

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。

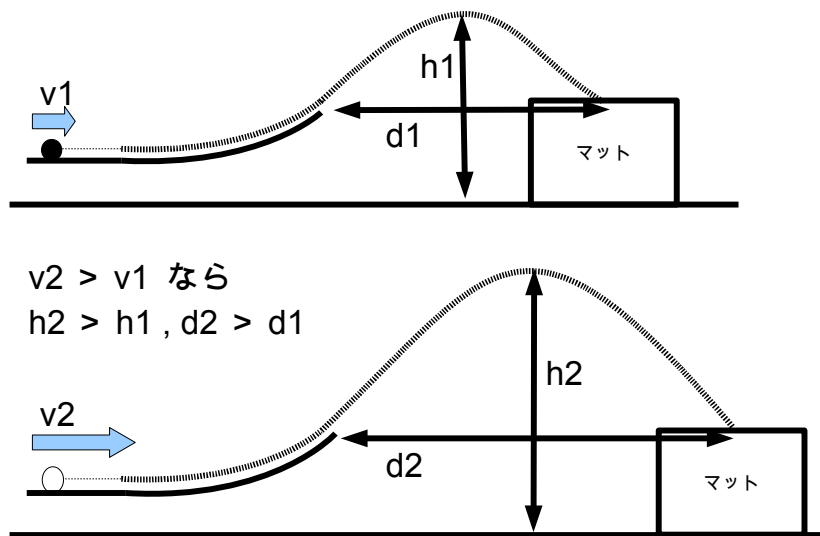


図 3.1: 助走速度と跳躍高

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。

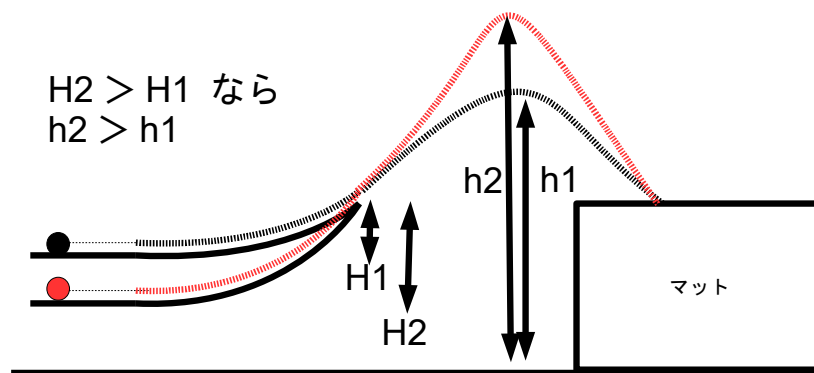


図 3.2: 重心の鉛直方向の移動幅と跳躍高

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]。

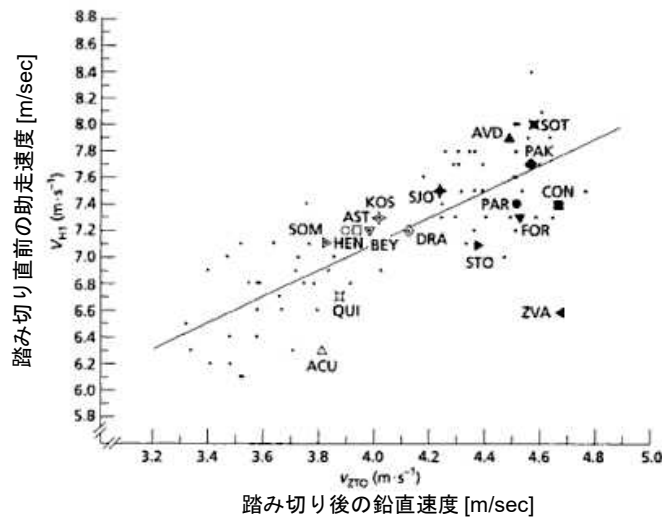


図 3.3: 助走速度と踏み切り後の鉛直速度の関係 [35]

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。

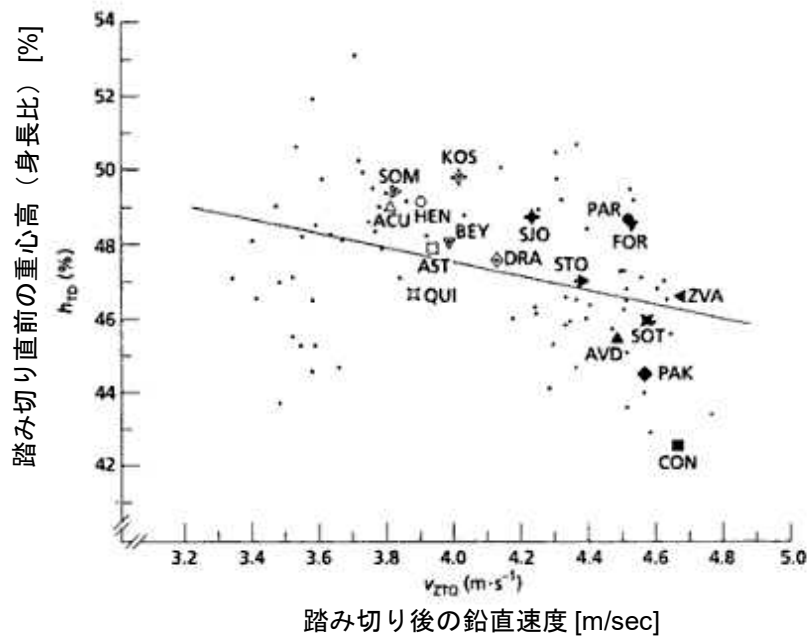


図 3.4: 踏み切り直前の重心高と踏み切り後の鉛直速度の関係 [35]

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。

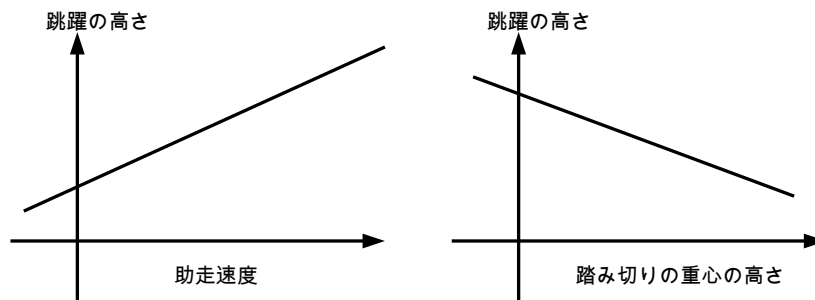


図 3.5: 助走は速く・低くが高く跳ぶためのコツ

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	$V_h TD$	$V_h TO$	ΔV_h	$V_v TD$	$V_v TO$	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
Nicoia 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の 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]。

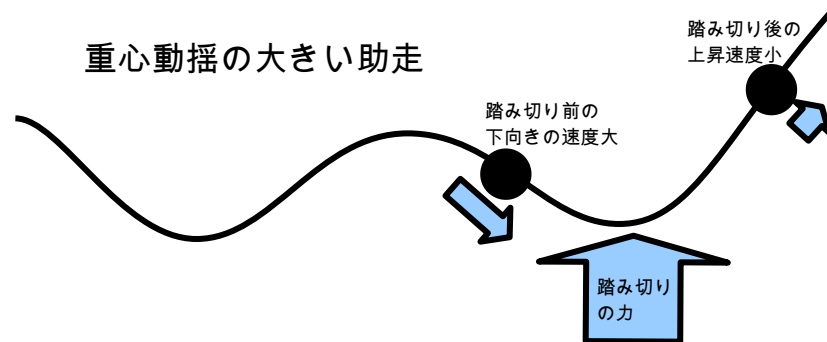


図 3.8: 助走の重心動揺と跳躍の関係（重心動揺大）

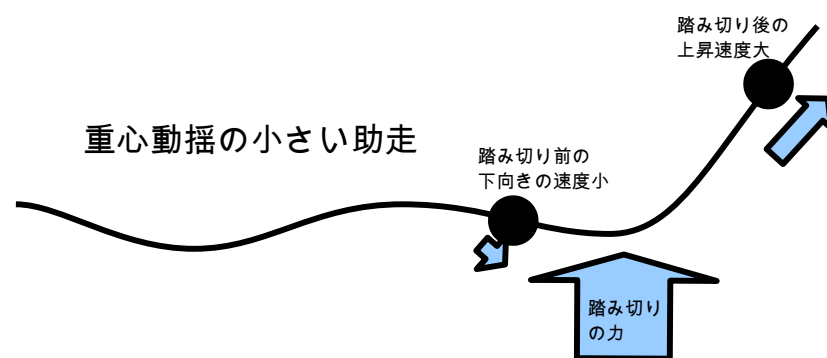


図 3.9: 助走の重心動揺と跳躍の関係（重心動揺小）

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。

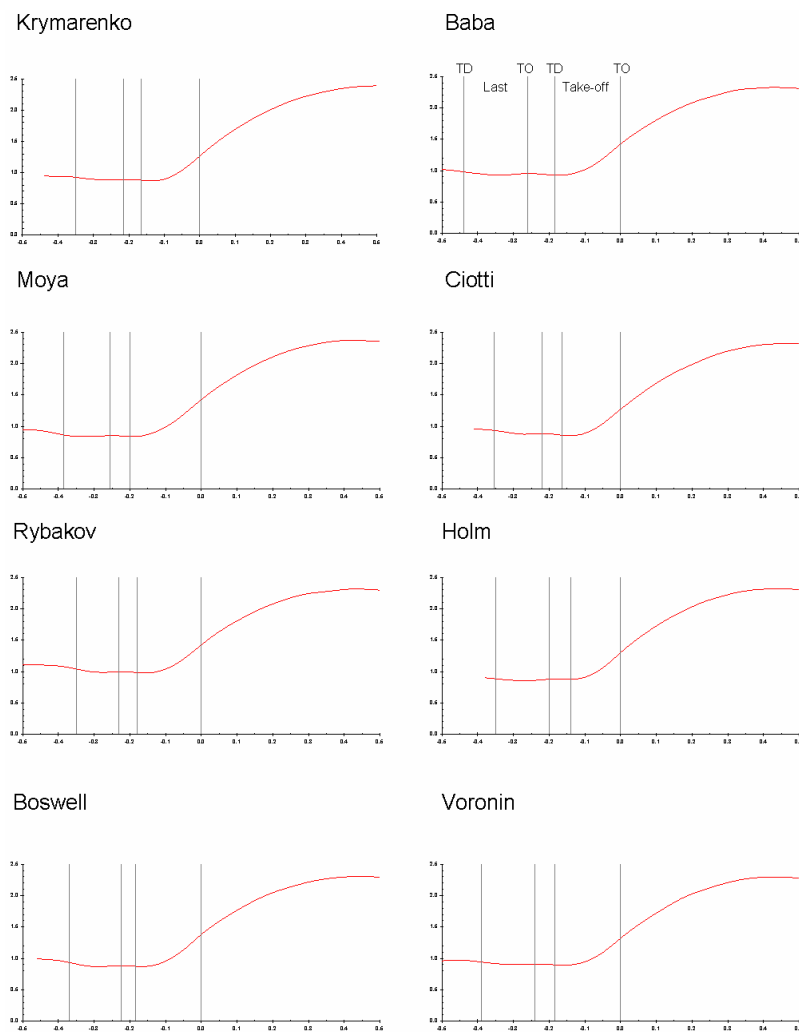


図 3.10: 踏み切り前の重心の軌道 [36]

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。

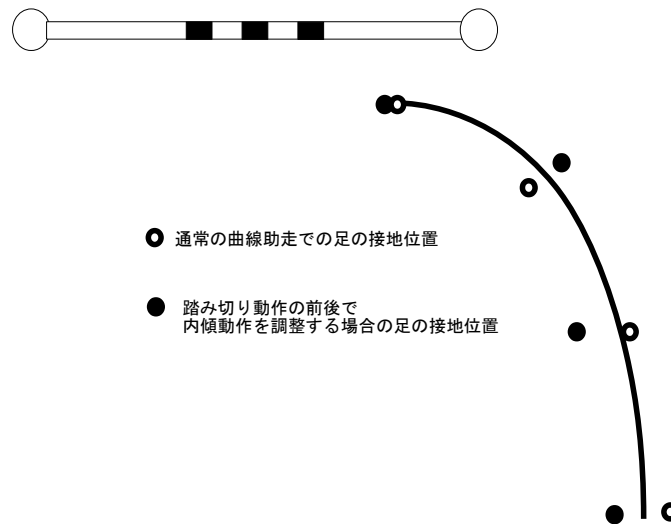


図 3.11: 助走の軌道と重心のコントロール

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

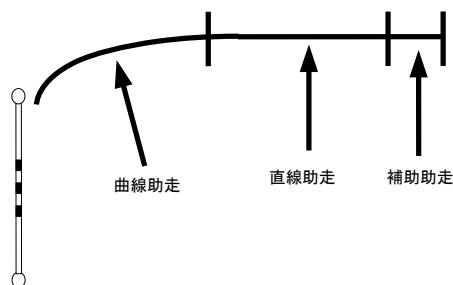


図 3.12: 高跳びの助走

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。

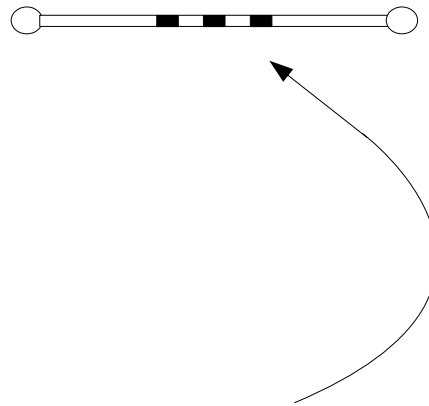


図 3.13: 特殊な助走の例

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.

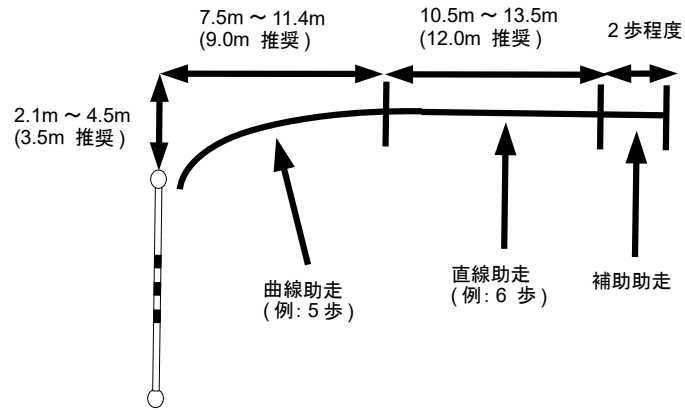
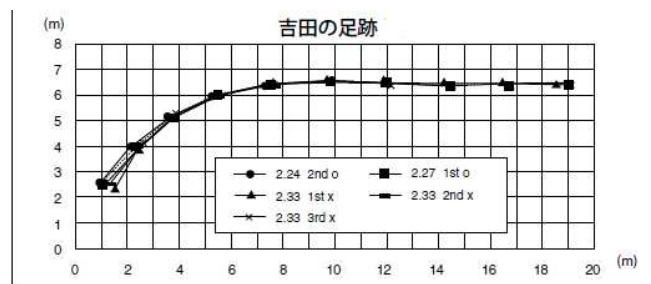
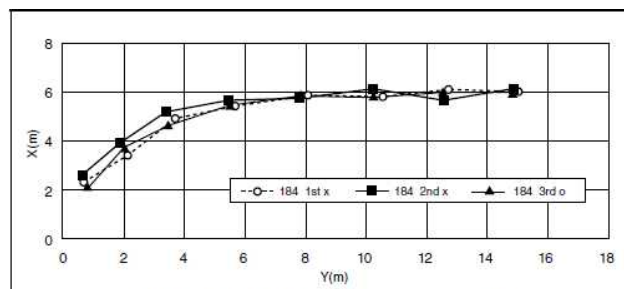


図 3.14: 助走距離の目安



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。

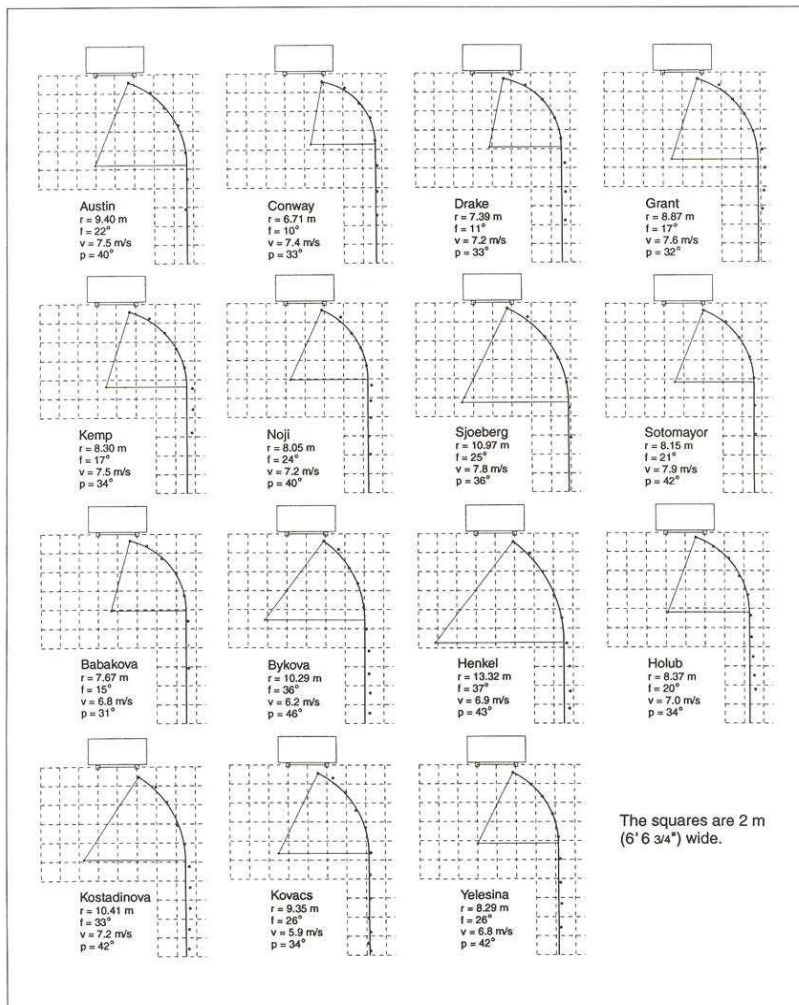


图 3.16: 曲线助走経路 [39]

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。

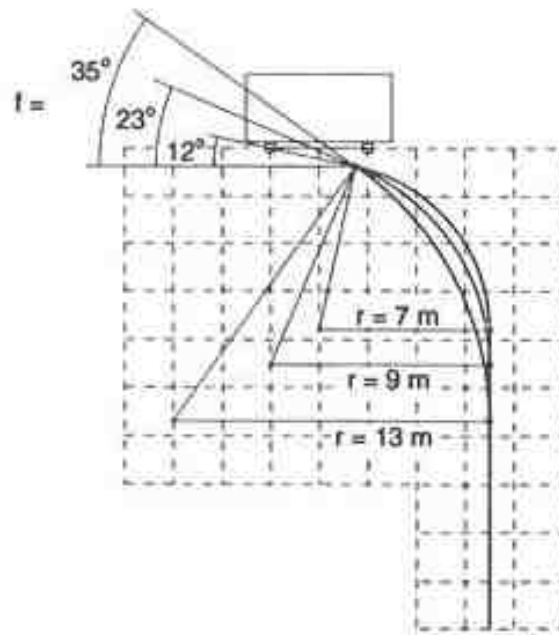


図 3.17: ある仮定に基づく助走軌道 [39]

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。

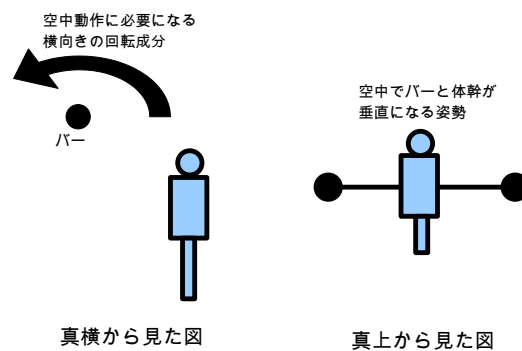


図 3.18: クリアランスに必要な角運動量の確保

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 ρ 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。

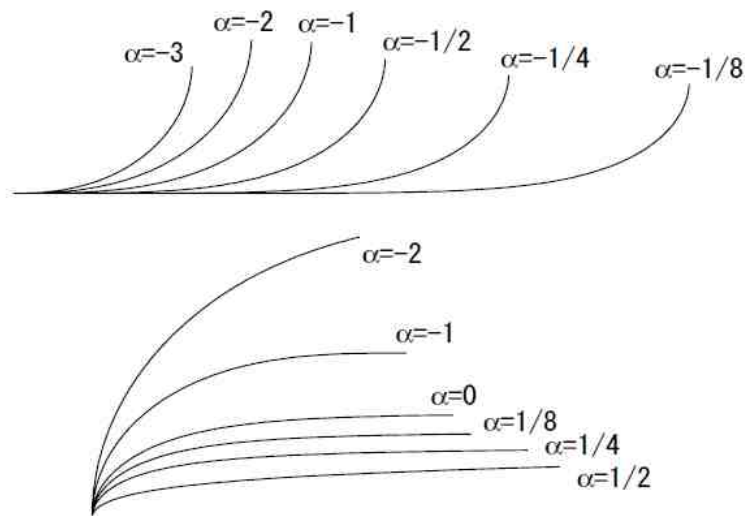


図 3.19: 様々な曲線 [40]

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。

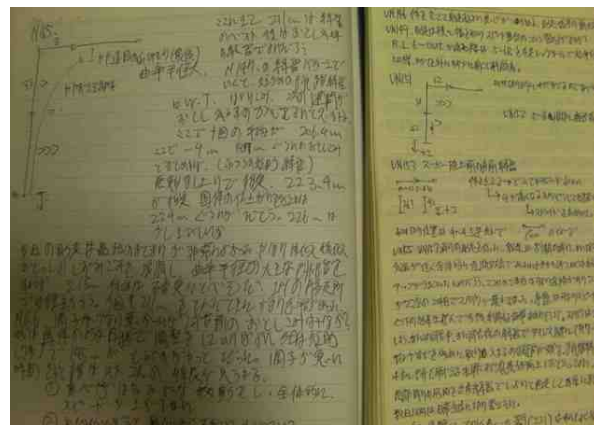


図 3.21: 筆者の練習日誌

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。

