

日本一流男子走幅跳選手の踏切準備と踏切動作のバイオメカニクスの分析

飯干 明¹⁾ 大村一光²⁾ 小山宏之³⁾ 村木有也³⁾ 阿江通良³⁾
1) 鹿児島大学 2) 志學館大学 3) 筑波大学

I. 目的

2004年度日本陸上競技選手権の男子走幅跳において、寺野伸一選手（サンクラブ）が6回目の跳躍で自己最高記録を一挙に16cmも更新する8m20（大会新記録、2004年度世界ランキング23位）（記録集計号、2004）を跳躍して大会3連覇を果たすとともに、アテネオリンピックA標準記録（8m19）を突破してオリンピック代表となった。寺野選手が記録した8m20は、1992年に森長正樹選手が樹立した日本記録（8m25）に、あと5cmとせまる日本歴代2位の好記録であり、今後、日本記録の更新が期待される。そこで、寺野選手の助走速度や踏切準備から踏切局面の動作をバイオメカニクスの分析することで、記録更新への手掛かりになるとみられる基礎的知見を得ることにした。なお、寺野選手のデータを検討するにあたり、8m25の日本記録を持つ森長選手などの日本一流選手のデータや、8m71（世界歴代7位）の記録を持つペドロソ選手や2002年大阪グランプリで優勝したストリングフェロー選手（8m49）などの世界一流選手のデータを比較の対象とした。

II. 方法

第88回日本陸上競技選手権大会（鳥取市・布勢

総合運動公園陸上競技場、2004.6.4～6.6）の男子走幅跳決勝で、優勝した寺野選手が8m20を跳躍した試技を撮影し分析した。踏切準備および踏切局面の動作を踏切板の側方に設置した2台のDVカメラ（60Hz）で撮影し、得られたVTR画像をデジタイズして、60Hzから250Hzに補間した後、基準のコマを設定し、2台のカメラの座標値を合成（平均）した。そして、得られた身体各部位の座標値をもとに上体角や自由脚の大腿角速度などについて分析した。なお、助走速度については、レーザー方式の速度測定装置（LAVEG）により測定したが、踏切前3歩の助走速度は、動作分析によって得られた身体重心の水平速度とした。図1にDVカメラとLAVEGの設置状況を示した。

III. 結果および考察

1. 助走速度と踏切準備局面について

図2は、寺野選手と2001年の静岡グランプリで8m18を跳躍した森長選手の助走速度の変化を示したものである。寺野選手の助走の最高速度は10.5m/秒（踏切前6.7m地点）であり、森長選手の最高速度10.8m/秒（踏切前4.4m地点）よりも、やや小さかった。また、両選手とも踏切準備局面で助走速度の低下がみられるが、寺野選手の方が、わず

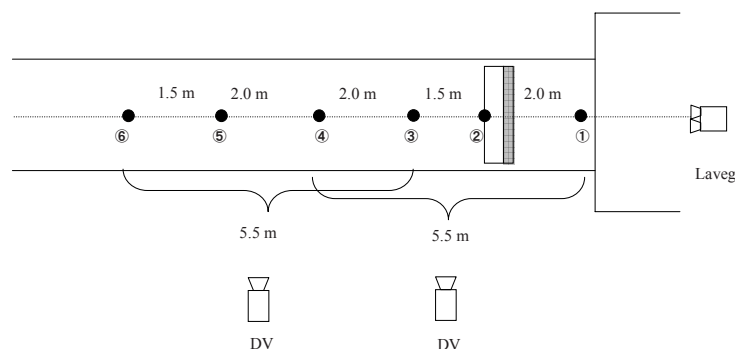


図1 DVカメラとLAVEGの設置状況

かに低下が大きい傾向にあった。

図3は、踏切準備局面における寺野選手と、2002年大阪グランプリで優勝したストリングフェロー選手(8m49)と2位になったフィリップ選手(8m31)の助走速度の変化を示したものである。寺野選手については踏切前3歩の、ストリングフェロー選手とフィリップス選手については踏切前2歩の助走速度の変化を、それぞれ示している。寺野選手とストリングフェロー選手の助走速度は、踏切2歩前着地(L2on)から踏切1歩前着地(L1on)まで、ほぼ同じであった。その後、ストリングフェロー選手が、助走速度を維持したまま踏切に移っているのに対し、寺野選手は、踏切1歩前で助走速度を低下させながら踏切に移っていた。我が国の一流選手の場合、踏切1歩前の局面で助走速度が低下する傾向にあったと報告されているが(阿江他、1999)、寺野選手も同様の傾向がみられた。このように、我が国

の一流選手にみられる踏切準備局面における助走速度の低下には、①支持脚の動き(支持足を身体重心のかなり前に接地したり、支持脚の膝関節を大きく屈曲させること)、②自由脚の動き(支持脚接地時の自由脚の引きつけが十分でないこと)、③上体の動き(上体を起こすタイミングが早すぎること)(阿江他、1999; 飯干他、2003; 村木他、2004a; 村木他、2004b)などが影響していると考えられる。なかでも、からだの中で質量の大きな上体の動きは、身体重心に及ぼす影響も大きいことから、上体を起こすタイミングが早すぎると助走速度の低下も大きくなるとみられている(阿江他、1999; 飯干他、2003)。そこで、踏切1歩前の接地局面における寺野選手の上体の動きを中心に検討した。

図4は、寺野選手とストリングフェロー選手、フィリップス選手の踏切1歩前接地から離地までの動きを示したものである。この図より、寺野選手は、踏切1歩前の接地時では、ほぼ垂直に上体を保っていたが、その後、徐々に上体を後傾させ、1歩前離地時には、3選手の中で最も上体を後傾させていたことがわかる。

図5は、踏切準備局面における上体角の変化を示したものである。寺野選手については踏切前3歩の、ストリングフェロー選手とフィリップス選手については踏切前2歩の上体角の変化を、それぞれ示している。なお、正の値が上体の前傾を、負の値が上体の後傾を、それぞれ示している。寺野選手の上体角は、1歩前接地時は正の値(0.8度)であったが、1歩前離地時には-7.1度となっており、ストリン

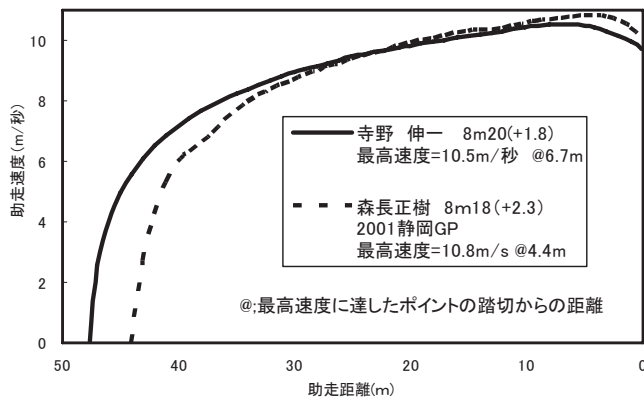


図2 寺野選手と森長選手の助走速度の変化

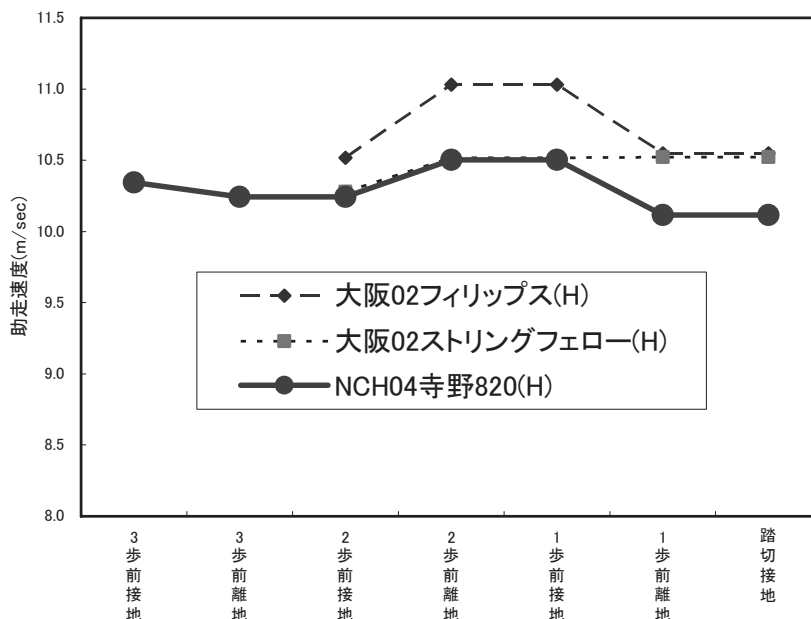
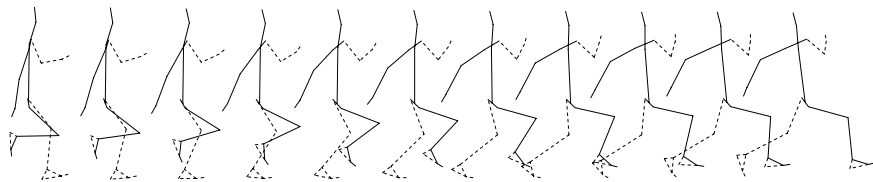
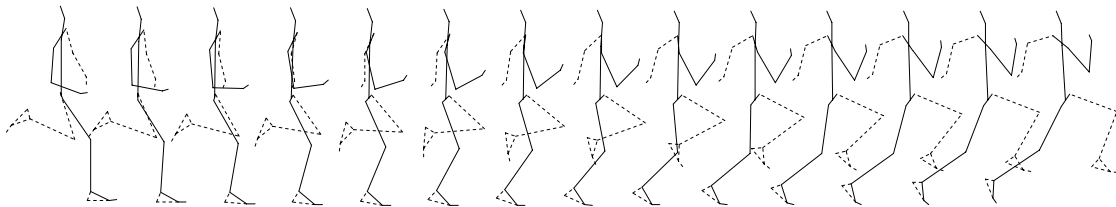


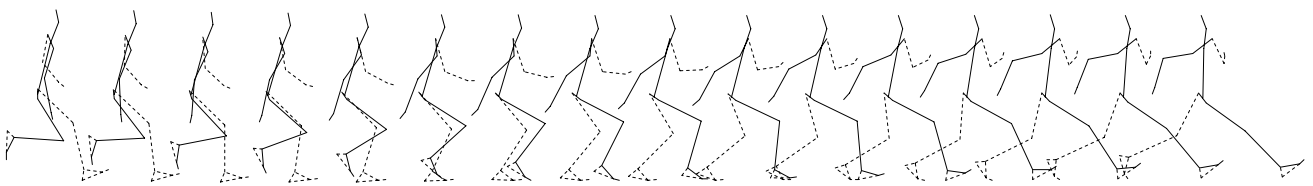
図3 踏切準備局面における助走速度の変化



寺野 8m20 04日本選手権 踏切1歩前接地～踏切1歩前離地



Stringfellow 8m49 02大阪 踏切1歩前接地～踏切1歩前離地



Phillips 8m31 02大阪 踏切1歩前接地～踏切1歩前離地

図4 踏切1歩前接地から離地までの寺野選手とSTRINGフェロー選手、フィリップス選手のフォーム

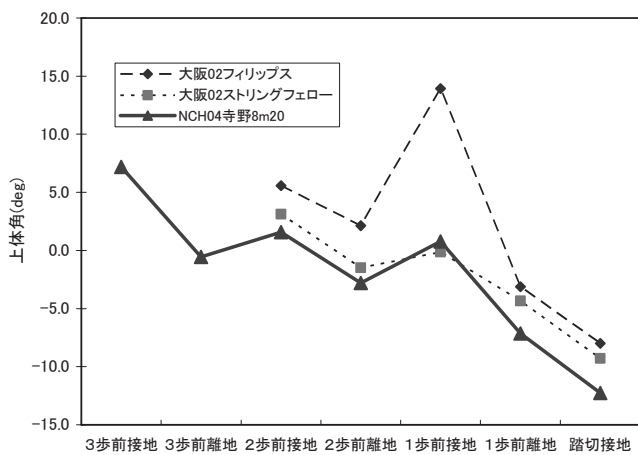


図5 踏切準備局面における上体角の変化

グフェロー選手(-4.3度)やフィリップス選手(-3.1度)よりも上体を大きく後傾させていた。その後、1歩前離地から踏切接地にかけて、寺野選手はさらに上体を後傾させ、踏切接地時の上体角は-12.3度となっていた。寺野選手は、図4からわかるように、踏切1歩前接地時に、3選手のなかでは支持足を身体重心に最も近い位置(30cm)で接地しており、自由脚も引きつけていた。このような支持足の接地や自由脚の動きは、助走速度を維持するうえで効果的であるとみられることから、寺野選手が踏切準備局面で助走速度を低下させていたのは、上体を起こすタイミングが早かったことによるとみられる。寺野

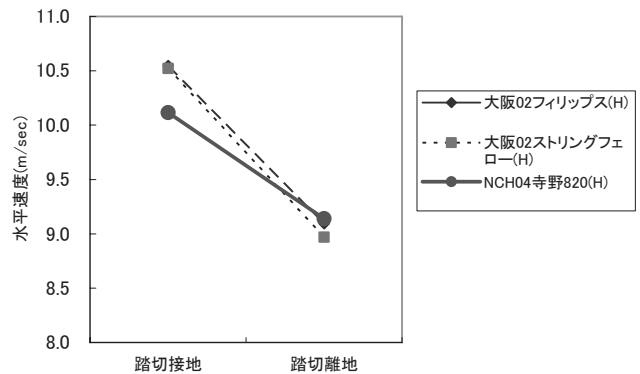
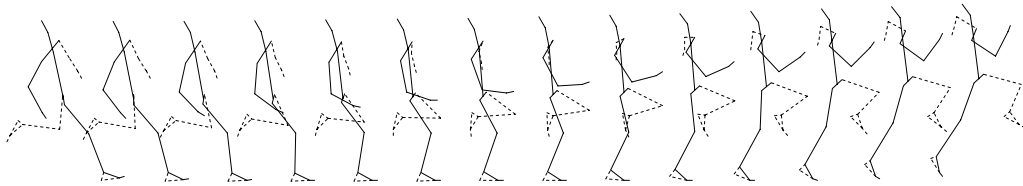


図6 踏切局面における水平速度の変化

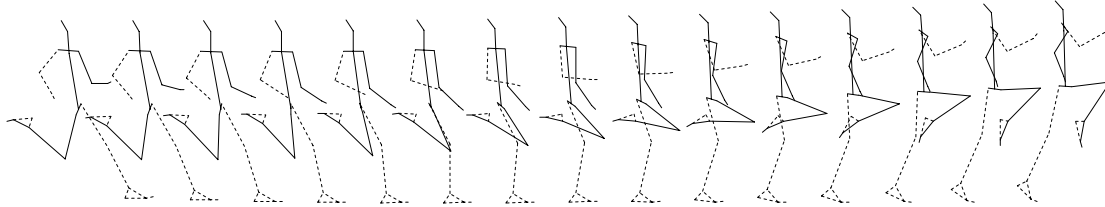
選手と踏切2歩前接地時に同じ助走速度であったSTRINGフェロー選手は、踏切1歩前で助走速度を低下させることなく8m49を跳躍していた。助走速度が大きくなると、踏切動作に影響を及ぼすとみられるので、単純に比較することはできないが、寺野選手が踏切1歩前の局面で上体を起こすタイミングを改善することにより、より大きな助走速度で踏切に移ることができ、さらなる飛躍が期待される。

2. 踏切局面について

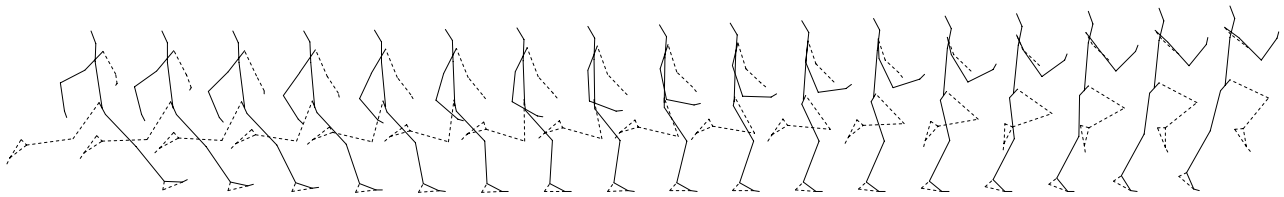
図6は、寺野選手と世界一流選手の踏切局面における助走の水平速度の変化を示したものである。踏切接地(Ton)から踏切離地(Toff)にかけて、いずれの選手も助走速度が低下しているが、寺野選手



寺野 8m20 04日本選手権 踏切接地～踏切離地



Stringfellow 8m49 02大阪 踏切接地～踏切離地



Phillips 8m31 02大阪 踏切接地～踏切離地

図7 踏切局面における寺野選手とistringフェロー選手、フィリップス選手のフォーム

(-1.0m/秒) の助走速度の低下は、istringフェロー選手 (-1.5m/秒) やフィリップス選手 (-1.4m/秒) に比べると小さい傾向にあった。このように、踏切局面で、世界一流選手が寺野選手よりも助走速度を低下させていたのは、1つには、世界一流選手の場合、踏切局面で鉛直速度を大きくしていたことによるとみられる。その結果、istringフェロー選手 (22.4 度) やフィリップス選手 (22.3 度) の跳躍角は、寺野選手の跳躍角 (21.2 度) よりもやや大きかった。しかし、寺野選手の跳躍角も、長崎インターハイで優勝した今井選手 (22.9 度) (飯干他、2003) に比べると小さいものの、これまでに報告されている日本一流選手 (下選手: $8\text{m}10$ の跳躍時に 20.5 度、森長選手: $8\text{m}13$ の跳躍時に 19.7 度) (深代他、1994) に比べると大きい傾向にあった。日本選手と同じような体格で $8\text{m}71$ の記録を持つペドロソ選手は、跳躍角 (23.9 度) の大きい選手であり、自由脚の素早い振り上げが、跳躍角に影響していると推察されている (飯干他、2003 ; Koyama、2003)。寺野選手の場合、踏切局面で鉛直速度をあまり増大させずに大きな跳躍角を得ていたことから、踏切で自由脚を素早く振り上げていた可能性があると考えられる。そこで、踏切局面での振上脚について検討した。

図7は、踏切局面における寺野選手とistring

フェロー選手、フィリップス選手のフォームを示したものである。この図より、寺野選手は、踏切接地時に自由脚を十分に引きつけ、踏切前半で自由脚を素早く前方へ振り上げていたものとみられる。

図8は、寺野選手と日本一流選手、世界一流選手の踏切局面における振上脚の大腿角速度の変化を示したものである。なお、ペドロソ選手 ($8\text{m}29$)、森長選手 ($7\text{m}76$)、稲富選手 ($7\text{m}57$) のデータは、2001年スーパー陸上 (横浜国際) で撮影されたものである。寺野選手の場合、踏切接地時の角速度はペドロソ選手に次いで大きく、角速度のピークの出現もペドロソ選手に次いで早かった。そして、ピーク値は最も大きく、踏切中盤から踏切離地にかけての角速度の減速は、ペドロソ選手とほぼ同じであった。走幅跳における振上脚の役割として、踏切前半では身体の起こし回転を促進し、踏切の前半と中盤において鉛直力を増加させ、踏切終盤では踏切脚の引き上げを促進すると報告されている。そして、振上脚の効果を大きくするためには、すばやく振ってすばやく止めることが必要であると指摘されている (阿江他、2004)。寺野選手は、 $8\text{m}20$ の跳躍について、「特別、滞空時間が長いなど、いったという感触がなかった」(石井、2004)、「踏み切り板に引っ掛かった」(月刊陸上競技編集部、2004) という感想を述べている。このような感想は、図8をもとにすると、踏切にお

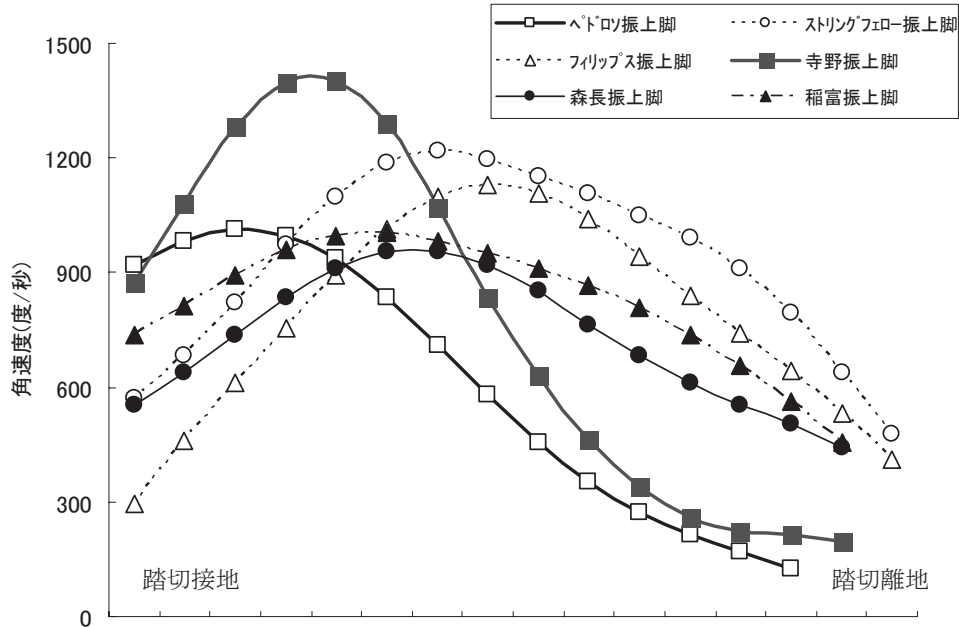


図8 寺野選手と世界一流選手、日本一流選手の踏切局面における振上脚の大腿角速度の変化

いて、振上脚をすばやく振ってすばやく止めるという、振上脚の効果を大きくする動きが行われたことによるものと推察される。今後、8m20の跳躍と他の跳躍の踏切局面における振上脚の動きを比較するとともに、踏切脚の動きを比較・検討することで、寺野選手の述べている「踏み切り板に引っ掛かった」跳躍の鍵を明らかにする手掛かりが得られよう。

寺野選手が日本歴代2位の8m20を跳躍した試技を分析した結果、踏切準備局面で上体を起こすタイミングは早いものの、踏切局面では振上脚を効果的に使っていたことが明らかとなった。踏切局面については、踏切脚の動きもあわせて、今後、さらに検討していく必要があるが、踏切準備局面で上体を起こすタイミングを改善することにより、日本記録の更新が期待される。

参考文献

阿江通良ほか(1999)：一流走幅跳選手の踏切準備動作のバイオメカニクスの分析．平成10年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集 vol.1. pp.183-186. 1999.

阿江通良ほか(2004)：最近の走高跳および走幅跳に関するバイオメカニクスの研究から．陸上競技学会誌2, 32-33.

石井 信(2004)：第88回日本選手権速報 寺野伸一．陸上競技マガジン、54(8), 13.

飯干 明ほか(2003)：長崎インターハイにおける男子走幅跳のバイオメカニクスの分

析．陸上競技マガジン53(13), 160-165. 2003.

深代千之ほか(1994)：走幅跳のバイオメカニクス．(佐々木秀幸 ほか編) 世界一流陸上競技者の技術．ベースボールマガジン社．pp.135-151.

Koyama H et al(2003)：EFFECT OF THE SWING MOTION OF THE FREE LEG ON THE TAKEOFF FOR ELITE LONG JUMPER. Proceeding of International Society of Biomechanics XIXth Congress, 217.

村木有也ほか(2004a)：男子走幅跳の踏切準備および踏切局面における動作変化パターン．陸上競技の医科学サポート研究REPORT2003, 81-86.

村木有也ほか(2004b)：女子走幅跳の踏切準備および踏切局面における動作の事例報告．陸上競技の医科学サポート研究REPORT2003, 87-90.

月刊陸上競技編集部(2004)：寺野執念の大ジャンプ!．月刊陸上競技、38(8), 42.

記録集計号2004：陸上競技マガジン3月号増刊、55(4)、2005.