

陸上競技の身体運動（走・跳）の発生とそれを支えるメカニズムを考える

山崎 健（新潟支部）

はじめに

陸上競技の身体運動での「走運動」は水平移動でありながら空中を「跳んでいる（遊脚相といいます）」点で歩行とは大きく異なっています。

人類進化のプロセスにおいて「直立二足歩行」が重要な役割を果たしたのは間違いないのですが、最近の研究ではチンパンジー（ボノボも）と人類との「共通祖先」は二足歩行も行ってたのではないかという見解が示されています（J.デシルヴァ：赤根洋子訳、直立二足歩行の人類史—人間を生き残らせた出来の悪い足、文芸春秋、2022年）。

つまりチンパンジーなどの樹上生活への適応は「腕歩行（ブラキエーション）に特殊化」したもので、強靱な上肢（人間の数倍強力）と背屈しにくい掌で樹上生活の「王者」になったため、地上での四足歩行では「ナックルウォーキング」というこぶし側で支える特別な歩行パターン（ゴリラも同じ）をせざるを得なくなったのではないかと考えられています。

どうやら四足歩行から直立二足歩行に進化した訳ではないようで、樹上生活が不得意だったヒトのご先祖様が、食べ物の豊富な熱帯雨林を「追い出され」て、疎林や草原に進出せざるを得なかったようなのです。

420 万年前とされるラミダス猿人の足の指は親指が他の 4 本と独立して樹上や地上

で二足歩行をしていたようなのですが 370 万年前とされるアファール猿人の段階では「足跡の化石」も見つかっていて「踵をつけてしっかりと集団で歩いていた」ことが指摘されています。

現棲類人猿（サル）は踵が小さいのでうまく歩けません。「訓練」によりヒトのように多少は効率よく歩けるようになり骨や筋も変化するようです（京都大学・平崎鋭矢准教授）。

完成された直立二足歩行は、サルの二足歩行に比べて効率が高い（10 数%程度）のですが、エネルギー効率として考えるとランニング（持久走）の方がはるかに高い（50%程度）ことがわかっています。これは土踏まずのバネと太いアキレス腱でのエネルギー蓄積（リバウンドのバネ効率）、更に大殿筋や項靱帯などの働きや前庭器官でのバランス保持機能などが相まって実現されています（D.リーバーマン、人体 600 万年史、早川書房、2015 年）。

「直立二足歩行」は、200 万年ころまでに手足の長い「ホモ・エレクトス」の段階での「持久狩猟」に起源をもつと推定されています。体毛の減少と発汗による体温調節能を持ったホモ・エレクトスは、体温調節能を持たないアンテロープなどの獲物を、集団で連携して緩急をつけ 30Km ほど追跡して「熱中症」にして動けなくして仕留めていました。昼間の暑い草原では危険動物であ

るサーベルタイガーなども「寝ている」ので、数 10Kg の獲物を宿営地に持ち帰ることができたようです。

狩猟での投擲具の使用については、ネアンデルタール人は強靱な体格を生かした「肉弾戦」でマンモスなどの獲物を 3m もの槍で直接仕留めていたようですが近年「投げる槍 (2m50 程)」使用の可能性も指摘されています。一方非力なホモ・サピエンスは、細めの槍を投擲具 (アトラトル) を用いて集団で連携して 100m 程とばして仕留めていたようです (NHK、人類誕生、2018 年放映 / ネアンデルタール人の真の姿、2021 年放映)。



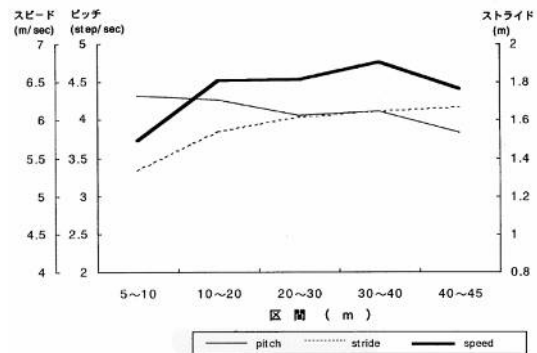
(投擲具：アトラトル)

「走」と「跳」のメカニズム

歩行では両脚が空中にある「遊脚相」が存在しないため足首や膝を固定しての「バネ効率」を利用することができません。ところが競歩競技のトップクラスの選手では 29% もの運動効率 (一般の選手では 17% 程度) を生み出していることが指摘されています (金子敬二、競歩におけるトップアスリートの技術、体育の科学、第 41 巻 4 号、1991 年)。これは振り出した脚の接地の瞬間に膝関節を伸展・固定することでバネ効率を利用しておりそれを移動速度に変換する特徴

的な身体の動きと相まって驚異的な運動効率を実現しているようです。

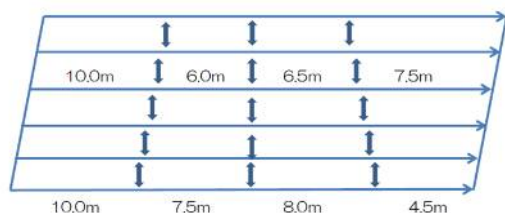
走動作では「速度」が優先されますが跳動作では「距離」が優先されます。「ケンパリング」の間隔を 50cm から徐々に伸ばして設定するスキップドリルでは、「歩」⇒「走」⇒「跳」と変化することを体験できます。間隔が 1m50 で走運動から跳運動になる人もいれば 2m50 でも走運動を維持できる人もいます。いわゆる「オーバーストライド」とされる現象は走運動が破綻して跳運動になってきていることを示しています。私たちが行った小学生のスプリントドリル実験では、未学習の小学生ではストライドがどんどん広がって「失速」していましたが、様々な「スキップドリル」を学習するとストライドが狭くなりピッチが向上して失速しなくなります (山崎健・石山和人、トレーニングによる小学生の疾走動作の変容、陸上競技紀要 第 11 巻、1998 年)。



(オーバーストライドでスピード低下)

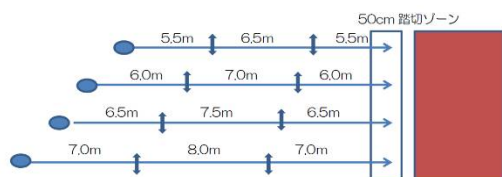
また、100m10 秒台のスプリンターと長距離ランナーを対象とした「50m ミニハードドリル」の実験では、長距離ランナーよりも短距離スプリンターにピッチと疾走速度の改善が見られたことから、スプリンターではスプリント走の「内部モデル」を持つ

ておりミニハードルドリルがピッチとストライドの適切な関係に「収斂した(ソフトウェア的適応)」のではないかと考えています(山崎健・斎藤麻里子、一過性のドリルによるスプリントパフォーマンスの変容、陸上競技紀要 第15巻、2002年)。



(ミニハードルドリルの設置例)

走動作から跳動作への変換(走幅跳)については、ミニハードル2台をセットして3台目相当位置を踏切動作とする走幅跳を行う12歩助走のドリルの有効性を検討しました。“ポ・ポ・ポ・ポソ・ポ・ポ・ポ・ポソ・ポ・ポ・ポ・ポ〜ソ”というリズムで実施する課題では、いわゆる「パウエル型」と「ルイス型」への対応が見られることがわかりました(山崎健、陸上競技のサイエンス、体育科教育 第55巻6号、2007年)。



(12歩助走走幅跳の設置例)

様々なスキップドリルを考える

走や跳の運動では足関節や膝関節を軽く固定してバネを生み出す感覚が重要です。

そしてその感覚を学習するために様々なドリルが工夫されています。またこれらのドリルは安全性確保のための「準備運動として強制する？」こともできます。

① スキップ

幼児のころから行っている代表的なドリルはスキップ運動で、同じ脚で連続して「跳ね」ます。膝を上げすぎると反動で腰が落ちて姿勢が崩れてしまうので「スキップ感」を大事にしてください。またテンポを速くしたり遅くしたりして「跳ねの違いを感じる」ことが重要です。

② ツー・スキップ

陸上選手の代表的なドリルが「ツー・スキップ」です。腕振りはランニングのように肘を曲げて後ろにしっかり振ります。膝を上げすぎると姿勢が崩れてしまうので注意してテンポも変えて実施します。



タッタ、タッタ、タッタ、タッタ

③ 3歩アクセントのツー・スキップ

三步目でやや高く跳びあがると次の三步目は「逆脚」で高く跳びあがることとなります。また左右にカーブしながら行うバリエーションもあります。

④ ワン・ツー・スキップ

大人でも難しいのが「ワン・ツー・スキップ」です(市民ランナーでも上手くできない方がいます)。“ワン”で踏切った脚を“ツー”で引き上げながら反対脚で支えます。「ワン・ツー・スリー・フォー」「ワン・ツ

一・スリー・フォー」と4拍子で同じ踏切脚の引き上げを繰り返して練習します。次に反対脚でも練習します。これも膝を上げすぎると腰が落ちて姿勢が崩れてしまうので注意してください。

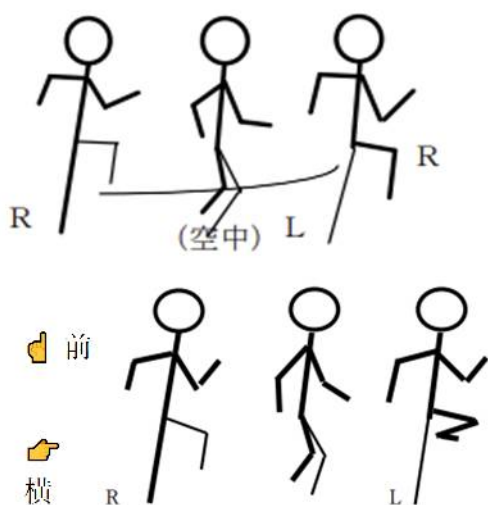


⑤ 左右切替えワン・ツー・スキップ

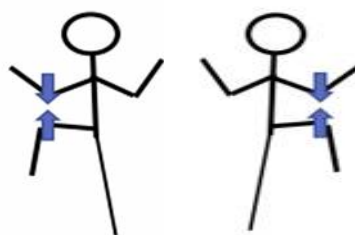
「イチ・ニ・サン」「ニイ・ニ・サン」「イチ・ニ・サン」「ニイ・ニ・サン」と3拍子で実施すると引き上げる脚が入れ替わります。④のワン・ツー・スキップが出来るとなってから練習してください。

⑥ ハードル・スキップ

「イチ・ニ・サン」で前に引き上げたら「ニイ・ニ・サン」では反対脚を横に引き上げます。この動作が上手くできないとハードリングの抜き脚の操作がうまくいかないようです。



⑦ ラジアン



いわゆる「コーディネーション・トレーニング」で実施されている方法で「ツー・スキップ」の引き上げ脚を横に出して肘と膝を近づけます。体幹がグニャグニャしないように注意します。

⑧ 両脚リバウンド（プライオメトリクス）ジャンプ

両脚同時連続ジャンプの際、2回目以降は膝関節を軽く固定し、なるべく短い接地時間で「リバウンド感」のあるジャンプを実施します。膝関節の「屈曲-伸展」動作での「間延びした跳躍」ではなく瞬間的に「跳ね」ます。あまり高く跳び上がると上手くできませんので「軽く跳ねる感覚」で実施してください。

⑨ 両脚ボックスジャンプ

10cm程度の台（ステップ台）を左右において脚を乗せ真ん中へ軽く跳び下りて⑧の「両脚同時ジャンプ」を行い、左右の台に脚を戻し、連続ジャンプを行います。膝の「屈曲-伸展動作」ではなく接地時間の短い動作になるよう注意して下さい。

以上のようなスキップ・ドリルはどれも「弾む（リバウンド）感覚」を学習するものなので「力強さ」ではなく、足首や膝の関節を軽く固定して「軽やかなリズム感」を重視して取り組むことが重要です。

<http://aka.gmob.jp/yamakensensei/papers/index.html>