

# 走り高跳びの教科書 上巻

ver.1.0.6

走り高跳びの技術とトレーニング

真鍋 周平

The Publisher トヨタ自動車陸上競技部



# 目次

|              |                                  |            |
|--------------|----------------------------------|------------|
| <b>第 I 部</b> | <b>走り高跳びの基礎</b>                  | <b>27</b>  |
| <b>第 1 章</b> | <b>走り高跳びの概要</b>                  | <b>31</b>  |
| 1.1          | 第 I 部で述べる高跳びの基本技術 . . . . .      | 32         |
| 1.2          | 走り高跳びのルール . . . . .              | 33         |
| 1.2.1        | 競技規則 . . . . .                   | 33         |
| 1.2.2        | 道具の制約 . . . . .                  | 36         |
| 1.3          | 走り高跳びの歴史 . . . . .               | 39         |
| 1.3.1        | 高跳びの歴史 (世界編男子) . . . . .         | 40         |
| 1.3.2        | 高跳びの歴史 (世界編女子) . . . . .         | 59         |
| 1.3.3        | 高跳びの歴史 (日本編男子) . . . . .         | 63         |
| 1.3.4        | 高跳びの歴史 (日本編女子) . . . . .         | 71         |
| <b>第 2 章</b> | <b>力学的な基礎知識</b>                  | <b>79</b>  |
| 2.1          | 物体に作用する力と運動法則 . . . . .          | 80         |
| 2.2          | 重心 . . . . .                     | 83         |
| 2.3          | クリアランス中の重心運動 . . . . .           | 87         |
| 2.4          | 回転を生み出す力 . . . . .               | 92         |
| 2.5          | クリアランス中の回転運動 . . . . .           | 94         |
| 2.6          | 遠心力と曲線助走 . . . . .               | 99         |
| 2.7          | 曲率と曲率半径 . . . . .                | 103        |
| 2.8          | 動作分析に必要な基礎知識 . . . . .           | 104        |
| 2.8.1        | 物体の運動を決める運動方程式 . . . . .         | 105        |
| 2.8.2        | 偶力とモーメント 作用・反作用の考え方 . . . . .    | 107        |
| 2.8.3        | 関節軸回りのモーメントの作用・反作用の考え方 . . . . . | 108        |
| 2.8.4        | 関節モーメントとパワーの分析 . . . . .         | 109        |
| <b>第 3 章</b> | <b>助走</b>                        | <b>115</b> |
| 3.1          | 助走のポイント . . . . .                | 116        |
| 3.1.1        | 助走速度と重心高 . . . . .               | 117        |
| 3.1.2        | 助走速度と重心高の目安 . . . . .            | 123        |
| 3.1.3        | 一流選手の助走中の重心軌道 . . . . .          | 124        |
| 3.2          | 助走の組み立て . . . . .                | 127        |
| 3.3          | 曲線助走の経路設定 . . . . .              | 130        |

|              |                                     |            |
|--------------|-------------------------------------|------------|
| 3.4          | 助走の安定化 . . . . .                    | 136        |
| 3.5          | 助走速度と踏み切り時のブロック動作 . . . . .         | 137        |
| <b>第 4 章</b> | <b>踏み切り前後の助走技術</b>                  | <b>139</b> |
| 4.1          | 内傾動作 . . . . .                      | 140        |
| 4.1.1        | 膝を曲げて接地して走る . . . . .               | 141        |
| 4.1.2        | ストライドを広げて重心を下げる技術 . . . . .         | 143        |
| 4.1.3        | 内傾動作によって重心を下げる技術 . . . . .          | 144        |
| 4.2          | 後傾動作 . . . . .                      | 147        |
| 4.3          | 内傾動作と後傾動作の分析 . . . . .              | 149        |
| 4.3.1        | ビデオカメラを用いた内傾・後傾動作の確認方法 . . . . .    | 150        |
| 4.3.2        | 内傾動作と後傾動作の確認 (例) . . . . .          | 153        |
| 4.3.3        | 補足説明：真後ろからの撮影 . . . . .             | 156        |
| 4.3.4        | 補足説明：真横からの撮影 . . . . .              | 158        |
| 4.4          | 踏み切り準備動作での腕・振り上げ脚の使い方 . . . . .     | 162        |
| 4.4.1        | 振り上げ脚とアームアクションの役割と貢献度 . . . . .     | 162        |
| 4.4.2        | アームアクション . . . . .                  | 166        |
| <b>第 5 章</b> | <b>踏み切り動作</b>                       | <b>171</b> |
| 5.1          | 踏み切り動作のポイント . . . . .               | 172        |
| 5.2          | 踏み切り動作で生まれる体の上昇力 . . . . .          | 174        |
| 5.2.1        | 起こし回転運動による上昇力を得るポイント . . . . .      | 176        |
| 5.2.2        | 上肢・振り上げ脚 (自由脚) による振り上げ運動 . . . . .  | 177        |
| 5.2.3        | 踏み切り脚の伸展運動 (高跳び選手の踏み切り方法) . . . . . | 181        |
| 5.2.4        | 高跳び選手の踏み切り動作の特徴 . . . . .           | 183        |
| 5.2.5        | 踏み切り動作のタイミングと素早さ . . . . .          | 187        |
| 5.3          | 踏み切り動作で生まれる体の回転力 . . . . .          | 189        |
| 5.4          | 踏み切り動作の筋活動 . . . . .                | 193        |
| 5.4.1        | 筋活動の基礎知識 . . . . .                  | 194        |
| 5.4.2        | 筋収縮形式と力の発揮方法 . . . . .              | 196        |
| 5.4.3        | 踏み切り動作中に発揮される筋力 . . . . .           | 198        |
| 5.5          | 踏み切り動作の補足知識 . . . . .               | 201        |
| 5.5.1        | 踏み切り位置と踏み切り角度 . . . . .             | 202        |
| 5.5.2        | 踏み切り動作による怪我 . . . . .               | 206        |
| 5.5.3        | 曲線助走と踏み切り角度の注意点 . . . . .           | 209        |
| 5.5.4        | 踏み切り足のサポート (テーピング) . . . . .        | 211        |
| <b>第 6 章</b> | <b>クリアランス</b>                       | <b>215</b> |
| 6.1          | クリアランスのポイント . . . . .               | 216        |
| 6.2          | クリアランスの失敗例と対処方法 . . . . .           | 222        |

|                        |                                    |            |
|------------------------|------------------------------------|------------|
| 6.3                    | クリアランス中の回転成分 . . . . .             | 225        |
| 6.4                    | クリアランス中の体の傾き . . . . .             | 226        |
| 6.5                    | クリアランスにおける頂点位置 . . . . .           | 230        |
| 6.5.1                  | 頂点位置の不思議 . . . . .                 | 231        |
| 6.5.2                  | クリアランスシミュレーション . . . . .           | 234        |
| 6.5.3                  | 頂点位置に関するアドバイスのまとめ . . . . .        | 240        |
| <b>第 II 部 走り高跳びの応用</b> |                                    | <b>245</b> |
| <b>第 7 章 統計的分析方法</b>   |                                    | <b>249</b> |
| 7.1                    | 統計的検定 . . . . .                    | 252        |
| 7.1.1                  | 両側検定・片側検定 . . . . .                | 257        |
| 7.2                    | 分散・標準偏差の考え方 . . . . .              | 258        |
| 7.3                    | 統計データのグラフ表現 . . . . .              | 259        |
| 7.4                    | 回帰分析 . . . . .                     | 260        |
| 7.4.1                  | 回帰式の作成方法 . . . . .                 | 261        |
| 7.4.2                  | 回帰式の評価 . . . . .                   | 263        |
| 7.5                    | 相関分析 . . . . .                     | 264        |
| 7.5.1                  | 決定係数 $R^2$ と相関係数 $r$ の関係 . . . . . | 265        |
| 7.6                    | クラスター分析 . . . . .                  | 267        |
| 7.6.1                  | データ間の距離の計算方法 . . . . .             | 268        |
| 7.6.2                  | クラスターの類似度の評価 . . . . .             | 270        |
| 7.6.3                  | クラスター分析における順序尺度の扱い . . . . .       | 271        |
| 7.6.4                  | デンドログラム . . . . .                  | 272        |
| 7.7                    | 跳躍分類分析の詳細 . . . . .                | 273        |
| 7.7.1                  | 助走の分析方法 . . . . .                  | 273        |
| 7.7.2                  | 踏み切り動作の分析方法 . . . . .              | 276        |
| 7.7.3                  | クリアランス動作の分析方法 . . . . .            | 279        |
| <b>第 8 章 男性選手の跳躍</b>   |                                    | <b>281</b> |
| 8.1                    | 男性選手の跳躍分類 . . . . .                | 282        |
| 8.1.1                  | 男性選手の跳躍分類 . . . . .                | 285        |
| 8.1.2                  | スピードタイプの特徴 . . . . .               | 290        |
| 8.1.3                  | スピード・パワータイプの特徴 . . . . .           | 292        |
| 8.1.4                  | パワータイプの特徴 . . . . .                | 295        |
| 8.1.5                  | ブロック・パワータイプの特徴 . . . . .           | 297        |
| 8.1.6                  | その他の跳躍タイプの特徴 . . . . .             | 299        |
| 8.1.7                  | 各跳躍タイプの身体的特徴 . . . . .             | 300        |
| 8.2                    | スピードタイプの跳躍分析 . . . . .             | 302        |
| 8.2.1                  | 典型的なスピードタイプ選手 . . . . .            | 302        |

|             |                     |            |
|-------------|---------------------|------------|
| 8.2.2       | スピードタイプの上位選手        | 304        |
| 8.3         | スピード・パワータイプの跳躍分析    | 306        |
| 8.3.1       | 典型的なスピード・パワータイプ選手   | 306        |
| 8.3.2       | スピード・パワータイプの上位選手    | 309        |
| 8.3.3       | 著者の跳躍               | 311        |
| 8.4         | パワータイプの跳躍分析         | 313        |
| 8.4.1       | 典型的なパワータイプ選手        | 313        |
| 8.4.2       | パワータイプの上位選手         | 316        |
| 8.5         | ブロック・パワータイプの跳躍分析    | 318        |
| 8.5.1       | 典型的なブロック・パワータイプ選手   | 318        |
| 8.5.2       | ブロック・パワータイプの上位選手    | 320        |
| 8.6         | 男性選手の跳躍技術           | 322        |
| 8.6.1       | 内傾動作の分析             | 322        |
| 8.6.2       | 後傾・踏み切り動作の分析        | 326        |
| 8.6.3       | アームアクションの分析         | 329        |
| 8.6.4       | クリアランス動作の分析         | 332        |
| <b>第9章</b>  | <b>女性選手の跳躍</b>      | <b>335</b> |
| 9.1         | 女性選手の跳躍分類           | 336        |
| 9.1.1       | ダブルアーム選手の跳躍タイプ      | 340        |
| 9.1.2       | シングルアーム選手の跳躍タイプ     | 343        |
| 9.1.3       | ランニングアーム選手の跳躍タイプ    | 345        |
| 9.1.4       | 各跳躍タイプの身体的特徴        | 346        |
| 9.2         | ダブルアーム選手の跳躍分析       | 349        |
| 9.2.1       | ダブル・ブロックタイプ選手       | 349        |
| 9.2.2       | ダブル・パワータイプ選手        | 351        |
| 9.2.3       | ダブル・スピードタイプ選手       | 353        |
| 9.3         | シングルアーム選手の跳躍分析      | 355        |
| 9.3.1       | シングル・パワータイプ選手       | 355        |
| 9.3.2       | シングル・スピードタイプ選手      | 357        |
| 9.4         | ランニングアーム選手の跳躍分析     | 359        |
| 9.4.1       | ランニングタイプ選手          | 359        |
| 9.5         | 女性選手の跳躍技術           | 361        |
| 9.5.1       | 女性選手特有の助走           | 361        |
| 9.5.2       | 女性選手特有の振り上げ脚動作      | 362        |
| <b>第10章</b> | <b>日本人選手の跳躍</b>     | <b>363</b> |
| 10.1        | 分析対象の説明             | 364        |
| 10.2        | 2013年度日本選手権男子入賞者の分析 | 365        |
| 10.3        | 2013年度日本選手権女子入賞者の分析 | 381        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <b>第 11 章 著者の跳躍</b>          | <b>395</b> |
| 11.1 著者の競技歴                  | 396        |
| 11.2 著者の中学期の跳躍               | 397        |
| 11.2.1 概説                    | 397        |
| 11.2.2 中学に入学して最初に取り組んだこと     | 400        |
| 11.2.3 転機となった福岡大学での合宿        | 404        |
| 11.2.4 200 を跳ぶために            | 409        |
| 11.2.5 中学時代の記録の推移            | 413        |
| 11.2.6 中学生で身につけたい技術          | 417        |
| 11.2.7 陸上競技は紳士淑女のスポーツである     | 418        |
| 11.3 著者の高校期の跳躍               | 419        |
| 11.3.1 概説                    | 419        |
| 11.3.2 高校時代の練習               | 433        |
| 11.3.3 補助助走の導入               | 438        |
| 11.3.4 踏み切り時間の短縮             | 439        |
| 11.3.5 起こし回転への意識             | 440        |
| 11.3.6 振り上げ脚のアクション           | 443        |
| 11.3.7 上昇姿勢の作り方              | 445        |
| 11.3.8 踏み切り動作の足首負荷を低減するために   | 450        |
| 11.3.9 高速ダブルアーム動作            | 456        |
| 11.3.10 全助走練習へのこだわり          | 457        |
| 11.3.11 全国大会で勝つために           | 458        |
| 11.3.12 進路について               | 463        |
| 11.3.13 高校時代の記録の推移           | 465        |
| 11.3.14 高校時代の助走の変化           | 471        |
| 11.4 著者の大学期の跳躍               | 472        |
| 11.4.1 概要                    | 472        |
| 11.4.2 受験で落ちた基礎体力を回復する練習メニュー | 485        |
| 11.4.3 曲線助走での滑らかな重心軌道のコントロール | 487        |
| 11.4.4 クリアランス動作の完成           | 491        |
| 11.4.5 オリンピックに向けた最後の技術改善     | 494        |
| 11.4.6 シニアの試合で勝つために          | 496        |
| 11.4.7 自分が失敗したと思うこと          | 499        |
| 11.4.8 陸上選手のあるべき姿            | 501        |
| 11.4.9 大学時代の記録の推移            | 502        |
| 11.5 著者の跳躍構成                 | 506        |
| 11.5.1 著者の跳躍アーキテクチャ（跳躍構成）    | 506        |
| 11.5.2 跳躍構成（記録 165cm クラス）    | 508        |
| 11.5.3 跳躍構成（記録 185cm クラス）    | 509        |

|                |                     |            |
|----------------|---------------------|------------|
| 11.5.4         | 跳躍構成（記録 200cm クラス）  | 510        |
| 11.5.5         | 跳躍構成（記録 210cm クラス）  | 511        |
| 11.5.6         | 跳躍構成（記録 220cm クラス）  | 512        |
| 11.5.7         | 跳躍構成（記録 225cm クラス）  | 513        |
| 11.5.8         | 230 への挑戦            | 514        |
| 11.5.9         | 各技術要素習得の難易度         | 515        |
| <b>第 12 章</b>  | <b>その他の知見</b>       | <b>517</b> |
| 12.1           | 高跳び選手の適正体格          | 518        |
| 12.2           | 高跳び選手の適正年齢          | 520        |
| 12.3           | 踏み切り足               | 522        |
| 12.4           | 助走歩数                | 523        |
| <b>第 III 部</b> | <b>走り高跳びのトレーニング</b> | <b>527</b> |
| <b>第 13 章</b>  | <b>競技会について</b>      | <b>531</b> |
| 13.1           | 登録について              | 532        |
| 13.2           | 国内の主要競技会            | 532        |
| 13.2.1         | 国内の主要競技会            | 532        |
| 13.2.2         | 年齢クラス別の主要競技会        | 535        |
| 13.2.3         | 学校区分別の主要競技会         | 536        |
| 13.3           | 国外の主要競技会            | 537        |
| 13.3.1         | アジア陸上競技連盟が主催する主要競技会 | 537        |
| 13.3.2         | 国際陸上競技連盟が主催する主要競技会  | 538        |
| 13.3.3         | ユニバーシアード            | 540        |
| 13.3.4         | アジア大会               | 540        |
| 13.3.5         | オリンピック              | 541        |
| 13.4           | 主要競技会の記録水準          | 542        |
| 13.4.1         | 日本選手権               | 543        |
| 13.4.2         | アジア室内               | 545        |
| 13.4.3         | アジア選手権              | 546        |
| 13.4.4         | アジア大会               | 548        |
| 13.4.5         | 世界室内                | 550        |
| 13.4.6         | 世界選手権               | 552        |
| 13.4.7         | オリンピック              | 556        |
| 13.5           | ワールドランキング           | 560        |
| 13.5.1         | 大会順位によるスコア          | 560        |
| 13.5.2         | 記録によるスコア            | 561        |
| 13.6           | ドーピングについて           | 566        |



|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <b>第 14 章 練習の目標設定</b>        | <b>567</b> |
| 14.1 STEP1 最終目標を決める          | 568        |
| 14.2 STEP2 取り組む課題を考える        | 569        |
| 14.3 STEP3 練習の目標を設定しイメージを作る  | 572        |
| 14.4 STEP4 課題がうまくできない原因を考える  | 574        |
| 14.5 STEP5 対策を決める            | 577        |
| 14.6 STEP6 結果を反省する           | 579        |
| <b>第 15 章 練習計画</b>           | <b>581</b> |
| 15.1 トレーニング理論の基礎知識           | 582        |
| 15.1.1 トレーニングの原理原則           | 583        |
| 15.1.2 トレーニングの「期分け」について      | 586        |
| 15.2 年間練習計画                  | 590        |
| 15.3 週間練習計画                  | 595        |
| <b>第 16 章 ウォームアップとクールダウン</b> | <b>599</b> |
| 16.1 ウォームアップを行う目的と理由         | 600        |
| 16.2 クールダウンを行う目的と理由          | 603        |
| 16.3 高跳び選手のウォームアップとクールダウン    | 604        |
| 16.3.1 練習の場合                 | 604        |
| 16.3.2 試合の場合                 | 605        |
| <b>第 17 章 跳躍練習</b>           | <b>609</b> |
| 17.1 短助走での跳躍練習               | 610        |
| 17.2 中助走での跳躍練習               | 611        |
| 17.3 全助走での跳躍練習               | 612        |
| 17.4 踏み切り板を使った跳躍練習           | 613        |
| 17.5 助走練習                    | 614        |
| 17.6 跳躍ドリル                   | 615        |
| 17.6.1 助走のドリル                | 615        |
| 17.6.2 踏み切り動作のドリル            | 619        |
| 17.6.3 クリアランスのドリル            | 623        |
| <b>第 18 章 パワートレーニング</b>      | <b>627</b> |
| 18.1 SSC (ストレッチショートニングサイクル)  | 628        |
| 18.2 バウンディング                 | 629        |
| 18.3 ホッピング                   | 631        |
| 18.4 ボックスジャンプ                | 632        |
| 18.5 ハードルジャンプ                | 633        |
| 18.6 メディシンボール投げ              | 634        |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| <b>第 19 章 走練習</b>           | <b>637</b> |
| 19.1 走練習の基礎知識               | 638        |
| 19.1.1 走動作の局面               | 638        |
| 19.1.2 それぞれの走動作の局面で要求される技術  | 639        |
| 19.2 走練習の種類                 | 643        |
| 19.2.1 スタートダッシュ             | 643        |
| 19.2.2 加速走                  | 643        |
| 19.2.3 テンポ走・流し走・快調走         | 643        |
| 19.2.4 レペテーション              | 644        |
| 19.2.5 タイムトライアル             | 644        |
| 19.2.6 ウェーブ走                | 644        |
| 19.2.7 変形ダッシュ               | 644        |
| 19.2.8 坂ダッシュ                | 645        |
| 19.2.9 トーイング走               | 646        |
| 19.2.10 負荷走                 | 647        |
| 19.2.11 往復走・インターバル走         | 648        |
| 19.2.12 1 分間走・2 分間走         | 649        |
| 19.2.13 ロングジョグ              | 649        |
| <br>                        |            |
| <b>第 20 章 ウェイトトレーニング</b>    | <b>651</b> |
| 20.1 ウェイトトレーニングの種類          | 652        |
| 20.1.1 マシンウェイトトレーニング        | 652        |
| 20.1.2 フリーウェイトトレーニング        | 654        |
| 20.2 ウェイトトレーニングの手法          | 655        |
| 20.2.1 最大筋力の測定（反復回数や重量の決定）  | 656        |
| 20.2.2 10RM 法               | 657        |
| 20.2.3 ピラミッド法               | 658        |
| 20.2.4 スーパーセット法             | 659        |
| 20.2.5 フォーストレップ法            | 659        |
| 20.2.6 マルチパウンデッジ法           | 660        |
| 20.2.7 セットの組み方              | 661        |
| 20.3 ウェイトトレーニングにおける注意点      | 663        |
| 20.3.1 ウェイトトレーニングメニューにおける意識 | 663        |
| 20.3.2 ウェイトトレーニング動作における意識   | 663        |
| 20.3.3 ウェイトトレーニング中の呼吸方法     | 663        |
| 20.3.4 ウェイトトレーニング種目の順番      | 664        |
| 20.4 筋肉の基礎知識                | 665        |
| 20.4.1 筋肉の種類                | 665        |
| 20.4.2 筋肥大の必要性              | 668        |
| 20.4.3 筋肥大の原理               | 670        |

|               |                             |            |
|---------------|-----------------------------|------------|
| 20.4.4        | 高跳び選手が鍛えたい筋肉 . . . . .      | 673        |
| 20.5          | ウエイトトレーニングの種目 . . . . .     | 675        |
| 20.5.1        | 上半身のウエイトトレーニング . . . . .    | 675        |
| 20.5.2        | 下半身のウエイトトレーニング . . . . .    | 683        |
| 20.5.3        | 体幹のトレーニング . . . . .         | 699        |
| 20.6          | トレーニングメニューの例 . . . . .      | 707        |
| 20.7          | ウエイトトレーニングの補足知識 . . . . .   | 709        |
| 20.7.1        | ウエイトトレーニングで扱う道具 . . . . .   | 709        |
| 20.7.2        | トレーニングマシンの種類 . . . . .      | 717        |
| 20.7.3        | トレーニングのマナー . . . . .        | 720        |
| <b>第 21 章</b> | <b>メンタルトレーニング</b>           | <b>721</b> |
| 21.1          | 逆 U 字理論 . . . . .           | 722        |
| 21.2          | サイキングアップとリラクゼーション . . . . . | 726        |
| 21.3          | 自分のメンタルをコントロールする . . . . .  | 728        |
| <b>第 22 章</b> | <b>コントロールテスト</b>            | <b>729</b> |
| 22.1          | コントロールテスト . . . . .         | 730        |
|               | <b>関連図書</b>                 | <b>739</b> |
|               | <b>索引</b>                   | <b>749</b> |



## 前書き

世の中では高跳び選手の数に対して、指導者の数が圧倒的に不足している。

陸上部に入部にして走り高跳びを始めたとしても走り高跳び専門の指導者に指導してもらえとはかぎりない。知識が得られないことが原因でその素質を最大限生かしていない選手が世の中には残念ながら大勢いる。

「巨人の肩の上に立つ」という言葉が示す通り、先人達の技術論を正しく理解して練習する選手と、不幸にもその存在さえ知らない選手とでは公平な競争にならない。知識がある指導者に恵まれた選手と、恵まれなかった選手の間には、選手の努力に関係なく結果に大きな差が生まれてしまうということだ。

問題は現代のトレーニング理論、跳躍技術論が一昔前に比べれば飛躍的に進歩しているという点にある。残念ながら選手の努力だけでは埋められない「救いがたい知識の格差」が、今では試合の勝敗を左右するほどの大きな格差になっているように著者である私は感じている。

本書はこうした「知識の格差」を改善するために作成したものである。「高跳びの指導者がいない学校の生徒が、本人のやる気さえあれば、一流の選手と同等の知識をいつでも手に入れることができる。」そうした世界を実現するために作成したつもりだ。

知識が広がれば多くの選手に等しく記録向上のチャンスが与えられると思う。本書がやる気と情熱を持った選手と指導者に読まれ、ひいては日本の高跳び界のレベルの底上げに繋がることを強く期待している。



## 編集履歴

| 日付        | 編集内容                           |
|-----------|--------------------------------|
| 2007/6/4  | 「一般教書 技術編～基礎～ 走り高跳び」の編集を開始     |
| 2010/6/4  | 初版を発行                          |
| 2010/8/31 | 完成版を発行                         |
| 2011/2/7  | 踏み切り動作のブロック動作に関する記述を追加         |
| 2012/6/4  | パワータイプとスピードタイプの選手の特徴を追加        |
| 2010/6/4  | 「一般教書 トレーニング編 走り高跳び」の編集を開始     |
| 2012/6/4  | 初版を発行                          |
| 2012/12/9 | 完成版を発行                         |
| 2014/9/21 | コントロールテストの項目を追加                |
| 2014/9/21 | メンタルトレーニングの項目を追加               |
| 2014/9/21 | メディシンボール投げの項目を追加               |
| 2012/6/4  | 「一般教書 技術編～応用～ 走り高跳び」の編集を開始     |
| 2014/6/21 | 初版を発行                          |
| 2015/1/3  | 完成版を発行                         |
| 2016/7/2  | 一般教書シリーズを「走り高跳びの教科書 上巻」へ統合     |
| 2016/8/29 | 本書の読み方を追加                      |
| 2017/8/16 | 数式表記と力覚表現を統一                   |
| 2019/7/7  | ワールドランキングを追加                   |
| 2020/5/5  | 統計的分析方法を追加                     |
| 2020/5/5  | 踏み切り動作の筋活動に最新の研究結果を追加          |
| 2022/2/20 | 運角運動量が保存され、エネルギーが保存されない運動の例を追加 |
| 2022/2/20 | 索引のページがずれるバグを修正                |

表 1: 編集履歴





## 本書の読み方

ここでは各競技レベルに応じた本書の読み方を紹介する。本書の構成と各競技レベルの対応関係を図1～図3にまとめるので本書を読む際の参考にしてほしい。なお、図中記載のアルファベットは以下のように記録（競技レベル）と対応している。（括弧内の数字は女性選手の記録を表している。）

- *A* : 165(140) を目指す選手が読むべき項目
- *B* : 185(160) を目指す選手が読むべき項目
- *C* : 200(170) を目指す選手が読むべき項目
- *D* : 210(180) を目指す選手が読むべき項目
- *E* : 220(185) を目指す選手が読むべき項目
- *F* : 225(190) を目指す選手が読むべき項目

| 部 | 章 | 節 | タイトル                  | レベル |
|---|---|---|-----------------------|-----|
| I | 1 | 1 | 第 I 部で述べる高跳びの基礎技術     | A   |
|   |   | 2 | 走り高跳びのルール             | A   |
|   |   | 3 | 走り高跳びの歴史              | C   |
|   | 2 | 1 | 物体に作用する力と運動法則         | C   |
|   |   | 2 | 重心                    | C   |
|   |   | 3 | クリアランス中の重心運動          | C   |
|   |   | 4 | 回転を生み出す力              | C   |
|   |   | 5 | クリアランス中の回転運動          | C   |
|   |   | 6 | 遠心力と曲線助走              | C   |
|   |   | 7 | 曲率と曲率半径               | C   |
|   |   | 8 | 動作分析に必要な基礎知識          | E   |
|   | 3 | 1 | 助走のポイント               | A   |
|   |   | 2 | 助走の組み立て               | A   |
|   |   | 3 | 曲線助走の経路設定             | B   |
|   |   | 4 | 助走の安定化                | B   |
|   |   | 5 | 助走速度と踏み切り時のブロック動作     | C   |
|   | 4 | 1 | 内傾動作                  | B   |
|   |   | 2 | 後傾動作                  | B   |
|   |   | 3 | 内傾動作と後傾動作の分析          | B   |
|   |   | 4 | 踏み切り準備動作での腕・振り上げ脚の使い方 | B   |
|   | 5 | 1 | 踏み切り動作のポイント           | A   |
|   |   | 2 | 踏み切り動作で生まれる体の上昇力      | C   |
|   |   | 3 | 踏み切り動作で生まれる体の回転力      | C   |
|   |   | 4 | 踏み切り動作の筋活動            | C   |
|   |   | 5 | 踏み切り動作の補足知識           | D   |
|   | 6 | 1 | クリアランスのポイント           | A   |
|   |   | 2 | クリアランスの失敗例と対処方法       | A   |
|   |   | 3 | クリアランス中の回転成分          | F   |
|   |   | 4 | クリアランス中の体の傾き          | F   |
|   |   | 5 | クリアランスにおける頂点位置        | F   |

図 1: 第 I 部の構成

| 部  | 章  | 節 | タイトル                | レベル |
|----|----|---|---------------------|-----|
| II | 7  | 1 | 統計的検定               | D   |
|    |    | 2 | 分散・標準偏差の考え方         | D   |
|    |    | 3 | 統計データのグラフ表現         | D   |
|    |    | 4 | 回帰分析                | D   |
|    |    | 5 | 相関分析                | D   |
|    |    | 6 | クラスター分析             | D   |
|    |    | 7 | 跳躍分類分析の詳細           | D   |
|    | 8  | 1 | 男性選手の跳躍分類           | D   |
|    |    | 2 | スピードタイプの跳躍分析        | D   |
|    |    | 3 | スピード・パワータイプの跳躍分析    | D   |
|    |    | 4 | パワータイプの跳躍分析         | D   |
|    |    | 5 | ブロック・パワータイプの跳躍分析    | D   |
|    |    | 6 | 男性選手の跳躍技術           | D   |
|    | 9  | 1 | 女性選手の跳躍分類           | D   |
|    |    | 2 | ダブルアーム選手の跳躍分析       | D   |
|    |    | 3 | シングルアーム選手の跳躍分析      | D   |
|    |    | 4 | ランニングアーム選手の跳躍分析     | D   |
|    |    | 5 | 女性選手の跳躍技術           | D   |
|    | 10 | 1 | 分析対象の説明             | E   |
|    |    | 2 | 2013年度日本選手権男子入賞者の分析 | E   |
|    |    | 3 | 2013年度日本選手権女子入賞者の分析 | E   |
|    | 11 | 1 | 著者の競技歴              | D   |
|    |    | 2 | 著者の中学期の跳躍           | D   |
|    |    | 3 | 著者の高校期の跳躍           | D・E |
|    |    | 4 | 著者の大学期の跳躍           | F   |
|    |    | 5 | 著者の跳躍構成             | F   |
|    | 12 | 1 | 高跳び選手の適正体格          | D   |
|    |    | 2 | 高跳び選手の適正年齢          | D   |
|    |    | 3 | 踏み切り足               | D   |
|    |    | 4 | 助走歩数                | D   |

図 2: 第 II 部の構成

| 部  | 章  | 節         | タイトル                   | レベル |
|----|----|-----------|------------------------|-----|
| Ⅲ  | 13 | 1         | 登録について                 | A   |
|    |    | 2         | 国内の主要競技会               | D・E |
|    |    | 3         | 国外の主要競技会               | F   |
|    |    | 4         | 主要競技会の記録水準             | F   |
|    |    | 5         | ワールドランキング              | F   |
|    |    | 6         | ドーピングについて              | A   |
|    | 14 | 1         | STEP1 最終目標を決める         | B   |
|    |    | 2         | STEP2 取り組む課題を考える       | B   |
|    |    | 3         | STEP3 練習の目標を設定しイメージを作る | B   |
|    |    | 4         | STEP4 課題がうまくできない原因を考える | B   |
|    |    | 5         | STEP5 対策を決める           | B   |
|    |    | 6         | STEP6 結果を反省する          | B   |
|    | 15 | 1         | トレーニング理論の基礎知識          | C   |
|    |    | 2         | 年間練習計画                 | C   |
|    |    | 3         | 週間練習計画                 | C   |
|    | 16 | 1         | ウォームアップを行う目的と理由        | A   |
|    |    | 2         | クールダウンを行う目的と理由         | A   |
|    |    | 3         | 高跳び選手のウォームアップとクールダウン   | A   |
|    | 17 | 1         | 短助走での跳躍練習              | A   |
|    |    | 2         | 中助走での跳躍練習              | A   |
|    |    | 3         | 全助走での跳躍練習              | A   |
|    |    | 4         | 踏み切り板を使った跳躍練習          | A   |
|    |    | 5         | 助走練習                   | B   |
|    |    | 6         | 跳躍ドリル                  | B・C |
|    | 18 | 1         | SSC(ストレッチショートニングサイクル)  | C   |
|    |    | 2         | バウンディング                | C   |
|    |    | 3         | ホッピング                  | C   |
|    |    | 4         | ボックスジャンプ               | C   |
|    |    | 5         | ハードルジャンプ               | C   |
|    |    | 6         | メディシンボール投げ             | C   |
|    | 19 | 1         | 走練習の基礎知識               | B   |
|    |    | 2         | 走練習の種類                 | B   |
|    | 20 | 1         | ウエイトトレーニングの種類          | B   |
|    |    | 2         | ウエイトトレーニングの手法          | B   |
|    |    | 3         | ウエイトトレーニングにおける注意点      | B   |
|    |    | 4         | 筋肉の基礎知識                | B   |
|    |    | 5         | ウエイトトレーニングの種目          | B   |
|    |    | 6         | トレーニングメニューの例           | B   |
|    |    | 7         | ウエイトトレーニングの補足知識        | B   |
|    | 21 | 1         | 逆U字理理論                 | B   |
|    |    | 2         | サイキングアップとリラクゼーション      | B   |
|    |    | 3         | 自分のメンタルをコントロールする       | B   |
| 22 | 1  | コントロールテスト | C                      |     |

図 3: 第Ⅲ部の構成

## 165(140) を目指す選手が読むべき項目

165 を目指す選手は走り高跳びをはじめたばかりの初心者が多い。中学、高校で走り高跳びをはじめた場合にまず最初に目指すべき高さは 160～165 になる。このくらいの高さが試合の参加標準記録に設定されていることが多いため、まずはこの高さをしっかり跳んで高跳び選手として試合に参加することが目標になると思う。

最初は難しい技術論やトレーニング論を理解する必要はない。初心者の間はしっかりと基礎を理解して、習得することが大切だ。基礎的な技術は記録への貢献度が高く、難度の高い技術を身に付けていく土台になる。

### 必要な知識

走り高跳びの基礎技術については 1.1 節に記載しているのでまずはこれを読んでほしい。全ての技術ができる必要はないが、高跳びの跳躍の全体像は理解しておいてほしい。

次にルールについては 1.2 節に記載している。陸上競技の試合では大会独自のルールも多いので、分からないことがあれば、大会委員や先輩選手、学校の先生によく確認するとよい。試合への参加方法（13.1 節）、ドーピング（13.6 節）についても理解しておくとういだろう。

### 必要な技術

基本的な技術を習得することが最優先となる。

助走は「速く・低く・一定の高さ」で行うことが基本だ。助走の基本については 3.1 節、3.2 節などが参考になるだろう。

踏み切り動作は踏み切り位置と着地位置を決めて、安定したテンポ・リズムで踏み切り動作が行えるようにしてほしい。まずはそれだけでできれば十分だ。5.1 節などを参考にしてほしい。

クリアランスは背面跳びができるようになることが課題となる。クリアランスの基礎については 6.1 節から 6.2 節の内容が参考になると思う。

### 必要なトレーニング

ウォームアップ、クールダウン、ドリルのことは理解しておくとういだろう。16 章の内容が参考になると思う。

跳躍練習については 17.1 節から 17.4 節を読むとういだろう。

跳躍練習以外の練習については「基礎体力」の向上が主要な課題となる。専門性の高いトレーニングを行う必要はない。走練習については指導者の指示に従って短距離選手と同じトレーニングを行えばよい。

## 185(160)を目指す選手が読むべき項目

185を目指す選手は年齢的には高校生前半で高跳びをはじめてから2~3年目の選手が多いだろう。記録185未満の男性競技者は国内で6400名程度と推計され、全体の約80%程度の選手がこの高さを目指して競技していることが予想される。

185という高さは専門的な練習を行い、基礎をしっかりと身に着けなければ跳ぶことが難しい高さだ。半年や一年の練習で跳ぶことは難しく、混成種目の選手にとっては一つの壁となる高さだろう。

この高さを跳ぶためには高跳びに特化したやや専門性の高い跳躍技術の習得を目指したい。また、走練習、ウエイトトレーニングについても高跳び選手に必要な基本的な知識を身に着けて積極的にトレーニングに取り入れてほしい。

### 必要な知識

目標を決めて計画的に練習できるようになってほしい。14章を読むとよいだろう。

試合に慣れていない選手はメンタルトレーニングなども参考にしてほしい。これについては21章を読むとよいだろう。

### 必要な技術

専門性の高い跳躍技術の習得を目指したい。

技術面では「助走の形」を作ることが大きな課題となるだろう。J型の助走、内傾動作、後傾動作、アームアクションなどのやや専門性の高い技術習得に取り組むとよいだろう。助走の取り方については3.3節や3.4節で説明している。内傾動作や後傾動作、踏み切り準備動作については4章が参考になると思う。

### 必要なトレーニング

跳躍練習、走練習、ウエイトトレーニングともに基本的なことを理解して積極的にトレーニングに取り入れてほしい。

跳躍練習については17.5節や17.6節、走練習については19章、ウエイトトレーニングについては20章を参考してほしい。

跳躍練習以外は基本的に短距離選手と同じトレーニングを行えばよいが、基本的なことを理解して自分でトレーニングメニューを考えていく力を身に着けてほしい。

## 200(170) を目指す選手が読むべき項目

200 を目指す選手は年齢的には高校生後半，大学生の選手が多いだろう。高校生であればインターハイに参加するための目安の記録である。大学生であれば学校の代表となり対校戦に参加するための目安の記録となる。

記録 185 以上 200 未満の男性競技者は国内で 1200 名程度と推計され，全体の約 19% 程度の選手がこの高さを目指して競技していることが予想される。高跳び選手の中でも全体の 5% 程度の一部の選手しか成功することができない高さで，200 に成功すれば一人前の高跳び選手と考えてよいだろう。

200 を跳ぶためには 200 を跳ぶための跳躍練習，200 を跳ぶためのトレーニングを行わないと跳ぶことは難しい。

### 必要な知識

1.3 節の走り高跳びの歴史や，2.1 節から 2.6 節に書かれた力学の基礎知識は知っておいてもよいだろう。こうした知識を深めることで技術論やトレーニング論の理解も深まると思う。

200 を目標とする多くの選手は狙った試合で自己ベスト更新を狙う選手が多い。このため，年間練習計画や週間練習計画をきちんと行い，狙った試合にうまく調子を合わせる必要がある。こうした内容については 15 章を読むとよいだろう。

### 必要な技術

この高さをも跳ぶためには「踏み切り動作の形」を作り「起こし回転」を利用した踏み切り動作ができる必要がある。3.5 節，5.2 節から 5.4 節などを参考にしてほしい。

### 必要なトレーニング

「起こし回転」動作を習熟させるためには速い助走，短い踏み切り時間，軸作りが必要になる。速い助走と短い踏み切り時間に慣れていくために跳躍練習は全助走で質の高い練習を行うことを心がけたい。また，17.6 節に記載したドリルの内容をより精度を上げて行うことを意識したい。

基礎的な体力が高ければ高いほど技術の習得が容易になる。例えば，22 章に基礎体力の目安となるコントロールテストのデータを載せているので参考にしてほしい。自分の得意・苦手な種目を把握して，苦手な種目は重点的に体力強化を行うとよいだろう。

他にも 18 章に記載したパワートレーニングは 200 を目指す選手にとって重要なトレーニングなので，練習メニューにぜひ取り入れてほしい。

## 210(180) を目指す選手が読むべき項目

210 を目指す選手は年齢的には大学生，社会人の選手が多いだろう．日本インカレや日本選手権の参加標準記録に近い記録となる．また，高校生にとっては全国高校総体で優勝するための目安の記録となる．こうした選手は国内の主要競技会について理解するために 13.2 節を読むとよいだろう．

記録 200 以上 210 未満の男性競技者は国内で 390 名程度と推計され，全体の約 6% 程度の選手がこの高さを目指して競技していることが予想される．高跳び選手の中でも全体の 1% 未満のごく一部の選手しか跳ぶことのできない高さであり，そのほとんどは経験豊富な大学生，社会人の高跳び選手である．また，210 に成功する選手は県や地区を代表する高跳び選手である場合が多い．

210 という高さになるとパワー系ジャンパーとスピード系ジャンパーに跳躍タイプがしだいに分かれてくる．自分が目指す跳躍タイプをある程度決めて必要な技術，トレーニングを考えていくとよいだろう．どの跳躍タイプであろうと踏み切り動作の減速防止と，踏み切り動作後に上昇姿勢をキープする技術は重要な技術となる．

### 必要な知識

世の中にどのような跳躍タイプが存在して，それぞれの跳躍タイプの選手がどのような技術を用いて跳んでいるかを知ることが重要だ．こうした内容については 8 章，9 章，7 章，12 章を読むとよいだろう．

210 以上の高さでは足首の怪我のリスクが高くなる．足首の怪我は長期間の競技離脱に繋がるため注意してほしい．5.5 節を参考にしてほしい．

### 必要な技術

自分の跳躍タイプに近い選手をよく研究して技術を取り入れていけばよい．踏み切り動作の減速防止と，踏み切り動作後に上昇姿勢をキープする技術については，著者である私が行った取り組みを 11.1 節から 11.3 節に記載している．練習の参考にしてほしい．

### 必要なトレーニング

III 部に書かれたトレーニング内容の質と強度を高めていけばよい．



## 220(185)を目指す選手が読むべき項目

220を目指す選手は大学生，社会人の選手が多いだろう．日本インカレや日本選手権で入賞，優勝を狙う選手が目指す記録となる．国内の主要競技会については13.2節を参考にしてほしい．

記録210以上220未満の男性競技者は国内で50名程度と推計され，全体の1%未満の選手がこの高さを目指して競技していることが予想される．毎年220以上の高さを成功する選手は数名程度であり，この高さに成功すれば一流の高跳び選手と言える．

220という高さを跳べる選手の数は少なく（つまりサンプル数が少なく），跳躍タイプによって技術課題も異なるため，必要となる技術やトレーニングを教科書的に説明することは難しい．

### 必要な知識

最新のトレーニング，最新の技術動向を常に把握することが必要だ．貪欲に新しい知識を取り入れ，うまく取舍選択しながら自分の跳躍スタイルを確立して欲しい．

バイオメカニクス分野の分析内容を理解するためには2.8節の内容が参考になるだろう．バイオメカニクスはトレーニング方法や跳躍動作を見直す際に参考になるだろう．

一流選手の真似ができるだけの体力と技術が備わっていると思うので，こうした選手の動きをよく見て勉強してほしい．10章に日本選手権入賞者の跳躍分析をまとめてあるので参考にしてほしい．

### 必要な技術

共通の技術課題を敢えて挙げるとすれば，踏み切り動作で軸をキープする技術ということになるだろう．強烈的な踏み切り動作に耐えられる軸を作り，その衝撃と負荷をコントロールすることが課題となる．私が行った取り組みは11.3節にまとめたので参考にしてほしい．

### 必要なトレーニング

III部の内容を踏まえて，身に着けたい技術に応じたトレーニングプランを自分で考えることが必要だ．私が行った取り組みは11.3節にまとめたので参考にしてほしい．

## 225(190) を目指す選手が読むべき項目

225 を目指す選手の多くは、世界選手権やオリンピックなどの世界大会参加を目標にしているだろう。この高さに成功することは名実ともに日本を代表する高跳び選手になるということだ。国外の主要競技会については 13.3 節を読むと参考になると思う。また、13.5 節に記載したワールドランキングについても理解しておくといよい。

これ以上の高さを跳ぶためには、どんな知識が必要か、どんな技術が必要か、どのようなトレーニングを行うべきか科学的な分析が進んでいない。今までにない独創的なアイデアによる跳躍構成や練習方法が必要とされる世界であるが、残念ながら日本にはそうした知見が少ない。

こうした特別な知識は一部の特別な選手や指導者しか持っていないため、日本に留まらずに海外に出て彼等と積極的に接触して経験を積むことを強く推奨したい。

私からできるアドバイスがあるとすれば、まずは自分の技の完成度を上げていくことで 1cm ずつでもよいので記録の積み重ねを着実に行うことだ。一つ一つの動作が滑らかに繋がること、細かい動きが精度よくできること、全体の跳躍構成がしっかりしており無駄がないことをまず目指したい。6.3 節から 6.5 節、11.4 節から 11.5 節の内容が参考になるだろう。

また、オリンピックや世界選手権という特別な舞台では特別な準備が必要になる。大変なプレッシャーの中で高いパフォーマンスを発揮するためには、自分のメンタルをうまくコントロールする技術が必要となる。日本のトップ選手がチャレンジすべき主要な課題の一つだと思う。

## 第I部

# 走り高跳びの基礎



## 基礎編のはじめに

陸上競技とは「走る」「投げる」「跳ぶ」という運動の本質を競う究極の競技だ。高跳びは高く跳ぶことを競う競技であり、「どうすれば高く跳べるか？」という問いに私は長年取り組んできた。

基礎編の内容は私の記録への挑戦とその試行錯誤の日々に書き綴った練習日誌を元に作成している。多くの選手や指導者の意見をきき、多くの文献を読み、競技者として経験を積みながら作成してきた練習日誌の内容を、広く世間に公開するために作成したものである。

スポーツに関する様々な知識や迷信が世の中に氾濫している。これは今も昔も変わらない。多くの指導者や本で色んな知識が語られ、一見すると高跳びに役立ちそうな情報も多くある。

しかし、それ等バラバラの知識をつなぎ合わせて「高く跳ぶためにどうするか？」に焦点を当て体系的にまとめられた文献というものは世の中に少ない。

そこで、著者である私の一種の「挑戦」として、自分の経験や知識をもとに、多くの高跳び選手が漠然と理解している共通の身体知を体系的にまとめていこうと思い作成したのが本書である。

基礎編は高跳びの技術論の基礎的な部分に特に焦点を当て編集したものである。高跳びの基礎を広く理解してもらうため、高校生程度の知識があれば容易に理解できる内容のみを取り上げ、年少の読者に対しても十分に理解が得られるように配慮して編集を行ったつもりである。読者は四角で囲まれた各項目毎のポイントを特に注意して読み進めることで理解を深めてほしい。

多くの「迷える」競技者に読まれ、技の研鑽に役立てて頂ければ幸いである。



## Chapter

# 1

## 走り高跳びの概要

第1章では高跳びのルール，高跳びの基本技術，高跳びの歴史などを紹介する。

まずは読者には「走り高跳びのルール」を正しく理解してほしい。競技規則の細部まで覚える必要はないが，順位の決め方くらいは正しく理解しておいたほうがよい。順位の決め方に関するルールを正しく理解していれば，試合で正しい「駆け引き」をすることができる。

高校生や社会人の試合ともなれば選手同士の実力が均衡しているため，こうした「駆け引き」が順位を左右する重要な要素となる。このため，ルールをよく理解してほしい。

「高跳びの基本技術」においては著者である私が本書を通じて読者に最も伝えたい走り高跳びの技術の要点をまとめて記載している。

基本的な技術がしっかりできていることを確認することが練習の最初の入り口となる。強い選手ほど基本的な技術の大切さを知っているし，その確認を疎かにすることはない。まずは基本をしっかり理解して練習を始めてほしい。

「歴史」を知るということは先輩選手の取り組みを知るということである。私も含め多くの選手は偉大な先輩選手から技術を学び，高跳びをしているということを忘れないでほしい。

自分のトレーニングの中で自分が世界で最初に考えて実施しているトレーニングがいくつあるだろうか？。「背面跳び」という跳び方も，普段自分が何気なく行っている練習も，そのほとんどは先輩選手から学んだものだろう。先輩を敬い，先輩のやり方を学ぶということは，スポーツ選手として練習を始めるための第一歩だと思う。

## 1.1 第I部で述べる高跳びの基本技術

高跳びは大きく分けて「助走」「踏み切り」「クリアランス」の三要素に分解して考えることができる。第I部で述べる高跳びの基本技術は以下の要素にほぼ集約される。

なぜこうした基本技術が高跳びに重要になるかについては各章で詳細に解説しているののでそちらを参照してほしい。

- 助走
  - ① 曲線助走では重心の軌道の高さを低く一定に保って速く走る
  - ② 適度な内傾姿勢，後傾姿勢を作り踏み切り動作に繋げる
- 踏み切り
  - ③ 身体を後傾させて関節をブロックする。踏み切り後は身体を起こし回転させながら真っ直ぐ持ち上げて上昇姿勢をつくる
  - ④ 短い踏み切り時間で地面からの反発を受け取る
  - ⑤ 高さに応じて踏み切り位置を遠くする
- クリアランス
  - ⑥ 内傾動作，後傾動作，振り上げ脚動作で空中の回転を調整する
  - ⑦ バーに触れないように空中で姿勢を調整する。空中で頭と膝を下げて体を反れば腰が浮く，大きく反れば速く回転する

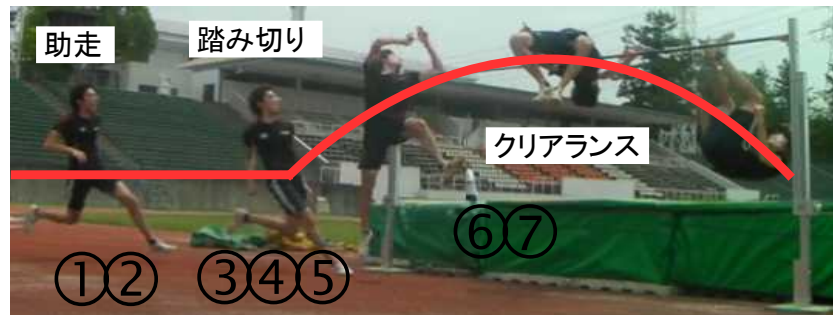


図 1.1: 高跳びの基本技術



## 1.2 走り高跳びのルール

走り高跳びとは助走をつけて片足で踏み切り、跳び越えられる高さを競う競技である

ここでは主に日本陸上競技連盟競技規則（2010年時点）を参考に走り高跳びの競技規則と競技に使用する道具について述べる [1].

### 1.2.1 競技規則

日本陸上競技連盟競技規則を参考に競技を行う上での基本的なルールをまとめる [1].

#### 1. 片足踏み切り

走り高跳びの競技は片足踏み切ればどんな跳び方をしてもかまわない。両足踏み切りは禁止されている。

#### 2. 無効試技

跳躍後にバーが競技者の跳躍中の動作によってバー止めから落ちた場合、その試技を無効試技とみなす。ただし、バーを跳び越えるとき、競技者には関係のない力（例えば風）によってバーが落ちた場合は、競技者がバーに触れないで跳び越えた後であればその試技は成功とみなし、その他の状況では新試技が許される。

また、バーを超える前に競技者の身体の一部が支柱間の面またはそれを延長した平面から先の地面あるいは着地場所に触れたときは無効試技とみなす。ただし、競技者が跳躍中に足がマットに当たった場合は、審判員が跳躍に有利にならなかったと判断すれば無効試技とはみなさない。

#### 3. 試技

競技会では競技者が最後の一人になるまでは、最低でも  $2\text{cm}$  以上、バーを上げ続けなければならない。競技会の途中でバーの上げ幅を増してはならない（小さくすることは許される）。

競技者は審判員主任から前もって発表されたどの高さから競技を始めてもよい。競技者は試技をパスしてもかまわないが、一度パスした高さを再び跳ぶことはできない。競技者は3回続けて跳躍に失敗すれば競技を終了する。また、途中で試技放棄（棄権）した競技者は再び跳躍することはできない。

競技者の優勝が決まった後、バーを上げる高さは審判員または審判長が競技者の希望を聞いたうえで決定する。残っている競技者が2人以上の

場合でも全員の同意があれば世界記録を超える高さにバーを上げることができる（国内の試合の場合は日本記録を超える高さにバーを上げることができる）。

#### 4. 試技時間

一回の試技時間は図 1.2 のように決められている。ただし、どの競技者も最初の試技時間は 1 分である。

表中の連続試技とは「残りの競技者」が 2 人以上で同一の高さのときのみ適用する。「残りの競技者」とはまだ跳躍を行う可能性のある全ての競技者である。試技時間は連続試技を除けばバーが新しい高さに上げられるまでは変更されない。

| 残りの競技者の数 | 試技時間 |
|----------|------|
| 4人以上     | 60秒  |
| 2～3人     | 90秒  |
| 1人       | 180秒 |
| 最初の試技    | 60秒  |
| 連続試技     | 120秒 |

図 1.2: 一回の試技時間

試技時間を超過しても試技を行わない場合は 1 回の無効試技となる。ただし、与えられた時間が超過しても競技者がすでに試技を開始していた場合（助走を開始していた場合）はその試技は認められる。

試合会場では大きな時計が競技者に見えるように設置されている。時計が設置されていない場合でも残りの持ち時間が 15 秒を切れば審判員から合図がある。

5. 順位の決め方

競技会を通して最も高く跳んだ競技者が1位である。ただし同記録の場合は

- (a) 同記録の高さで試技数（跳んだ回数）の最も少ない競技者を勝者とする
- (b) 上記の方法でも決まらない場合は競技会を通して同記録になった高さまでの「無効試技数」が最も少なかった競技者を勝者とする
- (c) 上記の方法でもさらに決まらない場合は同成績の競技者全員が成功した次の高さでもう1回試技をおこない成功した競技者が勝者となる。それでも決まらない場合は2cmバーを上げ下げして繰り返し試技を行う。各高さで1回のみ試技を行い第1位の順位が決定するまでこれを続ける。（第1位以外の追加試技内容に差がある場合は、それに応じて順位をつける）
- (d) 追加試技を行わない第1位以外の順位については同順位とする

| 競技者 | 試技   |      |    |      |       |       |       | 無効試技数 | 追加試技 |      |      | 順位 |
|-----|------|------|----|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|----|
|     | 1m90 | 1m95 | 2m | 2m05 | 2m10  | 2m13  | 2m16  |       | 2m10 | 2m08 | 2m10 |    |
| A   | ○    | x○   | ○  | x○   | x-    | x x   |       | 1     | x    | ○    | x    | 2  |
| B   | -    | x○   | -  | x○   | -     | -     | x x x | 1     | x    | x    |      | 3  |
| C   | -    | -    | x○ | x○   | -     | x x x |       | 1     | x    | ○    | ○    | 1  |
| D   | -    | ○    | x○ | x○   | /     |       |       | 1     |      |      |      | 4  |
| E   | -    | x○   | x○ | x○   | x x x |       |       | 2     |      |      |      | 5  |
| F   | ○    | x○   | x- | x○   | x-    | x x   |       | 2     |      |      |      | 5  |

○成功 x失敗 -パス /試技放棄(棄権)

図 1.3: 高跳びの順位のつけ方の例

## 1.2.2 道具の制約

日本陸上競技連盟競技規則を参考に道具に関する制約をまとめる [1].

### 1. マーカー

競技者は助走路にマーカーを 2 個まで置くことができる。マーカーは主催者が準備したものや承認したものを利用する。チョークやその類似品および消えないマークを使用してはならない。

一般的にはテーピングテープが用いられることが多く、雨の日にはテープが地面につきにくくなるため安全ピンなどでテープをトラックに止める選手が多い。

### 2. 着地場所

着地場所は少なくとも幅 5m 以上奥行き 3m 以上でなければならない。また、支柱と着地場所（マット）との間隔は支柱とマットとの接触でバーが落ちることを防ぐために少なくとも 100mm はあけなければならない。日本国内では着地に用いるマットは小さくとも幅 6m 以上奥行き 3m 以上とされている。

参加者の多い競技会では、左踏み切りの選手のほうが右踏み切りの選手より多いためマットが左側によくずれる。こうした場合は審判員に申し出ればマットを右に移動してもらえる。

審判員の判定を補助するため、バーの助走路側の面ならびにその延長上で両支柱の外側 3m までの地面に幅 50mm の白線が引かれることがある。競技者がその白線を踏んだり踏み越えたときは無効試技とされる。

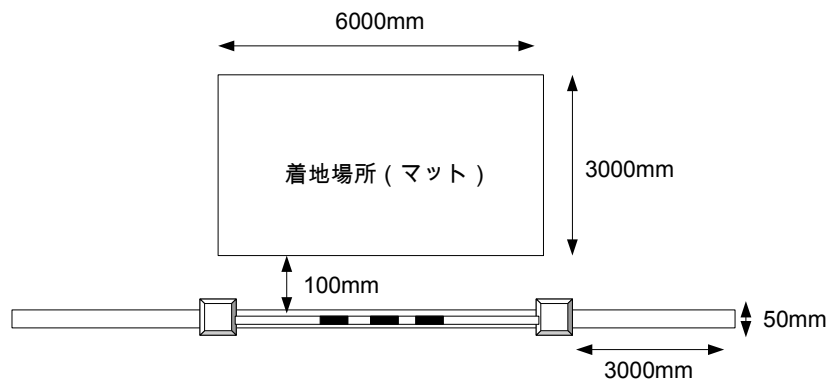


図 1.4: 着地場所

3. 助走路と踏み切り場所

助走路の距離は最短 15m (25m 以上が好ましい) とし、踏み切り場所は水平でなければならない。

4. 用器具

支柱は堅固なものでバーの上端より 100mm 以上高くなければならない。  
バーは 3980mm 以上 4020mm 以下の長さで直径は 29mm 以上 31mm 以下とする。バー止は平らで長方形とし幅 40mm 長さは 60mm とする。

バーの両端は競技者がバーに触れたら前方にも後方にも容易に落ちるようにバー止に置かれなければならない。

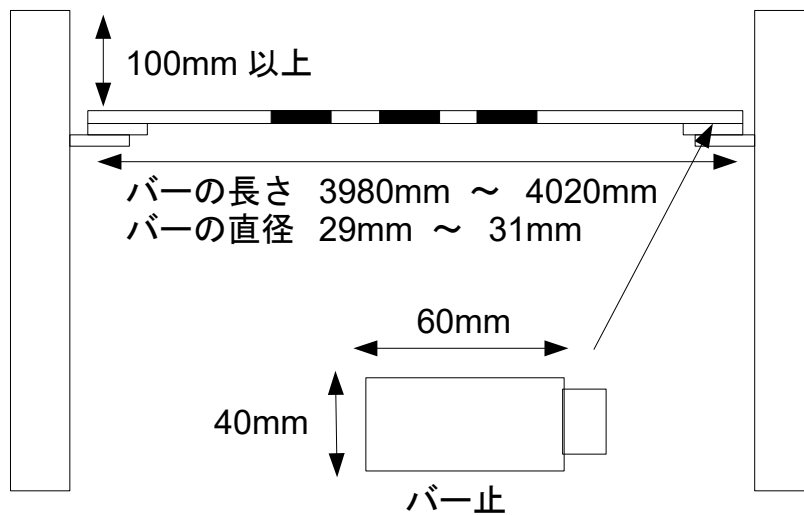


図 1.5: 支柱, バーおよびバー止

## 5. 靴の制約

競技者は靴をはいて競技をしてもよい。裸足で競技してもかまわない。靴は競技者に付加的な助力を与える構造を持つてはならない。

靴底に取りつけられるスパイクの本数は11本以内とする。スパイクの長さは12mm以内であり、先端近くで少なくとも長さの半分は4mm四方の寸法に適合するように作られていなければならない。靴底には「うね」「ぎざぎざ」「突起物」などがあってもよいが、これらは靴本体と同一もしくは類似の材料で作られていなければならない。また、走り高跳びで利用する靴底の厚さは19mm以内でなければならない。靴の厚さを測る場合は「靴の内部にある靴底や踵の最上部」と「靴の外部にある靴底の最下部」で計測され、固定または取り外し可能な中敷きも厚さの計測に含まれる。

高跳び選手は踏み切り時に靴に大きい衝撃が加わることから、高跳び用の専用靴は片足11本（前7本+踵4本）のスパイクピンが取り付けられている。靴底は厚く頑丈な作りになっており、重たいものが多い。また、曲線助走を走りやすく、踵の外側から着地する踏み切り動作をスムーズに行うため、曲線助走の外側の靴底が高くなって靴底全体が斜めに傾斜しているものもある。

踏み切り時の足首の外反動作を防止するために、踏み切り足側にサポータが取り付けられた靴などもある。

高跳び用の靴は通常、左踏み切り用と右踏み切り用で異なる構造となっており、左踏み切り用と右踏み切り用で別売りされている場合が多い。



図 1.6: 著者である私の高跳びシューズ (右踏み切り用)

### 1.3 走り高跳びの歴史

背面跳びの跳躍技術を理解する上で、過去どのような技術的変移を経て背面跳びという跳躍方法が生まれたのか知ることは大変有意義である。ここでは世界男子・女子、日本男子・女子に分けて高跳びの歴史について解説する。内容は *Jesus Dapena* 氏，細谷真澄氏，阪本考男先生の文献を参考にまとめた [2][3][4]。

走り高跳びのフォームは

- 重心を高く持ち上げること
- 最高点でバーに体が当たりにくい姿勢を作ること

を目指して歴史的に変位し，最終的に背面跳びが開発された。

- 2010年現在男子の世界記録は 245cm 女子の世界記録は 209cm
- 2010年現在男子の日本記録は 233cm 女子の日本記録は 196cm

### 1.3.1 高跳びの歴史（世界編男子）

高跳びは18世紀にドイツで子供向けの身体教育として始まったとされている。図1.7は1797年頃の高跳びの様子を表す図である。

古代のギリシャオリンピックには当初、高跳びという競技はなかった。高跳びが競技として根づかなかった理由としては高い障害物を超えるためには梯子や棒や縄を使ったほうが合理的であり、短距離種目や投擲種目に比べて実用性の低いため、競技として普及するのが遅れたといわれている。



図 1.7: 18 世紀に行われていた高跳び [2]

19世紀になると競技としてイギリスで高跳びが行われるようになった。この頃のイギリスではパブリックスクールやカレッジの競技種目として高跳びが実地されており、記録は150~160であったとされている（以下記録はcmの表記を省略する）。

その後、カナダやアメリカに競技が伝わり、1868年にアメリカで行われた競技会が、最初の正式な高跳びの競技会であるといわれている。このときの記録は167であった。

非公式な記録ではあるが1827年にドイツで *Adam Wilson* 選手の残した157.5の記録があり、1875年には *Michael Glazebrook* 選手が180、1880年には *Patrick Davin* 選手が190に成功している。19世紀は試行錯誤的に様々な跳躍方法が行われていた。

オリンピック種目に初めて高跳びが採用されたのは1896年である。この年はアメリカの *Ellery Clark* 選手が181の記録で優勝している。また、助走を行わない立ち高跳びがオリンピックの種目として1900年~1912年の計4回



実施された。1900年の立ち高跳びでは165.5の記録でアメリカの *RayEwry* 選手が優勝した。背面跳びが行われる以前の記録であり、着地場所が砂場であったことを考えると驚くべき記録である。

立ち高跳びは今でもノルウェーで選手権が行われており、公式記録として1983年に *SturleKalstad* 選手が182に成功している（非公式の記録ではあるが190を跳んだ選手もいるとされている）。1900年のオリンピックでは助走付きの高跳びも行われており、アメリカの *IrvingBaxter* 選手が記録190で優勝している。



図 1.8: 1908年ロンドンオリンピック立ち高跳びの *RayEwry* 選手 [5]



図 1.9: 1900年パリオリンピックの *IrvingBaxter* 選手の跳躍 [6]

高跳び選手が高く跳ぶためには以下の2点が重要である。

1. 重心を高く持ち上げること
2. 最高点でバーに体が当たりにくい姿勢を作ること

クリアランス中に空中で体のある部分を下に下げれば、体の別部分は高く持ち上がる。こうした物理現象を利用して長い歴史を経て様々な名前の跳び方が生まれてきた。

また、助走路や着地場所など競技場の設備の変更などによっても跳躍方法は変化してきた。競技初期の競技場では走り幅跳びのような直線助走路であったため、バーに対して直角方向から助走するしかなかった。着地場所も普通の地面から砂場、ラバーマットへと時代が進むにつれて改良されてきた。地面に着地するためには足から確実に着地する技術が要求されるため、はさみ跳び（正面跳び）の技術がまず初めに発達していった。背中や後頭部から着地する背面跳びができるようになったのは安全なラバーマットが利用されはじめてからだといわれている（ただし背面跳びが行われていた初期は砂場に背中から着地する選手も多かった）。

18世紀後半は図 1.10 に示すように膝を曲げて跳ぶだけの単純なテクニックが用いられていた。膝を曲げることで空中での体幹部の位置はやや低くなるが、脚を曲げないで跳ぶよりはかなり高く跳ぶことができた。

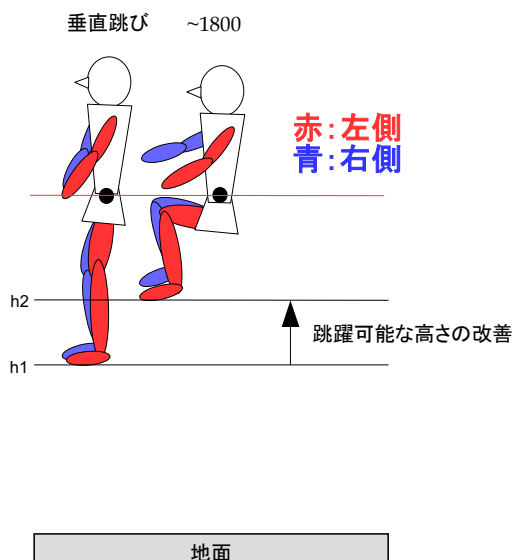


図 1.10: 18 世紀頃の跳躍テクニック

近代になり高跳びが競技として普及し始めると「はさみ跳び」と呼ばれる跳躍方法が開発される。これはバーに近い側の脚から交互に脚を持ち上げてバーを跳び越す方法であり、直線的な助走で行う場合は特に「正面跳び」と呼ばれることもある。

図 1.11, 図 1.12 に示すようにこの跳び方のメリットは跳躍が頂点にきたときにバー越した脚をその高さより下側に配置することで、空中でバーに振れやすい臀部（お尻）を持ち上げて跳ぶことが可能になる点にある。こうした跳躍方法は 1874 年頃までに既に用いられていた。

20 世紀初頭の競技会では助走路はまだ直線であった。そのため直線的に助走して走り幅跳びと同じように踏み切る「タックススタイル」と呼ばれる跳び方や、はさみ跳び（正面跳び）などが競技会で用いられていた。

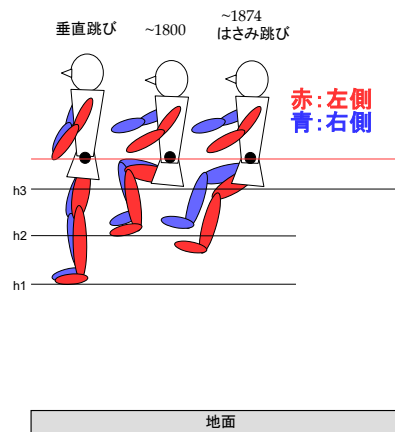


図 1.11: はさみ跳び



図 1.12: 1908 年ロンドンオリンピックで優勝した *Harry Porter* 選手のはさみ跳び [7]

はさみ跳びにかわり，イースタンカットオフと呼ばれる跳躍方法が用いられるようになったのは1892年頃である．イースタンカットオフでは図1.13，図1.14に示すように重心位置が頂点に来たときに体幹部が水平になるように身体を回転させることで，はさみ跳びよりもさらに臀部（お尻）を持ち上げ高く跳ぶことができた．しかし，体の柔軟性が非常に要求される跳躍方法であり，限られた選手しか用いることができなかったといわれている．

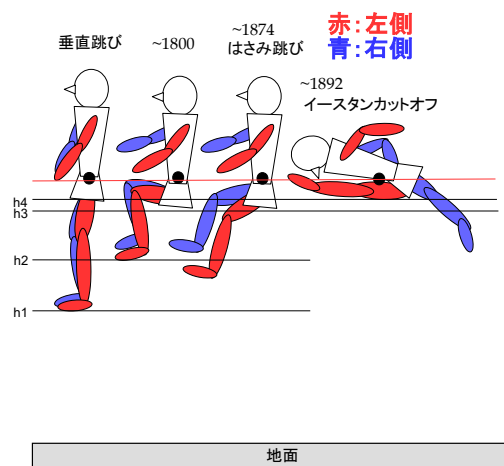


図 1.13: イースタンカットオフ



図 1.14: イースタンカットオフの一例 [2]

やがてイースタンカットオフに代わりウエスタンロール（ロールオーバー）という跳びかたが生まれる。図 1.15, 図 1.16 に示すようにウエスタンロールは踏み切り脚を体の方にたたみこんで下側に配置しバーを横向きに跳び越える跳躍方法である。ウエスタンロールの中でバーを越えるときに背中を下向きにしたものは「ロールオーバー」と呼ぶこともある。

ウエスタンロールはイースタンカットオフに比べてクリアランスで特別に有利な点はなかったが、高い柔軟性が要求されない容易な跳躍方法であったため多くの選手に普及した。1912 年頃までにこうした跳躍方法が用いられるようになり、1912 年にアメリカの *George Horine* 選手がウエスタンロールで人類初の 2m ジャンパーとなった。その後、1937 年に *Melvin Walker* 選手がウエスタンロールによって 209 まで世界記録を伸ばした。

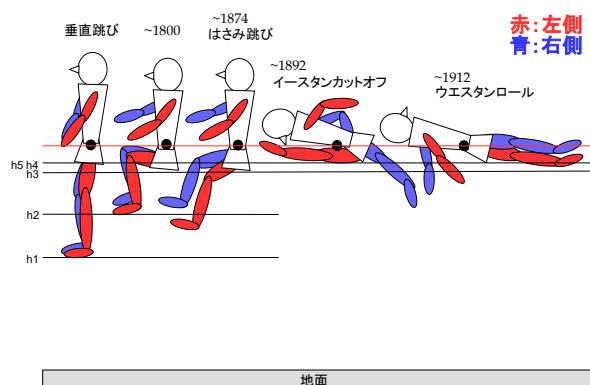


図 1.15: ウエスタンロール



George Horine

図 1.16: ウエスタンロールの一例 [2] [8]

ウエスタンロールに次ぐ跳びかたとして生まれたのがベリーロール（ストラドル）である。ベリーロールは1919年頃には既に行われていたが、当時は腰より下に頭を下げてはならないという規則があったため、跳躍方法の利点をうまく利用できなかった。1933年になるとこの規則が改正されて跳躍は片脚で踏み切りさえすればよいことになり、ベリーロールが主流の跳び方として普及することになった。

図1.17、図1.18に示すようにベリーロールとは下向きにバーを見るようにして、地面と体を平行にしてバーを超えていく跳びかたである。重心が頂点にきたときに体の一部分をバーより下側に下げることができるため、ウエスタンロール（ロールオーバー）よりもさらに効率的なクリアランスが可能となった。

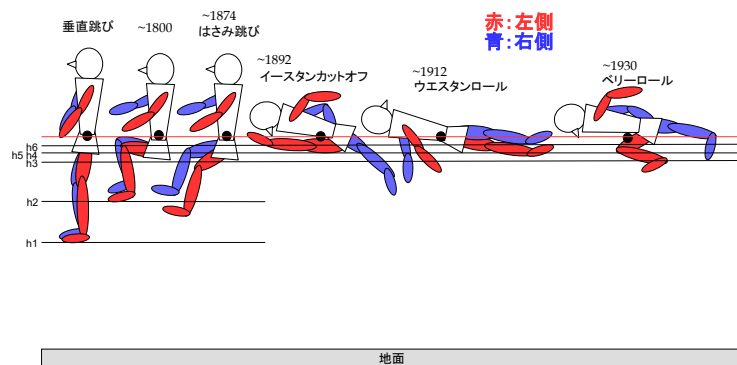


図 1.17: ベリーロール



図 1.18: *Charlie Dumas* 選手のベリーロール [9]

こうしてウエスタンロールからベリーロールへと空中フォームが変移していく間に、助走や踏み切り動作の技術も次第に進化していった。主な技術的な進歩を以下に挙げる。

1. 素早い助走を行い踏み切り動作で筋肉の伸張性収縮を促す技術  
助走速度を上げることで、踏み切り動作での筋肉の伸張性収縮が促された
2. 助走の終盤で重心を低くして踏み切り動作を行う技術  
踏み切り動作で重心の垂直移動範囲を大きくし、力積をかせぐことでさらに高く跳べた
3. 踏み切り動作後期において、垂直に伸びあがる姿勢を作る技術  
重心のリリースポイントを高くすることで跳躍に有利に働いた
4. ダブルアームで踏み切り動作を行う技術  
地面に大きな力を伝えることで、地面からのより強い反発力を得ることができた
5. 振り上げ脚動作の技術  
ダブルアームと同じような改善結果を狙ったもので、脚部は腕部より重量が大きいため効果も大きかった

振り上げ脚動作の技術が進化した例を図 1.19 に示す。はさみ跳びのような素早い振り上げ脚の蹴り出し動作を行っており、踏み切り動作で地面に大きな力を加えることで、より強い反発力を得ることが可能となった。

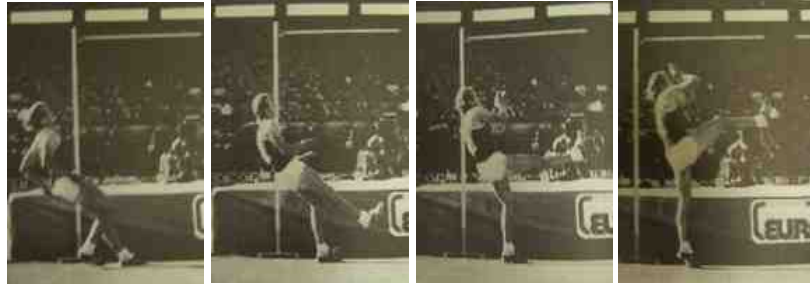


図 1.19: *Beilschmidt* 選手の振り上げ脚動作の技術 [10]

今でこそ、こうした技術の多くは高い跳躍を生み出すことに有利なテクニックことが分かっているが、1940年代や1950年代にはどのようなテクニックが跳躍に有利に働き、どのようなテクニックに問題があるか、はっきりと分かっていなかった。このため選手も試行錯誤的に複数のテクニックを組み合わせで跳んでいた。

また、人類初の200という記録が達成されてからの数十年間は空中フォームに関心が集まったことで助走技術や踏み切り技術の進歩が遅れたともいわれている。



20世紀前半はアメリカが高跳び界をリードしてきた。1956年に *Charles Dumas* 選手がベリロールで 215 を跳び、その年のメルボルンオリンピックで優勝するまで、計 13 回開かれたオリンピックで実に 11 回の大会でアメリカの選手が優勝した。

しかし 1950 年代に入りソ連が国を挙げてスポーツへの取り組み始めた頃から様子が変わってくる。1957 年にソ連の *Yuri Stepanov* 選手が *Dumas* 選手の世界記録を 216 に更新してからソ連勢の台頭が始まった。

後に発覚したことだがこの頃、*Stepanov* 選手は底が厚くなるよう改造されたシューズを用いて跳躍していた。当時は驚くことにシューズの底の厚さに取り決めが無かったため、これは正式な世界記録として認められた。その直後に *IAAF* によってシューズの底の厚さは最大で 13mm にするというルールが追加された。

その後、世界記録は 1960 年にアメリカの *John Thomas* 選手によって 223 に更新され、しばらくはアメリカ勢の時代が続くかに思われた。しかし、その年のローマオリンピックは、1 位はソ連の *Robert Chackadze* 選手で 2 位もソ連の *Valeri Brumel* 選手だった。アメリカの *Thomas* 選手は 3 位という結果に終わりソ連勢の躍進の目立った大会となった。

こうしたソ連の高跳び選手の台頭には同じソ連の *Vladimir Dyachkov* コーチの影響が大きかったといわれている。*Dyachkov* コーチは世界中の名ジャンパーのビデオからベリロールの跳躍テクニックを長年研究し、先に挙げた助走や踏み切り動作における重要なテクニックの進歩を誰よりもよく理解していた。*Dyachkov* コーチは彼が指導する選手にこうしたテクニックを伝えることでソ連の高跳び界のレベルアップに大きく貢献したといわれている。

こうしたソ連勢の台頭の中、ソ連の *Brumel* 選手が男子高跳び史上最多となる 6 回の世界記録を樹立し、1963 年に世界記録を 228 まで更新した。まさに 20 世紀の中盤はソ連がアメリカに代わって高跳び界をリードしてきた時代だった。

この時代のソ連選手の空中フォームは今までのベリーロールのテクニックとは明らかに異なっており、ソ連式ベリーロールとかダイブ・ストラドルと呼ばれた。図 1.20, 図 1.21 に示すようにソ連式ベリーロールでは重心が頂点にきたときに体をバーの奥に傾けて倒して跳ぶ。頭と上半身の位置をバーより下に下げることによって、お尻を更に持ち上げることが可能になり、旧来のベリーロールよりも高く跳ぶことが可能になった。Dyachkov はこうしたテクニックの指導に中心的な役割を果たし、1960 年代以降のベリーロールの跳躍技術向上に大きく貢献した。

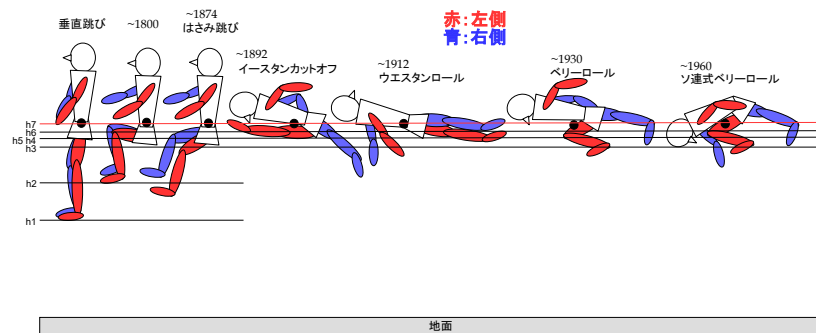


図 1.20: ソ連式ベリーロール



図 1.21: ソ連式ベリーロールを代表する Brumel 選手の跳躍 [11]

1960年代の中盤になると着地位置に安全なマットが用いられるようになった影響もあり、全く新しい跳躍テクニックである「背面跳び」が生まれた。背面跳びは、それを世に広めた *Fosbury* 選手の名前を取ってフォスベリー・フロップとも呼ばれている。背面跳びは図 1.22, 図 1.23 に示すように背面を地面の方向に向けてバーを越える。体と地面は平行で真上から見るとバーと体が直角になるようにクロスした空中姿勢を持つ跳躍フォームであった。

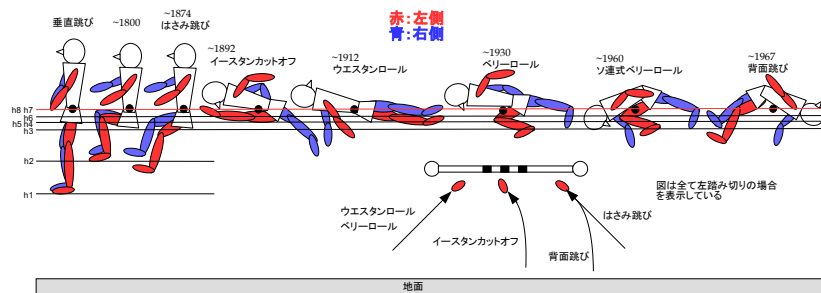


図 1.22: 背面跳び



図 1.23: *Dick Fosbury* 選手の背面跳び [12]

*Fosbury* は背面跳びのテクニックを用いて 1968 年の *NCAA* と室内、屋外の全米選手権で勝利し、同年のメキシコオリンピックで優勝した。

背面跳びは何名かの選手によって別々に生み出されていったが、*Fosbury* がメキシコオリンピックで優勝するまではこうした跳躍方法についての情報はほとんど世の中になかった。

しかし、オリンピックの様子がテレビで映され、選手やコーチが競技場でその跳躍を目の当たりにすることによって「背面跳び」という跳躍方法を世界中の多くの人を知るようになった。それは独特のクリアランスフォームだけではなく、曲線助走を用いる点や、踏み切り動作での振り上げ脚や腕の使い方が小さいという点で、旧来のベリーロールの跳躍方法とは大きく異なっていた。

1968 年以降は多くの選手によって背面跳びが用いられるようになり、1976 年にはアメリカの *stones* 選手によって世界記録は 232 まで更新された。*Fosbury* の用いた背面跳びはランニングアームアクションであったが、この時代に背面跳びをはじめた多くの選手はベリーロールと同じようにダブルアームで振り上げ脚を真っ直ぐ伸ばして大きく振り上げていた。それはベリーロールでは基本的な踏み切り動作のテクニックとして知られていたからである。

しかし、こうしたベリーロールのテクニックは背面跳びにはうまく馴染まず、背面跳びを行うのを諦めたベリーロール選手も多いた。こうして 1970 年代初頭にはソ連式ベリーロールで跳ぶ選手と背面跳びで跳ぶ選手に別れて、お互いに競い合うようになっていった。

背面跳びはそれまで長い間用いられてきた跳躍方法であったベリーロールと大きく違っていた。その相違点をまとめると以下の表のようになる。

| 比較項目     | ベリーロール      | 背面跳び         |
|----------|-------------|--------------|
| 空中姿勢     | 腹部が下向き      | 背面部が下向き      |
| 助走方向     | 直線助走        | 曲線助走         |
| 腕の動作     | 大きなダブルアーム動作 | コンパクトな腕の動作   |
| 振り上げ脚の状態 | 真っ直ぐ伸展      | 屈曲           |
| 助走スピード   | 速い助走        | ベリーロールより速い助走 |

図 1.24: ベリーロールと背面跳びの相違点

当時、背面跳びの技術要素には多くの謎があった。曲線助走の利点は何か、ベリーロールよりも効率的なクリアランスといえるのか、なぜ屈曲した振り上げ脚のほうがよいのか。こうした疑問に対して長い間、論争が繰り返された。

曲線助走の利点としては膝を大きく屈曲させずに比較的速いスピードで重心を下げた助走が行える点にある。また、踏み切りの最終局面で進行方向横方向の回転動作を生み出すことにも役立つ。

ベリーロールより背面跳びの方がクリアランス効率がよいのかという疑問については諸説あるが一般的には背面跳びの方が数 *cm* ほど有利だとされている。これは頸反射の作用が利用できる背面跳びの方が空中で大きく体を曲げることが可能なためである。

しかしながら、背面跳びはベリーロールと比べて踏み切り動作で数 *cm* ほど高さを損する。これは背面跳びはベリーロールに比べて離地の瞬間の脚や腕の位置が相対的に低くなるため、離地時の重心高も数 *cm* 低くなるためである。従って両者の跳躍方法のクリアランス効率にはほとんど差がないと考えられてきた。

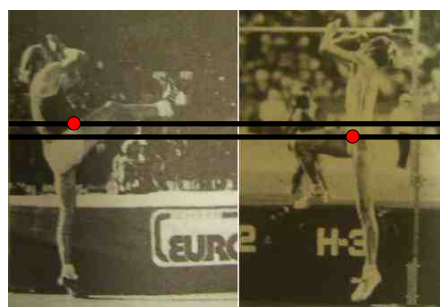


図 1.25: 離地の瞬間のベリーロールと背面跳びの重心の高さの比較 [10][4]

ベリーロールと背面跳びの振り上げ脚の動作の差異は次のように考えることができる。

図 1.26 に示すようにベリーロールのクリアランスでは、空中で振り上げ脚方向の大きな回転力が必要となる。このため、ダブルアームで、真っ直ぐ伸ばした振り上げ脚動作により、振り上げ脚方向の「大きな回転力」を生み出したクリアランスを行う必要がある。



図 1.26: ベリーロールの振り上げ動作 [10]

一方、図 1.27 に示すように背面跳びのクリアランスでは、空中で振り上げ脚方向の回転力はあまり必要ない。このため、選手は踏み切り動作で振り上げ脚方向の「小さな回転力」を生み出すだけでクリアランスを十分に行うことができる。これが背面跳びがベリーロールに比べて腕や脚の振り上げ動作が小さくなる要因だといわれている。

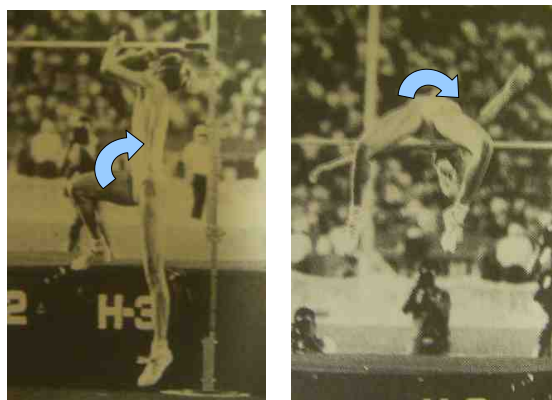


図 1.27: 背面跳びの振り上げ動作 [4]

背面跳びでは腕や振り上げ脚の動作の重要性がベリーロールに比べれば低くなった。このため、助走スピードをできるだけ上げるためにランニングフォームに近い屈曲した振り上げ脚の使い方が主流となっていった。助走スピードと振り上げ脚動作の兼ね合いを考えたとき、背面跳びは速い助走に弱い振り上げ動作が跳躍に有利であり、ベリーロールは遅い助走で強い振り上げ動作が跳躍に有利に働いた。

背面跳びとベリーロールを用いる選手に分かれた原因には踏み切り脚の筋肉の特性の差もあった。背面跳びの踏み切り脚動作は素早く屈曲・進展するのに対してベリーロールの踏み切り脚動作は背面跳びに比べてゆっくり屈曲され、屈曲したまましばらく止まってゆっくり伸展されていく。このため、選手の筋肉の特性次第で背面跳びの踏み切りが得意な選手と、ベリーロールの踏み切りが得意な選手とに別れた。

今日ではベリーロールを用いて跳ぶ選手は一部のマスターズ陸上の選手と混成競技の選手以外にはほとんど見かけなくなった。ベリーロールの習得は背面跳びに比べて難しいことや、ベリーロールを正確に指導できる指導者が減少してきたことなどがその一因にあげられる。

今でこそ競技会ではほとんどの選手が背面跳びで跳ぶようになったが、背面跳びとベリーロールのどちらが跳躍に有利であるかという議論の結論は今でも出ていない。

アメリカの *Stones* 選手によって背面跳びで作られた世界記録は、ソ連の *Yashchenko* 選手によって、再びベリーロールで 234 に更新される。それも 19 歳という若さでの快挙であった。

*Yashchenko* 選手は後に室内競技会で 235 に成功し、これがベリーロールで残された最後の世界記録になった。彼は若くして膝の怪我で競技を引退したため、世界記録が今後ベリーロールによってさらに高く更新されると考えた人々も多くいた。

しかし、*Yashchenko* 選手以降は背面跳びが世界の主流の跳躍方法となった。2009 年現在の世界記録 245 はキューバの *Sotomayor* 選手が背面跳びによって樹立した記録である。



図 1.28: ベリーロール最後の世界記録保持者 *Yashchenko* 選手の跳躍 [13]



図 1.29: 現世界記録保持者 *Sotomayor* 選手の跳躍 [14]



## 世界男子 歴代20傑

(2009.12.31)

| 順位 | 記録  | 氏名         | 国名  | 年月日       |
|----|-----|------------|-----|-----------|
| 1  | 245 | J.ソトマヨール   | CUB | 1993.7.27 |
| 2  | 242 | P.ショーベリ    | SWE | 1987.6.30 |
| 2  | 242 | C.トレンハルト   | FRG | 1988.2.26 |
| 4  | 241 | I.パクリン     | KGZ | 1985.9.4  |
| 5  | 240 | R.ポヴァルニツィン | UKR | 1985.8.11 |
| 5  | 240 | S.マティ      | ROU | 1990.6.20 |
| 5  | 240 | H.コンウェー    | USA | 1991.3.10 |
| 5  | 240 | C.オースティン   | USA | 1991.8.7  |
| 5  | 240 | V.ヴォロニン    | RUS | 2000.8.5  |
| 5  | 240 | S.ホルム      | SWE | 2005.3.6  |
| 5  | 240 | I.ウホフ      | RUS | 2009.2.25 |
| 12 | 239 | 朱 建華       | CHN | 1984.6.10 |
| 12 | 239 | D.メーゲンブルク  | FRG | 1985.2.24 |
| 12 | 239 | R.ゾン       | GER | 1991.3.1  |
| 15 | 238 | G.アフデエンコ   | UKR | 1987.3.7  |
| 15 | 238 | S.マルチェンコ   | RUS | 1988.9.4  |
| 15 | 238 | D.トピッチ     | YUG | 1993.8.1  |
| 15 | 238 | S.スミス      | GBR | 1994.2.4  |
| 15 | 238 | W.H.バイヤー   | GER | 1994.3.18 |
| 15 | 238 | T.ケンプ      | BAH | 1995.7.12 |
| 15 | 238 | A.パルティカ    | POL | 1996.8.18 |
| 15 | 238 | M.ヘミングウェイ  | USA | 2000.3.4  |
| 15 | 238 | Y.リバコフ     | RUS | 2005.2.15 |
| 15 | 238 | J.フライターク   | RSA | 2005.3.5  |
| 15 | 238 | A.ソコロフスキー  | UKR | 2005.7.8  |
| 15 | 238 | L.テルンブラド   | SWE | 2007.2.25 |
| 15 | 238 | A.シルノフ     | RUS | 2008.7.25 |

図 1.30: 世界男子歴代 20 傑 (2009 年現在) [15]

| 年    | 記録[m] | 年    | 記録[m] | 年    | 記録[m] |
|------|-------|------|-------|------|-------|
| 1912 | 2.00  | 1960 | 2.195 | 1984 | 2.39  |
| 1914 | 2.01  | 1960 | 2.22  | 1985 | 2.40  |
| 1917 | 2.02  | 1961 | 2.23  | 1985 | 2.41  |
| 1924 | 2.03  | 1961 | 2.24  | 1987 | 2.42  |
| 1933 | 2.04  | 1961 | 2.25  | 1988 | 2.43  |
| 1934 | 2.06  | 1962 | 2.26  | 1989 | 2.44  |
| 1936 | 2.07  | 1962 | 2.27  | 1993 | 2.45  |
| 1936 | 2.07  | 1963 | 2.28  |      |       |
| 1937 | 2.08  | 1970 | 2.29  |      |       |
| 1937 | 2.09  | 1971 | 2.29  |      |       |
| 1941 | 2.09  | 1973 | 2.30  |      |       |
| 1941 | 2.10  | 1976 | 2.31  |      |       |
| 1941 | 2.105 | 1976 | 2.32  |      |       |
| 1941 | 2.11  | 1977 | 2.33  |      |       |
| 1953 | 2.12  | 1978 | 2.34  |      |       |
| 1956 | 2.15  | 1980 | 2.35  |      |       |
| 1957 | 2.16  | 1980 | 2.35  |      |       |
| 1960 | 2.17  | 1980 | 2.36  |      |       |
| 1960 | 2.17  | 1983 | 2.37  |      |       |
| 1960 | 2.18  | 1983 | 2.38  |      |       |

図 1.31: 世界男子世界記録の推移表 (2009 年現在) [16]

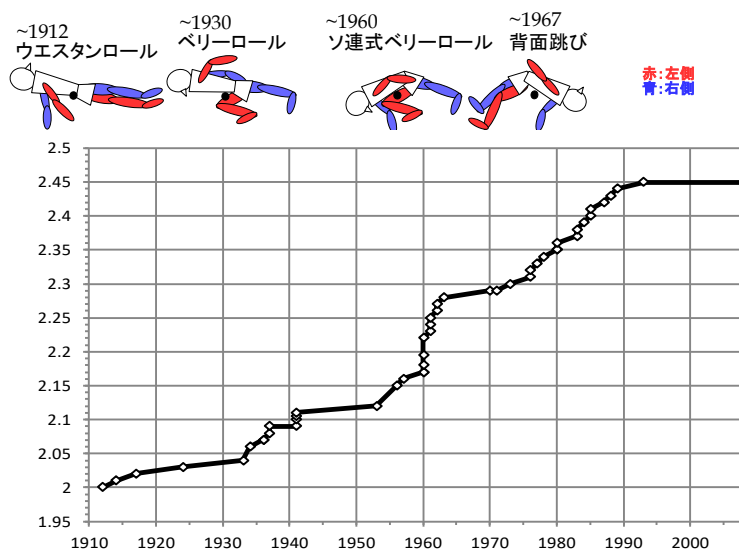


図 1.32: 世界男子世界記録の推移グラフ (2009 年現在) [16]

### 1.3.2 高跳びの歴史（世界編女子）

女子の高跳びは20世紀になってアメリカで開始され、1928年のアムステルダムオリンピックからオリンピックの正式種目に加えられた。それ以来、世界記録は度々更新され、ルーマニアの *Iolanda Balas* 選手がはさみ跳びで世界記録を10回更新し、1961年には世界記録を191まで更新した。



図 1.33: はさみ跳びで世界記録を10回更新した *Balas* 選手の跳躍 [17]

*Balas* 選手の記録は 1971 年に *IлонаGusenbauer* 選手のベリーロールによって 192 に更新された。以降ベリーロールによる世界記録の更新が続き *RosemarieAckermann* によって 1977 年に 200 まで記録が更新され、女性初の 200 ジャンパーが生まれた。この記録は 1978 年に *SaraSimeoni* 選手の背面跳びによって 201 に更新され、以降背面跳びの普及が進み 1987 年の *StefkaKostadinova* 選手による 209 を最後に現在に至っている。



図 1.34: 女性初の 200 ジャンパーとなった *Ackermann* 選手の跳躍 [18]



図 1.35: 現世界記録保持者の *Kostadinova* 選手の跳躍 [19]

## 世界女子 歴代20傑

(2009.12.31)

| 順位 | 記録  | 氏名              | 国名  | 年月日       |
|----|-----|-----------------|-----|-----------|
| 1  | 209 | S.コスタディノワ       | BUL | 1987.8.30 |
| 2  | 208 | K.ベリクイスト        | SWE | 2006.2.4  |
| 2  | 208 | B.ブラシッチ         | CRO | 2009.8.31 |
| 4  | 207 | L.アンドノワ         | BUL | 1984.7.20 |
| 4  | 207 | H.ヘンケル          | GER | 1992.2.8  |
| 6  | 206 | H.ストルベック・クルーテ   | RSA | 2003.8.31 |
| 6  | 206 | Y.シヴシエンコ・スレサレンコ | RUS | 2004.8.28 |
| 6  | 206 | A.フリードリッヒ       | GER | 2009.6.14 |
| 9  | 205 | T.ピコワ           | RUS | 1984.6.22 |
| 9  | 205 | I.ババコワ          | UKR | 1995.9.15 |
| 9  | 205 | T.ヘレバウト         | BEL | 2007.3.3  |
| 12 | 204 | S.コスタ           | CUB | 1989.9.9  |
| 12 | 204 | A.アスタフェイ        | GER | 1995.3.3  |
| 12 | 204 | V.ヴェネワ          | BUL | 2001.6.2  |
| 12 | 204 | A.チチェロワ         | RUS | 2003.1.7  |
| 16 | 203 | U.マイファルト        | FRG | 1983.8.21 |
| 16 | 203 | L.リッター          | USA | 1988.7.8  |
| 16 | 203 | T.モトコワ          | RUS | 1995.5.30 |
| 16 | 203 | N.バコイアンニ        | GRE | 1996.8.3  |
| 16 | 203 | M.イアガル・ディネスク    | ROU | 1999.1.23 |
| 16 | 203 | M.クブツォワ         | RUS | 2002.3.2  |
| 16 | 203 | A.ディマルティーノ      | ITA | 2007.6.24 |

図 1.36: 世界女子歴代 20 傑 (2009 年現在) [15]

| 年    | 記録[m] | 年    | 記録[m] | 年    | 記録[m] |
|------|-------|------|-------|------|-------|
| 1922 | 1.46  | 1956 | 1.76  | 1976 | 1.96  |
| 1923 | 1.485 | 1957 | 1.76  | 1977 | 1.96  |
| 1923 | 1.485 | 1957 | 1.77  | 1977 | 1.97  |
| 1925 | 1.524 | 1958 | 1.78  | 1977 | 1.97  |
| 1926 | 1.552 | 1958 | 1.80  | 1977 | 2.00  |
| 1926 | 1.58  | 1958 | 1.81  | 1978 | 2.01  |
| 1928 | 1.58  | 1958 | 1.82  | 1978 | 2.01  |
| 1928 | 1.595 | 1958 | 1.83  | 1982 | 2.02  |
| 1929 | 1.605 | 1959 | 1.84  | 1983 | 2.03  |
| 1932 | 1.62  | 1960 | 1.85  | 1983 | 2.03  |
| 1932 | 1.65  | 1960 | 1.86  | 1983 | 2.04  |
| 1932 | 1.65  | 1961 | 1.87  | 1984 | 2.05  |
| 1939 | 1.66  | 1961 | 1.88  | 1984 | 2.07  |
| 1941 | 1.66  | 1961 | 1.90  | 1986 | 2.07  |
| 1941 | 1.66  | 1961 | 1.91  | 1986 | 2.08  |
| 1943 | 1.71  | 1971 | 1.92  | 1987 | 2.09  |
| 1951 | 1.72  | 1972 | 1.92  |      |       |
| 1954 | 1.73  | 1972 | 1.94  |      |       |
| 1956 | 1.74  | 1974 | 1.94  |      |       |
| 1956 | 1.75  | 1974 | 1.95  |      |       |

図 1.37: 世界女子世界記録の推移表 (2009 年現在) [16]

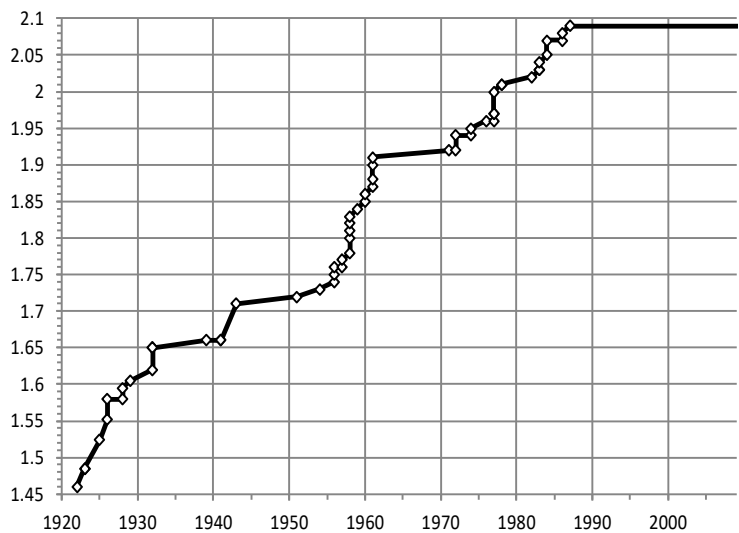


図 1.38: 世界女子世界記録の推移グラフ (2009 年現在) [16]

### 1.3.3 高跳びの歴史（日本編男子）

最初の公式な日本記録は1911年に立花押尾選手によって作られた145である。当時は、はさみ跳びの技術が発達しており、多くの選手がはさみ跳びで跳んでいた。

日本記録の更新は戦前、戦後を通して昭和の初期にロールオーバーで一度だけ更新されて、それ以外は全てはさみ跳びによって日本記録は更新されていった。このことからもはさみ跳びは日本選手の得意とする跳躍方法であったといえる。

日本人が初めて200を跳んだのは1934年の朝隈善郎選手である。このときの跳躍方法ははさみ跳びであった。朝隈善郎選手はベルリンオリンピックで6位に入賞しており木村一夫、矢田喜美雄、田中弘選手などと並んで過去にオリンピックで入賞した数少ない日本人選手である。残念なことに1936年のベルリン大会の入賞者を最後に男子の高跳びでオリンピックの入賞者は2009年現在出ていない。



図 1.39: 朝隈善郎選手の跳躍 [20]

はさみ跳びの時代はその後しばらく続き、1962年に杉岡邦由選手が207を跳躍したのを最後に日本の高跳び界はベリーロールの時代に突入する。

杉岡選手はローマ、東京、メキシコ、ミュンヘンの計4回のオリンピックに出場し、1962年にベリーロールによって210の日本記録を作った。さらにその10年後には215の生涯記録を背面跳びで跳んでいる。杉岡選手は3つの異なるスタイルの跳躍方法でオリンピックに出場した選手であり、日本男子の高跳び界に偉大な足跡を残した選手の一人である。

1971年になると富沢英彦選手が220まで日本記録を伸ばし、これが日本人の残したベリーロールの最高記録となっている。この記録は長く残り1977年に越川一紀選手が221を背面跳びで跳び、日本男子高跳び史上初の背面跳びによる日本記録保持者になった。

その後、阪本孝男選手、片峯隆選手が競い合うように日本記録を更新していき、2009年現在では2006年に醍醐直幸選手が出した233が日本記録となっている。



図 1.40: 富沢英彦選手の跳躍



特に越川先生，阪本先生，片峰先生は引退後も指導者として高跳び界を牽引され，著者である私も特に阪本先生，片峰先生の御指導によって多いに記録を伸ばした選手の一人である．



図 1.41: 越川先生，阪本先生，片峰先生の跳躍 [21][4]



図 1.42: 2009 年現在の日本記録保持者の醍醐直幸選手の跳躍 [22]

日本男子 歴代20傑 (2009.12.31)

| 順位 | 記録  | 氏名    | 所属     | 年月日        |
|----|-----|-------|--------|------------|
| 1  | 233 | 醍醐直幸  | 富士通    | 2006.7.2   |
| 2  | 232 | 君野貴弘  | 順大     | 1993.9.18  |
| 3  | 231 | 吉田孝久  | ミズノ    | 1993.5.9   |
| 4  | 230 | 阪本孝男  | 東海スポーツ | 1984.5.6   |
| 5  | 228 | 氏野修次  | 近大和高教  | 1984.7.21  |
| 5  | 228 | 井上基史  | 筑波大    | 1987.6.7   |
| 5  | 228 | 野中悟   | 洛北高教   | 1993.6.13  |
| 5  | 228 | 宇野雅昭  | 福岡大    | 1993.8.8   |
| 5  | 228 | 尾上三知也 | スズキ    | 1997.5.5   |
| 10 | 227 | 片峰隆   | 福岡大職   | 1983.7.10  |
| 10 | 227 | 豊嶋茂樹  | 三洋信販   | 1995.10.22 |
| 10 | 227 | 野村智宏  | 日大     | 1996.4.27  |
| 10 | 227 | 内田剛弘  | 福岡大    | 2002.5.19  |
| 14 | 226 | 稲岡純史  | 筑波大    | 1984.10.07 |
| 14 | 226 | 海鋒佳輝  | 岐阜高教   | 1998.5.10  |
| 16 | 225 | 藤島浩二  | 三英社    | 1994.7.3   |
| 16 | 225 | 真鍋周平  | 阪大     | 2003.9.23  |
| 16 | 225 | 土屋光   | モンテローザ | 2009.5.9   |
| 19 | 223 | 小野晃司  | 筑波大    | 1987.5.10  |
| 19 | 223 | 外堀宏幸  | 筑波大    | 2000.6.18  |
| 19 | 223 | 江戸祥彦  | 東海大    | 2004.10.25 |
| 19 | 223 | 戸辺直人  | 専大松戸高  | 2009.10.5  |

筆者

図 1.43: 日本男子歴代 20 傑 (2009 年現在) [15]

| 年    | 記録[m] | 年    | 記録[m] | 年    | 記録[m] |
|------|-------|------|-------|------|-------|
| 1911 | 1.45  | 1934 | 2.00  | 1981 | 2.26  |
| 1913 | 1.47  | 1935 | 2.01  | 1982 | 2.26  |
| 1914 | 1.61  | 1935 | 2.01  | 1982 | 2.27  |
| 1918 | 1.615 | 1935 | 2.01  | 1983 | 2.27  |
| 1919 | 1.66  | 1940 | 2.02  | 1984 | 2.30  |
| 1921 | 1.69  | 1958 | 2.03  | 1984 | 2.30  |
| 1922 | 1.73  | 1958 | 2.04  | 1993 | 2.31  |
| 1923 | 1.76  | 1958 | 2.06  | 1993 | 2.32  |
| 1923 | 1.78  | 1960 | 2.07  | 2006 | 2.33  |
| 1924 | 1.80  | 1962 | 2.10  |      |       |
| 1925 | 1.83  | 1969 | 2.11  |      |       |
| 1925 | 1.85  | 1969 | 2.13  |      |       |
| 1926 | 1.88  | 1969 | 2.15  |      |       |
| 1927 | 1.89  | 1970 | 2.16  |      |       |
| 1927 | 1.92  | 1970 | 2.18  |      |       |
| 1929 | 1.93  | 1971 | 2.20  |      |       |
| 1929 | 1.94  | 1977 | 2.21  |      |       |
| 1930 | 1.96  | 1977 | 2.21  |      |       |
| 1930 | 1.96  | 1977 | 2.22  |      |       |
| 1933 | 1.98  | 1979 | 2.25  |      |       |

図 1.44: 日本男子日本記録の推移表 (2009 年現在) [23]

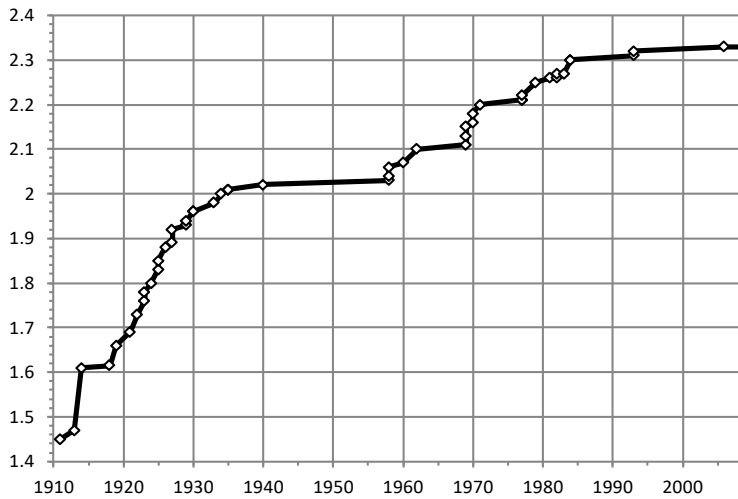


図 1.45: 日本男子日本記録の推移グラフ (2009 年現在) [23]

## 日本男子高校 歴代20傑

(2009.12.31)

| 順位 | 記録  | 氏名    | 所属     | 年月日        |          |
|----|-----|-------|--------|------------|----------|
| 1  | 223 | 戸辺直人  | 専大松戸高  | 2009.10.05 |          |
| 2  | 222 | 境田裕之  | 北都商高   | 1989.7.16  |          |
| 3  | 221 | 山本寿徳  | 美作高    | 1979.10.28 |          |
| 3  | 221 | 小林俊一  | 八千代松陰高 | 1994.10.31 |          |
| 5  | 220 | 小野晃司  | 浜松北高   | 1984.11.3  |          |
| 5  | 220 | 吉田孝久  | 上郷高    | 1987.8.4   |          |
| 5  | 220 | 葛西広一  | 東海大四高  | 1989.6.23  |          |
| 5  | 220 | 海鋒佳輝  | 八千代松陰高 | 1989.8.4   |          |
| 5  | 220 | 君野貴弘  | 堀越高    | 1990.6.23  |          |
| 5  | 220 | 野村智宏  | 堀越高    | 1993.5.1   |          |
| 筆者 | 5   | 220   | 真鍋周平   | 高松高        | 2000.6.4 |
| 12 | 219 | 井上基史  | 添上高    | 1984.6.3   |          |
| 12 | 219 | 醍醐直幸  | 都野津田高  | 1997.11.7  |          |
| 12 | 219 | 井上悠   | 成田高    | 2001.4.27  |          |
| 15 | 218 | 内田猛樹  | 東京高    | 1988.8.3   |          |
| 15 | 218 | 宇野雅昭  | 岡崎城西高  | 1990.8.3   |          |
| 15 | 218 | 新井則康  | 東京学館高  | 1994.9.17  |          |
| 18 | 217 | 小柳和朗  | 中野実高   | 1990.7.7   |          |
| 18 | 217 | 山田雄太  | 那須拓陽高  | 1994.6.18  |          |
| 18 | 217 | 藤木章生  | 三瀨     | 1998.10.26 |          |
| 18 | 217 | 比留間修吾 | 堀越高    | 2000.10.17 |          |

図 1.46: 日本男子高校歴代 20 傑 (2009 年現在) [15]

日本男子中学 歴代20傑 (2009.12.31)

| 順位 | 記録  | 氏名    | 所属     | 年月日        |
|----|-----|-------|--------|------------|
| 1  | 210 | 境田裕之  | 春光台中   | 1986.11.2  |
| 2  | 207 | 船橋弘司  | 観音寺中   | 1986.9.14  |
| 2  | 207 | 相沢真一  | 八千代台西中 | 1990.10.14 |
| 2  | 207 | 大山健   | 木瀬中    | 1991.10.26 |
| 5  | 206 | 松井紀之  | 田原本中   | 1986.7.21  |
| 6  | 205 | 苗田益彦  | 川の江南中  | 1979.8.5   |
| 6  | 205 | 西島信弘  | 岩松中    | 1987.9.15  |
| 6  | 205 | 大橋清隆  | 花川北中   | 1990.7.1   |
| 6  | 205 | 小林俊一  | 野田東中   | 1991.7.14  |
| 6  | 205 | 篠永学   | 北教大旭川中 | 1992.9.20  |
| 11 | 204 | 山本寿徳  | 久米南中   | 1977.10.16 |
| 11 | 204 | 真鍋周平  | 紫雲中    | 1997.7.25  |
| 13 | 202 | 長谷川満  | 南越中    | 1984.10.28 |
| 13 | 202 | 外堀宏幸  | 東郷中    | 1991.8.21  |
| 13 | 202 | 菊池毅   | 新津五中   | 1996.10.27 |
| 13 | 202 | 山村昴平  | 都祁中    | 2007.7.16  |
| 17 | 201 | 大久保修男 | 東淀中    | 1984.7.24  |
| 17 | 201 | 多賀満   | 五日市中   | 1989.9.23  |
| 17 | 201 | 伊藤敦   | 習志野四中  | 1989.10.21 |
| 17 | 201 | 小森一樹  | 潮田中    | 1993.10.31 |
| 17 | 201 | 佐藤琢磨  | 成瀬中    | 1993.10.31 |
| 17 | 201 | 遠藤永治  | 東郷中    | 1995.10.29 |
| 17 | 201 | 石引雅人  | 竹来中    | 2001.8.10  |
| 17 | 201 | 吉田周平  | 前橋三中   | 2002.7.7   |
| 17 | 201 | 須藤勇輝  | 東大和一中  | 2004.8.24  |
| 17 | 201 | 熊木隆規  | 新川西中   | 2004.10.31 |
| 17 | 201 | 佐藤翼   | 万石浦中   | 2004.10.31 |
| 17 | 201 | 高橋雅彦  | 東庄中    | 2005.7.27  |
| 17 | 201 | 山中亮磨  | 田之浦中   | 2008.10.26 |

図 1.47: 日本男子中学歴代 20 傑 (2009 年現在) [15]

| 満天下男子 歴代20傑 (2009.12.31) |    |     |       |     |      |
|--------------------------|----|-----|-------|-----|------|
| 順位                       | 記録 | 氏名  | 所属    | 年月日 |      |
| 筆者                       | 1  | 225 | 真鍋周平  | 工・然 | 2003 |
|                          | 2  | 208 | 長谷崎拓也 | 薬・薬 | 2008 |
|                          | 2  | 208 | 真鍋享平  | 工・然 | 2008 |
|                          | 4  | 205 | 窪村欣憲  | 工・物 | 1984 |
|                          | 4  | 205 | 瀬村隆三  | 工・機 | 1994 |
|                          | 4  | 205 | 滝川憲   | 法・国 | 2008 |
|                          | 7  | 201 | 西川徹   | 工・溶 | 1985 |
|                          | 8  | 200 | 森田雅史  | 文・日 | 1993 |
|                          | 9  | 198 | 加藤直紀  | 工・機 | 1989 |
|                          | 10 | 196 | 奥滝芳雄  | 法・法 | 1980 |
|                          | 10 | 196 | 中条珠希  | 工・材 | 1994 |
|                          | 10 | 196 | 佐藤佑也  | 工・材 | 1996 |
|                          | 13 | 195 | 内田秀俊  | 工・冶 | 1983 |
|                          | 14 | 193 | 仲西 純  | 人・人 | 1975 |
|                          | 15 | 190 | 福田学   | 工・土 | 1982 |
|                          | 15 | 190 | 伊藤尚之  | 工・通 | 1982 |
|                          | 15 | 190 | 井口雅夫  | 工・金 | 1988 |
|                          | 15 | 190 | 吉田康一  | 基・生 | 1991 |
|                          | 15 | 190 | 溝端竜也  | 工・電 | 2007 |
|                          | 15 | 190 | 吉永光宏  | 医・医 | 2009 |

図 1.48: 満天下男子歴代 20 傑 (2009 年現在) [24]

| 曜日別日本男子最高記録 (2009.12.31) |    |     |       |        |            |
|--------------------------|----|-----|-------|--------|------------|
| 曜日                       | 記録 | 氏名  | 所属    | 年月日    |            |
| 筆者                       | 月  | 228 | 尾上三知也 | スズキ    | 1997.5.5   |
|                          | 火  | 225 | 真鍋周平  | 阪大     | 2003.9.23  |
|                          | 水  | 226 | 吉田孝久  | ミズノ    | 1993.5.5   |
|                          | 木  | 227 | 野中悟   | 中京大    | 1985.10.24 |
|                          | 金  | 230 | 阪本孝男  | 東海スポーツ | 1984.9.14  |
|                          | 土  | 232 | 君野貴弘  | 順大     | 1993.9.18  |
|                          | 日  | 233 | 醍醐直幸  | 富士通    | 2006.7.2   |

図 1.49: おまけ 曜日別日本男子最高記録 (2009 年現在) [25]

### 1.3.4 高跳びの歴史（日本編女子）

日本の女子高跳びは1922年に御子柴初子選手が122を跳んだのを皮切りに、1942年に山内リエ選手が162まで日本記録を更新し戦前を終える。その後ずっとはさみ跳びによる記録更新が続き1971年に稲岡美千代選手によって176まで更新された。



図 1.50: 山内リエ選手の跳躍 [26]

1972年以降は背面跳びによる記録更新が始まり、山三保子選手が1972年に178の記録を残した。その後、日本記録は1978年に八木たまみ選手によって190まで更新された。八木選手は190ジャンパーとしては小柄(164cm)であり、これは当時のヌキ(記録と身長之差)の女子世界最高記録としてギネスブックにも掲載されていた。



図 1.51: 八木たまみ選手の跳躍 [4]

1990 年になると日本記録は佐藤恵選手により 195 まで更新された。佐藤選手は 1992 年のバルセロナオリンピックでは 7 位入賞を果たし、これは陸上競技フィールド種目における日本女子唯一の入賞記録となっている。

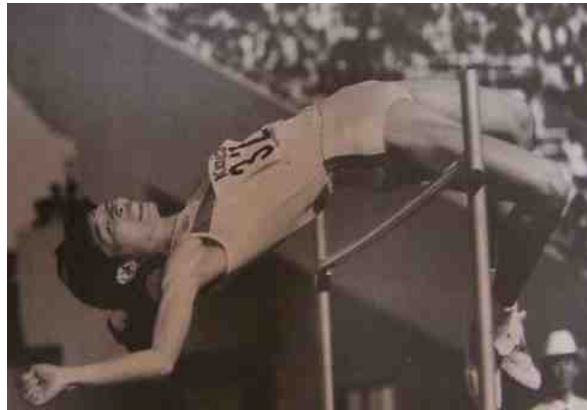


図 1.52: バルセロナオリンピック 7 位の佐藤恵選手 [4]

2009 年現在の日本記録は 2001 年に作られた今井美希選手の 196 である。

日本女子高跳び史上でベリロールで日本記録を更新した選手がいない。また、女子も男子もはさみ跳びによる記録が長く残ったことから、はさみ跳びは小柄でスピードのある日本人に向けた跳躍方法であったといえる。



図 1.53: 現在の日本記録保持者の今井美希選手の跳躍 [27]



## 日本女子 歴代20傑

(2009.12.31)

| 順位 | 記録  | 氏名    | 所属      | 年月日        |
|----|-----|-------|---------|------------|
| 1  | 196 | 今井美希  | ミズノ     | 2001.9.15  |
| 2  | 195 | 佐藤恵   | 福岡大     | 1987.5.17  |
| 2  | 195 | 太田陽子  | ミキハウス   | 2002.7.21  |
| 4  | 193 | 福光久代  | 大昭和     | 1981.6.7   |
| 5  | 192 | 青山幸   | 吹田一中教   | 2004.7.3   |
| 6  | 190 | 八木たまみ | 関東学園大   | 1978.10.19 |
| 6  | 190 | 貞広千波  | 中京女子大   | 1994.11.2  |
| 8  | 186 | 松井昌美  | 桃山高教    | 1988.7.9   |
| 8  | 186 | 岩切麻衣湖 | プレジャー企画 | 2001.5.26  |
| 10 | 185 | 菅根幹子  | 大昭和     | 1975.11.8  |
| 11 | 184 | 加藤純子  | 天理大     | 1985.10.5  |
| 11 | 184 | 漆原延江  | 筑波大     | 1985.10.23 |
| 11 | 184 | 若林和美  | 富山大     | 1986.5.31  |
| 14 | 183 | 林志織   | 田沼東中教   | 1986.9.15  |
| 15 | 182 | 稲岡美千代 | 大京観光    | 1974.9.28  |
| 15 | 182 | 平沢美樹  | 富山商高    | 1981.6.8   |
| 15 | 182 | 三浦美登里 | ヤマヒラAC  | 1994.5.14  |
| 15 | 182 | 倉谷好美  | 日本電装    | 1994.5.14  |
| 15 | 182 | 日高里子  | トヨタ自動車  | 1996.5.11  |
| 15 | 182 | 三村有希  | 関大      | 2009.6.25  |

図 1.54: 日本女子歴代 20 傑 (2009 年現在) [15]

| 年    | 記録[m] | 年    | 記録[m] | 年    | 記録[m] |
|------|-------|------|-------|------|-------|
| 1922 | 1.22  | 1939 | 1.61  | 1975 | 1.85  |
| 1922 | 1.22  | 1942 | 1.62  | 1976 | 1.85  |
| 1923 | 1.30  | 1946 | 1.63  | 1978 | 1.86  |
| 1924 | 1.35  | 1959 | 1.64  | 1978 | 1.88  |
| 1925 | 1.42  | 1959 | 1.65  | 1978 | 1.90  |
| 1925 | 1.42  | 1962 | 1.66  | 1980 | 1.91  |
| 1926 | 1.42  | 1963 | 1.66  | 1981 | 1.92  |
| 1928 | 1.43  | 1963 | 1.66  | 1981 | 1.93  |
| 1928 | 1.44  | 1963 | 1.67  | 1987 | 1.95  |
| 1929 | 1.45  | 1964 | 1.70  | 1990 | 1.95  |
| 1931 | 1.46  | 1970 | 1.71  | 1990 | 1.95  |
| 1931 | 1.46  | 1971 | 1.73  | 2001 | 1.96  |
| 1932 | 1.48  | 1971 | 1.74  |      |       |
| 1932 | 1.48  | 1971 | 1.74  |      |       |
| 1932 | 1.50  | 1972 | 1.76  |      |       |
| 1934 | 1.50  | 1972 | 1.78  |      |       |
| 1935 | 1.52  | 1974 | 1.78  |      |       |
| 1936 | 1.55  | 1974 | 1.82  |      |       |
| 1938 | 1.56  | 1974 | 1.83  |      |       |
| 1939 | 1.60  | 1975 | 1.84  |      |       |

図 1.55: 日本女子日本記録の推移表 (2009 年現在) [23]

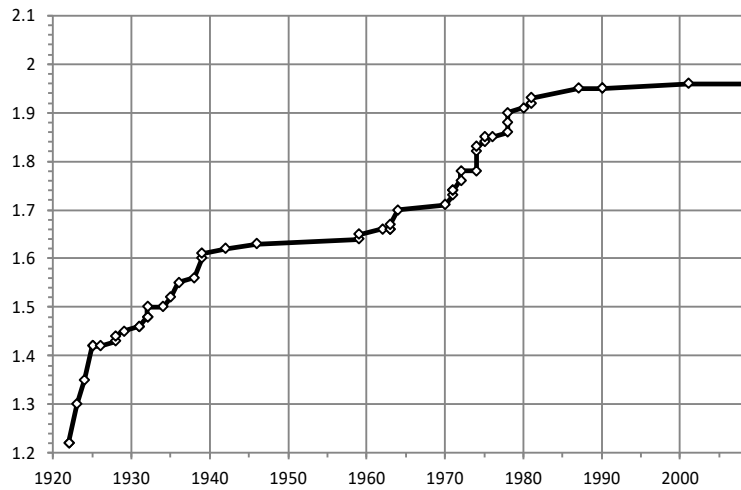


図 1.56: 日本女子日本記録の推移グラフ (2009 年現在) [23]

## 日本女子高校 歴代20傑

(2009.12.31)

| 順位 | 記録  | 氏名    | 所属     | 年月日        |
|----|-----|-------|--------|------------|
| 1  | 190 | 佐藤恵   | 沼垂高    | 1983.7.10  |
| 2  | 187 | 太田陽子  | 湘南工大附高 | 1992.10.25 |
| 3  | 185 | 八木たまみ | 太田市商高  | 1976.10.25 |
| 4  | 182 | 平沢美樹  | 富山商高   | 1981.6.8   |
| 5  | 181 | 池部真奈美 | 木更津中央高 | 1985.9.22  |
| 5  | 181 | 松永知子  | 鹿児島女高  | 1988.9.15  |
| 5  | 181 | 貞広千波  | 明善高    | 1990.11.12 |
| 5  | 181 | 今井美希  | 瑞陵高    | 1993.10.25 |
| 5  | 181 | 青山幸   | 夙川高    | 1994.6.3   |
| 10 | 180 | 堀口光枝  | 明善高    | 1986.6.8   |
| 10 | 180 | 佐山淳子  | 美作高    | 1986.7.19  |
| 10 | 180 | 船越紀子  | 埼玉栄高   | 1988.8.2   |
| 10 | 180 | 谷野美重  | 都駒場高   | 1988.8.2   |
| 10 | 180 | 三浦美登里 | 氏家高    | 1990.8.2   |
| 10 | 180 | 坂野尚美  | 大垣商高   | 1991.8.18  |
| 10 | 180 | 桑原久美  | 中村女高   | 1991.11.17 |
| 10 | 180 | 石原未来  | 真岡女高   | 1998.8.3   |
| 10 | 180 | 若杉麻衣子 | 日本文理高  | 2005.6.19  |
| 19 | 179 | 渡辺ゆかり | 鳥取西高   | 1984.8.2   |
| 19 | 179 | 江藤恵美子 | 京都光華高  | 1985.8.19  |
| 19 | 179 | 三村有希  | 太成学院高  | 2005.6.26  |
| 19 | 179 | 藪根ゆい  | 近第高専   | 2006.7.9   |

図 1.57: 日本女子高校歴代 20 傑 (2009 年現在) [15]

| 日本女子中学 歴代20傑 (2009.12.31) |     |          |       |            |
|---------------------------|-----|----------|-------|------------|
| 順位                        | 記録  | 氏名       | 所属    | 年月日        |
| 1                         | 187 | 佐藤恵      | 木戸中   | 1981.10.25 |
| 2                         | 177 | 青葉幸紀     | 東松山南中 | 1985.9.7   |
| 3                         | 176 | 河原志津子    | 常盤中   | 1980.6.28  |
| 3                         | 176 | 川本衣里子    | 境港二中  | 1990.10.24 |
| 3                         | 176 | 榭見咲智子    | 明善中   | 1998.10.25 |
| 6                         | 175 | 上原久美恵    | 上諏訪中  | 1975.9.28  |
| 6                         | 175 | 太田陽子     | 大船中   | 1989.7.23  |
| 6                         | 175 | 高橋美貴     | 新座二中  | 1998.7.28  |
| 9                         | 174 | 照井好子     | 向陽中   | 1978.11.3  |
| 9                         | 174 | 林志織      | 田沼西中  | 1980.7.20  |
| 9                         | 174 | 横沢美貴     | 坂井輪中  | 1983.8.3   |
| 9                         | 174 | 玉置りさ     | 虎東中   | 2004.7.10  |
| 13                        | 173 | 今井美希     | 平針中   | 1990.8.18  |
| 13                        | 173 | 今泉美紀     | 三谷中   | 1990.8.18  |
| 13                        | 173 | 青山幸      | 淀中    | 1991.8.20  |
| 13                        | 173 | 佐伯律子     | 雄山中   | 1992.10.5  |
| 13                        | 173 | 西原綾子     | 勝山中   | 1993.8.8   |
| 13                        | 173 | 松下小織     | 曳馬中   | 1998.8.24  |
| 13                        | 173 | 三村有希     | 高野台中  | 2003.8.26  |
| 13                        | 173 | 岡部ソフィ満有子 | 宮川中   | 2006.7.1   |

図 1.58: 日本女子中学歴代 20 傑 (2009 年現在) [15]

満天下女子 歴代20傑

(2009.12.31)

| 順位 | 記録  | 氏名    | 所属  | 年月日  |
|----|-----|-------|-----|------|
| 1  | 161 | 築瀬裕子  | 人・人 | 1996 |
| 2  | 156 | 林貴久子  | 理・高 | 1983 |
| 3  | 155 | 波止周子  | 文・英 | 1992 |
| 3  | 155 | 木本早苗  | 工・地 | 2008 |
| 5  | 150 | 片山陽子  | 医・保 | 1999 |
| 6  | 145 | 杉山枝里花 | 医・保 | 1996 |
| 7  | 143 | 加藤ほたる | 外・外 | 2008 |
| 8  | 140 | 田中萌子  | 文・人 | 2006 |
| 9  | 135 | 谷口雪   | 人・人 | 1999 |
| 9  | 135 | 増渕智紗  | 医・保 | 2002 |
| 9  | 135 | 杉本友香  | 医・保 | 2007 |
| 9  | 135 | 宮崎福美  | 外・地 | 2008 |
| 13 | 130 | 吉川泰代  | 工・地 | 2006 |
| 13 | 130 | 西田恭子  | 経・経 | 1990 |
| 13 | 130 | 秋本晶子  | 文・倫 | 1997 |
| 13 | 130 | 中島福子  | 経・経 | 1997 |
| 13 | 130 | 田籠阿希子 | 医・保 | 1998 |
| 13 | 130 | 阪部和美  | 法・法 | 2000 |
| 13 | 130 | 住田花恵  | 医・保 | 2005 |
| 20 | 120 | 加藤あずさ | 基・シ | 2002 |
| 20 | 120 | 渡邊陽菜  | 文・人 | 2008 |

図 1.59: 満天下女子歴代 20 傑 (2009 年現在) [24]



## 力学的な基礎知識

第2章では高跳びの基礎技術を理解する上で必要になる根本的な運動の原理、物理の力学的な基礎知識について解説する。学問に興味のない読者であっても各項目のポイント（四角で囲ってある言葉）となる内容だけでも読んで、その本質を理解してほしいと思う。

合理的に物事を考えることは大切なことだ。著者である私は大学で物理学を専攻し学んだ身であるので、物理や数学という学問の持つ合理性や普遍性といった「魅力」や「威力」をよく理解している。

世の中に存在する万物の運動が満たす普遍的な法則を理解することは、人間の運動の真理を知ることである。真理を楽しむ、真理を喜び、真理に安住し、真理の定めを知ることが、アスリートに限らず多くの人間にとって有意義なことだ。

一方で物理や数学によって説明できるのは、人間の動作の大雑把な原理や基本的なものに限定される。陸上競技というシンプルで、最も基本的で、究極的な運動を扱う場合に限っても、その運動はあまりに複雑で、非線形性が強く、解析的に扱うことはほとんど不可能である。ここでも、動作の細部まで説明するようなことはしない。

## 2.1 物体に作用する力と運動法則

助走し、踏み切り、マットに着地するまでに人間に働く力は3種類である。

### 1. 重力

地上の物体に作用する力。

例えばアスリートが地球から引っ張られる力。

### 2. 身体と接触したものから受ける反力

接触した物体から受ける力。

作用・反作用の法則でいうところの反作用の力。

例えばアスリートが地面から受ける力。

### 3. 慣性力（遠心力）

加速する物体（座標系）に発生するみかけ上の力。

例えばアスリートが曲線助走で受ける遠心力。

力学の基本法則や原理の説明は既に多くの教科書や参考書で説明されているのでここでは詳しく説明しない。

スポーツの動作を力学的に考える場合に考えなければならない力は「重力」「接触したものから受ける反力」「慣性力」の3種類でよい。「たった」3種類しかないことをよく理解してほしい。走る場合も投げる場合も跳ぶ場合も、この3種類の力以外は考えなくてよい。



「重力」とは質量（重さ）を持つ物体に等しくかかり，その質量に比例して受ける力である．地球の中心方向に引っ張られる力で重たいものほど大きい．

「接触したもものから受ける反力」とは高跳びの場合は助走中の地面と足の接触や，バーとの接触，空気抵抗によって発生する反力があげられる．議論を簡単にするために空気抵抗は多くの場合は無視して考える．

馴染みのない力といえば「慣性力」だろう．慣性力は加速運動をしている物体に発生する力である．身近な例でいえば電車が発車するとき床を後ろに転がる空き缶に作用する力である．電車が前方に発車すると電車の中にいる人（電車とともに前方に加速する座標系）から見て床の空き缶は後方に転がる（後方に加速する）．これが慣性力である．「遠心力」とはこの慣性力の一種である．

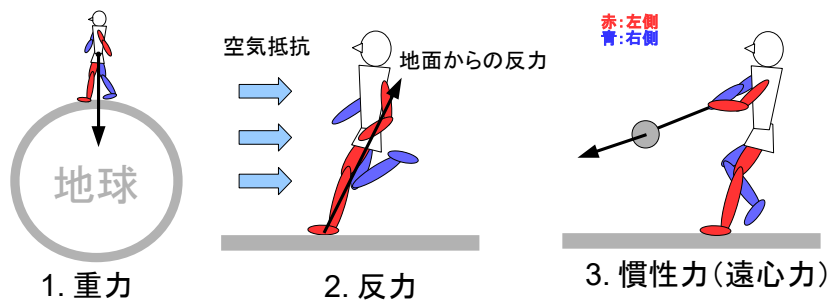


図 2.1: 物体に作用する力

物体に力が作用すると、加速度が生まれて、物体は力が作用した方向に運動を始める。こうした物体の運動の基本法則はニュートンの運動法則と呼ばれる。力学に興味のない読者も知っておいてほしい。

1. 慣性の法則（第一法則）

静止している質点は力を加えられない限り静止を続ける。  
 運動している質点は力を加えられない限り等速直線運動を続ける。

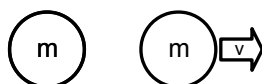


図 2.2: 第一法則

2. 運動方程式（第二法則）

物体が力を受けるとその力の働く方向に加速度が生じる。加速度は力の大きさに比例し質量に反比例する。

物体に加わる力を  $F$ 、物体の質量を  $m$ 、加速度を  $a$  とすると、以下の式に表わす関係があり、これを運動方程式という。

$$F = ma \tag{2.1}$$

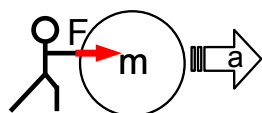


図 2.3: 第二法則

3. 作用・反作用の法則（第三法則）

二つの質点の一方が他方に作用するとき、一方が受ける力と他方が受ける力は、向きが反対で大きさが等しい。また、その力の向きは質点同士を結ぶ直線上にある。

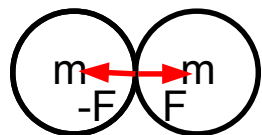


図 2.4: 第三法則

## 2.2 重心

- 重心とは自分の体重の中心点である
- 重心とは物体を一点で支えたときにちょうど釣り合う点の位置である
- 重心とは各質点の位置に質量の重みをつけて平均した位置である

重心という言葉の意味（定義）の理解できない読者は、自分の体重の中心点であるという感覚でとらえて文章を読んでほしい。

重心位置は、その選手の身体特性、主に身長や腕の長さ、脚の長さ、どの部分の筋肉が特徴的に発達しているかなどによって選手個人個人で異なる。

均質な材料でできた真っ直ぐの棒であればその重心は丁度棒の中央にある。また、体の体勢によっては（例えばクリアランス中など）必ずしも重心が体の内部にあるとは限らない。静止立位の状態の成人男性の平均的な重心位置の高さは床面から凡そ 56% の位置にあるといわれている [28]。

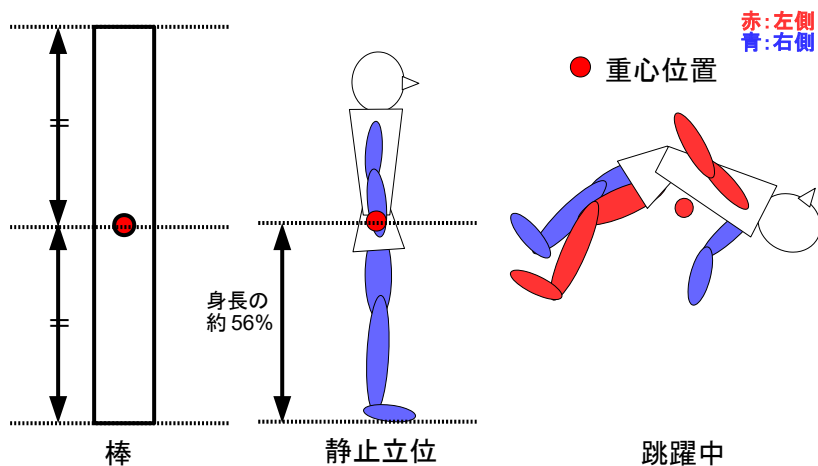


図 2.5: 重心位置のイメージ

まずは「重心」そのものの定義について説明する。重心の位置は各質点の位置に質量の重みをつけて平均化すると求めることができる。これはちょうど物体を一点で支えたときにバランスの取れるつり合い位置になる。

具体的に数式で表せば、扱う対象の各質点の質量をそれぞれ  $m_1, m_2, \dots, m_N$  とし、その位置ベクトルをそれぞれ  $\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \dots, \mathbf{r}_N$  とすると重心位置  $\mathbf{R}$  は

$$\mathbf{R} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \mathbf{r}_i}{\sum_{i=1}^N m_i} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \mathbf{r}_i}{M} \quad (2.2)$$

となる。ただし質点の質量の合計を  $M$  としている。

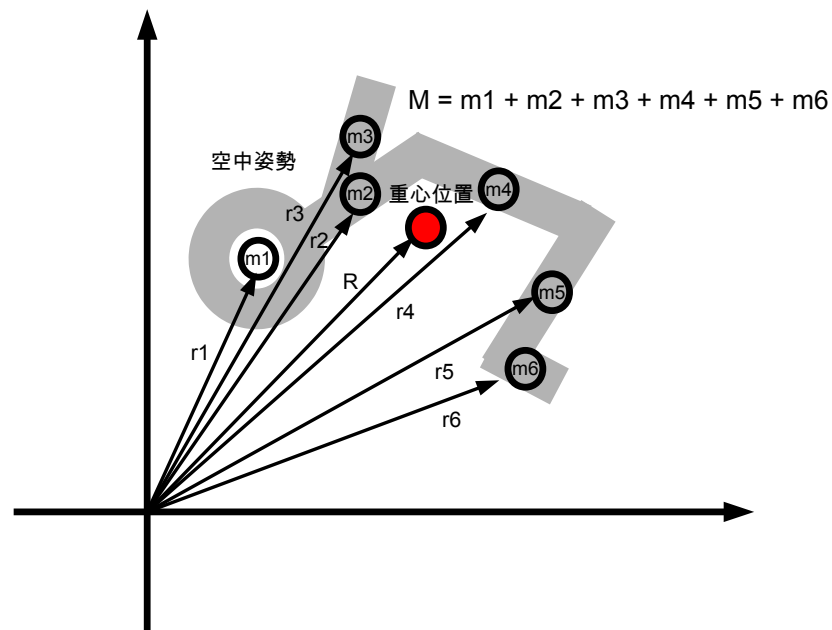


図 2.6: 重心位置の計算

一般的に人間の重心運動を分析する場合には体をいくつかのセグメント（体のパーツ）に分けて、各セグメントの位置と重量から体全体の重心位置を計算することが多い。こうした体のセグメントごとの重量や重心位置は、死体を直接解剖して分析する方法や、生体を放射線やMRIを使って関節的に分析する手法、写真撮影から数学的な手法で分析する方法などを用いて多くの科学者によって分析されている。

参考まで各体のパーツの重量と重心位置について阿江等が調査したデータを図2.7、図2.8で紹介する[29][30]。ここで質量中心とは重心のことであり、質量中心比は各体のパーツの部分長に対する中枢端（上端）からの比である。足の質量中心比はつま先からの比で表している。

参考までに図2.8中の回転半径 $k_{xj}$ とは各セグメントの質量中心を通る3軸（図中のXYZ軸）中のX軸周りの主慣性モーメントを算出し、セグメントjの重量を $M_j$ 、主慣性モーメントを $I_{xj}$ であったときの $k_{xj} = (I_{xj}/M_j)^{1/2}$ を表す量である（グラフ中の「回転半径比」とはセグメントの部分長に対する比である）。各セグメントの主な慣性モーメントは、過去の調査結果から部分密度を設定した楕円板の有限個集合による近似で計算されている。

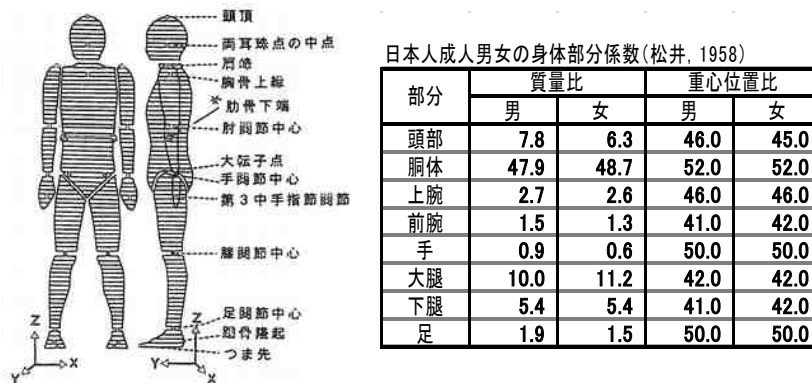


図 2.7: 身体部分係数 その1 [29]

日本人アスリートの身体部分係数

| 部分 | 男子             |                 |                |                |                | 女子            |                |               |               |               |
|----|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
|    | 質量比[%]         | 質量<br>中心比[%]    | 回転半径比          |                |                | 質量比[%]        | 質量<br>中心比[%]   | 回転半径比         |               |               |
|    |                |                 | kx[%]          | ky[%]          | kz[%]          |               |                | kx[%]         | ky[%]         | kz[%]         |
| 頭部 | ※6.9<br>(0.7)  | ※82.1<br>(4.1)  | ※47.9<br>(2.2) | ※45.4<br>(2.1) | ※36.3<br>(1.9) | 7.5<br>(0.9)  | 75.9<br>(5.2)  | 45.1<br>(2.8) | 42.6<br>(2.4) | 35.0<br>(2.5) |
| 胴体 | ※48.9<br>(2.2) | ※49.3a<br>(1.6) | ※34.6<br>(0.8) | 35.7<br>(0.8)  | ※16.7<br>(0.9) | 45.7<br>(2.5) | 50.6a<br>(1.8) | 34.3<br>(0.9) | 35.5<br>(0.9) | 17.0<br>(0.8) |
| 上腕 | ※2.7<br>(0.3)  | 52.9<br>(1.8)   | ※26.2<br>(0.7) | ※25.7<br>(0.7) | 10.7<br>(1.0)  | 2.6<br>(0.2)  | 52.3<br>(1.7)  | 26.5<br>(0.9) | 26.0<br>(0.9) | 10.7<br>(0.9) |
| 前腕 | ※1.6<br>(0.2)  | ※41.5<br>(2.0)  | 27.9<br>(1.1)  | 27.7<br>(1.0)  | ※11.5<br>(1.2) | 1.5<br>(0.1)  | 42.3<br>(2.2)  | 27.7<br>(1.1) | 27.5<br>(1.0) | 12.2<br>(1.2) |
| 手  | 0.6<br>(0.1)   | 89.1<br>(10.8)  | 51.9<br>(6.4)  | 57.1<br>(7.0)  | 31.4<br>(4.5)  | 0.6<br>(0.1)  | 90.8<br>(10.2) | 52.7<br>(5.9) | 57.3<br>(6.6) | 30.3<br>(4.6) |
| 大腿 | ※11.0<br>(0.8) | ※47.5<br>(1.8)  | ※27.8<br>(0.9) | ※27.0<br>(0.9) | ※15.2<br>(0.9) | 12.3<br>(0.9) | 45.8<br>(2.4)  | 28.5<br>(1.2) | 27.8<br>(1.1) | 15.7<br>(1.5) |
| 下腿 | ※5.1<br>(0.4)  | 40.6<br>(1.5)   | 27.4<br>(0.9)  | 27.1<br>(0.9)  | ※9.7<br>(0.6)  | 5.3<br>(0.4)  | 41.0<br>(1.5)  | 27.5<br>(1.0) | 27.2<br>(0.9) | 10.2<br>(0.7) |
| 足  | 1.1<br>(0.2)   | 59.5b<br>(2.6)  | 17.7<br>(3.0)  | 8.8<br>(1.3)   | 18.2<br>(3.1)  | 1.1<br>(0.2)  | 59.4b<br>(2.4) | 18.4<br>(2.6) | 9.0<br>(1.3)  | 18.9<br>(2.7) |
| 上腕 | ※30.2<br>(1.8) | ※42.8c<br>(2.0) | 35.0<br>(1.2)  | 38.1<br>(1.5)  | ※26.6<br>(1.8) | 26.7<br>(1.8) | 43.8c<br>(1.9) | 34.9<br>(1.1) | 38.0<br>(1.4) | 27.3<br>(1.9) |
| 下腕 | 18.7<br>(1.5)  | 60.9d<br>(3.0)  | ※42.5<br>(2.7) | 47.3<br>(3.0)  | 43.5<br>(3.8)  | 19.0<br>(1.8) | 59.7d<br>(4.5) | 41.1<br>(2.8) | 47.1<br>(3.1) | 44.0<br>(3.7) |

- 1) カッコ内の数値は標準偏差を表す。※印は男女間の有意差(1%)を示す。
- 2) 部分質量は身体質量に対する比。質量中心比は部分長に対する中枢端からの比である。
- 3) aは胸骨上縁から、bは足先から、cは胸骨縁から肋骨下端の中点、dは肋骨下端の中点から大転子の中点までを示す。
- 4) 回転半径比は部分長に対する比である。

図 2.8: 身体部分係数 その 2[30]

## 2.3 クリアランス中の重心運動

- 空中では重心は放物線を描く
- 重心の最高到達点は踏み切り動作が完了した瞬間に決まる
- 重心の放物線軌道は踏み切り動作が完了した瞬間に決まる
- クリアランス動作で重心の放物線軌道が変化することはない

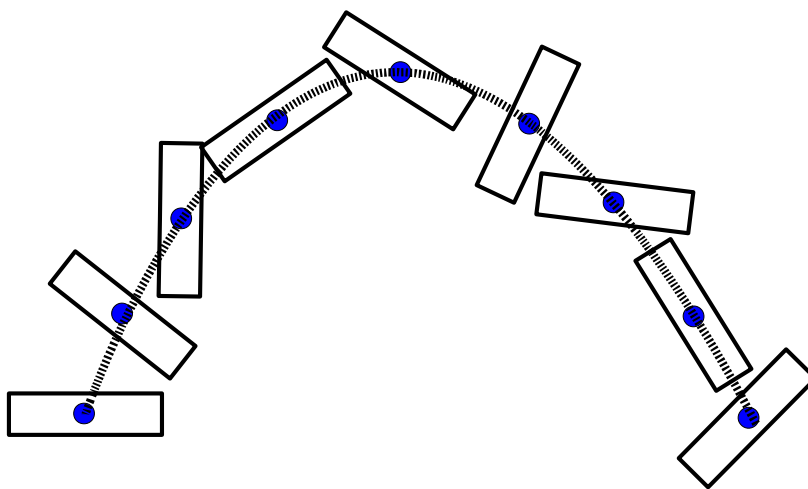


図 2.9: 重心の軌道

図 2.9 は均質な材料でできた真っすぐな棒を空中に投げた時の棒とその重心の軌跡を表している。図 2.9 のように空中に投げ出された物体の重心の軌跡は、物体の形状やその回転運動に関係なく放物線を描く性質を持っている。

こうした物理的事実を「感覚的に」理解しておくことは非常に重要である。高跳び選手の踏み切り後の重心軌道は、空気抵抗を無視すれば、クリアランス動作で変化することはない。

踏み切り動作さえ完了してしまえば、重心は空中である決まった放物線軌道しか描かないのである。つまり、踏み切り動作で空中の重心の軌道や高さを決めてしまうため、クリアランスでいくら努力しても空中の重心が高く持ち上がることはない。



図 2.10: クリアランス中の重心は常に放物線



ここでは重心の放物線運動について簡単に説明する [31].

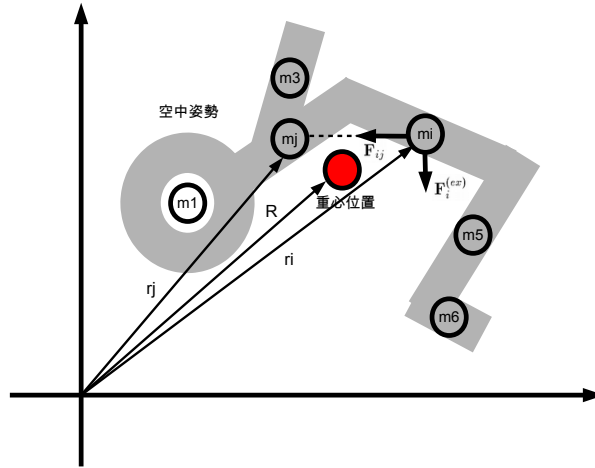


図 2.11: クリアランス中に働く力

$\mathbf{F}_{ij}$  を  $j$  番目の質点が  $i$  番目の質点に及ぼす力、つまり内力として定義し  $\mathbf{F}_i^{(ex)}$  を系の外から  $i$  番目の質点に働く力外力として定義すると重心の説明で定義した  $N$  質点系の運動方程式は

$$m_i \frac{d^2 \mathbf{r}_i}{dt^2} = \sum_{j(\neq i)}^N \mathbf{F}_{ij} + \mathbf{F}_i^{(ex)} \quad (i = 1, \dots, N) \quad (2.3)$$

となる. 次に上式の両辺を  $i$  について和をとると, 左辺は

$$\sum_{i=1}^N m_i \frac{d^2 \mathbf{r}_i}{dt^2} = \frac{d}{dt} \sum_{i=1}^N m_i \frac{d\mathbf{r}_i}{dt} = \frac{d}{dt} \sum_{i=1}^N \mathbf{p}_i \quad (2.4)$$

となる.  $\mathbf{p} = m_i \frac{d\mathbf{r}_i}{dt}$  は  $i$  番目の質点の運動量を表す. ここで式の右辺は作用・反作用の法則  $\mathbf{F}_{ij} = -\mathbf{F}_{ji}$  を用いると

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j(\neq i)}^N \mathbf{F}_{ij} + \sum_{i=1}^N \mathbf{F}_i^{(ex)} = \sum_{i=1}^N \mathbf{F}_i^{ex} \quad (2.5)$$

となり, 全運動量を  $\mathbf{P} = \sum_{i=1}^N \mathbf{p}_i$  と全外力  $\mathbf{F}^{(ex)} = \sum_{i=1}^N \mathbf{F}_i^{ex}$  を定義すると

$$\frac{d\mathbf{P}}{dt} = \mathbf{F}^{(ex)} \quad (2.6)$$

の式が導かれる. これは物体の全運動量の変化に内力が寄与しないことを示している.

次に重心の位置ベクトル  $\mathbf{R}$  を用いて式を変形すると物体の全運動量は

$$\mathbf{P} = \sum_{i=1}^N m_i \frac{d\mathbf{r}_i}{dt} = M \frac{d}{dt} \frac{\sum_{i=1}^N m_i \mathbf{r}_i}{M} = M \frac{d\mathbf{R}}{dt} \quad (2.7)$$

となり、最終的に

$$M \frac{d^2\mathbf{R}}{dt^2} = \mathbf{F}^{(ex)} \quad (2.8)$$

となる。この式には内力の項が存在せず、「重心の運動は、全質量と外力が重心に集まった1質点の運動に帰着し、内力は影響しない」ということを表している。

これは高跳び選手にとって「重要な」事実である。例えば空中動作を考える場合、内力とは筋肉によって姿勢をかえる力、外力は重力ということになる。この場合、筋肉の力によっていかに空中姿勢を変更したとしても、空中での重心の軌道は変化しないということを表している。

そればかりか、空中で身体に働く外力は重力のみであるため、重心は図 2.12 に示すように踏み切り直後の水平方向と鉛直方向の初速度によって空中での放物線軌道が決まることを表している。

つまり、踏み切り動作が完了した（地面から足が離れた）瞬間に重心の空中での放物線軌道は決まっていまい、クリアランス動作をどのように行ってもその放物線軌道は変化しないことを意味している。

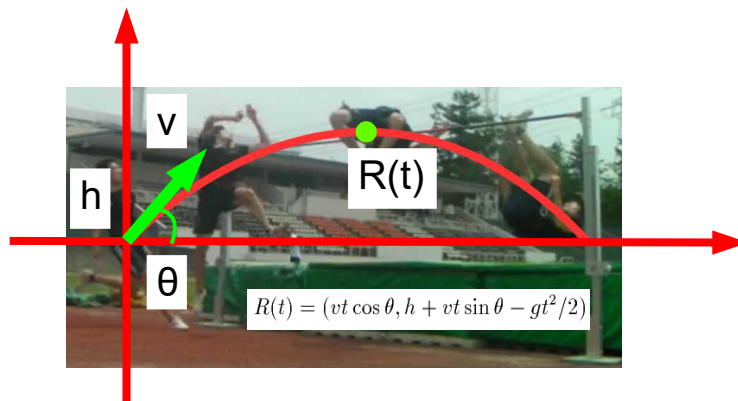


図 2.12: クリアランス中の重心の放物線運動

このとき時刻  $t$  の重心位置を  $\mathbf{R}(t)$ 、重心が空中に跳び出す速さを  $v$ 、角度を  $\theta$ 、高さを  $h$ 、重力加速度を  $g$  とすると  $\mathbf{R}(t)$  は以下の式で表される。

$$\mathbf{R}(t) = (vt \cos \theta, h + vt \sin \theta - gt^2/2) \quad (2.9)$$

重心位置の式が2次式であることから分かるように、「空中で二度体が浮く」としばしば表現される跳躍は物理的には起こり得ないことが分かる。踏み切り動作が終わった時点で重心の空中軌道は2次式の放物線軌道に決まる。

ただし、空中で重心運動は放物線を描くが運動の内力によってその空中姿勢は変化させることが可能であるため「みかけ上」空中で二度体が浮いているように見える跳躍を行うことはできる。



図 2.13: 空中で二度浮くように見える跳躍 [32]

図 2.13 は *Arthur Partyka* が 237 の跳躍に成功した跳躍の連続写真である。

*Arthur Partyka* 選手は写真 1 の鋭い後傾・内傾姿勢からしっかりしたブロック動作を行い、写真 2 ではほぼ垂直に伸びきった姿勢で踏み切り動作を完了している。そこからクリアランスに移るまで垂直な上昇姿勢をなるべく維持しながら上昇し、写真 3 から一気に頭を下げて腰を浮かせるようなクリアランスに繋げている。

こうした「上昇する姿勢→クリアランス」のメリハリが大きい跳躍は、腰が二段階で持ち上がることから空中で二度浮いているように見える。こうした跳躍はある程度レベルの高い選手になれば行うことができる。

高跳びにおいてクリアランス動作のイメージトレーニングをすることは非常に有用な方法である。しかし、頭で思い描いた空中の動きが物理的に存在するのか、理にかなっているのかは常に考えておいた方が良い。物理的に正しいイメージを作ることで、現実と想像のギャップが少なくなり、より具体的に現実的なクリアランスを頭の中でイメージできるようになる。

## 2.4 回転を生み出す力

- 「力のモーメント」の作用によって回転力は生み出される
- 同じ重さでも回転中心から離れた場所に重量が分布しているほど回転しにくい
- 同じ重さでも回転中心の近くに重量が分布していると回転しやすい

ここでは、物体が回転する運動について考えてみる。物体の重心から外れた点に力を加えると、物体は回転する。

物体を回転させる力の作用は「力のモーメント」と呼ばれ以下のように定義される。(注：工学の世界ではこの「モーメント」のことを「トルク」と呼ぶことがあるが、両者は同じものを意味する)

$$M = Fh \quad (2.10)$$

ここで  $M$  は力のモーメントの大きさを表し、 $F$  は力の大きさを表す。また  $h$  は回転中心から力の作用線（力の方向を表す線）までの距離（モーメントアーム）を表す。

この式の表わす意味は単純明快である。例えば公園にあるシーソーを回転させることを考えてみる分かりやすい。経験的に中心から離れた位置であればあるほど、かける力が強ければ強いほど、シーソーを回転させる力は大きくなる。

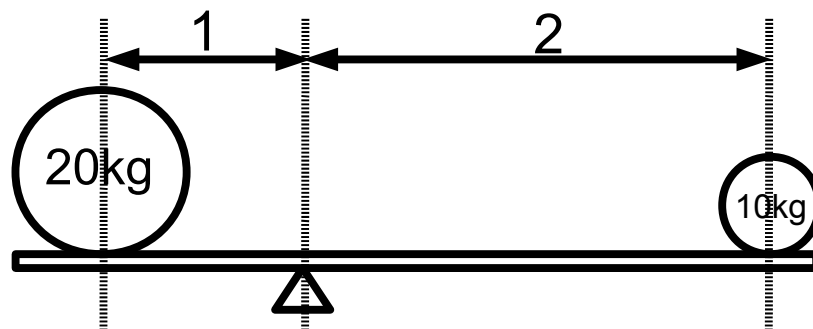


図 2.14: 回転作用の釣り合ったシーソー

運動方程式と同様に，物体の回転についても回転の運動方程式が存在している．物体に作用する力のモーメントを  $M$ ，物体の回転のしやすさをあらわす慣性モーメントを  $I$ ，回転運動の角加速度を  $\beta$  とすると以下のように定式化される．

$$M = I\beta \quad (2.11)$$

ここで，慣性モーメントとは物体の質量分布によって決まる値である．例えば，質量が同じであっても重心から遠い位置に多くの質量が分布している物体は回転しにくい．このとき，慣性モーメントは大きな値を取る．

例えば円盤投げで利用される円盤は，高額なものになると円盤のフチの部分に重量が集中した設計がなされている．こうした円盤は慣性モーメントが高く，力強いリリースに対して安定した回転飛行をする．

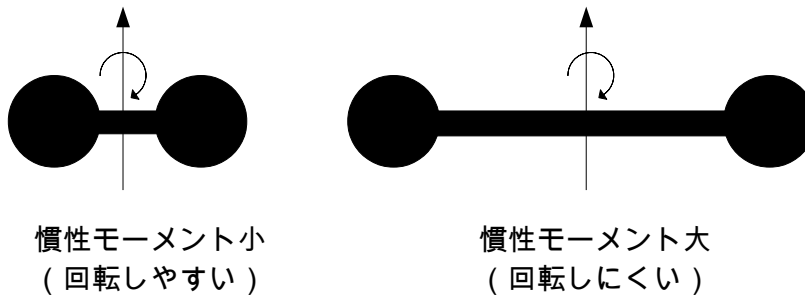


図 2.15: 慣性モーメントの大小のイメージ

## 2.5 クリアランス中の回転運動

- 物体の回転の勢い表す物理量を角運動量と呼ぶ
- クリアランスに必要な回転の角運動量は踏み切り動作によって生まれる
- 空中にいる間は重心回りの角運動量は常に保存される
- 空中で姿勢を変えることで身体の一部を速く回転したり遅く回転したりできる

ここでは物体の回転運動を考えるときの「回転の勢い」について考えてみる。重たいものほど、回転半径の大きいものほど、回転の速度（角速度）が大きいものほど、「回転の勢い」が大きいことを我々は経験的に知っている。こうした物体の回転の勢いを表す量は「角運動量」と呼ばれ、以下のように定義される（式中の「 $\times$ 」はベクトル同士の外積を表している）。

$$\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p} \quad (2.12)$$

ここで  $\mathbf{L}$  は物体の角運動量を表し、 $\mathbf{r}$  は物体の位置を表す。また、 $\mathbf{p}$  は物体の運動量（質量と速度の積）を表す。

この式の表す、「角運動量」という物理量は、自転車の車輪の回転を想像すれば理解しやすい。自転車の車輪を空転させ、それを手で止めようとした場合、車輪が重たいほど、車輪の半径が大きいほど、回転速度が速いほど、車輪を手で止めるために必要な力は大きくなる。

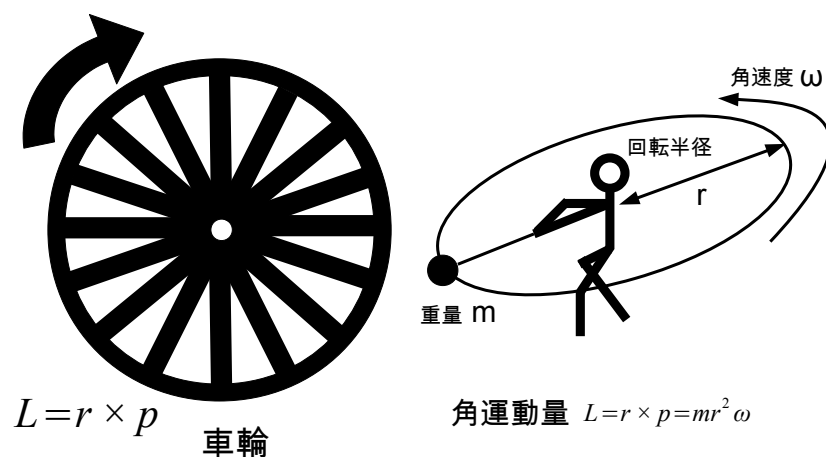


図 2.16: 角運動量のイメージ

角運動量の時間微分を計算すると

$$\frac{d\mathbf{L}}{dt} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} \times \mathbf{p} + \mathbf{r} \times \frac{d\mathbf{p}}{dt} \quad (2.13)$$

となるが  $d\mathbf{r}/dt$  と  $\mathbf{p}$  が平行で外積が0になることと、運動方程式  $d\mathbf{p}/dt = \mathbf{F}$  を用いると

$$\frac{d\mathbf{L}}{dt} = \mathbf{r} \times \mathbf{F} \quad (2.14)$$

となる。ここで右辺に表れた  $\mathbf{r} \times \mathbf{F}$  はこれまで述べてきた「力のモーメント」である。すなわちこの式は角運動量の時間変化が力のモーメントの大きさによって決まっている関係を示している。モーメントが大きくなれば角運動量の増加も大きくなり（回転が強くなり）、モーメントが小さくなれば角運動量の増加も小さくなる（回転が弱くなる）。また、角運動量とは力のモーメントによる回転の効果を時間的に積算したものであるともいえる。

では高跳びにおいて踏み切り前後で体の角運動量がどのように変化するかについて考えてみよう [31]。重心の議論と同様に  $N$  個の質点からなる系を考える。 $i$  番目の質点の質量を  $m_i$ 、位置を  $\mathbf{r}_i$ 、運動量を  $\mathbf{p}_i = m_i \frac{d\mathbf{r}_i}{dt}$  とする。 $j$  番目の質点が  $i$  番目の質点に及ぼす力（内力）を  $\mathbf{F}_{ij}^{(in)}$  とおく。質点  $i$  に外部から加えられた力（外力）を  $\mathbf{F}_i^{(ex)}$  とする。

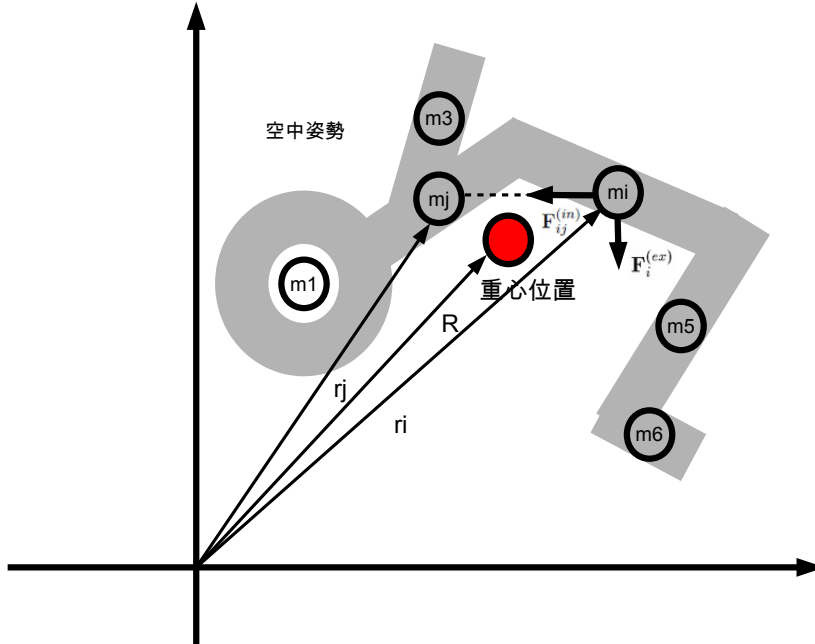


図 2.17: クリアランス中に働く力

$N$  質点系の各質点の角運動量  $\mathbf{L}_i = \mathbf{r}_i \times \mathbf{p}_i$  に対して質点系の全角運動量  $\mathbf{L} = \sum_{i=1}^N \mathbf{r}_i \times \mathbf{p}_i$  を考える。まず、各質点の角運動量の時間変化は

$$\frac{d\mathbf{L}_i}{dt} = \frac{d}{dt}(\mathbf{r}_i \times \mathbf{p}_i) = \mathbf{r}_i \times \frac{d\mathbf{p}_i}{dt} \quad (2.15)$$

となる。ここで  $i$  番目の質点が従う運動方程式は

$$\frac{d\mathbf{p}_i}{dt} = \mathbf{F}_i^{(ex)} + \sum_{j(\neq i)}^N \mathbf{F}_{ij}^{(in)} \quad (2.16)$$

となるので

$$\frac{d\mathbf{L}_i}{dt} = \mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_i^{(ex)} + \sum_{j(\neq i)}^N \mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_{ij}^{(in)} \quad (2.17)$$

が得られる。次に全て質点に関して和を取ると

$$\frac{d\mathbf{L}}{dt} = \sum_{i=1}^N \mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_i^{(ex)} + \sum_{i=1}^N \sum_{j(\neq i)}^N \mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_{ij}^{(in)} \quad (2.18)$$

ここで内力の影響が見られる項に注目すると、この和の中には以下の項が一對ずつある。

$$\mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_{ij}^{(in)} + \mathbf{r}_j \times \mathbf{F}_{ji}^{(in)} \quad (2.19)$$

この式は作用反作用の法則より  $\mathbf{F}_{ji}^{(in)} = -\mathbf{F}_{ij}^{(in)}$  なので

$$\mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_{ij}^{(in)} + \mathbf{r}_j \times \mathbf{F}_{ji}^{(in)} = (\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j) \times \mathbf{F}_{ij}^{(in)} \quad (2.20)$$

となる。

ここで作用反作用の法則より  $\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j$  の位置ベクトルと  $\mathbf{F}_{ij}^{(in)}$  の力ベクトルは平行になっているため右辺の外積は 0 になる。従って  $\mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_{ij}^{(in)} + \mathbf{r}_j \times \mathbf{F}_{ji}^{(in)} = 0$  となり、内力の効果は全て打ち消され最終的に式は以下ようになる。

$$\frac{d\mathbf{L}}{dt} = \sum_{i=1}^N (\mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_i^{(ex)}) \quad (2.21)$$

この式には内力の項が存在せず、「質点系における角運動量は外力のモーメントによって変化し、内力は無関係である」ということを表している。

人間の体を質点系として考えて、内力が角運動量に与える影響を高跳び選手の場合に置き換えて考えてみれば、空中にいる間に人間の筋肉の収縮によって発生する力（内力）は人体の角運動量の変化とは無関係になる。つまり、一度地面から体が離れてしまえば、空中でどのように姿勢を変化させても、どのように筋肉に力を入れても内力によって角運動量が増えることはない。



人間が空中にいる場合に作用する外力は空気抵抗を除けば「重力」のみである。次にこの重力が角運動量に及ぼす影響について考えてみる。人間の体を質点系として考えると各質点に働く重力は  $m_i \mathbf{g}$  である。また、重心を基準にした外力（重力）の全モーメント  $\mathbf{N}_G^{(ex)}$  を計算すると

$$\begin{aligned} \mathbf{N}_G^{(ex)} &= \sum_{i=1}^N \{(\mathbf{r}_i - \mathbf{R}) \times m_i \mathbf{g}\} \\ &= \left( \sum_{i=1}^N m_i \mathbf{r}_i - \sum_{i=1}^N m_i \mathbf{R} \right) \times \mathbf{g} \\ &= \left( \sum_{i=1}^N m_i \mathbf{r}_i - M \mathbf{R} \right) \times \mathbf{g} = 0 \end{aligned} \quad (2.22)$$

となる。ただし、 $M$  は質点系の全質量であり、 $\mathbf{R} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \mathbf{r}_i}{M}$  は重心の位置ベクトルを表している。この式から空中における重心まわりの重力のモーメントは、重心を原点として計算すれば0になることが分かる。これは「人間の体が地面から離れば、重心回りの角運動量（内部角運動量）は重力によって変化しない」ということを表している。

以上の考察より、クリアランス動作中は内力（筋力）によっても外力（重力）によっても、重心回りの角運動量は変化しないことが分かる。つまり「体が地面から離れるとクリアランスに必要なとなる重心回りの角運動量（回転の勢い）は変化しない」という重要な結論が導き出される。

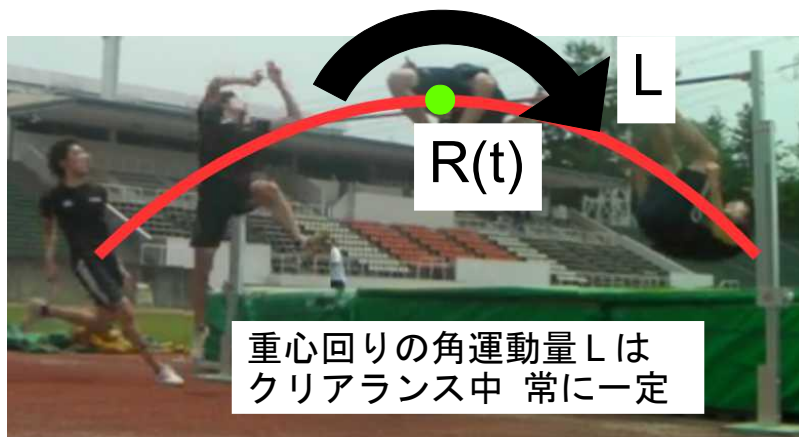


図 2.18: クリアランス中の角運動量

クリアランスに必要な角運動量（回転の勢い）は踏み切り動作で生み出されており，踏み切り後に空中で体をどのように動かそうが新たに角運動量を生み出すことはできない．クリアランスに必要な回転の勢いは踏み切り動作で生み出されていることを理解することが重要だ（ただし，空中で姿勢を変えて慣性モーメントを変化させれば，身体の一部を速く回転したり，遅く回転したりすることはできる）．

一例として木の棒が回転しながら空中に投げられた場合を考える．回転角速度は角運動量が保存するため変化せず，全体としては重心が放物線運動しながら，棒は重心の回りに一定角速度で回転して落下する．

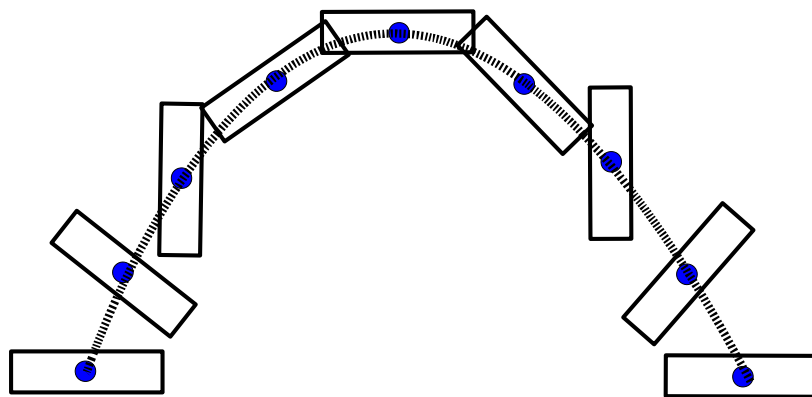


図 2.19: 空中に投げられた棒の軌道

## 2.6 遠心力と曲線助走

- 曲線を走れば遠心力によって自然と内傾した助走姿勢が作れる
- 遠心力が強くなる曲線軌道で助走すれば内傾角度を大きく取りやすい
- 助走の回転半径が小さくなるほど、  
速度が大きくなるほど遠心力は大きくなる

高跳びで曲線助走を行うときに体を内側に傾けることができるのは、選手の体に「遠心力」と呼ばれる力がかかるためである。この遠心力が強くなればなるほど図 2.20 に示すように選手は地面を蹴りだす角度  $\theta$  (内傾角度) を大きくすることが可能になる。

等速円運動する物体の遠心力は物体の質量を  $m$ 、動いている速度を  $v$ 、回転半径を  $r$  とすると以下の式で表される。

$$F = \frac{mv^2}{r} \quad (2.23)$$

遠心力は、曲線助走の回転半径が小さくなるほど、また助走スピードが速くなればなるほど大きくなる性質がある。つまり、大きく体を内傾させて重心の低い助走を行いたい場合は、同じ助走経路で助走スピードを上げるか、助走経路を内側に入れることで曲線助走の回転半径を小さくすればよい。

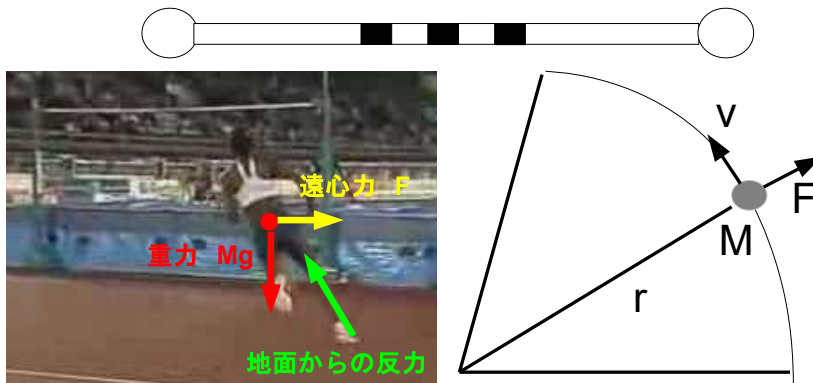


図 2.20: 助走軌道と遠心力

遠心力とはどのような力であろうか？. すでに述べたように高跳びにおいて、助走して踏み切り、マットに着地するまでに身体に働く力は3種類しかない.

1. 重力

質量を持つ物体に働く力. 地面に向かって引っ張られる力

2. 身体と接触したものから受ける力

作用・反作用の法則でいうところの反作用の力

3. 慣性力

加速する物体（座標系）に発生するみかけ上の力

遠心力とは実は慣性力と呼ばれる力の一種である. 加速する座標系から物体を見ると、物体は座標系が加速する向きと逆向きに力を受けているように見える. それが慣性力である.

例えば曲線助走中の内傾動作（助走中に体を内側に傾けて助走をしている姿勢）を考えてみる. このとき選手にかかっている力はどうなっているだろうか？. 内傾して走っている選手に働く力を「観客席から見た場合」と「選手から見た場合」の2通りに分けて考えてみる.

まず「観客席の座標系から見た場合」を考える.



図 2.21: 内傾して走る選手に作用する力（観客席から見た場合）

観客席は当然静止している. 加速する座標系ではなく静止した座標系から選手を見るのだから慣性力を考える必要はない. つまりこの場合は重力と物体が接触したものから受ける力の2つのみを考えれば良い.

重力は質量を持つ物体が地球の中心方向に引かれる力である. 物体（選手）が接触しているのは空気と地面だけである. 空気抵抗を無視すれば、選手が接触しているものから受け取る力は地面からの反発力のみである. 観客席から見た選手は地面からの反発力より重力のほうが強ければ重心は下がるし、地面からの反発力が内側を向いていれば選手は助走の内傾方向に傾いて動いていくように見える.

次に「選手に固定された座標系から見た場合」を考える。

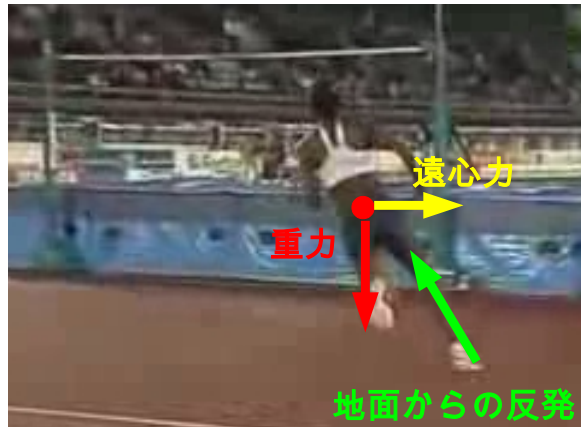


図 2.22: 内傾して走る選手に作用する力（選手から見た場合）

選手に固定された座標系から見た場合，選手と座標系は曲線助走の中心に加速しながら動く．こうした座標系で運動を扱う場合は慣性力を考えなければならない．

選手の助走を真上から見ると等速の円運動になっていると仮定すると，円運動では物体は円の中心方向に常に加速している（等速円運動の説明については後で詳しく触れるのでそちらを参照してほしい）．このとき，選手は円の中心から逆方向に慣性力を受けている．

等速円運動している物体が受ける慣性力は一般的に「遠心力」と呼ばれている．遠心力という言葉は馴染みがある言葉だと思う．図 2.22 に示すように，選手に固定された座標系から選手を見ると選手の体は重力，地面からの反発力，遠心力の三つの力を受けている．

例えば地面からの反発力（鉛直方向）と重力が釣り合い，地面からの反発力（水平方向）と遠心力がちょうどつりあっていたとする．選手に固定された座標系から選手を見ると，選手の体は静止して見える．このとき，選手は遠心力に負けないように曲線助走の回転中心方向に身体を傾けて，地面を蹴り出しているため静止しているように見えるのである．

逆に観客席から選手を見ると遠心力を考える必要がないので選手が身体を傾け曲線助走の回転中心に向かって蹴り出せば，身体もそれに合わせて回転の中心方向に移動して動いていく様子が観測できる．

加速する座標系から物体を見た場合と，静止する座標系から物体を見た場合で，物体に作用する力の考え方が異なる点に注意してほしい．

物体が半径  $r$  の円周上を速さ  $v$  で運動しているとき、物体が円周を 1 周するのにかかる時間を  $T$  とすると  $v = \frac{2\pi r}{T}$  であり、このとき単位時間あたりに半径が回転する角度を  $\omega$  とすると  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  となる。この  $\omega$  は角速度と呼ばれ、 $v = r\omega$  の式も成り立つ。

物体が等速円運動をしているときはその中心に向かって加速度  $a$  で近づいている。このとき微小時間  $\Delta t$  の間に物体は  $\omega\Delta t$  だけ回転する。ある時刻の速度を  $\vec{v}$ 、微小時間  $\Delta t$  後の速度を  $\vec{v}'$  とすると図 2.23 のようになる。

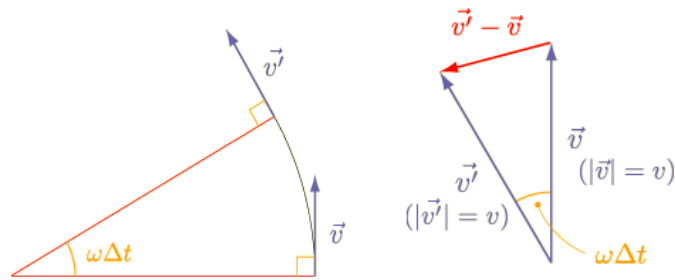


図 2.23: 遠心力の計算

ここで  $\Delta t$  が微小であることから

$$\Delta v = |\vec{v}' - \vec{v}| = v\omega\Delta t \quad (2.24)$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v\omega\Delta t}{\Delta t} = v\omega \quad (2.25)$$

となる。したがって円の中心に向かっていく加速度  $a$  は

$$a = v\omega = \frac{v^2}{r} \quad (2.26)$$

となることが分かる。

等速円運動とは円の中心に向かって加速する運動であり、式に示された通り回転半径が小さくなるほど、速度が大きくなるほど遠心力  $F = m\frac{v^2}{r}$  は大きくなる性質がある。

高跳び選手の曲線助走を考えた場合、選手とともにフィールド上を移動する座標系（つまり選手自身）から見れば、等速円運動をする選手は慣性力によって円の外側に押し出される力を受ける。これが遠心力と呼ばれている力の正体である。

## 2.7 曲率と曲率半径

曲線の一部に円を当てはめたとき、その円の半径を曲率半径、曲率半径の逆数を曲率という。走り高跳びの世界では助走の曲線軌道や、重心の上下方向の曲線軌道の曲がり具合を、「曲率半径」や「曲率」という言葉を使って説明されることが多い。

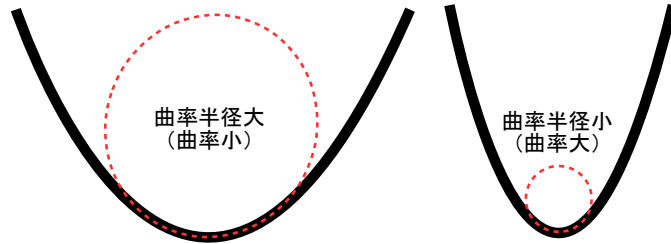


図 2.24: 曲率と曲率半径

例えば、踏み切り動作前後の重心の曲線軌道の曲率半径が大きい場合（曲率が小さい場合）、水平方向から鉛直方向への重心軌道の方向転換はスムーズに行われる。逆に曲率半径が小さい場合（曲率が大きい場合）、水平方向から鉛直方向への重心軌道の方向転換は難しくなり、速度が大きく減速したり、踏み切り脚に過剰な負荷がかかって踏み切りが潰れやすくなってしまふ。

## 2.8 動作分析に必要な基礎知識

- 物体の運動はニュートンとオイラーの運動方程式で決まる

### 関節モーメントについて

- 関節モーメントとは関節にかかる力のモーメントを表す
- 関節モーメントが正なら関節を底屈・伸展する方向に負なら背屈・屈曲する方向にモーメントがかかる
- 関節モーメントは地面からの反力と関節の位置，重量，重心位置，慣性モーメントなどの身体パラメータが分かれば計算できる
- 関節モーメントは脚が地面に着いているときは地面からの反力の影響が大きく脚が地面についてないときには慣性力の影響が大きい

### パワーについて

- パワーは関節モーメントに関節角速度をかけたものである
- パワーが正の場合は筋は求心性収縮を起こし，パワーが負の場合は筋は遠心性収縮を起こしている

助走や踏み切りの動作中に筋肉がどのような力を発揮しているか知ることには動作の理解を深めたり，トレーニング方法を考える上で大変有意義である．筋肉がどのような力を発揮しているか知するためには「関節モーメント」「パワー」を分析すればよい．こうした人の力の発揮形態を力学的に探究する学問分野はバイオメカニクスと呼ばれる．

ここでは主に関節モーメントやパワーなどを分析するバイオメカニクスの基礎知識について解説する．まず，関節モーメントとパワーを分析するために必要な力学の基礎知識について解説し，最後にその詳細な計算方法について説明する．関節モーメントやパワーの分析例は，踏み切り動作を解説する章で具体的な分析結果を取り上げて紹介する．



### 2.8.1 物体の運動を決める運動方程式

ここでは空間を運動する物体の運動方程式について説明する．少し応用的な内容であるため年少者の読者は読みとばしてほしい．

物体の位置を完全に指定するのに必要な最低限度の実数の数を「自由度」と呼ぶ．ある大きさを持った物体の3次元運動を記述するためには物体の位置情報3個と物体がどちらを向いているかという角度情報（姿勢情報）3個の計6個の自由度が必要になる．従って物体の運動を記述するためには6個の独立な方程式があればよい．それがニュートンとオイラーの運動方程式である [33]．

いま一つの座標系（慣性座標系） $\Sigma_U(O_U - X_U Y_U Z_U)$  が与えられたとし，この座標系から見た物体の運動量を  $\mathbf{P}$ ，物体の重心  $G$  回りの角運動量を  $\mathbf{L}$ ，物体に働く外力の合計値を  $\mathbf{F}^{(ex)}$ ，重心  $G$  に関する外力のモーメントを  $\mathbf{N}^{(ex)}$ ，質量を  $m$ ，重心  $G$  の位置ベクトルを  $\mathbf{R}$  とするとこれまでの議論の帰結として

$$\mathbf{F}^{(ex)} = m \frac{d^2 \mathbf{R}}{dt^2} \quad (2.27)$$

$$\mathbf{N}^{(ex)} = \frac{d\mathbf{L}}{dt} \quad (2.28)$$

が成り立ち，前者の式はニュートンの運動方程式として知られている．角運動量  $\mathbf{L}$  については物体の角速度ベクトルを  $\boldsymbol{\omega}$  とし，物体の任意の微小体積を  $dv$ ，その密度を  $\rho$ ， $G$  からの位置ベクトルを  $\mathbf{r}$  とすると，この微小体積の角運動量は  $\mathbf{r} \times \frac{d\mathbf{r}}{dt} \rho dv$  であり  $\frac{d\mathbf{r}}{dt} = \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}$  に注意して式をまとめると以下のようになる．( $\mathbf{I}_3$  は  $3 \times 3$  の単位行列である)

$$\mathbf{L} = \int_V \mathbf{r} \times (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}) \rho dv = \int_V (\mathbf{r}^T \mathbf{r} \mathbf{I}_3 - \mathbf{r} \mathbf{r}^T) \rho dv \boldsymbol{\omega} \quad (2.29)$$

ここで

$$\mathbf{I} = \int_V (\mathbf{r}^T \mathbf{r} \mathbf{I}_3 - \mathbf{r} \mathbf{r}^T) \rho dv \quad (2.30)$$

を定義すると  $\mathbf{L} = \mathbf{I} \boldsymbol{\omega}$  となる．

$\mathbf{I}$  は慣性テンソルと呼ばれる物理量で物体の回転のしやすさを表す．座標系  $\Sigma_U(O_U - X_U Y_U Z_U)$  に対する物体の姿勢は刻々と変化するため， $\mathbf{I}$  の成分は時刻とともに変化する．このため，計算はとても煩雑なものになってしまう．こうした問題を解決するため，通常は重心  $G$  に原点を持ち物体に固定した座標系で物体の運動を考えることが多い．

慣性テンソルは対称行列であり直交する3軸をうまく設定することで対角化することができる．こうした座標軸は慣性主軸と呼ばれる．典型的な形状の物体の慣性主軸に対する慣性テンソルの値は主慣性モーメントと呼ばれ，多くの力学の教書に掲載されている．人間の運動を力学的に扱う場合も，ほとんどの場合はこの主慣性モーメントが計算に利用される．

$\Sigma_U(O_U - X_U Y_U Z_U)$  座標系での運動を慣性主軸を持つ座標系  $\Sigma_B(O_B - X_B Y_B Z_B)$  の座標に移す回転行列  ${}^B\mathbf{R}_U$  を利用すれば、物体に固定された慣性主軸となる座標系  $\Sigma_B(O_B - X_B Y_B Z_B)$  での運動方程式を考えることができる。このとき、以下の式が成り立つ。これがオイラーの運動方程式である。

$${}^B\mathbf{I} \frac{d{}^B\boldsymbol{\omega}}{dt} + {}^B\boldsymbol{\omega} \times ({}^B\mathbf{I} {}^B\boldsymbol{\omega}) = {}^B\mathbf{N}^{(ex)} \quad (2.31)$$

ここで同一平面内の回転運動では  ${}^B\boldsymbol{\omega} \times ({}^B\mathbf{I} {}^B\boldsymbol{\omega}) = 0$  となることに注意して同一平面内の回転運動を考えれば

$${}^B\mathbf{I} \frac{d{}^B\boldsymbol{\omega}}{dt} = {}^B\mathbf{N}^{(ex)} \quad (2.32)$$

となり、シンプルな方程式を考えればよいことが分かる。

ただし  $\Sigma_U(O_U - X_U Y_U Z_U)$  座標系における  $\mathbf{L}$ ,  $\mathbf{N}^{(ex)}$ ,  $\mathbf{I}$ ,  $\boldsymbol{\omega}$  を  $\Sigma_B(O_B - X_B Y_B Z_B)$  で表したものを  ${}^B\mathbf{L}$ ,  ${}^B\mathbf{N}^{(ex)}$ ,  ${}^B\mathbf{I}$ ,  ${}^B\boldsymbol{\omega}$  とすると、 ${}^U\mathbf{R}_B$  を  $\Sigma_B(O_B - X_B Y_B Z_B)$  の座標を  $\Sigma_U(O_U - X_U Y_U Z_U)$  の座標に移す回転行列として考えて

$$\mathbf{L} = {}^U\mathbf{R}_B {}^B\mathbf{L} \quad (2.33)$$

$$\mathbf{N}^{(ex)} = {}^U\mathbf{R}_B {}^B\mathbf{N}^{(ex)} \quad (2.34)$$

$$\mathbf{I} = {}^U\mathbf{R}_B {}^B\mathbf{I} ({}^U\mathbf{R}_B)^T \quad (2.35)$$

$$\boldsymbol{\omega} = {}^U\mathbf{R}_B {}^B\boldsymbol{\omega} \quad (2.36)$$

と表現することができる。

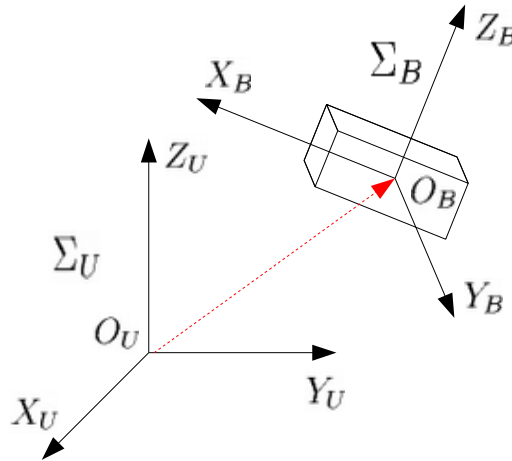


図 2.25: 基準座標系  $\Sigma_U(O_U - X_U Y_U Z_U)$  と物体の慣性主軸を持つ座標系  $\Sigma_B(O_B - X_B Y_B Z_B)$

## 2.8.2 偶力とモーメント 作用・反作用の考え方

ここでは偶力とモーメントと作用・反作用の考え方について説明する。逆方向に作用する大きさの等しい力を偶力と呼ぶ。また、その間の距離  $a$  をアーム長と呼ぶ。図 2.26 において任意の点  $O$  について 2 つの偶力  $P$  のモーメント  $M$  を計算すると点  $O$  の位置によらずその値は

$$M = P \cdot OD - P \cdot OC = P \cdot (OD - OC) = Pa \quad (2.37)$$

となり、偶力のモーメントは、原点の位置によらず  $Pa$  の大きさだけで決まることが分かる。つまり同一平面内に作用する偶力の大きさは原点の位置と無関係になる。また、偶力は並進運動に作用せず回転運動のみに作用し、モーメントの代数和がゼロであれば釣り合い状態となる。

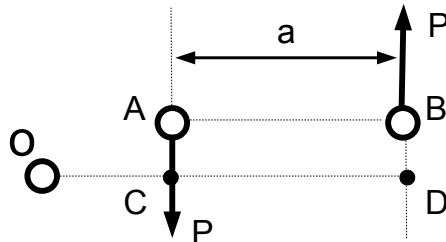


図 2.26: 任意の原点回りの偶力

次に図 2.27(a) の点  $A$  に作用する力  $P$  を考える。この力は (c) 図のように点  $B$  に作用する力  $P$  と偶力モーメント  $M = Pa$  に置換して考えることができる。これは (b) 図のように点  $B$  に逆方向で釣り合い打ち消し合う力が存在すると仮定して、偶力と力の作用に分解して考えられることで理解できる。これは、ある点に作用する一つの力の効果は別の点に作用する一つの力とモーメントに置き換えられることを意味している。

こうした考え方は関節に働く力のモーメントを考える場合も同様に適用が可能である。また、力のモーメントは関節点回りの回転矢印で表現されることが多い。

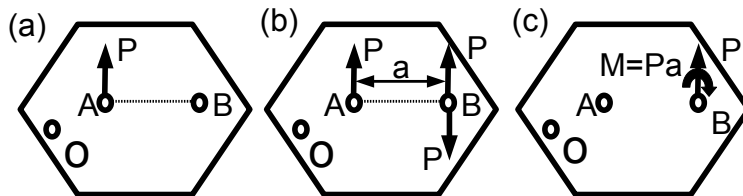


図 2.27: 力の分解

### 2.8.3 関節軸回りのモーメントの作用・反作用の考え方

図 2.28 に示すように筋力によって発生する関節の左右のモーメント  $\tau_j, \tau_i$  について考える。

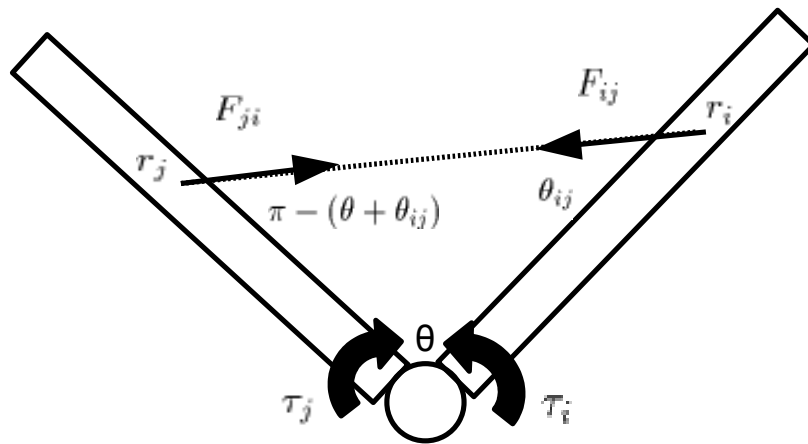


図 2.28: 関節モーメントの作用反作用

関節角度を  $\theta$ ,  $i$  番目の質点  $r_i$  と  $j$  番目の質点  $r_j$  の為す角度を  $\theta_{ij}$ ,  $F_{ij}$  を  $j$  番目の質点が  $i$  番目の質点に及ぼす力 (内力) として考える。関節の左右のモーメント  $\tau_j, \tau_i$  は以下のように計算される。

$$\tau_j = \sum_j \sum_i F_{ji} \sin\{\pi - (\theta + \theta_{ij})\} r_j \quad (2.38)$$

$$\tau_i = \sum_j \sum_i -F_{ij} \sin \theta_{ij} r_i \quad (2.39)$$

ここで作用・反作用の法則より  $F_{ji} = -F_{ij}$  であることと、余弦定理より

$$\frac{r_i}{\sin\{\pi - (\theta + \theta_{ij})\}} = \frac{r_j}{\sin \theta_{ij}} \quad (2.40)$$

であることに注意すると  $\tau_j = \tau_i$  となり、筋力によって発生する関節の左右のモーメント  $\tau_j, \tau_i$  は、作用・反作用の力によって、常に同じ大きさで逆方向となることが分かる。

## 2.8.4 関節モーメントとパワーの分析

ここまで解説してきた力学の基礎知識を用いれば関節に働く関節モーメントやパワーを計算することができる。

関節モーメントとは筋張力によって発生する、腕や脚などの関節軸回りのモーメントのことである。通常、関節が底屈・伸展する方向を関節モーメントの正、背屈・屈曲する方向を関節モーメントの負方向として扱うことが多い。

筋肉が求心性収縮（短縮性収縮）を起こしているか遠心性収縮（伸長性収縮）を起こしているか調べるためには通常、筋が発生するパワーを求める。

パワー  $P$  は関節モーメント  $M$ 、関節の角速度  $\omega$  のかけ算となる。パワーが正の場合は筋は求心性収縮を起こしており、パワーが負の場合は筋は遠心性収縮を起こしている。また、パワーは「速度と力の積」で表される物理量になっているため選手にとって直感的で理解しやすい（計測結果と感覚が一致しやすい）。

$$P = M\omega \quad (2.41)$$

運動中の関節モーメントやパワーは「地面からの反力（床反力）」「各関節の位置」「身体パラメータ（各セグメントの重心位置や慣性モーメント）」の三つの情報を測定することができれば計算することができる。

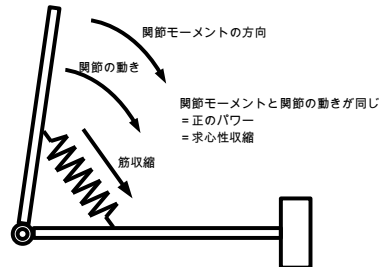


図 2.29: パワーと筋収縮の関係（求心性収縮）

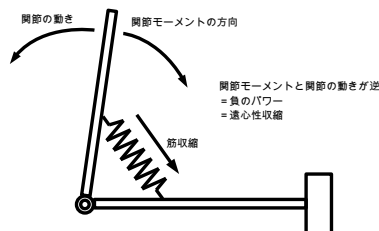


図 2.30: パワーと筋収縮の関係（遠心性収縮）

これまでも多くのバイオメカニクス研究において、地面からの反力を床反力計、各関節の位置をモーションキャプチャ、身体パラメータは過去の解剖学的知見を利用して、運動中に発生する関節モーメントとパワーが調べられてきた。

運動中の関節モーメントやパワーを求める手段としては、身体を複数のセグメントに分解し関節軸でリンク状に連結したリンク・セグメント・モデルがよく利用される。

例えば筋張力による関節モーメントは以下のようにして求めることができる [34]。まず、足関節を回転中心として足部に加わる力のモーメントを考える。足部に加わる力は地面からの反力  $F$ 、足部の重力  $M_1g$ 、下腿部が足関節を通じて足部を押す力（関節間力） $F_3$ 、底屈筋の筋張力  $F_1$ 、背屈筋の筋張力  $F_2$  である。また、足部が加速度を持つことによる慣性力  $M_1a$  などが加わる。

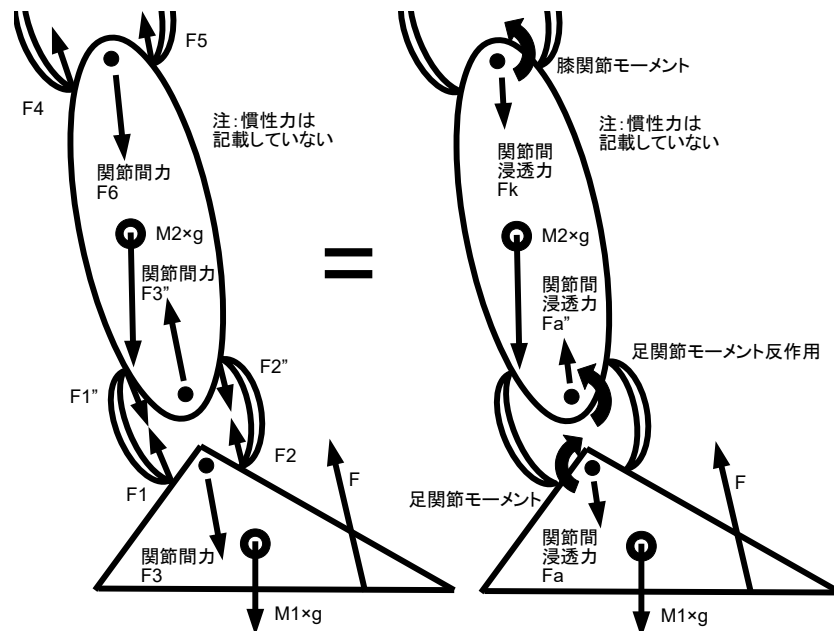


図 2.31: 関節にかかる力と関節モーメント

足部の慣性モーメントを  $I_1$ 、角加速度を  $\beta_1$  とすると  $I_1\beta_1$  は、地面からの反力  $F$  による力のモーメント、重力  $M_1g$  による力のモーメント、慣性力  $M_1a$  による力のモーメント、底屈筋の筋張力  $F_1$  による力のモーメント、背屈筋の筋張力  $F_2$  による力のモーメントの和で表される。

$I_1\beta_1$  は既に文献によって調べられた  $I_1$  の値や運動計測（モーションキャプチャなど）によって得られる  $\beta_1$  の値から計算できる。関節間力  $F_3$  は足関節中心を通るため、力のモーメントの影響を考慮する必要はない。地面からの反力・重力・慣性力は運動計測（モーションキャプチャなど）や地面からの反

力の計測値，身体重量  $M_1$ （文献値から体重比で推定することが多い）などから計算できる．以上の方法で底屈筋と背屈筋によって発生する足関節モーメントを計算することができる．

足関節モーメントが計算されれば膝関節モーメントも計算することができる [34]．膝関節を回転中心として下腿部に加わる力のモーメントを考えると下腿部に加わる力は足部と同様に重力，慣性力の他に足部が下腿部を押す関節間力  $F_3''$ （関節間力  $F_3$  の反力），足関節の底屈筋と背屈筋の筋張力の反力  $F_1''$  と  $F_2''$ ，大腿部からの関節間力  $F_6$ ，膝の伸展筋の筋張力  $F_5$ ，屈曲筋の筋張力  $F_4$  である．

これらの力によるモーメントの式を整理していくと，足部から下腿部に加わる力  $F_1''$ ， $F_2''$ ， $F_3''$  による力のモーメントは，足関節モーメントの反作用による力のモーメントと， $F_1''$ ， $F_2''$ ， $F_3''$  を合成した力 ( $F_a''$ ) による力のモーメントにまとめることができる．この小さな力  $F_a''$  は体節間浸透力と呼ばれ，足部の身体パラメータと加速度，地面からの反力から計算することができる．

このように考えれば足関節の場合と同様に，下腿部の慣性モーメントを  $I_2$ ，角加速度を  $\beta_2$  とすると， $I_2\beta_2$  と下腿部に作用する力のモーメントの総和が等しくなることから膝の伸展筋の筋張力  $F_5$ ，屈曲筋の筋張力  $F_4$  による膝関節モーメントの総和を計算することができる．

ここまで解説してきた関節モーメントの計算方法は、各体節の動き（角加速度）は体節に加わる力のモーメントの総和によって決まることを利用して計算している。

従って運動計測によって体節の動きを計測し、重力、慣性力、隣接する体節から受ける力、地面からの反力などの外力、などの影響を除いていくと純粋な筋張力による関節モーメントを計算することができる。

実際の計算の流れは図 2.32 に示すような流れとなり地面からの反力と関節位置の計測、身体パラメータが分かれば関節モーメントを計算することができる。ただし図中の角度とは鉛直方向に対する角度である点に注意が必要である。関節モーメントは末梢部位から順次計算していき、足関節モーメントから順番に上位の関節モーメントを計算していく。

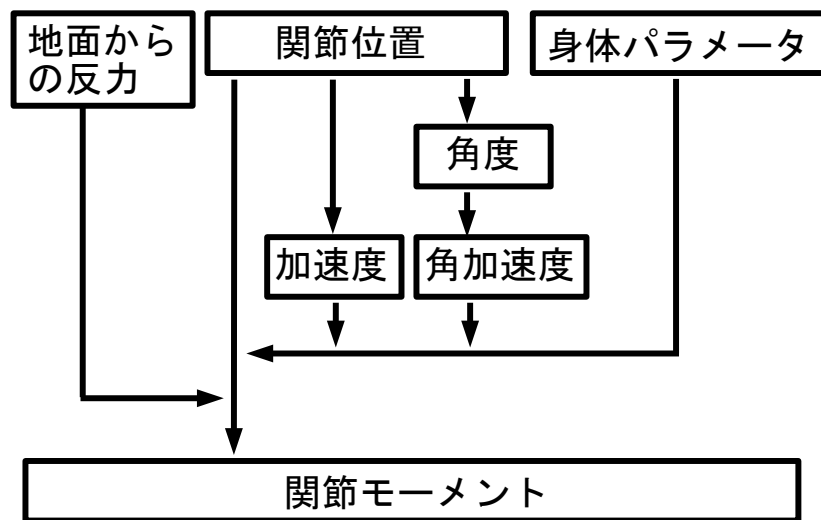


図 2.32: 関節モーメント計算の流れ [34]



地面に足が接地している通常の歩行動作やランニング動作においては、地面からの反力によるモーメントが関節モーメントに与える影響が大きいことが知られている [34].

例えば歩行中の足関節においては、地面からの反力ベクトルが足関節の前方を通る場合には、足関節まわりの地面からの反力によるモーメントは足関節を背屈させる方向に働く。このとき人間は足関節を底屈させる方向に力を入れて関節モーメントを発生させる。

膝関節まわりでも同様に、地面からの反力ベクトルが膝の後方を通る場合は、地面からの反力によるモーメントは膝関節を屈曲させる方向に働く。このとき人間は膝関節を伸展させる方向に力を入れて関節モーメントを発生させる。股関節についても同様に考えることができる。

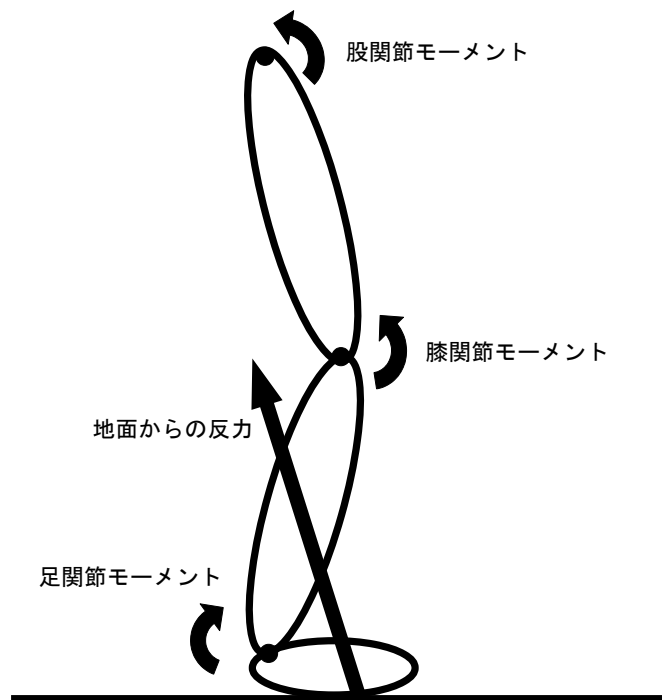


図 2.33: 立脚中の地面からの反力モーメントと関節モーメント

このように地面からの反力が関節に対してどの位置に働いているか考えることはスポーツ選手にとって極めて重要である。地面からの反力の方向が関節軸から離れるほど、力が強くなるほど関節にかかる負荷は大きくなる。例えば踏み切り動作で地面からの反力の方向が関節軸から大きく離れた方向を向いていれば関節負荷が高くなり、踏み切り動作で潰れたり、関節を怪我したりする原因になる。

経験的には踏み切り動作で間延びして、接地ポイントが腰に対して前に出過ぎれば、踏み切り動作で膝関節にかかる負荷が高くなり潰れた踏み切りになることが多い。

一方でランニング動作において地面から脚が浮いているときには地面からの反力は存在せず、慣性力の影響が大きくなる。慣性力は身体各部の加速度に比例して大きくなるため、動きの速い走行中の遊脚期には大きな慣性力が関節に負荷を与える。

関節モーメントの計算式は地面に脚が着いていても離れていても共通であるが、高跳びをやっている場合は、地面に脚が着いていれば地面からの反力の影響が大きく、離れていれば慣性力の影響が大きいと単純に考えればよいだろう。

また、関節モーメントが分かれば、関節の角速度からパワーが計算でき、パワーが計算できれば筋肉が求心性収縮（短縮性収縮）を起こしているのか遠心性収縮（伸長性収縮）を起こしているのかを知ることができる。競技動作中の筋肉の収縮形態を詳細に調べれば、競技動作に効果の大きいトレーニング方法の考案や、怪我を予防するための動作修正、競技力を高めるシューズやウェアの設計などが可能となる。

今では関節モーメント分析用の計測器やソフトウェアが数多く市販されており、様々なスポーツ動作の筋負荷が詳細に分析されている。著者である私の場合も筋骨格シミュレータ（*AnyBody* や *SIMM* などが有名）などのソフトウェアを用いて動作解析を行ってきた技術者の一人である。日本では臨床歩行研究会がこの分野の研究をリードしており、今も日進月歩で研究が進んでいる。

## 助走

第3章では「速く走ること」「重心を低くすること」「重心の高さを一定に保つこと」の3点を中心に、高跳びの助走に要求される基本的な技術を分かりやすく説明する。

助走は「高く跳ぶための踏み切り姿勢に自然につながる」ために行われる。そして高く跳べる踏み切り姿勢に繋げるためには、助走中に重心の高さを低く一定に保ち、できるだけ速く走ることが基本となる。

ただし、ただ単純に重心を低くして速く走れば良いというわけではない。選手がリラックスして助走ができて「踏み切り動作に集中できる」ことも重要だ。

重心を低く一定の高さに保ち、できるだけ速い助走を行うという基本はどの選手も同じであるが、助走には数多くのバリエーションが存在する。

助走の歩数、横の長さとの縦の長さの比率、直線助走と曲線助走の比率、ストライドやリズムの取り方、走る姿勢、接地方法、助走の軌道、補助助走の取り方、など助走の構成要素は数多くあり、選手によってその方法は驚くほど違っている。最も個人差の大きな技術要素であると言ってもよいだろう。

助走は練習中に得たアイデアやインスピレーションによって組み合てられていくものであり、選手を持つ跳躍思想、跳躍構成が色濃く反映されるものだと思う。

強い選手ほど数多くのアイデアを持っているし、そのアイデアの組み合わせの中から自分に合った助走を作っていくのがうまい。風が強いとき、寒いとき、故障しているとき、その日の調子の浮き沈みなど、様々なシーンで臨機応変に様々な助走を作ることができる。それは跳躍センスの良さであるし、ある種の芸術的センスであるとも言える。

選手は本章の内容を参考にして、自分に合った助走とは何か、どのように助走を作っていくべきかを考えてほしい。

### 3.1 助走のポイント

助走のポイントは以下の通り

- 助走の最終局面で十分な助走速度を確保できるように速く走る
- 踏み切り前の曲線助走部分では重心を下げる
- 踏み切り前はなるべく重心の軌道の高さを一定に保つように走る

助走は千差万別であり、最も選手の個性が繁栄される技術である。

助走歩数については9歩～15歩程度の選手が多いが、それよりも短い助走の選手もいれば、長い助走の選手もいる。誤解されがちだが、助走が短くても高く跳ぶことのできる選手は大勢いる。

助走の開始についてもセットスタートで始める選手もいれば2、3歩歩いてから助走を始める選手、スキップしながら助走を始める選手もいる。

助走速度も最初はゆったりと走って後半に極端に加速する選手や、助走全体を通してそれほど助走速度の変わらない選手、短い助走で極端に加速しながら踏み切り動作まで繋げる選手など様々である。

助走方法は選手によって様々だが、高く跳ぶ選手にはいくつかの共通の特徴が見られる。それが上にポイントとして挙げた3点の項目である。ここではこの3点について、その重要性をデータで示し、こうした技術が高く跳ぶために必要になる理由について詳述する。

### 3.1.1 助走速度と重心高

速い助走から踏み切り動作を行えば地面に大きな力を伝えることができる。踏み切り動作では脚部の関節（足関節，膝関節，股関節）を屈曲させようとする外力に対して，関節を伸展させる筋肉が引き伸ばされながら伸張性収縮を行うことによって踏み切り動作に必要な大きな力が生み出されている。このとき重心が適切な速度で移動しなければ踏み切り動作は潰れてしまう。

踏み切り動作では水平方向の速度エネルギーがジャンプ動作で位置エネルギーに変換される。このため，図 3.1 に示すように単純に考えれば助走速度が速ければ速いほど高く跳ぶのに有利になる。

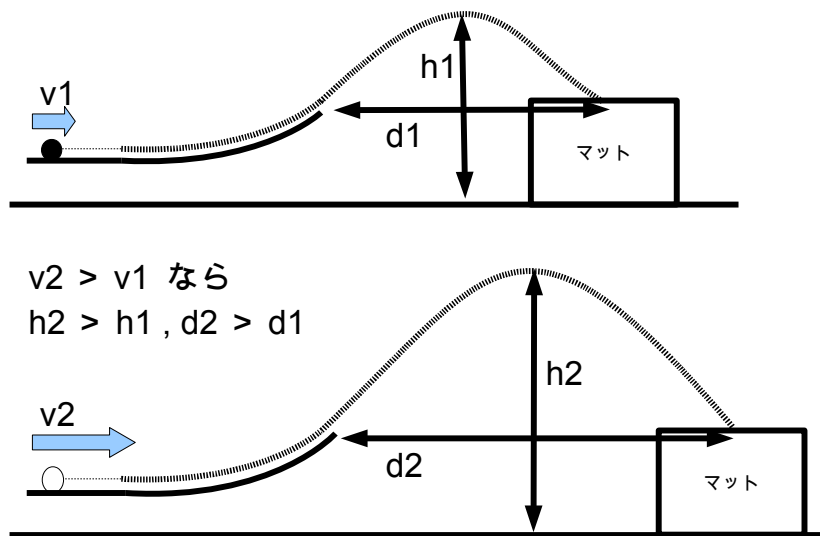


図 3.1: 助走速度と跳躍高

また、高く跳ぶためには大きな力を長く地面に伝え、地面に伝える力積（力×時間）が大きくなるような踏み切り動作を行う必要がある。このため、重心を低くして、できるだけ大きな鉛直方向の移動幅を踏み切り動作中に得る必要がある。

図 3.2 に示すようにこの鉛直方向の移動幅が小さければ速度エネルギーは位置エネルギーにあまり変換されずに幅跳びのような跳躍になる。逆に移動幅が大きければ速度エネルギーが位置エネルギーに変換される割合が高まり高跳びのように高さを生む跳躍となる。同じ助走速度であれば重心を低くした方が跳躍には有利に働く場合が多い。

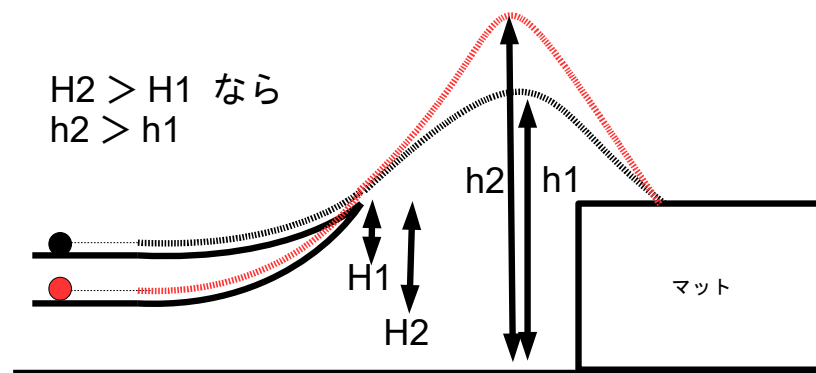


図 3.2: 重心の鉛直方向の移動幅と跳躍高

高跳びの助走では重心をできるだけ下げ、助走速度を速くして踏み切り動作を行えば跳躍に有利に働くことは多くの選手が経験的に知っていることだろう。

ここでは、こうした事実を裏付けるデータを紹介し、助走において「速く助走すること」「重心を低くすること」の重要性を再確認する。

紹介するデータは *USATF, NCAA Championships, US Olympic Trials, World Indoor Championships* に参加した選手を画像分析して得られたものである [35]。

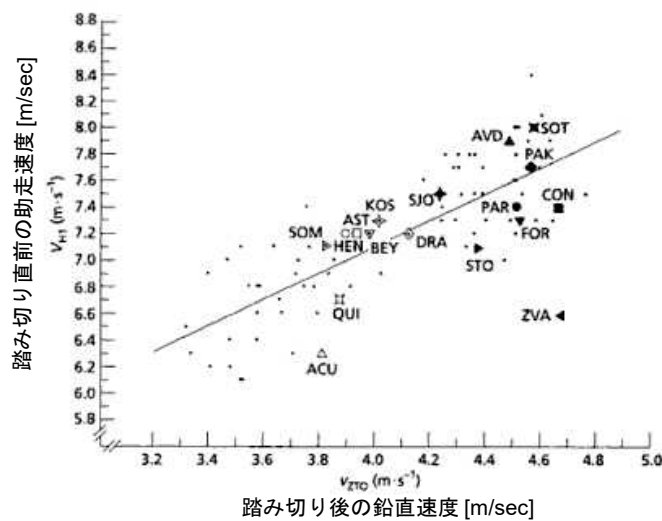


図 3.3: 助走速度と踏み切り後の鉛直速度の関係 [35]

まず、助走速度と跳躍の高さとの関係を示すデータを図 3.3 に示す。図 3.3 から速い助走の選手ほど踏み切り直後の鉛直方向の速度が大きい（つまり高く跳べる）ことが分かる。つまり、高く跳ぶためには助走速度を速くすることが重要な要素であると考えることができる。

図 3.3 に引いた線は助走速度と踏み切り直後の鉛直方向の速度の関係を示す回帰直線である。このラインよりも下にいる選手は、跳んでいる高さが高いにも関わらずあまり助走速度が速くない選手である。逆にラインより上にいる選手は、助走速度が速いにも関わらずあまり高く跳べていない選手ということになる。

選手は実際の競技会では、過剰なスピードを出せば踏み切り動作ですぐ潰れてしまうため、自分が攻められる最大の助走速度より常に少し遅い助走スピードで走る傾向がある。特に初心者はこの傾向が強いため、必要以上にスピードを抑えた助走になっていないか注意しながら跳躍してほしい。

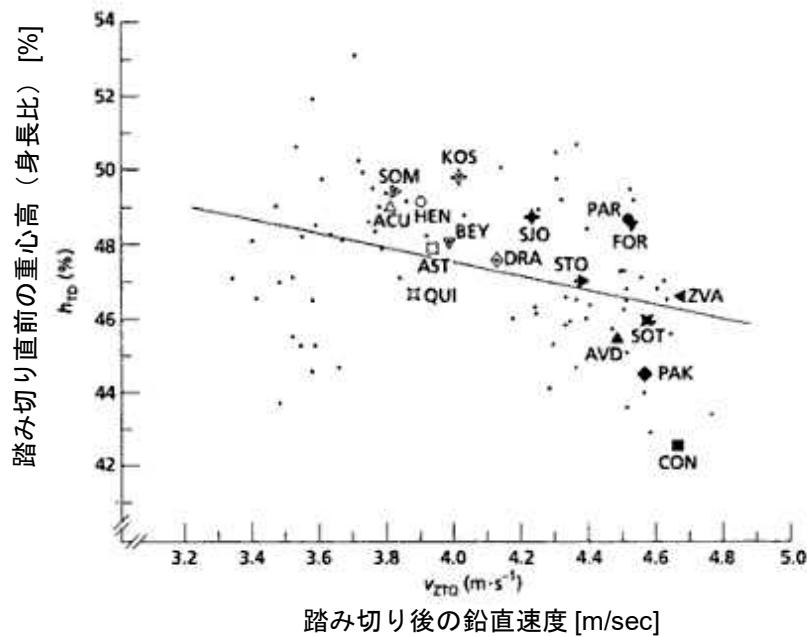


図 3.4: 踏み切り直前の重心高と踏み切り後の鉛直速度の関係 [35]

次に、踏み切り動作直前の重心高と跳躍の高さとの関係を示すデータを図 3.4 に示す。図 3.4 から踏み切り前の重心高の低い選手ほど踏み切り直後の鉛直方向の速度が大きい（つまり高く跳べる）ことが分かる。大きな鉛直速度を得ることに成功している選手は踏み切りの瞬間の重心高が低い。

実際は、重心高と助走速度はトレードオフの関係にあり、重心の低い助走をすればするほど、速度の速い助走をするのは難しくなる。助走速度の低下を抑えて重心を低く下げするためには、曲線走り身体を内側に傾ける「内傾動作」と呼ばれる助走テクニックを用いる。



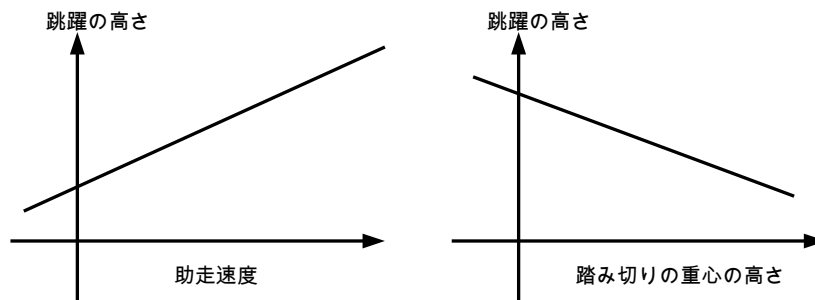


図 3.5: 助走は速く・低くが高く跳ぶためのコツ

ここまでの議論で「速く助走すること」「重心を下げて助走すること」の重要性を説明してきた。ここで注意が必要なのは「選手は助走の最終局面ではリラックスして踏み切り動作に集中しなければならない」ということである。単純に速い助走をすればよいというわけではない。一般的には自分の最高速度の8割程度のスピードが良いとされている。

特に大切なのは踏み切り動作で助走スピードが低下しすぎないことである。初心者が多いことだが踏み切り動作に意識がいくあまり助走の終盤で極端に助走スピードが低下する選手をよく見かける。これは明らかに跳躍にとってマイナス要素として働く。途中どんなに速く助走しても踏み切り動作前に速度が低下してしまっは意味がない。

助走終盤でスピードを落とさないためにも「リズム」を意識した踏み切り動作を行う必要がある（これは有用な手段である）。「ターン・タ・タン（踏み切り）」や「タ・タ・タ・タ・タン（踏み切り）」など、踏み切り動作で速度を落とさないように「助走のテンポを上げていく」リズムを意識して跳躍練習を行うとよい。

参考までに一流選手の助走を分析した別の結果を図 3.6 に示す [36]。ここで  $V_v$  は鉛直方向の速度を表し、 $V_h$  は水平方向の速度 ( $m/s$ ) を表す。TD は地面に足が接地した瞬間を示し、TO は足が地面から離れる瞬間を表す。angle は跳躍角 (deg) を表す。跳躍角とは、踏み切り足が地面から離れた瞬間の身体重心 (COM) の飛び出し角度 (deg) のことであり、この角度が大きいほど垂直な飛び出しになる。Δ は単純に  $V_hTD$  と  $V_hTO$  の差分 (引き算) の値を表す。

| Name               | Vh TD | Vh TO | ΔVh  | Vv TD | Vv TO | angle |
|--------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Yuriy Krymarenko   | 7.99  | 4.35  | 3.64 | -0.45 | 4.61  | 51.68 |
| Victor Moya        | 7.36  | 3.75  | 3.61 | -0.34 | 4.39  | 50.55 |
| Yaroslav Rybakov   | 7.59  | 4.31  | 3.28 | -0.45 | 4.18  | 51.87 |
| Mark Boswell       | 7.87  | 4.42  | 3.45 | -0.20 | 4.32  | 51.37 |
| Jaroslav Baba      | 7.28  | 3.27  | 4.01 | -0.36 | 4.25  | 46.67 |
| Nicola Ciotti      | 8.03  | 4.35  | 3.68 | -0.48 | 4.40  | 50.07 |
| Stefan Holm        | 8.11  | 4.73  | 3.38 | -0.07 | 4.51  | 53.18 |
| Vyacheslav Voronin | 7.31  | 3.75  | 3.56 | -0.20 | 4.23  | 49.92 |
| Dracutin Topic     | 8.29  | 4.83  | 3.46 | -0.64 | 4.36  | 51.54 |
| Kyrikos Iannou     | 7.67  | 4.83  | 2.84 | -0.17 | 4.26  | 56.34 |
| Oskari Frösen      | 7.55  | 3.96  | 3.59 | -0.24 | 4.12  | 48.91 |
| Matt Hemingway     | 8.10  | 4.62  | 3.48 | -0.40 | 4.18  | 50.23 |
| Andriy Sokolovskyy | 7.99  | 4.83  | 3.16 | -0.32 | 4.06  | 52.10 |
| average            | 7.78  | 4.31  | 3.47 | -0.33 | 4.30  | 51.11 |
| standard deviation | 0.34  | 0.49  | 0.28 | 0.16  | 0.15  | 2.27  |

図 3.6: 一流選手の助走スピード [36]

表からも分かるように踏み切り時の助走速度の平均は  $7.78(m/s)$  と非常に速い。これは  $100m$  走のタイムに換算すると  $12.85$  という速度である。一流選手は個人差こそあれ、ある程度速い助走で踏み切りに入っているという「事実」は重要である。跳躍練習では踏み切りで潰れることを抑えるために、つつい助走スピードを落として跳躍練習をしてしまうものだが、高く跳ぶためには助走スピードが必要であるという事実を常に意識して練習してほしい。

### 3.1.2 助走速度と重心高の目安

図 3.3 や図 3.4 のグラフから選手の目標記録に応じた適切な助走速度や踏み切り前の重心高を推定することもできる。

選手の目標記録に対する適切な助走速度，踏み切り時の重心高を知りたい場合はまず，目標とする跳びたい高さから  $V_{zt0}(m/sec)$  を算出する．踏み切り動作の離陸直後の重心高を  $H_s(m)$  として，目標とする記録の高さを  $H_p(m)$  とすると  $V_{zt0} = \sqrt{2g(H_p - H_s)}$  で  $V_{zt0}$  が算出できる。

ここで  $H_s(m)$  は選手の身長から大凡の値を算出する．図 3.7 から分かるように，離陸時の重心高はいずれの選手も身長の 70% 程度になっている．図 3.7 の  $H1$  は踏み切り足が接地した瞬間の重心高， $H2$  は踏み切り足が離陸した瞬間の重心高， $H3$  は重心の最高到達点を表している ( $H1$  と  $H2$  は身長に対する割合を示している)．

| Name               | H1 (m) | H2 (m) | H3 (m) | Result (m) | H1%   | H2%   | H3%  |
|--------------------|--------|--------|--------|------------|-------|-------|------|
| Yuriy Krymareenko  | 0.88   | 1.32   | 2.40   | 2.32       | 47.51 | 71.08 | 2.40 |
| Victor Moya        | 0.85   | 1.40   | 2.38   | 2.29       | 43.52 | 71.22 | 2.38 |
| Yaroslav Rybakov   | 0.99   | 1.43   | 2.32   | 2.29       | 50.56 | 72.96 | 2.32 |
| Mark Boswell       | 0.88   | 1.36   | 2.31   | 2.29       | 46.46 | 72.06 | 2.31 |
| Jaroslav Baba      | 0.93   | 1.41   | 2.33   | 2.29       | 47.40 | 71.79 | 2.33 |
| Nicola Ciotti      | 0.86   | 1.34   | 2.33   | 2.29       | 45.83 | 71.76 | 2.33 |
| Stefan Holm        | 0.87   | 1.28   | 2.32   | 2.29       | 48.07 | 70.72 | 2.32 |
| Vyacheslav Voronin | 0.89   | 1.39   | 2.30   | 2.29       | 46.95 | 72.89 | 2.30 |
| Dracutin Topic     | 0.99   | 1.34   | 2.31   | 2.25       | 50.30 | 67.92 | 2.31 |
| Kyrillos Iannou    | 0.98   | 1.36   | 2.29   | 2.25       | 50.67 | 70.47 | 2.29 |
| Oskari Frösen      | 0.97   | 1.42   | 2.29   | 2.20       | 50.05 | 73.40 | 2.29 |
| Matt Hemingway     | 0.97   | 1.43   | 2.32   | 2.20       | 49.19 | 72.37 | 2.32 |
| Andriy Sokolovskyy | 0.97   | 1.40   | 2.24   | 2.20       | 49.44 | 71.33 | 2.24 |
| average            | 0.93   | 1.37   | 2.32   | 2.27       | 48.15 | 71.54 | 2.32 |
| standard deviation | 0.05   | 0.05   | 0.04   | 0.04       | 2.15  | 1.41  | 0.04 |

図 3.7: 踏み切り前後の重心高 [36]

例えば，身長  $180cm$  の選手の目標記録を  $220$  と設定すると， $H_s = 1.26m$ ， $H_p = 2.20m$  となり  $V_{zt0}$  の目標値は  $V_{zt0} = 4.3m/s$  となる．次に  $V_{zt0}$  の目標値から図 3.3 を参考に適切な助走速度が  $7.4m/s$ ，踏み切り時の重心高が身長  $46.5\%$  つまり  $0.84m$  と推定することができる。

もし選手の助走が図 3.3 に示されたラインより上側にあると考えられる場合は，選手に更に助走スピードを上げる指示を行えばよい．また図 3.4 のラインより上側にあるようであれば選手にさらに重心を低くした助走を指示すれば良い．ただし急激な助走速度や重心の高さの変更は選手の怪我につながるので，指導する際には少しずつ助走を改善するように指導することが好ましい。

選手の助走速度や重心高の計測方法に関しては別章で詳しく説明を行う。

### 3.1.3 一流選手の助走中の重心軌道

踏み切り得られる力積の大きさが決まっているのであれば、踏み切り足が接地したときの鉛直下向きの速度はできるだけ小さいほうが跳躍に有利と考えられる。

助走中の人間の重心は空中で高さがピークになり、鉛直方向の速度が0となって着地に向けて速度は下げっていく。つまり、図 3.8 に示すように、助走中の対空時間が長ければ長いほど、接地時の鉛直下向きの速度が大きくなる。このため、地面から得られる踏み切りの力が同じであれば、できるだけストライドが短く対空時間の短い曲線助走を行い、重心軌道を一定に保つように動かしながら踏み切り動作を行ったほうが有利になる。

ここでは、こうした事実を裏付けるデータを紹介し、「踏み切り前は重心の高さを一定に保ちながら助走する」ことの重要性を再認識してもらう。紹介するデータは *Biomechanical Analysis of High Jump* より踏み切り直前の体の重心の軌道を調べたものである [36]。

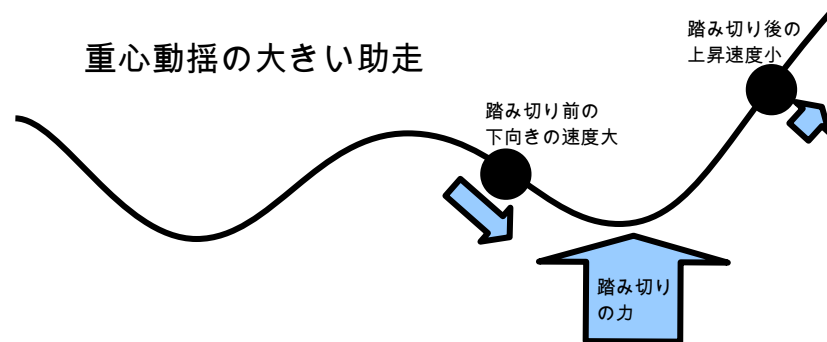


図 3.8: 助走の重心動揺と跳躍の関係（重心動揺大）

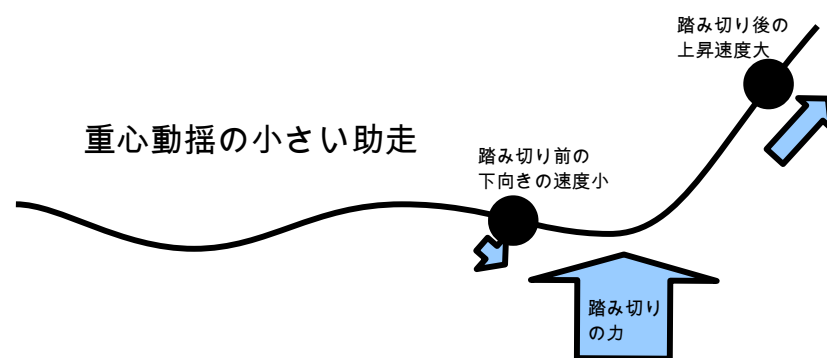


図 3.9: 助走の重心動揺と跳躍の関係（重心動揺小）

図 3.10 は 1991 と 1997 年の世界陸上の時に収集された踏み切り動作前後の重心高を計測したデータである。TD は地面に足が設置した瞬間，TO は地面から脚が離れる瞬間をそれぞれ示している。また，グラフの縦軸は重心の高さ (m)，横軸は踏み切り足の TO を基準とした経過時間 (sec) を表している。

図 3.10 見れば分かるように一流選手は踏み切り動作の前に重心の軌道がある程度一定の高さにコントロールしながら助走を行い，重心が滑らかな曲線を描きながら上昇していることが分かる。

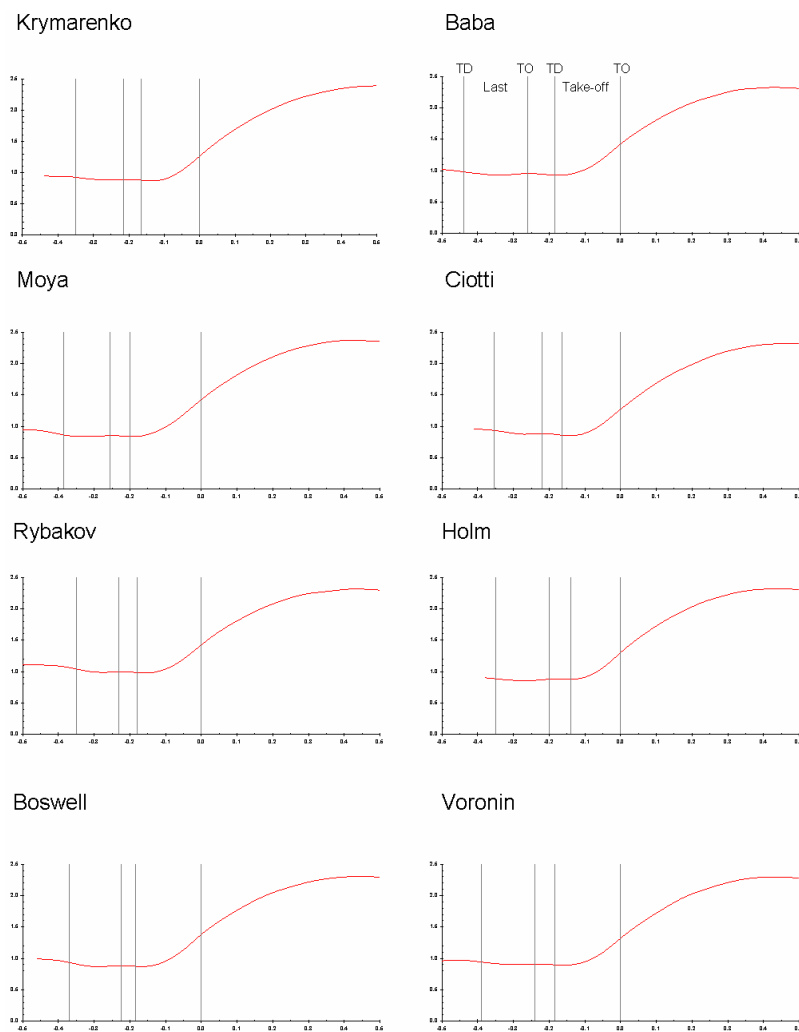


図 3.10: 踏み切り前の重心の軌道 [36]

こうした「低く滑らかな」重心軌道を作り出すためには内傾動作、後傾動作などの技術が利用される。助走の曲線軌道、ストライド長、リズムの取り方には個人差に応じていくつか選択肢があるが、踏み切り前の重心軌道は速く、低く、一定の高さに保たれていることが好ましい。

日本においてはこうした速く、低く、一定の高さの重心軌道を作り出すために、曲線助走部分で内傾動作を行う指導が広まっている。これは、曲線を走ることによって体を自然と内傾させ助走速度を落とさずに身体重心を下げ、安定した助走で踏み切り動作に移行できるというメリットがあるためである。

重心を下げるタイミングであるが、一般的な助走では踏み切り動作の一步手前で最も重心が低くなり、体の内傾角は踏み切りの2歩手前で最大になるといわれている [4]。

重心を下げるだけであれば、内傾動作の他にも図 3.11 のようにやや直線的な助走を行い踏み切り一步手前で足を曲線の外側に外して接地し、重心を下げるという助走方法もある。著者である私も中学時代はこの方法で重心のコントロールを行っていた。

ただし、この方法は助走の最終局面で助走スピードが低下することや、重心の高さを一定に保ちにくいなどのデメリットがある。その一方で踏み切りのタイミングが取りやすいなどのメリットもあり、跳躍が不安定な年少の競技者にとっては踏み切りのタイミングが取りやすい（ターン・タ・タンのリズムで素早く踏み切りやすい）ため、このような助走を用いる選手を多く見かける。

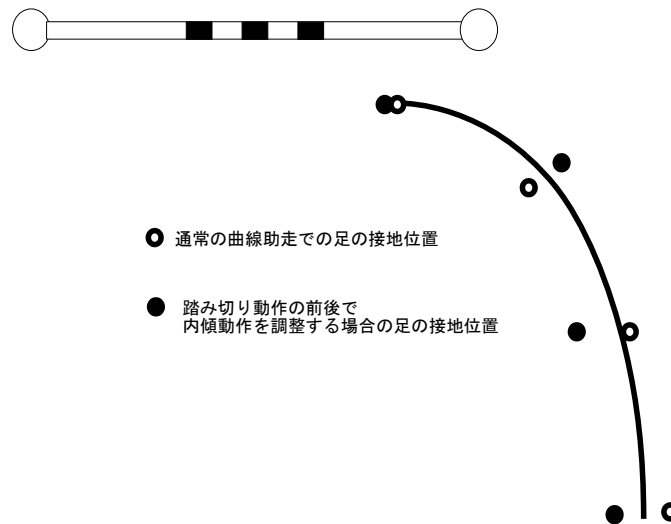


図 3.11: 助走の軌道と重心のコントロール

## 3.2 助走の組み立て

助走の組み立てのポイントは以下の通り

- 直線助走と曲線助走を組み合わせた J 型の助走が一般的である  
助走のマークは助走開始地点と曲線助走開始地点の 2 カ所に置く
- 背面跳びでは  
右踏み切りの選手はバーに向かって左側から助走し、  
左踏み切りの選手はバーに向かって右側から助走する
- 初心者は直線+曲線の J 型の助走を徹底して練習すること

背面跳びでは、右踏み切りの選手はバーに向かって左側から助走し、左踏み切りの選手はバーに向かって右側から助走する。一般的な高跳びの助走は大きく分けて三つの部分から成り立つ。

### 1. 補助助走

助走の開始タイミングを取りやすくするために行う補助的な助走  
(数歩歩く、軽くスキップする等)

### 2. 直線助走

曲線助走前に十分な助走スピードを得るために行われる直線的な助走  
曲線助走に入るときの重心位置とそのときの速度をコントロールするために行う

### 3. 曲線助走

内傾動作を利用して踏み切り動作に入るときの重心位置とそのときの速度をコントロールする助走  
重心は速く、低く、一定の高さに保つように心掛けるとよい

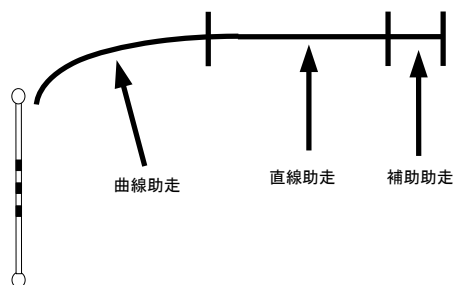


図 3.12: 高跳びの助走

助走は「高く跳べる踏み切り姿勢を作る」ために行う。助走では自分の重心の速度、高さをいかにうまくコントロールするかが重要である。その目的が満たされれば、踏み切り至るまでの助走軌道は基本的にどのように設定してもよい。

例えば図 3.13 のような助走を行う選手も存在する。図 3.13 の助走はメキシコオリンピックで優勝したフォスベリーの助走の概形である。

メキシコオリンピックで世の中に背面跳びを広めることになったフォスベリーの助走はスタートから踏み切りまで 8 歩全ての助走が曲線であった [10]。現在このような助走する選手は少ないが、ジュニアレベルの大会であれば稀に見かけることがある。ただし、こうした助走は安定した経路を走ることが難しく、曲線部分のみであるため助走スピードを得にくいなどの欠点があるため、あまり用いる選手はいない。

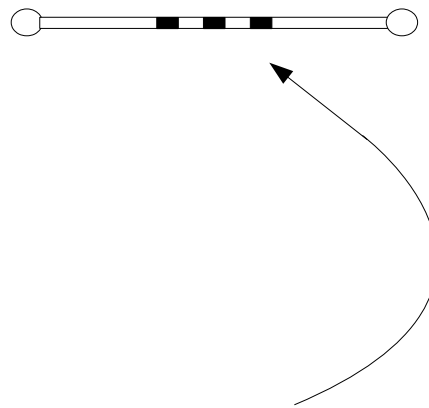


図 3.13: 特殊な助走の例

大多数の選手は直線+曲線の J 型の助走を用いる。高跳びは助走マークを 2 つまで置いてよいルールになっており、通常は助走開始地点と曲線助走開始地点の 2 カ所にマークを置く。直線助走では、曲線助走部分に入る前に十分な助走スピードを確保することを意識したい。曲線助走では内傾動作によって自然に重心を下げ、特に踏み切り動作までのリズムを意識して、急な加減速が起こらないように助走速度をコントロールすることを意識したい。

また、初心者は直線+曲線のオーソドックスな J 型の助走で徹底的に安定するまで助走練習を行うことを強く奨励する。直線助走 6 歩程度、曲線助走 5 歩程度の助走設定から始めてみるとよいだろう。



図 3.14, 図 3.15 に助走の目安となる歩数と距離を紹介する.

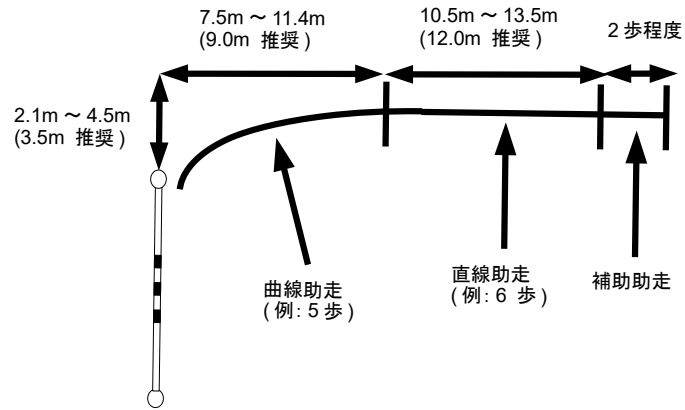
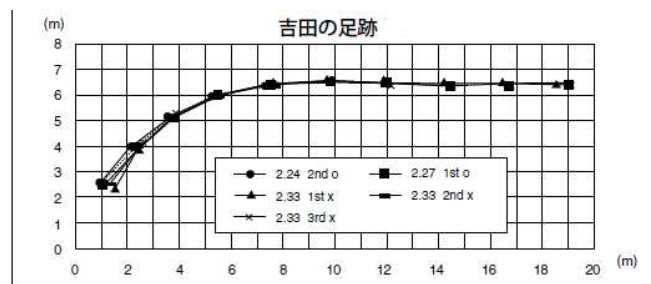
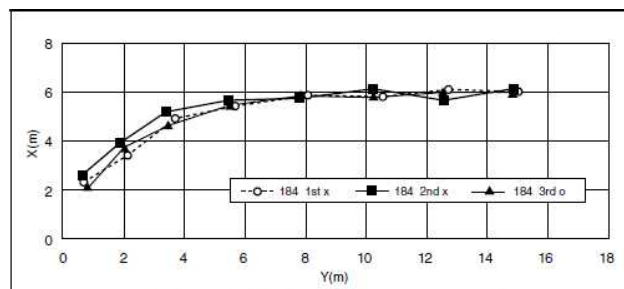


図 3.14: 助走距離の目安



吉田選手 (1994 アジア大会)



貞廣選手 (1995 ユニバーシアード大会)

図 3.15: 227 に成功した吉田選手と 184 に成功した貞廣選手の助走軌道 [37]

### 3.3 曲線助走の経路設定

#### 曲線助走の経路設定

- 助走が速く（遅く）なるほど回転半径の大きな（小さな）助走をする
- 回転半径の大きい（小さい）助走をするときは、助走マークを外側（内側）に移動する
- 最後の一步の角度がバーに平行に近づくほど、助走速度を上げるか回転半径を小さくして、バーの方向に向かう回転成分を生み出す

助走速度を大きくしたり曲線助走の半径を小さくすれば曲線助走部で遠心力が大きくなり内傾動作を行いやすくなる。このため選手は必要な内傾角度に応じて、自分の助走速度や曲線経路を調整すればよい。回転半径の大きい（小さい）助走をするときは、助走マークを外側（内側）に移動すればよい。

ここでは世界の一流選手がどのような助走経路を走っているかを分析することで曲線助走の経路設定について考える [38][39]。データは *Liboshi* が 1991 年と 1994 年の世界選手権の入賞者について、選手が最後に成功した跳躍の助走を調べたものである。

分析では踏み切りの 2~4 歩前までの足跡に最もマッチする円軌道を設定し、曲線助走の回転半径を算出することで選手の曲線助走経路を比較する。ただし、踏み切り動作の 1 歩手前の足跡は助走経路の外に大きく振りだし接地する選手が多いのでその影響を分析から除外している。

図 3.16 は分析対象となった 15 人のアスリートの足跡とその曲線軌道を表している。 $r$  は曲線助走の回転半径を表し、 $v$  は助走の最終速度、 $p$  は踏み切り後の重心の跳びだし角度、 $f$  は最後の一步の延長線角度をそれぞれ表している。通常  $p$  の角度は  $f$  の角度よりも大きくなる ( $p > f$ ) ことが知られている。

*Austin* 選手や *Kovacs* 選手は曲線助走の一部に直線的な助走が見られる。また、*Drake* 選手や *Kostadinova* 選手のように曲率半径を段階的に変えているような選手もいるが、踏み切り一步前の足跡を除けば多くの選手の助走は概ね円軌道になっている。

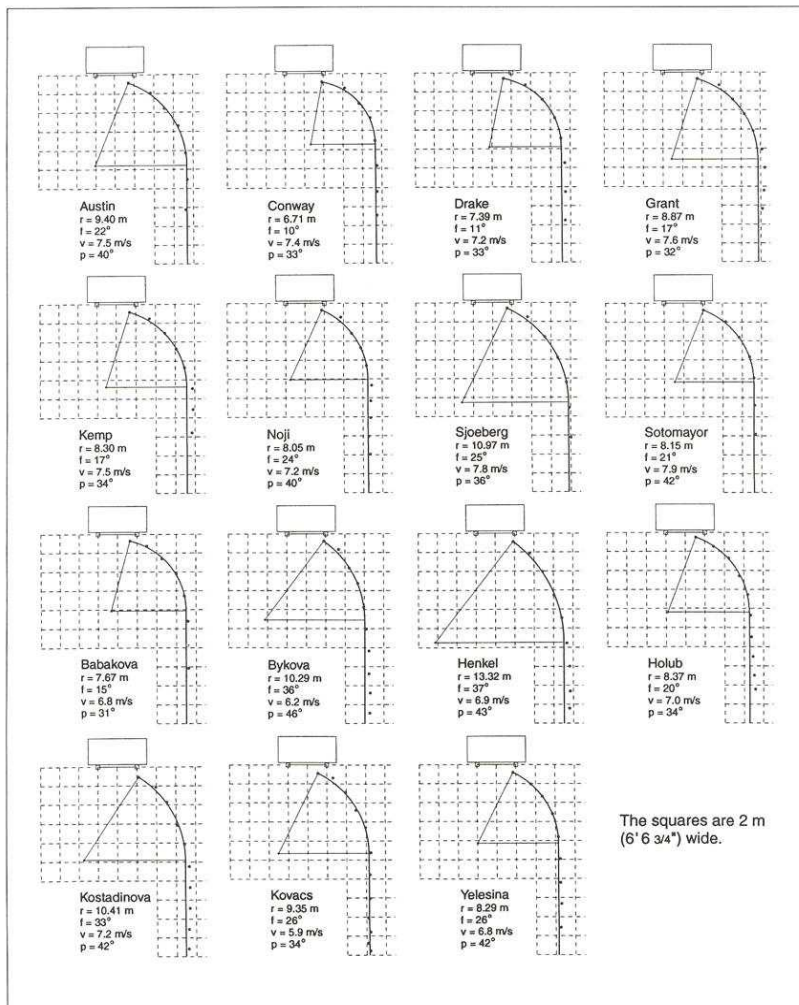


图 3.16: 曲线助走経路 [39]

選手がどれほど内傾できるかは助走速度の2乗と半径の比率で決まるため助走速度の速い選手ほど回転半径の大きな曲線助走をしていると考えられる。しかし、図 3.16 からはその傾向は見えにくく、ファーストマークまでの横幅の距離がほぼ同じ距離で分布しているように見える。

選手の間で助走の回転半径が大きく違うにも関わらずファーストマークまでの距離がほとんど同じになってしまう理由は、 $f$  の値が選手によって異なるためである。

ファーストマークまでの距離を助走の回転半径によらず全て  $5m$  に固定し、踏み切り位置も同じと仮定して曲線助走軌道を考えたモデルを図 3.17 に示す。図 3.17 では、曲線助走の開始点はそれぞれ異なっており、曲線助走の開始点がバーに近くなるほど曲線助走の半径は小さく  $f$  の値も小さくなっている（バーに対して平行に近づいている）。

実際は選手によってファーストマークまでの距離にある程度のばらつきがあるが、図 3.17 は図 3.16 をよく表す助走モデルになっている。例えば大きな曲線助走半径を持つ *Henkel* 選手や *Kostadinova* 選手の踏み切り動作は大きな  $f$  値持ち、小さな曲線助走半径を持つ *Conway* 選手や *Babakova* 選手の踏み切り動作は小さな  $f$  値を持っている。

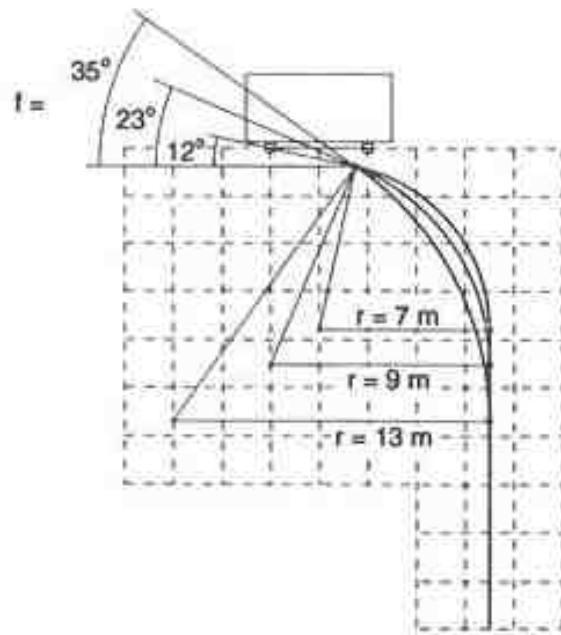


図 3.17: ある仮定に基づく助走軌道 [39]

本来、助走の回転半径  $r$  と  $f$  値には選手によって多くのバリエーションが存在するはずである。しかし、助走には多くの経路が考えられるはずだが現実的には図 3.17 に示すパターンに近い助走経路の選手が多い。これには二つの理由が考えられる。

一つ目の理由はクリアランスに必要な角運動量の確保の必要性である。内傾動作の目的の一つは空中動作に必要な進行方向横向き回転成分（ロール回転成分）を生み出すことにある（図 3.18 左）。バーに平行な方向で（ $f$  値の小さい方向で）踏み切りに入った選手は空中でバーと体幹を垂直な姿勢にするために（図 3.18 右）、大きな進行方向横向き回転成分（ロール回転成分）が必要となる。このため、曲線助走の回転半径は小さくして遠心力を大きくすることで深い内傾動作を行う選手が多くなる。

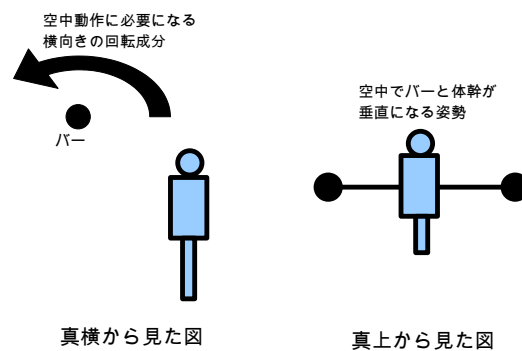


図 3.18: クリアランスに必要な角運動量の確保

二つ目の理由は選手や指導者の検討不足である。つまり、周囲の環境や経験則によって、必要以上に狭い範囲のマークの取り方で跳躍を行っている可能性がある。例えば比較的体格も跳躍方法も似ている中国と日本の高跳び選手を比較した場合、中国の選手はファーストマークまでの距離を長くとした助走をする選手が多く、日本の選手はファーストマークまでの距離を短くとする選手が多い。つまり周囲の環境や指導者の影響によってファーストマークまでの横幅が決められ、その横幅に合わせて  $f$  の値を選手が調整している可能性が考えられる。

曲線助走の経路設定では助走速度と回転半径のバランスを考えてその経路を設定する必要がある。曲線助走で生み出す内傾動作の度合いには個人差が大きく、助走速度に応じた回転半径を一概に論じることは難しい。しかし、物理法則で考えれば、助走が速くなるほど回転半径の大きな助走をし、助走が遅くなるほど回転半径の小さい助走をする必要がある。

また、 $f$  の角度の小さな助走をするためには内傾動作を行うために大きな遠心力の確保が必要となるため、助走速度を上げたり回転半径を小さくする必要もある。

助走経路を考える場合はまず自分の踏み切りやすい  $f$  の角度を設定し、その角度が小さい選手は曲線助走を開始するマークをバーに近めに設定し、回転半径の小さい助走を心がければよい。また、助走速度が上げたければマークをバーから遠ざけて回転半径の大きな助走経路を考え、助走速度を下げたければ逆にマークを近づけて回転半径の小さな助走経路を心がければよい。

曲線助走の軌道については基本的には今回の分析のように円軌道と考えてよいが、助走距離に比例して遠心力を強くするような軌道を考える場合はクロソイド曲線のような特殊な曲線軌道を考えることもできる。

こうした曲線は一般的には  $\rho$  を曲率半径、 $s$  を曲線長、 $c_0$ 、 $c_1$  を定数としたときに

$$\rho^\alpha = c_0 s + c_1 \quad (3.1)$$

の式で定式化され、 $\alpha = 2$  のときの曲線はインポリュート曲線、 $\alpha = 1$  のときは対数らせん、 $\alpha = 0$  のときは *Nilsen* らせん、 $\alpha = -1$  のときはクロソイド曲線と呼ばれる。

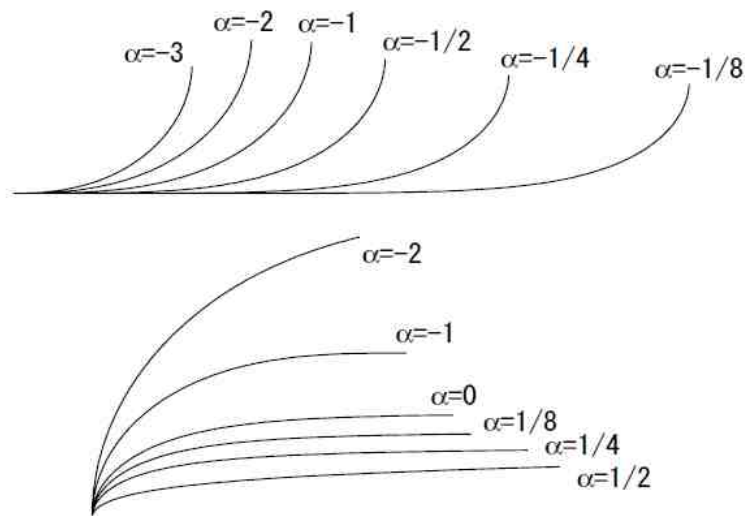


図 3.19: 様々な曲線 [40]

式からも分かるようにクロソイド曲線で曲率半径（回転半径）の逆数が曲線長（進んだ距離）の一次式で表されており、遠心力は  $F = \frac{mv^2}{r}$  であることから、助走距離（進んだ距離）に比例して遠心力が高くなる軌道になる。

*Drake* 選手や *Kostadinova* 選手のように曲率半径を段階的に変えているような選手の助走軌道を扱う場合は、クロソイド曲線などを用いて助走軌道を近似し、分析することが可能である。

理想の助走経路とは？という疑問は多くの選手が一度は考えることであるだろうが、助走経路の設定方法は未知の部分も多く、詳しく調べられた論文も少ない。ここで紹介したのはあくまで助走の経路設定における一例であり、参考程度に考えてほしい。



図 3.20: ニュースステーションでの筆者の特集

図 3.20 は筆者がニュースステーションのスポーツ特集で紹介されたときのものである。同様の内容は報道ステーションでも特集されたので知っている読書もいるかもしれない。上は筆者が自己ベストを出したスーパー陸上での跳躍の様子である。また、下は同特集で紹介された筆者の助走軌道のイメージ図である。

助走のイメージ図（左下）は学生時代の筆者が、クロソイド曲線を用いて曲線助走からマットへの着地までの重心軌道を計算し、可視化させイメージ図にしたものである。

ここまで論理的に助走軌道を考える必要はないと思うが、助走軌道のイメージがより具体的で論理的になるという意味では一定の効果があったと思う。

### 3.4 助走の安定化

安定した助走は、安定した試合結果をもたらす

中学・高校の時期は、成長期に伴う身長や体重などの生理的な変化、精神や肉体の未熟さ、学業や学校行事に伴う周囲の環境の変化、土トラック特有の助走路の変化、など様々な要因で助走が不安定になりやすい。

こうした時期には一度自分に合った助走を見つけたとしても、数週間、1シーズンで助走がガラリと変わってしまうことも珍しくない。

このため、著者である私も含め、多くの選手が自分の助走の歩数やマークの取り方などを練習日誌として残していることだろう。スランプになったり跳躍の組み立てに混乱したときにこうした記録を読み返せば参考になることも多い。年少の選手は是非、小まめに練習日誌をつけて自分の助走の、跳躍の安定化に努めてほしい。

一般的に跳躍練習の中で「助走練習」は軽視されがちであるが、失敗できない重要な試合で自信を持って跳躍し結果を残すためには、助走を安定化させることが重要である。距離の取り方、曲線の半径の大きさ、リズム、ストライド、速度、重心の高さや軌道、内傾動作の大きさや変化、曲線助走での腕の使い方、助走中の地面への接地方法など助走に影響する因子は数多くある。自分の頭の中で様々な因子を整理して、何度も何度も繰り返し助走練習してほしい。

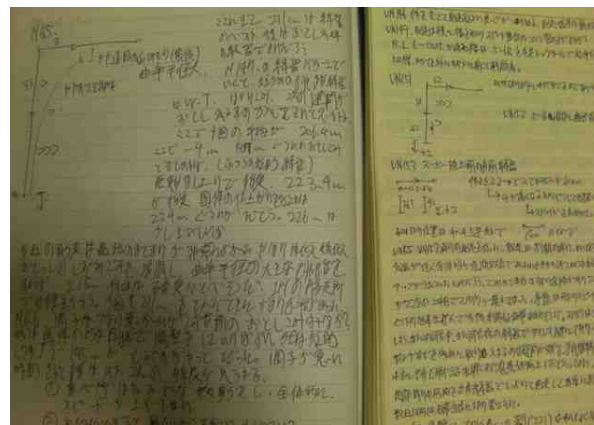


図 3.21: 筆者の練習日誌

図 3.21 は筆者の練習ノートの一部である。高校時代にインターハイで優勝した直前の練習と、スーパー陸上で自己ベストを記録する直前の練習における、助走距離の取り方や考え方が細かく記録されている。



### 3.5 助走速度と踏み切り時のブロック動作

助走速度を生かすために、頭－腰－足首が一直線に並んだ棒の姿勢（ブロック姿勢）で踏み切る

助走速度を跳躍に生かすためには踏み切りでのブロック動作が重要である。高跳びの踏み切り動作では踏み切り時にブレーキで発生するエネルギーを「筋肉」や「腱」で吸収し、それを一気に筋力に変換し放出することでジャンプする。ちょうどバネが縮むことでエネルギーを吸収し、それを放出することで跳ねる現象に似ている。

このとき筋肉は収縮しようとするが、物理的に伸ばされる（伸長性収縮）。筋肉はこのような状態のとき、防衛反応として強力に縮む力を発揮する性質をもっている。この力をジャンプするときに利用するのである。

助走のスピードが遅いと伸張反射の効果が十分に得られず、速すぎると踏み切り姿勢をコントロールできなくなってしまう。それぞれの選手の筋力の特性に応じた、伸張反射の効果が最大になる助走スピードが最適だといえる。

また、普段の練習でもこうした「反射」の力をうまく利用できるように常に意識することが重要である。

体幹、臀部、脚部（アキレス腱）、足首などの靭帯の反射動作で生み出された力は、それぞれの関節を通して伝搬していき、最終的に地面に伝わる。このときどこかの関節に緩みがあれば地面に十分にエネルギーが伝わらず大きな跳躍力は得られない。

踏み切り動作では上半身が前傾しないように注意し、体を後傾させ、頭－腰－足首が一直線に並んだ棒の姿勢（ブロック姿勢）を作り、地面に強い力をしっかりと伝えることが重要である。



## 踏み切り前後の助走技術

高く跳ぶためには踏み切り動作で大きな鉛直速度を得る必要がある。この鉛直速度は「起こし回転」「腕・脚の振り込み」「体幹・踏み切り脚の伸展動作」などで生み出される。

このうち起こし回転による鉛直速度への貢献度は最も高いといわれており一流選手では60%~80%に及ぶとされている。

起こし回転をうまく利用するためには踏み切り動作で後傾姿勢を作ることが重要である。後傾姿勢を作り、踏み切り動作の前後で重心位置を低く保つ必要がある。

起こし回転による上昇力を得るためにはある程度速い助走が必要となる。後傾させた体を回転して持ち上げる最も大きな原動力は踏み切り足が接地したときの運動量であるため、助走スピードが速いことが跳躍に有利に働く。

「速度を落とさず」に、「重心を低く下げて」助走するためには内傾動作の技術が重要となる。内傾動作が低い重心位置を生み出し、低い重心位置が後傾動作を生み出す。一連の動作は繋がっているため、内傾動作と後傾動作のつながりやバランスに注意を払う必要がある。

第4章ではこうした踏み切り動作に繋がる「重要な周辺技術」として、後傾動作・内傾動作の技術と、アーム動作について解説する。

本来、後傾動作や内傾動作は跳躍選手のタイプによって技術が異なるが、ここではその基本的な動作について説明する。

## 4.1 内傾動作

### 内傾動作の効果

- クリアランスに必要な、助走の進行方向軸回りの回転力を生み出す
- 助走速度を落とさずに重心を低く保ち助走することができる

内傾動作とは曲線助走部分において体を進行方向内側に傾ける動作のことである。これは主に「クリアランスに必要な空中の回転力（助走の進行方向の軸回り）を生み出す」「助走速度を落とさずに重心を低く保ち助走する」ことを目的に行われる。

既に述べたように高跳びの踏み切り動作では助走で得た水平方向の速度を鉛直方向の速度に変換する。このとき速度のロスを最小限にして方向変換するためには、踏み切りにおいて身体重心が低い位置から大きく滑らかに上昇する必要がある。

内傾動作とは踏み切り動作の前後で助走速度を落とさずに重心を低く下げることができる助走技術である。助走中に重心を下げるためには他にも「膝を曲げる」「ストライドを大きくする」などの手段を考えることができるが、助走速度を落とさずに効率よく重心を下げるためには内傾動作が最も適した助走技術である。

#### 4.1.1 膝を曲げて接地して走る

膝を曲げることによって重心を下げようとする後傾動作や腕の振り込み動作は行いやすくなるが助走速度をロスしやすい。これは膝を曲げることによって脚部の筋力への負荷が高まり、脚の蹴りだしの動作の負担が高くなるためと考えることができる。

膝の屈曲角度が0度で立っている状態では大腿部の筋力負荷はほとんどないが、膝を屈曲させて空気イスのような状態を作ると角度が大きくなるほど大腿部への筋力負荷は増大する。このとき、地面からの反力の矢印が関節から離れた場所を通っているため、膝や大腿部への負荷が大きくなっている。これと同じ現象が助走中に膝の屈曲角度を大きくしても起こる。

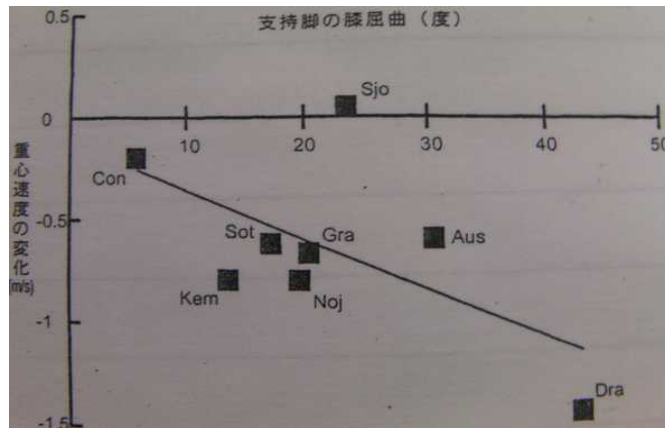


図 4.1: 踏み切り一歩手前における支持脚膝角度と助走速度の変化の関係 [41][42]

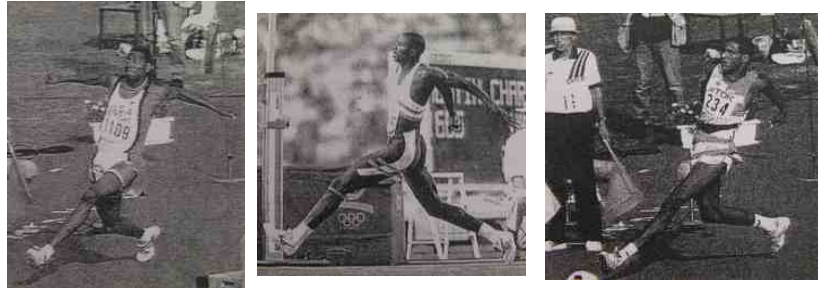


図 4.2: コンウェイ選手, オースティン選手, ソトマヨル選手の踏み切り動作 [41][42]

図 4.1 は踏み切り一歩手前の膝関節屈曲角度とそのときの助走速度の変化の関係を世界一流の男性選手について調べたものであり, 図 4.2 はその一流選手の踏み切り動作を表す写真である [41].

図 4.1 より一歩手前の膝関節屈曲が大きい選手ほど助走速度の減速が大きい傾向にあることが分かる.

踏み切り動作を行う際に重心を下げることは重要であるが, 膝関節を屈曲することで重心を落とそうとすると助走速度の低下を招くため注意が必要である [42].

#### 4.1.2 ストライドを広げて重心を下げる技術

助走中にストライドを伸ばして重心を落とす方法もあるが、助走中に無理にストライドを伸ばそうとすると、通常のランニングフォームより足が前に出すぎた接地姿勢となる。このため、地面接地前半のブレーキ作用によって助走の減速が大きくなってしまふ。

身体重心から接地足までの水平距離が遠くなるほど、接地瞬間におけるブレーキ方向の力は大きくなり、減速方向の力が作用する時間が長くなる。このことは地面に足が接地する前後の力の加わり方を考えることで分かる。

図 4.3 に示したように足が地面に着地したときには足から「地面に対して」進行方向と同じ矢印 1 の力が加わる。同様に足が地面を離れる場合は足から「地面に対して」進行方向とは逆の矢印 2 の力が加わる。

また、足が地面を押すときには作用・反作用の法則によって地面から足に対しても反対向きの全く同じ力が加えられる（図 4.3）。足が地面に着地した場合には、地面から足に対して進行方向とは逆の矢印 3 のブレーキ力が加わり、走るスピードは減速する。また、地面から足が離れるときは、地面から「足に対して」進行方向に矢印 4 の力が加わり、走るスピードが加速する。

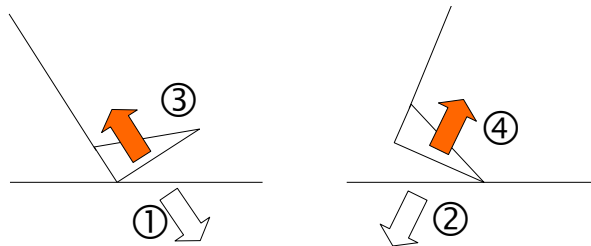


図 4.3: 着地の前後で足に加わる力

助走中にストライドを大きくしようと意識すると足を前方に振り出しすぎた接地姿勢となる。こうなってしまうと、接地前半におけるブレーキ作用（図中矢印 3）が大きくなることで助走スピードが減速し、踏み切り動作前に十分な助走速度が得られなくなる。

ただし、ストライドを広くした助走では助走スピードが上げにくいというデメリットや、助走の安定性を確保しにくいというデメリットがあるが、踏み切り準備動作（後傾姿勢やアーム動作）を行いやすくなるというメリットもある。

### 4.1.3 内傾動作によって重心を下げる技術

助走スピードを下げずに重心下げた助走する技術として「内傾動作」が利用される。これは曲線助走を行うことで発生する遠心力を利用し、体を内側に傾けて助走する方法である。自然な走行フォームに近い助走で重心を下げることができるため、比較的助走スピードの減速が少ない助走技術である。

助走中に内傾姿勢をとることで重心が下がる様子を図 4.4 に示す。図中の  $a$  は普通に直線助走を行った場合の身体重心の高さを表し、 $c$  は内傾姿勢をとって曲線助走を行った場合の重心の高さを表している。また、 $b$  は内傾動作によって下がる重心の高さを表し、 $\theta$  は内傾角度を表す。

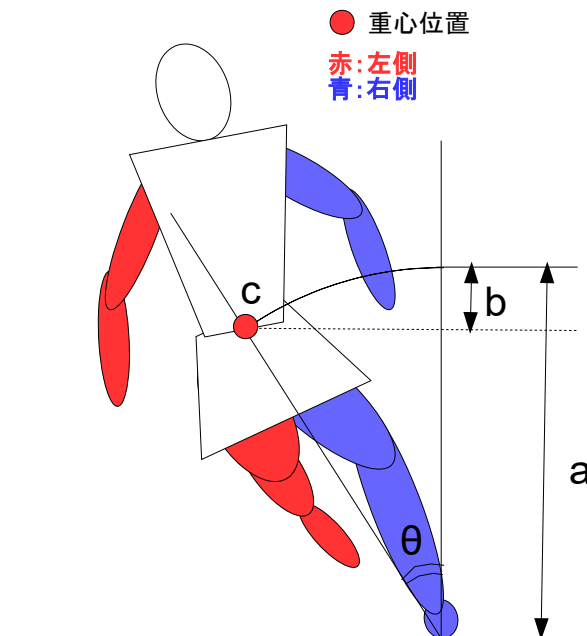


図 4.4: 助走中の内傾姿勢（左踏み切りの助走を後ろから見た図）

内傾動作は日本では特に力を入れて指導されることが多いが、いくつか注意点がある。内傾動作とはあくまで曲線助走を行うことで「自然に体を内傾させる」という気持ちで練習してほしい。

内傾動作を自然に行うためには助走中の遠心力がポイントとなる。その遠心力は助走スピードや曲線助走の半径によって調整する。助走軌道も助走スピードも変えずに、体を無理やり内傾させるような助走をすると、動作がバラバラになってぎこちない助走になってしまうため注意が必要である。



曲線助走で頑張って加速しようとしすぎると、助走中に体が前傾してしまい十分な踏み切り姿勢（後傾姿勢）を作れないことがある。競技会でも肝心な跳躍のときに力んで助走してしまうと起こりやすい。

体が進行方向に前傾してしまえば、図 4.5 に示すように前傾姿勢姿勢から後傾姿勢を作るために大きな上半身の起こし動作が必要となる。このため、踏み切りのタイミングが遅れて失敗跳躍になってしまう。助走後半で加速するイメージが強すぎても体の前傾を招きやすいので注意が必要である。

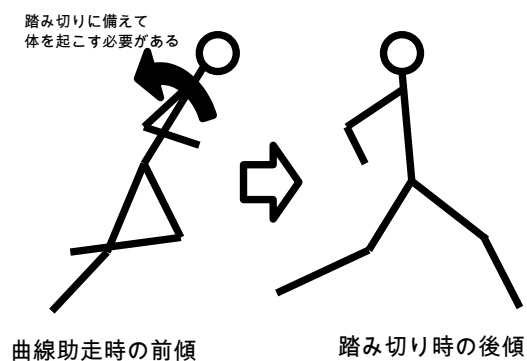


図 4.5: 助走時の前傾の問題点

また、「踏み切り動作の最後まで内傾動作を意識するように」という指導がしばしば聞かれるが、図 4.6 に示すように実際の内傾動作の内傾角度は踏み切りの二歩手前で最大となり、その後は後傾動作が始まる。踏み切り足が接地する最後まで内傾を続ける必要はない。

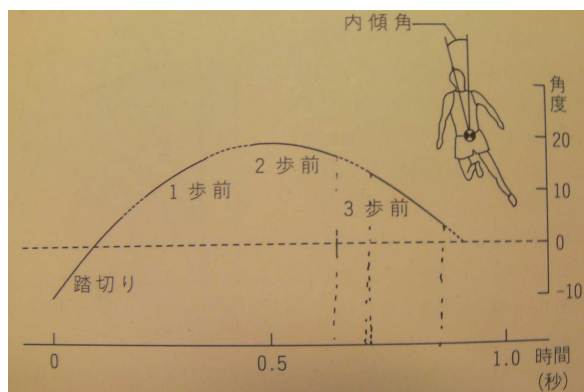


図 4.6: 助走時の内傾角度の変化 [4]

高跳びの踏み切り動作では助走で得た水平方向の速度のロスを最小限にし、鉛直方向の速度に変換するためには、踏み切り動作の前後で身体重心が大きく滑らかに移動する必要がある。このため図 4.6, 図 4.7 に示すように、実際の内傾角の変化と踏み切り前後の重心の高さを調べると、内傾角度は踏み切り二歩手前に最大となり、重心の高さは踏み切り動作一歩手前で最も低くなる [43][4]。

図 4.7 より、曲線助走では踏み切り二歩手前まで内傾動作によって重心高が下げられ、踏み切り一歩手前になると内傾動作と後傾動作が重なり重心の高さが最も低くなる。そこから大きな円弧を描いて重心の高さが滑らかに上昇している。

踏み切り前後では重心が大きく滑らかに上昇することが好ましいため、踏み切り動作の指導を行う際にはしばしば「駆け上がるように助走して踏み切りに移る」と指導されることがある。

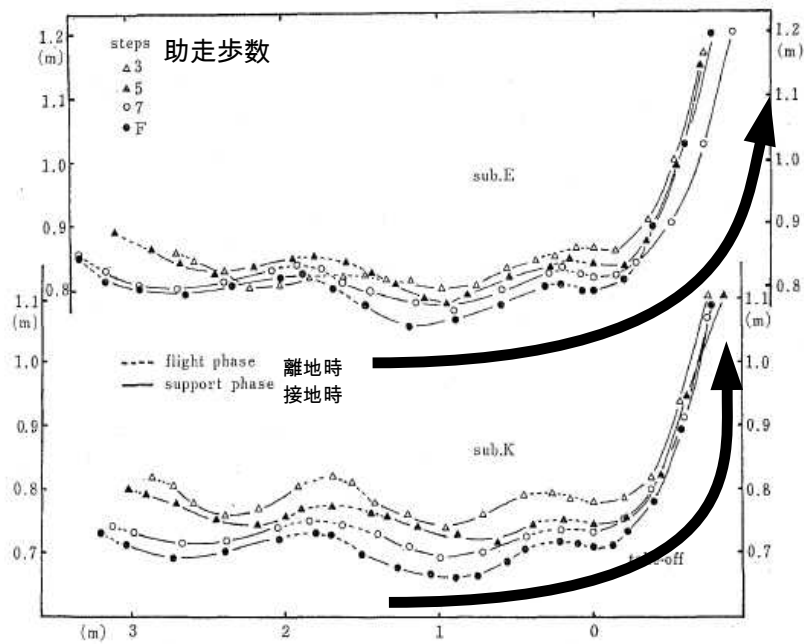


Fig.2 Comparisons of C.G. movement in preparatory and take-off phase.

図 4.7: 踏み切り前後の重心高の変化 [43]

## 4.2 後傾動作

### 後傾動作の効果

- クリアランスに必要な進行方向横軸回りの回転力が生まれる
- 踏み切り動作において重心の鉛直方向の移動距離を大きくすることができ、大きな力積がかせげる

後傾動作とは助走の最終局面において体を進行方向後方に傾ける動作のことである。後傾動作には「クリアランスに必要な進行方向横軸回りの回転力を生み出す」「踏み切り動作において重心の鉛直方向の移動距離を大きくすることができ、大きな力積がかせげる」という効果がある。

大きな鉛直速度を得る（高く跳ぶ）ためには力学的には踏み切り動作における力積（力×時間）を大きくする必要がある。これを現実の動作と結びつけて考えるときは「踏み切り動作において重心の鉛直方向の移動距離を大きくする」と同義であると理解しておけば良い。

膝を大きく屈曲させて踏み切ることで、踏み切り動作において重心の鉛直方向の移動距離を大きくすることもできる。しかし、脚の伸展力は膝の屈曲角度が大きくなりすぎると小さくなる性質を持っているため、踏み切り動作における膝の屈曲角度は小さくする（140度程度）ことが好ましい。選手の間接感覚としては「棒足」にして突っ張って踏みきるくらいの感覚で踏み切ることが好ましい。

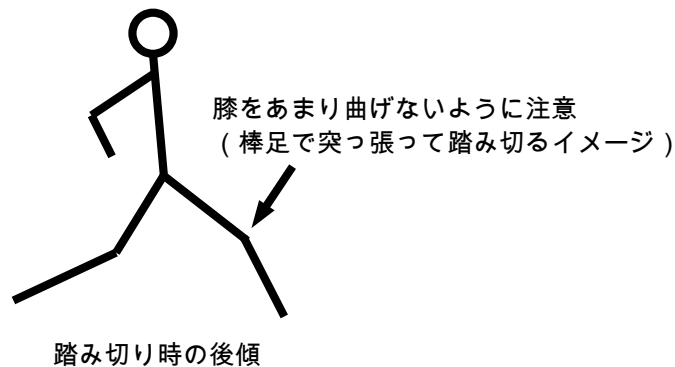


図 4.8: 踏み切り動作での膝の角度

高跳びの踏み切り動作では踏み切り脚の膝をあまり曲げないで、しかも身体重心の鉛直移動距離を大きくすることが要求される。このため、体を後傾させて膝をあまり屈曲させないで踏み切ることが良いとされている。

体が後傾して踏み切り脚を接地させると、助走で生み出された速度（運動量）によって身体は脚と地面との接地位置を中心に起こし回転を始め、身体重心が鉛直方向に動かされ始める。この起こし回転が重心の水平方向の速度を鉛直方向の速度に変換する大きな役割を担っている。

起こし回転を効果的に行う後傾姿勢を作るためには以下の点が重要となる。

1. 助走速度に応じた適正な後傾角度で踏み切る  
助走速度が小さいにもかかわらず後傾角度が大きいと体が素早く起き上がらない。助走速度に合った後傾角度で踏み切ること。
2. 跳び込むように後傾姿勢を作らない  
跳び込むように後傾動作に移れば鉛直下向きの運動量が大きくなり、踏み切り動作で身体重心の移動方向の急激な変更が必要になる。このため、踏み切り脚に大きな負荷がかかり、踏み切り動作で潰れてしまう。
3. 助走速度がなるべく低下しないように後傾姿勢を作る  
助走速度が速ければ起こし回転で大きな鉛直速度を得やすい。このためアームアクションも含めて、助走速度がなるべく低下しないように後傾動作を行うこと。
4. 重心が低くなるような後傾姿勢を作る  
身体を後傾させ身体重心と踏み切りポイントとの距離を小さくし（重心を低くし）、慣性モーメントの小さな姿勢を作ることで、踏み切り動作で起こし回転しやすくなる。

### 4.3 内傾動作と後傾動作の分析

「体幹部」を首の付け根からお尻の中央まで結ぶラインと考えたとき

内傾動作の基本姿勢（平均的な姿勢）

- 踏み切り足が接地した瞬間に内側に体幹部が 15 度程度傾いている
- 離地する瞬間はバーに近づく側に体幹部が 10 度以上傾かない

後傾動作の基本姿勢（平均的な姿勢）

- 踏み切り足が接地した瞬間に体幹部は後方に 15 度程度傾いている
- 離地の瞬間は体幹部が垂直方向より前方に傾いていない

良いクリアランスを作るためには空中での回転力を踏み切り動作で十分に生み出すことが重要である。クリアランスに必要な空中の回転は、内傾動作からの起こし回転による進行方向軸回りの回転（ロール回転）と後傾姿勢からの起こし回転による進行方向横軸回りの回転（ピッチ回転）、振り上げ脚の動作によって生まれる鉛直軸回りの回転（ヨー回転）の合成によって生まれている。踏み切り動作からクリアランスに移る間の起こし回転動作で生まれるこうした回転運動は、背面跳びのクリアランスを行う上で重要な役割りを果たしている。ここでは内傾動作と後傾動作をビデオカメラを用いて簡易的に分析する方法と合わせて、内傾動作と後傾動作がクリアランス動作に果たす役割を説明する。

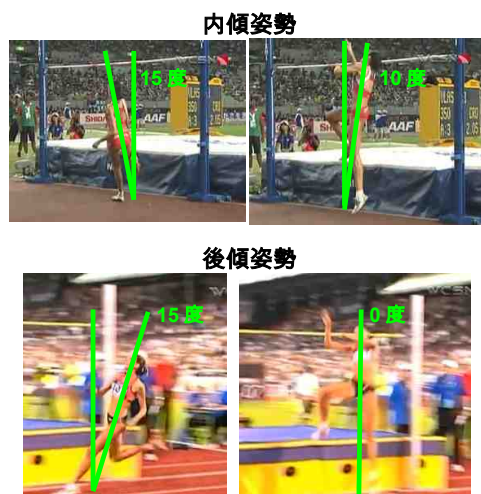


図 4.9: 基本的な内傾姿勢と後傾姿勢（着地時と離陸時） [44][45]

#### 4.3.1 ビデオカメラを用いた内傾・後傾動作の確認方法

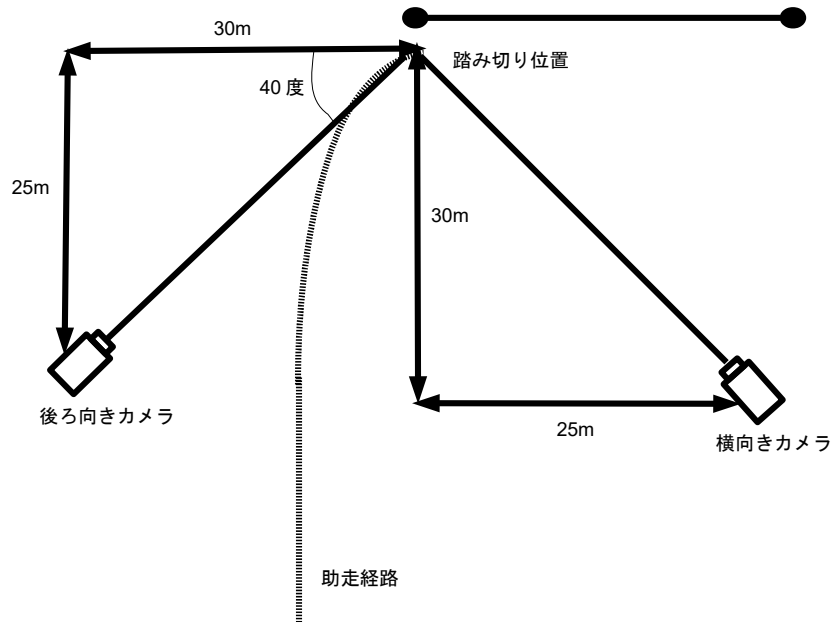


図 4.10: 内傾動作と後傾動作の確認方法

図 4.10 に示すように横向きカメラと後ろ向きカメラを設置する。こうしたカメラ設置することで内傾動作と後傾動作を別々に確認することができる。

後ろ向きカメラは助走の最終方向を後ろ側から撮影する。ただし、助走の最終方向とは踏み切り足が接地する直前に重心が動いている方向であり、一般的な選手であれば、図 4.10 に示すように 40 度の方向を目安にしてビデオを設置すれば問題ない。横向きカメラは後ろ向きカメラに垂直な方向で選手の踏み切り動作を真横から撮影できる位置に配置する。

後ろ向きカメラからは体の内傾動作を分析することができる。「体幹部」を首の首の付け根からお尻の中央まで結ぶラインと考えると、踏み切り足が地面に接地した瞬間には内側（バーから離れる側）に体幹部が 15 度程度傾いており、踏み切り足が離地する瞬間にはバーに近づく側に体幹部が 10 度以上傾かない踏み切り動作が良いとされている（これはあくまで基本的な姿勢（平均的な姿勢）と考えてほしい、本来は選手の跳躍タイプによって適正な内傾角度は異なる）[46][47]。

初心者にありがちな内傾動作の問題点をまとめると以下ようになる。

1. 踏み切り足が接地した瞬間と離地する瞬間の体幹部の傾きが小さい  
→内傾不足で回転力不足となり，クリアランスの姿勢が作りにくい
2. 踏み切り足が接地した瞬間の体幹部の傾きが小さく，離地時に体幹部が10度以上バー側に傾いてしまっている  
→跳躍がバーの方向に流れてしまい，十分な高さが生まれず身体が上昇中にバーに当たることが多い。また，低い重心の位置で離地することになり，跳躍の高さを損ずる。
3. 内傾も十分で踏み切り足が接地した瞬間の体幹部の傾きよいが，離地する瞬間の体幹部のバー側への傾きが小さい  
→高い重心位置で離地できるという利点はあるが，回転力不足となり，クリアランスの姿勢が作りにくい

クリアランスに必要な十分な回転力を生み出すためには，接地の瞬間にバーから離れる方向へ体幹部が15度程度傾いていることが必要であり，その傾きは曲線助走での内傾動作によって生み出される。

もし内傾角度が足りないなら，もっと曲線助走の半径を小さくして助走中の内傾動作を促したり，助走速度を上げて内傾動作をしやすくするなどの工夫が必要となる。

また，曲線助走で脚や頭部だけが傾くのではなく，体全体がきちんと内傾しているかどうか確認することが必要だ。初心者は身体の一部だけ（例えば首だけ）内側に傾けて内傾動作がうまくできていると錯覚しやすい。指導者は体幹部が地面に対して傾いているか特に注意して観察してほしい。

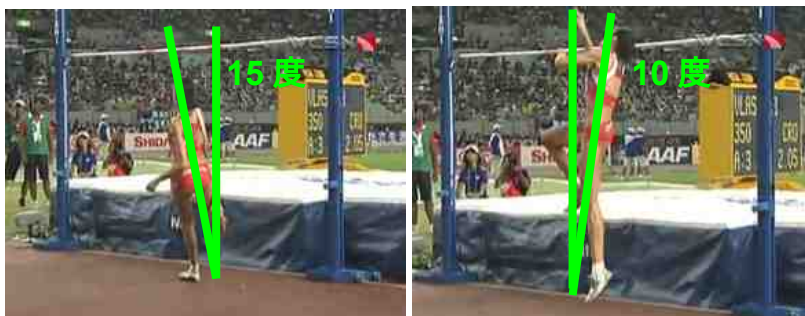


図 4.11: 基本的な内傾動作（着地時と離陸時） [44]

横向きカメラからは体の後傾動作を確認することができる。後傾動作の場合は踏み切り足が接地した瞬間に体幹部は後方に15度程度傾いており離地の瞬間には垂直方向より前方には傾かないことが良いとされている。

初心者にありがちな後傾動作の問題点をまとめると以下ようになる。

1. 踏み切り動作で体幹部が垂直姿勢になるかなり手前で離地してしまう  
→回転力不足になり、クリアランスの姿勢が作りにくくなる
2. 後傾不足の状態ですみ切り動作に入り、離地の時に体幹部が垂直状態より前に倒れてしまう  
→十分な回転力は生み出されるが、跳躍が流れてしまい十分な高さが生まれず。また、低い重心の位置で離地することになり跳躍の高さを損ずる。

クリアランスに必要な回転力を生み出すためには十分な後傾姿勢が必要となる。踏み切り足が接地すれば体を前方に回転させ、離地するときには真横から見て体幹部が地面と垂直になっているとよい。



図 4.12: 基本的な後傾動作（着地時と離陸時） [45]

クリアランスに必要な空中の回転力を生み出すために腕や脚の振り上げ動作を工夫することもできる。腕や脚の振り上げ動作を大きくすれば踏み切り足から地面に力を伝えやすくなり、より高い跳躍を生み出すことに繋がる。その反面、やりすぎるとクリアランスに必要な進行方向横軸の回転力を打ち消す方向に大きな力が働き、回転力不足になる。こうした弊害を回避するために、踏み切り動作で進行方向からバーから離れる方向に肩を開くような形で腕や脚を振り上げることで、回転力の減少を最小限に抑えるテクニックなどが用いられる。



### 4.3.2 内傾動作と後傾動作の確認（例）

ここでは具体的に著者である私の跳躍をビデオ撮影して動作分析した結果を紹介する。撮影したビデオカメラの配置を図 4.13 に示す。ビデオは市販品のものを用いて、1 秒を 30 コマで撮影した。

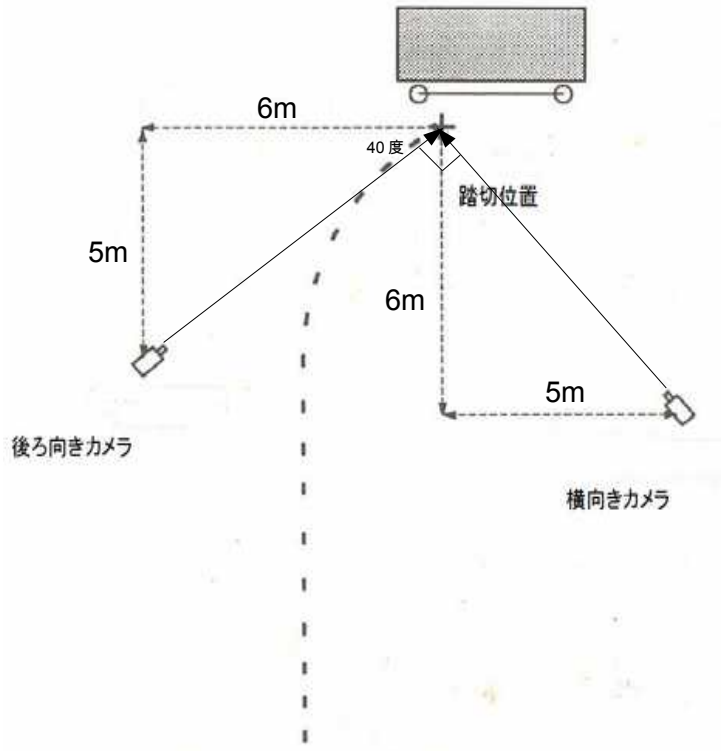


図 4.13: ビデオの配置

分析の一例として横向きカメラの画像から踏み切り足が接地した瞬間の画像を切り出しものを図 4.14, 踏み切り足が離地した瞬間の画像を切り出したものを図 4.15 に示す。

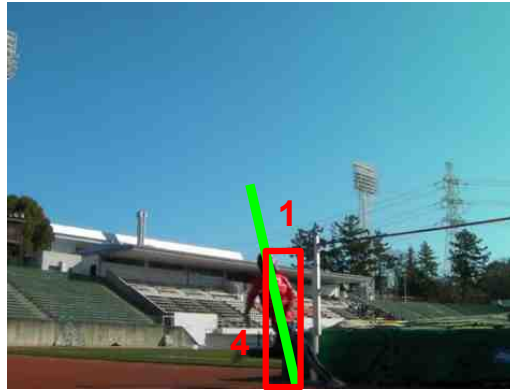


図 4.14: 横向きカメラから撮影した踏み切り足接地の瞬間

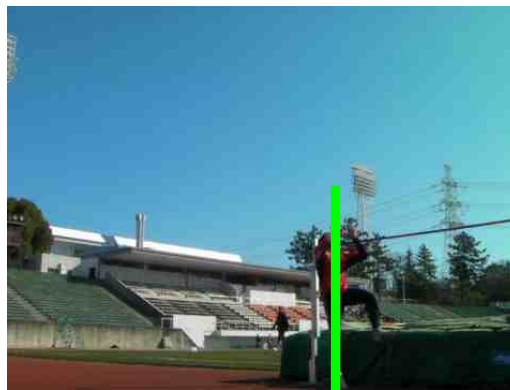


図 4.15: 横向きカメラから撮影した踏み切り足離地の瞬間

図 4.14 より踏み切り足が地面に接地した瞬間の体幹部の傾き（首の付け根からお尻までの体幹の傾き）は  $\arctan(1/4)$  を計算すると大凡 14 度となっている。後傾動作では踏み切り足が接地した瞬間に体幹部は後方に 15 度程度傾けば良いとされているため写真の選手（著者）は理想的な踏み切り姿勢といえる。また、図 4.15 より踏み切り足が地面から離地した瞬間の体幹部は、地面に対してほぼ垂直になっていることが分かる。後傾動作では離地の瞬間に体幹部は垂直方向より前方には傾かないことが良いとされているためこれも良い離地姿勢といえる。

次に横向きカメラの画像から助走速度について分析してみる。図 4.16 の写真 1 は後向きカメラと踏み切り位置を通る鉛直平面上においた支柱とバーである。バーの長さは  $4m$  で高さは  $2m$  に設定している。横向きカメラでこうした静止画像を撮影しておけば映像内で体が動いたときの、距離や高さを知ることができる。写真 1 から画像の横方向  $360$  ピクセルが距離  $4m$  に相当することが分かる。

写真 2 は踏み切り一步手前の足が地面に接地した瞬間の画像であり、写真 3 は踏み切り足が地面に接地した瞬間の画像である。ここで写真 2 から写真 3 まではコマ送りで  $7$  コマかかっていることから  $\frac{7}{30}$  秒の時間が経過している。この時水平方向の移動距離は  $140$  ピクセルであるため  $\frac{140}{90} m$  移動している。よってこの時の助走速度はおおよそ  $6.69m/s$  であることが分かる。

図 4.16 は筆者が  $190$  の高さを跳んでいる時の画像である。3.1.2 項の議論を応用して著者の身長が  $187cm$  であるので目標記録を  $190$  と設定すると  $V_{zt0} = 3.40m/s$  となり、図 3.3 から目標助走速度は  $6.5m/s$  と計算される。従って図 4.16 の助走速度はこの目標助走速度よりも十分速い助走速度であることが分かる。実際にこの映像を撮影したときの跳躍では  $190$  を余裕を持って跳ぶことができた。

しかし、目標記録を  $220$  と設定すれば必要となる助走速度の目安は  $7.3m/s$ 、 $230$  と設定すれば  $7.5m/s$  となる。このままの助走速度では不十分であり、更なる助走速度アップが必要であることが映像の分析から分かる。



図 4.16: 横向きカメラから撮影した踏み切り動作

### 4.3.3 補足説明：真後ろからの撮影

多くの選手は踏み切り動作に移る際に重心がバーに対して40度程度の角度で進入するため、選手の踏み切り動作を真横から撮影するためには図4.10と図4.13に示したように、横向きカメラの視線とバーのなす角度が60度となるようにカメラを設置すればよい[35].

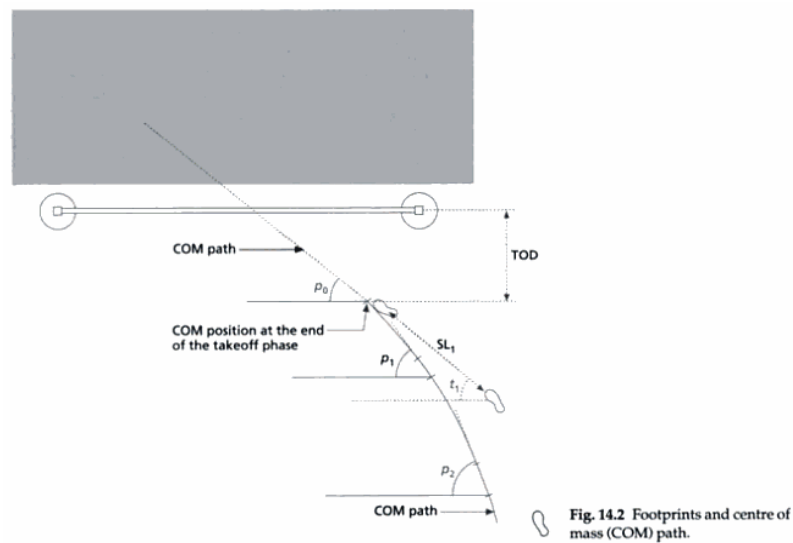


図 4.17: 踏み切り動作前後の脚と重心の動き [35]

踏み切り動作前後の脚と重心の動きを分析した例を図4.17、図4.18に示す。図中の $t_1$ は最後の一步とバーがなす角度、 $p_2$ は踏み切り1歩前の重心軌道とバーがなす角度、 $p_1$ は踏み切り動作に入ったときの重心軌道とバーがなす角度、 $p_0$ は踏み切り動作後に重心が空中に跳び出す軌道とバーがなす角度をそれぞれ表している。

| Athlete      | $t_1$<br>(°) | $p_2$<br>(°) | $p_1$<br>(°) | $p_0$<br>(°) | $e_1$<br>(°) | $e_2$<br>(°) | $e_3$<br>(°) | $SL_1$ |     | TOD<br>(m) |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|-----|------------|
|              |              |              |              |              |              |              |              | (m)    | (%) |            |
| <i>Men</i>   |              |              |              |              |              |              |              |        |     |            |
| Avdeyenko    | 33           | 54           | 44           | 39           | 23           | 21           | 25           | 2.27   | 112 | 0.96       |
| Conway       | 15           | 47           | 30           | 34           | -9           | 39           | 36           | 2.11   | 115 | 0.94       |
| Forsyth      | 26           | 46           | 39           | 38           | 17           | 21           | 22           | 2.18   | 111 | 0.91       |
| Paklin       | 32           | 50           | 40           | 33           | 4            | 36           | 43           | 2.16   | 113 | 0.86       |
| Partyka      | 28           | 51           | 41           | 33           | 16           | 25           | 35           | 1.83   | 96  | 1.01       |
| Sjöberg      | 26           | 48           | 37           | 29           | 11           | 26           | 35           | 2.10   | 105 | 0.77       |
| Sotomayor    | 31           | -            | 41           | 31           | 11           | 30           | 40           | 2.31   | 119 | 0.84       |
| Stones       | 32           | 55           | 44           | 38           | -5           | 50           | 56           | 2.00   | 102 | 0.99       |
| Zvara        | 33           | 55           | 43           | 44           | 23           | 20           | 20           | 2.11   | 111 | 0.67       |
| <i>Women</i> |              |              |              |              |              |              |              |        |     |            |
| Acuff        | 23           | 50           | 36           | 33           | 18           | 18           | 22           | 1.69   | 90  | 0.53       |
| Astafei      | 32           | -            | 39           | 34           | 21           | 18           | 24           | 2.00   | 109 | 0.88       |
| Beyer-Helm   | 29           | 50           | 42           | 40           | 24           | 18           | 20           | 1.80   | 101 | 1.04       |
| Dragieva     | 33           | 47           | 41           | 40           | 31           | 10           | 11           | 1.85   | 109 | 0.82       |
| Henkel       | 30           | 55           | 41           | 38           | 42           | -1           | 4            | 1.91   | 105 | 0.94       |
| Kostadinova  | 34           | 51           | 43           | 37           | 26           | 16           | 24           | 2.06   | 114 | 0.98       |
| Quintero     | 30           | 51           | 42           | 34           | 27           | 14           | 24           | 1.91   | 106 | 0.75       |
| Sommer       | 23           | 44           | 36           | 33           | 30           | 6            | 11           | 1.72   | 98  | 0.90       |

図 4.18: 踏み切り動作前後の脚と重心の動き [35]

ここで  $p_1$  の角度は選手によらずおよそ 40 度という角度になっていることが分かる. このため図 4.10, 図 4.13 のようにカメラを設置することで, おおよそ選手の踏み切り動作を真後ろと真横から撮影することが可能になる.

#### 4.3.4 補足説明：真横からの撮影

助走の速度や重心の動きを正確に分析するためにはカメラで選手を真横から撮影しなければならない。次にこの理由について説明する。

カメラは現実には3次元内の運動を2次元のスクリーン面に投影して撮影している。投影には、視点が無限遠に存在すると仮定した平行投影と、視点を有限の位置にあると仮定した透視投影がある。平行投影とは対象物から十分遠くに距離をおき望遠レンズを使って撮影したときの画像に近く、透視投影とはピンホールカメラで撮影した画像に近い。現実のカメラによる撮影画像は透視投影による画像に近くなる。

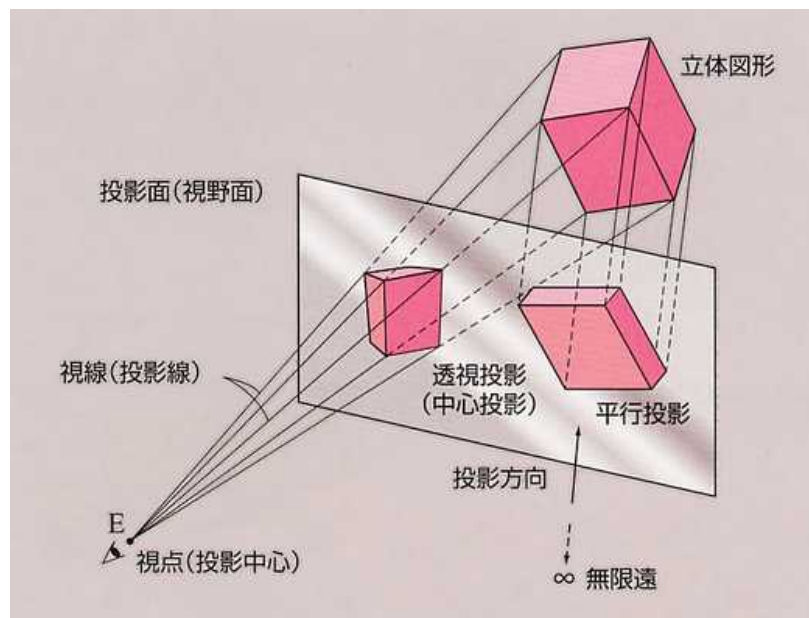


図 4.19: 透視投影と平行投影 [48]

例えばある基準座標系（世界座標系）で  $X$  軸方向に速度  $v$  で移動する物体をカメラで撮影することを考える（図 4.20）。ただし，物体の運動する世界座標系におけるカメラの視点の位置を  $E(x_e, y_e, z_e)$ ， $E$  から投影面に下ろした垂線の交点を  $T(x_t, y_t, z_t)$  とする．投影面は原点を  $T$  とする右手座標系  $T - XYZ$  を持つ座標系と定義し， $Y$  軸は  $xy$  座標面と平行であるとする（図 4.20）．視点  $E$  は  $X$  軸上の有限の位置に存在するものとする．

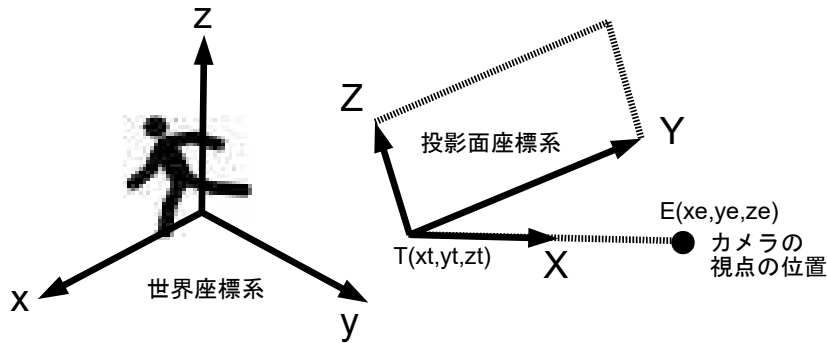


図 4.20: ビデオカメラの投影面に映し出される画像

ここで投影面座標系は世界座標系に重なった状態から原点を  $(x_t, y_t, z_t)$  方向に平行移動し， $Z$  軸まわりに  $\theta$  回転し  $Y$  軸まわりに  $-\phi$  だけ回転させたものであるとする．このとき，座標系  $O - xyz$  の撮影対象の運動を以下の式で座標系  $T - XYZ$  の運動に変換することができる．

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \phi & 0 & \sin \phi & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \phi & 0 & \cos \phi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -x_t \\ 0 & 1 & 0 & -y_t \\ 0 & 0 & 1 & -z_t \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} \quad (4.1)$$

ただし，軸方向に対して右回りを回転角度の正として考え，座標の平行移動や回転を行列の乗算だけで扱うために，同次変換形式で式を記述している．

計算結果を見やすくなるようにまとめると

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \phi \cos \theta & \cos \phi \sin \theta & \sin \phi & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ -\sin \phi \cos \theta & -\sin \phi \sin \theta & \cos \phi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x - x_t \\ y - y_t \\ z - z_t \\ 1 \end{pmatrix} \quad (4.2)$$

次に座標系  $T - XYZ$  の運動を投影面に映す射影変換を考える。図 4.21 に示すように撮影の視点を座標系  $T - XYZ$  の座標で  $E(X_E, 0, 0)$  とし、点  $P(X, Y, Z)$  を投影面に投影したときの座標を  $P_S(0, Y_S, Z_S)$  とする。

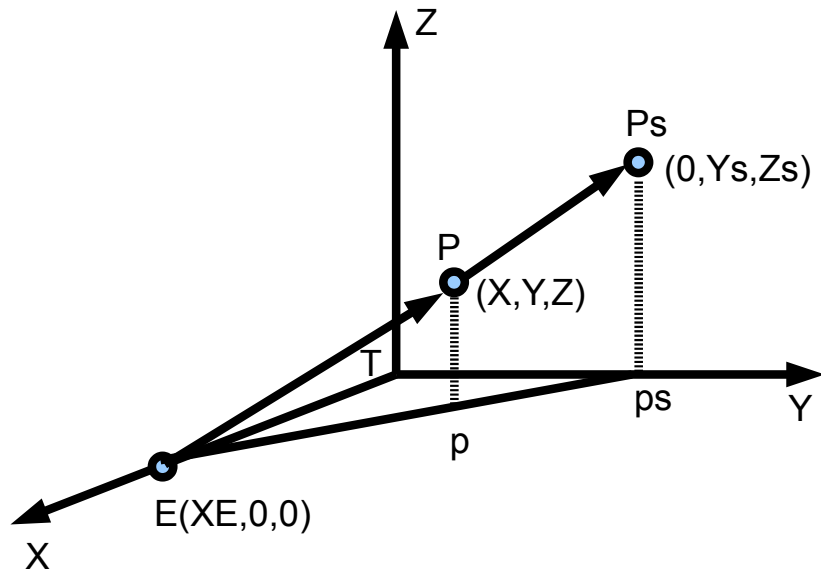


図 4.21: 透視投影

ここで三角形の相似条件を考えれば  $Y_S/Y = X_E/(X_E - X)$ ,  $Z_S/Z = X_E/(X_E - X)$  であるので、この関係を同時座標変換で表すと

$$\begin{pmatrix} X_S \\ Y_S \\ Z_S \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & X_E & 0 & 0 \\ 0 & 0 & X_E & 0 \\ -1 & 0 & 0 & X_E \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix} \quad (4.3)$$

となる。ただし  $X_E$  は以下の式で表される。

$$X_E = \sqrt{(x_e - x_t)^2 + (y_e - y_t)^2 + (z_e - z_t)^2} \quad (4.4)$$



ビデオカメラの撮影角度が世界座標の運動面を真横からとらえている場合、つまり  $(x_t, y_t, z_t) = (0, y_T, 0)$ ,  $(x_e, y_e, z_e) = (0, y_E, 0)$  とした場合は世界座標系  $O-xyz$  で動く運動  $(x, y, z) = (vt, 0, h)$  は投影面に対して

$$\begin{pmatrix} X_S \\ Y_S \\ Z_S \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{vt(y_T - y_E)}{y_E} \\ \frac{h(y_E - y_T)}{y_E} \\ 1 \end{pmatrix} \quad (4.5)$$

で表され、投影面（撮影画像）内でも倍率の違いはあるが水平方向の等速直線運動として撮影されることが分かる。つまり、ビデオカメラの撮影角度が世界座標の運動面を真横からとらえている場合は、4.3.2 項の分析方法によって正しい助走速度が分析できることになる。そうでない場合は正しい助走速度を得るために複雑な補正演算が必要になる。

## 4.4 踏み切り準備動作での腕・振り上げ脚の使い方

- 腕の使い方にはランニングアーム・シングルアーム・ダブルアームがある
- スピードタイプの選手はランニングアームをよく使う
- パワータイプの選手はダブルアームをよく使う
- シングルアームはランニングアームとダブルアームの中間的な特徴を持つ
- 一般的にバーより遠い側の腕の動作のほうが跳躍への貢献度が高い
- 振り上げ脚の動作は腕部の動作に比べて跳躍への貢献度が高い

踏み切り動作を効果的なものにするためには、助走の最終局面における腕や脚の振り上げ動作が重要である。腕の振り上げ動作（アームアクション）は「ランニングアーム」「シングルアーム」「ダブルアーム」に大別される。ここでは、踏み切り前後の腕や脚の動作について、その種類や役割、注意点について概説する。

### 4.4.1 振り上げ脚とアームアクションの役割と貢献度

腕と脚の振り上げ動作は、踏み切り動作で地面に伝える力を強くすることのできる有効な手段である。ここでは腕の振り込み動作と振り上げ脚動作について過去の分析例を取り上げ、その役割と跳躍への貢献度を説明する。

紹介する分析例は *USATF,NCAACHampionships,USOlympicTrials,WorldIndoorChampionships* に参加した選手の跳躍を画像分析して得られた結果である [35]。

腕や脚の動作がどれほど跳躍に貢献しているか示す値として「(踏み切り動作中の腕・(脚)部の重心の移動距離/身長)×腕部の重量」で計算される値を参考値として算出する。これは腕(脚)部の動作によって重心が持ち上がる度合いを身長当たりの値として計算したもので、重心が鉛直方向に引き上げられる速度や時間を反映した値となっている。この値が高ければ高いほど跳躍高への貢献度が高いと考えられる。

ここで、踏み切り時にバーに近い側の腕に対してこの値を計算したものを *AAN* とし、バーに遠い側の腕に対して計算した値を *AAF*、両腕に対して計算した値を *AAT*、振り上げ脚について計算した値を *LLA*、踏み切り脚以外の手足の合計値を *FLA* とする。

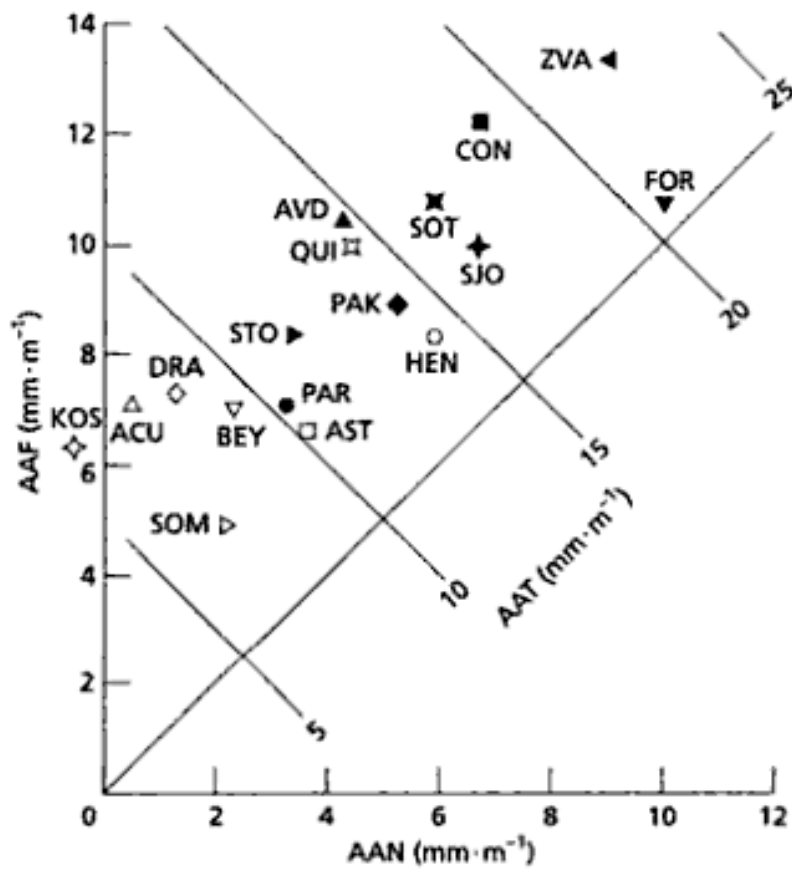


図 4.22: 跳躍における上肢動作の貢献度 [35]

図 4.22 は踏み切り動作における腕部の動作の貢献度を示した図である。グラフの右上に行くほど、値が大きくなり踏み切り動作における腕部の跳躍への貢献度が高い。ここで、図中の斜め線は AAN と AAF の値が等しいラインを表す。

多くのジャンパーのプロットはこのラインよりも上にある点に注意してほしい。これは一般的にバーより遠い側の腕の動作のほうが跳躍への貢献度が高いことを示している。多くの一流選手はバーに近い側の腕の動作はクリアランスをリードすることに利用し、バーから遠い側の腕で身体を引き上げる動作を行っていることが分かる。

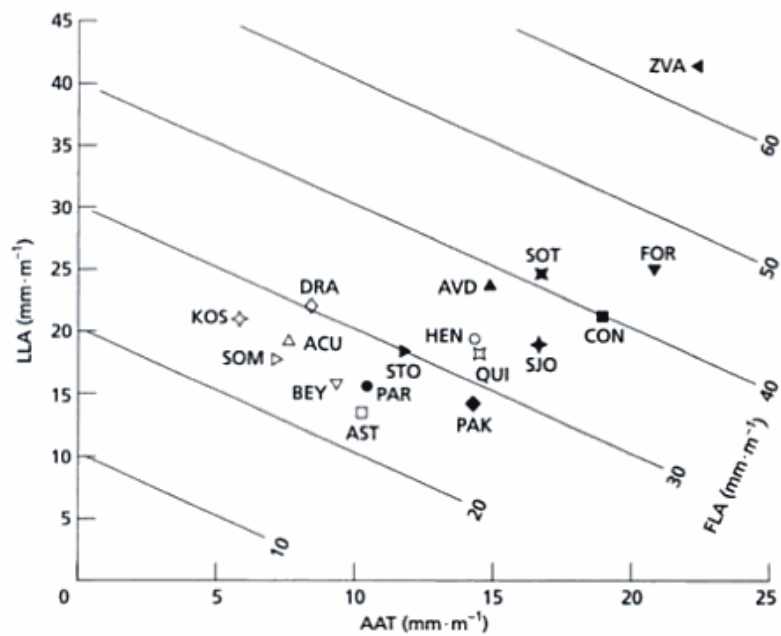


図 4.23: 跳躍における上肢・下肢動作の貢献度 [35]

次に  $LLA$ ,  $AAT$ ,  $FLA$  の値の関係を表したものを図 4.23 に示す。ここで、腕部の合計値  $AAT$  より、振り上げ脚の値  $LLA$  の方が大きい傾向にあることに注意してほしい振り上げ脚動作は軽視されがちであるが、腕部の振り上げ動作よりも跳躍における貢献度が高い点に注目してほしい。

松井の数学リンクモデルを使い日本人成人男女の各部分の質量比の計測を行った報告によれば [29], 上腕・前腕・手を含む腕部が身体重量に占める割合が両腕で約 10.2% であるのに対して, 脚部は振り上げ脚 1 本だけでも 17.3% と重量が大きい. 重量の大きな振り上げ脚の動作が跳躍の重心上昇に及ぼす影響は両腕の動作よりも大きい.

日本人成人男女の身体部分係数(松井, 1958)

| 部分 | 質量比  |      | 重心位置比 |      |
|----|------|------|-------|------|
|    | 男    | 女    | 男     | 女    |
| 頭部 | 7.8  | 6.3  | 46.0  | 45.0 |
| 胴体 | 47.9 | 48.7 | 52.0  | 52.0 |
| 上腕 | 2.7  | 2.6  | 46.0  | 46.0 |
| 前腕 | 1.5  | 1.3  | 41.0  | 42.0 |
| 手  | 0.9  | 0.6  | 50.0  | 50.0 |
| 大腿 | 10.0 | 11.2 | 42.0  | 42.0 |
| 下腿 | 5.4  | 5.4  | 41.0  | 42.0 |
| 足  | 1.9  | 1.5  | 50.0  | 50.0 |

図 4.24: 松井の身体部分係数表 [29]

余談になるが走行中に地面から浮いている間は身体の角運動量は保存されている. 短距離走や跳躍種目の助走のような高速疾走においては, 質量の大きな脚が空中で振り回されると大きな角運動量を持つことになる. このため体幹の軸をぶれさせないようにするため (バランスをとるため) には, 脚の角運動量を打ち消す方向の角運動量を生み出さなければならない. このため, 高速疾走が必要な場面では腕を大きく伸ばして速く腕ふりを行う選手が多くなる.

100m 走などの短距離選手になればこの傾向が顕著になり, 上肢の質量を大きくしなければ疾走が不安定になる. このため, 上半身の筋力トレーニングが欠かせなくなる. 高跳び選手は短距離選手ほどの速い助走速度は要求されないが, 上肢のトレーニングを疎かにすれば高速疾走や腕の振り上げ動作で不利になる.

#### 4.4.2 アームアクション

踏み切り動作準備動作における腕の使い方を大別すると「ランニングアーム」「シングルアーム」「ダブルアーム」の3種類に分かれる。いずれも世界のトップ選手が用いる代表的なアームアクションである。一般的にスピードタイプの跳躍選手はランニングアームを用いて、パワータイプの跳躍選手はダブルアームを用いることが多い。また、中間タイプの選手はシングルアームを用いることが多い。

##### スピードタイプの跳躍（ランニングアーム系）の特徴

- 助走距離が長い
- 助走スピードが速い
- 振り上げ振り込み動作が小さく素早い
- 接地時間が短い
- 後傾姿勢が小さい
- 踏み切り位置が遠い
- 跳躍角度が小さく流れ気味の跳躍になる
- バークリアランスのときの体の反りが小さい  
(体の回転力をそのまま使う)

##### パワータイプの跳躍（ダブルアーム系）の特徴

- 助走距離が短い
- 助走スピードが遅い
- 振り上げ振り込み動作が大きい
- 接地時間が長い
- 後傾姿勢が大きい
- 踏み切り位置が近い
- 跳躍角度が大きく垂直に近い跳躍になる
- バークリアランスのときの体の反りが大きい  
(体を丸めて慣性モーメントを調整しバーを超える)

アームアクションでは腕部が上方に大きく加速されることが好ましい。踏み切り動作で腕を大きく使うためには、踏み切りの一歩手前で腕が適切な場所に準備されてなければならない。また、水平方向のスピードが減速するようなアームアクションにならないように注意しなければならない。

アームアクションの選択は基本的には助走して踏み切り動作を行い、どのアームアクションに近いかを判断し選択すればよい。スピード系の跳躍選手はランニングアーム、パワー系の跳躍選手はダブルアームが多い。

ここでは代表的なアームアクションを紹介し、それぞれにどんな利点・欠点があるか説明するので、自分のアームアクションの参考にしてほしい。説明は左踏み切りの選手について行うので、右踏み切りの選手は文章を手足の左右を入れ替えた説明に置き換えて理解してほしい。

踏み切りの二歩手前の脚が接地したとき左踏み切りの選手の場合は左脚と右腕を前側に、そして右脚と左腕を後方に下げている。ここまでの基本動作は全ての選手に共通である。そこから踏み切り足を接地するまでの右腕の動作はアームアクションによって大きく異なる（左腕のアームアクションはどのアームアクションでも大きな差はない）。

まず、ランニングに近い自然な腕使いで最後の二歩を行うランニングアームについて説明する。ランニングアームは図 4.25 に示すように、踏み切り足が接地したときに右腕を前に出し、右脚と左腕を後ろに下げた状態からアームアクションが始まる。

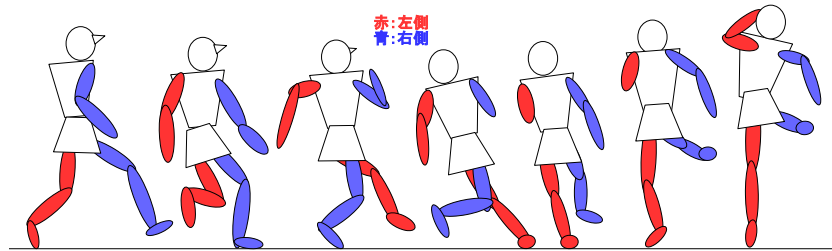


図 4.25: ランニングアームでの腕使い

図 4.25 はランニングアームと呼ばれるアームアクションを示した図である。ランニングアームはフォスベリーによって利用されたテクニックであり、最も古典的なアームアクションといえる。

ランニングアームでは踏み切り動作を行うとき左腕を前方に振り出し、右腕を後方に下げる。こうすることで腕と脚がランニング動作の延長線の自然な動きになる。ランニング動作と同じ腕の動きをすることを特徴としており、左足が上がる瞬間（右足接地時）は右腕を上げ、右足が上がる瞬間（左足接地時）は左腕を上げながら踏み切り動作を行う。バー側の肩が下がった踏み切り姿勢となるため、他のアームアクションに比べて跳躍が流れやすい。

ランニングアームの特徴としては、踏み切り動作で振り上げ脚と左腕で体を引き上げ、右腕をやや後方に引くところにある。また、このとき左側の肩を上方に引き上げるような形で踏み切りの姿勢を作る。

ランニングアームは他のアームアクションに比べて離陸時の重心が低くなってしまうという欠点があるが、ランニングに近い自然な腕使いによって踏み切り動作に移れるため、助走の減速を小さくすることができるという利点がある。ランニングアームは日本人選手に多い腕の使い方であり、特に女性選手に多いアームアクションである。



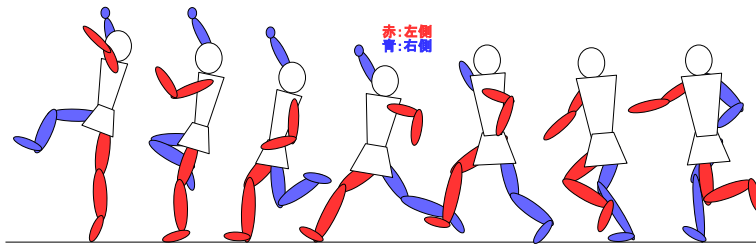


図 4.26: シングルアームでの腕使い

シングルアームは図 4.26 に示すように、踏み切り足が接地したときに右腕を前に出し、右脚と左腕を後ろに下げた状態からアームアクションが始まる。ランニングアームと同様、踏み切り動作で左腕を前方に振り出すが、右腕も前方に上げて残したままにしておく。北欧の男性選手によく見られるアームアクションである。

右腕の動作が踏み切り動作にあまり貢献しないため、あまり良いテクニックとされていないが、踏み切り動作からクリアランスへの体のコントロールが行いやすく、助走スピードの速い選手に好まれて使われる傾向がある。ランニングアームとの違いは左肩よりも右肩を上方に引き上げた姿勢で踏み切りを行う点にある。また、ランニングアームに比べれば後傾姿勢が取りやすいという利点もある。

次にダブルアームと呼ばれるアームアクションについて説明する。ダブルアームでは踏み切り動作の開始時点で左脚を前に右脚と両腕を後ろ側にする姿勢が作られる。このダブルアームの動作は大きく分けて二種類ある。

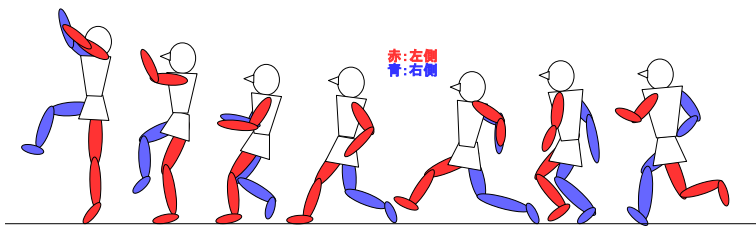


図 4.27: ダブルアームでの腕使い-a-

図 4.27 はダブルアームの動作の一つを表したものである。踏み切りの二歩手前まではランニング動作に近い自然な腕と脚の動作が維持されている。踏み切り足一步手前の右脚が接地したとき左腕が前方に出て右腕は後方に下げられる。そして最後の一步が踏み出されるとき、左腕は自然に後方に下げられ右腕はそのまま後方に残される。次に踏み切り足が接地してから離陸するまでの動作で、両腕が後ろに下げられた状態から前方に勢いよく振り出される。

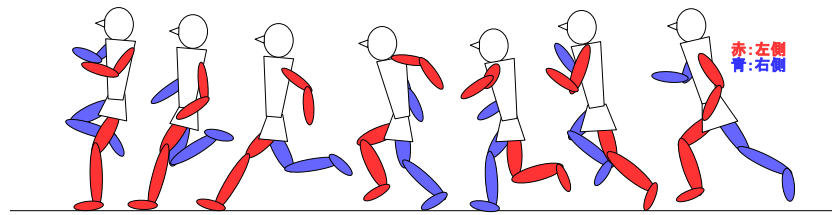


図 4.28: ダブルアームでの腕使い-b-

図 4.28 は図 4.27 と別のパターンのダブルアームを表している。踏み切りの二歩手前で右腕は前方に出したまま保たれ、左腕は自然に前方に出されていく。踏み切り一歩手前の右脚が接地したとき両腕が前方に残されている。最後の一步が出されるときに両腕が後ろに引かれ、踏み切り足が接地してから離陸するまでの動作で両腕が後ろに下げられた状態から前方に勢いよく振り出される。先ほどのダブルアームと比較するとアームアクションの前半で右腕が前方に残される点が大きく異なる。

ダブルアームの選手は腕の使い方が、通常のランニングと比べて不自然な形になるため、助走スピードが減速しやすい。ダブルアームはランニングアームやシングルアームに比べて助走スピードがどうしても減速してしまうが、離陸時の重心を高くしやすいという利点がある。また、ダブルアームでは大きな振り込み動作を使って地面に大きな力を伝えることができる。

## 踏み切り動作

棒を斜めに地面に投げつけると棒は回転しながら跳ね上がる。このとき、棒は低い姿勢から起き上がりながら上昇力と回転力を同時に生み出している。これは棒が持つ速度のエネルギーが、棒の回転と位置のエネルギーに変換される物理現象である。

地面に接地した低い姿勢から起き上がりながら上昇力と回転力が生み出される現象は「起こし回転」と一般的に呼ばれる。高跳びの踏み切り動作ではこうした起こし回転運動を効率よく生み出すことが重要となる。

第5章では高跳びの踏み切りにおける「起こし回転動作」によって生み出される「体の上昇力」「クリアランスに必要な回転力」について、その重要性和ポイント、注意点を重点的に説明する。

起こし回転のように外から見るとよく分かる技術要素がある一方で、踏み切り動作には繊細で微妙な技術要素も多く含まれる。例えば、踏み切り足の足運び、荷重、踏み切り角度、力を出すタイミングなどは、外から見ればわずかな動作の差によって跳べる高さに大きな違いが生まれる。

こうした微妙な技術要素は指導者が外から見ても分かりにくいいため、基本的には選手が練習の中で地道に獲得していくしかない。「どんな些細なことでも良いと思われるものは徹底的にやる」という意気込みで練習してほしい。

第5章の後半では、こうした踏み切り動作の微妙な技術要素に注目してそのポイントと注意点を説明する。

## 5.1 踏み切り動作のポイント

踏み切り位置と着地位置を決めて安定したテンポ・リズムで踏み切り動作が行えるようにする。

まずは踏み切り位置と着地位置を決めて、安定したテンポ・リズムで踏み切り動作が行えるようにすることが最初の一步になる。特に初心者のジャンパーはいつも同じテンポ・リズムで同じ位置で踏み切り、同じ場所に着地できるように徹底的に反復練習を行って踏み切り動作を安定させたい。

踏み切り動作では「体の上昇力」「クリアランスに必要な回転力」を生み出すことが重要である。こうした力は踏み切り動作における起こし回転動作によって生み出される。また、体が地面から離れる際にできるだけ重心を高い位置にキープした姿勢を取ると跳躍に有利になる。

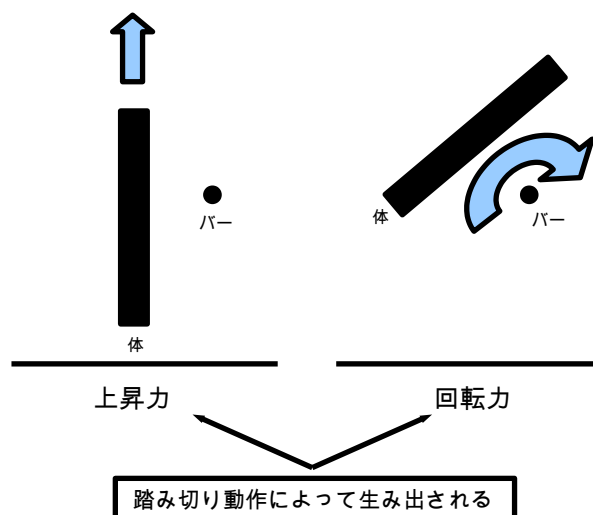


図 5.1: 踏み切り動作によって生み出される力

踏み切り動作で重要となるポイントは以下の3点

- クリアランスに必要な上昇力と回転力を生み出す
- 体をしっかり垂直に立てた上昇姿勢を作る
- 身体重心高をできるだけ高くして離陸する

既に述べたように踏み切り後に体が地面から離れた後は、重心の最高到達点は物理的に決まってしまう。踏み切り動作が完了し、体が空中に浮いた後は、腕をふろうが足を伸ばそうが体が浮くことはない。体の上昇力は踏み切り動作によってのみ生み出される。

また、空中での回転の勢いを表す量である角運動量も、踏み切り後に変化することはない。クリアランスに必要な回転力は踏み切り動作によってのみ生み出される。空中の回転力を踏み切り動作で生み出さなければならない点を軽視している競技者が多いので特に注意してほしい。

よく、助走ばかり練習をする選手を見かけるが、助走はよい踏み切りに繋がらなければ意味がない。よい踏み切りができなければ高く跳べない。

逆に、うまく踏み切れなくなるという理由で短助走での跳躍や、極端な内傾動作、不自然なリズムでの助走で跳躍練習を繰り返す選手も見かける。「よい助走」が「よい踏み切り」に繋がるのであって、悪い助走のまま跳躍練習を繰り返しても、悪い踏み切りに慣れてしまって高く跳べるようにはならない。

## 5.2 踏み切り動作で生まれる体の上昇力

踏み切り動作で上昇力を生み出す力は以下の3つ

- 後傾・内傾からの体の起こし回転を使う  
踏み切り姿勢は「真っ直ぐの棒，身体をロック，地面から傾けて」が基本  
地面に斜めに投げた棒がポーんと浮くイメージ
- 上肢・振り上げ脚（自由脚）による振り上げ
- 踏み切り脚の伸展運動

高跳びの踏み切り動作で上昇力を生み出す筋活動は

- 筋肉の「伸張性収縮」によって力が生み出される
- 垂直跳びの力の形態は短縮（求心）性収縮（膝を伸ばしながら力を生む）
- 高跳びの力の形態は伸張（遠心）性収縮（膝を突っ張りながら力を生む）
- 効果的な伸張性収縮を行うには速い助走速度が必要
- 踏み切りで間延びすると助走速度が落ちるため踏み切り動作に不利

ここでは踏み切り動作で体の上昇力を生み出す方法について考える。



図 5.2: 踏み切り時に選手に作用する力 [49]

高跳びの跳躍で体の上昇力を決めるのは「踏み切り動作」である。

図 5.2 でも示した通り，踏み切り時に選手に働いている力は重力と地面からの反力「のみ」である。体の上昇力を決めるのは鉛直（垂直）方向の力成分なので，地面から足に伝わる力によって体の上昇力が生み出される。

この「上昇力」は主に3つの要素によって生み出される [4].

1. 後傾・内傾からの体の起こし回転
2. 上肢・振り上げ脚（自由脚）による振り上げ動作
3. 踏み切り脚の伸展運動

図 5.2 の二枚目の写真で示しているように地面から受ける力が重力による力より大きくなるからこそ、人間の体が地面から離れ上昇を開始する。選手は体を素早くブロックさせて踏み切りに入り、主に伸張性収縮によって筋力を発揮し、地面に力を伝えることで体を上昇させることができる。

三枚目の写真に示しているように、体が地面から離れた後に選手に働く力は「重力」のみである。空中でどれだけ腕や脚を動かしても体の上昇力は生まれない。マットに着地するまでは選手に働く力は重力のみで、物理法則に従って重心は空中で放物線運動をする。

テンポ良く助走するのも内傾動作を行うのも、踏み切り動作で腕をスイングさせるのも、全ては「地面をタイミングよく強く押して、地面から強い反発力を得るため」に行う。

地面をタイミングよく強く押すために、踏み切り時の腕の動作（アームアクション）は行われるのである。「地面をうまく押すことで地面から強い反発力が得られる」ことで強い上昇力が生まれる。

図 5.2 はホルム選手が 231 の跳躍に成功したときの踏み切り動作の連続写真である。スピード感のある助走、違和感のない美しい後傾姿勢、体を一本の棒のように伸ばした離陸時の上昇姿勢が素晴らしい。

### 5.2.1 起こし回転運動による上昇力を得るポイント

起こし回転による上昇力は助走スピードの大きさと身体の後傾・内傾の大きさによって決まる。進行方向後方に身体が傾くことを後傾、横に身体が傾くことを内傾と呼んでいるが、後傾・内傾角度の合成角度として「身体が地面に対して傾いた状態で踏み切り動作に入ること」が起こし回転を生み出す。

こうして体が地面に対して傾いて入ることにより、関節や筋肉に大きな負荷がかかり、大きな力が発揮される。このとき腰・膝はできるだけ屈曲させずに体を一本の棒のように真っ直ぐな状態に保つことが重要である。

助走の項でも述べたが高跳びの跳躍は体幹、臀部、脚部(アキレス腱)、足首などの靭帯の反射を利用して跳んでおり、生み出された力はそれぞれ各関節を通して地面に伝わる。もしこのときどこかの関節に緩みがあれば十分にエネルギーが伝わらず大きな跳躍力を得ることができない。

反射を利用した跳躍では、踏み切り瞬間に関節が強く固定されていることが必要である。速い助走スピードから内傾・後傾姿勢で地面に体が投げつけられると「筋肉」や「腱」には大きな負荷がかかり、筋肉の伸張反射の効果によって各関節が強く固定される。こうして硬い棒ようになった身体から、強い力が地面に伝えられる。

また、踏み切り動作でいきなり後傾・内傾するのではなく、後傾・内傾を事前に作ってから踏み切り動作に入ることが重要である。よく踏み切りの直前になって後傾・内傾動作を行う選手をみかけるが、こうした動作は助走の大きな減速を招くため、良い踏み切り動作ではない。



### 5.2.2 上肢・振り上げ脚（自由脚）による振り上げ運動

アームアクションには「ダブル・アーム」「シングル・アーム」「ランニング・アーム」の大きく分けて三種類がある。また、振り上げ脚の使い方にも伸展したまま振り上げる方法と、屈曲させて振り上げる方法の大きく分けて二種類がある。

アームアクションや振り上げ脚動作は「地面に強い力を加えて反発力を得る」ために行う。踏み切り動作では腕や脚といった「重量物」が踏み切り動作で上方に引き上げられることで、作用・反作用（あるいは運動量保存則）の法則によって体の他のパーツは地面の方向（下方）に同じ力で押される。結果として腕や脚を引き上げる力は地面を押す力として地面に伝わり、身体が地面からの反作用の力を受けることで上昇力が生み出される。

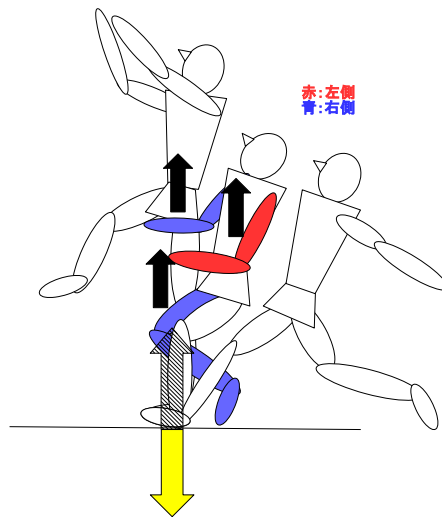


図 5.3: 腕部・脚部の振り上げ動作によって得られる力

図 5.3 でも示したように腕や振り上げ脚を持ち上げることによってその他の体の部分（図中白抜き部分）は作用・反作用の法則で地面方向に押される。この力が地面に伝わり地面を押すことで、地面からの反発力（図中斜線矢印）が得られ、体の上昇力が生み出される。

4.4.1 項に述べたように特に振り上げ脚の動作によって生み出される上昇力は大きいので注意したい。というのも脚部の重量は重く、踏み切り時に引き上げることによる力の作用の影響が大きいためである。例えば上腕・前腕・手を含む腕部が身体重量に占める割合は片腕で約 5.1% に対して脚部は片足で 17.3% と重量が大きい [29]。

日本人は助走スピードを生かした跳躍を行う選手が多く、ランニングアームの選手が多い。ランニングアームでは踏み切り動作初期では体を引き上げるための上昇動作が見られるが、ダブルアームに比べれば腕による引き上げ効果は低い。

このため、振り上げ脚を屈曲させ鋭く上げることで、腕で得られない上昇力の不足分を補うような踏み切り動作をする選手が多い。特に 2010 年現在の日本記録保持者である靛醐選手 (233) がこうした踏み切り動作をしている点は興味深い (図 5.4)。

助走スピードを跳躍に生かしたい場合はアームアクションはランニング式で、振り上げ脚は屈曲式を用いることが多い。日本人の女性は特にこの組み合わせの高跳び選手が多い。



図 5.4: 靛醐選手のランニングアームによる踏み切り動作 [50]

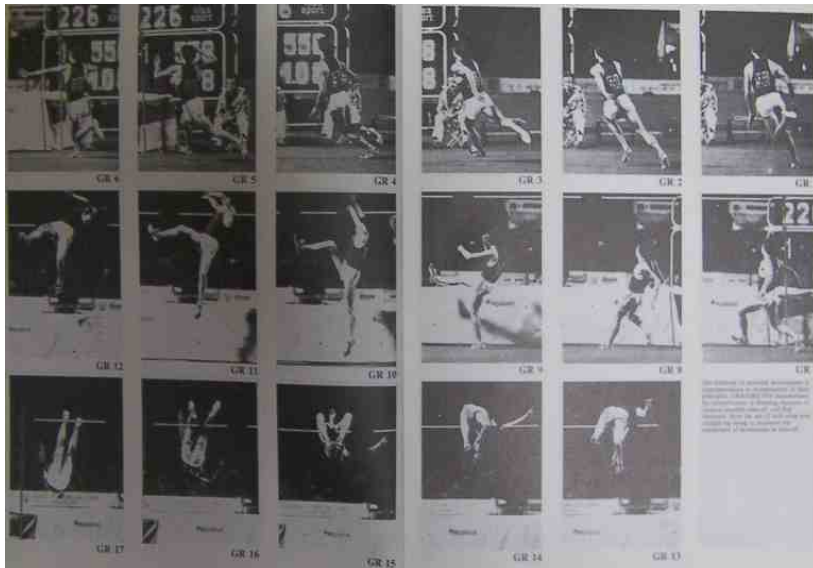


図 5.5: 背面跳び初期の腕・脚部の振り上げ動作 [10]

腕部や脚部を振り上げることで大きな上昇力を生み出せる。しかし、振り上げ動作を意識するあまり助走スピードが低下したり、踏み切り時間が長くなり過ぎてはならない。

背面跳びが世に広まりはじめた当初は図 5.5 のようにベリーロール（ストラドル）の踏み切り動作の延長線上として、「極端な後傾動作」「大きなダブルアームアクション」「膝を伸展させた状態での振り上げ脚動作」などを用いる方法が試みられてきた [10]。

ベリーロールの洗練された腕・脚使いをマスターした選手が、こうした踏み切り動作を行うことで強い上昇力を生み出そうとする発想は素晴らしい。しかし、踏み切りスピードの減速に繋がるこうした踏み切り方法は、効率の良い跳躍方法ではなく、長い高跳びの歴史の中で淘汰されてきた。

ダブルアームで踏み切る選手も近年では助走スピードをなるべく落とさないために、アームアクションをコンパクトに素早くしたり、振り上げ脚の動作を小さくするなど、踏み切り動作の前後で様々な工夫を行っている。

外人選手は日本人に比べてダブルアームでやや伸展気味の振り上げ脚の使い方をする選手が多い。しかし、いずれにしても体を棒のように硬くし、地面に強い力を伝えて、踏み切りの最終局面で体を垂直に立た上昇姿勢を作り、身体重心高をできるだけ高くするという踏み切り動作の基本は同じである。

図 5.6 は日本人に多い典型的なランニングアームの踏み切りスタイルである吉田選手（元日本記録保持者 231）と、外国人に多い典型的なダブルアームの踏み切りスタイルであるソトマヨル選手（2010 年現在の世界記録保持者 245）の踏み切りシーンを比較したものである。二名とも振り上げ脚やアームアクションは異なるが、踏み切りの最終局面で体を垂直に立てた上昇姿勢を作り、身体重心高をできるだけ高くするという踏み切り動作の基本姿勢がしっかり作られている。

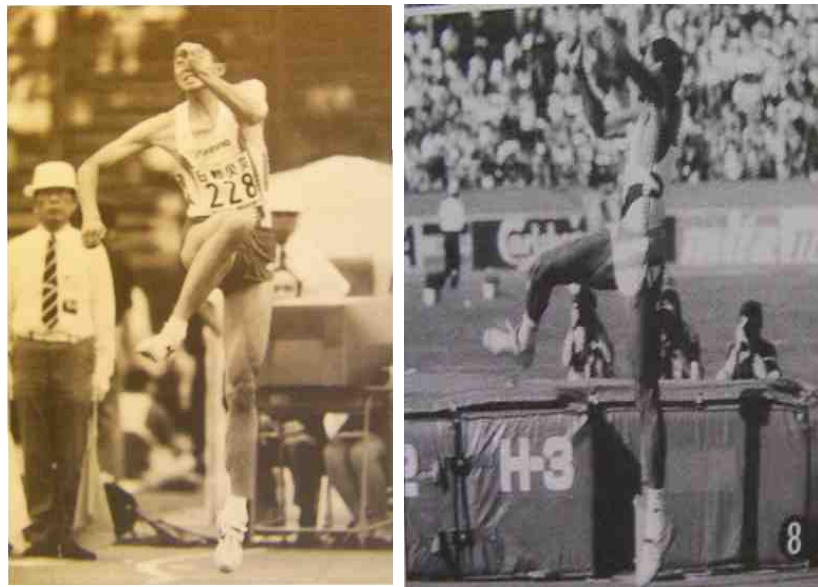


図 5.6: 踏み切り姿勢の比較 [4]

### 5.2.3 踏み切り脚の伸展運動（高跳び選手の踏み切り方法）

高跳びでは踏み切り前半部分で関節を屈曲させようとする力に対抗して筋力を発揮しているとき（伸張性収縮がおきているとき）に大きな体の上昇力が生み出されている。このとき大殿筋や大腿四頭筋、大腿二頭筋やヒラメ筋をタイミングよくコントロールして、体を棒にするようなイメージで踏み切り動作を行うことが重要である。

踏み切り動作の前半部分では脚部の伸展筋群は、関節を屈曲させようとする踏み切り動作の大きな負荷に対抗しながら、強制的に伸張され大きな力を生み出す。一般的に走り高跳びの踏み切り動作では、踏み切り脚の膝が最大屈曲するまでに約80%の鉛直初速度が生み出されることが知られている [4]。

図 5.7 に示すように、高跳びの踏み切り動作では踏み切りの前半部分で脚が屈曲しながら力を発揮する（伸張収縮）部分で大きな力（加速度）が発生し体を上昇させている。

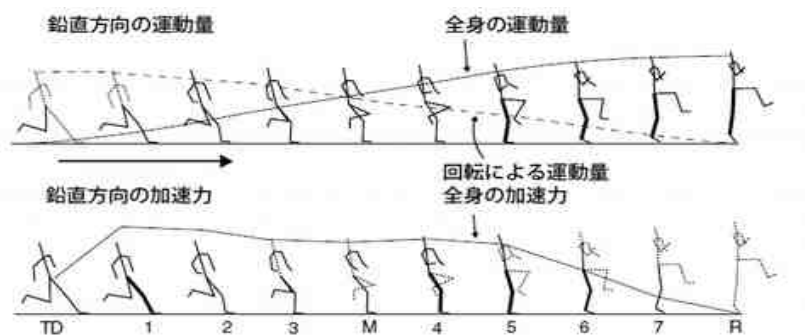


図 5.7: 踏み切りで得られる運動量と加速度 [37]

図 5.7 では、膝が伸展していく踏み切りの後半部分ではあまり上昇力が得られていない点に注目してほしい。これは垂直跳びのようなジャンプと比較すると筋力の発揮形態が根本的に異なっていることを意味している。

高跳び選手の跳躍動作は他のスポーツの跳躍動作とは根本的に違う。高跳び選手は「高跳びの踏み切り」を意識した踏み切り動作を行いたい。

例えばバスケットボールの場合は周囲には敵チームの選手がいるわけだから助走を自由に設定することはできない。相手の選手をよけながら踏み切り動作を行う必要があるため、体のバランスをとりやすくするため重心を必要以上に低くコントロールしなければならない。また、十分な助走距離がないので、片足で踏み切るよりも両足で踏み切った方が安定して高く跳べる。

垂直跳びと高跳びの踏み切り動作も「高く跳ぶ」という目的は同じなので「垂直跳びで高く跳べる＝高跳びも高く跳べる」と思われがちであるが、これは間違いである。

図 5.8 に示すように、垂直跳びでは脚は関節を伸展させながら上昇力を生み出す。このため、筋力の発揮形態はコンセントリックな筋収縮（求心性収縮）となる。これに対して高跳びの踏み切りでは脚は伸展状態から力負けして引き伸ばされ屈曲しながら上昇力を生み出す。このため、筋力の発揮形態はエキセントリックな筋収縮（遠心性収縮）となる。両者の筋活動は根本的に違っており、エキセントリックな筋収縮で発揮できる力はコンセントリックな筋収縮で発揮できる力より強いため、垂直跳び（例えば立ち高跳び）よりも走り高跳びのほうが高く跳ぶことができる。

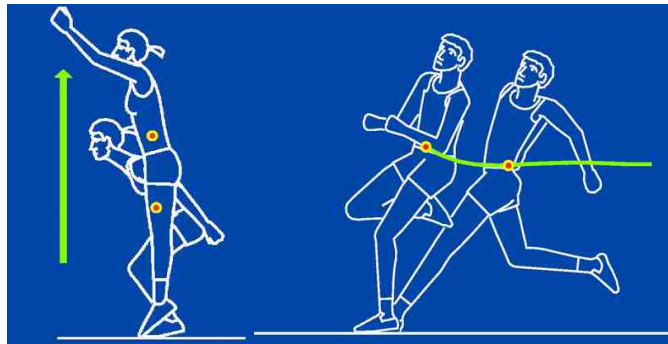


図 5.8: 垂直跳びと高跳びの踏み切り動作の比較 [51]

初心者の多くは垂直跳びの延長動作のつもりで高跳びの踏み切り動作を行ってしまう。助走スピードが遅く、膝を屈曲した状態で踏み切り動作を行い、「膝を伸ばしながら思いきり跳びあがる」というイメージで踏み切り動作を行う。

これは助走しているという点を除けば垂直跳びの跳躍動作に近い。踏み切り時間（踏み切り足が地面に着いている時間）は長くなるし、コンセントリックな筋収縮では強い体も上昇力は得られない。

一般的に踏み切り動作では「踏み切り時間を短くすること」「踏み切りで膝をあまり屈曲しないこと」の2点が指導されることが多い。いずれも垂直跳びに近い踏み切り動作になってしまうことを避け、高跳び選手らしい踏み切り動作を行うための指導である。この2点を意識して踏み切り動作を行うと垂直跳びのような跳躍は成り立たなくなり、自然と高跳び選手の踏み切り方法に近づいてくる。

最初は勝手が分からず踏み切り動作に力が入らないと感ずるかもしれないが、助走スピードを上げながら、根気よく跳躍練習を繰り返せば、やがてコツが掴めてくる。

#### 5.2.4 高跳び選手の踏み切り動作の特徴

実際の高跳び選手がどのような踏み切り方法を行っているか分析したデータを図 5.9 示す。モデルとなっている跳躍選手は現世界記録保持者のソトマヨル選手（245 キューバ）とノジ選手（230 アメリカ）である。ソトマヨル選手は身長 195 と長身で典型的な欧米人に多いスタイルの踏み切り動作を行う。それに対してノジ選手は身長が 173 と小柄であり、日本に多いスタイルの踏み切り動作を行う。

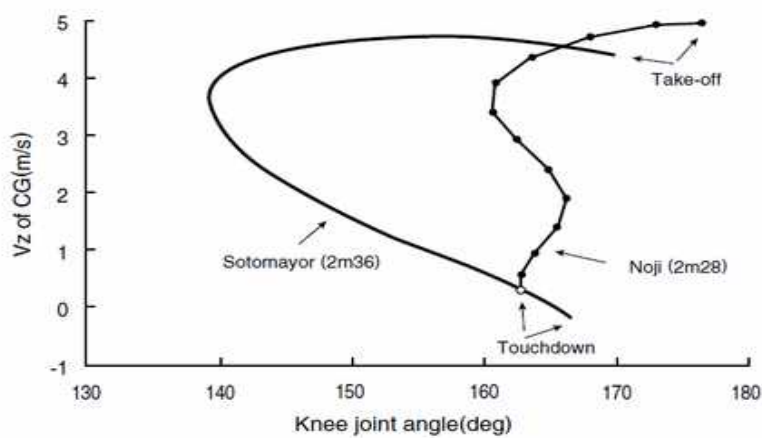


図 5.9: 踏み切り時の膝屈曲角度の変化と上昇速度の関係 [37]

図 5.9 は踏み切り動作において、膝関節角度と身体重心の鉛直速度がどのように変化しているかを示したものである。ソトマヨル選手は、ノジ選手に比べて踏み切り足接地後に膝が大きく屈曲する。それに対してノジ選手は踏み切り足接地後は膝をほとんど屈曲させずに踏み切っている。また、ノジ選手は接地直後の鉛直速度がわずかに正（上向き）となっているため、「駆け上がる」ような踏み切り動作になっていることも分かる。

いずれの選手も踏み切り後に膝が「屈曲していく局面」で大きな鉛直速度が得られており、体の上昇力が得られている。ソトマヨル選手の測定結果は、膝を大きく屈曲する踏み切りを行う選手でも、エキセントリックな筋収縮によって大きな跳躍力が発揮されていることを示している。

次に両者の踏み切りスタイルを連続写真で比較してみる。図 5.10 にソトマヨル選手，図 5.11 にノジ選手の踏み切り動作を連続写真で示す。ソトマヨル選手はダブルアームの両腕の大きな振込みと強い振り上げ脚動作が特徴的である。踏み切り足の膝はノジ選手に比べて屈曲角度が大きいが助走スピードは速い。また，ノジ選手に比べれば体が大きく後傾しており，振り上げ脚の動作もダイナミックである。

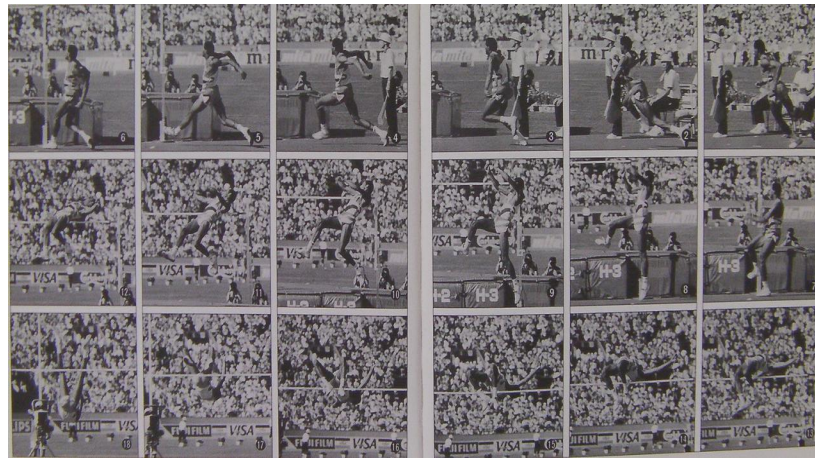


図 5.10: ソトマヨル選手の踏み切り動作 [4]



一方ノジ選手はソトマヨル選手に比べて踏み切り動作の後傾（特に体幹部）が小さく，振り上げ脚の動作も小さい．踏み切り動作における腰の移動が非常に速く，ソトマヨル選手に見られるような「踏み切り動作で腰が一旦落ち込み減速する」という局面が見られない．また，左手を低く曲げて，リーチを短くし振ることで踏み切り時間を短縮しようとしている．こうした一連の動作によって，助走で得られたスピードをなるべく減速させずに踏み切り動作を行っている．踏み切り動作での膝の屈曲もほとんど見られない．

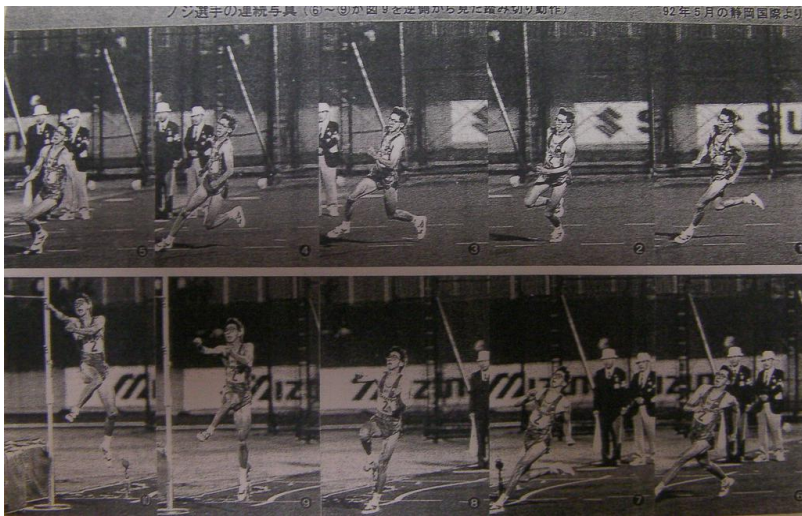


図 5.11: ノジ選手の踏み切り動作 (92 年 5 月の静岡国際より) [42]

このように踏み切り動作といっても一般的な正解モデルが存在するわけではない．両極端な典型例として 2 人の選手の踏み切り動作を注目して紹介したが，他にも特徴的な踏み切り動作を行う選手が数多くいる．

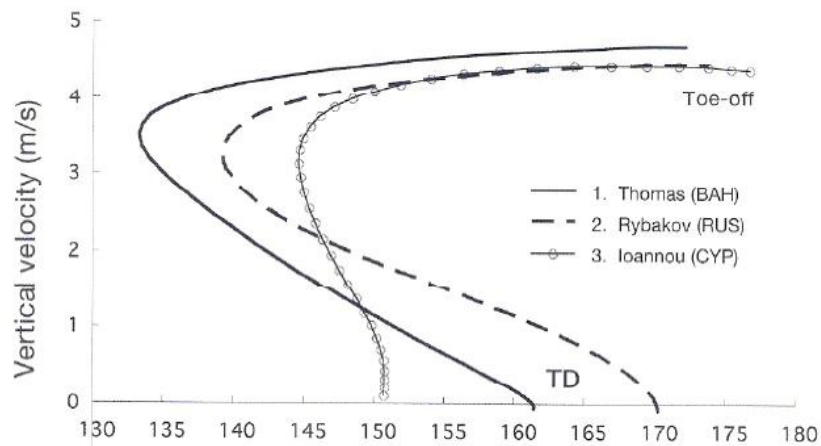


図 5.12: 踏み切り時の膝屈曲角度の変化と上昇速度の関係 [52]

最後に最近の高跳び選手の踏み切り動作について分析した資料を紹介する [52]。図 5.12 は 2007 年の大阪世界陸上で分析された踏み切り動作のデータである。

一位のトーマス選手はバスケットボールから高跳びに転向した選手であり、踏み切り位置が極端にバーに近く、踏み切り足が接地した瞬間の膝の屈曲角度も大きい。ただし、膝の伸展部分では体の上昇速度があまり変化していないことから高跳び選手の踏み切りができています。

二位のリバコフ選手は欧米選手に多い典型的なダブルアームの踏み切り方法で、踏み切り時の膝の屈曲角度の変化はソトマヨル選手に似ている。

三位のイオアナ選手はノジ選手の踏み切りに近く、両者とも同じシングルアームの踏み切りである。イオアナ選手は身長 193cm と長身にも関わらず、コンパクトで素早い踏み切り動作を行う技術を持っている。

### 5.2.5 踏み切り動作のタイミングと素早さ

踏み切り動作が「間延び」すれば助走速度が減速して踏み切り動作が遅れる。これでは助走速度を生かした跳躍ができなくなる。

地面を「上から叩いて」踏み切ろうとすれば、脚を地面から持ち上げる不自然な動作が発生し、踏み切り動作がワンテンポ遅れる。既に述べたように、高く跳ぶためには踏み切りに入る際の助走速度が重要であり、こうした遅れた動作は跳躍に不利になる。

踏み切り動作を行う時は、感覚的には地面スレスレに「擦る」ような足運びを意識したい。特に年少の競技者は踏み切り動作が間延びし、地面を「上から叩く」ような踏み切り動作になりがちで、助走速度が踏み切り動作前に減速してしまう選手をよく見かける。

ここで踏み切り動作の良い例と悪い例を挙げてその動作を比較する。図 5.13 はアメリカのトーラ・ハリス選手（233）の踏み切り動作の連続写真である。図 5.14 はある年少の跳躍選手の踏み切り動作の連続写真である。それぞれの連続写真は 1 秒を 30 コマに分割して作成したものである。

まず図 5.13 では写真番号 1 で踏み切り一步前の足が着地しており、番号 2 で踏み切り足が着地し、番号 3 で足が地面から離れている。

番号 1 から番号 2 までは 5 コマしかなく非常に速いタイミングで踏み切り動作が行われていることが分かる。これはハリス選手が特別速いというわけではなく、助走が速い選手も遅い選手も、世界の一流選手は最後の一步の踏み込みが非常に早い。また、この間の足運びを見ると地面スレスレに「擦る」ような足運びになっており、踏み切り足を地面に突き刺すように踏み切っている。



図 5.13: 良い踏み切り動作の例 [53]

一方で図 5.14 に示す年少の競技者は写真番号 1 で踏み切り一步前の足が着地し、番号 4 で踏み切り足が着地している。ハリス選手がこの間がわずか 5 コマなのに対して、この競技者は踏み切り動作で「間延び」してしまい 11 コマと非常に時間がかかってしまっている。ハリス選手の助走スピードはかなり速いが、この競技者の 2 倍以上のスピードで助走しているわけではない。この競技者は踏み切り動作で助走速度が減速してしまっている。

ここで、踏み切りが間延びして遅れてしまう要因は 2 点ある。1 点目は番号 2 に見られるように、足が地面から離れた軌道で動き踏み切り動作を行っていることにある。これでは地面に足を着地するだけでも時間がかかってしまう。こうした時間ロスは「地面を擦るように最短の軌道で足を動かす」踏み切り動作を意識することで改善される。

2 点目は番号 3 に見られる地面を「上から叩こう」とする踏み切り動作を行っていることにある。この競技者は地面を上から叩いて踏み切ろうとしており、一旦地面に近づいた足をもう一度空中に持ち上げて踏み切っている。こうした無駄な動作は踏み切り時間のロスを招く。

ここに挙げた 2 点のポイントは、年少の競技者の踏み切り動作を指導する場合には特に意識して注意してほしい。最近では高解像度なスローモーション動画が容易に撮影できるビデオカメラが手に入るので、是非コマ送りで選手の踏み切り動作が間延びしていないか確認してほしい。

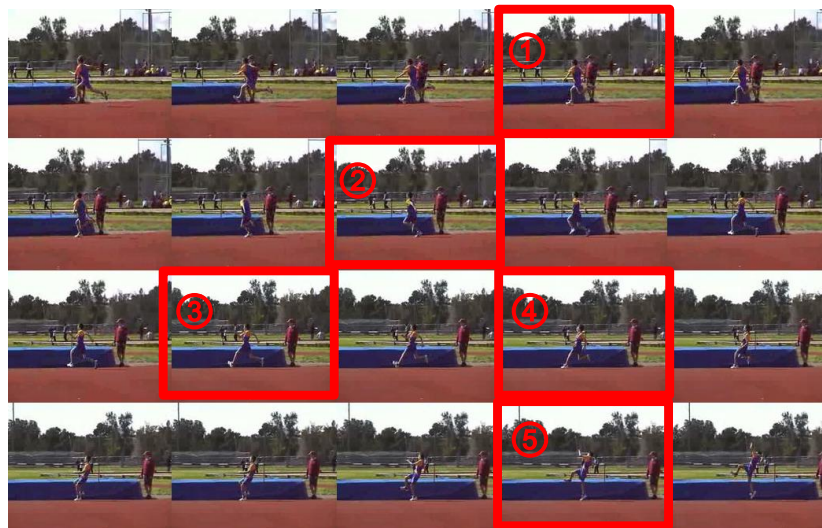


図 5.14: 悪い踏み切り動作の例 [54]

### 5.3 踏み切り動作で生まれる体の回転力

- クリアランス中は空中での回転力（角運動量）は変わらない
- 空中での回転力は後傾，内傾姿勢からの起こし回転で生み出す

クリアランスに必要な空中での回転力とそれを生み出す力は以下の通り

- ヨー回転成分を生み出す力  
振り上げ脚を斜め上にバーからわずかに離れるように持ち上げる肩を回転させることによって生み出される
- ピッチ回転成分を生み出す力  
踏み切り時の後傾姿勢によって生み出される
- ロール回転成分を生み出す力  
踏み切り時の内傾姿勢によって生み出される



図 5.15: 踏み切り時に選手に作用する力 [49]

再び踏み切り動作の瞬間に選手に働く力を図 5.15 に示す。このとき，地面からの反発力（青矢印）がクリアランスに必要な回転を生み出す力として身体に作用している。

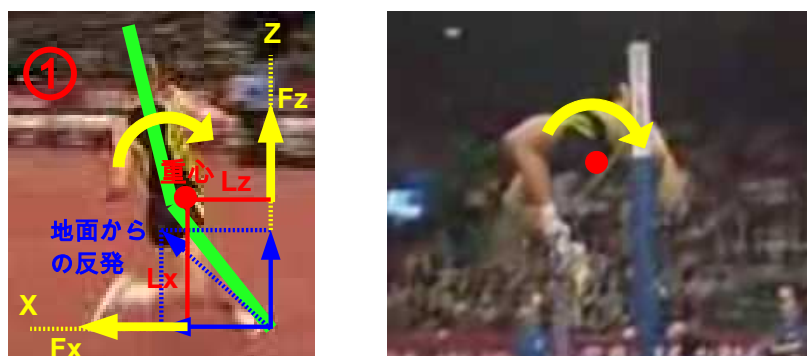


図 5.16: 回転力を生み出す力 [49]

これを詳しく見ると図 5.16 となる。注意すべきは地面からの反発力は必ず重心方向から少しズレているという点である。物体の重心から外れた向きに力を加えると、物体は回転する。

こうした地面からの反発力は踏み切り動作中の体の動きによって調整される。既に触れたように物体を回転させる力の作用は「力のモーメント」と呼ばれ、力の大きさと重心から力の作用線（力の方向を表す線）までの距離の積となる。後傾姿勢を大きくすれば、力の方向のズレを大きくすることができるため、大きな回転力が得られる。

重力は重心に直接作用すると考えてよいので、体の回転力には影響しない。重力の影響による力のモーメントは、力の作用線までの距離が 0 となるため 0 である。

図 5.16 では地面からの反発力の鉛直方向の成分の力を  $F_z$ 、水平方向の成分の力を  $F_x$  とすると、 $F_z$  は反時計回りの回転力を生み出し、その大きさは  $F_z \times L_z$  となる。また、 $F_x$  が時計回りの回転力を生み出し、その大きさは  $F_x \times L_x$  となる。

結果的に踏み切り動作においては反時計周りのモーメントよりも時計回りのモーメントが大きくなる ( $F_x \times L_x \geq F_z \times L_z$ ) ため、体は時計回りに回転を始める（図中の黄色の回転矢印）。踏み切り動作後この回転力はクリアランス動作に利用される。

2.5 節で詳しく解説したが、踏み切り動作によって得られた空中での回転力は踏み切り後（つまり空中にいる間に）に変化することはない。クリアランスに必要な空中の回転力は踏み切り動作で生み出されている。

高跳びの踏み切り動作で得られる回転運動は三つの成分に分解することができる。

通常、空間上の物体の回転運動を扱う際にはオイラー角による表現か、ロール・ピッチ・ヨー角による表現が用いられることが多い。ここでは、直観的に理解しやすいロール・ピッチ・ヨー角の表現を用いて説明していく。

この表現方法はヒューマノイドなどの人型ロボットの姿勢を表すときによく用いられる。物体の進行方向を  $X$  軸正、左手方向を  $Y$  軸正、上方向  $z$  軸正としたとき、それぞれの軸の回転方向をロール角、ピッチ角、ヨー角と呼ぶ。これを高跳び選手の場合に当てはめて考えると図 5.17 のようになる。

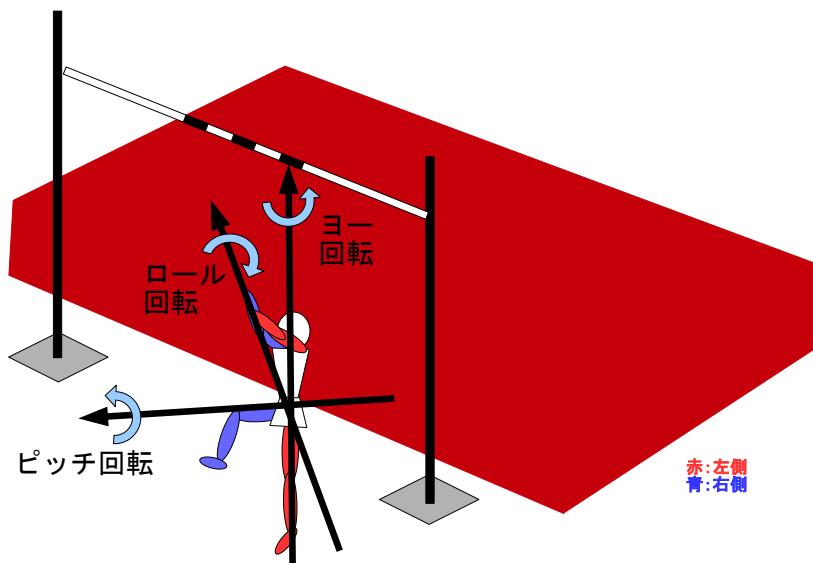


図 5.17: 踏み切り動作で得られる回転運動

ヨー回転成分とは選手を真上から見た場合に、鉛直方向の軸回りに回転する成分である。この回転成分は以下の踏み切り動作によって得られる。

1. ヨー回転成分を生み出す力

振り上げ脚を斜め上にバーから離れるように持ち上げる動作で生まれる肩を回転させる動作によって生まれる

ロール回転成分とは選手の進行方向軸回りの回転成分であり、ピッチ回転成分とは進行方向軸とは直角の左手方向の軸回りの回転成分である。この二つの回転成分は以下の踏み切り動作で得られる。

1. ピッチ回転成分を生み出す力

踏み切り時の後傾姿勢からの起こし回転によって生み出される

2. ロール回転成分を生み出す力

踏み切り時のバーから離れる方向の体の傾き（内傾姿勢）によって生み出される

こうした回転成分は体が地面に対して傾いて（内傾，後傾）踏み切られることによって生まれる。また，踏み切り動作ではこうした三方向の回転力をバランスよく調整しながら，クリアランスに必要な回転力を生み出す。



## 5.4 踏み切り動作の筋活動

### 踏み切り動作における筋活動

- 筋肉は伸張性収縮によって大きな力を発揮する
- 踏み切り動作では伸長反射によって得られる大きな力を利用する
- 短時間で地面の反発を逃がさずに踏み切る
- 股関節伸展筋群，膝関節伸展筋群，足関節底屈筋群のトレーニングが踏み切り動作において重要
- 地面からの反発力の方向が関節軸から離れるほど踏み切り動作で関節に大きな負荷がかかる

ここではまず，基礎的な筋の特性について解説する．続いて，高跳びの踏み切り動作における筋活動について述べる．最後に，踏み切り動作中に発生する関節への負荷や，踏み切り動作で必要となる筋肉について解説する．

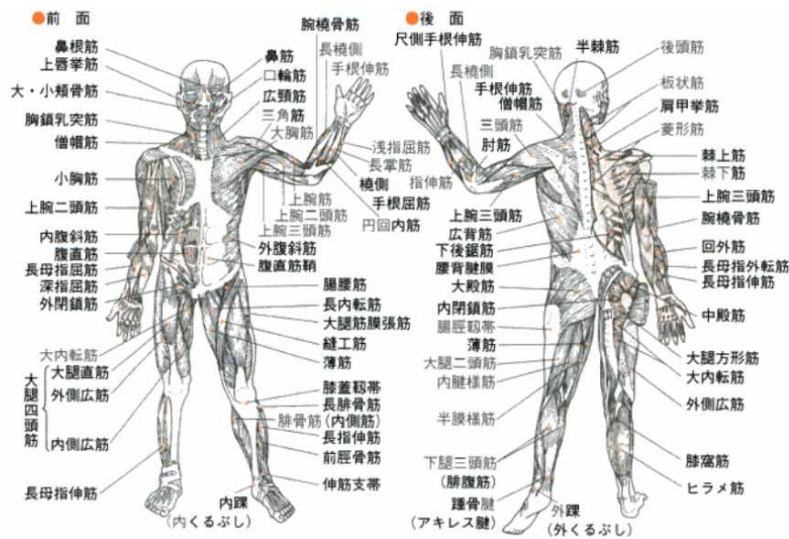


図 5.18: 筋肉の名称 [55]

### 5.4.1 筋活動の基礎知識

高跳びの踏み切りでは、筋肉の伸長反射の力によって大きなジャンプ力を得ている。こうした筋肉の使い方を強く意識して練習を行うとよい。

人間の出す力は筋収縮によって生み出される。筋収縮は主に図 5.19 のように分類される。ここではそれぞれの収縮形式について、その性質を簡単にまとめる [56]。

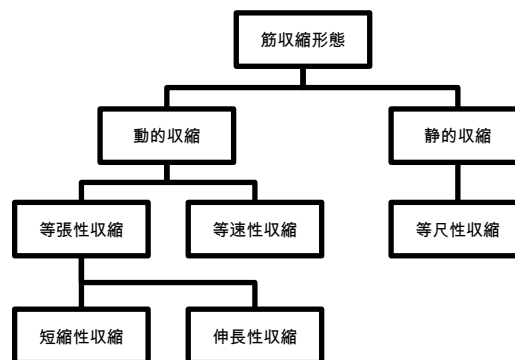


図 5.19: 筋収縮の分類

- 動的収縮 (dynamic contraction)

筋の長さを変えながら張力を発揮する筋収縮形態の総称

- 等張性収縮 (isotonic contraction)

アイソトニックと呼ばれる収縮形態。筋が長さを変えながら収縮すること。バーベルやダンベルを押し上げたりする動作がこれに当たる。

- \* 短縮性収縮 (concentric contraction)

筋肉が縮みながら力を出す収縮形態。

コンセントリック収縮とも呼ばれる。

求心性収縮と同義である。

バーベルをゆっくり持ち上げるような動作をしたとき、この収縮が発生している。

- \* 伸長性収縮 (eccentric contraction)

筋肉が負荷に負けて伸ばされながら力を出している収縮形態。エキセントリック収縮とも呼ばれる。遠心性収縮と同義である。

いったん持ち上げたバーベルを重さに耐えながらゆっくり下ろすような動作をしたとき、この収縮が発生している。

ー 等速性収縮 (isokinetic contraction)

関節が動く角度のすべてに同じ負荷がかかり，同じ速さで運動する場合の収縮形態

アイソキネティック収縮とも呼ばれる．特殊なトレーニングマシンを利用するときに発生．

● 静的収縮 (static contraction)

筋肉の長さを変えずに張力を発揮する収縮収縮．等尺性収縮と同義である．

アイソメトリック コントラクション (*isometric contraction*) という名前で知られており，単にアイソメトリクス (*isometrics*) とも呼ばれる．両手を壁について力一杯壁を押し続けているとき，この収縮が発生している．

この収縮のタイプを使ったトレーニングをアイソメトリクストレーニングと呼ぶ．

筋は急激に引き伸ばされると筋内の筋紡錘が反応して逆方向に収縮を起こす性質を持っている．このような反応を伸長反射という．トレーニングの本を読むと「プライオメトリクス」という言葉が出てくるが、「プライオメトリクス」とは筋肉の伸長反射を引き起こすことを主な目的としたトレーニングである．一例にデプスジャンプ (*Depth Jump*) などがある．

デプスジャンプはベンチから飛び下りて着地の瞬間に大腿四頭筋を引き伸ばされ (伸長性収縮)，筋弾性による反発と伸長反射を同時に起こすことで爆発的なジャンピングを行うトレーニングである．

#### 5.4.2 筋収縮形式と力の発揮方法

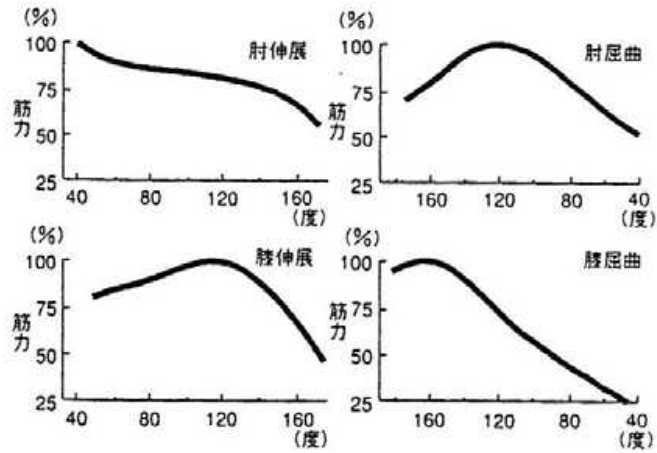


図 5.20: 関節角度と筋力の関係 (肘関節と膝関節) [57]

人間の各関節には力を発揮しやすい角度が決まっている。クラーク等が1966年頃に調べたデータによると、関節角度と最大随意等尺性筋力の関係は図5.20となっている [57].

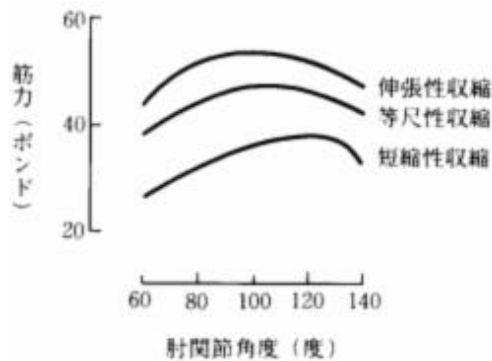


図 5.21: 筋収縮様式と関節角度と筋力の関係 (肘関節) [58]

また、図5.21は短縮性収縮(コンセントリック), 等尺性収縮(アイソメトリクス), 伸張性収縮(エキセントリック)が肘の筋肉で起きた場合のそれぞれの筋出力を表している。最も大きな力を発揮するのは伸張性収縮で、等尺性収縮, 短縮性収縮と続く [58].

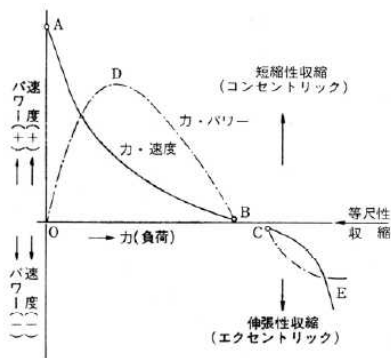


図 力-速度曲線（実線）と力-パワー曲線（一点鎖線）

- A: 空振り最大速度
- B: 等尺性最大筋力
- C: 耐筋力
- D: 最大パワー
- E: 伸張性収縮の力とパワー

$$\text{パワー} = \frac{\text{なした仕事}}{\text{所用時間}} = \frac{\text{力} \times \text{距離}}{\text{時間}} = \text{力} \times \text{速度}$$

図 5.22: 力と速度の関係 [57]

次に筋の収縮速度と力の関係について図 5.22 に示す [57]。図 5.22 の短縮性収縮領域の発揮筋力と速度の関係はヒルの特性方程式として知られている。ヒルの特性方程式では発揮された筋力を  $P$ ，短縮速度を  $V$ ，最大等尺性筋力を  $P_0$ ， $a$  と  $b$  を個人特有の定数とすると以下の特性方程式が成り立つ。

$$(P + a)(V + b) = b(P_0 + a) \quad (5.1)$$

これは重いおもりを持ち上げるときは持ち上げる速度は遅くなり，軽いおもりを持ち上げるときは持ち上げる速度は速くなることを表している。

図 5.22 から分かるように筋肉は引き延ばされながら力を発揮する伸長性収縮によって最も大きな力を発揮する。高跳びの踏み切り動作では，この伸長性収縮による大きな筋力を利用している。

初心者は踏み切り動作で垂直跳びの動作のように膝を伸展しながら力を発揮する短縮性収縮によって跳ぼうとする傾向が強いため，踏み切り時間が長くなる。このことは走り高跳びの記録と踏み切り時間との関係について調べた Lance や Hay 等の報告によっても明らかになっている [59]。Lance の報告ではあまり競技力の高くない選手について踏み切り時間は 0.12～0.22 秒の範囲にあり，高く跳ぶ者ほど踏み切り時間が短いことが示されている。このため，踏み切り動作について「接地時間の短い踏み切りを意識するように」と初心者に指導する指導者が多い。

重要なのは伸張性収縮による大きな筋力を踏み切り動作で発揮することである。そのためには「地面からの反発を逃がさずに短時間で踏み切るイメージ」作りが初心者には重要である。

### 5.4.3 踏み切り動作中に発揮される筋力

踏み切り動作で発揮される力を知るためには、踏み切り動作における下肢3関節の力とパワーの発揮特性を調べればよい。ここでは2020年現在の日本記録(235)保持者である戸邊選手の論文を紹介する[60]。

データは大学陸上競技部またはクラブチームに所属している、左脚踏切を専門とする男子走高跳選手7名を被験者にして調べたものである。被験者の年齢は $20.43 \pm 1.81$ 、身長は $1.78 \pm 0.09m$ 、体重は $69.24 \pm 6.60kg$ 、自己ベストは $2.08 \pm 0.13m$ であり、全助走を用いた試合形式での走高跳を実験試技とし、成功試技のうちの最も記録が高いもので、かつ、踏切動作がフォースプラットフォーム上で行われたものを分析対象としている。

符号の正負については、股関節では伸展および外転、外旋を正の値、屈曲および内転、内旋を負の値、膝関節では伸展を正の値、屈曲を負の値、足関節では底屈および回外を正の値、背屈および回内を負の値としている。また、踏み切り局面を踏み切り足接地から踏み切り足離地までとし、各被験者が踏み切り局面に要した時間を100%としてデータを規格化し、1%ごとに平均化している。各種キネティクスパラメータについては被験者の体重で除すことで規格化されている。

参考までに図5.23に踏み切り動作における地面からの反力の時系列的な推移を示す。ただし、踏み切り足接地時における身体重心速度ベクトルの水平成分方向をY'軸、水平でかつY'軸に直交する軸をX'軸、鉛直方向をZ軸としている。図5.23ではX'軸、Y'軸、Z軸いずれにおいても20%時付近で最大値が記録されている。X'軸では、60%時付近にかけて左方向の反力が出ており、60%時以降は右方向への反力に転じている。Y'軸では、ほぼ全体を通じて後方への反力が記録され、身体の加速成分となる前方への反力はない。

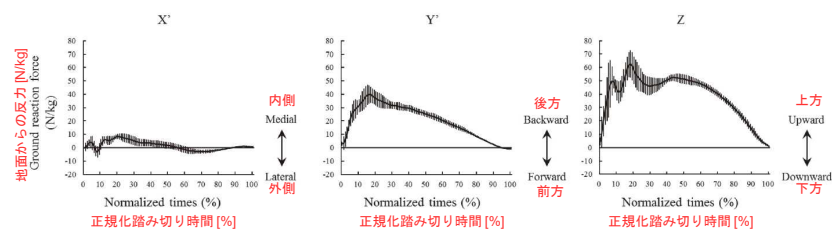


図 5.23: 踏み切り動作における地面からの反力 [60]

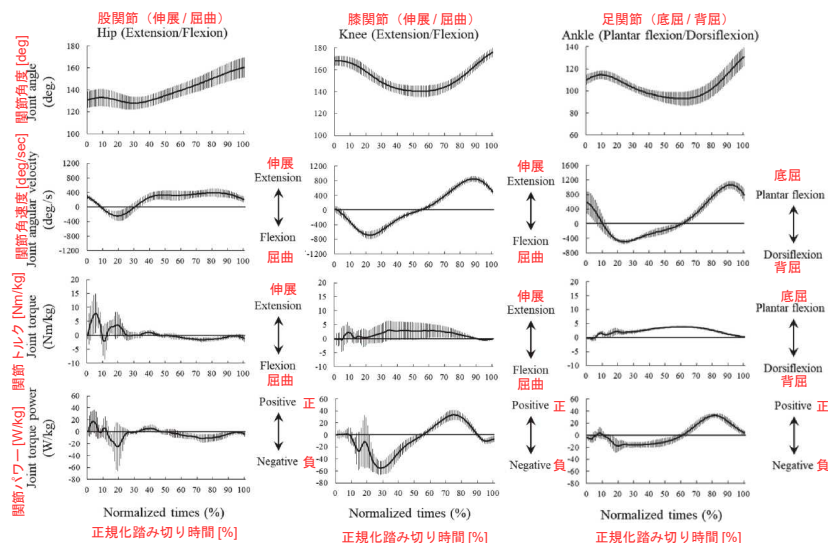


図 5.24: 踏み切り動作における関節トルクと関節パワー [60]

股関節の屈曲・伸展運動を見るとトルクパワーも接地から 25% 時付近の早い段階で活発に発揮されている。このとき、股関節では伸展トルクによる大きな負のトルクパワーを発揮しており、エキセントリックなパワー発揮によって踏切接地による衝撃に抗う働きをしたと考えられる。踏切動作における股関節伸展筋群は、主に接地衝撃に抵抗する役割を担っていることが推察される。

次に膝関節の屈曲・伸展運動を見ると、踏切接地後 10% 時から 60% 時にかけてはエキセントリックなパワー発揮を行っており、踏切接地の衝撃に抗う働きと、起こし回転運動の鉛直移動距離を大きくする働きを担っている。60% 時以降はコンセントリックなパワー発揮によって、身体の上昇に貢献している。

最後に足関節の底屈・背屈を見ると、10% 時から 60% 時にかけてはエキセントリックなパワー発揮による踏切接地の衝撃に抗う働きと、60% 時以降はコンセントリックなパワー発揮によって踏切終盤の身体の鉛直速度の獲得に貢献する働きを有している。

全体的に見れば、高跳びの踏み切り動作では、股関節伸展筋群、膝関節伸展筋群、足関節底屈筋群が大きなトルク・パワーを発揮していることが分かる。特に踏み切り動作初期の地面からの反力に抵抗して、伸展筋群が大きな負のパワー（伸長収縮）を発揮している。

以上の分析結果から、以下の筋肉のトレーニングが高跳びの踏み切り動作においては特に重要になると考えられる。

- 股関節伸展筋群である大殿筋，大腿二頭筋，半腱・半膜様筋
- 膝関節伸展筋群である外側・中間・内側広筋，大腿直筋，大腿筋膜張筋
- 足関節伸展（底屈）筋群であるひらめ筋、腓腹筋

踏み切り動作では地面からの反力が関節トルクの発生に与える影響が大きい。このため地面からの反力の方向や大きさを意識した踏み切り動作を行うことが重要である。踏み切り動作において地面からの反力の方向が、関節軸から離れると関節周辺の筋肉に大きな負荷がかかる。

もし、踏み切り動作で潰れやすくなったり、足首や膝の関節に余分な負荷がかかっていると感じたときは、地面からの反力の方向が関節軸から離れていないか確認するとよい。例えば、踏み切り動作で間延びし鉛直方向から下腿部が大きく傾いた状態で踏み切り入れば足首への負担は大きくなる。踏み切り動作で膝関節が大きく曲がっていれば、膝関節への負荷が大きくなる。



## 5.5 踏み切り動作の補足知識

- 踏み切り位置はバーから離れた位置にする
- 一流選手の動作を分析するとバーからおおよそ 1m 以上離れた位置で踏み切る

踏み切り動作での足首の怪我について

- 高跳び選手に多い怪我は踏み切り動作で起こる「外反捻挫」
- 踏み切り動作での怪我は重症化しやすい
- 間延びして爪先から地面に着地する踏み切り動作を避ける
- 踏み切り角度がバーに平行になりすぎないようにする

力学的に理想的な踏み切りを考えれば、助走によって得られた水平方向の速度を踏み切り動作によって全て垂直方向の速度と回転エネルギーに変換できれば良いことになる。

つまりバーからほとんど離れなれていない位置で踏み切りほぼ真上に上がりながら空中で回転するという踏み切り動作が理論的には究極の理想形である。

しかし、現実には人間の関節強度の限界から、踏み切って真上に跳びあがることはできない。踏み切り動作によって回転エネルギーを得るために内傾動作、後傾動作の姿勢を取って踏み切るために、バーからある程度離れた位置で踏み切る必要がある。また、選手によって内傾動作、後傾動作の姿勢から生まれる空中の回転力が違うため、バーに対して踏み切り足を出す角度（踏み切り角度）が選手によって違う。

ここでは世界の一流選手の踏み切り位置や踏み切り角度について分析したデータを挙げ、高跳び選手として意識しておきたい踏み切り位置や踏み切り角度、注意点について簡単に述べる。

### 5.5.1 踏み切り位置と踏み切り角度

初心者と熟練者の踏み切り動作を比較した場合に最も差が出やすいのは「踏み切り位置」である。初心者の踏み切り位置はバーに近く、熟練者の踏み切り位置はバーから遠い。

初心者は既に述べたように助走が遅く、垂直跳びに近い踏み切り動作をやるようとするため、バーから遠い位置で踏み切ると跳躍がバーに届かなくなる。このため、踏み切り位置はバーに近くなる。また、クリアランスに必要な回転エネルギーを地面を脚で蹴って得ようとするため踏み切りを遠ざける必要がない（ちょうどバック転をやるようとするようなものである）。

しかし、熟練者の助走は速く、踏み切り時に関節に強い負荷をかけて筋肉の伸張性収縮を促し、短時間で大きな上昇力を生み出す踏み切り動作を行う。また、クリアランスに必要な回転力は内傾・後傾動作からの起こし回転によって得る。

こうした踏み切り動作を行う場合はバーからある程度離れた場所で踏み切り動作を行うことが好ましい。速い助走からの踏み切り動作で足首や膝が故障することを防ぐという観点からも、踏み切り位置をバーから離れた位置に設定したほうがよい。

ここでは一流選手の踏み切り位置や踏み切り角度を調べた資料として Biomechanical Analysis of High Jump [36] に掲載されているデータの一部を紹介する。データは2005年の世界選手権の決勝進出者のベストパフォーマンスを分析したものである。まず、これから示す図の用語の説明を図5.25に示す。

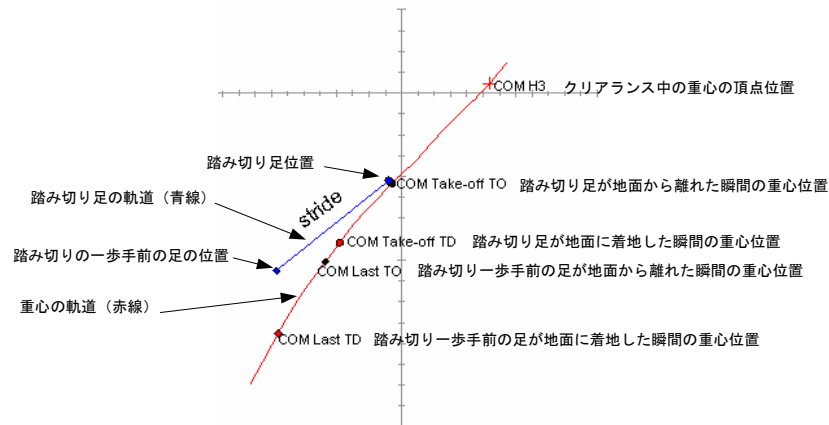


図 5.25: 踏み切り位置と踏み切り角度の分析（説明） [36]

次に各選手の踏み切り動作とそのパラメータを分析したものを図 5.27、図 5.26 に示す。

ここで図 5.26 のデータ中の「*StrideLenght*」は踏み切り動作の最後の一步の長さを表し、「*StrideAngle*」は踏み切り動作の最後の一步のバーに対する角度（90 度がバーに直角）、「*Last(ms)*」は踏み切り一步前の足が地面に接地している時間、「*FlightTime*」は踏み切り一步前の足が離地してから踏み切り足が接地するまでの時間、「*Take - Off(ms)*」は踏み切り足が地面に接地している時間をそれぞれ表す。

| Name               | stride lenght (m) | stride angle (°) | last (ms) | flight time (ms) | take-off (ms) |
|--------------------|-------------------|------------------|-----------|------------------|---------------|
| Yuriy Krymarenko   | 2.01              | 32.11            | 0.135     | 0.060            | 0.170         |
| Victor Moya        | 1.92              | 24.78            | 0.150     | 0.050            | 0.200         |
| Yaroslav Rybakov   | 2.16              | 31.82            | 0.140     | 0.040            | 0.190         |
| Mark Boswell       | 2.29              | 24.27            | 0.140     | 0.050            | 0.185         |
| Jaroslav Baba      | 2.03              | 37.30            | 0.160     | 0.080            | 0.200         |
| Nicola Ciotti      | 2.06              | 27.15            | 0.130     | 0.060            | 0.175         |
| Stefan Holm        | 1.99              | 25.60            | 0.145     | 0.055            | 0.150         |
| Vyacheslav Voronin | 2.11              | 26.94            | 0.155     | 0.050            | 0.190         |
| Dracutin Topic     | 2.25              | 28.37            | 0.115     | 0.085            | 0.135         |
| Kyrikos Iannou     | 1.97              | 26.36            | 0.175     | 0.060            | 0.155         |
| Oskari Frösen      | 2.12              | 25.42            | 0.165     | 0.055            | 0.180         |
| Matt Hemingway     | 1.99              | 25.66            | 0.160     | 0.070            | 0.180         |
| Andriy Sokolovskyy | 2.30              | 35.70            | 0.140     | 0.040            | 0.170         |
| average            | 2.09              | 28.58            | 0.147     | 0.056            | 0.175         |
| standard deviation | 0.13              | 4.28             | 0.016     | 0.014            | 0.019         |

図 5.26: 踏み切り動作の分析 [36]

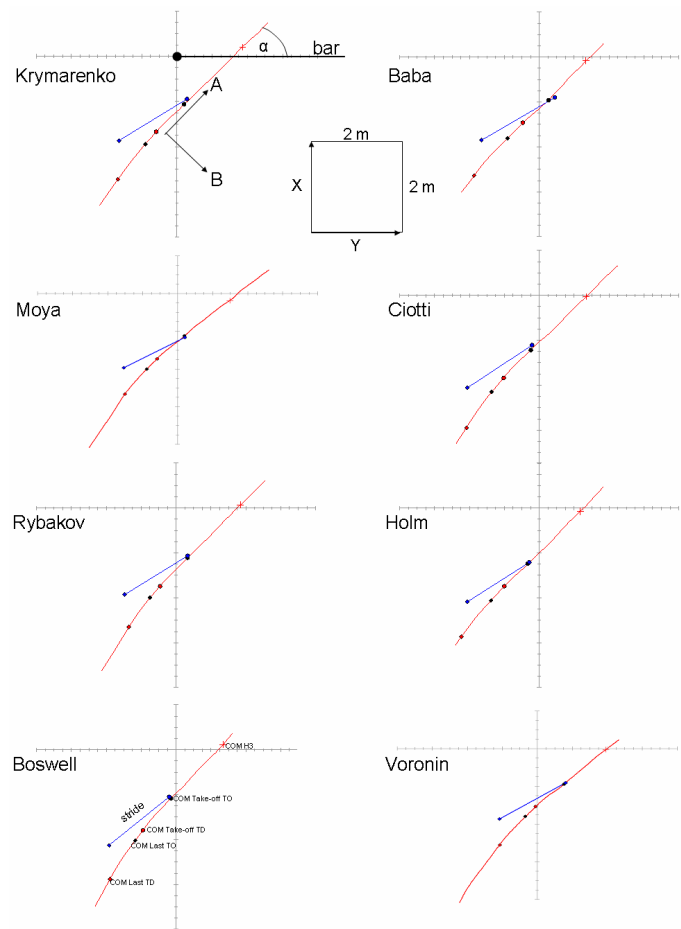


図 5.27: 踏み切り位置と踏み切り角度 [36]

まず踏み切り位置（バーからの距離）について図 5.27 を分析する。ここで図中の目盛りは一目盛  $25\text{cm}$  である。

選手はおおよそ  $1\text{m}$  以上バーから離れた位置で、横方向には支柱の場所とほぼ変わらない位置で、踏み切っていることが分かる。私が高校生の頃は「踏み切り位置はバーから三足半離して、支柱から一足内側に入れた場所を踏み切り位置の目安にすればよい」と指導された。220 以上の跳躍を考える選手は踏み切り位置としてはこのくらいの距離を目安に練習してほしい。

また、踏み切り前後の重心の軌道（赤線）が上から見ると滑らかに変化している点にも注目してほしい。よく、踏み切りに入るときの重心の方向と、クリアランスで飛び出す方向が大きく異なる選手を見かける。こうした選手は、踏み切り動作の前後で不自然な動作の切り替えがないか、踏み切り動作の前後で無理なブレーキ動作を行っていないかよく注意して確認してほしい。

次に、図 5.26 から踏み切り動作に関するパラメータを分析する。まず注意して頂きたいのは最後の一步の歩幅が平均して  $2.09m$  と短い点である。一流選手の多くは間延びせずコンパクトな踏み切り動作が行えていることが分かる。

踏み切り角度の平均が  $28.58$  度である点にも注目してほしい。よく、年少の競技者でほぼバーと平行になるような角度で踏み切る選手を見かけるが、これでは内傾姿勢や後傾姿勢からの起し回転動作を効果的に利用できない(そもそもそのような角度で踏み切る選手は内傾姿勢が取れていない場合が多い)。こうした踏み切り動作では足首に負荷がかかり、痛めやすくなるので注意してほしい。

また、直線的な助走をしてバーに対して大きな角度(直角に近い角度)で踏み切る選手もよく見かけるが、こうした選手はクリアランスに必要なヨー回転成分を踏み切り動作中に余分に生み出す必要があるため、どうしても上昇力の得にくい不自然な踏み切り動作になりがちである。

最後に踏み切り動作の時間の分析であるが、踏み切り一步前の足が着地してから踏み切り足が着地するまで平均して  $0.205$  秒と極めて短い時間である点に注意してほしい。これは図 5.13 でハリス選手の踏み切り動作を分析した際にも述べたことだが、踏み切り動作でなるべく助走スピードの減速を抑え、最後の一步を素早く接地する必要があることを示唆している。

他にも図 5.27 を見ると、クリアランス時の重心の頂点の位置がバーの手前にある選手と、バーの奥側にある選手に分かれている。これについては 6.5.2 項でその理由について詳しく述べる。

## 5.5.2 踏み切り動作による怪我

まずは、スポーツ障害として一般的に起こりやすい「捻挫」について説明する。

関節が可動範囲を超えて無理に押し曲げられたり、ねじられたりした結果、関節包や靭帯が過度に伸張するか、不完全あるいは完全な断裂を生じたものを一般的に「捻挫」と呼ぶ。

スポーツで発生する障害の半数以上は捻挫であるといわれている。中でも足首の捻挫は多く、「内反捻挫」「外反捻挫」に分けられる。



図 5.28: 内反捻挫と外反捻挫 [61]

足首を支える靭帯は外側に3本、内側には扇状の大きなものが1本ある。外側の靭帯は前方から前距腓靭帯、踵腓靭帯、後距腓靭帯と呼ばれる。前距腓靭帯は距骨が前方に滑らないように、踵腓靭帯は距骨が内側に傾きすぎないように制動をかけている。内側の靭帯はその形状から三角靭帯と呼ばれる。

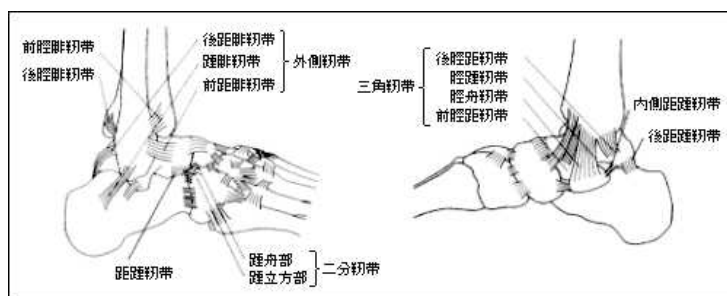


図 5.29: 足首の靭帯 [62]

一般的に捻挫するときは足の裏が内側後方を向くような形で捻って外側の靭帯を傷める事が多い（内反捻挫）。内反捻挫で最初にもっとも緊張が高まるのが外くるぶしの前方にある前距腓靭帯であり、この靭帯がもっとも損傷しやすい靭帯となる。更に力が加わり続けると足首の更に後方外側にある踵腓靭帯が損傷する。後距腓靭帯までが損傷する事は少ないといわれている [63]。

私もこの手の捻挫を2回したことがあるが、いずれも高跳びの練習中に起こったものではない。競技復帰に要した期間も一ヵ月から二ヵ月であり、程度の軽いものであった。内反捻挫は曲線助走中に稀に起きることがあるが、高跳びという競技自体ではあまり発生することはない。

捻挫した場合はただちに応急処置として *RICE* 処置を行い、医療機関に受診すること強く推奨する。*RICE* 処置とは応急処置時に必要な、*Rest*（安静）、*Ice*（冷却）、*Compression*（圧迫）、*Elevation*（挙上）の4つの処置の頭文字をとった名称である。*RICE* 処置を適切に行えば、競技復帰までの時間を短縮できる。

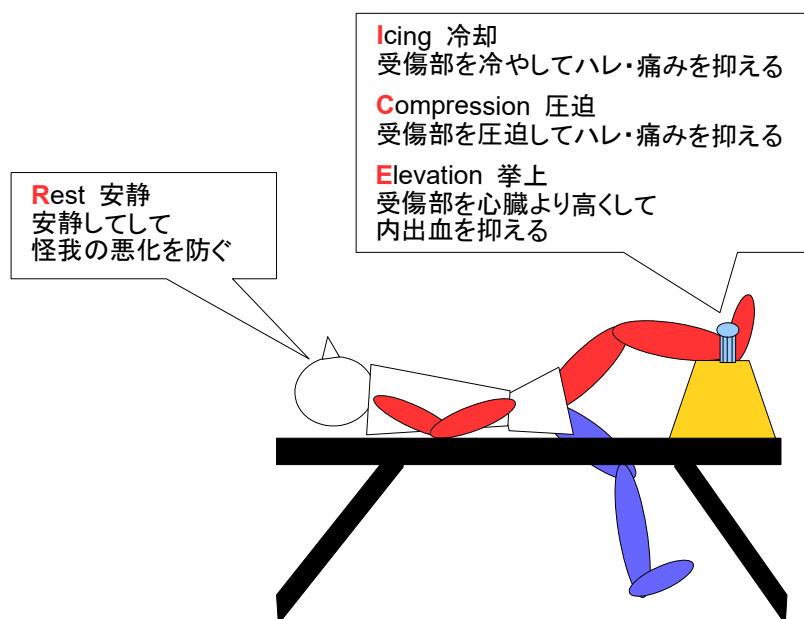


図 5.30: *RICE* 処置

高跳び選手に多いのは踏み切り動作で起こる「外反捻挫」である。外反捻挫は足関節に外反力が強制された際に発生する。外反捻挫は内反捻挫より通常起こりにくく、発生頻度も足首捻挫のうちの割以下であるとされている。足首の外反動作は関節の可動範囲が少なく、足首内側の強固な靭帯によりしっかり固定されているため、通常は発生しない。

外反捻挫が発生すれば内側の三角靭帯の損傷がおこる。外反捻挫を起こしてしまうと、靭帯の部分断裂、または靭帯付着部の剥離骨折（内果骨折）が起こることもあり、重症化することが多い。私も踏み切り動作で二度ほどひどい外反捻挫をした経験があり、元の競技レベルに復帰するまでに長い時間がかかった。

こうした捻挫は進行方向に対して足首が横向きになるように踏み切り足を着地したり、踏み切り足の接地を失敗して足裏の前方に荷重がかかることで、足首を外反させる強いモーメントが発生することで起こる。

足首は横方向の力に対して弱い構造をしているため、足裏全体で荷重をうけるような踏み切り動作を意識すること。間延びして爪先から地面に着地するような踏み切り動作を避けること。踏み切り角度がバーに平行になりすぎないように意識することなどを心がけてほしい。

また、捻挫の予防措置としてテーピングを行うと良い。練習中からテーピングを常時つけては足首のトレーニングにならないので、試合中の怪我防止としてテーピングを行うことを推奨する。特に年少の競技者はシーズン中の長期離脱の影響が大きいいため、指導者は特に外反捻挫による故障に注意してほしい。私が高校生の頃は試合の度に足首にテーピングをしていた。



図 5.31: 踏み切り動作での足首の外反動作 [35]



### 5.5.3 曲線助走と踏み切り角度の注意点

ここでは高跳び選手の踏み切り動作に多い足首の怪我について、その発生メカニズムと予防方法を解説する。

踏み切り動作においては鉛直下向きと水平面進行方向の大きな力が地面に対して伝わる。後者の力の方向は図 5.32 に示す踏み切り足を差し出す角度に近い。

図には踏み切り足が地面に伝える力の方向、助走の最終方向（最後の一步を出す方向）、踏み切り足の足裏の長軸方向の三つの線が描かれている。この角度は一般的にそれぞれ異なった向きになっており、踏み切り足の足裏の長軸方向が一番バーに平行に近い角度になっている。

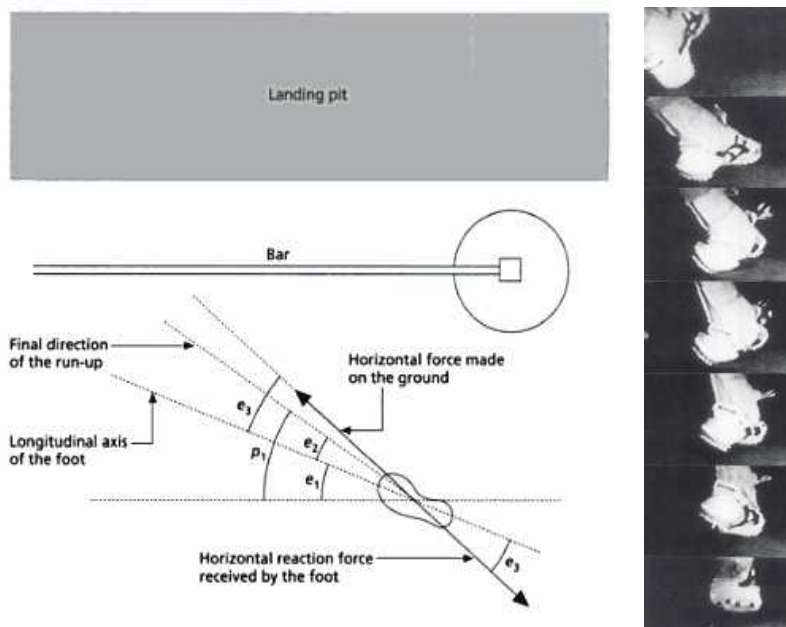


図 5.32: 踏み切り角度の分析 [35]

地面から踏み切り足が受ける反作用の力の方向は足裏の長軸方向からずれているため、足首を回内方向に回転させる力として身体に伝わる。この力が強すぎると踏み切り動作で足首を怪我する。

図 5.32 の連続写真は踏み切り動作の様子をハイスピードビデオカメラによって撮影したものである。踏み切りの直後には踏み切り足外側の淵にかかっていた力が後半にはだんだん弱くなり、足部の内側のラインに強い力がかかり足首が折れる方向に強い負荷がかかっている様子が分かる。

こうした踏み切り動作における足首の回内動作は多くの選手に見られるが通常のカメラでは確認することは難しい。

図 5.32 中の  $e_1 \sim e_3$  の角度のうち  $e_3$  の角度が足首の故障リスクに深く関連していることが調査から明らかになってきているが、定量的な評価はされていない。過去の事例報告からは  $e_3$  の角度が 20 度以内であれば安全、20~25 度は注意が必要、25 度以上になれば怪我のリスクが高く危険だとされている [35]。

踏み切り動作における足首の怪我を避けるためには、なるべく進行方向に近い方向に足裏をつき、踏み切り角度がバーに平行になりすぎないように注意する必要がある。

#### 5.5.4 踏み切り足のサポート（テーピング）

踏み切り動作での外反捻挫を防止するためのテーピング方法をここでは述べる [64].

外反捻挫を防止するテーピングは一般的にほとんど行われない。高跳びのテーピングとしては、経験的に内外反を動作を制約する固定力を強くした「内反捻挫のテーピング方法の延長」で十分であると思う。テーピングをするときは足首の底背屈動作の制約を強くしすぎると助走や踏み切り動作が行いにくくなるため、テーピングを巻くときのテンションの強さや方向を自分の感覚に合うように調整するとよい。

テーピングによる固定力は時間経過とともに減少するため、できれば競技開始の60分から30分前に巻くことが望ましい。テーピングは足首の角度を直角に保って行うこと。短時間であればアンダーラップなどの保護は必要ないが、競技後すぐに取り外すことが好ましい。足首の動作の名称を図 5.33, 足首のテーピング方法を図 5.34 に示すので参考にしてほしい。

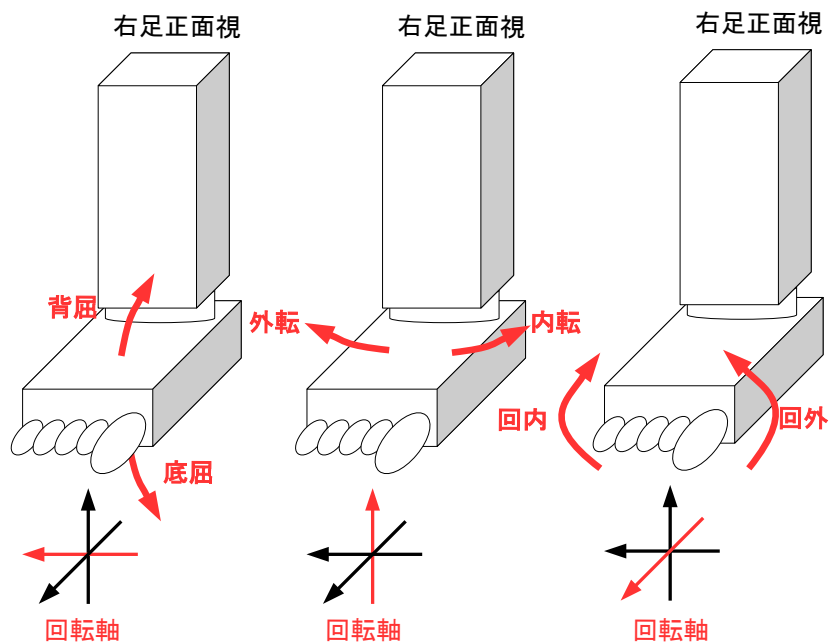


図 5.33: 足首の動作の名称



図 5.34: 足首のテーピング方法 [64]

1. アンカーその 1  
くるぶしから握りこぶし 1 個分離した位置に 1/2 重ねて「アンカー」を 2 枚貼る。このとき、すねの正面で斜めに交差するような角度で貼る。
2. アンカーその 2  
足部の中央にも「アンカー」を 1 枚貼る。締めすぎないように注意。
3. スターアップ  
スターアップは足首を内外反のストレスから保護するためのテープである。「スターアップ」をアンカー内側から始めてアンカー外側まで貼る。1/2 ずつ重ねて 2~3 枚貼る。スターアップは足の真中より前には貼らないように注意。外反捻挫を防止するために内反方向に少しテンションをかけるとよい。
4. ホースシューその 1  
ホースシューは足首を内外転のストレスから保護するためのテープである。スターアップと交差するように「ホースシュー」を貼りスターアップを押さえる。足部のアンカーから始めて反対側のアンカーに向かって「ホースシュー」を貼る。アキレス腱側でタルミができないように角度に注意して貼る。

5. ホースシューその2  
同じ要領で「スターアップ」と「ホースシュー」を交互に3枚ずつ貼る。各々のテープは1/2ずつ重ねて貼る。ホースシューは階段状に少しずつ短くする。1/2ずつ重ねてさらに3本の「ホースシュー」を貼る。足首の正面でテープが重ならないように注意。
6. サーキュラー  
サーキュラーはスターアップのテープのズレを防止する目的で行う。5本目か6本目のテープから正面を閉じる（1周させる）「サーキュラー」を行う。アンカーの位置まで1周ずつ切りながらサーキュラーを貼る。
7. アンカー  
ホースシューの端を固定するため足部の中央に「アンカー」を貼る。きつくなり過ぎないように注意。この手順は省いても短時間の競技会であれば影響は少ない。
8. フィギュアエイトその1  
フィギュアエイトは足首の底屈・内返しのストレスから保護し足首を締め安定させるテープである。テープを巻くときの足首の角度によって底屈の自由度を調整することができる。まずは外くるぶしの上から始めて足首の正面を斜めに通り、土踏まずの部分へテープを持っていく。
9. フィギュアエイトその2  
フィギュアエイトをそのまま続けて行う。フィギュアエイトは内側（土踏まず）で足の線に対して直角になるように巻くとシワやタルミが出来にくい。
10. ヒールロックその1  
ヒールロックは足首の内外反ストレスからの保護や着地衝撃の吸収を目的で行う。まず、すねから外くるぶしの少し上へ向かって、斜めに巻き始め、アキレス腱のつけ根へ持っていく。
11. ヒールロックその2  
アキレス腱のつけ根からかかとの内側を斜めに通り、かかとの下へおろす。これは「内側ヒールロック」と呼ばれている。
12. ヒールロックその3  
かかとの下から足の甲へ貼りテープを切る。シワやタルミができない方向へ自然に貼っていく。
13. ヒールロックその4  
「外側のヒールロック」も行う。すねから内くるぶしの少し上へ向かって斜めに始めアキレス腱のつけ根へ持って行く

14. ヒールロックその5  
アキレス腱のつけ根からかかとの外側を通りかかとの下へおろす.
15. ヒールロックその6  
かかとの下から足の甲へ貼る. シワやタルミができない方向へ自然に貼って行く.
16. ヒールロックその7  
足の甲でテープを切って止めて終了.

## クリアランス

高跳び選手がバーを越えるときの空中姿勢のことをクリアランスと呼ぶ。クリアランスをうまく行うためには「踏み切り動作によって調整する要素」と、「空中動作によって調整する要素」の2つの要素が重要となる。

第5章でも述べたように踏み切り動作が完了すればクリアランスに必要な回転力（角運動量）と、空中での重心の放物線軌道は全て決まってしまう。空中動作でいかに姿勢を調整しようがこうした物理量は変化することはない。

一方で重心の軌道や角運動量が決まった後でも、空中動作で調整できる要素がある。例えば、全体の重心軌道は変化しないが、体のある部分を下げることによって別の部分を持ち上げることができる。

また、全体の角運動量は変化しないが、体のある部分をゆっくり回転させることで別の部分を速く回転させることもできる。体の姿勢を変えて全体の慣性モーメント（回転しやすさ）を調整することで、空中で速く回転したり遅く回転したりすることも可能である。

第6章ではこうしたクリアランスにおけるテクニックと初心者へのアドバイスを述べる。

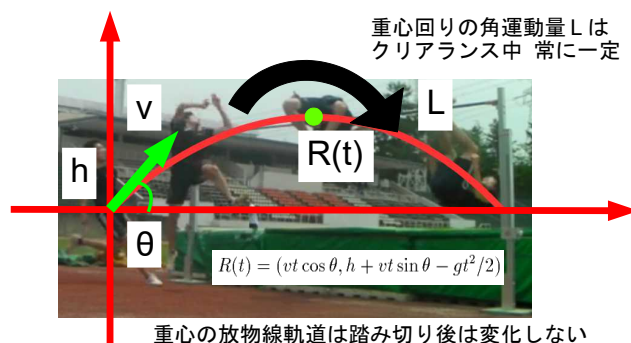


図 6.1: 空中動作で変化しない物理量

## 6.1 クリアランスのポイント

### クリアランス中のアーチ動作におけるテクニック

- 脚部を下げることで腰部を浮かせることができる
- 体の一部をゆっくり動かすと別の一部を速く回転できる
- 回転中心に質量を集めると（身体を反ると）回転速度が速くなる

踏み切り動作が完了し空中に体が投げ出されると、着地までの重心の放物線軌道は決まってしまう。また、角運動量も空中で変化することはない。

しかし、重心の放物線軌道は変化しないが、選手は空中で体の姿勢を変化させることは可能である。例えば、頭部や脚部を下げることで腰を浮かせ、身体を反ったアーチ姿勢を作ることができる。

アーチ動作では頸（首）の背屈（アゴを持ち上げる動き）や腹屈（アゴを引く動き）動作が先行して、それに続いて体幹部の動きが追従する形で実現される。この頸部と体幹部の動きの時間のズレから、背面跳びの空中フォームは頸反射の一種であるとされている [4]。

頸反射では、頭部を背屈する（アゴを上げる）と体幹が背中側に湾曲する（体が反る）とともに、上肢は伸展緊張が高まり下肢は緊張が弱まる一方で、頭部を腹屈する（アゴを引く）と体幹が腹部側に湾曲する（体の反りを返す）とともに、上肢の緊張が弱まり下肢の緊張が高まるという特徴がある。

つまり、体を空中で反りたい場合にはアゴを持ち上げ頭部と脚部を下げることでうまく空中で身体を反ることができるし、バーを超えて反りを返したい場合にはアゴを引くことを意識することで脚がバーに当たらないように反りを返す動作がうまくできる。

また、空中で角運動量は変化しないが、体の一部をゆっくり動かすことで別の一部を速く回転させることができる。また、体の姿勢を変えて全体の慣性モーメント（回転しやすさ）を変化させることで空中で回転する速度を調整することも可能である。例えば、回転中心に質量が集まるように身体を反れば、空中での回転速度は速くなる。



空中で回転速度を調整する一例を紹介する。一般的にクリアランス動作では図 6.2 左に示すように、踏み切り直後に踏み切り脚をゆっくりと反時計回りに回して、体幹部分は素早く時計回りに回転し地面と平行な姿勢を作る。

次に図 6.2 右に示すように、バーを超えた後、体幹部分を反時計回りに回転させることによって、脚が時計回りに回転速度を速めてバーをクリアする。このとき、反りを返すタイミングが遅すぎればふくらはぎがバーに当たってしまう、タイミングが早すぎればお尻がバーに当たってしまう。

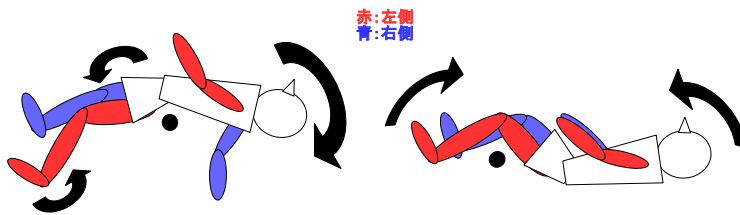


図 6.2: クリアランス中の回転速度の調整

次に空中で体の姿勢を変え慣性モーメントを変化させることで回転速度を調整する例を紹介する。基本的に身体の回転軸に近い位置に体のパーツが集まると、慣性モーメントは小さくなり空中での回転は速くなる。また、身体の回転軸から遠い位置に体のパーツが集まると、慣性モーメントは大きくなり回転は空中での回転は遅くなる。この現象はスケート選手のスピンの様子を想像すれば直感的に理解できると思う。スケート選手が手や脚を広げてスピンしている場合は回転速度は遅く（図 6.3 左）、腕や脚をたたんで縮めてスピンすると回転速度が速くなる（図 6.3 右）。

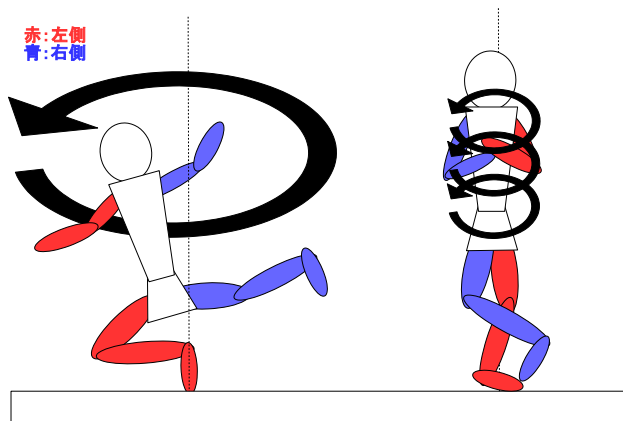


図 6.3: スケート選手のスピン

不思議に思われるかもしれないがスケート選手が腕や脚をたたんで縮めてスピンしたときに、角運動量が一定であっても、運動エネルギーが増加することがある。

例えば図 6.4 のような簡易的なスケート選手の物理モデルを考える。議論を簡略化するため、腕を伸ばしているスケート選手を長さ  $l$  の棒の両端に質量  $m$  の質点をつけた回転子モデルで考える（図 6.4 左側）。

次に腕や縮めたスケート選手を長さ  $\frac{l}{2}$  の棒の両端に質量  $m$  の質点をつけた回転子モデルで考える（図 6.4 右側）。このときスケート選手は遠心力に逆らって腕を縮める力を発生させるが、その力の方向は質点の重心を通過するため、腕を縮める力による力のモーメントは発生しないものとする（つまり角運動量は保存される）。

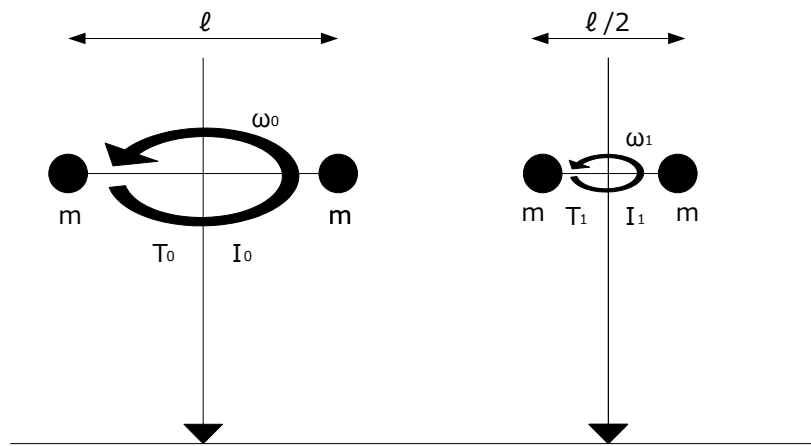


図 6.4: スケート選手のスピンの物理モデル

腕を伸ばしているときの慣性モーメントを  $I_0$ ，縮めているときの慣性モーメントを  $I_1$  とすると

$$I_0 = 2m \left( \frac{l}{2} \right)^2 = \frac{1}{2} m l^2 \quad (6.1)$$

$$I_1 = 2m \left( \frac{l}{4} \right)^2 = \frac{1}{8} m l^2 \quad (6.2)$$

となる。

このとき腕を伸ばしているときの角速度を  $\omega_0$ , 縮めているときの角速度を  $\omega_1$  とすると, 系の角運動量は保存され  $I_0\omega_0 = I_1\omega_1$  であることから

$$\omega_1 = \frac{I_0}{I_1}\omega_0 = 4\omega_0 \quad (6.3)$$

となり, スケート選手の角速度は腕を縮めると 4 倍になっている.

慣性モーメントが  $I$ , 角速度が  $\omega$  の物体の回転運動のエネルギーは  $\frac{1}{2}I\omega^2$  であるので, 腕を伸ばしているときの運動エネルギー  $T_0$  は

$$T_0 = \frac{1}{2}I_0\omega_0^2 = \frac{1}{4}ml^2\omega_0^2 \quad (6.4)$$

であり, 腕を縮めているときの運動エネルギー  $T_1$  は

$$T_1 = \frac{1}{2}I_1\omega_1^2 = ml^2\omega_0^2 \quad (6.5)$$

となり, スケート選手の運動エネルギーは腕を縮めると 4 倍になっている.

次にスケート選手が腕を縮めるときに遠心力に逆らって行った仕事  $W$  を考える. 半径  $r$  の地点で角速度  $\omega_r$  の質点  $m$  にかかる遠心力の大きさは  $m r \omega_r^2$  なので

$$W = -2 \int_{\frac{l}{2}}^{\frac{l}{4}} m r \omega_r^2 dr \quad (6.6)$$

となる.

ここで半径  $r$  の地点における慣性モーメントを  $I_r$  とすると  $I_r = 2mr^2$  であり, 系の角運動量は保存されることから  $I_0\omega_0 = I_r\omega_r$  なので

$$\omega_r = \frac{I_0}{I_r}\omega_0 = \frac{1}{4} \left( \frac{l}{r} \right)^2 \omega_0 \quad (6.7)$$

となる. これを  $W$  の積分式に代入して整理すると

$$\begin{aligned} W &= -2 \int_{\frac{l}{2}}^{\frac{l}{4}} m r \left( \frac{1}{4} \left( \frac{l}{r} \right)^2 \omega_0 \right)^2 dr \\ &= \frac{ml^4\omega_0^2}{16} \left[ \frac{1}{r^2} \right]_{\frac{l}{2}}^{\frac{l}{4}} = \frac{3}{4} ml^2\omega_0^2 = T_1 - T_0 \end{aligned} \quad (6.8)$$

となることが分かる. 従ってスケート選手が腕を縮めることで増加した系全体の運動エネルギー ( $T_1 - T_0$ ) は, スケート選手が遠心力に逆らって腕を縮めた仕事  $W$  によって発生したことが分かる.

図 6.5 は同じ角運動量で同じ重心の放物線軌道を持つ選手のクリアランス姿勢の例を表している。図 6.5 右は膝を曲げ身体を反ることで図 6.5 左の選手よりも慣性モーメントが小さくなる体のポジションを取っている。このため、右のクリアランス姿勢のほうがバーに対して身体が速く回転する。

空中の角運動量が小さい選手の場合には図 6.5 左のようなクリアランス姿勢では回転不足で脚にバーを引っかけて落としてしまうため、慣性モーメントの小さい図 6.5 右のようなクリアランス姿勢を取らなければならない。ただし、このときお尻がバーを超えた後で短い時間の中にアーチを返す動作が必要になるため、空中でアーチを返すタイミングの取り方は難しくなる。

逆に空中の角運動量大きい選手の場合には図 6.5 右のクリアランス姿勢では回転が速くなりすぎて身体の上昇中に背中からバーに当たってしまう。こうした選手は図 6.5 左のように敢えて慣性モーメントの大きな姿勢を取り、空中での回転運動をゆっくりにしたほうがよい。

空中ではできるだけ身体を反った方が跳躍に有利と考える選手が多いかもしれないが、踏み切りで得られる各運動量の大きさに応じて、選手に適したクリアランス動作は違う。

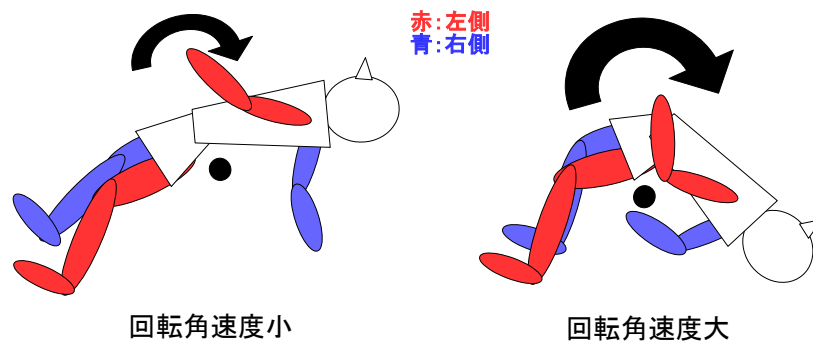


図 6.5: クリアランス姿勢の違いによる空中動作の比較

空中で姿勢を変えることで慣性モーメントが変化すると述べてきたが、ここでは真っ直ぐな棒状の体を反って回転軸に対して円形に近づけることで慣性モーメントがどのように変化するか議論する。

図 6.6 に示すように選手の体を長さ  $2a$  で質量  $M$  の細長い棒として考える。空中で全く反らない姿勢で回転する場合と、体を反って回転軸に対して円形にした場合の、それぞれの慣性モーメントの大きさと角速度を計算する。

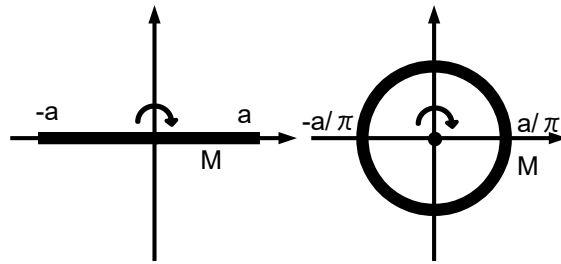


図 6.6: 慣性モーメントの計算

まず、体が棒状の場合の、回転軸回りの慣性モーメントの大きさを考える。このとき、棒の微小部分の長さを  $dx$ 、質量を  $M$  と考えると、線密度は  $\rho = \frac{M}{2a}$  となり微小部分の質量は  $\frac{M}{2a}dx$  となる。よって回転軸回りの慣性モーメント  $I$  は  $dI = \frac{M}{2a}x^2dx$  となることから

$$I = \frac{M}{2a} \int_{-a}^a x^2 dx = \frac{1}{3}Ma^2 \quad (6.9)$$

となり、回転軸回りの慣性モーメントは  $I = \frac{1}{3}Ma^2$  となる。

次に棒が丸まって円形になった場合の回転軸回りの慣性モーメントを考える。長さ  $2a$  の棒が円形になっていると考えると、円の半径は  $\frac{a}{\pi}$  である。円周は  $2a$  なので円輪の綿密度は  $\rho = \frac{M}{2a}$  となり、角度変数  $\theta$  の微小部分長は  $a d\theta$  となる。

これによって微小部分の質量は  $\frac{M}{2\pi a} a d\theta = \frac{M}{2\pi} d\theta$  となり、回転軸回りの慣性モーメント  $I$  は  $dI = \frac{M}{2\pi} \left(\frac{a}{\pi}\right)^2 d\theta$  となることから

$$I = \frac{Ma^2}{2\pi^3} \int_0^{2\pi} d\theta = \frac{Ma^2}{\pi^2} \quad (6.10)$$

となり、回転軸回りの慣性モーメントは  $I = \frac{Ma^2}{\pi^2}$  となる。つまり、大雑把に計算すると棒状の体を円形に丸める（反る）ことで、慣性モーメントは約  $\frac{1}{3}$  になる。

慣性モーメント  $I$  と角運動量  $L$ 、角速度  $\omega$  の関係式は  $L = I\omega$  で表わされる。既に述べたように空中では角運動量が変化しないことから、空中で体を棒状から反って円形にすることで回転速度（角速度）は約 3 倍になる。つまり、3 倍回転しやすくなる。

## 6.2 クリアランスの失敗例と対処方法

クリアランスの失敗例で多いパターンの対処方法として

- 下半身の回転不足 (a)  
踏み切り位置を遠くする。クリアランス中に深く膝を曲げる。
- バーの上に座りに行ってしまう (b)  
踏み切り動作でバーに対してピッチ方向の回転成分を生み出すことを意識する。後傾姿勢を作って踏み切る。
- 反るタイミングが合わない (c)  
「立ち高跳び」「3歩両脚踏み切り」などの跳躍練習を行う。
- 地面に対して傾いた空中姿勢となってしまう (d)  
踏み切り角度をバーと平行に近づけてみる。内傾・後傾のバランスを調整する。

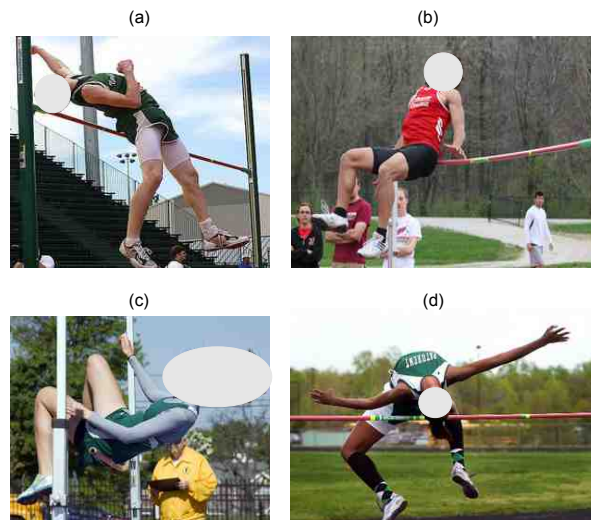


図 6.7: クリアランスのバランス

これまでの議論をまとめると、クリアランスで膝を曲げて体を反った姿勢を作れなければ、空中で回転不足に陥り図 6.7(a) のように下半身が十分に回転しないままバーに体を当ててしまう。これは、クリアランス中に膝を曲げて体の慣性モーメントを小さくして回転速度を速くしたり、単純に踏み切り位置を遠くして回転する時間の猶予を生み出すことで対処できる。

また、バーに対する回転成分そのものが不足しているときは、体があまり

回転せずそのままバーに座りこんでしまう図 6.7(b) のような失敗跳躍になる。これは踏み切り動作でさらに強いピッチ回転を生み出す必要がある。そのためには踏み切り動作で後傾姿勢を意識するとよい。

空中の反りと返しのタイミングがずれたり、頸反射を使ったアーチがうまく作れないと図 6.7(c) のように空中でうまくアーチの作れない失敗跳躍になる。空中でアーチを作る練習はいくつか考えられるが、一般的によく行われる練習方法に「立ち高跳び」と「3 歩両脚踏み切りでの跳躍練習」がある [65]。

立ち高跳びとは図 6.8 に示すように、バーに近づき過ぎないように背中を向け立ちそのままその場で跳び上がりバーを超えて着地する。着地位置がバーに近くなりすぎないように注意が必要である。あまりバーを高くする必要はない。

こうした練習は選手が背中からマットに着地する恐怖感に慣れる意味合いもあり、高い台の上に乗って立ち高跳びを行うと効果的に練習できる。

しかし、こうした練習ではアーチを作る練習にはなるが、踏み切り動作でピッチ回転やロール回転、ヨー回転を生み出す練習にはならない点に注意が必要である。立ち高跳びがうまくできるようになったからといって、助走して踏み切って、うまくアーチが作れるとは限らない。

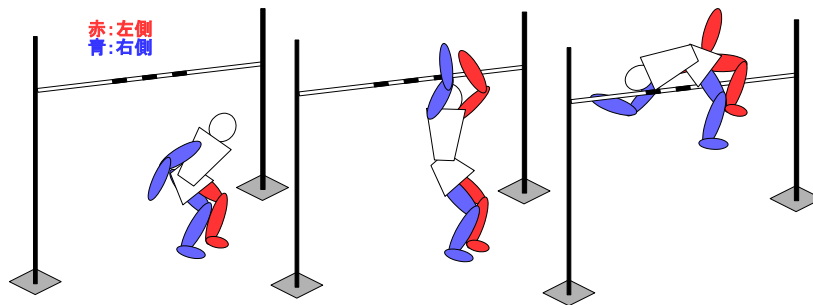


図 6.8: 立ち高跳び

3歩両脚踏み切りの跳躍練習は立ち高跳びに比べれば少し難易度が高くなるが、踏み切り動作でピッチ回転やロール回転、ヨー回転を生み出しながら空中でアーチを作るという練習が可能となる。これは3歩助走し、両脚で踏み切り背面跳びを行うという単純な練習である。場合によっては5歩や6歩の助走で同様の練習を行っても良い。練習中には踏み切り位置が近くなりすぎないように注意が必要である。クリアランス中に腰を高く浮かせるイメージで練習を行うと良い。

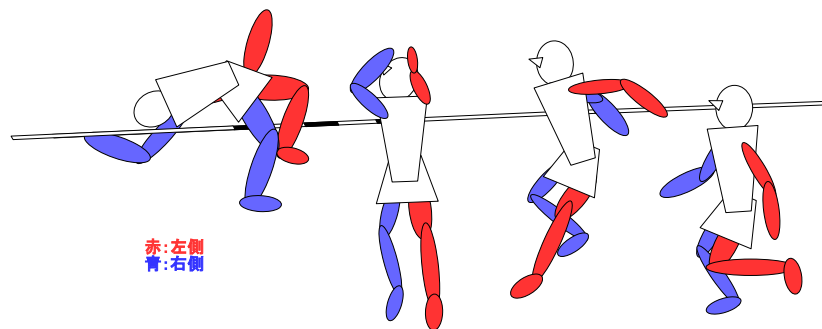


図 6.9: 3歩両脚踏み切りの跳躍練習

空中でアーチを作る練習としてはまず最初に立ち高跳びを行い、慣れてくれば3歩両脚踏み切りでの跳躍練習を行うとよい。最終的には短い助走で踏み切り、空中でアーチ姿勢が作れるように練習していくと良い。

ヨー回転の調整不足やピッチ回転、ロール回転力の調整がうまくいかないと同図 6.7(d) のように空中で地面に対して傾いた空中姿勢になってしまう。

こうした跳躍姿勢になった場合は、踏み切り動作で振り上げ脚の動きを工夫したり、踏み切り入る角度をバーと平行に近づけて必要なヨー回転の量を小さくしたり、内傾・後傾動作でピッチ回転・ロール回転を調整することで、空中での傾きが改善される。



### 6.3 クリアランス中の回転成分

クリアランスに必要な空中の回転成分は以下の3つである

- 振り上げ脚と肩や腕の動作によって生まれるヨー回転  
地面と垂直な軸周りの回転
- 後傾姿勢からの起こし回転によって生まれるピッチ回転  
踏み切り動作の進行方向と直角な水平面上の軸周りの回転
- 内傾姿勢からの起こし回転によって生まれるロール回転  
踏み切り動作の進行方向と平行な水平面上の軸周りの回転

既に踏み切り動作の章でも述べたように高跳びの踏み切り動作で得られる回転運動は大きく「ヨー回転」「ピッチ回転」「ロール回転」の3つに分解して考えることができる。

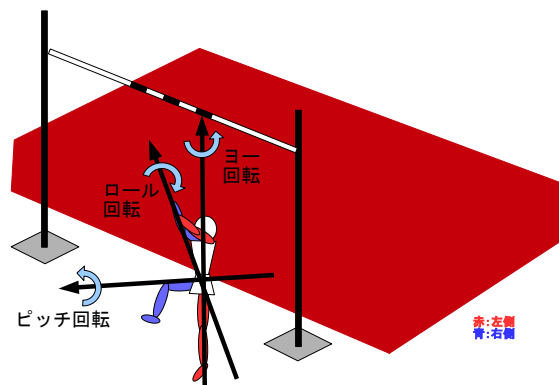


図 6.10: 回転成分の説明

ヨー回転成分とは、地面と垂直な軸周りの回転成分で振り上げ脚動作と肩や腕の動作によって作りだされる。ピッチ回転成分とは、後傾姿勢からの起こし回転によって生まれる踏み切り動作の進行方向と直角な水平面上の軸周りの回転を表す。ロール回転成分とは、内傾姿勢からの起こし回転によって生まれる踏み切り動作の進行方向と平行な水平面上の軸周りの回転を表す。

ピッチ回転成分とロール回転成分が合成されてバー方向の身体の回転成分になり、一般的にはピッチ回転よりもロール回転成分が寄与する割合のほうが高いといわれている。

また、女性選手は男性選手に比べて短い跳躍時間（滞空時間）の間に、男性と同じ体の回転量を確保する必要があるため、クリアランスを行うために大きな角運動量が必要になるといわれている。

## 6.4 クリアランス中の体の傾き

空中で体幹部が地面に平行な仰向けの状態を作るためには

- ヨー回転で十分なクリアランス姿勢が作れるように  
ピッチ回転成分，ロール回転成分の角運動量のバランスを調整する
- 作用・反作用の力で空中姿勢を調整する

クリアランスを効率よく行うためには，重心の軌道が空中で頂点にきたときに，図 6.11(a) のように体幹部が地面に平行な仰向けの状態を作る必要がある．図 6.11(b) のように地面に対して傾いた姿勢のままクリアランスを行えば，体が傾いている分だけ余計に高く跳ばないとバーを超えることはできない．

図 6.11(a) のホルム選手は，うまく体幹部が地面と平行となる姿勢を作れている．しかし，図 6.11(b) の選手は空中で体幹部が傾いてしまっているためクリアランス効率が低下している．こうしたクリアランス姿勢の問題点は初心者競技者によく見られる．

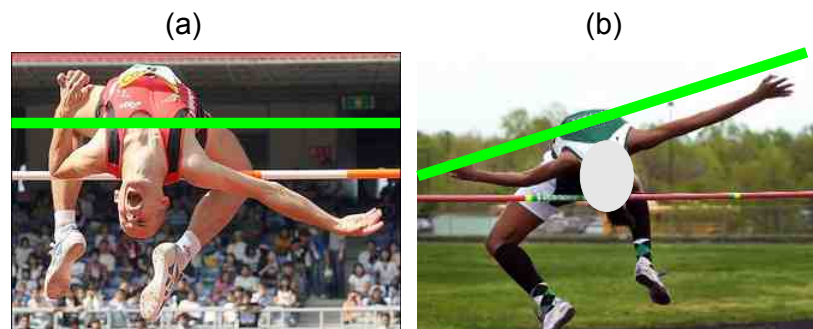


図 6.11: クリアランスの例 [66]

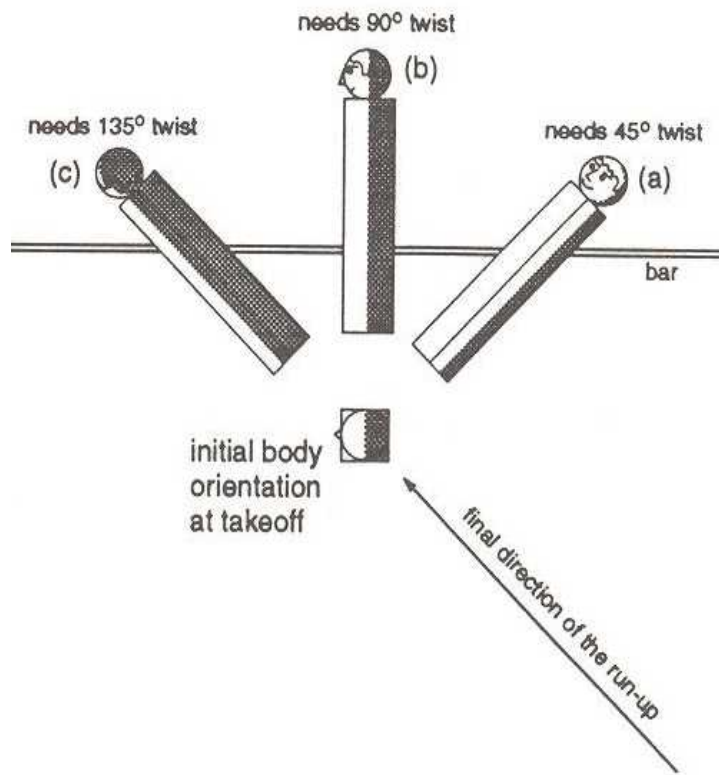


図 6.12: クリアランス中の傾き [35]

空中での体幹部の傾きは、ピッチ回転成分やその他の回転成分要素のバランスによって決まる。図 6.12 に示すような、単純なクリアランスのモデルを考える。ここで踏み切り入る角度は斜め 45 度、踏み切った瞬間の体の向きはバーと平行な向きであり、ヨー回転の角運動量は 0 であると仮定する。

図 6.13 に示すように、平均的な高跳び選手のピッチ回転とロール回転の割合はほぼ等しい。このとき、図 6.12 の競技者は重心がバーの上で頂点にくる瞬間に (b) の姿勢になっており、身体を仰向けの状態にするために 90 度のヨー回転が必要になる。

ここでもし競技者がロール回転のみを踏み切り動作で生み出した場合、図 6.12 の競技者は空中で (a) の姿勢になり、身体を仰向けの状態にするために 45 度のヨー回転が必要になる。ピッチ回転のみ生み出した場合には空中姿勢は (c) になり、必要なヨー回転は 135 度になる。

このことからピッチ回転成分が他の選手よりも強い選手は、より多くのヨー回転がクリアランスに必要となることが分かる。ヨー回転が足りない場合は図 6.11(b) のように、空中で振り上げ脚側のお尻が踏み切り脚側のお尻より下に傾いた姿勢になり、バーを落としやすいクリアランスになってしまう。

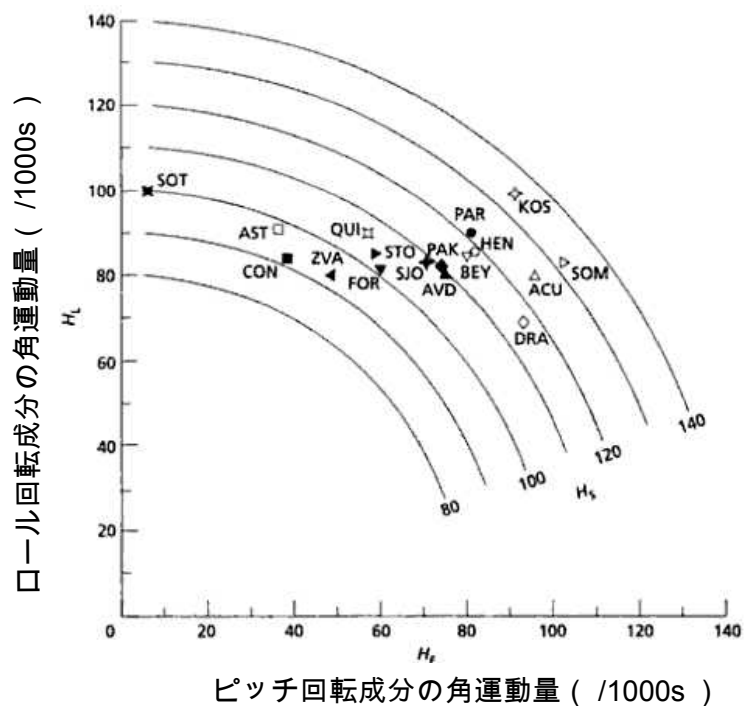


図 6.13: クリアランス中のピッチ回転とロール回転の割合 [35]

一方でロール回転成分が他の選手より強い選手は、少ないヨー回転でクリアランスを行える。もしこうした場合にヨー回転が大きくなりすぎると、空中で踏み切り脚側のお尻が振り上げ脚側のお尻より下に傾いた姿勢になり、バーを落としやすいクリアランスになってしまう（ただし、こうした状況は現実的にはほとんど起こらない）。

以上のことから重心の軌道が空中で頂点にきたときに、体幹部が地面に平行な仰向けの状態を作るためには、ヨー回転とは別にピッチ回転成分、ロール回転成分の角運動量の調整が重要であることが分かる。

ヨー回転がさらに必要かどうか判断するためにはクリアランス中の体の傾きをチェックすれば良い。クリアランス中に振り上げ脚側のお尻が踏み切り脚側のお尻より下になるように体が傾いていればヨー回転がさらに必要となる。

では次に空中で体の傾きを修正するためにヨー回転を作り出す方法を考える。既に述べたように通常の踏み切り動作を行った場合、選手は90度程度のヨー回転が空中で必要になる。このうち約半分の回転は踏み切り動作で発生する角運動量によって生み出され、残り半分の回転は空中動作で生み出される [46][47]。

空中動作でヨー回転を生み出す方法として踏み切り脚と逆側の腕をクリアランス中にバーと水平方向に伸ばし、バーを超えた後に地面の方に下げるような動作をすれば空中動作でヨー回転を生み出すことができる（このとき角運動量は変化しない）。

他にも振り上げ脚の反作用を使う方法もある。振り上げ脚の反作用を使う場合には、踏み切り後に脚を高く上げてキープしたまま少し外側に開き、空中で反るときにアーチの後方に膝を倒せばよい。図 6.14 の動作を参考にしてほしい。

大きな腕と脚の振り上げ動作を敢えて行うことでピッチ回転を小さくする方法もある。敢えて進行方向逆向きの回転を生み出す大きな腕と脚の振り上げ動作を行い、ピッチ回転を打ち消すことで、ロール回転を相対的に高くすることができる。こうしたテクニックを用いる選手は最近では希になったが、助走速度が遅く内傾動作がうまく作れない年少の選手や、一部の女性選手などに見られるテクニックである。



図 6.14: クリアランス中のヨー回転の調整（左踏み切りの選手の場合） [66]

## 6.5 クリアランスにおける頂点位置

- クリアランスの頂点がバーよりも手前にあれば踏み切り位置をバーに近付ける
- クリアランスの頂点がバーよりも奥にあれば踏み切り位置をバーから遠ざける
- 「流れ気味の跳躍」になっている場合は踏み切りでのブロック動作を指導する

クリアランス中の頂点の位置は、選手も指導者も非常に関心の高い項目である。初心者のクリアランスを指導する際に、「空中での頂点の位置」を指摘することは多くある。選手にとって、自分の空中での頂点位置がどこにあるのかは跳んでいても把握しにくい。踏み切りが近いか遠いか、空中での頂点の位置が手前になっているか奥になっているかというやりとりは競技中でもよく見かける。

以下、特に断りのない限り「重心軌道が空中で最も高くなる位置」を「頂点」と呼び議論することにする。

一般的には指導者は選手のクリアランスの頂点がバーよりも手前にあれば踏み切り位置が遠いと伝え、バーよりも奥にあれば踏み切り位置が近いと伝える。

特に年少の選手は踏み切り位置が近くなりすぎる傾向があるため「踏み切り位置を下げろ」と指導する指導者が多い。敢えて遠すぎるくらいの踏み切り位置で跳躍練習を行うように指導する指導者もいるくらいである。これは年少の選手が練習よりも速い助走速度で試合に臨んだときに、助走速度に対して近すぎない踏み切り位置で違和感なく踏み切れるようにするための指導である。

こうした指導方法は走力があり、基礎体力の高い選手には有効な指導方法だが、基礎体力の低い選手や女性選手に対しては逆効果を招く場合もあるので、指導者は慎重に判断する必要がある。

ここではクリアランスの中の頂点の位置について、指導者や選手はどのように考える必要があるのかについて簡単に説明する。

### 6.5.1 頂点位置の不思議

クリアランス中に明らかに頂点が手前や奥にあるときは、踏み切り位置を近づけたり遠ざけたりするように指導することが多い。頂点の位置をなるべくバーに近付けたほうが高さのロスが少ないため、この指導は理にかなっている。

では「頂点の位置とバーの位置が常に一致していれば良いか?」といわれると実はそうでもない。世界の一流といわれる選手を比較しても、跳躍の放物線軌道の頂点がバーの手前にあったり奥にあったり、様々な選手が存在する。

経験的には図 6.15 の太線に示すように踏み切り位置がバーに近く、跳躍軌道がヘアピンの形に近い選手ほど、クリアランスの頂点の位置はバーより手前になる傾向が強い。また、点線に示すように踏み切り位置がバーから遠く、幅の広い跳躍軌道の選手ほど、クリアランスの頂点の位置はバーの奥になる傾向が強い。

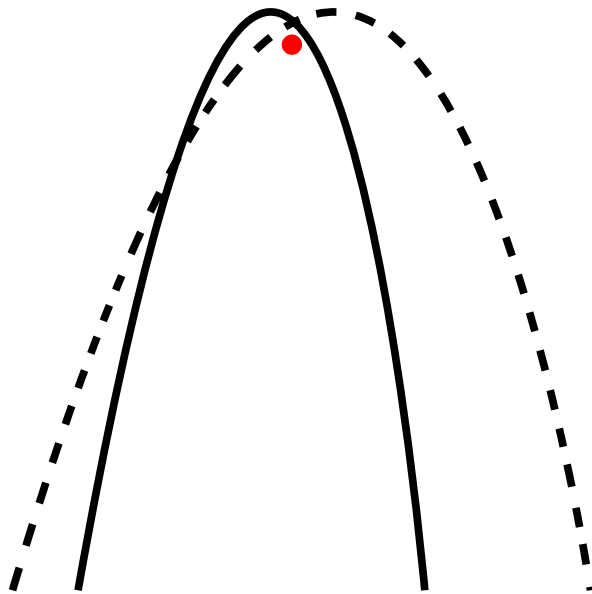


図 6.15: クリアランス中の頂点の位置の比較

具体例として、同じスウェーデンの選手であり共にオリンピックのメダリストであるホルム選手とベリークイスト選手のクリアランスを比較してみる。

図 6.16 に示すようにホルム選手のクリアランスはバーより若干奥側に頂点があり、ベリークイスト選手のクリアランスはバーより若干手前側に頂点がある。



図 6.16: ホルム選手とベリークイスト選手のクリアランス [67][68]

両者の跳躍の特徴を更に詳しく分析してみる。まずはベリークイスト選手のクリアランスを図 6.17 に連続写真で示す。

写真 1 に示すように肩がバーを超えたタイミングで腰を素早く浮かせてアーチ姿勢を作られている。次に写真 2 に示すようにバーよりやや手前でクリアランスの頂点をむかえて、落下しながらバーをこえていく。また、ホルム選手に比べれば踏み切り位置はバーに近く、写真 3 から分かるようにマットへの落下地点もバーに近い。

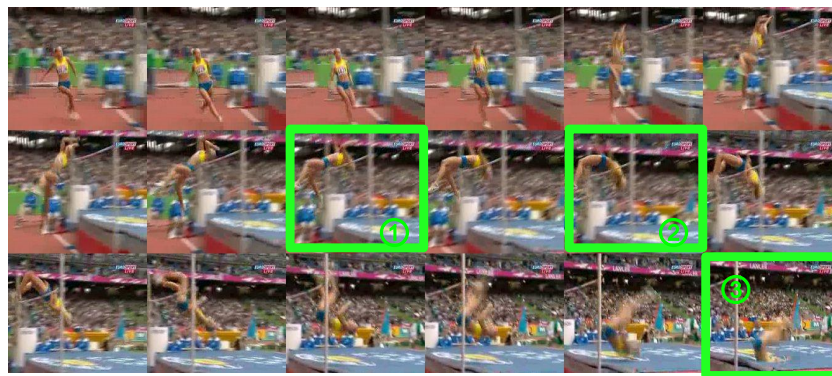


図 6.17: ベリークイスト選手のクリアランス [69]



これに対してホルム選手のクリアランスを図 6.18 に連続写真で示す。  
 写真 1 に示すようにホルム選手の踏み切り位置は遠い。また、写真 2 のようにバーを超えた少し奥側に跳躍の頂点が来ており、写真 3 から分かるようにマットへの落下地点はバーから遠い。  
 別の角度からの連続写真図 6.19 から分かるように、写真 1 の姿勢から緩やかにアーチの姿勢を作り始め、写真 2 のバーを少し超えた奥の地点でアーチが完成されている様子が分かる。  
 次にこの両者の違いがなぜ発生するか、簡単なシミュレーションで示したいと思う。



図 6.18: ホルム選手のクリアランス [70]



図 6.19: ホルム選手のクリアランス（別角度から） [70]

### 6.5.2 クリアランスシミュレーション

頂点がバーより手前であっても奥であっても、クリアランスに不利にならないことが現実には起こりえる。一見、不思議なことに思えるかもしれないが、簡単な物理シミュレーションを用いてこの事実を示したいと思う。

シミュレーションの前提として計算を簡単にするために、バーと真横から見た二次元平面上でクリアランスを考えるものとする。また、人は空中で姿勢をコントロールすることで慣性モーメントを自由に変化させれるが、シミュレーションでは慣性モーメントの時間変化が一定になるように、中央で120度に折れ曲がった棒を回転させる。この棒が空中で放物線運動を行うときに、どのような軌跡を描きながら運動するかを考える。

図6.20にシミュレーションに用いる座標系を示す。図中の $O$ は原点を表し時刻0での重心位置であるとする。また、 $P$ は棒の重心位置を表し、 $S$ は足首位置、 $Q$ は腰位置、 $E$ は頭の位置をそれぞれ表す。

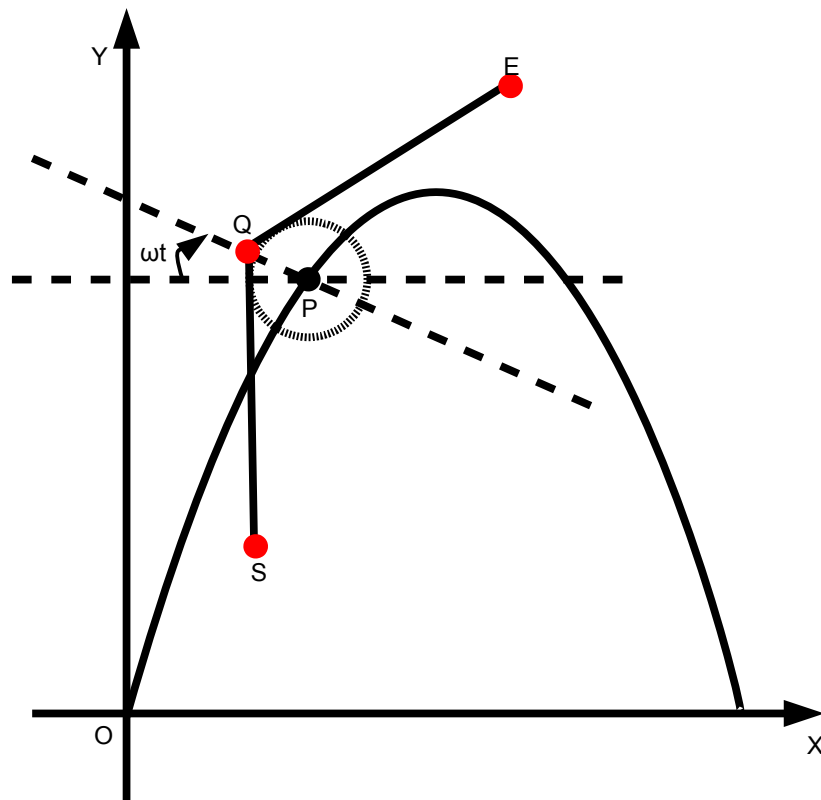


図 6.20: シミュレーションの座標系

$P$  は重心位置を表すため、時刻  $t$  での  $P$  の座標は、離地したときの  $X$  軸方向の速度を  $v_x$ ,  $Y$  軸方向の速度を  $v_y$ , 重力加速度を  $g$  として放物線の式を考えると

$$\overrightarrow{OP} = \left( v_x t, v_y t - \frac{1}{2} g t^2 \right) \quad (6.11)$$

となる。また、空中で人間の姿勢は変化しないと仮定していることから、身体の慣性モーメントは時刻によらず一定であるため、重心回りの角速度  $\omega$  は一定となる。従って、人間の身長を  $4a$ , クリアランス中の反り角度を  $2\theta$  とすると

$$\overrightarrow{PQ} = (-a \cos \omega t \cos \theta, a \sin \omega t \cos \theta) \quad (6.12)$$

$$\overrightarrow{QE} = (2a \cos(\theta - \omega t), 2a \sin(\theta - \omega t)) \quad (6.13)$$

$$\overrightarrow{QS} = (-2a \cos(\pi - \omega t - \theta), -2a \sin(\pi - \omega t - \theta)) \quad (6.14)$$

となり、原点  $O$  から見た腰位置  $Q$ , 頭位置  $E$ , 足首位置  $S$  の位置座標はそれぞれ

$$\overrightarrow{OQ} = \left( v_x t - a \cos \omega t \cos \theta, v_y t - \frac{1}{2} g t^2 + a \sin \omega t \cos \theta \right) \quad (6.15)$$

$$\overrightarrow{OE} = \overrightarrow{OQ} + \overrightarrow{QE} \quad (6.16)$$

$$\overrightarrow{OS} = \overrightarrow{OQ} + \overrightarrow{QS} \quad (6.17)$$

となる。本来はここで、棒が描く直線群の包絡線を数学的に求めればよいのだが、式が煩雑であるためここでは数値シミュレーションにその結果を示す。

シミュレーションに利用するパラメータの値は Biomechanical Analysis of High Jump [36] の、1991 と 1997 年の世界陸上の時に収集された各選手のデータの平均値をもとに設定する。

重力加速度は  $g = 9.8m/s^2$  とする。選手の踏み切り直後の水平方向の平均速度が  $4.31m/s$  であることと、バーに対して  $30$  度程度の角度で離地し、重心の放物線運動が開始されていることから、 $v_x = 2.155$  とする。同様に踏み切り直後の鉛直方向の平均速度が  $4.30m/s$  であることから  $v_y = 4.30$  とする。

また、平均身長が  $192cm$  であることから  $a = 0.48$  とする。空中での反り角度は  $120$  度で一定とするため  $\theta = \frac{\pi}{3}$  とする。離地直後の重心の高さは  $1.37m$  とする。

シミュレーションは時刻  $0sec$  から時刻  $1.5sec$  まで行い、回転角度速度  $\omega(rad/sec)$  の値の変化によって空中のクリアランス軌道がどのように変化するか計算して求める。重心の初期速度と角度は共通であるため、 $\omega$  が変化しても重心の軌道は変化しない。

まず地面から離地した直後の姿勢を図 6.21 に示す。離地した直後は身体が折れ曲がっているだけで、まだ回転はしていない。

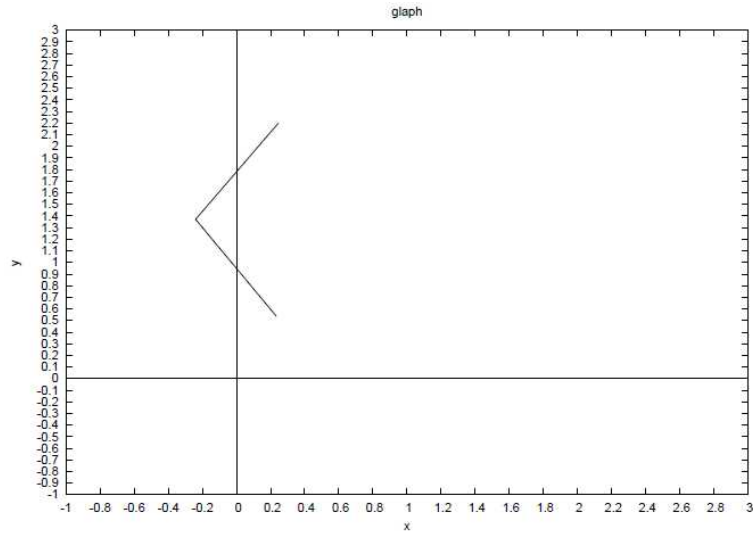


図 6.21: 離地の瞬間の姿勢

では次に、空中でどのようなクリアランスの軌跡が描かれるか考えていく。まず、踏み切り直後から  $0.075\text{sec}$  おきの空中姿勢を描写したものを図 6.22 に示す。このとき、空中での回転角速度は  $1.14\text{rad/s}$  に設定されている。

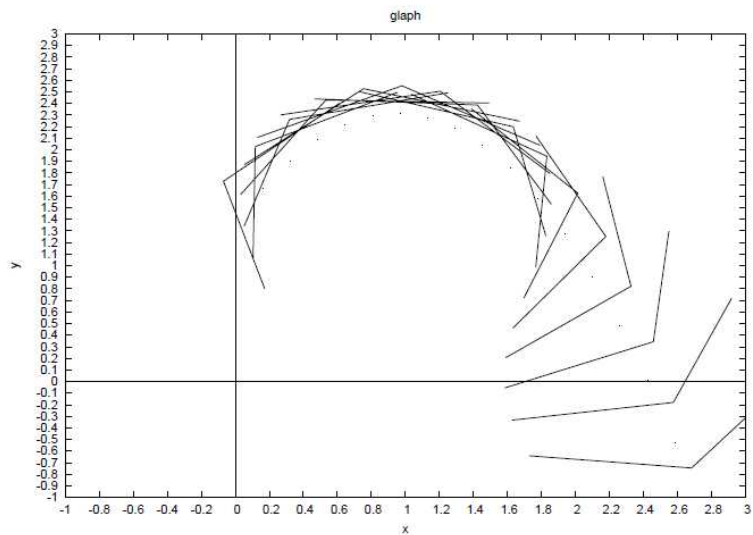


図 6.22: 重心軌道の頂点とクリアランスの頂点が一致する跳躍軌道

図 6.22 の描画時刻をどんどん細かく刻んで描画すると、人間が空中で通過する領域が黒く塗りつぶされていき図 6.23 のようになる。図 6.23 には参考のために重心の軌道を細線で加えている。

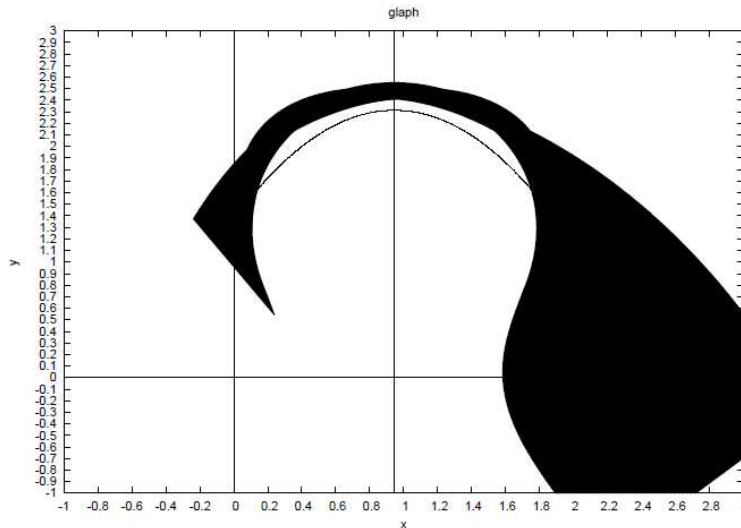


図 6.23: 重心軌道の頂点と選手の最高到達点が一致する跳躍軌道

ここで注意してほしいことは、身体が通過する黒で塗りつぶされた領域の内側で、最も Y 座標が大きい位置（高い位置）が選手の最高到達点となる。つまり、この位置にバーがあるときに選手の記録は最高となる。

図 6.23 から分かるように、空中で身体を反ることによって身体が空中で通過する領域の頂点位置は、重心軌道の頂点位置よりも高くなっている。実際に一流選手の動作を分析してみると、重心の頂点よりも高い高さの跳躍に成功している選手は珍しくない。

また、図 6.23 には重心の頂点位置の X 座標を点線で、選手の最高到達点の位置の X 座標を実線で表わしている。空中での回転角速度が  $1.14\text{rad/s}$  の場合は、重心の頂点位置の X 座標は  $0.95\text{m}$  で、選手の跳びこせる最高到達点の X 座標も  $0.95\text{m}$  であり両者の位置は一致している。ちなみにこの場合の重心の頂点位置の Y 座標は  $2.31\text{m}$  であり、選手の最高到達点の Y 座標は  $2.41\text{m}$  である。

重心の頂点位置（X 座標）と選手の最高到達点位置（X 座標）が一致している場合は、選手の重心軌道の頂点がバーの手前にある場合には踏み切り位置をバーに近く修正し、バーの奥にある場合は踏み切り位置が遠くなるように修正すれば高く跳べる。

次に空中での回転角速度を  $1.14\text{rad/s}$  からわずかに遅くした  $1.13\text{rad/s}$  でシミュレーションを行った結果を図 6.24 に示す。

空中での回転角速度が  $1.13\text{rad/s}$  の場合は、重心の頂点位置の  $X$  座標は  $0.95\text{m}$  で、選手の飛びこせる最高到達点の  $X$  座標は  $0.90\text{m}$  であり、重心の頂点位置よりも手前に最高到達点がかかる。

ちなみにこの場合の重心の頂点位置の  $Y$  座標は  $2.31\text{m}$  であり、選手の最高到達点の  $Y$  座標は  $2.41\text{m}$  である。

図 6.24 から分かるように、重心の頂点位置 ( $X$  座標) より選手の最高到達点位置 ( $X$  座標) が手前にある場合は、重心軌道の頂点がバーより奥側になるようにしたほうが選手は高く跳ぶことができる。

これは、図 6.18 に示したホルム選手の跳躍に似ている。踏み切り位置が遠い選手は、バーに到達するまでに十分な回転時間が確保できる。このため、水平方向の速度に対するブレーキが少なくなるように踏み切る傾向がある。それに伴って空中での回転角速度が遅くなる。こうした選手は、バーよりやや奥に重心の頂点がかかるようなクリアランスをしても、不利な跳躍にならない。

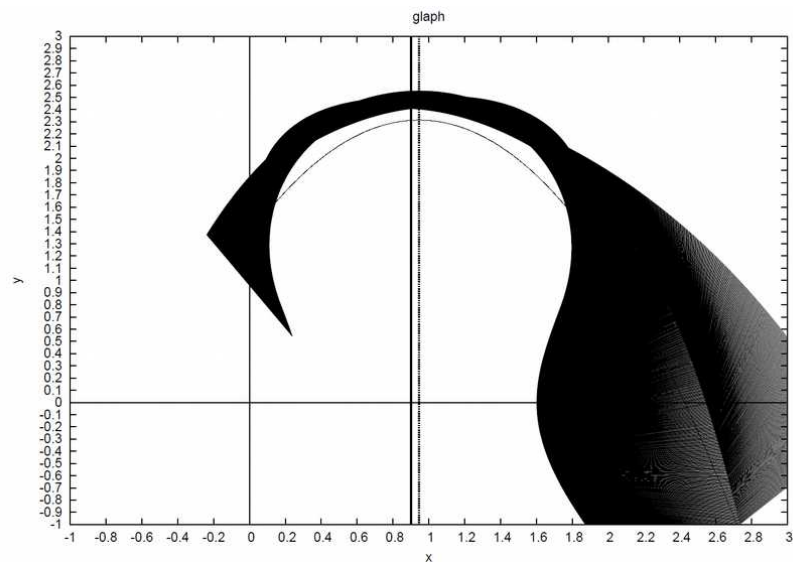


図 6.24: 重心軌道の頂点より、選手の最高到達点の手前にある跳躍軌道

次に空中での回転角速度を  $1.14\text{rad/s}$  からわずかに速くした  $1.15\text{rad/s}$  でシミュレーションを行った結果を図 6.25 に示す。

空中での回転角速度が  $1.15\text{rad/s}$  の場合は、重心の頂点位置の  $X$  座標は  $0.95\text{m}$  で、選手の跳びこせる最高到達点の  $X$  座標は  $1.0\text{m}$  であり、重心の頂点位置よりも奥に最高到達点がかかる。ちなみにこの場合の重心の頂点位置の  $Y$  座標は  $2.31\text{m}$  であり、選手の最高到達点の  $Y$  座標は  $2.41\text{m}$  である。

図 6.25 から分かるように、重心の頂点位置 ( $X$  座標) より選手の最高到達点位置 ( $X$  座標) が奥にある場合は、重心軌道の頂点がバーより手前になるようにしたほうが選手は高く跳ぶことができる。

これはちょうど図 6.17 に示したベリクイスト選手の跳躍に似ている。踏み切り位置に近い選手は、バーに到達するまでに十分な回転時間が確保できないため、水平方向の速度に対してブレーキが大きくなるように踏み切る傾向がある。それに伴って空中での回転角速度は速くなる。こうした跳躍の選手はバーよりやや手前に頂点がかかるような跳躍をしても、不利な跳躍にならない。

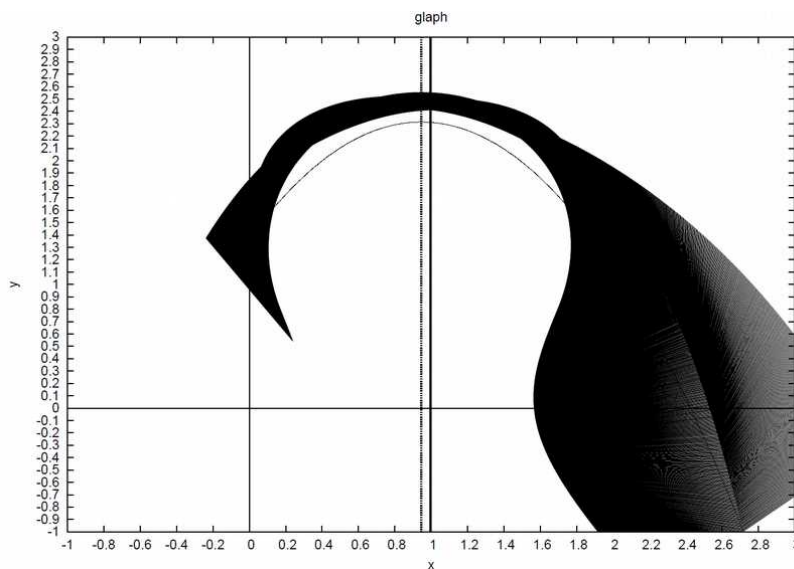


図 6.25: 重心軌道の頂点より、選手の最高到達点が奥にある跳躍軌道

### 6.5.3 頂点位置に関するアドバイスのまとめ

クリアランスの頂点（重心軌道の頂点位置）がバーよりも手前にあれば踏み切り位置を近づけ、バーよりも奥にあれば踏み切り位置を遠ざけるという指導は一般的には正しい。

ただし図 6.15 に示すように、踏み切り位置がバーに近く、側面から見た場合に幅の狭い跳躍をする選手の場合は、クリアランスの頂点がバーよりもやや手前にあるほうが跳躍に有利にはたらく場合がある。また、踏み切り位置がバーから遠く、側面から見た場合に幅の広い跳躍をする選手の場合は、クリアランスの頂点がバーよりもやや奥にあるほうが跳躍に有利にはたらく場合がある。

選手がいわゆる「流れ気味の跳躍」になっている場合は、踏み切り位置の変更によるクリアランスの頂点の調整よりも、踏み切りでのブロック動作を指導したほうが有効である場合が多い。踏み切りでのブロック動作が不十分である選手は、空中での回転角速度が小さくなってしまう。

角回転角速度が  $1.00\text{rad/s}$  とかなり小さくなってしまった場合のクリアランスのシミュレーション結果を図 6.26 に示す。この場合、重心の頂点位置の  $X$  座標は  $0.95\text{m}$  で選手の飛びこせる最高到達点の  $X$  座標は  $0.73\text{m}$  であり、重心の頂点位置よりもかなり手前に最高到達点の位置がくる。

このとき、一見すれば重心の頂点位置がバーの奥になるように、踏み切り位置を修正すればよいように思えるかもしれないが、そうではない。図 6.23, 図 6.24, 図 6.25 の選手は最高到達点が  $2.41\text{m}$  なのに対して、図 6.26 の選手の最高到達点は  $2.27\text{m}$  とかなり低くなっている。つまり、「流れ気味の跳躍」に対しては、踏み切り位置を修正するよりは、踏み切りでのブロック動作を意識し、空中での回転角速度を大きくしたほうが好記録が望める。それができないなら頂点が奥になるように跳躍を流したほうが高く跳べる。

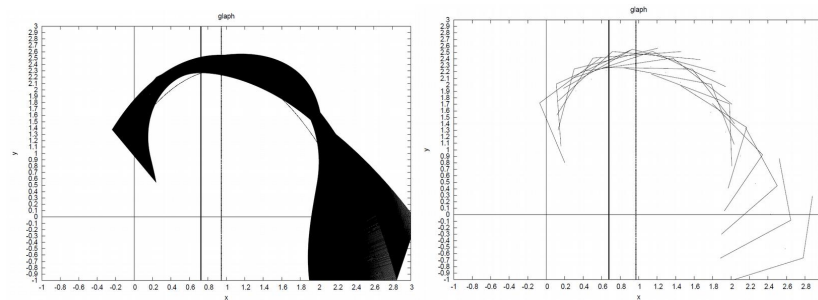


図 6.26: 流れ気味の跳躍



理想の放物線軌道とは？という疑問は多くの選手が一度は考えることだろう。ここで紹介したのはあくまでクリアランスの物理モデルの一例を紹介しただけであり参考程度に考えてほしい。



図 6.27: ニュースステーションでの筆者の特集 その 2

図 6.27 は筆者がニュースステーションのスポーツ特集で紹介されたときのものである。左は筆者のクリアランスの物理モデル導出過程のメモが紹介されたときの映像である。当時は単なる放物線軌道だけではなく、踏み切り姿勢による慣性モーメントの変化や空気抵抗の変化も考慮に入れた、かなり複雑な物理モデルを考えていた。

右上図は高知の春野で行われた春合宿の様子である。宴会の席で友人が描いた似顔絵が映されており、当時、著者がはまっていた麻雀用語の「ツモ」も描かれている。

右下図は私が学生時代に練習に勤しんだ大阪大学吹田キャンパスのグラウンドである。殺風景で恵まれた環境とは言えないが、多くの仲間達に支えられ刺激的な競技生活を過ごせたグラウンドは、今でも私の大切な思い出の場所である。



## 基礎編のおわりに

基礎編で解説した内容は、高跳びの入門を目的とした「基礎論」である。高跳びに必要なエッセンスの一部しか解説することができなかったが、年少の競技者は本書で解説した最低限の基礎技術をしっかりと身につけて競技してほしい。

「技術論とは一種のおまじないである」と私は思う。いくら技術論を頭で理解したところで、心技体のバランスが揃っていなければ高く跳ぶことはできない。技術を実現するためには、それに見合ったトレーニングで体を鍛えなければならないし、緊張感の高まる大勝負で自己ベストを跳ぶためには心（メンタル）の強さも必要になる。

また、本書のような教書を参考に練習を繰り返すことで、基本動作をしっかりと身につけた「それなり」の跳躍をすることは可能になるだろう。しかし、最終的に跳躍を高い完成度にするのは選手の「創造力」であり、そこに教科書で語れるような一般論は存在しないと思う。

日本で100傑に入っている選手の多くは、1割記録が改善すれば一流選手となれる。この最後の1割の完成度を高めるところに高跳びという競技の創造性の奥深さがある。この、ほんの少しの完成度を上げるために競技者は心血を注ぎ練習するし、競技でも強い興奮と深い感動が得られるのだと思う。読者の諸君もそうした興奮と感動を競技で味わってほしい。

本書の基礎編を読むことで多く選手が高跳びの基本技術を身につけ、日本高跳び界のレベルの底上げに繋がることを強く期待する。



## 第II部

# 走り高跳びの応用



## 応用編のはじめに

日本も世界も高跳びの技術レベルは着実に進歩している。2014年現在、世界の高跳び界は黄金期を迎えている。バーシム選手（243）、ボンダレンコ選手（242）、ウコフ選手（241）が世界記録に迫り、現役選手の5名が240を超える記録を出した。著者である私が活躍した2000年代前半では考えられなかったような記録水準で跳ぶ選手が増えてきた。

一方、日本では衛藤選手（228）、戸邊選手（231）が日本記録233に迫っている。日本で2020年東京オリンピック開催が決まったこともあり、ユース、ジュニアの若手選手も奮起している。まさに日本の高跳び界も黄金期を迎えようとしているといえるだろう。

しかし、足下の現場に目を向けてみると現状はまだまだ厳しい。陸上部に入部にして、走り高跳びを始めたとしても、走り高跳び専門の指導者に指導してもらえる確率は低い。その素質を最大限引き出せていない選手も多く見られる。高跳び選手の数に対して、指導者の数が圧倒的に不足している厳しい状況が続いている。

本書はこうした状況を改善するため「高跳びの先生がいない学校の生徒が、本人のやる気さえあれば、一流の体育大学で学べるものと同等の知識をいつでも手に入れることができる。」そうした世界を実現することを目指して編集した。

第II部は大きく「男性選手の跳躍分析」「女性選手の跳躍分析」「日本人選手の跳躍分析」「著者の跳躍分析」の四部構成になっている。また、これまでの教書で紹介してきた基礎的な内容とは異なり、世界や日本のトップ選手の跳躍を紹介したやや応用的な内容となっている。

本書がやる気と情熱を持った選手と指導者に読まれ、ひいては日本の高跳び界のレベルの底上げに繋がることを強く期待する。





## 統計的分析方法

21世紀の情報革命によって、選手は様々な情報にアクセスできるようになった。これまでは一部の専門家しかアクセスできなかった情報に誰でも自由に、簡単にアクセスできるようになった意義は大きい。

例えばケニアのやり投げ選手であるジュリアス・イエゴ選手は *Youtube* でやり投げの勉強を行い、2015年の北京世界選手権で1位となった。これはこれまでの陸上界の常識からすれば革命的なことだった。

また、インターネットが普及したことで選手は多くのデータを手に入れて分析できるようになった。これまでは限定的なデータで経験的、主観的な考察しかできなかったものが、統計的分析によって客観的に合理的に説明できるようになった。これはつい最近のことで、まさに革命的な出来事だと言える。

今後、こうしたデータを使った研究が爆発的に世の中に広まることが予想される。これまで経済的な理由で知識にアクセスできなかった貧しい国の選手の技術力が大幅に向上するだろう。合わせて、世界規模の大会の記録水準もどんどん上がっていくと考えられる。

情報をうまく集め、分析していくことはこれからの選手や指導者にとって大切な作業になると思う。

第7章ではごくごく簡単に初歩的な統計的分析手法を説明する。これを読む選手や指導者が多くの情報を集めて分析し、新しい知識の発見することに役立ててほしい。

第7章では、特に説明がない場合は以下の表に従って記号を利用する。

| 記号                                    | 意味                  | 記号               | 意味                           |
|---------------------------------------|---------------------|------------------|------------------------------|
| $H_0$                                 | 帰無仮説                | $\mu$            | 母平均                          |
| $H_1$                                 | 対立仮説                | $\sigma^2$       | 母分散                          |
| $\alpha$                              | 有意水準                | $\sigma$         | 母標準偏差                        |
| $n$                                   | サンプル数               | $\bar{x}$        | 標本平均                         |
| $\phi$                                | 自由度                 | $s^2$            | 標本分散                         |
| $F(\phi_1, \phi_2, \frac{\alpha}{2})$ | F分布 ( $V_1 > V_2$ ) | $s$              | 標本標準偏差                       |
| $t(\phi, \alpha)$                     | t分布                 | $\hat{\mu}$      | 母平均の不偏推定値                    |
| $p$                                   | 説明変数の個数             | $\hat{\sigma}^2$ | 母分散の不偏推定値                    |
| $R$                                   | 相関係数                | $\hat{\sigma}$   | 母標準偏差の不偏推定値                  |
| $R^2$                                 | 決定係数                | $V$              | 不変分散 ( $\hat{\sigma}^2$ と同じ) |
| $E$                                   | 期待値                 | $S$              | 偏差平方和                        |

表 7.1: 記号の意味

検定に用いる分布表を図 7.1~図 7.3 に示す。

分布表 (t-セント点)

|    | $\alpha$ |       |       |       |       |        |        |        |         |  |
|----|----------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|--|
|    | 0.5      | 0.4   | 0.3   | 0.2   | 0.1   | 0.05   | 0.02   | 0.01   | 0.001   |  |
| 1  | 1.000    | 1.376 | 1.963 | 3.078 | 6.314 | 12.706 | 31.821 | 63.657 | 636.619 |  |
| 2  | 0.816    | 1.061 | 1.386 | 1.886 | 2.920 | 4.303  | 6.965  | 9.925  | 31.599  |  |
| 3  | 0.765    | 0.978 | 1.250 | 1.638 | 2.353 | 3.182  | 4.541  | 5.841  | 12.924  |  |
| 4  | 0.741    | 0.941 | 1.190 | 1.533 | 2.132 | 2.776  | 3.747  | 4.604  | 8.610   |  |
| 5  | 0.727    | 0.920 | 1.156 | 1.476 | 2.015 | 2.571  | 3.365  | 4.032  | 6.869   |  |
| 6  | 0.718    | 0.906 | 1.134 | 1.440 | 1.943 | 2.447  | 3.143  | 3.707  | 5.959   |  |
| 7  | 0.711    | 0.896 | 1.119 | 1.415 | 1.895 | 2.365  | 2.998  | 3.499  | 5.408   |  |
| 8  | 0.706    | 0.889 | 1.108 | 1.397 | 1.860 | 2.306  | 2.896  | 3.355  | 5.041   |  |
| 9  | 0.703    | 0.883 | 1.100 | 1.383 | 1.833 | 2.262  | 2.821  | 3.250  | 4.781   |  |
| 10 | 0.700    | 0.879 | 1.093 | 1.372 | 1.812 | 2.228  | 2.764  | 3.169  | 4.587   |  |
| 11 | 0.697    | 0.876 | 1.088 | 1.363 | 1.796 | 2.201  | 2.718  | 3.106  | 4.437   |  |
| 12 | 0.695    | 0.873 | 1.083 | 1.356 | 1.782 | 2.179  | 2.681  | 3.055  | 4.318   |  |
| 13 | 0.694    | 0.870 | 1.079 | 1.350 | 1.771 | 2.160  | 2.650  | 3.012  | 4.221   |  |
| 14 | 0.692    | 0.868 | 1.076 | 1.345 | 1.761 | 2.145  | 2.624  | 2.977  | 4.140   |  |
| 15 | 0.691    | 0.866 | 1.074 | 1.341 | 1.753 | 2.131  | 2.602  | 2.947  | 4.073   |  |
| 16 | 0.690    | 0.865 | 1.071 | 1.337 | 1.746 | 2.120  | 2.583  | 2.921  | 4.015   |  |
| 17 | 0.689    | 0.863 | 1.069 | 1.333 | 1.740 | 2.110  | 2.567  | 2.898  | 3.965   |  |
| 18 | 0.688    | 0.862 | 1.067 | 1.330 | 1.734 | 2.101  | 2.552  | 2.878  | 3.922   |  |
| 19 | 0.688    | 0.861 | 1.066 | 1.328 | 1.729 | 2.093  | 2.539  | 2.861  | 3.883   |  |
| 20 | 0.687    | 0.860 | 1.064 | 1.325 | 1.725 | 2.086  | 2.528  | 2.845  | 3.850   |  |
| 30 | 0.683    | 0.854 | 1.055 | 1.310 | 1.697 | 2.042  | 2.457  | 2.750  | 3.646   |  |
| 31 | 0.682    | 0.853 | 1.054 | 1.309 | 1.696 | 2.040  | 2.453  | 2.744  | 3.633   |  |
| 32 | 0.682    | 0.853 | 1.054 | 1.309 | 1.694 | 2.037  | 2.449  | 2.738  | 3.622   |  |
| 33 | 0.682    | 0.853 | 1.053 | 1.308 | 1.692 | 2.035  | 2.445  | 2.733  | 3.611   |  |
| 34 | 0.682    | 0.852 | 1.052 | 1.307 | 1.691 | 2.032  | 2.441  | 2.728  | 3.601   |  |
| 35 | 0.682    | 0.852 | 1.052 | 1.306 | 1.690 | 2.030  | 2.438  | 2.724  | 3.591   |  |
| 50 | 0.679    | 0.849 | 1.047 | 1.299 | 1.676 | 2.009  | 2.403  | 2.678  | 3.496   |  |

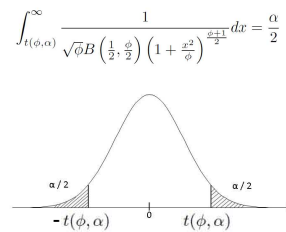


図 7.1: t 分布表 (パーセント点)

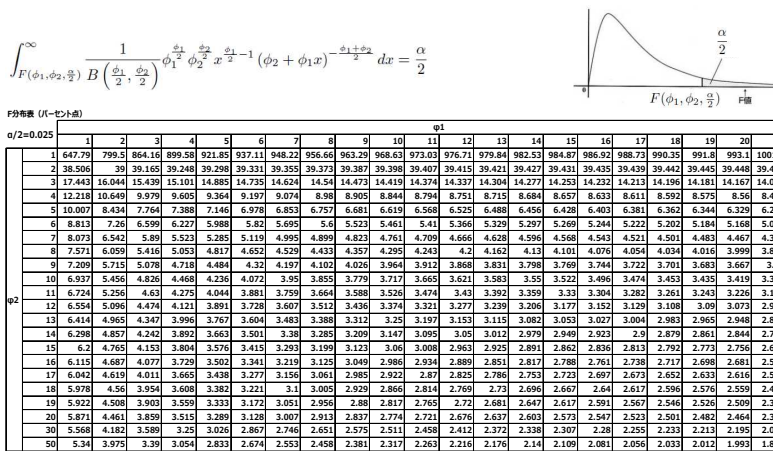


図 7.2: α = 5% の F 分布表 (パーセント点)

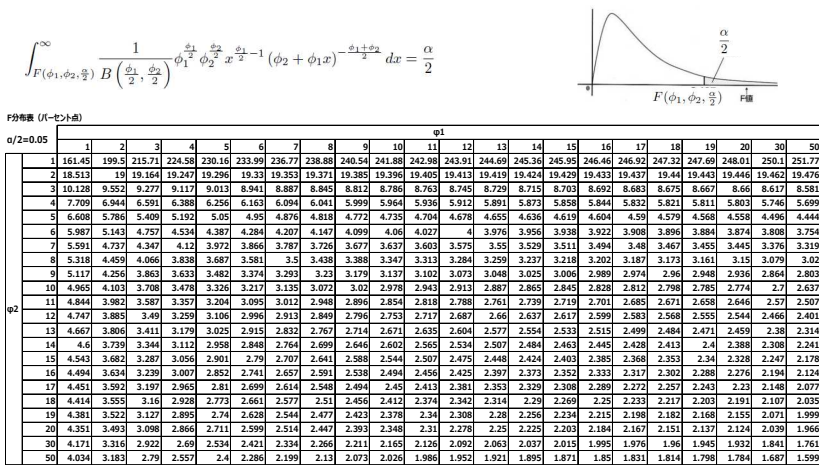


図 7.3: α = 10% の F 分布表 (パーセント点)

## 7.1 統計的検定

「スピードタイプの選手とパワータイプの選手の助走速度平均値に差があると言えるだろうか?」。こうした独立2群間の平均値の比較はスポーツ科学の分野ではよく行われる。こうした統計的仮説が正しいかどうかは統計的有意性の検定によって確かめる。

こうした検定は統計解析ソフトを使って行うことが多く、実際に手計算をして検定を行うという事はあまりない。本書の分析も統計解析ソフトを用いて独立2群間の平均値の比較を行っている。ここでは実際に統計解析ソフトで行われている計算手法を説明する(ここに紹介している手法は「2段階検定の多重性問題」から、近年はあまり利用されていない古い手法である。近年は等分散性の予備検定を行うことなく、直接ウェルチの  $t$  検定を用いて2群間の平均値の検定を行う手法が一般的であるが、統計解析ソフトの多くは古い手法がそのまま踏襲されている)。

2つのデータセット  $A, B$  の統計的検定は以下の2つの *STEP* で行う。

### STEP1 等分散の検定

2つのデータセット  $A, B$  の分散が等しい場合と異なる場合で  $t$  検定の方法が異なるため、まずはデータセットの分散を比較する  $F$  検定を行う。こうした検定は予備検定と呼ばれることもある。予備検定では通常は有意水準  $\alpha$  を10%や5%に設定して検定を行うことが多い。

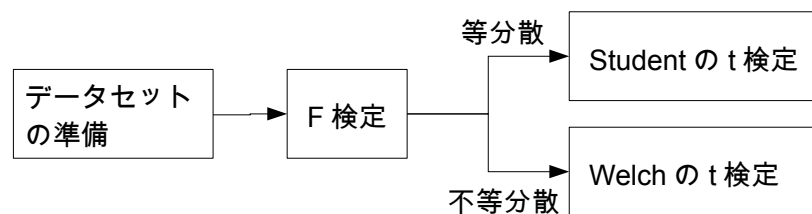


図 7.4: 検定の手順

$F$  検定ではデータセットの分散が等しいか等しくないかを検定したいので  
帰無仮説  $H_0$ : 2つのデータセットの分散に差がない  $\sigma_A^2 = \sigma_B^2$   
対立仮説  $H_1$ : 2つのデータセットの分散に差がある  $\sigma_A^2 \neq \sigma_B^2$   
とする。

$F$  検定の結果、帰無仮説を棄却できない場合はデータセットを等分散と仮定する。帰無仮説を棄却できる場合はデータセットは不等分散と仮定する。

$F$  検定では検定統計量  $F_0$  を以下のように計算する.

$$F_0 = \frac{V_1}{V_2} \quad (7.1)$$

ここで  $V_1$  はデータセット  $A, B$  の不変分散  $V_A, V_B$  のうちの大きいほうを表し,  $V_2$  はデータセット  $A, B$  の不変分散  $V_A, V_B$  のうちの小さいほうを表す. 不変分散  $V$  は  $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$  のデータセットに対して, 以下の式で計算される.

$$V = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (7.2)$$

$F_0 < F(\phi_1, \phi_2, \frac{\alpha}{2})$  となれば帰無仮説  $H_0$  を棄却できないため,  $\sigma_A^2 = \sigma_B^2$  であり, データセットの分散は等しいと考える. また,  $F_0 \geq F(\phi_1, \phi_2, \frac{\alpha}{2})$  となれば帰無仮説  $H_0$  を棄却し,  $\sigma_A^2 \neq \sigma_B^2$  であり, データセットの分散は等しくないと考える. ここで  $\phi_S = n_S - 1$  はサンプル  $S$  の自由度を表している.

$F$  分布の確率密度関数は

$$f_{\phi_1, \phi_2}(x) = \frac{1}{B\left(\frac{\phi_1}{2}, \frac{\phi_2}{2}\right)} \phi_1^{\frac{\phi_1}{2}} \phi_2^{\frac{\phi_2}{2}} x^{\frac{\phi_1}{2}-1} (\phi_2 + \phi_1 x)^{-\frac{\phi_1+\phi_2}{2}} \quad (7.3)$$

で与えられる.

このとき  $n_S$  をサンプル  $S$  のデータ数を表し,  $B$  はベータ関数で

$$B(a, b) = \int_0^1 x^{a-1} (1-x)^{b-1} dx \quad (7.4)$$

となる.

$F(\phi_1, \phi_2, \frac{\alpha}{2})$  は最終的に以下の式を満たす値となる.

$$\int_{F(\phi_1, \phi_2, \frac{\alpha}{2})}^{\infty} \frac{1}{B\left(\frac{\phi_1}{2}, \frac{\phi_2}{2}\right)} \phi_1^{\frac{\phi_1}{2}} \phi_2^{\frac{\phi_2}{2}} x^{\frac{\phi_1}{2}-1} (\phi_2 + \phi_1 x)^{-\frac{\phi_1+\phi_2}{2}} dx = \frac{\alpha}{2} \quad (7.5)$$

通常,  $F(\phi_1, \phi_2, \frac{\alpha}{2})$  の値は  $F$  分布表を使って求める.

例えば図 7.5 に示す A 大学と B 大学の男子高跳び選手の記録に差があるかどうか検定する場合を考える。

|      |     |     |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A 大学 | 207 | 203 | 204 | 204 | 204 | 205 | 202 |
|      | 205 | 205 | 202 | 203 | 205 | 204 | 202 |
|      | 203 | 207 | 203 |     |     |     |     |
| B 大学 | 203 | 205 | 206 | 204 | 205 | 204 | 203 |
|      | 207 | 205 | 206 | 207 | 205 | 205 | 205 |
|      | 205 | 205 | 206 |     |     |     |     |

図 7.5: 検定の例

A 大学のサンプルの不変分散は  $V_A = 2.38$ , B 大学のサンプルの不変分散は  $V_B = 1.31$  であり,  $V_A > V_B$  である. このときの検定統計量  $F_0$  は  $F_0 = \frac{V_A}{V_B} = 1.81$  となる. また, 自由度は  $\phi_A = 16$ ,  $\phi_B = 16$  である.

$\alpha = 5\%$  で  $F$  検定する場合は,  $F(\phi_A, \phi_B, \frac{\alpha}{2})$  (すなわち  $F(16, 16, 0.025)$ ) の値を図 7.2 を使って求める. 図 7.2 より  $F(16, 16, 0.025) = 2.761$  であり,  $F_0 < F(16, 16, 0.025)$  であるため, 帰無仮説  $H_0$  を棄却できない.  $F$  検定の結果から  $\sigma_A^2 = \sigma_B^2$  であり, データセットの分散は等しいと考える.

$F(\phi_A, \phi_B, \frac{\alpha}{2})$  の値が図 7.2 にない場合は, 自由度の逆数について線形補間を行って値を求める.

例えば  $\alpha = 5\%$  で,  $\phi_1 = 25$ ,  $\phi_2 = 30$  に対しては,  $\phi_1 = 20$  と  $\phi_1 = 30$  の間で補間して求める. 実際に計算すると

$$k = \frac{\left(\frac{1}{25} - \frac{1}{30}\right)}{\left(\frac{1}{20} - \frac{1}{30}\right)} = 0.4 \quad (7.6)$$

としたとき

$$F(25, 30, 0.025) = kF(20, 30, 0.025) + (1-k)F(30, 30, 0.025) = 2.122 \quad (7.7)$$

となる.

あるいは, *Excel* を使う場合は  $FINV(\frac{\alpha}{2}, \phi_A, \phi_B)$  を計算することで, 任意の自由度に対する  $F(\phi_A, \phi_B, \frac{\alpha}{2})$  の値を直接計算することができる.

## STEP2 $t$ 検定による平均値の比較

次に2つのデータセットの平均値に有意な差があるかどうかを検定するために  $t$  検定を行う。STEP1の結果によって  $t$  検定の手法は異なる。

2つの母平均の差を検定する場合は

帰無仮説  $H_0$  : 2つのデータセットの平均に差がない  $\mu_A = \mu_B$

対立仮説  $H_1$  : 2つのデータセットの平均に差がある  $\mu_A \neq \mu_B$

と設定して検定を行う。

STEP1の結果、等分散を仮定する場合は *Student* の  $t$  検定を行う。*Student* の  $t$  検定では検定統計量  $t_0$  を以下のように計算する [71]。

$$t_0 = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{\frac{S_A + S_B}{\phi_A + \phi_B} \left( \frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)}} \quad (7.8)$$

ここで  $\bar{x}_S$  はサンプル  $S$  の平均、 $S_S$  はサンプル  $S$  の偏差平方和、 $n_S$  はサンプル  $S$  のデータ数、 $\phi_S = n_S - 1$  はサンプル  $S$  の自由度をそれぞれ表している。

$|t_0| < t(\phi_A + \phi_B, \alpha)$  となれば帰無仮説  $H_0$  を棄却できないため、 $\mu_A = \mu_B$  であり、データセットの平均は等しいと考える。また、 $|t_0| \geq t(\phi_A + \phi_B, \alpha)$  となれば帰無仮説  $H_0$  を棄却し、 $\mu_A \neq \mu_B$  であり、データセットの平均は等しくないと考え (有意差ありと考える)。

STEP1の結果、不等分散を仮定する場合は *Welch* の  $t$  検定を行う。*Welch* の  $t$  検定では検定統計量  $t_0$  を以下のように計算する [71]。 $V_S$  はサンプル  $S$  の不偏分散を表す。

$$t_0 = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{\left( \frac{V_A}{n_A} + \frac{V_B}{n_B} \right)}} \quad (7.9)$$

$|t_0| < t(\phi^*, \alpha)$  となれば帰無仮説  $H_0$  を棄却できないため、 $\mu_A = \mu_B$  であり、データセットの平均は等しいと考える。また、 $|t_0| \geq t(\phi^*, \alpha)$  となれば帰無仮説  $H_0$  を棄却し、 $\mu_A \neq \mu_B$  であり、データセットの平均は等しくないと考え (有意差ありと考える)。

$\phi^*$  は以下のように計算する。

$$\phi^* = \frac{\left( \frac{V_A}{n_A} + \frac{V_B}{n_B} \right)^2}{\left( \frac{V_A}{n_A} \right)^2 \frac{1}{n_A - 1} + \left( \frac{V_B}{n_B} \right)^2 \frac{1}{n_B - 1}} \quad (7.10)$$

$t$  分布の確率密度関数は

$$f_{\phi}(x) = \frac{1}{\sqrt{\phi} B\left(\frac{1}{2}, \frac{\phi}{2}\right) \left(1 + \frac{x^2}{\phi}\right)^{\frac{\phi+1}{2}}} \quad (7.11)$$

で与えられる。自由度  $\phi$  は *Student* の  $t$  検定では  $\phi_A + \phi_B$  を使い、*Welch* の  $t$  検定では  $\phi^*$  を使う。B はベータ関数である。

$t(\phi, \alpha)$  は最終的に以下の式を満たす値となる。

$$\int_{t(\phi, \alpha)}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{\phi} B\left(\frac{1}{2}, \frac{\phi}{2}\right) \left(1 + \frac{x^2}{\phi}\right)^{\frac{\phi+1}{2}}} dx = \frac{\alpha}{2} \quad (7.12)$$

通常、 $t(\phi, \alpha)$  の値は  $t$  分布表を使って求める。

例えば再び図 7.5 に示す A 大学と B 大学の男子高跳び選手の記録に差があるかどうか検定する場合を考える。F 検定の結果からデータセットの分散は等しいと考えられることから、*Student* の  $t$  検定を行う。

A 大学のサンプルの不変分散は  $V_A = 2.38$ 、B 大学のサンプルの不変分散は  $V_B = 1.31$  である。A 大学のサンプルの平均は  $\bar{x}_A = 204.00$ 、B 大学のサンプルの平均は  $\bar{x}_B = 205.06$  である。A 大学のサンプル数は  $n_A = 17$ 、B 大学のサンプル数は  $n_B = 17$  である。

このときの検定統計量  $t_0$  は  $t_0 = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{\frac{S_A + S_B}{\phi_A + \phi_B} \left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}\right)}} = -2.27$  となる。

$\alpha = 5\%$  で  $t$  検定する場合は、 $t(\phi_A + \phi_B, \alpha)$  (すなわち  $t(32, 0.05)$ ) の値を図 7.1 を使って求める。あるいは、*Excel* を使う場合は  $TINV(\alpha, \phi_A + \phi_B)$  を計算することで、任意の自由度に対する  $t(\phi_A + \phi_B, \alpha)$  の値を直接計算することができる。図 7.1 より  $t(32, 0.05) = 2.037$  であり、 $|t_0| \geq t(32, 0.05)$  であるため、帰無仮説  $H_0$  を棄却する。 $t$  検定の結果から  $\mu_A \neq \mu_B$  であり、データセットの平均は等しくないと考える (有意差ありと考える)。

以上の検定結果より、「A 大学と B 大学の男子高跳び選手の記録には統計的に有意な差が認められる」と言える。



### 7.1.1 両側検定・片側検定

平均値の差の検定を行うときに「平均値が同じかどうか（差があるかどうか）」を確かめるときは両側検定を行い、「平均値が大きい（小さい）かどうか」を確かめるときには片側検定を行う。

ただし、片側検定の利用はその逆が起こることは理論的にありえない場合に限定される。こうした場合は通常ありえないので、一般的に検定では両側検定が利用される。本書でも当然ながら両側検定を用いて検定を実施している。

両側検定は片側検定よりも厳しい判定結果となるため、同じ分析対象の検定でも片側検定では有意差有りとなり、両側検定では有意差無しという結果になることがある。両側検定と片側検定の利用で迷った場合は、厳しい判定結果を出す両側検定を行うことが望ましい。

## 7.2 分散・標準偏差の考え方

標準偏差はデータの分布を示す指標の一つである。例えば正規分布の場合は平均値±標準偏差の範囲に全データの 68.27% が分布し、±標準偏差の 2 倍の範囲内に全データの 95.45% が分布する。

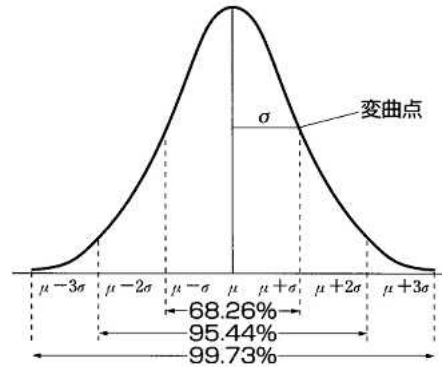


図 7.6: 正規分布と標準偏差

計測データの標本平均  $\bar{x}$ 、標本標準偏差  $s$  は以下のように計算される。

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (7.13)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (7.14)$$

しかしこれでは  $\sigma^2$  を母分散とした場合に、標本分散  $s^2$  は

$$E[s^2] = \frac{n-1}{n} \sigma^2 \quad (7.15)$$

となり、本来推定したかった母集団の母分散  $\sigma^2$  よりも標本分散  $s^2$  は  $\frac{n-1}{n}$  倍小さい値となる。

そこで本書では以下の式で計算される標準偏差の不偏推定値  $\hat{\sigma}$  と、分散の不偏推定値  $\hat{\sigma}^2$  を使って分析を行っている。

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (7.16)$$

このように  $\hat{\sigma}$  を定義すると

$$E[\hat{\sigma}^2] = \sigma^2 \quad (7.17)$$

となり、計測データから本来推定したかった母集団の母分散  $\sigma^2$  に近い値が得られる。科学論文などで利用される「標準偏差」や「分散」の値は、通常は  $\hat{\sigma}$  や  $\hat{\sigma}^2$  の値を使う。

### 7.3 統計データのグラフ表現

本書ではデータの標準偏差をエラーバー、検定結果を「\*」印でグラフ中に示している。「\*」は検定結果が5%有意であることを表し、「\*\*」は検定結果が1%有意であることを示している。

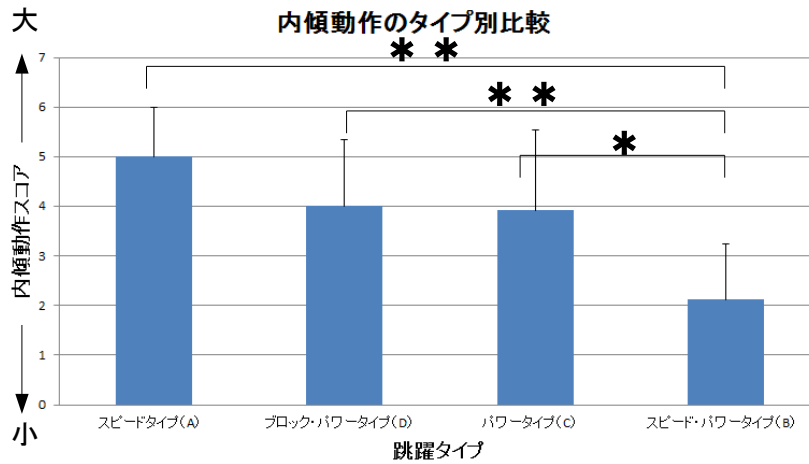


図 7.7: 統計データのグラフ表現

## 7.4 回帰分析

「助走速度と高跳びの記録の関係を式で表したい」。こうした式が得られれば、例えば220を跳ぶために必要な助走速度を予測したり、今の助走速度で跳べる高さの限界（潜在能力）を知ることができる。

このとき、「高跳びの記録」のように予測したい変数、注目している変数のことを目的変数（もしくは従属変数）と呼び、「助走速度」のようにその説明に用いる変数、要因となる変数のことを説明変数（もしくは独立変数）と呼ぶ。目的変数と説明変数の関係を表した関係式を回帰式と呼ぶ。

回帰式を求めることを回帰分析と言い、説明変数が1つの場合は単回帰分析、説明変数が2つ以上の場合には重回帰分析と呼ばれる。スポーツ科学の分野では単回帰分析は行われることがあるが、重回帰分析が行われることは稀である（重回帰分析を行えば、説明変数が目的変数に与える影響の大きさ、つまり説明変数の重要度のランキングを知ることができる。これから、ビッグデータの扱いが容易になれば、スポーツ科学の分野でも重回帰分析を使った分析が増えていくと考えられる）。

回帰式の作成はデータさえあれば可能である。実際の分析では統計解析ソフトを使って行うことが多く、実際に手計算をして検定を行うということはあまりない。ここでは実際に統計解析ソフトで行われている計算手法を説明する。

### 7.4.1 回帰式の作成方法

ここでは最もよく利用される、単回帰分析の方法について説明する。

目的変数を  $y$ ，説明変数を  $x$  とし，それぞれ  $n$  個のデータが測定されたとする。このとき， $i$  番目のデータの測定値を  $y_i$ ， $x_i$  で表し， $y_i$  を実績値と呼ぶ。最終的に求めたい  $x$  と  $y$  の関係式（回帰式）を

$$y = ax + b \quad (7.18)$$

とする。

$i$  番目の測定値  $x_i$  を使って回帰式  $y = ax + b$  で計算される  $y$  の値を  $\hat{y}_i$  と表現し， $\hat{y}_i$  を理論値と呼ぶ。 $\hat{y}_i$  は以下の式で表される。

$$\hat{y}_i = ax_i + b \quad (7.19)$$

実績値  $y_i$  と理論値  $\hat{y}_i$  の差を残差または誤差と呼び  $e_i$  で表す。

$$e_i = y_i - \hat{y}_i \quad (7.20)$$

である。残差は式  $y = ax + b$  の精度を表す。

回帰分析では全ての計測データに対する残差が最も小さくなる式  $y = ax + b$  を作る。具体的には残差の平方和  $S(a, b)$  を以下の式で定義するとき，残差平方和  $S(a, b)$  を最小にする  $(a, b)$  を求める。

$$S(a, b) = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n \{y_i - (ax_i + b)\}^2 \quad (7.21)$$

このような手法を最小 2 乗法と呼ぶ。

最小 2 乗法では残差平方和  $S(a, b)$  を最小にする  $(a, b)$  を求めるために， $S(a, b)$  を  $a$  と  $b$  で偏微分し，それが 0 となる  $(a, b)$  を求める。

$S(a, b)$  を  $b$  で偏微分すると

$$2nb - 2 \sum_{i=1}^n y_i + 2a \sum_{i=1}^n x_i = 0 \quad (7.22)$$

この式を  $b$  について整理すると

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - a \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \bar{y} - a\bar{x} \quad (7.23)$$

$S(a, b)$  を  $a$  で偏微分すると

$$2a \sum_{i=1}^n x_i^2 + 2b \sum_{i=1}^n x_i - 2 \sum_{i=1}^n x_i y_i = 0 \quad (7.24)$$

$b = \bar{y} - a\bar{x}$  を代入して， $a$  について整理すると

$$a = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n} - \bar{x}\bar{y}}{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2} \quad (7.25)$$

$a$  の式をもう少し整理する．分母を式変形すると

$$\begin{aligned}
 \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2 &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - 2\bar{x} + \bar{x}^2 \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - 2\bar{x} \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} + \bar{x}^2 \\
 &= \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 - 2\bar{x} \sum_{i=1}^n x_i + n\bar{x}^2 \right) \\
 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i^2 - 2\bar{x}x_i + \bar{x}^2) \\
 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2
 \end{aligned} \tag{7.26}$$

分子を式変形すると

$$\begin{aligned}
 \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n} - \bar{x}\bar{y} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n} - 2\bar{x}\bar{y} + \bar{x}\bar{y} \\
 &= \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i y_i - 2n\bar{x}\bar{y} + n\bar{x}\bar{y} \right) \\
 &= \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{y} \sum_{i=1}^n x_i - n\bar{x} \sum_{i=1}^n y_i + n\bar{x}\bar{y} \right) \\
 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i y_i - \bar{y}x_i - \bar{x}y_i + \bar{x}\bar{y}) \\
 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})\}
 \end{aligned} \tag{7.27}$$

従って最終的に  $a$  の値は以下の式で求めることができる．

$$a = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n} - \bar{x}\bar{y}}{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2} = \frac{\sum_{i=1}^n \{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})\}}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \tag{7.28}$$

統計解析の教科書では  $x$  の標本分散を  $s_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ ，共分散を  $s_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$  として，回帰式の  $(a, b)$  の値を以下の式でシンブルに表現する．

$$a = \frac{s_{xy}}{s_x^2} \tag{7.29}$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x} \tag{7.30}$$

$b$  の式より  $\bar{y} = a\bar{x} + b$  であるため，得られた回帰式は必ず  $(\bar{x}, \bar{y})$  を通る．

### 7.4.2 回帰式の評価

得られた回帰式の予測能力，説明能力は決定係数（寄与率と呼ばれることもある）で評価する．決定係数  $R^2$  は以下の式で計算する．式の第二項の分母は全変動と呼ばれ，データのばらつきの大きさを表す．第二項の分子は残差変動と呼ばれ，理論値と実績値のズレの大きさを表す．

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (7.31)$$

決定係数  $R^2$  は 1 に近いほど，残差変動が全変動に比べて小さく，精度の高い予測式（回帰式）が得られたことを表している．

決定係数の値の良し悪しについては，統計的基準はないが，おおよそ図 7.8 の相場観で分析されることが多い．参考までに決定係数と分布の関係のイメージ図を図 7.9 に示す．

| 決定係数の値       | 精度      |
|--------------|---------|
| 0.8以上        | 非常に良い   |
| 0.5以上～0.8未満  | 良い      |
| 0.25以上～0.5未満 | あまり良くない |
| 0.25未満       | 悪い      |

図 7.8: 決定係数と精度

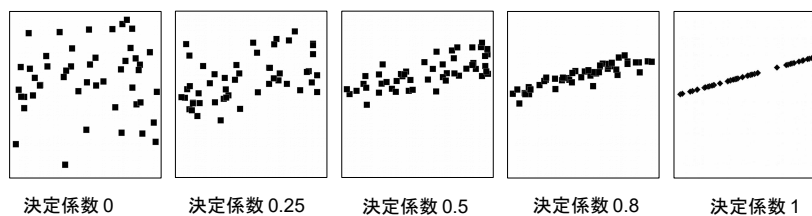


図 7.9: 決定係数とデータの分布

## 7.5 相関分析

回帰分析とは別に、2つの変数  $x$ ,  $y$  の間にある線形な関係の強弱（類似性の強弱）を測る指標として、相関係数  $r$  も分析ではよく用いられる。相関係数  $r$  は  $-1 \leq r \leq 1$  の値を取り、正のときには「正の相関を持つ」、負のときには「負の相関を持つ」と言う。また、 $r = 0$  のときは無相関であると言う。

相関係数は  $x$  の標本分散を  $s_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ ,  $y$  の標本分散を  $s_y^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ , 共分散を  $s_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$  として以下の式で定義される。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{s_{xy}}{s_x s_y} \quad (7.32)$$

相関係数  $r$  はその絶対値が 1 に近いほど、2 変数間の相関が強い（直線的な関係性が強い、線形な関係性が強い）ことを表している。 $r$  の値が 1 に近い場合は「正の相関が強い」と表現し、 $r$  の値が  $-1$  に近い場合は「負の相関が強い」と表現する。

相関係数の値の良し悪しについては、統計的基準はないが、おおよそ図 7.10 の相場観で分析されることが多い。参考までに相関係数と分布の関係のイメージ図を図 7.11 に示す。

| 相関係数の絶対値             | 相関の強さの目安  |
|----------------------|-----------|
| $ r  < 0.3$          | ほぼ相関なし    |
| $0.3 \leq  r  < 0.5$ | 弱い相関あり    |
| $0.5 \leq  r  < 0.7$ | 相関あり      |
| $0.7 \leq  r  < 0.9$ | 強い相関あり    |
| $0.9 \leq  r $       | 非常に強い相関あり |

図 7.10: 相関係数と相関の強さ

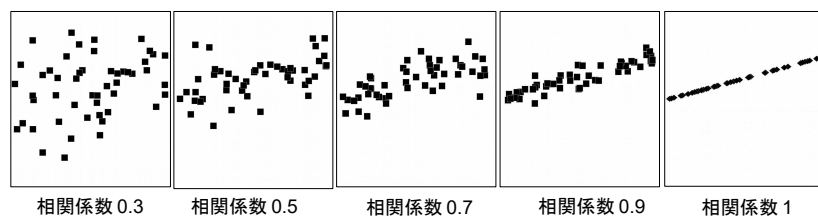


図 7.11: 相関係数とデータの分布

相関係数の値は必ず  $-1 \leq r \leq 1$  の範囲内となる。これはシュワルツの不等式  $(\sum_{i=1}^n a_i^2) (\sum_{i=1}^n b_i^2) \geq (\sum_{i=1}^n a_i b_i)$  に  $a_i = x_i - \bar{x}$ ,  $b_i = y_i - \bar{y}$  を代入して、式を整理することで簡単に証明できる。



### 7.5.1 決定係数 $R^2$ と相関係数 $r$ の関係

最小2乗法による直線フィッティング ( $y = ax + b$  による回帰) の場合は、決定係数  $R^2$  と相関係数  $r$  の間に  $R^2 = r^2$  の関係式が成り立つ (全く別々の意味で定義された統計量が偶然に一致する)。ここでは  $R^2 = r^2$  の関係を証明する。

$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$  を測定値そのものの散らばり具合を表す指標として全変動  $TSS$  と呼ぶ。  $\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$  を回帰式から計算される値の散らばり具合を表す指標として回帰変動  $ESS$  と呼ぶ。  $\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$  を測定値と回帰式から計算される値のズレ具合を表す指標として残差変動  $RSS$  と呼ぶ。このとき  $R^2 = 1 - \frac{RSS}{TSS}$  となる。

$TSS$ ,  $ESS$ ,  $RSS$  の間には以下の関係式が成り立つ。

$$TSS = ESS + RSS \quad (7.33)$$

次に、この関係式を証明する。  $\alpha_i = \hat{y}_i - \bar{y}$ ,  $\beta_i = y_i - \hat{y}_i$  とすると

$$TSS - ESS - RSS = 2 \sum_{i=1}^n \alpha_i \beta_i \quad (7.34)$$

となる。ここで  $\hat{y}_i = ax_i + b$ ,  $b = \bar{y} - a\bar{x}$  を代入して  $\alpha_i \beta_i$  の式を整理すると

$$\begin{aligned} \alpha_i \beta_i &= (\hat{y}_i - \bar{y})(y_i - \hat{y}_i) \\ &= (ax_i + b - \bar{y})(y_i - ax_i - b) \\ &= (ax_i - a\bar{x})(y_i - ax_i - \bar{y} + a\bar{x}) \\ &= a(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) - a^2(x_i - \bar{x})^2 \end{aligned} \quad (7.35)$$

従って、 $x$  の標本分散を  $s_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ , 共分散を  $s_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$  として、 $a = \frac{s_{xy}}{s_x^2}$  を代入して  $\sum_{i=1}^n \alpha_i \beta_i$  を整理すると

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \alpha_i \beta_i &= nas_{xy} - na^2 s_x^2 \\ &= na(s_{xy} - as_x^2) \\ &= 0 \end{aligned} \quad (7.36)$$

となる。よって  $TSS = ESS + RSS$  が示された。

$TSS = ESS + RSS$  のとき、 $R^2 = 1 - \frac{RSS}{TSS} = \frac{ESS}{TSS}$  となり、以下の式が成り立つ。

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (7.37)$$

次に分子に  $\hat{y} = a\bar{x} + b$ 、分母に  $y$  の標本分散  $s_y^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$  を使って、 $a = \frac{s_{xy}}{s_x^2}$  を代入して式を整理すると

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{1}{n s_y^2} \sum_{i=1}^n \{(ax_i + b) - (a\bar{x} + b)\}^2 \\ &= \frac{a^2}{n s_y^2} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \\ &= \frac{s_{xy}^2}{n s_y^2 s_x^4} n s_x^2 = \left( \frac{s_{xy}}{s_x s_y} \right)^2 = r^2 \end{aligned} \quad (7.38)$$

よって最小 2 乗法による直線フィッティング ( $y = ax + b$  による回帰) の場合は、決定係数  $R^2$  と相関係数  $r$  の間に  $R^2 = r^2$  の関係式が成り立つことが示された。

## 7.6 クラスタ分析

クラスタ分析とはデータ同士をその類似度に基づいていくつかのかたまり（クラスタ）に分類する手法である。適用分野は多岐にわたり、医学、生物学、考古学、心理学など対象をいくつかのグループに分けて分析する学問分野では幅広く利用されている。クラスタ分析は主に下記のステップで実施される。

1.  $n$  個データを全てグラフにプロットする。  
出発点は  $n$  個のクラスタと考える。
2. クラスタ間で最も類似度が高い（非類似度の低い）クラスタを一つのクラスタにまとめる
3. クラスタが1つになるまで上記の操作を繰り返す

クラスタ間の類似度はクラスタ内のデータ間の距離によって評価される。データ間の距離の評価にはユークリッド距離、ミンコフスキー距離、マハラノビス距離などが利用される。クラスタ同士の類似度の評価方法には最短距離法、最長距離法、郡平均法、重心法、ウォード法などがある。

例えば、ユークリッド距離を用いて最短距離法でクラスタ間の類似度を評価する場合は、2つのクラスタ内のデータ距離の最小値をクラスタ間の類似度とする。

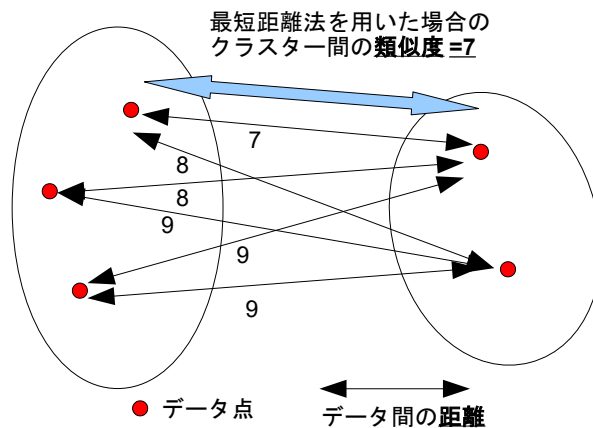


図 7.12: 距離と類似度

### 7.6.1 データ間の距離の計算方法

一般的に空間上の2点  $(x, y)$  の距離  $d(x, y)$  は以下の性質を持っている.

- 非負性

$$d(x, y) \geq 0 \quad (7.39)$$

- 非退化性

$$d(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y \quad (7.40)$$

- 対称性

$$d(x, y) = d(y, x) \quad (7.41)$$

- 三角不等式

$$d(x, z) \geq d(x, y) + d(y, z) \quad (7.42)$$

こうした性質を持つ  $d(x, y)$  は「距離」として考えることができる. クラスター分析では以下の距離の定義がよく用いられる.

- ユークリッド距離

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_k - y_k)^2} \quad (7.43)$$

- ミンコフスキー距離

$$d(x, y) = \left( \sum_{k=1}^n |x_k - y_k|^r \right)^{\frac{1}{r}} \quad (7.44)$$

- マハラノビス距離

$$d(x, y) = \sqrt{(x - y)\sigma^{-1}(x - y)^T} \quad (7.45)$$

いずれも  $n$  はデータの次元数を表している.

ユークリッド距離は単純な幾何的距離を表しており最も一般的に利用される。ミンコフスキー距離はユークリッド距離を更に一般化したもので  $r$  が小さいほど次元軸方向を重視した距離になり、 $r$  が大きいほど次元軸にとらわれない方向を重視した距離となる。 $r = 1$  の場合はマンハッタン距離、 $r = 2$  の場合はユークリッド距離、 $r = \infty$  の場合はチェビシェフ距離となる。

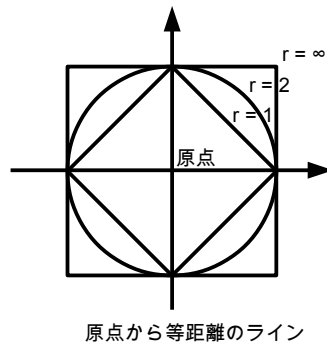


図 7.13: ミンコフスキー距離のイメージ

マハラノビス距離はデータに相関のある方向に平行な距離を相対的に短く、相関のある方向に垂直な距離を相対的に長くした距離になっている。 $\sigma$  は  $x$  と  $y$  の分散共分散行列を表している。

クラスター分析の距離として何を用いるかは分析者が「どんなデータを近いとみなし、どんなデータを遠いとみなすか」という方針を決めて選ぶ。本書の分析では最も一般的に利用されているユークリッド距離を用いてクラスター分析を行なっている。

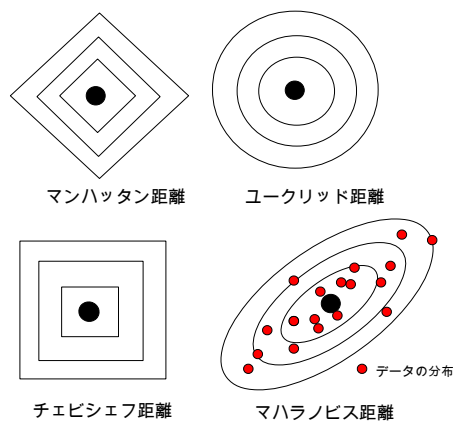


図 7.14: それぞれの距離の等距離線

## 7.6.2 クラスターの類似度の評価

クラスター間の類似度の評価には以下のような手法がある。

- 最短距離法

2つのクラスターのデータ間の距離の中で最小値をクラスターの類似度として定義する。データのちらばりが一方向に偏っている場合などに有効。

$$d(C_1, C_2) = \min_{x_1 \in C_1, x_2 \in C_2} d(x_1, x_2) \quad (7.46)$$

- 最長距離法

2つのクラスターのデータ間の距離の中で最大値をクラスターの類似度として定義する。データがいくつかの集団にかたまっている場合に有効。

$$d(C_1, C_2) = \max_{x_1 \in C_1, x_2 \in C_2} d(x_1, x_2) \quad (7.47)$$

- 郡平均法

クラスター内の全てのデータの組み合わせで距離を計算し、その平均をクラスターの類似度として定義する。データのちらばりが一方向に偏っている場合やいくつかの集団にかたまっている場合に有効。

$$d(C_1, C_2) = \frac{1}{|C_1||C_2|} \sum_{x_1 \in C_1} \sum_{x_2 \in C_2} d(x_1, x_2) \quad (7.48)$$

- 重心法

ユークリッド距離を用いてクラスター内のデータの重心を計算し、クラスター間の重心距離をクラスターの類似度として定義する。データが同じ程度のデータ個数を持ついくつかの集団に分離できる場合に有効。

$$d(C_1, C_2) = \|M(C_1) - M(C_2)\|^2 \quad (7.49)$$

ただし  $M(C)$  はクラスター  $C$  の重心を表し  $M(C) = \sum_{x \in C} \frac{x}{|C|}$  で計算される。  $\|M(C_1) - M(C_2)\|^2$  はユークリッド距離の二乗を表す。

- ウォード法

クラスターの結合前後のクラスター内の変動増加量（重心まわりの偏差平方和）をクラスターの類似度として定義する。具体的には以下の数式で類似度を定義する。ウォード法では、クラスター内のデータからその重心までの距離を最小化するようにクラスターが結合されていくため、他の方法に比べて分類感度が高く、クラスター分析で利用されることが多い。

$$d(C_1, C_2) = E(C_1 \cup C_2) - E(C_1) - E(C_2) \quad (7.50)$$

ここで  $E(C) = \sum_{x \in C} \|x - M(C)\|^2$  で計算される。

どの類似度の評価手法を用いるかは、分析者が分析対象となるデータの性質を吟味し、どのようにクラスター分けを行うか方針を決めて選ぶ。本書の分析では最もバランスが取れ、一般的に広く利用されているウォード法を用いてクラスター分析を行なっている。

### 7.6.3 クラスター分析における順序尺度の扱い

クラスター分析は目的変数となるデータと説明変数となるデータの両方が量的データでなければ解析を行うことはできない。

アームアクションがダブルアームかシングルアームか、踏み切り位置が遠いか近いかといったデータは通常は質的データとして扱われる。こうした質的データはダミー変数と呼ばれる0または1をとる変数によって数量化が可能になり量的データとして扱うことができる。本書の分析ではアームアクションについてはダミー変数化することで量的データとして扱っている。

また、踏み切り位置が「非常に遠い」「遠い」「普通」「近い」「非常に近い」といった順序データは通常は質的データとして扱われる。しかし、順序尺度であっても4段階や5段階、7段階で評価され、測定される選択肢に等間隔性があると考えられる場合には量的データと同等の性質を持つため、厳密性を欠くが量的データとして扱って分析しても実用上十分な分析結果が得られる [72]。このため本書では多段階で評価された順序データは量的データとして扱い分析を行なっている。

本書では全てのデータを量的データに変換して、クラスター分析によって跳躍選手のグループ分けを行なっている。

## 7.6.4 デンドログラム

デンドログラムとはクラスター分析においてクラスターを結合する順番や、結合したクラスター同士の距離を樹形図で表現したものである。

類似度 ( 距離 )

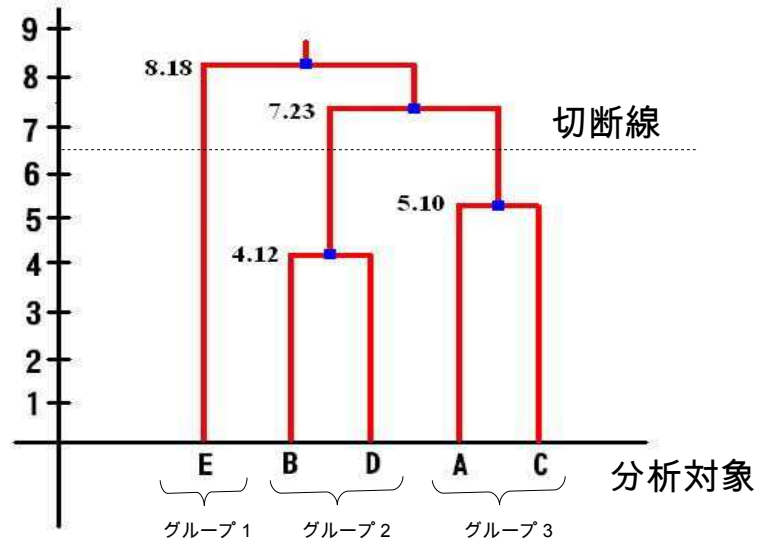


図 7.15: デンドログラム

デンドログラムの縦軸はクラスター分析を行う過程で結合したクラスター間の類似度 ( 距離 ) を表している。横軸は分析対象の各個体を表している。デンドログラムを見ることで各クラスターがどのように結合されていったかを知ることができる。

デンドログラムは縦軸を適当な高さで切ることによって、クラスターをいくつかのグループに分類することができる。デンドログラムを見て分かるように、どの高さで切断するかによってクラスターの分類結果は変化する。

最適なクラスター数を自動的に判定し、デンドログラムを自動的に切断するアルゴリズムは存在しないため、切断する高さは固有技術や、結果の説明し易さから分析者が判断して決める。本書の分析でも著者が分析対象となる選手の跳躍を丹念に観察することで、適切なクラスターの分類個数を判断している。



## 7.7 跳躍分類分析の詳細

ここでは第8章から第9章で、跳躍技術のクラスタリング分類に用いた各種スコア（順序データ）をどのように作り出したか詳細に説明する。

インターネットで公開されている動画の多くは、選手を撮影しているカメラの設置方法がバラバラであり、どの動画から選手の動作の正確な物理量を推定することは難しい。ここではこうした動画情報からどのようにして選手の動作を分析し、クラスタ分析に用いたスコア（順序データ）を作り出したか説明する。

### 7.7.1 助走の分析方法

#### 助走速度の分析方法

選手の基準ステップ長を  $L_{step}$  とする。ステップ長とは助走一歩分の長さであり、基準ステップ長は全選手の平均的なステップ長を表すものとする。

動画分析では目視確認でステップ長を「 $L$ （一歩の長さが短い）」「 $M$ （一歩の長さが普通）」「 $H$ （一歩の長さが長い）」の3グループに分類し、それぞれのステップ長を「 $L$  ( $0.97L_{step}$ )」「 $M$  ( $L_{step}$ )」「 $H$  ( $1.03L_{step}$ )」とした（図 7.16）。



図 7.16: ステップ長の判定例

また、動画のフレームレートから踏み切りを含む最後の3歩動作にかかった時間を計測し、上記のステップ長から各選手の助走速度指数を計算する（「助走速度＝助走速度指数×基準ステップ長」の関係式が成り立つ）。

分析では助走速度指数が3.48以上3.68未満の選手を助走速度スコア1（非常に遅い）に分類し、3.68以上3.88未満の選手を助走スコア2（遅い）、3.88以上4.08未満の選手を助走スコア3（普通）、4.08以上4.28未満の選手を助走スコア4（速い）、4.28以上4.48未満の選手を助走スコア5（非常に速い）、として五段階で評価した（図7.17）。

参考までに基準ステップ長を1.9mとした場合の各選手の推定助走速度も合わせて表に掲載しておく。

| ランキン | 名前                   | 踏み切りを含む最後の3歩[sec] | ステップ長判定 | ステップ長 | 助走速度指数(m/s/step) | 助走速度スコア | ランキン | 名前                   | 基準ステップ長を1.9mとした場合の推定助走速度(m/s) |
|------|----------------------|-------------------|---------|-------|------------------|---------|------|----------------------|-------------------------------|
| 1    | Bohdan Bondarenko    | 0.64              | M       | 1     | 4.68             | 5       | 1    | Bohdan Bondarenko    | 8.89                          |
| 2    | Mukar Essa Barahm    | 0.76              | L       | 0.97  | 3.82             | 2       | 2    | Mukar Essa Barahm    | 7.25                          |
| 3    | Derek Drouin         | 0.77              | M       | 1     | 3.89             | 3       | 3    | Derek Drouin         | 7.39                          |
| 4    | Erk Kynard           | 0.68              | L       | 0.97  | 4.27             | 4       | 4    | Erk Kynard           | 8.11                          |
| 5    | Ivan Ukhov           | 0.72              | L       | 0.97  | 4.04             | 3       | 5    | Ivan Ukhov           | 7.67                          |
| 6    | Konstadinos Baniotis | 0.84              | H       | 1.03  | 3.67             | 1       | 6    | Konstadinos Baniotis | 6.97                          |
| 6    | Yury Krymarenko      | 0.72              | M       | 1     | 4.16             | 4       | 6    | Yury Krymarenko      | 7.9                           |
| 8    | Yu Wang              | 0.76              | M       | 1     | 3.94             | 3       | 8    | Yu Wang              | 7.48                          |
| 9    | Donald Thomas        | 0.83              | L       | 0.97  | 3.5              | 2       | 9    | Donald Thomas        | 6.65                          |
| 9    | Aleksandr Shustov    | 0.88              | H       | 1.03  | 3.51             | 1       | 9    | Aleksandr Shustov    | 6.66                          |
| 12   | Michael Mason        | 0.73              | L       | 0.97  | 3.98             | 3       | 12   | Michael Mason        | 7.56                          |
| 12   | Jesse Williams       | 0.76              | L       | 0.97  | 3.82             | 2       | 12   | Jesse Williams       | 7.25                          |
| 12   | Dusty Jonas          | 0.83              | L       | 0.97  | 3.5              | 2       | 12   | Dusty Jonas          | 6.65                          |
| 12   | Silvano Chesani      | 0.76              | L       | 0.97  | 3.82             | 2       | 12   | Silvano Chesani      | 7.25                          |
| 12   | Robert Grabarz       | 0.68              | M       | 1     | 3.57             | 1       | 12   | Robert Grabarz       | 6.78                          |
| 12   | Sergey Mudrov        | 0.76              | L       | 0.97  | 3.82             | 2       | 12   | Sergey Mudrov        | 7.25                          |
| 12   | Michael Haranov      | 0.76              | M       | 1     | 3.94             | 3       | 12   | Michael Haranov      | 7.48                          |
| 12   | Mihai Donisan        | 0.72              | L       | 0.97  | 4.04             | 3       | 12   | Mihai Donisan        | 7.67                          |
| 21   | Aleksey Dmitrik      | 0.77              | M       | 1     | 3.89             | 3       | 21   | Aleksey Dmitrik      | 7.39                          |
| 21   | Daniil Tsyplov       | 0.72              | L       | 0.97  | 4.04             | 3       | 21   | Daniil Tsyplov       | 7.67                          |
| 21   | Ryan Ingraham        | 0.73              | L       | 0.97  | 3.98             | 3       | 21   | Ryan Ingraham        | 7.56                          |
| 24   | Kabele Kassemänge    | 0.72              | L       | 0.97  | 4.04             | 3       | 24   | Kabele Kassemänge    | 7.67                          |
| 24   | Liam Zameh-Paez      | 0.68              | L       | 0.97  | 4.27             | 4       | 24   | Liam Zameh-Paez      | 8.11                          |
| 24   | Suwel Zhané          | 0.72              | M       | 1     | 4.16             | 4       | 24   | Suwel Zhané          | 7.9                           |
| 27   | Keith Moffatt        | 0.8               | L       | 0.97  | 3.63             | 1       | 27   | Keith Moffatt        | 6.89                          |
| 27   | Edgar Rivera         | 0.67              | M       | 1     | 4.47             | 5       | 27   | Edgar Rivera         | 8.49                          |
| 27   | Tom Parsons          | 0.8               | M       | 1     | 3.75             | 2       | 27   | Tom Parsons          | 7.12                          |
| 27   | Diego Ferrin         | 0.8               | H       | 1.03  | 3.66             | 1       | 27   | Diego Ferrin         | 7.33                          |
| 27   | Piotr Skoboda        | 0.68              | M       | 1     | 4.41             | 5       | 27   | Piotr Skoboda        | 8.97                          |
| 27   | Douwe Amels          | 0.68              | L       | 0.97  | 4.27             | 4       | 27   | Douwe Amels          | 8.11                          |
| 27   | Roble Prezeļ         | 0.68              | M       | 1     | 4.41             | 5       | 27   | Roble Prezeļ         | 8.37                          |
| 27   | Raividas Stanys      | 0.76              | M       | 1     | 3.94             | 3       | 27   | Raividas Stanys      | 7.48                          |
| 27   | Nacoto Tobe          | 0.73              | L       | 0.97  | 3.98             | 3       | 27   | Nacoto Tobe          | 7.56                          |
| 41   | Marco Fassinotti     | 0.68              | M       | 1     | 4.41             | 5       | 41   | Marco Fassinotti     | 8.37                          |
| 41   | Jaroslav Baba        | 0.84              | M       | 1     | 3.67             | 1       | 41   | Jaroslav Baba        | 6.78                          |
| 41   | Takashi Eto          | 0.77              | H       | 1.03  | 4.01             | 3       | 41   | Takashi Eto          | 7.61                          |
| 45   | Jerron Robinson      | 0.7               | L       | 0.97  | 4.15             | 4       | 45   | Jerron Robinson      | 7.88                          |
| 45   | Adonios Mastoras     | 0.8               | L       | 0.97  | 3.63             | 1       | 45   | Adonios Mastoras     | 6.89                          |

図 7.17: 助走速度スコアの分析

## 内傾動作の分析方法

動画分析では目視確認で6段階の内傾動作の評価を行った(図7.18)。また、分析対象となる選手の内傾が最も大きくなった瞬間の姿勢で評価を行った。

### 内傾が非常に小さい



Ryan Ingraham

Keith Moffatt

### 内傾がやや大きい



Bohdan Bondarenko

Tom Parsons

Jaroslav Bába

### 内傾が小さい



Michael Mason

Mutaz Essa Barshim

### 大きい



Jesse Williams

Edgar Rivera

Takashi Eto

### 内傾がやや小さい



Derek Drouin

Guowei Zhang

Nick Ross

### 非常に大きい



Ivan Ukhov

Konstadinos Banólis

Rožle Prezelj

図 7.18: 内傾動作の分析

## 助走歩数の分析方法

セット助走の選手については、助走開始から踏み切り動作までの歩数をカウントした。補助助走を用いる選手については補助助走から本助走に切り替わった後の助走歩数をカウントした。

## 7.7.2 踏み切り動作の分析方法

### アームアクション

踏み切り足が着地した瞬間に踏み切り足と逆側の腕を前方に残し、そのまま上昇姿勢、クリアランス動作へと移る選手はシングルアームに分類した。踏み切り動作の開始時点で両腕を引き、体幹部の後方に残している選手はダブルアームに分類した。



図 7.19: アームアクションの分類

### 踏み切り足接地方法

踏み切り足の接地方法を「踵接地」「土踏まず接地」「小指球接地」の3種類に分類した。映像分析では踵接地と土踏まず接地の判定が困難な場合があるが、判断に迷った場合は接地前の足運び動作でつま先を接地前に大きく持ち上げる選手は「踵接地」、足裏を地面に平行になるように素早く動かし接地動作を行っている選手は「土踏まず接地」に分類した。逆に接地前の足運び動作でつま先を下げた状態でそのまま接地している選手は「小指球接地」に分類した。

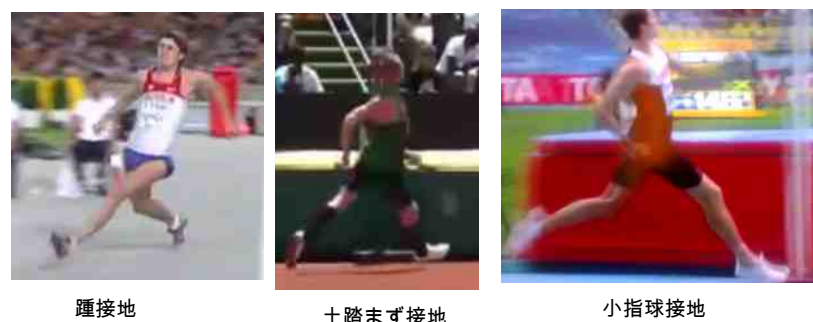


図 7.20: 踏み切り足接地方法の分類

## 踏み切り位置

踏み切り位置は動画に映るバーの高さを基準に推定している。踏み切り足が接地した瞬間の画像を用意し、支柱から踏み切り位置までの長さ（支柱からバーまでの長さ）と地面からバーまでの長さを比較することで踏み切り位置の距離を推定した。

分析ではなるべく選手の踏み切り位置を真横から捉えた画像のカットを利用し、支柱から接地足の中央（土踏まず）までの長さを踏み切り位置の距離として推定している。

分析では踏み切り位置が0.6m以上0.8m未満の選手を踏み切り位置スコア1（非常に近い）に分類し、0.8m以上1.0m未満の選手を踏み切り位置スコア2（近い）、1.0m以上1.2m未満の選手を踏み切り位置スコア3（普通）、1.2m以上1.4m未満の選手を踏み切り位置スコア4（遠い）、1.4m以上1.6m未満の選手を踏み切り位置スコア5（非常に遠い）、として五段階で評価した（図7.21）。

| ランキング | 名前                   | 推定踏み切り位置[m] | 踏み切り位置スコア |
|-------|----------------------|-------------|-----------|
| 1     | Bohdan Bondarenko    | 1.37        | 4         |
| 2     | Mutaz Essa Barshim   | 1.1         | 3         |
| 3     | Derek Drouin         | 1.17        | 3         |
| 4     | Erik Kynard          | 1.5         | 5         |
| 5     | Ivan Ukhov           | 0.91        | 2         |
| 6     | Konstadinos Baniotis | 1.2         | 4         |
| 6     | Yuriy Krymareenko    | 1.07        | 3         |
| 8     | Yu Wang              | 1.5         | 5         |
| 9     | Donald Thomas        | 0.75        | 1         |
| 9     | Aleksandr Shustov    | 1.3         | 4         |
| 12    | Michael Mason        | 1.36        | 4         |
| 12    | Jesse Williams       | 1.26        | 4         |
| 12    | Dusty Jonas          | 1.47        | 5         |
| 12    | Silvano Chesani      | 1.17        | 3         |
| 12    | Robert Grabarz       | 0.72        | 1         |
| 12    | Sergey Mudrov        | 1.27        | 4         |
| 12    | Mickael Hanany       | 1.07        | 3         |
| 12    | Mihai Donisan        | 1.5         | 5         |
| 21    | Aleksey Dmitrik      | 1.44        | 5         |
| 21    | Daniil Tsyplakov     | 0.78        | 1         |
| 21    | Ryan Ingraham        | 1.01        | 3         |
| 24    | Kabelo Kgosiemang    | 1.12        | 3         |
| 24    | Liam Zamel-Paez      | 0.86        | 2         |
| 24    | Guowei Zhang         | 1.08        | 3         |
| 27    | Keith Moffatt        | 1.27        | 4         |
| 27    | Edgar Rivera         | 1           | 3         |
| 27    | Tom Parsons          | 1.1         | 3         |
| 27    | Diego Ferrin         | 0.88        | 2         |
| 27    | Piotr Sleboda        | 1.3         | 4         |
| 27    | Douwe Amels          | 1.25        | 4         |
| 27    | Rožle Prezelj        | 0.92        | 2         |
| 27    | Raivydas Stanys      | 0.72        | 1         |
| 27    | Naoto Tobe           | 0.77        | 1         |
| 41    | Marco Fassinotti     | 0.93        | 2         |
| 41    | Jaroslav Bába        | 1.1         | 3         |
| 41    | Takashi Eto          | 1.15        | 3         |
| 45    | Jerron Robinson      | 0.84        | 2         |
| 45    | Adónios Mástoras     | 0.97        | 2         |



図 7.21: 踏み切り位置スコアの分析

## 振り上げ脚

動画分析では目視確認で5段階の振り上げ脚動作の評価を行った(図7.22)。5段階評価の主な評価基準は以下の通り。

- 評価1 (非常に小さい)  
踏み切り動作の最終局面で膝の高さが腰より低く、振り上げ脚動作が弱い
- 評価2 (小さい)  
踏み切り動作の最終局面で膝の高さが腰より低く、振り上げ脚動作は評価1の選手より明確に強い
- 評価3 (普通)  
踏み切り動作の最終局面で膝の高さが腰の高さ程度で、振り上げ脚動作が強い
- 評価4 (大きい)  
踏み切り動作の最終局面で膝の高さが腰の高さ程度で、振り上げ脚動作が非常に強く、高い膝位置をキープしたままクリアランス動作に移る
- 評価5 (非常に大きい)  
評価4の条件に加えて、振り上げ脚動作が評価4の選手より明確に強い

### 振り上げ脚動作が非常に小さい



Jesse Williams

Robert Grabarz

### 振り上げ脚動作が大きい

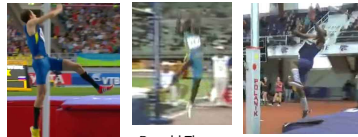


Derek Drouin

Ivan Ukhov

Ryan Ingraham

### 振り上げ脚動作が小さい



Bohdan Bondarenko

Donald Thomas

Erik Kynard

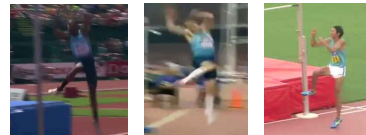
### 振り上げ脚動作が非常に大きい



Dusty Jonas

Liam Zamel-Paez

### 振り上げ脚動作が普通



Mutaz Essa Barshim

Aleksandr Shustov

Naoto Tobe

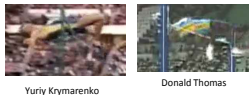
図 7.22: 振り上げ脚動作の分析

### 7.7.3 クリアランス動作の分析方法

動画分析では目視確認で5段階のクリアランス動作の評価を行った(図7.23)。また、分析対象となる選手のクリアランス中の反りが最も大きくなった瞬間の姿勢で評価を行った。5段階評価の主な評価基準は以下の通り。

- 評価1 (非常に小さい)  
ほとんど反っておらず、体幹より下の体のパーツが少ない
- 評価2 (小さい)  
小さく反っており、評価1の選手に比べて体幹より下の体のパーツが多い
- 評価3 (普通)  
平均的な体の反りでクリアランスを行っている
- 評価4 (大きい)  
評価3の選手に比べて明確に大きく反っている
- 評価5 (非常に大きい)  
評価4の選手に加えて、頭を下げ腰を大きく浮かした空中姿勢を作っている

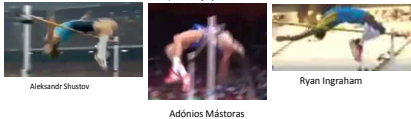
クリアランスの反りが非常に小さい



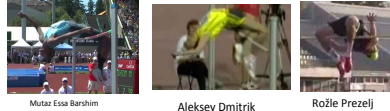
クリアランスの反りが小さい



クリアランスの反りが普通



クリアランスの反りが大きい



クリアランスの反りが非常に大きい



図 7.23: クリアランス動作の分析





## 男性選手の跳躍

20世紀前半、指導者の多くは、平均的な体格が全ての運動競技に理想的だという考えを持っていた。実際、1920年代の平均的な高跳び選手と平均的な砲丸投げ選手は同じ体格をしていた。

しかし、時代を経てそれぞれの競技に適した体格が分かり始めると、競技ごとに特化した体型の選手の選別が始まり、当然ながら平均的な高跳び選手と平均的な砲丸投げ選手の体格は大きく異なることになった。

さらに時代が経ち1940年代になると様々なトレーニング方法が考案されるようになり、競技ごとに異なるトレーニングが指導されるようになった。また、様々なトレーニング器具や競技器具が開発されるようになり、ラバーマットが開発されて安全に着地できるようになったことで高跳び界では「背面跳び」と言う技術革新が起きた。

1980年代後半には日本でもスポーツ関連の学会が多く立ち上がり、各競技ごとに細分化され極めて専門性の高いトレーニングが行われるようになった。男女の世界記録（2014年現在）はこの頃誕生し、日本記録も2014年現在のものと遜色のない水準まで一気に更新されていった。

歴史を振り返れば技術論やトレーニング論の進歩は競技の複雑性や多様性に合わせて、個別化するように進化していった。1990年代には「走り高跳び」という競技に特化したトレーニング論が確立されたと言える。

ここで紹介する跳躍分類の考え方は私が生まれた1982年より後に、主に1990年代になってから盛んに研究されるようになった分野である。背面跳びという跳び方を更にいくつかの跳躍タイプに分類し、個別の跳躍タイプごとに技術論やトレーニング論を探っていこうとする試みである。

第8章では男性跳躍選手を幾つかの跳躍タイプに分類し、各跳躍タイプから代表的な選手をピックアップしてその跳躍技術について説明していく。

## 8.1 男性選手の跳躍分類

跳躍選手を分類して自分と似たような跳躍をする選手の動きを勉強することは高跳び選手なら誰でも一度は行うことだと思う。私も中学生、高校生くらいの頃から随分多くの選手を見て勉強してきた。

しかし、私が学生だった頃はそれほどインターネットが普及しておらず、手に入る情報も雑誌・文献・テレビと限定的なものだったため、必ずしも十分な分析ができていたとは言えない。それに比べれば現在は多くの情報がインターネットで公開されており、選手は十分な情報の中から自分に似たような跳躍選手を調べ出して分析することが可能になっている。

今回は高跳び選手動画をインターネット上で世界中から集め膨大な時間をかけて一人一人の跳躍動作を分析した。分析では選手の跳躍をいくつかのタイプに分類している。次にそれぞれの跳躍タイプごとに助走・踏み切り動作・クリアランスの技術を詳細に説明する。また、跳躍タイプとは別に助走動作、踏み切り動作、クリアランス動作の個別技術についても特徴的な技術を持つ選手をピックアップして説明する。

跳躍選手をいくつかのタイプに分類する試みは様々な論文や指導書の中で行われている。例えば、実践陸上競技 [73] では跳躍選手をスピードタイプとパワータイプに分類し、それぞれの選手の特徴を以下のように表現している。

- スピードタイプの跳躍選手の特徴

- － 助走  
助走距離が長い  
助走スピードが速い
- － 踏み切り  
踏み切り一步前の支持脚の膝屈曲が小さい  
振り込み・振り上げ動作が小さく素早い  
踏み切り時間が短く後傾が少ない  
踏み切り位置が遠い
- － クリアランス  
跳躍角度が小さく流れ気味の跳躍になる  
クリアランスの体の反りが小さい

- パワータイプの跳躍選手の特徴

- － 助走  
助走距離が短い  
助走スピードが遅い
- － 踏み切り  
踏み切り一步前の支持脚の膝屈曲が大きい  
踏み切準備のときの身体の沈み込みが大きい  
振り込み・振り上げ動作が大きい  
踏み切時間が長く後傾が大きい  
踏み切り位置が近い
- － クリアランス  
跳躍角度が大きく垂直に近い  
クリアランスの体の反りが大きい

また、体重が軽くスプリント能力に優れる選手はスピードタイプ向き、筋力・パワーの能力に優れる選手はパワータイプ向きとしている。(1980年代から1990年代前半の日本人選手と欧米選手を比較してこうした跳躍分類を行なったものと推定される。)

他にも最近では渡辺が背面跳びにおける4つの技術類型として「パワーフロップA」「パワーフロップB」「スピード・パワーフロップ」「スピードフロップ」の類型を示している[74]。

渡辺は更に世界男子の達成記録上位リスト30名と日本男子の達成記録上位リスト20名の跳躍フォームを調べ、スピードフロップ選手を踏み切り動作を更に「踏みしめ型」と「突っ張り型」に細かく類型している[74]。

本書は読者に「世界の一流選手の跳躍を学んで欲しい」「最新の技術動向に触れて欲しい」という著者の思いから、2013年現在の世界ランカーの跳躍について、改めてその跳躍タイプの分析を行い読者に提示する。読者が最新の跳躍技術に触れることで、今までにない新たな跳び方を模索してくれることを期待している。

### 8.1.1 男性選手の跳躍分類

男性選手の跳躍を分類すると「スピードタイプ」「スピード・パワータイプ」「パワータイプ」「ブロック・パワータイプ」の跳躍タイプに分類できる。

2013年のIAAF トップリストでランキング 50 位位内に入っている選手 (51 名) を調査対象に各選手の跳躍動作の分析を行なった [75].

調査では選手の跳躍フォームを撮影した動画映像や連続写真をインターネットで収集し分析を行なった。なお動画映像や写真についてはまず 2013 年に公開されたものを中心に収集し、2013 年のものが収集できない選手についてはなるべく直近の試合で好記録を出した映像を収集するようにした。

この結果、限定的なアングルのみの映像しか集まらず、十分な情報収集ができなかった選手 13 名が調査対象から外れ、最終的に 38 名の選手を調査することにした。

調査結果を図 8.1 に示す。

| ラン<br>キング | 記録  | 名前                   | アーム<br>アクション | 脛上脚動作  | 踏切位置  | 踏切足<br>接地方法 | クリアランス<br>の反り | 助走速度  | 内傾動作   | 助走<br>歩数 |
|-----------|-----|----------------------|--------------|--------|-------|-------------|---------------|-------|--------|----------|
| 1         | 241 | Bohdan Bondarenko    | シングル         | 小さい    | 近い    | 土踏まず        | 小さい           | 非常に速い | やや大きい  | 15       |
| 2         | 240 | Mutaz Essa Barshim   | ダブル          | 普通     | 普通    | 土踏まず        | 大きい           | 速い    | 小さい    | 10       |
| 3         | 238 | Derek Drouin         | ダブル          | 大きい    | 普通    | 小指球         | 普通            | 普通    | やや小さい  | 10       |
| 4         | 237 | Erik Kynard          | ダブル          | 小さい    | 非常に遠い | 土踏まず        | 小さい           | 速い    | やや大きい  | 11       |
| 5         | 235 | Ivan Ukhov           | ダブル          | 大きい    | 近い    | 踵           | 非常に大きい        | 普通    | 非常に大きい | 13       |
| 6         | 234 | Konstadinos Baniotis | ダブル          | 普通     | 近い    | 土踏まず        | 小さい           | 非常に速い | 非常に大きい | 9        |
| 6         | 234 | Yury Krymareno       | シングル         | 大きい    | 普通    | 踵           | 非常に小さい        | 速い    | 非常に大きい | 14       |
| 8         | 233 | Yu Wang              | ダブル          | 普通     | 非常に遠い | 土踏まず        | 普通            | 普通    | やや小さい  | 13       |
| 9         | 232 | Donald Thomas        | ダブル          | 小さい    | 非常に近い | 土踏まず        | 非常に小さい        | 非常に速い | 小さい    | 9        |
| 9         | 232 | Aleksandr Shustov    | ダブル          | 普通     | 近い    | 踵           | 普通            | 非常に速い | 非常に大きい | 15       |
| 12        | 231 | Michael Mason        | ダブル          | 小さい    | 近い    | 踵           | 大きい           | 普通    | 小さい    | 11       |
| 12        | 231 | Jesse Williams       | シングル         | 非常に小さい | 速い    | 土踏まず        | 普通            | 速い    | 大きい    | 10       |
| 12        | 231 | Dusty Jonas          | ダブル          | 非常に大きい | 非常に遠い | 踵           | 普通            | 非常に速い | やや大きい  | 11       |
| 12        | 231 | Silvano Chesani      | ダブル          | 大きい    | 普通    | 踵           | 小さい           | 速い    | やや大きい  | 11       |
| 12        | 231 | Robert Grabarz       | ダブル          | 非常に小さい | 非常に近い | 土踏まず        | 小さい           | 非常に速い | やや大きい  | 14       |
| 12        | 231 | Sergey Mudrov        | ダブル          | 普通     | 速い    | 踵           | 普通            | 速い    | やや大きい  | 13       |
| 12        | 231 | Mickael Hanany       | ダブル          | 普通     | 普通    | 踵           | 普通            | 普通    | やや小さい  | 10       |
| 12        | 231 | Mihai Donisan        | ダブル          | 大きい    | 非常に遠い | 踵           | 非常に大きい        | 普通    | やや大きい  | 11       |
| 21        | 230 | Aleksey Dmitrk       | ダブル          | 普通     | 非常に遠い | 土踏まず        | 大きい           | 普通    | 小さい    | 11       |
| 21        | 230 | Daniil Tsyplakov     | ダブル          | 大きい    | 非常に近い | 踵           | 非常に小さい        | 普通    | やや小さい  | 11       |
| 21        | 230 | Ryan Ingraham        | ダブル          | 大きい    | 普通    | 土踏まず        | 普通            | 普通    | 非常に小さい | 15       |
| 24        | 229 | Kabelo Kgosiemang    | ダブル          | 普通     | 普通    | 土踏まず        | 非常に大きい        | 普通    | 非常に小さい | 13       |
| 24        | 229 | Liam Zamel-Paez      | シングル         | 非常に大きい | 近い    | 土踏まず        | 普通            | 速い    | 非常に大きい | 11       |
| 24        | 229 | Guowei Zhang         | ダブル          | 大きい    | 普通    | 踵           | 非常に大きい        | 速い    | やや小さい  | 15       |
| 27        | 228 | Keith Moffatt        | ダブル          | 大きい    | 速い    | 踵           | 小さい           | 非常に速い | 非常に小さい | 10       |
| 27        | 228 | Edgar Rivera         | ダブル          | 大きい    | 普通    | 踵           | 大きい           | 非常に速い | 大きい    | 13       |
| 27        | 228 | Tom Parsons          | ダブル          | 普通     | 普通    | 土踏まず        | 小さい           | 速い    | やや大きい  | 14       |
| 27        | 228 | Diego Ferrin         | ダブル          | 普通     | 近い    | 踵           | 大きい           | 速い    | やや大きい  | 9        |
| 27        | 228 | Piotr Sleboda        | ダブル          | 普通     | 速い    | 土踏まず        | 小さい           | 非常に速い | 非常に小さい | 10       |
| 27        | 228 | Douwé Amels          | シングル         | 小さい    | 近い    | 土踏まず        | 非常に大きい        | 速い    | やや大きい  | 11       |
| 27        | 228 | Rozlie Prezeli       | シングル         | 大きい    | 近い    | 踵           | 大きい           | 非常に速い | 非常に大きい | 10       |
| 27        | 228 | Raividas Stanyš      | ダブル          | 小さい    | 非常に近い | 踵           | 非常に大きい        | 普通    | 小さい    | 12       |
| 27        | 228 | Naoto Tobe           | ダブル          | 普通     | 非常に近い | 土踏まず        | 小さい           | 普通    | 非常に大きい | 13       |
| 41        | 227 | Marco Fassinotti     | ダブル          | 普通     | 近い    | 踵           | 大きい           | 非常に速い | 非常に大きい | 12       |
| 41        | 227 | Jaroslav Baba        | ダブル          | 普通     | 普通    | 踵           | 非常に大きい        | 非常に速い | やや大きい  | 10       |
| 41        | 227 | Takashi Eto          | ダブル          | 普通     | 普通    | 踵           | 小さい           | 普通    | 大きい    | 11       |
| 45        | 226 | Jerron Robinson      | ダブル          | 小さい    | 近い    | 踵           | 非常に小さい        | 速い    | やや小さい  | 9        |
| 45        | 226 | Adónis Mástoras      | シングル         | 非常に小さい | 近い    | 踵           | 普通            | 非常に速い | やや大きい  | 11       |

図 8.1: 男性選手跳躍分析結果

次に選手の跳躍を分類することを考える。ここではクラスター分析と呼ばれる手法を用いて選手を類似した跳躍を行う幾つかのかたまり（クラスター）にまとめる。

ここでは階層的クラスター分析手法の一つであるワード法を用いて分類する。なおデータは正規化を行い、アームアクションはダミー変数化して分析している。（クラスター分析の詳細については7章を参照すること。）

なお図 8.1 中の順序尺度は以下のように量的変数（スコア）として扱って分析している。

|          |         |         |          |         |          |
|----------|---------|---------|----------|---------|----------|
| 振上脚動作    | 踏切位置    | 踏切足接地方法 | クリアランス   | 助走速度    | 内傾動作     |
| 非常に大きい 5 | 非常に遠い 5 | 踵 3     | 非常に大きい 5 | 非常に速い 5 | 非常に大きい 5 |
| 大きい 4    | 遠い 4    | 土踏まず 2  | 大きい 4    | 速い 4    | 大きい 4    |
| 普通 3     | 普通 3    | 小指球 1   | 普通 3     | 普通 3    | やや大きい 4  |
| 小さい 2    | 近い 2    |         | 小さい 2    | 遅い 2    | やや小さい 3  |
| 非常に小さい 1 | 非常に近い 1 |         | 非常に小さい 1 | 非常に遅い 1 | 小さい 2    |
|          |         |         |          |         | 非常に小さい 1 |

| No | 記録  | 名前                   | シングルアーム | ダブルアーム | 振上脚動作 | 踏切位置 | 踏切足接地方法 | クリアランスの反り | 助走速度 | 内傾動作 | 助走歩数 |    |
|----|-----|----------------------|---------|--------|-------|------|---------|-----------|------|------|------|----|
| 1  | 241 | Bohdan Bondarenko    | 1       | 0      | 2     | 4    | 2       | 2         | 2    | 5    | 4    | 15 |
| 2  | 240 | Mutaz Essa Barshim   | 0       | 1      | 3     | 3    | 2       | 4         | 2    | 2    | 2    | 10 |
| 3  | 238 | Derek Drouin         | 0       | 1      | 4     | 3    | 1       | 3         | 3    | 3    | 3    | 10 |
| 4  | 237 | Erik Kynard          | 0       | 1      | 2     | 2    | 5       | 2         | 2    | 4    | 4    | 11 |
| 5  | 235 | Ivan Ukhov           | 0       | 1      | 4     | 2    | 3       | 5         | 3    | 6    | 13   |    |
| 6  | 234 | Konstadinos Baniotis | 0       | 1      | 3     | 4    | 2       | 2         | 1    | 6    | 8    |    |
| 7  | 234 | Yuriy Krymareenko    | 1       | 0      | 4     | 3    | 3       | 1         | 4    | 6    | 14   |    |
| 8  | 233 | Yu Wang              | 0       | 1      | 3     | 5    | 2       | 3         | 3    | 3    | 13   |    |
| 9  | 232 | Donald Thomas        | 0       | 1      | 2     | 1    | 2       | 1         | 1    | 2    | 9    |    |
| 10 | 232 | Aleksandr Shustov    | 0       | 1      | 3     | 4    | 3       | 3         | 1    | 6    | 15   |    |
| 11 | 231 | Michael Mason        | 0       | 1      | 2     | 4    | 3       | 4         | 3    | 2    | 11   |    |
| 12 | 231 | Jesse Williams       | 1       | 0      | 1     | 4    | 2       | 3         | 2    | 5    | 10   |    |
| 13 | 231 | Dusty Jonas          | 0       | 1      | 5     | 3    | 5       | 3         | 1    | 4    | 11   |    |
| 14 | 231 | Silvano Chesani      | 0       | 1      | 4     | 3    | 3       | 2         | 2    | 4    | 11   |    |
| 15 | 231 | Robert Grabarz       | 0       | 1      | 1     | 1    | 2       | 2         | 1    | 4    | 14   |    |
| 16 | 231 | Sergey Mudrov        | 0       | 1      | 3     | 4    | 3       | 3         | 2    | 4    | 13   |    |
| 17 | 231 | Mickael Hanany       | 0       | 1      | 3     | 3    | 3       | 3         | 3    | 3    | 10   |    |
| 18 | 231 | Mihai Donisan        | 0       | 1      | 4     | 5    | 3       | 5         | 3    | 4    | 11   |    |
| 19 | 230 | Aleksey Dmitrik      | 0       | 1      | 3     | 5    | 2       | 4         | 3    | 2    | 11   |    |
| 20 | 230 | Daniil Tsyplakov     | 0       | 1      | 4     | 1    | 3       | 1         | 3    | 3    | 11   |    |
| 21 | 230 | Ryan Ingraham        | 0       | 1      | 4     | 3    | 2       | 3         | 3    | 1    | 15   |    |
| 22 | 229 | Kabelo Kgosiemang    | 0       | 1      | 3     | 3    | 2       | 5         | 3    | 1    | 13   |    |
| 23 | 229 | Liam Zamel-Paez      | 1       | 0      | 5     | 2    | 2       | 3         | 4    | 6    | 11   |    |
| 24 | 229 | Guowei Zhang         | 0       | 1      | 4     | 3    | 3       | 5         | 4    | 3    | 15   |    |
| 25 | 228 | Keith Moffatt        | 0       | 1      | 4     | 4    | 3       | 2         | 1    | 1    | 10   |    |
| 26 | 228 | Edgar Rivera         | 0       | 1      | 4     | 3    | 3       | 4         | 5    | 5    | 13   |    |
| 27 | 228 | Tom Parsons          | 0       | 1      | 3     | 3    | 2       | 2         | 2    | 4    | 14   |    |
| 28 | 228 | Diego Ferrin         | 0       | 1      | 3     | 2    | 3       | 4         | 2    | 4    | 9    |    |
| 29 | 228 | Piotr Sleboda        | 0       | 1      | 3     | 4    | 2       | 2         | 5    | 1    | 10   |    |
| 30 | 228 | Douwe Amels          | 1       | 0      | 2     | 4    | 2       | 5         | 4    | 4    | 11   |    |
| 31 | 228 | Rozle Prezelj        | 1       | 0      | 4     | 2    | 3       | 4         | 5    | 6    | 10   |    |
| 32 | 228 | Raivydas Stanys      | 0       | 1      | 2     | 1    | 3       | 5         | 3    | 2    | 12   |    |
| 33 | 228 | Naoto Tobe           | 0       | 1      | 3     | 1    | 2       | 2         | 3    | 6    | 13   |    |
| 34 | 227 | Marco Fassinotti     | 0       | 1      | 3     | 2    | 3       | 4         | 5    | 6    | 12   |    |
| 35 | 227 | Jaroslav Bába        | 0       | 1      | 3     | 3    | 3       | 5         | 1    | 4    | 10   |    |
| 36 | 227 | Takashi Eto          | 0       | 1      | 3     | 3    | 3       | 2         | 3    | 5    | 11   |    |
| 37 | 226 | Jerron Robinson      | 0       | 1      | 2     | 2    | 3       | 1         | 4    | 3    | 9    |    |
| 38 | 226 | Adónios Mástoras     | 1       | 0      | 1     | 2    | 3       | 3         | 1    | 4    | 11   |    |

図 8.2: 男性選手分析用データ

クラスター分析した結果を図 8.3 に示す。デンドログラムの見方を簡単に説明すると、縦軸には分析対象の選手の No, 横軸はクラスタ間の距離（近いほど選手間の跳躍の類似度が高い）を表している。

デンドログラム上では類似度の高い選手は近くに配置される。また、類似度の高い選手同士がクラスタ（かたまり）として階層的に結合され最終的には一つのクラスタにまとまる。

ここではデンドログラムの分析結果から、跳躍選手を「A: スピードタイプ」「B: スピード・パワータイプ」「C: パワータイプ」「D: ブロック・パワータイプ」の4つの跳躍タイプに分類する。

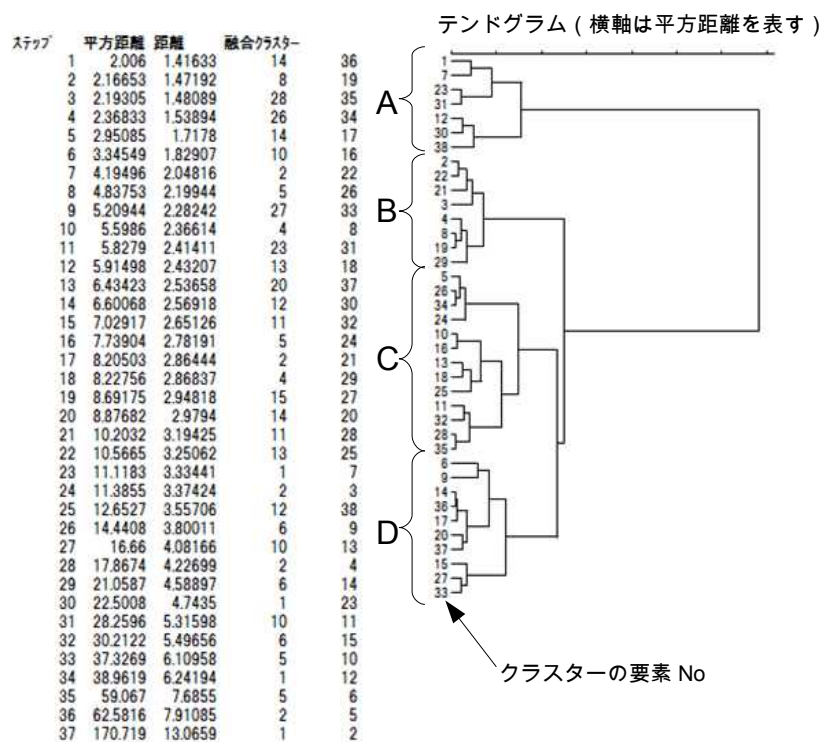


図 8.3: 男性選手のクラスター分析の結果

**A**

| No  | 名前                | 記録  | シングル<br>アーム | ダブル<br>アーム | 振上脚  | 踏切<br>位置 | 踏切足   | クリア<br>ランス | 助走<br>速度 | 内傾<br>動作 | 助走<br>歩数 |
|-----|-------------------|-----|-------------|------------|------|----------|-------|------------|----------|----------|----------|
| 1   | Bohdan Bondarenko | 241 | 1           | 0          | 2    | 4        | 2     | 2          | 5        | 4        | 15       |
| 7   | Yuriy Krymareno   | 234 | 1           | 0          | 4    | 3        | 3     | 1          | 4        | 6        | 14       |
| 12  | Jesse Williams    | 231 | 1           | 0          | 1    | 4        | 2     | 3          | 2        | 5        | 10       |
| 23  | Liam Zamel-Paez   | 229 | 1           | 0          | 5    | 2        | 2     | 3          | 4        | 6        | 11       |
| 30  | Douwe Amels       | 228 | 1           | 0          | 2    | 4        | 2     | 5          | 4        | 4        | 11       |
| 31  | Rožle Prezelj     | 228 | 1           | 0          | 4    | 2        | 3     | 4          | 5        | 6        | 10       |
| 38  | Adónios Mástoras  | 226 | 1           | 0          | 1    | 2        | 3     | 3          | 1        | 4        | 11       |
| 平均値 |                   | 231 | 1           | 0          | 2.71 | 3        | 2.429 | 3          | 3.6      | 5        | 11.7     |

**B**

| No  | 名前                 | 記録    | シングル<br>アーム | ダブル<br>アーム | 振上脚   | 踏切<br>位置 | 踏切足  | クリア<br>ランス | 助走<br>速度 | 内傾<br>動作 | 助走<br>歩数 |
|-----|--------------------|-------|-------------|------------|-------|----------|------|------------|----------|----------|----------|
| 2   | Mutaz Essa Barshim | 240   | 0           | 1          | 3     | 3        | 2    | 4          | 2        | 2        | 10       |
| 3   | Derek Drouin       | 238   | 0           | 1          | 4     | 3        | 1    | 3          | 3        | 3        | 10       |
| 4   | Erik Kynard        | 237   | 0           | 1          | 2     | 5        | 2    | 2          | 4        | 4        | 11       |
| 8   | Yu Wang            | 233   | 0           | 1          | 3     | 5        | 2    | 3          | 3        | 3        | 13       |
| 19  | Aleksey Dmitrik    | 230   | 0           | 1          | 3     | 5        | 2    | 4          | 3        | 2        | 11       |
| 21  | Ryan Ingraham      | 230   | 0           | 1          | 4     | 3        | 2    | 3          | 3        | 1        | 15       |
| 22  | Kabelo Kgosiemang  | 229   | 0           | 1          | 3     | 3        | 2    | 5          | 3        | 1        | 13       |
| 29  | Piotr Sleboda      | 228   | 0           | 1          | 3     | 4        | 2    | 2          | 5        | 1        | 10       |
| 平均値 |                    | 233.1 | 0           | 1          | 3.125 | 3.9      | 1.88 | 3.25       | 3.25     | 2.1      | 11.6     |

**C**

| No  | 名前                | 記録    | シングル<br>アーム | ダブル<br>アーム | 振上脚  | 踏切<br>位置 | 踏切足 | クリア<br>ランス | 助走<br>速度 | 内傾<br>動作 | 助走<br>歩数 |
|-----|-------------------|-------|-------------|------------|------|----------|-----|------------|----------|----------|----------|
| 5   | Ivan Ukhov        | 235   | 0           | 1          | 4    | 2        | 3   | 5          | 3        | 6        | 13       |
| 10  | Aleksandr Shustov | 232   | 0           | 1          | 3    | 4        | 3   | 3          | 1        | 6        | 15       |
| 11  | Michael Mason     | 231   | 0           | 1          | 2    | 4        | 3   | 4          | 3        | 2        | 11       |
| 13  | Dusty Jonas       | 231   | 0           | 1          | 5    | 5        | 3   | 3          | 1        | 4        | 11       |
| 16  | Sergey Mudrov     | 231   | 0           | 1          | 3    | 4        | 3   | 2          | 2        | 4        | 13       |
| 18  | Mihal Donisan     | 231   | 0           | 1          | 4    | 5        | 3   | 5          | 3        | 4        | 11       |
| 24  | Guowei Zhang      | 229   | 0           | 1          | 4    | 3        | 3   | 5          | 4        | 3        | 15       |
| 25  | Keith Moffatt     | 228   | 0           | 1          | 4    | 4        | 3   | 2          | 3        | 1        | 10       |
| 26  | Edgar Rivera      | 228   | 0           | 1          | 4    | 3        | 3   | 4          | 5        | 5        | 13       |
| 28  | Diego Ferrín      | 228   | 0           | 1          | 3    | 2        | 3   | 4          | 2        | 4        | 9        |
| 32  | Raivydas Stanys   | 228   | 0           | 1          | 2    | 1        | 3   | 5          | 3        | 2        | 12       |
| 34  | Marco Fassinotti  | 227   | 0           | 1          | 3    | 2        | 3   | 4          | 5        | 6        | 12       |
| 35  | Jaroslav Bába     | 227   | 0           | 1          | 3    | 3        | 3   | 5          | 1        | 4        | 10       |
| 平均値 |                   | 229.7 | 0           | 1          | 3.38 | 3.23     | 3   | 4          | 2.62     | 3.92     | 11.9     |

**D**

| No  | 名前                   | 記録    | シングル<br>アーム | ダブル<br>アーム | 振上脚 | 踏切<br>位置 | 踏切足 | クリア<br>ランス | 助走<br>速度 | 内傾<br>動作 | 助走<br>歩数 |
|-----|----------------------|-------|-------------|------------|-----|----------|-----|------------|----------|----------|----------|
| 6   | Konstadinos Baniótis | 234   | 0           | 1          | 3   | 4        | 2   | 2          | 1        | 6        | 8        |
| 9   | Donald Thomas        | 232   | 0           | 1          | 2   | 1        | 2   | 1          | 1        | 2        | 9        |
| 14  | Silvano Chesani      | 231   | 0           | 1          | 4   | 3        | 3   | 2          | 2        | 4        | 11       |
| 15  | Robert Grabarz       | 231   | 0           | 1          | 1   | 1        | 2   | 2          | 1        | 4        | 14       |
| 17  | Mickael Hanany       | 231   | 0           | 1          | 3   | 3        | 3   | 3          | 3        | 3        | 10       |
| 20  | Daniil Tsyplakov     | 230   | 0           | 1          | 4   | 1        | 3   | 1          | 3        | 3        | 11       |
| 27  | Tom Parsons          | 228   | 0           | 1          | 3   | 3        | 2   | 2          | 2        | 4        | 14       |
| 33  | Naoto Tobe           | 228   | 0           | 1          | 3   | 1        | 2   | 2          | 3        | 6        | 13       |
| 36  | Takashi Eto          | 227   | 0           | 1          | 3   | 3        | 3   | 2          | 3        | 5        | 11       |
| 37  | Jerron Robinson      | 226   | 0           | 1          | 2   | 2        | 3   | 1          | 4        | 3        | 9        |
| 平均値 |                      | 229.8 | 0           | 1          | 2.8 | 2.2      | 2.5 | 1.8        | 2.3      | 4        | 11       |

図 8.4: 各跳躍タイプの男性選手



●振上脚

| グループ | データ数 | 平均値   | 標準偏差  | 比較  | 有意差 |
|------|------|-------|-------|-----|-----|
| A    | 7    | 2.714 | 1.604 | A⇔B | なし  |
| B    | 8    | 3.125 | 0.641 | A⇔C | なし  |
| C    | 13   | 3.385 | 0.87  | A⇔D | なし  |
| D    | 10   | 2.8   | 0.919 | B⇔C | なし  |
|      |      |       |       | B⇔D | なし  |
|      |      |       |       | C⇔D | なし  |

●踏切位置

| グループ | データ数 | 平均値   | 標準偏差 | 比較  | 有意差 |
|------|------|-------|------|-----|-----|
| A    | 7    | 3     | 1    | A⇔B | なし  |
| B    | 8    | 3.88  | 0.99 | A⇔C | なし  |
| C    | 13   | 3.231 | 1.24 | A⇔D | なし  |
| D    | 10   | 2.2   | 1.14 | B⇔C | なし  |
|      |      |       |      | B⇔D | **  |
|      |      |       |      | C⇔D | なし  |

●踏切足(接地方法)

| グループ | データ数 | 平均値   | 標準偏差  | 比較  | 有意差 |
|------|------|-------|-------|-----|-----|
| A    | 7    | 2.429 | 0.535 | A⇔B | *   |
| B    | 8    | 1.875 | 0.354 | A⇔C | *   |
| C    | 13   | 3     | 0     | A⇔D | なし  |
| D    | 10   | 2.5   | 0.527 | B⇔C | **  |
|      |      |       |       | B⇔D | *   |
|      |      |       |       | C⇔D | *   |

●クリアランス

| グループ | データ数 | 平均値  | 標準偏差  | 比較  | 有意差 |
|------|------|------|-------|-----|-----|
| A    | 7    | 3    | 1.291 | A⇔B | なし  |
| B    | 8    | 3.25 | 1.035 | A⇔C | なし  |
| C    | 13   | 4    | 1     | A⇔D | *   |
| D    | 10   | 1.8  | 0.632 | B⇔C | なし  |
|      |      |      |       | B⇔D | **  |
|      |      |      |       | C⇔D | **  |

●助走速度

| グループ | データ数 | 平均値  | 標準偏差 | 比較  | 有意差 |
|------|------|------|------|-----|-----|
| A    | 7    | 3.57 | 1.51 | A⇔B | なし  |
| B    | 8    | 3.25 | 0.89 | A⇔C | なし  |
| C    | 13   | 2.62 | 1.45 | A⇔D | なし  |
| D    | 10   | 2.3  | 1.06 | B⇔C | なし  |
|      |      |      |      | B⇔D | なし  |
|      |      |      |      | C⇔D | なし  |

●内傾動作

| グループ | データ数 | 平均値   | 標準偏差 | 比較  | 有意差 |
|------|------|-------|------|-----|-----|
| A    | 7    | 5     | 1    | A⇔B | **  |
| B    | 8    | 2.13  | 1.13 | A⇔C | なし  |
| C    | 13   | 3.923 | 1.61 | A⇔D | なし  |
| D    | 10   | 4     | 1.33 | B⇔C | *   |
|      |      |       |      | B⇔D | **  |
|      |      |       |      | C⇔D | なし  |

●助走歩数

| グループ | データ数 | 平均値   | 標準偏差 | 比較  | 有意差 |
|------|------|-------|------|-----|-----|
| A    | 7    | 11.71 | 1.98 | A⇔B | なし  |
| B    | 8    | 11.63 | 1.85 | A⇔C | なし  |
| C    | 13   | 11.92 | 1.85 | A⇔D | なし  |
| D    | 10   | 11    | 2.11 | B⇔C | なし  |
|      |      |       |      | B⇔D | なし  |
|      |      |       |      | C⇔D | なし  |

●記録

| グループ | データ数 | 平均値    | 標準偏差   | 比較  | 有意差 |
|------|------|--------|--------|-----|-----|
| A    | 7    | 231    | 5.099  | A⇔B | なし  |
| B    | 8    | 233.13 | 4.6117 | A⇔C | なし  |
| C    | 13   | 229.69 | 2.3588 | A⇔D | なし  |
| D    | 10   | 229.8  | 2.4855 | B⇔C | なし  |
|      |      |        |        | B⇔D | なし  |
|      |      |        |        | C⇔D | なし  |

\* 5%有意  
\*\* 1%有意

図 8.5: 各跳躍タイプの比較

### 8.1.2 スピードタイプの特徴

スピードタイプとは一言で言えば「助走速度を重視するタイプ」の跳躍選手である。代表的な選手に *BohdanBondarenko* 選手（同跳躍タイプで最上位記録の選手）、*JesseWilliams* 選手（最も典型的なスピードタイプ選手）がいる。

スピードタイプの跳躍選手の特徴

- シングルアームである
- 大きな内傾動作を行う（図 8.6）
- 比較的速い助走速度で走る（図 8.7）
- 比較的小さな振り上げ脚の動作を行う（図 8.8）

このグループの選手は助走速度を生かすため、ダブルアームより助走の減速が少ないシングルアームを用いて跳躍している。また、助走速度が速く、曲線助走で発生した大きな遠心力を利用した大きな内傾動作を取る選手が多い。踏み切り動作では大きな内傾動作を利用して助走の減速を抑えながら、重心を落とした踏み切り動作を行う選手が多い。

振り上げ脚の動作は準備動作も含めて、短くコンパクトに動かすことで助走の減速を最小限にする選手が多い。

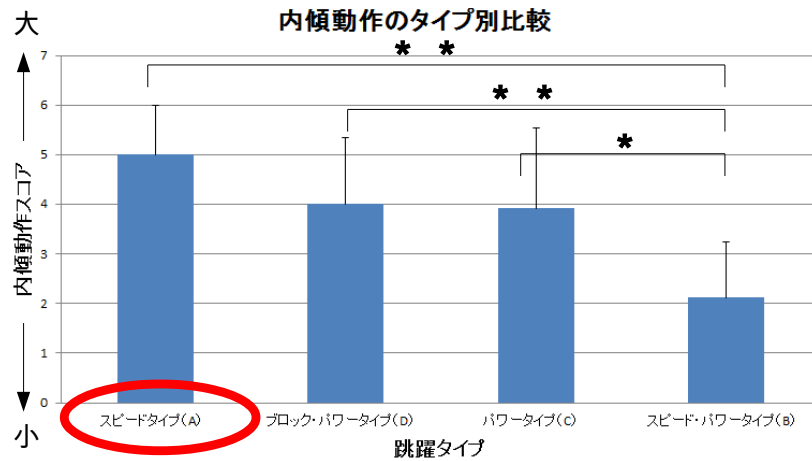


図 8.6: 内傾動作のタイプ別比較 A

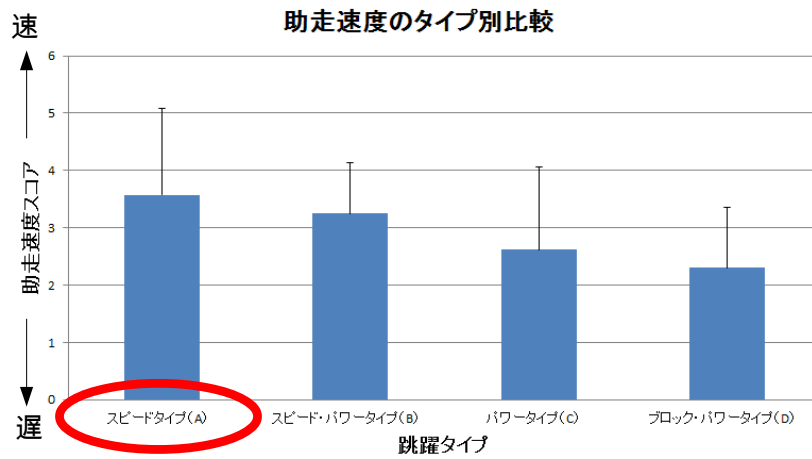


図 8.7: 助走速度のタイプ別比較 A

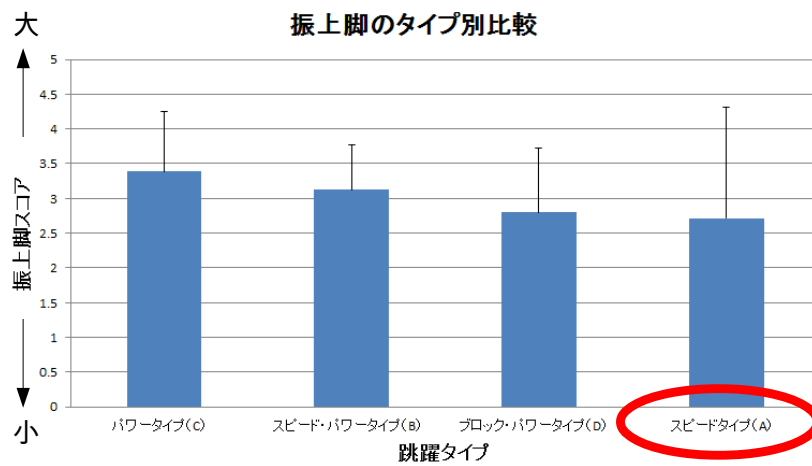


図 8.8: 振上脚のタイプ別比較 A

### 8.1.3 スピード・パワータイプの特徴

スピード・パワータイプとはスピードタイプとパワータイプの中間のタイプの跳躍選手である。代表的な選手に *MutazEssaBarshim* 選手（同跳躍タイプで最上位記録の選手）、*AlekseyDmitrik* 選手（最も典型的なスピード・パワータイプ選手）がいる。他にも *DerekDrouin* 選手や *ErikKynard* 選手もこのタイプの選手である。

#### スピード・パワータイプの選手の特徴

- ダブルアームである
- 踏み切り位置が遠い（図 8.9）
- 土踏まずから足を接地する（図 8.10）
- パワータイプの中では助走速度が速い（図 8.11）
- あまり内傾動作を行わない（図 8.12）

このグループの選手はパワータイプの跳躍選手のような力強い踏み切り動作を行いながら、スピードタイプの選手のような速い助走を行う。

助走に注目すると純粋なパワータイプの選手とは違い、比較的短いストライドでピッチを刻み、あまり内傾動作を取らない選手が多い。

ある程度高い重心位置のまま踏み切り動作に移り、ダブルアームで両手を引き後傾姿勢を作ることによって踏み切り直前に重心を落とす選手が多い。スピードタイプの選手と違い内傾動作が小さく、その不足分をダブルアームによる後傾動作で補っていると考えられる。

また、パワータイプの選手に比べて内傾動作や後傾動作が小さいため、空中での回転力不足となりやすい。このため踏み切り位置を遠くしてクリアランス動作に余裕を持たせた跳躍をする選手が多いと考えられる。

踏み切り動作ではパワータイプの選手とは違い、より助走速度を重視したランニング動作に近い接地動作を行う。このため踏み切り動作では踵ではなく土踏まずから接地する選手が多い。

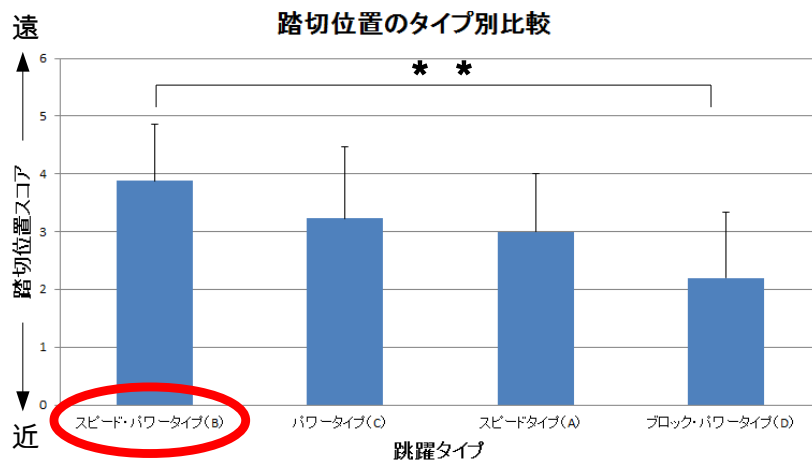


図 8.9: 踏み切り位置のタイプ別比較 B

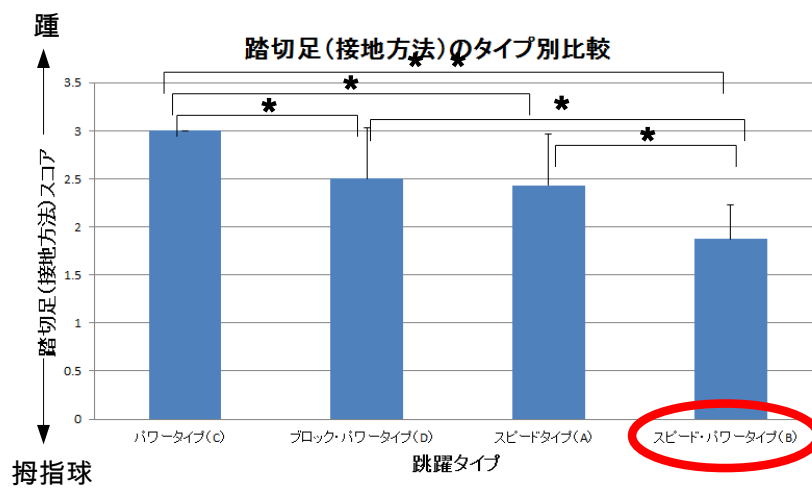


図 8.10: 踏み切り方法のタイプ別比較 B

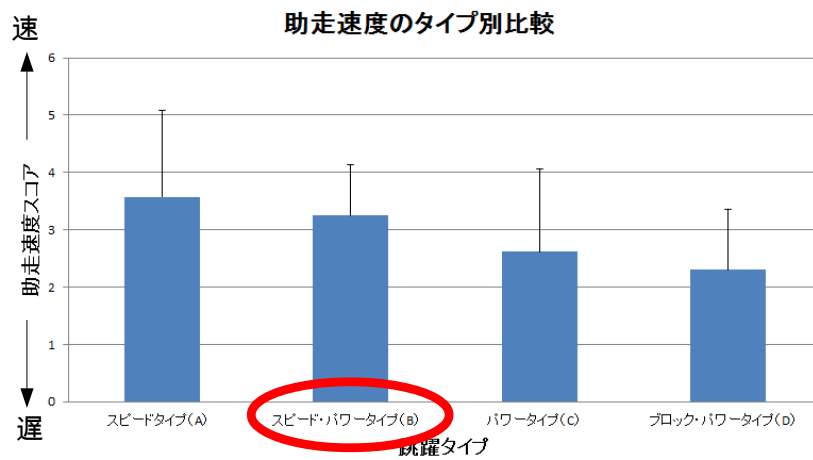


図 8.11: 助走速度のタイプ別比較 B

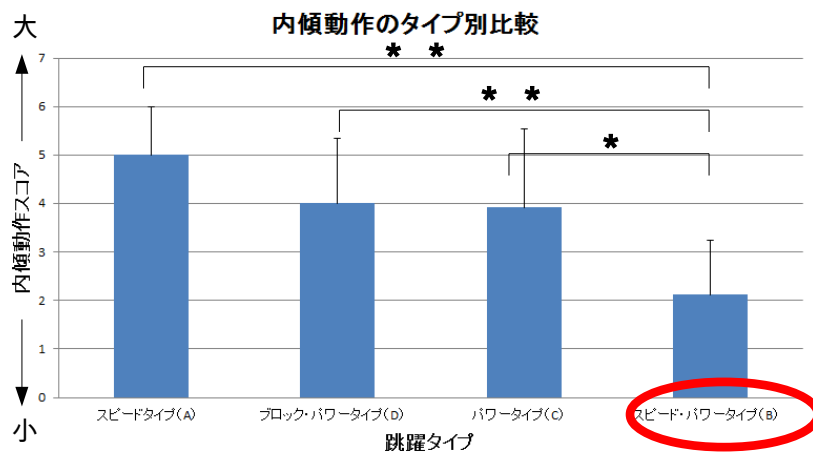


図 8.12: 内傾動作のタイプ別比較 B

### 8.1.4 パワータイプの特徴

パワータイプとは一言で言えば「動作が大きくパワフルな踏み切り動作を行う」タイプの跳躍選手である。代表的な選手に *IvanUkhov* 選手（同跳躍タイプで最上位記録の選手）、*SergeyMudrov* 選手（最も典型的なパワータイプ選手）がいる。他にも *AleksandrShustov* 選手、*JaroslavBaba* 選手もこのタイプの選手である。

パワータイプの選手の特徴

- ダブルアームである
- 踵から足を接地する（図 8.13）
- クリアランス動作の反りが大きい（図 8.14）
- 比較的大きな振り上げ脚の動作を行う（図 8.15）

このグループの選手は踵から地面に接地する踏み切り時間の長い踏み切り動作を行う選手が多い。踵→土踏まず→拇指球と荷重が移動するため踏み切り時間は比較的長いものとなる。

助走速度はやや遅く、大きなアームアクションで後傾姿勢を作り、踵から地面に接地する。また、大きな振り上げ脚の動作で体を持ち上げ、空中では大きく体を反らせる。他のグループの選手に比べて比較的大きな内傾動作と後傾動作、振り上げ脚動作を行うことで空中で大きく反るクリアランスを行う選手が多い。

スピードタイプの選手が速い助走速度で起こし回転を最大限利用して跳ぶのに対して、パワータイプの選手は起こし回転の動作を弱めて、関節の曲げ伸ばしを使った筋肉のバネ要素で跳ぶような踏み切り動作を行う。このため跳躍タイプの分類名に「パワー」という言葉を使っている。

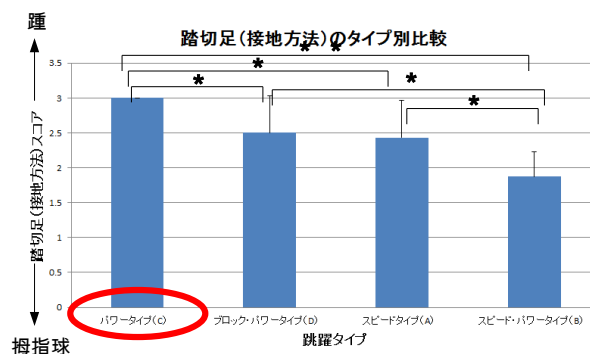


図 8.13: 踏み切り方法のタイプ別比較 C

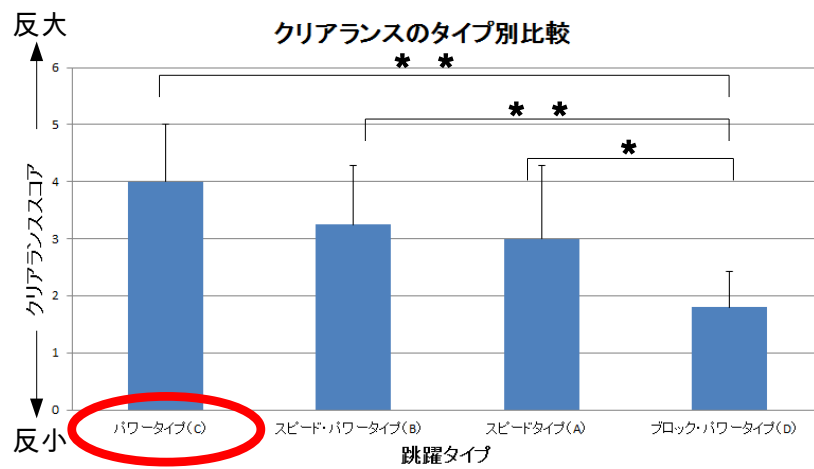


図 8.14: クリアランスのタイプ別比較 C

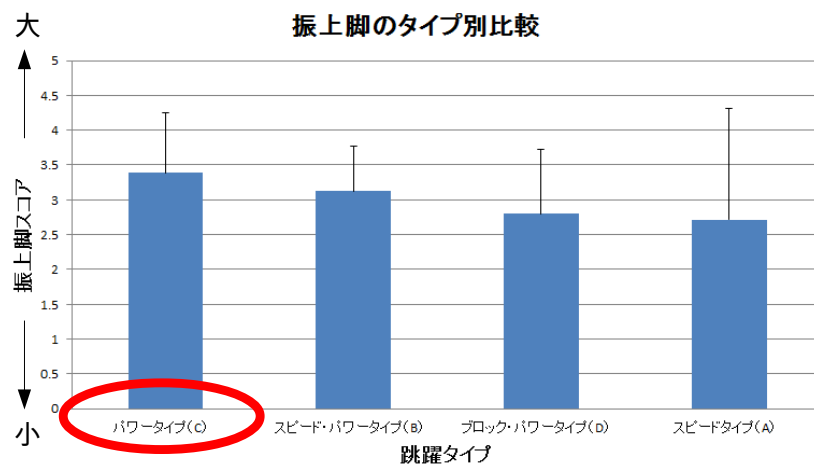


図 8.15: 振上脚のタイプ別比較 C



### 8.1.5 ブロック・パワータイプの特徴

ブロック・パワータイプとは「踏み切りのブロック動作と上昇姿勢を重視する」タイプの跳躍選手である。代表的な選手に *KonstadinosBaniotis* 選手（同跳躍タイプで最上位記録の選手）、*TomParsons* 選手（最も典型的なブロック・パワータイプ選手）がいる。他にも *DonaldThomas* 選手や、戸邊直人選手、衛藤昂選手もこのタイプの跳躍選手である。

#### ブロック・パワータイプの選手の特徴

- ダブルアームである
- 踏み切り位置が近く強烈なブロック動作で上昇姿勢を作る
- クリアランスであまり反らない
- 助走速度が遅い

このグループの選手は踏み切り位置が近く、強烈なブロック動作で角運動量の少ない、真上に浮くような跳躍を行う選手が多い。このためクリアランスではあまり体を反らない選手が多い。

つまり、踏み切りで助走速度を上昇力に変える強いブロック動作を行い、力強い上昇姿勢を作ることを重視する跳躍タイプである。

他のグループの選手に比べて助走の速度を速くするよりも、踏み切り動作に備えてリズムやテンポを重視する助走を行う選手が多いため、全体的に助走速度が遅い。

指導者の中にはこうした跳躍タイプは他の跳躍タイプより不利な跳躍をしていると考え、跳躍スタイルを修正したほうがよいと考える人も多い。しかし、他の跳躍タイプと比較しても、記録的に有意差はなく、近年は一つの跳躍タイプとして確立されつつある。

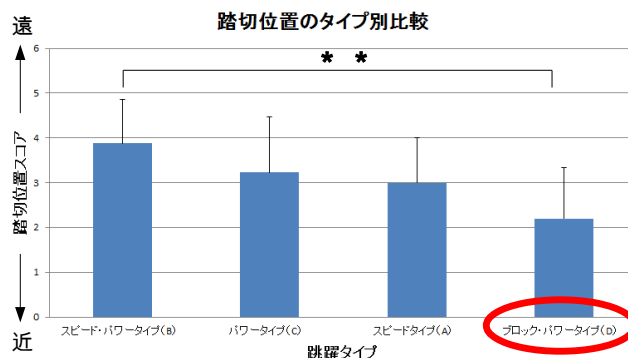


図 8.16: 踏み切り位置のタイプ別比較 D

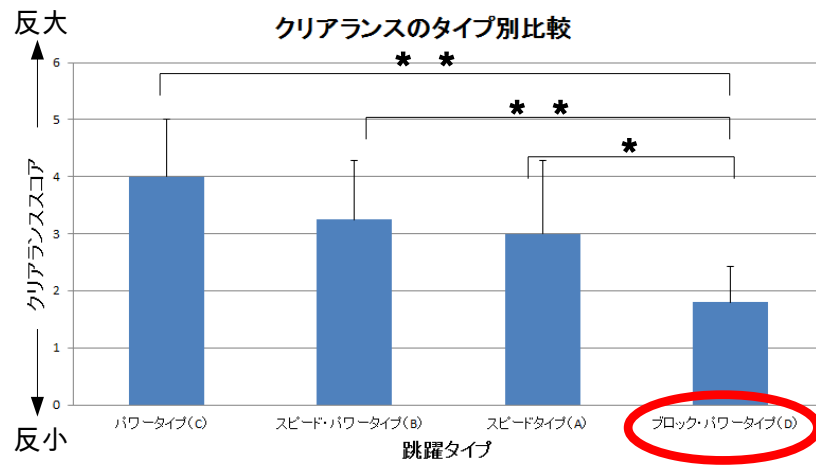


図 8.17: クリアランスのタイプ別比較 D

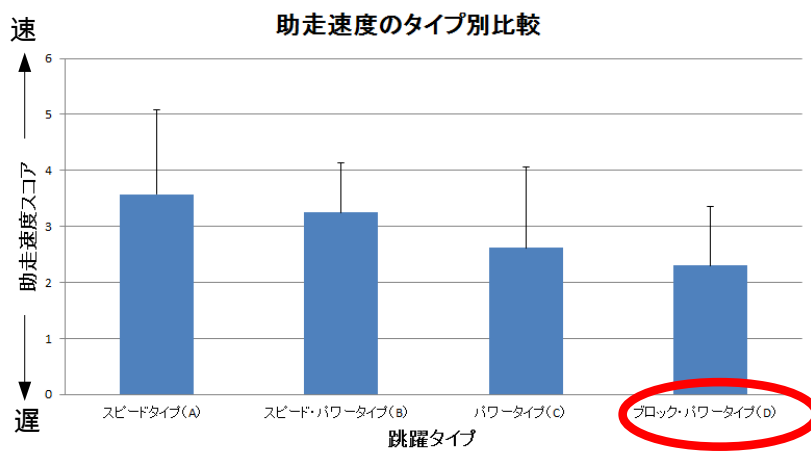


図 8.18: 助走速度のタイプ別比較 D

### 8.1.6 その他の跳躍タイプの特徴

今回の分析では対象外となってしまったが、ランニングアームで跳ぶスピードタイプの選手も世界に数多く存在している。特に日本人を始めとする小柄な選手はこうした跳躍タイプが多い。

#### ランニング・スピードタイプの選手の特徴

- ランニングアームである
- 助走速度が速い
- 振り上げ脚動作が小さい
- 踏み切り位置が遠い

近年は海外・国内選手ともに、ランニング・スピードタイプの選手が減ってきたといえる。しかし、2013年現在の日本記録保持者である醍醐選手（233）を筆頭に吉田選手（231）、阪本選手（230）、片峰選手（227）と過去の日本記録保持者もこうしたタイプの跳躍選手であり、日本人は伝統的にこうした跳躍タイプの選手が好記録を残してきた。また、背面跳びの創始者とも言えるフォスベリー選手（224）もランニング・スピードタイプの跳躍選手であり、古くからある伝統的な跳躍タイプといえるだろう。

### 8.1.7 各跳躍タイプの身体的特徴

男性選手は体格によって跳躍タイプが決まるわけではない

ここでは各跳躍タイプの選手についてその身体的特徴を分析する。

各跳躍タイプの選手を「身長」「体重」などの身体的な特徴で比較した場合、各跳躍タイプの選手に差はない（図 8.19, 図 8.20）。つまり体格によって跳躍タイプの向き不向きがあるわけではない。

A: スピードタイプ

| No   | 名前                | 身長(cm) | 体重(kg) | 年齢    |
|------|-------------------|--------|--------|-------|
| 1    | Bohdan Bondarenko | 197    | 80     | 24    |
| 7    | Yuriy Krymareenko | 185    | 66     | 30    |
| 12   | Jesse Williams    | 183    | 80     | 30    |
| 23   | Liam Zamel-Paez   | 不明     | 不明     | 25    |
| 30   | Douwe Amels       | 195    | 80     | 22    |
| 31   | Rozle Prezelj     | 195    | 80     | 34    |
| 38   | Adónios Mástoras  | 不明     | 不明     | 22    |
| 平均値  |                   | 191    | 77.2   | 26.71 |
| 標準偏差 |                   | 6.48   | 6.26   | 4.64  |

C: パワータイプ

| No   | 名前                | 身長(cm) | 体重(kg) | 年齢    |
|------|-------------------|--------|--------|-------|
| 5    | Ivan Ukhov        | 192    | 83     | 27    |
| 10   | Aleksandr Shustov | 188    | 80     | 29    |
| 11   | Michael Mason     | 188    | 70     | 27    |
| 13   | Dusty Jonas       | 193    | 82     | 27    |
| 16   | Sergey Mudrov     | 190    | 79     | 23    |
| 18   | Mihai Donisan     | 不明     | 不明     | 25    |
| 24   | Guowei Zhang      | 200    | 77     | 22    |
| 25   | Keith Moffatt     | 207    | 84     | 29    |
| 26   | Edgar Rivera      | 不明     | 不明     | 22    |
| 28   | Diego Ferrin      | 190    | 72     | 25    |
| 32   | Raivydas Stanys   | 194    | 80     | 26    |
| 34   | Marco Fassinotti  | 190    | 71     | 24    |
| 35   | Jaroslav Baba     | 196    | 80     | 29    |
| 平均値  |                   | 193.45 | 78     | 25.76 |
| 標準偏差 |                   | 5.75   | 4.89   | 2.52  |

B: スピード・パワータイプ

| No   | 名前                 | 身長(cm) | 体重(kg) | 年齢    |
|------|--------------------|--------|--------|-------|
| 2    | Mutaz Essa Barshim | 189    | 85     | 22    |
| 3    | Derek Drouin       | 196    | 80     | 23    |
| 4    | Erik Kynard        | 193    | 85     | 22    |
| 8    | Yu Wang            | 不明     | 不明     | 22    |
| 19   | Aleksey Dmitrik    | 185    | 78     | 29    |
| 21   | Ryan Ingraham      | 不明     | 不明     | 20    |
| 22   | Kabelo Kgosiemang  | 188    | 74     | 27    |
| 29   | Piotr Sleboda      | 不明     | 不明     | 26    |
| 平均値  |                    | 190.2  | 76.4   | 23.87 |
| 標準偏差 |                    | 4.32   | 7.5    | 3.09  |

D: ブロック・パワータイプ

| No   | 名前                   | 身長(cm) | 体重(kg) | 年齢   |
|------|----------------------|--------|--------|------|
| 6    | Konstadinos Baniótis | 200    | 81     | 27   |
| 9    | Donald Thomas        | 190    | 81     | 29   |
| 14   | Silvano Chesani      | 190    | 75     | 25   |
| 15   | Robert Grabarz       | 191    | 80     | 26   |
| 17   | Mickaël Hanany       | 198    | 78     | 30   |
| 20   | Daniil Tsyplakov     | 不明     | 不明     | 21   |
| 27   | Tom Parsons          | 192    | 78     | 29   |
| 33   | Nasto Tobe           | 193    | 70     | 21   |
| 36   | Takashi Eto          | 182    | 67     | 22   |
| 37   | Jerron Robinson      | 不明     | 不明     | 22   |
| 平均値  |                      | 192    | 76.25  | 25.2 |
| 標準偏差 |                      | 5.47   | 5.23   | 3.52 |

図 8.19: 身体的特徴の比較（男性選手）

●身長

| グループ | データ数 | 平均値    | 標準偏差 | 比較  | 有意差 |
|------|------|--------|------|-----|-----|
| A    | 5    | 191    | 6.48 | A⇔B | なし  |
| B    | 5    | 190.2  | 4.32 | A⇔C | なし  |
| C    | 11   | 193.45 | 5.75 | A⇔D | なし  |
| D    | 8    | 192    | 5.47 | B⇔C | なし  |
|      |      |        |      | B⇔D | なし  |
|      |      |        |      | C⇔D | なし  |

●体重

| グループ | データ数 | 平均値   | 標準偏差 | 比較  | 有意差 |
|------|------|-------|------|-----|-----|
| A    | 5    | 77.2  | 6.26 | A⇔B | なし  |
| B    | 5    | 76.4  | 7.5  | A⇔C | なし  |
| C    | 11   | 78    | 4.89 | A⇔D | なし  |
| D    | 8    | 76.25 | 5.23 | B⇔C | なし  |
|      |      |       |      | B⇔D | なし  |
|      |      |       |      | C⇔D | なし  |

●年齢

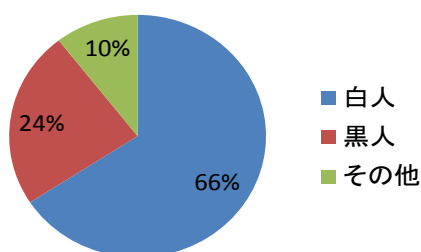
| グループ | データ数 | 平均値   | 標準偏差 | 比較  | 有意差 |
|------|------|-------|------|-----|-----|
| A    | 7    | 26.71 | 4.64 | A⇔B | なし  |
| B    | 8    | 23.87 | 3.09 | A⇔C | なし  |
| C    | 13   | 25.76 | 2.52 | A⇔D | なし  |
| D    | 10   | 25.2  | 3.52 | B⇔C | なし  |
|      |      |       |      | B⇔D | なし  |
|      |      |       |      | C⇔D | なし  |

図 8.20: 身体的特徴の比較 2（男性選手）

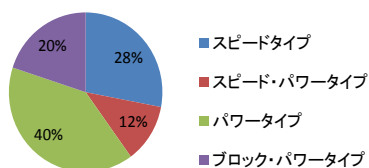
次に年齢で比較すると統計的有意差はないもののスピードパワータイプ (B) の選手の平均年齢が他の選手よりも低いことが分かる (図 8.19)。こうした跳躍タイプの選手は他の跳躍タイプの選手に比べて選手寿命が短いことが予想される。

人種という切り口で選手を分析した結果を図 8.21 に表す。ただしここで扱っている人種とは肌の色のみで私が主観的に判断したものである。肌の色による人種の分類に遺伝学的根拠は無いため、本来は不適切な分析であり情報の解釈には注意してほしい。ここではあくまで参考情報として紹介する。

### 総数に占める人種の割合



#### 白人選手の跳躍タイプ比率



#### 黒人選手の跳躍タイプ比率

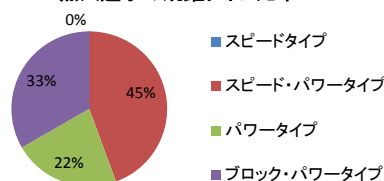


図 8.21: 人種による比較 (男性選手)

高跳びは伝統的にロシア系とアメリカ系の選手が強いため、世界のトップリストに入る選手の多くは白人である。また、黒人選手は伝統的にダブルアームを用いる選手が多く、スピードタイプのシングルアームの選手を見かけることは稀である。白人選手はシングルアーム、ダブルアームとも相当数見られ、黒人に比べれば跳躍タイプのバリエーションも多いなどの特徴が見られる。

## 8.2 スピードタイプの跳躍分析

スピードタイプの選手は以下のような特徴を持っている。

スピードタイプの跳躍選手の特徴

- シングルアームである
- 大きな内傾動作を行う (図 8.6)
- 比較的速い助走速度で走る (図 8.7)
- 比較的小さな振り上げ脚の動作を行う (図 8.8)

ここではスピードタイプの選手の跳躍技術を紹介する。

### 8.2.1 典型的なスピードタイプ選手

最も典型的なスピードタイプの選手としては *JesseWilliams* 選手が挙げられる。

*JesseWilliams* 選手の 2013 年現在の自己ベストは 237 であり、2011 年の世界選手権で優勝した選手である。身長が 183cm で体重 70kg と比較的小柄な選手である。



図 8.22: *JesseWilliams* 選手の跳躍動作

連続写真は 2011 年の世界選手権で優勝を決めた 235 の跳躍である。

*JesseWilliams* 選手は腕を前後に大きく振りながら直線助走で加速し、踏み切り動作の直前で大きな内傾姿勢を作ることの特徴としている。助走速度をなるべく速くするために助走全体を直線的な構成にしていることが伺える。こうした小回りの利く素早い動作の切り替えは長身選手には難しく、比較的小柄な選手が用いることの多い特徴的な動作といえる。

踏み切り動作ではシングルアームで踏み切姿勢を作り，続いてブロック姿勢を作り，上昇体勢に移行する。 *JesseWilliams* 選手は速い助走速度で踏み切り動作に移行しているにも関わらず上昇角度が大きい跳躍をしている。強い体幹筋力を利用したしっかりしたブロック動作が実現されている。

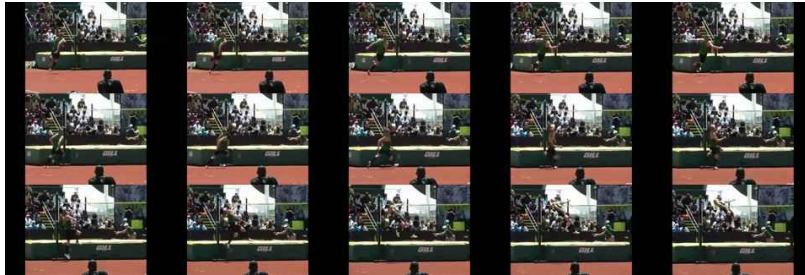


図 8.23: *JesseWilliams* 選手の振り上げ脚動作

別角度から見た連続写真（237の自己ベスト成功時）ではブロック動作で振り上げ脚を小さくコンパクトに使い，体幹の力のみで助走速度を止めているように見える。コンパクトな振り上げ脚動作にすることで踏み切り直前の助走速度の減速を最小限に抑え，踏み切り動作に移行していることが分かる。

クリアランス動作を見ると，遠い踏み切り位置から幅のある跳躍を行っている。肩がバーを越えたとリードしていた腕をタイミングよく下げて，同時に両膝を曲げることでうまく腰を浮かせている。特にクリアランス中の膝動作は他の選手に比べて秀逸といえる。

## 8.2.2 スピードタイプの上位選手

スピードタイプの上位選手としては *BohdanBondarenko* 選手が挙げられる。*BohdanBondarenko* 選手の 2013 年現在の自己ベストは 241 であり、この記録は世界歴代 3 位タイの記録となる。*BohdanBondarenko* 選手は 2013 年の世界選手権で優勝しており、身長が 197cm で体重 80kg と大柄な選手である。

*BohdanBondarenko* 選手の助走を見ると 197 と長身の選手でありながら、短身の日本人選手のようにコンパクトでスピーディーな助走を行い、シングルアームで踏み切り動作を行っている。

ランニング中の腕振りや足捌きは非常にコンパクトで、スピードロスに繋がる無駄な動きがない。内傾動作は特徴的であり、曲線助走の開始時点から徐々に内傾動作を開始し、踏み切り動作に近づくにつれ更に助走を加速させ内傾動作を深く取っている。

こうした動作を手足が長い大柄な欧米選手が行うことは革新的なことであり、「欧米人のような大柄な体格の選手が日本人のような細やかな動きで跳躍できれば、きっとすごい記録が出せるだろう」と多くの日本人選手が考えてきた動きを見事に体現している。

体が大きな選手は四肢の慣性モーメントが大きくなるため、体が小さな選手が行うようなスピーディーでコンパクトな動きを行うことは難しい。高い身体能力と走力を持っているからこそ *BohdanBondarenko* 選手はこうした動きができるのだろう。

通常、こうした動きをすると踏み切り姿勢で後傾姿勢を作りきれずにうまく踏み切り動作ができないことが多い。しかし、*BohdanBondarenko* 選手の場合は踏み切り動作手前の数歩で深い内傾動作を後傾動作にうまく切り替えて、低い踏み切り姿勢を作っている。このあたりの内傾動作を後傾動作に滑らかに切り替える技術も素晴らしい。



図 8.24: *BohdanBondarenko* 選手の助走



*BohdanBondarenko* 選手は極めて速い助走速度まま踏み切り動作に移行している。振り上げ脚は弱く使い、それほど強いブロック姿勢は作らずに、速い助走速度を生かして流れるような上昇姿勢でクリアランス動作に移行している。この辺りの踏み切り動作の技術は同じスピードタイプの跳躍選手である *JesseWilliams* 選手とは大きく異なっている。

弱いブロック姿勢には空中での回転不足を招く弊害もあるため、クリアランス動作そのものは他の選手と比べても平凡なものとなっている。しかし、クリアランス動作のロス以上に踏み切り動作で得られる体の上昇力が大きい。



図 8.25: *BohdanBondarenko* 選手の振り上げ脚動作

クリアランス動作では踏み切り動作での回転力不足を補うため、苦しいながらもリードしていた腕をタイミングよく下げて腰を浮かせる動作を作っている。

細かくチェックすれば跳躍動作全体に様々な工夫が見られ、「ジュニア」「ユニバーシアード」「シニア」と各世代で活躍してきた老練な選手の技術力の高さを随所に伺うことができる。



図 8.26: *BohdanBondarenko* 選手のクリアランス動作

## 8.3 スピード・パワータイプの跳躍分析

スピード・パワータイプの選手は以下の特徴を持っている。

スピード・パワータイプの選手の特徴

- ダブルアームである
- 踏み切り位置が遠い (図 8.9)
- 土踏まずから足を接地する (図 8.10)
- パワータイプの中では助走速度が速い (図 8.11)
- あまり内傾動作を行わない (図 8.12)

ここではスピード・パワータイプの選手の跳躍技術を紹介する。

### 8.3.1 典型的なスピード・パワータイプ選手

最も典型的なスピード・パワータイプの選手としては *AlekseyDmitrik* 選手が挙げられる。

*AlekseyDmitrik* 選手の 2013 年現在の自己ベストは 236 であり、2011 年の世界選手権で 2 位となっている。身長が 185cm で体重 78kg と比較的小柄な跳躍選手である。

私 (身長 187cm, 体重 72kg) と似たような体格の選手で、私の目指した「スピード・パワータイプの理想形」の動作を実現している選手である。

*AlekseyDmitrik* 選手の最も大きな特徴はダブルアームでありながら、非常に直線的で速い助走を行っている点にある。また、踏み切り位置は極めて遠い。



図 8.27: AlekseyDmitrik 選手の助走

助走では内傾動作を行わずにほぼ通常のランニング動作に近い形で思いっきりスピードを上げて直線的に助走している。

踏み切り動作では踏み切り 2 歩手前の左足が着地する前後で両腕を体の前でクロスさせ、踏み切り 1 歩前の右足が着地する前後で両腕をコンパクトに後ろに引き、両腕を引き上げながら左足で踏み切っている。一連の動作は非常にスムーズで素早い。

助走速度をうまく活用するため、バーに対して直角方向に近い直線的な角度で踏み切り動作を行っている。助走速度がどうしても落ちてしまう曲線助走を省くことで、極めて速い助走のまま全く減速することなく踏み切り動作に移行している。このため、ダブルアームでありながら踏み切り動作直前の助走の減速がない。

また、バーに対して直線的な侵入角度で踏み切ること、踏み切り動作での足首への外反力が小さくなっている。このため速い助走速度のまま足首に強い負荷をかけて踏み切ることができている。



図 8.28: *AlekseyDmitrik* 選手の踏み切り動作

踏み切り動作では、短い時間でタイミングよく振り上げ脚をバーと逆側に強く回して振り上げている。これによって強いヨー回転（バーに背中を向ける回転）を作り出している。

遠くで踏み切ることによってバーまでの到達時間が長くなり、振り上げ脚動作によって強いヨー回転を作り出すことで、バーに対して直角方向に近い角度で踏み切り動作を行っているにも関わらず、難なくクリアランス動作に移行している。

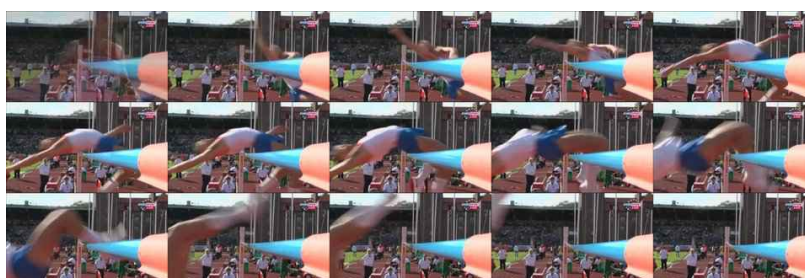


図 8.29: *AlekseyDmitrik* 選手のクリアランス動作

クリアランス動作では、踏み切り足側の手を空中で胸の前にうまく畳み、バーを越えるタイミングで勢いよく下に下げることでうまく腰を浮かせている。まさにスピード・パワータイプの選手のお手本のようなクリアランス動作を行っている。

### 8.3.2 スピード・パワータイプの上位選手

スピードタイプの上位選手としては *MutazEssaBarshim* 選手が挙げられる。

*MutazEssaBarshim* 選手の 2013 年現在の自己ベストは 240 であり、この記録は世界歴代 5 位タイの記録となる。2010 年の世界ジュニアの優勝選手であり、2012 年のロンドンオリンピックでは銅メダルを獲得している。身長は 189cm で体重 65kg と長身で身軽な選手である。



図 8.30: *MutazEssaBarshim* 選手の助走

助走は長い補助助走と短い本助走を組み合わせた個性的な助走であり、実質的な助走は 10 歩程度と短い助走をしている。踏み切り動作での体幹の後傾が少なく、振り上げ脚をタイミングよく使って、強い踏み切り動作を行っている。

もともと体のバネを生かした跳躍が持ち味の選手であり、わずかな後傾、小さい膝の屈曲角度、体重を乗せるときの腰関節の姿勢、振り上げ脚の角度などが安定しており、再現性の高い跳躍をしている。

曲線助走は全体的に内傾姿勢が弱く、踏み切り動作でも後傾姿勢が弱い。ほぼランニング動作に近い直線的な曲線助走を行っている。このため、短い助走でリラックスして走っているにも関わらず助走速度は速い。



図 8.31: *MutazEssaBarshim* 選手の踏み切り動作

踏み切り動作では軸の作り方，体重移動，動作タイミングの合わせ方に天才的なものを感じる。内傾，後傾動作が小さい分，踏み切り動作では体重を乗せた真っ直ぐな軸を短時間で作ることができており助走速度の減速は最小限に抑えられている。このため短い踏み切り時間でタイミングよく地面に力を伝えることができている。体がポーンと上に浮いている。

通常はこうした踏み切り動作を行うと足首に強い負荷がかかり，踏み切り動作で潰れてしまう選手が多いが *MutazEssaBarshim* 選手の場合は持前のパネの強さ（関節の強さ）と，体重の軽さ（衝撃の軽減）によって，この独特の踏み切り動作を成立させている。

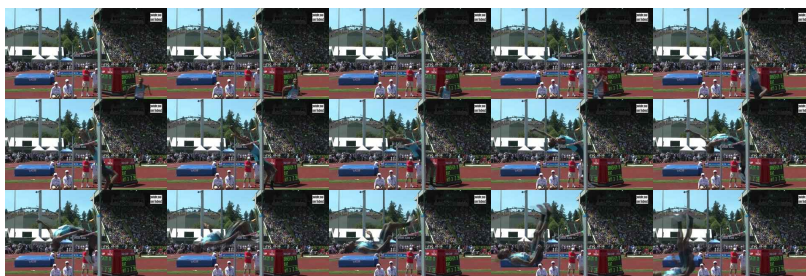


図 8.32: *MutazEssaBarshim* 選手のクリアランス動作

通常は後傾不足で踏み切り動作に移れば空中で回転力不足になりクリアランス動作に失敗する。しかし，*MutazEssaBarshim* 選手の場合はクリアランス動作で大きく頭を下げて膝を曲げることで体の慣性モーメントを小さくし，体をうまく回転させてクリアランスを行っている。クリアランス動作の技術が非常に高い選手と言えるだろう。

ジュニア時代から助走が不安定であったが，2013 年は比較的安定した助走を行うことができ飛躍の年となった。今後は補助助走も含めた助走全体の完成度を上げれば，世界記録も狙える選手になるだろう。

### 8.3.3 著者の跳躍

私はスピード・パワータイプ、パワータイプ、ブロック・パワータイプのそれぞれの良い部分を合成した跳躍を目指している。どちらかと言えばスピード・パワータイプに分類される跳躍選手と言える。

助走はスピード・パワータイプの選手のように高速ダブルアームで速い助走を行っている。踏み切り動作の前に内傾動作はしっかり行い、ブロック・パワータイプのように比較的近い踏み切り位置でしっかりした上昇姿勢を作り、空中ではパワータイプの選手のように大きく反ったクリアランスを行うハイブリッド型の選手である。

ここでは自己ベストとなる 225 に成功した跳躍の技術について紹介する。



図 8.33: 著者の助走

助走動作は全体的に直線的で曲線助走部分でも助走速度をがんがん上げている。踏み切り動作の直前にやや外に膨らんだ助走を行うことで素早く内傾姿勢を作っている。このとき、頭をやや後方に残して足を時計回りに円を描いて先に進める感覚で助走している。こうすることで内傾動作から後傾動作へ滑らかに移行することができる。

アームアクションは踏み切り 2 歩手前の右足が着地する前後で両腕を体の前でクロスさせ、踏み切り 1 歩前の左足が着地する前後で両腕をコンパクトに後ろに引き、両腕を引き上げながら右足で踏み切っている。踏み切り動作の前準備が長いダブルアームアクションになっているが、こうすることで速い助走でも窮屈さを感じることなく素早いアームアクションができるようになる。

こうした一連の踏み切り動作は高校時代に徹底的に練習しており、助走の減速が少なく、非常にスムーズに行えている。



図 8.34: 著者の踏み切り動作

踏み切り動作では 225 という高さの割には比較的近い位置で踏み切っている。高校時代に「止めて上がる」という動作を徹底的に練習していたこともあり、このくらい近い踏み切り位置でも違和感無く上昇姿勢を作ることができる。ただし、こうした踏み切り動作は足関節への負荷も高く、度々足首の故障に悩まされていた。

踏み切り動作では脚や腕を助走速度を止める方向へタイミングよく動かすことで強いブロック姿勢を作っている。こうした技術はブロック・パワータイプの跳躍選手の一部に見られる特徴的な踏み切り技術である。



図 8.35: 著者のクリアランス動作

また、比較的大きな内傾動作からそのまま後傾動作を作って踏み切っており、空中での回転力に余力があるためクリアランス動作では大きく反ることができている。

上昇姿勢では体を伸ばし慣性モーメントを大きくすることで体をゆっくり回転させ、バーを通過すると一気に体を反って慣性モーメントを小さくすることで体を素早く回転させバーを通過している。このため「上昇姿勢→クリアランス」のメリハリがはっきりしており、クリアランスでもよく反れている。

空中動作では踏み切り足側の手を空中で胸の前にうまく畳み、バーを越えるタイミングで勢いよく下に下げることでうまく腰を浮かせている。こうした動作は大学時代に徹底して練習してきたこともあり非常にうまい。

全体としては自分の目指していた跳躍動作ができているが、世界の一流選手と比べれば個々の技術の完成度はまだまだ低いと感じる。また、世界の一流選手と比べれば基礎体力（走力、筋力、柔軟性など）が低く、体力面でも改善すべき点は多いように感じる。



## 8.4 パワータイプの跳躍分析

パワータイプの選手は以下の特徴を持っている。

パワータイプの選手の特徴

- ダブルアームである
- 踵から足を接地する (図 8.13)
- クリアランス動作の反りが大きい (図 8.14)
- 比較的大きな振り上げ脚の動作を行う (図 8.15)

ここではパワータイプの選手の跳躍技術を紹介する。

### 8.4.1 典型的なパワータイプ選手

最も典型的なパワータイプの選手としては *Sergey Mudrov* 選手が挙げられる。

*Sergey Mudrov* 選手の 2013 年現在の自己ベストは屋外が 231, 室内が 235 であり, 2013 年のユニバーシアードでは 1 位となっている若手の注目選手である。身長が 190cm で体重 79kg と高跳び選手としては平均的な体格の選手である。



図 8.36: *Sergey Mudrov* 選手の助走

助走は全体的に平凡な印象を受ける。比較的高速の助走スピードから徐々に内傾動作を作り, 踏み切り動作まで内傾姿勢をうまくコントロールしている。

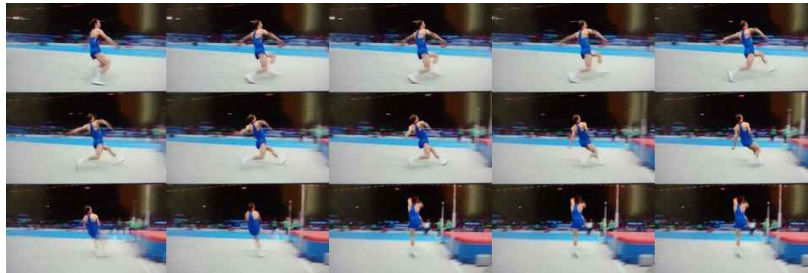


図 8.37: *SergeyMudrov* 選手の踏み切り動作

*SergeyMudrov* 選手の最も大きな特徴はダイナミックな踏み切り動作といえる。

踏み切り動作では踵から地面に接地し、膝の屈曲の大きい、接地時間の長い踏み切り動作を行っている。踏み切り動作直前には大きな内傾動作で重心を低く落としている。比較的長い踏み切り時間の間に脚力の強さを生かして重心を垂直移動させながら地面に大きな力を伝えている。こうした踏み切り動作はパワータイプの選手によく見られる。

踏み切り動作ではダイナミックな振り上げ脚動作で強いヨー回転を作りながら、背中をバーに向けている。踏み切り動作後半で振り上げ脚を大きく使うことで更に強い力を地面に加えている様子が伺える。

十分な後傾姿勢と内傾姿勢によって強いピッチ、ロール回転が生まれ、振り上げ脚を使ってヨー回転を生み出すことで、クリアランス動作に必要な回転力をうまく作り出している。

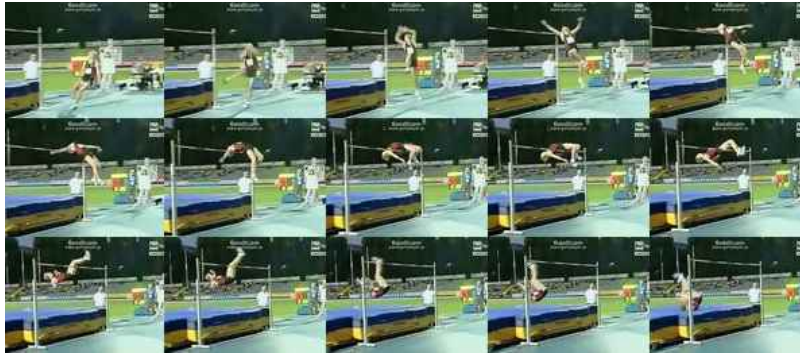


図 8.38: *SergeyMudrov* 選手のクリアランス動作

踏み切り動作後は両腕を開きながらクリアランス動作に移り、バーを越えるタイミングで両腕を下げ両膝を曲げることで腰を大きく浮かせている。また、バーを完全に超えた後は顎を持ち上げ、腕を上げ、膝を伸ばすことで、抜き脚がバーに当たらないようにうまく動かしている。

踏み切り動作で十分な上昇力と回転力が得られているため、クリアランス動作では余裕を持って体をコントロールできていると言える。

#### 8.4.2 パワータイプの上位選手

パワータイプの上位選手としては *IvanUkhov* 選手が挙げられる。

*IvanUkhov* 選手の 2013 年現在の自己ベストは屋外が 239, 室内が 240 でありこの記録は世界歴代 5 位タイの記録となる。2010 年の世界室内で優勝, 2012 年のロンドンオリンピックで優勝している。身長が 192cm で体重 83kg と大柄でがっしりした体格の跳躍選手である。



図 8.39: *IvanUkhov* 選手の助走

連続写真は 2009 年に 240 の跳躍に成功したときの跳躍である。助走では大きなストライドで跳ねるように加速し、踏み切り動作まで徐々に助走速度を上げている。曲線助走では体を大きく内傾させ、ストライドも大きくすることで、かなり重心の低い助走を行っている。大きな内傾、大きなストライドにも関わらず曲線助走では速度が減速しておらず、下半身の強い筋力を助走から感じることができる。

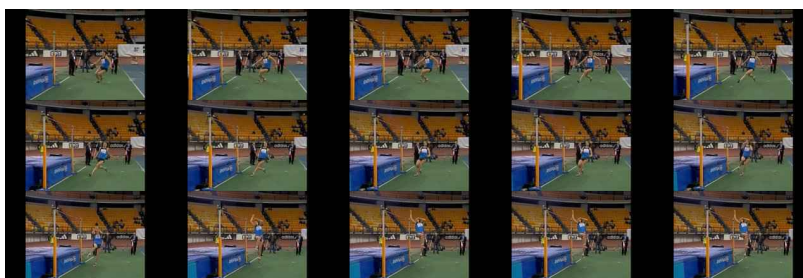


図 8.40: *IvanUkhov* 選手の踏み切り動作

踏み切り動作はしっかりと踵から地面に接地し、振り上げ脚を大きく使って急ブレーキをかけるような強いブロック動作を行っている。このため跳躍角が大きく、真上に跳び上がるような上昇姿勢が作られている。こうした上昇姿勢の作り方は全選手中突出した技術の高さを持っており、高い身体能力

によって力強い踏み切り動作が実現されている。

踏み切り動作では大きく下げた重心位置から、比較的長い踏み切り時間の間に脚力の強さを生かして重心を垂直移動させ、地面に大きな力を伝えている。パワータイプの選手によく見られる典型的な踏み切り動作であるといえる。

これだけの力強い踏み切り動作を行っているにも関わらず、*IvanUkhov* 選手は踵にピンのついていないランニングスパイクで跳ぶことを好んでいる。「シューズのグリップ感を使って踵接地している」と本人はメディアの取材で答えており、雨天の屋外試合を苦手としている。

また、室内大会を得意としており、2012年まではなかなか屋外シーズンで活躍することができなかった選手である。



図 8.41: *IvanUkhov* 選手のクリアランス動作

クリアランス動作では踏み切り動作で持ち上げた振り上げ脚をそのまま空中でキープしクリアランス動作に移り、バーを越えるタイミングで頭を素早く下げ両膝を曲げることで腰を大きく浮かせている。また、バーを完全に超えた後は顎を素早く持ち上げ、膝を伸ばすことで、抜き脚がバーに当たらないようにうまく動かしている。

クリアランス動作は主に体幹部の反り・返しの動きが主導しており、腕や脚を器用に動かすような小細工を使わない、シンプルなクリアランス動作である。

技巧派ジャンパーではないが、シンプルで素朴な跳躍スタイルからは跳躍選手としての地の強さが感じられる。助走・踏み切り・クリアランスの基本動作がしっかりできていて、選手としての基礎体力の高い点が *IvanUkhov* 選手の 240 という高い記録の源泉となっている。

## 8.5 ブロック・パワータイプの跳躍分析

ブロック・パワータイプの選手は以下の特徴を持っている。

ブロック・パワータイプの選手の特徴

- ダブルアームである
- 踏み切り位置が近く強烈なブロック動作で上昇姿勢を作る
- クリアランスであまり反らない
- 助走速度が遅い

ここではブロック・パワータイプの選手の跳躍技術を紹介する。

### 8.5.1 典型的なブロック・パワータイプ選手

最も典型的なブロック・パワータイプの選手としては *TomParsons* 選手が挙げられる。

*TomParsons* 選手の 2013 年現在の自己ベストは屋外が 230 であり、室内が 231 である。2008 年の北京オリンピックで 8 位になっているが、その他の国際大会での目立った成績はない。身長は 192cm で体重 78kg と平均的な体格の選手である。



図 8.42: *TomParsons* 選手の助走

助走はリラックスした一定リズムの助走をしており、曲線助走から徐々に内傾して踏み切り動作に移行している。助走はそれほど速くはなく、助走速度の割にはやや大きい内傾姿勢を取っている。

ブロック・パワータイプの選手は踏み切り動作のタイミング取りを重要視して、リラックスした余裕のある助走を行う選手が多い。このため、全体的に助走速度が遅い選手が多い。



図 8.43: *TomParsons* 選手の踏み切り動作

*TomParsons* 選手の場合は曲線助走から浅い後傾姿勢を取り、素早く軸を作って踏み切り動作に移行している。リラックスした助走で助走速度をコントロールしているため、一連の動きは非常にスムーズで無駄な動きがない。踏み切り動作で軸がうまく作れているため、起こし回転による上昇姿勢をうまく作れており、真上にポーンと浮く跳躍が作られている。こうした起こし回転を利用した一連の踏み切り動作技術のレベルは非常に高い。

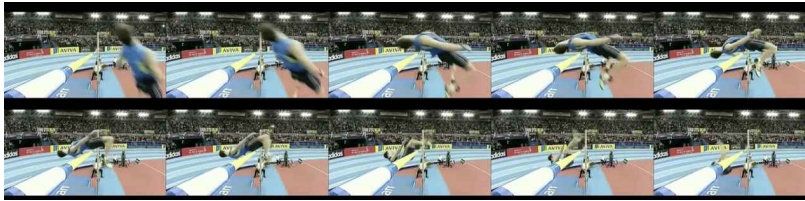


図 8.44: *TomParsons* 選手のクリアランス動作

ただし、後傾姿勢が小さく真上に跳び上がるような跳躍を行っているため、クリアランス動作では空中での回転力が不足してしまっている。このため、空中では体がゆっくり回転しており、クリアランス動作での反りも小さい。こうしたクリアランス動作はブロック・パワータイプの選手に多い。

### 8.5.2 ブロック・パワータイプの上位選手

ブロック・パワータイプの上位選手としては *KonstadinosBaniotis* 選手が挙げられる。

*KonstadinosBaniotis* 選手の2013年現在の自己ベストは234である。2012年の世界室内で4位になっているが、その他の国際大会での目立った成績はない。身長は200cmで体重81kgと比較的大柄な体格の選手である。



図 8.45: *KonstadinosBaniotis* 選手の助走

*KonstadinosBaniotis* 選手の助走歩数は8歩と短く、助走速度も遅い。リラックスした大きなストライドの動きで、大きな内傾動作を行い、重心を低く落とした助走を行っている。

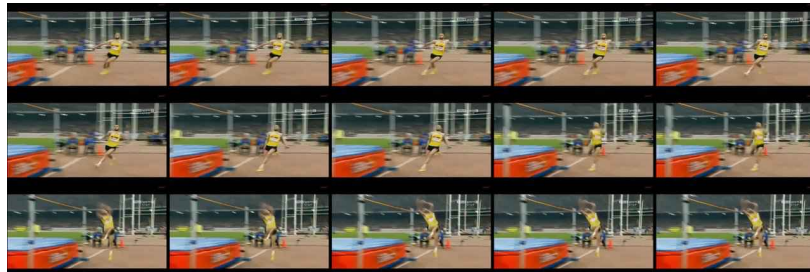


図 8.46: *KonstadinosBaniotis* 選手の踏み切り動作

踏み切り動作では浅い後傾姿勢から素早く軸を作って踏み切り動作に移行している。また、助走速度が遅い割には比較的早い位置で踏み切っていることが分かる。

*KonstadinosBaniotis* 選手は踏み切ってからすぐに上半身をバーに傾け、全体的に流れた跳躍動作を行っている。ブロック・パワータイプの選手は上昇姿勢をキープし、クリアランス動作に移る選手が多いが、*KonstadinosBaniotis* 選手のような上昇姿勢を作る選手は珍しい。



普通はこうした踏み切り動作を行うと上昇力がうまく得られず失敗跳躍になってしまうが、跳躍が流れ過ぎないように絶妙のバランス感覚で体をコントロールしているのだろう。こうした動作ができるのは、比較的遅い助走と踏み切り動作を行うことで、体を十分にコントロールする余裕があるためと考えられる。

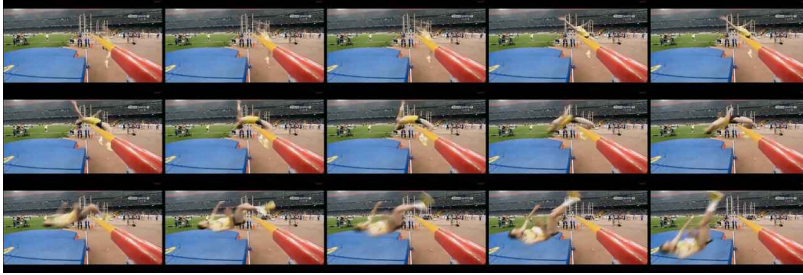


図 8.47: *KonstadinosBaniotis* 選手のクリアランス動作

*KonstadinosBaniotis* 選手は助走が遅く、後傾姿勢も浅いため、空中での回転力が弱くなりクリアランス動作は難易度が高いものとなる。しかし、クリアランス動作で踏み切り直後に上半身をバー側に傾けて体をロール回転させることで、回転に余裕を生み出し、うまくクリアランス動作に繋げている。

バーに近づくと両腕を広げて上半身を下げ、うまく腰を浮かせている。この一連の動作は非常にスムーズで上手い。

## 8.6 男性選手の跳躍技術

ここでは男性選手の個々の跳躍技術について詳細に分析する。

### 8.6.1 内傾動作の分析

内傾動作には大きく分けて2種類のタイプが存在する

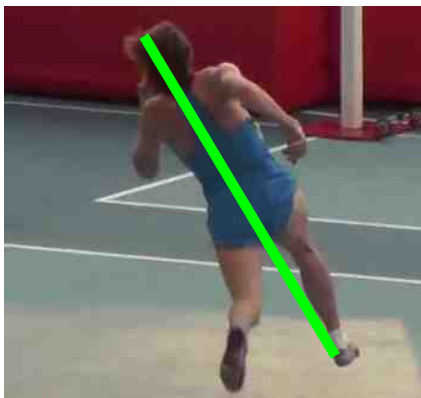
- 体を一直線に傾けて行う内傾動作 (*TYPE1* 型)
- 体幹部はあまり内傾させずに下半身で体を内傾させる内傾動作 (*TYPE2* 型)
- *TYPE1* 型の内傾動作はパワータイプやスピードタイプの選手に多い
- *TYPE2* 型も内傾動作はスピード・パワータイプの選手に多い
- *TYPE2* 型の選手のほうが、*TYPE1* 型の選手よりも相対的に助走速度が速い

内傾動作には大きく分けて2種類のタイプが存在する。体を一直線に傾けて行う内傾動作（以下 *TYPE1* と呼ぶ）と、体幹部はあまり内傾させずに下半身を外に振って体を内傾させる内傾動作（以下 *TYPE2* と呼ぶ）である。

TYPE1の内傾動作は重心を下げて安定した助走ができるが、あまり大きく内傾しすぎると曲線助走の減速が大きくなり、助走速度が落ちやすいなどのデメリットがある。

TYPE2の内傾動作は踏み切り動作の直前まで直線的な助走を行えるため助走速度は上げやすいが、踏み切り動作における体のコントロールは難しくなるなどのデメリットがある。

どちらの内傾動作もメリットとデメリットがあり、選手は自分にあった内傾動作のスタイルを選択するとよい。



体ごと一直線に傾ける  
TYPE1型の内傾動作



体幹部はあまり内傾させずに  
下半身を外に振って体を内傾させる  
TYPE2型の内傾動作

図 8.48: TYPE 別の内傾動作

今回分析対象となった38名のうち、*TYPE1*型の内傾動作の大中小、*TYPE2*型の内傾動作の大中小の人数を調べた結果を図8.49に示す。*TYPE1*型は25名であり、*TYPE2*型13名よりも多いことが分かる。

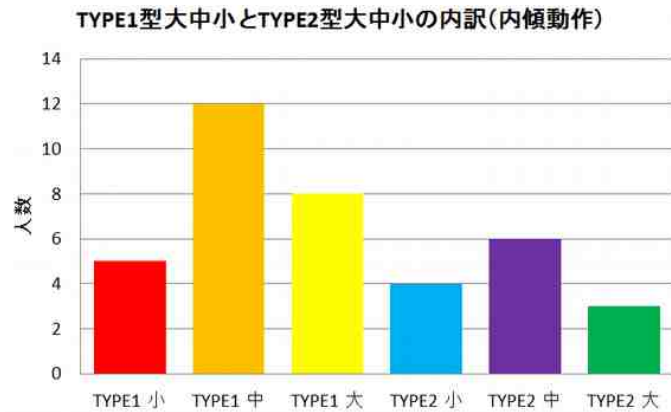


図 8.49: *TYPE* 別の内傾動作の内訳

これを跳躍タイプ別で分類すると図8.50のようになる。*TYPE1*型の内傾動作は、内傾動作を使って低く重心を下げようとするパワータイプやスピードタイプの選手に多い。また、*TYPE2*型の内傾動作は、なるべく直線的な助走を行い、踏み切り動作の直前で内傾姿勢をとるスピード・パワータイプの選手に多いことが分かる。

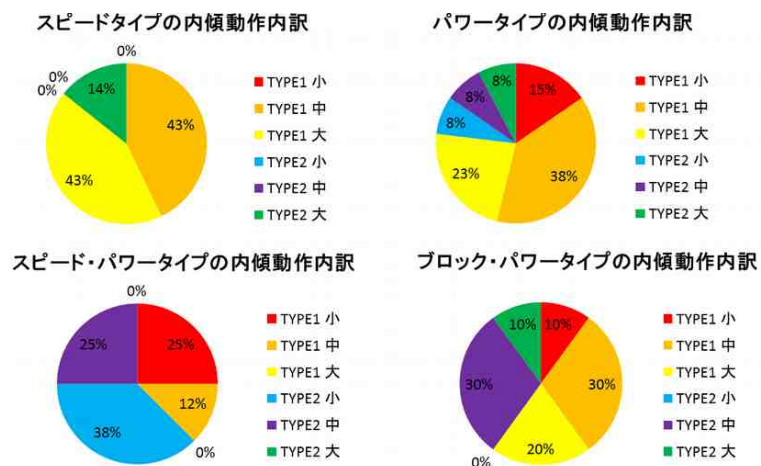


図 8.50: 跳躍タイプ別の内傾動作

内傾動作の *TYPE* と助走速度の関係を図 8.51 に示す。分析には跳躍技術の分類で行ったクラスター分析のデータを利用している。

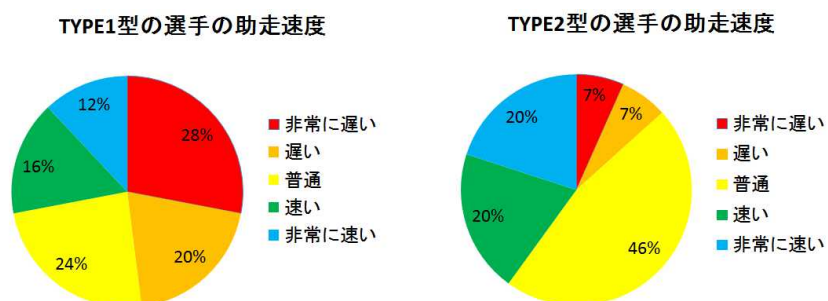


図 8.51: 内傾動作と助走速度

やはり、踏み切り動作の直前まで直線的な助走を行うことのできる *TYPE2* 型のほうが、*TYPE1* 型よりも相対的に助走速度が速い選手が多いことが分かる。

## 8.6.2 後傾・踏み切り動作の分析

後傾動作には大きく分けて2種類のタイプが存在する

- 体を一直線に後傾させる後傾動作 (TYPE1 型)
- 体幹部は後傾させずに下半身のストライドで後傾姿勢を作る後傾動作 (TYPE2 型)
- TYPE1 型の後傾動作はパワータイプの選手に多い
- TYPE2 型はパワータイプ以外の跳躍タイプの選手が多い
- TYPE1 型の選手のほうがクリアランス中の反りが大きい

後傾動作にも大きく分けて2種類のタイプが存在する。体を一直線に後傾させる後傾動作 (以下 TYPE1 と呼ぶ) と、体幹部はあまり後傾させずに下半身のストライドで後傾姿勢を作る後傾動作 (以下 TYPE2 と呼ぶ) である。

TYPE1 の後傾動作は低い重心位置から、重心を垂直方向に長い時間動かすことで力積を稼ぎ、地面に大きな力を伝えやすい。また、大きな後傾姿勢を作りやすい。ただし、ランニングフォームを大きく崩した姿勢から踏み切り動作を行う必要があるため、踏み切り動作で助走が減速しやすい。

TYPE2 の後傾動作はランニングフォームに近い姿勢から踏み切り動作を行えるので TYPE1 の後傾姿勢に比べれば踏み切り動作での助走の減速が少ない。ただし、大きな後傾姿勢を作りにくいいため、踏み切り動作で重心位置を低くすることが難しい。また、膝が曲がった接地姿勢になりやすいため、膝屈曲の小さい踏み切り時間の短いプライオメトリクス動作を重視した踏み切り動作を行うことが難しい。

どちらの後傾動作もメリットとデメリットがあり、選手は自分にあった後傾動作のスタイルを選択する必要がある。



体を一直線に傾ける  
TYPE1 型の後傾動作



体幹部はあまり後傾させずに  
下半身のストライドで後傾姿勢を作る  
TYPE2 型の後傾動作

図 8.52: TYPE 別の後傾動作

今回分析対象となった38名のうち、*TYPE1*型の後傾動作と*TYPE2*型の後傾動作の内訳を図8.53に示す。*TYPE2*型は22名であり、*TYPE1*型8名よりも多いことが分かる。(後傾動作を調べる際には、踏み切り動作を真横から撮影した画像が必要となるが、こうした画像が手に入らなかった選手は*TYPE*不明としている)

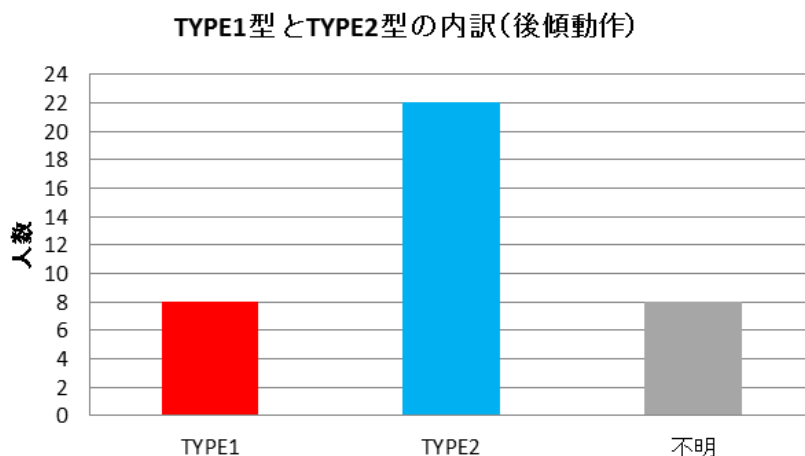


図 8.53: *TYPE* 別の後傾動作の内訳

これを跳躍タイプ別で分類したものを図8.54に示す。*TYPE1*型の後傾動作は、低い重心位置からダイナミックな踏み切り動作を行うパワータイプの選手に多い。また、*TYPE2*型はその他の跳躍タイプの選手で多いことが分かる。

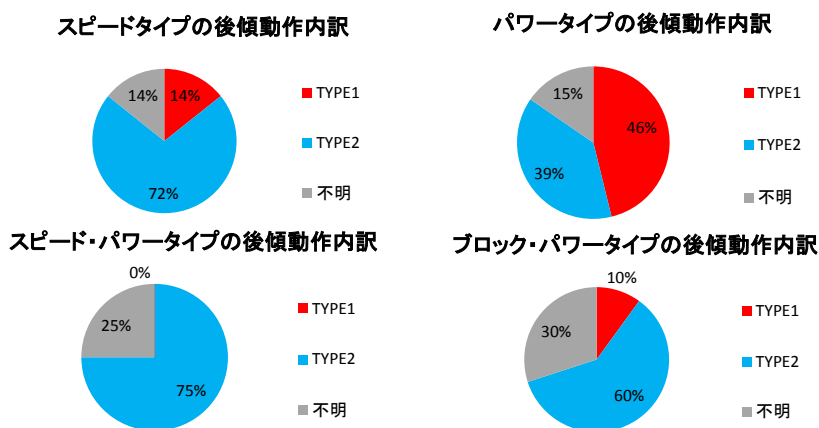


図 8.54: 跳躍タイプ別の後傾動作

後傾動作の *TYPE* とクリアランス動作の関係を以下に示す。分析には跳躍技術の分類で行ったクラスター分析のデータを利用している。

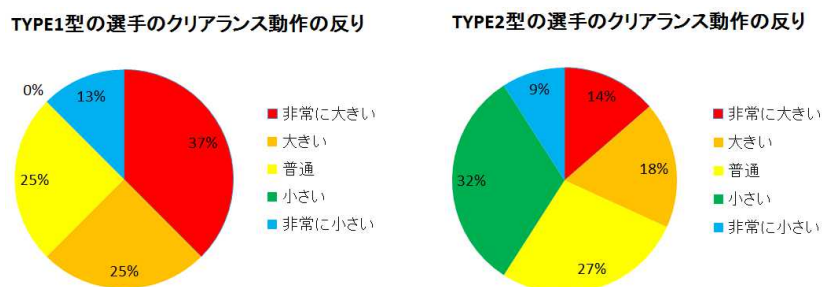


図 8.55: 後傾動作とクリアランス動作

*TYPE1* 型の選手のほうが、*TYPE2* 型の選手よりも相対的にクリアランス動作の反りが大きいことが分かる。*TYPE1* 型の選手は踏み切り動作で大きな後傾姿勢を取る選手が多い。その結果、踏み切り動作中に空中での角運動量を確保しやすくなり、クリアランス動作の反りも大きくなったと推測される。



### 8.6.3 アームアクションの分析

ダブルアーム動作には大きく分けて2種類のタイプが存在する

- ダブルアームアクションの開始タイミングに応じて *TYPE1* 型と *TYPE2* 型に分かれる
- ブロック・パワータイプの跳躍選手は *TYPE1* 型の選手が多い
- *TYPE2* 型の選手のほうが、*TYPE1* 型の選手よりも助走速度が速い

ダブルアーム動作には大きく分けて2種類のタイプが存在する。

踏み切り2歩手前から1歩手前の空中動作で両腕を体の前方に配置し、両腕を後ろに引きながら踏み切り動作を行うダブルアームアクション（以下 *TYPE1* と呼ぶ）と、踏み切り1歩手前で踏み切り足側の腕を前方に、振り上げ脚側の腕を後方に配置し、最後の一步で踏み切り足側の腕を後方に引きながら踏み切り動作を行うダブルアームアクション（以下 *TYPE2* と呼ぶ）である。

*TYPE1* 側のアームアクション（図 8.56）は踏み切り動作のリズムが取りやすく、大きなアームアクションが行えるという特徴がある。このため、踏み切り動作で強い力を地面に伝えやすい。ただし、通常のランニング動作と異なるアームアクションとなるため助走速度が落ちやすく、ピッチの速い助走を行にくい。

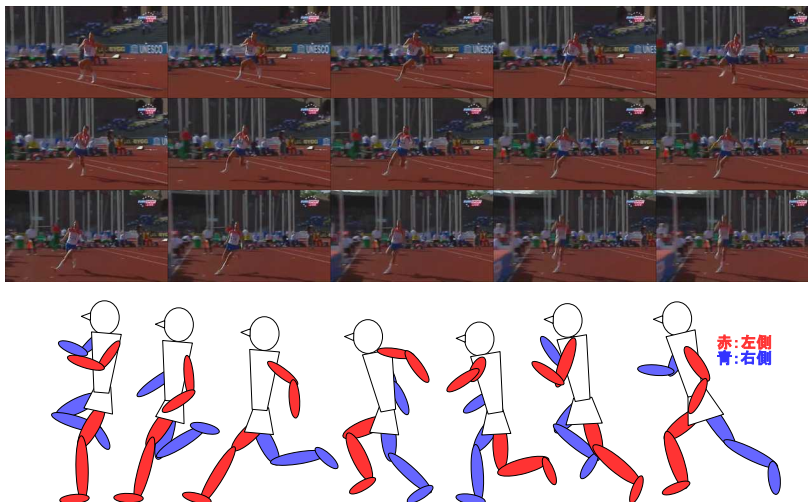


図 8.56: *TYPE1* 型のアームアクション

TYPE2側のアームアクション(図8.57)は踏み切り動作の直前まで通常のランニングと同じアームアクションを行うためTYPE1のアームアクションに比べれば助走が減速しにくい。ただし、大きなアームアクションを取りにくく、踏み切り動作のリズムも取りにくいというデメリットがある。

どちらのアームアクションもメリットとデメリットがあり、選手は自分にあったアームアクションを選択しなければならない。

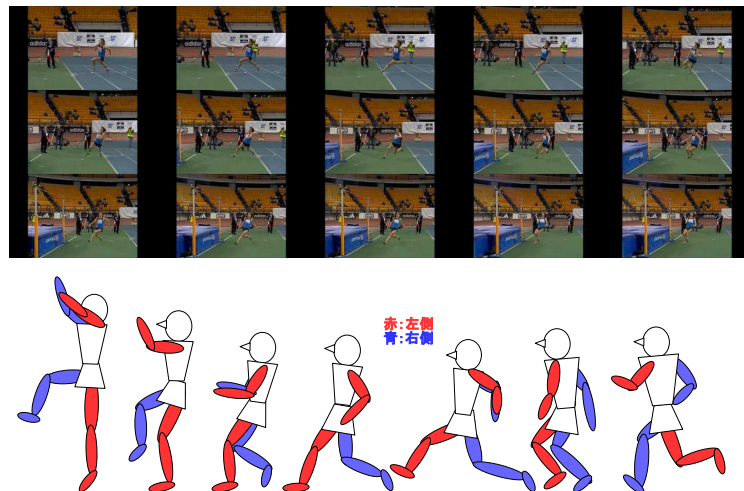


図 8.57: TYPE2 型のアームアクション

今回分析対象となった38名のうち、TYPE1型のダブルアームアクションとTYPE2型のダブルアームアクションの内訳を図8.58に示す。TYPE1型は20名とTYPE2型10名よりも多いことが分かる。

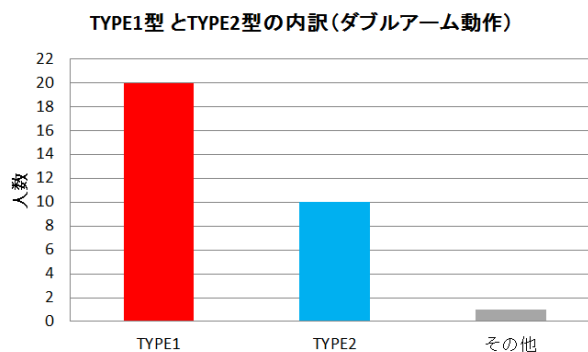


図 8.58: TYPE 別のアームアクションの内訳

アームアクションを跳躍タイプ別で分類すると図 8.59 のようになる。ブロック・パワータイプの跳躍選手は他の跳躍タイプに比べて *TYPE1* 型のダブルアームアクションを行う選手の割合が若干高いことが分かる。ブロック・パワータイプの選手は踏み切り動作のタイミングを重視する選手が多いため、助走のリズムをコントロールしやすい *TYPE1* 型のダブルアームアクションが多くなっていると考えられる。

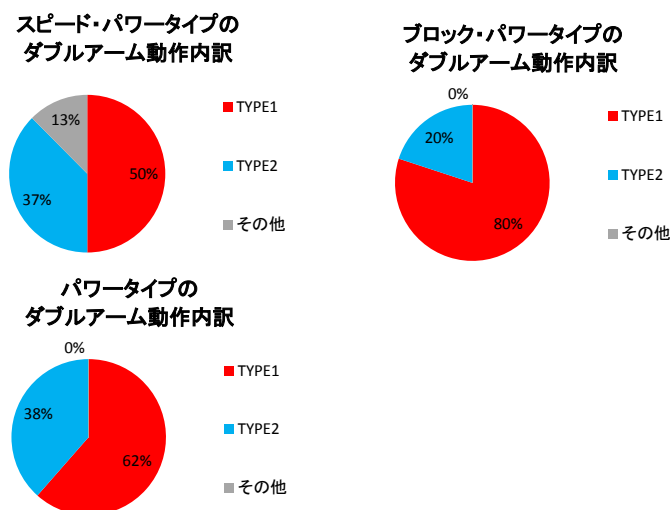


図 8.59: 跳躍タイプ別のアームアクション

アームアクションの *TYPE* と助走速度の関係を図 8.60 に示す。分析には跳躍技術の分類で行ったクラスター分析のデータを利用している。

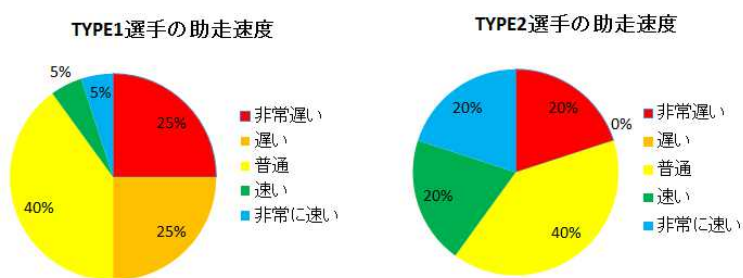


図 8.60: アームアクションと助走速度

やはり、踏み切り動作の直前まで通常のランニングと同じアームアクションを行う *TYPE2* 型のアームアクションの選手のほうが、*TYPE1* 型のアームアクションを行う選手よりも助走速度が速い傾向にある。

#### 8.6.4 クリアランス動作の分析

クリアランス動作には大きく分けて2種類のタイプが存在する

- 踏み切り足側の腕を空中で胸の前にたたんだ姿勢からクリアランス動作を行うタイプ (*TYPE1* 型)
- 両腕を真っ直ぐ上げた姿勢からクリアランス動作を行うタイプ (*TYPE2* 型)
- スピードタイプの跳躍選手は *TYPE1* 型の選手が多い
- パワータイプの跳躍選手は *TYPE2* 型の選手が多い

クリアランス動作には大きく分けて2種類のタイプが存在する。

踏み切り足側の腕を空中で胸の前にたたんだ姿勢からクリアランス動作を行うタイプ（以下 *TYPE1* と呼ぶ）と、両腕を真っ直ぐ上げた姿勢からクリアランス動作を行うタイプ（以下 *TYPE2* と呼ぶ）である（図 8.61）。



踏み切り脚側の腕を空中で胸の前にたたんだ姿勢からクリアランス動作を行う  
*TYPE1* 型のクリアランス動作



両腕を真っ直ぐ上げた姿勢からクリアランス動作を行う  
*TYPE2* 型のクリアランス動作

図 8.61: *TYPE* 別のクリアランス動作

今回分析対象となった38名のうち、*TYPE1*型のダブルアームアクションと*TYPE2*型のダブルアームアクションの内訳を図8.62に示す。*TYPE1*型は28名と*TYPE2*型10名よりも多いことが分かる。

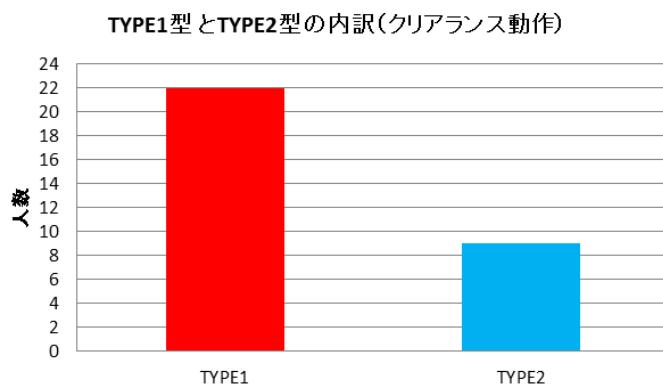


図 8.62: *TYPE* 別のクリアランス動作の内訳

これを跳躍タイプ別で分類すると図 8.63 のようになる。スピードタイプの跳躍選手は他の跳躍タイプに比べて *TYPE1* 型のクリアランス動作を行う選手の割合が高い。また、パワータイプの跳躍選手は他の跳躍タイプに比べて *TYPE2* 型のクリアランス動作を行う選手の割合が高いことが分かる。

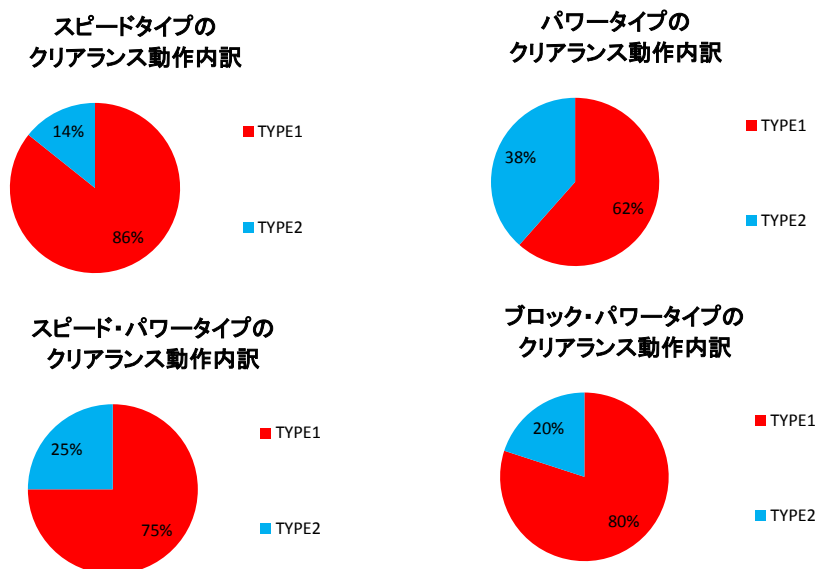


図 8.63: 跳躍タイプ別のクリアランス動作



## 女性選手の跳躍

ここでは女性跳躍選手を幾つかの跳躍タイプに分類し、各タイプから代表的な跳躍選手をピックアップしてその跳躍技術を説明する。

女性跳躍選手の跳躍は男性選手の跳躍に比べて様々なタイプが存在し、その跳躍分析用データも男性選手ほどは多く集まらない。本書作成にあたり映像収集をした際も随分と苦労した。

第9章では第8章と同様の跳躍分析を行っているが統計的なデータ比較ができるほど十分なデータ量を集めることはできなかったため、一部の統計的な比較は省略して編集している。

また、著者である私自身が女性選手の指導経験が乏しいために、男性選手ほど充実した分析内容となっていない点も予め御容赦していただきたい。

読者に「世界の一流選手の跳躍を学んで欲しい」「最新の技術動向に触れて欲しい」という著者の思いから、2013年現在の世界ランカーの跳躍について、改めてその跳躍スタイルの分析を行い、跳躍スタイルの再分類を行なっている。第9章を読むことで選手や指導者が自分の参考になる跳躍技術を見つけて、ますます技の研鑽に励み、自己記録を更新してくれることを期待している。

## 9.1 女性選手の跳躍分類

- 世界ランキング 50 位以内の女性選手 33 名に対して分析を行った
- クラスタ分析で跳躍を分類すると「ダブル・ブロックタイプ」「ダブル・パワータイプ」「ダブル・スピードタイプ」, 「シングル・パワータイプ」「シングル・スピードタイプ」, 「ランニングタイプ」の跳躍タイプに分類できた。

2013 年の IAAF トップリストでランキング 50 位位内に入っている選手 (60 名) を調査対象に各選手の跳躍動作の分析を行なった [75]。

調査では対象となった選手の跳躍フォームを撮影した動画映像や連続写真をインターネットで収集し分析を行なった。なお動画映像や写真についてはまずは 2013 年に公開されたものを中心に収集し、2013 年のデータが収集できない選手についてはなるべく直近の試合で好記録を出した試合のデータを収集するようにした。

この結果、限定的なアングルのみの映像しか集まらず、十分な情報収集ができなかった選手 27 名が調査対象から外れ、最終的に 33 名の選手を調査することにした。調査結果を図 9.1 に示す。

なお男性選手の跳躍分析で分析対象としていた「助走歩数」は選手ごとの十分なデータを得られなかったことと、女性選手は助走開始地点が曖昧な助走をする選手が多いことから分析対象から外している。

| ラン<br>キング | 記録  | 名前                         | アーム<br>アクション | 振上脚    | 踏切<br>位置 | 踏切足 | クリア<br>ランス | 助走<br>速度 | 内傾<br>動作 |
|-----------|-----|----------------------------|--------------|--------|----------|-----|------------|----------|----------|
| 1         | 204 | Brietta Barrett            | ダブル          | 大きい    | 速い       | 速い  | 大きい        | 速い       | 小さい      |
| 2         | 203 | Svetlana Shkolina          | ダブル          | 大きい    | 普通       | 速い  | 小さい        | 非常に速い    | 非常に小さい   |
| 3         | 202 | Anna Chicherova            | ダブル          | 普通     | 普通       | 速い  | 小さい        | 普通       | 小さい      |
| 4         | 200 | Blanka Vlasic              | ダブル          | 普通     | 近い       | 速い  | 普通         | 非常に速い    | 小さい      |
| 5         | 199 | Kamila Licwinko            | ダブル          | 普通     | 近い       | 速い  | 小さい        | 非常に速い    | 小さい      |
| 5         | 199 | Irina Gordeeva             | シングル         | 普通     | 普通       | 速い  | 非常に小さい     | 非常に速い    | やや大きい    |
| 7         | 198 | Alessia Trost              | シングル         | 普通     | 速い       | 速い  | 非常に小さい     | 非常に速い    | やや大きい    |
| 8         | 197 | Ruth Beitia                | ダブル          | 大きい    | 普通       | 踏まず | 小さい        | 非常に速い    | 非常に大きい   |
| 8         | 197 | Emma Green                 | ダブル          | 普通     | 普通       | 踏まず | 小さい        | 普通       | 非常に小さい   |
| 8         | 197 | Justyna Kasprzycka         | ランニング        | 大きい    | 近い       | 速い  | 小さい        | 速い       | やや大きい    |
| 11        | 196 | Ana Simic                  | ランニング        | 大きい    | 速い       | 速い  | 非常に大きい     | 非常に速い    | 非常に大きい   |
| 11        | 196 | Maria Kuchina              | ダブル          | 普通     | 速い       | 小指球 | 小さい        | 速い       | やや大きい    |
| 11        | 196 | Eleanor Patterson          | シングル         | 小さい    | 非常に近い    | 速い  | 普通         | 速い       | やや大きい    |
| 14        | 195 | Marie-Laurence Jungfleisch | ダブル          | 小さい    | 近い       | 踏まず | 普通         | 速い       | 非常に大きい   |
| 14        | 195 | Airinė Palšytė             | ダブル          | 非常に大きい | 速い       | 小指球 | 非常に小さい     | 速い       | やや小さい    |
| 19        | 194 | Mirela Demireva            | ダブル          | 小さい    | 近い       | 速い  | 非常に小さい     | 速い       | やや大きい    |
| 19        | 194 | Anna Iljuštšenko           | ランニング        | 小さい    | 近い       | 踏まず | 小さい        | 速い       | やや大きい    |
| 22        | 193 | Iryna Kovalenko            | ダブル          | 普通     | 非常に近い    | 速い  | 大きい        | 非常に速い    | やや大きい    |
| 25        | 192 | Miyuki Fukumoto            | ランニング        | 大きい    | 速い       | 速い  | 大きい        | 速い       | 非常に大きい   |
| 25        | 192 | Inika McPherson            | シングル         | 非常に小さい | 速い       | 速い  | 小さい        | 非常に速い    | やや小さい    |
| 25        | 192 | Burcu Ayhan                | ダブル          | 普通     | 普通       | 速い  | 小さい        | 非常に速い    | やや大きい    |
| 25        | 192 | Tonie Angelsen             | ランニング        | 普通     | 近い       | 踏まず | 非常に大きい     | 速い       | 非常に大きい   |
| 25        | 192 | Maya Pressley              | シングル         | 大きい    | 近い       | 踏まず | 小さい        | 普通       | 非常に大きい   |
| 25        | 192 | Elena Slesarenko           | ダブル          | 大きい    | 非常に速い    | 速い  | 非常に小さい     | 普通       | やや小さい    |
| 25        | 192 | Nafissatou Thiam           | ダブル          | 非常に小さい | 近い       | 速い  | 普通         | 普通       | 小さい      |
| 38        | 191 | Doreen Amata               | ダブル          | 大きい    | 速い       | 踏まず | 非常に小さい     | 速い       | 大きい      |
| 38        | 191 | Isobel Pooley              | シングル         | 普通     | 普通       | 踏まず | 小さい        | 速い       | やや大きい    |
| 44        | 190 | Melanie Melfort            | ダブル          | 小さい    | 速い       | 速い  | 普通         | 速い       | 小さい      |
| 44        | 190 | Venelina Veneva-Mateeva    | ダブル          | 普通     | 普通       | 踏まず | 小さい        | 非常に速い    | 大きい      |
| 44        | 190 | Nadine Broersen            | シングル         | 非常に小さい | 普通       | 踏まず | 非常に小さい     | 普通       | 小さい      |
| 44        | 190 | Ariane Friedrich           | シングル         | 非常に小さい | 非常に速い    | 踏まず | 非常に大きい     | 普通       | やや小さい    |
| 44        | 190 | Alina Fodorova             | シングル         | 大きい    | 近い       | 踏まず | 普通         | 普通       | やや大きい    |
| 44        | 190 | Grete Udras                | シングル         | 普通     | 普通       | 踏まず | 大きい        | 速い       | 小さい      |

図 9.1: 女性選手跳躍分析結果



次に選手の跳躍をいくつかのバリエーションに分類する。分析は男性選手の分析と同じようにクラスター分析を用いて行う。(クラスター分析の詳細については7章を参照すること。)

なお図 9.1 中の順序尺度は以下のように量的変数(スコア)に変換してクラスター分析を行っている。

|          |         |         |          |         |          |
|----------|---------|---------|----------|---------|----------|
| 振上脚動作    | 踏切位置    | 踏切足接地方法 | クリアランス   | 助走速度    | 内傾動作     |
| 非常に大きい 5 | 非常に遠い 5 | 踵 3     | 非常に大きい 5 | 非常に速い 5 | 非常に大きい 6 |
| 大きい 4    | 遠い 4    | 土踏まず 2  | 大きい 4    | 速い 4    | 大きい 5    |
| 普通 3     | 普通 3    | 小指球 1   | 普通 3     | 普通 3    | やや大きい 4  |
| 小さい 2    | 近い 2    |         | 小さい 2    | 遅い 2    | やや小さい 3  |
| 非常に小さい 1 | 非常に近い 1 |         | 非常に小さい 1 | 非常に遅い 1 | 小さい 2    |
|          |         |         |          |         | 非常に小さい 1 |

| ランギング | 記録  | 名前                         | アーム D | アーム S | アーム R | 振上脚 | 踏切位置 | 踏切足 | クリアランス | 助走速度 | 内傾動作 |
|-------|-----|----------------------------|-------|-------|-------|-----|------|-----|--------|------|------|
| 1     | 204 | Brigetta Barrett           | 1     | 0     | 0     | 4   | 2    | 3   | 4      | 2    | 2    |
| 2     | 203 | Svetlana Shkolina          | 1     | 0     | 0     | 4   | 3    | 3   | 2      | 5    | 1    |
| 3     | 202 | Anna Chicherova            | 1     | 0     | 0     | 3   | 3    | 3   | 2      | 3    | 2    |
| 4     | 200 | Blanka Vlašić              | 1     | 0     | 0     | 3   | 4    | 3   | 3      | 5    | 2    |
| 5     | 199 | Kamila Licwinko            | 1     | 0     | 0     | 3   | 4    | 3   | 2      | 5    | 2    |
| 5     | 199 | Irina Gordeeva             | 0     | 1     | 0     | 3   | 3    | 3   | 1      | 5    | 4    |
| 7     | 198 | Alessia Trost              | 0     | 1     | 0     | 3   | 2    | 3   | 1      | 2    | 4    |
| 8     | 197 | Ruth Beitia                | 0     | 1     | 0     | 4   | 3    | 2   | 2      | 5    | 6    |
| 8     | 197 | Emma Green                 | 1     | 0     | 0     | 3   | 3    | 2   | 3      | 2    | 1    |
| 8     | 197 | Justyna Kasprzycka         | 0     | 0     | 1     | 4   | 4    | 2   | 2      | 2    | 4    |
| 11    | 196 | Ana Simić                  | 0     | 0     | 1     | 4   | 2    | 3   | 5      | 5    | 6    |
| 11    | 196 | Maria Kuchina              | 1     | 0     | 0     | 3   | 2    | 1   | 2      | 2    | 4    |
| 11    | 196 | Eleanor Patterson          | 0     | 1     | 0     | 2   | 5    | 3   | 3      | 4    | 4    |
| 14    | 195 | Marie-Laurence Jungfleisch | 1     | 0     | 0     | 2   | 4    | 2   | 3      | 2    | 6    |
| 14    | 195 | Airin Palšytė              | 1     | 0     | 0     | 5   | 2    | 1   | 1      | 4    | 3    |
| 19    | 194 | Mirela Demireva            | 1     | 0     | 0     | 2   | 4    | 3   | 1      | 4    | 4    |
| 19    | 194 | Anna Ijuštšenko            | 0     | 0     | 1     | 2   | 4    | 2   | 2      | 4    | 4    |
| 22    | 193 | Iryna Kovalenko            | 1     | 0     | 0     | 3   | 5    | 3   | 4      | 5    | 4    |
| 25    | 192 | Miyuki Fukumoto            | 0     | 0     | 1     | 4   | 2    | 3   | 4      | 4    | 6    |
| 25    | 192 | Inika McPherson            | 0     | 1     | 0     | 1   | 2    | 3   | 2      | 1    | 3    |
| 25    | 192 | Burcu Ayhan                | 1     | 0     | 0     | 3   | 3    | 3   | 2      | 1    | 4    |
| 25    | 192 | Tonje Angelsen             | 0     | 0     | 1     | 3   | 4    | 2   | 5      | 4    | 6    |
| 25    | 192 | Maya Pressley              | 0     | 1     | 0     | 4   | 4    | 2   | 2      | 3    | 6    |
| 25    | 192 | Elena Slesarenko           | 1     | 0     | 0     | 4   | 1    | 3   | 1      | 3    | 3    |
| 25    | 192 | Nafissatou Thiam           | 1     | 0     | 0     | 1   | 4    | 3   | 3      | 3    | 2    |
| 38    | 191 | Doreen Amata               | 1     | 0     | 0     | 4   | 4    | 2   | 1      | 4    | 5    |
| 38    | 191 | Isobel Pooley              | 0     | 1     | 0     | 3   | 3    | 2   | 2      | 4    | 4    |
| 44    | 190 | Melanie Melfort            | 1     | 0     | 0     | 2   | 2    | 3   | 3      | 2    | 2    |
| 44    | 190 | Venelina Veneva-Mateeva    | 1     | 0     | 0     | 3   | 3    | 2   | 2      | 1    | 5    |
| 44    | 190 | Nadine Broersen            | 0     | 1     | 0     | 1   | 3    | 2   | 1      | 3    | 2    |
| 44    | 190 | Ariane Friedrich           | 0     | 1     | 0     | 1   | 1    | 2   | 5      | 3    | 3    |
| 44    | 190 | Alina Fodorova             | 0     | 1     | 0     | 4   | 4    | 2   | 3      | 3    | 4    |
| 44    | 190 | Grete Udvas                | 0     | 1     | 0     | 3   | 3    | 2   | 4      | 2    | 2    |

図 9.2: 女性選手分析用データ

クラスター分析した結果を図 9.3 に示す。デンドログラムの見方を簡単に説明すると、縦軸には分析対象の選手の No, 横軸はクラスター間の距離（小さいほど類似度が高い）を表している。

デンドログラム上では類似度の高い選手は近くに配置される。また、類似度の高い選手同士がクラスター（かたまり）として階層的に結合され最終的には一つのクラスターにまとまる。

ここではクラスター分析結果から跳躍選手をダブルアーム、シングルアーム、ランニングアームのタイプに大きく分類している。さらに、ダブルアームの選手は「A:ダブル・ブロックタイプ」「B:ダブル・パワータイプ」「C:ダブル・スピードタイプ」、シングルアームの選手は「D:シングル・パワータイプ」「E:シングル・スピードタイプ」、ランニングアームの選手は「F:ランニングタイプ」に細かく分類して分析を進めることにする。

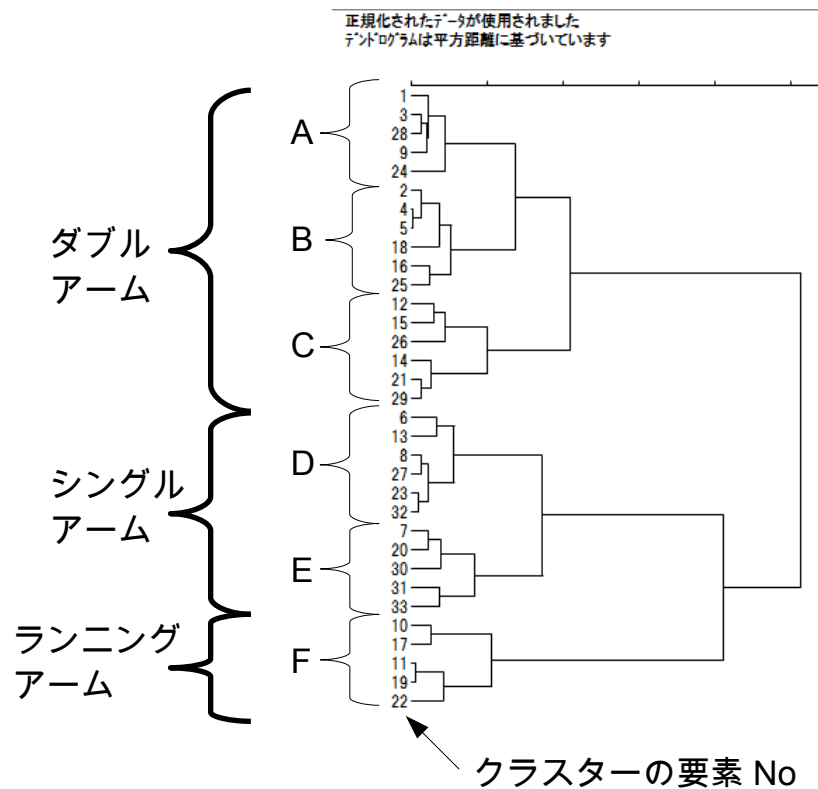


図 9.3: 女性選手のクラスター分析の結果

| ラン<br>キング | 名前               | 記録  | アーム  |   |   | 振上<br>脚 | 踏切<br>位置 | 踏切<br>足 | クリア<br>ランス | 助走<br>速度 | 内傾<br>動作 |
|-----------|------------------|-----|------|---|---|---------|----------|---------|------------|----------|----------|
|           |                  |     | D    | S | R |         |          |         |            |          |          |
| 1         | Brigetta Barrett | 204 | 1    | 0 | 0 | 4       | 2        | 3       | 4          | 2        | 2        |
| 3         | Anna Chicherova  | 202 | 1    | 0 | 0 | 3       | 3        | 3       | 2          | 3        | 2        |
| 8         | Emma Green       | 197 | 1    | 0 | 0 | 3       | 3        | 2       | 3          | 2        | 1        |
| 25        | Elena Slesarenko | 192 | 1    | 0 | 0 | 4       | 1        | 3       | 1          | 3        | 3        |
| 44        | Melanie Melfort  | 190 | 1    | 0 | 0 | 2       | 2        | 3       | 3          | 2        | 2        |
| 平均値       |                  |     | 1.97 | 1 | 0 | 3.2     | 2.2      | 2.8     | 2.6        | 2.4      | 2        |

| ラン<br>キング | 名前                | 記録  | アーム  |   |   | 振上<br>脚 | 踏切<br>位置 | 踏切<br>足 | クリア<br>ランス | 助走<br>速度 | 内傾<br>動作 |
|-----------|-------------------|-----|------|---|---|---------|----------|---------|------------|----------|----------|
|           |                   |     | D    | S | R |         |          |         |            |          |          |
| 2         | Svetlana Shkolina | 203 | 1    | 0 | 0 | 4       | 3        | 3       | 2          | 5        | 1        |
| 4         | Blanka Vlašić     | 200 | 1    | 0 | 0 | 3       | 4        | 3       | 3          | 5        | 2        |
| 5         | Kamila Licwinko   | 199 | 1    | 0 | 0 | 3       | 4        | 3       | 2          | 5        | 2        |
| 19        | Mirela Demireva   | 194 | 1    | 0 | 0 | 2       | 4        | 3       | 1          | 4        | 4        |
| 22        | Iryna Kovalenko   | 193 | 1    | 0 | 0 | 3       | 5        | 3       | 4          | 5        | 4        |
| 25        | Nafissatou Thiam  | 192 | 1    | 0 | 0 | 1       | 4        | 3       | 3          | 3        | 2        |
| 平均値       |                   |     | 1.97 | 1 | 0 | 2.67    | 4        | 3       | 2.5        | 4.5      | 2.5      |

| ラン<br>キング | 名前                         | 記録  | アーム  |   |   | 振上<br>脚 | 踏切<br>位置 | 踏切<br>足 | クリア<br>ランス | 助走<br>速度 | 内傾<br>動作 |
|-----------|----------------------------|-----|------|---|---|---------|----------|---------|------------|----------|----------|
|           |                            |     | D    | S | R |         |          |         |            |          |          |
| 11        | Maria Kuchina              | 196 | 1    | 0 | 0 | 3       | 2        | 1       | 2          | 2        | 4        |
| 14        | Marie-Laurence Jungfleisch | 195 | 1    | 0 | 0 | 2       | 4        | 2       | 3          | 2        | 6        |
| 14        | Airinė Palšytė             | 195 | 1    | 0 | 0 | 5       | 2        | 1       | 1          | 4        | 3        |
| 25        | Burcu Ayhan                | 192 | 1    | 0 | 0 | 3       | 3        | 3       | 2          | 1        | 4        |
| 38        | Doreen Amata               | 191 | 1    | 0 | 0 | 4       | 4        | 2       | 1          | 4        | 5        |
| 44        | Venelina Veneva-Mateeva    | 190 | 1    | 0 | 0 | 3       | 3        | 2       | 2          | 1        | 5        |
| 平均値       |                            |     | 1.93 | 1 | 0 | 3.3     | 3        | 1.8     | 1.93       | 2.33     | 4.5      |

| ラン<br>キング | 名前                | 記録  | アーム   |   |   | 振上<br>脚 | 踏切<br>位置 | 踏切<br>足 | クリア<br>ランス | 助走<br>速度 | 内傾<br>動作 |
|-----------|-------------------|-----|-------|---|---|---------|----------|---------|------------|----------|----------|
|           |                   |     | D     | S | R |         |          |         |            |          |          |
| 5         | Irina Gordeeva    | 199 | 0     | 1 | 0 | 3       | 3        | 3       | 1          | 5        | 4        |
| 8         | Ruth Beitia       | 197 | 0     | 1 | 0 | 4       | 3        | 2       | 2          | 5        | 6        |
| 11        | Eleanor Patterson | 196 | 0     | 1 | 0 | 2       | 5        | 3       | 3          | 4        | 4        |
| 25        | Mava Pressley     | 192 | 0     | 1 | 0 | 4       | 4        | 2       | 2          | 3        | 6        |
| 38        | Isobel Pooley     | 191 | 0     | 1 | 0 | 3       | 3        | 2       | 2          | 4        | 4        |
| 44        | Alina Fodorova    | 190 | 0     | 1 | 0 | 4       | 4        | 2       | 3          | 3        | 4        |
| 平均値       |                   |     | 194.2 | 0 | 1 | 3.3     | 3.7      | 2.3     | 2.17       | 4        | 4.7      |

| ラン<br>キング | 名前               | 記録  | アーム  |   |   | 振上<br>脚 | 踏切<br>位置 | 踏切<br>足 | クリア<br>ランス | 助走<br>速度 | 内傾<br>動作 |
|-----------|------------------|-----|------|---|---|---------|----------|---------|------------|----------|----------|
|           |                  |     | D    | S | R |         |          |         |            |          |          |
| 7         | Alessia Trost    | 198 | 0    | 1 | 0 | 3       | 2        | 3       | 1          | 2        | 4        |
| 25        | Inika McPherson  | 192 | 0    | 1 | 0 | 1       | 2        | 3       | 2          | 1        | 3        |
| 44        | Nadine Broersen  | 190 | 0    | 1 | 0 | 1       | 3        | 2       | 1          | 3        | 2        |
| 44        | Ariane Friedrich | 190 | 0    | 1 | 0 | 1       | 1        | 2       | 5          | 3        | 3        |
| 44        | Grete Udvas      | 190 | 0    | 1 | 0 | 3       | 3        | 2       | 4          | 2        | 2        |
| 平均値       |                  |     | 1.92 | 0 | 1 | 1.8     | 2.2      | 2.4     | 2.6        | 2.2      | 2.8      |

| ラン<br>キング | 名前                 | 記録  | アーム   |   |   | 振上<br>脚 | 踏切<br>位置 | 踏切<br>足 | クリア<br>ランス | 助走<br>速度 | 内傾<br>動作 |     |
|-----------|--------------------|-----|-------|---|---|---------|----------|---------|------------|----------|----------|-----|
|           |                    |     | D     | S | R |         |          |         |            |          |          |     |
| 8         | Justyna Kasprzycka | 197 | 0     | 0 | 1 | 4       | 4        | 2       | 2          | 2        | 4        |     |
| 11        | Ana Šimic          | 196 | 0     | 0 | 1 | 4       | 2        | 3       | 5          | 5        | 6        |     |
| 19        | Anna Iljuštšenko   | 194 | 0     | 0 | 1 | 2       | 4        | 2       | 2          | 4        | 4        |     |
| 25        | Miyuki Fukumoto    | 192 | 0     | 0 | 1 | 4       | 2        | 3       | 4          | 4        | 6        |     |
| 25        | Tonje Angelsen     | 192 | 0     | 0 | 1 | 3       | 4        | 2       | 5          | 4        | 6        |     |
| 平均値       |                    |     | 194.2 | 0 | 0 | 1       | 3.4      | 3.2     | 2.4        | 3.6      | 3.8      | 5.2 |

図 9.4: 各跳躍タイプの女性選手

### 9.1.1 ダブルアーム選手の跳躍タイプ

ダブルアームの跳躍選手は「ダブル・ブロックタイプ」「ダブル・パワータイプ」「ダブル・スピードタイプ」の跳躍タイプに分かれる。

#### ダブル・ブロックタイプ

ダブル・ブロックタイプの選手には女子の有力選手が多い。

例えば *Brigetta Barrett* 選手や *Anna Chicherova* 選手, *Elena Stesarenko* 選手などがそうである。ダブル・ブロックタイプの選手は以下の特徴を持っている。

#### ダブル・ブロックタイプの跳躍選手の特徴

- ダブルアームである
- 助走の内傾動作が小さい
- 踏み切り位置が近く、踵から接地する
- 振り上げ脚の動作が大きい

このグループの選手は内傾動作は小さく、直線的な助走を行い、助走速度の速い選手が多い。また、踏み切り動作でしっかりブロックし、真上に跳び上がるような踏み切り動作を行うことを特徴とする選手が多い。強いブロック動作を生み出すために振り上げ脚を大きく使う選手が多く、踵から接地する踏み切り時間の長い踏み切り動作を行う選手が多い。

他の跳躍タイプと比較した場合の各跳躍技術要素のスコアを図 9.5 に示す。スコアはクラスタ分析で用いたものと同じものを利用している。

| アームアクション | 跳躍タイプ        | 記録     | 振上脚  | 踏切位置 | 踏切足 | クリアランス | 助走速度 | 内傾動作 |
|----------|--------------|--------|------|------|-----|--------|------|------|
| ダブルアーム   | ダブル・ブロックタイプ  | 197    | 3.2  | 2.2  | 2.8 | 2.6    | 2.4  | 2    |
|          | ダブル・パワータイプ   | 196.8  | 2.67 | 4    | 3   | 2.5    | 4.5  | 2.5  |
|          | ダブル・スピードタイプ  | 193.2  | 3.3  | 3    | 1.8 | 1.83   | 2.33 | 4.5  |
| シングルアーム  | シングル・パワータイプ  | 194.17 | 3.3  | 3.7  | 2.3 | 2.17   | 4    | 4.67 |
|          | シングル・スピードタイプ | 192    | 1.8  | 2.2  | 2.4 | 2.6    | 2.2  | 2.8  |
| ランニングアーム | ランニングタイプ     | 194.2  | 3.4  | 3.2  | 2.4 | 3.6    | 3.8  | 5.2  |

図 9.5: ダブル・ブロックタイプの特徴

## ダブル・パワータイプ

ダブル・パワータイプの選手には *Svetlana Shkolina* 選手や *Blanka Vlasic* 選手などがある。ダブル・パワータイプの選手は以下の特徴を持っている。

### ダブル・パワータイプの跳躍選手の特徴

- ダブルアームである
- 助走速度が遅い
- 助走の内傾動作は小さい
- 踏み切り位置が遠く、踵から接地する

このグループの選手は速度を抑えた内傾の小さい助走から遠くで踏み切り、ややクリアランスの小さい流れ気味の跳躍をする選手が多い。

他の跳躍タイプと比較した場合の各跳躍技術要素のスコアを図 9.6 に示す。スコアはクラスタ分析で用いたものと同じものを利用している。

| アームアクション | 跳躍タイプ        | 記録     | 振上脚  | 踏切位置 | 踏切足 | クリアランス | 助走速度 | 内傾動作 |
|----------|--------------|--------|------|------|-----|--------|------|------|
| ダブルアーム   | ダブル・ブロックタイプ  | 197    | 3.2  | 2.2  | 2.8 | 2.6    | 2.4  | 2    |
|          | ダブル・パワータイプ   | 196.8  | 2.67 | 4    | 3   | 2.5    | 4.5  | 2.5  |
|          | ダブル・スピードタイプ  | 193.2  | 3.3  | 3    | 1.8 | 1.83   | 2.33 | 4.5  |
| シングルアーム  | シングル・パワータイプ  | 194.17 | 3.3  | 3.7  | 2.3 | 2.17   | 4    | 4.67 |
|          | シングル・スピードタイプ | 192    | 1.8  | 2.2  | 2.4 | 2.6    | 2.2  | 2.8  |
| ランニングアーム | ランニングタイプ     | 194.2  | 3.4  | 3.2  | 2.4 | 3.6    | 3.8  | 5.2  |

図 9.6: ダブル・パワータイプの特徴

## ダブル・スピードタイプ

ダブル・スピードタイプの選手には *MariaKuchina* 選手などがある。ダブル・スピードタイプの選手は以下の特徴を持っている。

### ダブル・スピードタイプの跳躍選手の特徴

- ダブルアームである
- 助走速度が速い
- 土踏まず接地し、バーに対してダイブするように跳ぶ
- 振り上げ脚の動作が大きい
- クリアランス中の反りが小さい

このグループの選手は速い助走から土踏まず接地の踏み切り動作を行い、大きな振り上げ脚動作を使ってバーに対して跳び込む（ダイブする）ようにして跳躍を行う選手が多い。このため空中で反りが小さいまま、マットの奥に向かってスライドして移動していくようなクリアランス動作を行う選手が多い。

他の跳躍タイプと比較した場合の各跳躍技術要素のスコアを図 9.7 に示す。スコアはクラスタ分析で用いたものと同じものを利用している。

| アームアクション | 跳躍タイプ        | 記録     | 振上脚  | 踏切位置 | 踏切足 | クリアランス | 助走速度 | 内傾動作 |
|----------|--------------|--------|------|------|-----|--------|------|------|
| ダブルアーム   | ダブル・ブロックタイプ  | 197    | 3.2  | 2.2  | 2.8 | 2.6    | 2.4  | 2    |
|          | ダブル・パワータイプ   | 196.8  | 2.67 | 4    | 3   | 2.5    | 4.5  | 2.5  |
|          | ダブル・スピードタイプ  | 193.2  | 3.3  | 3    | 1.8 | 1.83   | 2.33 | 4.5  |
| シングルアーム  | シングル・パワータイプ  | 194.17 | 3.3  | 3.7  | 2.3 | 2.17   | 4    | 4.67 |
|          | シングル・スピードタイプ | 192    | 1.8  | 2.2  | 2.4 | 2.6    | 2.2  | 2.8  |
| ランニングアーム | ランニングタイプ     | 194.2  | 3.4  | 3.2  | 2.4 | 3.6    | 3.8  | 5.2  |

図 9.7: ダブル・スピードタイプの特徴

### 9.1.2 シングルアーム選手の跳躍タイプ

シングルアームの跳躍選手は「シングル・パワータイプ」「シングル・スピードタイプ」の跳躍タイプに分かれる。

#### シングル・パワータイプ

シングル・パワータイプの選手には *IrinaGordeeva* 選手や *RuthBeitia* 選手などがある。シングル・パワータイプの選手は以下の特徴を持っている。

##### シングル・パワータイプの跳躍選手の特徴

- シングルアームである
- 助走速度が遅く内傾動作が大きい
- 踏み切り位置が遠く、振り上げ脚の動作が大きい
- クリアランス中の反りは小さい

このグループの選手は助走速度が遅く、遠くで踏み切り、ややクリアランスの小さい流れ気味の跳躍をする選手が多い。こうした特徴はダブル・パワータイプの跳躍選手と似ているが、助走中の内傾動作が大きく踏み切り動作中の振り上げ脚の動作が大きいという点は異なっている。シングル・パワータイプの跳躍選手はダブル・パワータイプの跳躍選手に比べると走力の高い選手が多いため、曲線助走で内傾した姿勢が作りやすいものと考えられる。また、踏み切り動作では大きな振り上げ脚動作を利用して踏み切り時間の長い踏み切り動作を行う選手が多い。

他の跳躍タイプと比較した場合の各跳躍技術要素のスコアを図 9.8 に示す。スコアはクラスタ分析で用いたものと同じものを利用している。

| アームアクション | 跳躍タイプ        | 記録     | 振上脚  | 踏切位置 | 踏切足 | クリアランス | 助走速度 | 内傾動作 |
|----------|--------------|--------|------|------|-----|--------|------|------|
| ダブルアーム   | ダブル・ブロックタイプ  | 197    | 3.2  | 2.2  | 2.8 | 2.6    | 2.4  | 2    |
|          | ダブル・パワータイプ   | 196.8  | 2.67 | 4    | 3   | 2.5    | 4.5  | 2.5  |
|          | ダブル・スピードタイプ  | 193.2  | 3.3  | 3    | 1.8 | 1.83   | 2.33 | 4.5  |
| シングルアーム  | シングル・パワータイプ  | 194.17 | 3.3  | 3.7  | 2.3 | 2.17   | 4    | 4.67 |
|          | シングル・スピードタイプ | 192    | 1.8  | 2.2  | 2.4 | 2.6    | 2.2  | 2.8  |
| ランニングアーム | ランニングタイプ     | 194.2  | 3.4  | 3.2  | 2.4 | 3.6    | 3.8  | 5.2  |

図 9.8: シングル・パワータイプの特徴

## シングル・スピードタイプ

シングル・スピードタイプの選手には *Alessia Trost* 選手や *Ariane Friedrich* 選手などがある。シングル・スピードタイプの選手は以下の特徴を持っている。

### シングル・スピードタイプの跳躍選手の特徴

- シングルアームである
- 助走速度が速い
- 踏み切り位置が近く、振り上げ脚の動作が小さい

このグループの選手は踏み切り動作でしっかりブロックし真上に跳び上がるような踏み切り動作を行うことを特徴とする選手が多い。助走速度を最大限生かし、急ブレーキをかけるようなブロック動作を用いて真上に跳び上がる。

こうした特徴はダブル・ブロックタイプの跳躍選手と似ているが、振り上げ脚動作が小さい点は大きく異なる。シングルアームの踏み切り動作はダブルアームの踏み切り動作に比べて、ランニングフォームに近い動作になるため振り上げ脚を大きく使いにくいと推定される。(同様の特徴は男性のシングルアームとダブルアーム選手の間にも見られる)。

また、助走速度を比較すると「ダブル・ブロックタイプの平均助走速度 < シングル・スピードタイプの平均助走速度」となっている。これはシングルアームはダブルアームよりも助走速度を維持したまま踏み切り動作を行いやすいと推定されることが考えられる。

他の跳躍タイプと比較した場合の各跳躍技術要素のスコアを図 9.9 に示す。スコアはクラスタ分析で用いたものと同じものを利用している。

| アームアクション | 跳躍タイプ        | 記録     | 振上<br>脚 | 踏切<br>位置 | 踏切<br>足 | クリア<br>ランス | 助走<br>速度 | 内傾<br>動作 |
|----------|--------------|--------|---------|----------|---------|------------|----------|----------|
| ダブルアーム   | ダブル・ブロックタイプ  | 197    | 3.2     | 2.2      | 2.8     | 2.6        | 2.4      | 2        |
|          | ダブル・パワータイプ   | 196.8  | 2.67    | 4        | 3       | 2.5        | 4.5      | 2.5      |
|          | ダブル・スピードタイプ  | 193.2  | 3.3     | 3        | 1.8     | 1.83       | 2.33     | 4.5      |
| シングルアーム  | シングル・パワータイプ  | 194.17 | 3.3     | 3.7      | 2.3     | 2.17       | 4        | 4.67     |
|          | シングル・スピードタイプ | 192    | 1.8     | 2.2      | 2.4     | 2.6        | 2.2      | 2.8      |
| ランニングアーム | ランニングタイプ     | 194.2  | 3.4     | 3.2      | 2.4     | 3.6        | 3.8      | 5.2      |

図 9.9: シングル・スピードタイプの特徴



### 9.1.3 ランニングアーム選手の跳躍タイプ

ランニングアームの跳躍選手は全て「ランニングタイプ」に分類される。ランニングタイプの選手には *Justyna Kasprzycka* 選手や日本の福本幸選手などがある。ランニングタイプの選手は以下の特徴を持っている。

ランニングタイプの跳躍選手の特徴

- ランニングアームである
- 内傾動作が大きい
- 振り上げ脚の動作が大きい
- クリアランス中の反りが大きい

このグループの選手は曲線助走で大きな内傾動作を用いて重心を大きく下げる選手が多い。また、踏み切り動作では大きな振り上げ脚動作で助走速度をブロックし助走速度を跳躍高に変え、空中で大きく反ったクリアランス姿勢を取る選手が多い。踏み切り位置がやや遠いことも一つの特徴だろう。

他の跳躍タイプと比較した場合の各跳躍技術要素のスコアを図9.10に示す。スコアはクラスタ分析で用いたものと同じものを利用している。

| アームアクション | 跳躍タイプ        | 記録     | 振上脚  | 踏切位置 | 踏切足 | クリアランス | 助走速度 | 内傾動作 |
|----------|--------------|--------|------|------|-----|--------|------|------|
| ダブルアーム   | ダブル・ブロックタイプ  | 197    | 3.2  | 2.2  | 2.8 | 2.6    | 2.4  | 2    |
|          | ダブル・パワータイプ   | 196.8  | 2.67 | 4    | 3   | 2.5    | 4.5  | 2.5  |
|          | ダブル・スピードタイプ  | 193.2  | 3.3  | 3    | 1.8 | 1.83   | 2.33 | 4.5  |
| シングルアーム  | シングル・パワータイプ  | 194.17 | 3.3  | 3.7  | 2.3 | 2.17   | 4    | 4.67 |
|          | シングル・スピードタイプ | 192    | 1.8  | 2.2  | 2.4 | 2.6    | 2.2  | 2.8  |
| ランニングアーム | ランニングタイプ     | 194.2  | 3.4  | 3.2  | 2.4 | 3.6    | 3.8  | 5.2  |

図 9.10: ランニングタイプの特徴

### 9.1.4 各跳躍タイプの身体的特徴

- ダブルアームの選手は高身長選手が多い
- ダブル・パワータイプの跳躍選手は特に高身長側に分布している
- ランニングアームの選手は低身長選手が多い
- 低身長側にはスピード・タイプ、高身長側にはパワータイプの選手が分布している

まず、各跳躍タイプの選手を「身長」「体重」などの身体的な特徴で分析した結果を図9.11に示す。図中の四角印はダブルアームの選手、三角印はシングルアームの選手、菱形印はランニングアームの選手をそれぞれ表している。色の違いはアームアクションの細かい跳躍タイプの違いを表している。

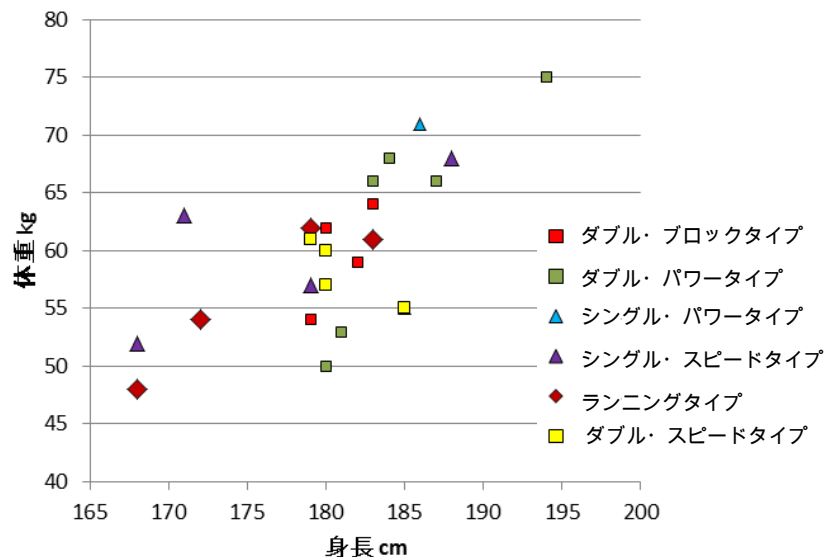


図 9.11: 各跳躍タイプの分布

図9.11を身長という切り口で分析すると四角印のダブルアームの選手は高身長選手が多い。ダブル・パワータイプの跳躍選手は特に高身長側に分布している。また、菱形のランニングアームの選手は低身長選手が多いことが分かる。

女性選手の場合は男性選手と違い、身長によって跳躍タイプの分布が異なることが分かる。日本人の男性選手もそうだが低身長の跳躍選手は俊敏性の高い動きをするのに優れており、助走速度を速くしやすいランニングアームを選択する選手が多い。

男性選手の分析対象にはランニングアームの選手がいなかったが、分析データ数を増やせばランニングアームの選手は低身長側に分布することが予想される。

次に図 9.11 を「分布」という切り口で分析すると三角印のシングルアームは分布が広いことが分かる。ダブルアームとランニングアームの中間的な性質を持つシングルアームは体格の制約の少ない、バランスの取れた跳躍スタイルであることが伺える。

他にもダブルアームのダブル・ブロックタイプとダブル・スピードタイプの選手は分布が狭く、身長 180~185cm、体重 50~70kg の領域には様々な跳躍タイプの選手が混在していることが分かる。こうした身長・体重領域の選手はどの跳躍タイプも選べるバランスのとれた体格であることが予想される。

また、パワータイプ、スピードタイプという切り口で分布を見ると低身長側にはスピード・タイプ、高身長側にはパワータイプの選手が分布していることが分かる。低身長の跳躍選手は四肢の慣性モーメントが小さく、俊敏性の高い動きを得意とするスピードタイプの選手が多く、高身長の跳躍選手は体格の利や筋力の強さを生かしたパワータイプの選手が多くなっていると推測される。

次に年齢という切り口で選手を分析した結果を図 9.12 に示す。ダブル・ブロックタイプの選手とランニング・スピードタイプの選手の平均年齢が他の跳躍タイプの選手に比べて高いことが分かる。

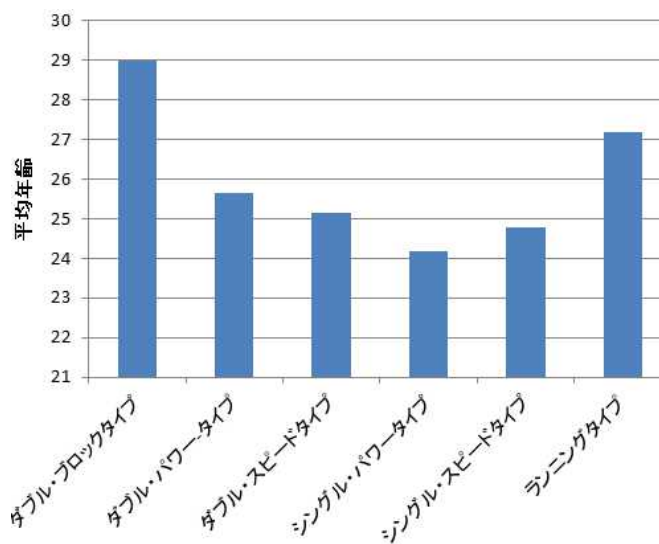


図 9.12: 各跳躍タイプの平均年齢

次に人種という切り口で選手を分析した結果を図 9.13 に表す。ただしここで扱っている人種とは肌の色のみで著者が主観的に判断したものである。肌の色による分類に遺伝学的根拠は無いため、本来は不適切な分析であるため情報の解釈には注意してほしい。ここではあくまで参考情報として紹介する。

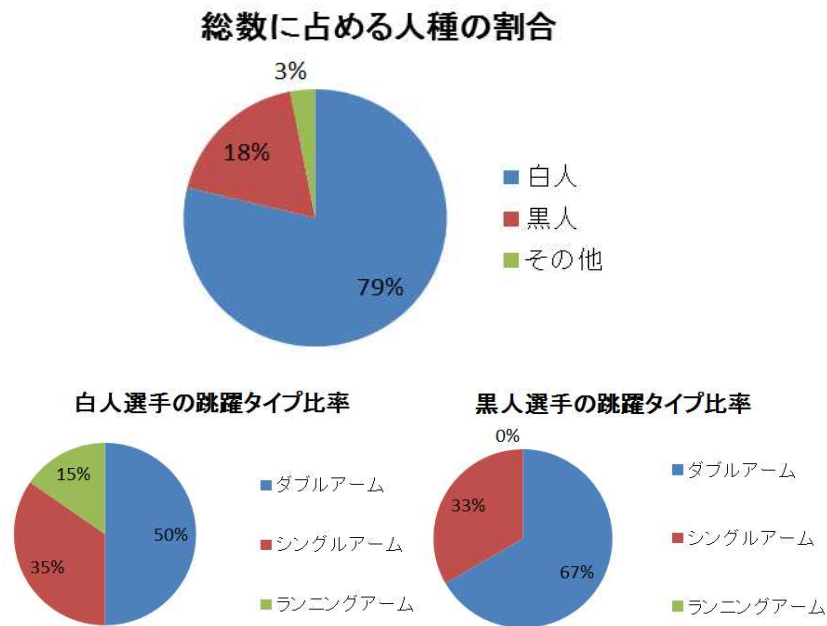


図 9.13: 人種による比較（女性選手）

高跳びは伝統的にロシア系とアメリカ系の選手が強いため、世界のトップリストに載る選手の人種は白人の割合が高い。また、男性に比べて白人の割合が高くなっている理由として黒人中心の国では経済的・宗教的な理由で女性のスポーツが十分に普及していない等の理由が考えられる。

また、人種別の跳躍タイプ比率を見ると黒人選手のランニングアームの選手を見かけることは稀であり、ダブルアームの選手の割合が高いことが分かる。白人・黒人選手ともにダブルアームの割合が最も高く、ランニングアームは少数派であることが分かる。

## 9.2 ダブルアーム選手の跳躍分析

跳躍分類で述べたように、女性の跳躍選手は大きな分類としてはダブルアーム、シングルアーム、ランニングアームのタイプに分類され、ダブルアームの選手を更に詳細に分類すると「ダブル・ブロックタイプ」「ダブル・パワータイプ」「ダブル・スピードタイプ」の3種類に分類される。

ここではダブルアームのそれぞれの跳躍タイプの選手について、その跳躍技術の特徴を紹介する。

### 9.2.1 ダブル・ブロックタイプ選手

ダブル・ブロックタイプの選手は以下のような特徴を持っている。

ダブル・ブロックタイプの跳躍選手の特徴

- ダブルアームである
- 助走の内傾動作が小さい
- 踏み切り位置が近く、踵から接地する
- 振り上げ脚の動作が大きい

ダブル・ブロックタイプには *AnnaChicherova* 選手, *ElenaSlesarenko* 選手など有名な選手が多数いるが、ここでは *BrigettaBarrett* 選手を特別に取り上げて紹介する。

*BrigettaBarrett* 選手の 2013 年現在の自己ベストは 204 であり、2011 年のユニバーシアードで優勝、2012 年のロンドンオリンピックで 2 位などの実績がある。身長が 183cm で体重 64kg と女性選手の中では平均的な体格の持ち主である。



図 9.14: *BrigettaBarrett* 選手の跳躍動作

連続写真は *BrigettaBarrett* 選手が自己ベストとなる 204 に成功した跳躍である。

*BrigettaBarrett* 選手は腕をしっかり前後に振りながら内傾動作の小さい直線的な助走で、スピードを落とさずにそのままストライドを伸ばしていき、そのまま腰を落としながら踏み切り動作で後傾姿勢を作っている。この一連の流れはリズムがよく、非常にスムーズである。

バーに対して比較的近い位置で踏み切っており、振り上げ脚の力を使って力強く体を引き上げている。この一連の動作は非常にパワフルであり、男性選手のように力強いブロック動作を感じる。体を真っ直ぐ引き上げる上昇姿勢もうまく作れている。

クリアランス動作では、これより遅れば抜き足の返しが間に合わなくなるというギリギリのタイミングまで腰を浮かせて体を反った姿勢をキープし、腰が抜けたタイミングで両腕の動作を利用して素早く抜き脚動作を行っている。空中感覚に優れ、体幹部の力強さを感じるクリアランス動作を行っている。

## 9.2.2 ダブル・パワータイプ選手

ダブル・パワータイプの選手は以下のような特徴を持っている。

ダブル・パワータイプの跳躍選手の特徴

- ダブルアームである
- 助走速度が遅い
- 助走の内傾動作が小さい
- 踏み切り位置が遠く、踵から接地する

ダブル・パワータイプの選手には *SvetlanaShkolina* 選手や *BlankaVlasic* 選手などがある。ここでは *SvetlanaShkolina* 選手を特別に取り上げて紹介する。

*SvetlanaShkolina* 選手の 2013 年現在の自己ベストは 203 であり、2003 年の世界ユース選手権で 2 位、2004 年の世界ジュニア選手権で 2 位、2012 年ロンドンオリンピックで 3 位、2013 年のモスクワ世界選手権で優勝と輝かしい実績を持っている。身長が 187cm で体重 66kg と女性選手の中では大柄な選手である。



図 9.15: *SvetlanaShkolina* 選手の助走と踏み切り動作

連続写真は *SvetlanaShkolina* 選手が自己ベストとなる 203 に成功した跳躍である。

*SvetlanaShkolina* 選手は曲線助走ではほとんど体を内傾させずに、大きく膝を上げたストライドの広い助走をすることで重心を下げている。こうした助走は女性特有のもので *SvetlanaShkolina* 選手以外の選手でもしばしば見られる。

ストライドの広い助走は踏み切り動作に近づくにつれてじょじょにテンポアップしていき、スピードアップしている。こうした一連の動作は長身の選手でありながら実に器用で洗練された動きとなっている。

踏み切り動作では踏み切り一歩手前の足を短く接地させ「タン・タ・タン」という速いリズムで踏み切り足を接地している。こうしたリズムで踏み切り動作に入ることによって踏み切り一歩手前での助走速度の減速を少なくし、振り上げ脚をタイミングよく上げる動作のきっかけを作っている。また、こうしたリズムを取ることで安定した踏み切り動作が実現されている。

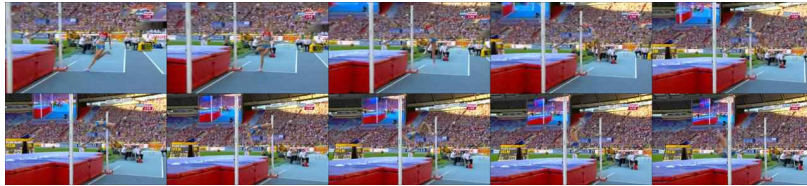


図 9.16: *SvetlanaShkolina* 選手のクリアランス動作

助走スピードを生かしてやや遠い位置で踏み切った後、そのまま流れるようにクリアランス動作に移り、横幅の広い流れたクリアランス動作でバーを越えている。

*SvetlanaShkolina* 選手の長身というフィジカルの特徴を最大限生かしたクリアランス動作といえるだろう。



### 9.2.3 ダブル・スピードタイプ選手

ダブル・スピードタイプの選手は以下のような特徴を持っている。

ダブル・スピードタイプの跳躍選手の特徴

- ダブルアームである
- 助走速度が速い
- 土踏まず接地しバーに対してダイブするように跳ぶ
- 振り上げ脚の動作が大きい
- クリアランス中の反りが小さい

ここではダブル・スピードタイプの選手として *MariaKuchina* 選手を特別に取り上げて紹介する。

*MariaKuchina* 選手の 2014 年現在の自己ベストは 201 であり、2013 年のユニバーシアードで 2 位、2014 年の世界室内で 1 位になるなど最近になって活躍してきた期待の若手選手である。身長が 180cm で体重 60kg と女性選手の中では平均的な体格である。



図 9.17: *MariaKuchina* 選手の助走と踏み切り動作

助走全体は 9 歩と短いですが、速いテンポアップと大きなストライドで踏み切り直前にはかなり速い助走になっている。助走時の腕使いは非常にパワフルで、腕を伸ばして大きく前後に振ることで力強く地面を押し加速している。

踏み切り足は小指球接地であり、バーに対してダイブするように跳んでいる。ダブル・スピードタイプの選手に多い踏み切り方法であり、幅跳びの踏み切り動作に似ている。



図 9.18: *MariaKuchina* 選手のクリアランス動作

踏み切り動作が終わった後はバーにそのままダイブするように跳び上がり、クリアランス動作では体をあまり反っていない。こうしたスピード感のあるクリアランス動作の中ではタイミングよく体幹部をコントロールすることは難しいが、*MariaKuchina* 選手の場合は肩がバーを越えるときに頭を勢いよく下に下げ、うまく腰を浮かせるクリアランス動作を行っている。

## 9.3 シングルアーム選手の跳躍分析

跳躍分類で述べたように、女性の跳躍選手は大きな分類としてはダブルアーム、シングルアーム、ランニングアームのタイプに分類され、シングルアームの選手を更に詳細に分類すると「シングル・パワータイプ」「シングル・スピードタイプ」の2種類に分類される。

ここではシングルアームのそれぞれの跳躍タイプの選手について、その跳躍技術の特徴を紹介する。

### 9.3.1 シングル・パワータイプ選手

シングル・パワータイプの選手は以下のような特徴を持っている。

シングル・パワータイプの跳躍選手の特徴

- シングルアームである
- 助走速度が遅く内傾動作が大きい
- 踏み切り位置は遠く振り上げ脚の動作が大きい
- クリアランス中の反りは小さい

シングル・パワータイプの選手には *IrinaGordeeva* 選手や *RuthBeitia* 選手などがいる。ここでは *RuthBeitia* 選手を特別に取り上げて紹介する。

*RuthBeitia* 選手の2014年現在の自己ベストは202であり、2012年ロンドンオリンピックで4位、2014年の世界室内で3位などの実績を持っている。身長が186cmで体重71kgと女性選手の中では大柄でがっしりした体格の選手である。

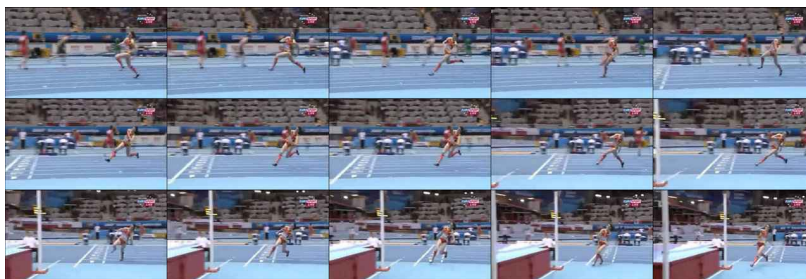


図 9.19: *RuthBeitia* 選手の助走と踏み切り動作

*RuthBeitia* 選手の実質的な助走歩数は12歩であるが、独特の小刻みな補助助走から助走を開始するため、女性選手の中では非常に助走距離が長い。

助走では補助助走，直線助走，曲線助走とそれぞれ独特のリズムを持っており，曲線助走では速度よりもリズムを重視した等速の助走を行っている。*RuthBeitia* 選手の助走で特に特徴的なのが上半身主導で行われる曲線助走の大きな内傾動作である。この大きな内傾動作は助走で重心を下げる目的と，踏み切り動作に向けて助走のリズムを整える目的で行われているように見える。

*RuthBeitia* 選手（1979 年生まれ）は長いキャリアの中でコンスタントに好成績を残している。コンディションの好不調に左右されずに長年に渡って世界の一線で活躍できる理由は，補助助走，直線助走，曲線助走それぞれの助走のリズムを微修正することで跳躍動作全体の安定性を高めている点にあると思う。



図 9.20: *RuthBeitia* 選手のクリアランス動作

踏み切り動作では大きな内傾動作から遠い踏み切り位置で踏み切り，振り上げ脚を腰の高さで高くキープした上昇姿勢を作っている。振り上げ脚の屈曲は離陸後もしばらくキープされ，そのままクリアランス動作に移っている。

クリアランス動作では肩がバーを超える頃には頭－腰－膝が地面と平行に一直線に並んでおり，そのあとは膝を高い位置でキープしたまま上半身をバーの奥に倒し，惰性回転で脚を抜いている。

通常は空中でこうした体を伸ばした姿勢を取ると慣性モーメントが大きくなるため，空中で回転不足になり脚がバーに当たってしまう。しかし *RuthBeitia* 選手の場合は大きな内傾動作からの踏み切り動作で空中での大きな回転力を生み出すことで，こうしたクリアランス動作が難なく行えているものと推測される。

### 9.3.2 シングル・スピードタイプ選手

シングル・スピードタイプの選手は以下のような特徴を持っている。

シングル・スピードタイプの跳躍選手の特徴

- シングルアームである
- 助走速度が速い
- 踏み切り位置が近く、振り上げ脚の動作が小さい

シングル・スピードタイプの選手には *Alessia Trost* 選手や *Ariane Friedrich* 選手などがある。ここでは *Ariane Friedrich* 選手を特別に取り上げて紹介する。

*Ariane Friedrich* 選手の 2014 年現在の自己ベストは 206 であり、2009 年ベルリン世界選手権で 3 位、ユニバーシアードは 2005 年に 3 位、2007 年に 2 位、2009 年に優勝という実績を持っている。身長が 179cm で体重 57kg と女性選手の中では平均的な体格の選手である。



図 9.21: *Ariane Friedrich* 選手の助走と踏み切り動作

*Ariane Friedrich* 選手の助走はストライドが短く極めて速いピッチで走ることの特徴としている。極めて速いピッチの助走からシングルアームアクションで踏み切り動作に移り、弱い振り上げ脚動作で上昇姿勢を作っている。

曲線助走のピッチが極めて速いため、アームアクションや振り上げ動作は小さくコンパクトにまとめられている。踏み切り動作では、踏み切り足の接地、振り上げ脚の振り上げタイミング、シングルアームの振り上げタイミングがよく一致している。テンポの速い助走は踏み切り動作のアクションが小さくなる一方で、腕－踏み切り足－振り上げ脚のタイミングを合わせやすいなどの利点がある。*Ariane Friedrich* 選手はこうしたテンポの速い助走の持つメリットを十分に生かした踏み切り動作を行っている。



図 9.22: *Ariane Friedrich* 選手のクリアランス動作

踏み切り後はシングルアームのアームアクションでうまく体をリードし、空中では大きく反ったクリアランス姿勢を作っている。図 9.22 の連続写真からは分かりにくいですが、踏み切り動作で大きな後傾姿勢を作っている。このため、空中では腰を中心に体がきれいに回転しており、余裕を持ったクリアランス動作ができている。

## 9.4 ランニングアーム選手の跳躍分析

跳躍分類で述べたように、女性の跳躍選手は大きな分類としてはダブルアーム、シングルアーム、ランニングアームのタイプに分類され、ランニングアームの選手は「ランニングタイプ」に分類される。

ここではランニングタイプの選手について、その跳躍技術の特徴を紹介する。

### 9.4.1 ランニングタイプ選手

ランニングタイプの選手は以下のような特徴を持っている。

ランニングタイプの跳躍選手の特徴

- ランニングアームである
- 内傾動作が大きい
- 振り上げ脚の動作が大きい
- クリアランス中の反りが大きい

ランニングタイプの選手には *JustynaKasprzycka* 選手や日本の福本幸選手などがいる。ここでは福本幸選手を特別に取り上げて紹介する。

福本幸選手の2014年現在の自己ベストは192（日本歴代5位）であり、日本選手権では6回優勝している。2007年の大阪世界選手権、2013年のモスクワ世界選手権の日本代表選手に選ばれた名実ともに日本を代表する女性ジャンパーである。身長は172cmで体重54kgと女性選手の中では小柄な体格の選手である。



図 9.23: 福本幸選手の助走と踏み切り動作

福本選手は補助助走が長く、実質的な助走は短い。助走速度はそれほど速くないが、大きなストライドと深い内傾動作で重心を低くキープした曲線助走を行っている。

ランニングアームアクションは非常にコンパクトで、踏み切り動作では力強い肩の引き上げ動作が見られる。特筆すべきは振り上げ脚動作の大きさとキレであろう。踏み切り動作と振り上げ脚動作と肩の引き上げ動作がタイミングよく一致しており、踏み切り動作でしっかりと地面に力を伝えることができている。このタイミングが一致するかどうかは跳躍の肝となっており、短い助走で動作タイミングをうまく合わせている。



図 9.24: 福本幸選手のクリアランス動作

大きな内傾動作からの踏み切り動作や、キレのある振り上げ脚動作の効果でクリアランスに必要な空中の回転力が十分に確保されている。このため、クリアランスでは余裕を持って体を大きく反ることができている。

福本選手の場合はクリアランス動作で肩がバーを越えたあたりから、上半身をバーの下側に思いっきり倒して腰を浮かしている。その後は、これより遅れれば抜き脚動作が間に合わなくなるというギリギリのタイミングまで腰を浮かせた状態をキープし、腰が抜けた瞬間にタイミングよく抜き脚動作を行っている。こうした一連の動作は *BrigettaBarrett* 選手のクリアランス動作と似ているが、*BrigettaBarrett* 選手が体幹部の強さによってその動作を実現しているのに対して、福本選手の場合は全身（頭、腕、腰、脚）の「返し動作」をタイミングよく一致させることでこうした動作を実現している。



## 9.5 女性選手の跳躍技術

男性選手に見られるような内傾動作や後傾動作，踏み切り動作，アームアクションの技術は，女性選手にも共通した跳躍技術である。

ここでは男性選手ではあまり見られない女性選手特有の技術について取り上げて紹介する。

### 9.5.1 女性選手特有の助走

女性選手の中には曲線助走でほとんど体を内傾させずに，大きく膝を上げたストライドの広い助走をする選手がいる

既に *SvetlanaShkolina* 選手の跳躍分析で紹介したように女性選手の中には曲線助走ではほとんど体を内傾させずに，大きく膝を上げたストライドの広い助走をすることで重心を下げる助走技術を用いる選手がいる。

男性に比べて走力の低い女性選手は，曲線助走で十分な遠心力を得にくいいため，内傾動作で自然に重心を低くキープした助走を行うことが難しい。このため，助走スピードが犠牲になるが，ストライドを大きく伸ばして重心を下げる選手や，意識的に大きな内傾動作を行い重心を下げる選手が時折見られる。



図 9.25: *SvetlanaShkolina* 選手の助走

### 9.5.2 女性選手特有の振り上げ脚動作

ランニングアームの跳躍選手の中には、振り上げ脚動作でキレのある大きな蹴り出し動作を行う選手がいる

既に福本選手の跳躍分析でも紹介したが女性選手の中には振り上げ脚動作でキレのある大きな蹴り出し動作を行う選手が時折見られる。

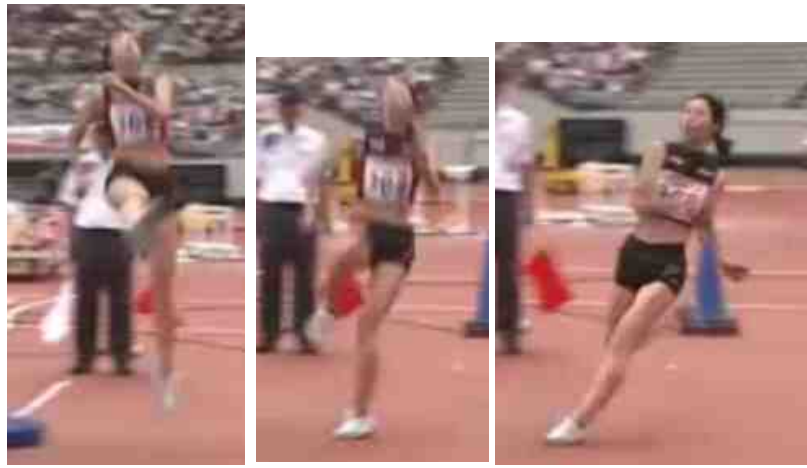


図 9.26: 福本幸選手の振り上げ脚動作

こうした振り上げ脚動作はランニングアームの跳躍選手に多い。踏み切り動作と振り上げ脚動作と、肩の引き上げ動作をタイミングよく一致させることで、踏み切り動作でしっかりと地面に力を伝えることができる。

今回は男性の分析対象にランニングアームの選手がいなかったが、男性のランニングアーム選手を多く集めれば、こうした振り上げ脚動作を行う選手のサンプルがいくつか集まったと思う。

## 日本人選手の跳躍

「情熱・忍耐・努力」。強い選手になるためにいずれも必要な条件だ。

強い選手になるためには、新しい知識・技能を学ぶことや、体系化された手法を用いて自分の課題を見つけ解決していく能力も必要だ。しかし、どんな手段を取っても、最後は人間の情熱・忍耐・努力が試されるときがくる。

やる気がなく、物事に真剣に取り組めない、情熱のない選手がスポーツの世界で何かを達成することはない。

情熱は練習への集中度を高めてくれるし、忍耐や努力を支える無限のエネルギー源となる。練習の苦痛も気にならなくなり、高いモチベーションで競技を続けることができるようになる。

忍耐とは諦めずに頑張ることだと思う。失敗を失敗と認めて「諦める」ことは重要だが、簡単に諦めているようではだめだ。自分がここまではやると決めたことは、何が何でも我慢してやり抜く。それでも駄目なら諦める。そうした積み重ねで選手は強くなっていく。

努力しない選手はいつまでも技術力が低い。難しい技術の多くは簡単なことの積み重ねで達成できるが、努力しない選手は簡単な技術の積み重ねができない。何年たっても簡単なことや最初からできることしか身につかずに進歩しない。

第10章で紹介する選手はいずれも日本選手権に入賞した選手の跳躍である。ほとんどの選手は長い間第一線で競技を続けてきた大学生と社会人である。日本選手権は強い情熱と忍耐力を持ち、粘り強い努力を続けてきた一握りの選手のみが参加できる大会だと思う。

その中で入賞するクラスの選手の技術・技能のレベルは大変高い。ここでその技術の一端を解説するので自分の跳躍タイプに近い選手を見つけて、その跳び方を参考にしてほしい。

## 10.1 分析対象の説明

ここでは2013年度の日本選手権において入賞した男女の走り高跳び選手の跳躍技術を解説する。なお日本選手権における各選手の順位と記録については以下の通り。

### ●男子

| 順位 | 名前    | 記録   |
|----|-------|------|
| 1  | 高張 広海 | 2m25 |
| 2  | 富山 拓矢 | 2m20 |
| 2  | 衛藤 昂  | 2m20 |
| 2  | 戸邊 直人 | 2m20 |
| 5  | 土屋 光  | 2m15 |
| 5  | 尾又 平朗 | 2m15 |
| 5  | 高山 豊  | 2m15 |
| 5  | 赤井 裕明 | 2m15 |

### ●女子

| 順位 | 名前     | 記録   |
|----|--------|------|
| 1  | 福本 幸   | 1m90 |
| 2  | 三村 有希  | 1m75 |
| 3  | 加藤 玲奈  | 1m70 |
| 3  | 金井 瞳   | 1m70 |
| 5  | 川口 あゆ美 | 1m70 |
| 6  | 今城 瞳   | 1m70 |
| 7  | 戸谷 真理子 | 1m70 |
| 7  | 京谷 萌子  | 1m70 |

図 10.1: 2013 年度日本選手権結果

2013年度の日本選手権の男子走り高跳びは220台が4名、史上初の入賞者が全員215以上という非常にレベルの高い大会となった。

女子走り高跳びは全体的に低調な記録に終わったが、福本選手が190と奮起し、モスクワ世界選手権代表選手に選ばれる大会となった。

なお福本選手の跳躍については第9章でその跳躍技術を紹介しているため本章では説明を省略する。

## 10.2 2013年度日本選手権男子入賞者の分析

### 高張広海選手の跳躍



図 10.2: 高張選手の助走

直線助走は独特のテンポで跳び出し、速いピッチで助走のリズムを作っている。そこからストライドを広げて曲線助走に移り、更にピッチを上げて助走速度を上げている。

曲線助走は極めて速く、曲率半径の小さい曲線助走を行うことで強い遠心力を確保しながら、深い内傾動作で大きく重心を落としている。

高張選手の助走の大きな特徴は、曲線助走の後半で手を小さく振りながら助走を安定させている点にある。通常、腕振り動作を小さくすると下半身で地面を蹴り出す力が弱くなり、十分な加速力が得られずに助走が失速することが多い。このため助走中に腕振り動作を小さくする選手は少ない。

しかし、腕振り動作の大きな助走は、助走の失速を防止する反面、踏み切り動作が不安定になるというデメリットもある。高張選手の場合は敢えて細かい小さな腕振り動作を行うことで、踏み切り動作を安定化していると考えられる。また、小さな腕振り動作でも助走が失速しないだけの高い走力を持っている。

助走全体を通じて言えることだが「低く」「速く」「一定の高さ」という助走の基本動作が高いレベルで実現されている。



図 10.3: 高張選手の踏み切り・クリアランス動作

踏み切り動作では小さくコンパクトな腕振り動作から、シングルアームアクションで踏み切り動作に移行している。振り上げ脚動作、左腕の振り込み動作ともに小さく抑えられ、助走で得たスピードを踏み切り動作で失速させずに、うまく上昇方向の速度に変換することができている。

踏み切り位置は遠く、真上に伸びあがる上昇姿勢もきれいに作ることができている。踏み切り前後の内傾姿勢と後傾姿勢が大きいため、踏み切り動作でクリアランスに必要な回転力が十分に得られている。

踏み切り動作では踏み切り足が地面スレスレを移動し、極めて速い速度を維持したまま接地動作が行われている。地面からの強い反発力を得やすい接地時間の短い踏み切り動作もうまくできている。

クリアランスでは両腕を上げた上昇姿勢を作った後に、体を真っ直ぐにキープしたまま体の回転運動を開始している。

体を直線にキープした慣性モーメントの大きな姿勢を作ってもこれだけ空中できれいに回転することができるのは、踏み切り動作でクリアランスに必要な回転力が十分に得られているからである。こうした体の回転は踏み切り動作で起こし回転動作がうまくはまったときに現れる。

肩がバーを越えた後は腕を大きく下方に下げ、膝を大きく屈曲させ、腰を高く浮かせている。上半身を持ち上げる力をうまく使った抜き足動作のタイミングも素晴らしい。まさに理想的なクリアランス動作であり、全参加選手中最も完成度の高いクリアランス動作である。

## 富山拓矢選手の跳躍

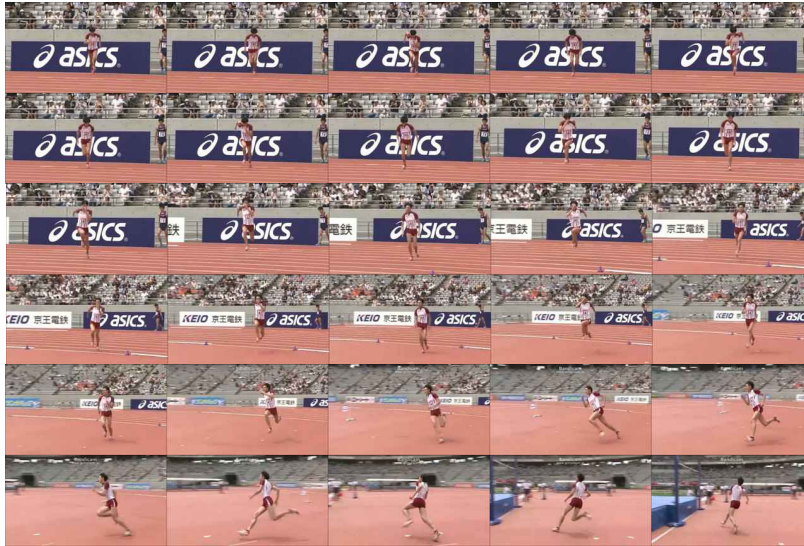


図 10.4: 富山選手の助走

直線助走ではピッチの細かい加速動作から、ストライドの大きいバウンディングのような助走を行って、曲線助走へと移行している。大きなストライドから曲線助走へ移行するため、低い重心位置から曲線助走が始まっている。そのまま低い姿勢をキープし、深い内傾動作で曲線助走を走り、ランニングアームで踏み切り動作を行っている。

踏み切り動作はランニングアームで行っており、ダブルアームやシングルアームの選手に比べて助走の減速は少なく、むしろ加速するように踏み切り動作を行っている。

近年はランニングアーム動作で跳躍を行う選手は減ってしまったが、小柄で技術力の高い日本人選手にとってはまだまだ魅力的な跳躍動作である。富山選手に限らず、もっと多くの選手がチャレンジすべきアームアクションだと思う。



図 10.5: 富山選手の踏み切り・クリアランス動作

踏み切り動作ではランニングアーム選手の踏み切り動作に特徴的な「膝を曲げたまま高く引き上げる振り上げ脚動作」と踏み切り足側の肩の引き上げ動作が見られる。富山選手の場合は振り上げ脚動作を弱く行い、そのぶん肩の引き上げ動作を強くする踏み切り動作のスタイルを採用している。振り上げ脚動作、肩の引き上げ動作により、真っ直ぐと伸びあがる上昇姿勢がきれいに作られている。

離陸後は右腕を胸の前に畳み、肩がバーを越えるあたりで右腕を体の側面に移動させながら上半身をバーの奥に倒し、腰を浮かせている。

ランニングアームはクリアランス中のアームアクションが難しいが、富山選手の場合は空中で腕をうまく使ってクリアランス動作を行えていると思う。

腰がバーを越えた後はこれしかないというギリギリのタイミングで抜き足動作を開始している点も素晴らしい。勝負所の 220 という高さでこうしたクリアランス動作ができるところに富山選手の集中力の高さと、普段の跳躍練習の充実ぶりを感じることができる。



## 衛藤昂選手の跳躍

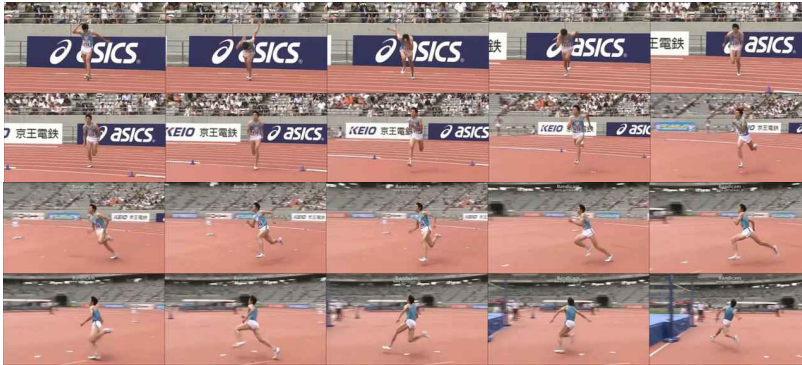


図 10.6: 衛藤選手の助走

セットスタートの助走で11歩はこのクラスのジャンパーにしては短めの助走に感じるが、直線助走では大きく腕を前後に振りながら十分に加速してスピードにのっている。低いとびだしからの重心移動もかなり安定している。

ダブルアームアクションは、踏み切り動作の2歩手前から1歩手前の空中で両腕を体の前方に配置し、両腕を後ろに引きながら踏み切り動作を行うスタイルである。

通常はこうした大きなダブルアームアクションは助走の減速を招くが、衛藤選手の場合は腕を小さくコンパクトに動かすことで助走の減速を最小限に抑えている。

また、腕を外に開くダブルアームアクションで、膝を少し屈曲気味で踏み切ることによって、ややパワータイプよりの踏み切り動作を行い地面に大きな力を加えている。

一連の踏み切り動作のリズムは非常に安定している。こうした安定したリズムは踏み切り動作の集中力を高めることができる。その結果「踏み切り足の接地」「アームアクション」「振り上げ脚動作」をタイミングよく一致させることができ、踏み切り動作で大きな上昇力を得ることができている。

曲線助走全体を見れば重心を一定に滑らかにコントロールしながら、低い位置から駆け上がるように踏み切り動作に移行している。踏み切り動作では重心が曲率半径の大きい滑らかな上昇軌道を描き、踏み切後の重心の跳びだしがスムーズである。

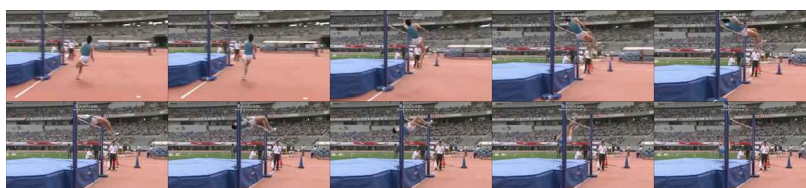


図 10.7: 衛藤選手の踏み切り・クリアランス動作

こうした一連の動作から作られる上昇姿勢は秀逸である。振り上げ脚に注目すると、振り上げ脚を屈曲させて持ち上げ、強いブロック姿勢を作った後に上昇姿勢が綺麗に作られている。この「上昇姿勢を作るうまさ」は衛藤選手の最も大きな強みといえるだろう。

しかし、振り上げ脚を使った強烈なブロック姿勢で真っ直ぐ上がる上昇姿勢を作れている反面、クリアランスにおいてはやや回転不足を感じる跳躍になってしまっている。空中での反りは小さく、ロール・ピッチ・ヨー回転のバランスもうまくコントロールできていない。

衛藤選手は踏み切り動作のタイミングの取り方、アームアクションに強みがある一方で、助走速度やクリアランス動作には物足りなさがある。跳躍スタイルを考えればある程度は仕方のないことだが、今後は自分の弱みを補う技術を更に身に着けることで更に記録を伸ばしてほしい。

## 戸邊直人選手の跳躍



図 10.8: 戸邊選手の助走

助走全体がリラックスした余裕のある動きになっている。曲線助走では重心の軌道より外に足を接地させ、大きな円を描きながらスピードを落とさずに助走している。一連の動作が非常に滑らかに繋がっており、無駄な要素を感じさせない。

アームアクションや振り上げ脚動作はやや控えめである。踏み切り動作中に重心は低い位置から曲率半径の大きい滑らかな軌道を描いて空中にリリースされている。このとき短い接地時間で助走を減速させずに一瞬の力のコントロールで重心の軌道を変えている。

水平方法の助走速度を一瞬の踏み切り動作の力のコントロールでうまく垂直方向の速度に変換できていると思う。



図 10.9: 戸邊選手の踏み切り・クリアランス動作

クリアランス中の反りは小さいが、畳んだ左腕を外に開くことで空中の姿勢を調整し、最終的には両腕を下に下げてわずかに腰を浮かせている。

スピード感のある横幅の広いクリアランスを行う選手にしては動きが細かく、工夫が見られる。また、助走の水平速度がある程度維持された状態でクリアランス動作に移行している。このとき、腰がバーを抜ける瞬間まで高い位置でキープされている点が良い。

## 土屋光選手の跳躍



図 10.10: 土屋選手の助走

直線助走，曲線助走ともにシングアームのスピードタイプの選手のオーソドックスな助走スタイルといえる．連続写真では伝わりにくいですが直線助走の加速動作，ピッチの速さには非凡なものがあり，助走動作は極めて速く安定している．

特に曲線助走の助走速度は素晴らしく，これだけの速度で走っているながら踏み切り動作では余裕を感じる．走力の非常に高い選手なのだろう．

これだけの速度で走っているながら，踏み切り動作の前後で速度を落とさずにストライドの広い助走を行い，重心を低く下げている．大きな内傾動作を最後の2歩で後傾動作に切り替える踏み切り動作も実に見事である．



図 10.11: 土屋選手の踏み切り・クリアランス動作

踏み切り動作自体は典型的なシングルアーム選手の踏み切り動作である。振り上げ脚を高くキープし、真上に伸びあがる姿勢は素晴らしい。踏み切り動作では十分な後傾動作が作られ、ブロックも十分に行われていることから、空中での回転力が十分に得られている。

踏み切り動作で得られた空中の回転力がクリアランス動作でもうまく生かされている。土屋選手の場合はシングルアームの右腕のリード動作から、上半身の体幹部をバーの奥に大きく落とした姿勢を作り、同時に両膝を曲げることで見事に空中で反ったクリアランス姿勢を作っている。

空中でのロール・ピッチ・ヨー回転も両腕や膝の位置を細かくコントロールすることで調整されており、非常にレベルの高いクリアランス動作であるといえる。

## 尾又平朗選手の跳躍

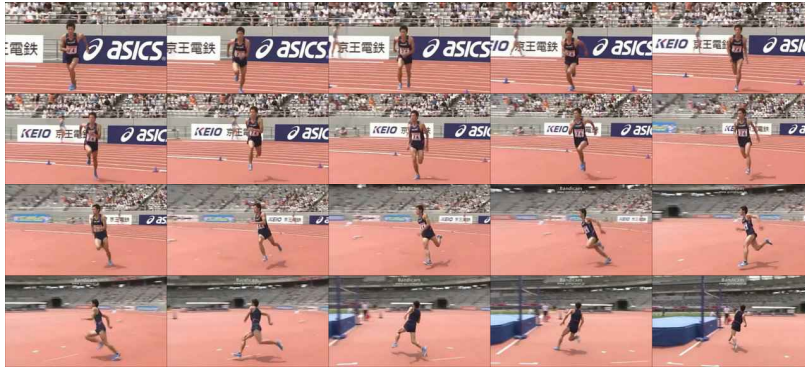


図 10.12: 尾又選手の助走

直線助走，曲線助走ともにシングアームのスピードタイプの選手のオーソドックスなスタイルである．助走はそれほど速くないが，曲線助走の入りから踏み切り動作までのリズムは一定で安定しており，踏み切り動作にも余裕がある．曲線助走の内傾動作は大きく，曲線助走でも体をわずかに前傾させて加速姿勢を維持している．



図 10.13: 尾又選手の踏み切り・クリアランス動作

踏み切り動作では踏み切り足を大きく前方に振り出し体の後傾姿勢を作ると同時に、右腕を背中側に大きく振りこみ、踏み切り足の接地に合わせて右腕を強く振り上げている。この辺りの動作は力強さがあるがよい。

振り上げ脚も捻り上げながらうまく蹴り出すことができている。首が傾いている点は気になるが、上昇姿勢もしっかり作ることができている。

踏み切り動作で得られた空中の回転力がクリアランス動作でもうまく活かされていると思う。また、クリアランス動作のスタイルは同じシングルアームのスピードタイプ選手である土屋選手に似ている。尾又選手の場合はシングルアームの右腕のリード動作から、上半身の体幹部をバーの奥に大きく落とした姿勢を作り、同時に両膝を曲げることで見事に空中で反ったクリアランス姿勢を作っている。非常に効率よいクリアランス動作ができている。



## 高山豊選手の跳躍

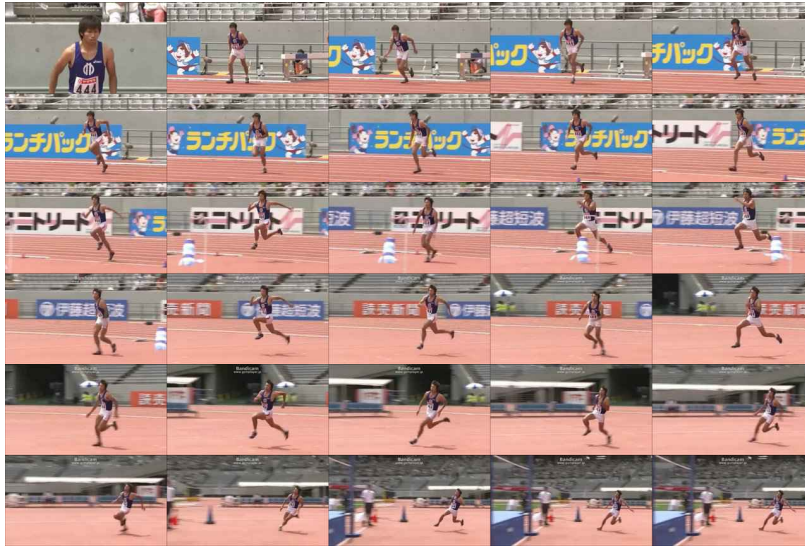


図 10.14: 高山選手の助走

助走はゆったりした小刻みな補助助走，ストライドを広げて体を弾ませるように前進する直線助走，直線助走からピッチを上げて低く速く移動する曲線助走と三段階に分かれている。

高山選手の助走は曲線助走のテンポアップが特徴的である。ゆったりとしたテンポの直線助走から曲線助走へのテンポアップの切り替えは見事である。また、低い重心姿勢でありながら助走は極めて速い。下半身の筋力の強さを感じる助走となっている。



図 10.15: 高山選手の踏み切り・クリアランス動作

踏み切り動作では腰を後ろに残して、心持ち腰が折れたような踏み切り姿勢を作っている。こうすることでしっかりと踏み切り動作で助走速度を止めて体を上昇させる速度に変えている。踏み切り位置が遠く、助走速度が速いにも関わらず上昇姿勢をきれいに作ることができている。

こうした踏み切り動作はダブルアームの選手がよく用いるテクニックであり、高山選手はこの動作がうまい。ダブルアームでありながらスピードタイプの選手にも負けない助走速度で踏み切っており、この踏み切り動作と助走速度が高山選手の大きな武器といえる。

クリアランス動作では高く引き上げた振り上げ脚を下しながら、空中で両腕を広げ、肩がバーを越すタイミングで両腕を下に下げ、アゴをしっかりと持ち上げることで体を反って腰を浮かせている。

次に腰がバーを越えると、下していた両腕を持ち上げてアゴを素早く引くことで抜き足動作を行っている。一連の動作は体がバーに触れないようにタイミングよく行われている。

跳躍全体を見てると「助走」「踏み切り動作」「クリアランス」ともにバランスがよく、高いレベルの跳躍ができる選手である。

## 赤井裕明選手の跳躍



図 10.16: 赤井選手の助走

非常にリラックスしたスピーディーな助走ができている。踏み切り動作が持ち味の選手なので、他の選手に比べて踏み切り動作に集中している分、助走の動きはやや散漫に見える。良くいえばリラックスした助走に見えるし、悪くいえばテンポの不安定な雑な助走に見える。

曲線助走の後半では若干ストライドが大きくなり助走が減速しているが、内傾動作から後傾動作への繋がりが非常にスムーズであり、しっかりと低い姿勢から踏み切り動作に移ることができる。

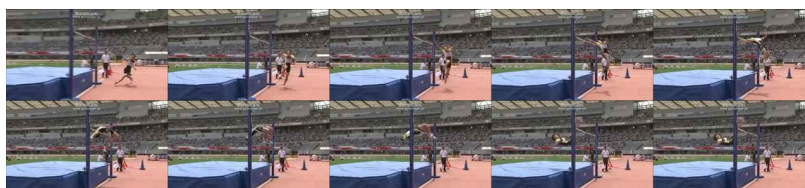


図 10.17: 赤井選手の踏み切り・クリアランス動作

踏み切り動作では深い後傾姿勢からシングルアームで一気に体を引き上げている。助走速度は一気にブロックされて、鉛直方向の上昇速度に変換されている。非常に近い踏み切り位置から真上に浮き上がるような上昇姿勢が作られ、跳躍角度の大きな（ほぼ垂直に上昇する）跳躍が実現されている。

通常はこうした踏み切り動作を行うと足首に強い負荷がかかるため踏み切りきれない選手が多い。赤井選手の足首の強さが伺える力強い踏み切り動作だと思う。

踏み切り位置が近いことから少し幅の狭い跳躍になっているが、後傾動作で稼いだ回転力をクリアランスに利用することで空中ではよく反った姿勢を作ることができている。またその反った姿勢をなるべく長くギリギリまでキープして絶妙のタイミングで反りを返すことで、腰がバーを越えるように体をコントロールしている。この辺りの動作もうまい。

### 10.3 2013年度日本選手権女子入賞者の分析

#### 三村有希選手の跳躍



図 10.18: 三村選手の助走

直線助走では大きなストライドと、肩と腰の動作を連動させた接地動作で力強く加速している。接地と同時に接地足側の肩を前方に引き上げ、逆足の腰を引き上げて前に脚を振り出す動作はタイミングよく連動している。これによってスムーズな加速動作が生まれている。

助走は直線助走、曲線助走ともに全体を通して後半に進むにつれて、どんどん加速していきテンポアップしている。踏み切り動作まで助走のテンポアップは続いており、十分スピードにのってから踏み切り動作に移行している。

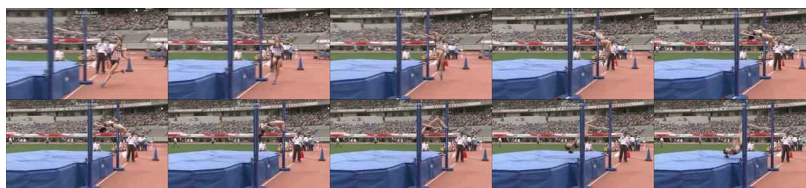


図 10.19: 三村選手の踏み切り・クリアランス動作

踏み切り動作ではわずかに腰の位置を落としながら、低い重心位置で力強い踏み切り動作を行っている。踏み切り足の一步手前の足を重心の真下近くに接地し、踏み切手前でも加速動作を続けながら、踏み切り動作に移行している。

体の後傾姿勢の作り方や、地面からの力を体に伝える方向、曲がり過ぎない膝の角度、肩の引き上げ動作、助走動作、踏み切り動作、どの動作を見ても関節角度や姿勢のコントロールがうまい選手であると感じる。

クリアランス動作では左腕を胸の手前に畳みながら、肩がバーを越えると畳んだ左腕を外に広げて下に下げて腰を浮かせている。三村選手のクリアランスの素晴らしいところは、体が反った姿勢を長くキープすることで腰を高い位置で長くキープし、腰がバーを抜けたタイミングで反りを返す、クリアランスのうまさである。跳躍全体を通して力を入れるタイミングや、切り替えるタイミングがうまい選手であると感じる。

## 加藤玲奈選手の跳躍



図 10.20: 加藤選手の助走

助走を控えめにコントロールして、おさえている。曲線助走での内傾動作とテンポアップがよい。女性選手は大きな内傾動作とテンポアップを両立させることが難しいが、そうした動きがうまくできており、助走に力強さを感じる。踏み切り動作の直前までしっかりランニング姿勢を維持し、助走を加速させている点も良い。



図 10.21: 加藤選手の踏み切り・クリアランス動作

踏み切り動作はシングルアームで行っている。大きな内傾動作から大きな振り上げ脚動作でパワフルな踏み切り動作を行っており、踏み切り動作でしっかりと助走速度を止めて体をふわっと浮かせている。離陸直後に真っ直ぐ上がる上昇姿勢が作られている点も良い。

加藤選手はクリアランスでの腕の使い方がうまい。踏み切り動作で両腕を引き上げた後は、左手（踏み切り足側の手）を素早く外に開き、肩がバーを越える頃には両腕を外に開いた姿勢を作っている。その後、両腕を下に下げることによって大きく腰を浮かせている。返し動作では顎を強く引くことで反りを返して、うまく脚を抜いている。横幅の狭い窮屈な跳躍だが、短時間の間に細かい動作を素早く行い、効率的にクリアランス動作を行っている。

空中では高さに余裕があるように見える跳躍だが、残念ながら腰を落とすタイミングがわずかに速く、お尻がバーに当たりやすい跳躍となってしまう。もう少し助走スピードを上げて横幅の広い跳躍にすれば、余裕を持って腰まで抜くことのできる美しいクリアランス動作になるだろう。



## 金井瞳選手の跳躍



図 10.22: 金井選手の助走

女性選手にしては珍しく 16 歩と歩数の多い助走を行う選手である。

前半のピッチの速い助走は補助助走的な役割を果たしていると考えられる。この補助助走を用いることで助走全体の速度が底上げされている。

直線助走の前半は低い姿勢でピッチの速い助走を行い、ストライドの長い助走に切り替えて曲線助走に繋げている。曲線助走では速い助走スピードを使って体を深く内傾させることができおり、うまく重心を落とすことができている。曲線助走でも速い助走をキープできている点が良い。高い走力とそれを支える下半身の力強さを感じる助走である。



図 10.23: 金井選手の踏み切り・クリアランス動作

踏み切り動作では踏み切り1歩手間の左足が接地してから、踏み切り足である右足が接地するまでの時間が短い。助走速度を落とさずに踏み切り動作に移ることができている点が素晴らしい。

こうした間延びのない、速いタイミングでの踏み切り動作にも関わらず、シングルアームの右腕を後ろに大きく振り込んで、踏み切り動作に合わせて腕をタイミングよく上に持ち上げることができている。振り上げ脚も控えめながらしっかり使えている。速い助走でこうした踏み切り動作を行うのは難易度が高い。

シングルアームで上半身をリードし、体を真上に引き上げる上昇姿勢を作っている。この真っ直ぐ上に伸びた上昇姿勢は素晴らしい。そこから頭を倒し膝を曲げ腰を浮かしている。クリアランスで反るタイミングはこれでよいが、返しタイミングが速すぎるため、高さが十分出ているにも関わらず腰がバーに接触している。この点は勿体ない。

## 川口あゆ美選手の跳躍



図 10.24: 川口選手の助走

短い補助助走から直線助走を開始し、曲線助走では踏み切り2歩手前で両腕を体の前でクロスし、踏み切り1歩手前で両腕を横方向に大きく開き、踏み切り動作で両腕を一気に引き上げる大きなダブルアームアクションで踏み切り動作を行っている。

こうした大きなアームアクションを行っているにも関わらず、下半身はランニングフォームに近い動作を続けており、助走の減速がすくないまま踏み切り動作に移行することができている。

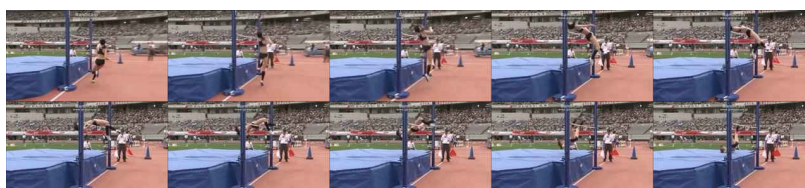


図 10.25: 川口選手の踏み切り・クリアランス動作

ダブルアーム動作が大振りやや助走が減速している。大きな振り込み動作を利用してそのまま空中に体を投げ出すように踏み切り動作を行っている。こうした一連の踏み切り動作は女性選手のダブルアーム選手の中でも、ダブル・スピードタイプの跳躍選手に見られる典型的な踏み切り動作だといえる。

川口選手の踏み切り位置は他の選手に比べてバーの中央に近く、踏み切り動作を行ってから着地するまで直線的な、横幅の変化の小さいクリアランス動作を行っている。

クリアランス動作では空中でほとんど体を反らせることはなく、助走の勢いをそのまま利用して身を投げ出すようにしてクリアランスを行っている。こうした動作もダブルアームのダブル・スピードタイプ選手に見られる典型的なクリアランス動作であるといえる。

## 今城瞳選手の跳躍

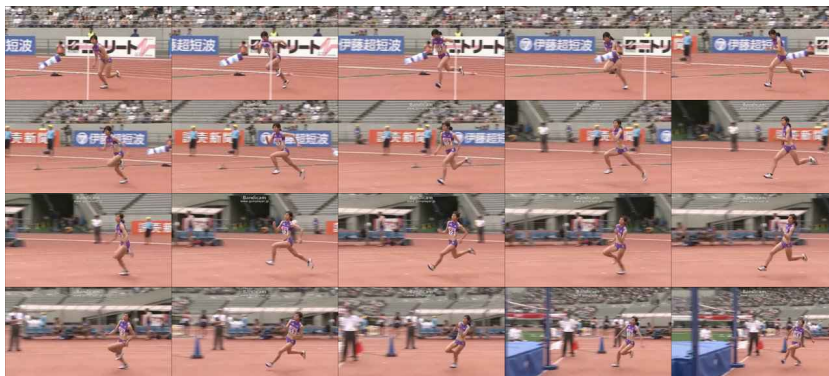


図 10.26: 今城選手の助走

2歩の補助助走を付けた計10歩の助走である。直線助走では短い歩数で体を前傾させてうまく体を加速させている。

曲線助走では体をやや後ろに引き、自然に体を内傾させ助走している。踏み切りの2歩手前の足が接地すると両腕をクロスさせて体の前方に構えて、踏み切りの1歩手前の足が接地すると両腕を後ろに大きく引き、踏み切り動作の準備を行っている。女性には珍しい大きくパワフルなダブルアームアクションで踏み切り動作の準備を行っている。



図 10.27: 今城選手の踏み切り・クリアランス動作

踏み切り動作では大きく引いた両腕を振り上げながら、大きく膝を屈曲・伸展させて地面を蹴り出している。踏み切り足は高い位置から踵接地しており、しっかりと助走速度をブロックしているが、踏み切り足の接地が遅れて助走が減速してしまっている。

両腕と振り上げ脚の動作によって踏み切り直後に真上に伸びあがる姿勢がしっかりと作られている。振り上げ脚を高い位置でキープしたまま空中で両腕を開き、肩がバーを越えると開いた両腕を下に下げ、膝を屈曲させることで腰を浮かせている。男性選手顔負けの非常にダイナミックなクリアランス動作である。

## 戸谷真理子選手の跳躍

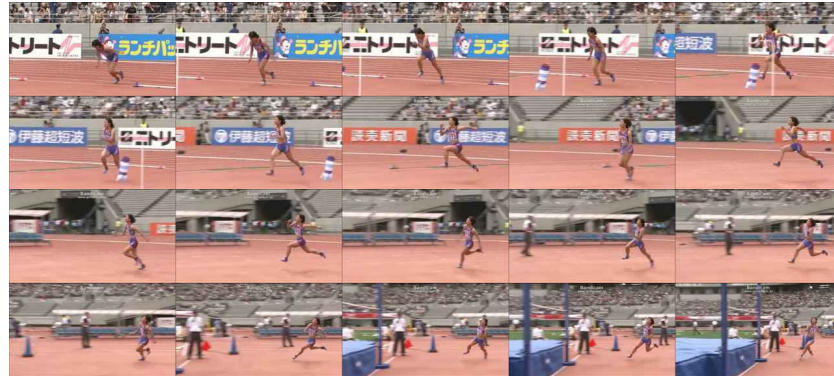


図 10.28: 戸谷選手の助走

助走は低い姿勢から跳びだして、やや前傾姿勢をキープしたままストライドの広い直線助走を行っている。重心が低く安定感を感じる直線助走である。

ストライドの広い助走をしたまま曲線助走に移り、体を大きく内傾させて重心を低くキープしている。助走は「速く・低く・一定のリズム」という基本がしっかりできている。



図 10.29: 戸谷選手の踏み切り・クリアランス動作

踏み切り足は地面スレスレに動かされ、力強い振り上げ脚動作の動きと一致するようにタイミングよく踏み切り動作が行われている。踏み切り位置は遠く、振り上げ脚の動作も大きい。シングルアームの中でもパワータイプよりの跳躍である。

上昇姿勢の作り方は物足りないが、踏み切り動作中に重心が低い位置から曲率半径の大きい滑らかな軌道を描きながら空中にリリースされている。水平方向の助走速度を踏み切り動作でうまく垂直方向の速度に変換することができている。

クリアランス中の反りは小さく、アゴを引いて跳躍しているため腰の浮きも小さい。踏み切り位置が遠くスピード感のある横幅の広い跳躍をしているため、クリアランス中に腰が落ちずに、バーを抜けるまできれいに腰の高さがキープされている。この動きはよい。空中での反り動作は小さいものの、全体としては効率のよいクリアランス動作ができている。

## 京谷萌子選手の跳躍

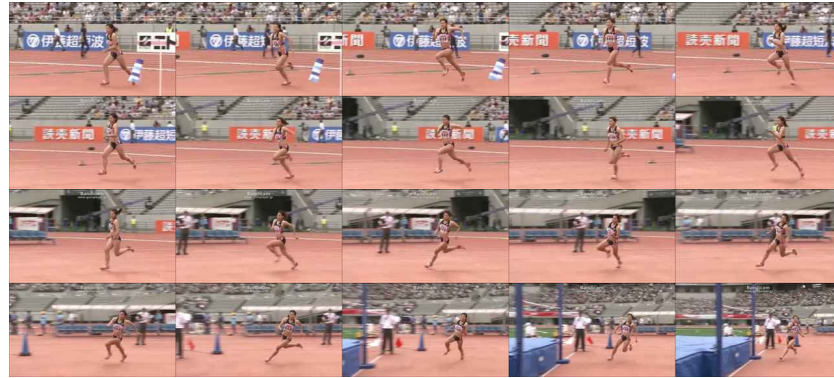


図 10.30: 京谷選手の助走

直線助走では体を立てたランニングフォームに近い状態でしっかりと加速している。「直線助走」「内傾動作」「後傾動作」「踏み切り動作」で体幹の姿勢が安定している。助走は短いがスピードは速く、助走全体に余裕を感じる。

ただし、一見速そうに見える助走を作っているのは「ピッチの速さ」であって、ストライドは他の選手に比べて小さい。

女性選手はストライドを大きくとって「助走速度を上げる+重心を下げる」という選択肢を取る選手が多い。そういった意味では京谷選手も更にストライドの大きな助走を心掛けることで助走速度の更なる改善が期待できると思う。





図 10.31: 京谷選手の踏み切り・クリアランス動作

踏み切り動作ではシングルアームの振り上げ動作に合わせてしっかり踏み切り姿勢が作れている。ストライドの小さな助走をしている分、踏み切り動作ではコンパクトな動きができており上半身と下半身の動きのタイミングがうまく合っている。

踏み切り動作で体幹を立て、踏み切り足を前方に出して少し体をひねって踏み切ること、地面からの反力方向を体の軸から外し、空中での大きな回転力を生み出している。軸を崩さないギリギリの範囲でこうした動作を実現している。

このため、クリアランス動作ではシングルアームの手で体をうまくリードして、空中で大きく反ることができている。こうした一連の動作からも体幹の筋力の強さが伺える選手である。



## 著者の跳躍

第11章では主に私の練習日誌の内容について紹介する。

私の高跳び選手としての特徴の一つとして、日本人には珍しいダブルアームのパワータイプジャンパーであり、長いキャリアの中で一度も名門校や名門チームに所属せずに競技を続けてきたことだ。

高校は進学校の普通科に進学、大学では応用物理、大学院では情報科学を学び、社会人となった今はエンジニアとして働いている。今ではフルタイムで働く傍ら実業団で競技を続けている状態だ。こうした経歴を持った選手は非常に珍しいと思う。

こうしたなか中学・高校・大学・社会人と素晴らしい記録を残してこれたのは、顧問の先生方の尽力のおかげであったと思うし、良い仲間にも恵まれ、高いモチベーションを保ちながら競技を続けてこれたからだと思う。そして、私自身が人一倍高跳びについて探求して、努力した結果だと思う。

競技者は文武両道であるべきだと考えている。本書を読めば私の学んだ学術的背景が色濃く反映されていることが分かると思う。私が別の学術分野に進んでいけば、本書の内容もそれに応じて変わっていたことだろう。きっと全く違った新しい切り口の発見も多く記述されていたはずだ。

「理詰めで考え、物理的な正しさを確認しながら技術を積み重ねていくこと」が私の一つの競技スタイルだ。ここでは私が中学から社会人に至るまで自分の跳躍をどう考えて、どう作ってきたかについて詳細にまとめる。

## 11.1 著者の競技歴

参考までに私の競技歴を図 11.1 に示す。

| 所属             | 年度   | 記録    | 成績(2013年現在)  |
|----------------|------|-------|--|
| 高松市立<br>亀阜小学校  | 1993 | 143cm | 小学5年生 香川県記録  |
|                | 1994 | 150cm |  |
| 高松市立<br>紫雲中学校  | 1995 | 165cm |  |
|                | 1996 | 176cm |  |
|                | 1997 | 204cm | 全日本中学校陸上競技選手権大会 3位<br>ジュニアオリンピック 1位                    |
| 香川県立<br>高松高等学校 | 1998 | 210cm | ジュニアオリンピック 1位  |
|                | 1999 | 215cm | 世界ユース陸上競技選手権 5位<br>全国高等学校総合体育大会 2位<br>国民体育大会 少年男子共通 1位 |
|                | 2000 | 220cm | 全国高等学校総合体育大会 1位  |
| 大阪大学           | 2001 | 214cm |  |
|                | 2002 | 223cm | 日本陸上競技選手権大会 5位<br>日本学生種目別選手権 1位                        |
|                | 2003 | 225cm | 水戸国際陸上競技大会 5位<br>スーパー陸上 2位                             |
|                | 2004 | 218cm | アジア室内陸上競技選手権大会 3位<br>日本陸上競技選手権大会 7位                    |
| 大阪大学<br>大学院    | 2005 | 202cm |  |
|                | 2006 | 210cm | 日本陸上競技選手権大会 7位   |
| トヨタ自動車<br>株式会社 | 2007 | 215cm | 全日本実業団対抗陸上競技選手権大会 2位                                   |
|                | 2008 | 205cm |  |
|                | 2009 | 195cm |  |
|                | 2010 | 205cm | 全日本実業団対抗陸上競技選手権大会 8位                                   |
|                | 2011 | 201cm |  |
|                | 2012 | 205cm |  |

図 11.1: 私の競技歴

第 11 章では著者のこれまで練習の取り組みを記した「練習日誌の公開」に焦点を当てて編集している。中学校に入って背面跳びを始めてから、各世代で記録を残し、日本のトップランカーとなり、オリンピックに挑戦した大学時代までの練習日誌の内容を「中学」「高校」「大学」とそれぞれの時代ごとに詳細にまとめる。

また、第 11 章の最後に著者の自己ベスト (225cm) 達成時の跳躍技術構成と、そこに至る技術の発達過程を詳細にまとめて紹介する。

練習日誌の内容は膨大な量になるため、その全てを紹介することはできないが、技術基礎編で取り上げることのできなかった個別具体的な技術論をできるだけ詳細に紹介するように努めて編集を行なった。

## 11.2 著者の中学期の跳躍

ここでは私が中学生だった頃（1995年～1997年）の競技の取り組みをまとめて紹介する。

### 11.2.1 概説

高松市立亀阜小学校を卒業し、高松市立紫雲中学校に入学する。

私は小学校から高跳びをやっていたこともあり、その流れで陸上部に入部した。中学校入学時に陸上部があれば入部しようと決めていたので、特に他の部に興味を持つことは無かった。

紫雲中学校陸上部は当時は部員数が少なく、グラウンドの大部分は野球部、サッカー部、ハンドボール部が利用していたために、陸上部に与えられたスペースは80m程度の細い直線路と、砂場近辺の幅跳びスペース、そしてハンドボール部のコート裏の高跳びスペースだけだった。（幸いなことに高跳びのスペースは十分に確保されていた）

グラウンドは土トラックで雨に弱く、乾きにくい土質で、雨の日は校舎の中で補強トレーニングを行っていた。グラウンドコンディションが悪い日はトラックにスポンジを持って出かけて、グラウンドにできた水たまりの水を吸い取って整地していた。ウエイトトレーニングについては特に行なった記憶がない（そうした設備も無かったように記憶している）。

中学校では基本的には高跳び中心の競技を行なっていたが、110mHや800mリレーにも参加し、冬季は駅伝練習も行なっていた。110mHは大学入学まで競技を続けており、インターハイに出場した経験もある。

この頃は高跳びに限定せず、陸上競技に必要な幅広いトレーニングを行っていた。私の地元、香川県の多くの指導者が多種目を行うことを重要であると考えていたし、顧問の先生も私もその考えに従っていた。

中学入学当初は小学校時代に跳んでいたベリーロールの癖を抜くのに苦労した。また、走り高跳びについて専門的な知識と指導経験を持つ先生がおらず、必ずしも十分な指導は得られなかったため、今から考えれば随分非効率な練習をしていたように思う。中学1年で165、中学2年で176と記録が振るわなかったのもこの辺りに理由があると思う。

中学2年の冬に福岡大学で行なった強化合宿で片峰先生の指導を受けてから高跳びの技術レベルが飛躍的に向上し、中学3年の最初の試合で193を跳んだ。一気に自己ベストを更新して、一躍全国区の選手となることができた。

当時は渡辺将矢選手という強力なライバル選手がおり、お互いどちらが先に200を跳ぶかということに鎬を削っていたように記憶している。（当時200に成功すれば全国でも5年ぶりになる大台だった）

結局、200を先に跳んだのは私で、中学3年の中学総体で記録を204に伸ばし、夏にはほぼコンスタントに200台の跳躍ができるようになった。

この頃の私の目標は「210の中学記録（1997年当時）の更新」であり、全国大会のタイトルが欲しいというよりは「一発当てて中学記録を更新してやるぞ」という思いの方が強くあった。中学生の香川県記録は207（1997年当時、日本中学歴代2位）の更新はあまり考えていなかった。200後半の跳躍を行うために何か大きなブレイクスルーが必要で、それが達成されれば207という記録は通過点に過ぎないと考えていたし、今から振り返ってもこの考えは間違っていなかったように思う。

夏に行われた全日中は3位に終わった。完全に作戦ミスで負けた試合だと思う。194のパスによってリズムを崩し、197をなんとか3回目で成功したが、ここで体力も集中力も切れてしまい、200では精彩を欠いた跳躍になった。

負けた理由はいくつかあると思うが敢えて挙げるなら「優勝ラインの読みが甘かったこと」「緊張感の高い夏場の試合に慣れていなかったこと」などが挙げられるだろう。197を跳べば勝てると思っていた読みが甘かったことと、試合時間が長時間になったことで体力が削られたことが敗因だった。

このまま高校受験に備えて秋シーズンを見送るという選択肢もあったが、中学記録への未練が残っていたことと、国体やジュニアオリンピックなどの全国大会のタイトルをどうしても取っておきたかったこともあり、中学3年の秋シーズンも競技を続行した。

中学3年生の秋シーズンは国体は記録なしに終わり、ジュニアオリンピックは196で優勝することができた。ジュニアオリンピックの優勝は初の全国大会のタイトル獲得だったため非常に嬉しかった。国体は少年共通（高校3年生まで参加可能）のクラスであったため、中学生の私では高校生相手には全く勝負にならなかった。当時、高校生に藤木選手や醍醐選手（現日本記録保持者）といったスター選手がおり、中学生の私では全く相手にならないほどの実力差があった。

中学生の私にとって特に衝撃を感じたのは同じダブルアームの踏み切り動作を行う藤木選手の跳躍だった。パワー重視の自分と同じタイプの跳躍選手であり、力強い助走に大胆な踏み切り動作、強力なパワーでブロックし、肩を引き上げて作る上昇姿勢は見事のものだった。



図 11.2: 藤木選手の跳躍

藤木選手の跳躍はどうすれば中学記録 210 を跳べるだろうと考えあぐねていた私にとってはちょっとした衝撃だった。これは中学生の私にとっては体力的に不可能な動作で、一朝一夕の技術練習ではこうした動作はできないと感じた。

今の自分に足りない技術はこれで、今のままではどう頑張っても 210 以上の跳躍はないと確信し、「あの上昇姿勢を作るのが高校での課題だ」と考えていた。高校入学後も、藤木選手の跳躍のビデオを何度も繰り返して見て研究したことを覚えている。

中学 3 年のジュニアオリンピック終了後は受験勉強に専念し、県内随一の進学校である高松高校に進学することになった。

## 11.2.2 中学に入学して最初に取り組んだこと

### 基本的な背面跳び動作

まずは背面跳びのクリアランスを覚えようということで、中学入学と同時に最初に取り組んだのは「立ち高跳び」であった。背面跳びでは背中や後頭部からマットに着地するため、始めは恐怖感を感じやすい。

立ち高跳びを繰り返すと自然とクリアランスフォームが身につき恐怖感を克服することができる。また、アゴを上げて体を反り、次にヘソを見るようにアゴを引いて体を丸めて脚が抜くといったクリアランス動作の基本を身につけることができる。

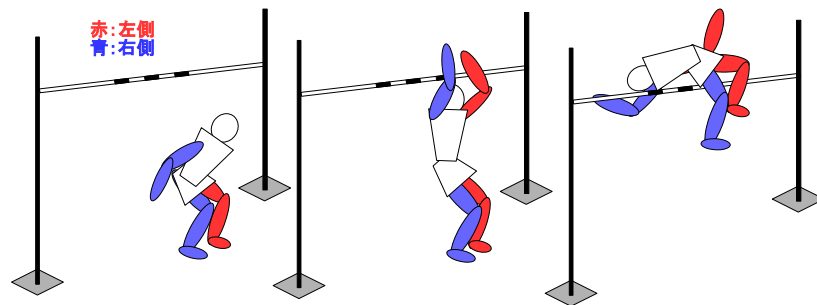


図 11.3: 立ち高跳び



- 初心者は助走をつけてクリアランスすることは難しい
- 空中でうまく反れない場合は踏み切り板を使った練習も有効

立ち高跳びや両脚踏み切りの練習によってクリアランスの感覚は身に付いていったが、助走をして踏み切ってみると空中ではうまく反れないということがこの頃はよくあった。

初心者が踏み切りで得られる角運動量（回転力）には限界があるため、空中で綺麗なクリアランス動作を行うためには滞空時間が長い跳躍をしなければならない。しかし、初心者は跳躍力が低く、滞空時間が短い選手が多いため、綺麗なクリアランス動作を行うことはそもそも物理的に無理がある。

私も初心者の例外に漏れず、助走をつけて跳ぶと空中で反れないという状況に陥っていたため、踏み切り板を用いた跳躍練習を行っていた。踏み切り板を用いれば地面からの反発も大きく、滞空時間も長くなるため、助走→踏み切り動作→クリアランスという一連の動作の流れがスムーズに確認できた。

空中でうまく反れないという問題は、中学1年の間引きずり、中学2年になる頃には体力の向上に伴い自然に解決していった。

中学1年のときに背面跳びがあまりにしっくりこないのでベリーロールで跳んだ試合もあったが、試合後に顧問の先生の大目玉をくらったこともあり、以後の試合は全て背面跳びで出場した。

- 助走は速く・低く・一定の高さで走る
- 助走のリズムを決める
- 踏み切り動作のリズムを決める

私は今でこそ J 型の助走を用いる跳躍選手だが、背面跳びを始めた頃から J 型の助走を行っていたわけではない。

小学 4 年で高跳びを始めた頃ははさみ跳びで跳んでいた。しだいにベリーロールで跳ぶようになって、小学 5 年の時には 143、小学 6 年の時には 150 をベリーロールで跳んでいる。

ベリーロールやはさみ跳びの助走は直線助走である。中学に入学してしばらくの間は小学校の頃の助走をそのまま使い、ほとんど直線助走に近い短助走で背面跳びを行っていた。

この頃の助走の一例を図 11.4 に示す。助走の開始地点にある記号は「助走開始位置をもっと下げるべき」という意味を示している。助走経路に書かれている「<<」「>>」の記号は助走速度のイメージを表しており「(遅い)<<<~>>>(速い)」の計 6 段階の助走速度を表現している。その後ろについている「長、短」の記号はストライドの大きさを示している。その他、三角マークは踏み切り位置を表し、四角マークはマットへの着地位置を表している。

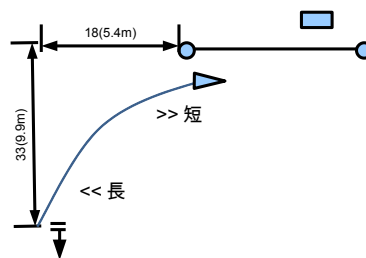


図 11.4: 中学 1 年の頃の助走

中学 1 年のときはベリーロールに近い短い助走で跳んでおり、ベリーロールも背面跳びも似たような記録だった。背面跳びの助走はベリーロールの助走とは根本的に違って、「速く助走すること」「低く助走すること」「一定の高さで安定した助走をすること」が助走の基本になることは練習の中で次第に理解していった。

当時はとにかく助走のリズムを安定させるために苦労していたことを記憶している。練習日誌では様々な助走パターンが試行錯誤されており、助走のリズムやストライドに関する注意書きが多く残っている。

踏み切り位置と着地位置を決める

初心者には短い助走のほうがむしろ跳びやすい時期がある

助走のリズムを安定化させるためには、いつも同じ位置で踏み切り、いつも同じ場所で踏み切ることが重要だと考え、踏み切り位置や着地位置についても重要な情報として練習日誌に記載するようにしていた。

熟練した選手であれば踏み切り位置や着地位置が不安定になることはまずないが、年少の競技者は踏み切り位置が横方向にも縦方向にもずれやすく、マットの着地位置も奥に流れたり中央にズレたりと安定しないことが多い。

こうした問題の対策として、踏み切り位置と着地位置を安定させる目的と、空中でのクリアランスの練習を行う目的で、ロイター板を利用した跳躍練習をよく行なっていた。

図 11.4 のような助走の時期は長く続いており、この間に J 型助走も何度か試していたがしっくりとこなかった。これは当時の私の知識が不足していたことと、高跳びが専門ではない顧問の先生の指導の限界というところも率直に言う。

勿論、この頃からオリンピックや世界選手権の映像を見たり、他の先輩跳躍選手の助走を見たりすることで、J 型の助走が背面跳びの主流であることは理解していた。

それでも試行錯誤的に様々な助走を試していたのは、自分の体力に合ったもっと高く跳べる助走があるのではないか？という思いがあったからでもある。少なくともオリンピック選手の助走を自分が真似しても、自分の体力ではうまく跳べないだろうと考えていた。

「その時々体力に合った最適な助走を考えればよい」という考え方はある面では正しかったし、うまくいった部分もあった。初心者は短い歩数の助走を用いて、余裕のあるリラックスした助走で、正確な踏み切り動作を心がけた方が高く跳べることはよくあることだ。年少の競技者を指導した経験のある指導者ならば容易に理解できることだろう。しかし、今から振り返ると闇雲に助走を変えて跳躍練習を繰り返すという練習スタイルは明らかに非効率なものであった。

最初から最終的なゴールを見据えた助走経路の設定を行なっていたら、もっと上達するのも早かったのではないかと思う。

### 11.2.3 転機となった福岡大学での合宿

- J型の助走
- 曲線助走の歩数を決める
- 直線助走と曲線助走のリズムを決める

転機が訪れたのは中学2年の時の福岡大学での合宿だった。このときの指導者は元日本記録保持者の片峰隆先生だった。

高跳びの基本について多くのことを学んだ合宿だった。特に影響が大きかった指導は「助走経路」「踏み切り方法」の指導だった。助走経路についてはJ型の経路が設定され、曲線助走での内傾動作、曲線助走のリズム、踏み切り動作全般が細かく指導された。

曲線助走の歩数については、私のダブルアーム動作の特性上5歩が丁度よい歩数だろうと指導された。後はその曲線助走に合わせて直線助走を付け足し、跳躍練習を繰り返した。最終的に、直線助走の歩数はまずは6歩でやってみようということになった。

今から思えば、私の体力や特性に合わせて助走経路を設定したというよりは、「200、もしくはそれ以上跳ぶつもりだったらこれ以外の選択肢はない」と有無を言わず設定された印象を感じる。

今の私が当時の私を指導する場合でも、先生と同じ助走経路を設定したと思う。

- 直線助走の加速
- 曲線助走では内傾動作で重心を下げる

先生は助走の経路設定に合わせて、直線助走と曲線助走で行うべきテクニックも丁寧に教えてくれた。

実はそれまでの私は内傾動作というテクニックを十分に理解していなかった。直線助走で加速し、曲線助走の遠心力を使って体を内傾させるという発想はそれまでに無かった。このため、助走を直線と曲線に分ける理由が分からず、助走は踏み切りやすいようにリズムを取ることを重視していた。

合宿では曲線助走部分で内傾動作を行うことを繰り返し繰り返し指導された。

合宿では内傾動作と合わせて「強く踏み切る」ことが重点的に指導された。当時は内傾で重心を下げることに、強く踏み切ることの関連性がよく分からなかったが、今になって思うと「踏み切り動作で力積を大きくするために重心を下げる」「重心が下がった分、力積の大きな力強い踏み切りをしろ」という意味合いだったのだと思う。

そして「助走スピードを落とさずに重心を下げる方法が内傾動作だ」と先生は伝えたかったのだろう。自分も、曲線助走でスピードを上げて内傾動作を作り、踏み切り動作で強く踏み切ることを意識するとしっくり踏み切りがハマる感覚をこのとき感じていた。

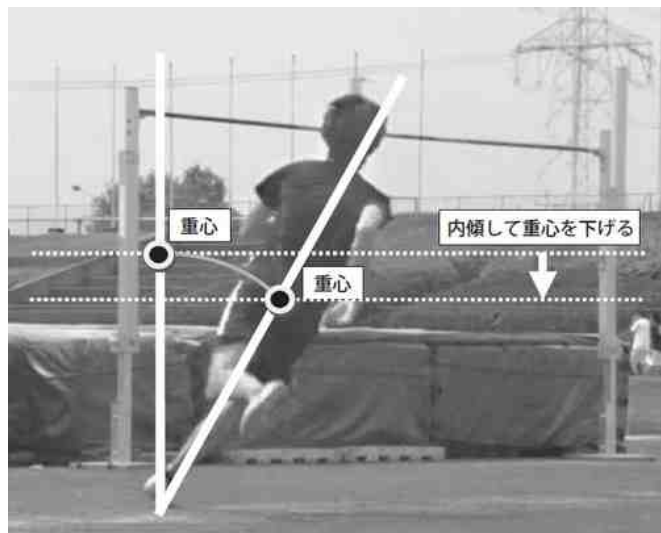


図 11.5: 内傾動作

- 最後の3歩は速く接地する
- 踏み切り動作の間延びを無くす
- 離れた位置で踏み切る
- 後傾姿勢を作って踏み切る

他にも曲線助走のあるべき姿について細かく指導されたことを覚えている。特に「踏み切りまでの最後の3歩の動作はスピードが特に重要であること」、「踏み切り足を間延びさせず地面スレスレを動かして踏み切ること」、「踏み切り動作では後傾姿勢を作ること」、「支柱に対して腕一つ離れた遠い位置から踏み切ること」などが徹底的に指導された。今では当たり前となったこのような技術も、高跳びの知識のない当時の私にとっては衝撃的な指導内容だった。

合宿ではこうした動作の取得のために、単調な踏み切り動作のドリルを長い時間をかけてじっくりと練習した記憶がある。ドリルの中では踏み切り足を地面スレスレに移動させて前へ出すことや、踏み切り動作でのアームアクション、踏み切り時の後傾姿勢などが入念にチェックされた。

そして、このドリル動作は合宿から帰った後も、何度も何度も反復して練習していた記憶がある。



図 11.6: 踏み切り動作のドリル

- アームアクションを決める
- コンパクトな腕使いをする

また、このときのダブルアーム動作について、速い踏み切り動作ができるように「手の使い方を安定させること」が指導された。

世の中にどのような種類のアームアクションが存在するかも知らなかった私は、指導を受けるまで自分のアームアクションについて深く考えることはなかった。

私は背面跳びを始めた頃から、ダブルアームの踏み切り動作を行っていた。これは、小学校でベリーロールを行っていたからであり、ダブルアームアクションも通常の背面跳び選手のダブルアームに比べてベリーロールのような極端に大きな動作になっていた。

指導内容は「踏み切り二歩前に両腕を前に出し、一歩前に両腕を後ろに引き、踏み切りのタイミングに合わせて腕を引き上げる」というものだった。また、できるだけ腕をコンパクトに早く動かし、踏み切りのタイミングを早くするようにと指導された。

ダブルアームの腕使いは通常のランニング動作時の腕使いとは異なるため、どうしてもアームアクションで助走スピードが落ちてしまう。当時の私は「アームアクションとはどうあるべきか」ということをよく考えず、必要以上に大きくノロノロ腕を動かして踏み切っていたのだと思う。先生も私の踏み切り動作が遅い原因がアームアクションであると直感的に感じていたのだと思う。

この指導により私は自分のアームアクションを常に意識するようになった。踏み切り動作もかなり速くなったと思う。そしてその成果が、後に高校生3年で220を跳んだときや、大学3年で225を跳んだときの高速ダブルアーム動作につながっているように思う。



図 11.7: 高校3年で220を跳んだときのアームアクション

助走の真髄は「速く」「低く」「一定に」

先生の指導は、高跳び選手が高く跳ぶために必要な助走の基本「速く」「低く」「一定に」という三要素を漏れ無く含んでいた。その指導内容は助走のわずかな動作一つ一つに対して極めて合理的で、極めて実用的な要素を含んでいた。また、中学生の私の質問にも丁寧に答えて頂き、私の中で疑問に感じていた多くの技術的な課題が解決した。

片峰先生に教わった期間は1週間程度と短かったが、今まで闇雲に取り組んでいた練習に明確な方向性と目標を得ることができた。はっきり言ってこの時の指導が無ければ、今日の私は無かったと言っても過言ではないと思う。

最後に当時の練習ノートに記された助走を図 11.8 に示す。こうして私の J 型の助走がスタートした。

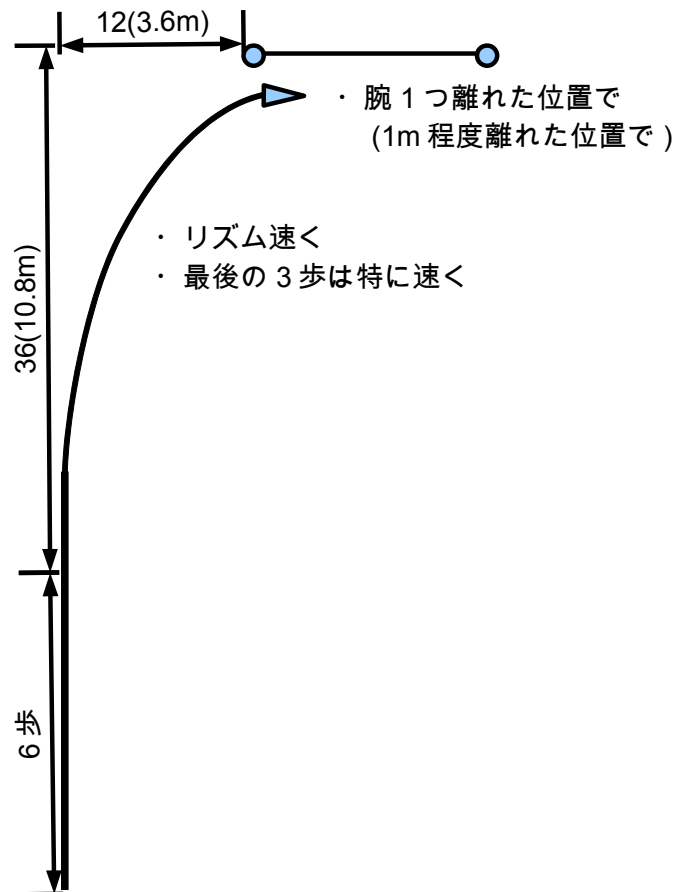


図 11.8: 中学 2 年の頃の福岡大学で指導された助走



#### 11.2.4 200 を跳ぶために

- 曲線助走で体が前傾しないように注意しながら速く助走する
- 後傾姿勢では肩－腰－足首の軸を意識する
- 踏み切り動作では起こし回転の利用する

福岡大学での合宿の成果はすぐに現れた。冬季練習では J 型の助走と踏み切り直前のアームアクションや足運びの改善で助走速度は劇的に改善されていた。内傾動作や後傾動作により低く安定した踏み切り動作ができるようになっていった。

高跳び選手に必要な基本動作を身につけていくにしたがって、しだいに助走速度と踏み切り動作での「軸作り」が 200 を跳ぶために重要であると感じるようになっていった。

当時は「起こし回転」と呼ばれる技術の重要性を認識していなかったが、助走速度をなるべく速くすることと、踏み切り時の後傾動作で肩－腰－足首の軸ラインを崩さないことが重要であることは経験的に理解していた。

練習の課題は次第に助走速度をいかに速くするかという点にシフトし、直線助走部分の長さを変化させながら、どんどんと助走速度を上げていった。

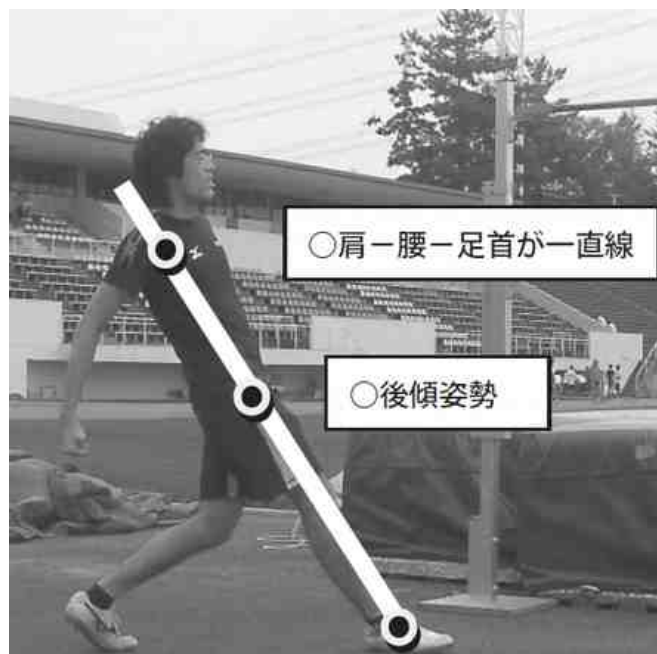


図 11.9: 後傾動作

この頃の練習日誌を読み返すと、「曲線助走では体が前傾しないように注意し、助走スピードを速くする」ということを強く意識して練習していたことが分かる。

曲線助走で頑張って加速しようとしすぎると、助走中に体が前傾してしまい、十分な後傾姿勢を作れないことがある。また、前傾した姿勢から後傾姿勢を作るために、大きな上半身の起こし動作が必要となるため、踏み切りのタイミングが遅れてしまうことがある。

当時は助走速度を速くすることを特に意識して練習していたため、こうした問題が度々発生していた。

また、練習日誌には曲線助走でどのような軌跡を走るべきかを考察しており、一步一步の助走の軌道を記録してじっくり踏み切りがハマるときには自分がどのような軌道で走っているかを練習日誌に記録していた。

当時の助走記録を見ると回転半径の大きく、やや直線的な助走に次第にシフトしていった過程がうかがえる。今から思えば、当時は土のトラックで練習をしていたため、グランドコンディションにあまり左右されない直線的な助走にシフトしていったという面もあると感じる。グランドコンディションによって、前の練習ではばっちり合っていた助走が、次の練習では全然合わないということが度々発生し苦悩していた過程がうかがえる。



図 11.10: 中学 3 年時の空中フォーム [76]

中学3年になる頃には多くの図書や文献によって高跳びを学ぶことができたし、様々な合宿で選手や指導者と意見を交換することで次第に自分の跳躍スタイルが固まっていた。

当時、顧問であった八村先生とあちこちの合宿や練習に参加し、精力的に様々なトレーニングを取り入れて練習していた。今はこれだけインターネットが普及しているので、大量の情報が容易に手に入るが、当時はそれが難しく、合宿や練習に直接参加して情報を得るしかなかった。

勿論、指導者や選手によって様々な考え方があり、指導者によって全く指導方法も違っていることもある。現役時代はベリーロールと背面跳びが混在していたという指導者もまだまだ沢山いた時代なので、指導内容も混乱していた時期だった。助走や振り上げ脚の使い方に関して、ベリーロールの技術要素を取り入れた、明らかに誤った指導をする指導者も多くいた。

踏み切り方法一つをとってみても指導者によって指導する内容は大きく異なっていた。「踵から地面に接地するように踏み切ればよい」という指導者もいれば、「土踏まずから乗り込むように踏み切るのがよい」という指導者もいた。

多くの指導者の意見をきくことで混乱することもあったが、自分が判断に迷った場合は「強い選手はどのような動きをしているか?」「合理的で納得できる理由があるか?」「その指導者、もしくは選手の実力は高いか?」などで技術の取捨選択を判断していた。



図 11.11: 中学3年時の全国中学校体育大会での跳躍 [77]

試行錯誤を繰り返しながら、最終的に中学3年生の時に204を跳んだ助走を図11.12に示す。このときの助走は225を跳ぶまで、私の助走のベースとなった。

やはり苦労したのは直線助走の距離をどのくらいの長さで取るかと、スピードアップした助走に合わせて、どのくらいの回転半径で曲線助走を走るかということだった。

大人の選手と違って中学生選手は年間を通じて体力が向上し続けるため、体力（主に走力）の向上に合わせて助走の距離を頻繁に変更する必要がある。私の練習日誌を見ても、じょじょに助走距離を伸ばしながら次第に「大人の助走」に近づいていった当時の経緯がうかがえる。

中学生や高校生の高跳び指導では選手に合った助走をいかに設計するかが、重要な課題になると思う。

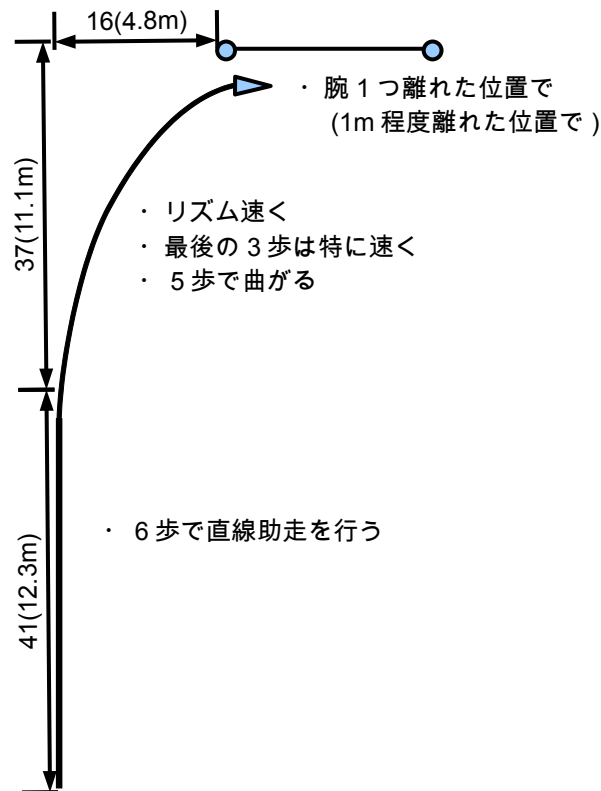


図 11.12: 204 を跳んだときの助走距離

### 11.2.5 中学時代の記録の推移

| No. | 記録  | 備考           | No. | 記録  | 備考           |
|-----|-----|--------------|-----|-----|--------------|
| 1   | 160 | 練習日誌開始       | 31  | 175 | 自己ベスト更新      |
| 2   | 155 |              | 32  | 170 |              |
| 3   | 165 | 中学1年公式戦自己ベスト | 33  | 168 |              |
| 4   | 150 |              | 34  | 167 |              |
| 5   | 150 |              | 35  | 166 |              |
| 6   | 160 |              | 36  | 174 |              |
| 7   | 160 |              | 37  | 175 | 自己ベストタイ      |
| 8   | 155 |              | 38  | 177 | 自己ベスト更新      |
| 9   | 160 | 中学2年開始       | 39  | 165 |              |
| 10  | 170 | 自己ベスト更新      | 40  | 172 |              |
| 11  | 155 |              | 41  | 172 |              |
| 12  | 167 |              | 42  | 170 |              |
| 13  | 0   |              | 43  | 170 |              |
| 14  | 160 |              | 44  | 170 |              |
| 15  | 160 |              | 45  | 170 |              |
| 16  | 160 |              | 46  | 172 |              |
| 17  | 160 |              | 47  | 177 | 自己ベストタイ      |
| 18  | 165 |              | 48  | 172 |              |
| 19  | 160 |              | 49  | 174 |              |
| 20  | 170 | 自己ベストタイ      | 50  | 180 | 自己ベスト更新      |
| 21  | 165 |              | 51  | 176 | 中学2年公式戦自己ベスト |
| 22  | 160 |              | 52  | 180 | 自己ベストタイ      |
| 23  | 160 |              | 53  |     |              |
| 24  | 160 |              | 54  |     |              |
| 25  | 165 |              | 55  |     |              |
| 26  | 165 |              | 56  |     |              |
| 27  | 165 |              | 57  |     |              |
| 28  | 172 | 自己ベスト更新      | 58  |     |              |
| 29  | 165 |              | 59  |     |              |
| 30  | 170 |              | 60  |     |              |

図 11.13: 中学1年生と2年生時の全跳躍記録

図 11.13 に跳躍練習も含めた中学1年と2年の全記録を示す。

中学1年の記載記録が少ないのは跳躍練習そのものの回数が少なかったことと、あまり熱心に練習日誌を記録していなかったためである。中学2年生以降の跳躍練習に関してはほぼ全ての練習記録が記載されている。

練習日誌には記録を出したときの天気や風向き、土トラックか全天候型トラックかなどの情報も記載されていたが、ここでは紹介を割愛する。

### 中学1年生 記録の推移

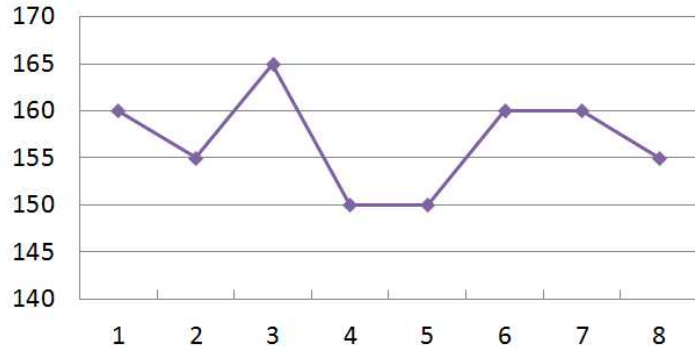


図 11.14: 中学 1 年生時の記録推移

図 11.14 に中学 1 年の記録の推移を示す。ここで横軸は試合と跳躍練習を合算した跳躍練習の回数を示している。

年間を通じてあまり記録が向上しておらず、背面跳びの習得に苦戦している様子がうかがえる。この年はまだベリーロールの方が背面跳びよりも高く跳べていた。

### 中学2年生 記録の推移

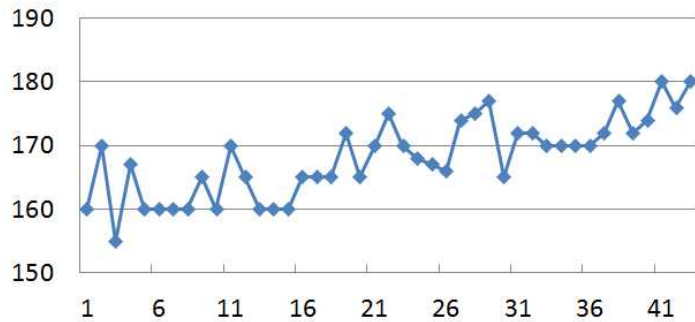


図 11.15: 中学 2 年生時の記録推移

図 11.15 に中学 2 年の記録の推移を示す。中学 2 年では本格的に高跳び練習を始めており、ほぼ毎週のように跳躍練習を行っていた。このため、跳躍記録の記載回数も 43 回と中学 1 年を大幅に上回っている。

この頃の記録の推移を見ると年間を通じて体力が向上しており、一年を通じて記録が伸び続けていることが分かる。学校での跳躍練習で自己ベストを更新することもあり、練習でも自己記録更新によくチャレンジしていた。

| No. | 記録  | 備考                          | No. | 記録  | 備考           |
|-----|-----|-----------------------------|-----|-----|--------------|
| 1   | 170 |                             | 31  | 180 |              |
| 2   | 184 | 自己ベスト更新                     | 32  | 196 | 四国 中学総体 1位   |
| 3   | 182 |                             | 33  | 189 |              |
| 4   | 180 |                             | 34  | 193 |              |
| 5   | 180 |                             | 35  | 182 |              |
| 6   | 186 | 自己ベスト更新                     | 36  | 188 |              |
| 7   | 180 |                             | 37  | 186 |              |
| 8   | 180 |                             | 38  | 191 |              |
| 9   | 180 |                             | 39  | 197 | 全国 中学総体 3位   |
| 10  | 190 | 自己ベスト更新                     | 40  | 185 |              |
| 11  | 193 | 自己ベスト更新                     | 41  | 192 |              |
| 12  | 191 |                             | 42  | 193 |              |
| 13  | 200 | 自己ベスト更新                     | 43  | 185 |              |
| 14  | 180 |                             | 44  | 190 |              |
| 15  | 192 |                             | 45  | 185 |              |
| 16  | 193 |                             | 46  | 185 |              |
| 17  | 190 | 高松市 中学総体 1位                 | 47  | 192 |              |
| 18  | 187 | 全日本中学校通信陸上 1位               | 48  | 192 |              |
| 19  | 190 |                             | 49  | 196 | ジュニアオリンピック1位 |
| 20  | 194 |                             | 50  | 0   | 国体 少年共通 記録なし |
| 21  | 187 |                             | 51  | 185 |              |
| 22  | 190 |                             | 52  | 185 |              |
| 23  | 185 |                             | 53  |     |              |
| 24  | 187 |                             | 54  |     |              |
| 25  | 190 |                             | 55  |     |              |
| 26  | 192 |                             | 56  |     |              |
| 27  | 185 |                             | 57  |     |              |
| 28  | 204 | 中学3年公式戦自己ベスト<br>香川県 中学総体 1位 | 58  |     |              |
| 29  | 195 |                             | 59  |     |              |
| 30  | 185 |                             | 60  |     |              |

図 11.16: 中学 3 年生時の全跳躍記録

図 11.16 に跳躍練習も含めた中学 3 年の全記録を示す。

この頃から試合でようやく勝てるようになってきたため、勝った試合については試合名と順位を練習日誌に記載するようになる。(高校以降は参加した全ての試合を記録するようになった)

通常であれば高校受験に備えて中学の夏で競技を引退し、受験勉強に専念する選手が多いが、私の場合は秋のジュニアオリンピックや国体のシーズンまで跳躍練習を続けていた。このため、年間の跳躍練習実施回数が中学 3 年生にしては多い。

## 中学3年生 記録の推移

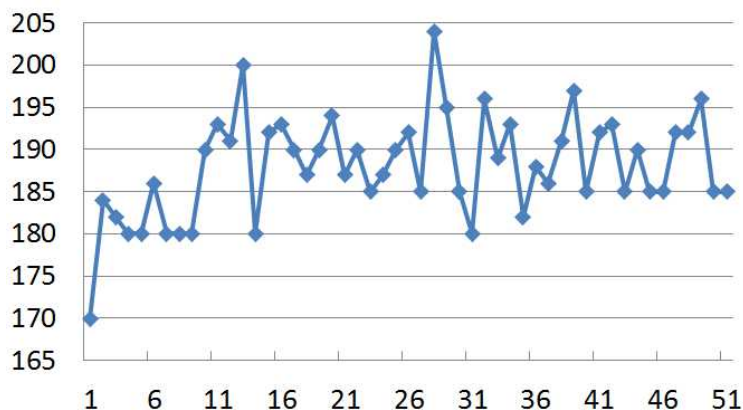


図 11.17: 中学 3 年生時の記録推移

図 11.17 に中学 3 年の記録の推移を示す。シーズン前半で記録が 170 から 200 まで急上昇していることが分かる。これは福岡大学の合宿がキッカケとなり、高跳び選手としての技術レベルが急上昇したためだと考えられる。

私に限らず高跳び動作を基礎を身につけることで、ある時期に飛躍的に記録を伸ばす選手は多くいる。

200 に自己ベストを伸ばした後はしばらく記録の停滞が続いているように見えるが、これは全国中学総体の参加標準記録 187 (1997 年当時) を確実に跳ぶことを意識した跳躍練習を行っていたためである。185~190 の高さを何度も何度も繰り返して練習していたため記録が一時的に停滞しているように見える。

香川県中学総体で 204 に成功して以降はやや記録が乱高下し、伸びが頭打ちになっている。ただし、練習日誌記載の記録は乱高下しているが決して不安定な跳躍をしていたわけではない。

この頃から大きな試合に備えて「調整練習」を行うことが多くなってきたため、実際の実力よりも低い高さでの跳躍練習を重ねていた。

シーズン後半の試合は 190 台後半で記録が頭打ちになってきたため、自分でも流石に技術的な限界を感じていた。この時期は 210 台の跳躍に備えて、高校では何か大きな技術的なブレイクスルーが必要であると考えていた。



### 11.2.6 中学生で身につけたい技術

まずは背面跳びという跳び方に慣れ、高跳びの基本技術を身につけることが重要である。

最初は特に難しいことは考えずに自分が跳びやすい助走のリズムや踏み切り動作のリズム、踏み切り位置や着地位置を決めて反復練習を行うことを推奨する。クリアランスの基本動作を身につけた上で、背面跳びという跳び方に慣れてくれば、高跳び選手に必要な「基本動作」を身につけていくとよい。

ただし、本書に書かれた情報だけでは、どんなリズムで助走すべきか？、どのくらい重心を下げた助走をすればよいのか？、どのくらいの助走スピードで走るべきか？、どんなアームアクションをすべきか？、間延びした踏み切りとそうでない踏み切りの境目はどこか？など多くの疑問が残ると思う。

こうした疑問に答えるためには、実際に選手の跳躍を見て指導するより他に教示方法がないので、残念ながらここで示すことはできない。

こうした問題の解決手段の一つは、良い指導者に高跳びの基礎を直接教わることだと思う。私は中学生のときにたまたまそうした機会に恵まれチャンスを掴むことができた。これから高跳び選手を志す多くの選手にも是非そうしたチャンスを積極的に勝ち取って、チャンスを生かしてほしい。強くなり、試合で結果を残せば、そうしたチャンスは多くやってくると思う。

強い選手、一流選手の動作をよく研究するのもよいだろう。いきなり世界記録保持者や日本記録保持者の動きを研究するのではなく、近い年齢の自分と似たタイプの跳躍選手を参考にするとよいだろう。自分より実力が少し上の選手の跳躍を、できればトラックで、無理な場合はスタンドからでもよいのでよく観察してほしい。

最近の中学生や高校生の選手を見ると、自分の試技が終了した後に、他人の跳躍や実力者の跳躍を見ずにすぐに帰ってしまう選手が多い。これは勿体ないことだと思う。

ある程度の技術力を身につけたシニアの選手ならともかく、高跳びを始めたばかりの若手の選手は、最後まで試合会場に残って、他の選手の跳躍をよく見てよく勉強すべきだと思う。

少なくとも私はそうしてきたし、高い実力を持った選手の動きを見て「興奮」や「驚き」を感じない選手というのは、残念ながら「高跳びのセンスがない」選手だと私は思っている。

### 11.2.7 陸上競技は紳士淑女のスポーツである

ただ高く跳ぶだけであれば、遺伝子操作によって人間を造り、非人道的な方法でトレーニングを行い、ドーピングによって体力を強化し、クスリを使って興奮状態を作れば高く跳ぶことができる。しかし、これではスポーツとしての価値は無い。

オリンピック憲章に倣えばスポーツの目的とは「肉体と意思と知性の資質を高めて融合させた均衡のとれた人間を目指すこと」であり、スポーツを行うこととは「人間的な価値観に基づく生き方の創造」とされている。これは全ての競技スポーツに通じる共通の価値観だと思う。

中学の顧問の八村先生からは「陸上競技は紳士淑女のスポーツである」とよく指導された。ここでいう紳士淑女とは「品行方正で社会的に模範となる選手」のことであり、そうした選手を目指せということだと私は理解していた。

学校内で注目が集まる選手は、他の生徒の模範となるような行動を取るようと、先生からよく指導されていたように記憶している。

スポーツ選手としてどのような選手を目指すかは選手個人の自由だと思うが、私が当時目指していたスポーツ選手像というのはこの「紳士淑女」であったように思う。

文武両道でしっかり勉強も行う、競技では高い目標に対して努力を惜しまず果敢にチャレンジする、模範的な選手を目指して競技をしてほしい。

## 11.3 著者の高校期の跳躍

ここでは私が高校生だった頃（1998年～2000年）の競技の取り組みをまとめて紹介する。

### 11.3.1 概説

高校一年～基礎体力の向上～

高松市立紫雲中学校を卒業し、香川県立高松高等学校に入学する。

高松高校は香川県下随一の進学校であり、独立自主の精神のもとに、勉強はもちろんのこと、部活動（校友会活動）も盛んに行われている高校だった。

既に競技の実績があった私はいわば鳴り物入りで入学式をむかえ、そのまま陸上部顧問の先生（渡辺先生）と主将（内海先輩）に誘われ、陸上部に入部した。

高松高校は陸上競技を行うには最高の環境だった。ウエイトトレーニング場が完備され、トラックは200mではあるが全天候型トラックで高跳びの練習も可能だった。

入部当初に驚いたのは、中学校の頃とは違い、かなり専門的な内容まで踏み込んだトレーニングが行われているということだった。年間を通じたトレーニングが予め計画されており、一日の練習の中でもウォーミングアップ方法、ドリル方法、跳躍練習方法、ウエイトトレーニング方法まで、一通りの基本動作が口酸っぱく指導されていた。

これは一重に研究熱心で競技者指導に情熱を燃やしていた渡辺先生の指導方針であり、「動作中に軸を意識すること」「地面からの反発をうまく利用すること」「競技動作を常に意識してトレーニングすること」などはウォーミングアップからドリル動作に至るまで口酸っぱく指導されていた。

高校1年生を振り返ると、まずは高校受験で落ちた体力を元に戻すことに専念していたと思う。受験期間が短かったこともあり、体力はすぐに回復したのだが記録は伸び悩んだ。

高校1年のインターハイ（全国高校総体）は202で予選通過、ジュニアオリンピックは203で優勝とまずまずの結果を残したが、中学生での自己記録204を更新したのは、シーズン最終戦の香川カーニバル（206）となった。

高校1年のインターハイは地元の香川県だった。当時の実力を考えれば予選突破は極めて厳しい状況だったが、会心の跳躍で予選突破できた。試合は、午前の予選で力を使い果たし、決勝は記録なしに終わった。

夏のインターハイまでは受験で落ちた体力を戻すのに精一杯だったが、シーズン後半では中学の自己記録に追いつき、さらに記録を伸ばせる新しい感覚を掴みつつあった。

高校1年最後の試合となった室内競技会では新しい感覚を見事に掴み、210に成功している。この試合は当時日本記録保持者であった君野選手に勝ったことで地元では話題になった。



図 11.18: 高校1年時の室内競技会での跳躍 [78]

## 高校二年～全国大会で勝てる選手へ～

高校2年生に上がるときには当時の日本高校記録 222 や香川県高校記録 214 を更新するために自分の跳躍をどう変えていこうかと具体的に考えるようになった。同年代でも群を抜いて記録が高かったこともあり、全国大会で勝負に勝つことよりも、「記録の更新」に執着するようになっていったと思う。

当時私が影響を受けていたのは阪本先生の指導やその著書、当時高校で活躍していた先輩選手の跳躍だった。

阪本先生からは何度か直接指導を受けたことがあり、跳躍選手のタイプには「パワータイプ」と「スピードタイプ」の2タイプの跳躍選手がいることや、私の跳躍スタイルに合った踏み切り方や、振り上げ脚の使い方、クリアランスの方法などの指導を受けた。

阪本先生の指導で感じたのは自分も跳躍タイプをよく考えて、必要な技術をうまく組み合わせていかないと、日本のトップ選手にはなれないという感覚だった。

中学、高校と練習を重ねることで、高跳び選手に必要な基礎的な技術は身に付けていたが、個々の技術の完成度という点ではまだまだ未熟な部分も多かった。先生から細い動作の指摘を受ける度に、自分が今まで雑に跳んでいたのだなということを痛感したように記憶している。

そしてもう一つ大きな影響を受けたのが当時高校高跳び界の二大巨塔だった藤木選手（217）と醍醐選手（219）の跳躍だった。藤木選手はダブルアームのパワータイプ跳躍選手で、醍醐選手（後に2012年現在の日本記録となる233を跳ぶ）はランニングアームのスピードタイプ跳躍選手だった。

私は好対照な2人の大先輩の跳躍を間近で見ることのでき、多いに刺激を受けた。2人の跳躍をビデオで撮影し、家に帰ってからテープが擦り切れるまで、何度も繰り返して再生し跳躍技術を確認していたことを記憶している。

これだけ技術的に完成された2名の先輩選手でも高校時代に220を跳べなかったという事実は、高校生の私にはちょっとしたショックだった。更に高いレベルの跳躍を勉強しようと思い、日本でもトップクラスの選手の跳躍や、世界でも自分に近いタイプの選手の跳躍を分析していたが、「高い壁」を感じて高校生の自分に同じような動作ができるとは到底思えなかった。

高校2年の頃には「220というのは日本では一流選手の目安となる高さであり、それを跳ぶためには並大抵の練習では無理だ」と考えるようになっていた。実際、当時のシニアの競技会の多くは220というのが優勝決定の一つのボーダーラインになっていた。

高校2年になり自分の跳躍の方向性を探りつつ、まず最初に自分が身につけなければならない技術と考えていたのは「強力なパワーでブロック動作を行い、真っ直ぐ上がる上昇姿勢を作る」技術だった。



図 11.19: 試合で初めて 210 の跳躍に成功した跳躍

自分と同タイプのワンランク上の跳躍選手と比較した場合に、特に大きな違いを感じる技術であり、210 以上を安定的に跳んで高校生でナンバー 1 になるためには必須の跳躍技術だと感じていた。

同じようなダブルアームの跳躍選手として参考にしていた藤木選手や元香川県高校記録保持者の山本選手などが、特にこうした動作に秀でた選手であったこともあり、私の中ではこの技術にまず取り組もうという気持ちが次第に強くなっていった。

高校2年生の練習を振り返ると、この頃は 110mH の練習に取り組んでおり、走練習も短距離選手と同じメニューを同じだけこなしていた。(110mH は高校2年生の四国総体で3位に入り、インターハイの出場権を得ている)

シーズン中は週2回の走練習、週2回の跳躍練習、週2回のウエイトトレーニングが練習の基本サイクルになり、走力・筋力ともに大きく向上した1年間だったと思う。

走練習では軸の作り方や地面と捉え方、トップスピードの速さを意識して練習していたし、ウエイトトレーニングでは渡辺先生の指導もあり胸筋・背筋・腹筋・大殿筋・大腿四頭筋といった、大きなパーツの筋肉を強化することに重点を置いて練習していた。

次第に走力が上がってきて中学時代の助走が窮屈になってくると、助走を伸ばす取り組みを行うようになった。助走スピードは速くなり、筋肉もついてきたため、踏み切り動作でしっかりとブロック動作ができるようになるなった。この頃から「起こし回転」と呼ばれる動作を強く意識して練習に取り組むようになった。

そして、しだいに「強力なパワーでブロック動作を行い、真っ直ぐ上がる上昇姿勢を作る」技術の習得に興味に向かい、クリアランス動作は「上昇→反るの2段モーション」を明確に意識して行うようになっていった。

上昇姿勢を作る取り組みは高校2年生の1年間を通して継続して行っていた。夏の県高校総体で215を成功して香川県高校記録を更新する頃には、ほぼイメージ通りの動作ができるようになっていたと思う。



図 11.20: 高校2年の香川県総体で215に成功した跳躍

図 11.20 は高校2年の香川県総体で215に成功した跳躍である。後傾姿勢からの力強いブロック動作で上昇姿勢がしっかり作られている。そこからうまく腰が浮かせて膝を折りたたみ、タイミングよく頭をバーの奥に倒すことで空中できれいなアーチが作られている。

この頃は立ち高跳びや3歩両脚踏み切りなどのクリアランス練習を根気良く行っていたこともあり、クリアランス動作は非常に良かった。調子の良いときは立ち高跳びで170、両脚踏み切りで185を跳んでおり、この頃に跳んだ記録は今でも基本跳躍練習のベスト記録になっている。

この記録が評価され夏には世界ユースの代表選手にも選ばれ、国際大会にデビューした。全国高校総体の2週間前ということもあり調整に苦労したが、予選209、決勝210とまずまずの内容にまとめて5位に入賞した。

全国高校総体はランキング1位の優勝候補で臨んだが、花城選手に敗れ212の2位だった。花城選手とは同記録であったが試技数差で負けた惜しい試合となった。来年もあるという油断が自分にあったのだと思う。花城選手には全国大会で優勝することの難しさをあらためて教えてもらった。

この大会は香川県勢が大活躍し、私が2位(212)、渡辺先輩が3位(209)、篠原先輩が6位(203)とトリプル入賞を果たしている。2つ上には丸亀インターハイで2位になった大須賀先輩や平田先輩、同じ学年には渡辺将也選手、下の学年には私の弟(高校当時は205)と、私が高校時代の香川県の高跳びは本当に強かった。黄金期と言ってもよいだろう。このメンバーでよく一緒に練習していたので、お互いにいい刺激になったと思う。

私は高校2年の全国高校総体で敗れることで、ただ高く跳ぶだけでは全国大会では勝てない「勝負所を確実に一本目で跳ぶ練習が必要」という気持ちを持つようになった。この頃の自分は地方の予選会で圧勝することが多かったため、順位よりは「記録更新」に固執する傾向が強く、勝ちにこだわる練習ができていなかった。

「記録を安定させること」「無効試技を減らすこと」が自分の跳躍課題となった。試合に向けたピーキング方法、試合中のウォーミングアップ方法、集中力を高める方法など、試行錯誤を繰り返しながら自分に合った方法を模索していった。取り組みの効果はすぐに表れ、秋の国体では優勝を決めるまで全て1本目の跳躍で成功し、211の記録で完勝した。

振り返ってみれば高校2年の試合は210以上を7回成功し、年間の試合平均記録も209と極めて安定した一年だった。この頃になると指導書や陸上雑誌に書かれる「教科書的な」跳躍技術は一通り習得したという実感があつた。

高校2年生のシーズン後半では215や216という高さも何度かチャレンジをして「運が良ければ跳べる」という感触があつた。しかし、220以上の跳躍となるともっと大きな技術的なブレークスルーが必要だと感じていた。それはきっと教科書的な技術というよりは個人に特化した独自の技術要素になるだろうと考えていた。

多くの指導者に教わることで感じていたことだが、高校時代の自分は曲線助走や踏み切り姿勢、振り上げ脚の動作など個々の動作については、まだまだ完成度の低い状態にあつたと思う。そのことはずっと課題として考えていたので、高校2年生の間にしっかりした方向性を見出しておこうと考え、秋から冬季にかかる跳躍練習の中で細かい動作を徹底的にチェックしていった。



図 11.21: 高校2年国体での跳躍 [79]



## 高校二年～一流選手への模索～

高校3年に上がると私は当時高校記録だった222の更新を狙った、新しい跳躍技術の模索を始めた。それは日本の一流ジャンパーの仲間入りをするのと同義であったし、自分独自の新しい技術への挑戦だった。

まず始めに考えたアプローチは、他の一流選手の跳躍をしっかりと分析した上で自分が目指すべき方向性を考えることだった。当時は今ほど多くの情報を得ることはできなかったが、当時の日本記録保持者だった君野選手を始め、日本歴代10傑に私と同じダブルアームでパワータイプの跳躍選手が存在しないことは知っていた。

実は歴代10傑どころか調べた日本人選手はことごとくシングルアームやランニングアームの選手ばかりで、私の参考になりそうな選手は少なかった。

これは「私の跳躍スタイルは日本人には向いていないのかも」という疑念を感じるきっかけになった。220以上跳ぶ日本人選手にダブルアームの日本人選手が見当たらないことに私は大きな不安を感じていた。(当時は情報不足で知らなかったが実際には稲岡選手がダブルアームで226を跳んでいる)

では欧米人かというと世界歴代10傑に入るような選手は皆ダブルアームだった。当時特に注目していたのは世界記録保持者のソトマヨル選手(245)や1991年東京世界選手権、1996年アトランタオリンピックで優勝したオースティン選手(240)、比較的小柄で私と体格も近かったコンウェイ選手(240)であった。

これ等の選手はダブルアームでパワータイプの跳躍選手でありながら、スピードタイプの日本人跳躍選手と比べてほとんど遜色のない助走スピード(7.5m/s程度)で跳んでいた。



図 11.22: スピードタイプ跳躍選手の一例（君野選手）



図 11.23: パワータイプ跳躍選手の一例（ソトマヨル選手）

「速く走れてパワフルに跳べる」パワータイプとスピードタイプの間辺りを狙っていくのが自分の目指すべき跳躍スタイルかなと思い、しだいにそうした方向性で練習に取り組むようになっていった。

今でこそパワー系とスピード系を融合した跳躍を取り入れる選手が多くなってきたが、1990年代はパワー系とスピード系で二極化していた時代であり、まだまだそうした選手は少なかった。同世代でいうとロシアのリバコフ選手（238）やキプロスのイオアナ選手（235）などが自分の方向性に近いと感じていた。

当時日本人選手でこうした取り組みを行なっている選手は極めて少なかった。日本人選手は小柄なスピード系の選手が多く、ランニングアームとシングルアームのスピード系ジャンパーが圧倒的多数だった。

助走スピードと踏み切り動作のパワーを両立させるためには2つの大きな課題があった。一つは助走速度落とさないアームアクションで、もう一つは高速で踏み切ったときの足首負荷の軽減だった。

通常のランニングフォームは左腕（右腕）が前に出る場合は右脚（左脚）が前に出る。ダブルアームは通常のランニングフォームを大きく違うアームアクションを行うため、助走の減速がその他のアームアクションよりも大きくなってしまった。

対策として考えた腕の使い方は、左腕（振り上げ脚側）は小さく、右腕（踏み切り足側）は大きく動かし、全体としてランニング動作に近いアームアクションにして腕を動かすことだった。「踏み切り二歩前に両腕を前でクロスさせ、一歩前に両腕を後ろに引き、踏み切りのタイミングに合わせて腕を上を引き上げる」といった一連のダブルアーム動作を少しずつコンパクトに修正した「高速ダブルアーム」を導入することにした。

助走が速くなればその分、踏み切り足への負荷が問題になってくる。前述したように「強力なパワーでブロック動作を行い上昇姿勢を作る」技術を身につけたのはよかったが、こうした踏み切り動作では足首への踏み切り負荷が大きく、助走速度が速くなるほどその負荷の大きさが問題になった。

210以上の跳躍ができるようになってから、怪我という程ではないが、度々踏み切り動作で足首を痛めており、毎試合欠かさずに足首にテーピングをして跳んでいた。（ダブルアームの跳躍選手は特に異常がなくても、足首にテーピングを巻いて試合で跳ぶことを強く推奨する）

足首への負荷軽減はこれという決定打は無かったが

- 踏み切りを遠く、支柱よりにすること
- 踏み切りの角度を進行方向寄りにすること
- 踵→土踏まず→爪先への荷重の移動を確実に行うこと

などの複合的な対策で、少しずつ負荷を減らしていくことを考えた。

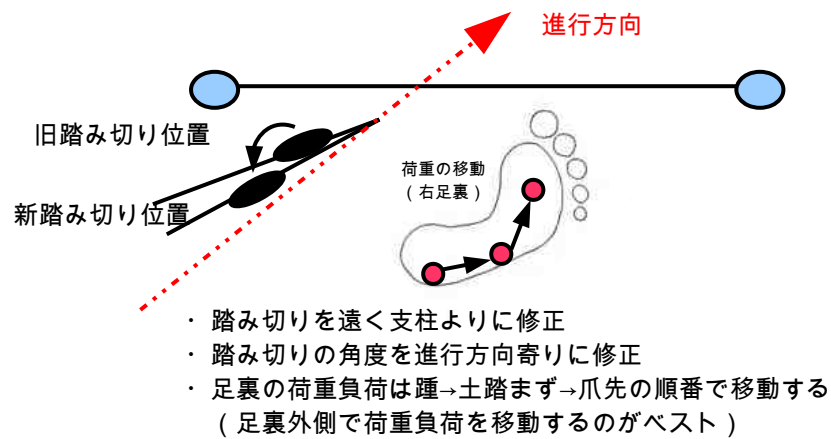


図 11.24: 足首負荷軽減

助走速度が速くなったことで踏み切り位置を遠くすることに苦労は無かった。跳躍コンセプトを変更し、強いブロック動作を行い、上昇姿勢を作る技術をやや抑えて、スピードタイプの跳躍選手のように全体的にやや流れた跳躍動作に変更していった。この対策で強いブロック動作を抑えた分、足首への負荷は幾分軽くなった。

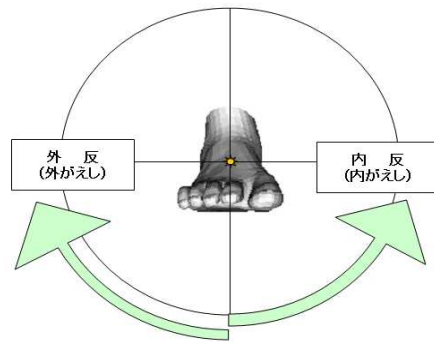


図 11.25: 足首の内反動作と外反動作

次に踏み切り角度だが 踏み切りの角度を進行方向寄りに変更していくことで足首を外反させる負荷を減らしていった。また、踏み切り動作中の荷重負荷も母趾球側に一気に荷重するのではなく（こうしてしまうと足首に一気に外反負荷がかかる）、踵→足首→母趾球と順番に短い時間で荷重を移動することを心がけるようにした。こうすることで足首の外反負荷のピーク値は下がり、怪我のリスクも低下したと思う。

勿論、こうした対策はメリットばかりではなく、デメリットもあった。一番大きなデメリットは踏み切り角度を進行方向に変更することで、バーに対して背中を向けるヨー回転の回転量が大きくなり、クリアランスが行いにくくなったことだった。

これについては図 11.26 に示すように、踏み切り動作で体を捻じって絞って軸を作り、進行方向からバーから離れる方向に肩を少し開くような形で腕や脚を振り上げ、跳躍に必要なヨー回転の角度を減らすことで問題の解決を行なった。

こうすることでクリアランスに必要なヨー回転に余裕が生まれ、同時に「振り上げ脚の動作を行いやすい」などのメリットも生まれてクリアランスが行いやすくなった。

このとき、肩が開き過ぎれば踏み切りで力が逃げるし、かといって閉じ過ぎればクリアランス動作が行いにくくなるのでギリギリの調整をしながら練習を繰り返していた。

こうした肩の開き動作でクリアランス動作を調整する技術は、私に限らず多くの選手が行っていた技術であり、自分に似た選手の連続写真を見ながらその動作を参考にさせてもらった。

アームアクションや踏み切り動作の技術変更は、高校2年からの跳躍を少しずつ様子を見ながら修正していくことで、高校3年の5月頃には実戦的な技術として完成した。

高校3年の5月に入ると220台への挑戦は秒読み段階になっていたと思う。しかし、何度か216までバーを上げて跳ぶと、踏み切り動作で腰が抜けてしまい失敗してしまう跳躍が目立っていた。これが220への最後の関門と私は考え、シーズン序盤の試合の跳躍をビデオで何度も確認し、原因を考えた。

試合のビデオを何度も見直した結果、バーの高さが高くなると踏み切り動作開始時に「跳び急ぎ」で腰が前方に流れていることが問題であると考えた。そこで、踏み切り動作開始時に腰をやや後ろに残すイメージで踏み切ることにした(図11.26)。この「感覚」は私の中でうまく「ハマ」って、跳躍練習で良い感触を掴んでいた。

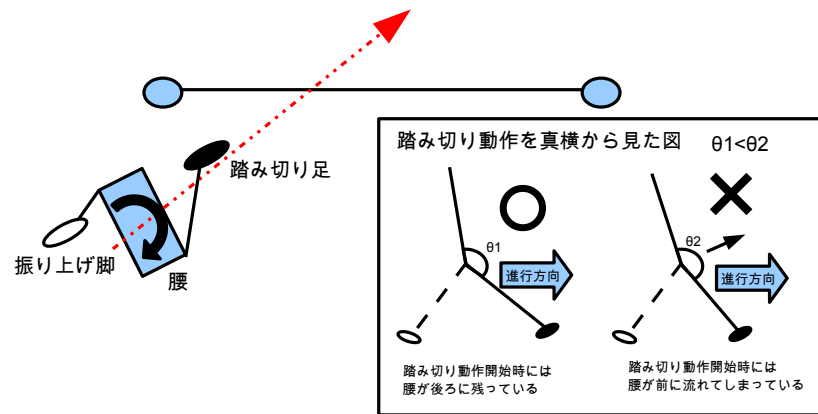


図 11.26: 踏み切り動作の姿勢



図 11.27: 220 に成功したときの踏み切り動作

こうした取り組みが功を奏し、6月の県総体では220に成功し、続く四国総体では223の高校新記録（当時）に挑戦した。四国総体での高校記録挑戦は失敗に終わったが、自分なりに手応えを感じており、今の技術力でも十分にクリア可能な高さだと考えていた。この頃の助走技術と踏み切り技術は、ほぼ完成の域に達しており、私自身も将来的にこれ以上の目立った改善は難しいと感じていた。

ただクリアランスについてはまだまだ改善の余地があった。図11.28に示すように、クリアランス中の左手の動作は体幹から大きく離れており、腰を浮かせる姿勢を作れずに明らかにクリアランスの効率を悪くしていた。また、全体的にクリアランス動作中の反りが小さく、奥に流れた跳躍になっていた。

こうした問題は以前からずっと認識していたが、改善しても記録の大きな向上は望めないため、対策は後手後手になっていた。その結果、こうしたクリアランスの問題点を高校時代に完全に修正することはできなかった。



図 11.28: 220 に成功したときのクリアランス動作



図 11.29: 高校3年香川県総体での跳躍 [80]

香川県総体の後は四国総体、全国高校総体と2試合出場し、全国高校総体は優勝したものの記録は210と低調な記録に終わり、私の高校生最終シーズンは終了した。

世界ジュニアや国体まで続ければ何度か高校記録へチャレンジするチャンスがあったかもしれないが、部活は夏まででインターハイ後は受験勉強に取り組もうと予め自分の中で決めていた。全国高校総体で優勝を決めた後はすっぱりと引退できた。

このときは競技について心身ともに疲れていた時期であったし、受験勉強に気持ちを切り替えて半年間休みたいという気持ちもあった。その後は受験勉強に専念し、無事現役で大阪大学工学部に合格し、高校を卒業するに至った。

「最後に残った技術課題はクリアランス動作だ」と卒業するときに考えていた。また、高校時代は顧問の渡辺先生から指導された「全ての競技に共通である基礎トレーニング」が練習の土台になっていたが、大学に入ってから「高跳び選手に特化したトレーニング」を自分なりに考えれば、記録はまだまだ伸びるだろうと思っていた。

クリアランス動作を完成させることで自分の跳躍は完成し、自分なりのトレーニング方法が確立すれば230とか、その先の世界も見えてくるだろうと考えていた。



図 11.30: 高校3年生の全国総体で優勝したときの写真と数々の表彰 [81]



### 11.3.2 高校時代の練習

#### 1 週間のトレーニング例

| <一般的準備期>  | <専門的準備期>   | <試合直前>   |
|---|--|--|
| 月<br>・ジョグ+体操・基本ドリル動作<br>・走り120m*2本<br>・2分間走3本*2セット  | 月<br>・ジョグ+体操・基本ドリル動作<br>・走り120m*2本<br>・1分間走3本*2セット<br>もしくは(300m*200m+100m)*3セット  | 月<br>・ジョグ+体操・基本ドリル動作<br>・走り120m*2本<br>・スタートダッシュ<br>30m*2本 50m*2本 80m*2本<br>・加速走<br>30m*2本 50m*2本 80m*2本<br>・110m*練習                            |
| 火<br>・ジョグ+体操・基本ドリル動作<br>・跳躍練習(短助走の技術練習中心)<br>・往復走60m*4本*3セット  | 火<br>・跳躍練習<br>中助走の跳躍練習<br>跳躍ドリル<br>全助走への移行を考えた跳躍練習<br>前シーズンの課題を確認しながら  | 火<br>ウエイトトレーニング<br>・ピラミッド法による高負荷トレーニング<br>スクワット、ベンチプレス<br>・10R法<br>レッグプレス、レッグカール、<br>ラットプルダウン、腹筋、背筋<br>・BOXジャンプやバウンディングなどの<br>プライオメトリクス系トレーニング |
| 水<br>・ジョグ+体操<br>・マルチバウンディング法による<br>ウエイトトレーニング<br>スクワット、ベンチプレス<br>・10R法<br>レッグプレス、レッグカール、<br>ラットプルダウン、腹筋、背筋<br>・BOXジャンプやバウンディングなどの<br>プライオメトリクス系トレーニング | 水<br>ウエイトトレーニング<br>・ピラミッド法による高負荷トレーニング<br>スクワット、ベンチプレス<br>・10R法<br>レッグプレス、レッグカール、<br>ラットプルダウン、腹筋、背筋<br>・BOXジャンプやバウンディングなどの<br>プライオメトリクス系トレーニング | 水<br>○跳躍練習<br>・跳躍ドリル<br>・助走ドリル<br>・全助走の跳躍練習<br>・試合形式の跳躍練習<br>・バウンディングや補強練習   |
| 木<br>種々の休養<br>他種目や球技など  | 木<br>・ジョグ+体操・基本ドリル動作<br>・走り120m*2本<br>・スタートダッシュ<br>30m*2本 50m*2本 80m*2本<br>・加速走<br>30m*2本 50m*2本 80m*2本<br>・110m*練習                            | 木<br>休養  |
| 金<br>・ジョグ+体操・基本ドリル動作<br>・走り120m*2本<br>・300m*3本*3セット<br>・補強  | 金<br>水曜日のウエイトトレーニングと同じ   | 金<br>○軽い跳躍練習<br>・150m*3本(軽い刺激程度)   |
| 土<br>・ジョグ+体操・基本ドリル動作<br>・スーパースタート(2セット)<br>・20種目程度*(30秒実施+30秒休養)<br>・ウェーブ走120*2本*2セット   | 土<br>○跳躍練習<br>・跳躍ドリル<br>・助走ドリル<br>・全助走の跳躍練習<br>・本数を多く、体力強化目的で  | 土<br>・軽い Jog+体操<br>・基本ドリル動作  |
| 日 休養  | 日 休養   | 日 試合   |

図 11.31: 高校時代の 1 週間のトレーニング

図 11.31 に高校時代の一週間の練習メニューの一例を示す。練習メニューは学年によって違っていたし、故障の有無や学校行事(試験期間など)によって調整していた。図 11.31 には私が最もよく行っていた練習メニューを各トレーニング期ごとに示す。

## トレーニングの期分け

明確な期分けトレーニングを意識し始めたのは高校生になってからだと思う。具体的には11月～2月を体力・持久力強化を目的とした一般的準備期、3月～10月まで練習の質を上げ跳躍技術力の向上を目的とした専門的準備期と考えて年間のトレーニングメニューを組むようになった。

ただし、一般的な期分けトレーニングのように試合期や移行期といった期間は設けず、年間を通して準備期的な性格を持たせてトレーニングを実施していた（ただし試合前の一週間は、試合に向けた調整メニューを行っていた）。これは自分の考えで行なったというよりは、顧問の渡辺先生の練習方針だったと思う。また、練習メニューは多岐に渡り、様々なパターンのトレーニングを行っていた。

高校生になると自己記録の更新は頭打ちになっていったが、期分けを意識したトレーニングを行うことで、狙った試合で狙った記録を出せるようになっていった。

高校生になると成長が鈍り、自然な体力の向上も頭打ちになってくるため、普通に練習していても記録の更新が難しくなってくる。また、高校総体の地区予選会のように「結果を出さなければならない」試合も決まっているため、当時から多くの高校で期分けを意識したトレーニングが実施されていた。

こうしたトレーニングの期分けは、ジュニア（二十歳以下）の選手がやり過ぎると弊害があるが、高校生くらいからはある程度、意識して行なってもよいと思う。

## 基本ドリル動作

中学生の頃も基本的なドリル動作は行なっていたが、本格的に時間を取って取り組むようになったのは高校に入学してからだと思う。

ドリル動作は、ランジウォーク、踵をお尻に引き付ける動作、ハイキック、バウンディング、腕の姿勢を変えながらのもも上げ動作など脚部の筋肉を全体的に利用するドリル動作を行なっていた。他にもラダーやミニハードルを使った細かい動作の練習や、跳躍ドリル、ハードルを使った股関節ドリルを行うこともあった。

ドリルは、体の軸作り、地面への接地方法、力を加えるタイミング、動作のリズムなどを常に意識して行なっていた。特に動作中の軸作りと、プライオメトリクスの体な使い方はドリル中に常に意識するようにしていた。

こうした動作は体に筋肉がついてこないと実現できない動作である。高校生になってからは基本ドリルが練習メニューの中で重要な位置づけにあったし、中学生の頃よりも時間をかけて熱心に取り組む価値を感じていた。

## 走練習について

高校になって走練習では200m以上の距離を練習に取り入れた。シーズン中にも110mHのトレーニングを行うようになった。

走練習に関しては中学生に比べて基礎体力が向上したことや、期分けトレーニングの性質上200mや300mといったトレーニング種目の必要性が高くなったことなどが導入の理由である。また、1分間走や2分間走といった有酸素系トレーニングも冬季練習では積極的に組み入れるようになった。これは、冬季練習で基礎体力向上を重要視する渡辺先生の思いを受けての練習メニューであったと思う。

110mHに関しては高跳びの助走テンポやスピードを意識して行うことが多かった。ハードルを用いた練習は股関節の柔軟な動作の獲得にも寄与しており、私の競技者としての基礎体力を向上するために役に立った。

高校・大学の走練習は基本的には所属している部活の短距離選手が行なっている練習を、そのままメニューに組み入れて一緒に走ることが多かった。一人で走る走練習というのは「追い込み」が難しいので、基本的に短距離選手と同じメニューで走るようにしていた。

## ウエイトトレーニングについて

ウエイトトレーニングを本格的に始めたのも高校に入学した後である。母校の高松高校は体育館1Fにウエイトトレーニング場が完備されており、雨天時の練習などでよく利用していた。

トレーニング場にはスクワットやベンチプレスは勿論のこと、レッグカールやラットプルダウン、バックエクステンション、シットアップ用の台なども準備されており、主なウエイトトレーニングは全て行なえる環境が整っていた。

顧問の渡辺先生からは

- 正しいフォームでトレーニングする
- 大きな筋肉（大胸筋、腹筋、背筋、大腿四頭筋、大腿二頭筋）を重点的に鍛える
- 体の背面の筋肉を意識して鍛える
- 競技動作を意識して鍛える

ことなどが指導されていた。

高校生になってまず最初に行なったのはウエイトトレーニングの正しいフォームを身につけることだった。効率良く筋力アップするためには高重量で安全にトレーニングを行う必要があり、トレーニングの目的合った筋肉を強化するために正しいフォームを身につけることが重要だった。

大きな筋肉を鍛えることについては、「陸上競技の動作は大きな筋肉（出力の大きい筋肉）をいかにうまく使うが重要だ」という先生のトレーニングに関する基本的な考え方があり、私自身もその考えに共感していた。そのため「大胸筋、腹筋、背筋、大腿四頭筋、大腿二頭筋」を鍛えるトレーニングは特に重点的に行なっていた（※解剖学的には上半身で最も大きな筋肉は三角筋である）。

先生からは「体の背面の筋肉は特に意識して鍛えるように」と指示されることが多かった。実際、ウエイトトレーニングの種目は、体の前面の筋肉は鍛え易いが、トレーニングに慣れるまでは背面の筋肉は鍛えにくい種目が多い。特に、ラットプルダウンやスクワット、ハイクリーンといった動作は背面の筋肉に負荷をかける正しいフォームを身につけるまでに時間がかかる。私はスクワットが高跳び選手にとって特に重要なトレーニングだと考えていたので、フォームのチェックは入念に行なっていた。

トレーニングを行うときは定期的に最大筋力の測定を行い、大きな筋肉を鍛えるトレーニングはピラミッド法で、小さな筋肉を鍛える場合は10RM法で鍛えていた。冬季はマルチパウンデッジ法やサーキット法などを取り入れ、年間を通じて様々なウエイトトレーニングを行なっていた。

ウエイトトレーニングを行う際は必ず競技動作を意識して行っていた。ウエイトトレーニング終了後はボックスジャンプやバウンディングといったプライオメトリクス動作を行い、競技動作と同様の刺激を合わせて筋肉に加えることが多かった。

こうすることでトレーニングのどの動作がどの部分に効いてくるのか理解することができたし、トレーニングを行う際にも、競技動作に近い力のタイミングや関節の動かし方が意識できるようになった。

### 跳躍練習について

跳躍練習に関しては自分で課題設定し練習に取り組むことが多かった。

顧問の渡辺先生は走練習やウエイトトレーニングの基本的な動作や考え方はしっかりと指導し、各種目の専門的な練習については各人が「自分で頭を使って考え、自分で取り組むこと」を基本的な指導方法にしていた。

先生も「進学校の生徒は普通に練習していても強豪校の生徒には敵わない。」「頭を使って練習しなければならない。」と度々口にしていたし、練習は各自の自主性に任せるところが多くあった。

悪い練習をしていれば注意され軌道修正させられることもあったが、基本的には放任主義で自由に自分で考えて練習することができた。

ただし生徒との問題意識の共有はしっかりと行っており、私がどういった問題意識を持って練習をしているか確認しながら見てくれていたし、間違った動きや、良いイメージから外れる動きになればその都度指摘や指導が入った。

跳躍練習にはビデオ撮影が多用された。高校時代の試合や跳躍練習の動画が数多くビデオテープに残っている。こうした動画を使って自分の跳躍を何度も確認することで、細かい動作までチェックすることができたし、跳躍動作も次第に洗練されていった。

### 11.3.3 補助助走の導入

#### 補助助走をつけて助走速度を上げる

受験勉強の体力低下を取り戻し、体が作れてくると助走の改善に着手した。当時は地元香川の丸亀インターハイで2位になった大須賀先輩や平田先輩、後の盛岡インターハイで3位と6位になった渡辺先輩や篠原先輩と何度か練習する機会があった。

やはり先輩選手の助走と比べると、自分の助走は相当見劣りがするなどと考えていた。最も大きな違いは助走の距離とスピードだった。

高校に上がると次第に走力が上がってきて中学時代の助走が窮屈になってきた。このため、助走を伸ばす取り組みは高校1年のときから継続的に行っていた。

直線助走の距離を単純に伸ばしてみたり、様々な補助助走（ウォーキングスタートやホッピングスタート）を試したり、様々なアイデアを試してみたが高校1年生の間はどれもうまくいかなかった。

じっくりくる助走がなかなか出来上がらなかったし、直近の試合のことを考えるとどうしても保守的な跳躍練習になり、新しい助走の練習に時間を割いて取り組むことができなかった。

紆余曲折の結果、高校2年生の春にプラス2歩の補助助走を追加して助走距離を伸ばすことに決めた。直線助走6歩+曲線助走5歩というリズムが自分の中で出来上がっていたので、このリズムをなるべく崩さない形で補助助走を追加することを考えた。

高校1年生の冬季練習でしっかりと体は作れていたし、跳躍練習を控えることで自分の跳躍感覚をリセットできたので、良いタイミングでの補助助走導入になったと思う（冬季練習明けは常に新しい事に取り組むチャンスの時節だ）。

冬季練習の走り込みで走力は明らかに上がっていたし、筋肉がついて踏み切り動作でしっかりとブロックができるようになっていた。このため、助走速度を上げて潰れることなく自然に踏み切れるようになっていた。

#### 11.3.4 踏み切り時間の短縮

- 地面からの反発をうまく利用する接地動作を身につける
- 短い踏み切り時間を意識する

高校に入学した頃に顧問の渡辺先生からよく指導されたのが接地動作だった。「接地時間を短くすること」「関節の曲げ伸ばしで地面に力を伝えるのではなく、地面からの反発をうまく受け取る接地動作を行うこと」をよく指導されていた。

これは *SSC* (ストレッチショートニングサイクル) を意識した接地動作のことだ。跳躍動作において、筋肉の素早い「伸張性収縮 (ストレッチ)」と「短縮性収縮 (ショートニング)」の間に、伸張反射や弾性エネルギーを利用して爆発的な力を発揮するメカニズムは *SSC* (ストレッチショートニングサイクル) と呼ばれる。これを意識した接地動作の練習は当時から多くの学校で指導されていた。

こうした筋肉の使い方をマスターして、踏み切り動作を行うことが「地面からの反発をうまく受け取る接地動作」という言葉に凝縮されていた。

筋はエクセントリックな活動中に貯蔵した弾性エネルギーをコンセントリックな局面で放出している。この切り返しが遅い場合は筋は弾性エネルギーを熱として放出し散逸し、切り返しの時間が短いほど弾性が増長されるといわれている。

このため、高跳びに限らず多くの陸上競技における跳躍種目では、踏み切り動作における接地時間をなるべく短くするように指導されることが多い。

私も感覚的にこうした踏み切り動作のイメージを頭の中に持っていたので、割と素直にこうした動作を身につけていくことができた。

### 11.3.5 起こし回転への意識

起こし回転の有効利用には走力と筋力アップが必要

高校生になると筋力が上がり、踏み切り動作でしっかりとブロック動作ができるようになった。「起こし回転」と呼ばれる動作を強く意識して跳躍練習に取り組むようになったのは高校生になってからだと思う（起こし回転とはまっすぐな棒を斜めに地面に投げつけると、水平方向の速度が上昇方向の力に変換されて棒が跳ね上がる物理現象のこと）。

中学生の頃から踏み切り動作で体の軸を作ることを意識してきたが、高校になると「より固い軸を作って体重を思い切り乗せていく」という感覚に変わっていったと思う。

この頃は助走速度さえ安定して速くすれば、いくらでも高く跳べるという感覚があった。普段のドリル動作の中でも体の軸を作ることは意識していたし、それが跳躍動作ともうまく結びついていた。



図 11.32: 起こし回転による棒の跳ね上がり動作と高跳びの跳躍動作

こうした起こし回転の技術は中学生の頃から身につけていたが、強い軸を作ってうまく跳べるようになってきたのは高校生になってからだと思う。100mで11秒前半のスピードと、フルスクワットで100kg、ハーフスクワットで180kg程度の筋力が私が目標にしていたラインで、このくらいの走力と筋力が身につけばうまく起こし回転を利用して踏み切れるなどという感覚があった。

図 11.33、図 11.34 に 210 程度を跳ぶジャンパーのコントロールテストの例を示すので、高校生のジャンパーは体力の目安として参考にしてほしい。本当に良い踏み切り動作を行うためには高い身体能力が要求される。



表3 ジャンパーのコントロール・テスト値 (筑波大学の例, 村木1985による)

|                 | 走幅跳<br>(n=27) | 三段跳<br>(n=16) | 走高跳<br>(n=18) | 棒高跳<br>(n=18) |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 跳躍記録(m)         | 7.15(0.34)    | 14.90(0.80)   | 2.08(0.09)    | 4.70(0.31)    |
| スナッチ(kg)        | 69.0(7.6)     | 67.0(9.2)     | 69.0(7.9)     | 65.0(7.6)     |
| クリーン(kg)        | 93.0(11.1)    | 96.0(11.9)    | 96.0(13.1)    | 89.0(12.4)    |
| B. プレス(kg)      | 73.0(9.4)     | 76.0(9.3)     | 78.0(10.4)    | 82.0(12.1)    |
| F. スクワット(kg)    | 119.0(11.9)   | 123.0(12.1)   | 123.0(17.3)   | 111.0(14.2)   |
| W. 合計(kg)       | 260.0(29.2)   | 264.0(27.6)   | 276.0(29.3)   | 253.0(29.9)   |
| 両手砲丸-F(m)       | 11.75(1.31)   | 11.83(1.33)   | 12.02(1.26)   | 11.28(1.45)   |
| -B(m)           | 11.90(1.94)   | 12.15(1.43)   | 12.70(1.82)   | 11.64(1.26)   |
| 立幅跳(m)          | 2.83(0.15)    | 2.80(0.10)    | 2.90(0.10)    | 2.85(0.13)    |
| デブス三段(m)        | 9.78(0.50)    | 10.34(0.43)   | 10.00(0.70)   | 9.25(0.58)    |
| 立五段跳(m)         | 15.32(0.74)   | 15.59(0.77)   | 15.43(0.70)   | 14.98(0.80)   |
| 立五 Hop-R(m)     | 14.66(0.65)   | 14.98(0.99)   | 14.83(0.77)   | 14.36(1.29)   |
| -L(m)           | 14.75(0.70)   | 15.40(0.80)   | 14.90(0.65)   | 14.32(0.98)   |
| 30m Bound(t+s)  | 12.91(0.88)   | 12.39(0.65)   | 13.27(0.92)   | 13.30(0.58)   |
| 30m Hop-R(t+s)  | 13.27(0.79)   | 12.92(0.52)   | 13.41(0.78)   | 14.01(1.22)   |
| -L(t+s)         | 13.29(1.07)   | 12.84(0.79)   | 13.97(0.84)   | 13.97(1.05)   |
| 30mCS Dash(s)   | 4.09(0.13)    | 4.12(0.10)    | 4.18(0.13)    | 4.16(0.11)    |
| 60mCS Dash(s)   | 7.17(0.21)    | 7.31(0.18)    | 7.42(0.18)    | 7.33(0.18)    |
| 150mCS Dash(s)  | 17.25(0.56)   | 17.68(0.59)   | 18.08(0.62)   | 17.60(0.69)   |
| 10mRS Sprint(s) | 1.11(0.03)    | 1.12(0.05)    | 1.13(0.03)    | 1.14(0.04)    |
| 30mRS Sprint(s) | 2.97(0.13)    | 3.07(0.12)    | 3.09(0.13)    | 3.09(0.10)    |
| C. ロープ(s)       | 10.81(1.80)   | 12.96(3.57)   | 13.95(3.35)   | 8.41(1.31)    |
| 30m ボール走(s)     |               |               |               | 3.23(0.16)    |

(注) W 合計は上記4種目の中で、クリーンを除く3種目の総合記録とする。

図 11.33: 高校生で 210 を跳ぶためのコントロールテストの目安 1 [82]

表4 ソビエトのジャンパーのコントロール・テスト値

(ゾチコ・ソビエト・コーチ, 1985による)

|    | 種別・性別            |      | 走高跳   |       | 走幅跳   |       | 三段跳   |
|----|------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |                  |      | 男     | 女     | 男     | 女     |       |
| 1  | 記録               | (m)  | 2.12  | 1.78  | 7.40  | 6.00  | 15.50 |
| 2  | 6歩助走 TJ          | (m)  | —     | —     | —     | —     | —     |
| 3  | 6歩助走利き脚五段跳       | (m)  | —     | —     | —     | —     | 22.60 |
| 4  | 10歩助走 LJ         | (m)  | —     | 4.60  | 6.99  | 5.55  | 6.36  |
| 5  | 走幅跳              | (m)  | 6.76  | 5.42  | —     | —     | 6.97  |
| 6  | 立 TJ             | (m)  | 9.17  | 7.30  | 9.23  | 7.95  | 9.47  |
| 7  | 立 LJ             | (m)  | —     | 2.53  | 3.03  | 2.65  | 3.04  |
| 8  | 10歩助走 TJ         | (m)  | 13.82 | —     | 13.53 | 11.65 | 14.91 |
| 9  | 立 3J             | (cm) | 82.8  | 70.8  | —     | —     | —     |
| 10 | 手を使わない立 HJ       | (cm) | 59.6  | 47.1  | —     | —     | —     |
| 11 | 砲丸のバック投げ(4 kg)   |      | 16.87 | 11.91 | 13.60 | —     | 14.03 |
| 12 | 砲丸の前投げ (4 kg)    |      | 16.14 | 11.34 | —     | —     | 13.42 |
| 13 | バーベル・スクワット (W %) |      | 184.2 | 122.9 | 162.4 | 122   | 184.4 |
| 14 | スクワット・ジャンプ (W %) |      | 212   | 141   | 205   | 132.3 | —     |
| 15 | 5回のスクワット・タイム (秒) |      | —     | 5.0   | 4.8   | 5.12  | —     |
| 16 | ハイ・クリーン (W %)    |      | 101.3 | —     | 97.4  | —     | 147   |
| 17 | 100m ダッシュ (秒)    |      | 11.0  | 11.9  | 11.0  | 11.8  | 10.8  |
| 18 | 80m ダッシュ (秒)     |      | —     | —     | —     | —     | 8.53  |
| 19 | 60m ダッシュ (秒)     |      | 6.75  | 8.23  | 6.9   | 7.54  | 6.6   |
| 20 | 50m ダッシュ (秒)     |      | —     | —     | —     | —     | 5.6   |

(注) — はデータなし

図 11.34: 高校生で 210 を跳ぶためのコントロールテストの目安 2 [82]

### 11.3.6 振り上げ脚のアクション

- 振り上げ脚をしっかりと引き上げる
- 振り上げ脚をコンパクトに振り上げる
- 重心を高くして離陸する

高校1年生のときに何度か阪本先生（230元日本記録保持者）に指導を受ける機会があった。度々先生から指摘されたのが振り上げ脚のアクションの弱さだった。

高校入学当初の、私の踏み切り局面における体の引き上げ動作は、腕の動作に大きく依存していた。脚の振り上げ動作は小さく、動作も遅く、メリハリのないものだった。

脚は腕よりも重量が大きいので、脚の振り上げ動作が跳躍に及ぼす貢献度は高い。このため、脚の振り上げ動作を使い切れていないことは、私の跳躍の大きな弱点だった。

振り上げ脚の動作は、私が特に練習で重要視していた「上昇姿勢の作り方」のポイントになる動作だったため、高校1年生の頃は強く意識しながら跳躍練習をした。

練習で特に意識していたことは「高く振り上げること」「接地時間に合わせてコンパクトに振り上げること」の2点であった。それと合わせて、脚と腕を大きく引き上げることで重心をなるべく高い姿勢にして離陸することを心がけて練習をした。

振り上げ脚の動作が弱かった原因はいくつかあると思うが、「練習の中で意識が不足していたこと」「脚部の筋力が不足していたこと」「振り上げ脚を使いにくい踏み切り姿勢で跳んでいたこと」などが主な要因であったように思う。

意識と筋力不足の問題は練習の中で自然に改善されていったが、踏み切り姿勢については踏み切り動作で少し肩を外に開いてみたり、振り上げ脚の膝の角度を変えてみたりと様々な試行錯誤を行なった。試行錯誤の結果、最終的には図11.35に示すような動作にまとまっていった。



図 11.35: 振り上げ脚動作の変移

図 11.35 では高校入学当初の跳躍練習時の振り上げ脚動作と、高校 3 年時の試合での振り上げ脚動作を比較している。いずれも、踏み切り足が着地した瞬間→踏み切り足が離陸した瞬間→肩ガバーを超えた瞬間→最も高く浮いた瞬間の 4 枚の写真を示している。

写真では少し分かりづらいが振り上げ脚動作が改善され、助走速度が速くなっているにも関わらず、脚が高くコンパクトに振り上げられている様子が確認できる。

### 11.3.7 上昇姿勢の作り方

高校2年生に上がる頃にはスピードアップした助走速度をいかにブロックして上昇速度に変換するか課題となっていた。こうしたブロック姿勢がうまく作れるかどうかは210を跳ぶための大きな関門だと思っていた。

練習を繰り返す内に分かってきたのは、課題の解決のためには3つのポイントがあるということだった。

- 上昇姿勢を作るイメージの問題
- 振り上げ脚とブロック動作の問題
- 踏み切り動作での腰の姿勢の問題

#### 上昇姿勢を作るイメージ

真っすぐ真上に伸びあがる上昇姿勢を作り  
クリアランスは上昇→反るの2段モーションを意識して行う

まず対策として考えたのは跳躍のイメージを変えていくことだった。中学時代は踏み切り動作からクリアランスまでの動作は一連の連続した動作のイメージを持って跳んでいたが、この頃からクリアランスは上昇→反るの2段モーションを明確に意識して行うようになった。

クリアランスの第一段階は「踏み切り後に真っすぐ真上に伸びあがる姿勢のまましばらく上昇する」。そして第二段階では「上昇姿勢をしばらく維持した後で反り始める」という意識でクリアランス動作を行う。こうした、クリアランス動作を二段階に分けたイメージで跳ぶことが重要だと思っていた。

練習では低い高さにバーを設定して、踏み切る→上がる→反るという2段モーションを意識して何度も繰り返して跳躍練習をした。

しだいに高い高さでも跳躍練習を行い、じょじょに頭の中のイメージを自分の動作に定着させていった。

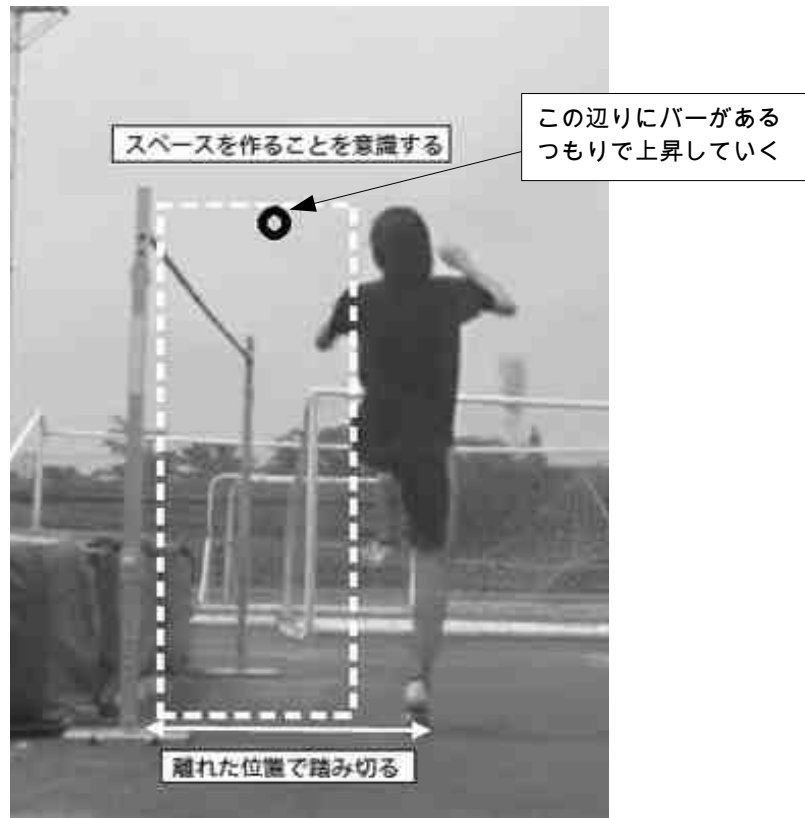


図 11.36: 上昇姿勢を作るイメージ

バーの高さが上がってくるとどうしても跳躍動作は流れ気味になることが多かったが、「踏み切り位置を遠くする」「バーと体の間にスペースを確保しながら上昇する」ことを意識し、どうしても跳躍が流れるときは「バーの手前に仮想的なバーを想像し、それを跳び越えるつもりで上昇していく」といったイメージで跳ぶと体をうまくコントロールできた（この辺りのイメージの作り方は個人差が大きい部分だと思う）。

## 上昇姿勢を作るための振り上げ脚動作

### 振り上げ脚を膝から引き上げる

上昇姿勢を作るために振り上げ脚の動作についても細かな改善を行なった。具体的には脚の振り上げ方向と、脚の振り上げ姿勢を変えていった。

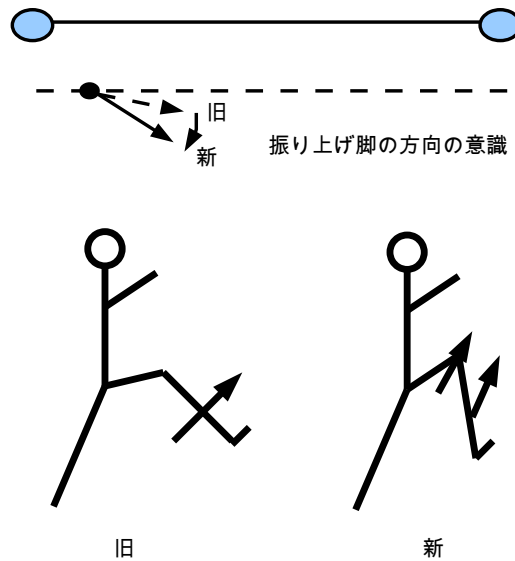


図 11.37: 上昇姿勢をうまく作る振り上げ脚動作の工夫

振り上げ方向についてはバーと平行に近かったものを、少しバーから遠ざける方向に振り上げるように変えていった。こうすることで進行方向と逆方向のブレーキ動作が調整できるようになり、速い助走を止めて真上に上がっていく上昇姿勢が作りやすくなった。

もう一つの改善点は脚の引き上げ姿勢だ。振り上げ脚の膝をやや伸展させ大きく振り回して上げていくスタイルから、コンパクトに膝から引き上げていく動作に変えていった。(この変化は図 11.35 からも伺えると思う。)

脚を大振りにすると上半身がバー側に倒れてしまい、すぐにクリアランス動作に移ってしまう。このため、真っ直ぐな上昇姿勢を作るためには膝から真上に引き上げていくイメージが大切だと考えていた。

こうした振り上げ脚の使い方は私本来の跳躍スタイルであるパワータイプの跳躍動作からは逸脱するものであり、パワータイプの跳躍選手にとって良い面と悪い面の両面があったと思う。色々な動作を少しずつ調整することで自分にとってじっくりいく上昇姿勢の作り方を模索していった結果、こうした動作に行き着いた。

## 上昇姿勢を作るための踏み切り動作での腰の姿勢

### 踏み切りに負けない腰姿勢を作る

上昇姿勢を作るためには水平方向の助走速度を鉛直方向の上昇速度に変えなければならない。もちろん助走速度を落とせば上昇姿勢は作りやすくなるが、起こし回転による上昇力は減少してしまう。助走速度を落とさずに、踏み切り動作で上昇姿勢を作り出すことは多くの選手にとって重要な技術課題だと思う。

解決のアプローチは様々だと思うが、私が特に注意して取り組んだのは踏み切り動作での腰の姿勢だった。

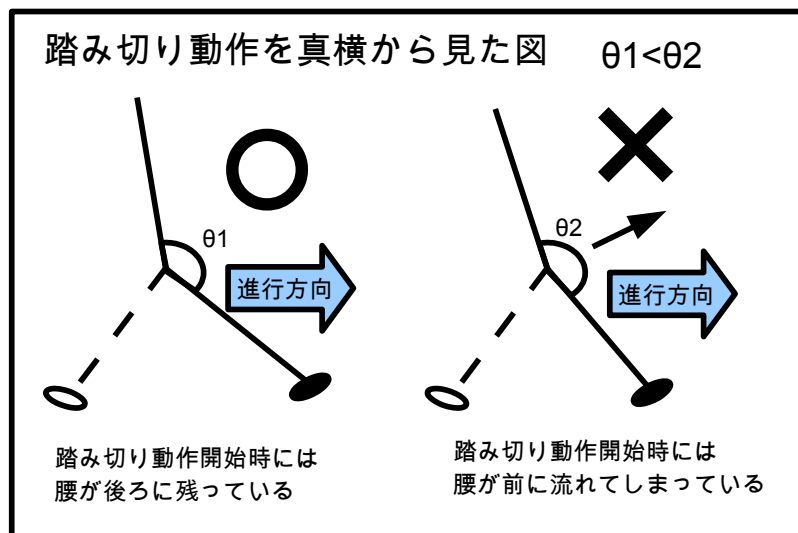


図 11.38: 上昇姿勢をうまく作るための踏み切り姿勢

私の場合は曲線助走の加速・テンポアップの意識が強すぎるあまり、踏み切り動作で腰が前方に流れて力抜けしてしまう癖があった。

このため心持ち腰を後ろに残すイメージで、腰が折れた姿勢で踏み切ると、踏み切りの衝撃で力負けせずしっかりとブロック動作で上昇姿勢を作ることができた。



「腰を曲げる」というイメージで踏み切り動作を行うとどうしても踏み切り直前にスピードダウンしてしまう。このため、後傾動作をしつつ「心持ち体幹の姿勢を真っ直ぐ立てて踏み切り足を前に出す」というイメージで踏み切り動作を行っていた。

どんなイメージで踏み切り動作を行っても、外から見た踏み切り姿勢はあまり変わらない。しかし、意識の持ち方しだいで体の動かしやすさが変わるということはよくあることだと思う。

踏み切り動作のイメージを明確に作ることで、助走速度を落とさずに、狙った踏み切り姿勢をうまく作れるようになった。また、踏み切りがハマって上昇姿勢を作れたときには、爆発的に浮く感触があった。



図 11.39: 渡辺先生との練習風景 [83]

図 11.39 は高校 3 年岐阜インターハイ前の練習風景の写真である。「しっかり止めてガツンと上がる動作」などと表現して、繰り返し繰り返し上昇姿勢の作り方を渡辺先生とチェックしていた。

### 11.3.8 踏み切り動作の足首負荷を低減するために

踏み切り動作の足首への負荷を軽減することは全ての高跳び選手の永遠の課題だと思う。私の場合は跳べる高さが高くなるにつれて助走速度は速くなっていったし、接地時間は短くなっていった。

高く跳ぶためには踏み切り動作で鉛直方向に大きな力積を生み出す必要がある。つまり、踏み切り時間を短くする中で大きな力積を生み出すためには必然的に力のピークは高くなり、足首には大きな負荷がかかる。助走速度が上がり、接地時間が短くなり、高く跳ぶということは、足首にかかる力のピークが大きくなることを意味する。このとき特に怖いのが足首を外反させる方向に強い力がかかることだ。

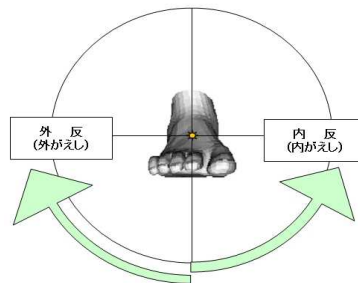


図 11.40: 足首の内反動作と外反動作

高跳び選手は踏み切り動作に失敗した場合に足首の外反方向に強い力がかかると外反捻挫をしてしまうことがある。足首の内側にある三角靭帯は強い靭帯なのでよほど強い負荷が加わらなければ捻挫することはないが、一度捻挫してしまえば重症化することが多い。

高跳び選手が最も避けなければならない怪我で、私もこの部位を怪我することでシーズンを棒に振ったことが過去に2回ある。

こうした足首の負荷は、高さが上がるごとに大きな問題になる。私の場合も踏み切りの衝撃が原因で足首を痛めることが高校生の頃に度々あった。このため、足首負荷を軽減する踏み切り技術の習得は重要な技術課題だった。

踏み切り動作時の足首への負荷を減らす手段はいくつかあるが、主だった手段として考えていたのは「踏み切り位置を変えること」「踏み切り角度を変えること」「踏み切り時の足裏の荷重移動を変えること」だった。

## 踏み切り位置を変えること

踏み切りを遠く、支柱側に変更する

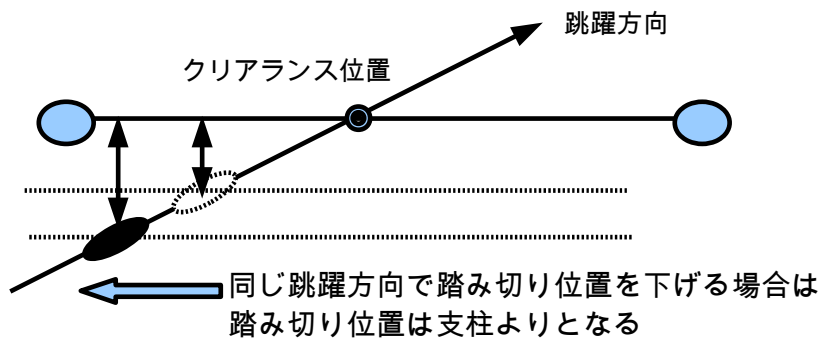


図 11.41: 踏み切り位置の変更

近すぎる踏み切りは上昇角度に余裕が無くなる。上昇角度に余裕が無くなれば、踏み切りのブレーキ動作は大きくなり、足首を外反させる方向に大きな力が働く。このため、近すぎる踏み切り位置は足首の故障のリスクを高める。

一般的には跳べる高さが高くなればなるほど、踏み切り位置を遠ざけることが高跳びの踏み切りの基本である。

私の場合は跳躍方向とクリアランス位置を変えずに踏み切り位置を下げたかったため、ただ踏み切り位置を下げるだけでなく、踏み切り位置をバー中央から支柱側にズラしていった。

一般的に跳躍方向とクリアランス位置を変更すると跳躍に違和感を感じる選手が多い。また、新しい踏み切り位置に慣れるまでに時間がかかることが多い。私の場合は短期間で手っ取り早く踏み切り位置を下げたかったため、図??のような選択肢を選んだのだと思う。

多くの高跳び選手は踏み切り動作に移る際に重心がバーに対して40度程度の角度で進入する。また、スピード系のジャンパーほど、踏み切り位置は遠く、支柱に近い。

高校生の私も多くの文献やテレビ放送でこうした事実は経験的に知っており、助走速度を上げて踏み切り位置を遠くする場合は、合わせて踏み切り位置を支柱に近づけなければ跳躍が破綻すると考えていた。

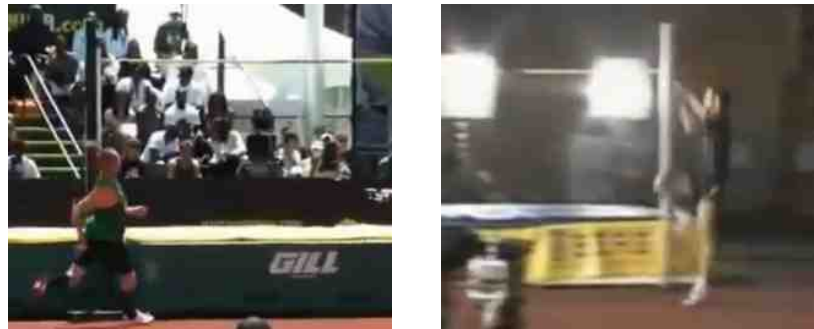


図 11.42: スピード型の跳躍選手の踏み切り位置 (左: ウィリアムズ選手 (237) 右: ホルム選手 (240)) [84][85]

#### 踏み切り動作の足裏の荷重方法を変えること

踏み切り動作の足裏の荷重は「踵→足首→拇指球」の順番に、外側を短い時間で移動する

踏み切り動作で最も避けたかったのは、踏み切り位置がバーに近くなりすぎ、母趾球から一気に接地することで、足首に強い外反力が発生する踏み切り動作だった。

こうした踏み切り動作の失敗は、バーの高さが高くなり、助走速度が速くなるほど発生しやすくなり、大きな故障の原因となる。

こうした怪我に繋がる踏み切り動作を防止するためにも、踏み切り動作の足裏の荷重は「踵→足首→拇指球」の順番に外側を短い時間で移動することを心がけ、足首の外反負荷のピーク値を下げることを常に意識するようにしていた。

### 低足首負荷の踏み切り角度で踏み切る

踏み切り位置を遠くする他にも、踏み切り角度を跳びだし角度（進行方向）に近づけることで足首への負荷（足首を外反させる負荷）を軽減することができる。

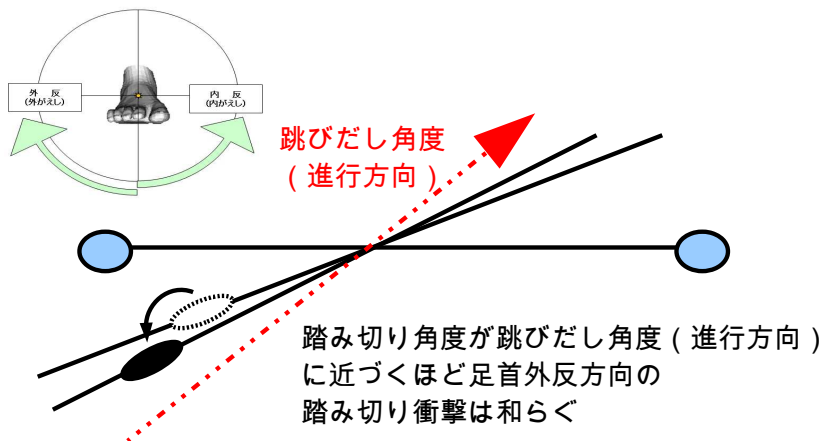


図 11.43: 踏み切り角度の変更

一般的に踏み切り足の踵と爪先を結ぶ線の角度が、バーに平行になればなるほど踏み切り時に足首を外反させる力（衝撃）が強まる。逆に、跳びだし角度（進行方向）に近くなればなるほど踏み切り時に足首を外反させる力は弱くなる（踏み切り時に足首を前後方向にズラす力が強くなる）。

私の場合は踏み切り位置を下げることは割と短期間で成功したが、踏み切り角度を変更することには長い時間がかかった。

踏み切り角度を変えると踏み切り動作中の足裏・足首へ負荷が変わってしまうため、今まで同じ感覚で踏み切れなくなってしまう。このため、変更になれるのに時間がかかった。

長い時間をかけてでも踏み切り角度の変更を行なったのは、大きな故障が差し迫った脅威になっていると感じていたためであり、足首負荷の軽減が当時の大きな技術課題だったためである。

踏み切り足を地面スレスレに動かす

踏み切り位置を遠くしていく練習サイクルを作る

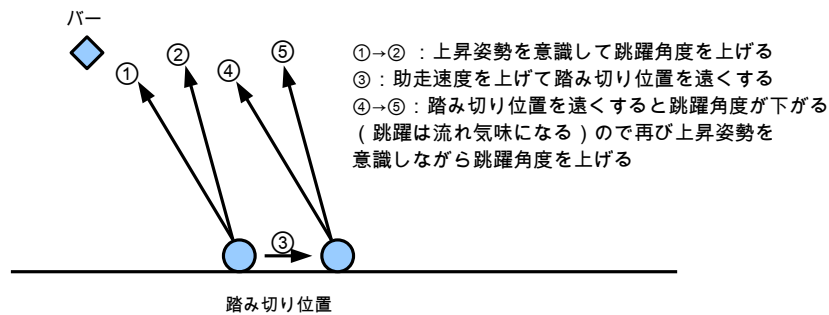


図 11.44: 踏み切り位置の調整

高校生から大学生にかけては

1. 上昇姿勢の作りかたを意識し跳躍角度を上げていく
2. 走練習で走力を上げる。ウエイトトレーニングでパワーを上げる。
3. 助走速度を上げて踏み切り位置を遠くする
4. 踏み切り位置を遠くすると跳躍角度が下がるので再び 1. に戻る

というトレーニングサイクルをひたすら回していたと思う。

このため高校三年間を通して、助走速度はどんどん上がっていったし、踏み切り位置はどんどん遠くなっていった。この練習サイクルは自分の中では一種の黄金パターンになっていて、高校 2 年の 210 から高校 3 年の 220 までこの練習サイクルが非常にうまく回っていたと思う。

こうした練習サイクルがうまく回ったのもそれに見合った走練習、ウエイトトレーニングをしっかりとやっていたからだと思う。踏み切り位置を遠くするに従って、走練習やウエイトトレーニングの重要性を強く感じていた。走練習やウエイトトレーニングを行うときも「助走速度を上げて、遠くで踏み切り、跳躍角度の大きな跳躍をするんだ」という具体的な競技動作をイメージして練習に取り組んでいたと思う。

私が高校生の頃は「踏み切り位置はバーから三足半以上遠くして、支柱から一足内側に入れた場所が良い」と指導されていたので、まずはこの位置を目標に踏み切り位置を遠くしていった。

最終的には他の先輩選手や、海外の一流選手の踏み切り位置を研究しながら、自分の助走速度だったらもう少し遠くでも大丈夫と判断して4足～4足半まで踏み切り位置を遠くした。

踏み切り位置を遠くしようとする、「ついつい間延びして元の踏み切り位置で踏み切ってしまう」ことがよくあったが、とにかく最後の3歩を速く刻んで助走速度を上げること、踏み切り足を地面スレスレに動かすこと、踏み切り動作の間延びを無くすことを強く意識して練習することで少しずつ踏み切り位置を遠くしていった。

特に助走速度を落とすような動作が発生してしまうと、踏み切り位置を近づけないとバーまで跳躍が届かなくなるため、無意識に踏み切り足を間延びさせてバーの近くで踏み切ってしまう傾向が私にはあった。

私にとっては「速く走ること」「踏み切りで間延びしないこと」という意識は踏み切り位置を遠くしていく過程では特に重要な意識付けであった。

#### 足首にテーピングを巻く

足首にテーピングを行うことは有効な怪我の防止手段である。

私が足首にテーピングして跳ぶようになったのは高校2年に上がる時期であったように記憶している。踏み切り動作で足首を痛めることが度々あったため、大きな怪我を起こす前に予防的に足首にテーピングをして跳ぶようになった。

テーピングは高校時代は顧問の渡辺先生にお願いしていたが、大学に上がる時には自分でもテーピングができるように練習をしていた。

ただし、練習中からテーピングをしては足首のトレーニングにならないので、テーピングをするのはいつも重要な試合や、記録を狙っていく試合だけにしていた。

足首の捻挫については大学生時代と社会人になってから大きな故障を2度体験したが、いずれも足首にテーピングをしていない、試合期ではない試合での故障だった。

怪我の後は完全に競技復帰するまでには半年以上の時間が必要になり、今から思えば毎試合確実に足首にテーピングをしなかったことを少し後悔している。

シニアに比べて、ジュニアの競技者はシーズン中の長期離脱の影響が大きいため、多少跳びにくいと感じても毎試合確実に足首にテーピングをして跳ぶことを強く推奨する。

### 11.3.9 高速ダブルアーム動作

#### 助走速度を落とさない高速アーム動作

助走速度を上げるために障害になったのがダブルアームのアームアクションだった。通常のランニングフォームは左腕（右腕）が前に出る場合は右脚（左脚）が前に出る。しかし、ダブルアームは通常のランニングフォームとアームアクションが大きく異なるため、助走の減速がその他のアームアクションよりも大きくなってしまった。

対策として考えたのは、腕の使い方は左腕は小さく右腕（踏み切り足側）を大きく動かし、全体としてランニングフォームに近いアームアクションにしていくことだった。より具体的には「踏み切り二歩前に両腕を前でクロスさせ、一歩前に両腕を後ろに引き、踏み切りのタイミングに合わせて腕を上へ引き上げる」動作を少しずつコンパクトにしていく高速ダブルアームモーションを導入した。

助走の高速化は高校時代からずっと課題として考えていたし、シングルアームに近いアームアクションを試したこともあったが、やはりベリーロール時代から使っているダブルアームアクションを大きく変えるということは難しかった。結果的には高速ダブルアームモーションが、一番助走スピードのロスが少なく、最も有効な手段だった。



図 11.45: 高校2年から3年にかけてのアームアクションの変化

図 11.45 は高校2年春（上図）と高校3年春（下図）のアームアクションを比較したものである。いずれも右脚接地の瞬間→左脚接地の瞬間→踏み切り足接地の瞬間→踏み切り足離陸の瞬間の4枚の画像を表している。全体として腕の使い方がコンパクトになり、特に左腕の動作が小さくなっていることが分かる。



### 11.3.10 全助走練習へのこだわり

高校3年間の跳躍練習でとにかくこだわってきたのは「全助走」での跳躍練習だった。

高校時代に練習で取り組んでいた「踏み切り時間の短縮」「上昇姿勢の作り方」「足首負荷軽減対策」「高速ダブルアーム動作」などは、いずれも助走速度が速いことが前提となっている。短助走練習や中助走練習ではなかなか確認することはできないため、高校時代はとにかく全助走で高さを上げて跳躍練習をすることが多かった。

新しい技術を取り入れるときには常に違和感を伴う。いつもと同じように助走し、いつもと同じように踏み切る練習は、動きは楽し気持ちよく高く跳べる。しかし、そうした練習を繰り返していれば、いずれは記録が伸び悩んでしまう。

新しい技術を取り入れるときにはリスクも伴う。跳躍のバランスは一時的に崩れるし、記録が伸びるどころか低下することもある。いつもと違う場所に大きな負荷がかかって故障や慢性疲労の原因にもなる。しかし、新しいチャレンジを繰り返さなければ記録は頭打ちになってしまう。

新しい技術を取り入れるときに私が重要視していたのは、常に全力跳躍する中で新しい技術が使い物になるか検証していくことだった。「練習でできる」と「試合でできる」は大きく異なる。なるべく試合に近い競技動作の中で新しい技術を試していくことが目標達成への近道であると考えていた。

だから、跳躍練習は全助走にこだわってやっていたし、バーもなるべく高い高さに設定して跳ぶようにしていた。

### 11.3.11 全国大会で勝つために

高校生の大きな全国大会といえば全国高校総体と国民体育大会の2つだろう。私は高校3年間で全国高校総体に3回出場し「決勝進出」「準優勝」「優勝」という結果を残した。また、国民体育大会にも1回出場して優勝している。

ここでは私がこうした全国大会で勝つために心がけていたことを紹介する。

#### 試合の特徴を掴む（全国高校総体）

全国高校総体の特徴として以下のことが挙げられる。

- 暑い真夏に行われること

全国高校総体の名物ともいえるのが真夏の暑さだろう。緊張感の高い試合での真夏の高温は、予想以上に体力が奪われるため注意が必要である。できるだけ体力が奪われないようにありとあらゆる工夫をする必要がある。

体力面ではしっかりと睡眠、給水、食事を取ることが重要である。給水については1日に2リットルの給水を目安とし、午前の予選と午後の決勝の間の食事もしっかりと取ることをお勧めする。

他の試合では体重やコンディション維持の関係で給水や食事を制限することが多いが、真夏の長丁場の試合では給水と食事をしっかりと取り、体力・精神力ともに消耗戦に備えることが一つのポイントとなる。

- 予選が多人数で行われること

全国高校総体の予選は各地方大会突破者60名で開始される。予選は2組2ピットに分けて実施されることが多い。自分の跳躍順はなかなか回ってこないし、1回1回の跳躍時間の間隔も長い。

参加人数だけなら地方大会と差はないかもしれないが、この跳躍時間間隔の長さは曲者である。

全国大会までコマを進める選手の多くは、地方大会では上位の常連選手であり、自分が跳躍を開始するバーの高さになると5~6人しか残っていないことが多い。こうした試合では自分の跳躍順も速く回ってくることが多く、4~5分という短い時間間隔でテンポ良く跳躍できる。また、自己ベストに近い高さになると1人になっていることが多いので、完全に自分のペースで跳べる。

しかし、全国高校総体では自分と同程度の実力者が大勢集まっているので、同じ高さを跳ぶ選手は大勢いる。必然的に跳躍の時間間隔も20分~30分と長くなる。これだけ跳躍の時間間隔が長くなってしまうと、一回気持ちをリセットして次の跳躍に臨む必要があるため、慣れていない選手はなかなか自分のペースで試合ができない。その結果、力を出しきれずに終わってしまう選手が多い。

こうした試合に慣れることは難しいかもしれないが、普段の跳躍練習から跳躍の時間間隔を長めにとってみたり、社会人の参加する選手権大会や記録会に積極的に参加するなどして、少しずつこうした試合に対する耐性をつけていくとよい。

- 開始の高さが高いこと

全国高校総体の出場ラインは私の頃は200が一つの目安になっていた。平年であれば200がちょうど高校ランキングの60番くらいで、205が10番くらいになる。全国高校総体の予選では大体196－199－202ぐらいの高さの刻みかたで、201～203程度の高さを跳ばないと予選通過できないことが多い。

つまり、ほとんどの選手は自己ベスト近くの記録を出さなければ全国高校総体の予選を通過することはできない。地方大会で優勝が決まるような高さから試合がスタートするため、半数程度の選手は残念ながら記録なしで終わってしまう。

予選で選手を観察していると分かるのは、参加者の多くは全国高校総体に参加するのが初めての選手だということだ。こうした選手の多くは最初の高さで自分の跳躍が全くできずに3本落として終了していく。1本目は全く跳躍にならずに失敗し、2本3本目とじょじょに良い跳躍をするが、結局最初の高さを跳ぶことができずに不完全燃焼で競技を終了するパターンが多い。

それに比べて既に何度か全国高校総体に出た経験のある選手は、初めて参加する選手に比べて1本目の跳躍のできがまるで違う。初めて参加する選手がようやく大会の雰囲気慣れてきて3本目で出せる跳躍を、1本目から出すことができる。

私もそうだったが、全国高校総体の予選を一度でも体験した選手は、練習でも記録会でも1本目の跳躍の完成度にかける気持ちが高い。普段の練習でも記録会でも、常に全国高校総体の予選を意識して、できるだけ高い高さから始めようとする。普通の試合でも最初の高さで失敗しないように公式練習で本気の助走合わせをして跳んでくる。

普段からこうした心持ちで練習している選手とそうでない選手は、ランキング上の持ち記録は同記録でも、いざ全国大会の予選となると大きな経験の差が出てくるものだと思う。

- 午前に予選，午後に決勝が行われること

全国高校総体では，高跳びの試合として珍しく，予選と決勝が同日に行われる。これは短距離種目の予選，準決勝，決勝とは違って，2時間の予選と2時間の決勝が真夏の炎天下のなか一日で行われる。こうした試合は選手にとって予想外の体力の消耗をもたらす。

私が高校に入学して初めて参加した全国大会は，高校1年生のときの地元香川の全国高校総体だった。このときは持ち記録が197で，予選通過記録が202だったので「予選から出し惜しみなく全力で行くぞ」という感覚で試合に臨んだ。

結果は予選は会心の跳躍でなんとか通過したものの，午前中に体力を使い果たして，午後の決勝は記録なしに終わった。午前中の体力消耗は予想以上に激しく，決勝前はウォーミングアップで脚が痙攣するような状況で，決勝では全く跳べる気がしなかった（案の定，記録なしで終わった）。

- 予選で適度に手を抜くこと

「夏の暑さ対策」と「猛暑日に午前・午後の試合を行う場合のペース配分」が全国高校総体の肝であり，これがうまくできないと勝てない。

暑さ対策はもともと暑さに弱かった私にとって，全国総体で勝つための大きな課題だと考えていた。暑さ対策といってもやったことは，なるべくエアコンを使わずに普段から暑さ慣れすることや，ベストな食事や給水量を考えることだった。できるだけ体力を消耗せずに予選通過記録を跳べるようにするために，200を跳ぶための最小限のウォーミングアップ量を掴んでいく練習も行った。

高校2年に上がる頃にはほとんどウォーミングアップ無しでも200前後の高さが跳べるようになっていたので，高校2年と3年の予選では体力を温存することを最優先に考え，ほとんど体を動かすことなく予選を通過できた。このため，午後の決勝は体力的には万全の態勢で臨むことができた。

## 試合の特徴を掴む（国民体育大会）

- 秋シーズンのコンディション作りに慣れる
- 全国高校総体後に短い「準備期間」を設定する

国体の特徴としては、オフシーズンのコンディションが作りにくい時期に大会が開催されることだろう。高校生の場合は高校総体で練習が一段落して、練習が中だるみする時期である。

特に高校生の多くは高校総体にピーキングする年間スケジュールに慣れており、1年間に調整のサイクルを2度回すダブルピーキングの年間スケジュールに慣れていない。

高校総体終了後には短い休息期間を設けて、8月から9月にかけて短い準備期を新たに設定し、体力の再強化と専門技術の改善を行い国体に臨むことを推奨する。

- 前日からの気温差に注意する

また、国体は急激に気温が変化しやすい時期に開催されるため、試合当日のコンディション作りも難しくなる。全国高校総体と同じように午前と午後で予選決勝が行われるが、体力の消耗は全国高校総体ほどではない。むしろ気温の低下に注意して、体を動かしていないと相当な実力者でもあっさりと予選落ちしてしまうことがある。

私の個人的な経験論になるが、前日との気温差が大きい試合では多くの選手が記録を落としやすい。特に前日より5度以上気温が低く、雨や強い風の吹く日になれば優勝記録は5cm程度下がる。こうしたことを意識して試合当日のコンディション作りができるかできないかが勝負の鍵になってくると思う。

- 周囲の雰囲気にならぬ自分なりの調整をする

国体では高校総体とは違い、社会人も含めた県選手団で行動することが多い。県によって方針は違うだろうが、通常は大会の何日も前に選手団全員で現地入りし、社会人選手に合わせて1週間程度の長い調整期間が設けられることが多い。

現地での調整期間が長い試合というのは高校生ではあまり体験することがない。現地ではウエイトトレーニング施設が無かったり、跳躍練習が自由にできなかったりと、試合直前に普段と同じ調整練習ができない場合があるので注意が必要だ。

また、家を離れた慣れない環境で1週間過ごすということはそれなりにストレスが大きい。大学生や社会人になれば海外の試合もそれなりに経験することで、環境への順応能力が身につくが、社会経験の少ない高校生や中学生にとっては環境の変化が、パフォーマンスを低下させる要因になりやすい。現

地でも普段と同じ生活サイクルを心がけ、コンディションを整えることが重要である。

また、国体では社会人選手と混じって、調整練習や試合前のウォーミングアップをすることになる。大学生や社会人選手の技や練習方法を勉強する良い機会になるが、大学生には大学生なりの、社会人には社会人なりの練習・調整方法があるので、あまり周囲の雰囲気にならせずに自分にあったスタイルで試合に備えることを心がけてほしい。

### ミスを少なくする

勝負所の高さでミスをしないことは勝利のための絶対条件といえる。高校生であれば210、大学生と社会人であれば220が全国規模の大会で勝てる目安のラインになる。この高さを何本目に成功するかで大きく順位が変わる。

中学生、高校生は自己ベストが地方大会で出ることが多い。これは比較的低い高さで自分の優勝が決まるし、後の高さは自由に設定して自分の好きなペースで跳べるためだ。

しかし、こうした試合展開に慣れている選手は全国大会になると力が出せない場合が多い。自己ベスト記録近くの高さで競った試合展開になると自分のペースで跳躍ができずにミスを重ねる。もしくは慎重になる余り、動きが固くなって失敗してしまうためだ。

また、実力のある選手の中には、地方大会では低い高さの無効試技をあまり気にせず、試合の中で何回か失敗跳躍をしながら自分の跳躍ペースを作っていく選手もいる。こうした選手は全国大会では無効試技の多さで順位を落としてしまうことが多い。

私が高校生の頃に常に意識していたのは、どんな試合でも210を1本目に跳べる跳躍サイクルを作ることだった。

「朝何時に起きて、何時にトイレに行く、何時間前に試合会場に行き、何分前にウォーミングアップをする、自分の跳躍の何分前になれば軽く走って体を温め、何人前になれば短助走で踏み切り動作の確認をする。自分の跳躍順になれば、何秒間静止して、一歩目をどんなスピードが出るか、曲線助走のテンポをどうするか、何を意識して踏み切り動作を行うかを予め決めておく」。これをどんな大会でも手順通りに行っていた。(こうした調整方法は選手によって様々な方法があると思うので、自分なりに試行錯誤して決めてほしい)

試合の前には優勝ラインを予め予想し、あらゆる試合展開を想定して落ち着いて試合をする。そういうことにも慣れてきた。

こうした取り組みの成果が実り、高校2年の試合では210以上を7回成功し、年間の試合平均記録も209と極めて安定した結果を残すことができた。高校2年の全国総体は2位となったが、高校2年の国体、高校3年の全国高校総体はノーミスで優勝までの跳躍を成功させている。

### 11.3.12 進路について

高校時代は県内一の進学校に進学したこともあり、自然と「文武両道」というものが自分のモットーになっていった。

渡辺先生の言葉で高校時代に印象に残っている言葉は「頭を使って競技をしろ」という言葉だ。私の母校のような進学校では、夜は学習塾に行く生徒が多いし、高校2年生で部活は引退して3年生は受験勉強に専念するという生徒も多い。

練習時間は強豪校の選手に比べればずっと少ないし、基本的には運動よりも勉強の得意な生徒の集まる学校なので、部員の基礎体力はお世辞にも高くない。

そんな学校の部活でよく耳にした言葉が「頭を使って練習しろ」という言葉だった。基礎体力もなく、練習時間も少ない学校の生徒が、強豪校の生徒に勝つためには「頭を使え」ということだったのだと思う。

学校では短い時間でいかに効率よく、効果的なトレーニングを行なうか、様々な知恵が絞られていた。それは社会人になった今から振り返って見ても、よく考えられたトレーニングだったと思う。研究熱心で指導熱心であった顧問の渡辺先生の苦勞の一端が垣間見え、今でも頭の下がる思いがする。

私は学業についてはあまり熱心な方ではなかったが、理系科目については興味を持ってよく勉強した。陸上で生計を立てることも一時期考えたが、私が高校生であった1998年～2000年の間は就職氷河期の真っ只中であり、実業団チームが次々に廃部していく時代だったので、その考えはあまり現実味が無かった。

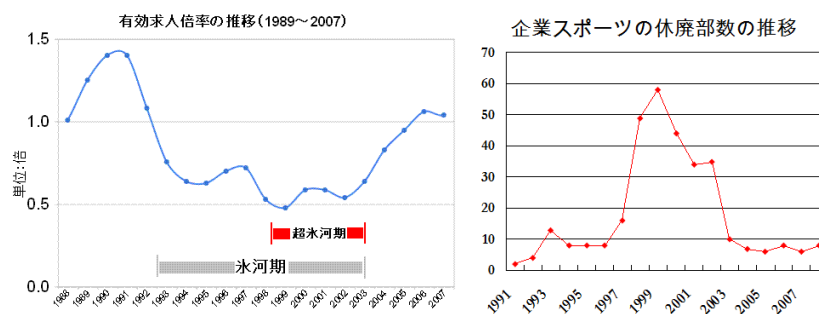


図 11.46: 就職氷河期と企業スポーツの衰退

近い将来、企業スポーツはその役割を終えて衰退していっくだろうことは高校生の私から見ても明らかだった。大学で自由な時間ができれば、やれるところまで陸上を思いっきりやって、大学を出ればしっかりと会社で仕事をやろうというのが高校時代の私の考えであった。

勿論、大学で大きな成果を出すことができれば、そのままずっと競技を続けていくことも考えていた。

高校3年のインターハイが終わった後に、いくつかの大学に声をかけてもらったが、高校生の時点で将来の選択肢を小さくする必要はないというのが私の考えだった。また、体育会系の世界で束縛された練習をやるよりも、自由な環境で自分で考えながら競技を続けたいという思いもあった。

「世の趨勢から外れた場所で、何か革新的なことをやってやるんだ」という言わば反骨心のようなものがあつたと思う。

結局、大学の進路については、専門知識を学べて将来は企業の専門職につけるような学部がいいだろうと考えて、理学部よりは実用的な学問の学べる工学部を志望して勉強した。

私にとっては理系科目が学問の中では最も実用的なものに思え、競技のことを分析する上でもやはり役に立つた。何よりも物理や化学、数学という理系の学問が好きだった。

今となつては会社の研究開発業務に携わる傍ら、会社の陸上部に所属して競技を続けることができている。オリンピックにこそ参加できなかったが、大学でもそれなりに陸上競技のキャリアを残すことができたし、高校や大学で学んだ学問は実務で多いに役立っている。実業団に入った後もそれなりに競技を続けることができているので結果的にはよい進路を選んだのだと思う。



### 11.3.13 高校時代の記録の推移

| No. | 記録  | 備考                    | No. | 記録  | 備考                             |
|-----|-----|-----------------------|-----|-----|--------------------------------|
| 1   | 185 |                       | 31  | 195 |                                |
| 2   | 191 | 近県陸上5位                | 32  | 205 | 自己ベスト更新                        |
| 3   | 191 | 香川県総体4位               | 33  | 200 |                                |
| 4   | 190 |                       | 34  | 190 |                                |
| 5   | 190 |                       | 35  | 190 |                                |
| 6   | 182 |                       | 36  | 202 | 香川県新人戦1位                       |
| 7   | 192 |                       | 37  | 190 |                                |
| 8   | 190 |                       | 38  | 200 |                                |
| 9   | 192 |                       | 39  | 195 |                                |
| 10  | 190 |                       | 40  | 203 | ジュニアオリンピック1位                   |
| 11  | 195 |                       | 41  | 200 |                                |
| 12  | 190 |                       | 42  | 190 |                                |
| 13  | 193 |                       | 43  | 206 | 香川カーニバル2位<br>自己ベスト更新           |
| 14  | 191 | 四国総体2位                | 44  | 185 |                                |
| 15  | 191 |                       | 45  | 195 |                                |
| 16  | 195 |                       | 46  | 200 |                                |
| 17  | 191 |                       | 47  | 190 |                                |
| 18  | 197 |                       | 48  | 200 |                                |
| 19  | 190 | 春季記録会5位               | 49  | 185 | 沖縄合宿                           |
| 20  | 195 |                       | 50  | 185 | 沖縄合宿                           |
| 21  | 196 |                       | 51  | 185 | 沖縄合宿                           |
| 22  | 196 |                       | 52  | 190 |                                |
| 23  | 196 |                       | 53  | 200 |                                |
| 24  | 202 | 全国高校総体 予選通過<br>決勝記録なし | 54  | 190 |                                |
| 25  | 195 |                       | 55  | 190 |                                |
| 26  | 195 |                       | 56  | 190 |                                |
| 27  | 203 | 国体予選 2位               | 57  | 210 | 香川県室内競技会1位<br>大会新記録<br>自己ベスト更新 |
| 28  | 190 |                       | 58  | 195 |                                |
| 29  | 198 | 四国選手権 4位              | 59  | 195 |                                |
| 30  | 200 |                       | 60  | 150 | 福岡日本ジュニア合宿                     |
|     |     |                       | 61  | 190 | 福岡日本ジュニア合宿                     |
|     |     |                       | 62  | 160 | 福岡日本ジュニア合宿                     |
|     |     |                       | 63  | 180 | 福岡日本ジュニア合宿                     |

図 11.47: 高校1年生の全跳躍記録

図 11.47 に跳躍練習も含めた高校1年生の全記録をまとめる（高校1年のデビュー戦となった県選手権（190cm4位）については、練習日誌に記録の記載が無かったため、表には記載していない）。

## 高校1年生 記録の推移

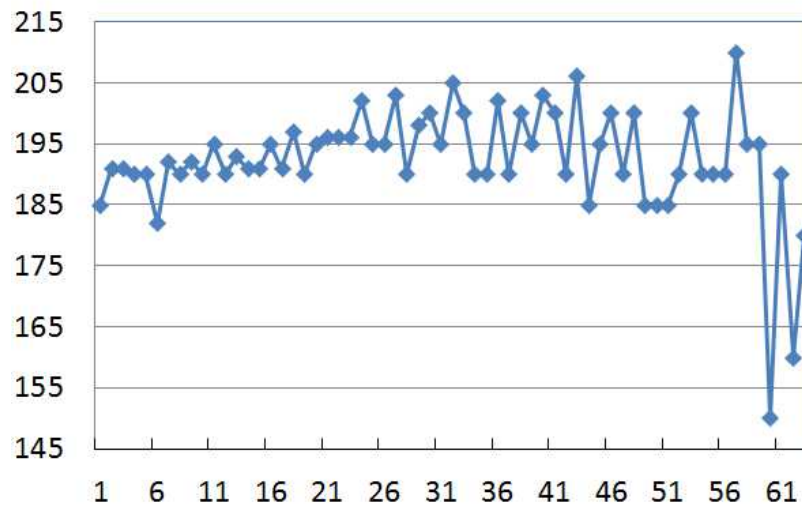


図 11.48: 高校1年生時の記録推移

図 11.48 に高校1年生の記録の推移を示す。図の横軸は跳躍練習の回数を示している。

シーズン序盤は高校受験で落ちた体力を回復させることに専念しているため、低い高さから徐々に記録が上昇している。

高校生になると中学生の頃とは違い、試合に合わせて練習量を調整し、試合の中で好記録を出した。このため、試合前の跳躍練習では低い高さを跳び、試合では高い高さを跳んだため、記録の推移上は乱高下の幅が大きく見える。

また、合宿での練習跳躍の記録も記載しているため年度後半の記録は激しく乱高下している。

| No. | 記録  | 備考                                      | No. | 記録  | 備考                |
|-----|-----|---|-----|-----|-------------------|
| 1   | 195 |   | 36  | 190 |                   |
| 2   | 180 |   | 37  | 209 | 国体予選 1位           |
| 3   | 205 | 春季強化大会 2位                               | 38  | 190 |                   |
| 4   | 195 |   | 39  | 190 |                   |
| 5   | 190 |   | 40  | 190 |                   |
| 6   | 195 |   | 41  | 205 | 日本ジュニア 6位         |
| 7   | 209 | 近県陸上 1位<br>大会新記録<br>屋外自己ベスト             | 42  | 180 |                   |
| 8   | 190 |   | 43  | 195 |                   |
| 9   | 200 |   | 44  | 190 |                   |
| 10  | 205 | 香川県選手権 1位                               | 45  | 195 |                   |
| 11  | 200 |   | 46  | 211 | 新人戦 1位<br>大会新記録   |
| 12  | 190 |   | 47  | 185 |                   |
| 13  | 195 |   | 48  | 205 | 四国新人戦 1位<br>大会新記録 |
| 14  | 190 |   | 49  | 195 |                   |
| 15  | 200 |   | 50  | 195 |                   |
| 16  | 205 |   | 51  | 185 |                   |
| 17  | 195 |   | 52  | 205 |                   |
| 18  | 190 |   | 53  | 190 |                   |
| 19  | 195 |   | 54  | 195 |                   |
| 20  | 215 | 香川県総体 1位<br>大会新記録 県高校記録<br>四国高校記録 自己ベスト | 55  | 180 |                   |
| 21  | 200 |   | 56  | 190 |                   |
| 22  | 211 | 四国総体 1位<br>大会新記録                        | 57  | 200 |                   |
| 23  | 195 |   | 58  | 211 | 国民体育大会 1位         |
| 24  | 195 |   | 59  | 210 | 香川カーニバル 1位        |
| 25  | 203 |   | 60  | 190 |                   |
| 26  | 207 |   | 61  | 190 |                   |
| 27  | 210 | 世界ユース 5位                                | 62  | 190 |                   |
| 28  | 182 |   | 63  | 200 |                   |
| 29  | 185 |   | 64  | 195 |                   |
| 30  | 195 |   | 65  | 190 |                   |
| 31  | 180 |   | 66  | 190 |                   |
| 32  | 212 | 全国総体 2位                                 | 67  | 180 |                   |
| 33  | 196 |   | 68  | 180 |                   |
| 34  | 195 |   | 69  | 185 |                   |
| 35  | 185 |   | 70  | 185 |                   |
|     |     |   | 71  | 190 | 香川室内競技会           |

図 11.49: 高校2年生の全跳躍記録

図 11.49 に跳躍練習も含めた高校2年生の全跳躍記録をまとめる。高校2年生時の自己ベストは215であり、この年に四国高校記録を更新している。210以上の高さに7度成功し、5つの大会記録を更新したことから、非常に記録が安定していたシーズンであったと思う。

## 高校2年生 記録の推移

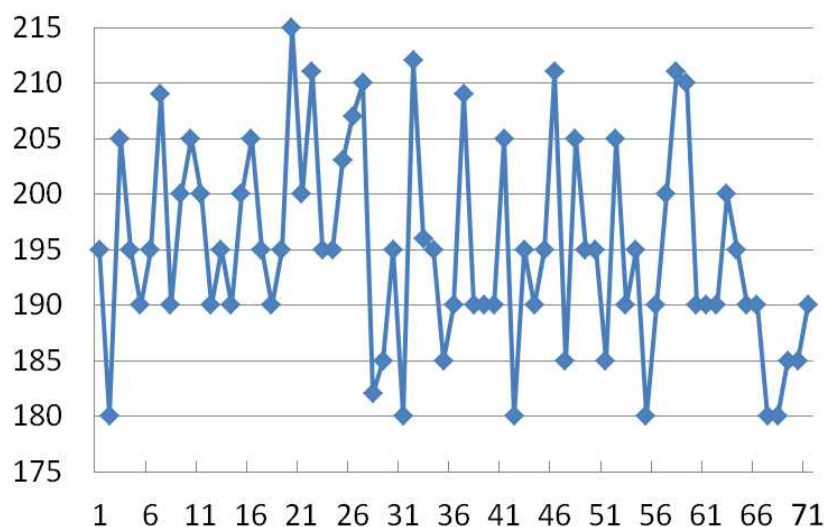


図 11.50: 高校2年生時の記録推移

図 11.50 に高校2年生の記録の推移を示す。

高校2年生のときは、それほど高さを上げずに技術確認中心の跳躍練習を行っていた。試合の記録を安定させるために、試合前の跳躍練習はいつも同じパターンで、同じくらいの高さ（180～190）の軽い跳躍練習を行うようにしていた。

この頃になると日頃の跳躍練習でもピリオダイゼーションの練習サイクルを強く意識して練習しており、記録の推移を見ても周期的なリズムが見られる。

練習でのベスト記録は207であり、それ以上の記録は全て試合で達成したものになっている。それだけうまく試合にピーキングできていたのだと思う。

高校2年以降は自己ベストの更新は年1回程度に落ち着いてきており、技術的に成熟した領域に到達したことが伺える。実際、高校2年の頃には大卒の跳躍技術としては、ほぼ完成したと私自身も感じていた。

年度後半に大きく記録が落ち込んでいるのは足首の怪我が原因である。といっても高跳びではなく体育の授業中に怪我をしたもので、競技には大きな影響は無かった。ただし、冬季練習開始時期での怪我であったため、高校3年生の春シーズンのスタートは遅れることとなった。

| No. | 記録  | 備考               | No. | 記録  | 備考                          |
|-----|-----|------------------|-----|-----|-----------------------------|
| 1   | 190 |                  | 21  | 220 | 香川県総体 1位<br>大会新記録<br>四国高校記録 |
| 2   | 190 |                  | 22  | 205 |                             |
| 3   | 200 | 高松市春強化大会 1位      | 23  | 200 |                             |
| 4   | 190 |                  | 24  | 195 |                             |
| 5   | 195 |                  | 25  | 216 | 四国高校総体 1位<br>大会新記録          |
| 6   | 200 |                  | 26  | 200 |                             |
| 7   | 195 |                  | 27  | 205 |                             |
| 8   | 200 |                  | 28  | 205 |                             |
| 9   | 197 |                  | 29  | 207 |                             |
| 10  | 190 |                  | 30  | 211 |                             |
| 11  | 200 |                  | 31  | 195 |                             |
| 12  | 200 |                  | 32  | 200 |                             |
| 13  | 195 |                  | 33  | 200 |                             |
| 14  | 195 |                  | 34  | 210 | 全国高校総体 1位                   |
| 15  | 210 | 香川県選手権 1位        | 35  |     |                             |
| 16  | 210 | 近県陸上 1位<br>大会新記録 | 36  |     |                             |
| 17  | 195 |                  | 37  |     |                             |
| 18  | 207 |                  | 38  |     |                             |
| 19  | 200 |                  | 39  |     |                             |
| 20  | 195 |                  | 40  |     |                             |

図 11.51: 高校 3 年生時の全跳躍記録

図 11.51 に跳躍練習も含めた高校 3 年生の全跳躍記録をまとめる。

全体の記録数が少ないのは夏以降は受験勉強に専念したため練習記録が存在しないためである。秋シーズンは国体や世界ジュニアがあり競技を続けるという選択肢もあったが、受験勉強不足が深刻であったため、全国高校総体で引退しそれ以降は受験勉強に専念した。参加した試合数は少ないが、出場した全ての試合で 1 位を取る無敗のシーズンであった。

今から振り返れば半年間の受験勉強期間を経ることで、高校三年間でたまっていた体力的・精神的な慢性疲労がうまく抜けたと思う。受験勉強という長期の休養を取ることで、大学生のシーズンにうまく繋がった面もあった。

## 高校3年生 記録の推移

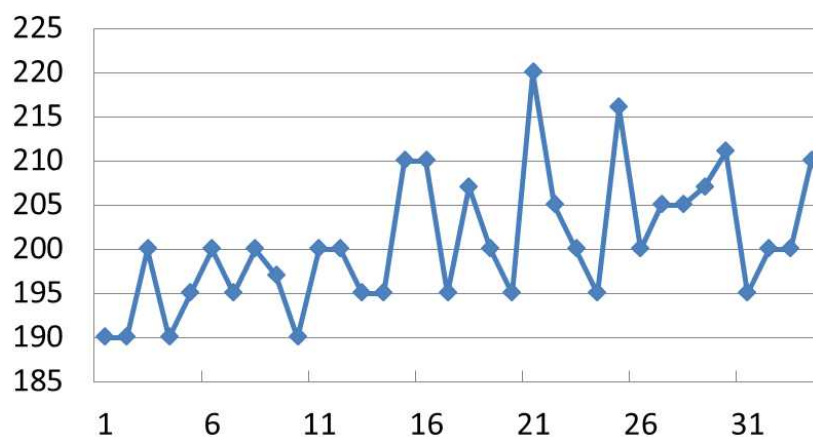


図 11.52: 高校3年生時の記録推移

図 11.52 に高校3年生の記録の推移を示す。

シーズン前半の記録が低調なのは高校2年の冬に足首を怪我した影響である。シーズン前半は香川県総体で220を跳ぶまで順調に記録が上昇しており、シーズン後半は受験勉強の負荷の高まりもあり記録はじょじょに低下している。

全国高校総体前は跳躍本数を絞って短時間で質の高い練習を行うことを重視していたため、跳躍練習の記録も極めて高いものになっている。

この頃に跳躍練習で跳んだ211は高校-大学を通しての練習でのベスト記録となっている。(大学は土トラックであり、跳躍練習ではそれほど高い高さにバーを上げることは無かった)

### 11.3.14 高校時代の助走の変化

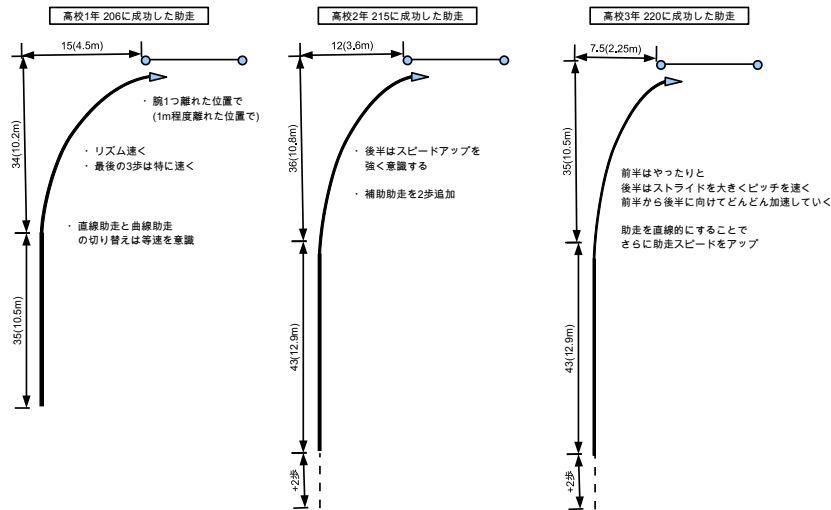


図 11.53: 高校時代の助走の推移

図 11.53 に高校 3 年間の助走の変化を示す。いずれも各学年で自己ベスト記録を出した際の助走距離を記載している。

支柱から第一マークまでの距離（横距離）は高校 3 年間でどんどん内側に移動していることが分かる。これは助走速度を意識する練習の中で、助走を直線的にすることで助走速度を上げていった結果だと考えられる。

特に高校 2 年生から 3 年生にかけては高速ダブルアーム動作の取り組みや、踏み切り角度改善の取り組みを行っており、助走速度が大きく向上すると同時に助走もより直線的になっていった。

その一方で第一マークまでの距離（縦距離）は高校 3 年間でほとんど変わっていない。曲線助走は 5 歩助走であり、最後の 3 歩は踏み切り前の準備動作に使っていた。高校 3 年間を通して踏み切り動作のテンポやストライドはあまり変更しなかったため、曲線助走の縦距離そのものはほとんど変化しなかった。

直線助走距離については高校 1 年生から 2 年生になるときに補助助走を 2 歩加えることで大幅に伸びている。高校 2 年生と 3 年生の直線助走距離は全く同じであるが、助走のピッチやストライドの刻みかたは全く違う。高校 3 年生の助走では助走開始から踏み切り動作までじょじょにストライドを大きくしてピッチを速くしていく加速型の助走になっている。

## 11.4 著者の大学期の跳躍

ここでは私が大学生（学部生）だった頃（2001年～2003年）の競技の取り組みをまとめて紹介する。

### 11.4.1 概要

#### 大学1回生～受験勉強からの回復～

大学入学とともに課題になったのは受験で落ちた体力の回復だった。半年間の受験勉強による体力低下は想定以上のものがあり、結果的に大学1回生の競技は元の体力に戻すだけで終わってしまった。

大学に入って外で一人暮らしを始め生活環境が一変したことで、競技に打ち込める生活サイクルを作るのに時間がかかったことも体力回復が遅れた一因になった。

大学に入って変わったことと言えば、元々悪かった視力が受験勉強で更に悪化したことだった。裸眼で跳ぶのが困難になり、大学入学後はメガネをかけて跳躍練習をするようになった。メガネをかけた跳躍は思いのほか早く慣れた。

下宿先には必要最小限のものを揃えて、最初は新聞やテレビ、インターネットも無い環境で黙々と日常生活をこなしていた。実際のところは家にいてもつまらないので友達の家で過ごすことが多かった。睡眠時間を考慮したとしても自分の家よりも友達の家で過ごす時間の方が長かったように思う。

新聞とテレビは大学2回生から、インターネットは大学3回生になってから使い始めた。大学3年に上がるときに弟が大学に入学してきたので、引越しをして弟と二人暮らしを始めた。その頃になってようやくまともな生活環境が整った感じだった。

さすがに高校でのキャリアは大学の陸上部内でも広く知られていたため、入学前の下宿先が決まった頃に陸上部への誘いが届き、入学式の前に陸上部に入部し、練習を始めていた。陸上部の先輩は「5月の関西インカレや8月の七帝戦に間に合うようにできるだけ早く声をかけた」とのことだった。

大阪大学は豊中と吹田にキャンパスが分かれており、一般教養の講義は豊中で、陸上部の練習は吹田キャンパスで行われていた。両キャンパスは10km程度離れており、キャンパス間はスクールバスや先輩の車で移動していた。3回生になる頃に研究室に配属されて、吹田で活動することが多くなったため、原付を購入して移動に使っていた。

大学に入学して始めに苦心したのは練習環境の厳しさであった。土のトラックに、ボロボロのマット、高さ205までしかない支柱。高跳びをやるための最低限のセットしか大学にはなかった。そしてグラウンドには照明器具がないため、日没とともにトラックは真っ暗になった。



それでも高跳びの道具があるだけマシと考えていたが、ウエイトトレーニング器具も乏しく、この環境でうまくやっていけるかどうか正直不安を感じた。高校までの練習環境がいかに恵まれたものであったかを痛感した。

最初は土トラックの助走になかなか慣れずに苦労した。土トラックでは平行ピンではピンの刺さりが弱いため、針ピンで助走して踏み切ることになる。針ピンでは地面を蹴る感触が違って来るし、内傾の大きな助走をすると土が変形しボロボロに崩れてしまうため助走するのに苦労した。特に問題だったのは踏み切り位置の土の状態がすぐに悪くなってしまうことだった。高跳びエリアはトラックの中でも水捌けが特に悪く、雑草が生えやすいエリアだったため土が脆かった。

練習環境は監督やコーチ、OBの働きかけもありしだいに整っていった。マットや支柱は新しいものに変わり、土のトラックには最後の曲線助走3歩分の長さはゴム製のシートを敷いてもらうことができた。照明器具については環境に慣れてくると真っ暗な環境でも跳べる技術を習得し必要なくなった。ウエイトトレーニングについては入学後すぐに家の近くのスポーツジムに通うことにした。

基礎体力が回復するまでは跳躍練習を控えめに行い、ウエイトトレーニングと走練習中心の練習を行っていた。今から振り返れば、大学1回生の間はまともな跳躍練習をできる環境が無かったため、跳躍練習を減らしていただけかもしれない。試合に向けた跳躍練習は近くの万博陸上競技場で直前に行うだけだった。

そんな状況の中、大学のデビュー戦は190と低調な記録に終わり、夏までの試合は200を跳ぶのがやっとという状況だった。夏の七帝戦で208の大会記録で優勝してから、ようやく復調の気配が出てきて、技術的な課題に取り組んでいこうという気持ちを持った。

その後、秋の関西学年別選手権で214の日本選手権参加B標準記録を突破し、高校時代の体力まで完全に回復した。四国選手権で3位以内に入っていたこともあり、このときは「来年からシニアの全国大会に全て出場できる！」と意気込んでいた。

大学1回生の秋に技術的な課題として重要視していたのは

- 踏み切り動作の負荷分散
- 曲線助走での滑らかな重心軌道のコントロール
- クリアランス動作の完成

の3点であったと思う。

「踏み切り動作の負荷分散」については高跳び選手の永遠の課題と言える。この頃は特に踵の故障に悩まされていた。踵に負荷が集中する悪い踏み切り動作にはまってしまう、秋にはヒールカップをして跳躍練習をするまで故障が悪化した。

踵の痛みをやわらげるために、踏み切り足の足裏の荷重の移動を丁寧に確認して、踵に負荷のかかる悪い踏み切りの癖を徐々に修正していった。

「曲線助走での滑らかな重心軌道のコントロール」とは、内傾動作から後傾動作への切り替えや、踏み切り直前の重心の沈みこみ、踏み切り動作の開始から離陸までの重心軌道などを滑らかにコントロールすることを意味している。一連の踏み切り動作の重心軌道を、大きな曲率半径で滑らかに大きく動かすことができれば更に記録が向上できるのではないかと考えていた。大学1回生の秋に国体に参加する機会があり、吉田選手(231)や豊嶋選手(227)、内田選手(227)の跳躍を間近で見ること、やはりこの辺りの技術を洗練していくことが今の自分の課題かなと感じていた。

「クリアランス動作の完成」については高校時代に積み残した技術的な課題である。特にクリアランス中の右手の動作が大振りになることで十分なクリアランス姿勢を作れていないことが大きな問題だった。

この問題については多くの選手のクリアランスフォームを分析し、自分なりに考察した。特に旧ソ連のアブディエンコ選手(238)、ショーベリー選手(242)などの跳躍を参考にしていた。

## 大学 2 回生～技術の完成～

大学 2 回生はこれまでの人生の中で一番自由な時間が与えられた一年だった。午前中に少し講義に出れば、午後はずっと暇という状態が一年間続いた。

この頃は朝も夕方も練習して必死に技術の完成に勤しんだ。今から思えば若さ故の体力、回復力、精神的余裕があったからこそ多くの練習量がこなせたのかもしれない。

こうした豊富な練習時間を使って残された課題を克服し、自分の跳躍を完成させようとしたのが大学の 2 回生だった。練習時間に比例するように技術レベルは高まり、洗練され、習得されていった。

技術的な課題の解決手段として多くのアイデアがあったし、それを練習の中で試していける時間と体力があった。そして技術的に自分の跳躍が「完成」したのもこの時期であったと思う。

大学 2 回生になると高校時代の自分の実力を追い越し、極めて高いレベルでの競技が可能になった。出る試合出る試合で大会記録を更新し、圧倒的な強さで勝ち続けていた。6 月の日本選手権は 215 で 5 位だったが、日本学生種目別選手権では 216 の 1 位になり、学生タイトルの一つを獲得した。



図 11.54: 日本学生種目別選手権での跳躍 [86]

日本選手権では記録的には高校時代の 220 には及ばなかったが、実力的には 220～225 を跳ぶ準備が十分にできていた。初めてシニアの大きな試合に参加したこともあり自分の実力が出しきれなかった側面があったと思う。

夏には更に技術的な改善が進み、国立七大学対抗戦で 221 の自己ベスト (2002 年当時の関西学生記録) で優勝している。また、その直後の近畿国立大学対抗戦で 223 と更に記録を更新し、香川県記録 (2002 年当時) を樹立した。

この時期に好記録が出せたのは大学の対抗戦特有の試合の盛り上がり、自分のペースで好きな高さを設定し試合で跳べたことが大きかったと思う。特に、七帝戦は陸上部の試合で最も盛り上がる試合であり、私も日本選手権や全日本インカレと同様に重要視していた。

この年に失敗したのは一年を通して負荷の高い練習をやり続け、春夏秋とピーキングして、自己ベストを狙っていたことである。勿論、このときは体力に自信があり「イケる」と思い込んでいたのだが、秋シーズンに入ると流石に無理がたたたり、足首や膝に故障が重なって記録が低下した。やはり年間を通して自己記録更新を狙っていくのは、体力的に少し無理があった。

この年の秋シーズンは度重なる故障で精彩を欠き、足の状態もよくない中で全日本インカレは210と冴えない結果に終わった。秋シーズンは状態が悪く、出場した試合も全日本インカレ試合に留まった。年間の練習サイクルを考え、ピーキングしていくことの重要性を再認識するシーズンとなった。

2002年のシーズンは内田選手が227で日本ランキングトップになっており、その年の日本選手権でも221で優勝している。記録としては私の持ち記録と4cmしか差がなかったが、実力としては大きな開きがあったと思う。私の場合は220以上跳んだ試合は全てレベルの低い小さな試合であり、自分のペースで気持ち良く跳ぶ中で記録を出せただけだった。

この年、初めて日本選手権に参加して感じたのは、実力者揃いの試合の中で好記録を生むことの難しさだった。「強い選手とは持ち記録には表れない力の差がある」と感じたのもこの試合だった。

このときは、まずは記録的にも実力的にも日本で一番になることが重要で、オリンピックや世界選手権への出場は自分の中ではまだ遠い目標のような気がしていた。

大学二回生のオフシーズンはシーズン中の活躍も評価され、関西学連の上海遠征や、日本学連のユニバーシアード合宿（アメリカ）に呼んでもらえた。

上海遠征で感じたのは旧共産圏でのスポーツに対する取り組みの違いだった。交流戦で出向いた上海交通大学は全天候型トラック2つに室内練習場1つと、とにかく素晴らしい施設だった。日本国内でも陸上の名門大学となればそれなりの練習設備を持っているものだが、中国の場合は国を挙げて競技者を支援している雰囲気を感じた。

上海遠征で対戦したのは当時の中国 No.1 ジャンパーであり、2001年のユニバーシアード5位、2002年のアジア大会2位と当時アジアを代表するジャンパーだった王舟舟選手だった。他にも中国 No.2 のジャンパーもおり、両方とも身長200を超す大型の選手だった。

試合は思いのほか大接戦になり、結果的には王選手が215、私が218で逆転勝ちした。シーズンオフの寒さの中での試合であり、私としては出来すぎた内容の試合であったが、アジアのトップ選手と互角に勝負できたことは当時の私には大きな自信となった。

その後、王選手とは日中室内で4回、アジア室内で1回対戦している。試合結果も勝ったり負けたりと良いライバル関係にあったと思う。

他にも大学3年生に上がる前の春には2週間ほどアメリカで合宿をする機会があり、カールルイスのコーチであるトム・テルツ氏から高跳びの指導を受けた。

テルツ氏からは4歩でゆったりと曲線助走を走り、内傾動作や後傾動作を控えめにするといった、米国人のパワータイプの選手に多い跳び方の指導を受けた。私の場合はどちらかといえば日本人らしいスピードタイプの跳躍スタイルと、欧米人らしいパワータイプの跳躍スタイルの中間的な跳躍動作を目指していたため、テルツ氏の指導とは相容れない部分が多かった。

このときはカルフォルニア大学デービス校で練習をした。学術分野の名門校にも関わらずスポーツ設備が整っており、文武が見事に融合した「大学のあるべき姿」をデービス校には感じた。日本の旧帝大と比較するとアメリカの名門大学はスポーツ分野に関して随分先に進んでいるなと感じた。

アメリカ合宿では他の日本の学生選手との基礎体力の差にも驚かされた。2週間の合宿のルームメイトは200mの高平選手で、その走力には唖然とした思い出がある。彼はテルツ氏のお気に入りらしく、私と違ってテルツ氏の指導内容とは馬が合うようだった。

中国もアメリカも雰囲気は随分違ったが、両者に共通していることは選手がスポーツに打ち込める環境が整っているということだった。残念ながら日本人選手は競技環境の面で海外選手に比べて大きなハンデを背負っているように思えた。しかし、技術レベルやトレーニングレベルという面では決して海外と比べて遜色はないと感じた。

### 大学3回生～日本を代表する高跳び選手へ～

大学3回生になり吹田にキャンパスが移ると、専門科目の講義が始まり急に忙しくなった。大阪大学の理系学部の多くは大学生らしい自由なキャンパスライフが過ごせるのは2回生までで、それ以降は過酷な研究生活が始まる。この頃になると大学からドロップアウトして退学する生徒も増えてくる。

私も3回生になると忙しい学生生活を過ごしていた。大学の実験や講義内容は実務的で専門的なものになり面白くなったが、単位を落とさないように勉強して、毎日の実験レポートを書いていくだけでも大きな負担となった。

忙しい中でもしっかりと練習時間の確保は行き、日中対抗室内では215、日本グランプリシリーズの水戸国際では221（水戸国際では試技順を間違えて221を跳んでしまったため、公式記録は215）と着実に大きな試合でも勝負できる実力を付けていった。

日本選手権や全日本インカレに向けて万全の仕上がりで進んでいたが、6月に練習中の不注意で足首を捻挫してしまい大きくコンディションを崩してしまった。この年の日本選手権は欠場、その直後の全日本インカレは215で4位と非常に不本意な結果に終わった。特に全日本インカレはユニバーシアードの代表選考会となっていただけに怪我の影響は大きかった。

全日本インカレ後の秋シーズンは全年度の反省を生かして準備期に当て、しっかりと体を作り込む練習をした。その間に行われた真夏の七帝戦は210と低調な記録に終わった。

この年の七帝戦は大阪大学陸上部が創部以来初の男子総合優勝を果たしており、非常に盛り上がった試合となった。当時の男子フィールド陣は、私（225）や弟（210）、安積先輩（走幅7m45、三段14m75）、細川先輩（棒高5m03）、尾杉先輩（砲丸14m81、円盤41m20）とタレントが揃っていて、本当に強かった。

本格的な秋シーズンが始まるとスーパー陸上出場という自分にとって大きなチャンスが巡ってきた。スーパー陸上はその年の世界ランキング上位者や、オリンピック・世界陸上の上位選手が招待される試合であり、日本国内で最もお客さんが入って盛り上がる試合だった。

この年のスーパー陸上は世界ランキングトップだった *Walerianczyk* 選手 (236) や、同年の世界選手権で1位だった *Freitag* 選手 (238)、全米ランキング2位の *Nieto* 選手 (234) が招待されて、非常に豪華なメンツでの試合となった。

この試合は9月にしては気温が低く、あまりよくないコンディションの試合だった。結果は228まで4人が残り、*Nieto* 選手が混戦を抜け出し231で優勝した。私と *Walerianczyk* 選手、*Freitag* 選手の3人が225で並び無効試技数差で私が2位になった。



図 11.55: スーパー陸上での跳躍 [87]

この試合で得られたものは大きかったと思う。一つは自分の今の力で世界と十分戦えることが分かったこと。もう一つは「特別な興奮の中で記録を出す感覚」を掴んだことだった。3万人の大観衆の前で225に成功したとき、確かに自分は特別な興奮状態にあった。こうした特別な興奮状態を試合の中でうまく作っていくことがオリンピックや世界陸上で活躍するために必要な技術なのだと、このとき思った。

225を跳ぶことで私は2003年の日本ランキングトップ、アジアランキングトップとなった。また、日中室内(215で2位)、アジア室内(215で3位)、スーパー陸上(225で2位)と国際大会で結果を残すことで、周囲からも名実ともに日本を代表する高跳び選手として認識されるようになった。

私自身も日本代表として試合に出場する機会も増えてきたので、「自分が日本を代表する高跳び選手なんだ」と強く自覚して行動するようになった。

スーパー陸上が終わってオフシーズンになってからは新聞、雑誌、ラジオ、テレビなどのマスメディアにも次第に多く取り上げられるようになっていった。2003年はアテネオリンピックの前年ということもあり、若手選手の特集でよく取り上げてもらった。



図 11.56: ニュースステーションのスポーツ特集での紹介シーン



当時は、セベリア世界選手権、シドニーオリンピックの参加標準記録の  $B$  が 225,  $A$  が 228 で、私の記録は世界規模の大会の参加標準記録を満たしていた。

しかし、アテネオリンピックでは競技全体で参加標準記録がアップし、参加標準記録の  $B$  が 227,  $A$  が 230 に設定された。これは選手全体のレベルが上がったからではなく「より魅力的な大会にする」という国際陸連の大きな方針転換に従った引き上げだった。この変更によってオリンピックへの参加は狭き門となった。

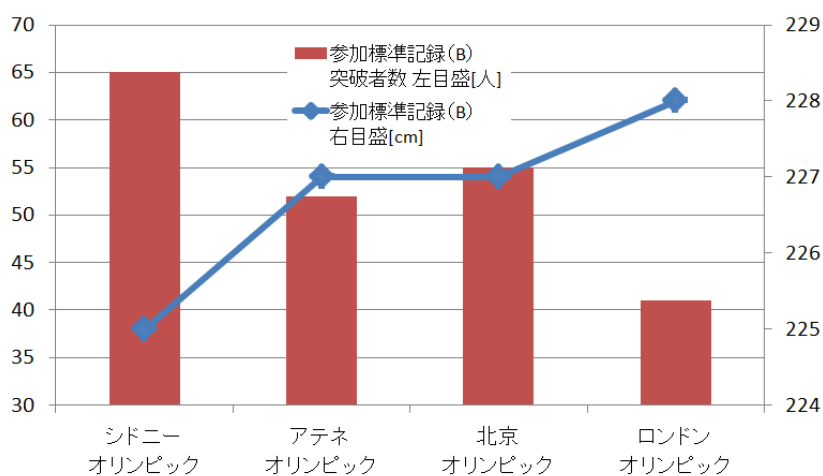


図 11.57: オリンピック参加標準記録と標準記録突破者数の推移

日本にはオリンピックの前年度にオリンピック強化指定選手を選ぶ制度がある。私もアテネオリンピックの強化指定選手に選ばれた。このときははいよいよ来年はオリンピックへの挑戦だなと考えていた。なんとか  $2cm$ , できれば  $5cm$  記録を伸ばしてオリンピックに出場することが大学 4 年生での目標になった。

## 大学4回生～オリンピックへの挑戦～

大学4回生での目標は「標準記録を突破してオリンピックに出場する」という明確なものだった。B標準まで2cm, A標準まで5cmの記録をどうやって伸ばすかが問題だった。

3回生で225に成功した試合はかなり気温が低くコンディションの悪い試合であったため、うまくピーキングできれば技術的な改善が無くともそれだけで227～230は跳べるだろうと考えていた。つまり6月に日本選手権に向けてうまく調整さえできれば、それだけで勝負できると考えていた。

そこで私が考えていたのは「競技に集中できる環境を作って、万全の体制で日本選手権に臨むこと」「リスクを伴う大きな技術変更は行わず今の技術を洗練すること」だった。

前者については大学を休学して競技に専念することも考えたが、配属された研究室が部活動に協力的だったこともあり、休学までする必要はないという結論に至った。大学院試験さえなんとかなれば、研究生生活は自己管理で時間の調整ができるので、練習については好きな時間に問題なくやることができた。

後者についてはクリアランス動作と助走動作について見直しをかけることにした。クリアランス動作については今の動作から大きく変えずに、その軌道と踏み切り位置を変更することにした。助走については曲線助走軌道の見直しを考えていた。技術面では大学3回生でほぼ完成の域に達していたので、このくらいの技術改善で数cmの上積みがあれば自分にも十分に標準記録突破のチャンスがあると思っていた。

最も重要なことは怪我をしないことだったが、2004年のシーズンは春先に足首を痛めてしまい、それを長く引きずってしまった。ちょうど2回生で踵を痛めたときと似ており、オーバートレーニングが原因で発生した故障だった。今から思うと焦る気持ちから無意識に跳躍を回数を増やしてしまい、体に大きな負担をかけていたのだろう。

また、この頃は踏み切り脚の過伸展動作が問題になっており、この動作の影響で踏み切り動作中に足首に大きな負荷がかかっていた。これについては今から振り返れば、技術練習を重視する余りに走練習が減り、曲線助走での走力が下がっていたことが問題の真因ではないかと思う。大学2回生でハードル種目を引退し、走力よりも筋力重視の練習に切り替えてきた弊害が4回生になって出てきたのかもしれない。

足首の痛みが原因で春先のシーズンは低調な記録に終わり、関西インカレでようやく216の大会新を跳んで跳躍が形になってきた。しかし、日本選手権までに調子は上がりきらず215の7位に沈んで私のオリンピック挑戦は終わった。

オリンピックに挑戦することには「一筋縄ではいかない難しさ」があるということを痛感したシーズンとなった。

このシーズンの反省を述べるとすると、オリンピック挑戦のプレッシャーを過少評価しすぎていた点だろう。当時の私はとにかく精神的な余裕が無かった。

原因の一つに過剰なマスコミの露出があったと思う。特にテレビへの露出が増えてからは、学内は勿論のこと町中で見知らぬ人に声をかけられることが多くなった。世間からの注目が集まる度に大きなプレッシャーを感じていたのは事実だと思う。

これまでも陸上雑誌や新聞、地元のテレビ局で紹介されることがあったが、それでも私を知っているのは陸上関係者や同じ学校の生徒、陸上部のメンバ程度で、そのことでプレッシャーを感じることは無かった。

しかし、全国放送で何度も特集を組まれるようになると世間の多くの人が私のことを知り、私に声をかけてくれるようになった。あれから10年経った今でも当時の放送のことを覚えていて声をかけてくれる人もいる。これは選手にとってはありがたいことだが、次元の違うプレッシャーになることも事実である。

勿論、私もなるべくメディアへの露出を減らしたほうが自分にとって得策であることは理解していたし、そうしようとも考えていた。しかし、陸上界をなんとか盛り上げたい、高跳びという競技をもっと世間の人に知ってほしいという思いが強かった。それを行うことが当時は日本の高跳び界を代表する選手であった私にとっての責任のような気もしていたので、なるべく依頼のあった取材は断らないようにしていた。

当時は（そして今も）日本記録保持者だろうが日本選手権者だろうが、大学を卒業すると職が無い者が多くいた。ハローワークに通いながら競技を続ける選手もいた。マラソン以外の陸上競技が世間から注目されるということはほとんど無く、フィールド選手の多くは就職に困っていた。また、高跳び種目も世界大会に代表選手が送れず低迷と衰退の一途を辿っている時期だった。

そうした状況の中で自分がなんとか高跳びの世界を盛り上げていきたいという気持ちが強かった。こうした思いは日本のトップ選手なら誰でも少なからず持っている思いだと思う。

日本選手権が終わり、オリンピックへの挑戦が終了したとき、私は大きなプレッシャーから解放されたような気がした。直後の七帝戦では本当に体がリラックスして軽くなり、2004年のシーズンベストである218に成功した。このときは、プレッシャーで動きが硬くなって、3cmくらいは記録が下がっていたのかなと感じたことを覚えている。

結局この年は足首への高負荷がたたり、最終的に足首を故障してシーズンを終えることになった。シーズン終了後は心身ともに粉のように疲れ切っていたため、しばらくは長期間の休養を取ろうと考えていた。

その後の大学院の2年間は陸上はほどほどにして、研究生生活を過ごし、低調な記録に終わった。

就職して社会人になってからは、もう一度オリンピックを目指そうと思っ

て練習を頑張り、オリンピックの前年度に 215 を跳び全日本実業団で 2 位になるまで体力を戻した。しかし、社会人になってからは 220 という大台を跳ぶことはできていない。

私の競技人生の中でオリンピックに参加できなかったことは心残りだが、それでも自分の跳躍技術は一つの完成形に達していたし、225 という立派な記録も残った。そこには満足している。

条件が揃えば 228 や 230 という記録の可能性もあっただろう。タイミングがよければオリンピックや世界陸上にも出場できただろう。そこは運が無かったと割り切るしかないと思う。そのような選手は私の他にも沢山いる。

今でこそ思うことだが 220 以上の高さというのは、長い競技人生で訪れるほんの一瞬のピークの時期に跳べるかどうかの高さなのだと思う。今そのタイミングにある選手はその貴重な時間を大切にしてほしいと思う。

### 11.4.2 受験で落ちた基礎体力を回復する練習メニュー

大学入学当初は受験勉強による体力低下が大きな問題だった。助走や踏み切り動作、クリアランスなどの技術面での退化は少なかったが、走力や脚力、体幹をコントロールする力など基礎体力面の低下は想定を超えるものがあった。

このとき考えていたのは、もう一度冬季練習のような体力作りを行って、夏の試合に間に合うように体を仕上げていくことだった。

この時期のトレーニングの一例を図 11.58 に示す。走練習では質を重視した速い動作の練習を残しつつ、その他の練習では体力回復を重視したサーキットトレーニングやプライオメトリクス系トレーニングを多く取り入れている。

|   |   |
|---|---|
| 月 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ウォーミングアップ</li> <li>・流し120×2</li> <li>・スタートダッシュ30×2 50×2 80×2</li> <li>・100×2 200×2</li> <li>・ウェーブ走 120×4</li> <li>・体幹補強トレーニング</li> </ul>  |
| 火 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ウォーミングアップ</li> <li>・流し120×2</li> <li>・軽い跳躍練習</li> <li>・1時間程度のサーキットトレーニング</li> <li>・ハードルジャンプやメリシンボール投げ</li> </ul>                          |
| 水 | 月と同じ  |
| 木 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ウォーミングアップ</li> <li>・流し120×2</li> <li>・スタートダッシュ30×2 50×2 80×2</li> <li>・加速走30×2 50×2 80×2</li> <li>・ウエイトトレーニング</li> <li>・ハードル練習</li> </ul> |
| 金 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・1時間程度のサーキットトレーニング</li> <li>・快調走100×4</li> <li>・BOXジャンプ</li> </ul>   |
| 土 | ・跳躍練習   |
| 日 | 休み  |

図 11.58: 受験で落ちた体力を回復するトレーニング その1

体力が回復してきて夏場になるとしだいに踏み切り動作の衝撃に耐えるためにパワー系トレーニングが重要と考えるようになった。ウエイトトレーニングの量を増やして、スポーツジムにも通うようになったのもこの時期である。

特に特別な取り組みをしたつもりはないが、基礎体力の回復を優先して技術練習を抑えたトレーニングを行うことによって故障することなく体力を回復させることができた。

これまでの経験から「blank期間の2倍の期間が回復の目安」と考えていたので、じっくりと焦らずに練習に取り組めたことがその後の大きな成果に繋がったと思う。

|   |  |
|---|--|
| 月 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ウォーミングアップ</li> <li>・流し120×2</li> <li>・150×4(レペテーション)</li> </ul>  |
| 火 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ウォーミングアップ</li> <li>・流し120×2</li> <li>・加速走30×2 50×2 80×2</li> <li>・100×4×2</li> <li>・ハードル練習</li> </ul>                  |
| 水 | ・ウエイトトレーニング(2時間程度 14種目45セット)   |
| 木 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ウォーミングアップ</li> <li>・流し120×2</li> <li>・スタートダッシュ30×2 50×2 80×2</li> <li>・(300+200+100)×2</li> <li>・ウェーブ走120×4</li> </ul> |
| 金 | 水曜日に同じ   |
| 土 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ウォーミングアップ</li> <li>・流し120×2</li> <li>・スタートダッシュ30×2 50×2 80×2</li> <li>・跳躍練習</li> </ul>                                 |
| 日 | 休み   |

図 11.59: 受験で落ちた体力を回復するトレーニング その2

### 11.4.3 曲線助走での滑らかな重心軌道のコントロール

大学で最初に取り組んだ技術的課題は「曲線助走での滑らかな重心軌道のコントロール」だった。

私が特に課題だと感じていたのは「曲線助走での重心軌道のコントロール」だった。その動きは他の一流選手に比べてぎこちないものになっていた。

また、もっと曲線助走で滑らかな重心軌道のコントロールができれば（動きをスムーズにすれば）、助走速度を無理なく上げることができるだろうし、踏み切り動作にもっと集中できて記録は伸びるだろうと考えていた。

こうした問題点を解決するために当時行っていた対策についてここでは紹介する。

#### 内傾動作と後傾動作を滑らか繋げる

一つはこれまでの練習であまり意識をしてこなかった「内傾動作と後傾動作の滑らかな繋がり」を意識することだった。

まずは内傾動作と後傾動作のバランスを考えることが重要だと考え、当時は色んな内傾動作や後傾動作を跳躍練習で試していた。内傾動作の開始タイミング、内傾動作の角度、内傾動作から後傾動作に切り替えるタイミング、後傾動作の角度、内傾角度と後傾角度のバランス…など様々な項目を変更しながら色んな助走を試していった。

当時は他の一流選手の動作を分析したり、多くの論文を読むことで、内傾・後傾動作の役割や重要性について十分に理解していた。しかし、そうした論理的で表面的な理解だけではなく、より具体的で明確な「感覚的なコツ」を掴まないと動作がまとまらず、問題はうまく解決しないと考えていた。

当時の私は「まずは動作のイメージを明確にすること」「イメージを動作として定着させる」ことが自分にとって重要な課題だと考えていた。練習を繰り返す中で自分の中で固まっていった助走のイメージは以下のようなものだった。

- 内傾動作は曲線助走を走ることによって「自然に」発生させる
- 内傾動作中の前傾姿勢は「意識的に」避ける
- 踏み切り動作では頭より脚を先に前に進める
- 重心軌道に対する足の接地位置を決める

参考までに内傾動作と後傾動作を滑らかに繋げていくために持っていたイメージを図 11.60 に示す。

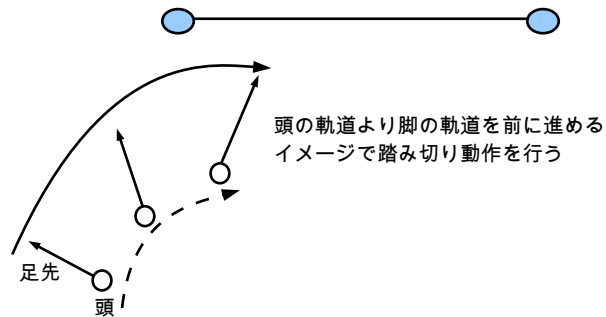


図 11.60: 助走のイメージ 1

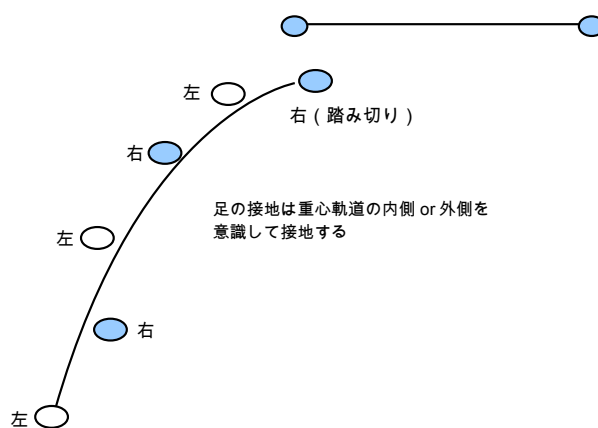


図 11.61: 助走のイメージ 2



こうした「助走のイメージ」は選手による個人差が大きいものであるし、必ずしも実際の物理現象（ビデオで見た動作）と一致するものではない。いつも同じイメージを持って動作すればいいものではなく、シーズンごとに新たな動作のイメージを作り出して自分の中に定着させていくものだと思う。

一流選手になればなるほど、こうした細かいイメージの積み上げが記録を伸ばしていくために重要になっていく。

私の場合はこうした助走のイメージを頭の中に作って助走を行うことで、内傾動作から後傾動作への動きの切り替えが滑らかになっていった。その結果、曲線助走に余裕が生まれて、助走速度アップや踏み切り動作への集中力アップに繋がった。

当時の私は練習でうまくいったときの動作のイメージをなるべく練習日誌にメモするようにしていた。様々なアイデアを練習の中で試し、自分に合う動作のイメージを模索していった。

### 踏み切り前後の滑らかな重心移動

もう一つ意識していたのは踏み切り前後の重心移動を上下方向に滑らかに繋げることだった。

これも「重心軌道のイメージ」を頭に作り出す作業であったように思う。踏み切り前後の上下方向の重心軌道については図 11.62 に示すように

- 踏み切り動作の前に重心を下げる
- 重心軌道の上下方向の変化の曲率半径を大きくする
- 重心を若干持ち上げながら踏み切り動作を行う
- 全体の重心軌道を滑らかに繋げる

ことを意識するようにはしていた。

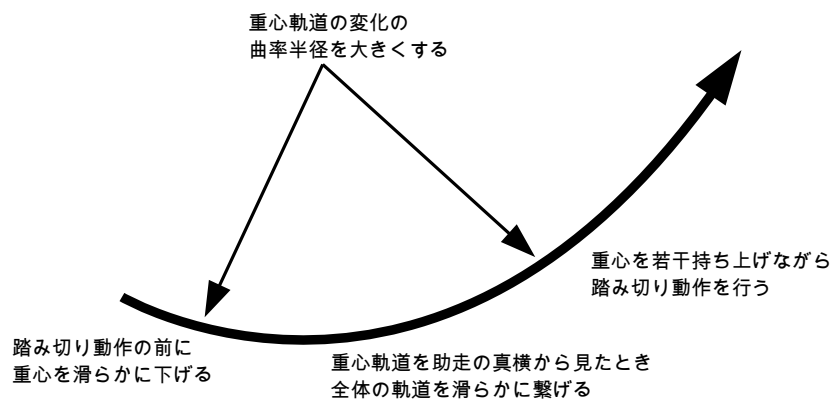


図 11.62: 踏み切り前後の上下方向の重心軌道のイメージ

高跳びの踏み切り動作とは助走で得た速度を鉛直方向に変換する動作と考えることができる。助走速度のロスを最小限にするためには、踏み切り動作において重心が上下方向に大きく滑らかに移動する必要がある。

踏み切り得られる力積の大きさが同じであれば、踏み切り足が接地したときの鉛直下向き速度はできるだけ小さいほうが跳躍に有利になる。このため踏み切り動作の前後ではストライドが短く対空時間の短い助走を行い、重心を持ち上げながら「かけ上がる」ようなイメージで踏み切り動作を行うほうが高く跳べる。

#### 11.4.4 クリアランス動作の完成

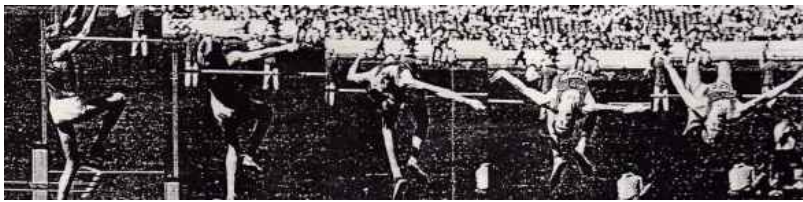
「クリアランス動作の完成」については高校時代に積み残した技術的な課題であり、大学入学時から改善点が多い部分だと思っていた。

当時は多くの選手のクリアランス動作を参考資料として集め、どの動作が自分のクリアランスに向いているかをよく研究していた。勿論、ダブルアームの選手の資料を多く集めていたが、ランニングアームやシングルアームの日本人選手の資料も多く集めていた。

ダブルアーム選手のクリアランス動作としてはアフディエンコ選手(238)、ショーベリー選手(242)、メーゲンブルグ選手(239)、ソトマヨル選手(245)などのクリアランス動作をよく研究していた。

ダブルアームの選手のクリアランス動作は大別して2種類あり、バーを肩が通過する際に、踏み切り足側の腕を胸の前に畳んだ後に両腕を開くパターン(例えばアフディエンコ選手)と、畳まずにそのまま両腕を広げていくパターン(例えばショーベリー選手)がある。私のクリアランス動作は前者のパターンだった。

##### アフディエンコ選手のクリアランスフォーム



##### ショーベリー選手のクリアランスフォーム

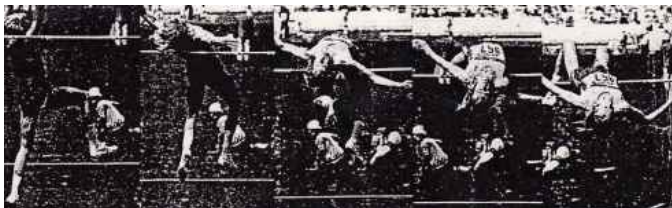


図 11.63: クリアランスの比較

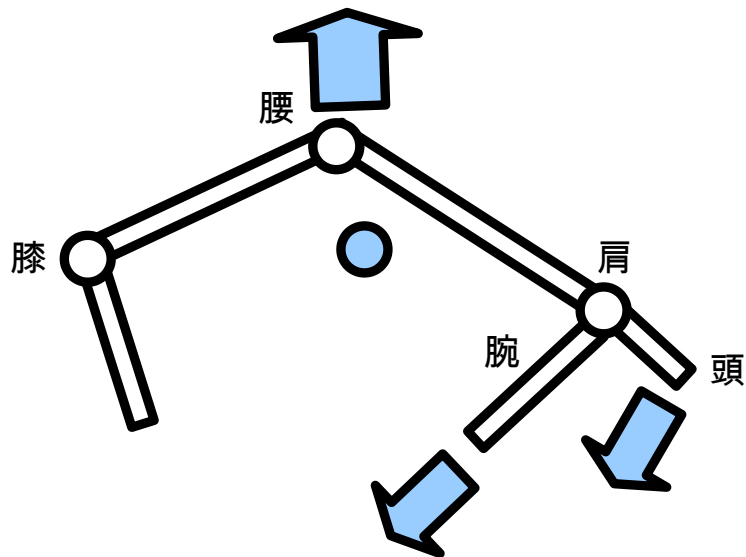
踏み切り動作での「腕の使い方」「振り上げ脚の使い方」が類似しており、自分のクリアランス動作に似ていたアフディエンコ選手に特に注目していた。こうしたクリアランス動作は「頭と腕を下げるタイミングを合わせて腰を上手に浮かせること」がクリアランスの最大のポイントであると考えていた。

私の場合、ダブルアームでパワー型の選手でありながら、スピードタイプの素早い助走を目指していたためクリアランス動作はスピード型の選手に近い形になっていた。つまり、空中でのアーチが小さく、腰を十分に浮かしきれていない跳躍になっていることが課題だった。

クリアランス動作中は体の一部を下に下げることで、体の別の部分を浮かせることができる。また、体を反ったり膝を曲げて体の形を丸型に近づけることで空中での回転速度が早くすることができる。こうした物理特性を理解した上で自分に合ったクリアランス動作を作ることを考えた。

大きなアーチで腰を浮かせるクリアランス動作を行うポイントは以下の3点だと考えていた。

- クリアランスでは頭を勢いよく下げる
- クリアランスでは畳んだ腕を勢いよく下げる
- 前者2つの動作のタイミングを合わせる



クリアランス動作

図 11.64: クリアランス動作のイメージ

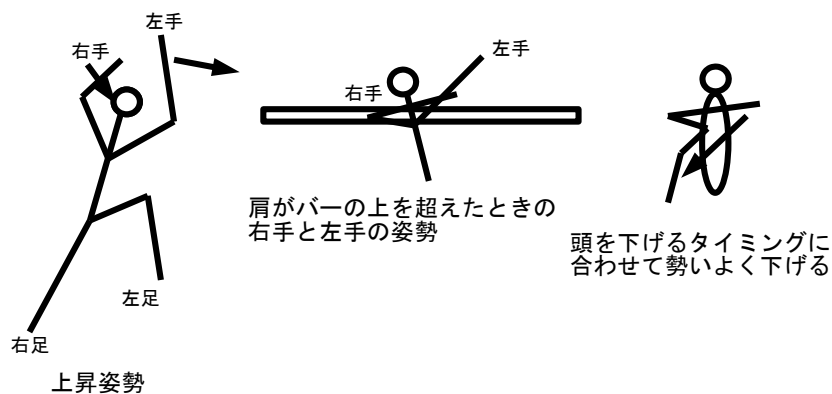


図 11.65: クリアランスのイメージ2 (右踏み切りの場合)

大学2回生になると、こうしたクリアランス動作が完成することで220以上の高さが跳べるようになってきた。記録としても実感としても、明らかに高校時代の跳躍レベルを超えたと感じるようになった。

また、助走一踏み切りクリアランスの一通りの技術が完成することで「ここからの大きな記録の改善は困難である」と感じる一方で、「条件さえ整えば230台の跳躍も狙える」と考えるようになった。



図 11.66: 実際の著者のクリアランス動作

結果的に230を跳ぶことはできなかったが、大学2回生のときに223、大学3回生で225をそれぞれ跳び、大学4回生でオリンピックに向けた新しい技術改善に取り組むこととなる。

ただし大学4回生で行なった技術改善はわずかな記録の上積みを狙ったもので、これまでの技術の微修正に留まるものだった。私の跳躍選手としての技術は大学2回生で完成していた。

#### 11.4.5 オリンピックに向けた最後の技術改善

大学4回生のオリンピックイヤーに考えていたのは「大きな技術的変更は行わず今の技術を洗練すること」だった。それがオリンピック挑戦への最も堅実で確実な選択肢だと思っていた。

この頃考えていたのはクリアランス軌道と助走軌道を微修正することで数cmの記録を上積みすることだった。いずれのアイデアも大学3回生の冬に机上の計算で考えたものであり、わずかな動作の修正で記録の上積みを狙える斬新で面白いアイデアだと考えていた。

結果的には大学4回生のシーズンは故障に悩まされ、これ等のアイデアが本当に効果があったかどうかはよく分からなくなってしまった。

理想のクリアランス軌道を考える(クリアランス頂点位置を変える)

一つ目のアイデアは、クリアランスの軌道を変えることだった。これは今の状態から技術的な要素を何も変えずに記録の更新を狙えるため、有力な改善案だと考えていた。

これは「空中での重心の頂点位置とバーの位置は常に一致していたほうが良いのか？」という私のシンプルな疑問から産まれたアイデアだった。重心の頂点位置がバーより手前や奥にズレている選手が存在することは、高跳び選手にとってはよく知られている事実が、私にとってこの問題は長年の謎だった。

こうした疑問を机上計算とシミュレーションで確認したのは大学3回生の冬だった。計算結果は「選手によっては重心の頂点位置をバーより手前や奥に調整した方が高く跳べる場合が存在する」というものだった。

こうした計算結果を受けて当時は空中での回転角速度が大きい自分の跳躍スタイルであれば、バーに対して重心位置がもう少し手前に来るように跳躍したほうが記録を伸ばせる可能性があると考えていた。

理想の助走軌道を考える（接地荷重を緩やかに安定して変化させる）

もう一つのアイデアは助走軌道を変えることだった。

今までの自分の助走軌道を振り返ると、高校3年間では曲線助走の横幅を徐々に狭くして直線的な助走に変更していったが、大学に入学すると横幅を広く取る助走に変化していった。

理由は幾つかあったが、助走速度の上昇に伴って徐々に曲線助走が窮屈になっていったことや、他の一流日本人選手や欧米のダブルアーム選手と比較して、自分の助走の横幅が狭すぎる点を気にしていたという理由もある。

曲線助走の一步一步をどんな軌道で走るべきかについて当時は色々と考察していたが、これという正解を掴めていなかった。

やはり横幅の短い直線的な助走では急激な内傾動作になりやすく、接地荷重が安定せず助走をコントロールしにくいなという感覚があった。大学のトラックが土だったこともあり、曲線助走での接地荷重を安定させることは大きな課題だった。

「接地荷重を緩やかに安定して変化させるためには、どのような曲線軌道で足を接地すれば良いか」という問題を考えていたときに思いついたのが、インボリュート曲線やクロソイド曲線と自分の助走を重ねて自分の助走軌道进行分析することだった（特に助走距離に比例して遠心力を徐々に強くすることのできるクロソイド曲線に注目していた）。

分析結果は踏み切り位置をやや遠くして自分の曲線助走をもう少し外に膨らました方が安定した助走軌道に近づくというものだった。この分析結果は練習する上で参考情報になると考えていたし、接地荷重の安定した曲線助走を行うことで、踏み切り動作への集中力も高まり、記録も伸びるだろうと考えていた。

#### 11.4.6 シニアの試合で勝つために

大学生になりシニアの試合に参加して感じたのは試合に出て好記録を出すことの難しさだった。高校時代に断トツの強さをを見せていた選手もシニアの全国クラスの試合に参加すると「持ち記録は良いはずなのに結果を出せない」という選手が意外に多い。

地区インカレでは良い結果を残すのに全国クラスの試合では全然駄目という選手も多くいる。私も大学生になった最初の頃はそんな選手の一人だった。

ここでは私が日本グランプリシリーズや日本選手権、自己ベストを出したスーパー陸上、などシニアの主要大会で結果を残すために普段から考えていたことについて簡単にまとめて紹介する。

##### 自分のペースで試合をする技術を身につける

最も重要なことは「自分のペースで試合をする」技術を身につけることだと思う。これは「単純に高く跳ぶ技術」とは異なる技術だ。

大きな試合で力を出しきれない選手の多くは「自滅」して失敗する。実力はあるし、調子はいいはずなのに、試合に集中しきれずに自分でミスを繰り返し、その結果として負けてしまっている選手が多い。

私が学生の頃は日本選手権の参加標準記録 B が 214 で、優勝記録は 221 前後だった。参加するほとんどの選手に優勝のチャンスがある中で、ほんの少し実力以上の力が出した選手が勝っていた。

実際、参加している選手同士を比較すると「高く跳ぶ技術」という点ではほとんど実力の差はなかった。勝っている選手は「自分のペースで試合をする技術」のある選手だと私は感じていた。

ここでいう「自分のペースで試合をする技術」とは「自滅しない技術」と「自分の気持ちを盛り上げる技術」であると私は考えていた。



- 自滅しない技術

1. 失敗するパターンを回避する

自分が失敗するパターンをいくつか記憶しておき、試合の流れが悪くなれば修正することが重要である。私の場合は直線助走を短くして慎重に助走しようとするとうけパターンに陥るし、210で油断してバーを落とすと次の高さから跳躍を崩してしまいうけパターンに陥ることが多かった。こうしたうけパターンをいくつか記憶しておけば事前にそれを回避する手段を打つことができる。

2. ミスした原因を試合中によく考える

跳躍に失敗した場合は何が原因だったかよく考える。風、気温、体調、ウォーミングアップ不足、助走速度、助走リズム、踏み切り位置-角度-姿勢、上昇角度、クリアランス、…どこかに必ずいつもと違う原因がある。試合中にできる動作の修正は限られるが、何も考えずに跳躍を繰り返すと小さなミスが原因で失敗跳躍を繰り返す。

3. 雑に跳ばない

次の跳躍に繋がらない「無駄な跳躍」を極力無くすることが重要。1本、1本の跳躍にテーマや目的を持って跳ぶべきだと思う。前回の跳躍の失敗の原因は何で、どこを修正して、次はどう跳ぶのか毎回よく考えて跳ぶこと。

- 自分の気持ちを盛り上げる技術

1. 試合構成を事前に決めておく（一例を示す）

スタートする高さはシーズンを通して固定する

210以上の高さから始まる場合は公式練習を試合のつもりで跳ぶ

210からは助走を切り替える（220以上跳ぶ助走と同じにする）

210という高さでは「ミスしないこと」を最優先に考えて跳ぶ

215からは良い興奮状態を作る

220以上の高さはリラックスして助走することを心がける

2. 良い興奮状態を作る

自分の気持ちを盛り上げる方法もいくつか準備しておくといよい。跳躍に成功すれば大げさに喜んだり、声を出して気合を入れるのもよいだろう。持ち記録からすれば低い高さでも、観客に積極的に手拍子をもとめてもよい。強い選手は様々な手段を用いて試合中の自分の気持ちを盛り上げようとしている。こうした方法は試合中に他の選手を観察していると良いヒントが得られる。

## ピーキングする技術

中学生や高校生は体力が未熟な成長期であるので、ピーキングを意識して年間の練習計画を考える必要はない。しかし、大学に入学して二十歳前後の年齢になってくると成長は止まり記録の伸びも頭打ちになってくる。こうなればピーキングを意識した年間の練習計画を考えるべきである。

私の場合、練習で跳べる高さは体力の成熟と技術の習熟により、二十歳前後で頭打ちするようになっていった。この頃になると1年の中でいかに鋭い体力のピークを作って自己ベストを更新するかが重要な課題になっていた。

練習の年間計画をしっかりと立てることも重要だが、試合直前のコンディショニングも同様にピーキングの重要な要素である。自分のベスト体重は何 *kg* か、体脂肪は何 % か、試合前の調整方法はどうすればよいか、試合前日の移動距離、気温差、睡眠時間、食事がどのように跳躍に影響するか、こうした情報を普段から練習日誌にメモして自分の傾向を掴んでおくこととピーキング技術は徐々に上がっていく（私の場合は体重と前日との気温差が自分のコンディションに大きく影響することを把握していた）。

特に数 *cm* の差で順位が決まるシニアの競技会では、こうしたピーキング技術の差が試合の結果に大きく影響してくる。選手は跳躍技術やトレーニング技術だけに目を向けるのではなく、こうした細かい調整技術にも目を向けて記録の上積みを考えてほしい。

### 11.4.7 自分が失敗したと思うこと

大学の競技生活では多くの反省点があるが、あまり多く書いても仕方ないのでここでは3点だけに絞って紹介する。

#### 故障するパターンを避けるべきだった

大学生の競技生活は小さな故障が多い4年間となった。入学後に踵を痛めて、その後も膝や足首を何度か痛めた。こうした故障が無ければ更に記録を伸ばす余地があったと思う。

- 体に痛みがなく、体がよく動く  
→通常の状態であり、良いパフォーマンスが期待できる
- 体に痛みがなく、体があまり動かない  
→故障が発生しやすい危険な状態
- 体に痛みがあり、体がよく動く  
→怪我からの回復期である場合が多い。練習量を上げて良い。
- 体に痛みがあり、体があまり動かない  
→積極的に休養を取り、回復に集中すべき

競技者が故障するパターンというのは大体決まっていて、上のパターンの中の「体に痛みがなく、体があまり動かない」にも関わらず無理に練習しようとして故障するパターンが多い。私の場合もうまく動かないにも関わらずバーの高さを無理矢理上げて跳んだために故障することが多かった。

過去の自分の故障パターンをよく見直し、もっと慎重に競技を行っていたら防げた故障も多かったように思う。

#### 新しいトレーニング方法にチャレンジすべきだった

私は跳躍技術については、多くの資料を集め、多くのアイデアを考え、様々なことにチャレンジできたと思う。しかし、それは「技術偏重」という一面もあり、技術を成り立たせるための体力作り（トレーニング）については強い関心を払ってこなかった。

高跳び選手専用の走練習方法、高跳び選手専用のウエイトトレーニング方法、高跳び選手専用の特殊なプライオメトリクストレーニング…など、新しいトレーニング方法を考えれば、まだまだ記録を伸ばせる余地があったように思う。

世の中にあるトレーニング方法をよく吟味して、自分のトレーニングに取り入れてきたが、全く新しいトレーニング方法を一から考えるという取り組みは行っていなかった。

もっと多くの選手と意見交換すべきだった

競技の大部分を占める「基礎的な」技術要素は論理的な説明もしやすいし、探せばたくさん情報が見つかる。しかし、あと数 *cm* という記録の上積みに必要な技術には、論理性を超えた「イメージの世界」が重要になってくる。

こうした「イメージ」に関する情報は選手の生の声をきかなければ知ることができないものが多い。我流で競技をやっている私は、現地現物で生の声をきいて、もっとこうした情報を積極的に外部から集めるべきだったと思う。もっと多くの選手と意見交換し、もっと多くのイメージを共有できていれば、違った結果も期待できたかもしれない。

勿論、様々な意見を持つ選手が世の中にはいるので、全ての意見が自分の参考になるわけではない。混乱を避けて、自分のイメージを崩さないためにも、他の選手の意見を全く聞かないという選択肢を選ぶ選手もいる。

私は相手の意見を十分に咀嚼できる理解力と、それを練習の中で確かめる余裕と、十分な体力と時間がある選手なら、他の選手との意見交換はできるだけ積極的に行なっていくべきだと思う。

私の世代はちょうどダブルアームの跳躍選手が増え始めた時期であったし、各選手がそれぞれに様々な取り組みを行っていた。こうした選手達ともっと積極的に意見交換をしていれば、更に高いレベルで競技ができていたかもしれない。

#### 11.4.8 陸上選手のあるべき姿

大学4年間は自分の進路を決める大切な期間だった。どんな選手を目指していくべきかということをよく考えていた。

私はアスリートとは「名誉のために戦うのであって、お金のために戦うものではない」と個人的に思っている。

「名誉」とは「どれだけ他の人に尊敬される行動ができたか」あるいは「どれだけ多くの人に感動を与えたか」によって評価されるものだと思う。それは、単に試合の結果のみによって判断されるものではなく、その選手の生き方や、競技へ取り組む姿勢、その努力のうちに見出される喜びによって評価を受けるべきだと思う。

そういう意味ではドーピングなどのスキャンダルにまみれたプロスポーツの世界は私にとっては無価値に思えたし、「勝った、負けた、メダルだ」と中身の無いワイドショー的なスポーツ報道もあまり好きではない。こうしたものはスポーツの本質的な価値とは無関係であるように思える。

試合で勝つことは素晴らしいし、賞賛に値することだと思う。しかし、その結果のみを評価するだけでなく、その生き方や、競技へ取り組む姿勢、努力にスポーツの持つ普遍的な価値があることを忘れてはいけないと思う。

### 11.4.9 大学時代の記録の推移

| No. | 記録  | 備考                  | No. | 記録  | 備考                    |
|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----------------------|
| 1   | 180 |                     | 33  | 200 |                       |
| 2   | 185 |                     | 34  | 190 |                       |
| 3   | 185 |                     | 35  | 200 |                       |
| 4   | 175 |                     | 36  | 205 |                       |
| 5   | 190 | 大阪三大学対校 1位          | 37  | 200 |                       |
| 6   | 180 |                     | 38  | 200 |                       |
| 7   | 195 | 香川県選手権 1位           | 39  | 190 |                       |
| 8   | 190 |                     | 40  | 200 |                       |
| 9   | 190 |                     | 41  | 200 |                       |
| 10  | 200 | 関西インカレ 2位           | 42  | 190 |                       |
| 11  | 197 |                     | 43  | 205 |                       |
| 12  | 175 |                     | 44  | 205 | 宮城団体 予選落ち             |
| 13  | 185 |                     | 45  | 205 |                       |
| 14  | 190 |                     | 46  | 200 |                       |
| 15  | 190 |                     | 47  | 214 | 関西学年別 2位<br>大会新記録     |
| 16  | 190 |                     | 48  | 207 | 京阪神三大学新入戦 2位<br>大会新記録 |
| 17  | 185 |                     | 49  | 200 |                       |
| 18  | 200 | 学連記録会 2位            | 50  | 200 |                       |
| 19  | 185 |                     | 51  | 200 |                       |
| 20  | 196 |                     | 52  | 170 |                       |
| 21  | 190 |                     | 53  | 185 |                       |
| 22  | 202 |                     | 54  | 195 |                       |
| 23  | 180 |                     | 55  | 200 |                       |
| 24  | 208 | 全国七大学対校 1位<br>大会新記録 | 56  | 200 |                       |
| 25  | 185 |                     | 57  | 195 |                       |
| 26  | 200 |                     | 58  | 195 |                       |
| 27  | 195 |                     | 59  | 200 |                       |
| 28  | 210 | 団体予選 1位             | 60  | 205 |                       |
| 29  | 195 |                     | 61  | 211 | 香川室内 1位<br>大会新記録      |
| 30  | 201 | 関西選手権 2位            | 62  | 195 |                       |
| 31  | 195 |                     | 63  | 195 |                       |
| 32  | 197 |                     | 64  | 205 |                       |

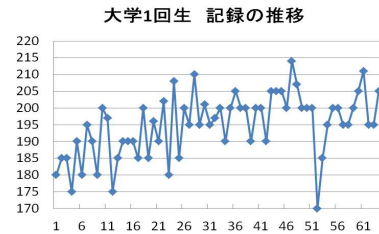


図 11.67: 大学 1 回生時の全跳躍記録と記録の推移

図 11.67 に跳躍練習も含めた大学 1 回生時の全跳躍記録とその記録の推移を示す。

大学入学に伴って、主に対校戦と学連主催の競技会に参加するようになった。シーズン前半は受験勉強からの体力回復を優先させていたため、跳躍練習の回数が少ない。また、体力回復用の練習メニューがうまくいくことでシーズン前半は全体的に右肩上がりで記録が推移している。

大学一回生は冬季練習でも跳躍練習を行っており、一年を通してコンスタントに跳躍練習を行っていた。冬季に跳躍練習を行うべきかどうかについては賛否両論があると思うが、私の場合は技術確認や跳躍トレーニングという位置づけで一年中跳躍練習を行っていた。

記録としては 214 を関西学年別で跳んでおり、日本選手権の参加 B 標準記録を突破している。これにより次年度から本格的にシニアの試合に参戦できるようになった。

| No. | 記録  | 備考  | No. | 記録  | 備考            |
|-----|-----|---|-----|-----|---------------|
| 1   | 200 |   | 33  | 210 |               |
| 2   | 195 |   | 34  | 210 |               |
| 3   | 195 |   | 35  | 205 |               |
| 4   | 190 |   | 36  | 200 |               |
| 5   | 205 |   | 37  | 205 |               |
| 6   | 195 |   | 38  | 205 |               |
| 7   | 190 |   | 39  | 205 |               |
| 8   | 195 |   | 40  | 200 |               |
| 9   | 216 | 学連記録会 1位                                  | 41  | 201 |               |
| 10  | 217 | 大会新記録 最優秀選手                               | 42  | 218 | 上海遠征 1位       |
| 11  | 195 |   | 43  | 185 |               |
| 12  | 205 |   | 44  | 200 |               |
| 13  | 210 | 大阪三大学対校 1位                                | 45  | 200 |               |
| 14  | 200 | 大会新記録                                     | 46  | 210 |               |
| 15  | 215 | 関西インカレ 1位<br>大会タイ記録                       | 47  | 210 |               |
| 16  | 200 | 2部最優秀選手                                   | 48  | 195 |               |
| 17  | 205 |   | 49  | 190 |               |
| 18  | 202 | 名阪戦 1位                                    | 50  | 200 |               |
| 19  | 215 | 大会新記録                                     | 51  | 205 |               |
| 20  | 212 | 日本選手権 5位                                  | 52  | 195 |               |
| 21  | 210 | 西日本インカレ 2位                                | 53  | 205 |               |
| 22  | 205 | 日本学生種目別 1位                                | 54  | 205 |               |
| 23  | 200 |   | 55  | 200 |               |
| 24  | 210 |   | 56  | 200 |               |
| 25  | 221 | 全国七大学対校 1位                                | 57  | 215 | 日中対抗室内(天津) 2位 |
| 26  | 205 | 大会新記録                                     | 58  | 215 | 日中対抗室内(横浜) 2位 |
| 27  | 223 | 近畿国立大学対校 1位<br>大会新記録<br>関西学生新記録<br>香川県新記録 | 59  | 200 |               |
| 28  | 190 |   | 60  |     |               |
| 29  | 205 |   | 61  |     |               |
| 30  | 210 | 全日本インカレ 10位                               | 62  |     |               |
| 31  | 190 |   | 63  |     |               |
| 32  | 200 |   | 64  |     |               |

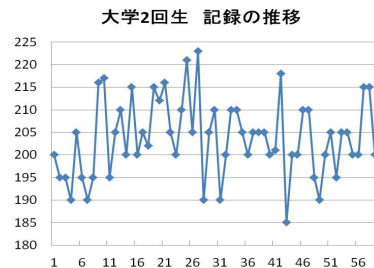


図 11.68: 大学 2 回生時の全跳躍記録と記録の推移

図 11.68 に跳躍練習も含めた大学 2 回生時の全跳躍記録とその記録の推移を示す。

この年の特徴としては、ピーキングを意識することなく全期間を通して質を重視した高負荷の練習を行っていたことが挙げられる。

このため対校戦のポイント稼ぎに参加した名阪戦を除けば、全試合の平均記録は 215.6cm と高い水準になっている。シーズン開始と同時にほとんどひっきりなしに試合に出ていた記憶があり、対校戦でも手を抜かずに跳んでいたため、参加したほぼ全ての試合で大会記録を更新している。

技術面では跳躍が完成された時期であり、今から振り返れば自己ベストの 225 を跳んだ 2003 年シーズンよりも体力面・技術面で充実したシーズンであったと思う。

記録としては 223 のシーズンベストを出し、関西学生記録と香川県記録を更新している。また、大会記録を計 6 回更新しており、よい記録を出し続けたシーズンであった。

| No. | 記録  | 備考                                | No. | 記録  | 備考            |
|-----|-----|-----------------------------------|-----|-----|---------------|
| 1   | 200 |                                   | 33  | 170 |               |
| 2   | 200 |                                   | 34  | 190 |               |
| 3   | 200 |                                   | 35  | 195 |               |
| 4   | 203 | 米遠征 1位                            | 36  | 205 |               |
| 5   | 190 |                                   | 37  | 190 |               |
| 6   | 188 | 米遠征 2位                            | 38  | 211 | 実業団学生対抗 2位    |
| 7   | 200 |                                   | 39  | 200 |               |
| 8   | 200 |                                   | 40  | 210 | 静岡国体(予選)      |
| 9   | 205 | 大阪三大学対校 1位                        | 41  | 210 | 静岡国体(決勝) 9位   |
| 10  | 216 | 大会新記録                             | 42  | 195 |               |
| 11  | 221 | 水戸国際 5位                           | 43  | 211 |               |
| 12  | 185 |                                   | 44  | 195 |               |
| 13  | 210 | 関西インカレ 1位                         | 45  | 200 |               |
| 14  | 195 |                                   | 46  | 200 |               |
| 15  | 200 |                                   | 47  | 200 |               |
| 16  | 205 |                                   | 48  | 195 |               |
| 17  | 210 | 名産戦 1位                            | 49  | 190 |               |
| 18  | 195 | 大会新記録                             | 50  | 200 |               |
| 19  | 215 | 全日本インカレ 4位                        | 51  | 200 |               |
| 20  | 205 |                                   | 52  | 210 |               |
| 21  | 205 |                                   | 53  | 193 |               |
| 22  | 210 | 全南七大学対校 1位                        | 54  | 205 |               |
| 23  | 200 |                                   | 55  | 200 |               |
| 24  | 205 |                                   | 56  | 205 |               |
| 25  | 200 |                                   | 57  | 200 |               |
| 26  | 221 | 国体予選 1位                           | 58  | 215 | アジア室内 3位      |
| 27  | 205 |                                   | 59  | 205 |               |
| 28  | 215 | 四国選手権 1位                          | 60  | 200 |               |
| 29  | 200 |                                   | 61  | 205 | 日中対抗室内(天津) 4位 |
| 30  | 205 |                                   | 62  | 200 |               |
| 31  | 200 |                                   | 63  | 215 | 日中対抗室内(横浜) 2位 |
| 32  | 225 | スーパードルフィン 2位<br>関西学生新記録<br>香川県新記録 | 64  | 200 |               |



図 11.69: 大学 3 回生時の全跳躍記録と記録の推移

図 11.69 に跳躍練習も含めた大学 3 回生時の全跳躍記録とその記録の推移を示す。

シーズン序盤は踵の故障，その後は左足首の捻挫で日本選手権欠場と，シーズン前半は怪我が多く不完全燃焼だった。

この年は年間練習計画をしっかりと立て，参加した試合の平均記録は 212.8 と低いものの，うまく好不調の波を作ることができた。年間試合数は 16 試合と多いが，大きな試合の調整試合として参加している試合も相当数ある。

練習記録の平均は 200~205 の間であり，これは高校生の頃からそれほど変わっていない。技術面でも大学 2 回生から大きな進歩は無かった。しかし，試合に向けての調整技術という面では格段に能力が上がっており，狙った試合で狙った記録を出せるという強い自信を持たせたシーズンとなった。



| No. | 記録  | 備考         | No. | 記録  | 備考         |
|-----|-----|------------|-----|-----|------------|
| 1   | 195 |            | 33  | 200 |            |
| 2   | 180 |            | 34  | 208 |            |
| 3   | 195 |            | 35  | 210 | 全日本インカレ    |
| 4   | 200 |            | 36  | 185 |            |
| 5   | 207 |            | 37  | 200 |            |
| 6   | 200 |            | 38  | 200 |            |
| 7   | 195 |            | 39  | 218 | 全国七大学対校 1位 |
| 8   | 195 |            | 40  | 200 |            |
| 9   | 200 |            | 41  | 210 | 国体予選 1位    |
| 10  | 180 |            | 42  |     |            |
| 11  | 195 |            | 43  |     |            |
| 12  | 190 |            | 44  |     |            |
| 13  | 210 | 兵庫リレーカーニバル | 45  |     |            |
| 14  | 202 | 大阪インカレ 1位  | 46  |     |            |
| 15  | 200 |            | 47  |     |            |
| 16  | 195 |            | 48  |     |            |
| 17  | 200 |            | 49  |     |            |
| 18  | 190 |            | 50  |     |            |
| 19  | 200 |            | 51  |     |            |
| 20  | 200 |            | 52  |     |            |
| 21  | 205 | 水戸国際       | 53  |     |            |
| 22  | 200 |            | 54  |     |            |
|     |     | 関西インカレ 1位  |     |     |            |
|     |     | 大会新記録      |     |     |            |
| 23  | 210 | 全日本記録      | 55  |     |            |
| 24  | 208 | 全日本最優秀選手   | 56  |     |            |
| 25  | 200 |            | 57  |     |            |
| 26  | 200 |            | 58  |     |            |
| 27  | 200 |            | 59  |     |            |
| 28  | 215 | 日本選手権 7位   | 60  |     |            |
| 29  | 200 |            | 61  |     |            |
| 30  | 210 | 学連記録会 1位   | 62  |     |            |
| 31  | 180 |            | 63  |     |            |
| 32  | 195 |            | 64  |     |            |

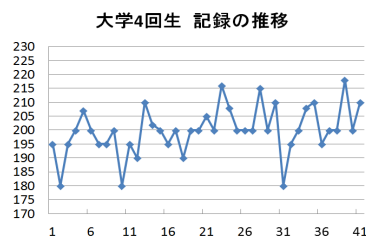


図 11.70: 大学 4 回生時の全跳躍記録と記録の推移

図 11.70 に跳躍練習も含めた大学 4 回生時の全跳躍記録とその記録の推移を示す。

オリンピックイヤーとなった 2004 年だが、小さな故障が多く、「良い流れを作ろう」ともがいたものの、うまく調子に乗れずにシーズンが終わってしまった。

シーズン序盤の跳躍練習の回数が多く、例えば関西インカレまでの跳躍練習回数を比較すると、大学 1 回生 9 回、大学 2 回生 14 回、大学 3 回生 12 回、大学 4 回生 22 回とほぼ倍増している。6 月の日本選手権にピークを合わせるために、かなり無理をして跳躍練習を増やした様子が伺える。

結果的には無理な調整によって故障が発生し、日本選手権前の関西インカレでなんとか 216 を跳んで調子が上がってきたものの、日本選手権は 215 と低調な記録に終わってしまった。参加した試合の平均記録は 210.7 と低く、不完全燃焼に終わったシーズンとなった。

シーズンの跳躍練習回数が 41 回と少なくなっているのは、最終戦となった国体予選で足首を故障して早めにシーズンを終えたためである。冬季練習は治療と卒論に専念することで跳躍練習の回数が激減した。

## 11.5 著者の跳躍構成

ここではこれまで紹介してきた「私の跳躍分析」を見える化して紹介する。これは私の20年間の取り組みをまとめたものである。これから高跳びを始める初心者から220以上の記録を狙う日本のトップジャンパーまでを対象にして作成したものである。

### 11.5.1 著者の跳躍アーキテクチャ（跳躍構成）

まずは、これまで紹介してきた私の跳躍技術を図11.71にまとめる。図表中の比率は私の自己ベスト225cmに対する技術の貢献度を表し、記録欄には貢献度から計算した記録の目安値(cm)を記載している。

貢献度と記録の目安値は、私が各技術要素を身につけたときの記録の伸び率から概算したものである。厳密な値ではなく、あくまで参考値程度で考えて欲しい。

図11.71では高跳びの技術を「助走動作」「踏み切り動作」「クリアランス動作」の三種類に大分類して考えている。この中でも最も重要な技術は踏み切り動作である。記録への貢献度はおおよそ「助走動作：踏み切り動作：クリアランス動作＝2：7：1」となっている。これは記録に換算すると大凡45cm、155cm、25cmとなる。(ただし「重心高」を技術要素から除く場合は「助走動作：踏み切り動作：クリアランス動作＝2：2：1」となる)

例えば、立ち高跳びと普通の高跳びの記録差は、助走動作の記録への貢献度とおおよそ等しくなっている。はさみ跳びと背面跳びの記録差は、クリアランス動作の記録への貢献度とおおよそ等しくなっている。助走動作と踏み切り動作の貢献度の和から重心高を引けば、高跳び選手が地面からジャンプしている高さにおおよそ等しくなる。

| 大分類         | 中分類         | 小分類           | 詳細分類                | 比率(%)          | 記録(cm) | クラス   |   |
|-------------|-------------|---------------|---------------------|----------------|--------|-------|---|
| 助走動作        | 助走は速く・低く・一定 |               |                     | 10             | 22.5   | A     |   |
|             |             | 助走のリズム        |                     | 4              | 9      | A     |   |
|             | 背面跳びの助走     | J型の助走         |                     | 1              | 2.25   | B     |   |
|             |             |               | 曲線助走の歩数             | 1              | 2.25   | B     |   |
|             |             |               | 直線助走と曲線助走のリズム       | 1              | 2.25   | B     |   |
|             |             | 内傾動作で重心を下げる   | 直線助走の加速             | 1              | 2.25   | B     |   |
|             |             |               | 内傾動作で重心を下げる         | 1              | 2.25   | B     |   |
|             |             |               | 曲線助走で体を前傾させない       | 0.5            | 1.125  | C     |   |
|             | 助走速度を上げる    | 補助助走          | 内傾動作と後傾動作を滑らか繋げる    | 0.55           | 1.2375 | F     |   |
|             |             |               | 離れた位置で踏み切る          | 0.9            | 2.025  | B     |   |
|             | 踏み切り動作      | 踏み切り動作        | 後傾姿勢を作って踏み切る        | 0.9            | 2.025  | B     |   |
|             |             |               | アームアクションを決める        | 0.9            | 2.025  | B     |   |
|             |             |               |                     | 最後の3歩は速く接地する   | 0.9    | 2.025 | D |
|             |             |               |                     | 踏み切り動作の間延びを無くす | 0.9    | 2.025 | D |
| 背面跳びの踏み切り   |             | 減速防止          | コンパクトな腕使い           | 0.9            | 2.025  | D     |   |
|             |             |               | 踏み切り動作(基礎重心高)       | 42             | 94.5   | A     |   |
| 踏み切り動作の基礎技術 |             | 踏み切りと着地位置を決める | 後傾姿勢                | 1              | 2.25   | A     |   |
|             |             |               |                     | 0.9            | 2.025  | B     |   |
| 助走速度を高さに変える |             |               | 踏み切りを遠く、支柱側に変更      | 0.15           | 0.3375 | E     |   |
|             |             |               | 足裏の荷重移動             | 0.15           | 0.3375 | E     |   |
|             |             |               | 低足首負荷の踏み切り角度        | 0.1            | 0.225  | E     |   |
|             |             |               | 踏み切りに負けない腰姿勢        | 1              | 2.25   | E     |   |
|             |             |               | 踏み切り足を地面ストレスに動かす    | 1              | 2.25   | E     |   |
|             |             |               | 高速アーム動作             | 1              | 2.25   | E     |   |
|             |             |               | 滑らかな重心移動            | 0.55           | 1.2375 | F     |   |
|             |             |               | 地面からの反発を利用          | 1              | 2.25   | C     |   |
|             |             |               | 短い踏み切り時間            | 0.1            | 0.225  | C     |   |
|             |             |               | 肩-腰-足首の軸を意識         | 2.5            | 5.625  | C     |   |
| 起こし回転       | 起こし回転を利用する  |               | 3.5                 | 7.875          | C      |       |   |
|             |             |               | 8                   | 18             | A      |       |   |
| クリアランス動作    | 基本的な背面跳び動作  | 2段モーション       | 1                   | 2.25           | D      |       |   |
|             |             |               | 0.1                 | 0.225          | D      |       |   |
|             | 上昇姿勢        | 振り上げ脚の技術      | 真つすぐ真上に伸びあがる上昇姿勢    | 0.5            | 1.125  | D     |   |
|             |             |               | 振り上げ脚をしっかりと引き上げる    | 0.1            | 0.225  | D     |   |
|             |             |               | 振り上げ脚を短くコンパクトに振り上げる | 0.1            | 0.225  | D     |   |
|             |             |               | 振り上げ脚を膝から引き上げる      | 0.1            | 0.225  | D     |   |
|             | 空中動作の調整     |               | 頭を勢いよく下げる           | 0.4            | 0.9    | F     |   |
|             |             |               | 肩-腰-腕を勢いよく下げる       | 0.4            | 0.9    | F     |   |
|             |             |               | 動作のタイミングを合わせる       | 0.4            | 0.9    | F     |   |
|             |             |               |                     | 0.4            | 0.9    | F     |   |

図 11.71: 著者の跳躍構成要素

最終欄のクラス表記については

- A : 記録 165cm 水準で身につけた技術
- B : 記録 185cm 水準で身につけた技術
- C : 記録 200cm 水準で身につけた技術
- D : 記録 210cm 水準で身につけた技術
- E : 記録 220cm 水準で身につけた技術
- F : 記録 225cm 水準で身につけた技術

をそれぞれ表している。

### 11.5.2 跳躍構成（記録 165cm クラス）

| 大分類    | 中分類         | 小分類           | 詳細分類 | 比率(%) | 記録(cm) | クラス |
|--------|-------------|---------------|------|-------|--------|-----|
| 助走動作   | 助走は速く・低く・一定 |               |      | 10    | 22.5   | A   |
|        | 助走のリズム      |               |      | 4     | 9      | A   |
| 踏み切り動作 | 踏み切り動作の基礎技術 | 踏み切り動作(基礎重心高) |      | 42    | 94.5   | A   |
|        |             | 踏み切り動作のリズム    |      | 8     | 18     | A   |
|        |             | 踏み切りと着地位置を決める |      | 1     | 2.25   | A   |
| クリアランス | 基本的な背面跳び動作  |               |      | 8     | 18     | A   |

図 11.72: 跳躍構成要素（記録 165cm クラス）

図 11.71 から 165 クラスの技術を抜き出したものを図 11.72 に示す。

記録 165 といえば高跳び選手としては初心者の部類に入り、身につける技術も高跳びの基礎的な技術となる。図 11.72 から分かるように、このクラスでは助走の基本動作、踏み切りの基本動作、背面跳びの基本動作を身につけることが主な技術課題となる。また、助走動作や踏み切り動作のリズムを固めることで記録を伸ばしていくことが重要な課題である。

高跳びの記録を伸ばすためには、細かい技術の積み上げを行うことも重要であるが、記録の大部分を占める基本的な技術を疎かにしてしまえば、トータルの記録は伸びない。まずは基本的な技術をしっかりと身につけることが重要となる。

また、未熟な選手にとっては技術の習得以前に「基礎体力」の向上も重要な課題であり、ウエイトトレーニングや走練習もしっかり行う必要がある。

記録への貢献度を比較すれば分かるように「助走のリズム」「踏み切りのリズム」の技術要素は跳躍構成全体で大きなポジションを占めている。このため、高跳び選手の中では他の技術要素を犠牲にしても「自分のリズム」にこだわった助走をする選手がいる。

「背面跳び動作」は他の技術に比べて、習得までにかかる時間の個人差が大きい。短期間で記録を伸ばしたい初心者は、細かい技術は意識せずに、助走と踏み切り動作の基礎を固めることで記録を伸ばすことを推奨する。

### 11.5.3 跳躍構成（記録 185cm クラス）

| 大分類    | 中分類       | 小分類           | 詳細分類        | 比率(%) | 記録(cm) | クラス   |   |
|--------|-----------|---------------|-------------|-------|--------|-------|---|
| 助走動作   |           | J型の助走         |             | 1     | 2.25   | B     |   |
|        |           | 曲線助走の歩数       |             | 1     | 2.25   | B     |   |
|        |           | 直線助走と曲線助走のリズム |             | 1     | 2.25   | B     |   |
|        |           | 直線助走の加速       |             | 1     | 2.25   | B     |   |
|        |           | 背面跳びの助走       | 内傾動作で重心を下げる |       | 1      | 2.25  | B |
|        |           | 踏み切り動作        | 離れた位置で踏み切る  |       | 0.9    | 2.025 | B |
| 踏み切り動作 | 背面跳びの踏み切り | 後傾姿勢を作って踏み切る  |             | 0.9   | 2.025  | B     |   |
|        |           | アームアクションを決める  |             | 0.9   | 2.025  | B     |   |
|        |           | 踏み切り動作の基礎技術   | 後傾姿勢        |       | 0.9    | 2.025 | B |
|        |           |               |             |       |        |       |   |

図 11.73: 跳躍構成要素（記録 185cm クラス）

図 11.71 から 185 クラスの技術を抜き出したものを図 11.73 に示す。

「走る」「踏み切る」「跳ぶ」といった高跳びの基本技術を身につけた後は、J型の助走、内傾動作、後傾動作、アームアクションといった高跳び選手特有の特徴的な技術を身につけることになる。ここでは基本的な「フォーム（型）」を身につけることがポイントとなる。

165 までの高さは専門外の選手でも跳べる選手が多い。しかし、185 になるとそれなりに高跳びの練習をしてなければ跳べない高さとなる。高跳び選手としてしっかりした「フォーム（型）」を習得していないと跳べない高さが 185 だ。

高跳び選手に必要な J 型の助走、内傾動作、後傾動作、アームアクションといった「フォーム（型）」を身につけることが 185 を成功する大きなポイントになる。私の場合は年齢的には中学校、高跳びを始めて 2~3 年目がこの時期に該当していた。

中学校 3 年間で真面目に高跳びに取り組み、怪我なく順調に記録を伸ばせた選手はこの領域の技術を習得することができる。日本では毎年 50 名程度の中学生選手が 185 の全日本中学校陸上競技選手権大会標準記録に成功している。

#### 11.5.4 跳躍構成（記録 200cm クラス）

| 大分類    | 中分類      | 小分類           | 詳細分類       | 比率(%) | 記録(cm) | クラス |
|--------|----------|---------------|------------|-------|--------|-----|
| 助走動作   | 助走速度を上げる | 曲線助走で体を前傾させない |            | 0.5   | 1.125  | C   |
|        |          | 補助助走          |            | 0.5   | 1.125  | C   |
| 踏み切り動作 |          | 地面からの反発を利用    |            | 1     | 2.25   | C   |
|        |          | 短い踏み切り時間      |            | 0.1   | 0.225  | C   |
|        |          | 肩-腰-足首の軸を意識   |            | 2.5   | 5.625  | C   |
|        |          | 起こし回転         | 起こし回転を利用する | 3.5   | 7.875  | C   |

図 11.74: 跳躍構成要素（記録 200cm クラス）

図 11.71 から 200 クラスの技術を抜き出したものを図 11.74 に示す。

踏み切り動作で「起こし回転動作」をうまく利用できるかどうか、200 という高さを成功できるかどうかのポイントになる。

起こし回転動作には速い助走と強い軸作りが必要である。このため、多くの選手にとっては筋力の発達する高校入学後に取得する技術となる。

この辺りの技術になると習得の難易度が高くなり、高校 3 年間で技術を身につけることができる選手は絞られてくる。

高校生では毎年 50 名程度の選手が 200 に成功しており、インターハイに出場できるかどうかの一つの目安の記録になっている。

起こし回転技術の習得レベルは、踏み切り動作での強い軸作りの有無で、外から見て容易に判断できる。地方大会を勝ち抜き、インターハイまでコマを進めることのできる高校選手の多くはこうした技術を身に付けている。

### 11.5.5 跳躍構成（記録 210cm クラス）

| 大分類          | 中分類       | 小分類                 | 詳細分類           | 比率(%) | 記録(cm) | クラス |
|--------------|-----------|---------------------|----------------|-------|--------|-----|
| 踏み切り<br>動作   | 背面跳びの踏み切り | 減速防止                | 最後の3歩は速く接地する   | 0.9   | 2.025  | D   |
|              |           |                     | 踏み切り動作の間延びを無くす | 0.9   | 2.025  | D   |
|              |           |                     | コンパクトな腕使い      | 0.9   | 2.025  | D   |
| クリアランス<br>動作 | 2段モーション   |                     |                | 1     | 2.25   | D   |
|              |           | 重心を高くして離陸           | 0.1            | 0.225 | D      |     |
|              |           | 真っすぐ真上に伸びあがる上昇姿勢    | 0.5            | 1.125 | D      |     |
|              |           | 振り上げ脚をしっかりと引き上げる    | 0.1            | 0.225 | D      |     |
|              |           | 振り上げ脚を短くコンパクトに振り上げる | 0.1            | 0.225 | D      |     |
|              |           | 振り上げ脚を膝から引き上げる      | 0.1            | 0.225 | D      |     |
|              |           | 上昇姿勢                | 振り上げ脚の技術       |       |        |     |

図 11.75: 跳躍構成要素（記録 210cm クラス）

図 11.71 から 210 クラスの技術を抜き出したものを図 11.75 に示す。

この高さになるとパワー系ジャンパーとスピード系ジャンパーで必要な技術の特徴が異なってくる。跳躍タイプによらず共通の課題は「起こし回転の技術の強化」となる。私が 210 を跳ぶために特に重要だと考えていた技術は「踏み切り動作の減速防止」と「上昇姿勢を作る技術」である。

210 を跳ぶために重要なことは、踏み切り動作で減速しないこと、踏み切り後に上昇姿勢を維持してクリアランス動作は上昇→反るの 2 段モーションを意識して行うことである。

上昇姿勢を作る技術は、一部の地域では「ダブルクラッチ」という名称で呼ばれることもあり、重要視するジャンパーが多い。

高校生では毎年数名程度の選手が 210 に成功しており、インターハイや国体などの全国大会で優勝する一つの目安記録となっている。

また、大学生にとっては全日本インカレの参加標準記録が 210 程度となっており、毎年全国で 50 名程度の大学・社会人選手が 210 を跳ぶことに成功している。

### 11.5.6 跳躍構成（記録 220cm クラス）

| 大分類    | 中分類 | 小分類         | 詳細分類           | 比率(%)            | 記録(cm) | クラス  |   |  |
|--------|-----|-------------|----------------|------------------|--------|------|---|--|
| 踏み切り動作 |     |             | 踏み切りを遠く、支柱側に変更 | 0.15             | 0.3375 | E    |   |  |
|        |     |             | 足裏の荷重移動        | 0.15             | 0.3375 | E    |   |  |
|        |     |             | 低足首負荷の踏み切り角度   | 0.1              | 0.225  | E    |   |  |
|        |     |             |                | 衝撃の負荷分散          |        |      |   |  |
|        |     |             |                | 踏み切りに負けない腰姿勢     | 1      | 2.25 | E |  |
|        |     |             |                | 踏み切り足を地面ストレスに動かす | 1      | 2.25 | E |  |
|        |     | 助走速度を高さに変える | 高速アーム動作        | 1                | 2.25   | E    |   |  |

図 11.76: 跳躍構成要素（記録 220cm クラス）

図 11.71 から 220 クラスの技術を抜き出したものを図 11.76 に示す。

220 を跳ぶためには「助走速度の向上」と「軸を維持する技術」ということが一つのテーマになると思う。

速く助走することと高く跳ぶことは直結する。210 と 220 の選手を比較したときに、まず目につくのは助走速度の違いである。助走速度の重要性は多くの選手が認識しているし、各選手様々な取り組みで助走速度を上げる工夫を行なっている。

このレベルになるとチャレンジする技術は選手毎に異なったものになる。速く助走することと、地面からの強烈な反力をどうコントロールして軸を維持するかが共通の技術課題になる。私の場合はダブルアームの動作をコンパクトにすることで助走速度を向上し、踏み切り動作の足首負荷を減らすために踏み切り動作の改善に取り組んできた。

210 を成功する選手は毎年 50 名ほど存在するが、220 以上の跳躍に成功する選手は毎年数名程度しか出ない。220 を成功することはシニアの試合で勝つことのみ安になっているし、高跳び選手の一流と二流を分ける明確なラインになっている。

このレベルになると他の技術とバランスを取りながら、小さな技術の積み上げをどれだけ地道に行なえるかが重要となる。それが一流選手と二流選手を分ける。

多くの選手にとってこうした技術への挑戦は、競技者としてピークをむかえるわずかな期間の間しか取り組むことができない。体力的に充実して、様々なアイデアを練習で試していける期間というのはそう長くはない。こうした創造的な取り組みができる期間は短いため、身につける技術の取捨選択を行う力が重要になる。



### 11.5.7 跳躍構成（記録 225cm クラス）

| 大分類                  | 中分類         | 小分類               | 詳細分類 | 比率(%) | 記録(cm) | クラス |
|----------------------|-------------|-------------------|------|-------|--------|-----|
| 助走動作                 | 助走速度を上げる    | 内傾動作と後傾動作を滑らかに繋げる |      | 0.55  | 1.2375 | F   |
|                      |             | 滑らかな重心移動          |      | 0.55  | 1.2375 | F   |
| 踏み切り<br>クリアランス<br>動作 | 助走速度を高さに変える | 頭を勢いよく下げる         |      | 0.4   | 0.9    | F   |
|                      |             | 畳んだ腕を勢いよく下げる      |      | 0.4   | 0.9    | F   |
|                      |             | 空中動作の調整           |      | 0.4   | 0.9    | F   |
|                      |             | 動作のタイミングを合わせる     |      | 0.4   | 0.9    | F   |

図 11.77: 跳躍構成要素（記録 225cm クラス）

図 11.71 から 225 クラスの技術を抜き出したものを図 11.77 に示す。

多くの選手にとってクリアランス動作が最後に残る技術課題になると思う。クリアランス動作は助走や踏み切り動作に比べて改善の余地が少ないが、数 cm の記録改善の余地はある。助走・踏み切り・クリアランスの全ての技術が完成した領域が 225 の領域だと思う。

このレベルになると助走・踏み切り・クリアランスの全ての技術が高度に洗練されていき、跳躍技術は完成に向かう。私個人の意見としては 225 は日本人ジャンパーが安定して跳ぶことのできる限界に近い高さだと思っている。

220 を跳ぶ選手と 225 以上を跳ぶ選手を比較した場合に目につくのが跳躍全体の「完成度」である。細かい動きが精度よくできており、滑らかに繋がっていくことが重要となる。

特に完成度に差がつきやすい部分がクリアランス技術であると思う。220 を跳べる選手の中には、助走や踏み切り技術に比べてクリアランス技術の改善効果が低いため、技術改善を後回しにする選手が多い。このため、最後に残ったクリアランス動作の完成度で差がつくことが多い。

「助走・踏み切り・クリアランス」全ての技術が完成した跳躍はもはや芸術である。めったに見れるものではない。220 以上跳ぶ選手は毎年のように存在するが 225 以上の跳躍となると数年に一人、それもオリンピックや世界選手権に挑戦する選手が年一回だけ出せるかどうかの記録となる。

### 11.5.8 230 への挑戦

225 という高さは私の長いキャリアの中で技術改善を積み重ねることによって必然的に跳べた高さだと思っている。しかし、230 や 235 といった高さを跳ぶために決定打となる技術要素は私には分からなかった。225 の時点で自分の跳躍は完成しているように思えたとし、後は細かい技術改善の積み上げぐらいしか記録を伸ばす余地はないと感じていた。

230 に記録を伸ばすために、私が考えていたアイディアは以下の 3 点だった。

- 細かい技術改善の積み上げで記録を更新する
- 個々の技術要素の完成度を上げることで記録を更新する
- ピーキング技術を磨くことで記録を更新する

「細かい技術改善で記録を積み上げる」とは、技術要素の数をとにかく増やして記録を上げる方法である。しかし、この選択肢は短い期間で技術の習得が可能な「器用な選手」ならば選ぶことができるが、どちらかといえば不器用な選手だった私にとっては難しかった。

「個々の技術要素の完成度を上げる」には二つの手段があると思う。一つは新しいトレーニング方法を考えて基礎体力を上げることで一つ一つの技術要素の底上げを行うことだ。もう一つは自分が得意とする技術を徹底的に磨いてその完成度を上げていく方法である。

新しいトレーニング方法を考えるという選択肢は自分の中では最も有力な選択肢だったが、満足にこうした取り組みを行う時間的な余裕が無かった。また、世の中に既に存在しているトレーニング方法は、多くの選手によって実践されて、洗練されている。これに変わる新しいトレーニング方法を考案することは容易なことではない。

最後は「ピーキング技術を磨く」という手段である。年間トレーニングスケジュールや試合前の調整方法を改善することで、「瞬間最大風速」で一気に記録を伸ばすという作戦だ。ピーキングについてはまだまだ改善の余地があったと思う。

### 11.5.9 各技術要素習得の難易度

最後に各記録クラスごとの推計人数を紹介しておくので、各技術要素を習得する難易度を知るための一つの参考情報にしてほしい。

- 陸上競技連盟の登録者数 26 万人
- 地方選手権の参加人数から推計した高跳びの競技者数  
男子 8000 名程度，女子 5800 名程度

以下に地方選手権の試合結果と陸上競技マガジン記録集計号から推計した各クラスの人数分布（男子選手のみ）を示す。

- 記録 185 未満の競技者：6400 名程度
- 記録 185 以上 200 未満の競技者：1200 名程度（6.5 人に 1 人程度）
- 記録 200 以上 210 未満の競技者：390 名程度（20 人に 1 人程度）
- 記録 210 以上 220 未満の競技者：50 名程度（160 人に 1 人程度）
- 記録 220 以上 225 未満の競技者：2～5 名程度（1600 人～4000 人に 1 人程度）
- 記録 225 以上の競技者：1 名程度（8000 人に 1 人程度）



## Chapter 12

### その他の知見

種目によって最適な体格が異なることは誰もが経験的に理解していることだろう。走り高跳びの場合は他の種目に比べて長身で細身の選手が明らかに多いことから、身長が高く体重の軽い選手が有利であることは容易に想像がつく。

一般的に日本では170cm前半、海外では180cm前半であれば高跳びの世界では「小柄な選手」に分類される。日本の成年男性の平均身長は171.6cmであることから平均的な身長 of 選手は高跳び界では小柄な選手とすることになる。

しかし、背が高ければ高いほど有利かと言えばそうでもない。世界ランクで上位に入る選手の身長を調べれば、男性選手は身長185cm～195cm、女性選手は身長175cm～185cmの範囲に分布が集中している。このため、ほどほどの高身長が高跳びに有利な体格であると考えられる。

ではこうした条件を満たす選手が日本人に何%存在するかと言えば、昔に比べて平均身長が伸びたとは言え非常に少人数である。

男子で身長が185cm以上の人は全体の1%以下しか存在しないし、身長が190cm以上となると0.1%以下しか存在しない。つまり、日本人は高跳びという競技には不利な小柄な体格の選手が多いと言える。逆に北欧の国々はオランダ（平均身長181.7cm）を筆頭に平均身長が高く、こうした国々の高跳び選手はやはり強い。

ここではこうしたデータの分析から見えたきた適正体格や適正年齢の知見について、まとめて紹介する。

## 12.1 高跳び選手の適正体格

高跳びに有利な体格

- 男性選手は身長 185cm～195cm, 体重 70kg～80kg
- 女性選手は身長 175cm～185cm, 体重 55kg～64kg

2013 年度の世界ランクで 50 位内に入った男女高跳び選手の身長と体重の分布を図 12.1 に示す。図中の四角印は男性選手, 星印は女性選手の分布を表している。

図からも分かるように男性選手は身長 185cm～195cm, 体重 70kg～80kg の選手が多く, 女性選手は身長 175cm～185cm, 体重 55kg～64kg の選手が多い。こうした体格の選手は高跳びに有利な体格であるといえる。

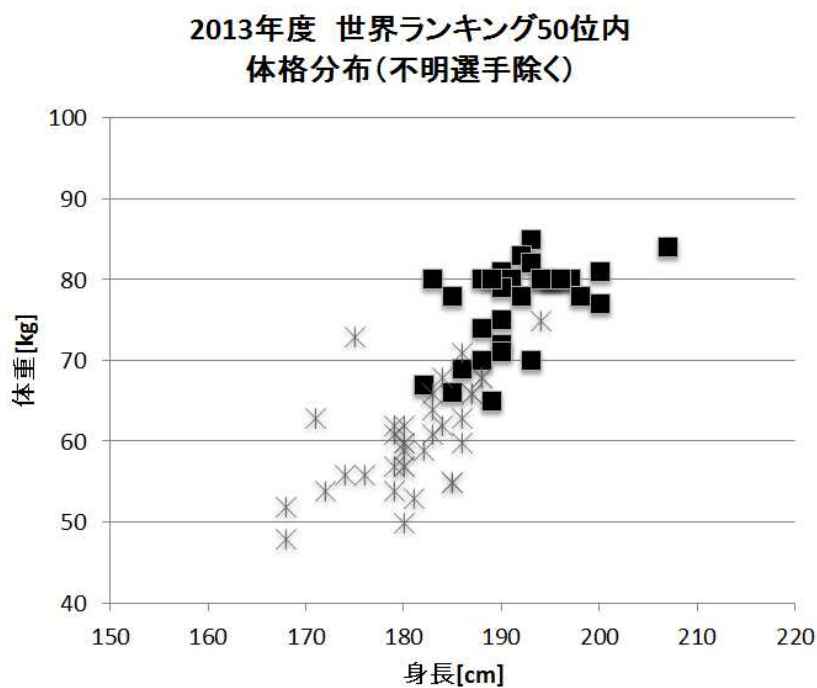


図 12.1: 2013 年度世界ランク 50 以内の体格分布

一般的に身長が高い選手のほうが重心位置が高いため高跳びに有利とされているが、身長が高くなりすぎると俊敏性が落ちていき速い助走、速い踏み切り動作を行うことが難しくなっていく。両者のバランスが取れた最も適正な身長は、男子であれば190cm前後、女子であれば180cm前後と考えるのが妥当だろう。

例えば100mの短距離選手では、適正身長は180cm前後とされている。北京オリンピックの準決勝まで進んだ100m選手の平均身長は178.8cmと比較的小柄な選手が多かった。つまりこれより高い身長は俊敏性の高い動きをするのに不利と考えられる。

身長と俊敏性の関係は、身長と頭上記録の関係からも強く示唆される。身長が高い選手になればなるほど俊敏性が失われ、結果的に実質的な跳躍高である頭上記録は落ちていく(図12.2)。こうした現象は男女ともに同じ傾向を持っている(図中の四角印は男性選手、星印は女性選手の分布を表している)。

### 2013年度 世界ランキング50位内 体格分布(不明選手除く)

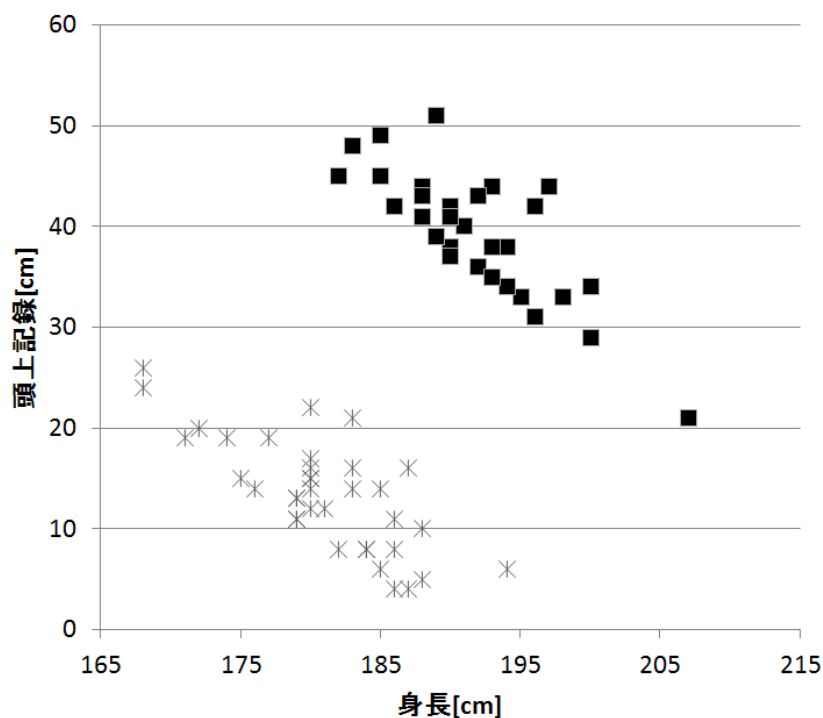


図 12.2: 2013 年度世界ランク 50 以内の身長と頭上記録

## 12.2 高跳び選手の適正年齢

- 高跳び選手の競技力のピークは21歳から27歳まで
- 高跳び選手の競技力は20代後半から衰え始める

トラック種目とフィールド種目で世界歴代50位（2013年現在）に入った選手の年齢の分布を図12.3、図12.4に示す。図12.3、図12.4はいずれも男性選手の年齢分布を示している。一般的に言われているように短距離・跳躍系種目は競技力がピークとなる年齢が早く、長距離・投擲系種目は競技力がピークとなる年齢が遅い。

高跳び選手の競技力のピークは21歳から27歳までで、20代後半からは急激に競技力が衰えることがグラフから予想される。

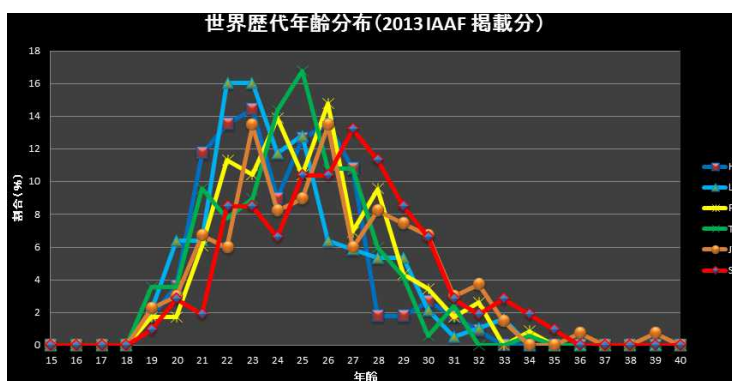


図 12.3: 世界歴代年齢分布（フィールド）

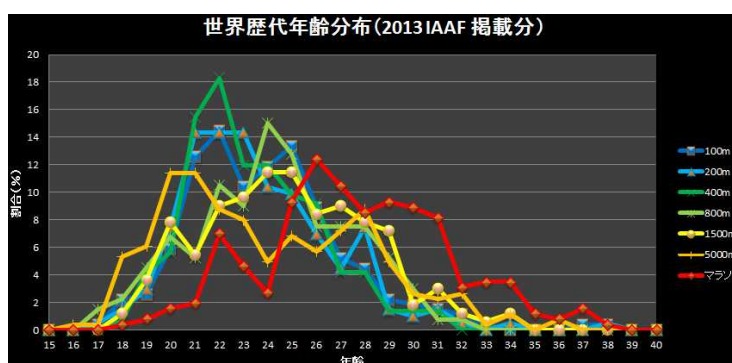


図 12.4: 世界歴代年齢分布（トラック）



次に高跳びの世界歴代 50 位（2013 年現在）に入った男女の選手の年齢分布を図 12.5 に示す。女子の分布は男子の分布に比べて分布が広く、年齢による記録低下度合が少ないことが予想される。

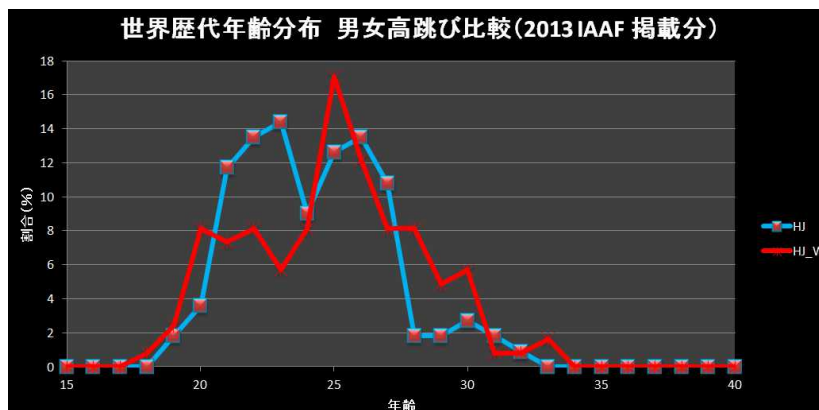


図 12.5: 世界歴代年齢分布高跳び

最後に男子の年齢別の世界最高記録を図 12.6 に示す。生まれてから 20 代前半までは毎年平均して 10cm 前後記録が伸びていることが分かる。記録の伸びは高校生になる頃には鈍化し、20 代前半にピークをむかえる。20 代後半からは毎年 2cm ずつ、率にして約 1% ずつ記録が徐々に下がっていくことが分かる。

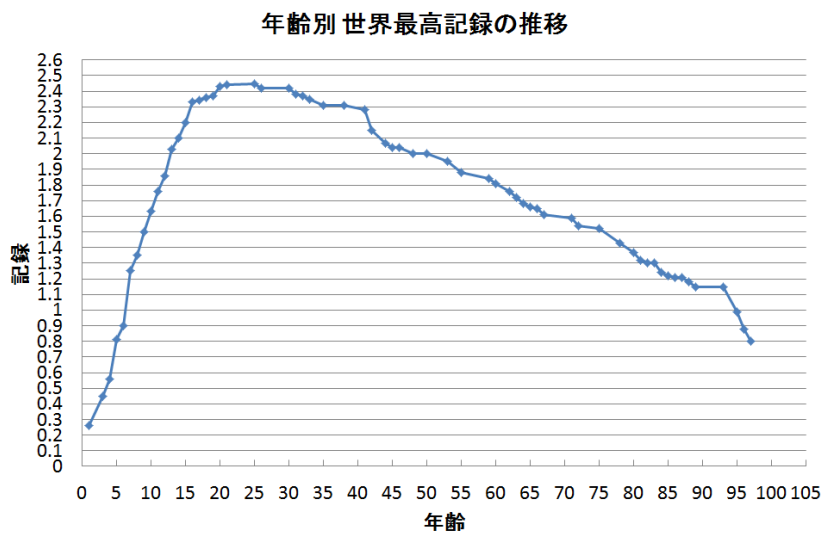


図 12.6: 年齢別世界最高記録

## 12.3 踏み切り足

5人に4人の選手が左踏み切り、5人に1人の選手が右踏み切りである

2013年度の世界ランクで50位内に入った選手の踏み切り足を調べた結果を図12.7に示す。図からも分かるように男性選手ではおよそ78%、女性選手ではおよそ84%、全体ではおよそ81%の選手が左踏み切りである。つまり5人に4人の選手が左踏み切り、5人に1人の選手が右踏み切りとなる。

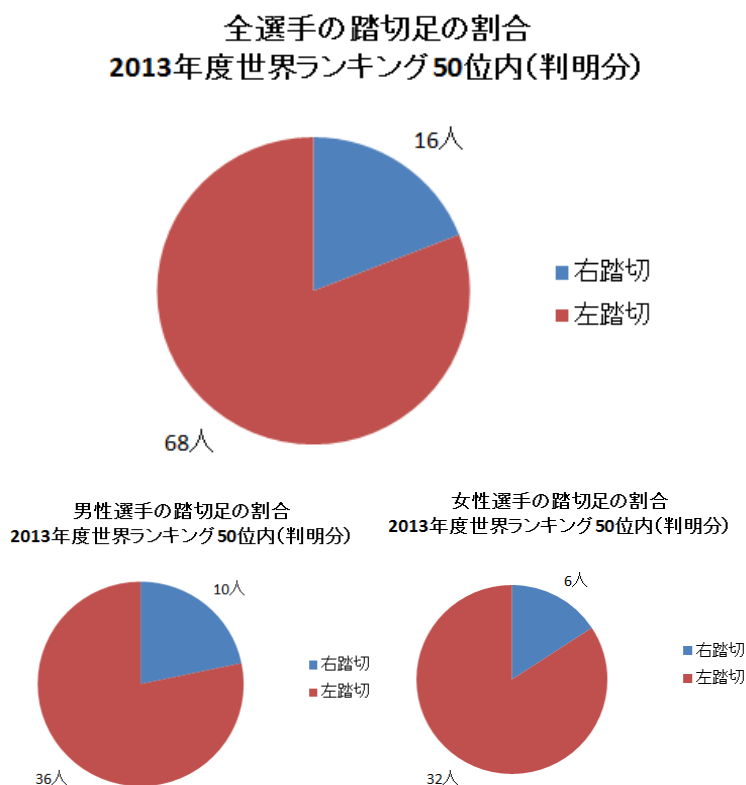


図 12.7: 踏み切り足の割合

経験的に右踏み切りの選手のほうが左踏み切りの選手より少ないことはよく知られている。また、他の研究結果の割合もほぼ左：右が4：1となっており [88]，この割合の「人種による差」「世代による差」は少ないものと推測される。

## 12.4 助走歩数

10 歩や 11 歩の助走歩数の選手が世の中には多い（補助助走除く）

2013 年度の世界ランク 50 位内の選手の助走歩数を調べた結果を図 12.8 に示す。図中の左の青いバーは男性選手の度数，右の赤いバーは女性選手の度数を表している。（注意：補助助走部分を除いた実質的な助走歩数を分析対象としている）

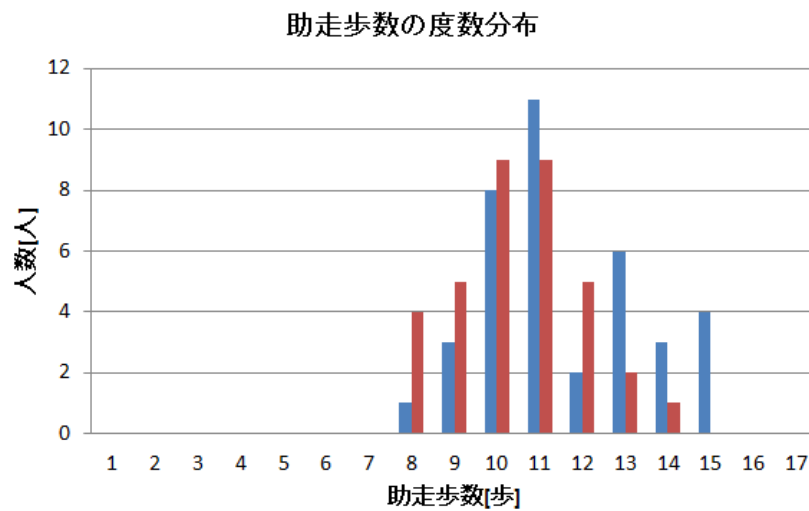


図 12.8: 助走歩数の度数分布

図 12.8 から男女ともに 10 歩ないしは 11 歩の選手が多いことが分かる。曲線助走 4~5 歩，直線助走 5~6 歩の形が最もオーソドックスな助走スタイルであると言える。

また，男性選手は女性選手に比べて助走歩数の多い選手の割合が高いことも分かる。このことは男性選手の平均助走速度が女性選手の平均助走速度より高いことが少なからず影響していると考えられる（走り幅跳びでは走力の高い選手ほど歩数が多く，距離の長い助走を取ることが知られている）。



## 応用編のおわりに

本書編集期間中にちょうどソチオリンピックが開催された。オリンピックを見ているとスポーツが持つ「人を感動させる力」というものを強く感じる。

ソチオリンピックを見て何人が感動しただろうか？浅田選手の演技を見て感動した人はきっと何百万人もいるだろう。そのうちの数千人は人生を変えるほどの大きなインパクトを受けたと思う。

ソチオリンピックを見て何人が元気になっただろうか？葛西選手の活躍を見て、明日から頑張ろうと思ったサラリーマンは私だけではないはずだ。

エンジニアがどんなに頑張ってもこれほど短時間で、これほど多くの人の感動や活力を生み出すことはできない。それだけスポーツが持つ「人を感動させる力」は強いし、偉大なことをした選手達は素晴らしい。

こうした感動を東京オリンピックで、そしてぜひ走り高跳びという競技で実現してほしいと思う。残念ながら私がその当事者になることはできないが、こうした書物を作成することで、微力ながら若い選手の記録向上に役立てば作者冥利に尽きる。

本書の読者の多くは現役の若い高跳びで選手であり、これから自己ベストをどんどん更新していくことだろう。忘れないで欲しいのは読者諸君は今「人生の絶頂期にいる。青春の真っ只中にいる」ということだ。青春の真っ只中にいる君達のチャレンジはどれも等しく「輝いて」いる。そして、その輝きの持つエネルギーは他の多くの人の活力や生きる支えとなっている。

チャレンジに失敗はつきものだ。本書では多くの選手の「成功例」を中心に紹介しているが、失敗した取り組みもその背後に数多くある。

失敗したことの無い選手というのは何も新しいことをしていない選手のことだ。そして新しいことにチャレンジしない選手に記録の向上はない。高跳びは競技のルール上、失敗するまでチャレンジし続ける競技だ。不屈のチャレンジ精神を忘れずに競技生活を続けてほしい。



## 第III部

# 走り高跳びのトレーニング





## トレーニング編のはじめに

「練習方法が分からない」「指導方法が分からない」という質問を実に多く受ける。陸上部に入部にして走り高跳びを始めたとしても、走り高跳び専門の指導者に指導してもらえる確率は低く、世の中では高跳び選手の数に対して、指導者の数が圧倒的に不足している。

跳躍練習，走練習，ウエイトトレーニング等，何をするにしても最低限の基礎知識がなければ十分な効果が得られない。しかし，教えてくれる指導者や本が選手の身近になれば，いくらやる気があっても知識を得ることができない。

本書はこうした選手のために，「練習に必要な最低限の知識と考え方」について一つ一つ丁寧に解説することを目的に作成したものである。

結論からいうと練習に近道というものは存在しない。私の知る限りどんな天才選手でも，うまく跳べるようになるためには長期間の練習が必要になる。今，シニアで活躍している選手も，中学や高校の頃から長い時間をかけて自分の跳躍を作ってきた選手ばかりである。

高跳びの跳躍技術は一朝一夕に習得できるものではない。職人の世界に「串打ち三年，裂き八年，焼き一生」などという言葉があるように，高い技術の習得には本来長い時間が必要であり，数週間や数カ月で身につくものではない。

自分の跳躍の方向性をしっかり決めて，長期的な視点で練習メニューを組み立て，地道に取り組むことでようやく高い跳躍技術が身に付く。

ここでは選手の練習メニューを考える上で役に立つ多くの知識を紹介する。本教書が多くの競技者に読まれ，そのトレーニングに役立てて貰えることを祈る。



# Chapter 13

## 競技会について

上を目指せばキリがないのはどんな世界でも同じことだ。

「好きだ」「得意だ」と感じているなら 10 人に 1 人の領域にいる。時間と労力を惜しまず毎日努力すれば多くの方は 100 人に 1 人の領域に到達する。もし天才的な才能があり、それをうまく発揮することができれば 1000 人に 1 人の領域に到達する。

独創的・芸術的な取り組みがうまくいき、人間の限界にチャレンジできれば更に上の 10000 人に 1 人の領域に到達する。100000 人に 1 人の領域に到達すれば、その競技で日本を代表する選手になっている。スポーツとはそういうものだと思う。

陸上競技における世界最高峰の大会はオリンピックである。日本で高跳びが行われるようになって 100 年以上経つが、2016 年のリオオリンピック終了時点でオリンピックの出場者は男子 17 名、女子 11 名である。これは高跳びの競技人口を考えれば極めて少ない数である。

また、高跳びではオリンピックのメダル獲得者は過去にいない。それどころか男子は 1972 年以降決勝進出者がおらず、女子は 2000 年以降出場者がいない状況である。日本の高跳びの競技レベルが低いことはないが、世界との差は大きい。

第 13 章では国内と国外の主要競技会について、その位置づけや特徴、歴代優勝記録、日本代表選手の結果についてまとめて示す。

## 13.1 登録について

陸上競技の試合に出場したい場合は日本陸連に登録して試合に申し込む

公認記録の取れる陸上競技の試合に出場したい場合は、日本陸上競技連盟（以下：日本陸連）に登録する必要がある。日本陸連の規定では、日本陸連に登録して、事前に検定を受けている距離及び器具で実施された公認競技会で記録を出し、競技会終了後 30 日以内に指定された方法で結果が申請された記録が公認記録となる（通常は選手が記録の申請を直接行うことはない）。

社会人であれば個人もしくは団体をまずは都道府県陸協に登録し、都道府県陸協経由で日本陸連に登録する。大学生は地区学連、日本学連経由で日本陸連に登録する。高校生は都道府県高体連、都道府県陸協経由で日本陸連に登録する。中学生であれば都道府県中体連、都道府県陸協経由で日本陸連に登録する。こうした仕組みは日本陸連 HP の登録の仕組みにその詳細と最新の情報が公開されているので参考にしてほしい。

登録については通常はチーム（もしくはクラブ活動）の部長、監督、顧問、主務が行うため、選手がその仕組みを理解しておく必要はあまりない。

## 13.2 国内の主要競技会

### 13.2.1 国内の主要競技会

日本陸連 (JAAF) やその協力団体の発表する主要競技会日程を見れば国内の主要競技会が分かる

日本陸上界は日本陸連をトップとしてその関連団体である協力団体と都道府県陸上競技協会が主に構成されている。日本国内の主要競技会は日本陸連 (JAAF) やその協力団体（日本実業団陸上競技連合、日本学生陸上競技連合、全国高体連陸上競技部、日本中学校体育連盟、日本マスタース陸上競技連合）が発表する主要競技会日程を見れば分かる。主要競技会日程は日本陸連やその協力団体の HP にアップロードされている。一例として 2015 年度の主要競技会を図 13.1 にまとめる。（図 13.1 は高跳びに関連する主要競技会のみを記載している）

●2015年度 日本陸連の主催試合

| 競技会名       | 場所             | 期日          | 標準記録 男子  | 標準記録 女子     | 男子 優勝記録            | 女子 優勝記録 |
|------------|----------------|-------------|--|-------------|--------------------|---------|
| ゴールデンラブリ   | 等々力(神奈川)       | 5/10        | 基本的に主催者が出場者を選考   |             | 237                | 未実施     |
| 日本選手権      | フジビックスタジアム(新潟) | 6/26~6/28   | A:216 B:213  | A:175 B:172 | 226                | 181     |
| 全国高校陸上     | 紀三井寺(和歌山)      | 7/29~8/2    | 以下の地区予選会の6位までの選手:<br>北海道・東北・北関東・南関東・北信越<br>東海・近畿・中国・四国・北九州・南九州 |             | 216                | 175     |
| 全国中学陸上     | 厚別(北海道)        | 8/18~8/21   | 185  | 160         | 199                | 169     |
| 全国小学生陸上    | 日産スタジアム(神奈川)   | 8/22        | 各都道府県陸上競技協会による選考を<br>経た後に出場選手を選考(各都道府県で<br>最大男女1名ずつ)           |             | 148                | 138     |
| 国民体育大会     | 紀三井寺(和歌山)      | 10/2~10/6   | 各都道府県陸上競技協会が選考   |             | 成年:221<br>少年共通:215 | 成年:181  |
| 日本ジュニア選手権  | 瑞穂(愛知)         | 10/16~10/18 | 207  | 170         | 220                | 173     |
| 日本ユース選手権   | 瑞穂(愛知)         | 10/16~10/18 | 201  | 168         | 206                | 176     |
| ジュニアオリンピック | 日産スタジアム(神奈川)   | 10/23~10/25 | 191(中学3年)  |             | 163(中学3年)          | 198     |
| 日本ジュニア室内大阪 | 大阪城ホール(大阪)     | 3/12~3/13   | 204  | 170         | 210                | 174     |

※参加資格の詳細は各大会の大会要項を参照すること

●2015年度 日本GP

| 競技会名       | 場所         | 期日        | 標準記録 男子 | 標準記録 女子 | 男子 優勝記録 | 女子 優勝記録 |
|------------|------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 織田記念陸上     | 広域公園(広島)   | 4/18~4/19 | 実施なし    | 実施なし    | 未実施     | 未実施     |
| 日本選抜陸上和歌山  | 紀三井寺(和歌山)  | 4/25~4/26 | 実施なし    | 実施なし    | 未実施     | 未実施     |
| 兵庫リレーカーニバル | ユニバー記念(兵庫) | 4/25~4/26 | 実施なし    | 実施なし    | 未実施     | 未実施     |
| 静岡国際陸上     | エコパ(静岡)    | 5/3       | 214     | 173     | 228     | 181     |

※参加資格の詳細は各大会の大会要項を参照すること

●2015年度 協力団体の主要競技会(日本陸連の主要競技会日程に記載があるもの)

| 競技会名     | 場所      | 期日         | 標準記録 男子        | 標準記録 女子     | 男子 優勝記録  | 女子 優勝記録  |
|----------|---------|------------|----------------|-------------|--|--|
| 日本学生個人   | 平塚(神奈川) | 6/12~6/14  | 210            | 169         | 220  | 181  |
| 実業団・学生対抗 | 平塚(神奈川) | 7/25       | 実業団・学生から3名ずつ選抜 |             | 220  | 実施なし   |
| 日本学生対校   | 長良(大阪)  | 9/11~9/13  | A:214 B:211    | A:175 B:170 | 225  | 176  |
| 全日本実業団   | 長良川(岐阜) | 9/25~9/27  | 202            | 160         | 221  | 181  |
| 全日本マスターズ | 長良川(岐阜) | 10/30~11/1 | 年齢制限のみ         |             | M25 155<br>M30 190<br>M35 195<br>M40 180<br>M45 175<br>M50 175<br>M55 160<br>M60 150<br>M65 135<br>M70 135<br>M75 125<br>M80 120<br>M85 95 | W25 151<br>W40 148<br>W45 129<br>W50 132<br>W55 127<br>W60 103<br>W65 115<br>W75 102 |

※参加資格の詳細は各大会の大会要項を参照すること

図 13.1: 日本国内の主要競技会

日本陸連が主催する競技会の中で最も重要な試合は日本選手権である。日本選手権が日本選手の頂点を決める試合であり、オリンピックや世界選手権（世界陸上）の世界大会の選考において最も重要視される試合である。

また、*IAAFWorldChallenge* の一環として実施されるゴールドングランプリも特別な大会に位置付けられている。*IAAFWorldChallenge* の主催者は国際陸上競技連盟であり、*IAAFWorldChallenge* は国際大会のサーキットとして世界中で実施されている（2015年は全12戦）。全ての試合に高跳びがあるわけではないため、毎年日本で高跳びがあるわけではないが、世界の一流選手が出場し、オリンピックや世界選手権（世界陸上）の代表選考を兼ねる重要な競技会として実施される。

日本陸連が主催する試合では日本選手権とゴールドングランプリが特に注目度の高い試合だといえる。陸上競技の試合は一般的にそれほど入場者数が多いが、オリンピックイヤーの2016年は日本選手権（愛知）で約26800人、ゴールドングランプリ（神奈川県）で約23500人の入場者数となっている。

日本陸連主催の試合ではないが、グランプリ系の試合である日本GPも重要な意味を持つ競技会である。こちらも主要競技会に位置付けられ、オリンピックや世界選手権（世界陸上）の代表選考を兼ねる競技会となっている。全ての試合に高跳びがあるわけではないが、GPシリーズに位置付けられる試合のどれかで必ず高跳びが実施される。2015年度は男女ともに静岡国際陸上で競技が実施されている。

### 13.2.2 年齢クラス別の主要競技会

年齢クラスに分けられた主要競技会としてはジュニアオリンピック，日本ユース選手権，日本ジュニア室内大阪，日本ジュニア選手権，国民体育大会などがある。国際的な基準では競技会開催年の12月31日時点で18歳未満の者をユースと呼び，競技会開催年の12月31日時点で20歳未満の者をジュニアと呼ぶことが多い。日本の場合は学齢を考慮して競技会の年齢クラスが決められている場合があるので注意が必要となる。

各大会の年齢制限の詳細については募集要項に記載があるので，そちらを参照してほしい。ここでは参考までに2015年度に開催された各大会の年齢クラス分け定義を図13.2，図13.3にまとめて示す。

| 競技会名                                      | 各競技会の年齢制限(2015年度の試合の場合)  |
|---|--|
| 国民体育大会<br>平成27年10月2日～<br>平成27年10月6日       | 成年：平成9年4月1日以前に生まれた者<br>少年共通：少年A+少年B<br>少年A：平成9年4月2日以降平成11年4月1日までに生まれた者<br>少年B：平成11年4月2日以降に生まれた者 ※ただし中学生は3年生のみ参加できる               |
| 日本ジュニア選手権<br>平成27年10月16日～<br>平成27年10月18日  | 平成8年1月1日から平成12年4月1日の間に生まれた競技者  |
| 日本ユース選手権<br>平成27年10月16日～<br>平成27年10月18日   | 平成10年4月2日から平成12年4月1日の間に生まれた競技者<br>※同時に開催される日本ジュニア選手権の標準記録を突破した場合は日本ジュニアに申し込みすることができる。<br>ただしその場合は同一あるいは他の種目で日本ユース選手権への申し込みはできない。 |
| ジュニアオリンピック<br>平成27年10月23日～<br>平成27年10月25日 | A：平成12年4月2日生～平成13年4月1日生<br>B：平成13年4月2日生～平成14年4月1日生<br>C：平成14年4月2日生～平成15年4月1日生  |
| 日本ジュニア室内大阪<br>平成28年3月12日～<br>平成28年3月13日   | 中学生の部：平成12年4月2日～平成15年4月1日の間に生まれた者で中学校に在籍している者<br>ジュニアの部：平成9年1月1日以降に生まれた者 ※中学生は「中学生の部」にしか参加できない                                   |

図 13.2: 年齢クラス別の主要競技会の年齢制限

| 学校  | 誕生日                   | 平成27年年度の競技会            |                        |                                 |                                       |                                      |   |   |
|-----|-----------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|---|
|     |                       | 平成27年<br>4月1日時点<br>の学年 | 平成27年<br>4月1日時点<br>の年齢 | 国体<br>平成27年10月2日～<br>平成27年10月6日 | 日本ジュニア<br>平成27年10月16日～<br>平成27年10月18日 | 日本ユース<br>平成27年10月16日～<br>平成27年10月18日 | ジュニアオリンピック<br>平成27年10月23日～<br>平成27年10月25日 | 日本ジュニア室内大阪<br>平成28年3月12日～<br>平成28年3月13日 |
|     |                       | 学年                     | 年齢                     | 成年                              | 少年A                                   | 少年B                                  | ジュニアの部                                    | 中学生の部                                   |
| 大学  | ～平成7年4月1日             | 大学生3年以上                | 20以上                   |                                 |                                       |                                      |   |   |
|     | 平成7年4月2日～平成7年12月31日   | 大学生2年                  | 19                     |                                 |                                       |                                      |   |   |
|     | 平成8年1月1日～平成8年4月1日     | 大学生2年                  | 18                     |                                 |                                       |                                      |   |   |
|     | 平成8年4月2日～平成8年12月31日   | 大学生1年                  | 18                     |                                 |                                       |                                      |   |   |
| 高校  | 平成9年1月1日～平成9年4月1日     | 大学生1年                  | 18                     |                                 |                                       |                                      |   |   |
|     | 平成9年4月2日～平成9年12月31日   | 高校3年生                  | 17                     |                                 |                                       |                                      |   |   |
|     | 平成10年1月1日～平成10年4月1日   | 高校3年生                  | 17                     |                                 |                                       |                                      |   |   |
|     | 平成10年4月2日～平成10年12月31日 | 高校2年生                  | 16                     |                                 |                                       |                                      |   |   |
|     | 平成11年1月1日～平成11年4月1日   | 高校2年生                  | 16                     |                                 |                                       |                                      |   |   |
|     | 平成11年4月2日～平成11年12月31日 | 高校1年生                  | 15                     |                                 |                                       |                                      |   |   |
| 中学  | 平成12年1月1日～平成12年4月1日   | 高校1年生                  | 15                     |                                 |                                       |                                      |   |   |
|     | 平成12年4月2日～平成12年12月31日 | 中学3年生                  | 14                     |                                 |                                       |                                      |   |   |
|     | 平成13年1月1日～平成13年4月1日   | 中学3年生                  | 14                     |                                 |                                       | A                                    |   |   |
|     | 平成13年4月2日～平成13年12月31日 | 中学2年生                  | 13                     |                                 |                                       | B                                    |   |   |
|     | 平成14年1月1日～平成14年4月1日   | 中学2年生                  | 13                     |                                 |                                       | C                                    |   |   |
| 小学生 | 平成14年4月2日～平成14年12月31日 | 中学1年生                  | 12                     |                                 |                                       |                                      |   |   |
|     | 平成15年1月1日～平成15年4月1日   | 中学1年生                  | 12                     |                                 |                                       |                                      |   |   |
|     | 平成15年4月2日～            | 小学生5年生以下               | 11以下                   |                                 |                                       |                                      |   |   |

参考：IAAFの主催する世界ユース選手権(隔年実施)は開催年の12月31日時点で16歳～17歳の者(U18)が資格者となる  
参考：IAAFの主催する世界ジュニア選手権(隔年実施)は開催年の12月31日時点で16歳～19歳の者(U20)が資格者となる

図 13.3: 年齢クラスの定義

### 13.2.3 学校区分別の主要競技会

ここでは学校区分別の主要競技会を説明する。

#### 小学生の主要競技会

全国小学生陸上（全国小学生陸上競技交流会）が主要な大会であり，全国小学生陸上の予選会や，選抜陸上競技大会が主な試合となる。

#### 中学生の主要競技会

全国中学陸上（全日本中学校陸上競技選手権大会，全日中と呼ばれることもある）が主要な大会であり，全国中学陸上の予選となる地区総体（市区町村や都道府県レベルで行われる中学校総合体育大会）や新人大会，通信陸上競技会などが主な試合となる。

#### 高校生の主要競技会

全国高校陸上（全国高等学校陸上競技選手権大会，全国高校総体やインターハイと呼ばれることもある）が主要な大会であり，全国高校陸上の予選となる地区総体（市区町村や都道府県レベルで行われる高等学校総合体育大会）や新人大会などが主な試合となる。

#### 大学生の主要競技会

日本学生対校（日本が学生対校陸上競技選手権大会，全日本インカレや全カレと呼ばれることもある），日本学生個人（日本学生陸上競技個人選手権）が主要な大会であり，日本学生対校の予選となる地区インカレ（各学連が行う学生陸上競技対校選手権大会）や大学同士で行う対校戦などが主な試合となる。

大学同士で行う対校戦は大学陸上部にとって特別なものであり，大学によっては最も重要な試合に位置付けられることもある。

#### 社会人（実業団選手）の主要競技会

全日本実業団（全日本実業団対抗陸上競技選手権大会）が主要な大会であり，全日本実業団の予選となる地区実業団の大会が主な試合となる。実業団で陸上を続ける選手の多くは日本のトップレベルの選手であるため第13.1節に示した日本国内の主要競技会を重要な試合に位置付けて競技を行う選手が多い。



## 13.3 国外の主要競技会

### 13.3.1 アジア陸上競技連盟が主催する主要競技会

アジア地域の陸上競技の統括団体であるアジア陸上競技連盟（以下:アジア陸連, AAA）が主催する主要競技会を図 13.4 にまとめる。主要競技会日程はアジア陸連の HP を見るか、日本陸連が発表する主要競技会日程を見れば分かる。（図 13.4 は高跳びに関連する主要競技会のみを記載している）

●国際陸連の主催試合(World Athletics Series)

| 競技会名  | 開催<br>周期 | 直近の<br>開催地                  | 直近の<br>期日               | 標準記録 男子     | 標準記録 女子     | 男子<br>優勝記録 | 女子<br>優勝記録 |
|---|----------|-----------------------------|-------------------------|-------------|-------------|------------|------------|
| Asian Athletics Championships<br>(アジア選手権)         | 2年周期     | China<br>Wuhan              | 2015/6/3~<br>2015/6/7   | 派遣設定記録: 228 | 派遣設定記録: 192 | 224        | 191        |
| Asian Indoor Athletics Championships<br>(アジア室内)   | 2年周期     | Qatar<br>Doha               | 2016/2/19~<br>2016/2/21 | 日本陸連により選考   |             | 235        | 192        |
| Asian Junior Athletics Championships<br>(アジアジュニア) | 2年周期     | Vietnam<br>Ho Chi Minh City | 2016/6/2~<br>2016/6/6   | 参加標準記録: 203 | 参加標準記録: 172 | 216        | 174        |
| Asian Youth Athletics Championships<br>(アジアユース)   | 2年周期     | Qatar<br>Doha               | 2015/5/8~<br>2015/5/11  | 日本陸連により選考   |             | 215        | 174        |

※2016年11月時点で直近の大会の情報を記載している  
※参加資格の詳細は各大会の大会要項を参照すること

図 13.4: アジア陸連の主要競技会

アジア陸連の主催する競技会は通常は標準記録が設定されておらず、各国陸連の裁量で出場選手を選ぶことが多い。

2015年のアジア選手権の場合は、日本陸連が世界ランキング 32 位相当となる派遣設定記録を定めており、日本 GP シリーズとゴールデングランプリが選考競技会となっている。また、このときの選考の優先順位は

1. 有効期間内に、アジア選手権派遣設定記録を満たし、選考競技会で日本人 8 位以内の競技者
2. 本大会でメダル獲得を期待できる、選考競技会で日本人 8 位以内の競技者
3. 強化育成部から推薦された今後国際大会で活躍が期待される競技者

となっている（詳細は日本陸連の代表選手選考要項を参照すること）。

### 13.3.2 国際陸上競技連盟が主催する主要競技会

陸上競技の国際的な統括団体である国際陸上競技連盟（以下:国際陸連, IAAF）が主催する主要競技会を図 13.5, 13.6 にまとめる. 主要競技会日程は国際陸連の HP の *COMPETITIONS* の項目を見れば分かる. (図 13.5, 13.6 は高跳びに関連する主要競技会のみを記載している)

●国際陸連の主催試合(World Athletics Series)

| 競技会名                                      | 開催<br>周期 | 直近の<br>開催地                | 直近の<br>期日               | 標準記録 男子                            | 標準記録 女子                            | 男子<br>優勝記録 | 女子<br>優勝記録 |
|---|----------|---------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------|------------|
| IAAF World Championships<br>(世界選手権, 世界陸上) | 2年周期     | China<br>Beijing          | 2015/8/22~<br>2015/8/30 | 参加標準記録: 228<br>派遣設定記録: 231         | 参加標準記録: 194<br>派遣設定記録: 194         | 234        | 201        |
| IAAF World Indoor Championships<br>(世界室内) | 2年周期     | United States<br>Portland | 2016/3/17~<br>2016/3/20 | 233                                | 197                                | 236        | 196        |
| IAAF World U20 Championships<br>(世界ジュニア)  | 2年周期     | Poland<br>Bydgoszcz       | 2016/7/19~<br>2016/7/24 | 216                                | 183                                | 227        | 191        |
| IAAF World U18 Championships<br>(世界ユース)   | 2年周期     | Colombia<br>Cali          | 2015/7/15~<br>2015/7/19 | 参加標準記録: 206<br>派遣設定記録:<br>過去大会入賞相当 | 参加標準記録: 177<br>派遣設定記録:<br>過去大会入賞相当 | 220        | 190        |
| IAAF Continental Cup<br>(コンチネンタルカップ)      | 4年周期     | Morocco<br>Marrakech      | 2014/9/13~<br>2014/9/14 | アジア地域の<br>ランキングから選出                | アジア地域の<br>ランキングから選出                | 237        | 199        |

※2016年11月時点で直近の大会の情報を掲載している  
※参加資格の詳細は各大会の大会要項を参照すること

図 13.5: 国際陸連の主要競技会 (World Athletics Series)

国際陸連が主催する競技会の中で最も重要な大会は世界選手権であり, 世界最高峰の大会である. 2015 年には参加国数 207, 参加選手数 1933 名の規模で実施されている. 参加国数が多く, 規模が大きいことからオリンピックやサッカー W 杯と並び世界三大スポーツイベントの一つと呼ばれることも多い.

2015 年の世界選手権の場合は国際陸連が定めた参加標準記録 (フィールド種目は出場者が 32 人程度になるように設定されている) と, 日本陸連が定めた派遣設定記録 (世界ランキング 12 位相当に設定されている) があり, アジア大会と日本選手権, 日本 GP シリーズ, ゴールデングランプリ, アジア選手権が選考競技会となっている (詳細は日本陸連の代表選手選考要項を参照すること).

| ●国際陸連の主催試合(One-Day Meeting Circuits)   |             |                                 |                         |  |         |            |            |
|--|-------------|---------------------------------|-------------------------|--|---------|------------|------------|
| 競技会名   | 開催<br>周期    | 直近の<br>開催地                      | 直近の期日                   | 標準記録 男子  | 標準記録 女子 | 男子<br>優勝記録 | 女子<br>優勝記録 |
| <b>IAAF Diamond League<br/>(ダイヤモンドリーグ)</b><br>※The IAAF Diamond League is the top tier of the IAAF's global invitational track and field meeting competition structure | 毎年世界各地で14試合 | Qatar<br>Doha                   | 2016/5/6                | 基本的に主催者が出場者を選考   |         | 233        | 未実施        |
|  |             | China<br>Shanghai               | 2016/5/14               | 出場者の選考における取り決めの詳細はRegulationに記載がある。  |         | 未実施        | 194        |
|  |             | Morocco<br>Rabat                | 2016/5/22               | 各試合の賞金額(米ドル)   |         | 231        | 未実施        |
|  |             | United States<br>Eugene         | 2016/5/27~<br>2016/5/28 | 1st 10000  |         | 未実施        | 195        |
|  |             | Italy<br>Rome                   | 2016/6/2                | 2nd 6000   |         | 233        | 未実施        |
|  |             | United Kingdom<br>Birmingham    | 2016/6/5                | 3rd 4000   |         | 237        | 未実施        |
|  |             | Norway<br>Oslo                  | 2016/6/9                | 4th 3000   |         | 未実施        | 190        |
|  |             | Sweden<br>Stockholm             | 2016/6/16               | 5th 2500   |         | 未実施        | 193        |
|  |             | Monaco                          | 2016/7/15               | 6th 2000   |         | 239        | 未実施        |
|  |             | United Kingdom<br>London        | 2016/7/22~<br>2016/7/23 | 7th 1500   |         | 未実施        | 198        |
|  |             | Switzerland<br>Lausanne         | 2016/8/25               | 8th 1000   |         | 235        | 未実施        |
|  |             | France<br>Paris                 | 2016/8/27               | 各種目の年間通算ポイント1位の選手には40000米ドルとダイヤモンドトロフィー(※)が授与される。<br>※80000米ドル相当の4カラットダイヤモンドが入っている |         | 未実施        | 198        |
|  |             | Switzerland<br>Zurich           | 2016/9/1                |  |         | 未実施        | 196        |
|  |             | Belgium<br>Brussels             | 2016/9/9                |  |         | 232        | 未実施        |
| <b>IAAF World Challenge</b><br>※The IAAF World Challenge is the second tier of the IAAF's global invitational track and field meeting competition structure            | 毎年世界各地で     | Australia<br>Melbourne          | 2016/3/5                | 基本的に主催者が出場者を選考   |         | 未実施        | 193        |
|  |             | Jamaica<br>Kingston             | 2016/5/7                | 出場者の選考における取り決めの詳細はRegulationに記載がある。  |         | 223        | 未実施        |
|  |             | Japan<br>Kawasaki               | 2016/5/8                | 各試合の賞金額(米ドル) ※コアグループの賞金額   |         | 233        | 193        |
|  |             | China<br>Beijing                | 2016/5/18               | 1st 5000   |         | 236        | 193        |
|  |             | Czech Republic<br>Ostrava       | 2016/5/20               | 2nd 3500   |         | 未実施        | 未実施        |
|  |             | Netherlands<br>Hengelo          | 2016/5/22               | 3rd 2000   |         | 221        | 未実施        |
|  |             | Senegal<br>Dakar                | 2016/5/25               | 4th 1500   |         | 未実施        | 未実施        |
|  |             | Brazil<br>São Bernardo do Campo | 2016/6/19               | 5th 1000   |         | 221        | 未実施        |
|  |             | Spain<br>Madrid                 | 2016/6/23               | 6th 700  |         | 未実施        | 193        |
|  |             | Germany<br>Berlin               | 2016/9/3                | 7th 600  |         | 未実施        | 未実施        |
|  |             | Croatia<br>Zagreb               | 2016/9/6                | 8th 500  |         | 未実施        | 189        |
| <b>IAAF World Indoor Tour</b><br>※男子高跳びは2017年のイベントグループにあるため2016年は実施されていない。   | 毎年世界各地で     | Germany<br>Karlsruhe            | 2016/2/6                | 基本的に主催者が出場者を選考   |         | 未実施        | 193        |
|  |             | United States<br>Boston         | 2016/2/14               | 出場者の選考における取り決めの詳細はRegulationに記載がある。  |         | 未実施        | 未実施        |
|  |             | Sweden<br>Stockholm             | 2016/2/17               | 各試合の賞金額(米ドル) 1st 3000 2nd 1500   |         | 未実施        | 195        |
|  |             | Scotland<br>Glasgow             | 2016/2/20               | 3rd 1000 4th 750 5th 500 6th 300   |         | 未実施        | 193        |

※2016年11月時点で直近の大会の情報を記載している  
※参加資格の詳細は各大会の大会要項を参照すること

図 13.6: 国際陸連の主要競技会 (One-Day Meeting Circuits)

ダイヤモンドリーグは国際陸連が主催する競技会の中で世界最高峰のリーグ戦であり、基本的に主催者の選考によって出場者が決まる(出場者の選考における取り決めの詳細は各大会の Regulation を参照すること)。

2016年は14戦、男女各16種目が世界各地で実施されており、各大会の入賞者には賞金が与えられ(1位10000米ドル~8位1000米ドル)、各種目の年間通算ポイント1位の選手には40000米ドルとダイヤモンドトロフィー(80000米ドル相当の4カラットダイヤモンドが入っている)が授与される。

### 13.3.3 ユニバーシアード

ユニバーシアード (*Universiade*) は2年に一度開催される世界規模の総合競技大会 (陸上以外の競技も実施される競技大会) であり, 国際大学スポーツ連盟 (*FISU*) が主催している. 2015年には全21競技, 参加国数143, 参加選手数12885名の規模で実施されている.

2015年の韓国大会の場合は日本学生陸上競技連合が定めた標準記録 (男子221, 女子186) であり, 過去のユニバーシアード競技結果をもとに設定されている) があり, 日本GPシリーズ, ゴールドングランプリ, 各地区インカレ, 日本学生対校, 実業団・学生対抗が選考競技会となっている (詳細は日本学生陸上競技連合の代表選手選考要項を参照すること).

### 13.3.4 アジア大会

アジア大会 (アジア競技会, *AsianGames*) は4年に一度アジアで開催される総合競技大会 (陸上以外の競技も実施される競技大会) であり, アジアオリンピック評議会 (*OCA*) が主催している. 2014年には全42競技, 参加国数44, 参加選手数9501名の規模で実施されている.

2014年のアジア大会の場合は, 日本陸連が世界ランキング32位相当となる派遣設定記録B (男子228, 女子192) と, 世界ランキング12位相当となる派遣設定記録A (男子231, 女子195) が設定されており, 日本選手権と日本GPシリーズ, ゴールドングランプリが選考競技会となっている (詳細は日本陸連の代表選手選考要項を参照すること).

### 13.3.5 オリンピック

オリンピック（夏季オリンピック, *SummerOlympicGames*）は4年に一度開催される世界規模の総合競技大会（陸上以外の競技も実施される競技大会）であり、国際オリンピック委員会（*IOC*）が主催している。2016年には全306種目、参加国数206、参加選手数11000名の規模で実施されている。

2016年のリオオリンピックの場合は国際陸連が定めた参加標準記録（男子229, 女子193であり、フィールド種目は出場者が32人程度になるように設定されている）と、日本陸連が定めた派遣設定記録（男子231, 女子193であり、世界ランキング12位相当に設定されている）があり、世界選手権と日本選手権、日本GPシリーズ、ゴールドングランプリが選考競技会となっている（詳細は日本陸連の代表選手選考要項を参照すること）。

参考までリオオリンピックの高跳び選手の内定条件は

1. 北京世界選手権で8位以内の成績を収めた日本人最上位の競技者
2. 派遣設定記録を満たし、日本選手権で8位以内の成績を収めた最上位の競技者
3. 参加標準記録を満たした、日本選手権優勝者

であった。

### 13.4 主要競技会の記録水準

日本，アジア，世界の主要なシニアの競技会の優勝記録をグラフにまとめると図 13.7 のようになる。

女子も男子も 1990 年以降の優勝記録は頭打ちの傾向にある。1990 年以降のオリンピック・世界選手権・世界室内の優勝記録を平均すると、男子が 236，女子が 202 であり，これが世界レベルの大会の優勝ラインの目安と言える。

また，アジア大会・アジア選手権・アジア室内の 1990 年以降の優勝記録を平均すると男子が 226，女子が 191 となり，これがアジアレベルの大会の優勝ラインの目安と言える。1990 年以降の日本選手権の優勝記録を平均すると男子が 224，女子が 185 となっている。

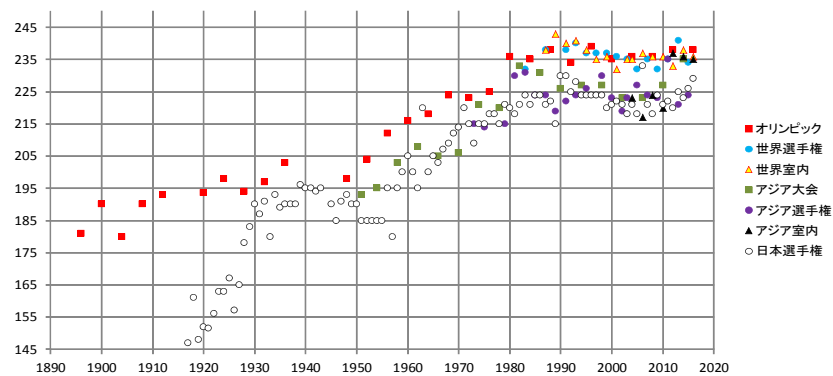


図 13.7: シニアの主要競技会の記録推移まとめ (男子)

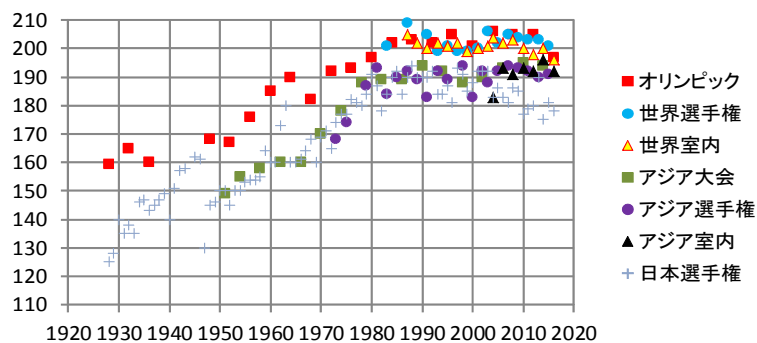


図 13.8: シニアの主要競技会の記録推移まとめ (女子)

### 13.4.1 日本選手権

2016年現在の日本選手権の歴代優勝記録を図13.9、図13.10にまとめる。

| 回数  | 開催年  | 記録   | 氏名     | 所属      | 回数 | 開催年  | 記録     | 氏名        | 所属      |
|-----|------|------|--------|---------|----|------|--------|-----------|---------|
| 100 | 2016 | 2m29 | 衛藤 昂   | AGF     | 48 | 1984 | 2m00   | 宮崎欣也      | 大昭和     |
| 99  | 2015 | 2m26 | 戸邊直人   | つくばTP   | 47 | 1983 | 2m20   | A. スネズヴェル | オーストラリア |
| 98  | 2014 | 2m23 | 衛藤 昂   | 筑波大     | 46 | 1982 | 1m95   | 石部安浩      | 中大      |
| 97  | 2013 | 2m25 | 高張広海   | 日立ICT   | 45 | 1981 | 2m00   | 宮崎欣也      | 大昭和     |
| 96  | 2012 | 2m20 | 高張広海   | 日立CT    | 44 | 1980 | 2m05   | 杉岡邦由      | 日大      |
| 95  | 2011 | 2m22 | 戸邊直人   | 筑波大     | 43 | 1979 | 2m00   | 杉岡邦由      | 日大二高    |
| 94  | 2010 | 2m21 | 高張広海   | 日立ICT   | 42 | 1978 | 1m95   | 笠松登       | リッカー    |
| 93  | 2009 | 2m24 | 齋藤直幸   | 富士通     | 41 | 1977 | 1m80   | 笠松登       | リッカー    |
| 92  | 2008 | 2m18 | 土屋光    | モンテローザ  | 40 | 1976 | 1m95   | 石川行男      | 静岡      |
| 91  | 2007 | 2m21 | 齋藤直幸   | 富士通     | 39 | 1975 | 1m85   | 笠松登       | 中大      |
| 90  | 2006 | 2m33 | 齋藤直幸   | 富士通     | 38 | 1974 | 1m85   | 中島武彦      | 八幡製鉄    |
| 89  | 2005 | 2m18 | 齋藤直幸   | 東京陸協    | 37 | 1973 | 1m85   | 山本和隆      | 日大      |
| 88  | 2004 | 2m21 | 久保田聡   | 慶大      | 36 | 1972 | 1m85   | 石川行男      | 早大      |
| 87  | 2003 | 2m18 | 齋藤直幸   | 東京陸協    | 35 | 1971 | 1m85   | 鈴木義博      | 東洋紡     |
| 86  | 2002 | 2m21 | 内田剛弘   | 福岡大     | 34 | 1970 | 1m90   | 鈴木義博      | 早大AC    |
| 85  | 2001 | 2m22 | 若野真弘   | ゴールドウイン | 33 | 1969 | 1m90   | 鈴木義博      | 早大      |
| 84  | 2000 | 2m21 | 吉田孝久   | ミスノ     | 32 | 1968 | 1m93   | 鈴木義博      | 早大      |
| 83  | 1999 | 2m20 | 吉田孝久   | ミスノ     | 31 | 1967 | 1m91   | 田中弘       | 山口      |
| 82  | 1998 | 2m24 | 塚嶋茂樹   | 三洋信販    | 30 | 1966 | 1m85   | 原学        | 門鉄      |
| 81  | 1997 | 2m24 | 吉田孝久   | ミスノ     | 29 | 1965 | 1m90   | 森島勝男      | 静協      |
| 80  | 1996 | 2m24 | 野村智宏   | 日大      | 28 | 1964 |        |           | —中止—    |
| 79  | 1995 | 2m24 | 原上三知也  | スズキ     | 27 | 1963 | 1m95   | 原学        | 明大      |
| 78  | 1994 | 2m24 | 吉田孝久   | ミスノ     | 26 | 1962 | 1m94   | 岡本三市      | 灘順      |
| 77  | 1993 | 2m28 | 野中悟    | エンドレスAC | 25 | 1961 | 1m95   | 原学        | 明大      |
| 76  | 1992 | 2m25 | 吉田孝久   | ミスノTC   | 24 | 1960 | 1m95   | 岡本三市      | 瀧州      |
| 75  | 1991 | 2m30 | T. ケンプ | パハマ     | 23 | 1959 | 1m96   | 加島勇       | 文理大     |
| 74  | 1990 | 2m30 | S. マテイ | ルーマニア   | 22 | 1958 | 1m90   | 朝隈晋郎      | 明大      |
| 73  | 1989 | 2m15 | 吉田孝久   | 筑波大     | 21 | 1957 | 1m90   | 朝隈晋郎      | 明大      |
| 72  | 1988 | 2m22 | 阪本孝男   | 豊知陸協    | 20 | 1956 | 1m90   | 安達清       | 早大      |
| 71  | 1987 | 2m21 | 井上基史   | 筑波大     | 19 | 1955 | 1m88   | 小野操       | 慶大      |
| 70  | 1986 | 2m24 | 氏野修次   | 和歌山陸協   | 18 | 1954 | 1m93   | 木村一夫      | 早大      |
| 69  | 1985 | 2m24 | 氏野修次   | 和歌山陸協   | 17 | 1953 | 1m80   | 窪谷利一      | 日大専門部   |
| 68  | 1984 | 2m21 | 阪本孝男   | 東海スポーツ  | 16 | 1952 | 1m91   | 木村一夫      | 早大      |
| 67  | 1983 | 2m24 | 阪本孝男   | 東海スポーツ  | 15 | 1951 | 1m87   | 木村一夫      | 早大      |
| 66  | 1982 | 2m21 | 阪本孝男   | 鶴川ク     | 14 | 1950 | 1m90   | 木村一夫      | 関西学院    |
| 65  | 1981 | 2m18 | 阪本孝男   | 鶴川ク     | 13 | 1949 | 1m83   | 木村一夫      | 関西学院    |
| 64  | 1980 | 2m20 | 沢武芳    | 栃木県運動公園 | 12 | 1948 | 1m78   | 内藤健蔵      | 木更津中    |
| 63  | 1979 | 2m21 | 山本喜徳   | 農作高     |    |      |        | 平岡進       | 慶大      |
| 62  | 1978 | 2m15 | 阪本孝男   | 筑波大     | 11 | 1927 | 1m65   | 三木健雄      | 童野中     |
| 61  | 1977 | 2m18 | 影井克弘   | 本田技研    |    |      |        | 石井敏三      | 水戸高     |
| 60  | 1976 | 2m18 | 瀬川一紀   | 慶大      | 10 | 1926 | 1m57   | 中沢米太郎     | 岸和田中    |
| 59  | 1975 | 2m15 | 浜野敏英   | 埼玉陸協    |    |      |        | 平井武       | 早大      |
| 58  | 1974 | 2m15 | 影井克弘   | 東洋大     |    |      |        | 伊達十郎      | 慶大      |
| 57  | 1973 | 2m09 | 富沢英彦   | 大阪陸協    | 9  | 1925 | 1m67   | 平井武       | 早大      |
| 56  | 1972 | 2m15 | 杉岡邦由   | 新日鉄     | 8  | 1924 | 1m63   | 伊達十郎      | 学習院     |
| 55  | 1971 | 2m20 | 富沢英彦   | 碓氷クラブ   | 7  | 1923 | 1m63   | 浦沢晋老      | 北野中学    |
| 54  | 1970 | 2m14 | 富沢英彦   | 碓氷クラブ   | 6  | 1922 | 1m56   | 伊達十郎      | 学習院     |
| 53  | 1969 | 2m12 | 杉岡邦由   | 八幡製鉄    | 5  | 1921 | 1m51.5 | 沢田一郎      | 慶大      |
| 52  | 1968 | 2m09 | 杉岡邦由   | 八幡製鉄    | 4  | 1920 | 1m52   | 三宅大輔      | 慶大      |
| 51  | 1967 | 2m07 | 富沢英彦   | 慶大      | 3  | 1919 | 1m48   | 原豊二郎      | 慶大      |
| 50  | 1966 | 2m03 | 清水修    | 大体大     | 2  | 1918 | 1m61   | 内藤政道      | 学習院     |
| 49  | 1965 | 2m05 | 杉岡邦由   | 八幡製鉄    | 1  | 1917 | 1m47   | 内藤政道      | 学習院     |

図 13.9: 日本選手権の歴代優勝記録 (男子)

| 回数  | 開催年  | 記録   | 氏名      | 所属        | 回数 | 開催年  | 記録   | 氏名      | 所属           |
|-----|------|------|---------|-----------|----|------|------|---------|--------------|
| 100 | 2016 | 1m78 | 京谷 萌子   | 北海道ハイテクAC | 55 | 1971 | 1m71 | 鈴木久義江   | 東洋大          |
| 99  | 2015 | 1m81 | 渡邊有希    | ミライトテクノ   | 54 | 1970 | 1m89 | 鈴木久義江   | 東洋大          |
| 98  | 2014 | 1m75 | 渡邊有希    | ミライトテクノ   | 53 | 1969 | 1m60 | 曾根幹子    | 上下高          |
| 97  | 2013 | 1m90 | 福本 幸    | 甲南学園AC    | 52 | 1968 | 1m68 | 福岡美千代   | 小松島高         |
| 96  | 2012 | 1m80 | 前田愛莉    | 順天堂大      | 51 | 1967 | 1m64 | 山三保子    | 義作大          |
| 95  | 2011 | 1m79 | 福本幸     | 甲南AC      | 50 | 1966 | 1m61 | 竹田真実    | 中京大          |
| 94  | 2010 | 1m77 | 藤沢潔香    | 鎌ヶ谷みちるAC  | 49 | 1965 | 1m60 | 堀橋子     | 日立           |
| 93  | 2009 | 1m85 | 福本幸     | 大阪陸協      | 48 | 1964 | 1m60 | 青木政子    | 館館高          |
| 92  | 2008 | 1m86 | 福本幸     | 大阪陸協      | 47 | 1963 | 1m80 | I. パラシュ | ルーマニア        |
| 91  | 2007 | 1m81 | 青山幸     | 大阪陸協      | 46 | 1962 | 1m73 | O. ゲレ   | ユーゴスラビア      |
| 90  | 2006 | 1m83 | 青山幸     | 大阪陸協      | 45 | 1961 | 1m80 | 神谷真美子   | 大昭和          |
| 89  | 2005 | 1m86 | ハニカット陽子 | 日体大AC     | 44 | 1960 | 1m80 | 神谷真美子   | 大昭和          |
| 88  | 2004 | 1m83 | 今井美希    | ミスノ       | 43 | 1959 | 1m64 | 田中初世    | 八幡製鉄         |
| 87  | 2003 | 1m92 | 今井美希    | ミスノ       | 42 | 1958 | 1m55 | 高橋美代子   | 中大           |
| 86  | 2002 | 1m92 | 太田陽子    | ミキハウス     | 41 | 1957 | 1m64 | 近藤由美子   | 豊後土居高        |
| 85  | 2001 | 1m92 | 今井美希    | ミスノ       | 40 | 1956 | 1m64 | 渡辺森子    | 北学大          |
| 84  | 2000 | 1m88 | 太田陽子    | ミキハウス     | 39 | 1955 | 1m53 | 渡辺森子    | 北学大          |
| 83  | 1999 | 1m85 | 今井美希    | ミスノ       | 38 | 1954 | 1m50 | 高橋美代子   | 三島高          |
| 82  | 1998 | 1m91 | 今井美希    | 中京女大TC    | 37 | 1953 | 1m50 | 聖真美子    | 龍岡高          |
| 81  | 1997 | 1m93 | 太田陽子    | ミキハウス     | 36 | 1952 | 1m45 | 林怜子     | 慶学大          |
| 80  | 1996 | 1m81 | 太田陽子    | 日体大       | 35 | 1951 | 1m50 | 山内リエ    | 京都AC         |
| 79  | 1995 | 1m87 | 今井美希    | 中京女大      | 34 | 1950 | 1m50 | 佐藤妙子    | 福島陸協         |
| 78  | 1994 | 1m84 | 真広千波    | 中京女大      | 33 | 1949 | 1m46 | 米陀京子    | 中京体専         |
| 77  | 1993 | 1m84 | 佐藤真     | ミスノ       | 32 | 1948 | 1m45 | 米陀京子    | 倉津高女         |
| 76  | 1992 | 1m92 | 佐藤真     | ミスノTC     | 31 | 1947 | 1m30 | 西原綾子    | 佐賀陸協         |
| 75  | 1991 | 1m90 | 佐藤真     | ミスノTC     | 30 | 1946 | 1m81 | 山内リエ    | 京都           |
| 74  | 1990 | 1m90 | 佐藤真     | 福岡県教委     | 29 | 1945 | 1m62 | 山内リエ    | 浪花高女教        |
| 73  | 1989 | 1m90 | 倉希真     | 鶴岡        | 28 | 1944 |      |         | —中止—         |
| 72  | 1988 | 1m84 | 佐藤真     | 福岡大       | 27 | 1943 | 1m58 | 山内リエ    | 中京高女         |
| 71  | 1987 | 1m90 | 佐藤真     | 福岡大       | 26 | 1942 | 1m57 | 山内リエ    | 中京高女         |
| 70  | 1986 | 1m84 | 松井昌美    | 京都エイム     | 25 | 1941 | 1m51 | 有永喜代子   | 中京高女         |
| 69  | 1985 | 1m92 | 佐藤真     | 福岡大       | 24 | 1940 | 1m40 | 広瀬百合子   | 関西女教         |
| 68  | 1984 | 1m90 | 福光久代    | 大昭和       | 23 | 1939 | 1m49 | 有永喜代子   | 国東女          |
| 67  | 1983 | 1m84 | 佐藤真     | 沼津高       | 22 | 1938 | 1m47 | 西田順子    | 札幌女出         |
| 66  | 1982 | 1m78 | 福光久代    | 大昭和       | 21 | 1937 | 1m45 | 広瀬百合子   | 東女体専         |
| 65  | 1981 | 1m87 | 佐藤真     | 水戸中       | 20 | 1936 | 1m43 | 広瀬百合子   | 東女体専         |
| 64  | 1980 | 1m91 | 福光久代    | 大昭和       | 19 | 1935 | 1m47 | 相良八重    | 東女体専         |
| 63  | 1979 | 1m84 | 八木たまみ   | 關東学園大     | 18 | 1934 | 1m46 | 広瀬百合子   | 羽咋高女         |
| 62  | 1978 | 1m80 | 八木たまみ   | 關東学園大     | 17 | 1933 | 1m35 | 山形勝子    | 日方女          |
| 61  | 1977 | 1m81 | 八木たまみ   | 群馬陸協      | 16 | 1932 | 1m38 | 浜崎千代    | 京二条女         |
| 60  | 1976 | 1m82 | 曾根幹子    | 大昭和       | 15 | 1931 | 1m35 | 浜崎千代    | 京二条女         |
| 59  | 1975 | 1m77 | 曾根幹子    | 大昭和       | 14 | 1930 | 1m40 | 永田喜代子   | 土浦女          |
| 58  | 1974 | 1m77 | 曾根幹子    | 東洋大       | 13 | 1929 | 1m28 | 宮本美代子   | 夕陽丘女         |
| 57  | 1973 | 1m74 | 曾根幹子    | 東洋大       | 12 | 1928 | 1m25 | 吉田喜久枝   | アルモンド        |
| 56  | 1972 | 1m65 | 福岡美千代   | 中大        |    |      |      |         | 第12回大会までは未実施 |

図 13.10: 日本選手権の歴代優勝記録 (女子)



### 13.4.2 アジア室内

2016年現在のアジア室内の歴代優勝記録を図13.11、図13.12にまとめる。

| 回数 | 開催年  | 記録   | 氏名                 | 国名  |
|----|------|------|--------------------|-----|
| 7  | 2016 | 2m35 | Mutaz Essa Barshim | QAT |
| 6  | 2014 | 2m36 | Mutaz Essa Barshim | QAT |
| 5  | 2012 | 2m37 | Mutaz Essa Barshim | QAT |
| 4  | 2010 | 2m20 | Mutaz Essa Barshim | QAT |
| 3  | 2008 | 2m24 | Sergey Zasimovich  | KAZ |
| 2  | 2006 | 2m17 | Naoyuki Daigo      | JPN |
| 1  | 2004 | 2m23 | Yuriy Pakhlyayev   | KAZ |

図13.11: アジア室内の歴代優勝記録（男子）

| 回数 | 開催年  | 記録   | 氏名                | 国名  |
|----|------|------|-------------------|-----|
| 7  | 2016 | 1m92 | Svetlana Radzivil | UZB |
| 6  | 2014 | 1m96 | Svetlana Radzivil | UZB |
| 5  | 2012 | 1m92 | Zheng Xingjuan    | CHN |
| 4  | 2010 | 1m93 | Marina Aitova     | KAZ |
| 3  | 2008 | 1m91 | Tatyana Efimenko  | KGZ |
| 2  | 2006 | 1m93 | Marina Aitova     | KAZ |
| 1  | 2004 | 1m83 | Miyuki Aoyama     | JPN |

図13.12: アジア室内の歴代優勝記録（女子）

### 13.4.3 アジア選手権

2016年現在のアジア選手権の歴代優勝記録を図13.13、図13.14にまとめる。

| 回数 | 開催年  | 記録   | 氏名                           | 国名  |
|----|------|------|------------------------------|-----|
| 21 | 2015 | 2m24 | Takashi Eto                  | JPN |
| 20 | 2013 | 2m21 | Bi Xiaoliang                 | CHN |
| 19 | 2011 | 2m35 | Mutaz Essa Barshim           | QAT |
| 18 | 2009 | 2m23 | Manjula Kumara<br>Wijesekara | SRI |
| 17 | 2007 | 2m24 | Lee Hup Wei                  | MAS |
| 16 | 2005 | 2m27 | Manjula Kumara<br>Wijesekara | SRI |
| 15 | 2003 | 2m23 | Wang Zhouzhou                | CHN |
| 14 | 2002 | 2m19 | Cui Kai                      | CHN |
| 13 | 2000 | 2m23 | Yuriy Pakhlyayev             | KAZ |
| 12 | 1998 | 2m30 | Zhou Zhongge                 | CHN |
| 11 | 1995 | 2m26 | Lee Jin-Taek                 | KOR |
| 10 | 1993 | 2m24 | Lee Jin-Taek                 | KOR |
| 9  | 1991 | 2m22 | Lee Jin-Taek                 | KOR |
| 8  | 1989 | 2m19 | Cho Hyun-Ok                  | KOR |
| 7  | 1987 | 2m24 | Liu Yunpeng                  | CHN |
| 6  | 1985 | 2m24 | Shuji Ujino                  | JPN |
| 5  | 1983 | 2m31 | Zhu Jianhua                  | CHN |
| 4  | 1981 | 2m30 | Zhu Jianhua                  | CHN |
| 3  | 1979 | 2m15 | Kazunori Koshikawa           | JPN |
| 2  | 1975 | 2m14 | Teymour Ghiassi              | IRN |
| 1  | 1973 | 2m15 | Teymour Ghiassi              | IRN |

図 13.13: アジア選手権の歴代優勝記録（男子）

| 回数 | 開催年  | 記録   | 氏名                  | 国名  |
|----|------|------|---------------------|-----|
| 21 | 2015 | 1m91 | Svetlana Radzivil   | UZB |
| 20 | 2013 | 1m90 | Nadiya Dusanova     | UZB |
| 19 | 2011 | 1m92 | Zheng Xingjuan      | CHN |
| 18 | 2009 | 1m93 | Zheng Xingjuan      | CHN |
| 17 | 2007 | 1m94 | Tatyana Efimenko    | KGZ |
| 16 | 2005 | 1m92 | Tatyana Efimenko    | KGZ |
| 15 | 2003 | 1m88 | Bui Thi Nhung       | VIE |
| 14 | 2002 | 1m92 | Tatyana Efimenko    | KGZ |
| 13 | 2000 | 1m83 | Bobby Aloysius      | IND |
| 12 | 1998 | 1m94 | Miki Imai           | JPN |
| 11 | 1995 | 1m89 | Svetlana Zalevskaya | KAZ |
| 10 | 1993 | 1m92 | Svetlana Zalevskaya | KAZ |
| 9  | 1991 | 1m83 | Yoko Ota            | JPN |
| 8  | 1989 | 1m89 | Jin Ling            | CHN |
| 7  | 1987 | 1m92 | Ni Xiuling          | CHN |
| 6  | 1985 | 1m90 | Yang Wenqin         | CHN |
| 5  | 1983 | 1m84 | Zheng Dazhen        | CHN |
| 4  | 1981 | 1m93 | Hisayo Fukumitsu    | JPN |
| 3  | 1979 | 1m87 | Zheng Dazhen        | CHN |
| 2  | 1975 | 1m74 | Hisao Tsuchiya      | JPN |
| 1  | 1973 | 1m68 | Orit Abramovich     | ISR |

図 13.14: アジア選手権の歴代優勝記録（女子）

#### 13.4.4 アジア大会

2016年現在のアジア大会の歴代優勝記録を図13.15、図13.16にまとめる。

| 回数 | 開催年  | 記録   | 氏名                               | 国名  |
|----|------|------|----------------------------------|-----|
| 17 | 2014 | 2m35 | Mutaz Essa Barshim               | QAT |
| 16 | 2010 | 2m27 | Mutaz Essa Barshim               | QAT |
| 15 | 2006 | 2m23 | Jean-Claude Rabbath              | LIB |
| 14 | 2002 | 2m23 | Lee Jin-Taek                     | KOR |
| 13 | 1998 | 2m27 | Lee Jin-Taek                     | KOR |
| 12 | 1994 | 2m27 | Takahisa Yoshida                 | JPN |
| 11 | 1990 | 2m26 | Zhou Zhongge                     | CHN |
| 10 | 1986 | 2m31 | Zhu Jianhua                      | CHN |
| 9  | 1982 | 2m33 | Zhu Jianhua                      | CHN |
| 8  | 1978 | 2m20 | Takao Sakamoto                   | JPN |
| 7  | 1974 | 2m21 | Teymour Ghiassi                  | IRN |
| 6  | 1970 | 2m06 | Teymour Ghiassi                  | IRN |
| 5  | 1966 | 2m05 | Bhim Singh                       | IND |
| 4  | 1962 | 2m08 | Kuniyoshi Sugioka                | JPN |
| 3  | 1958 | 2m03 | Nagalingam<br>Ethiriveerasingham | CEY |
| 2  | 1954 | 1m95 | Ajit Singh                       | IND |
| 1  | 1951 | 1m93 | Andres Franco                    | PHI |

図 13.15: アジア大会の歴代優勝記録（男子）

| 回数 | 開催年  | 記録   | 氏名                | 国名  |
|----|------|------|-------------------|-----|
| 17 | 2014 | 1m94 | Svetlana Radzivil | UZB |
| 16 | 2010 | 1m95 | Svetlana Radzivil | UZB |
| 15 | 2006 | 1m93 | Marina Aitova     | KAZ |
| 14 | 2002 | 1m90 | Tatyana Efimenko  | KGZ |
| 13 | 1998 | 1m88 | Yoko Ota          | JPN |
| 12 | 1994 | 1m92 | Svetlana Munkova  | UZB |
| 11 | 1990 | 1m94 | Megumi Sato       | JPN |
| 10 | 1986 | 1m89 | Megumi Sato       | JPN |
| 9  | 1982 | 1m89 | Zheng Dazhen      | CHN |
| 8  | 1978 | 1m88 | Zheng Dazhen      | CHN |
| 7  | 1974 | 1m78 | Orit Abramovich   | ISR |
| 6  | 1970 | 1m70 | Michiyo Inaoka    | JPN |
| 5  | 1966 | 1m60 | Mami Takeda       | JPN |
| 4  | 1962 | 1m60 | Kinuko Tsutsumi   | JPN |
| 3  | 1958 | 1m58 | Emi Kamiya        | JPN |
| 2  | 1954 | 1m55 | Ahuba Kraus       | ISR |
| 1  | 1951 | 1m49 | Koyoko Yoneda     | JPN |

図 13.16: アジア大会の歴代優勝記録（女子）

### 13.4.5 世界室内

2016年現在の世界室内の歴代優勝記録を図13.17、図13.18にまとめる。

| 回数 | 開催年  | 記録   | 氏名                      | 国名  |
|----|------|------|-------------------------|-----|
| 16 | 2016 | 2m36 | Gianmarco Tamberi       | ITA |
| 15 | 2014 | 2m38 | Mutaz Essa Barshim      | QAT |
| 14 | 2012 | 2m33 | Dimitrios Chondrokoukis | GRE |
| 13 | 2010 | 2m36 | Ivan Ukhov              | RUS |
| 12 | 2008 | 2m36 | Stefan Holm             | SWE |
| 11 | 2006 | 2m37 | Yaroslav Rybakov        | RUS |
| 10 | 2004 | 2m35 | Stefan Holm             | SWE |
| 9  | 2003 | 2m35 | Stefan Holm             | SWE |
| 8  | 2001 | 2m32 | Stefan Holm             | SWE |
| 7  | 1999 | 2m36 | Javier Sotomayor        | CUB |
| 6  | 1997 | 2m35 | Charles Austin          | USA |
| 5  | 1995 | 2m38 | Javier Sotomayor        | CUB |
| 4  | 1993 | 2m41 | Javier Sotomayor        | CUB |
| 3  | 1991 | 2m40 | Hollis Conway           | USA |
| 2  | 1989 | 2m43 | Javier Sotomayor        | CUB |
| 1  | 1987 | 2m38 | Igor Paklin             | URS |

図 13.17: 世界室内の歴代優勝記録（男子）

| 回数 | 開催年  | 記録   | 氏名                                | 国名         |
|----|------|------|-----------------------------------|------------|
| 16 | 2016 | 1m96 | Vashti Cunningham                 | USA        |
| 15 | 2014 | 2m00 | Mariya Kuchina<br>Kamila Lićwinko | RUS<br>POL |
| 14 | 2012 | 1m98 | Chaunté Lowe                      | USA        |
| 13 | 2010 | 2m00 | Blanka Vlašić                     | CRO        |
| 12 | 2008 | 2m03 | Blanka Vlašić                     | CRO        |
| 11 | 2006 | 2m02 | Yelena Slesarenko                 | RUS        |
| 10 | 2004 | 2m04 | Yelena Slesarenko                 | RUS        |
| 9  | 2003 | 2m01 | Kajsa Bergqvist                   | SWE        |
| 8  | 2001 | 2m00 | Kajsa Bergqvist                   | SWE        |
| 7  | 1999 | 1m99 | Khristina Kalcheva                | BUL        |
| 6  | 1997 | 2m02 | Stefka Kostadinova                | BUL        |
| 5  | 1995 | 2m01 | Alina Astafei                     | GER        |
| 4  | 1993 | 2m02 | Stefka Kostadinova                | BUL        |
| 3  | 1991 | 2m00 | Heike Henkel                      | GER        |
| 2  | 1989 | 2m02 | Stefka Kostadinova                | BUL        |
| 1  | 1987 | 2m05 | Stefka Kostadinova                | BUL        |

図 13.18: 世界室内の歴代優勝記録（女子）

### 13.4.6 世界選手権

2016年現在の世界選手権の歴代優勝記録を図13.19、図13.20にまとめる。

| 回数 | 開催年  | 記録   | 氏名                  | 国名  |
|----|------|------|---------------------|-----|
| 15 | 2015 | 2m34 | Derek Drouin        | CAN |
| 14 | 2013 | 2m41 | Bohdan Bondarenko   | UKR |
| 13 | 2011 | 2m35 | Jesse Williams      | USA |
| 12 | 2009 | 2m32 | Yaroslav Rybakov    | RUS |
| 11 | 2007 | 2m35 | Donald Thomas       | BAH |
| 10 | 2005 | 2m32 | Yuriy Krymarenko    | UKR |
| 9  | 2003 | 2m35 | Jacques Freitag     | RSA |
| 8  | 2001 | 2m36 | Martin Buß          | GER |
| 7  | 1999 | 2m37 | Vyacheslav Voronin  | RUS |
| 6  | 1997 | 2m37 | Javier Sotomayor    | CUB |
| 5  | 1995 | 2m37 | Troy Kemp           | BAH |
| 4  | 1993 | 2m40 | Javier Sotomayor    | CUB |
| 3  | 1991 | 2m38 | Charles Austin      | USA |
| 2  | 1987 | 2m38 | Patrik Sjöberg      | SWE |
| 1  | 1983 | 2m32 | Hennadiy Avdyeyenko | URS |

図 13.19: 世界選手権の歴代優勝記録（男子）



| 回数 | 開催年  | 記録   | 氏名                 | 国名  |
|----|------|------|--------------------|-----|
| 15 | 2015 | 2m01 | Mariya Kuchina     | RUS |
| 14 | 2013 | 2m03 | Svetlana Shkolina  | RUS |
| 13 | 2011 | 2m03 | Anna Chicherova    | RUS |
| 12 | 2009 | 2m04 | Blanka Vlašić      | CRO |
| 11 | 2007 | 2m05 | Blanka Vlašić      | CRO |
| 10 | 2005 | 2m02 | Kajsa Bergqvist    | SWE |
| 9  | 2003 | 2m06 | Hestrie Cloete     | RSA |
| 8  | 2001 | 2m00 | Hestrie Cloete     | RSA |
| 7  | 1999 | 1m99 | Inha Babakova      | UKR |
| 6  | 1997 | 1m99 | Hanne Haugland     | NOR |
| 5  | 1995 | 2m01 | Stefka Kostadinova | BUL |
| 4  | 1993 | 1m99 | Ioamnet Quintero   | CUB |
| 3  | 1991 | 2m05 | Heike Henkel       | GER |
| 2  | 1987 | 2m09 | Stefka Kostadinova | BUL |
| 1  | 1983 | 2m01 | Tamara Bykova      | URS |

図 13.20: 世界選手権の歴代優勝記録（女子）

参考までに 2016 年現在の日本人選手の世界選手権の過去の大会結果を図 13.21, 図 13.22 にまとめる.

| 回数 | 開催年  | 記録    | 氏名               | 成績   |
|----|------|-------|------------------|------|
| 15 | 2015 | 2m26  | Naoto Tobe       | 予選落ち |
|    |      | 2m22  | Takashi Eto      | 予選落ち |
|    |      | 2m17  | Yuji Hiramatsu   | 予選落ち |
| 14 | 2013 | 出場者なし |                  |      |
| 13 | 2011 | 出場者なし |                  |      |
| 12 | 2009 | 2m20  | Naoyuki Daigo    | 予選落ち |
| 11 | 2007 | 2m19  | Naoyuki Daigo    | 予選落ち |
| 10 | 2005 | 2m20  | Naoyuki Daigo    | 予選落ち |
| 9  | 2003 | 出場者なし |                  |      |
| 8  | 2001 | 出場者なし |                  |      |
| 7  | 1999 | 2m15  | Takahiro Kimino  | 予選落ち |
| 6  | 1997 | 2m15  | Michiya Onoue    | 予選落ち |
| 5  | 1995 | 出場者なし |                  |      |
| 4  | 1993 | 2m25  | Takahisa Yoshida | 予選落ち |
|    |      | 2m10  | Satoru Nonaka    | 予選落ち |
| 3  | 1991 | 2m24  | Takahisa Yoshida | 予選落ち |
| 2  | 1987 | 2m10  | Motochika Inoue  | 予選落ち |
| 1  | 1983 | 2m18  | Takao Sakamoto   | 予選落ち |
|    |      | 2m18  | Takashi Katamine | 予選落ち |

図 13.21: 世界選手権の日本人選手結果 (男子)

| 回数 | 開催年  | 記録    | 氏名               | 成績   |
|----|------|-------|------------------|------|
| 15 | 2015 | 出場者なし |                  |      |
| 14 | 2013 | 1m78  | Miyuki Fukumoto  | 予選落ち |
| 13 | 2011 | 出場者なし |                  |      |
| 12 | 2009 | 出場者なし |                  |      |
| 11 | 2007 | 1m84  | Miyuki Aoyama    | 予選落ち |
| 10 | 2005 | 出場者なし |                  |      |
| 9  | 2003 | NM    | Miki Imai        | 予選落ち |
| 8  | 2001 | 1m85  | Miki Imai        | 予選落ち |
| 7  | 1999 | 1m89  | Miki Imai        | 予選落ち |
|    |      | 1m85  | Yoko Ota         | 予選落ち |
| 6  | 1997 | 出場者なし |                  |      |
| 5  | 1995 | 出場者なし |                  |      |
| 4  | 1993 | 1m75  | Megumi Sato      | 予選落ち |
| 3  | 1991 | 1m83  | Megumi Sato      | 予選落ち |
| 2  | 1987 | 1m88  | Megumi Sato      | 予選落ち |
| 1  | 1983 | 1m80  | Megumi Sato      | 予選落ち |
|    |      | 1m75  | Hisayo Fukumitsu | 予選落ち |

図 13.22: 世界選手権の日本人選手結果（女子）

### 13.4.7 オリンピック

2016年現在のオリンピックの歴代優勝記録を図13.23、図13.24にまとめる。

| 回数 | 開催年  | 記録    | 氏名                  | 国名  |
|----|------|-------|---------------------|-----|
| 31 | 2016 | 2m38  | Derek Drouin        | CAN |
| 30 | 2012 | 2m38  | Ivan Ukhov          | RUS |
| 29 | 2008 | 2m36  | Andrey Silnov       | RUS |
| 28 | 2004 | 2m36  | Stefan Holm         | SWE |
| 27 | 2000 | 2m35  | Sergey Kliugin      | RUS |
| 26 | 1996 | 2m39  | Charles Austin      | USA |
| 25 | 1992 | 2m34  | Javier Sotomayor    | CUB |
| 24 | 1988 | 2m38  | Hennadiy Avdyeyenko | URS |
| 23 | 1984 | 2m35  | Dietmar Mögenburg   | FRG |
| 22 | 1980 | 2m36  | Gerd Wessig         | GDR |
| 21 | 1976 | 2m25  | Jacek Wszofa        | POL |
| 20 | 1972 | 2m23  | Jüri Tarmak         | URS |
| 19 | 1968 | 2m24  | Dick Fosbury        | USA |
| 18 | 1964 | 2m18  | Valeriy Brumel      | URS |
| 17 | 1960 | 2m16  | Robert Shavlakadze  | URS |
| 16 | 1956 | 2m12  | Charles Dumas       | USA |
| 15 | 1952 | 2m04  | Walt Davis          | USA |
| 14 | 1948 | 1m98  | John Winter         | AUS |
| 13 | 1944 | 中止    |                     |     |
| 12 | 1940 | 中止    |                     |     |
| 11 | 1936 | 2m03  | Cornelius Johnson   | USA |
| 10 | 1932 | 1m97  | Duncan McNaughton   | CAN |
| 9  | 1928 | 1m94  | Bob King            | USA |
| 8  | 1924 | 1m98  | Harold Osborn       | USA |
| 7  | 1920 | 1m936 | Richmond Landon     | USA |
| 6  | 1916 | 中止    |                     |     |
| 5  | 1912 | 1m93  | Alma Richards       | USA |
| 4  | 1908 | 1m90  | Harry Porter        | USA |
| 3  | 1904 | 1m80  | Samuel Jones        | USA |
| 2  | 1900 | 1m90  | Irving Baxter       | USA |
| 1  | 1896 | 1m81  | Ellery Clark        | USA |

図 13.23: オリンピックの歴代優勝記録（男子）

| 回数 | 開催年  | 記録    | 氏名                  | 国名  |
|----|------|-------|---------------------|-----|
| 31 | 2016 | 1m97  | Ruth Beitia         | ESP |
| 30 | 2012 | 2m05  | Anna Chicherova     | RUS |
| 29 | 2008 | 2m05  | Tia Hellebaut       | BEL |
| 28 | 2004 | 2m06  | Yelena Slesarenko   | RUS |
| 27 | 2000 | 2m01  | Yelena Yelesina     | RUS |
| 26 | 1996 | 2m05  | Stefka Kostadinova  | BUL |
| 25 | 1992 | 2m02  | Heike Henkel        | GER |
| 24 | 1988 | 2m03  | Louise Ritter       | USA |
| 23 | 1984 | 2m02  | Ulrike Meyfarth     | FRG |
| 22 | 1980 | 1m97  | Sara Simeoni        | ITA |
| 21 | 1976 | 1m93  | Rosemarie Ackermann | GDR |
| 20 | 1972 | 1m92  | Ulrike Meyfarth     | FRG |
| 19 | 1968 | 1m82  | Miloslava Rezková   | TCH |
| 18 | 1964 | 1m90  | Iolanda Balas       | ROM |
| 17 | 1960 | 1m85  | Iolanda Balas       | ROM |
| 16 | 1956 | 1m76  | Mildred McDaniel    | USA |
| 15 | 1952 | 1m67  | Esther Brand        | RSA |
| 14 | 1948 | 1m68  | Alice Coachman      | USA |
| 13 | 1944 | 中止    |                     |     |
| 12 | 1940 | 中止    |                     |     |
| 11 | 1936 | 1m60  | Ibolya Csák         | HUN |
| 10 | 1932 | 1m65  | Jean Shiley         | USA |
| 9  | 1928 | 1m595 | Ethel Catherwood    | CAN |

図 13.24: オリンピックの歴代優勝記録（女子）

参考までに 2016 年現在の日本人選手のオリンピックの過去の大会結果を図 13.25, 図 13.26 にまとめる.

| 回数 | 開催年  | 記録         | 氏名                 | 成績    |
|----|------|------------|--------------------|-------|
| 31 | 2016 | 2m17       | Takashi Eto        | 予選35位 |
| 30 | 2012 | 出場者なし      |                    |       |
| 29 | 2008 | 2m15       | Naoyuki Daigo      | 予選36位 |
| 28 | 2004 | 出場者なし      |                    |       |
| 27 | 2000 | 2m15       | Takahisa Yoshida   | 予選27位 |
| 26 | 1996 | 2m15       | Tomohiro Nomura    | 予選27位 |
| 25 | 1992 | 出場者なし      |                    |       |
| 24 | 1988 | 出場者なし      |                    |       |
| 23 | 1984 | 2m21       | Takao Sakamoto     | 予選15位 |
| 22 | 1980 | 出場者なし      |                    |       |
| 21 | 1976 | 2m13       | Katsumi Fukura     | 予選17位 |
|    |      | 2m13       | Kazunori Koshikawa | 予選19位 |
| 20 | 1972 | 2m05(2m15) | Hidehiko Tomizawa  | 決勝19位 |
|    |      | 2m06       | Kuniyoshi Sugioka  | 予選31位 |
| 19 | 1968 | 2m09       | Kuniyoshi Sugioka  | 予選15位 |
| 18 | 1964 | 2m00       | Kuniyoshi Sugioka  | 予選24位 |
|    |      | 1m90       | Kinya Miyazaki     | 予選27位 |
| 17 | 1960 | 1m95       | Kuniyoshi Sugioka  | 予選18位 |
| 16 | 1956 | 1m96       | Yukio Ishikawa     | 予選12位 |
| 15 | 1952 | 出場者なし      |                    |       |
| 14 | 1948 | 出場者なし      |                    |       |
| 13 | 1944 | 中止         |                    |       |
| 12 | 1940 | 中止         |                    |       |
| 11 | 1936 | 1m97       | Kimio Yada         | 決勝5位  |
|    |      | 1m94       | Hiroshi Tanaka     | 決勝6位  |
|    |      | 1m94       | Yoshiro Asakuma    | 決勝6位  |
| 10 | 1932 | 1m94       | Kazuo Kimura       | 決勝6位  |
|    |      | 1m90       | Misao Ono          | 決勝7位  |
| 9  | 1928 | 1m88       | Kazuo Kimura       | 決勝6位  |
|    |      | 1m88       | Mikio Oda          | 決勝7位  |
| 8  | 1924 | 1m80       | Mikio Oda          | 予選10位 |
| 7  | 1920 | 出場者なし      |                    |       |
| 6  | 1916 | 中止         |                    |       |
| 5  | 1912 | 出場者なし      |                    |       |
| 4  | 1908 | 出場者なし      |                    |       |
| 3  | 1904 | 出場者なし      |                    |       |
| 2  | 1900 | 出場者なし      |                    |       |
| 1  | 1896 | 出場者なし      |                    |       |

図 13.25: オリンピックの日本人選手結果 (男子)

| 回数 | 開催年  | 記録                 | 氏名                               | 成績             |
|----|------|--------------------|----------------------------------|----------------|
| 31 | 2016 | 出場者なし              |                                  |                |
| 30 | 2012 | 出場者なし              |                                  |                |
| 29 | 2008 | 出場者なし              |                                  |                |
| 28 | 2004 | 出場者なし              |                                  |                |
| 27 | 2000 | 1m90(1m94)<br>1m92 | Yoko Ota<br>Miki Imai            | 決勝11位<br>予選16位 |
| 26 | 1996 | 出場者なし              |                                  |                |
| 25 | 1992 | 1m91               | Megumi Sato                      | 決勝7位           |
| 24 | 1988 | 1m90               | Megumi Sato                      | 決勝11位          |
| 23 | 1984 | 1m87<br>1m84       | Hisayo Fukumitsu<br>Megumi Sato  | 予選17位<br>予選18位 |
| 22 | 1980 | 出場者なし              |                                  |                |
| 21 | 1976 | 1m70               | Mikiko Sone                      | 予選27位          |
| 20 | 1972 | 1m65<br>1m65       | Michiyo Inaoka<br>Mihoko Yama    | 予選33位<br>予選35位 |
| 19 | 1968 | 出場者なし              |                                  |                |
| 18 | 1964 | 1m60               | Torii Mitsuko                    | 予選23位          |
| 17 | 1960 | 出場者なし              |                                  |                |
| 16 | 1956 | 出場者なし              |                                  |                |
| 15 | 1952 | 出場者なし              |                                  |                |
| 14 | 1948 | 出場者なし              |                                  |                |
| 13 | 1944 | 中止                 |                                  |                |
| 12 | 1940 | 中止                 |                                  |                |
| 11 | 1936 | 1m40               | Junko Nishida                    | 決勝14位          |
| 10 | 1932 | 1m50<br>1m50       | Yuriko Hirohashi<br>Yaeko Sagara | 決勝8位<br>決勝9位   |
| 9  | 1928 | 出場者なし              |                                  |                |

図 13.26: オリンピックの日本人選手結果 (女子)

## 13.5 ワールドランキング

ワールドランキングとは IAAF が 2019 年より導入したランキング制度であり、2020 年の東京オリンピックから代表選手の選考基準に加えられる。

ワールドランキングでは「大会順位によるスコア」と「記録によるスコア」を合算した「パフォーマンススコア」によって順位が決まる（パフォーマンススコアは大会の時期が昔になるほど減算される仕組みがある）。

ワールドランキングはパフォーマンススコア上位 5 大会（直近 1 年）の平均値である「ランキングスコア」の大小で順位が決まる。

### 13.5.1 大会順位によるスコア

「大会順位によるスコア」は大会のカテゴリごとに決まっており、IAAF によって図 13.27 のように定められている。大会のカテゴリはそのまま大会のグレードに対応している。

| カテゴリー | 大会名   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| OW    | オリンピック, 世界選手権   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DF    | ダイヤモンドリーグファイナル  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| GW    | 世界室内, コンチネンタルカップ, ダイヤモンドリーグ                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| GL    | エリア選手権(アジア選手権など)  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| A     | メジャーゲームズ(アジア大会など)<br>ワールドチャレンジ, 世界室内ツアー<br>エリア室内(アジア室内)など |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B     | ユニバーシアード, ナショナル選手権(日本選手権など)<br>エリアパーミット(top tier)など       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C     | U20世界選手権, エリアパーミット(second tier)など                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| D     | 伝統的な国際競技会, エリアパーミット(third tier)<br>アジアジュニア, ユース五輪など       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| E     | 国別対抗戦, IAAF承認指定競技会, アジアユースなど                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| F     | 各国公認競技会   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| 順位 | OW  | DF  | GW  | GL  | A   | B   | C  | D  | E  | F  | 時期       | ポイント |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----------|------|
| 1  | 350 | 240 | 200 | 170 | 140 | 100 | 60 | 40 | 25 | 15 | 12~11ヵ月前 | -60  |
| 2  | 310 | 210 | 170 | 145 | 120 | 80  | 50 | 35 | 21 | 10 | 11~10ヵ月前 | -40  |
| 3  | 280 | 185 | 150 | 130 | 110 | 70  | 45 | 30 | 18 | 5  | 10~9ヵ月前  | -20  |
| 4  | 250 | 170 | 140 | 120 | 100 | 60  | 40 | 25 | 15 |    |          |      |
| 5  | 230 | 155 | 130 | 110 | 90  | 55  | 35 | 22 | 12 |    |          |      |
| 6  | 215 | 145 | 120 | 100 | 80  | 50  | 30 | 19 | 10 |    |          |      |
| 7  | 200 | 135 | 110 | 90  | 70  | 45  | 27 | 17 |    |    |          |      |
| 8  | 185 | 125 | 100 | 80  | 60  | 40  | 25 | 15 |    |    |          |      |
| 9  | 130 | 90  | 70  | 60  |     |     |    |    |    |    |          |      |
| 10 | 120 | 80  | 60  | 50  |     |     |    |    |    |    |          |      |
| 11 | 110 | 70  | 50  | 45  |     |     |    |    |    |    |          |      |
| 12 | 100 | 60  | 45  | 40  |     |     |    |    |    |    |          |      |
| 13 | 95  |     |     |     |     |     |    |    |    |    |          |      |
| 14 | 90  |     |     |     |     |     |    |    |    |    |          |      |
| 15 | 85  |     |     |     |     |     |    |    |    |    |          |      |
| 16 | 80  |     |     |     |     |     |    |    |    |    |          |      |

図 13.27: 大会順位によるスコア



### 13.5.2 記録によるスコア

「記録によるスコア」は IAAF によって、十種競技のポイントのように記録ごとに定められている。このスコアリングテーブルは異なる種目の記録を公平に比較するために統計処理で作成されたものである。試合の価値を評価したり、大会の MVP を決めるために用いることを想定して作成されている。スコアリングテーブルの最新版は IAAF の web サイトで公開されている。

参考までに走り高跳びの主要な記録のスコアと、同スコアの他種目の記録を、2017 年版のスコアリングテーブルを使って比較した結果を図 13.28 から図 13.33 にそれぞれ示す（他種目で同スコアの記録が存在しない場合は、対象スコア以下の記録で、最もスコアが高い記録を記載している）。

| スコア  | 高跳び  | 100m  | 200m  | 400m  | 110mH | 400mH |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 570  | 1.60 | 12.19 | 24.90 | 55.37 | 17.17 | 63.18 |
| 612  | 1.65 | 12.01 | 24.52 | 54.51 | 16.86 | 62.02 |
| 655  | 1.70 | 11.84 | 24.14 | 53.67 | 16.55 | 60.86 |
| 698  | 1.75 | 11.68 | 23.77 | 52.85 | 16.25 | 59.74 |
| 741  | 1.80 | 11.52 | 23.42 | 52.06 | 15.96 | 58.66 |
| 784  | 1.85 | 11.36 | 23.07 | 51.28 | 15.68 | 57.60 |
| 827  | 1.90 | 11.21 | 22.74 | 50.53 | 15.41 | 56.58 |
| 870  | 1.95 | 11.06 | 22.41 | 49.80 | 15.14 | 55.58 |
| 914  | 2.00 | 10.91 | 22.08 | 49.08 | 14.88 | 54.58 |
| 958  | 2.05 | 10.77 | 21.77 | 48.36 | 14.62 | 53.61 |
| 1002 | 2.10 | 10.62 | 21.45 | 47.67 | 14.36 | 52.66 |
| 1046 | 2.15 | 10.49 | 21.15 | 46.99 | 14.11 | 51.73 |
| 1090 | 2.20 | 10.35 | 20.85 | 46.32 | 13.87 | 50.81 |
| 1135 | 2.25 | 10.21 | 20.55 | 45.65 | 13.63 | 49.90 |
| 1179 | 2.30 | 10.08 | 20.26 | 45.01 | 13.39 | 49.03 |
| 1224 | 2.35 | 9.95  | 19.98 | 44.37 | 13.16 | 48.15 |
| 1269 | 2.40 | 9.82  | 19.69 | 43.74 | 12.93 | 47.29 |
| 1314 | 2.45 | 9.70  | 19.42 | 43.12 | 12.70 | 46.44 |
| 1359 | 2.50 | 9.57  | 19.14 | 42.51 | 12.48 | 45.61 |

図 13.28: 男子のスコア（短距離種目と比較）

| スコア  | 高跳び  | 800m    | 1500m   | 5000m    | 10000m   | 3000mSC  |
|------|------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 570  | 1.60 | 2.08.34 | 4.26.59 | 16.27.02 | 35.07.03 | 10.56.59 |
| 612  | 1.65 | 2.06.40 | 4.22.31 | 16.10.63 | 34.29.28 | 10.43.43 |
| 655  | 1.70 | 2.04.48 | 4.18.07 | 15.54.42 | 33.51.96 | 10.30.43 |
| 698  | 1.75 | 2.02.62 | 4.13.97 | 15.38.74 | 33.15.85 | 10.17.85 |
| 741  | 1.80 | 2.00.82 | 4.10.00 | 15.23.53 | 32.40.83 | 10.05.64 |
| 784  | 1.85 | 1.59.07 | 4.06.14 | 15.08.75 | 32.06.81 | 9.53.79  |
| 827  | 1.90 | 1.57.37 | 4.02.38 | 14.54.38 | 31.33.71 | 9.42.26  |
| 870  | 1.95 | 1.55.71 | 3.58.72 | 14.40.37 | 31.01.47 | 9.31.02  |
| 914  | 2.00 | 1.54.05 | 3.55.06 | 14.26.40 | 30.29.29 | 9.19.81  |
| 958  | 2.05 | 1.52.44 | 3.51.50 | 14.12.75 | 29.57.87 | 9.08.86  |
| 1002 | 2.10 | 1.50.86 | 3.48.01 | 13.59.42 | 29.27.17 | 8.58.17  |
| 1046 | 2.15 | 1.49.31 | 3.44.60 | 13.46.37 | 28.57.13 | 8.47.70  |
| 1090 | 2.20 | 1.47.80 | 3.41.26 | 13.33.60 | 28.27.72 | 8.37.45  |
| 1135 | 2.25 | 1.46.28 | 3.37.92 | 13.20.80 | 27.58.25 | 8.27.18  |
| 1179 | 2.30 | 1.44.83 | 3.34.71 | 13.08.53 | 27.29.99 | 8.17.34  |
| 1224 | 2.35 | 1.43.37 | 3.31.49 | 12.56.21 | 27.01.64 | 8.07.46  |
| 1269 | 2.40 | 1.41.94 | 3.28.33 | 12.44.12 | 26.33.80 | 7.57.76  |
| 1314 | 2.45 | 1.40.53 | 3.25.23 | 12.32.24 | 26.06.44 | 7.48.23  |
| 1359 | 2.50 | 1.39.15 | 3.22.17 | 12.20.57 | 25.39.56 | 7.38.86  |

図 13.29: 男子のスコア（中長距離種目と比較）

| スコア  | 高跳び  | 棒高跳び | 幅跳び  | 三段跳び  | 砲丸投げ  | 円盤投げ  | ハンマー投げ | 槍投げ   | 十種競技 |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|------|
| 570  | 1.60 | 3.40 | 5.33 | 11.28 | 10.71 | 33.13 | 39.20  | 42.39 | 4318 |
| 612  | 1.65 | 3.56 | 5.53 | 11.70 | 11.42 | 35.44 | 41.96  | 45.38 | 4602 |
| 655  | 1.70 | 3.72 | 5.73 | 12.12 | 12.15 | 37.81 | 44.79  | 48.44 | 4892 |
| 698  | 1.75 | 3.89 | 5.94 | 12.54 | 12.88 | 40.17 | 47.61  | 51.49 | 5180 |
| 741  | 1.80 | 4.05 | 6.14 | 12.96 | 13.60 | 42.53 | 50.43  | 54.54 | 5468 |
| 784  | 1.85 | 4.21 | 6.35 | 13.37 | 14.33 | 44.89 | 53.25  | 57.59 | 5754 |
| 827  | 1.90 | 4.38 | 6.55 | 13.79 | 15.06 | 47.24 | 56.07  | 60.63 | 6040 |
| 870  | 1.95 | 4.54 | 6.75 | 14.20 | 15.78 | 49.59 | 58.88  | 63.67 | 6324 |
| 914  | 2.00 | 4.70 | 6.96 | 14.63 | 16.52 | 52.00 | 61.75  | 66.78 | 6614 |
| 958  | 2.05 | 4.86 | 7.17 | 15.05 | 17.26 | 54.40 | 64.62  | 69.89 | 6903 |
| 1002 | 2.10 | 5.03 | 7.37 | 15.47 | 18.00 | 56.80 | 67.49  | 72.99 | 7191 |
| 1046 | 2.15 | 5.19 | 7.57 | 15.88 | 18.74 | 59.20 | 70.36  | 76.09 | 7477 |
| 1090 | 2.20 | 5.35 | 7.78 | 16.30 | 19.48 | 61.59 | 73.22  | 79.18 | 7763 |
| 1135 | 2.25 | 5.52 | 7.98 | 16.72 | 20.23 | 64.04 | 76.14  | 82.35 | 8054 |
| 1179 | 2.30 | 5.68 | 8.19 | 17.14 | 20.97 | 66.43 | 79.00  | 85.44 | 8338 |
| 1224 | 2.35 | 5.84 | 8.39 | 17.56 | 21.72 | 68.87 | 81.92  | 88.59 | 8627 |
| 1269 | 2.40 | 6.00 | 8.60 | 17.98 | 22.47 | 71.31 | 84.83  | 91.74 | 8915 |
| 1314 | 2.45 | 6.17 | 8.80 | 18.39 | 23.22 | 73.74 | 87.75  | 94.89 | 9202 |
| 1359 | 2.50 | 6.33 | 9.00 | 18.81 | 23.97 | 76.18 | 90.65  | 98.04 | 9488 |

図 13.30: 男子のスコア（フィールド種目と比較）

| スコア  | 高跳び  | 100m  | 200m  | 400m  | 100mH | 400mH |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 593  | 1.35 | 14.27 | 29.23 | 67.92 | 17.79 | 76.67 |
| 640  | 1.40 | 13.97 | 28.60 | 66.29 | 17.31 | 74.60 |
| 687  | 1.45 | 13.68 | 27.99 | 64.71 | 16.86 | 72.60 |
| 735  | 1.50 | 13.39 | 27.39 | 63.15 | 16.41 | 70.63 |
| 782  | 1.55 | 13.12 | 26.82 | 61.68 | 15.98 | 68.76 |
| 830  | 1.60 | 12.85 | 26.25 | 60.22 | 15.56 | 66.91 |
| 878  | 1.65 | 12.59 | 25.71 | 58.80 | 15.14 | 65.11 |
| 926  | 1.70 | 12.34 | 25.17 | 57.42 | 14.74 | 63.36 |
| 974  | 1.75 | 12.09 | 24.65 | 56.07 | 14.35 | 61.66 |
| 1023 | 1.80 | 11.84 | 24.13 | 54.73 | 13.96 | 59.96 |
| 1072 | 1.85 | 11.60 | 23.63 | 53.43 | 13.59 | 58.30 |
| 1121 | 1.90 | 11.37 | 23.13 | 52.15 | 13.21 | 56.68 |
| 1170 | 1.95 | 11.14 | 22.65 | 50.90 | 12.85 | 55.10 |
| 1219 | 2.00 | 10.92 | 22.18 | 49.67 | 12.50 | 53.54 |
| 1269 | 2.05 | 10.69 | 21.70 | 48.45 | 12.14 | 51.99 |
| 1319 | 2.10 | 10.47 | 21.24 | 47.25 | 11.79 | 50.47 |
| 1369 | 2.15 | 10.25 | 20.79 | 46.07 | 11.45 | 48.98 |

図 13.31: 女子のスコア（短距離種目と比較）

| スコア  | 高跳び  | 800m    | 1500m   | 5000m    | 10000m   | 3000mSC  |
|------|------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 593  | 1.35 | 2.37.16 | 5.29.63 | 20.43.31 | 43.58.87 | 14.00.50 |
| 640  | 1.40 | 2.33.55 | 5.21.45 | 20.10.01 | 42.46.52 | 13.34.47 |
| 687  | 1.45 | 2.30.07 | 5.13.57 | 19.37.91 | 41.36.78 | 13.09.39 |
| 735  | 1.50 | 2.26.64 | 5.05.79 | 19.06.24 | 40.27.99 | 12.44.64 |
| 782  | 1.55 | 2.23.38 | 4.58.42 | 18.36.22 | 39.22.76 | 12.21.18 |
| 830  | 1.60 | 2.20.16 | 4.51.12 | 18.06.47 | 38.18.15 | 11.57.93 |
| 878  | 1.65 | 2.17.03 | 4.44.02 | 17.37.58 | 37.15.37 | 11.35.35 |
| 926  | 1.70 | 2.13.98 | 4.37.12 | 17.09.46 | 36.14.30 | 11.13.38 |
| 974  | 1.75 | 2.11.01 | 4.30.39 | 16.42.07 | 35.14.78 | 10.51.97 |
| 1023 | 1.80 | 2.08.06 | 4.23.69 | 16.14.79 | 34.15.52 | 10.30.65 |
| 1072 | 1.85 | 2.05.17 | 4.17.15 | 15.48.16 | 33.17.66 | 10.09.84 |
| 1121 | 1.90 | 2.02.35 | 4.10.76 | 15.22.13 | 32.21.11 | 9.49.50  |
| 1170 | 1.95 | 1.59.59 | 4.04.51 | 14.56.66 | 31.25.78 | 9.29.59  |
| 1219 | 2.00 | 1.56.89 | 3.58.38 | 14.31.72 | 30.31.60 | 9.10.10  |
| 1269 | 2.05 | 1.54.18 | 3.52.26 | 14.06.78 | 29.37.43 | 8.50.62  |
| 1319 | 2.10 | 1.51.53 | 3.46.25 | 13.42.33 | 28.44.31 | 8.31.51  |
| 1369 | 2.15 | 1.48.93 | 3.40.36 | 13.18.34 | 27.52.19 | 8.12.76  |

図 13.32: 女子のスコア（中長距離種目と比較）

| スコア  | 高跳び  | 棒高跳び | 幅跳び  | 三段跳び  | 砲丸投げ  | 円盤投げ  | ハンマー投げ | 槍投げ   | 八種競技 |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|------|
| 593  | 1.35 | 2.78 | 4.10 | 8.76  | 10.11 | 33.86 | 38.84  | 33.66 | 3489 |
| 640  | 1.40 | 2.94 | 4.32 | 9.24  | 10.87 | 36.44 | 41.79  | 36.22 | 3738 |
| 687  | 1.45 | 3.10 | 4.54 | 9.72  | 11.63 | 39.02 | 44.72  | 38.78 | 3986 |
| 735  | 1.50 | 3.26 | 4.77 | 10.20 | 12.41 | 41.65 | 47.72  | 41.39 | 4239 |
| 782  | 1.55 | 3.41 | 4.99 | 10.68 | 13.17 | 44.22 | 50.65  | 43.95 | 4485 |
| 830  | 1.60 | 3.57 | 5.22 | 11.16 | 13.94 | 46.84 | 53.64  | 46.56 | 4736 |
| 878  | 1.65 | 3.73 | 5.44 | 11.64 | 14.71 | 49.46 | 56.63  | 49.16 | 4985 |
| 926  | 1.70 | 3.89 | 5.66 | 12.12 | 15.49 | 52.07 | 59.61  | 51.76 | 5234 |
| 974  | 1.75 | 4.04 | 5.88 | 12.59 | 16.26 | 54.69 | 62.59  | 54.36 | 5481 |
| 1023 | 1.80 | 4.20 | 6.11 | 13.07 | 17.04 | 57.35 | 65.63  | 57.01 | 5733 |
| 1072 | 1.85 | 4.36 | 6.33 | 13.56 | 17.83 | 60.01 | 68.66  | 59.66 | 5983 |
| 1121 | 1.90 | 4.52 | 6.56 | 14.04 | 18.61 | 62.67 | 71.70  | 62.30 | 6233 |
| 1170 | 1.95 | 4.68 | 6.78 | 14.51 | 19.40 | 65.32 | 74.72  | 64.94 | 6481 |
| 1219 | 2.00 | 4.83 | 7.00 | 14.99 | 20.18 | 67.98 | 77.75  | 67.58 | 6729 |
| 1269 | 2.05 | 4.99 | 7.23 | 15.47 | 20.98 | 70.68 | 80.83  | 70.26 | 6980 |
| 1319 | 2.10 | 5.15 | 7.45 | 15.95 | 21.78 | 73.38 | 83.91  | 72.95 | 7231 |
| 1369 | 2.15 | 5.31 | 7.68 | 16.43 | 22.57 | 76.07 | 86.98  | 75.63 | 7481 |

図 13.33: 女子のスコア（フィールド種目と比較）

参考までにこれを記載している 2019 年 5 月 28 日時点の日本男子走り高跳びのランキングを図 13.34 に示す。

| PLACE<br>(順位) | COMPETITOR<br>(選手名) | DOB<br>(誕生日) | NAT<br>(国) | SCORE<br>(スコア) | EVENT LIST<br>(種目)         |
|---------------|---------------------|--------------|------------|----------------|----------------------------|
| 1             | Naoto TOBE          | 31-Mar-92    | JPN        | 1314           | High Jump [High Jump ind.] |
| 2             | Takashi ETO         | 5-Feb-91     | JPN        | 1232           | High Jump                  |
| 3             | Tomohiro SHINNO     | 17-Aug-96    | JPN        | 1147           | High Jump                  |
| 4             | Keitaro FUJITA      | 2-Oct-97     | JPN        | 1114           | High Jump                  |
| 5             | Ryo SATO            | 21-Jul-94    | JPN        | 1106           | High Jump                  |
| 6             | Ryoichi AKAMATSU    | 2-May-95     | JPN        | 1104           | High Jump                  |
| 7             | Kazuhiro OTA        | 11-Jun-95    | JPN        | 1081           | High Jump                  |
| 8             | Naoto HASEGAWA      | 15-Nov-96    | JPN        | 1080           | High Jump                  |

As of 28 May 2019

図 13.34: 日本男子走り高跳びランキング (2019 年 5 月 28 日時点)

1 位の戸邊選手のランキングスコアの内訳を図 13.34 に示す。

| NAOTO TOBE (As of 28 May 2019) |   | ※1:大会のカテゴリ ※2:記録によるスコア<br>※3:大会順位によるスコア ※4:パフォーマンススコア(R.Sc+PL.Sc) |              |                |             |                |              |               |               |
|--------------------------------|---|---|--------------|----------------|-------------|----------------|--------------|---------------|---------------|
| Date<br>(日付)                   | Competition<br>(試合名)                        | Crit.<br>(国)  | Cat.<br>(※1) | Event<br>(種目)  | Pl.<br>(順位) | Result<br>(記録) | R.Sc<br>(※2) | PL.Sc<br>(※3) | Pf.Sc<br>(※4) |
| 2-Feb-19                       | Indoor Meeting, Karlsruhe                   | JPN   | A            | High Jump ind. | 1           | 2.35           | 1224         | 140           | 1364          |
| 20-Feb-19                      | PSD Bank Leichtathletik Meeting, Düsseldorf | JPN   | A            | High Jump ind. | 1           | 2.34           | 1215         | 140           | 1355          |
| 19-May-19                      | Seiko Golden Grand Prix, Osaka              | JPN   | A            | High Jump      | 1           | 2.27           | 1152         | 140           | 1292          |
| 31-Aug-18                      | Bruxelles Memorial van Damme                | JPN   | DF           | High Jump      | 6           | 2.26           | 1143         | 145           | 1288          |
| 24-Apr-19                      | Asian Championships, Doha                   | JPN   | GL           | High Jump      | 3           | 2.26           | 1143         | 130           | 1273          |

Ranking Score: 1314  
(Pf.Scの平均値)

図 13.35: ランキングスコアの内訳

ランキングスコアは種目間の比較も可能であり、図 13.36 のような全種目のランキングを作成することもできる。こうしたランキングは IAAF の web サイトで誰でも容易に確認することができる。

| PLACE<br>(順位) | COMPETITOR<br>(選手名) | DOB<br>(誕生日) | NAT<br>(国) | SCORE<br>(スコア) | EVENT LIST<br>(種目)         |
|---------------|---------------------|--------------|------------|----------------|----------------------------|
| 1             | Naoto TOBE          | 31-Mar-92    | JPN        | 1314           | High Jump [High Jump ind.] |
| 2             | Suguru OSAKO        | 23-May-91    | JPN        | 1313           | Marathon                   |
| 3             | Toshikazu YAMANISHI | 15-Feb-96    | JPN        | 1309           | 20km Walk                  |
| 4             | Hirooki ARAI        | 18-May-88    | JPN        | 1297           | 50km Walk                  |
| 5             | Yoshihide KIRYU     | 15-Dec-95    | JPN        | 1283           | 100m,200m                  |
| 6             | Yuta SHIARA         | 18-Dec-91    | JPN        | 1282           | Marathon                   |
| 7             | Yuma HATTORI        | 13-Nov-93    | JPN        | 1281           | Marathon                   |
| 8             | Satoshi MARUO       | 28-Nov-91    | JPN        | 1280           | 50km Walk                  |

As of 28 May 2019

図 13.36: 日本男子陸上競技ランキング (2019 年 5 月 28 日時点)

### 13.6 ドーピングについて

ドーピングは全てのスポーツで厳しく禁止されており、当然ながら陸上競技でも厳しく取り締まられている。近年では国際大会ではもちろんのこと、国内大会でも全国規模の大会であれば年齢を問わずにドーピングチェックが行われるようになってきた。著者である私も何度かドーピングチェックを受けたことのある選手の一人である。

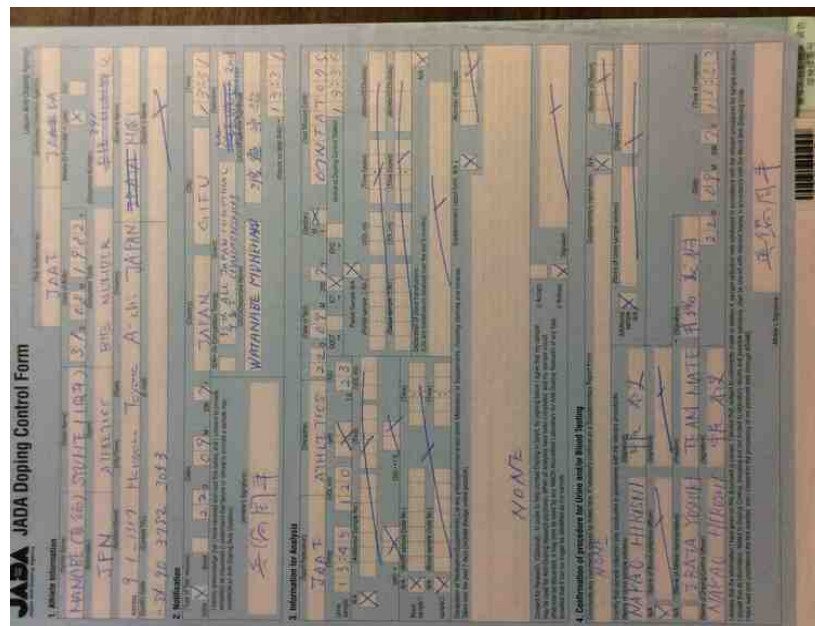


図 13.37: JADA の DopingControlForm

ドーピング違反が発覚した場合は長期間の競技離脱に留まらず、極めて厳しい社会的制裁を受けることになる。ついうっかり違反してしまうことのないように選手は常に最新の情報を確認し、食べ物やサプリメント、ドリンクに禁止物質が含まれていないか常にチェックする習慣を身に付けてほしい。

医療機関を受診する場合は自分がアスリートであることを医者に伝え、薬が処方された場合は自分で問題がないか調べるようにしてほしい。例えば JADA のサイト <http://www.globaldro.com/JP/search> で薬に問題がないか調べることができる。

市販薬にも禁止物質を含むものも多くあるが、その全てを把握することは困難なため、使用可能な市販薬のリストをある程度覚えておくといだろう。少なくとも自分の常備薬に問題がないことは確認しておいてほしい。例えば JAAF のサイト [http://www.jaaf.or.jp/medical/doping\\_control.pdf](http://www.jaaf.or.jp/medical/doping_control.pdf) で使用可能な市販薬のリストが分かる。

## 練習の目標設定

同じ練習を行う場合でも目標と目的を明確にして練習をすること、ただ漠然と練習をするのではその効果が大きく異なる。強い選手と弱い選手の大きな違いは「自分の頭を使って練習メニューを考えることができるかどうか」だと思う。


例えば車の運転では普通のドライバが何年運転を続けてもプロドライバの運転技術を身に着けることはできない。漫然と長い期間運転を続けても高い運転技能が身に付くわけではない。

ではなぜプロドライバが高い運転技能を身に着けているのかと言えば、目標と目的が明確である特別な練習を繰り返し行うから運転がうまくなるのである。

「自分が課題と考えていることは何か」「どんなことを狙った練習をしているか」と質問されたときに即答できない選手は、練習に対する意識が低い。

強い選手は、常に自分の目標を意識し、それを実現するための課題は何かを考え、練習に優先度をつけて、目的を明確にした練習メニューを組み立てているものだ。

第14章では練習メニューを考える際に、どのように目標を設定し、何を課題として捕え、どのように練習メニューを作成すればよいか「基本的な考え方」の手順を解説する。



| 【STEP1】最終目標を決める       |  | 【STEP4】うまくできない原因を考える |  |
|-----------------------|--|----------------------|--|
| 最終目標                  | 中野実業団で日本選手権の参加標準記録。<br>陸上距離内記録となる215を越え目標達成する    | 原因1                  | 能力不足で内股が不十分になり重心が高い動きとなり<br>踏み切り動作で内股が不足して重心が落ちようとしている   |
| 【STEP2】取り組む課題を考える     | 何が問題か？   | 原因2                  | ダブルアームの胸を十分にひかずに<br>上半身が前傾したまま踏み切り動作を行うため<br>足首-膝-腰の軸が作れていない   |
| 【STEP3】目標を設定してイメージを作る | どうなればよいか？(目標)                                    | 【STEP5】練習のポイントを決める   | 陸上練習   |
|                       | ・開股せず支柱の外より足半の位置で踏み切る<br>・後傾姿勢を作り踏躰がバーの奥に落ちるのを防ぐ |                      | ・助走中の重心はストライドではなく内股動作で落とす<br>・踏み切り動作では小さくコンパクトに体を動かす<br>・テンポの早いダブルアームアクションを練習する<br>・ダブルアームでしっかり胸を引き踏み切り姿勢(軸)を作る<br>・上記の動作を定期的には予オで確認する |
| いつまでに？(期日)            | 来シーズン最初の試合(4月1週目)までに                             | 陸上練習                 | 練習メニューは本格的な選手で競うことによる  |
| イメージ                  | 100m選手のような速く強い踏み切り動作をする                          | ウエイト                 | 上半身と体幹強化のトレーニングを増やす  |
|                       |  | トレーニング               |  |

図 14.1: 練習の目標設定

## 14.1 STEP1 最終目標を決める

STEP1 では記録や大会を意識して最終目標を設定する


練習の目標設定を行うためには、まずは自分がこうなりたいという「最終目標」を明確にする必要がある。ここでは、「記録」と「大会」を意識して、来年の自分はこうなっていたいという「最終目標」を設定すれば良い（期間は3ヶ月～1年を目安にするとよい）。目標とする大会や記録は、ベスト記録や大会のグレード、チームとして重要視する大会などを考慮して決定するとよい。

例えば高校生であれば「200 を跳び全国高校総体に出場する」などと設定すれば良い。自分の現在の記録では到達が難しい、少し背伸びした目標を設定すること。著者である私の各年代別の主要競技会と目標記録設定を図 14.2 に示すので参考にしてほしい（図中の歴代順位は 2009 年現在のものである）。

|     | 目標とする大会   | 目標とする記録の例   | 主な試合結果  |
|-----|---|---|---|
| 中学生 | ・地区中学総体<br>・全日本中学陸上<br>・ジュニアオリンピック                    | ・187cm(全日本中学陸上参加標準記録)<br>・200cm(大台への挑戦)<br>・211cm(中学記録への挑戦)                               | 全日本中学陸上:3位<br>ジュニアオリンピック:優勝<br>記録 204cm(中学歴代11位)  |
| 高校生 | ・全国高校総体地区予選<br>・全国高校総体<br>・ジュニアオリンピック<br>・国民体育大会      | ・200cm(全国高校総体への参加)<br>・215cm(香川県高校記録の更新)<br>・223cm(当時の高校記録への挑戦)                           | 全国高校総体:優勝<br>ジュニアオリンピック:優勝<br>国民体育大会:優勝<br>記録 220cm(高校歴代5位)                               |
| 大学生 | ・地区インカレ<br>・国立七大学対校戦<br>・全日本インカレ<br>・日本選手権<br>・オリンピック | ・214cm(日本選手権の参加標準記録)<br>・221cm(関西学生記録の更新)<br>・223cm(香川県記録の更新)<br>・227cm(オリンピック参加B標準記録の突破) | 国立七大学対校戦:4連覇<br>日本選手権:5位<br>日本学生種目別選手権:優勝<br>アジア室内:3位<br>スーパージャンプ:2位<br>記録 226cm(日本歴代16位) |
| 社会人 | ・全日本実業団<br>・日本選手権                                     | ・220cm(大台への挑戦)  | 全日本実業団:2位<br>記録215cm  |

図 14.2: 目標とする大会と記録の例

ここでは、仮に著者である私を例にとり「中部実業団で日本選手権の参加標準記録であり陸上部部内記録でもある 215 を跳び優勝する」を、自分の「最終目標」として設定したと仮定して以降の STEP の解説を行う。



**【STEP1】最終目標を決める**

|      |   |
|------|---|
| 最終目標 | 中部実業団で日本選手権の参加標準記録、陸上部部内記録となる215を跳び優勝する |
|------|---|

ヒント: どんな記録でどの試合に勝つか決める

図 14.3: 最終目標の設定



## 14.2 STEP2 取り組む課題を考える

STEP1では「中部実業団で日本選手権の参加標準記録であり陸上部部内記録でもある215を跳び優勝する」という最終目標を設定した。次にSTEP2で行うべきことは、最終目標を実現するために取り組むべき課題を明確にすることである。

このステップでの注意点は、単に「高く跳べるようにする」といった漠然とした課題を設定をしないことである。「何を（取り組むべき課題）」「いつまでに（期日）」「どのくらいできていないといけないのか」という情報をできるだけ具体的に考えて課題設定してほしい。漠然とした課題設定は、やるべきことを見失ったマンネリ練習に繋がるので避けたい。課題を設定する上では以下の情報を参考にすると、最終目標に対してより具体的に現実的な課題設定ができる。

STEP2で取り組むべき課題を設定する上で参考にする情報

- 目標記録に近い他の選手の跳躍と、自分の跳躍と比較する
- 顧問の先生や、合宿などで指導者や選手に指摘された内容
- 日本や世界の一流選手の跳躍と自分の跳躍の比較

著者である私の場合は、重要な試合や、節目となる跳躍練習でビデオ撮影を行い、自分の跳躍の映像に残すようにしている。また、著名な指導者や一線で活躍する選手達と直接意見交換をする機会も多い。

自分に近い跳躍タイプの選手の映像を世界中から集めているし、こうした資料や周囲の意見も参考にして自分の課題を考えるようにしている。

読者である選手諸君には今の自分の課題はなんだろうか？と常日頃から考えて練習する癖を身につけてほしい。強い選手になればなるほど自分の課題はなんだろうか？といつも貪欲に考えながら練習しているものだ。

STEP2 では

- 最も効果が期待できる課題を「具体的に」「小さく」絞る
- ビデオや跳躍練習で課題を確認し、思い込みで課題設定しない

著者である私の場合を例にすると、取り組むべき課題は以下ようになる。

### 【STEP2】取り組む課題を考える

|        |  |
|--------|--|
| 何が問題か？ | ・支柱の内側へ間延びし失速する踏み切り動作<br>・バーの奥に流れるクリアランス |
|--------|--|



ヒント：

- ・ 最も効果が期待できる課題に「具体的に」「小さく」絞る
- ・ ビデオや跳躍練習で課題の内容を確認し思い込みで課題設定しない

図 14.4: 取り組む課題を考える

選手の「最終目標」や「取り組む課題」は、指導者とも情報を共有すると良い。そうすることで課題の解決手段と一緒に考えることもできるし、指導者も跳躍練習のチェックポイントを明確にして確認することができる。

私が年少の競技者であった頃も、顧問の先生と自分の跳躍の課題を確認し、意欲的に練習に取り組んだ。周囲の意見を参考にすることで自分では思いもよらなかったアイデアで課題を解決できることもある。

取り組むべき課題は最も効果の期待できる「具体的」で「細かい」内容になっていなければならない。例えば「200 を跳ぶこと」が最終目標であれば、「跳躍練習で 200 を跳ぶこと」が取り組むべき課題では、どうすれば目標が達成できるのか、全く具体性がない。

取り組むべき課題が決まれば次に、「いつまでに？(期限)」「どのようにすべき？(具体的な結果)」を明確に決める。

期限を決めて練習をしなければ、「いつかできたらいいな」という「希望」になりがちである。これでは、いつまでたっても何も改善されない。

これを避けるためにも「いつまでに(期限)」を明確に決めたほうがよい。例えば「冬季練習の最終日までに」「今年の練習納めの日までに」「シーズン最初の試合までに」などと期限の設定とすればよい。

次に、期限がきたときに課題がどの程度、達成されたかを評価するために「具体的な結果」を設定する。このとき、なるべく定量的で客観的な指標を使って結果を設定することが好ましい。例えば、踏み切りの接地時間を短くしたいのであれば、踏み切り動作の時間をビデオのコマ送りで確認し、何秒間接地時間を短くすると目標が達成されるか「具体的な数字」で目標設定したい。

現実的には定量的で客観的な数字の目標を置くことは難しいため、自分の跳躍のイメージを言葉で記すだけでもよい。こうした場合はビデオで撮影した自分の動きを見ながら「ある特性の動作の動き(例えば内傾動作が)、自分のイメージ通りの動きになっているかどうか」を確認するだけでも良い。

## 14.3 STEP3 練習の目標を設定しイメージを作る

STEP3 では

- STEP2 の「取り組む課題」から練習の目標を設定する
- 練習の目標は指導者に見てほしいポイントになっているとよい
- 最終的な跳躍のイメージを頭の中で組み立てる

取り組む課題が決まれば次に練習の目標設定を行う。

練習の目標は小さな技術的ポイントになっているべきだが、小さなことに捕らわれすぎて練習すると技術のミスマッチが起きたり、全体のバランスが崩れてしまうことがある。このため、助走からクリアランスまでの跳躍全体のイメージを頭の中で組み立ててながら練習してほしい。このとき、「○○選手の××のような動作」と、ある選手の動作を参考にするとイメージを膨らませやすい。

### 【STEP3】練習の目標を設定してイメージを作る

|                      |  |
|----------------------|--|
| どうなればよいか？<br>(練習の目標) | ・間延びせず支柱の外3足半の位置で踏み切る<br>・後傾姿勢を作り跳躍がバーの奥に流れるのを防ぐ |
| いつまでに？(期日)           | 来シーズン最初の試合(4月1週目)までに                             |
| イメージ                 | ToraHaris選手のような低く速い踏み切り動作をする                     |



ヒント：

- ・練習の目標は「指導者に見てほしいポイント」になっていると良い
- ・最終的な跳躍のイメージを頭の中に作る  
具体的な選手を想像して「○○選手のような△△動作」とイメージするとよい

図 14.5: 目標を設定しイメージを作る

ここでは著者である私のケースを例にして、「間延びせず支柱外3足半の位置で踏み切る」「後傾姿勢を作り跳躍がバーの奥に流れるのを防ぐ」の2点を練習の目標に設定することにする。また、「ToraHaris選手のような曲線助走からの素早い踏み切り動作」をイメージして跳躍練習に取り組むことにした。

図 14.6 はアメリカのトーラ・ハリス選手（233）の跳躍の連続写真である。連続写真は 1 秒を 30 コマに分割して作成したものである。

図 5.13 の写真番号 1 で踏み切り一步前の脚が着地しており、番号 2 で踏み切り足が着地し、番号 3 で踏み切り足が地面から離れている。

番号 1 から番号 2 までは 5 コマしかなく非常に速いタイミングで踏み切り動作が行われていることが分かる。これはハリス選手が特別速いというわけではなく、世界の一流選手は最後の一步の踏み切り動作が非常に速い。

ハリス選手は身長が 190 であり、著者である私と体格が近く、ダブルアームで跳躍する選手であることから、曲線助走からの速い踏み切り動作は参考になる点が多い。

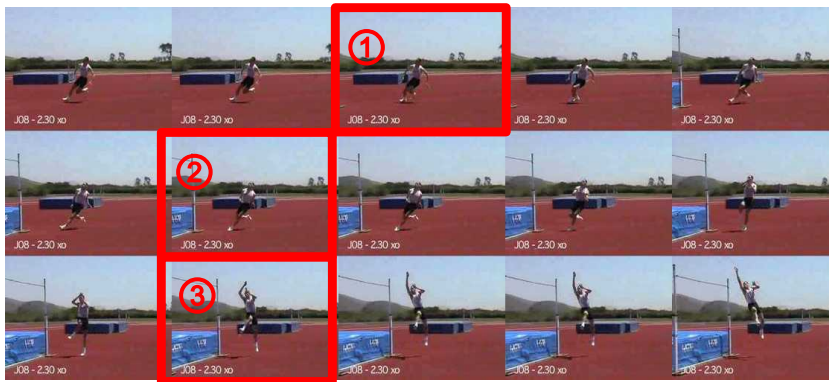


図 14.6: ハリス選手の踏み切り動作 [53]

## 14.4 STEP4 課題がうまくできない原因を考える

STEP4では

- 課題がうまくできない原因を「なぜできないのか?」「どうすればできるか?」と何度も熟考する
- 原因の分析は事実を確認しながら慎重に行う

STEP3で練習の目標を定めた後は、次にSTEP4で課題がうまくできない原因を分析する。原因の分析は、ビデオの映像や指導者の意見を参考にして「事実を確認しながら」慎重に進めることが重要である。例えばSTEP3で作った跳躍イメージと、今の自分の跳躍と何が違ってどこがうまくいっていないのか比較すればよい。

ここで注意したいのは「○○が原因に違いない!」と安易な思い込みで原因を決め打ちしないことである。なぜできないのか?どうすればできるようになるのか?と何度も熟考して原因を考えてほしい。

必要であればビデオで自分の動きを何回も確認しながら、自分の跳躍の問題点を探せばよい。また、指導者にも「どこを直せばうまくいきそうですか?」「何に注意して練習すればいいでしょうか」と積極的に質問するとよい。「なぜ?」「どうして?」と積極的に質問をする選手ほど、よく記録が伸びるものだ。

ここでは著者である私の場合を例にして

- 間延びせず支柱外 3 足半の位置で踏み切る
- 後傾姿勢を作り跳躍がバーの奥に流れるのを防ぐ

の 2 つの練習の目標に対して、「なぜ踏み切り動作で間延びしてしまうのか？」  
「なぜ後傾姿勢がうまく作れないのか？」の原因を考えてみることにする。

他の選手と自分の跳躍を比較したところ、踏み切り動作の間延びの原因は

- 走力不足で内傾動作が不十分になり重心を落とし切れていないため、  
踏み切り動作で間延びして重心を落とそうとしている

という点が原因であるという結論に至った。走力不足と判断した理由はビデオで確認すると助走にスピード感が無かったことと、トーラ・ハリス選手の最後の 5 歩がおよそ 1.17 秒であるのに対して、著者である私の場合は 1.43 秒と曲線助走の遅さが目立ったためである。



過去の自分， Tora Haris 選手：  
踏み切りの瞬間両腕を引いた踏み切り姿勢で  
足首 - 腰 - 頭の軸が作れている

図 14.7: 原因の分析 1[53]

また、後傾姿勢がうまく作れていない原因については、現在の自分と、過去の自分、ToraHaris 選手の踏み切り動作を動画で比較することで

- ダブルアームで腕を十分に引かずに前傾したまま踏み切り動作を行うことが問題であるという結論に至った。



現在の自分：  
踏み切りの瞬間  
腕が前に出て上半身が前傾し  
足首 - 腰 - 頭の軸が崩れている

図 14.8: 原因の分析 2

#### 【STEP4】うまくできない原因を考える

|     |  |
|-----|--|
| 原因1 | 走力不足で内傾が不十分になり重心が高い助走となり<br>踏み切り動作で間延びして重心を落とそうとしている             |
| 原因2 | ダブルアームの腕を十分にひかずに<br>上半身が前傾したまま踏み切り動作を行うため<br>足首 - 腰 - 頭の軸が作れていない |



ヒント：

今現在、課題がうまくできない原因を  
何度も熟考して考える

先入観を捨てビデオや練習で動作を確認しながら  
「これだ！」と納得する原因を考える

図 14.9: 課題がうまくできない原因を考える



## 14.5 STEP5 対策を決める

STEP5では

- STEP4で明らかになった原因をもとに課題達成に必要な対策を決める.
- ここで決まった対策を踏まえて普段の練習計画を行う

STEP4で課題がうまくできていない原因が明らかになったら、次はSTEP5で対策を決める。ここで、決まった対策を踏まえて普段の練習計画を行い、STEP3で決まった練習の目標とイメージを意識して普段の練習に臨めばよい。著者である私の場合を例にとってSTEP5を紹介すると図14.10のようになる。

### 【STEP5】各練習での対策を決める

|            |   |
|------------|---|
| 跳躍練習       | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 助走中の重心はストライドではなく内傾動作で落とす</li><li>・ 踏み切り動作では小さくコンパクトに体を動かす</li><li>・ テンポの早いダブルアームアクションを練習する</li><li>・ ダブルアームでしっかり腕を引き踏み切り姿勢（軸）を作る</li><li>・ 上記の動作を定期的にビデオで確認する</li></ul> |
| 走練習        | 練習メニューはそのままに質・量ともに上げる   |
| ウエイトトレーニング | 上半身と体幹強化のトレーニングを増やす   |



ヒント：

STEP4をふまえて課題達成のために必要な各練習での対策を具体的に考える

ここで決まった対策を踏まえて普段のトレーニングを計画する

図 14.10: 対策を決める

### 【STEP1】最終目標を決める

|      |   |
|------|---|
| 最終目標 | 中部実業団で日本選手権の参加標準記録、<br>陸上部部内記録となる215を跳び優勝する |
|------|---|

### 【STEP2】取り組む課題を考える

|        |  |
|--------|--|
| 何が問題か？ | ・支柱の内側へ間延びし失速する踏み切り動作<br>・バーの奥に流れるクリアランス |
|--------|--|

### 【STEP3】練習の目標を設定してイメージを作る

|                      |  |
|----------------------|--|
| どうなればよいか？<br>(練習の目標) | ・間延びせず支柱の外3足半の位置で踏み切る<br>・後傾姿勢を作り跳躍がバーの奥に流れるのを防ぐ |
| いつまでに？(期日)           | 来シーズン最初の試合(4月1週目)までに                             |
| イメージ                 | ToraHarris選手のような低く速い踏み切り動作をする                    |

### 【STEP4】うまくできない原因を考える

|     |  |
|-----|--|
| 原因1 | 走力不足で内傾が不十分になり重心が高い助走となり<br>踏み切り動作で間延びして重心を落とそうとしている         |
| 原因2 | ダブルアームの腕を十分にひかずに<br>上半身が前傾したまま踏み切り動作を行うため<br>足首-腰-頭の軸が作れていない |

### 【STEP5】各練習での対策を決める

|                |  |
|----------------|--|
| 跳躍練習           | ・助走中の重心はストライドではなく内傾動作で落とす<br>・踏み切り動作では小さくコンパクトに体を動かす<br>・テンポの早いダブルアームアクションを練習する<br>・ダブルアームでしっかり腕を引き踏み切り姿勢(軸)を作る<br>・上記の動作を定期的にビデオで確認する |
| 走練習            | 練習メニューはそのまま質・量ともに上げる   |
| ウエイト<br>トレーニング | 上半身と体幹強化のトレーニングを増やす  |

図 14.11: 練習の目標設定(まとめ)

## 14.6 STEP6 結果を反省する

STEP6 では

- 設定された時期がくれば目標が達成されたかどうか確認する
- 成功した場合は結果を定着させる方法を考える
- 失敗した場合は失敗した原因を考える
- STEP1 に戻り、新たな目標を設定する

最終的に目標としていた試合が終了すれば、結果の反省を行う。このとき、STEP3 で定めた練習の目標と、STEP1 で定めた最終目標が達成されたかどうかを確認する。

「結果よければ全てよし」ではなくて STEP1～STEP5 までのプロセス全体を振り返って、自分の狙い通りのことが達成され、狙い通りの結果が得られたかどうか確認する。

### 【STEP6】結果を反省する

中部実業団結果

185 ○  
190 ○  
195 ○  
200 ○  
205 ○  
210 ×××

内傾動作→OK

踏み切り動作での間延び防止→OK

踏み切り位置→OK

踏み切り姿勢での軸→OK



目標していた技術的課題は達成され 210 も良い跳躍だったが  
最終目標の 215 には届かなかった。

215 の跳躍にはまだ何か足りない・・・

図 14.12: 結果を反省する

最終目標が達成された場合はうまくいった理由をよく考え、その結果が定着する方法を考える。最終目標が未達成の場合は、自分のどこに問題があったのか真摯に考えて反省する。反省が終われば改善点をまとめて、次の目標に向けて *STEP1* から新たな練習の目標を設定する。

*STEP1*～*STEP6* までの *PDCA* (*Plan* (計画), *Do* (実行), *Check* (評価), *Action* (改善)) のサイクルは、最低でも1年に1回は行うことを強く推奨する。シーズン中は試合ごとに細かく *PDCA* のサイクルを回しながら跳躍を仕上げていくのもよい。

著者である私の場合は毎年6月と11月に新たな目標の設定と反省を行い、4～6月までの試合の多い期間は、出場する試合ごとに自分なりのテーマ（小目標）を設定して試合に臨むようにしている。

## 練習計画

中学生や高校生の頃は成長期で体力も年々増加するため、放っておいても記録が伸びていく。経験的には中学から高校にかけて多くの男性選手が毎年10cm程度は自己ベストを更新していく。しかし大学生、社会人と年齢を重ねるに連れて記録の伸びは鈍化していく。

伸びる選手とそうでない選手の間で大きな差が生まれるのもこの時期である。この段階にすれば専門的な知識を持った上で、計画的に練習しないと記録が伸びない。

根気や忍耐によってハードな練習をこなすことは重要である。しかし、いつも同じ練習をしていれば記録はいずれ頭打ちになってしまう。これはプラトー現象と呼ばれ、遅かれ早かれ全ての選手が体験する現象である。

競技人生を通して高い記録を維持していくためには、長期的な視点からトレーニングを考え、記録が頭打ちにならないように計画的に練習しなければならない。

負荷の強い練習を行わなければ記録は向上しないという事実は多くの選手が経験的に理解していることだと思う。また、「サボりバネ」とか「たまりバネ」という言葉に代表されるように試合の直前には練習量を落とした方が試合で良い結果が得られるということも多くの選手が理解していることだろう。

冬季練習では質よりも量を重視した体力強化的な練習を行い、逆に試合が近づけば量より質を重視した高負荷な練習を行っているという選手も多くいると思う。こうした経験則の中にも好記録を狙うための練習計画のヒントがある。

第15章では、短期的・長期的な練習計画について、より幅広い、より科学的な視点から分析を行い、どのように練習計画を考え実施すれば最大限の記録の向上が見込めるかについて説明する。

## 15.1 トレーニング理論の基礎知識

世界のトレーニング理論の歴史を振り返ると、1897年には「近代トレーニングの父」と呼ばれるユージン・サンドウが著書 *Strength and How to Obtain It* の中で自身のトレーニング理論を初めて体系化して出版している。

また、日本では若木竹丸が初めて本格的な筋肉トレーニングを開始したとされており、1938年には「怪力法並みに肉体改造体力増進法」という著書が出版されている [89]。

これまでも年代ごとに流行り廃りはあるものの、数多くのトレーニング方法が考案されてきた。近年になって科学の進歩や計測器具の発達によって、こうしたトレーニング方法の科学的な分析が進むようになると、競技の高度化と専門化に伴い次々に画期的なトレーニング方法や理論が考案されるようになってきた。

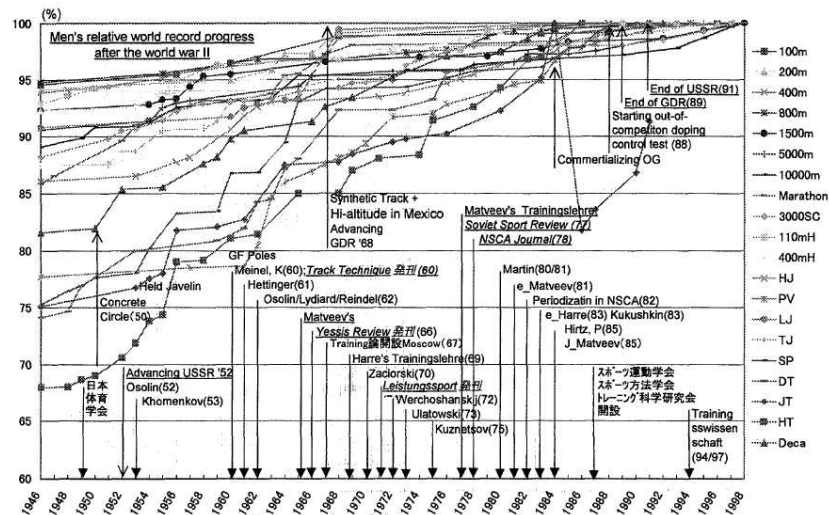


図 15.1: 戦後の世界記録の推移とトレーニング論関連著作の発刊史 [90]

現在、陸上選手が行っている練習メニューや練習計画の多くは、近年になって提唱され普及したものである。その多くは「トレーニングの3原理・5原則」という考え方や、「ピリオダイゼーション（期分けトレーニング）」という理論がベースとなっている。

ここではまず選手やコーチが練習計画を考える上で必須の基礎知識となる、「トレーニングの3原理・5原則」「ピリオダイゼーション（期分けトレーニング）」について説明し、その後で年間練習計画や週間練習計画をどのように設定すればよいか著者である私の場合の実例を挙げて説明する。

### 15.1.1 トレーニングの原理原則

トレーニングの原理原則は、3つの原理と5つの原則に集約される。練習メニューを考える上での基礎知識となるため是非覚えておいてほしい。この3原理・5原則の考え方は、ドイツの発生学者であるウィルヘルム・ルーの提唱した「生物の器官は使わなければ退化し、過剰に使えば障害を起し、適度に使えば発達する」という生理学の適応法則（ルーの法則）を元に提唱されたもので、数多くの科学的な分析によってその事実が確認されている [91].

#### トレーニングの3原理

- 過負荷の原理  
一定水準以上の負荷をかけないと体力は向上しない
- 可逆性の原理  
トレーニングをやめれば運動効果は無くなっていく
- 特異性の原理  
トレーニングは実施した内容に応じて効果が表れる

過負荷の原理とは、ある一定水準以上の負荷をかけなければ体力は向上しないという原理である。多くの選手が経験的に知っている通り、軽過ぎる重量でウエイトトレーニングをしても挙上重量は上がらないし、低過ぎる高さで跳躍練習を繰り返しても高く跳べるようにはならないという当たり前の原理である。

可逆性の原理とは、練習をやめてしまえば、体力は練習する以前の元の状態に戻るとい原理である。これも練習を長期間中断したことのある選手は感覚的に理解している原理だと思う。著者である私の経験則では練習を1週間中断すれば自覚できるレベルで体力の低下が始まり、怪我・病気・受験などの理由で長期間練習を中断した場合は、元の体力に戻すために中断した期間のおよそ2倍の練習期間が必要になる。

最後の特異性の原理とは、トレーニングは実施した内容に応じて効果が表れるという原理である。例えば似たような種目であるスクワットとレッグプレスのトレーニングを行う場合に、スクワットの記録を伸ばしたければスクワットを中心にトレーニングを行ったほうがスクワットの記録は伸びやすい。同様にレッグプレスの記録を伸ばしたければレッグプレスを中心にトレーニングしたほうがレッグプレスの記録が伸びるとい原理である。

### トレーニングの効果を高める 5 原則

- 全面性の原則  
身体能力をバランスよく総合的に高めるように練習する
- 意識性の原則  
練習の内容，意義，目的を理解して取り組む
- 漸進性の原則  
体力の向上に合わせて運動強度をじょじょに上げていく
- 反復性の原則  
練習は継続して規則的に行う
- 個別性の原則  
選手個人の体力に合わせた練習を行う

全面性の原則とは，あらゆる動作の基盤となる身体能力を「バランスよく総合的に高める」ことが練習には必要であるという原則である．競技の種目特性によって重点強化部位は異なるため，競技の特性に合わせた練習方法を考えることが重要である．しかし，ほとんどの競技では全身を動かして運動を行うため，競技力の向上のためには全面性の原則も意識し，全身を鍛えるトレーニングも行なった方がよい．陸上選手の場合は「全身を鍛える基本メニュー」をまずベースに考えて，それに加える形で専門種目毎に異なるメニューを考えて練習を行うとよい．

高跳び選手だからといって跳躍練習ばかりをやっていればよいわけではない．選手や指導者の中には特異性の原理を重視し「跳躍に必要な筋肉は跳躍練習の中で鍛えるのが基本」と考え，走練習やウエイトトレーニングをあまり行わない者もいるが，これではトレーニングの効果が限定的になってしまう．競技力の向上のためには全面性の原則も意識して練習に取り組んでほしい．

意識性の原則とは練習の内容，意義，目的を理解して練習に取り組むことで練習の効果が上がるという原則である．これはボーと何も考えずに練習をしたり，ただやらされているだけの練習をしても効果は薄いということを表している．練習は必ず意義や目的があり内容が決められているので，どんな目的でなぜその練習を行っているのか？それはどんな効果があるか？ということは常に意識して練習に取り組んでほしい．

漸進性の原則とは，体力の向上に合わせて運動強度（練習の負荷）を「徐々に」上げていかなければならないという原則である．いつまでも同じ負荷，回数，タイム，記録設定で練習をしていても，その効果は次第に頭打ちになってくる．これは練習メニューを繰り返すことで体力が向上し，体が負荷に慣れてしまうことで過負荷の原理が働かなくなることが原因である．このため，



いつまでも同じ負荷，回数，タイム，記録設定で練習を行うのではなく，徐々に運動強度を上げて変化させながら練習を行うことが重要である。

反復性の原則とは練習の効果を得るためには継続して規則的に練習を行う必要があるという原則である。いくら優れた練習メニューがあっても，それを継続しなければ効果は期待できない。また，一時的に効果が得られたとしても練習を中断してしまうと可逆性の原理によってその効果は失われてしまうため，練習は継続的に繰り返し行う必要がある。

個別性の原則とは，選手個人個人の体力に応じた練習を行うことが重要であるという原則である。選手の年齢や性別，競技レベル，体力，性格などによって必要となる練習メニューは人それぞれ異なるはずである。自分がどのようなタイプの選手で，どのような練習が必要か，自分の競技力に見合った練習メニューとはどのようなものか，常に意識しながら練習メニューを考えてほしい。

### 15.1.2 トレーニングの「期分け」について

陸上選手が行っている練習メニューや練習計画は、「ピリオダイゼーション（期分けトレーニング）」という考え方がベースとなっているものが多い。

ピリオダイゼーションとは1960年代に、ロシアの生理学者 *Matveyev* と旧チェコスロバキアのスポーツ科学者 *Bompa* が提唱したもので、カナダの内分学者である *Selye* の一般適応症候群（*GAS*）理論を基にしている [92]。

一般適応症候群とはストレスに暴かれた生体が見せる「有害性に適応しようとする」生化学的反応であり、適応症候群の理論である。トレーニング（身体への物理的ストレス）に対しても同様の理論を当てはめて考えることが可能である [93]。

*Selye* はこうした外界からのストレスに対する生体の反応を全身適応症候群として「警告反応期」「抵抗期」「疲憊期」3つの時期に分けた。トレーニングの場合に当てはめてそれぞれの時期の説明を行うと以下のようなになる。

- 警告反応期  
強いトレーニングの刺激によってもたらされるもので1~2週間続き、筋肉痛、関節痛など一時的なパフォーマンスの低下がみられる
- 抵抗期  
身体が生理的な適応能力によって刺激に適応する  
（過負荷の原理、特異性の原理、超回復などが見られる [94]）
- 疲憊期  
刺激が単調であったり、負荷が大きすぎる期間が続くと、パフォーマンスが低下したり極度の疲労が引き起こされ、オーバートレーニングの状態になる。

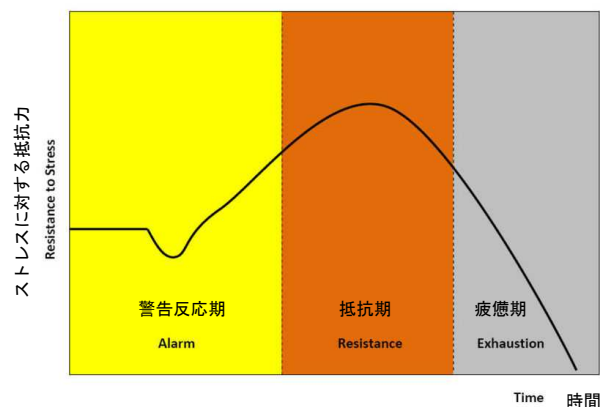


図 15.2: 一般適応症候群 [95]

また、抵抗期には「超回復」と呼ばれる現象がみられる。筋力トレーニング後に24~48時間程度の休息をとることで筋肉の総量がトレーニング前よりも増加する。超回復のメカニズムを縦軸に適応度（筋力）、横軸に時間を取って図15.3、図15.4に示す。

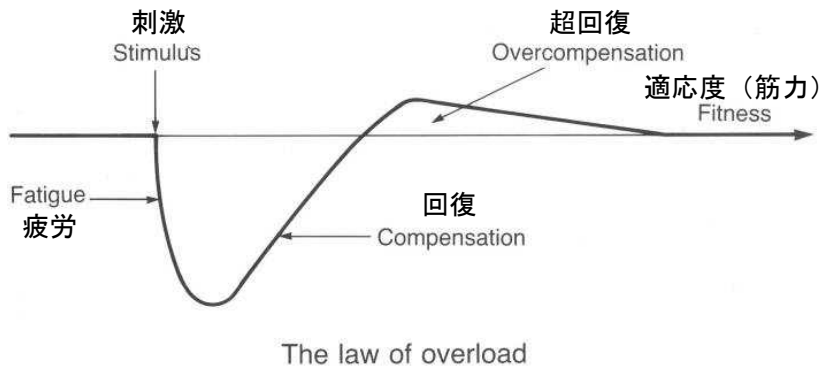


図 15.3: 練習から回復するまでのプロセス 1[96]

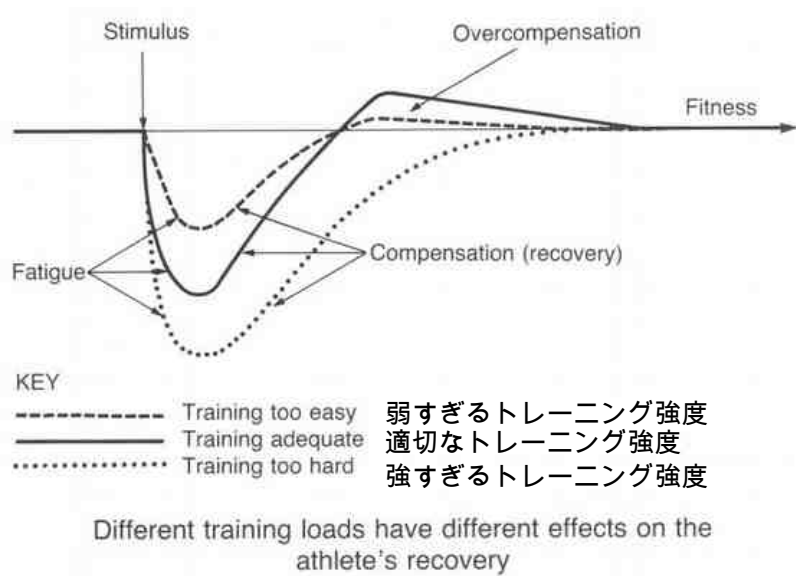


図 15.4: 練習から回復するまでのプロセス 2[96]

超回復を利用すれば、高負荷なトレーニングを行い休息をうまく取りながら筋肉の破壊と修復を繰り返すことで、筋肉をじょじょに増加させることが可能となる。このときのイメージを図 15.5 に示す。図中の矢印は体に対して負荷をかけるタイミングを表し、矢印が大きいほど負荷が大きいことを表している。

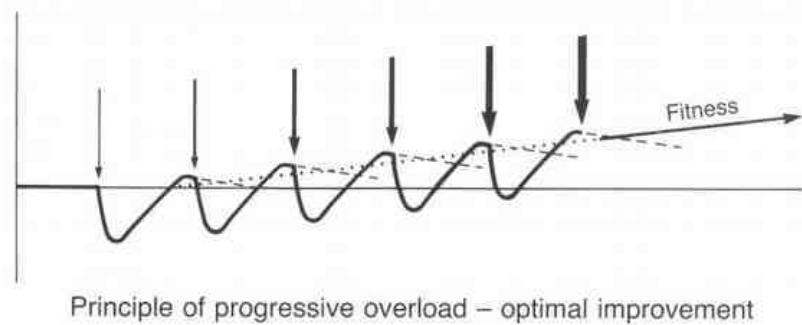


図 15.5: トレーニングの繰り返しによる体力の向上 [96]

超回復を起こすためには十分な休息時間を取ることが重要である。一定の休息時間を取らずに筋に負荷を与え続けると筋量が増加する前に筋肉が再度破壊されてしまい筋肉が減少する負のトレーニングサイクル（オーバートレーニング）にはまってしまう。「休むことも練習」と表現されることがあるように、適正な休息を取らなければ体力は向上しない。

これまで述べてきたように、トレーニングによって体に負荷を加えると、身体の生理的な適応（抵抗期）が発生する。徐々に身体に強い負荷を与えながら、適切に休息時間をコントロールすると「超回復」によって体力が徐々に向上していく。これはトレーニングの原理原則でいうところの過負荷の原理や漸進性の原則に「休息の必要性」が付加された形になっている。

しかし、常に同じトレーニングを継続すると適応過程において進歩がみられなくなり停滞し、最悪の場合は疲労によって筋力は低下し始める（疲憊期）。これはスランプと呼ばれる現象であり過負荷の原理や漸進性の原則の考え方だけでは回避できない問題である。

こうした問題を解決し、更にシーズン中の重要な試合で高いパフォーマンスを発揮するために、ロシアの生理学者 *Matveyev* と旧チェコスロバキアのスポーツ科学者 *Bompa* によって 1960 年代に新たに提唱されたのが「ピリオダイゼーション（期分けトレーニング）」という考え方である。

これはオーバートレーニングの可能性をできる小さくし、筋力を最高レベルまで高める方法として提唱されたトレーニング方法であり、旧ソ連のアスリート育成に使われて大きな成果を取めたことから注目されるようになってきた。

また、現在陸上選手に限らず多くのスポーツ選手が行っている練習メニューや練習計画の多くが、この「ピリオダイゼーション（期分けトレーニング）」という考え方をベースに組み立てられている。

ピリオダイゼーションでは、練習計画を行う上でマクロサイクル、メゾサイクル、ミクロサイクルの3つのサイクルを考えることを基本としている [97]。

- マクロサイクル (*macro-cycle*)  
計画するトレーニング期間全体を指す。
- メゾサイクル (*meso-cycle*)  
マクロサイクルを更に細かく区切った期間で通常は3~10週間。負荷に対する順応変化に応じて練習の量と質を変化させていく期間。
- ミクロサイクル (*micro-cycle*)  
メゾサイクルを更に分解して作られた1週間(3~10日間)のトレーニング期間

次に、こうした期分けを元に「年間」「週間」のトレーニングを計画する方法について解説していく。

## 15.2 年間練習計画

陸上競技の選手はピリオダイゼーションにおけるマクロサイクルを、通常1年の期間に設定することが多い。オリンピックなどを意識した選手はマクロサイクルを4年に設定することもある。

次にマクロサイクルを

「一般的準備期 (General Preparation Phase)」

「専門的準備期 (Specific Preparation Phase)」

「試合期 (Competition Phase)」

「移行期 (Transition Phase)」

の4つメゾサイクルに分解して考え、それぞれの期間の練習目的を明確にして練習計画を立てる（一般的準備期と専門的準備期は合わせて「準備期」と総称されることも多い）。こうした名称は聞き覚えのある選手も多いと思う。

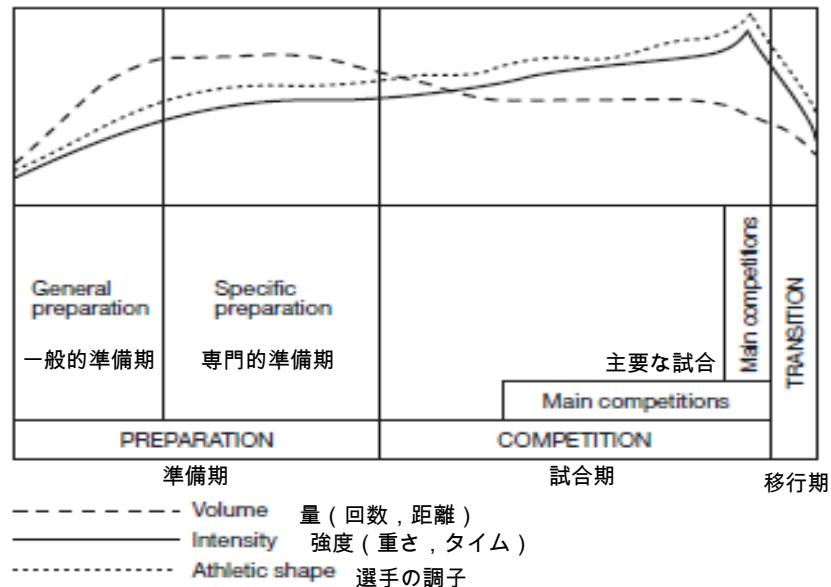


図 15.6: ピリオダイゼーションによるトレーニングのイメージ [96]

- 一般的準備期  
試合のないシーズンに設定し基礎的な体力の向上に主眼を置く。  
質（重量やタイム）より量（回数や距離）を重視したトレーニングを行う。
- 専門的準備期  
競技会に向けて技術的な準備を行う。  
徐々に量を減らし質を高めたトレーニングに移行する
- 試合期  
体力、技術ともに最高の状態で試合に臨む。  
質を重視し量を落としたトレーニングを行う
- 移行期  
積極的休養の期間とし精神的、肉体的に蓄積した疲労を回復する  
質も量も落としたトレーニングを行い積極的に休養する

年間計画では、まず年間スケジュールを準備期、試合期、移行期に期分けするところから始める。計画は、第14章で解説した「練習の目標設定」と合わせて移行期（シーズンオフ）に行うとよい。ここでは、年間計画の一例として著者である私の年間練習計画を紹介する。「練習の目標設定」については第14章の内容を参考にしてほしい。

表では中部実業団、日本選手権、全日本実業対抗陸上を年間の重要な試合として位置づけシーズンの期分けを行なっている。重要度の低い試合は技術確認を目的とした練習の位置付けで試合に参加することになっている。また、第14章で行った「練習の目標設定」の結果を考慮し各期間のトレーニング課題を明記している。

期分けでは年二回実施される合宿も期区切りに利用した。2月に実施される内海合宿は一般的準備期の総仕上げという位置付けの合宿であり、走り込みを中心に行っている。8月に実施される夏合宿では直前の試合期の反省を受け専門技術の改善を行う合宿という位置づけである。

高校生以下の選手に限って言えば厳密な期分けによるトレーニング計画を行うのではなく、年間を通して準備期的な性格を持たせ、技術と体力を全面的に鍛えるトレーニングを行うことがよいとされている [4]。著者である私の場合は中学生の頃は基礎体力や技術を身に付ける練習を一年中行っていた。高校生になると次第に期分けを意識した練習を行うようになった。高校生から大学生にかけては学校の定期試験や受験、その他の年中行事なども考慮して年間練習の期分けを行っていた。

実際にはピリオダイゼーションによる期分けのことを意識しなくても、日本は四季による気温変化が大きいので、冬季は質よりも量を増やした体力強化トレーニングを中心に行い、シーズンが近付き暖かくなるにつれて量より質を重視した技術強化トレーニングにじょじょに移行する選手が多い。中学生や高校生でも、顧問の先生の指導や、周囲の強豪校、一流選手の練習メニューを参考に冬季や夏季の練習メニューを組み立てることで、図らずも1年を期分けした練習を無意識に行っている選手が多いと思う。



◎○△-は試合の重要度を表す

| 期      | 月  | 競技会                                 | 期分け・主なトレーニング課題   |
|--------|----|-------------------------------------|--|
| 移行期    | 11 |                                     | ・前シーズンの反省し「練習の目標設定」を実施<br>・次年度のトレーニング計画<br>・精神的、肉体的疲労の回復                                   |
|        |    |                                     |  |
| 一般的準備期 | 12 |                                     | ・基礎体力の向上を目指す<br>・練習は質よりも量を重視   |
|        |    | 1                                   | ●「練習の目標設定」の内容を意識し<br>・走練習の頻度を増やす<br>・上半身と体幹トレーニングを増やす                                      |
|        |    |                                     |  |
| 専門的準備期 | 2  | (2/5・6内海合宿)                         | ・競技会に向けた技術的な準備を行う<br>・量をじよじよ減らし質を高めたトレーニングに移行する  |
|        |    | 3                                   | ●「練習の目標設定」の内容を意識し<br>・走練習では距離を短く本数を増やす<br>・跳躍練習では内傾動作での重心低下や<br>ダブルアームからの 踏切り軸作りを意識した練習を行う |
|        |    |                                     |  |
| 試合期①   | 4  | △4/9・10 西三河記録会                      | ・質を重視し量を落としたトレーニングを行う  |
|        |    | ◎5/7・8 中部実業団対抗陸上競技                  | ●「練習の目標設定」の内容を意識し<br>・中部実業団、日本選手権に向けて仕上げる<br>・練習の目標としていた技術、フォームの完成                         |
|        |    | -6/4・5 県選手権西三河予選会<br>◎6/10~12 日本選手権 |  |
|        |    |                                     |  |
| 準備期    | 7  | -7/16・17 県選手権                       | ・精神的、肉体的疲労の回復<br>・体力の再強化と専門技術の改善<br>・一般的準備期と専門的準備期の練習内容を短縮して実施                             |
|        |    | (8/6~9夏合宿)                          |  |
|        |    |                                     |  |
| 試合期②   | 8  | ○8/27・28 東海選手権                      | 基本的に試合期①に同じ  |
|        |    | ◎9/23~25 全日本実業団対抗陸上                 | 全日本実業団対抗陸上に向けて仕上げる   |
| 移行期    | 10 | -10/10 中部実業団選手権                     | 前年度移行期に同じ  |
|        |    |                                     |  |

図 15.7: 年間練習計画の例

- 一年間の練習を「一般的準備期」「専門的準備期」「試合期」「移行期」に分けること
- 練習の質（筋負荷）と量（練習量）をコントロールし疲憊期を回避すること

一年間の練習負荷コントロールの例を図 15.8 に示す。ここでは疲憊期を回避するために練習の質的な負荷と量的な負荷をコントロールして、体に対して常に新しい負荷を加える練習計画になっている点に注目してほしい。

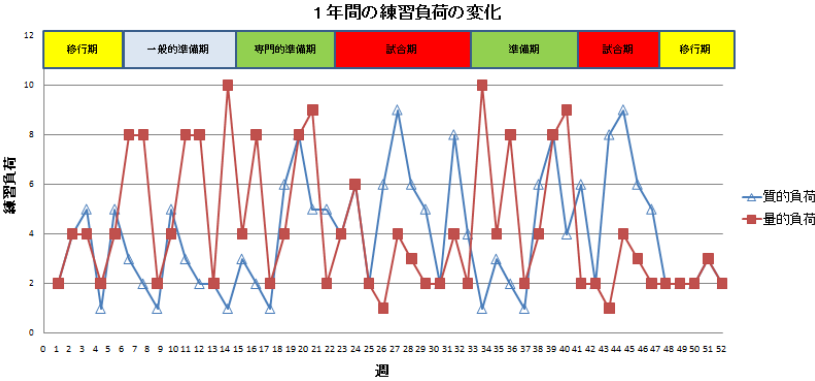


図 15.8: 一年間の練習負荷コントロールの例

図 15.8 に記載の負荷は「0」が休みの状態を表し、「10」が最大を表す。数字が表す負荷の目安は以下の図 15.9 を参考にすること。（著者である私が定めた参考値である）

| 量的負荷の目安(週間) |        |               | 質的負荷の目安(週間) |         |                            |
|-------------|--------|---------------|-------------|---------|----------------------------|
| 数値          | 言語表現   | 目安            | 数値          | 言語表現    | 目安                         |
| 10          | 非常にきつい | 数日間の疲労が残る程度   | 10          | 全力で     | 試合と同程度の負荷                  |
| 9           |        |               | 9           |         | 全助走で全力で跳ぶ負荷                |
| 8           |        |               | 8           |         |                            |
| 7           | かなりきつい | 翌日も疲労感が残る程度   | 7           | ほぼ全力で   | レペーション程度の負荷<br>中助走で全力で跳ぶ負荷 |
| 6           |        |               | 6           |         | 短助走で全力で跳ぶ負荷                |
| 5           | きつい    | 翌日にやや疲労感が残る程度 | 5           | 余力を残して  | テンボ走程度の負荷                  |
| 4           | ややきつい  | 翌日に疲労感が残らない程度 | 4           | 余裕を持って  | 流し程度の負荷                    |
| 3           | 少し楽な   |               | 3           | 少し力を出して |                            |
| 2           | 楽      | 心地よい疲労感を感じる程度 | 2           | 力を抜いて   | 快調走程度の負荷                   |
| 1           | かなり楽   |               | 1           |         |                            |
| 0           | 疲労がない  | 軽く体を動かす程度     | 0           | 力を出さずに  | ジョグ程度の負荷                   |

図 15.9: 数字の表す負荷の目安（年間）

### 15.3 週間練習計画

週間練習計画はピリオダイゼーションにおけるマイクロサイクルに相当する、一般的準備期、専門的準備期、試合期、移行期のそれぞれについて、各期の目的を明確にして一週間の練習を計画すればよい。

このとき予め仕事や学業から受ける制約も考慮した上で練習メニューを考えてほしい。例えば、中学生や高校生であれば塾に通う日の練習時間を短くしたり、受験生は短時間で効率よく練習できるようにメニューを工夫するとよい。著者である私の場合は社会人でフルタイム勤務をしているため、平日はどうしても仕事の都合で練習日が不規則になりがちである。このため、定時退社日である金曜日と、仕事が休みになる土日には必ず練習を行うようにしている。

他にも仕事が遅くなった日でも練習できるように深夜まで利用可能なスポーツジムの会員になったり、フレックスタイムを使って朝早く出社して仕事を早く済ますなどして、なるべく仕事の都合に左右されずに練習できるように工夫している。

超回復の説明で述べたように筋肉に負荷をかければ、その回復には24～48時間の時間が必要となる。同じ場所に負荷がかかる同種のトレーニングを繰り返せば筋負荷が過剰になり筋力の低下を招く。このため、跳躍練習、走練習、ウエイトトレーニングは二日以上間隔を空けて実施するように一週間の練習を計画するとよい。

また、一週間の練習内容の順番を考えるとときには基本的に次にあげる原則に沿って練習を計画すると効果的である [4]。この原則は週間の計画だけでなく一日のトレーニング内容の順番を考える場合にも参考にとよい。

#### 週間練習計画のポイント

1. 同じトレーニングを連続で行わない（数日空ける）
2. 一般的準備期、専門的準備期、試合期、移行期でそれぞれの目的に合った練習内容を考える
3. 技術系の練習を優先的に行う
4. 技術系に続いてスプリント系の練習を行う
5. スプリント系に続いてパワー系の練習を行う
6. 最後に持久系の練習を行う（積極的休養としてもよい）

試合直前の練習については個人差や年齢差が大きいので、各選手試行錯誤しながら自分に合った調整パターンを見つけてほしい。

「サボリバネ」や「たまりバネ」という言葉に代表されるように一般的には試合前に練習量を落とした方が良い結果が得られることが多い。疲労から回復するペースを十分に考えて、慎重に練習量をコントロールしながら試合に臨んでほしい。参考までに著者である私が試合前の週間練習で意識していた項目について紹介する。

試合前の練習計画のポイント（著者の場合）

1. 一週間を通じて練習量をじょじょに下げていく
2. 負荷が高く疲労が残りやすい練習は避ける
3. 試合の前日は体を動かす
4. 試合の数日前に軽く、少ない本数で跳躍練習を行う  
(体に刺激を加え、跳躍の課題を確認する)

具体的な一週間の練習メニューの一例として著者である私の練習メニューを紹介する。

| <一般的準備期> |   | <専門的準備期> |   | <試合期> |  | <移行期> |                                    |
|----------|---|----------|---|-------|--|-------|------------------------------------|
| 月        | 休養  | 月        | 休養  | 月     | 休養   | 月     | 休養                                 |
| 火        | ○走練習<br>○跳躍技術練習<br>・テンボ走<br>・ウェーブ走<br>・往復走<br>・ハードルジャンプ<br>・距離は長くタイムは速く本数を増やす | 火        | ○跳躍練習<br>・中歩走の跳躍練習<br>・跳躍ドリル<br>・全歩走への移行を考えた跳躍練習                              | 火     | ○跳躍練習<br>・中歩走の跳躍練習<br>・跳躍ドリル<br>・練習後に難し技術練習の目標としての技術やフォームの完成を目指す             | 火     | ○跳躍練習<br>・練習記録<br>・跳躍のビデオ撮影等       |
| 水        | ○ウエイトトレーニング<br>・下半身トレーニング中心<br>・可動域が広く(フルスクワットなど)<br>・軽負荷で多回数をこなす             | 水        | ○ウエイトトレーニング<br>・下半身トレーニング中心<br>・可動域が広く(フルスクワットなど)<br>・軽負荷で多回数をこなす             | 水     | ○走練習<br>○跳躍技術練習<br>・テンボ走<br>・ウェーブ走<br>・往復走<br>・ハードルジャンプ<br>・距離は長くタイムは速く本数少なく | 水     | 前シーズンの一般的準備期に同じ(負、量ともに落とすとして軽めに実施) |
| 木        | 詳細的休養<br>農場バドミントン卓球   | 木        | 休養  | 木     | 休養   | 木     | 休養                                 |
| 金        | ○走練習<br>・速し(300×3)<br>・テンボ走(150程度の距離を中心)<br>・坂ダッシュ<br>・タイムは速く本数を増やして実施        | 金        | ○走練習<br>○跳躍技術練習<br>・テンボ走<br>・ウェーブ走<br>・往復走<br>・ハードルジャンプ<br>・距離は長くタイムは速く本数を多めに | 金     | ○走練習<br>○跳躍技術練習<br>・テンボ走<br>・ウェーブ走<br>・往復走<br>・ハードルジャンプ<br>・距離は長くタイムは速く本数少なく | 金     | 前シーズンの一般的準備期に同じ(負、量ともに落とすとして軽めに実施) |
| 土        | ○跳躍練習<br>・短、中歩走の本数多めの跳躍練習<br>・踏み切り位置や動作を確認                                    | 土        | ○跳躍練習<br>・全歩走の跳躍練習<br>・試合形式の跳躍練習<br>・跳躍ドリル<br>・内転動作での重心低下<br>・ダブルアームからの踏み切り動作 | 土     | ○跳躍練習<br>・全歩走の跳躍練習<br>・試合形式の跳躍練習<br>・跳躍ドリル<br>・練習の目標としての技術やフォームの完成を目指す       | 土     | ○跳躍練習<br>・練習記録<br>・跳躍のビデオ撮影等       |
| 日        | ○ウエイトトレーニング<br>・上半身、体幹トレーニング中心<br>・可動域が広く(フルスクワットなど)<br>・軽負荷で多回数をこなす          | 日        | ○ウエイトトレーニング<br>・上半身、体幹トレーニング中心<br>・可動域が広く(フルスクワットなど)<br>・軽負荷で多回数をこなす          | 日     | ○ウエイトトレーニング<br>・全身のトレーニングを減量なく<br>・負荷は下げてスピードを重視して実施                         | 日     | ○練習の目標設定<br>○次年度のトレーニング計画          |

図 15.10: 週間練習計画の例

図 15.10 の練習を行う場合の質的負荷、量的負荷のコントロールの例を示す。

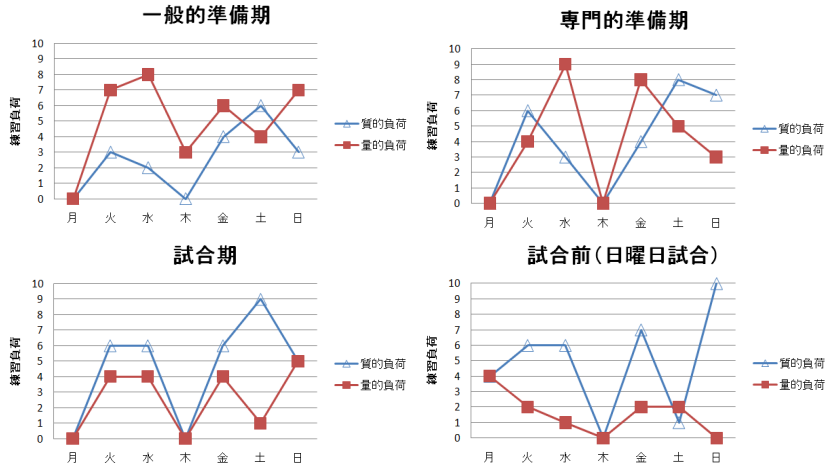


図 15.11: 一週間の練習負荷コントロールの例

図 15.11 に記載の負荷は「0」が休みの状態を表し、「10」が最大を表す。数字が表す負荷の目安は以下の表 15.12 を参考にすること。(著者である私が定めた参考値である)

| 量的負荷の目安(週間) |        |               | 質的負荷の目安(週間) |         |                             |
|-------------|--------|---------------|-------------|---------|-----------------------------|
| 数値          | 言語表現   | 目安            | 数値          | 言語表現    | 目安                          |
| 10          | 非常にきつい | 数日間の疲労が残る程度   | 10          | 全力で     | 試合と同程度の負荷                   |
| 9           |        |               | 9           |         | 全助走で全力で跳ぶ負荷                 |
| 8           |        |               | 8           |         |                             |
| 7           | かなりきつい | 翌日も疲労感が残る程度   | 7           | ほぼ全力で   | レベテーション程度の負荷<br>中助走で全力で跳ぶ負荷 |
| 6           |        |               | 6           |         | 短助走で全力で跳ぶ負荷                 |
| 5           | きつい    | 翌日にやや疲労感が残る程度 | 5           | 余力を残して  | テンポ走程度の負荷                   |
| 4           | ややきつい  | 翌日に疲労感が残らない程度 | 4           | 余裕を持って  | 流し程度の負荷                     |
| 3           | 少し楽な   |               | 3           | 少し力を出して |                             |
| 2           | 楽      | 心地よい疲労感を感じる程度 | 2           | 力を抜いて   | 快調走程度の負荷                    |
| 1           | かなり楽   |               | 1           |         |                             |
| 0           | 疲労がない  | 軽く体を動かす程度     | 0           | 力を出さずに  | ジョグ程度の負荷                    |

図 15.12: 数字の表す負荷の目安 (週間)



## ウォームアップとクールダウン

決められた手順を踏んで作業をすることで自然と「うっかりミス」や「災害」が防止されるということはよくあることだ。仕事の世界では先人達の知恵が体型化・規格化されており、企業では様々な手法を用いて作業ミスや労働災害の未然防止に努めている。

スポーツの世界では練習においても試合においても、運動を開始する前に選手は必ずウォームアップを行う。これも競技でのミスや怪我を防止するための先人達の知恵の一つだ。

ウォームアップ方法は学校、季節、天候、試合時間、競技力、年齢によって千差万別である。例えば、学校の部活動においては種目に限らず合同でウォームアップを行うチームが多い。こうしたチームでは必然的に人数の多い短距離種目に合わせたウォームアップが行われる傾向が強い。

また、北海道の選手と沖縄の選手では、同じで冬も外気温が大きく異なるため、ウォームアップ方法もかける時間も異なる。試合と練習ではウォームアップ方法が異なる選手もいるし、練習であってもウエイトトレーニングを行う場合と跳躍練習を行う場合ではウォームアップ方法が異なる選手が多い。

同じ試合でも競技力の低い選手は先に跳躍し、競技力の高い選手は後に跳躍するので、ウォームアップの内容や時間帯が競技力によって異なることが多い。試合が午前中にあるのか午後にあるのか、春なのか真夏なのかによってもウォームアップ方法は異なる。クールダウンについても同様のことが言える。

第16章ではこうしたウォームアップ・クールダウンを行う目的と理由について一般論を述べ、一例として私が試合や練習の前後に行うウォームアップ・クールダウンの方法について説明する。読者はそれを参考に自分に合ったウォームアップ・クールダウンの方法を考えてほしい。

## 16.1 ウォームアップを行う目的と理由

### ウォームアップの目的

- 試合や練習でベストパフォーマンスを行うために体の準備をする
- 怪我を予防する

### ウォームアップを行う理由

#### 生理的効果

- 体温を上げることで力を出しやすくする
- 呼吸循環器系の準備を整える
- 神経系を興奮させ、外部の刺激に対する反応速度を高める
- 関節可動域を広げ、怪我の予防に繋げる

#### 心理的効果

- 自分のコンディションを事前に確認できる
- 日常生活から練習や試合に向けて、気持ちを切り替える

ウォームアップの目的は「試合や練習でベストパフォーマンスを行うために体の準備をする」「怪我を予防する」ことの2点にある。ウォームアップでは最初にジョギングやウォーキングなどによって体温（筋温）を上げて、次にストレッチやドリル動作などで関節可動域を広げていくパターンが多い。その有用性は経験的に広く知られており、実験的にその有用性を示した結果も数多く存在する。



ウォームアップの生理的効果としては、筋温を上昇させることで筋の酵素活性が高まり、筋活動による代謝が促されることが知られている。

例えば、体温が1度上昇することで細胞の代謝率は約13%増加し、筋温が5度上昇することによって筋の収縮速度及びパワーは約10%増加する [98]。また、ウォームアップによって中枢神経系が興奮することで刺激に対する反応時間が短縮されることが報告されている [98]。

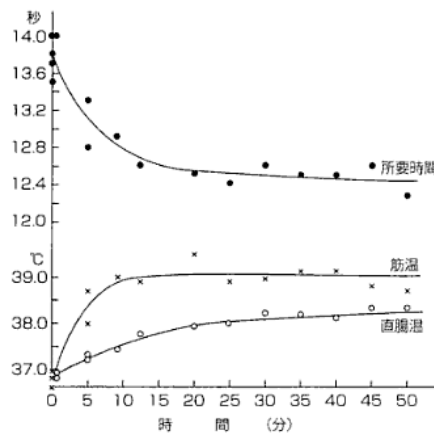


図 16.1: ウォームアップ時間と筋温, 仕事量 (956kgm) 発揮の所要時間 [98]

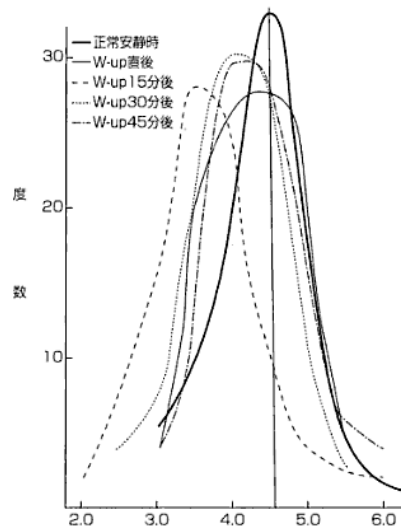


図 16.2: ウォームアップによる反応時間の変化 [98]

また、体温が上昇すれば酸素がヘモグロビンから解離されやすくなり、有酸素運動に必要な筋肉への酸素の供給がスムーズに行われるようになる。加えて呼吸循環器系の準備が整うことで呼吸による酸素摂取もスムーズに行われる。

他にもウォームアップでストレッチを行うことにより、体の柔軟性を高め関節可動域を広げることができる。ストレッチによって筋肉を伸ばすと筋肉の長さを感じ取るセンサである筋紡錘の感度が一時的に低下し、筋収縮を起こす伸張反射等の筋活動が起きにくくなり、筋肉がよく伸びるようになる [89]。

ストレッチにより柔軟性が高まり関節可動域が広がることには様々なメリットがある。まず、関節可動域が広がり余裕ができることで動作がスムーズに行える。続いて関節可動域が広がることで怪我の予防にも繋がるとされており、実際に股関節の可動域が小さい選手ほどハムストリングの肉離れのリスクが高まることも報告されている [89]。

運動を行う際に可動域に余裕が無ければ、動作中にすぐに筋肉が伸び切り、そこへ強い負荷が加わることで怪我しやすくなる。また、筋温の上昇が不十分であると筋肉の応答速度も低下し、大きな負荷や力が筋肉に加わったときに反応が遅れて肉離れなどの筋断裂を招きやすくなる。

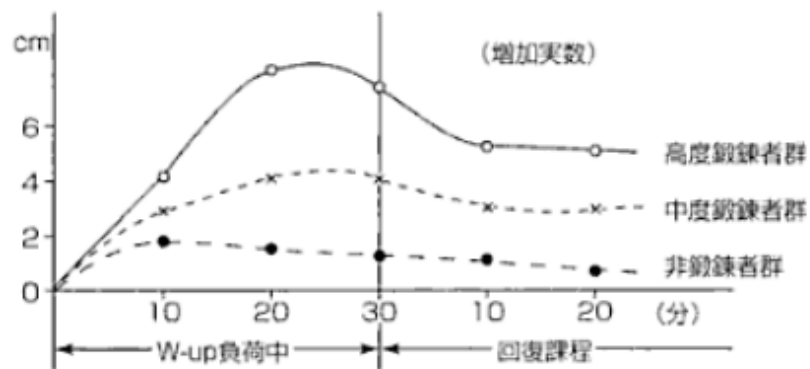


図 16.3: ウォームアップが体前屈柔軟性に及ぼす影響 [98]

ウォームアップには上記で述べた生理的効果以外にも、心理的効果も存在する。ストレッチやドリルなどにより、試合や練習の前に自分の体のコンディションを把握することができる。また、勉強や仕事などの日常生活から、練習や試合へと気持ちを切り替える心理的効果がある。

## 16.2 クールダウンを行う目的と理由

### クールダウンの目的

- 疲労回復の促進
- 心身の緊張緩和

### クールダウンを行う理由

#### 生理的効果

- 骨格筋に集まった血液を体内に再分配する
- 筋肉痛を防止し、疲労回復を促す

#### 心理的効果

- 徐々に運動強度を下げることによる心身の緊張緩和

クールダウンの目的は「試合や練習の疲労回復の促進」「心身の緊張緩和」の2点にある。長時間運動を行う競技に比べ、高跳び選手はクールダウンにウォームアップほど重点が置かない選手が多い。しかし、高跳び選手においても試合や練習後の精神の興奮状態を治めたり、アキレス筋・膝部・腰部への局所的な疲労が蓄積することを防止する観点からも、ある程度クールダウンを行わなければならない。

まず、クールダウンの生理的効果であるが、運動時には多くの血液が骨格筋に送られ、筋肉のミルキングアクション（筋肉の収縮によるポンプ作用）によって血液の循環が行われている。激しい運動を突然中止するとミルキングアクションによる循環作用が急激に低下し血液の循環が滞り、めまいや失神の原因になる。

300m や坂ダッシュのようなトレーニングに参加した後に貧血のような症状が出るのはこのためである。激しい運動の後には軽く体を動かしながら一部に集まった血液を全身に再分配する作業が求められる。

また、クールダウンには疲労の回復や筋肉痛を防止する効果もある。運動した直後の筋肉は緊張状態になっており、血流が阻害され疲労原因物質が蓄積されやすい状況になっている。クールダウンでは軽い運動やストレッチを行うことで徐々に筋肉の緊張を解き、柔軟性を取り戻し血行を改善することで疲労原因物質の蓄積を予防または抑制する効果があると考えられている [98]。

ウォームアップ同様、クールダウンにも、心理的効果が存在する。試合や練習によって高ぶった精神的な興奮をじょじょに抑え、通常の状態に落ちつける効果がある。

## 16.3 高跳び選手のウォームアップとクールダウン

### 16.3.1 練習の場合

著者である私の場合を例に高跳び選手の練習前のウォームアップを紹介する。

走練習や跳躍練習を行う場合は基本的に以下の順番でウォームアップを行う。トータルの時間は30分～40分程度を目安に行う。

1. ランニング
2. 体操
3. ストレッチ
4. ドリル
5. 流し走

ランニングは夏季は400mトラック一周程度、冬季は二周程度走る。次に通常行われる準備体操として膝や股関節の屈伸・伸展動作、アキレス腱伸ばしや、上体の前後屈、肩や首、手首、足首の回旋運動などを行う。

体操の後には地面に座ってストレッチを行う。ストレッチでは肩関節や股関節、膝関節などのストレッチを入念に行う。体操やストレッチでは十分に体を温め、関節可動域を広げるように注意する。

ドリルは、ランジウォーク、踵をお尻に引き付ける動作、ハイキック、バウンディングなどを中心に行う。なるべく脚部の筋肉を全体的に利用する動作を行うのがよいだろう。他にもラダーやミニハードルを使って細かい動作のドリルを行うことや、跳躍ドリルを行うこともある。

学校によって様々なドリル方法を指導されると思うが、体の軸作りや地面への接地方法、力を加えるタイミング、動作のリズムなどを常に意識してほしい。関節可動域の大きい動作は、そのストレッチ効果も意識して行いたい。

ドリルが終わり、身体を動かす感覚がつかめてくれば、靴を履いたまま120mを2本程度、次にスパイクを履いて同じく120mを2本程度、流し走を行い練習前に必要なウォームアップを終了する。

ウエイトトレーニングを実施する場合はランニングと体操、ストレッチまで済ませてトレーニングを実施する。トレーニングは徐々に身体を慣らしながら重量を段階的に上げていくピラミッド法で実施するなど工夫してほしい。急に重たい重量でトレーニングを行うと故障のリスクが高くなってしまう。

### 16.3.2 試合の場合

著者である私の場合を例に試合前のウォームアップの例を紹介する。基本的には練習時のウォームアップと同じ手順でランニング、体操、ストレッチ、ドリル、スパイク流しを順番に行う。最後に必要であれば足首や膝に怪我を予防するためのテーピングを巻く。細かいポイントについては以下の説明を参考にしてほしい。

#### ○ウォームアップ後のテーピングについて

テーピングによる固定力は時間経過とともに減少するため、できればウォームアップが終了した後で、競技開始の直前に行うことが好ましい。テーピングは練習では不要だが、試合では怪我を予防するために、特に年少の競技者に対しては足首にテーピングを巻くことを強く推奨する。

#### ○ウォームアップとしての跳躍練習について

試合前のウォームアップでは跳躍練習を行う必要はない。跳躍練習は試合の直前に行われる公式練習で行うことが一般的である。年少の競技者で練習が足りない場合や、故障明けで回復具合を確かめたい場合、学校が土トラックで競技場のゴムの感触を確かめたい場合など、特別な理由がある場合は跳躍練習を行ってもよい。

しかし、競技会までに十分な練習を済ませてコンディションを整えた上で試合に臨み、競技前の公式跳躍練習のみで跳躍準備を整えるのが原則である。

#### ○試合で試技順が速い場合のウォームアップについて

試合で自分の試技順が速くなるパターンは大きく分けて二つある。

一つ目は参加選手の中で自分の競技力が低い場合である。通常、試合では持ち記録（資格記録）の低い選手から順に跳躍順が決められることが多い。また、競技力の高い選手は最初の方の試技をパスするため、競技力の低い選手ほど試技順が速く回ってくることが多い。

二つ目は参加標準記録が高く試合の参加者が少ない場合や、対校戦やグランプリのように予め参加人数が決まっているような試合の場合である。この場合は、参加者の実力が拮抗しているため比較的高い高さから競技が開始されることが多く、自分の試技が速く回ってくる。こうした試合では競技の開始前に十分なウォームアップを行い、公式練習も単なる足合わせではなく、試合に近い形で（例えばユニホームの状態）集中して行うとよい。

特にレベルの高いシニアの試合になると自己ベストに近い記録からスタートしなければならないことが多い。競技開始に合わせていかに自分のモチベー

ションを高めていくかが重要となる。初めてこうした試合に参加する選手は、ウォームアップでのモチベーション作りに失敗して、自分の実力を発揮できないまま競技会を終える選手が多い。

ウォームアップでモチベーションを高める方法は人それぞれだと思うが各選手様々な方法を試し、自分に合った方法を探してほしい。大舞台で結果が残せない選手は特に注意して、様々な方法を試してほしい。

#### ○ 競技時間の長い試合のウォームアップについて

インターハイ地区予選会や地方の記録会は試合の参加人数の多いため、自分の試技の順番が20～30分おきにしか回ってこないということがある。

競技時間の長い試合では体力を温存しながら集中力を切らさずに競技を行うために、ウォームアップを軽めに済ませて競技を開始し、競技場の中で小まめに体を動かしながら自分の試技を待つなどすればよい。公式練習は軽めに済ませて、低い高さから競技を開始して公式練習の代わりにするなどの工夫を行うとよいだろう。

#### ○ 真夏の競技会のウォームアップについて

真夏の競技会のウォームアップで注意したいのは、体力と集中力の維持と脱水の予防である。体温を上げるためのジョギングなどのウォームアップ量をいつもより軽めで済ませて、日陰の多い室内練習場でウォームアップを行うなどの工夫を行ってほしい。

仕事や学業の関係で夜間に練習することが多く、昼間の暑い時間に練習することの少ない社会人や受験生は、急に暑い場所に出て身体を動かすと体力が奪われやすいので注意してほしい。

夏場は水分の摂取方法についても注意してほしい。運動し汗をかくことで3%の水分が失われると明らかに運動能力が低下し、5%の水分が失われると生命が危険になるとされている。夏に激しい運動を行うと1時間に2リットル程度の汗をかくため、試合中も小まめに水分補給を行うことを心がけ脱水の予防に努めてほしい。

私の場合は15分毎に125ml程度、もしくは30分毎に250mlを水分補給を目安としている。また、水分を補給すると同時に塩分やミネラルを補給することも重要となるため、夏場の試合であれば2時間の競技会で500mlの水と500mlのスポーツドリンクのペットボトルを1本ずつ持参するようにしている。

## ○ インターハイでのウォームアップについて

著者である私は高校生のときに3度のインターハイを経験した。

1年生のときは予選通過で決勝記録無し。2年生のときは212で2位。3年生のときは210で1位だった。インターハイは真夏の暑い時期に行われ、なおかつ午前中に予選を行い、午後から決勝を行うというかなりハードな競技会である。参考までに、このときの著者である私のウォームアップ方法について紹介する。

1年生のときのインターハイは地元香川で開催され、跳び慣れた競技場であったため地の利があった。持ち記録は197で予選が通過がギリギリの状況であったため、入念にウォームアップを行って試合に臨んだ。その結果、予選の試技間もフルに身体を動かし続けたため午前中の予選で体力を使い果たした。

なんとか202を跳び午前中の予選を通過したものの、午後の決勝前のウォームアップではジョギング程度でふくらはぎが痙攣するほど体力を消耗しており、決勝は跳躍にならずに3回ミスの記録無しに終わった。

2年生のときは持ち記録215で十分に準備をした状態で試合に臨めた。1年前の反省を踏まえて午前中の予選は軽くウォームアップを行い、跳躍の間もできるだけ体を動かさずに体力を温存するように努めた。この作戦が功を奏し午後の試合では212を跳び納得の跳躍ができた。

3年生のときは持ち記録220だったため、予選はほとんどウォームアップを行わず体操程度で済ませて軽く跳んだ。午前中の試合で体力を消耗することはほとんど無かった。

午後は優勝へのプレッシャーと夏の暑さから集中力を欠いた跳躍になってしまった。当時は受験生であったため夏の練習量が十分ではなく、冷房された部屋でいることが多かったため、暑さ慣れが不十分であった。そこに優勝や高校記録に対するプレッシャーが加わり、精神的な疲労は相当なものであった。結果は持ち記録からすると不本意な結果210に終わったが、試合にはなんとか辛勝することができた。

### ○ 室内競技会のウォームアップについて

室内競技会は通常は冬季に暖房された体育館で行われる。冬場に暖房の効いた体育館でいきなり跳躍を行うと、気温が高い体育館内であることと、普段の厚着の練習服から動きやすい薄着のユニホームに変わることで、関節可動域が一気に広がる。

関節可動域が広がると寒い外で練習しているときと比べると助走も踏み切りも動作が大幅に変化する。このため、全く助走が合わなかったり、怪我の原因になってしまったりすることがよくある。

ウォームアップ時にも関節可動域の広がりや、力の出し方に注意しながら、じょじょに身体を動かす準備を整えるとよいだろう。踏み切り動作のドリルなどを普段のウォームアップに加えて、体の動きを念入りに確認するなどの工夫を行いたい。

室内競技会の会場は狭いことが多く、全助走の跳躍ができないことがしばしばある。助走路が自分にとって十分なものかどうかは会場の下見で確認すること。新たに助走を変更して跳躍を行う場合は、ウォームアップで助走練習や跳躍練習を行うことも必要である。

また、通常の室内競技会では体育館に低反発のラバーシートを敷き詰めて行うことが多いため、どうしてもシートの「継ぎ目」が地面にできてしまう。自分の踏み切り位置にシートの継ぎ目があると気になって踏み切りにくい場合もある。こうした場合は競技開始前のウォームアップ中にマットの位置を移動してもらえないか審判員に交渉してみるのもよいだろう。こうした交渉は海外の室内競技会であっても臆することなく積極的に行なってほしい。



## 跳躍練習

ここでは、跳躍練習と跳躍ドリル、各種ジャンプ系トレーニングについて、その目的やポイントについて解説する。

トレーニングは実施した内容に応じて効果が表れる。これは特異性の原理と呼ばれる。当たり前の話であるが高跳びの練習をずっとしていても100mが速くなるわけではない。高く跳ぶためには跳ぶ練習、速く走るためには走る練習をやるのがよい。

「跳躍に必要な筋肉は跳躍で鍛える」が基本である。トレーニングの全面性の原則に従って、走り込みやウエイトトレーニングによって全身を鍛えることも重要であるが、特異性の原理が示す通り「跳ぶ力を付けるために最も有効なトレーニングは跳躍練習である」という原則を忘れてはいけない。

高いレベルで跳躍を完成させるためには全助走で実践的な跳躍練習を重要視して練習してほしい。選手は最終的に試合で結果を出さなければならないのだから、それに最も近い状態での練習は記録の向上に直結する。

勿論、跳躍動作を「助走」「踏み切り」「クリアランス」などに分割して練習する方法（分習法）も、ウィークポイントの強化には有効なトレーニングである。

また、効果的な跳躍練習を行うためには第14章で述べたように目標をしっかりと定めて、ポイントを絞って練習を行うことが重要である。ただ漫然と跳躍練習してはなかなか効果的な跳躍練習を行うことは難しい。オフシーズンにしっかりと自分の跳躍を振り返り反省することで、練習のポイントを十分に絞って練習を行ってほしい。

## 17.1 短助走での跳躍練習

### 短助走での跳躍練習の利点

- 一般的準備期でも跳躍練習が行なえる
- 体への負担が少ないため跳躍本数を多くできる

### 練習のポイント

- 5～7歩程度で助走する
- 意識するポイントを絞って跳躍練習する
- 膝を大きく曲げた踏み切り動作にならないように注意する

短助走の跳躍練習では通常5～7歩程度の助走が用いられる。初心者は練習も試合も同じ助走歩数で跳ぶことが多いが、ある程度競技力の高い選手になると短助走や中助走を使い分けて跳躍練習を行う。

短助走は主に試合期に入る前の一般的準備期に利用されることが多い。気温が低く、まだ十分な跳躍準備のできていない一般的準備期では、全助走練習に体の動きがついてこれない。このため、全助走の跳躍練習では踏み切りが潰れてしまったり、リズムや歩幅の不安定な助走をしてしまうことが多い。

このとき悪い癖やイメージが頭に残ってしまうと、シーズン序盤の試合で失速してしまい跳躍の修正に思わぬ時間が取られてしまう。著者である私の場合は、冬季練習明けにいきなり全助走で跳ぶのではなく、短助走からイメージを固めながら、徐々に助走距離を伸ばして跳躍練習を行うようにしている。

短助走練習では助走、踏み切り、クリアランスの中で意識するポイントを絞って練習を行うのがよい。例えば踏み切り角度や踏み切り時間を意識して練習したり、踏み切り動作でのアームアクションや上昇姿勢、クリアランス中の腕や脚の使い方などを確認するとよい。全助走練習に比べて体への負担が少ないため跳躍本数を増やせるなどのメリットもある。ただし、助走が短く助走速度が不十分であるため、曲線助走での脚運びや内傾動作・後傾動作などの練習には不向きである。

短助走での跳躍練習では助走スピードがでないため、膝を大きく曲げて、接地時間の長い踏み切り動作を行う選手を時々見かけることがある。こうした踏み切り動作は短い助走のときには跳躍しやすいかもしれないが、高跳び選手が目指すべき本来の踏み切り動作とは異なる。短助走の跳躍練習ではこうした誤った踏み切り動作になりやすいため注意が必要である。短助走でも全助走でも記録があまり変わらないという選手は短助走練習のやり過ぎで、悪い踏み切りの癖ついていないか確認したほうがよい。

## 17.2 中助走での跳躍練習

### 中助走での跳躍練習の利点

- 全助走に比べ体への負担が少ないため跳躍本数を多くできる
- 短助走に比べて内傾動作・後傾動作などの練習が行なえる

### 練習のポイント

- 短助走より長く、全助走より短い歩数で助走する
- 意識するポイントを絞って跳躍練習する
- 曲線助走で体が前傾しすぎないように注意する

中助走の跳躍練習は短助走より長く、全助走より短い歩数で助走を行う。一般的に中助走は試合期に入る前の専門的準備期の跳躍練習に利用されることが多い。一般的準備期に短助走練習で徐々に跳躍に慣れた後に、試合期の全助走練習に移行する過程で実施することが多い。

著者である私の場合は、冬季練習明けは短助走練習で体を慣らし、2月～3月の少しずつ暖かくなっていく時期に中助走練習に移行することが多い。最終的に桜の開花時期を目安にして、シーズン初戦が始まる直前に本格的な全助走練習に移行するようにしている。

練習のポイントは基本的には短助走練習と同じであるが、短助走練習よりも助走距離が長く、曲線助走を走ることができる。このため、短助走練習ではできなかった曲線助走での足運びや内傾動作・後傾動作などの練習を行うことができる。

ただし、全助走に比べて助走距離が短く助走速度を得にくいいため、曲線助走で加速しようとして体が不自然な前傾姿勢になりやすい点に注意が必要である。曲線助走で体が前傾すると、踏み切り動作で体を後傾姿勢に起こすための余分な動作が発生して、踏み切り動作のタイミングが遅れやすくなってしまう。こうした感覚が癖にならないように、曲線助走中の体の姿勢に注意しながら練習をしてほしい。

## 17.3 全助走での跳躍練習

### 全助走での跳躍練習の利点

- 試合期に質の高い跳躍練習ができる
- 跳躍動作全体の流れを確認できる

### 練習のポイント

- 跳躍の完成を目指して質を重視した練習を行う
- 競技会形式で跳躍練習を行うのも有効

全助走の跳躍練習では試合と同じ歩数で助走を行う。

専門的準備期や試合期の跳躍練習に利用されることが多く、跳躍全体を完成させる目的で練習を行う。

短助走や中助走の跳躍練習に比べて跳躍本数が限られてしまうため、通常は本数を多く跳ぶ量的面を重視した跳躍練習ではなく、跳躍一本一本に集中した質的面を重視した跳躍練習として行うことが多い。

専門的準備期においては練習量を重視した全助走練習を行うこともあり、この場合は助走合わせや体力強化の意味合いが強い。

全助走の跳躍練習を行う場合は競技会形式で跳躍練習を行うことも有効である。「高い高さから跳躍練習をスタートする」「3本落とすまでバーを上げる」「インターバルを試合並みに長く取る」など工夫して競技会形式の練習を行えば、試合のリハーサルとなる。

いつも同じ場所で跳躍練習を行うのではなく、場所を変えたり、時間帯（朝、昼、夜）を変えたり、天候（雨や向かい風）を変えて練習してみるのも試合のリハーサルになってよいだろう。

遅い助走速度で低い高さを跳びながら跳躍技術を身につけても、試合では身につけたはずの技術がうまく発揮できないことが多い。試合では速い助走速度で高い高さを跳ぶ必要があり、普段の練習からこうした実戦的な動作に合わせて跳躍技術を身につけておくとよい。

著者である私の場合は、全助走の跳躍練習ではなるべく高い高さまで上げて、個々の跳躍技術を確認し、最終的な跳躍の完成を目指して練習をするように心がけている。

## 17.4 踏み切り板を使った跳躍練習

### 踏み切り板を使った跳躍練習の利点

- 踏み切り位置を覚えることができる
- 踏み切り位置と着地位置を固定することで安全に練習できる
- 初心者でも助走つきのクリアランス練習が行いやすい

### 練習のポイント

- 踏み切り位置は支柱の一足～二足内側で、バーからは三足半離れた位置が目安
- 助走・踏み切り・クリアランスの流れを身につける

踏み切り板を利用した跳躍練習は初心者にとって背面跳びのクリアランスを覚える有効な手段である（競技力の高い選手はほとんど練習に利用することはない）。

初心者が背面跳びを行う上でまず必要となる技術は、助走から踏み切り動作を行い、空中でクリアランスの姿勢を作る「背面跳びの一連の流れ」を作る技術である。

立ち高跳びや両脚踏み切りの練習によってクリアランスの感覚は身に付くが、助走をして踏み切ってみると空中ではうまく反れないという初心者が多い。

初心者が踏み切り動作で得られる角運動量（回転力）には限界があるため、空中で綺麗なクリアランス動作を行うためには滞空時間が長い跳躍をしなければならない。しかし、初心者は跳躍力が低く、踏み切り後の滞空時間が短い選手が多いため、クリアランス動作を綺麗に行うことはそもそも難しい。

そこで初心者にも十分な滞空時間を確保し、クリアランスの練習を行うために考案されたのが踏み切り板を使った跳躍練習である（この練習は踏み切り動作の練習ではなく主にクリアランスの練習として用いられる [4]）。

踏み切り板を利用すると滞空時間の確保以外にも別の副次的な効果もある。踏み切り板で踏み切るために、自ずと踏み切り位置が固定され、着地の範囲も限定される。このため、マットから落下したり支柱に体をぶつけるといった初心者の起こしやすい事故を未然に防ぐことができる。

## 17.5 助走練習

### 助走練習の利点

- 体に負担をかけずに，助走にポイントを絞って練習できる

### 練習のポイント

- 踏み切り動作まで行うこと（マットの上に軽くジャンプする程度でよい）

跳躍練習で踏み切り動作まで行うと足首や膝がダメージを受けるため，多くの本数を跳ぶことはできない。助走練習とは踏み切り動作で体にかかる負担をできるだけ減らして，助走にポイントを絞って行う，跳躍練習の一種である。

例えば助走の直線部分のリズムの確認や，曲線助走で内傾動作，アームアクションなどを反復練習したいときなどに助走練習は有効である。

助走練習を行う場合は踏み切り動作まで行うこと。助走練習はマットと支柱を準備して行い，助走をマットの手前で止めてしまうのではなく，踏み切り動作まできちんと行い，マットの上に軽くジャンプして着地するとよい。

助走練習で行う助走動作と，実際の跳躍で行う助走動作には，どんなに注意して練習してしても動作の違いが生まれてしまうものである。助走練習を行う際は，なるべく低い高さでもよいのでバーをかけて跳躍動作まで行った方がより実際の跳躍動作の助走に近づき，有効な練習ができると思う。

故障している，試合前の調整期間である，選手個人の体力が低いなどの特別な理由がない限りは，低い高さでもよいのでバーをかけて助走練習を行うことを推奨する。軽くでよいので，踏み切り動作やクリアランスまでトータルの跳躍動作を行って助走練習をするとよいだろう。

## 17.6 跳躍ドリル

- 技術要素の習得にポイントを絞って、同じ動作を何度も反復して行う練習手法を「ドリル」と呼ぶ
- ドリルの中でも高跳びの技術取得のために行うドリルを「跳躍ドリル」と呼ぶ

陸上競技の世界では「ドリル」と呼ばれる練習がよく行われる。「ドリル」とは競技に必要な基本動作を身につけるために、技術要素の習得にポイントを絞って、同じ動作を何度も反復して行う練習手法である。

普通の練習とドリルの違いは動作を一部分を切りだし、本来の競技動作とは異なった形の動作を繰り返す点にある。身体に負荷のかからない動きに変更することで反復練習が行いやすいように工夫されたものが多い。また、練習だけではなくウォームアップの動作として用いられることも多い。

本書では高跳びの技術習得にポイントを絞って、同じ動作を反復して行う練習手法を「跳躍ドリル」と呼びここで説明する。

### 17.6.1 助走のドリル

まず高跳びの助走のポイントは以下の4点である。このポイントがそのまま助走のドリルを行う場合の注意点になる。

- 踏み切り前の曲線助走では重心を下げる
- 助走の最終局面で十分な助走速度を確保できるように曲線助走を速く走る
- 踏み切り前はなるべく重心の軌道の高さを一定に保つように走る
- 曲線助走で体が前傾しすぎないように注意する

助走のドリル動作として、一般的によく行われるのは「直線助走ドリル」と「曲線助走ドリル」の2つである。

## 直線助走ドリル

直線助走ドリルでは実際に跳躍で行う直線助走部分と同じ距離で、スタートとエンドのマークを設置し、実際の助走と同じ動きを反復して行う。直線助走のリズムを安定させ、正しいフォームで走れるようにすることを目的としたドリルである。以下のポイントに注意して練習を行うとよい。

- ストライドやリズムが不規則にならないように注意する
- 直線助走が終わるまでに十分に加速する
- スタートとエンドのマークをきちんと踏めるようにする
- 直線助走の最後には体を起こす

熟練した競技者であれば、助走の直線部分の出だしを見ただけで、その跳躍の成否が分かることがよくある。それだけ直線助走の安定は跳躍の成否を左右する重要な要素である。助走は最初の一步が特に難しい。

直線助走はストライドやリズムの取り方に個人差が大きいですが、不規則なストライドやリズムで走るのではなく、自分なりのストライドやリズムをしっかり決めて助走を行なってほしい。

助走を安定化させるためには、きちんとマークを踏むように助走することも重要である。ぴったりマークを踏む必要はないが、いつも同じ場所に足が接地するように心がけてほしい（一般的に選手がマークを踏んだと感じるときは、一足長ほど足がオーバーしていることが多い）。

また、直線助走の最初は体を前傾させて加速する必要があるが、曲線助走の内傾や後傾動作に備えるために、直線助走の最後には体を起こした助走姿勢になっていることが好ましい。



図 17.1: 直線助走ドリルの例



## 曲線助走ドリル

曲線助走ドリルは「8の字走」「サークル走」「カーブ走」「スネーク走」などの方法がよく行われる。曲線助走ドリルの目的はスピードを落とさず重心を下げて走る技術の習得である。特に以下の点に注意して練習してほしい。

- 曲線を走っても助走速度がなるべく落ちないようにする
- 曲線の内側に体を傾けた内傾姿勢を作る
- 内傾動作では足-腰-頭が真っ直ぐのラインになるように行う
- 腰の高さが一定になるように走る
- 目標ラインから助走が膨らみ過ぎないようにする
- 反復回数は10回が目安

「8の字走」とは地面に8の字を書き、その上を左右に体を傾けながら走るドリルである。同様のドリルに円形のコースを右踏み切りの場合は真上から見て時計回りに、左踏み切りの場合は真上から見て反時計回りの方向に走る「サークル走」などがある。

ともに円の半径は4m~6mを目安にして回転の中心に近い肩を少し下げるイメージで走るとよい。頭は円の内側に、足は円の外側になるようにして、体を内傾させて走る。

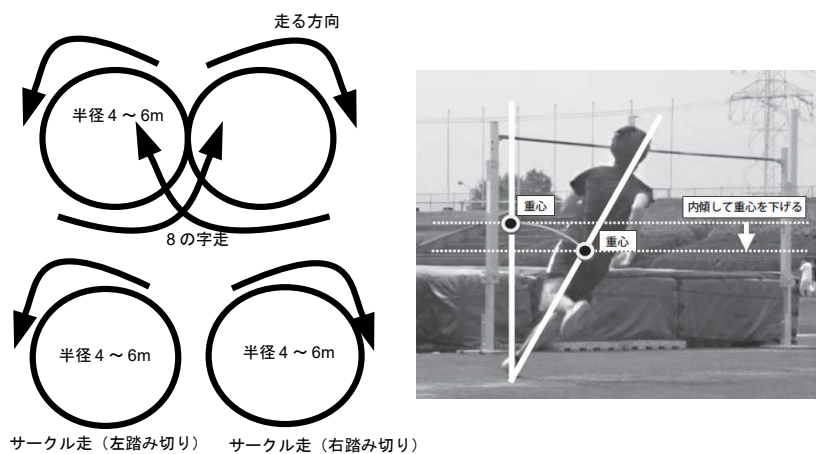


図 17.2: 8の字走とサークル走 内傾動作の姿勢

「カーブ走」とは、400mトラックの1レーンの曲線部分のみを走り、内傾動作を行いながら高速で曲線を走る感覚を身につけるドリルである。練習ではなるべく速く走ることを心がけ、体の傾きが不安定にならないように注意する。400mトラックのカーブは大きいため、大きな内傾動作を作ることはいできない。内傾動作の角度は自然とわずかに内側に傾く程度でよい。



図 17.3: カーブ走

他にも「スネーク走」のように7m程度の等間隔に置かれたコーンの間を、縫うようにジグザグに走る練習方法などもある。練習ではなるべく速く走ることを心がけ、外に体が振られて不安定にならないようにしっかり左右に内傾を繰り返しながら走り切る。

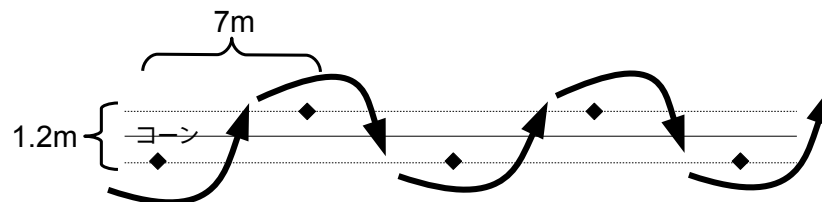


図 17.4: スネーク走

## 17.6.2 踏み切り動作のドリル

踏み切り動作のドリルは、何も無い直線路で行うものと、ハードルなどの道具を使用して行うものと2種類ある。

高跳び選手の踏み切り動作には様々な技術要素があるが、踏み切りドリルは主に「助走速度を高さに変えるための踏み切り動作（起こし回転）」を身に付けることを目的に行う。

起こし回転とは、図 17.5 のようにまっすぐな棒を斜めに地面に投げつけると、水平方向の速度が上昇方向の力に変換されて棒が回転しながら跳ね上がる物理現象のことである。このとき、低く速く投げつけた棒のほうが高く跳び上がる。

高跳び選手の場合もまったく同様に起こし回転の原理を使って踏み切り動作を行う。起こし回転を行うことで、助走速度を上昇速度に変換し、高く跳び上がることができる。棒と同じように低く速く踏み切り動作を行なえる選手ほど高く跳ぶことができる。

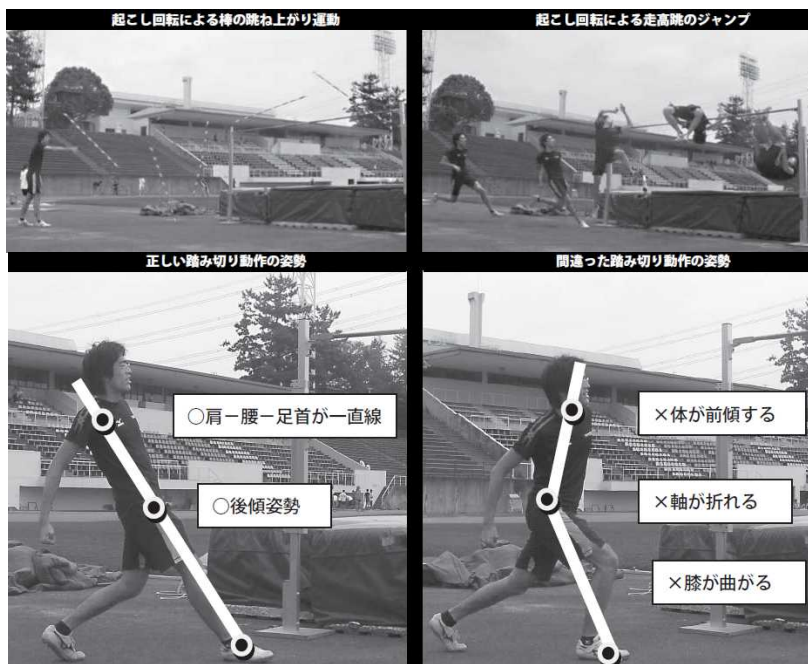


図 17.5: 起こし回転

以上の点を踏まえて、踏み切り動作のドリルでは特に以下のポイントに注意して練習してほしい。

- 踏み切り時に体を後傾させる
- 踏み切り姿勢は「真っ直ぐの棒，身体をロック，地面から傾けて」
- 踏み切り動作で間延びしない
- 最も地面に強く力が伝わったときに，膝が屈曲しないようにこらえる
- 脚をロックさせ腰をのせていく．大殿筋に強い刺激があるとよい．
- 足裏の荷重がフラフラしないように，しっかりと踏み切り足を接地させる
- 身体重心高（腰の位置）をできるだけ高くして離陸する

まず直線路で行う踏み切り動作のドリルであるが，後で説明するように，助走の歩数に応じて3段階程度にレベル分けされたドリルがある [4]．いずれの踏み切り動作のドリルも，踏み切りの瞬間に脚－腰－頭が一直線のラインになっていることを意識し，踏み切り足を地面からなるべく離さないように地面スレスレで動かして素早く踏み切ること．

## 1 歩の踏み切りドリル

1. 両膝を曲げ重心を落とした姿勢を作る
2. 踏み切り足を地面を擦るように振り出す  
このときダブルアームやシングルアームに応じた腕の使い方で踏み切り足を振り出す
3. 頭―腰―足の3点が一直線になり後傾した姿勢で地面を押す  
このとき踏み切り足の膝が曲がらないようにこらえること。  
腰を前に出し過ぎないこと。

回数に関しては10回の動作を1セットとして、数往復程度繰り返す。踏み切り動作の基本姿勢の確認となるため、何度も念入りに行うこと。それほど時間とスペースを必要とする練習ではないので、練習時間以外でも暇な時間があれば繰り返し実施してほしい。

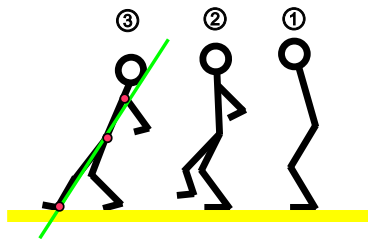


図 17.6: 踏み切り足の踏み込みドリル

## 2 歩のリズムでの踏み切りドリル

1 歩の踏み切りドリルに慣れてくれば、次は歩きながら踏み切り動作のドリルを行う。踏み切りの2歩手前から腕の動作と合わせて踏み切り動作を行う。しっかりと地面を押し、1歩手前の足はブレーキをかけないように接地し、踏み切り動作で後傾姿勢を作って、軽くジャンプする。

## 軽く走りながらの踏み切りドリル

2 歩のリズムでの踏み切りドリルに慣れてくれば、次に軽く走りながらこの動作を行う。このドリルでは高く跳ぶ必要はなく、全体的にスピードは抑え、リズム・タイミング・姿勢を重視して行う。

慣れてくれば踏み切り姿勢が崩れないように注意しながら、踏み切り間の歩数をじょじょに増やしていき、速い助走でも正しい姿勢で踏み切れるようにする。

### ハードルを使った踏み切りドリル

ハードルを用いて行う踏み切り動作のドリルのポイントも他のドリルと同じである。

ハードルはプラスチック性のミニハードル、競技用ハードル、超ハイハードル（ハイハードルよりも更に高さの高い特注品）などを利用する。ハードルの高さは競技力によって変化させるとよい。

ハードルを用いた踏み切り動作のドリルでは、ハードル間が一步もしくは三歩になるようにハードル間隔を調整し、4~8台程度並べてドリルを行う。この踏み切りドリルでも基本的には高い高さを跳ぶ必要はなく、リズム・タイミング・姿勢を重視した踏み切り動作を行う。

ただし、例外的に極めて高い高さの超ハイハードル（140cm~160cm）を用いて、踏み切り練習を行うことがある（競技力の高い競技者に限定した特殊な練習方法である）。超ハイハードルは、ハイハードルの下にコンクリートブロックを置き高さを上げたり、塩化ビニールパイプをホームセンターで購入して自作するなどして準備する。

著者である私の場合は、踏み切り動作全体のバランス感覚を磨いたり、仕事で忙しい時期に短時間で脚に高負荷をかける「トレーニング的要素の強い練習方法」として超ハイハードルを利用することが多かった。



図 17.7: ハードルを用いた踏み切り動作ドリル [99]

### 17.6.3 クリアランスのドリル

クリアランスのドリルには一般的に「立ち高跳び」「3歩両脚踏み切り」がよく用いられる。

クリアランスにおけるアーチ動作では頸（首）の背屈（アゴを持ち上げる動き）や腹屈（アゴを引く動き）動作が体幹部の反りや返しの動作に先行する形で実現される。こうした動きは頸反射と呼ばれ、背面跳びの空中フォームは緊張性頸反射の一種であると考えられている [4]。

空中の反りと返しのタイミングがずれたり、うまくアーチが作れないと、バーを落としやすくなってしまふ。クリアランスにおける「反り」と「返し」のタイミングはちょっとしたコツを掴めばすぐに身に付く技術であり、記録に直結するので初心者は特に力を入れて練習してほしい。

## 立ち高跳び

### 立ち高跳びの目的

- 空中で反るタイミングと返すタイミングを身につける
- 背中からマットに落ちる恐怖感に慣れる

### 練習のポイント

- 反る時にはアゴを上げて、返すときにはアゴを引く
- バーから2足以上は離れた位置で踏み切る
- 着地位置がバーに近くなりすぎないように注意する

空中でアーチを作る練習として一般的によく行われる練習方法が「立ち高跳び」である。立ち高跳びの練習では図 17.8 に示すように、バーに近づき過ぎないように背中を向け立ち、そのままその場で跳び上がりバーを超えて着地する。このとき着地位置がバーに近くなりすぎないように注意する。

頸反射をうまく利用するために、反る時にはアゴを上げて、返すときにはアゴを引くことを意識する。あまりバーを高くして練習を行う必要はない。

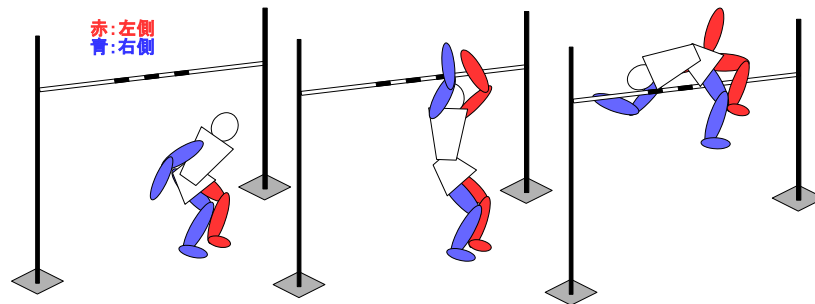


図 17.8: 立ち高跳び

こうした練習は年少の選手に対しては背中からマットに着地する恐怖感に慣れる効果もある。高い台の上から行うのも効果的である。

初心者の練習方法と思われがちだが、一流選手の多くも跳躍練習の中に取り入れており、一般的なクリアランス練習法の一つと言える。



### 3歩両脚踏み切り

#### 3歩両脚踏み切り練習の目的

- 空中で反るタイミングと返すタイミングを身につける
- 助走速度を高さに変える感覚を身につける
- 空中で体の回転を調整する力を身につける

#### 練習のポイント

- 踏み切り位置がバーに近くなりすぎないようにする
- クリアランス中に腰を高く浮かせるイメージで練習を行う

3歩両脚踏み切りの跳躍練習では、空中動作での反りと返しのタイミングを覚えるだけでなく、踏み切りで助走速度を高さに変える感覚を身につけたり、踏み切り動作でピッチ回転（踏み切り動作の進行方向と直角な水平面上の軸周りの回転成分）やロール回転（踏み切り動作の進行方向と平行な水平面上の軸周りの回転成分）、ヨー回転（地面と垂直な軸周りの回転成分）を空中で調整しながらアーチを作る力を身につけることができる。

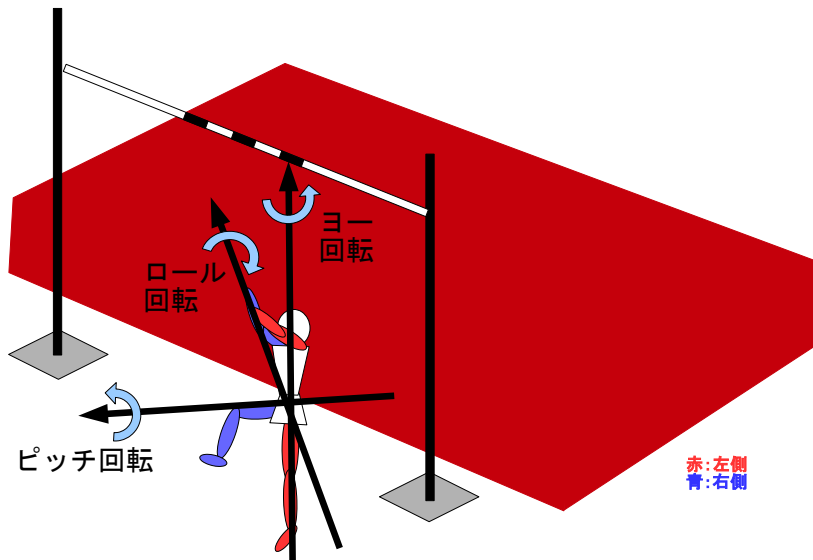


図 17.9: 回転成分の説明

3歩両脚踏み切りの跳躍練習では3歩助走し、両脚で踏み切り、背面跳び行う。5歩や6歩の助走で同様の練習を行っても良い。踏み切り位置がバーに近くなりすぎないように注意が必要である。また、クリアランス中に腰を高く浮かせるイメージで練習を行うと良い。

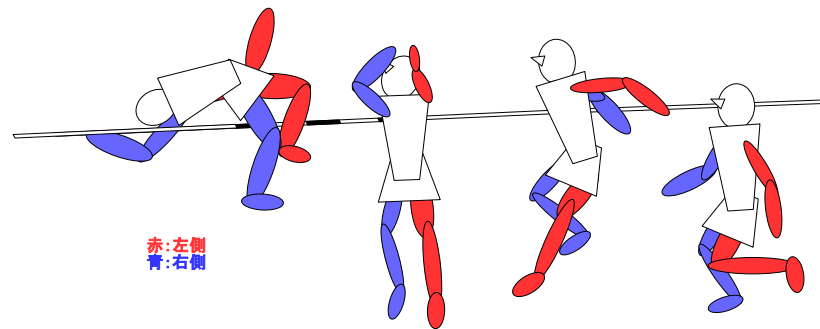


図 17.10: 3歩両脚踏み切りの跳躍練習

初心者は空中でアーチを作る練習としてはまず最初に立ち高跳びを行い、慣れてくれば3歩両脚踏み切りでクリアランスの練習を行うとよい。

最終的には短助走・中助走・全助走と助走を徐々に伸ばしながら跳躍練習を行い、踏み切り動作からクリアランス動作までの流れを段階的に完成させていけばよい。

## パワートレーニング

スポーツの世界で「パワー」と言えば単純に大きな力を指す場合が多い。砲丸選手や円盤選手が重いバーベルを持ち上げると「すごいパワーだね」と声をかける。これは物理の世界では正しい表現ではない。

パワーとは仕事率のことを指し、単位時間内にどれだけのエネルギーが使われているかを示す物理量である。短時間で大きなエネルギーを使うほどパワーの値は大きくなる。

バイオメカニクスの世界ではパワーとは速度（角速度）と力（トルク）の積で表され、物理量としては仕事率と等しい。力と速度が大きいほどパワーも大きな値となるので、パワーの大小は選手にとって感覚的に理解しやすい。

パワートレーニング（プライオメトリクストレーニングとも呼ばれる）とは SSC による爆発的なパワーの発揮を身につけるためのトレーニングである。短時間で動きを切り替え、大きな力を発揮するという意味で「パワーを強化するトレーニング」と言える。

高跳び選手の場合は補強トレーニングやウォーミングアップの一環としてパワートレーニングを行う選手が多い。

第 18 章では高跳び選手が一般的によく行うパワートレーニングをいくつか取り上げて説明する。

## 18.1 SSC (ストレッチショートニングサイクル)

- SSC (ストレッチショートニングサイクル) で爆発的な力を生む
- SSC を強化するためのトレーニングをパワートレーニングと呼ぶ
- 踏み切り動作における接地時間をなるべく短くする

まずはじめに *SSC* (ストレッチショートニングサイクル) について説明する。

走り高跳びの踏み切り動作では、前半に踏み切りの負荷によって下肢関節の伸筋群が強制的に伸ばされながら伸張性収縮 (エキセントリック収縮) により大きな力を発揮する。このとき大きな弾性エネルギーが筋と腱に蓄えられる。動作の後半ではこうした伸筋群が縮みながら爆発的な短縮性収縮 (コンセントリック収縮) を起こし跳躍動作が行われる [4]。

神経生理学的に言えば、筋は強制的に伸長すると収縮要素の力-速度の特性に変化が生まれ、その後続く短縮性収縮では伸長反射によって筋力が増大されることが示されている [100]。

伸長反射とは筋肉が反射的 (不随意的) に収縮する力である。筋紡錘とその他の筋骨格系の感覚器官が筋肉の伸長を検出し、インパルスが脊髄に送られ、より強い収縮を起こすためにインパルスが反射的に脊髄から筋へと戻される現象である [101]。高跳びの踏み切り動作でもこうした伸長反射による爆発的な筋収縮力が利用されている。

また、力学的なモデルから踏み切り動作を考えれば、筋はエキセントリックな活動中に貯蔵した弾性エネルギーをコンセントリックな局面で放出している。この切り返しが遅いときは筋は弾性エネルギーを熱として放出して散逸する。切り返しの時間が短ければ弾性が増長される [102]。このため、高跳びに限らず多くの陸上競技における跳躍種目では、踏み切り動作における接地時間をなるべく短くするように指導されることが多い。

このように跳躍動作において、筋肉の素早い「伸張性収縮 (ストレッチ)」と「短縮性収縮 (ショートニング)」の間に、伸張反射や弾性エネルギーを利用して爆発的な力を発揮するメカニズムを *SSC* (ストレッチショートニングサイクル) と呼ぶ。

## 18.2 バウンディング

バウンディングとは左右脚を交互に接地し、前方に跳び跳ねながら移動していくパワートレーニングである。下半身の筋肉の瞬発的なパワーが養成されるトレーニングであり、上半身も含めて体幹部のダイナミックな動きが要求される。体全体を使った跳躍動作を修得するトレーニングとして効果的である。

高速走行中（短距離走など）の地面の蹴りだし動作において、高い筋出力を実現するためにはプライオメトリクスが重要な役割を果たしていることが分かっている [103]。

競技の現場でもコントロールテストの一部に立ち五段跳びなどのバウンディング種目取り入れることが多く、その跳躍距離が選手の競技力と高い相関関係にあることが知られている [104]。こうしたことからプライオメトリックトレーニングとしてバウンディングを練習の一部に取り入れる選手は多く、ジュニア選手にとってはパワー強化の中心的なトレーニング手段となっている [4]。

バウンディングの方法については前進する速さを調整したり、上り坂や浜辺など普段とは路面の状況が違う場所で行ったり、助走無しで開始するなど様々なバリエーションがある。

ここでは著者である私が普段行っているオーソドックスなバウンディングのトレーニング方法について説明し、他のものについては割愛する。

練習量の目安としては 30m 程度の距離のバウンディングを数本行うとよい。通常は量よりも質を重視して行う練習になるが、鍛錬期には 100m 程度に距離を伸ばしてバウンディングすることもある。

### バウンディングの方法

1. スタートラインまで軽く走り踏み切る（セットスタートで行う場合もある）
2. エキセントリックな筋収縮を高めるため、接地している間は膝がなるべく曲がらないようにこらえる
3. 接地時間を短くすることを心がける
4. 大腿部の裏側の筋肉の力を使って体を前方に押し出す
5. 地面を強く蹴りだした反動で膝を屈曲させ、後方に流してお尻の方まで持ってくる（初心者の場合は足を伸ばしたまま後ろに流してもよい）
6. 踏み切り脚とは逆の脚を膝を曲げて前方に出す
7. 前方の脚は爪先は背屈させ、大腿部を地面と平行にする
8. 空中では体幹を真っ直ぐ立てて体をコントロール
9. 腰の下よりやや前方に足の裏全体で着地する  
このときブレーキがかからないように注意する
10. 同じ動作を左右繰り返して前方に移動する  
左右対称な動作を行うこと

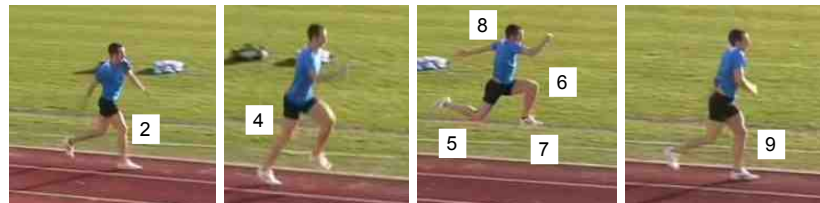


図 18.1: バウンディングの空中フォーム [105]

### 18.3 ホッピング

ホッピングとは片脚で連続的に跳び跳ねながら前方に移動していくパワートレーニングの一種で、下半身の筋肉の瞬発的なパワーが養成される。

練習は片脚ずつ別々に行う。バウンディングに比べて滞空時間の確保が難しく、また身体のバランスも崩しやすいため、空中フォームをうまく作ることが難しい。

最初はあまり距離を意識せずに、正しいフォームを意識して練習を始めることよい。上半身や振り上げ脚をいかにうまく使うかがポイントとなる。

1. スタートラインまで軽く走り踏み切る
2. 片足（同じ足）で着地を続けながら前方に跳ねる
3. 拇指球から着地し、接地時間を短くすることを心がける
4. 腕を振り込み、踏み切り脚と逆側の脚を前方に大きくスイングし地面を強く蹴る
5. 地面を強く蹴りだした反動で膝を屈曲させ、後方に流し、お尻の方まで持ってくる（初心者の場合は足を伸ばしたまま後ろに流してもよい）
6. 空中では体幹を真っ直ぐ立てて体をコントロールする



図 18.2: ホッピングのフォーム [106]

## 18.4 ボックスジャンプ

ボックスジャンプとは用途に応じて 20cm～80cm のボックス（台）を準備して行うパワートレーニングである。ボックスを用いて行う多種多様なジャンプトレーニングを総称して「ボックスジャンプトレーニング」と呼ぶ。

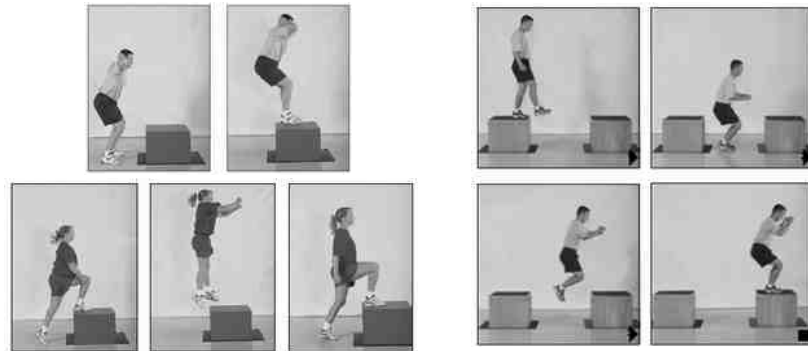


図 18.3: 様々なバリエーションのボックスジャンプ [107]

様々なトレーニング方法が存在するが、陸上競技の練習によく用いられるのは、ボックスから跳び降りて前進しながらジャンプを繰り返す方法と、ボックスから跳び降りその場でジャンプを繰り返す方法の二種類である。前者は数本のジャンプを数セット、後者は 10 回～20 回程度のジャンプを数セット行う。

前進しながら行うボックスジャンプでは 3～4 台のボックスを適当な間隔に配置し、ボックスからボックスへとバウンディングを行う要領で跳び移っていく。

その場で行うボックスジャンプは 1 台ないしは 2 台のボックスを利用する。1 台のボックスで行う場合はボックスに跳び上がり、後ろに跳び下りる動作を反復して繰り返す。2 台のボックスで行う場合は同じ高さのボックスを肩幅ほどに開いて配置し、その上に開脚した状態で跳び上がり、2 台のボックスの間に足を合わせて跳び下りる動作を反復して繰り返す。

ボックスジャンプでも、他のパワートレーニング同様、地面への接地時間がなるべく短くなるように心がけてジャンプしてほしい。接地時間を短くするためには足首をロックさせジャンプすることを心がければよい。接地時に体重が足裏の前半部分にかかるように意識しながら、踵が着地しないようにジャンプする方法を推奨する。

トレーニングに慣れてくれば、前後の開脚動作を加えたり、両脚で踏み切っていたものを片脚踏み切りに変えるなどしてトレーニングの難易度を上げバリエーションを増やしていけばよい。



## 18.5 ハードルジャンプ

ハードルジャンプは競技用のハードルを並べて行うパワートレーニングである。ハードルを用いて行う多種多様なジャンプトレーニングを総称して「ハードルジャンプトレーニング」と呼ぶ。一般的にはハードルを約1m間隔で8台程度並べてハードルを連続してジャンプする練習を行う。

種目としては体を真っ直ぐにして膝をあまり曲げずに繰り返して跳ぶポゴジャンプ、空中で膝を高く抱えるように上げるダブルレグホップジャンプ、左右片脚踏み切りのホッピングジャンプ、空中で膝を伸ばした状態で爪先にタッチする姿勢を作るパイクジャンプ、空中で両脚を広げる開脚ジャンプなどを行う。練習では数種目のジャンプを数セット行う。

いずれの種目を行うときも体幹の軸がぶれないこと、左右非対称な動きにならないこと、接地時間はできるだけ短く素早い動きで行うことなどに注意して行う。

他にもハードルを「+」の字に並べてその間を回転しながら跳んでいくハードルジャンプや、ハードルをジグザグに並べて左右にジャンプしながら越えていくハードルジャンプの練習など、バリエーションを変えた練習方法も多く存在する。



図 18.4: ハードルジャンプ [108]

## 18.6 メディシンボール投げ

- メディシンボール投げは全身のパートレニングとして実施される
- 動作の切り替えはプライオメトリクス動作を意識して素早く行う
- 脚，股関節，体幹，腕の動作のパワーの伝達，タイミングを意識してボールはできるだけ遠くにとばす

メディシンボール投げとは一般的に  $1kg\sim 10kg$  程度の重さのメディシンボールを全身の動作を使って前方，後方，側方に投げるトレーニングのことである。

投擲選手が行うトレーニングと思われがちだが，高跳び選手の全身パートレニングとしてもよく実施される。著者である私の場合も冬季練習のウォーミングアップ動作などでよく取り入れていた。また，全身のパワーを測るためのコントロールテストの種目としてもよく実施される。

トレーニングのポイントとして「動きの切り替えはプライオメトリクス動作を意識して素早く行う」「脚，股関節，体幹，腕の動作のパワー伝達，タイミングを意識してボールを遠くに投げる」ことなどが挙げられる。

メディシンボール投げではボールを遠くに投げるのが重要であるが，遠くに投げることを意識するあまり動きが硬くなって動作のタイミングがバラバラになったり，投擲姿勢が崩れないように注意してトレーニングを行うこと。

メディシンボール投げには様々な種目があり，代表的なものとしては図 18.5 に示した種目がよく実施される．メディシンボール投げのトレーニングは一般的 5～7 種目を 1 セットとして，各種目を 10～20 回ずつ行う．左右差がある種目は左右別々の種目，あるいは左右交互の種目にして実施する．

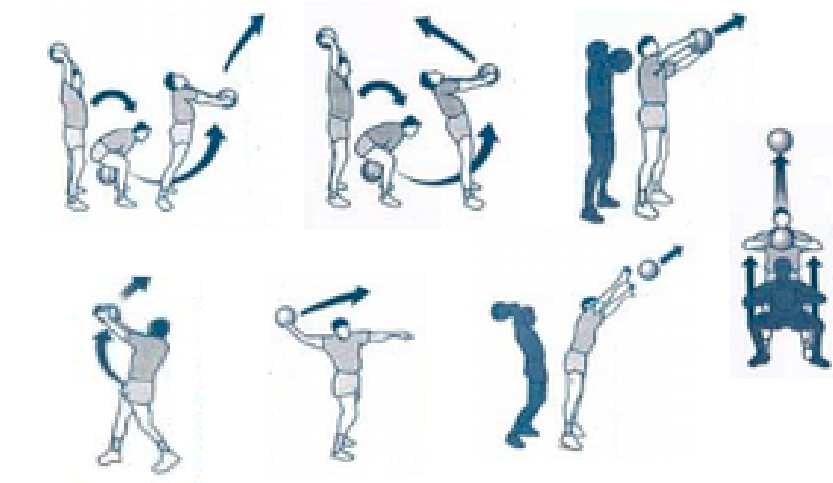


図 18.5: メディシンボール投げの種目



## 走練習

高跳びの助走は通常の短距離選手の走りとは異なり、速く低く重心の安定した走りをする必要がある。とはいえ基本的な走力が必要であり、その重要性については既に述べてきた。

著者である私は高跳び選手に必要な走練習は、基本的に短距離選手が行う走練習と同じであると考えている。このため著者である私は学生時代から社会人まで、走練習は基本的には短距離に混じって同じ練習を行ってきた。直線助走や曲線助走に必要な動きはそれに特化したドリルを行うことで身につけ、走力のベースを上げるために走練習を行うとよい。

ただし、高跳び選手は短距離選手と違って、スタートダッシュで加速する動きを身につけたり、ピストルに対する反応時間の早さ、フィニッシュの姿勢、トップスピードを長時間維持する動きを身につける必要はない。

こうした動きは高跳びの競技動作とはあまり関わりがないため、長い時間をかけてトレーニングする必要はない（ただし陸上競技の基本動作として最低限の技術は身につけておいてほしい）。

第19章では短距離の一般的な走練習について、いくつかピックアップして説明する。

## 19.1 走練習の基礎知識

### 19.1.1 走動作の局面

100m 走を例にとると短距離走は以下の局面に分類される [109].

1. スタート局面  
ピストルの音に反応してスタートし、一步目の足が接地するまでの局面
2. 加速局面  
スタート後の一步目から最高速度に達するまでの局面
3. 最大速度局面  
最高速度が維持される局面
4. 減速局面  
速度の低下が始まってからフィニッシュするまでの局面

世の中ではそれぞれの走局面に応じた様々な走練習やドリルが考案され実施されている。また、同じ走練習やドリルであっても、目的意識の持ち方で効果が大きく異なり、全く同じトレーニングでも指導者によって指摘事項が異なることも多い。

走りが専門ではない高跳び選手が走練習やドリルを行う場合は、どのような目的で何を意識して行うべき練習なのか、しっかりと確認し、理解してから練習に取り組んでほしい。

高跳び選手にとっては加速局面から最大速度局面までの動きが特に重要となるため、この局面の動きを特に重要視して走練習を行うとよい。

### 19.1.2 それぞれの走動作の局面で要求される技術

それぞれの走動作の局面で必要とされる技術とランニングフォームについて解説する [109][110][111].

#### スタート局面

スタートポジションでは前方に跳び出しやすいポジションにスタートブロックを調整する。調整のポイントとしては「ヨーイ」で腰を上げたときに肩の高さより腰の位置が少し高くなるようにする。このとき「膝の角度がブロックを蹴りやすい角度」になっていることが重要である。具体的には前脚が90～100度程度、後ろ脚が120度程度が目安とされている。腰を上げたときの腕とトラックの角度は基本的には直角にする。

他にもショートスタートやロングスタートといった特殊なスタートポジションの取り方があるが、高跳び選手は気にする必要はない。



図 19.1: スタート姿勢 [112]

スタート動作でのピストルの反応時間は神経反応時間で決まる。このため、基本的には遺伝的要素（個人差）で決まるところが大きい。ただし、練習や気持ちの持ち方である程度改善することができる。スタート動作ではできるだけリラックスしてピストルの音に集中すること。

ピストルが鳴った後はスタートと同時に腕とリード脚を振り上げ体を前に出す。このときブロックで左足を前にした場合は「左手→右手→右足→左足」の順番で地面から離れていく。とびだす角度は一般的には45度がよいとされているが、短身の選手ほど低い角度になる傾向がある。カール・ルイスのコーチとしてもよく知られているトムテレッツ氏は45度を推奨している。

とびだした後は前に出された体を支えるように足を接地する。このとき自分の力を出しやすい最初の一步の歩幅を把握しておくこと、その後の加速動作がスムーズに行なえる。



図 19.2: スタート動作 [112]

余談であるが実は私はトムテレッツ氏に高跳び(!)を教わったことがある。曲線助走を4歩で曲がるべきか5歩で曲がるべきかを議論した覚えがある。熱血漢で陸上競技に対する強い情熱を持つ尊敬できるコーチであった。



## 加速局面

スタート直後は前傾姿勢を維持して走る。加速の度合いが緩やかになるにつれて少しずつ前傾を浅くして走るようにする。脚はスタート直後は後方へのキック動作が強く、次第に膝が前方に高く運ばれるように変化する。腕はスタート直後の振り出し動作の後に加速局面での前後に大きく揺れる動作に移行していく。

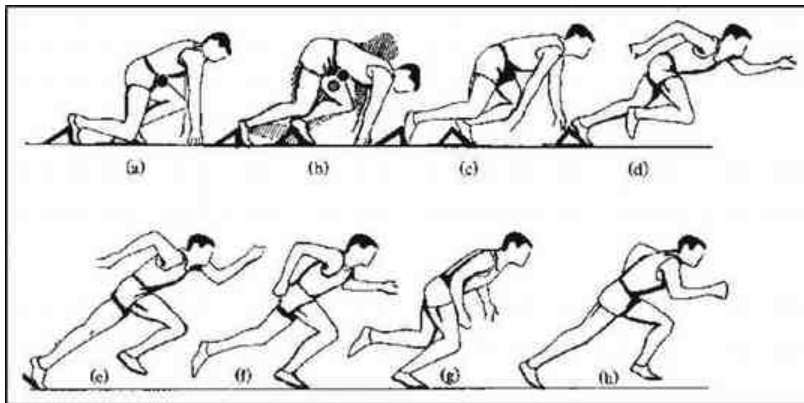


図 19.3: スタートから加速局面の動作 [113]

100m 走の前半 20m~30m 程度はこうした加速局面の動きが重要になる。体がすぐに起き上がってしまうと加速不足でトップスピードが落ちてしまいタイムが遅くなる。加速局面でのスムーズな動きは高跳びの直線助走でも活かすことができるので参考にしてほしい。

M.Bormann 等の研究によると [109], 各走動作の局面が 100m 走のタイムに及ぼす貢献率は「スタート局面 (6%)」「加速局面 (64%)」「最大速度局面 (18%)」「減速局面 (12%)」とされている。加速局面の動作の向上は、短距離のタイム向上に直結する。

## 最大速度局面

最大速度局面では上体をやや前傾させて走る。このとき上体は後ろへ反ったり腰が折れたりしないように注意する。このとき脚は「キック→キックアップ(踵の引きつけ)→膝上げ→脚の振り出し→足の引っかかり動作→着地」のサイクルで大きな回旋運動を行う。

キックの後に踵を臀部に引きつけて膝を上げる動作は「はさみ込み動作」と呼ばれる。最大速度局面では、はさみ込み動作を上半身の力も使いながらタイミングよく素早く行うことで、体の前傾姿勢を保ちながら地面を強く押して前進する。

最大速度局面では、できるだけ速いピッチで、大きなストライドで脚が動かせるように、腕を前後に大きく振ること。このとき腕と脚（四肢）をうまく同調させながら動かすことが重要である。

短距離走の最大速度局面では、質量の大きな脚が空中で振り回され、大きな角運動量を持つことになる。このため、体幹の軸をぶれさせないようにするために、腕を大きく振ることで脚の角運動量を打ち消す方向の角運動量を発生させる。こうした動作はトップスピードが速くなるほど重要な動作になるため、短距離選手は上半身ががっしりしており、大きく腕を振って走る。

また、最大速度局面では地面からの力を逃さずに推進力に変えるため、体幹部がしっかり固定された強い軸を作ることが重要である。このとき、地面をしっかりプッシュして、弾みながら前進するとよい。



図 19.4: 最大速度局面の動作 [114]

### 減速局面

減速局面では最大速度局面の動きをできるだけ継続できるように気を付ける。ピッチの低下によりスピードが減速することが多いため、体幹の力で走りのバランスを維持しつつ、腕振りのフォームも崩さずにピッチをキープするよう心がける。

## 19.2 走練習の種類

### 19.2.1 スタートダッシュ

スタート局面から加速局面までの動きを確認する技術練習である。スタートブロックを利用して、ピストルを使ってスタートする。複数人で競いながら、効率良く練習を行うとよい。

距離は最大速度局面に入る手前までの短い走行距離で行うことが多い。(30m × 5本)+(50m × 3本)などのセットをタイムを計測しながら実施する。よい動きができていのかどうかの確認はタイムが一つの目安となるが、ビデオで動作チェックしたり、指導者に確認してもらってもよい。

### 19.2.2 加速走

主に加速局面の動きを確認する技術練習である。10~20mの助走距離をとって、深い前傾姿勢から加速し、じょじょに上体を起こして最大速度局面の状態です一定距離(30~80m程度)を走る。通常はタイムを計測しながら練習を行う。

よい動きができていのかどうかの確認はタイムの比較が一つの目安となるが、ビデオで動作チェックしたり、指導者に確認してもらってもよい。

### 19.2.3 テンポ走・流し走・快調走

セット内の練習を、完全な休憩を取らずにウォークで繋ぎながら走る練習である。通常は100m × 3本や150m × 3本を1セットとして、数セットの練習を行う。冬季練習では300m × 3本 × 3セットなどを行うこともある。

最大速度局面の動作を確かめながら走り、スタートからゴールまでの走りの流れをトータルで確認する。明確なペース配分が定められているわけではないが、タイムを比較すると全力疾走 > テンポ走 > 流し走 > 快調走という順番で速く走ることが多い。

著者である私の場合は全力疾走を10割の力とするなら、テンポ走は8割、流し走は6割、快調走は5割以下の力加減で走っている。また、流し走はウォーミングアップやクールダウンの一貫として短い距離を数本走ることが多く、その日の体調や疲労度合いを走りの中でチェックするために実施している。

#### 19.2.4 レペテーション

レペテーションでは決められた距離（100～300mの距離）をほぼ全力で疾走する。走り終わったら、完全に回復するまで長い休憩時間を設定し、脈と呼吸が落ち着くまで休憩する。通常は多くとも5セット以内の練習を行う。スタートブロックは用いても用いなくてもよい。

レペテーションはスタートからゴールまでのトータルの動きを確認しながら行うことが重要である。量より質を重視したトレーニング負荷の高い練習であり、専門的準備期や試合期などに実施する。

#### 19.2.5 タイムトライアル

「TT」と略称されることもある。タイムトライアルでは決められた距離（60～300mの距離）を全力で疾走する。このとき、試合と同じようにウォーミングアップし、試合と同じ形式で1本ないしは2本走ってタイムを計測する。クールダウンも通常の試合と同様にしっかり行う。

全力疾走時のフォームの確認ができ、トレーニング負荷の非常に高い練習であり、専門的準備期や試合期などに実施する。

高跳び選手の場合でも自分の最大速度と基本走力の確認のために、シーズン中に1～2本は100mのタイムトライアルを行うことを推奨する。

#### 19.2.6 ウェーブ走

分割走や変速走と呼ばれたりもする。100～150mの距離を3～5分割し、それぞれの区間でスピードを変えて走る走練習である。

例えば120mの距離を30mごとに4分割して、「加速→減速→加速→スピード維持」などといったように30mごとにペースを変えて走る練習を行う。それぞれの区間で必要となる走りのフォームを確認するとともに、リラックスしてスピードを維持する動きや、減速からのフォームの立て直し、再加速の技術を身につけることを目的としている。

高跳び選手としては助走を楽に行い、踏み切り動作に集中するために、リラックスしてスピードを維持する区間の動きに特に注意して練習してほしい。マンネリ気味の走練習に新しい刺激を加えるための練習のバリエーションの一つとして捉えて走練習に取り入れる選手も多い。

#### 19.2.7 変形ダッシュ

様々なスタート姿勢から手拍子の合図とともにスタートする走練習である。スタートの合図のタイミングは走者に分からないように不規則に変化させ、

できれば3人以上の人数で一斉にスタートする。30m程度の距離を競争して走るとよい。

最初のスタート姿勢は

- うつ伏せ (前向き or 後ろ向き)
- 正座 (前向き or 後ろ向き)
- 体操座り (前向き or 後ろ向き)
- 長座 (前向き or 後ろ向き)
- ジャンプして一回転 (左回り or 右回り)

など様々なバリエーションが存在する。

スタートの反応時間の短縮や、スタート動作での瞬発力の強化を目的とした練習である。スタートの合図に集中し、反応時間をできるだけ短くするように心がけて練習するとよい。浜辺や芝生などの不整地で行うとより負荷の高い練習が可能になる。

## 19.2.8 坂ダッシュ

### 上り坂ダッシュ

3~6% (100m 進んで3~6m 上がる) 程度の上り坂を走る走練習である。通常の平地で走るよりもより強い負荷が脚にかかる。加速局面で必要となる足で地面をキャッチする感覚やパワーを養成することができる。

より大きな傾斜で行うことで、より強い負荷を脚に加えることができるが、走るフォームが崩れてしまうので傾斜の大きい坂で練習を行う場合は注意が必要である。

足で地面を捉える技術を磨きたい場合は傾斜の小さい坂を走り、体力強化目的の場合は傾斜の大きい坂で走るなど、練習の目的に応じて走る傾斜角度を選択するとよい。

### 下り坂ダッシュ

スピードを高めるための走練習で、1~3% 程度の下り坂を走る。平地よりも速く走ることができるため、最大速度局面での素早い動きを楽にチェックすることができる。大きい下り傾斜は転倒のリスクを高め、走行フォームも崩れてしまうため避けること。

転倒や膝を痛めるリスクが高い練習であるため、高跳び選手の走練習としてはあまり推奨できない。

### 19.2.9 トーイング走

2人1組で行う走練習で、前方の走者が後方の走者を専用のゴムチューブで前から引っ張りながら走る走練習である。後方の走者が自分の出せる最大スピード以上の動きを体験し、速く走る感覚を覚えることで、最大速度局面の最大速度を向上することを目的としたトレーニングである。

効果については個人差があると思われるが、著者である私の場合は高校時代にトーイング走を走練習に取り入れており、効果を実感できるトレーニングであった。



図 19.5: トーイング走

### 19.2.10 負荷走

ウエイトジャケットを着たり，ウエイトを乗せたソリを引いたり，タイヤを引いたりして，体に負荷（重り）をつけて走る走練習の総称である．負荷を増せば増すほど走りでする筋肉の強化的要素が強くなる．

上りの坂ダッシュと同じく，加速局面で必要となる足で地面をキャッチする感覚やパワーを養成することを目的にした練習である．

著者である私の場合は冬季練習で，パワー養成トレーニングとして，ソリやタイヤを引く負荷走を採用することが多かった．負荷走を行う器具は市販品のものを購入することを推奨する．走りやすく強度の高い器具を自作するのは難易度が高い．



図 19.6: ソリを使った負荷走

### 19.2.11 往復走・インターバル走

往復走とは50～120mの距離を走り、フィニッシュ後に短い休憩時間（20～40秒程度）を取り、同じコースを逆走して往復でランニングを繰り返す練習である。体力強化を目的として実施されることが多い。

通常は4～6本（2往復 or 3往復）同じコースを往復して走る。セット間の休憩は長く取り、トータルで2～3セット行うことが多い。

インターバル走も往復走と同様のトレーニングで、50～200m程度の距離を走り、走ったのと同程度の距離を歩行もしくはジョグで繋いで連続してランニングを繰り返す。インターバル走は往復走よりは距離が長く取られることが多く、体力強化を目的とした練習である。ランニング間を歩行で繋ぐ場合でも、次に走るまでの休憩時間になるべく短くなるようにすること。

人間の持久力は「強度が比較的軽い運動を長時間（1分以上）持続する有酸素系の持久力」と、「強度の高い運動を繰り返し実行する無酸素系の持久力」の2種類が存在する。短距離選手や跳躍選手に必要とされる持久力は無酸素系の持久力である。

無酸素系の持久力が発揮されているとき、体内ではクレアチンリン酸が放出したリン酸とADPによるATPの再合成によって得られる非乳酸系のエネルギーと、グリコーゲンを酵素を使わずに乳酸に分解するときに発生する乳酸系エネルギーの両方が利用される。短距離選手や跳躍選手の行う往復走やインターバル走はこうした無酸素系の持久力を強化するトレーニングとして、冬季練習で実施されることが多い。

著者である私の場合も、高校時代の一般的準備期に、持久力向上を目的として往復走やインターバル走を練習でよく行っていた。



### 19.2.12 1分間走・2分間走

1分間走では「1分間全力で走り、1分間歩いて休憩する」を1本として、3本を2セット程度のメニューで走る。2分間走も同様に「2分間走り、2分間歩いて休憩する」を1本として同様のセット数走る。

往復走・インターバル走と比べて、さらに持久力を強化できるトレーニングとなる。特に2分間走は有酸素系の持久力強化も含めた総合的な体力強化のために、年少の競技者の走練習で用いられることが多い。著者である私の場合は高校時代の冬季練習で持久力向上に主眼を置いた走練習として毎年利用していた。

冬季の寒さの厳しい時期には2分間走を中心に行い、春先で気温が上がってくるシーズン前の時期になれば練習を1分間走に切り替え、じょじょに体を速い動きに馴染ませていくなど、練習のパターンに工夫を加えると効果的なトレーニングが可能となる。

### 19.2.13 ロングジョグ

3km程度の距離を目安にして、ウォーミングアップやクールダウンと同じ軽いジョギングペースで走る走練習である。主に故障後のリハビリ練習や、体を適度に疲労させるために試合前のコンディション調整として行うことが多い。持久力強化を目的として冬季練習のウォーミングアップ、クールダウンとして行うこともある。



## ウエイトトレーニング

スポーツ科学の発展に伴い様々なウエイトトレーニングのメニューが考案されており、ウエイトトレーニングを練習に取り入れる選手も増えてきた。

陸上競技においても、多くの一流選手がウエイトトレーニングを練習に取り入れ、成果を上げている。著者である私も高校時代からウエイトトレーニングを練習メニューに加えることで記録を伸ばしたきた選手の1人だ。

ウエイトトレーニングには「ピンポイントで選択的に筋肉を強化できる」「低負荷から高負荷まで筋肉にかかる負荷を調整できる」「効率よく短時間で筋肉を強化できる」「天候に左右されずに練習できる」「故障箇所を避けてその周囲の筋肉を強化できる」など様々な利点がある。

ウエイトトレーニングを行う場合は上記の利点をよく理解し、鍛えたい筋肉とその目的を明確に決めてから、トレーニングに取り組む必要がある。

特異性の原理でも紹介したが、実際の跳躍動作からかけ離れた動作でトレーニングを行っても跳躍動作に必要な筋肉は身に付かない。このため、ウエイトトレーニングでは高跳びの動作に近い動作を含む種目を中心に練習メニューを組み立てることが基本となる。

ウエイトトレーニングを行う場合は、オリジナルのトレーニングを自分で考案し実行するのではなく、既存のトレーニングから種目を選び練習することを強く推奨する。既存のトレーニングは安定姿勢で無理な関節負荷がかからないように十分考慮して作成されており、安全に効率よくトレーニングすることができる。

また跳躍動作では全身の筋肉を連動させて動かすため、特定の部位だけ鍛えるのではなく、全面性の原則に従い全身を満遍なくトレーニングすることも重要である。競技力の向上のためには下半身だけでなく上半身のトレーニングも行なってほしい。

## 20.1 ウェイトトレーニングの種類

ウェイトトレーニングは「マシンウェイトトレーニング」と「フリーウェイトトレーニング」の2種類に大別される。フリーウェイトとはダンベルやバーベルを使用するウェイトトレーニングである。マシンウェイトとはトレーニング種目ごとに準備された専用の機械（トレーニングマシン）を利用して行うウェイトトレーニングである。

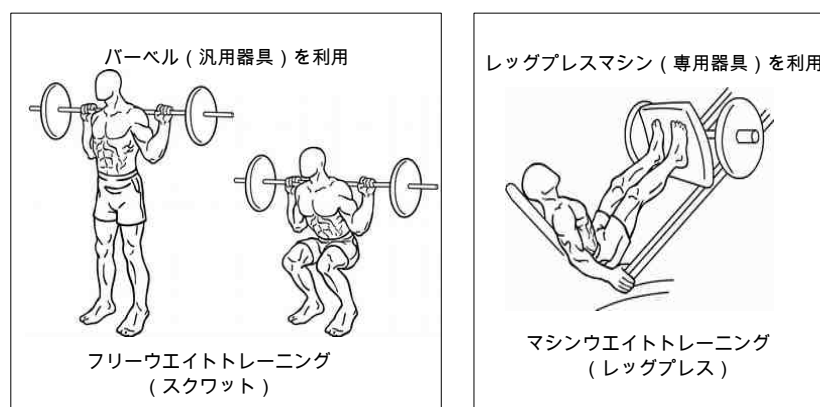


図 20.1: ウェイトトレーニングの種類 [115][116]

### 20.1.1 マシンウェイトトレーニング

マシンウェイトトレーニングの利点と欠点をまとめると以下ようになる。

マシンウェイトの利点

- 安全性が高い
- 負荷をコントロールしやすい
- 正しいフォームで行いやすい

マシンウェイトの欠点

- 行える種目が少ない
- トレーニングできる動作範囲や箇所が限定される
- 体格差を調整できる機構が少なく、大きな選手はやりにくい

マシンウエイトのメリットとしては、重りの落下による負傷のリスクが低いこと、ピンによる細かい重量調整が行いやすいこと、動作が制約されることで素人が行ってもある程度正確なフォームでトレーニングできることなどが挙げられる。

逆にマシンウエイトのデメリットとしては、原則一種目一台のマシン仕様となっており、一台のマシンで行える種目数が少ないこと、動作が制約されることでトレーニングできる動作範囲や箇所が限定されてしまうこと、長身の高跳び選手に合うように体格差を調整できるマシンが少ないことなどが挙げられる。

マシンウエイトで利用されるトレーニングマシンは高額なものが多く、学生が部活動で利用できる機会は少ない。著者である私の場合も高校こそレッグプレスやレッグカール、ラットプルダウンなどのトレーニングマシンがあったが、大学にはそれ等の設備は無かった。

スポーツジム等にはマシンウエイト用の器具が数多く準備されているが、マシンウエイトは健康管理を目的としてフィットネスクラブに通う人が中心に利用することが多い。これはマシンウエイトは初心者にとって恐怖感が少なく、低重量で関節への負荷が小さい安全なトレーニングができるためだと考えられる。

逆に競技者にとってはマシンウエイトはどうしても負荷が局所的になりやすく、最大の重量にしたとしても負荷が小さい場合が多い。競技者の場合は高重量で全身の筋肉を連動させながら鍛えることができるフリーウエイトを行うことが多い。

高跳び選手のウエイトトレーニングはフリーウエイトの種目を中心とした練習メニューを組み立てることを推奨する。マシンウエイトトレーニングはあくまで補助的なウエイトトレーニングと考えてほしい。

### 20.1.2 フリーウエイトトレーニング

フリーウエイトトレーニングの利点と欠点をまとめると以下のようになる。

#### フリーウエイトの利点

- 動作の自由度が高い
- 行える種目が多い
- 高負荷でトレーニングできる

#### フリーウエイトの欠点

- フォームの習得が難しい
- 危険である

フリーウエイトのメリットとしては、動作の制約がないためトレーニングの自由度が高いこと、行えるトレーニングの種類が多いこと、プレートを何枚も追加することで高重量のトレーニングが可能になることなどが挙げられる。

フリーウエイトのデメリットとしては、フォームの習得が難しいこと、誤ったフォームで行うと故障に繋がりがやすいこと、重りの落下などの事故が起こりやすく危険であることなどが挙げられる。これは逆にいえば正しいフォームで安全に配慮して行えば非常に効果的なトレーニングが可能であることを意味している。

フリーウエイトはマシンウエイトに比べて動作の自由度が高く、全身の筋肉を連動させ強化できる種目が多い。このため、高跳び選手がウエイトトレーニングを行う際はフリーウエイト中心のメニューを組み立てることを推奨する。

## 20.2 ウェイトトレーニングの手法

ウェイトトレーニングではその反復回数や強度，実施時間をコントロールすることで「筋持久力向上」「筋肥大」「筋力向上」など様々な効果が得られる。ここで，筋力とはある動作速度において発揮可能な力（力を発揮する能力）のことを表す。

例えば負荷，反復回数，セット数，休憩時間の設定方法によって以下のトレーニング目的が達成される [117]。

|         | 最大筋力に対する負荷 | 反復回数  | セット数 | 休憩時間   |
|---------|------------|-------|------|--------|
| 筋持久力目的  | 67%以下      | 12回以上 | 2~3  | 30秒以下  |
| 筋肥大目的   | 67~85%     | 6~12回 | 3~6  | 30~90秒 |
| 筋力アップ目的 | 85%以上      | 6回以下  | 2~6  | 2~5分   |

注意: セット数にはウォーミングアップのためのセットは含まない

図 20.2: トレーニング目標に応じた負荷と反復回数の割り当て [117]

ウェイトトレーニングはセット内で行う反復回数や，セット数，負荷重量の変更方法，インターバルの休憩時間の取り方などによって様々な手法に分類される。一般的には「10RM法」「ピラミッド法」「スーパーセット法」などの手法がよく用いられる。著者である私の場合はこれに加えて「マルチパウンデッジ法」「フォーストレップ法」などを取り入れウェイトトレーニングを行ってきた。

また，セットの組み方についても「シングルセット法」「マルチセット法」「サーキットセット法」「スーパーサーキット法」など様々な手法が考案されている。

### 20.2.1 最大筋力の測定（反復回数や重量の決定）

筋肉が出させる最大の力は「最大筋力」と呼ばれ、ウエイトトレーニングにおいて反復回数や重量設定をする際の目安となる。ここでいう最大筋力とは「ギリギリ 1 回だけ持ち上げることが可能な重量」と考えてほしい。

ウエイトトレーニングを始めるに当たっては、まずは自分の最大筋力を正確に把握することがトレーニングの入口となる。

最大筋力はウエイトトレーニングを本格的に始める準備期の開始時期に測ればよい。補助者をつけた状態でギリギリ 1 回持ちあげられる重量を計測すれば最大筋力を知ることができる。

最大筋力の計測に不安がある場合は、10 回ギリギリで持ちあげられる重量を計測し、その重量を 1.25 倍することで推定することもできる（10 回ギリギリで持ちあげられる重量は最大筋力の 80% に相当するといわれている）。

以下に反復可能回数と、そのときの重量が最大筋力に占める割合を表に示すので最大筋力を計測するときの参考にしてほしい [118]。

|               |     |    |    |    |    |    |    |
|---------------|-----|----|----|----|----|----|----|
| 最大筋力に対する割合(%) | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 |
| 反復回数(回)       | 1   | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |

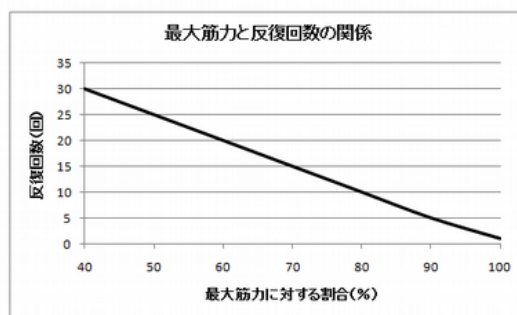


図 20.3: 最大筋力と反復回数の関係 [118]



## 20.2.2 10RM 法

10RM 法の RM は *RepetitionMaximum* の略であり、10 回反復できる重量で 1 種目 3~4 セット行うトレーニング方法である。このとき後半のセットでは 10 回の反復は不可能になるが、重量はそのまま変えずにトレーニングを行う。

初心者によく指導される方法であり、ウエイトトレーニングの基本方法である。著者である私の場合も通常のウエイトトレーニングは 10RM 法をベースに実施することが多い。

これまでの研究から、最大筋力の 3 分の 2 以上のウエイトと少ない反復回数の運動を組み合わせるとオールアウト（筋肉の完全消耗）まで運動を行うと筋肉の瞬発力が大きくなり、それより低いウエイトで多い反復回数の運動を行うと筋肉の持久力が高まる傾向があることが分かっている [118]。

10RM 法の負荷は筋肉の瞬発力を高め増強（筋肥大）するために最適といわれる最大筋力の 80% 程度に相当するため、効率良く筋肉を強化することができる。

トレーニングを繰り返すと次第に反復可能な回数は増加するため、ある重量で確実に 12, 3 回の反復が可能になれば、次回のトレーニングから重量を少しずつ増やしてトレーニングを行う。

| セット数 | 最大筋力に対する重量設定の割合 | 目標回数       |
|------|-----------------|------------|
| 1    | 80%             | 10回以上      |
| 2    | 80%             | MAX(10回目標) |
| 3    | 80%             | MAX(10回目標) |
| 4    | 80%             | MAX(10回目標) |

図 20.4: 10RM 法での重量設定と反復回数の目安

### 20.2.3 ピラミッド法

ピラミッド法とは重量や反復回数をセット間で変化させながらトレーニングを行う手法である。一般的には徐々に重量を上げながら反復回数を減らしてセット数を進め、頂点の重量のセット後は重量を下げながら反復回数を減らしてトレーニングを実施する。

一般的にピラミッド法を使ったトレーニングでは、前半の重量を増やしていくセットでは最大筋力の発揮により心理的限界の引き上げを試み、重量を減らす後半のセットでは筋肥大を目的とした生理的限界の向上を狙って行う。

ピラミッド法の特徴は、前半セットで徐々に負荷を上げることでその種目の力発揮の方法に体を慣らしながらトレーニングできるため高重量でトレーニングしやすくなる点と、後半セットで高重量低回数の強い負荷を筋肉に加えることで筋肉を強く刺激できる2点にある。

スクワットやベンチプレスのような多関節動作を行うトレーニングでは1番目の特徴が有効に働きやすいため、ピラミッド法の採用がトレーニングに適しているといわれている [89]。このため、著者である私の場合もスクワットやベンチプレス、ハイクリーンなどの種目はピラミッド法で行うことが多い。

ピラミッド法の一例を図 20.5 に示す。ウエイト種目によってはセット数、重量設定、反復回数などを適宜変更して行うようにしてほしい。

| セット数 | 最大筋力に対する重量設定の割合 | 目標回数 |
|------|-----------------|------|
| 1    | 60%             | 8回   |
| 2    | 70%             | 5回   |
| 3    | 80%             | 3回   |
| 4    | 90%             | 1~2回 |
| 5    | 80%             | 5回   |
| 6    | 70%             | 8回   |
| 7    | 60%             | 10回  |

図 20.5: ピラミッド法での重量設定と反復回数の例

ピラミッド法にはここで紹介したもの以外にも様々な種類がある。図 20.5 のような負荷を上げてから下げるオーソドックスなダブルピラミッド法の他にも、負荷を上げ続けるアセンディング・ピラミッド法や、負荷を下げ続けるディセンディング・ピラミッド法、負荷を上げていき途中から負荷を一定にするフラット・ピラミッド法などがある。

#### 20.2.4 スーパーセット法

スーパーセット法とは拮抗する二つの筋群を連続してトレーニングする方法である。スーパーセット法では、例えば膝を曲げる大腿二頭筋（レッグカール）と膝を伸ばす大腿四頭筋（スクワット）のように、お互いに反対の動きをし拮抗する筋肉同士を使った2つの種目を合わせて1セットとして扱い、2つの種目を休憩無しで連続で行う。こうしたセットを短い休憩を挟みながら、数セット行うのがスーパーセット法である。

一般的には同一部位の「押す種目」「引く種目」をペアにしてトレーニングをすることが多いが、上肢の筋群ー下肢の筋群といった全く違う二つの種目の組み合わせで実施してもよい。

スーパーセット法では、反対側の筋肉を使う種目を行っている間に拮抗する筋肉も適度な運動を行うため、筋ポンプ作用によるクールダウン効果が働き、筋肉の回復が促されると考えられている [89]。このためインターバル時間無しに連続してセットを繰り返すことが可能になる。

#### 20.2.5 フォーストレップ法

フォーストレップ法とは限界まで反復を繰り返した後に、補助者の助けを借りて強制的に反復を繰り返す手法である。自分が反復できなくなってから更に補助者の助けを借りて反復を繰り返すため、非常に厳しく筋肉を追い込むことができる。通常は2~3回程度のフォーストレップを通常のトレーニングのメインセット（例えば10RM法）に組み込んで実施する。

ウエイトトレーニングを行う際に一番力の出しにくい関節角度姿勢のことをスティッキングポイントと呼ぶ。通常、反復回数の限界を向かえた選手であっても、スティッキングポイントさえ通過できれば数回挙げるることができる余力が残っている。フォーストレップ法とは、補助者にスティッキングポイントの通過を助けてもらうことで、さらに厳しく筋肉を追い込んでいくトレーニングである。補助者がいない場合は、スティッキングポイントを反動動作（チーティング）を使って無理やり通過させることで、フォーストレップ法を行うこともできる。

このトレーニングは体への負荷が非常に高く、オーバートレーニングの原因にも成り易いため、普段のトレーニングに取り入れる場合には注意が必要である。

## 20.2.6 マルチパウンデッジ法

マルチパウンデッジ法とは限界回数まで反復した後に、セット間の休憩を取らず負荷を軽くして、次のセットを繰り返して行うトレーニング手法である。短時間で多量のトレーニングを実現でき、筋持久力の向上が期待されるトレーニングである。著書である私の場合は高校生時代の冬季練習でよく実施していた。

フリーウエイトで行う場合は必ず補助者を数名つけて実施する。一般的には4~5RMの負荷になるように重さを調整し、4~5回の反復回数を目標にトレーニングを実施する。次に負荷を減らして4~5回の反復回数を目標に次のセットを行い、数セット連続して同様のトレーニングを行う。このとき、セット間のインターバルはできるだけ短く設定し、休憩を取らずに次のセットを行う。

図 20.6 と図 20.7 に実施例を示す [119] (いずれもウォーミングアップのセットは除いたものである)。

筋力アップが目的の場合

|     | セット数 | 最大筋力に対する<br>重量設定の割合 | 目標回数 |
|-----|------|---------------------|------|
| 1循環 | 1    | 90%                 | MAX  |
|     | 2    | 70%                 | MAX  |
|     | 3    | 50%                 | MAX  |
| 2循環 | 4    | 80%                 | MAX  |
|     | 5    | 60%                 | MAX  |
|     | 6    | 40%                 | MAX  |

1循環と2循環の間は3分程度休息する

図 20.6: 筋力アップを目的としたマルチパウンデッジ法

筋肥大が目的の場合

|     | セット数 | 最大筋力に対する<br>重量設定の割合 | 目標回数 |
|-----|------|---------------------|------|
| 1循環 | 1    | 80%                 | MAX  |
|     | 2    | 60%                 | MAX  |
|     | 3    | 40%                 | MAX  |
| 2循環 | 4    | 70%                 | MAX  |
|     | 5    | 50%                 | MAX  |
|     | 6    | 40%                 | MAX  |

1循環と2循環の間は2分程度休息する

図 20.7: 筋肥大を目的としたマルチパウンデッジ法

## 20.2.7 セットの組み方

ウエイトトレーニングを開始してから既定の反復回数に到達し休憩に入るまでの一連の流れを「セット」と呼ぶ。通常のウエイトトレーニングでは、トレーニングの効果を高めるため、休憩を挟みながら数セット繰り返してトレーニングを実施するのが一般的である。このときのセットの組み方は「セットシステム」とか「セット法」と呼ばれる。

ウエイトトレーニングはセットの組み方によって様々な種類があり、トレーニングの目的に応じて使い分けることが可能である。ここでは著者である私がトレーニングに利用していたセット法についていくつかピックアップして紹介する。

### シングルセット法

1種目を休憩を挟んで複数セット実施する方法をシングルセット法という。最も一般的に用いられるセット法であり、トレーニングの基本となる。トレーニングの習熟度や最大筋力の向上に効果がある反面、一つのトレーニングマシンを休憩時間も含めて一人の人間が占有する時間が長くなる。このため、学校の部活動で大勢がウエイトトレーニングを行う場合や、不特定多数の人がトレーニングを行うトレーニングジムでトレーニングを行う場合は周囲への配慮が必要である。

### マルチセット法

複数の種目をまとめて1セットして扱い休憩を取らずに連続して実施する。これを休憩を挟みながら数セット繰り返す方法をマルチセット法という。マルチセット法は多くの種目を連続して繰り返すことでトレーニング時間を短縮することが可能である。時間に余裕の無い競技者にとって効率よくトレーニングできるセット法の一つである。

マルチセット法はさらに細かく分類することが可能であり、2種目を組み合わせで行うスーパーセット法やコンパウンドセット法、3種目を組み合わせで実施するトライセット法や、7種目以上を組み合わせで実施するサーキットセット法などがある。種目数の多いセット法ほど筋持久力を高める効果が強くなる。

## スーパーセット法

20.2.4 項を参照すること。

## コンパウンドセット法

同一の筋群を強化する異なる2種目を連続して行い1セットとして扱い、休憩を挟みながらそれを数セット行う方法をコンパウンドセット法と呼ぶ。コンパウンドセット法は短時間で同一部位を集中的にトレーニングできる。筋肉の発達が停滞している時期に新しい刺激を加えることで、新たなトレーニング効果を促す手法である。基本的なコンセプトはスーパーセット法に近い。

同様の方法として同一筋群を強化する3種目のトレーニングを連続して行う手法はトライセット法と呼ばれる。

## サーキットセット法

6~10種目程度の種目を休憩をあまり取らずに1セットとして実施し、これを数セット実施する方法である。筋肉トレーニングとともに、心肺持久力や有酸素トレーニングなどの要素も合わせ持ち、総合的に体力要素の強化が可能となる。

イギリスのリーズ大学のモーガンとアダムソンによって確立されたトレーニング手法であり、1953年以降にイギリスで発達してきたトレーニング手法とされている[120]。日本では総合的な体力要素の強化が必要な中学生、高校生のトレーニング手法として実施されることが多い。

サーキットセット法の中でも、筋力を高める無酸素系の運動と、心肺持久力を高める有酸素系の運動を総合的に向上させることを目的として、筋力トレーニングと有酸素運動を組み合わせた方法はスーパーサーキット法と呼ばれる。

陸上競技の世界では、様々なトレーニングの種目を組み合わせた「サーキット」「スーパーサーキット」と呼ばれるセット法が練習で実施されている。

著者である私の場合も高校時代は「スーパーサーキット」と呼ばれるトレーニングを実施しており、ウエイトトレーニング要素や鉄棒を使った補強動作、腕立て、腹筋、背筋、ハードルジャンプなど、プライオメトリクス要素も含む様々なバリエーションのトレーニング種目をまとめてスーパーサーキットとして実施していた。スーパーサーキットを行う際は、1種目を30秒実施し30秒休憩を取り、連続して合計18種目を行っていた。1セット18種目を終えた後は休憩を12分取り、2セットで計1時間となるトレーニングをよく実施していた。

## 20.3 ウェイトトレーニングにおける注意点

### 20.3.1 ウェイトトレーニングメニューにおける意識

- 特異性の原理に従い，競技動作に近い種目を中心に行う
- 全面性の原則に従い，筋肉をバランスよく鍛えていく

既に述べたようにトレーニングには特異性の原理があるため，競技動作での筋力を高めたい場合は，競技動作に近い形のウェイトトレーニング種目を優先的に行うことが望ましい。

高跳び選手の場合は下半身のスクワットやプレス系種目がトレーニングの中心となり，全面性の原則に従って上半身も含めた周辺の筋肉をバランスよく鍛えていくメニュー構成がよい。

### 20.3.2 ウェイトトレーニング動作における意識

- ウェイトトレーニングの動作はプライオメトリクスを意識して行う
- 動作の切り替え時間を短くし，初動作で大きな力とスピードを生み出すことを意識する

高跳びの踏み切り動作は，体の中心部にある大きな筋肉が跳躍の初動作（接地直後のプライオメトリクスの動作）で大きな力とスピードを生む。続いて周辺の筋肉が力を発揮して，跳躍動作をコントロールする。こうした競技動作を意識してウェイトトレーニングを行うことが重要である。

### 20.3.3 ウェイトトレーニング中の呼吸方法

- ウェイトを押すときや挙げるとき，「コンセントリックな動作」のときは息を吐く
- ウェイトを引くときや降ろすとき，「エキセントリックな動作」のときは息を吸い込む

基本的にはウェイトを押すときや挙げるとき，「コンセントリックな動作」のときは息を吐く。息を吐くときは短時間で強く吐く。ウェイトを引くときや降ろすとき，「エキセントリックな動作」のときは息を吸い込む。息を吸うときはゆっくり吸い込み，体をストレッチさせる。

#### 20.3.4 ウェイトトレーニング種目の順番

- 大きな筋肉を鍛える種目を先に行い、小さな筋肉を鍛える種目を後で行う
- フリーウェイトを先に行い、マシンウェイトを後で行う

大きな筋肉を鍛えるトレーニングは重量が重くなるため負荷が高く、フリーウェイトはマシンウェイトに比べて動作の自由度が大きいため、故障を防ぐために集中して正しいフォームでトレーニングを行う必要がある。

このため、ウェイトトレーニングの順番については、基本的に大きな筋肉を鍛える種目を先に行い、小さな筋肉を鍛える種目を後で行う。また、フリーウェイトを先に行いマシンウェイトを後で行う。

いきなり高負荷でトレーニングを開始するのではなく、ウォームアップセットを設けて軽く動かしてからトレーニングを開始すると怪我のリスクが低くなる。特に肩回りを鍛えるトレーニングは故障リスクが高いため、正しいフォームで慎重にトレーニングを行うこと。



## 20.4 筋肉の基礎知識

### 20.4.1 筋肉の種類

筋肉は大きく分けて「骨格筋」「平滑筋」「心筋」の3つに分類される。

#### 骨格筋

一般的に「筋肉」と呼ぶ場合はこの骨格筋を指す。人間の体重のおよそ半分をしめ、自分の意思で動かせる随意筋である。骨格筋は複数の細胞が合体した筋線維で作られており（合胞体）、細胞の核は線維の周囲に存在している。また、筋線維を構成するアクチンとミオシンが規則正しく並んだ横紋が見られる。

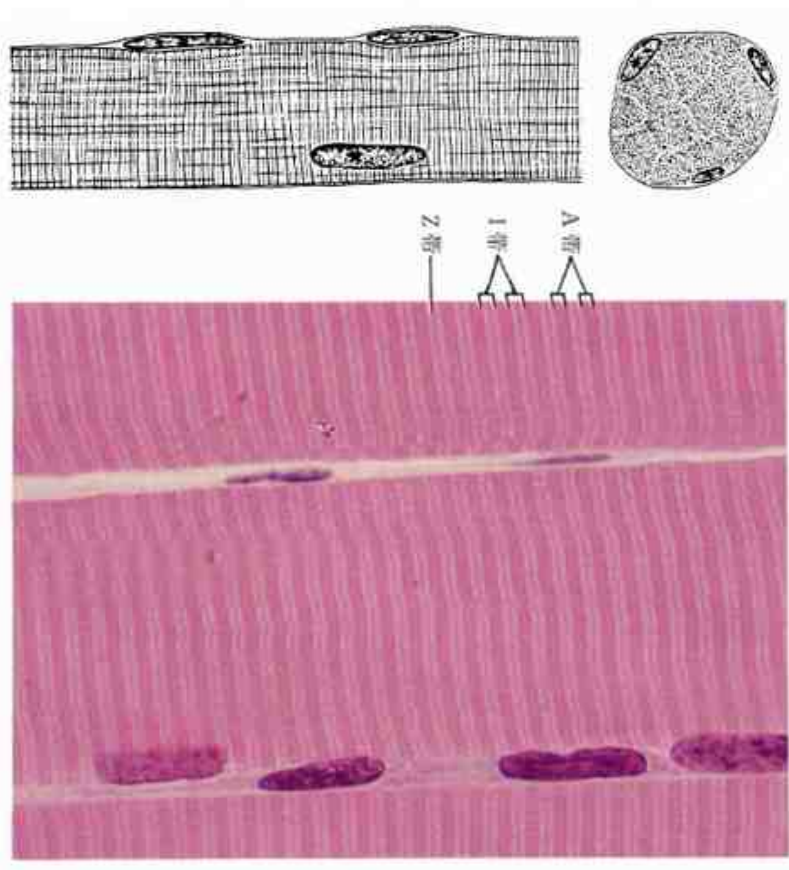


図 20.8: 骨格筋

## 平滑筋

主に内臓に存在し、内臓機能の維持を図るための筋肉である。自分の意思に関係なく動く不随意筋である。1本の細胞が1本の筋線維を作っており細胞の核は線維の中央にある。横紋は見られない。

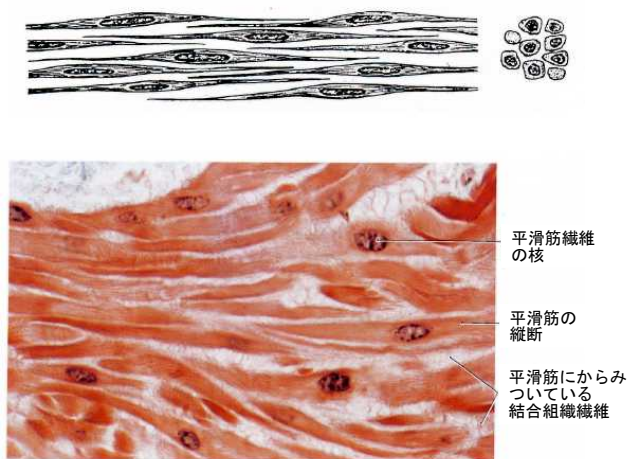


図 20.9: 平滑筋

## 心筋

心臓を動かすための筋肉で、心臓の壁を作っている強靱な筋肉である。自分の意思に関係なく動く不随意筋である。複数の心筋細胞が筋線維を作っており、細胞の核は線維の中央にある。

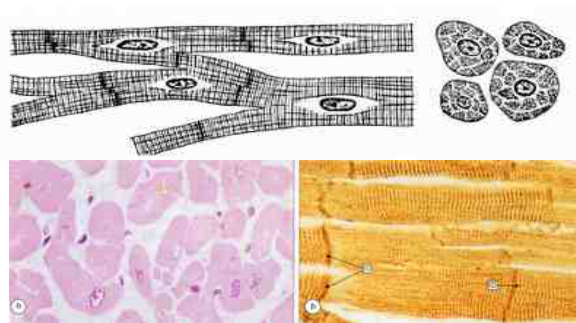


図 20.10: 心筋

## 筋繊維の種類

「骨格筋」「平滑筋」「心筋」の中で主にトレーニングの対象となるのは骨格筋である。骨格筋を構成する筋線維はその特性によっていくつかのタイプに分けられ、酸素を取り込むミオグロビンと呼ばれる赤いタンパク質の割合によって「赤筋（遅筋, SO)」「中間筋（速筋, FOG)」「白筋（速筋, FG)」の3種類に分類される。

赤筋はミオグロビンが多く赤みがかっている。白筋はミオグロビンが少なく白みがかっている。魚の場合はこうした筋肉の組成の違いによってマグロは赤く、ヒラメは白い身に見える（ただし人間の場合は肉眼で確認できるほど大きな色の差はない）。

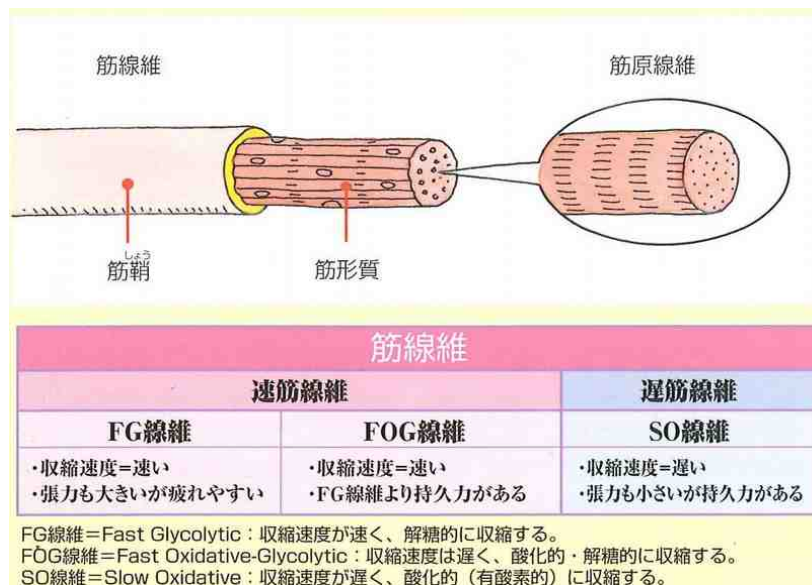


図 20.11: 筋線維の種類 [121]

## 20.4.2 筋肥大の必要性

筋肉が発揮する力を決定する要因は3つあるとされている [122].

筋肉が発揮する力を決定する要因

- 筋肉の太さ（断面積の大きさ）
- 神経制御（心理的リミッター）
- 筋線維の組成（筋肉のタイプ）

### 筋肉の太さ（断面積の大きさ）

脚や腕が太い人ほど大きい筋力を発揮することは経験的に多くの人が理解しているところだろう。実際に、最大筋力は筋断面積に比例していることが統計学的な分析で示されている。しかも女性でも男性でも性差に関係なく、単純に筋肉の太さに応じて発揮される力の大きさが決まることが分かっている。

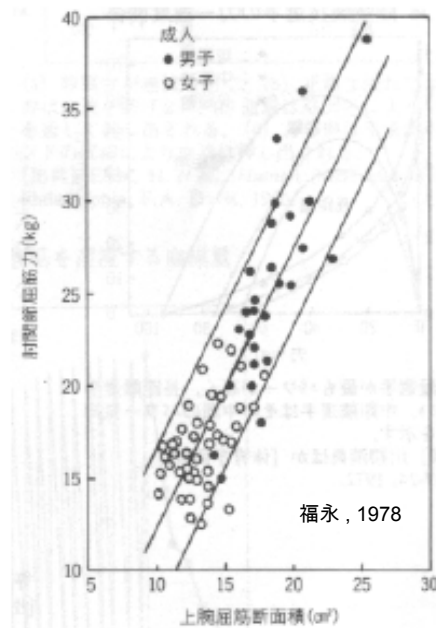


図 20.12: 筋断面積の大きさと発揮筋力の関係 [121]

### 神経制御（心理的リミッター）

筋肉が力を発揮するときは、怪我を防止するため本来出せる力に対して 60～70% 程度の力しか発揮できないように心理的リミッターがかけられている。

この心理的リミッターは運動に慣れることや、声を出して気合いを入れること、緊張感と集中力を高めることなどによって、リミッターの上限を外せる（高められる）ことが実験的に示されている。

興奮剤などの薬物は心理的リミッターを薬物の力で解除するためのものである。当然ながら利用は禁止されている。

### 筋線維の組成（筋肉のタイプ）

既に述べたように筋線維は「赤筋（遅筋, SO）」「中間筋（速筋, FOG）」「白筋（速筋, FG）」の 3 種類に分類される。赤筋は筋力が低くスピードが遅いかわりに持久力が高い。逆に白筋は筋力が高くスピードが速いかわりに持久力が低い。

それぞれの筋肉の割合は遺伝的に決まっているとされており、トレーニングで改善することはできない。トレーニングによって中間筋が白筋になったり、白筋が中間筋になることは確認されているが、その変化の割合は小さい。つまり、生まれつき赤筋が多い選手は長距離に向いており、白筋が多い選手は短距離や跳躍種目に向いているといえる。

### まとめ

「神経制御（心理的リミッター）」の問題は競技の習熟度や選手個人のメンタルのトレーニングで改善すべきである。「筋線維の組成（筋肉のタイプ）」は先天的な問題で生まれた瞬間決まっており、トレーニングでは改善できない。

### 20.4.3 筋肥大の原理

ウエイトトレーニングの主な目的は、鍛えたい筋肉を筋肥大させ、発揮できる力を大きくすることである。筋肥大のプロセスは複雑であり正確なメカニズムはいまだに完全には解明されていないが、いくつかの研究から以下の4つのメカニズムで筋肥大が促されることが知られている [122].

#### 筋肥大を起こすメカニズム

- 筋肉に大きな負荷をかける
- 筋肉に微細な損傷をおこさせる
- 筋肉に無酸素性の代謝物を蓄積させる
- 筋肉を低酸素状態にする

ここでは上記の4つのメカニズムに注目したいくつかのトレーニング方法を説明する。本書で説明した手法以外にも、様々なウエイトトレーニング手法が世の中には存在するので、下記の筋肥大の原理を十分に理解した上で様々なトレーニング方法を試してほしい。

## 筋肉に大きな負荷をかける

一般的に速筋線維は遅筋線維に比べて細胞体が大きく、軸索も太く、支配している筋線維の数も多く「サイズが大きい」。高跳び選手にとっては、細胞体が大きく、軸索も太く、支配している筋線維の数も多い「速筋線維」をウェイトトレーニングの中でいかに鍛えることができるかが重要である。

人間が力を発揮する場合は、まずはサイズの小さな運動単位から力を使い始め、徐々にサイズの大きな運動単位の力を利用する体の仕組みになっている。この原理は「サイズの原理」と呼ばれる。これは発揮する筋力が小さいときは持久力のある遅筋線維が優先的に使われ、筋力の増大にともない速筋線維が使われるようになることを意味している。

人間の体はちょっとした運動で簡単に疲労してしまわないように、小さな運動のときは持久力のある筋肉を優先的に使う仕組みになっている。従って速筋線維を使ったトレーニングを行いたい場合は、大きな負荷をかけてトレーニングをしなければならない。

ではどれほどの重量でトレーニングを行えば速筋線維が刺激できるかというと、一般的には既に述べたように最大筋力の80%程度の負荷をかけてトレーニングすることが筋肥大に効果的とされている。10RM法などがその代表例となる。あまり小さな負荷でトレーニングするとサイズの小さな遅筋線維ばかりが刺激され、十分な筋肥大効果が得られない。

## 筋肉に微細な損傷をおこさせる

筋肥大については伸張性筋収縮の運動のほうが短縮性筋収縮の運動より効果があることが実験的に確かめられている。筋肉は伸張性収縮を起こすと壊れやすく、これを修復する過程で筋肥大がおこりやすい。

伸張性収縮ではサイズの原理は適用されず、負荷が小さい運動でも速筋線維が運動に動員されやすいことが分かっている。これは着地動作のようにとっさの動作で衝撃を吸収するときは、伸張性収縮によって大きな力を発揮し体を守る必要がある。このため速やかな筋収縮が要求される伸張性収縮では、速筋線維が運動に動員されやすいように生物が進化してきたのだろうと考えられている。こうした筋肉の特性を利用したトレーニング方法として、伸張性収縮のみをトレーニングで行うエキセントリックトレーニングなどがある。

### 筋肉に無酸素性の代謝物を蓄積させる

乳酸などの無酸素性の代謝物が蓄積すると、体が「大きな力を発揮した」というシグナル（ストレス）としてそれを受け取り、環境の変化に順応するため筋肥大が起こる。

実際、激しい運動を行った後に乳酸が多く発生して蓄積されていくと、筋肉内は酸性になり、その蓄積量に応じて成長ホルモンが分泌されていることなどが実験的に確かめられている。

こうした無酸素性の代謝物を体内に蓄積させるためには、高強度の運動を休みを取らず連続して行う必要がある。インターバルを短く取ったマルチパウンデッジ法や、中程度の負荷で20回以上の高回数で行うハイレップス法などが、筋肉に無酸素性の代謝物を蓄積させ筋肥大を誘発することを目的としたトレーニングの代表例である。

### 筋肉を低酸素状態にする

低酸素状態では酸素を用いたエネルギー供給を主に行う遅筋線維の活動ができなくなるため、低負荷でも強制的に速筋線維が使われるようになる。また、低酸素状態では体の中で酸素が利用できなくなるため、無酸素性代謝物が蓄積されやすい状態となり筋肥大の効果も上がる。

こうした筋肉の特性を利用したトレーニング手法に加圧トレーニングがある。加圧トレーニングとは佐藤藤義氏が考案したトレーニングで、四肢の基部を専用ベルトで締め上げ、血液循環を制限した状態で行うトレーニングの総称である。ベルトによって強い圧力がかかるため加圧トレーニングと呼ばれる。

近年、加圧トレーニングを練習に取り入れる陸上競技選手も増えてきており、積極的に利用を進めるトレーニングジムなども見られるようになってきた。しかし、特殊な器具を必要とし、事故防止のため特別な注意が必要であるため、広く普及するには至っていない。

加圧しなくても持続的に強い筋力発揮を行う状況を作れば、体の中は低酸素状態となり同様のトレーニング効果が期待できる。例えば関節を伸ばし切らない（ベンチだと腕を伸ばし切らない、スクワットだと立ちあがりきらない）状態でトレーニングを続ける「ノンロック法」で、常に筋肉の緊張状態を保ち、筋肉への血流を滞らせることで体の中を低酸素状態にすることができる。



#### 20.4.4 高跳び選手が鍛えたい筋肉

走り高跳びで大きな筋力が必要とされるのは踏み切り動作である。踏み切り動作では股関節と膝関節の筋肉が急激な地面からの反力の変化に対して協調しながら体を起こし回転させ、鉛直方向の速度を生み出している。

踏み切り動作において地面からの反力の方向が、関節軸から離れると関節に大きな負荷がかかり、大きな筋力が必要となる。

高跳びの踏み切り動作では進行方向に対する負方向と鉛直正方向への地面からの反力が大きくなる。踏み切り直後の大きな地面からの反力の変化に抵抗し、体を持ち上げるためには、股関節の伸展筋、膝の伸展筋、足の底屈筋が大きな力を発揮する必要がある。つまり、以下の筋肉のトレーニングが、踏み切り動作において特に重要になる。

##### 踏み切り動作で重要となる筋肉

- 股関節伸展筋群である「大殿筋」「大腿二頭筋」「半腱・半膜様筋」
- 膝関節伸展筋群である「外側・中間・内側広筋」「大腿直筋」「大腿筋膜張筋」
- 足関節伸展（底屈）筋群である「ひらめ筋」「腓腹筋」

意外と見落とされがちであるが上半身のトレーニングも高跳び選手にとっては必要となる。助走中に質量の大きな脚が空中で振り回されると大きな角運動量を持つことになり、体幹の軸をぶれさせないようにするため（バランスをとるため）には、脚の角運動量を打ち消す方向に上半身の角運動量を大きくしなければならなくなる。

低い姿勢で高速疾走が必要な助走の後半において、大きく腕をふり、姿勢をコントロールする選手が多い。ここで上半身のトレーニングが不十分であれば助走は不安定になってしまう。

また、踏み切り動作におけるアームアクションによって体を引き上げる（地面を強く蹴る）効果を高くすることや、トレーニングの全面性の原則に従い全身を鍛えるためにも、上半身のトレーニングが高跳び選手にとってある程度必要になる。

腕を前後に振る動きや、体を上方に引き上げる動きに必要な上半身の筋肉は鍛えておきたい筋肉である。曲げた肘を伸ばすときに働く上腕三頭筋や、腕を上を引き寄せる運動を行う三角筋、肩を後ろから前に移動させるときや腕を前に押し出すときに働く大胸筋、肘を曲げるときに働く上腕二頭筋、肩を引き上げたり後ろに引く動作で働く僧帽筋、肩関節の内転・伸展・内旋などの動作に関与する広背筋、走るときやクリアランス中に体幹を安定して動かすために必要な腹筋、背筋などは高跳び選手が鍛えておきたい上半身の筋肉である。

高跳び選手が助走やアームアクション、クリアランスで利用する上半身の筋肉

- 上腕三頭筋, 三角筋, 大胸筋, 上腕二頭筋, 僧帽筋, 広背筋
- 腹筋, 背筋

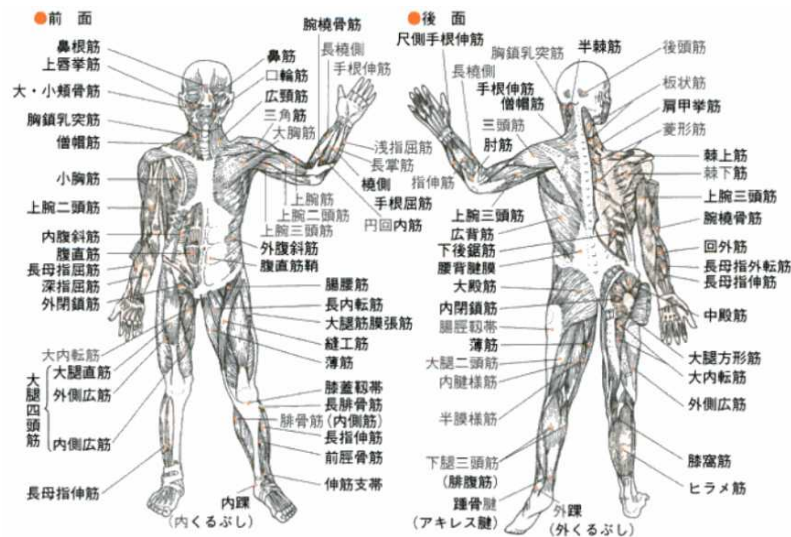


図 20.13: 筋肉の名称 [55]

## 20.5 ウェイトトレーニングの種目

ここではウェイトトレーニングの各種目について、上半身、下半身、体幹のトレーニングに分けて、その方法と動作のポイントを解説する。

また、大きな筋肉を鍛える種目から順に取り上げて紹介するので、ウェイトトレーニング種目の順番やセット数を考える場合に参考にしてほしい。

### 20.5.1 上半身のウェイトトレーニング

#### ベンチプレス

上半身を鍛える代表的な種目である。肘関節、肩関節、肩鎖関節、胸鎖関節など複数の関節が動作に関わっている。それらの関節には多くの筋肉が関与しているため、上半身の筋肉の約8割を鍛えることが可能なトレーニングとされている。特に大胸筋、上腕三頭筋、三角筋前部を鍛えることが可能である。

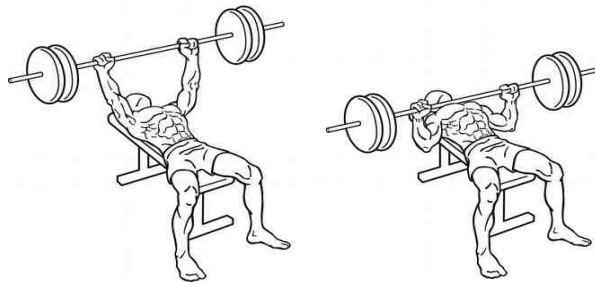


図 20.14: ベンチプレス [123]

1. ベンチに仰向けになり、シャフトの真下に鼻から口のあたりがくるようにする。
2. ベンチに横たわった状態で肩幅より少し広い幅でシャフトをにぎる。こうするとシャフトが胸についた時点で肘の角度がおよそ90度になる。(シャフトの握り幅を調整し、トレーニングしたい部位を変化させることが可能だが、基本的な握り位置は肩幅より少し広い幅でよい。)
3. 足の裏全面が地面がつくように、お尻の方向に足を引き寄せて座る。このとき腰の下に手の平が一枚程度入るくらいの背中のアーチを作る。こうすることで上半身の筋肉がうまく使える姿勢になる。
4. シャフトを握るときに小指側から順番に深くしっかりと巻きつけるように握り、最後に親指を真上に立てるように力を入れて握る。

手首はベンチプレス動作中に常に地面に垂直になるように固定する。  
ベンチプレス動作中に手首が折れると手首を痛める原因になるので注意。

5. シャフトをラックから外し胸が広がるように息を吸いながら胸に下す。  
このとき常に手首→肘のラインが地面に垂直になるように注意する。  
シャフトを胸に下す位置は両乳首のラインを目安とする。  
ベンチプレス動作中は常にバーと地面が平行，バーと体幹が垂直になるように注意してシャフトを上げ下げする
6. シャフトが胸に付いたら呼吸を止めてゆっくりはきながら上に押し上げる。  
このとき常に手首→肘のラインが地面に垂直になるように注意する。  
シャフトを上げるときに足が地面から離れないように注意する。

ベンチプレスはグリップ幅を変えることで負荷がかかる筋肉部位を変化させることができる。一般的には両手の幅を肩幅程度に広げて握るミディアムグリップを利用するが，肩幅以下に狭めて握るナローグリップや，肩幅以上に広げて握るワイドグリップを使い分けることでトレーニングの効果を変えることもできる。

ナローグリップはミディアムグリップに比べて上腕の筋肉，大胸筋の内側が使いやすくなる。ワイドグリップはミディアムグリップに比べて大胸筋の外側，肩，背中などの筋肉が使いやすくなる。

ベンチプレスを行うときに背中を大きくブリッジさせ台から浮かせると，下半身の反動動作が使いやすく，高重量を扱えるようになる。しかし，体が不安定になることで腰に大きな負担がかかり故障の原因となるので注意が必要である。こうした反動動作の利用は，ベンチプレスを競技として行う上級者向けのフォームとなるので，高跳び選手には必要ない。

## チェストプレス

チェストプレスで主に鍛えられる部位は「大胸筋」「上腕三頭筋」「三角筋」である。チェストプレスはマシンウエイトトレーニングであり、同様の箇所を鍛えたいのであればフリーウエイトトレーニングであるベンチプレスをまず優先して行うことを推奨する。

実際、著者である私の場合もベンチプレスが混んでいて使えないときや、ベンチプレス後に更に胸部に刺激を加えたいとき、1人で（補助者がいない場合）安全に最後の追い込みをかける場合、などにチェストプレスマシンを利用している。

高跳び選手には体に合うマシンが少なく、古いマシンでは体格調整ができないものも多いため、利用には注意が必要である。体格に合わないマシンでトレーニングを続けると関節に過剰な負荷がかかり故障の原因となる。

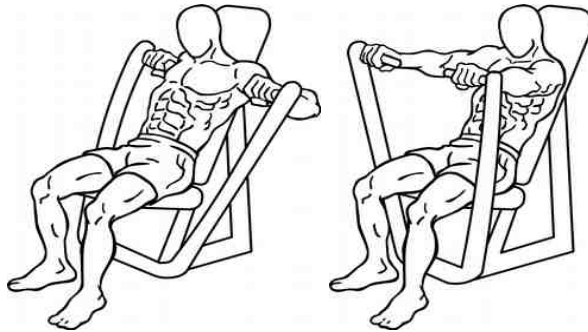


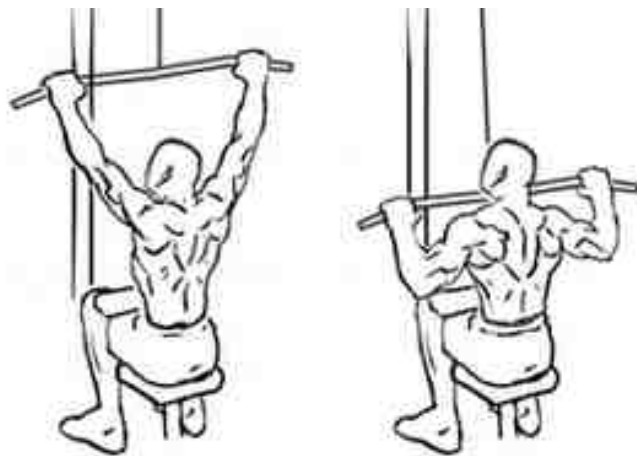
図 20.15: チェストプレス [124]

1. 肩甲骨を寄せて胸を張って座る。  
チェストプレス中は目線を前にして頭が下を向かないように注意する。
2. 肘の角度が90度、拳が大胸筋下部の高さになるようシートの高さを調節する
3. トレーニング中は腕を引くときに息を吸い、押すときに息を吐く
4. 胸の筋肉を意識して左右の腕を均等に一気に押し出す

## ラットプルダウン

マシンウエイトの一種であり「広背筋」「大円筋」などの背中の筋肉を主に鍛えることができる。バーを体の正面に引き寄せるフロントネックプルダウンと、バーを首の後ろに引き下ろすビハインドネックプルダウンの2種類がある。

ビハインドネックプルダウンのほうが広背筋上部や大円筋に効きやすいため、著者である私の場合は広背筋や大円筋を鍛える場合はビハインドネックプルダウンを採用するようにしている。



## フロントネックプルダウン

図 20.16: ラットプルダウン [125]

チンニング（懸垂）やラットプルダウンは初心者が行くと腕ばかり疲れて背中の筋肉を鍛えることがなかなか難しい。腕を引き体を持ち上げる動作は、肘を支点に腕を曲げて（肘屈曲）体を持ち上げる動作と、肩を支点に上腕を引く動作（肩関節内転）の複合動作となっている。トレーニング初心者は前者の肘屈曲の力で体を持ち上げようとするため、背中の筋肉に刺激の加わらないフォームになっていることが多い。

こうした問題を解決するためには、バーに加える力を肘の方向にして「肩を支点にバーを肘の方向に引きながら下げる」という感覚でトレーニングを行えばよい。

関節への負担（関節トルク）は力の大きさとその関節からの距離で決まるので、バーを肘の方向に引くことで、肘関節の発揮する力を抑えて肩関節の内転動作を促すことができる。

逆にバーを肩の方向に引きこむイメージで引っ張ってしまうと肘関節に大きな負荷のかかるトレーニングとなってしまう。

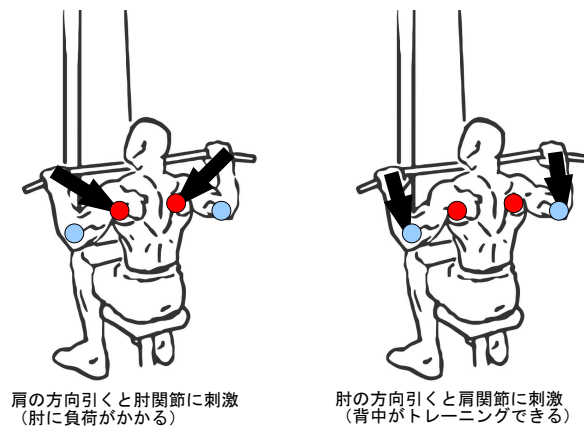


図 20.17: ラットプルダウンで背中を鍛えるコツ [125]

#### フロントネックプルダウン

1. 胸を張り背中を反らせやや後傾姿勢を取る
2. バーを引ききったときに腕が90度になる幅でバーを持つ
3. 息を吸いながら肩甲骨を寄せてバーを引く
4. 肩のライン付近まで引いたら、息を吐きながらバーを戻す

#### ラットプルダウン・ビハインドネック

1. 胸を張り上体を直立させる
2. バーを引ききったときに腕が90度になる幅でバーを持つ
3. 息を吸いながら肩甲骨を寄せて、バーが頭の後ろを通過するように引く
4. 肩のライン付近まで引いたら、息を吐きながらバーを戻す

## チンニング（懸垂）

チンニング（懸垂）はウエイトトレーニングの一種目として考えられることが多い。持ち手を順手にしたものはプルアップ、逆手にしたものはチンアップと呼ばれる。

チンニングはラットプルダウンと同様に「広背筋」「大円筋」（背中の筋肉）を鍛えるトレーニングであり、ラットプルダウンに比べて動かせる関節角度領域が広いので、上半身を効果的に強化することができる。

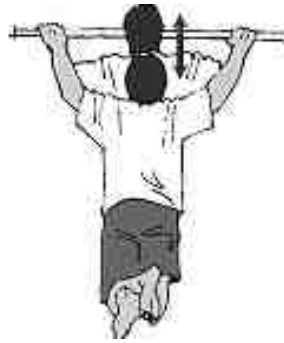


図 20.18: チンニング [126]

上級者になればディッピングベルトに重りをつけることで更に強度を上げたトレーニングを行うことも可能である。しかし、そもそも回数をこなせない選手や、自重では正しいフォームでトレーニングできない選手は、負荷の調整が可能であるラットプルダウンでトレーニングを行うべきである。

跳躍選手は短距離選手や投擲選手に比べて上半身強化の必要性は低く、チンニングで有効なトレーニングを行えるほど上半身の筋肉が発達した選手は少ない。著者である私の場合もチンニングではなくラットプルダウンで自重の8割程度の重さで背中のトレーニングを行うことが多い。

1. バーもしくは鉄棒を順手で握りぶら下がる
2. アゴがバーの高さまで引いたときに肘が直角になるように持ち手の幅を調整する
3. 背中を反らし少しアーチを作る
4. 息を吸いながら肩甲骨を寄せて、バーを鎖骨に引きつけるように体を上げる
5. アゴをバーの高さまで持ち上げたら息を吐きながら元の姿勢に戻る



## シーテッド・ロウイング

シーテッド・ローイングはシーテッド（椅子に座った姿勢）でローイング動作（ボートを漕ぐような動作）を行うトレーニングである。

広背筋を鍛えるためのトレーニング種目は大きく分けて2種類ある。広背筋の外側に負荷がかかりやすいラットプルダウンやチンニングのような「上から下に引く」種目と、広背筋の背骨に近い部分に負荷がかかりやすいダンベル・ローイングやシーテッドローイングのような「奥から手前に引き寄せる」種目がある。

ローイング系種目で広背筋を鍛えるためには「トレーニング中にしっかりと胸を張って猫背にならないこと」「腕に力を入れ過ぎないこと」に特に注意してトレーニングを行わなければならない。

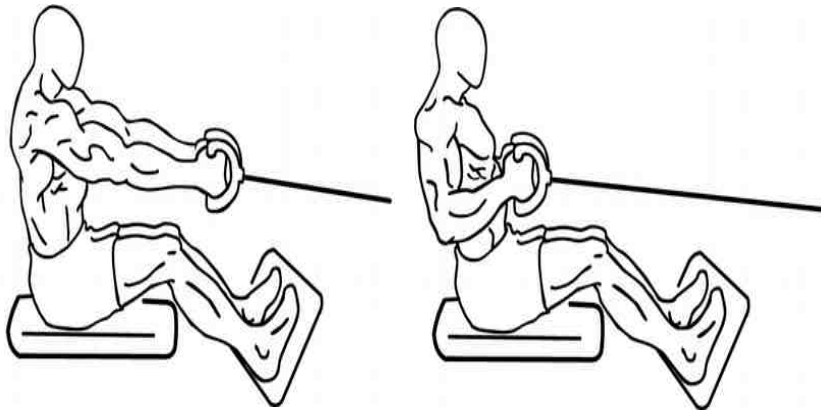


図 20.19: シーテッド・ロウイング [127]

1. マシンのシートに座り、背筋を伸ばして両手でハンドルを持つ
2. 両腕を伸ばしてもウエイトが少し浮くようにシートやパッドの位置を調節する
3. 息を吸いながら胸を張ってハンドルを引く。肩を後ろに引き肩甲骨を寄せていく
4. 肘が体側まできたら、背筋を伸ばしたまま息を吐きながら元の姿勢に戻る

## アップライトロウ

三角筋と僧帽筋を主に鍛える種目である。ナローズパン（持ち手の間隔を狭くする）で行うと三角筋の前部が強く刺激される。また、ワイドспан（持ち手の間隔を広げる）で行うと三角筋中部を刺激することができる。

高跳び選手の場合はアームアクション（特にダブルアームでのアクション）で利用する、腕を上引き寄せ運動を行う三角筋や、肩を引き上げたり後ろに引く運動を行う僧帽筋は、ぜひ鍛えておきたい上半身の筋肉である。

著者である私がアップライトロウを行う場合は、実際の高跳び選手のアームアクションの動きに近くなるように、軽い重さでタイミングを取りながら早いスピードで行うことが多かった。また、他の上半身のトレーニングとバランスを取る目的で三角筋や僧帽筋を強化したり、刺激を加えたい場合にもアップライトロウをトレーニングに採用していた。

アップライトロウを行うときはウエイトを持ち上げている間は視線を前方に真っ直ぐ固定すること。下を向くと姿勢が崩れるので注意が必要である。また、バーを引き上げる際には体からなるべく離さないように注意して引きあげること。バーが体から離れると本来鍛えたい筋肉から負荷が逃げてしまう。

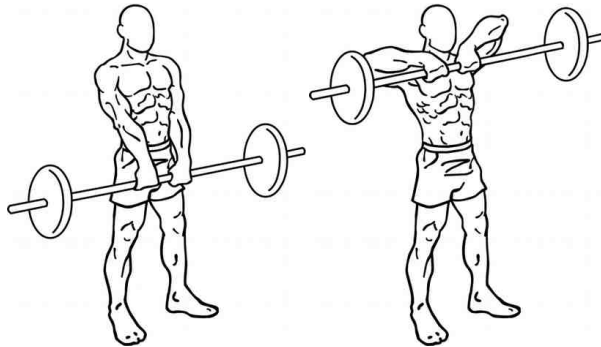


図 20.20: アップライトロウ [128]

1. バーを肩幅よりやや狭く握る  
このときバーは手の平が体の向きになるように握ること
2. 体幹を真っ直ぐに伸ばし、肘から引き上げるようにバーをまっすぐ持ち上げる
3. バーをあごの下まで引き寄せる  
このとき肘が手首よりも上方に持ち上がり、耳と同じくらいの高さにするとよい
4. バーが体から離れないように注意し、体幹を真っ直ぐ伸ばしたままバーを下す

## 20.5.2 下半身のウェイトトレーニング

### スクワット系トレーニング

高跳びの踏み切り動作では、脚の筋肉が大きな筋力を発揮しながら、爆発的な上昇力を生み出している。踏み切り動作では、大きな地面からの反力の変化に抵抗しながら体をコントロールするために、「股関節の伸展筋」、「膝の伸展筋」、「足の底屈筋」などが大きな力を発揮している。このため高跳び選手は下半身の伸展筋群をバランスよく強化する必要がある。

スクワットは下半身の筋肉動員量が多いトレーニングであり、特に大腿四頭筋、下腿三頭筋、大臀筋、中臀筋などの筋力アップに大きな効果を持つ。このため、スクワットは高跳び選手にとっては最も重要な下半身のウェイトトレーニングの種目である。

### スクワットの注意点

スクワットを安全かつ効果的に行うためには、動作全体を通じて背中アーチを保持することが重要である。視線は前方に固定し、下を向いて背中が丸まらないように注意する。背中が丸まって腰に対してウェイトの位置が前方に出過ぎると、腰に対して大きな負荷がかかり腰痛の原因となる。体幹を安定させるために腹筋・背筋に力を入れて行うとよいが、背中が丸まらないように注意すること。

スクワットで高重量のウェイトを扱う場合にはトレーニングベルトを利用することを強く推奨する。トレーニングベルトの目的は腰にベルトを巻くことで腹圧（お腹の中の圧力）を高めることにある。

体幹のコントロールには適度な腹圧が必要になる。通常、選手は腹筋や背筋の力で腹圧をコントロールしているが、トレーニングベルトを巻くと腹圧の変化が安定し負荷も分散されることから、トレーニング中にバランスを崩し故障に至るリスクを軽減することができる。

スクワットを行うときは体を下ろしていくときにかかどが持ち上がらないように注意すること。かかどが持ち上がると膝が前に出過ぎて膝を傷めやすくなる。膝を前に出し膝関節伸展筋を鍛えるスクワット（膝関節スクワット）も存在するが、膝の出過ぎには注意が必要である。

1. 足を肩幅程度に開き，体を真っ直ぐに起こして立つ。  
時計の針で示すと 10 時 10 分～11 時 5 分の範囲を目安に，  
つま先をやや外側に開く
2. バーベルを担ぎ，肩幅よりも外側の握りやすい位置で握る.
3. 体重は両足に均等にかけて，バーベルシャフトと地面が平行になるように立つ
4. 息を吸いながら椅子に座るような動作でしゃがむ  
このとき膝を前に出し過ぎないことと，背中のアーチを保つことに注意
5. 息を吐きながら立ち上がる  
(スティッキング・ポイント（動作が最もきつくなる関節角度）を  
過ぎるまでは息を吸った状態を持続するのが良い)
6. 立ち上がったところでいったん静止し再び同じ動作を繰り返す続ける

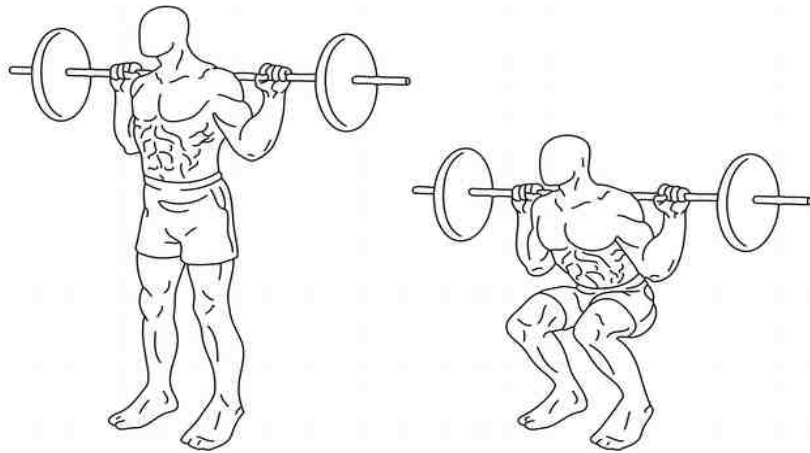


図 20.21: スクワット [129]

## 股関節スクワットと膝関節スクワット

スクワットはフォームを変更すると、様々なトレーニング効果を得ることができる。例えば、しゃがみ込むときの膝の出し方をコントロールすることでそれぞれ筋肉にかかる負荷を変えることができ、「股関節スクワット」「膝関節スクワット」と呼ばれる2種類のフォームが存在している [89]。

上体を起こして膝を前に突き出してしゃがむと、地面からの反力の作用線が膝関節から遠くなり、股関節に近くなるため、膝関節伸展筋への負荷が大きくなる（股関節伸展筋への負荷が小さくなる）。こうしたフォームのスクワットは「膝関節スクワット」と呼ばれる。

逆に上体をやや前傾させお尻を後ろに突出し、膝が前に出ないようにしゃがむと、地面からの反力の作用線が膝関節に近くなり、股関節から遠くなるため、股関節伸展筋への負荷が大きくなる（膝関節伸展筋への負荷が小さくなる）。こうしたフォームのスクワットは「股関節スクワット」と呼ばれる。

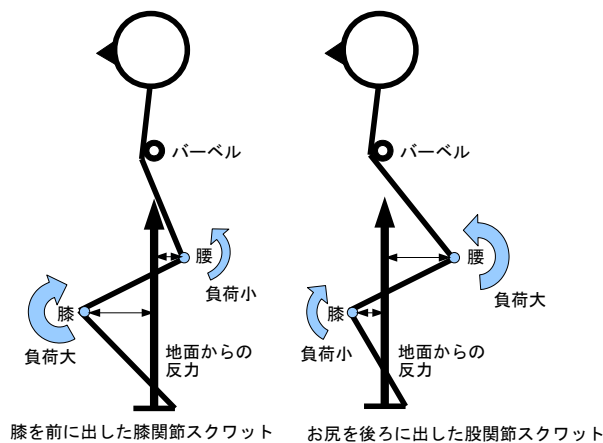


図 20.22: 股関節スクワットと膝関節スクワット

スクワットでしゃがむときに、膝を前に出すフォームにするほど大腿四頭筋と中心とした膝伸展筋を鍛えることができる。逆にお尻を引くフォームにするほど大腿二頭筋を中心とした股関節伸展筋を鍛えることができる。

一般的には膝がつま先の真上よりやや前方に出るくらいのフォームが、膝伸展筋と股関節伸展筋の両方を鍛える最もベーシックなスタイルだと言われている。

またバーベルシャフトを首の前に担いで行うフロントスクワットでは、通常のスクワットよりも膝をより前に突き出して行うことが可能であり、大腿四頭筋の強化に特化したスクワットが行なえる。

陸上競技ではバイオメカニクス研究の発展により、スプリント走の中間疾走以降では「膝関節動作よりも股関節伸展動作が主要な動きとなる」ことが明らかにされてきた。このため、多くの指導者はお尻を引いて行う股関節スクワットを推奨しており、股関節スクワットがトレーニングの主流となっている [130]。著者である私の場合も学生時代にそのように指導を受け股関節スクワットを行ってきた。

しかし、既に述べたように高跳び選手にとっては、股関節の強化だけではなく、膝関節の強化も重要となる。短距離選手とはトレーニングの目的が異なる点に注意してほしい。股関節の強化ばかりに極端に意識を集中し、膝関節の強化が不足してはいけないのである。

著者である私としては膝はつま先より前に出ないように注意しながら、膝関節と股関節にバランスよく負荷をかけるスクワットのフォームを推奨する。

日本人は欧米人に比べ骨盤が小さく、前傾角度が小さいことが知られている [131]。これは平地が少なく山間部の多い環境で生活してきたからだとも考えられている。その結果、日本人は欧米人に比べて普通に生活をしていれば大腿部の前方にある大腿四頭筋が発達しやすい。

この点も踏まえて、大腿部の筋肉のバランスを取るという意味で、膝関節スクワットよりも股関節スクワットを少しだけ意識したフォームでスクワットを行い、大腿部裏側の大腿二頭筋を多めに強化するとよい。

## スタンスの取り方によるスクワットの分類

スクワットはスタンス（足幅）の取り方によってもその効果が変わる。足幅を広げて行うワイドスタンススクワットでは、地面からの力の作用線が股関節の外側を通るため、股関節を外転させる力が内転筋群にかかりやすくなる。

逆に足幅を小さくして行うナロースタンススクワットでは、地面からの力の作用線が股関節の内側にくるため、股関節を内転させる力が外転筋群にかかりやすくなる。著者である私の場合は脚にバランスよく負荷がかかるように、肩幅程度のスタンスでスクワットを行うことが多い。

注意したいのは足幅を広くしてワイドスタンスで行うと高重量を扱えるようになるが、大腿の内転筋が重点的に使われ、大腿四頭筋への負荷は減少するなどのデメリットがある点である。

選手は高重量でトレーニングをしたがる傾向にあるため、トレーニングの効果を何も考えずに漠然とワイドスタンスでスクワットを行う選手も多い。スクワット時のスタンスについては、そのトレーニング効果を十分理解した上で選択してほしい。



ワイドスタンススクワット



ナロースタンススクワット

図 20.23: ワイドスタンスとナロースタンス [132]

## 膝の曲げ方によるスクワットの分類

スクワットは膝関節の曲げ方によっても様々なトレーニングのバリエーションが存在する。ここでは主に3種類のスクワットについて説明する。

- フルスクワット  
膝を完全に曲げるスクワット
- ハーフスクワット  
膝の角度が90度程度になるまで曲げるスクワット
- クウォータスクワット  
膝の角度が45度程度になるまで曲げるスクワット

高跳び選手の場合は、競技動作に近いクウォータやハーフスクワットをウエイトトレーニングの種目として採用している選手が多い。

ただし、クウォータやハーフスクワットは扱う重量が高負荷になりやすいため、フォームが崩れやすく、可動域の制約から動員される筋肉の量も少なくなるなど欠点がある。著者である私の場合は、試合期には競技動作を意識したハーフスクワットのメニューを増やし、準備期にはフルスクワットのメニューを増やして脚部の筋肉をバランスよく鍛えるようにしている。

足首が固く、フルスクワットで深くしゃがむと踵が浮いてしまい重心が不安定になる選手の場合は、広めのスタンスを取って足首の屈曲を少なくしたり、プレートや布を踵の下に敷くことで踵が浮いた状態でも地面をしっかりと捉えて安定した姿勢でスクワットができるように工夫してほしい。ウエイトトレーニング場でもこのような工夫をしてスクワットを行う選手をよく見かける。

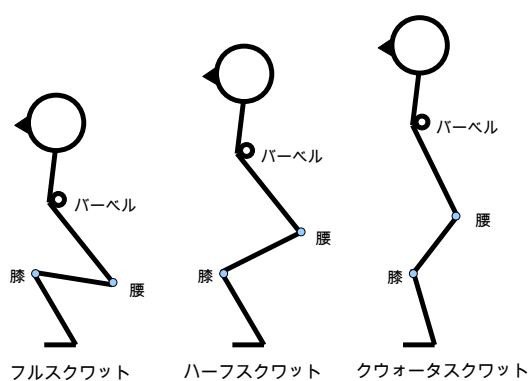


図 20.24: 膝の曲げ方によるスクワットの分類



## フォワードランジ

スクワットのバリエーションの一種に、片脚ずつ独立してトレーニングを行うフォワードランジがある。高跳び選手に限らず、陸上競技の動作はほとんど片脚ずつ独立して行われることから、ランジ系の種目を重視してトレーニングを行う選手も多い。

フォワードランジでは両脚スクワットでは得られないトレーニング効果を得ることができる。具体的にはフォワードランジを行うことで、大腿部を体の外側の方向（外転）に外向きにねじり（外旋）ながら蹴り出す動作などが生み出され、両脚スクワットでは負荷のかけにくい大殿筋の上部や中殿筋に負荷をかけることができる。

歩きながら行うフォワードランジは脚部全体に大きな負荷をかけることが可能であり、著者である私の場合は、準備期のトレーニングとして、脚部をバランスよく鍛えるためによく実施していた。

1. 両脚を揃えて直立状態で立つ
2. 片脚を前に踏み出す  
踏み出し幅は大腿部が地面に平行になる歩幅を目安とする  
前脚と後脚の拇指球が一直線になるように脚を踏み出す  
脚を踏み出すときは胸を張って上体が地面に垂直な状態をキープする
3. 踏み出した足は踵から着地し、速やかに拇指球に体重を移して地面を蹴り元のポジションに戻る  
こうすることで競技動作に近い筋負荷が可能となりハムストリングや内転筋群に負荷が加わる
4. 踏み出す脚を交替し同様の動作を繰り返す

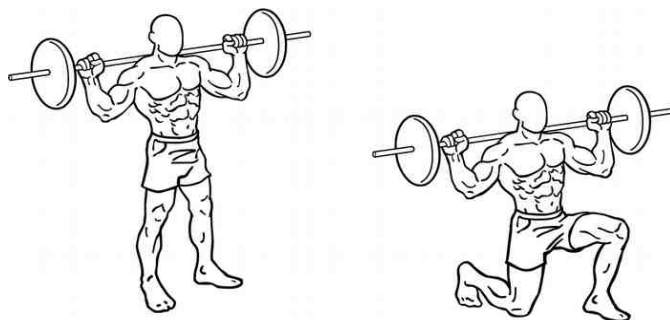


図 20.25: バーベルフォワードランジ [133]

## ジャンピングスクワット

ジャンピングスクワットは膝関節を伸展させる際に空中に跳び上がるスクワットである。スクワットで関節を伸展させる最終局面で真上に跳び上がり、跳躍動作に近い筋肉の使い方で脚の筋肉を鍛えることができる。

フルスクワットの最大重量の 10% 程度の重量からトレーニングを開始し、最終的には 25% 以上を目標に重量を上げていけばよいとされている [119]。ジャンピングスクワットはプライオメトリクス的な負荷が膝関節に大きくかかるため、膝の故障に注意して重量を調整する必要がある。

著者である私の場合は、ジャンピングスクワットはプライオメトリクスの要素を強調したスクワットの種類として練習で扱っていた。このため、通常のウエイトトレーニングの種目として採用することは少なく、主にサーキットトレーニングの種目として実施することが多かった。

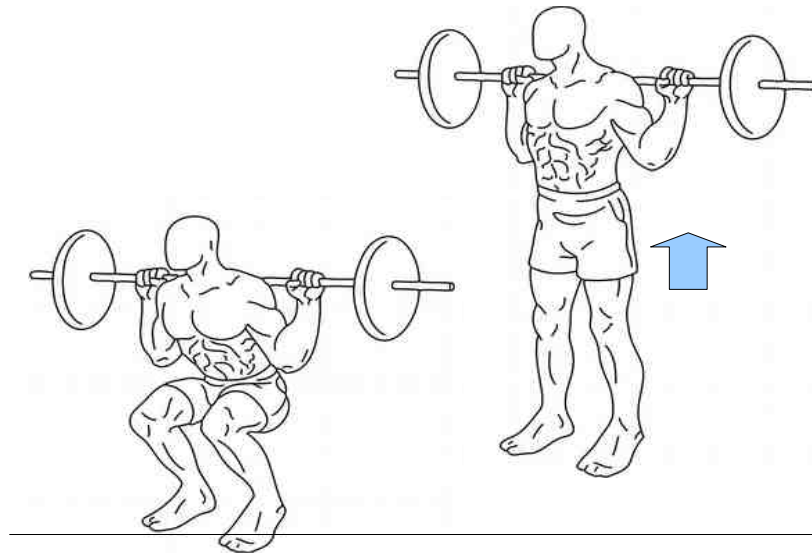


図 20.26: ジャンピングスクワット [129]

## ハイクリーン（パワークリーン）

陸上競技の世界ではハイクリーンと呼ばれることが多いが、「パワークリーン」と呼ばれることもある。

ほぼ全身を鍛えることが可能であり、特に体の裏側にある下腿三頭筋、大腿二頭筋、背筋、僧帽筋、三角筋などが鍛えられる。他のトレーニング種目と比べて競技動作に近いトレーニングが行なえるためトレーニングに採用する高跳び選手が多い。

ハイクリーンは非常に習得の難易度が高いトレーニングであり、適切なフォームで実施しなければ故障の危険性も高い。特に手首や腰の故障の危険性が高く、年少の競技者に対しては指導を避ける指導者もいる。

トレーニングとして実施する場合は故障を避けるために「背筋を伸ばすこと」「鎖骨と肩でバーをキャッチすること」「キャッチ時に腰背部をのけぞらないこと」の3点を注意してほしい。

背筋を伸ばすことは腰部への負荷を軽減し、鎖骨と肩でバーをキャッチすることによりバーの落下やその際の手首の過伸展が防止できる。また、キャッチ時に腰背部をのけぞらないことにより挙上に失敗した際に前方へバーを投げ出して危険を回避しやすくなる [134]。

トレーニングを行う際は怪我を防止するため、腰ベルトを装着し、シャフトが回転するオリンピックバーベルシャフトを利用することを強く推奨する。

1. 地面に置いたバーベルを背中のアーチを作り胸を張った状態でつかむ  
このときバーベルを体から離さないように注意する  
腕は伸ばした状態にして視線は前方に向けること
2. 腕と背筋を伸ばしたままバーベルを体から離さないように  
膝まで持ち上げる（1st プル）
3. 体からバーベルを離さないように体のラインに沿った軌道で  
バーベルを一気に肩まで引き上げる（2nd プル）  
初動では肘を伸ばしたまま、膝と股関節をジャンプするように一気に伸展させる  
腕をリラックスさせ 下半身の力でバーベルを持ち上げるように意識すること  
最終的には膝と股関節が完全に伸びきった姿勢を取る
4. 肩まで持ち上げたバーベルを鎖骨と肩でキャッチする（キャッチ）  
バーベルを持ち上げながら肘を上方へ動かし、肘の返し動作に移る  
バーベルをキャッチするには肘頭を前方に突き出した姿勢を取ること  
キャッチする際には腰背部が前方へ出ないように注意し、  
バランスを崩して前後に動かないようにすること

5. キャッチする際には膝・股関節を屈曲させてバーベルが落下する勢いを吸収する  
このときクォータースクワットの姿勢を取ったあと再び立ち上がる
6. 動作は全体的に素早く滑らかに行い  
瞬時に大きな力を発揮することを心がける
7. バーベルを下ろす際には、持ち上げた手順と逆手順で下ろし元の姿勢に戻る  
バーベルはまずは太ももまで下ろし、それから肘を伸ばしたまま地面まで下ろす

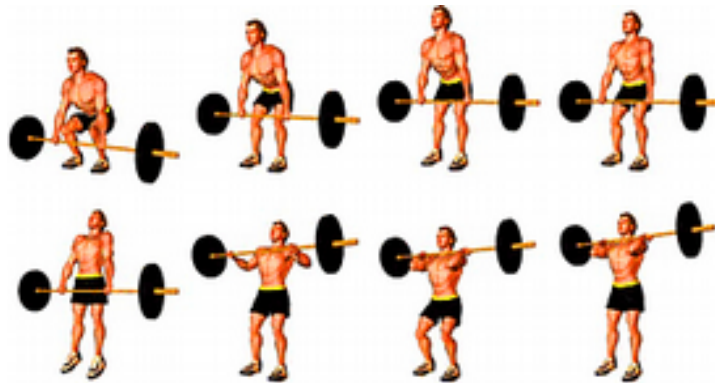


図 20.27: ハイクリーン [135]

## デッドリフト

デッドリフトは下背部・臀部・脚部を鍛えることができ、主に広背筋、僧帽筋、脊柱起立筋、大臀筋、ハムストリングを強化できる。スクワットのように脚に負荷をかけつつ、上半身も鍛えることができる。全身を鍛えることのできるトレーニング種目である。

正しいフォームの取得が難しく、腰を痛めるリスクも高いトレーニングである。腰を保護するために軽い重量を扱うときでもベルトを装着することを強く推奨する。著者である私の場合は腰への負荷を考え、トレーニングに採用することは少なかった。

高重量を扱う場合にはリストストラップが用いられることが多い。バーベルのコントロールを安定させるためオルタネイトグリップで行う選手もいる。

1. 足首の近くまでバーベルを近づけて地面に置く
2. 足を肩幅と腰幅の間くらいに開き、床のバーベルを肩幅より少し広く握る
3. 膝を曲げ背筋を伸ばし正面を見る姿勢を取る  
このとき膝は足先より前にでないようにお尻を後ろにつきだす
4. 息を吸いながら腰を前方に突き出し上体を起こしていく  
背中が丸まらないように注意すること  
バーベルは地面に垂直に真上に引き上げるイメージで動かすとよい
5. 真っ直ぐ立ち上がり上体が床と垂直になるまで起こす  
立ち上がったときに体が後傾しないように注意する
6. 上体が床と垂直になるまで起こしたら  
息を吐きながら膝関節と股関節を曲げて上体を前傾させ、元の姿勢まで戻る

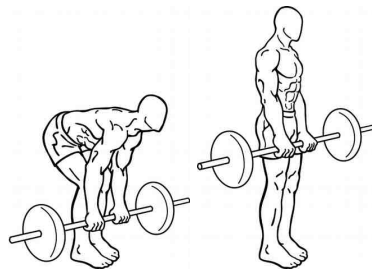


図 20.28: デッドリフト [136]

## レッグプレス

レッグプレスはマシンウエイトの一種でスクワットと同様に大腿四頭筋・大臀筋・中臀筋を鍛える効果がある。

スクワットに比べてレッグプレスは上半身がマシンに固定されるため、トレーニング中に腰に負担がかかりにくい。また、トレーニング中に上半身のバランスを取る必要がないため、脚の筋肉だけを集中して鍛えることが可能になる。このため高重量で脚部に高負荷をかけやすいなどのメリットがある。著者である私の場合はスクワットの後にさらに高重量で脚部に負荷をかけた場合や、脚の筋肉だけを追い込みたい場合などにレッグプレスをトレーニング種目としてよく採用していた。

レッグプレスはスクワットと同様に、膝の屈曲角度や足の前後左右の配置によりトレーニング効果を変化させることができる。例えば、足を間隔を広く取ってプレートの上の方に置き、深く腰を下ろすとハムストリングと大臀筋に負荷がかかる。逆に足を間隔を狭くしてプレートの下の方に置き、腰を浅く下ろすと大腿四頭筋に負荷がかかる。

1. マシンのストッパーの位置を調整する  
力が抜けた場合でも安全な位置でプレートが停止するように設定する
2. 事前に軽いウエイトで何回か動作を行い  
スクワット同様の動作が問題なくできることを確認する
3. 胸を張り背中にアーチをつくった姿勢で座る  
このときしっかりと手元のグリップを握るようにする
4. 足をトレーニングの目的に応じた位置に調整する（解説参照）  
トレーニング中に踵がプレートから浮かないように注意すること
5. ロックを解除し息を吐きながら足裏全体でウエイトを押し上げる
6. 息を吸いながらウエイトを下ろす

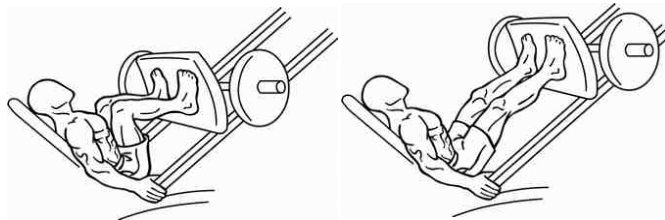


図 20.29: レッグプレス [137]

## レッグカール

レッグカールはマシンウエイトの一種で半腱様筋・半膜様筋と大腿二頭筋を鍛えることができる（いわゆるハムストリングスと呼ばれる筋群を強化することができる）。安全性が高く、フォームの取得が容易であるため多くの選手がトレーニングに採用している。

レッグカールは膝を屈曲する力を強化するトレーニングと思われがちだが、別のトレーニング効果もある。レッグカールによって鍛えられるハムストリングは股関節から膝関節にまたがる多関節筋であるため、膝屈曲と股関節伸展動作の両方に関与している。このためレッグカールを行う際には「踏み切り動作における股関節伸展動作で主要な役割を果たすハムストリングを強化する」という認識でトレーニングを実施してほしい。

レッグカールは主にライニング・レッグカールとシーテッド・レッグカールの2種類に大別される。ほとんどのマシンは寝そべった状態でレッグカールを行うライニング・レッグカールマシンである。しかし、一部のトレーニングジムなどでは座った状態でレッグカールを行うシーテッド・レッグカールのマシンが利用されている。

ライニング・レッグカールがハムストリングが短く短縮した状態での動作になるのに対して、シーテッド・レッグカールはハムストリングが長く伸長した状態での動作になる。このため、筋肉が伸ばされ力出しやすい状態になっているシーテッド・レッグカールの方が高重量を扱いやすく、競技動作にも近いとされている。

高跳びの競技動作では、踏み切り脚が前方に出されてハムストリングが伸長した状態で大きな力を発揮することが要求される。このため、高跳び選手がレッグカールを行う場合は、ライニング・レッグカールよりもシーテッドレッグカールを行うことを推奨する（とはいえ、身近なトレーニング施設にマシンが無い場合はライニング・レッグカールでも十分である）。

レッグカールはフォームを変更することによっても様々な効果が得られる。例えば爪先の角度を開いたり閉じたりすることでトレーニングの効果を変更することが可能である。

基本的に足部の爪先角度は左右並行に保ち、爪先を上を持ち上げた状態で行うことが推奨されている。足部を並行にすると、ハムストリング全体にバランスよく負荷をかけてトレーニングすることができる。

1. 脚の長さに合わせてパッドの位置と背もたれの位置を調節する  
このとき膝の屈曲中心がマシンの回転軸と合うように調整する
2. ハンドルを掴み、膝が伸びきった状態にする
3. 足部は左右並行に保ち、爪先を持ち上げた状態にする
4. 息を吐きながら脚を曲げる  
このときマシンから体が浮き上がらないように注意する
5. 膝を十分に曲げたら息を吸いながら元の姿勢に戻る

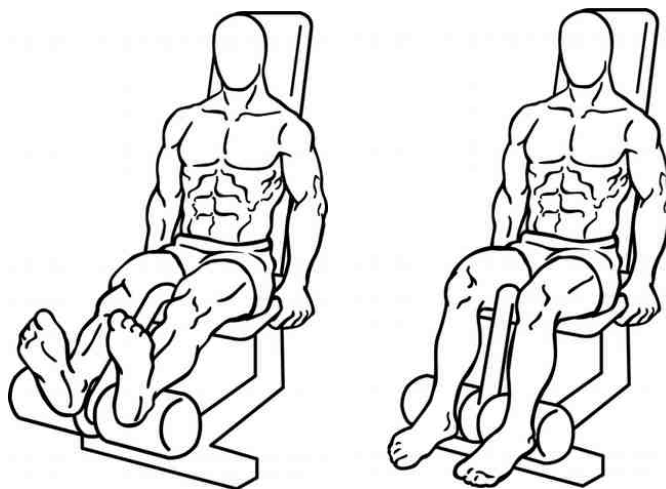


図 20.30: シーテッド・レッグカール [138]



## レッグエクステンション

レッグエクステンションはマシンウエイトの一種で主に大腿四頭筋を強化することができる。大腿四頭筋は膝を伸ばす筋肉であり、跳躍をする場合は連続的に膝伸展力を発揮するため、跳躍選手にとっては重要な筋肉である。しかし、著者である私の場合は、二つの理由からレッグエクステンションをあまりトレーニングに種目に採用していない。

一つ目の理由は高跳びの踏み切り動作は「地面を下に押す」動作であるが、レッグエクステンションの場合は「ウエイトを前方に蹴り出す」動作であり、競技動作と力の発揮方法が大きく違うからである。二つ目の理由は、スクワットの項で触れたが日本人は欧米人に比べて普通に生活をしていれば大腿部の前方にある大腿四頭筋が発達しやすいため、大腿四頭筋をピンポイントで取って強化する必要性を感じない点にある。

とはいえ跳躍選手にとって重要な筋肉を選択的に強化できるトレーニング種目であるため、トレーニング種目に採用する意義はある。

1. 脚の長さに合わせてマシンのパッドと背もたれの位置を調節する
2. 膝の屈曲中心とマシンの回転軸の位置を一致させシートに座る
3. 息を吐きながら脚を伸ばす  
このとき爪先を持ち上げて行えば、大腿部の筋肉を収縮させやすく高重量を扱って強い刺激を加えやすい
4. 脚を十分に伸ばしたら息を吸いながら元の姿勢に戻る

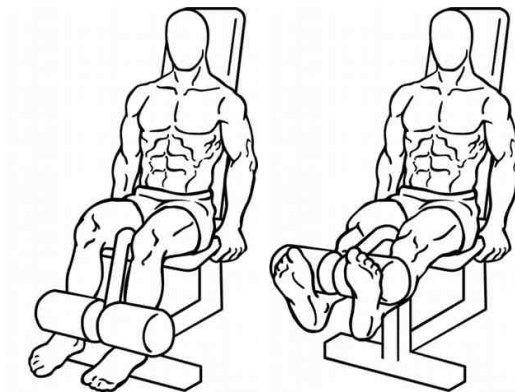


図 20.31: レッグエクステンション [139]

## カーフレイズ

カーフレイズはマシンを用いるものとバーベルを用いるもの、バーベルを持たない無負荷の状態で行うものがある。アキレス腱に負荷のかかるトレーニングであり、高重量を扱う場合や、トレーニングによって慢性疲労が発生している場合には注意が必要である。

様々なバリエーションのトレーニングが存在するが、基本的にはウエイトで負荷をかけた状態で足首を屈伸させ、腓腹筋を強化することを目的にトレーニングを行う。

ここでは一例としてバーベルを用いたカーフレイズを紹介する。著者である私の場合はレッグプレスマシンを用いて簡易的にカーフレイズを行ったり、バーベルを使ったカーフレイズを行うことで腓腹筋を強化している。腓腹筋に刺激を加えることのできるウエイトトレーニングの種目は少ないため、脚部の強化のバランスを取るために種目として採用することが多かった。

1. スクワットの要領で肩にバーベルを担いで立つ  
プレートや階段の段差の端に足の母趾球から先を乗せる  
このとき足首がなるべくストレッチされるよう十分な段差を確保する
2. かかとを下げ足首を十分にストレッチさせる
3. 息を吐きながら、かかとを上げていく
4. 腓腹筋が十分に収縮したら息を吸いながら元の姿勢に戻る  
トレーニングはSSCを意識し、リズムに注意しながら行うとよい

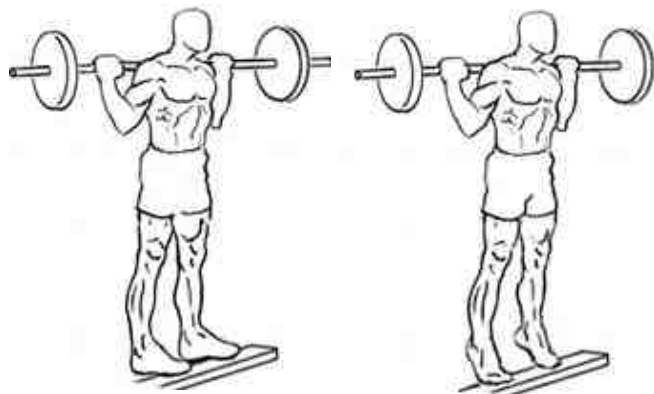


図 20.32: カーフレイズ [140]

### 20.5.3 体幹のトレーニング

体幹のトレーニングは「体幹そのものの筋力を向上するトレーニング」と「体幹をロックさせ姿勢を保つ能力を身に付けるトレーニング」の2種類に大別される。

ここでは前者のトレーニングとしてシットアップやバックエクステンションを説明し、後者のトレーニングとしてフロントブリッジやサイドブリッジを説明する。

また、ウエイトトレーニングの範囲からは逸脱するが、通常の腹筋や背筋についてもトレーニング方法を紹介する。

#### シットアップ

シットアップはフリーウエイトトレーニングの一種であり、主に腹直筋（腹筋）を鍛えることができる。体幹部の筋肉は高跳び選手にとって、助走や踏み切り動作の安定性に繋がる筋肉であるため強化しておきたい筋肉である。

シットアップはシットアップベンチと呼ばれる台の上に寝そべり、傾斜やウエイトをつけて行う腹筋のトレーニングである。著者である私の場合も高校時代には学校にあるシットアップベンチでよくシットアップを行っていた。

シットアップで注意すべきなのは腸腰筋への急激な負荷による故障である。腸腰筋は体の屈曲や膝の引き上げ動作において、その初動作で大きな力を発揮する筋肉であり、シットアップでは負荷のかかりやすい部位になる。

腸腰筋への急激な負荷を防止するためには、シットアップ台に乗ったときに膝を曲げて座り、初動作から腸腰筋が力を発揮しやすい姿勢を作ってからトレーニングを行うことが重要となる。このため、シットアップでは膝を屈曲して行うことが強く推奨されている [119]。アブドミナルマシンを使う場合は、最初から膝を屈曲した安全な姿勢で腹直筋を強化できる。

シットアップでは角度やウエイトによって負荷を調節しながら、反復回数10~20回程度を目安にトレーニングを行うとよい。このとき台の角度は腹筋に集中しながらトレーニングしやすい角度に調整し、負荷を上げたい場合は重いウエイトを持つようにするとよい。台の角度を上げすぎると腸腰筋や大腿四頭筋、前頸骨筋が強く働き、腹筋に集中しながらトレーニングできなくなる。

1. シットアップボードに仰向けになり脚を固定する
2. 腕は頭の後ろに組むか、体の前で交差させる
3. 息を吐きながら頭・肩・体幹の順に起こす
4. 上背部を丸めながら体幹を上げていき  
腰椎がボードに対して45度になるくらいまで体を屈曲させる  
このときトップの位置で腹筋の力が抜けないことと  
上体を起こす間に両膝の間隔が離れないように注意する
5. 息を吸いながら体幹部を伸ばし元の姿勢に戻る
6. 上背部がつくまで戻り、  
肩を少し浮かせて常に腹筋が緊張するような姿勢を作って止める
7. 上記の動作を反復する

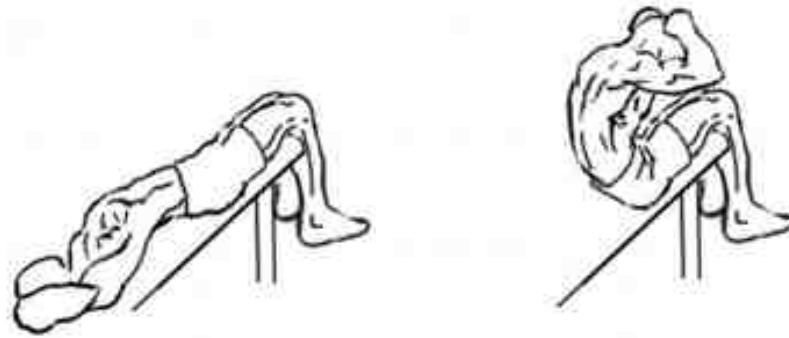


図 20.33: シットアップ [141]

## バックエクステンション

バックエクステンションはフリーウエイトトレーニングの一種で主に脊柱起立筋（背筋）が強化される。副次的に大臀筋やハムストリングなどの筋肉も鍛えることができる。

トレーニングにはローマンベンチが用いられる。ローマンベンチには水平に固定されたものや角度調整が可能なものなど様々な種類がある。肩にウエイトを担いで行えば負荷を調整してトレーニングすることができる。著者である私の場合も高校時代には、学校にある水平固定タイプのローマンベンチでよくバックエクステンションを行っていた。

バックエクステンションで注意すべきは脊柱起立筋、腹直筋の運動を常に意識し、緊張がとけないように運動を繰り返す点である。

ウエイトを用いる場合は頭の後ろに担ぐことを推奨する。こうすることで胸を張った脊柱起立筋腹直筋を収縮させた姿勢が作られ、トレーニング効果が得やすくなる。

シットアップ同様、角度やウエイトによって負荷を調節し、反復回数10～20回程度を目安にトレーニングを行うとよい。

1. ベンチの高さとパッドの位置を調節する
2. ベンチにうつ伏せになり足首をパッドの下に入れる
3. 上体を折り曲げ両手を頭の後ろに組んで胸を張る  
このとき下背部に自然なアーチを作ること  
ウエイトを持つ場合は頭の後ろに担ぐこと  
負荷を軽くしたい場合は胸の前で腕を組むとよい
4. 上体を上げる  
このとき反動を使って持ち上げると背筋に負荷がかからないので注意
5. 上体が水平になるまで持ち上げる  
トレーニング負荷を上げたい場合は水平よりも  
さらに高い姿勢になるまで上体を持ち上げる
6. 息を吐きながら元の姿勢に戻る

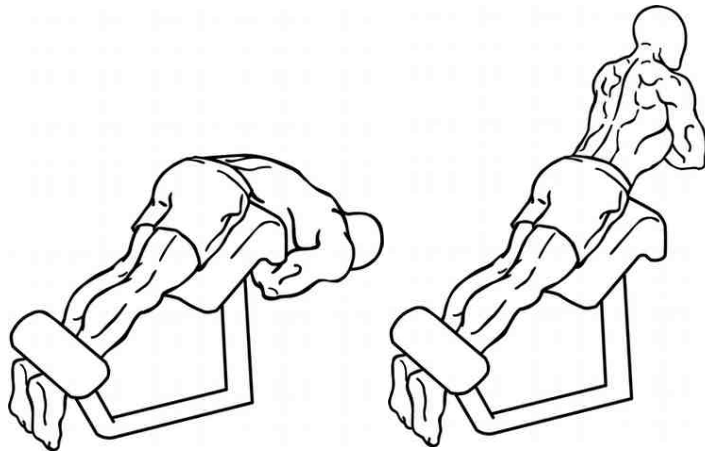


図 20.34: バックエクステンション [142]

## ロック系体幹トレーニング

ロック系体幹トレーニングでは体幹をロックさせ姿勢を保つ能力を身に付ける。

例えばうつ伏せになり体幹を固定して静止する「フロントブリッジ」や、横向きで体幹を固定する「サイドブリッジ」、左肘右膝もしくは右肘左膝を地面につけて、浮いている手足を地面に水平に伸ばす「アームレッグクロスレイズ」などが代表的なロック系体幹トレーニングである。

この他にも仰向けに寝そべった状態で下半身を浮かせて固定したり、バランスボールを使ってフロントブリッジやサイドブリッジを行うなど、様々なトレーニングのバリエーションが存在する。

これ等のトレーニングは体幹の固定（コントロール）能力を養成するものであり、ダイエットによる筋肉の引き締め効果はあるかもしれないが、筋力強化要素はほとんど含まれない。ロック系トレーニングは筋肉に与える負荷が小さいため、体幹の筋力はあまり向上しない。

また、あくまで静止的なアイソメトリックな筋力発揮であるため、競技動作中の動的な体幹コントロール能力の向上にどの程度寄与するかについても疑問が残る。

上記の理由から著者である私の場合はトレーニング種目に採用することは少なかったが、トレーニング種目がマンネリ化してきた際の刺激要素として稀にトレーニング種目に採用していた。

他のトレーニングでは強化しにくい、インナーマッスルと呼ばれる腹横筋に刺激を加えることができる。



フロントブリッジ



サイドブリッジ

図 20.35: ロック系体幹トレーニング

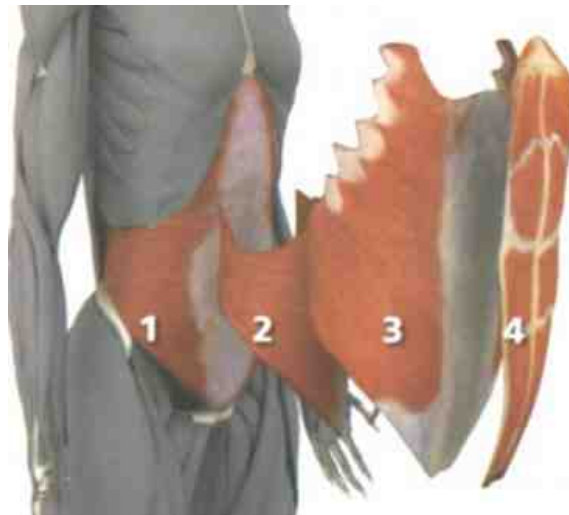
## 腹筋

腹筋は腹直筋に負荷をかけることを目的に行うトレーニングである。腹筋は大きく上体を起こして行う必要はない。視線をヘソの位置にして体を丸めるように起こすと、最初のポジションから上体をあまり起こさなくても十分な負荷を腹直筋にかけることができる。



図 20.36: 腹筋

一般的に「腹筋」と総称される腹部の筋肉は「腹直筋」「腹斜筋」「腹横筋」の3種類に大別される。



1: 腹横筋 2: 内腹斜筋 3: 外腹斜筋 4: 腹直筋

図 20.37: 腹筋



表面の6つに割れた筋肉は腹直筋と呼ばれる。腹直筋を収縮させると腰椎を前後左右に曲げることができる。地面に寝そべって膝を曲げた状態で行う通常の腹筋では、この腹直筋に負荷がかかる。

腹斜筋は腹直筋の左右にある筋肉で、内腹斜筋と外腹斜筋に別けることができる。腹斜筋の役割は腰椎を前後左右に曲げる際の腹直筋の補助的な役割を果たす。腹筋中に体を左右にクロスして曲げてツイスト運動を行うと腹斜筋も同時に鍛えることができる。

腹横筋は腹筋の中でも一番深い部分にあり、いわゆるインナーマッスルと呼ばれる筋肉である。腹壁を押し込み呼吸を助けたり、腹圧を高めて体幹部を固定する働きを持つ。腹横筋はロック系の体幹トレーニング（アイソメトリクストレーニング）を行うことで鍛えることができる。

腹筋を鍛えるトレーニングには、仰向け状態で足を上げていき下腹部を鍛えることのできるレッグレイズや、腹筋の際に上腹部を意識しヘソを覗き込むように上半身をわずかに持ち上げるトランクカール、通常の腹筋の延長で脚と肘を近づけて体幹部をV字に折り曲げるV字腹筋などがある。

腹筋トレーニングにはメディシンボールを用いたものやチューブを用いたものなど様々なバリエーションが存在するが「腹直筋」「腹斜筋」「腹横筋」のどこの筋肉に負荷をかけているかを常に意識してトレーニングを行うことが重要である。

著者である私の場合は腹筋を鍛える場合は、ウエイトを使って負荷をコントロールしやすい、シットアップやアブドミナルマシンを使ってトレーニングをするようにしている。

## 背筋

一般的に背筋と総称される背部の筋肉は広背筋・菱形筋・大円筋・僧帽筋・三角筋・脊中起立筋などで構成されている。

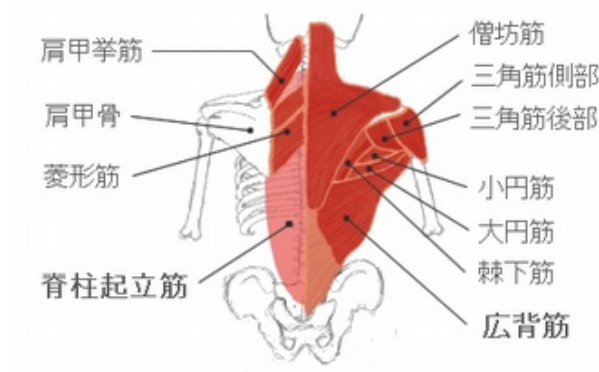


図 20.38: 背筋（背部の筋肉）

通常「背筋」と呼ばれるトレーニングは、うつ伏せで寝そべった状態で脚部を補助者に押さえてもらうか器具で固定して、アゴを持ち上げるように上半身を後ろに反って背面部を鍛えるトレーニングである。

「背筋」も「腹筋」と同様に左腕右脚、右腕左脚を交互に持ち上げることでツイスト効果を狙ったり、敢えて脚部を固定せずに上半身と下半身を同時に持ち上げるV字型で行ったりとトレーニングには様々なバリエーションが存在する。負荷を増やすために、ウエイトなどを持って行うことも可能である。

著者である私の場合は「背筋」をトレーニングに採用することはあまりなく、代わりにウエイトで負荷をコントロールしやすいバックエクステンションを採用することが多かった。また、背筋は敢えて強化しなくても他のトレーニング種目で十分に強化できるため、積極的にトレーニングに取り込むという事はしなかった。

例えば全身を鍛える基本系種目である「スクワット」「ハイクリーン」「デッドリフト」や、ローイング系の種目である「ベンドオーバーロウ」「ダンベルロウ」「シーテッド・ローイング」「アップライトロウ」、プルダウン系の種目である「ラットプルダウン」「チンニング」、プルオーバー系の種目である「ダンベルプルオーバー」などをトレーニング種目に採用していると、自然と背面部の筋肉が強化される。これでも刺激が足りない場合は、背筋やバックエクステンションによって背筋を強化するとよい。

## 20.6 トレーニングメニューの例

一例として著者である私のウェイトトレーニングメニューを紹介する。紹介するメニューは一般的準備期に、短時間で効率良く鍛えることを目的に組立てたメニューである。また、メニューはスポーツジムでトレーニングを行うことを前提にしたものである。

| 種目名     | トレーニング方法 |      | 種目名    | トレーニング方法 |      |
|---------|----------|------|--------|----------|------|
| フルスクワット | ピラミッド法   |      | ベンチプレス | ピラミッド法   |      |
| セット     | 重量(kg)   | 目安回数 | セット    | 重量(kg)   | 目安回数 |
| 1       | 80       | 10   | 1      | 50       | 12   |
| 2       | 100      | 8    | 2      | 60       | 10   |
| 3       | 120      | 5    | 3      | 65       | 8    |
| 4       | 120      | 5    | 4      | 50       | 12   |
| 5       | 100      | 8    |        |          |      |
| 6       | 80       | 10   |        |          |      |

図 20.39: 大筋肉トレーニング

| 種目名    | トレーニング方法 |      | 種目名    | トレーニング方法 |      |
|--------|----------|------|--------|----------|------|
| レッグプレス | 10RM法    |      | レッグカール | 10RM法    |      |
| セット    | 重量(kg)   | 目安回数 | セット    | 重量(kg)   | 目安回数 |
| 1      | 150      | 10   | 1      | 60       | 10   |
| 2      | 180      | 10   | 2      | 75       | 10   |
| 3      | 180      | 10   | 3      | 75       | 10   |

| 種目名    | トレーニング方法 |      | 種目名      | トレーニング方法 |      |
|--------|----------|------|----------|----------|------|
| カーフレイズ | 10RM法    |      | ラットプルダウン | 10RM法    |      |
| セット    | 重量(kg)   | 目安回数 | セット      | 重量(kg)   | 目安回数 |
| 1      | 80       | 10   | 1        | 55       | 10   |
| 2      | 80       | 10   | 2        | 55       | 10   |
| 3      | 80       | 10   | 3        | 55       | 10   |

| 種目名     | トレーニング方法 |      |
|---------|----------|------|
| チェストプレス | 10RM法    |      |
| セット     | 重量(kg)   | 目安回数 |
| 1       | 60       | 10   |
| 2       | 70       | 10   |
| 3       | 70       | 10   |

図 20.40: 中筋肉トレーニング

| 種目名      | トレーニング方法  |      |
|----------|-----------|------|
| アドミナルマシン | スーパーセット法A |      |
| セット      | 重量(kg)    | 目安回数 |
| 1        | 30        | 30   |
| 2        | 30        | 30   |
| 3        | 30        | 30   |

| 種目名   | トレーニング方法  |      |
|-------|-----------|------|
| アダクター | スーパーセット法B |      |
| セット   | 重量(kg)    | 目安回数 |
| 1     | 60        | 10   |
| 2     | 70        | 10   |
| 3     | 70        | 10   |

| 種目名         | トレーニング方法  |      |
|-------------|-----------|------|
| バックエクステンション | スーパーセット法A |      |
| セット         | 重量(kg)    | 目安回数 |
| 1           | 15        | 20   |
| 2           | 15        | 20   |
| 3           | 15        | 20   |

| 種目名   | トレーニング方法  |      |
|-------|-----------|------|
| アダクター | スーパーセット法B |      |
| セット   | 重量(kg)    | 目安回数 |
| 1     | 60        | 10   |
| 2     | 70        | 10   |
| 3     | 70        | 10   |

図 20.41: 体幹トレーニング・その他

全体のトレーニングは「大筋肉トレーニング」「中筋肉トレーニング」「体幹トレーニング+その他」に分かれている。また、既に述べたウエイトトレーニングの注意事項に従って大筋肉強化→小筋肉強化の順番でトレーニングを実施することになっている。それぞれのトレーニングの間に5分程度の小休憩を入れている。

トレーニングはまず多関節動作であり大筋群へのトレーニング効果も大きい、スクワットやベンチプレスから開始する。また、トレーニングのウォーミングアップ効果が期待できるピラミッド法で、スクワットやベンチプレスを行うことにしている。

次に中筋肉群のトレーニングを10RM法で行う。これは個別の筋肉の強化的な意味合いが強い。中筋肉群のトレーニングでは下半身トレーニングと上半身トレーニングをペアで組み、ほぼ休憩を入れずにマシンを次々と変えながらトレーニングを実施している。

こうした変則セットを行うのは、忙しい平日に効率よくトレーニングするための工夫である。レッグプレスとカーフレイズは小さなコンパウンドセットとして考えて、合わせて一種目としている。下半身トレーニングと上半身トレーニングのペアは一種のスーパーセットと考えてトレーニングしている。

最後に体幹部や脚の内転筋、外転筋を強化するトレーニングをスーパーセット法で行い、90分程度で全体のトレーニングを終了する。ここで行うトレーニングの種目はその日の、疲労度合い、時間的余裕、強化不足を感じる部位などに応じて柔軟に変更して行なっている。腹筋や背筋などの体幹トレーニングは時間がなければ家でやるようにしていた。

トレーニング種目やセット数、重量設定は、期分けによって定めたトレーニング時期によっても異なり、練習の課題や問題意識によっても変更するようにしている。また、刺激がマンネリ化しないように時期によっては大幅に種目を変えたり、トレーニングの方法やセットの組み方も変更するようにしている。ここで紹介したものはあくまで一般的準備期のトレーニングの一例である。

## 20.7 ウェイトトレーニングの補足知識

### 20.7.1 ウェイトトレーニングで扱う道具

#### トレーニングベルト

リフティングベルトと呼ばれることもある。ウェイトトレーニングの上級者は、腰に負担のかかるトレーニングでは、ほとんどの場合トレーニングベルトを着用してトレーニングを行う。

トレーニングベルトは、ベルトを腰に巻くことで腹圧を自然に高め、体幹部を安定的にコントロールすることを目的に使用する。トレーニング中に体幹部の力が抜けて腰に急激な負担がかかることを防止できる。また、腹圧が高まる事で力が発揮しやすくなり高重量（高負荷）のトレーニングが行いやすくなる。

ベルトは大きく分けて革製と、布製マジックテープ式の2種類がある。ホールド感や耐久性の面では革製が優れており、価格や体格差調整能力の面ではマジックテープ式が優れている。金銭的に余裕があるのであれば個人用のサイズの合った革製ベルトを購入することを推奨する。



図 20.42: 革製トレーニングベルト

## バーベルシャフト

バーベルシャフトには大別してスタンダードシャフトと呼ばれる家庭用のものと、オリンピックバーベルシャフトと呼ばれる競技用のものと2種類が存在する。競技者がトレーニングを行う場合はオリンピックバーベルシャフトを利用することが多い。

それぞれのシャフトについて特徴を図 20.43 にまとめる。図 20.43 記載の数値はスクワットやベンチプレスに利用する通常サイズのシャフトのデータである。

|              | スタンダードバーベルシャフト  | オリンピックバーベルシャフト   |
|--------------|---|--|
| 装着するプレート穴の直径 | 28mm  | 50mm   |
| シャフト重量       | 10kg  | 20kg   |
| シャフト長        | 160cm~200cm   | 220cm  |
| 耐荷重          | 100kg~250kg   | 200~450kg  |
| グリップ         | 固定式   | 回転式  |
| その他の特徴       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・シャフトやプレートの単価が安い</li> <li>・プレートをダンベルと共用しやすい</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・高重量で安定したトレーニングが可能</li> <li>・ウエイトトレーニングマシンとプレートと共用しやすい</li> </ul> |

図 20.43: シャフトの特徴

トレーニングに利用するシャフトはオリンピックバーベルシャフトを強く推奨する。高重量で行うときでもグリップが回転することで手首に大きな回転負荷がかからず、安定感が増すことで手首の故障リスクも減らすことができる。また、グリップが回転しないスタンダードシャフトではハイクリーンなどのトレーニング種目を安全に実施することができない。

バーベルシャフトにはトレーニングの目的に応じた様々なサイズや形状のものが存在する。必要に応じてシャフトを使い分ければよい。図 20.44 にシャフトの種類を紹介する。通常、高跳び選手がスクワットやベンチプレスなどのトレーニングを行う場合は、最もサイズの大きい 220cm サイズのオリンピックバーベルシャフトを利用する。

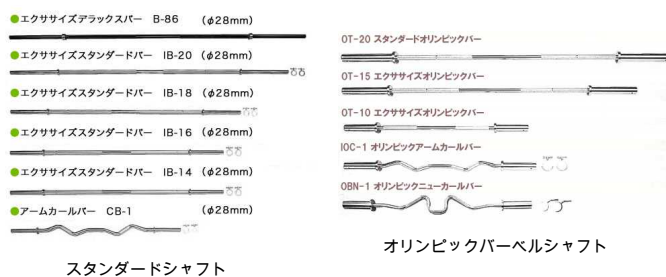


図 20.44: シャフトの種類

## スクワットパッド

スクワットなどで高重量を扱うときに肩にシャフトが食い込んで痛い場合は、スクワットパッドをシャフトに巻き付けトレーニングを行うとよい。高跳び選手は種目の特性上、肩まわりの筋肉が発達していない選手が多いため、多くの選手がスクワットパッドを使用してスクワットを行う。



図 20.45: スクワットパッド

## プレート

単純にウエイトと呼ぶこともある。様々な重量のプレートが市販されており、一般的によく利用される重量は  $1.25kg - 2.5kg - 5kg - 7.5kg - 10kg - 12.5kg - 15kg - 20kg - 25kg$  の 9 種類である。

プレートには大きく分けて金属プレートとラバープレートの 2 種類がある。金属プレートは安価であるが、落下音が大きく家庭用には向いていない。また、錆止めのためにペイントなどのメンテナンスが必要になる。

ラバープレートは高価であるが、落下音が小さく家庭用に向いている。また、ペイントなどのメンテナンスが不要になるなどの利点がある。

通常、部活動用に準備されているプレートは安価な金属製プレートが多い。トレーニングジムなどの準備されているプレートは、落下音が小さく、メンテナンスの楽なラバープレートであることが多い。

プレートの購入を考える場合は、後のメンテナンスが楽なので、しっかりとラバーでコーティングされた高価なラバープレートを購入することを推奨する。安物のプレートは casting が雑なことが多く、落下の衝撃でプレートが破損してしまうことが多い。最初に高価なプレートを買っておいたほうが、長い目で見れば安上がりである。

プレートにはホールドできるように穴があるタイプのものがある。穴があるプレートはシットアップやバックエクステンションで利用するときに便利である。



図 20.46: プレート



## ダンベルとバーベル

ハンドルの両端に重量物を付けたトレーニング器具は「ダンベル」や「アレイ（鉄アレイ）」などと呼ばれる。一般的にプレートを変更することで重量を調整できるものを「ダンベル」と呼び、金属製で一体成型されて重量を変更できないものを「鉄アレイ」と呼ぶことが多い。また、長いシャフトの両端にプレートを付けたトレーニング器具は「バーベル」と呼ばれる。

ダンベルとは「dumb（音が鳴らない）」「bell（鈴）」で「音が鳴らない鈴」という意味である。古代ギリシャ時代に鈴の舌を切った重たい鈴をトレーニングに用いていたことから、重りを付けたトレーニング器具がダンベルと呼ばれるようになったと言われている [89]。



ダンベル



バーベル

図 20.47: ダンベルとバーベル

日本では明治時代になるとトレーニングにダンベルが利用されるようになり、「dumb-bell」を日本語訳して鳴らない鈴を表す「亜鈴」と呼ばれるようになった。ここで「亜」はおし（唾）、つまり口がきけないことを表す漢字である。

つまり本来は「ダンベル」と「鉄アレイ」とは同じトレーニング器具を指すべきであるが、一般的には二つの名称が指すトレーニング器具は異なる。



## 鉄アレイ

図 20.48: 鉄アレイ

ダンベルを使ったトレーニングは関節可動域を広くしたトレーニングが可能のため有用な一面もある。しかし、上半身の筋肉に特化したトレーニング種目が多く、高跳び選手はダンベルを使ったトレーニングを敢えて行う必要がないため、本書では紹介しないこととする。

## リストストラップ

ハイクリーンなどの高重量物を引き上げるトレーニング種目を行う際に、握力を補助するために手首に巻く皮や布で出来た紐のことをリストストラップと呼ぶ。

クリーン系種目で高重量でトレーニングを行うと、まずは手首の握力が限界に達して、本来鍛えたい脚部や体幹の筋肉に余力があるにも関わらず、トレーニングセットを終了してしまわなければならない。

こうした問題を解決するために手首とバーベルに紐を巻きつけて、あまり握力を使わなくても、バーベルを持ち上げられるように開発されたのがリストストラップである。高跳び選手は握力の強化の必要性は低いため、クリーン系のトレーニング種目をトレーニングに採用する選手には、安全のためにもリストストラップの利用を推奨する。



図 20.49: リストストラップ

## シューズ

ウェイトトレーニングと通常のランニングでは靴に要求される性能が異なる。できればウェイトトレーニングシューズとランニングシューズは違う物を準備することが好ましい。

### ランニングシューズに求められる機能

- 着地衝撃や蹴り出し動作に対する安定性
- 着地衝撃から足を守るクッション性
- ランニング時の快適性と耐久性

このため通常のランニングシューズには以下の特徴が見られる。

- 左右の動きに対しては硬く安定性が高い
- ベルト構造を採用しランニング時に強いホールド感を持たせている
- 足を着地衝撃から守るためクッション性が必要な部分の素材は柔らかい
- ランニングの負荷を減らすために軽量化設計されている
- 磨耗の激しい部分の素材は磨耗に強いゴムを使用している
- シューズ内の湿度と温度を調整するため通気性が確保されている

ランニングシューズには求められている性能は、ウェイトトレーニングを行う際にはデメリットとなる機能が多い。

### ウェイトトレーニングシューズに求められる機能

- 足と地面との接地面の安定性
- 足と地面との接地面内で、荷重をコントロールしやすいこと

ランニングシューズをそのままウェイトトレーニングに用いるとクッション性が高いため、スクワットやデッドリフトなどの種目を行うときに接地面がフワフワして安定せず、トレーニング中にバランスを崩しやすい。

また、ランニングシューズの底の硬さは均一ではなく、走りやすいように踵上がりの形状のシューズが多いため、足と地面との接地面が不安定になりやすい。

著者である私がトレーニング用シューズを選ぶ場合には、靴の底が硬く、薄く、平らで、グリップ性が高い靴を買うようにしている。

## 20.7.2 トレーニングマシンの種類

ウエイトトレーニング場で見かけるトレーニングマシンについて幾つか取り上げて紹介する。

### ノーチラスマシン

最も一般的に普及しているトレーニングマシンのタイプである。ノーチラス(オウム貝)型のカムが利用されていることからノーチラスマシンと呼ばれる。

このマシンはトレーニングを行う関節角度の変化に応じて、ノーチラス型のカムのモーメントアームの長さが変化し、一番力の入りにくくなる関節角度(スティッキングポイント)で負荷を軽く、一番力の出しやすい関節角度で負荷を重くするように設計されている。

高重量の負荷を用いてトレーニングが行いやすく、他の油圧式やチューブ式のトレーニングマシンと違って、関節角度による負荷の変換抵抗を実現している。現在は多くのトレーニングマシンのカムはこうしたノーチラス型のカムが採用されている。



図 20.50: ノーチラスマシンのカム [143]

しかし、ノーチラスマシンでは、初動負荷を基本とする本来の競技動作とは異なる負荷パターンが加わる点と、ノーチラスカムの可変抵抗のパターンは万人の平均値を用いて設計されているため、大型な選手の多い高跳び選手の体格に負荷のパターンがマッチしていないことが多い点などが問題として挙げられる。

著者である私はノーチラスマシンを用いたマシンウエイトのみをウエイトトレーニングで行うことは問題であると思う。フリーウエイトトレーニングの種目をメインに置いて、ノーチラスマシンを用いたマシントレーニングを補助的に行うなどして、メニューを工夫しながらウエイトトレーニングを行なってほしい。

## スミスマシン

スミスマシンとはバーベルの軌道が垂直方向に動くようにレールで固定されたマシンである。主にスクワットやインクラインベンチプレスなどで利用される。著者である私の場合は主にスクワットでスミスマシンを利用することが多かった。スミスマシンはフリーウエイトと比べて以下に示すような幾つかの特徴がある。

- バーベルを意図しない方向へ落とす事がないため安全性が高い
- トレーニング中にバランスを取る必要がないため、高重量で安定して負荷をかけられる
- バランスを崩すことがないため、腰への負担が軽減される
- 最適なスタートポジション（高さ）からトレーニングを開始できる

スミスマシンとフリーウエイトと比べた場合の最も大きな違いは、スミスマシンではバーベルの軌道が垂直方向にレールで固定されているため、前後左右の運動に対してバランスをとらなくてもよいという点である。

このため体のバランスをとる体幹の小さな筋群の強化が不十分になるというデメリットがあるが、トレーニングの安全性が高くなり、高重量で安全にトレーニングすることが可能になる。また、腰への負担が軽減されるため、トレーニング初心者でも安心してスクワットなどのトレーニングをすることができる。

他にも、スミスマシンの専用ラックは比較的自由にバーをかける場所を選択できるため、身長の高い高跳び選手に適したスタートポジションからトレーニングを開始できることもスミスマシンの特徴の一つである。



図 20.51: スミスマシン

## カーディオ・マシン

カーディオマシンとは心肺系トレーニング機器の総称であり、トレッドミルやエアロバイクといった様々な動作様式のマシンがある。

基本的には心肺系の強化や、有酸素運動による脂肪の燃焼を目的に利用されるため、高跳び選手はほとんど利用することはない。著者である私の場合もトレーニング前のウォーミングアップ以外に利用することはない（心肺系の強化や、有酸素運動による脂肪の燃焼が必要になった場合はトラックで走ればよい）。



図 20.52: カーディオ・マシン

カーディオ・マシンとは別に、アスリートのためのパワートレーニングを目的としたエアロバイク（パワーマックスなど）も市販されている。こうしたエアロバイクは短時間で大きな力を出す能力を向上させるハイパワートレーニングや、パワーの維持する能力を向上させるミドルパワートレーニングなど、様々なトレーニングモードが用意されている。

雨の日で外で走れない場合や、故障中で脚部への負荷を調整してトレーニングをしたい場合、パワーアップのための特別な負荷を脚に加えたい場合、心肺機能を強化したい場合などにこうしたトレーニングマシンを利用するとよいだろう。ただし、通常の走練習とは脚への負荷が異なるため、必ずしも走動作に結びついた筋肉が強化されるわけではないので注意してほしい。



図 20.53: 様々なトレーニングモードを持つエアロバイク

### 20.7.3 トレーニングのマナー

最後にウエイトトレーニングをする場合のマナーについて紹介する。

- マシンを長時間独占しない
  - － マシンの上で休まない。同じマシンを長時間独占しない
- マシンを清潔に保つ
  - － 汗がついたら拭き取る。錆びたプレートは定期的にペイントしてメンテナンスする
- 使い終わったら元の状態に戻す
  - － プレートをマシンから外す。プレートをつけたまま放置しない
  - － 体格調整機構を初期位置に戻す
- 周囲の邪魔をしない
  - － プレート接触音や大声を出さない。  
混雑時は狭い場所で行なえる種目を選ぶ

トレーニングマシンは全ての人が利用するため、一つのマシンを長時間利用することは避けたい。混雑時には連続でセットを行うことを避け、ローテーションでメニューを行うことが基本である。マシン上で休憩せざるをえない場合でも、休憩時間は2分以内をしたい。

マシンは共同利用するものなので常に清潔に保つように心がける。汗をかけばタオルで拭き取り、なるべくマシーンに汗がつかないように心がけてほしい。マシンに汗がついた場合はタオルで拭き取るようにしてほしい。

ラバーコーティングされていないプレートを利用する場合は、表面が錆びてくるので定期的にホームセンターなどでカラーペイントを購入し、錆止めとしてプレート表面に塗るようにしてほしい。

使用後はプレートを外して元の場所に戻す。通常はプレートのついていない無負荷の状態が基本である。プレートをつけたまま放置しておくことで器具の変形や破損の原因になるので避けたい。また、体格調整機構を初期位置から変更した場合は元の位置に戻してほしい。通常のトレーニング場であれば、最も利用者の多いポジションにマークや注意書きがある。

トレーニング場では高重量のプレートを使って集中してトレーニングをしている人が多い。プレートの接触音や大きな声を出すと周囲の選手の集中力を妨げ、事故の原因になるので注意してほしい。また、混雑時には広い場所が必要となる種目は避け、狭い場所で行える種目を選ぶ。



## メンタルトレーニング

メンタルトレーニングは主に「試合中のパフォーマンスを高めるために心理的側面から自分の心をコントロールするためのトレーニング」として実施される。

メンタルトレーニングはスポーツ心理学の分野で盛んに研究されてきた。その歴史を振り返ると、1950年代から旧ソビエト社会主義国家はオリンピックでメダルを獲得することを目的としてメンタル強化を始めた。1970年代になると北米を中心とした西洋諸国でもメンタル面強化のトレーニングや心理的サポートに関する研究が始まり、大きな成果を挙げてきた [144]。

同時に国際スポーツ心理学会 (*ISSP*)、国際応用スポーツ心理学会 (*AAASP*)、国際メンタルトレーニング学会 (*ISMTE*) といった学会を中心にその研究分野は目覚ましく進歩してきた。

他のトレーニング論が古くから確立されているのに対して、メンタルトレーニングは近年著しく進歩したトレーニング分野であるといえる。

メンタルトレーニングといっても様々なトレーニング方法があり、その適用方法も様々である。ここでは陸上競技への実用面を考慮し、著者である私に取り組んでいたメンタルトレーニングについて取り上げて紹介する。

一般的なメンタルトレーニングについて詳しく学びたい読者は、本書とは別の専門書を参照してほしい。

## 21.1 逆U字理論

試合で最高のパフォーマンスを発揮するためには技術的、体力的なレベルを向上させることが必要不可欠である。しかし、試合当日の心理状態がうまくコントロールできなければ良い記録を残すことが難しい。

選手の心理状態は個人差が大きく、万人を最高の心理状態にするための一般的な方法は存在しない。しかし、自分の心理状態をコントロールするスキルを身に付ける方法はある。ここではその手法を紹介する。

まず自分の心理状態を適切にコントロールするために、パフォーマンスの質と覚醒レベルの関係性を正しく理解しておく必要がある。この両者の関係はヤーキーズ・ドットソンの逆U字曲線としてよく知られている [145]。

スポーツにおけるヤーキーズ・ドットソンの逆U字曲線

- 最良のパフォーマンスは最適な覚醒レベルから生まれる
- 最良のパフォーマンスが得られる最適な覚醒レベルやその幅には個人差がある
- 競技が異なれば最良のパフォーマンスが得られる覚醒レベルは異なる

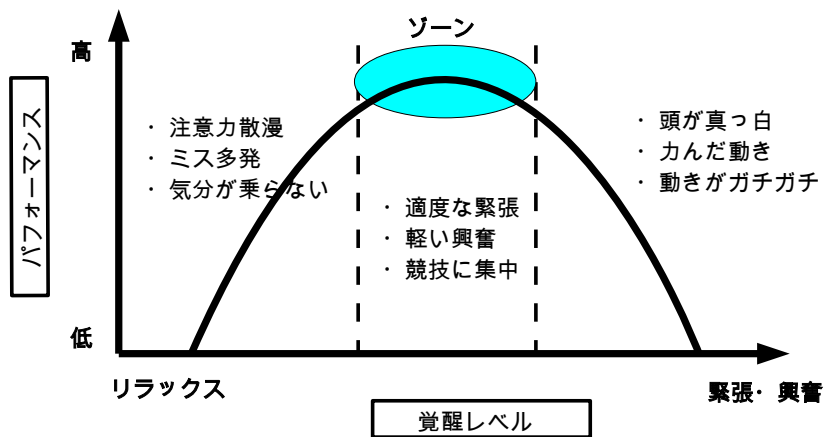


図 21.1: 逆 U 字曲線とゾーン

「最良のパフォーマンスは最適な覚醒レベルから生まれる」とは覚醒レベル（緊張・興奮とリラックス）をうまくコントロールすることで最良のパフォーマンスを得られるという自明のことを説明している。多くの選手・指導者が経験的に理解していることだと思う。

人間はリラックスしすぎれば注意力が散漫になってミスが目立ち、良いパフォーマンスが発揮できない。逆に緊張・興奮が高すぎると頭が真っ白になって力が出せなくなったり、緊張して動きがガチガチになり良いパフォーマンスが発揮できない。

リラックスと緊張・興奮の心理をうまくコントロールすることができれば、適度な緊張感で競技に集中し、良いパフォーマンスを発揮できるベストな心理状態を作り出すことができる。こうした最良のパフォーマンスが得られる理想的心理状態のことを「ゾーン」と呼ぶ（図 21.1）。

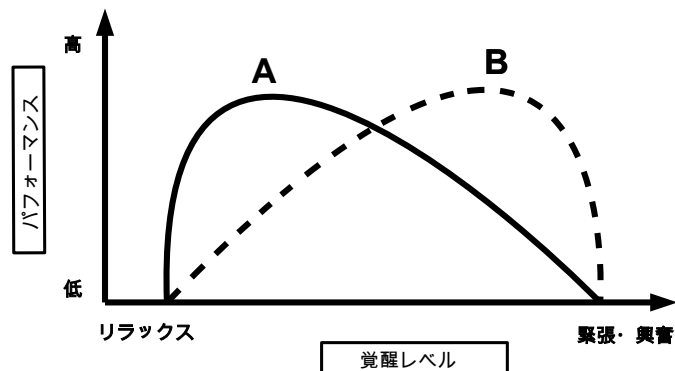


図 21.2: 逆 U 字曲線の個人差 1

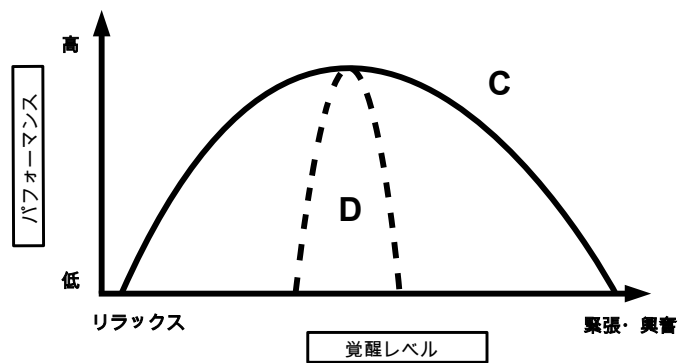


図 21.3: 逆 U 字曲線の個人差 2

「最良のパフォーマンスが得られる最適な覚醒レベルやその幅には個人差がある」ということも多くの選手・指導者が経験的に理解していることだと思う。

逆 U 字曲線の形には当然ながら個人差がある。全体的に低覚醒レベル（リラックス状態）になったほうがパフォーマンスがよくなる選手もいれば（図 21.2 の A 選手）、高覚醒レベル（緊張・興奮状態）になったほうがパフォーマンスのよい選手もいる（図 21.2 の B 選手）。また、広範囲な覚醒レベルで高いパフォーマンスを発揮する選手もいれば（図 21.3 の C 選手）、狭い範囲の覚醒レベルでしか高いパフォーマンスを発揮できない選手もいる（図 21.3 の D 選手）。

選手（あるいは指導者）は自分の心理特性をよく理解した上で、試合で最高のパフォーマンスを得られるように自分の心理状態をコントロールしていかなければならない。

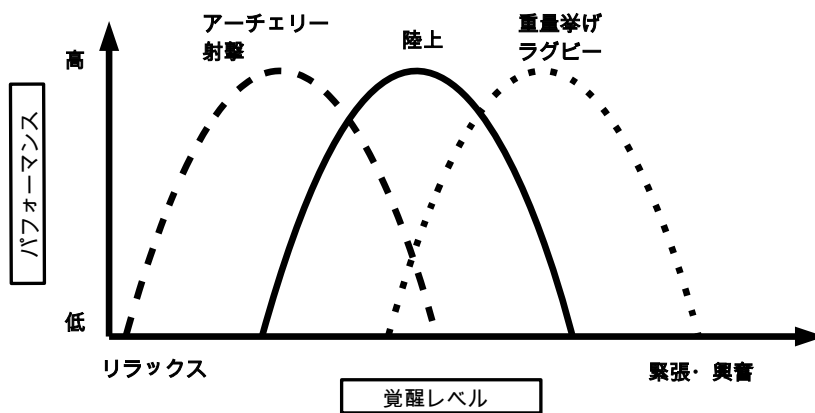


図 21.4: 逆 U 字曲線の種目差

「競技が異なれば最良のパフォーマンスが得られる覚醒レベルも異なる」ということも多くの選手・指導者が経験的に理解していることだと思う。

例えばアーチェリーや射撃のように静的な緊張感が必要となる種目のゾーンは覚醒度の低いリラックス側にあると考えられる。こうした種目では意図的に覚醒度の高い興奮状態を作ってもよい結果は得られない。

逆に格闘技系種目や重量挙げ、ラグビーのようなフルパワーに近い激しい動作を行う種目では覚醒度の高い興奮状態を意図的に作ったほうが高いパフォーマンスが得られると考えられる。

陸上競技種目の多くはリラックスー緊張・興奮の覚醒度のバランスの取れた位置にゾーンが存在していると予想される。走り高跳びに限っていえば著者である私の経験上、やや覚醒度の高い興奮状態を作り出したほうが高いパフォーマンスが得られることが多いと思う。

## 21.2 サイキングアップとリラクゼーション

逆U字曲線の理論に従えば、競技中にリラックスしたり興奮したりすることで最高のパフォーマンスを引き出す理想の心理状態を意図的に作り出すことが可能となる。

気分をリラックスさせ緊張・興奮・不安の感情を抑える方法はリラクゼーションと呼ばれ、逆に緊張や興奮を高めて気分を盛り上げる方法はサイキングアップと呼ばれる。

例えばリラクゼーションの方法としては「深呼吸」「仲間と会話する」「体をストレッチする」「目を長い時間瞑る」などの方法がある。サイキングアップの方法としては「体を叩く」「大声を出す」「短い距離をダッシュする」「速いテンポで呼吸する」「観客に手拍子を求める」「音楽をきく」などがよく用いられる。

こうした手法はメンタルトレーニングの知識がない選手でも、自分の気持ちをコントロールするために試合中によく用いる手法である。



図 21.5: 人それぞれのメンタルのコントロール方法がある

サイキングアップの手法としてはリラックス状態から一気にサイキングアップして気分を高める「振り子理論」もよく知られている。これはリラックス状態から短時間でサイキングアップしたほうが、より高い興奮状態を作りやすいという人間の特性を利用する方法である。例えば、ボクシングの亀田選手は、試合の入場シーンでは下を向いてリラックスした状態で入場し、リングに上がると大きく雄叫びを上げて興奮状態を一気に作り出している。

他によく用いられる手法として「ルーティン動作」と呼ばれるものがある。ルーティン動作とはある決まった一連の動作を行うことで集中力を高めていく手法である。イチロー選手の打席に入るまでのルーティン動作などがよく例として取り上げられる。

ルーティン動作とは「今、この瞬間に集中する心理状態」を作り出すための段取りのようなものである。大なり小なり、意識的・無意識的なものまで含めて、多くの選手が取り組んでいる。

例えば日本人陸上選手では400mの金丸祐三選手の「金丸ダンス」などが有名である。高跳び選手ではスウェーデンのホルム選手(240)が跳躍前に頭や顔をなでるような動作を繰り返すことで知られている。これ等の動作もある種のルーティン動作だと言える。



図 21.6: ルーティン動作の例

サイキングアップやリラクゼーション、ルーティン動作は人それぞれ適した方法が異なる。試合会場で他の選手を観察してみれば多くの選手が様々な方法で自分のメンタルをコントロールしていることが分かる。

自分のメンタルのコントロールに自信のない選手は、他の選手の動作を真似ることで自分に合ったメンタルコントロールの手法を作り出していくとよいだろう。

## 21.3 自分のメンタルをコントロールする

自分自身のメンタル特性を正しく把握しコントロールできるように訓練することがメンタルトレーニングの第一歩である

自分のメンタルの逆U字曲線がどのような形かを把握することがメンタルトレーニングの第一歩となる。自分のメンタル特性を把握する方法は大きく分けると心理検査と練習日誌からの推測の二つに分けられる。

心理検査についてはメンタルの「特性」と「状態」を把握するための検査が存在する [146]。ここでいう「特性」とは現時点で持っている心理的な個性を示し、性格や人格と近い意味を持つ。「状態」とは刻々と変化する気分や心理状態のことを指す。

メンタルの「特性」を把握する心理検査としては *DIPCA.3* (心理的競技能力診断検査), *TSMI* (体協スポーツモチベーション検査), *Y-G* 性検査などがある。メンタルの「状態」を知るための心理検査としては *POMS* (気分プロフィール検査), 気分チェック調査票, *SAI* (状態不安検査), *PCI* (心理的コンディション診断テスト) が知られている。

練習日誌から推測する方法としてよく用いられるのは、試合や練習における心理状態を段階評価で日誌に記載するという手法である。例えば試合の結果や反省と合わせて「冷静, 興奮」「リラックス, 緊張」「集中, 注意力散漫」などの心理状態を評価して、日誌に記録する。

毎試合記録を続けていけば、自分がどのような心理状態のときに高いパフォーマンスを発揮しているか把握することができる。

いずれの方法を用いるにしても、まずは自分がどのような心理状態の場合にベストパフォーマンスを発揮できたか正確に把握することが重要である。

自分がどのような心理状態のときによりパフォーマンスを発揮しているか、自分に合ったリラクゼーション方法とは何か、自分に合ったサイキングアップ方法とは何か、その時々の心理状態に応じたメンタルのコントロールする手段を豊富に知っている選手は、大きな試合でも確実に自分のメンタルをコントロールして結果を残すことができる。



## Chapter 22

### コントロールテスト

新しい知識を常に取り入れて練習を行うことは強い選手にとってとても重要なことだ。常に新しい刺激を体に加えることで体力向上の停滞を防ぐことができるし、今のトレーニングよりも自分の体に合った専門性の高いトレーニングを発見できる可能性がある。

世の中では数々のトレーニングが考案されており、常に新しいものへと進化を繰り返している。全体の傾向としては、より高度で、より専門的なトレーニング方法が次々に開発されていると言えるだろう。陸上とは関係のない他競技のトレーニングを取り入れる例も増えてきている。

ただし、強い選手と同じトレーニングすれば強くなれるというわけではない。自分の体力や技術力に合ったトレーニングを選ぶべきであるし、目的を正しく理解し、正しい手順で安全に行う必要がある。自分のレベルに応じたトレーニングを行わなければ怪我につながり逆効果になることも多い。

自分に合ったトレーニングを選ぶためにはまず自分の体力を正確に把握することが大切である。第22章ではこうした自分の体力を正確に把握する方法としてよく行われる「コントロールテスト」について紹介する。

## 22.1 コントロールテスト

陸上競技に必要な基本的な体力要素を測定する目的で、短距離種目、跳躍種目、投擲種目、跳躍種目、ウェイトトレーニング種目などの記録を計測しながら行う練習方法をコントロールテストと呼ぶ。

コントロールテストでは様々な種目を実施するが、跳躍選手のコントロールテストの種目は以下の種目がよく実施される。

| コントロールテスト目標記録  |        |       |       |       |       |       |       |       |       | 走高跳   |       |       |       |       |       |
|----------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 男 子            |        |       |       |       |       |       |       |       |       | 女 子   |       |       |       |       |       |
| 走高跳            | (m)    | 1.70  | 1.80  | 1.90  | 2.00  | 2.10  | 2.20  | 2.30  | 1.40  | 1.50  | 1.60  | 1.70  | 1.80  | 1.90  | 2.00  |
| クワダダグ スタート30m走 | (秒)    | 4.9   | 4.8   | 4.6   | 4.4   | 4.2   | 4.1   | 4.0   | 5.0   | 4.9   | 4.8   | 4.6   | 4.4   | 4.3   | 4.2   |
| 助走付き150m走      | (秒)    | 20.5  | 20.0  | 19.5  | 18.0  | 17.5  | 17.0  | 16.5  | 24.0  | 23.0  | 22.0  | 20.0  | 19.0  | 18.5  | 18.0  |
| 立幅跳            | (m)    | 2.50  | 2.50  | 2.70  | 2.80  | 2.90  | 3.00  | 3.10  | 2.10  | 2.20  | 2.30  | 2.40  | 2.50  | 2.60  | 2.70  |
| 立5段跳 (交互)      | (m)    | 12.00 | 13.00 | 14.00 | 15.00 | 15.50 | 16.00 | 16.50 | 11.00 | 11.50 | 12.00 | 12.50 | 13.00 | 13.50 | 14.00 |
| 8歩助走の走幅跳       | (m)    | 4.50  | 5.00  | 5.50  | 6.00  | 6.50  | 6.80  | 7.00  | 4.20  | 4.50  | 4.80  | 5.00  | 5.20  | 5.40  | 5.60  |
| 両手砲丸投<br>(4kg) | 前方 (m) | 9.00  | 10.00 | 11.00 | 12.00 | 13.50 | 15.00 | 16.50 | 7.00  | 8.00  | 9.00  | 10.00 | 11.00 | 12.00 | 13.00 |
|                | 後方 (m) | 9.50  | 10.50 | 11.50 | 12.50 | 14.00 | 15.50 | 17.00 | 7.50  | 8.50  | 9.50  | 10.50 | 11.50 | 12.50 | 13.50 |
| スナッチ           | (kg)   | --    | --    | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    | --    | --    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    |
| クリーン           | (kg)   | --    | --    | 60    | 80    | 90    | 100   | 120   | --    | --    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80    |
| フルスクワット        | (kg)   | --    | --    | 80    | 100   | 120   | 140   | 150   | --    | --    | 60    | 70    | 80    | 100   | 120   |

図 22.1: コントロールテストの例 1[4][147]

| 走 高 跳              | 1.90  | 2.00  | 2.10  | 2.20  | 2.30  | 2.40  |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ①スナッチ(kg)          | 53.2  | 62.1  | 70.7  | 79.5  | 88.3  | 97.1  |
| ②クリーン(kg)          | 69.8  | 84.5  | 98.8  | 113.4 | 128.0 | 142.5 |
| ③ベンチプレス(kg)        | 57.2  | 68.8  | 80.3  | 91.8  | 103.4 | 114.9 |
| ④フルスクワット(kg)       | 88.4  | 107.8 | 126.8 | 146.0 | 165.2 | 184.4 |
| ⑤両手砲丸投-F(m)        | 9.50  | 10.91 | 12.30 | 13.70 | 15.09 | 16.49 |
| ⑥立幅跳(m)            | 2.58  | 2.76  | 2.94  | 3.11  | 3.29  | 3.47  |
| ⑦デブス三段跳(m)         | 8.60  | 9.38  | 10.15 | 10.93 | 11.71 | 12.49 |
| ⑧立五段跳(m)           | 14.03 | 14.81 | 15.58 | 16.36 | 17.14 | 17.92 |
| ⑨30m Bounding(t+s) | 15.11 | 14.08 | 13.07 | 12.05 | 11.03 | 10.00 |
| ⑩30m CS-dash(s)    | 4.44  | 4.29  | 4.15  | 4.01  | 3.86  | 3.72  |
| ⑪60m CS-dash(s)    | 7.78  | 7.58  | 7.38  | 7.18  | 6.98  | 6.78  |
| ⑫150m CS-dash(s)   | 19.32 | 18.63 | 17.94 | 17.26 | 16.57 | 15.88 |
| ⑬30m 加速(s)         | 3.35  | 3.20  | 3.06  | 2.92  | 2.77  | 2.63  |

図 22.2: コントロールテストの例 2[4][147]

表3 ジャンパーのコントロール・テスト値 (筑波大学の例, 村木1985による)

|                 | 走幅跳<br>(n=27) | 三段跳<br>(n=16) | 走高跳<br>(n=18) | 棒高跳<br>(n=18) |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 跳躍記録(m)         | 7.15(0.34)    | 14.90(0.80)   | 2.08(0.09)    | 4.70(0.31)    |
| スナッチ(kg)        | 69.0(7.6)     | 67.0(9.2)     | 69.0(7.9)     | 65.0(7.6)     |
| クリーン(kg)        | 93.0(11.1)    | 96.0(11.9)    | 96.0(13.1)    | 89.0(12.4)    |
| B. プレス(kg)      | 73.0(9.4)     | 76.0(9.3)     | 78.0(10.4)    | 82.0(12.1)    |
| F. スクワット(kg)    | 119.0(11.9)   | 123.0(12.1)   | 123.0(17.3)   | 111.0(14.2)   |
| W. 合計(kg)       | 260.0(29.2)   | 264.0(27.6)   | 276.0(29.3)   | 253.0(29.9)   |
| 両手砲丸-F(m)       | 11.75(1.31)   | 11.83(1.33)   | 12.02(1.26)   | 11.28(1.45)   |
| -B(m)           | 11.90(1.94)   | 12.15(1.43)   | 12.70(1.82)   | 11.64(1.26)   |
| 立幅跳(m)          | 2.83(0.15)    | 2.80(0.10)    | 2.90(0.10)    | 2.85(0.13)    |
| テプス三段(m)        | 9.78(0.50)    | 10.34(0.43)   | 10.00(0.70)   | 9.25(0.58)    |
| 立五段跳(m)         | 15.32(0.74)   | 15.59(0.77)   | 15.43(0.70)   | 14.98(0.80)   |
| 立五 Hop-R(m)     | 14.66(0.65)   | 14.98(0.99)   | 14.83(0.77)   | 14.36(1.29)   |
| -L(m)           | 14.75(0.70)   | 15.40(0.80)   | 14.90(0.65)   | 14.32(0.98)   |
| 30m Bound(t+s)  | 12.91(0.88)   | 12.39(0.65)   | 13.27(0.92)   | 13.30(0.58)   |
| 30m Hop-R(t+s)  | 13.27(0.79)   | 12.92(0.52)   | 13.41(0.78)   | 14.01(1.22)   |
| -L(t+s)         | 13.29(1.07)   | 12.84(0.79)   | 13.97(0.84)   | 13.97(1.05)   |
| 30mCS Dash(s)   | 4.09(0.13)    | 4.12(0.10)    | 4.18(0.13)    | 4.16(0.11)    |
| 60mCS Dash(s)   | 7.17(0.21)    | 7.31(0.18)    | 7.42(0.18)    | 7.33(0.18)    |
| 150mCS Dash(s)  | 17.25(0.56)   | 17.68(0.59)   | 18.08(0.62)   | 17.60(0.69)   |
| 10mRS Sprint(s) | 1.11(0.03)    | 1.12(0.05)    | 1.13(0.03)    | 1.14(0.04)    |
| 30mRS Sprint(s) | 2.97(0.13)    | 3.07(0.12)    | 3.09(0.13)    | 3.09(0.10)    |
| C. ロープ(s)       | 10.81(1.80)   | 12.96(3.57)   | 13.95(3.35)   | 8.41(1.31)    |
| 30m ボール走(s)     |               |               |               | 3.23(0.16)    |

(注) W 合計は上記4種目の中で、クリーンを除く3種目の総合記録とする。

図 22.3: コントロールテストの例 3[4][147]

表4 ソビエトのジャンパーのコントロール・テスト値

(ゾチコ・ソビエト・コーチ, 1985による)

| テスト項目 | 種別・性別            | 走高跳   |       | 走幅跳   |       | 三段跳   |
|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |                  | 男     | 女     | 男     | 女     |       |
| 1     | 記録 (m)           | 2.12  | 1.78  | 7.40  | 6.00  | 15.50 |
| 2     | 6歩助走 TJ (m)      | —     | —     | —     | —     | —     |
| 3     | 6歩助走利き脚五段跳 (m)   | —     | —     | —     | —     | 22.60 |
| 4     | 10歩助走 LJ (m)     | —     | 4.60  | 6.99  | 5.55  | 6.36  |
| 5     | 走幅跳 (m)          | 6.76  | 5.42  | —     | —     | 6.97  |
| 6     | 立 TJ (m)         | 9.17  | 7.30  | 9.23  | 7.95  | 9.47  |
| 7     | 立 LJ (m)         | —     | 2.53  | 3.03  | 2.65  | 3.04  |
| 8     | 10歩助走 TJ (m)     | 13.82 | —     | 13.53 | 11.65 | 14.91 |
| 9     | 立 HJ (cm)        | 82.8  | 70.8  | —     | —     | —     |
| 10    | 手を使わない立 HJ (cm)  | 59.6  | 47.1  | —     | —     | —     |
| 11    | 砲丸のバック投げ (4 kg)  | 16.87 | 11.91 | 13.60 | —     | 14.03 |
| 12    | 砲丸の前投げ (4 kg)    | 16.14 | 11.34 | —     | —     | 13.42 |
| 13    | バーベル・スクワット (W %) | 184.2 | 122.9 | 162.4 | 122   | 184.4 |
| 14    | スクワット・ジャンプ (W %) | 212   | 141   | 205   | 132.3 | —     |
| 15    | 5回のスクワット・タイム (秒) | —     | 5.0   | 4.8   | 5.12  | —     |
| 16    | ハイ・クリーン (W %)    | 101.3 | —     | 97.4  | —     | 147   |
| 17    | 100m ダッシュ (秒)    | 11.0  | 11.9  | 11.0  | 11.8  | 10.8  |
| 18    | 80m ダッシュ (秒)     | —     | —     | —     | —     | 8.53  |
| 19    | 60m ダッシュ (秒)     | 6.75  | 8.23  | 6.9   | 7.54  | 6.6   |
| 20    | 50m ダッシュ (秒)     | —     | —     | —     | —     | 5.6   |

(注) —はデータなし

図 22.4: コントロールテストの例 4[4][147]

#### コントロールテストの目的

- 記録に応じた各種目の目安値を参考にして自分の弱点を知る
- 定期的に行うことでトレーニングの効果を確認する
- 怪我からの回復具合を確認する

コントロールテストの目的は大きく分けて三つある。

一つ目の目的は記録に応じた各種目の目安値を参考にして、自分の体力的な弱点を知ることである。コントロールテストの多くは高跳びの記録に応じた各種目の目安値が公開されている。目安値に比べて著しく記録の低い種目があれば、それを自分の弱点と考えて練習の中で強化していけばよい。

コントロールテストの記録が良いければ高く跳べるというわけではないが、コントロールテストの結果が良い選手のほうが、悪い選手よりは記録を伸ばす素地がある。また、得意・不得意種目に偏りがあるとトレーニングの全面性の原則からも好ましい状態とは言えない。

二つ目の目的は定期的にコントロールテストを実施することでトレーニングの効果を確認することである。これは筋力を上げるトレーニングや走力を上げるトレーニングを行った結果、体力が向上していることを確認するために行う。著者である私の場合は冬季練習が始まる前、中間、後（シーズンインの直前）にコントロールテストを行うことで、トレーニングの効果を確認することが多かった。

特に高校生時代は顧問の先生の指導方針で、必ずコントロールテストによって自分の体力を常に把握するようにしていた。冬季トレーニングはウエイトトレーニングを中心に行っていたこともあり、ウエイトトレーニングの主要種目は必ず最大筋力を測定するようにしていた。

三つ目の目的は怪我からの回復具合を確認することである。著者である私の場合は大学時代に度々故障しており、故障する度に跳躍練習をいつ開始させればよいものか迷った。こうしたときに跳躍練習復帰の一つの目安としていたのがコントロールテストの結果である。故障後は普段のコントロールテストの結果に比べて遜色のないレベルまで記録が回復してから跳躍練習を再開するようにしていた。



## トレーニング編のおわりに

トレーニング論は技術論とは違い、理屈では語りきれない部分も多い。選手や指導者によって様々なトレーニングの思想があるし、同じ練習方法でも選手によって様々な目的で実施されている。

本書は著者である私が、一人の高跳び選手として取り組んできたトレーニング方法と、その考え方を紹介しているが、必ずしもこれが全ての高跳び選手に合った万能なトレーニング方法ではないと思う。

世の中には間違ったトレーニング方法も多いが、必ずこれが正解といったトレーニング方法もない。読者諸君は本書を参考にして試行錯誤しながら自分に合ったトレーニング方法を考えてほしい。

最後になったが、高い技術力の跳躍を行うためには、それに見合った高い身体能力が前提となっているということを忘れてはならない。走練習やウエイトトレーニングによる体の作り込みは、高い跳躍技術を身につける必須条件であり、技術練習と同じように重視して取り組んでほしい。

スランプに陥り記録が伸び悩んだときも、跳躍技術にばかり目を向けるのではなく、必ずそれを実現するためのトレーニング方法もセットで考えるようにしてほしい。

どんなスランプでも、あらゆる技術練習とトレーニングの組み合わせの中に、必ず記録を伸ばすための解決策がある。私から見れば、自分の可能性の限界に挑戦しきれていない選手がまだまだ多いように感じてしまう。多くの選手が技術的にも体力的にも未熟であるにも関わらず自分の可能性を早々に諦めているように見えてしまう。若手の選手はもっともっと貪欲に自分の可能性にチャレンジし、我々先輩選手の作った記録をどんどん更新してほしい。

「高きを思い、高きを求めよ、我等の住む家は天上にあればこそ！」。

若い読者諸君の健闘を祈る。





## 後書き

私が生まれた 1980 年代は高跳びの技術論もトレーニング論も技術革新の激しい時代だった。

大きな変化と言えばやはりベリーロールが無くなり、背面跳びの選手が増えたことだろう。私は小学生と中学生の前半はベリーロールで跳び、途中で背面跳びを始めた世代であり、ベリーロールで本格的に跳んでいた最後の世代となった。

指導者の考え方も大きく変わった時代だった。選手に練習を強要せず、自分で考え自由に練習させるようになった。選手が記録を伸ばす「きっかけ」も平等に与えるようになった。選手の多様性を理解して、一人一人に合った練習方法を考える指導者が増えた。

前世代の先輩選手の時代に「プロ並み」とされた技術やトレーニングは、私達の世代では普通の高校生や大学生が当たり前に行う技術やトレーニングになった。

私が 2003 年に跳んだ 225 は、私が生まれる少し前の 1976 年のモントリオールオリンピックの優勝記録（当時オリンピック記録）と同じ記録である。当時世界最高だった技術であっても 30 年もすれば日本の一学生ができる「当たり前」の技術になってしまうということだ。

どんな記録もいつかは誰かに更新されてしまう。その時々で最高だった技術もいつかは陳腐化して革新的な技術に取って代わられる日が必ずくる。今までがそうだったようにこれからもそうした歴史が繰り返されることだろう。

今から 30 年後の学生が 240 を跳ぶことは難しいかもしれないが、私はそんな時代がいつかくることを楽しみに待っている。

そうした時代が来れば、新しい世代の選手が「新しい教科書」を作成して、次の世代の後輩選手に新たな技術を伝えてくれることだろう。そう願っている。



## 関連図書

- [1] <http://www.rikuren.or.jp/athlete/rule/>.  
最終アクセス 2010/6/7.
- [2] J. Dapena. The evolution of high jumping technique:biomechanical analysis. *memorial lecture of ISBS 2002*, pp. 3-7, 2002.
- [3] 細谷真澄. 走高跳の技術についての一考察. 横浜国立大学教育紀要, Vol. 17, pp. 89-98, 1977.
- [4] 阪本考男. 走り高跳び. ベースボール・マガジン社, 1994.
- [5] <http://www.olympic.org/en/content/Olympic-Athletes/All-Athletes/Athletes-EN-to-EZ/-Ray-EWRY-/>.  
最終アクセス 2010/6/13.
- [6] <http://www.olympic.org/en/content/Olympic-Athletes/All-Athletes/Athletes-BA-to-BM/-Irving-Baxter-/>.  
最終アクセス 2010/6/13.
- [7] [http://www.bbc.co.uk/history/british/britain\\_wwone/olympics\\_1908\\_gallery\\_06.shtml](http://www.bbc.co.uk/history/british/britain_wwone/olympics_1908_gallery_06.shtml).  
最終アクセス 2010/6/15.
- [8] E. Bergvall. *THE OLYMPIC GAMES OF STOCKHOLM 1912 OFFICIAL REPORT*. WAHLSTROM & WIDSTRAND, 1912.
- [9] [http://www.dyestatcal.com/ATHLETICS/TRACK/STATE\\_BK/statehis.htm](http://www.dyestatcal.com/ATHLETICS/TRACK/STATE_BK/statehis.htm).  
最終アクセス 2010/6/20.
- [10] F. W. Dick. *HIGH JUMP*. British Athletic Federation, 1993.
- [11] <http://www.life.com/image/50547399>.  
最終アクセス 2010/6/21.
- [12] <http://www.olympic.org/en/content/Olympic-Athletes/All-Athletes/Athletes-FN-to-FZ/-Richard-Douglas-Fosbury-/>.  
最終アクセス 2010/6/22.

- [13] <http://www.sportvintage.it/2009/05/15/il-volo-di-volodja/>.  
最終アクセス 2010/6/24.
- [14] <http://www.iaaf.org/news/kind=2/newsid=42526.html>.  
最終アクセス 2010/6/26.
- [15] 高橋克実. 陸上競技マガジン 2010年4月号増刊 記録集計号 2009. ベースボール・マガジン社, 2010.
- [16] [http://www.jumpscoach.com.au/High\\_Jump.html](http://www.jumpscoach.com.au/High_Jump.html).  
最終アクセス 2010/6/27.
- [17] <http://www.olympic.org/en/content/Olympic-Athletes/All-Athletes/Athletes-BA-to-BM/-Iolanda-Balas-/>.  
最終アクセス 2010/6/26.
- [18] [http://www.bild.bundesarchiv.de/archives/barchpic/search/\\_1277613391/?search\[form\]\[SIGNATUR\]=Bild+183-W0716-0038](http://www.bild.bundesarchiv.de/archives/barchpic/search/_1277613391/?search[form][SIGNATUR]=Bild+183-W0716-0038).  
最終アクセス 2010/6/27.
- [19] [http://www.visittobulgaria.com/sport/dir.asp?d=0-4-stefka\\_kostadinova](http://www.visittobulgaria.com/sport/dir.asp?d=0-4-stefka_kostadinova).  
最終アクセス 2010/6/27.
- [20] [http://www.kyoto-np.co.jp/kp/sport/mandara/c\\_rikujo/ri127.html](http://www.kyoto-np.co.jp/kp/sport/mandara/c_rikujo/ri127.html).  
最終アクセス 2010/6/27.
- [21] <http://www.sakura.juntendo.ac.jp/JU-university/what/athene/list.html\#koshikawa>.  
最終アクセス 2010/6/27.
- [22] [http://www.daily.co.jp/olympic/peking/photo/photo11\\_0001351974.shtml](http://www.daily.co.jp/olympic/peking/photo/photo11_0001351974.shtml).  
最終アクセス 2010/6/27.
- [23] <http://hw001.gate01.com/babaaiai/>.  
最終アクセス 2010/6/28.
- [24] <http://www.osaka-u-athlete-club.com/record/field50.htm>.  
最終アクセス 2010/6/28.
- [25] 陸上競技マガジン 2008 5月号, 2008.

- [26] <http://www.chujo-u.ac.jp/t.f/history.htm>.  
最終アクセス 2010/6/27.
- [27] <http://www.mizuno.jp/mtc/report/2002/info200206/index2.html>.  
最終アクセス 2010/6/27.
- [28] 中村隆一ほか. 基礎運動学第6版. 医歯薬出版, 2004.
- [29] 松井秀治. 運動と身体の重心 各種姿勢の重心位置に関する研究. 体育の科学社, 1958.
- [30] 阿江通良, 湯海鵬, 横井孝志. 日本人アスリートの身体特性の推定. バイオメカニクス, Vol. 11, pp. 23-32, 1992.
- [31] 市村宗武, 狩野覚. 物理学入門. 東京化学同人, 2004.
- [32] <http://www.youtube.com/watch?v=7c-uz5v00u0&feature=related>.  
最終アクセス 2010/7/8.
- [33] 吉川恒夫. ロボット制御基礎論. コロナ社, 2000.
- [34] 臨床歩行分析研究会. 関節モーメントによる歩行分析. 医歯薬出版, 1997.
- [35] V. Zatsiorsky, editor. *Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention*. Wiley-Blackwell, 2000.
- [36] H. Kyrolainen J. Isolehto, M. Virmavirta and P. V. Komi. Biomechanical analysis of the high jump.
- [37] 阿江通良. ジュニアコーチングへのバイオメカニクスの応用 (講義会資料), 1996.
- [38] J. Dapena. How to design the shape of a high jump run-up. *Track Coach*, Vol. 131, pp. 4179-4181, 1995.
- [39] M. Ae J. Dapena and A. Iiboshi. A closer look at the shape of the high jump run-up. *Track Coach*, Vol. 138, pp. 4406-4411, 1997.
- [40] <http://jstshingi.jp/abst/p/08/805/shizuoka9.pdf>.  
最終アクセス 2015/6/26.
- [41] 阿江通良. 走高跳のコーチングとバイオメカニクス. 第一回陸上競技の医科学・コーチング国際会議 講演・発表論文集, 1999.
- [42] 月刊陸上競技 7月号, 2000.

- [43] 関岡康雄, 栗原崇志, 円城寺賢一. 走高跳における中助走跳躍に関する研究. 筑波大学体育紀要, Vol. 2, pp. 61-68, 1979.
- [44] [http://www.youtube.com/watch?v=TADJh\\_DZ0fE&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=TADJh_DZ0fE&feature=related).  
最終アクセス 2010/7/25.
- [45] [http://www.youtube.com/watch?v=h-tXB\\_QiH-E&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=h-tXB_QiH-E&feature=related).  
最終アクセス 2010/7/25.
- [46] J. Dapena. Mechanics of translation in the fosbury-flop. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 12, pp. 37-44, 1980.
- [47] J. Dapena. Mechanics of rotation in the fosbury-flop. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 12, pp. 45-53, 1980.
- [48] 大野義夫ほか. 入門コンピュータグラフィックス. 画像情報教育振興協会, 2001.
- [49] <http://www.youtube.com/watch?v=aeRr5GI0bfQ>.  
最終アクセス 2010/7/30.
- [50] <http://japanathletics.tv>.  
最終アクセス 2010/8/5.
- [51] <http://www.indiana.edu/~sportbm/p391-lectures/high-jump.pdf>.  
最終アクセス 2010/8/4.
- [52] [http://www.nacactfca.org/Aruba\\_High%20Jump%20%5BKompatibilit%C3%A4tsmodus%5D.pdf](http://www.nacactfca.org/Aruba_High%20Jump%20%5BKompatibilit%C3%A4tsmodus%5D.pdf).  
最終アクセス 2010/8/8.
- [53] <http://www.youtube.com/watch?v=4tINnWbqx6Y>.  
最終アクセス 2010/8/8.
- [54] <http://www.youtube.com/watch?v=U7nK5jqQMKw>.  
最終アクセス 2010/8/8.
- [55] 山本順一郎. 運動生理学 第2版. 化学同人, 2010.
- [56] [http://page.freett.com/ico3/training/m\\_cont.html](http://page.freett.com/ico3/training/m_cont.html).  
最終アクセス 2010/8/13.

- [57] [http://home.hiroshima-u.ac.jp/su/web2/sports\\_sci/muscle\\_c.pdf](http://home.hiroshima-u.ac.jp/su/web2/sports_sci/muscle_c.pdf).  
最終アクセス 2010/8/13.
- [58] [http://www.kenkozaidan.or.jp/healthy/kiso/kin\\_yousiki.html](http://www.kenkozaidan.or.jp/healthy/kiso/kin_yousiki.html).  
最終アクセス 2010/8/13.
- [59] 小林一敏. 走高跳の踏切についての力学的研究. 体育学研究, 第 24 巻 第 1 号, pp. 80–86, 1979.
- [60] 戸邊直人, 苅山靖, 林陵平, 木越清信, 尾縣貢. 走り高跳びの踏切局面における下肢 3 関節の力・パワー発揮特性. 体育学研究, Vol. 64, pp. 625–635, 2019.
- [61] <http://www.mcdavid.co.jp/supporter0200.html>.  
最終アクセス 2010/8/11.
- [62] [http://www.hone.co.jp/study/study\\_sport03.html](http://www.hone.co.jp/study/study_sport03.html).  
最終アクセス 2010/8/11.
- [63] <http://hone.ninpou.jp/seikei/anklesprain.htm>.  
最終アクセス 2010/8/11.
- [64] <http://www.esport-japan.com/taping/asics/taping01.html>.  
最終アクセス 2010/8/11.
- [65] E. Jacoby. *Winning Jumps and Pole Vault*. Human Kinetics, 2008.
- [66] [http://news.bbc.co.uk/sport2/hi/photo\\_galleries/photos\\_of\\_the\\_day/5375658.stm](http://news.bbc.co.uk/sport2/hi/photo_galleries/photos_of_the_day/5375658.stm).  
最終アクセス 2010/8/25.
- [67] <http://nrich.maths.org/2742>.  
最終アクセス 2010/8/30.
- [68] <http://hd.se/sport/2008/01/07/flash-kajsa-bergqvist-slutar/>.  
最終アクセス 2010/8/30.
- [69] <http://www.youtube.com/watch?v=lkBgLv9hGqc&feature=related>.  
最終アクセス 2010/8/30.
- [70] <http://www.youtube.com/watch?v=4Xzd52xwvbE>.  
最終アクセス 2010/8/30.

- [71] 東京大学教養学部統計学教室. 基礎統計学 I 統計学入門. 東京大学出版会, 1996.
- [72] 廣瀬毅士, 寺島拓幸. 社会調査のための 統計データ分析. オーム社, 2010.
- [73] 日本陸上競技連盟. 実践陸上競技 フィールド編. 大修館書店, 1992.
- [74] 渡辺輝也. スピードフロップの踏切技術に関するモルフォロジー的考察. スポーツ運動学研究, Vol. 19, pp. 71-83, 2006.
- [75] <http://www.iaaf.org/records/toplists/jumps/high-jump/outdoor/men/senior/2013>.  
最終アクセス 2014/1/19.
- [76] 四国新聞朝刊, 1997. 1997/4/3 (競技実施日).
- [77] 四国新聞朝刊, 1997. 1997/8/24 (競技実施日).
- [78] 四国新聞朝刊, 1999. 1999/2/14 (競技実施日).
- [79] 四国新聞朝刊, 1999. 1999/10/25 (競技実施日).
- [80] 四国新聞朝刊, 2000. 2000/6/4 (競技実施日).
- [81] 四国新聞朝刊, 2000. 2000/8/4 (競技実施日).
- [82] 日本陸上競技連盟. スポーツ Q&A シリーズ 実戦 陸上競技 フィールド編. 大修館書店, 1990.
- [83] 四国新聞朝刊, 2000. 岐阜インターハイ紹介記事.
- [84] <http://www.youtube.com/watch?v=HspzxKXhpzk>.  
最終アクセス 2013/7/7.
- [85] <http://www.youtube.com/watch?v=0Wy-0GLaptY>.  
最終アクセス 2013/7/7.
- [86] 月刊陸上競技 2002 年 8 月号, 2002.
- [87] 月刊陸上競技 2003 年 11 月号, 2003.
- [88] 石津希代子. 利きの発達と左右差. 日本大学大学院総合社会情報研究科紀要, Vol. 12, pp. 157-161, 2011.
- [89] 谷本道哉. 筋トレまるわかり大辞典. ベースボール・マガジン社, 2010.
- [90] 村木征人. トレーニング期分け論の形成・発展と今日的課題. 体育学研究, Vol. 44, pp. 227-240, 1999.



- [91] <http://www.gunma-sports.or.jp/taikyo/ikagaku/Ikouenn/yosii.pdf>.  
最終アクセス 2010/2/20.
- [92] <http://images.sumantospd.multiply.multiplycontent.com/attachment/0/SVjpfAoKCIEAAFzwfogl/478Periodization.pdf?key=sumantospd:journal:92&nmid=155933539>.  
最終アクセス 2011/2/26.
- [93] D. L. Smith S. A. Plowman. Exercise physiology for health,fitness,and performance. *Daryl Fox*, 2007.
- [94] <http://drsquat.com/content/knowledge-base/popular-training-systems-are-they-really-systems>.  
最終アクセス 2011/3/27.
- [95] H. Selye. Stress wuthout distress. *Lippincott Williams & Wilkins*, 1974.
- [96] <http://www.iaaf.org/medical/manual/index.html>.  
最終アクセス 2011/2/26.
- [97] <http://www.sirc.ca/newsletters/mid-aug07/documents/S-1048716.pdf>.  
最終アクセス 2011/3/5.
- [98] 青木純一郎, 佐藤佑, 村岡功. スポーツ生理学 (体育・スポーツ・健康科学テキストブック). 市村出版, 2005.
- [99] [http://www.youtube.com/watch?v=WVZ3ZcorTF0&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=WVZ3ZcorTF0&feature=player_embedded).  
最終アクセス 2011/5/29.
- [100] 福永哲夫 訳 R. W. Earle. NSCA パーソナルトレーナーのための基礎知識. 森永製菓株式会社健康事業部, 2005.
- [101] 長谷川裕 訳 J. C. Radcliffe. 爆発的パワー養成 プライオメトリクス. 大修館書店, 2004.
- [102] P. V. Komi. Measurement of the force-velocity relationship in human muscle under concentric and eccentric contractions. *Medicine and Sport:Biomechanics III*, Vol. 8, pp. 224-229, 1973.
- [103] 図子浩二. Ssc 理論を応用したトレーニングの可能性. トレーニング科学, Vol. 12(2), pp. 69-84, 2000.

- [104] 小林修, 金高宏文, 平田文夫. 立五段跳の総跳躍距離と各跳躍歩の関係についての分析. 陸上競技研究, Vol. 39(4), pp. 34-40, 1999.
- [105] [http://www.youtube.com/watch?v=7yZ3kp\\_IMk0&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=7yZ3kp_IMk0&feature=related).  
最終アクセス 2011/6/5.
- [106] <http://www.youtube.com/watch?v=Uaign0G5uY4>.  
最終アクセス 2011/6/7.
- [107] <http://web.uta.edu/faculty/cray/Courses/KINE%204396%205390/ch%2019PLYOMETRICSKINE4396.pdf>.  
最終アクセス 2011/7/8.
- [108] <http://www.youtube.com/watch?v=tvVr-Gca9FI>.  
最終アクセス 2011/7/14.
- [109] 日本陸上競技連盟. 実践陸上競技 トラック編. 大修館書店, 1992.
- [110] 阿部征次. 改訂版 スプリント・トレーニング・マニュアル. ベースボール・マガジン社, 2004.
- [111] 高野進. スポーツ・ステップアップ DVDSports シリーズ 陸上短距離走パーフェクトマスター. 新星出版社, 2008.
- [112] <http://speedendurance.com/2009/01/18/usain-bolt-training-regimen-video-the-start/>.  
最終アクセス 2012/5/20.
- [113] [http://www.strengthpowerspeed.com/Speed\\_Strength\\_Tips.htm](http://www.strengthpowerspeed.com/Speed_Strength_Tips.htm).  
最終アクセス 2012/5/20.
- [114] 金子公宥, 福永哲夫. バイオメカニクス 身体運動の科学的基礎. 杏林書院, 2004.
- [115] <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB%3ASquats.png>.  
最終アクセス 2011/6/12.
- [116] <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Leg-press-1-1024x670.png>.  
最終アクセス 2011/6/12.
- [117] T. R. Baechle 編 日本語版監修 福永哲夫 R. W. Earle. NSCA パーソナルトレーナーのための基礎知識. 森永製菓健康事業部, 2005.

- [118] 花岡美智子. イラストでよくわかる！スポーツ別筋力トレーニング最強バイブル. ナツメ社, 2004.
- [119] 小山裕史. 新トレーニング革命 初動負荷理論に基づくトレーニング体系の確立と展開. 講談社, 2000.
- [120] 鈴木正之. 改訂版 筋力トレーニング科学の理論と実際. 黎明書房, 2008.
- [121] <http://www.ishikawa-spc.jp/blog/index.php?e=26&PHPSESSID=0cd700bf2d260110fa7fcdf90eaf9a62>.  
最終アクセス 2011/8/18.
- [122] 谷本道哉, 石井直方. 使える筋肉・使えない筋肉 [理論編]. ベースボールマガジン社, 2008.
- [123] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2011/8/25.
- [124] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2011/9/3.
- [125] <http://www.gymideas.com/exercises/back/the-lat-pull-down/>.  
最終アクセス 2011/10/22.
- [126] <http://www.fitplus.co.jp/sma/basicknowledge/training/training004d.html>.  
最終アクセス 2011/10/23.
- [127] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2011/12/11.
- [128] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2011/12/17.
- [129] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2012/1/9.
- [130] [http://www.xfit.jp/index.php?option=com\\_content&task=view&id=283&Itemid=88](http://www.xfit.jp/index.php?option=com_content&task=view&id=283&Itemid=88).  
最終アクセス 2012/2/26.
- [131] <http://www.sokennet.co.jp/manual/pdfimage/cyokoryori.pdf>.  
最終アクセス 2012/2/26.
- [132] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2011/2/27.

- [133] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2012/3/4.
- [134] [http://www.nasca-japan.or.jp/journal/12\(7\)46-49.pdf](http://www.nasca-japan.or.jp/journal/12(7)46-49.pdf).  
最終アクセス 2012/3/5.
- [135] <http://www.fitfordutyinc.com/?p=261>.  
最終アクセス 2012/3/5.
- [136] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2012/3/9.
- [137] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2012/3/11.
- [138] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2012/3/12.
- [139] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2012/3/17.
- [140] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2012/3/17.
- [141] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2012/3/18.
- [142] <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.  
最終アクセス 2012/3/18.
- [143] J. Cronin D. Travis and M. McGuigan. Forms of variable resistance training. *Strength and Conditioning Journal*, Vol. 31(1), pp. 50–64, 2009.
- [144] 石井聡, 高妻容一. 講習会形式メンタルトレーニングプログラムの効果について (その2) . 東海大学スポーツ医科学雑誌, Vol. 18, pp. 69–78, 2006.
- [145] G. Kamen 翻訳足立和隆. 運動科学の基礎. 西村書店, 2012.
- [146] [http://www.cramer.co.jp/training/mental\\_01.html](http://www.cramer.co.jp/training/mental_01.html).  
最終アクセス 2014/9/7.
- [147] 日本陸上競技連盟. スポーツ Q&A シリーズ 実戦 陸上競技 フィールド編. 大修館書店, 1990.

# 索引

|                  |                |                             |
|------------------|----------------|-----------------------------|
| あ                | エラーバー          | 259                         |
| アーチ              | 遠心性収縮          | 109, 182, 194               |
| アームアクション         | 遠心力            | 80, 81, 99, 130, 144        |
| アームレッグクロスレイズ     | 往復走            | 648                         |
| アイソキネティック収縮      | オーバートレーニング     | 586, 588                    |
| アイソメトリクス         | 起こし回転          | 32, 139, 171, 176, 510, 619 |
| アイソメトリクストレーニング   | オリンピック         | 541, 556                    |
| アジアオリンピック評議会     | オリンピックバーベルシャフト | 691, 710                    |
| アジア室内            | か              |                             |
| アジア選手権           | 加圧トレーニング       | 672                         |
| アジア大会            | カーディオ・マシン      | 719                         |
| アジア陸上競技連盟        | カーブ走           | 618                         |
| アジア陸連            | カーフレイズ         | 698                         |
| アセンディング・ピラミッド法   | 回帰式            | 260                         |
| アップライトロウ         | 回帰分析           | 260                         |
| アブドミナルマシン        | 回帰変動           | 265                         |
| イースタンカットオフ       | 開脚ジャンプ         | 633                         |
| 移行期              | 快調走            | 643                         |
| 意識性の原則           | 外反捻挫           | 201, 208, 211               |
| 一般適応症候群 (GAS) 理論 | 可逆性の原理         | 583                         |
| 一般的準備期           | 角運動量           | 94, 215, 221                |
| 1分間走             | 加速局面           | 641                         |
| インターハイ           | 加速走            | 643                         |
| インターバル走          | 片足踏み切り         | 33                          |
| インナーマッスル         | 片側検定           | 257                         |
| ウエイトトレーニング       | 過負荷の原理         | 583                         |
| ウエイトトレーニングシューズ   | 慣性の法則          | 82                          |
| ウェーブ走            | 慣性モーメント        | 85, 221                     |
| ウエスタンロール         | 慣性力            | 80, 81, 100, 114            |
| ウォームアップ          | 関節モーメント        | 104, 109                    |
| 運動方程式            | 基本技術           | 31, 32                      |
| エアロバイク           |                |                             |
| エキセントリック収縮       |                |                             |
| F検定              |                |                             |

|             |                         |             |              |
|-------------|-------------------------|-------------|--------------|
| 帰無仮説        | 252                     | 国際陸連        | 538          |
| 逆 U 字曲線     | 723                     | 国民体育大会      | 535          |
| 逆 U 字理論     | 722                     | 誤差          | 261          |
| 求心性収縮       | 104, 182, 194           | 骨格筋         | 665          |
| 競技規則        | 33                      | 個別性の原則      | 585          |
| 競技者数        | 515                     | コンセントリック収縮  | 194, 628     |
| 曲線助走        | 126, 127, 130, 146, 523 | コントロールテスト   | 729          |
| 曲線助走ドリル     | 617                     | コンパウンドセット法  | 662          |
| 距離          | 268                     |             |              |
| 寄与率         | 263                     | さ           |              |
| 期分けトレーニング   | 589                     | サーキットセット法   | 662          |
| 筋温          | 600                     | サークル走       | 617          |
| 筋断面積        | 668                     | サイキングアップ    | 726          |
| 筋肥大         | 668, 670                | 最小 2 乗法     | 261          |
| 筋力          | 655                     | 最大筋力        | 656, 668     |
| クウォータスクワット  | 688                     | 最大速度局面      | 641          |
| 偶力          | 107                     | サイドブリッジ     | 703          |
| クールダウン      | 599                     | 坂ダッシュ       | 645          |
| 下り坂ダッシュ     | 645                     | サボリバネ       | 581, 596     |
| クラスター分析     | 267                     | 作用・反作用の法則   | 82           |
| クリアランス      | 215                     | 参加標準記録      | 538, 541     |
| クリアランスのドリル  | 623                     | 残差          | 261          |
| グリップ        | 676                     | 残差変動        | 265          |
| クロソイド曲線     | 134                     | 3 歩両脚踏み切り   | 625          |
| 警告反応期       | 586                     | 試合期         | 590, 591     |
| 頸反射         | 216                     | シーテッド・レグカール | 695          |
| 決定係数        | 263                     | シーテッド・ロウイング | 681          |
| 懸垂          | 680                     | 試技          | 33           |
| 減速局面        | 642                     | 試技時間        | 34           |
| 検定          | 252                     | 支柱          | 37           |
| 後傾          | 147, 149                | 実績値         | 261          |
| 後傾姿勢        | 32                      | 質的負荷        | 597          |
| 公式練習        | 605                     | シットアップ      | 699          |
| 公認記録        | 532                     | 室内競技会       | 608          |
| ゴールデングランプリ  | 534                     | ジャンピングスクワット | 690          |
| 股関節スクワット    | 685                     | 重回帰分析       | 260          |
| 国際オリンピック委員会 | 541                     | 週間練習計画      | 582, 595     |
| 国際大学スポーツ連盟  | 540                     | 自由脚         | 177          |
| 国際陸上競技連盟    | 538                     | 重心          | 83           |
|             |                         | 重心軌道        | 88, 124, 156 |

|                   |                         |                            |                         |
|-------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 重心高               | 117, 120, 123, 146      | スタート姿勢                     | 639                     |
| 重心動揺              | 124                     | スタートダッシュ                   | 643                     |
| 重心の軌道             | 32                      | スタンダードシャフト                 | 710                     |
| シューズ              | 38, 716                 | スティッキングポイント                | 659, 717                |
| 従属変数              | 260                     | ステップ長                      | 273                     |
| 重力                | 80, 81                  | ストラドル                      | 46, 179                 |
| ジュニア              | 535                     | SSC                        | 439                     |
| ジュニアオリンピック        | 535                     | SSC (ストレッチショートニングサイ<br>クル) | 628                     |
| 主要競技会             | 532                     | スネーク走                      | 618                     |
| 順位                | 35                      | スパイク                       | 38                      |
| 上昇姿勢              | 32, 511                 | スピード・パワータイプ                | 292, 306,<br>309        |
| 正面跳び              | 43                      | スピードタイプ                    | 290, 302, 304           |
| 助走                | 115                     | スミスマシン                     | 718                     |
| 助走距離              | 129                     | 正規分布                       | 258                     |
| 助走速度              | 117, 119, 122, 123, 274 | 世界記録                       | 39, 58, 62, 582         |
| 助走の組み立て           | 127                     | 世界室内                       | 550                     |
| 助走のドリル            | 615                     | 世界選手権                      | 538, 552                |
| 助走歩数              | 523                     | 赤筋 (遅筋, SO)                | 667, 669                |
| 助走練習              | 457, 614                | 接地                         | 122, 183, 197, 203, 276 |
| 助走路               | 36, 37, 43              | セットシステム                    | 661                     |
| 心筋                | 666                     | セット法                       | 661                     |
| シングル・スピードタイプ (女性) | 344,<br>357             | 説明変数                       | 260                     |
| シングル・パワータイプ (女性)  | 343,<br>355             | 全国高校総体                     | 536                     |
| シングルアーム           | 162, 169                | 全国高校陸上                     | 536                     |
| シングルセット法          | 661                     | 全国高体連陸上競技部                 | 532                     |
| 身体部分係数表           | 165                     | 全国小学生陸上                    | 536                     |
| 伸張性収縮             | 47, 174, 193, 628       | 全国小学生陸上競技交流会               | 536                     |
| 心理的リミッター          | 669                     | 全国中学陸上                     | 536                     |
| 垂直跳び              | 181, 182, 197           | 全助走                        | 612                     |
| 水分補給              | 606                     | 漸進性の原則                     | 584                     |
| スーパーサーキット         | 662                     | 全日中                        | 536                     |
| スーパーセット法          | 659                     | 全日本インカレ                    | 536                     |
| スクワット             | 663, 683, 685, 687, 688 | 全日本実業団                     | 536                     |
| スクワットパッド          | 711                     | 全変動                        | 265                     |
| スコアリングテーブル        | 561                     | 全面性の原則                     | 584, 609, 651           |
| 頭上記録              | 519                     | 専門的準備期                     | 590, 591                |
| スタート局面            | 639                     | 相関係数                       | 264                     |

|                  |                    |                 |                |
|------------------|--------------------|-----------------|----------------|
| 相関分析             | 264                | 直線助走ドリル         | 616            |
| 走練習              | 637                | 著者の跳躍           | 395            |
| ゾーン              | 723                | 著者の跳躍構成         | 506            |
| ソ連式ベリーロール        | 50, 52             | チンニング           | 680            |
| た                |                    | <i>TT</i>       | 644            |
| 大会のカテゴリ          | 560                | t 検定            | 255            |
| 体幹のトレーニング        | 699                | 抵抗期             | 586            |
| 体幹部              | 149                | ディセンディング・ピラミッド法 | 658            |
| ダイブ・ストラドル        | 50                 | テーピング           | 211, 427, 605  |
| タイムトライアル         | 644                | 適正身長            | 519            |
| ダイヤモンドリーグ        | 539                | 適正体格            | 518            |
| 対立仮説             | 252                | 適正年齢            | 520            |
| 立ち高跳び            | 40, 624            | デッドリフト          | 693            |
| タックスタイル          | 43                 | 10RM 法          | 657            |
| ダブル・スピードタイプ (女性) | 342, 353           | デンドログラム         | 272            |
| ダブル・パワータイプ (女性)  | 341, 351           | テンポ走            | 643            |
| ダブル・ブロックタイプ (女性) | 340, 349           | 等尺性収縮           | 195, 196       |
| ダブルアーム           | 162, 169, 170      | 等分散の検定          | 252            |
| ダブルクラッチ          | 511                | 登録              | 532            |
| ダブルレッグホップジャンプ    | 633                | トーイング走          | 646            |
| たまりバネ            | 581, 596           | ドーピング           | 566            |
| 単回帰分析            | 260                | 特異性の原理          | 583, 609       |
| 短縮性収縮            | 109, 194, 196, 628 | 独立変数            | 260            |
| 短助走              | 610                | 都道府県陸上競技協会      | 532            |
| ダンベル             | 713                | ドリル             | 604            |
| チーティング           | 659                | トレーニングの原理原則     | 583            |
| チェストプレス          | 677                | トレーニングベルト       | 709            |
| 力のモーメント          | 92                 | な               |                |
| 中間筋 (速筋, FOG)    | 669                | 内傾              | 140, 144, 149  |
| 中助走              | 611                | 内傾姿勢            | 32             |
| 超回復              | 587                | 内反捻挫            | 207            |
| 跳躍角              | 122                | 流し走             | 643            |
| 跳躍タイプ            | 281, 335           | ナローグリップ         | 676            |
| 跳躍ドリル            | 615                | ナロースタンス         | 687            |
| 跳躍練習             | 609                | 2分間走            | 649            |
| 直線助走             | 127                | 日本学生個人          | 536            |
|                  |                    | 日本学生対校          | 536            |
|                  |                    | 日本学生陸上競技連合      | 532            |
|                  |                    | 日本記録            | 39, 63, 67, 74 |



|                    |               |                                 |               |
|--------------------|---------------|---------------------------------|---------------|
| 日本 GP.....         | 534           | パワートレーニング.....                  | 627           |
| 日本実業団陸上競技連合.....   | 532           | 反射.....                         | 137           |
| 日本ジュニア室内大阪.....    | 535           | 反復性の原則.....                     | 585           |
| 日本ジュニア選手権.....     | 535           | ピーキング.....                      | 498           |
| 日本選手権.....         | 534, 543      | 膝関節スクワット.....                   | 685           |
| 日本中学校体育連盟.....     | 532           | ピッチ回転.....                      | 189, 192, 225 |
| 日本マスターズ陸上競技連合..... | 532           | 疲憊期.....                        | 586           |
| 日本ユース選手権.....      | 535           | ビハインドネックプルダウン.....              | 678           |
| 日本陸上競技連盟.....      | 532           | 標準偏差.....                       | 258           |
| 日本陸連.....          | 532           | 標本標準偏差.....                     | 258           |
| 乳酸.....            | 648           | 標本分散.....                       | 258           |
| 年間練習計画.....        | 590           | 標本平均.....                       | 258           |
| 年齢別の世界最高記録.....    | 521           | ピラミッド法.....                     | 658           |
| ノーチラスマシン.....      | 717           | ピリオダイゼーション.....                 | 586, 589      |
| 上り坂ダッシュ.....       | 645           | フォーストレップ法.....                  | 659           |
| ノンロック法.....        | 672           | フォスベリー・フロップ.....                | 51            |
| <b>は</b>           |               | フォワードランジ.....                   | 689           |
| バー.....            | 37            | 負荷走.....                        | 647           |
| ハードルジャンプ.....      | 633           | 腹筋.....                         | 704           |
| ハーフスクワット.....      | 688           | 不偏推定値.....                      | 258           |
| バーベル.....          | 713           | 踏み切り足.....                      | 522           |
| バーベルシャフト.....      | 710           | 踏み切り位置.....                     | 32            |
| バイオメカニクス.....      | 104           | 踏み切り時間.....                     | 32            |
| 背筋.....            | 706           | 踏み切り動作.....                     | 171           |
| パイクジャンプ.....       | 633           | 踏み切り動作のドリル.....                 | 619           |
| ハイクリーン.....        | 691           | 踏み切り板.....                      | 613           |
| 背面跳び.....          | 51            | プライオメトリクストレーニング.....            | 627           |
| ハイレップス法.....       | 672           | フラット・ピラミッド法.....                | 658           |
| バウンディング.....       | 629           | プラトー現象.....                     | 581           |
| 派遣設定記録.....        | 538, 541      | 振り上げ脚... 32, 162, 174, 177, 278 |               |
| はさみ跳び.....         | 43            | フリーウエイトトレーニング.....              | 654           |
| パス.....            | 33            | 振り子理論.....                      | 726           |
| 8の字走.....          | 617           | フルスクワット.....                    | 440, 688      |
| 白筋(速筋, FG).....    | 667, 669      | プレート.....                       | 711           |
| バックエクステンション.....   | 701           | ブロック.....                       | 32, 445       |
| パフォーマンススコア.....    | 560           | ブロック・パワータイプ.....                | 297, 318, 320 |
| パワー.....           | 104, 109, 627 | ブロック動作.....                     | 137           |
| パワークリーン.....       | 691           | フロントスクワット.....                  | 685           |
| パワータイプ.....        | 313, 316      | フロントネックプルダウン.....               | 679           |

|                   |               |                   |                             |
|-------------------|---------------|-------------------|-----------------------------|
| フロントブリッジ.....     | 703           | ラットプルダウン.....     | 678                         |
| 分割走.....          | 644           | ランキングスコア.....     | 560                         |
| 分習法.....          | 609           | ランニング・スピードタイプ.... | 299                         |
| 平滑筋.....          | 666           | ランニングアーム.....     | 162, 168, 359               |
| ベリーロール.....       | 46, 53        | ランニングシューズ.....    | 716                         |
| 変形ダッシュ.....       | 644           | ランニングタイプ（女性）..... | 359                         |
| 変速走.....          | 644           | 力積.....           | 118, 147                    |
| ベンチプレス.....       | 675           | リストストラップ.....     | 715                         |
| ポゴジャンプ.....       | 633           | リズム.....          | 126, 402                    |
| 補助助走.....         | 127, 438      | 両足踏み切り.....       | 33                          |
| ボックスジャンプ.....     | 632           | 両側検定.....         | 257                         |
| ホッピング.....        | 631           | 量的負荷.....         | 597                         |
| ホッピングジャンプ.....    | 633           | リラクゼーション.....     | 726                         |
| 母分散.....          | 258           | 理論値.....          | 261                         |
| <b>ま</b>          |               | 類似度.....          | 270                         |
| マーカー.....         | 36            | ルーティン動作.....      | 727                         |
| マクロサイクル.....      | 589           | ルーの法則.....        | 583                         |
| マシンウエイトトレーニング.... | 652           | ルール.....          | 31, 33                      |
| マット.....          | 33, 36        | 歴史.....           | 31, 39, 40, 59, 63, 71, 582 |
| マルチセット法.....      | 661           | レッグエクステンション.....  | 697                         |
| マルチパウンデッジ法.....   | 660           | レッグカール.....       | 695                         |
| ミクロサイクル.....      | 589           | レッグプレス.....       | 694                         |
| ミディアムグリップ.....    | 676           | レペテーション.....      | 644                         |
| ミルキングアクション.....   | 603           | 練習計画.....         | 581                         |
| 無効試技.....         | 33            | 練習の目標設定.....      | 567                         |
| メゾサイクル.....       | 589           | ローマンベンチ.....      | 701                         |
| メディスンボール投げ.....   | 634           | ロールオーバー.....      | 45, 63                      |
| メンタルトレーニング.....   | 721           | ロール回転.....        | 189, 192, 225               |
| モーメントアーム.....     | 92            | ロック系体幹トレーニング..... | 703                         |
| 目的変数.....         | 260           | ロングジョグ.....       | 649                         |
| <b>や</b>          |               | <b>わ</b>          |                             |
| 有意水準.....         | 252           | ワールドランキング.....    | 560                         |
| ユース.....          | 535           | ワイドグリップ.....      | 676                         |
| ユニバーシアド.....      | 540           | ワイドスタンス.....      | 687                         |
| ヨー回転.....         | 189, 192, 225 |                   |                             |
| <b>ら</b>          |               |                   |                             |
| ライニング・レッグカール..... | 695           |                   |                             |
| RICE 処置.....      | 207           |                   |                             |

■著者略歴

真鍋 周平（まなべ しゅうへい） 1982年8月31日生まれ

【競技歴】

1993年度 143cm

1994年度 150cm

1995年度 165cm

1996年度 176cm

1997年度 204cm 全日中3位 ジュニアオリンピックク1位

1998年度 210cm ジュニアオリンピックク1位

1999年度 215cm 世界ユース5位 全国高校総体2位 国体1位

2000年度 220cm 全国高校総体1位

2001年度 214cm

2002年度 223cm 日本選手権5位 日本学生種目別選手権1位

2003年度 225cm 水戸国際5位 スーパー陸上2位 関西学生記録

2004年度 218cm アジア室内3位 日本選手権7位

2005年度 202cm

2006年度 210cm 日本選手権7位

2007年度 215cm 全日本実業団2位

2008年度 205cm

2009年度 195cm

2010年度 205cm 全日本実業団8位

2011年度 201cm

2012年度 205cm

2013年度 201cm

2014年度 200cm

2015年度 195cm

2016年度 197cm

2017年度 190cm

2018年度 190cm

2019年度 190cm

2020年度 180cm

2021年度 182cm

© 2022 真鍋周平