

走幅跳における踏切の動作解析の検討

横川 怜子 星川 秀利 玉木 啓一

The study of motion analysis in long jump takeoff

Reiko YOKOKAWA, Hidetoshi HOSHIKAWA and Keiichi TAMAKI

Abstract

The purpose of present study was to examine motion analysis for long jump by using personal devices. After takeoff, increased knee flexion speed of takeoff leg caused fall of the trunk. During take-off phase, the deep knee flexion caused slow speed of approach run. It brought bad result. Just after take-off, powerful pulling action of arm of opposite from takeoff leg, it raised the trunk. It produces good result.

In conclusion, motion analysis by using personal devices produces useful information of sports skill and training.

Key word : motion analysis, long jump

キーワード：動作解析，走幅跳

スポーツの指導や、トレーニングには、いわゆる指導者の経験や「勘」に依存する部分が多い。このこと自体否定すべきものではないが、指導者の主観を選手が正確に理解するためには、両者の主観が一致する必要がある。しかし、これらが全く一致することは非常にまれである。この溝を埋めるために、科学に期待が寄せられる。

スポーツにおける動作解析等のバイオメカニカルな研究には、数千万円の高価な機器を必要とし、研究機関において一流選手のデータが分析されることが多いが、その数は限られる。そのため、ナショナルレベルのコーチでも、自分の選手の分析をしてもらう機会にはなかなか恵まれない。近年、ビデオカメラや、パーソナルコンピュータのマルチメディアへの対応など、個人レベルで動作解析をする環境が揃いつつある⁽¹⁾。しかしながら個人レベルの機器・機材で、スポーツの具体的分析を行う手法や手順はまだ確立されていない。

走幅跳の跳躍記録は、主に「疾走能力」・「踏

み切り力」・「技術」の3要素によって構成されている⁽²⁾。さらに技術面は、「助走」・「踏切」・「空中」・「着地」の4つに分類することができるが⁽²⁾、その中で特に重要とされているのは「踏切」である。この時に「助走スピード」と「高く上がる」ことが重要である⁽³⁾など、「踏切」について多くの研究がなされている^{(2),(4)}。しかしながら、それらの研究は「水平力積」や「身体全体の跳躍角」についてのものが多く、「踏切脚」についての研究は少ない。

そこで本研究では、陸上競技の走幅跳を例に挙げて、個人レベルのハードとソフトを用いたバイオメカニカルな分析を行い、実際のトレーニングや技術指導への可能性を検討した。

方 法

被験者は、女性陸上競技跳躍選手1名（競技歴6年，踏切脚は右脚）であり，走幅跳の試技を3

回行させた。

ビデオカメラ (CCD-V800, Sony) を踏み切り板の側方に設置し、跳躍中の被験者を右側面方向からシャッタースピード1/1000秒で撮影した。踏切板からビデオカメラまでの距離は5.5mで、踏切前後の距離を推定するために、踏切板の前後1mにラインを引いた。また、助走距離は3本の跳躍とも29.3mに統一した。

記録したVTR画像をコンピュータ (Power Mac G3, Apple) に取り込み、画像編集ソフト (Photoshop Ver 5.0, Adobe) 上で毎秒60フィールドに変換した。

これらの画像データについて、画像処理アプリケーション (NIH Image Ver 1.61, National Institutes of Health) を用いて、踏切脚について、大転子、大腿骨外側顆、腓骨外顆およびつま先の4ヶ所を各フィールド毎にデジタル化し、各点の位置座標 (720×480) を読み取った。なお、本研究で用いた解析法の妥当性については、先行研究⁽¹⁾で記した。

位置座標データから膝関節角度を求め、これらの中心差分からサンプリング間隔 (0.0167秒) で除すことで関節角速度を求めた。同様に、腰 (大転子) の水平・垂直速度は、位置座標データの中心差分を取り、サンプリング間隔で除すことで算出した。

なお、本研究では踏切時の動作分析を主とする為、踏切動作 (接地から離地) 前後を分析した。

また、各3本のデータは踏切時間を0とし正規化した。

結 果

表1に、踏切後の跳躍距離及び腰の跳躍角度を示した。跳躍距離は、2本目が4.31mと最も長く、以下3本目4.20m、1本目4.12mの順であった。そして、跳躍角度は、2本目が20.4度、1本目が18.3度、3本目が16.0度であり、最もよい跳躍距離の時最大値を示した。

図1に、接地直前から離地直後までの腰の位置を離地時を原点として示した。接地前では、1本目が最も腰の位置が高かったが、2本目は、接地すると同時に急激に腰の位置が上昇し、離地後に

表1 跳躍距離および跳躍角度

	跳躍距離 (m)	跳躍角度 (度)
1本目	4.12	18.3
2本目	4.31	20.4
3本目	4.20	16.0

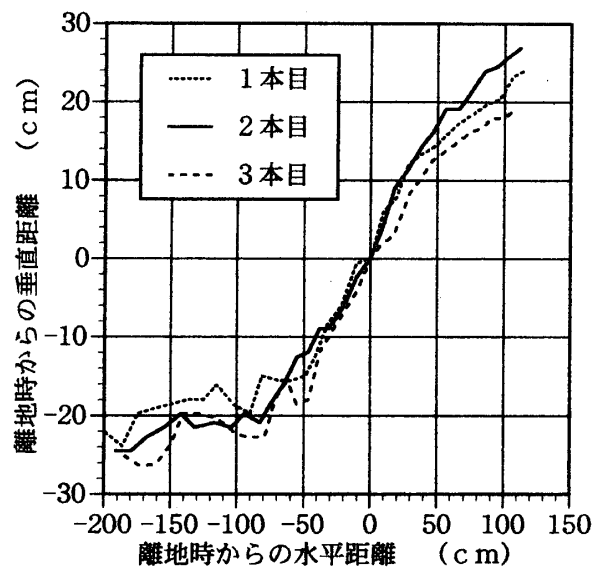


図1 腰の位置相対変位

は1本目よりも腰の位置が上にきていた。つまり、離地後もっとも大きな跳躍角度が得られていた。

図2に、接地直前から離地直後までの腰の水平速度を示した。離地時の水平速度は、跳躍距離の一番短かった1本目が6.2 m/秒で最も速く、以下2本目5.6 m/秒、3本目5.4 m/秒の順であった。また、踏切 (接地から離地) 動作は、1本目が0.13秒、2・3本目は0.15秒かかっていた。

図3に、接地直前から離地直後までの腰の垂直速度を示した。離地時の垂直速度は、2本目が2.1 m/秒と最も速く、以下1本目2.0 m/秒、3本目1.6 m/秒の順であった。また、最もよい跳躍記録の2本目だけが離地直後も垂直速度を上昇させていた。

図4に、離地時の水平・垂直方向の速度成分を合成した速度ベクトルを示した。速度ベクトルは、1本目が一番長く、以下2本目、3本目の順

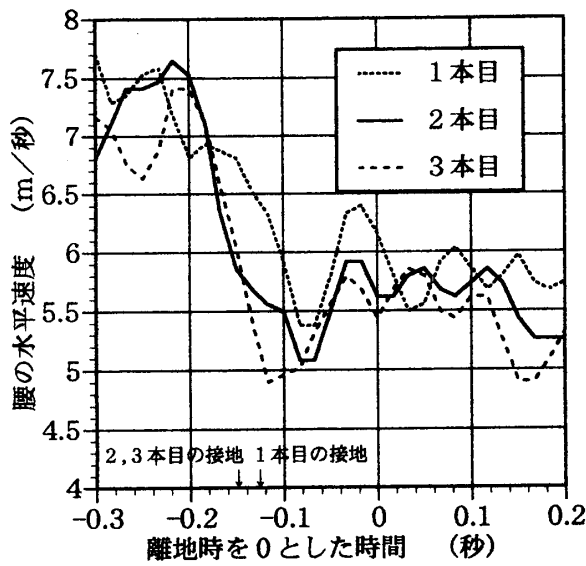


図2 腰の水平速度

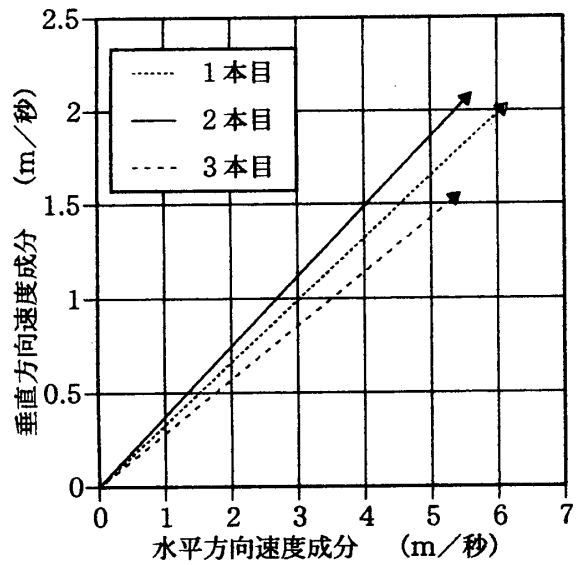


図4 離地時の速度ベクトル

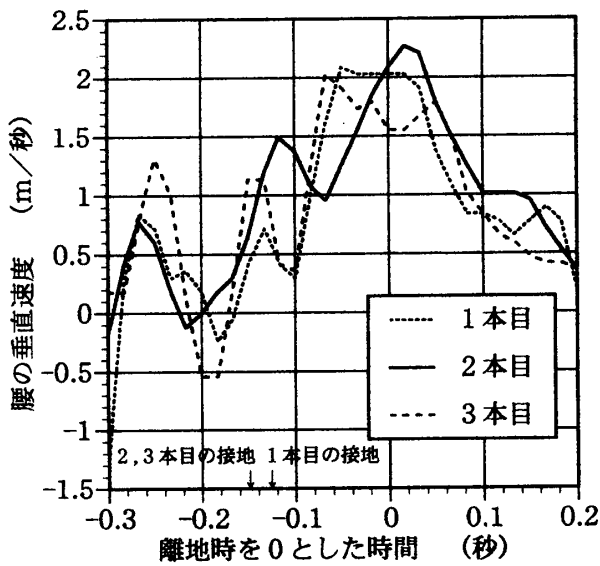


図3 腰の垂直速度

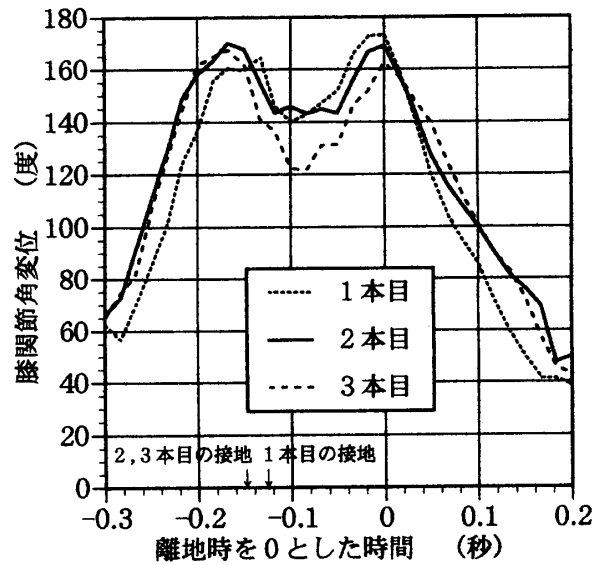


図5 膝関節角度

であった。

図5に、接地直前から離地直後までの膝関節角度変位を示した。踏切期間中、3本目が最も膝関節が深く屈曲していた。

図6に、接地直前から離地直後までの膝関節角速度を示した。離地直後、1本目の膝関節の屈曲速度が最も大きかった。

考 察

助走速度と跳躍距離は、高い相関関係にあるこ

とはすでに明らかにされている⁽⁵⁾。また、踏切離地時の重心速度が跳躍距離を大きく左右することが知られている⁽⁶⁾。本研究での踏切時の腰の水平速度をみると、1本目が高い値を示していた(図2)。さらに、踏切時の腰の速度ベクトルも、1本目で大きな値を示していた(図4)。しかし、実際の跳躍距離は、一番悪い結果となった。図6にみられるように、1本目の跳躍では、離地後の踏切脚膝関節の屈曲角速度が大きかった。このことは、踏切脚の下腿部を上方へ素早く引き上げ、

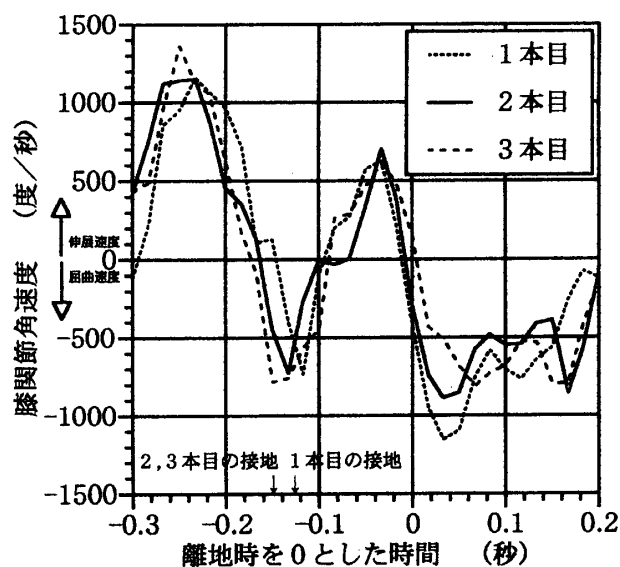


図6 膝関節角速度

重心の飛行軌跡は放物線となることから、体幹部を下方に下げたことを意味している。これが着地姿勢を早めてしまい、跳躍距離の低下を引き起こしたと考えられる。

最も跳躍距離の短かった3本目の跳躍では、踏切期間中の膝の屈曲角度が最も大きかった(図5)。この膝の屈曲が、助走速度を低下させ、跳躍距離低下の原因となったと考えられる。

2本目の跳躍では、接地開始から離地直後まで、腰の上昇が著しく(図1)、跳躍角度も最大であった(表1, 図4)。離地直後の0.017秒間に、腰の垂直速度が、2本目の跳躍でのみ上昇している(図3)。踏切後の重心上昇速度の増加はあり得ないことであるが、図3は重心ではなく腰の位置の速度変化であるので、上肢や下肢の動きによっては、空中であっても上昇しうるものである。撮影したVTRの記録を確認すると、2本目の左腕の動きが、他の2本とは異なり体幹の位置の上昇に貢献していた。

走幅跳の記録は、重心飛行距離を伸ばす速度ベクトルの達成と、踏切時および着地時の接地点と重心との位置関係でほぼ決定できる。後者では、着地時に重心よりもかかとを前方にし、同時に着地で後ろに倒れないことが重要である⁽⁷⁾。本研究でおこなった、家庭用ビデオカメラとパーソナルコンピュータを用いた動作解析は、情報量の不足

から、重心位置の計算など精密な分析は困難であるが、走り幅跳びの跳躍距離を左右する因子を明らかにし、技術指導やトレーニングに役立つ情報を得るために有用であることが明らかとなった。

要 約

本研究では、陸上競技の走幅跳を例に挙げて、個人レベルで所有可能なハードとソフトを用いてバイオメカニカルな分析を行い、実際のトレーニングや技術指導への可能性を検討した。結果の要約は以下の通りである。

離地後、踏切脚の膝関節屈曲速度が大きくなると体幹部の低下が起こり、跳躍距離の低下を引き起こす。

踏切中の踏切脚膝関節の屈曲角度が大きくなると、助走速度を低下させ、跳躍距離低下を引き起こす。

踏切後、踏切脚とは逆の腕を後方に大きく後方に引くことで体幹の位置を上昇させ、跳躍距離の増加を導く。

以上のように、高価な分析機器を用いなくとも、技術指導やトレーニングに役立つ情報を得られることが明らかとなった。

文 献

- (1) 玉木啓一：8mmVTRとパーソナルコンピュータを用いた動作解析の検討，武蔵丘短期大学紀要，2：115-119，1994
- (2) 財団法人日本陸上競技連盟編：陸上競技指導教本（第2版），pp.143-168，大修館書店，1989
- (3) 金原 勇：現代スポーツコーチ全集，陸上競技のコーチング(II)（フィールド編）（第7版），pp.139-155，大修館書店，1989
- (4) 松井 秀治：人間の跳躍運動—人間研究としてのBiomechanics 研究の視点から—，J. J. SPORTS SCI.，2：584-599. 1983
- (5) 松井秀治：走り幅跳の踏切における速度変化，昭和48年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 No.VI，跳能力の向上—第一次研究報告—，7-11，1973
- (6) 深代 千之：走幅跳と三段跳のBiomechanics，J. J. SPORTS SCI.，2：600-607，1983

- (7) Dyson G : The mechanics of athletics 金原 勇, 洪川 侃二, 古籐 高良 訳 : 陸上競技の力学 (第3版), pp.174-184, 大修館書店, 1977