

第96回日本選手権男子やり投におけるディーン元気選手(84.03m)と 村上幸史選手(83.95m)との投てき動作の比較

田内健二¹⁾ 東中陽太郎²⁾ 馬渕志桜里³⁾ 仰梨絵³⁾

1) 中京大学 2) 中京大学大学院 3) 中京大学スポーツ科学部

I. はじめに

第96回(2012年度)日本選手権は、ロンドンオリンピックの代表選考会を兼ねた大会であった。本大会は、4月にディーン元気選手が84.28mの日本歴代2位(当時)の好記録を投げたことから、男子やり投の第一人者である村上幸史選手との優勝争いが特に注目されていた。

その結果、両選手ともに80mを超える日本選手権男子やり投史上最高レベルの競争の末、ディーン選手が84.03m、村上選手が83.95m(自己新記録:当時)という記録で、ディーン選手が初優勝を決め、ロンドンオリンピックの代表を内定させた。なお、村上選手も後日オリンピック代表に選出された。

以上のような、世界トップレベルの投てきを見せた両選手の投てき動作をバイオメカニクス的に分析することは、日本のやり投の競技レベルを向上させるために貢献できる知見が得られるものと考えられる。そこで本稿では、ディーン選手の84.03mの投てき動作と村上選手の83.95mの投てき動作との比較から、両選手の投てき動作の特徴を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

1. 分析試技

分析試技は、ディーン選手については84.03mを投げた4投目、村上選手については83.95mを投げた3投目とした。

2. 撮影方法

それぞれの投てき試技を、助走路の側方および後方に設置したデジタルビデオカメラ(HVR-AJ1, Sony)を用いて、毎秒60フィールド、露出時間1/1000秒で撮影した。また、助走路の中央、ファ

ウルラインより後方6m地点を原点とし、縦6m×横4m×高さ2.5mの画角を設定し、合計9カ所にキャリブレーションポール(マーク間隔0.5m)を立てた。本稿では、投てき方向をy軸、y軸に対して左右方向をx軸、鉛直方向をz軸とした右手系の静止座標系を設定した。

3. 分析方法

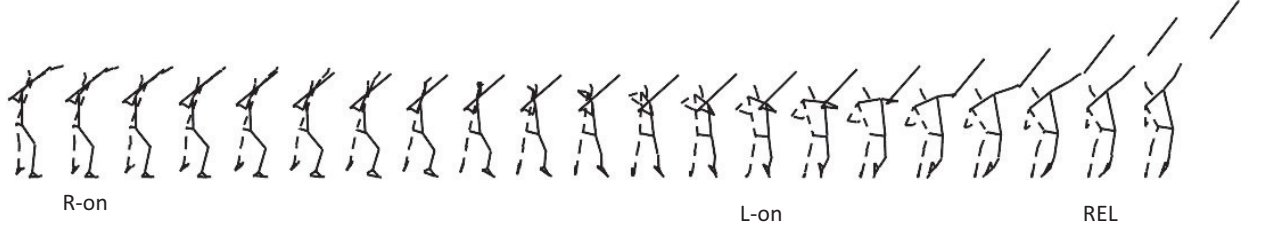
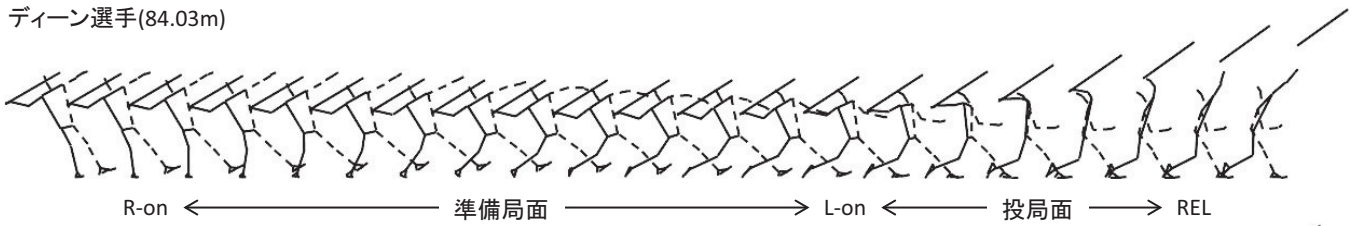
2台のカメラによって撮影された映像をPCに取り込み、動作解析ソフト(Frame-DIAS II, ディケイエイチ)を用いて、やり(グリップ、先端)および身体各分析点(23点)を毎秒60フィールドでデジタル化した。デジタル化された座標値を3次元DLT法により実長換算し、やりおよび身体分析点の3次元座標を求めた。2方向からの画像の同期は、やりのリリース時点のコマ数を合わせることで行った。算出された3次元座標は8Hzのバターワース型のデジタルフィルタにより平滑化した。

4. 分析項目

本稿では、各データを算出するにあたり、最終的なクロスステップ後の右足接地(R-on)、左足接地(L-on)およびやりのリリース(REL)の各イベントを設定し、右足接地から左足接地までを準備局面、左足接地からリリースまでを投局面とした(図1)。分析項目は、以下の項目とした。

- 1) 局面時間: 準備局面および投局面の経過時間
- 2) リリース速度: リリース時のグリップ速度
- 3) リリース角度: 矢状面内におけるリリース速度ベクトルとy軸とがなす角
- 4) 姿勢角: 矢状面内におけるグリップと先端とを結んだ線分とy軸とがなす角
- 5) 迎え角: 姿勢角からリリース角を減じた角度
- 6) リリース高: リリース時のグリップの高さ
- 7) 助走速度: 身体重心速度

ディーン選手(84.03m)



村上選手(83.95m)

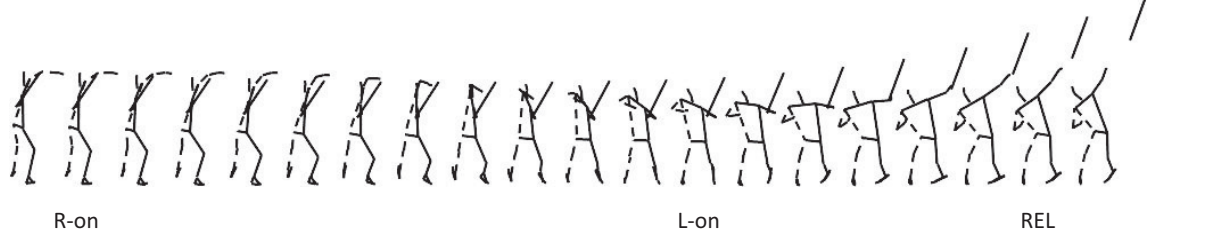
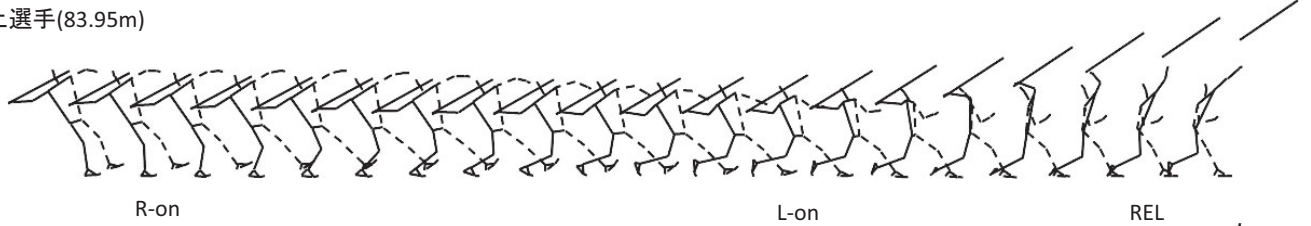


図1 ディーン選手および村上選手における投動作のスティックピクチャ (時間間隔は1/60秒)

- 8) 上肢の機能的長さ：右肩と右手との距離
- 9) 上肢の角速度：肩に対するグリップの相対速度
を上肢の機能的長さで除した値

ら、ディーン選手は相対的に低い軌道、村上選手は高い軌道でやりを投射したことがうかがえる。なお、やりの最適ナリリース角は34度前後、迎え角

III. 結果および考察

図1にディーン選手および村上選手における投動作のスティックピクチャを示し、表1にやり投の基礎的パラメータを示した。投てき記録は、ディーン選手が84.03m、村上選手が83.95mとわずか8cmの差であった。動作時間をみると、準備局面についてはディーン選手が若干長く(1/60秒)、投局面については両選手ともに同じ0.1秒であった。やりのリリース速度は、両者ともにほぼ同じ値であった。やりの投てき距離は、リリース速度との間に高い正の相関関係が認められており(Murakami, et al., 2003), 投てき距離がほぼ同じ両選手のリリース速度が類似した値になることは当然のことである。各成分速度をみると、ディーン選手は若干前方向の速度が、村上選手は上方向の速度がそれぞれ高いことから、リリース角ではディーン選手はやや低く、村上選手の方がより高い値となっていた。このことか

表1 ディーン選手および村上選手におけるやり投の基礎的パラメータ

	ディーン	村上
記録 (m)	84.03	83.95
動作時間		
準備局面 (s)	0.200	0.183
投局面 (s)	0.100	0.100
リリース速度速度		
左(-)右(+)方向 (m/s)	3.9	0.2
前方向 (m/s)	24.2	23.9
上方向 (m/s)	15.1	15.7
合成 (m/s)	28.8	28.6
リリース高 (m)	1.83	1.88
リリース角 (度)	32.0	33.3
姿勢角 (度)	33.6	34.1
迎え角 (度)	1.6	0.8

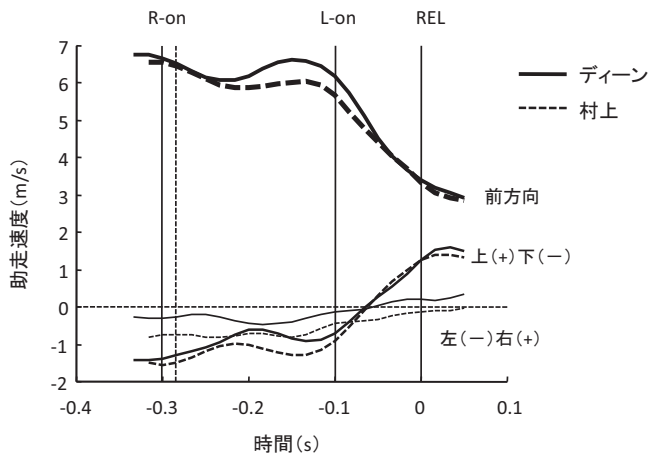


図2 ディーン選手および村上選手における助走速度

は0度に近いことであると報告されている(前田ら, 1997) ことから, 両選手ともにその最適な角度に近い値でやりを投射させていたと考えられる。

図2にディーン選手および村上選手における助走速度を示した。両選手ともにR-on時に一旦助走速度が減少し, ディーン選手についてはL-onに向けてもう一度加速して, 村上選手は速度をキープしてL-onを迎えていた。また, 両者ともにL-on後は急激に助走速度を減速させていたが, これは, 投局面において両選手ともに助走で得た運動エネルギーを効果的にやりに伝達した結果であると考えられる。助走速度と投てき記録との間には, 高い正の相関関係が認められている(Murakami, et al., 2003)。田内ら(2012)は, 80m以上の投てき記録を有する世界トップレベルの選手におけるL-on時の助走速度の平均値は6.1m/sであることを報告している。このことについて両選手の値をみると, ディーン選手は世界トップレベルの平均値と同程度であり, 村

上選手は若干遅い速度であったことがわかる。

ここで, 図1に示した後方からのスティックピックアップをみると, ディーン選手のグリップの位置は, 投てき方向に対して大きく右回旋した位置にあり, それと比較して村上選手はほぼまっすぐの位置にあった。つまり, ディーン選手がより体幹を捻った状態でR-onを迎えていたことがわかる。このやりの構えの位置に代表される体幹の捻り具合が, 今大会における両選手の投てき動作の大きな相違点であると考えられる。初心者レベル(40m台)から世界トップレベル(80m以上)のやり投競技者を対象にした研究では, 競技レベルの高い選手ほどR-on時にグリップが捻りの位置にあることが報告されている(田内ら, 2012)。R-on時にグリップがより捻りの位置にあることのメリットは, L-on時にグリップをより後方に位置づけられ, やりの加速距離を増大させられること, 捻り戻しによって体幹や肩周りの筋群の出力を増大させられること, などがあげられる。このような観点からすれば, ディーン選手は村上選手と比較して, 体幹の捻り戻し動作の効果をより有効に利用してやりを加速させていたことが推察される。一方, 村上選手については, 世界選手権で銅メダルを獲得した2009年の競技会(世界選手権直後のスーパー陸上)において82.41mを記録した投てき動作をみると(図3), 今大会の投てき動作と比較してグリップがより捻りの位置にあることが理解できよう。このことから, 村上選手は分析試技あるいは今大会に限ってグリップが捻りの位置になかった可能性が考えられる。ただし, 村上選手は体幹の捻り戻し動作の効果を有効に利用していなかったかもしれないが, 今大会で83.95mという当時の自己新

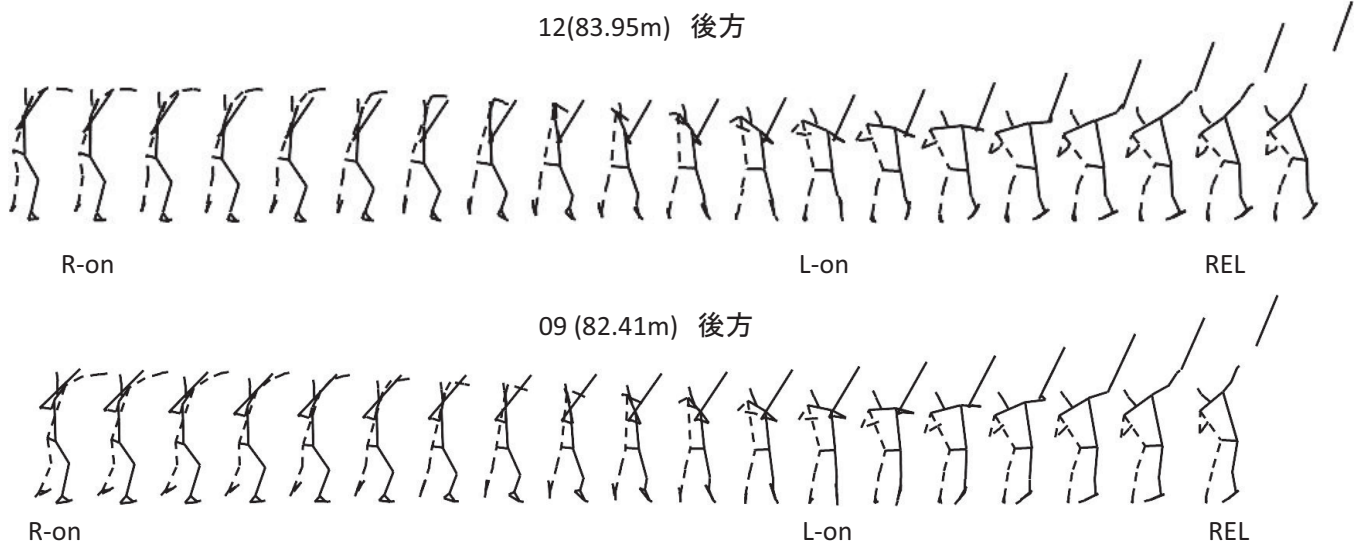


図3 村上選手における投てき動作の2012年(83.95m)と2009年(82.41m)との比較

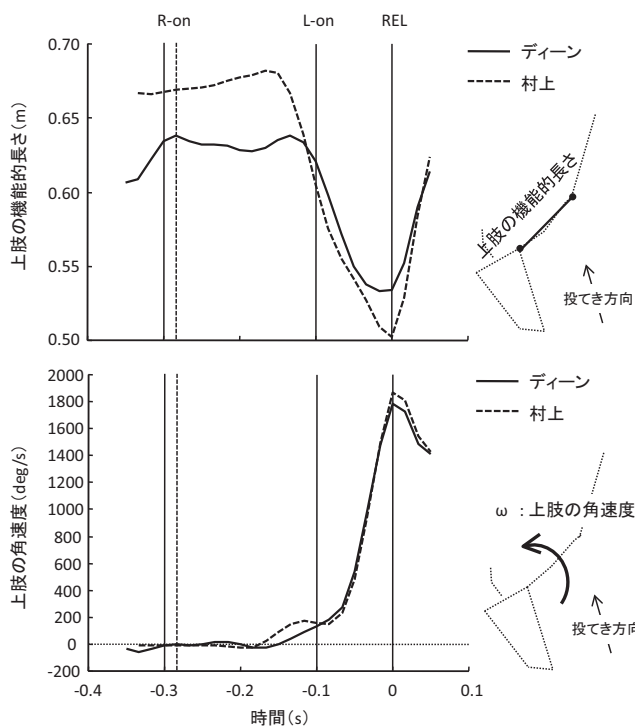


図4 ディーン選手および村上選手における上肢の機能的長さおよび角速度

記録をマークしている。このことは、体幹の捻り戻し動作の効果ではない別の動作要因によってやりを大きく加速させていたことを示唆している。

上述してきた内容から、ディーン選手と村上選手との間では投てき距離にはほぼ差がない（≒リリース速度に差がない）にもかかわらず、投てき動作では大きな相違点があることが明らかとなった。このことから、互いに別々の戦略で同じやりのリリース速度を生み出した可能性が考えられる。

やりは最終的に手の末端からリリースされることから、リリース速度を高めるには手の末端の速度を高める必要がある。投動作時に右肩を中心にして右手の末端をみると、3次元的に上肢が回旋動作を行うことによって速度が高められている。回旋運動の末端の速度は、回旋半径と角速度の積で決まるが、このことをやりの投動作に置き換えると、回旋半径は右肩と右手との距離（上肢の機能的長さ）、角速度は文字通り上肢の角速度（腕振り速度）ということになる。そこで本稿では、上肢の機能的長さと上肢の角速度という観点から両者の比較を試みた。その結果、上肢の機能的長さについては、両者ともにL-on前からRELにかけて短くなっていたが、R-onからL-on直前までは村上選手の方が長く、L-onからRELまではディーン選手の方が長かった。一方、上肢の角速度については、両者ともにL-onから急激に高まっていたが、村上選手の方がディーン

ン選手よりも速い角速度でRELを迎えていた。このことは、投局面においてディーン選手は上肢をより伸展位に保ちながら腕振りを行っていたのに対して、村上選手は上肢をコンパクトに折りたたみ、より速い速度で腕を振っていたことを示している。つまり、ディーン選手は回旋半径優位型、村上選手は角速度優位型で上肢の回旋動作を行い、ほぼ同じ手の末端速度を生み出していたと特徴づけられよう。

IV. まとめ

今年度の日本選手権男子やり投は、ディーン選手と村上選手が80mを大きく超える世界トップレベルの投てきを行って会場を大いに盛り上げた。両者の投てき距離の差がわずか8cmであることから、やり投の基礎的パラメータには両者の大きな違いは認められなかった。しかしながら、投動作をみると、ディーン選手は体幹の捻りと捻り戻し動作を強調し、上肢の回旋半径を大きく保った腕振りの投げを行っていたのに対して、村上選手はやりを直線的に構え、上肢の速い腕振りを強調した投げを行っていたという、対照的な投てき技術を行っていたことが明らかとなった。

参考文献

- Murakami, M., Tanabe, S., Ishikawa, M., Isolehto, J., Komi, P. V. and Ito, A. (2006) Biomechanical analysis of the javelin at the 2005 IAAF World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics* 21: 67-80.
- 前田正登, 野村治夫, 柳田泰義, 宮垣盛男 (1997) 人間の動きを考慮に入れたヤリの最適条件. *デサントスポーツ科学* 17: 270-277.
- 田内健二, 藤田善也, 遠藤俊典 (2012) 男子やり投げにおける投てき動作の評価基準. *バイオメカニクス研究* 16(1) : 2-11.