

## ディーン元気選手におけるやり投動作の縦断的变化 — 2009年と2010年との比較から —

田内健二<sup>1)</sup> 遠藤俊典<sup>2)</sup> 藤田善也<sup>3)</sup> 矢野恵太<sup>3)</sup> 藤井宏明<sup>4)</sup> 大宅和幸<sup>5)</sup>  
1) 早稲田大学 2) 青山学院大学 3) 早稲田大学大学院 4) 筑波大学大学院  
5) 京都教育大学大学院

### I. はじめに

ディーン元気選手は、自己最高記録を2009年の70.57mから2010年には78.57m(ジュニア日本記録)へと大きく更新させた。また、2010年7月に開催された世界ジュニア選手権大会において76.44mで銀メダルを獲得するなど、世界を舞台にした試合においても大きな成果を残している。

ディーン選手がジュニア期の選手であることを考慮すると、現在、世界トップレベルで活躍する村上幸史(スズキ浜松AC)の次を担う選手として、今後のさらなる記録の向上が期待できる。したがって、ディーン選手のやり投の成績および投動作の変化を長期的に評価していくことは、やり投の技術指導に対して有益な情報をもたらすだけでなく、学術的にも大きな意味があると考えられる。

そこで本稿では、ディーン選手におけるやり投の競技成績の向上に伴う投動作の変化を、2009年と2010年とを比較することによって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、ディーン選手が2009年インターハイにおいて69.42mを記録した試技(以後、単に09年)、および2010年スーパー陸上において76.15mを記録した試技(以後、単に10年)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イズした。デジタイズされた座標値を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7Hzのバッタ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げ出し局面とした(図1, 2)。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) 身体重心速度(単に重心速度)
- 4) 歩幅：右足接地時の右つま先から左足接地時の左つま先までの距離
- 5) 投行程：右足接地時からリリースまでのグリップ

プの移動距離

- 6) 腰角度：左右の大転子を結ぶ線分と x 軸とのなす角
- 7) 肩角度：左右の肩峰を結ぶ線分と x 軸とのなす角
- 8) 捻転角度：肩角度と腰角度との差

### Ⅲ. 結果および考察

#### 1. 基礎的パラメータについて

表 1 にやり投の投動作に関する基礎的パラメータを示した。10 年は 09 年と比較して、記録についてはおよそ 7m 増加し、リリース速度については前方および合成のリリース速度が増加していた。多くの先行研究において、リリース速度と記録との間に高い有意な正の相関関係が認められていることから、このリリース速度の増加が投距離の向上に直接的つながったと考えられる。重心速度については、R-on および L-on 時の重心速度が増加していた。R-on 時の重心速度と投距離との間には高い正の相関関係が認められている (Murakami et al., 2006) ことから、準備局面を通して重心速度が高く維持された状態でやりを投げ出すことができたことも、投距離の向上に大きく貢献したものと考えられる。また、歩幅については前後方向の長さが増加し、投行程については準備局面の距離が増加していた。前後の歩幅の増大は、準備局面における身体-やり系全体の移動距離の増大を示しており、準備局面の動作時間および投行程の増大を招いたと考えられる。

#### 2. 投てき動作について

図 1, 2 に側方および後方からみたスティックピクチャを示した。10 年は 09 年と比較して、側方からみた図では準備局面における右脚がより屈曲位で推移していること (図 1)、後方からみた図では準備局面における肩のライン (左右の肩峰を結んだ線分) およびグリップの位置がより右回旋位、いわゆる捻りの位置にあること (図 2) が観察できる。本稿では、これらの動作の変化が上述した重心速度およびリリース速度の増加にどのように貢献したのかに焦点をあてることとした。

図 3 に、腰、肩および捻転の角度を示した。10 年は 09 年と比較して、腰の角度については、R-on ではおよそ -70 度程度とほぼ同様であったが、L-on ではより左回旋位にあった。このことは、10 年では準備局面において腰の角変位が大きくなったことを示している。また、肩の角度については、R-on

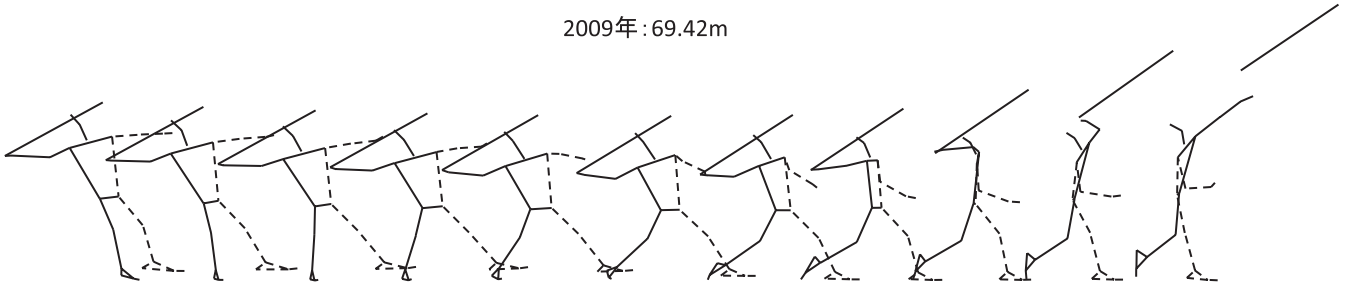
表 1 基礎的パラメータの比較

	2009年	2010年
記録 (m)	69.42	76.15
動作時間 (s)		
準備局面	0.183	0.203
投げ出し局面	0.133	0.127
リリース速度 (m/s)		
左右	-0.6	1.8
前方	22.2	23.9
上方	14.1	14.2
合成	26.3	27.9
重心速度 (m/s)		
R-on	6.0	6.5
L-on	4.6	5.5
REL	3.5	3.3
歩幅 (m)		
前後	1.49	1.71
左右	0.53	0.55
投行程 (m)		
準備局面	1.17	1.37
投げ出し局面	1.82	1.78
トータル	2.99	3.15

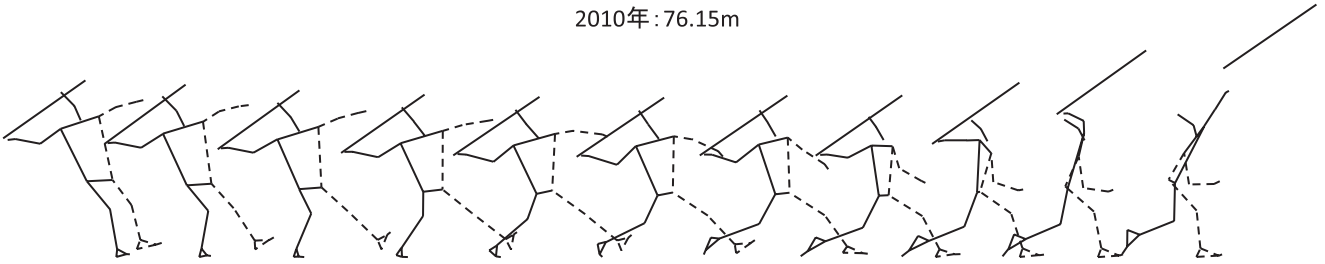
ではより右回旋位にあり、L-on ではほぼ同様の位置まで左回旋していた。これらの腰および肩の動きの結果、捻転の角度については、10 年は 09 年と比較して、準備局面の初期からすでに大きく、特に L-on 直前に捻転の角度が増加し、その差が大きくなっていった。このことは、10 年では準備局面において体幹部の捻転が非常に強調される投げに変化したことを示している。L-on 直前に体幹が大きく捻転され、捻り戻されることは、体幹部の筋群において爆発的なパワー発揮をするために極めて合理的な動作であり、ディーン選手の 09 年から 10 年への記録の向上に大きく貢献した動作要因の 1 つであると考えられる。

本稿ではさらに、体幹の捻転を生み出した動作要因を明らかにするために、図 1 において観察された右脚の動作を 09 年と 10 年とを比較することとした。図 4 に、右脚のスティックピクチャを右母子球でそろえ、右大転子の速度ベクトルを同時に示した。その結果、10 年は 09 年と比較して、右膝がより屈曲位で推移し、動作が経過するに従って、右大転子の位置がより前方に推移していた。右大転子の速度ベクトルをみても、準備局面において 09 年では大きく減速しているのに対して、10 年では R-on 時の速度をほぼ維持していたことがわかる。このような右膝の動作は、世界トップレベル選手にもみられる動作であることが報告されている (田内, 2009)。ま

2009年: 69.42m



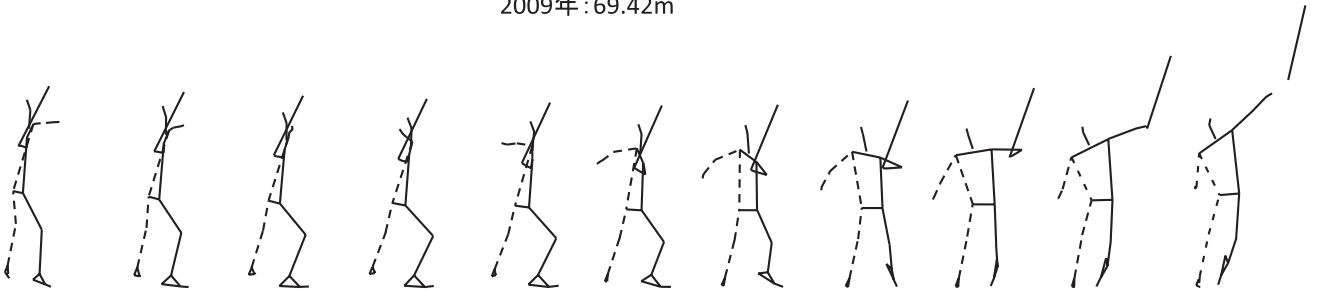
2010年: 76.15m



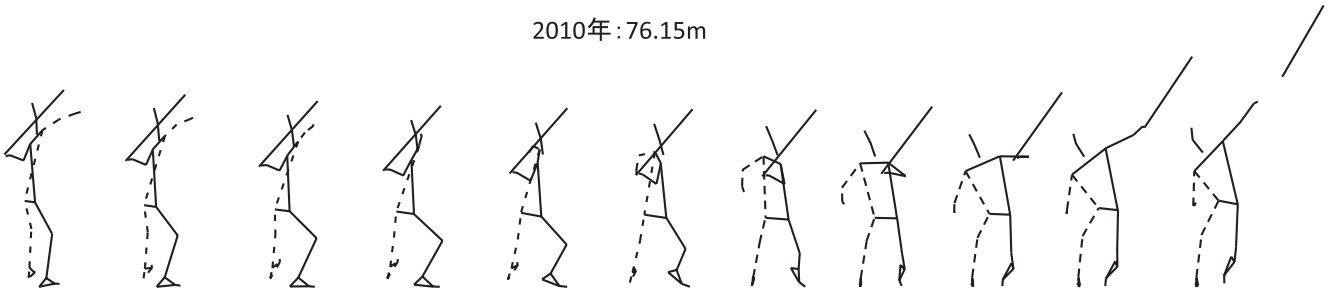
R-on ← 準備局面 → L-on ← 投げ出し局面 → REL

図1 スティックピクチャの比較（側方からみた図）

2009年: 69.42m



2010年: 76.15m



R-on ← 準備局面 → L-on ← 投げ出し局面 → REL

図2 スティックピクチャの比較（後方からみた図）

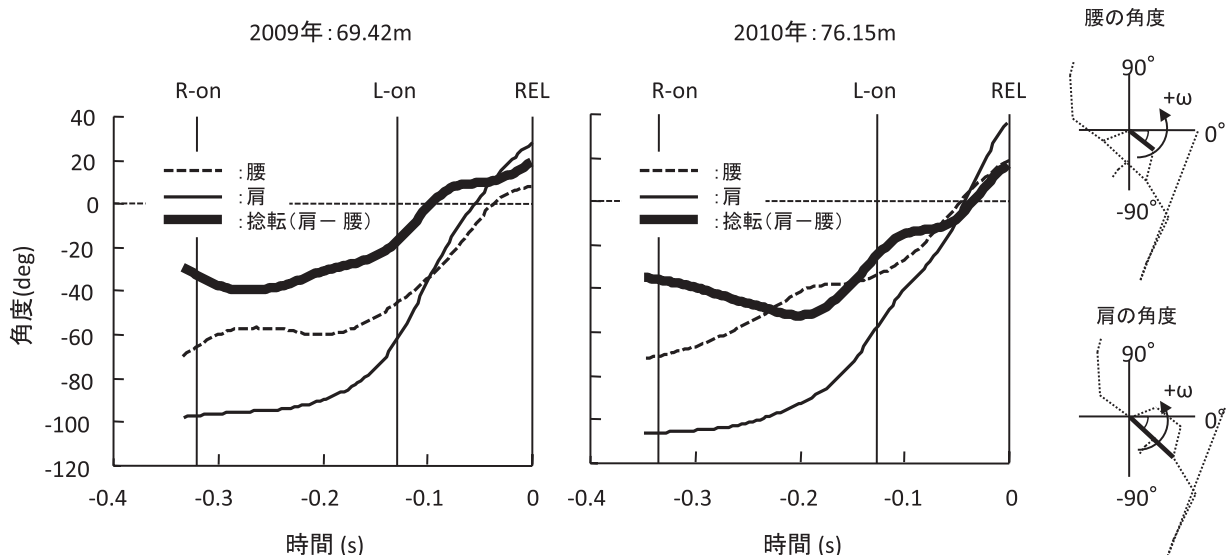


図3 腰、肩および捻転角度の比較

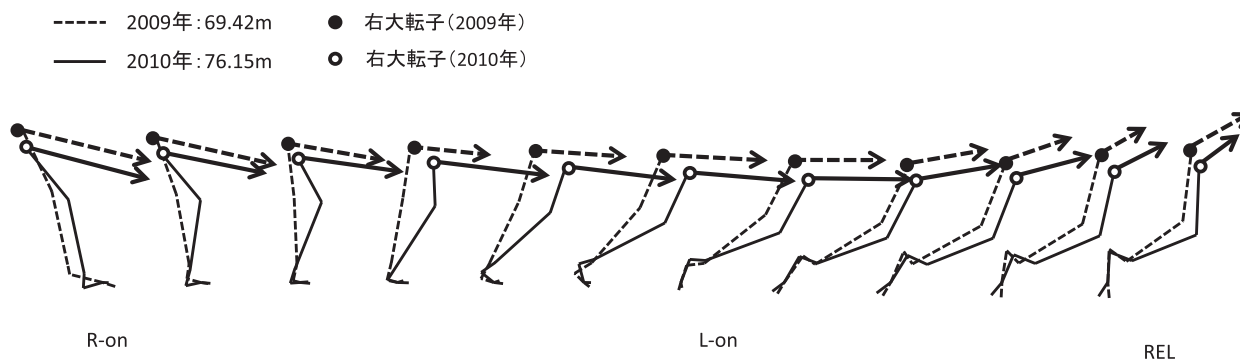


図4 右脚の動作および右大転子の速度ベクトル（側方からみた図）  
スティックピクチャは右母子球の座標値にそろえて示している

た、伊藤（2003）は、優れたスプリント選手ほど膝をより屈曲位の状態でキックしていることを明らかにし、この膝の動きは、腰を固定した場合につま先の移動距離が大きくなることにつながるとして説明している。言い換えると、つま先を固定した場合、腰の移動距離が大きくなることに等しく、まさに図4に示した10年の右脚の動作とよく一致することになる。したがって、上述した腰の動きと関連付けると、この右膝の屈曲位を維持した動作によって、右大転子が前方へより大きく変位した結果、準備局面における腰の角変位が大きくなり、捻転の角度も大きくなったことが考えられる。

以上のことから、ディーン選手における09年から10年への記録の向上には、右脚がより屈曲位で推移したことによって、準備局面において腰（骨盤）がより大きく左回旋し、体幹部の捻転が大きくなったことが影響していたことが示唆された。なお、この体幹の捻転動作の変化は、村上幸史選手のコンスタントに80m以上の投げができるようになった09

年の動作とそれ以前の動作との変化にも一致している（田内ら、2010）。したがって、やり投げにおけるより高いレベルでの記録の向上には、より効果的な体幹部の捻りと捻り戻し動作が欠かせない動作要因の1つである可能性が考えられる。

#### 参考文献

伊藤章（2003）短距離走に関する研究：コーチングに役立つ科学的根拠を求めて．体育学研究 48, 355-367.

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.

田内健二（2009）バイオメカニクスの知見を背景にした男子やり投げの投てき技術：レビュー．陸上競技学会誌 7, 33-39.

田内健二，遠藤俊典，藤田善也，矢野恵太，藤井宏  
明（2010）村上幸史選手における 80m オーバーの  
やり投動作の特徴－ 2009 年と 2007 年との比較か  
ら－．陸上競技研究紀要 6，118-121.