

世界1位と日本1位の男子円盤投選手の円盤加速動作の比較

山本大輔¹⁾ 伊藤 章¹⁾ 田内健二²⁾ 村上雅俊³⁾ 淵本隆文¹⁾ 田邊 智⁴⁾
 1) 大阪体育大学 2) 早稲田大学 3) 愛媛女子短期大学 4) 大阪産業大学

I. 緒 言

長年低迷していた日本の男子円盤投の競技レベルは近年高まりの兆しを見せ、1979年に樹立された日本記録にようやく近づき始めた。しかし、依然として世界のレベルとはかけ離れており、体力的な差だけではなく技術的な違いも原因となっていると思われる。そこで、本研究では第11回世界陸上競技選手権大会（大阪、2007）と第91回日本陸上競技選手権大会（大阪、2007）における優勝者の動作を比較し、技術的な特徴を明らかにすることにより、日本選手が取り組むべき技術的な方向性を示そうとした。

II. 方 法

1. 測定対象

第11回世界陸上競技選手権大会（大阪、2007）における男子円盤投優勝者のゲルド・カンテル選手（68.94m）と第91回日本陸上競技選手権大会（大阪、2007）における男子優勝者の畑山茂雄選手（56.50m）の動作と、世界陸上競技選手権大会（12名；「世界一流選手」と略す）と日本陸上競技選手権大会（8名；「日本一流選手」と略す）の決勝進出者の円盤の動きについて解析を実施した。

2. 撮影方法

すべての投てき動作を陸上競技場の観客席上段

に設置した2台のDVカメラでサークルの側方と後方より60fpsで撮影した。またサークルの中心を原点とし、投擲方向4m×横4m×高さ2.5mの画角を設定し、9ヶ所にキャリブレーション用のポール（各ポールに5ヶ所のマーク）を立て、合計45個のマークを撮影した。

3. データ処理

撮影した映像から、それぞれの選手の最も記録のよかった試技の円盤の重心および身体24点を動作解析システム（Frame - DIAS II, DKH）を用いて毎秒60fpsでデジタイズし、DLT法を用いて三次元座標値を算出した。その後、残差分析法によって決定された最適遮断周波数（6Hz）で4次のButterworthにより平滑化し、データとして用いた。

4. 動作時点の定義

宮西ら（1997）にしたがい、動作の時点を以下のように分けた。すなわち、ターン動作開始時のバックスイング終了時（BSE）、右脚離地（R-off）、左脚離地（L-off）、右脚接地（R-on）、左脚接地（L-on）、円盤のリリース時（Rel）の時点とした（図1）。

5. 分析項目

円盤の三次元の合成速度を円盤速度とし、各動作時点について投てき記録との関係を求めた。また、優勝者のカンテル選手と畑山選手の2人について

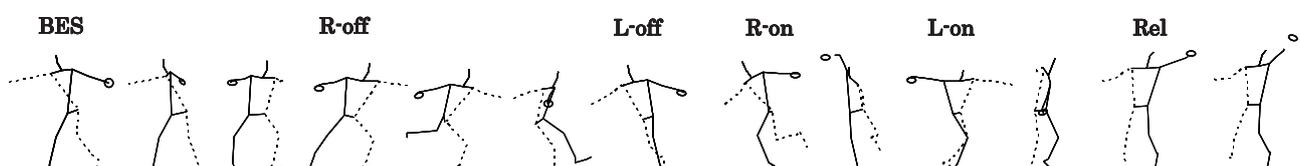


図1 動作時点の定義

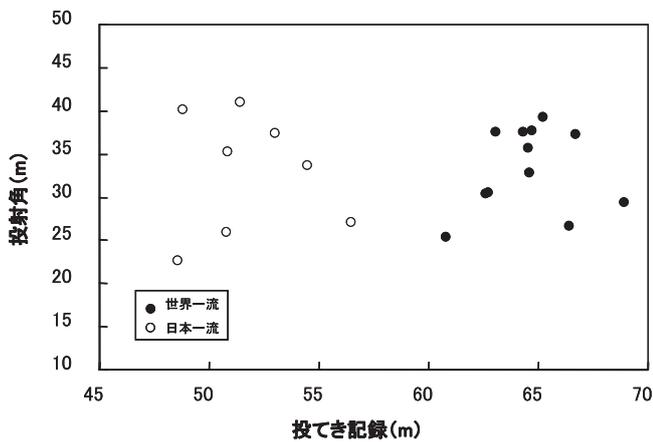


図2 投射角と投てき記録の関係

は、ターン中の円盤速度の変化と体幹の動作について分析し、両選手の円盤加速動作を比較した。体幹の動作として、左右の肩を結んだ線（以後「肩」と略す）と左右の股関節を結んだ線（以後「腰」と略す）が水平面となす角度を求めた。また、体幹の捻り角度を肩と腰の角度差から求めたが、上から見て腰と肩が一致した状態を 0° とし、肩に対して腰の回旋が先行している場合を+とした。肩と腰の水平面の回旋速度は上から見て反時計回りの速度を+とした。

Ⅲ. 結果と考察

1. 円盤の動きと投てき記録の関係

世界一流選手（12名）の投てき記録は68m94から60m77の範囲にあり、日本一流選手（8名）の記録は56m50から48m58の範囲にあった。投てき記録と投射角には有意な相関関係は認められず、どの選手もほぼ一定の値（投射角； $33.15 \pm 5.40^\circ$ ；図2）を示した。

投てき記録とリリース高には有意な正の相関関係（ $r = 0.538, p < 0.05$ ；図3）がみられた。しかしこの結果は選手の形態的特長を考慮していない。そこで形態的特長を排除するために身長を判明した世界選手権の1位から8位の8名と日本選手権の1位から8位（6位を除く）の7名の計15名についてリリース高の身長比を算出したところ、平均値では世界一流選手は $95.6 \pm 5.0\%$ 、日本一流選手は $90.7 \pm 6.6\%$ となり、世界一流選手の方が高い値を示した。しかし投てき記録との関係を見たところ、有意な相関関係は見られなかった。Gregor,R.J.et al (1985)は、ロスアンゼルス・オリンピック選手を対象に、平均投射角は 35.6° であり、平均リリース高は1.73m（身長比は90%）であったと報告しているが、それより22

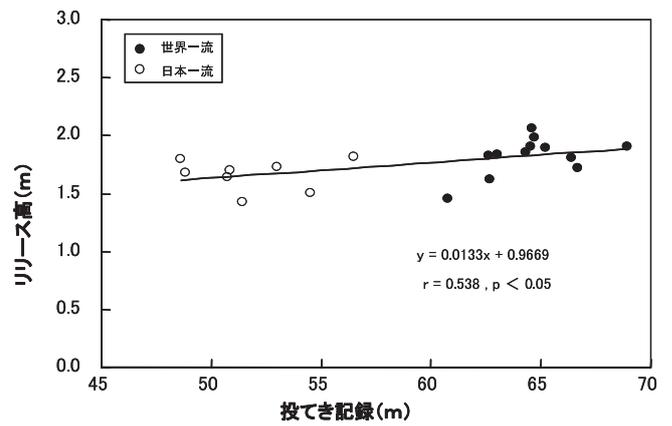


図3 リリース高と投てき記録の関係

年後の本研究の結果もほぼ一致していた。

円盤の速度と投てき記録との関係を、図1に示す各動作時点について調べたところ、L-onとRelにおいて有意な正の相関関係（それぞれ、 $r = 0.470, p < 0.05$ ； $r = 0.944, p < 0.001$ ）を示した（図4）。R-off、L-off、R-onの各時点での円盤合成速度は、世界一流選手の方が日本一流選手に比べ全体的に高い傾向が観察されたが、投てき記録と有意な相関関係は認められなかった。これらの世界一流選手と日本一流選手のRelにおける円盤速度の結果はオリンピック選手を対象とした報告（Terauds,J.,1978；Gregor,R.J.et al.,1985）とほぼ同じ値であった。

2. ゲルド・カンテル選手と畑山選手の比較

1) 円盤の速度変化

図5に両選手のR-offからRelまでの円盤の速度と体幹の捻り角の変化を示した。円盤の速度変化パターンは両選手共通で、R-offからL-offとR-onの間まで緩やかに増加し、一旦L-onの直前まで減少した後Relまで急激に増加した。L-onの直前までの減少は畑山選手の方がやや大きかった。

2) 体幹の捻りの増加に関して

体幹の捻り角度に関しては、両選手間で大きな違いが見られた。すなわち、カンテル選手はL-off付近で捻りが最も小さく、R-onまでの空中局面で急激に捻り角を増加させていた（図5左）。その後L-on直前まで大きな捻り角を維持し、その後Relまでの急激な捻り戻しにともなって円盤速度が増加していた。畑山選手はカンテル選手より早い時点（R-offとL-offの中間時点）で捻り角が最も小さくなり、カンテル選手より遅い時点のL-onで最大の捻り角が現れた（図5右）。その後Relまでの急激な捻り戻しにともなって円盤速度が増加した。

この体幹の捻りを発揮する肩と腰がどのような速

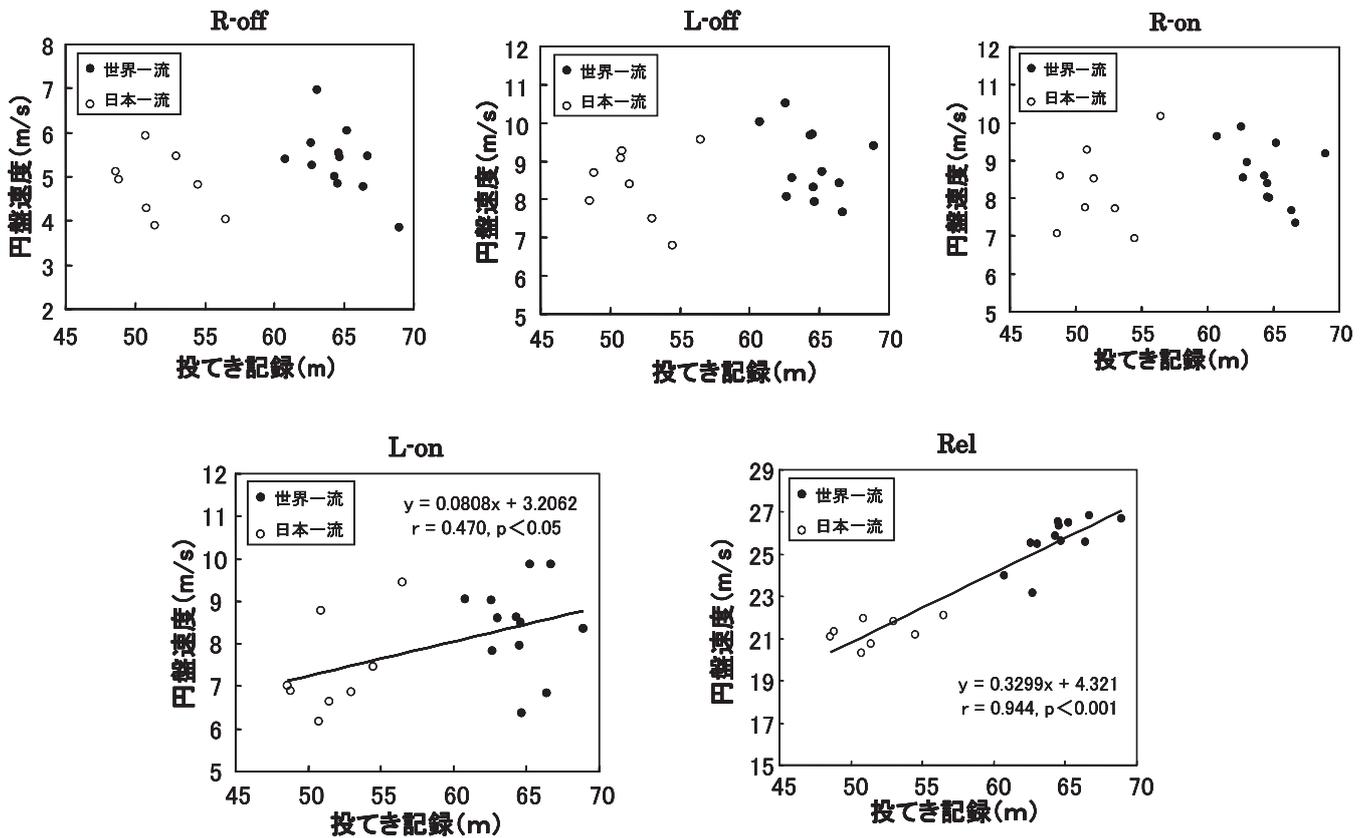


図4 各動作時点の円盤速度と投てき記録の関係

度で回旋しているのか検討するために肩と腰の回旋速度を求めた(図6)。カンテル選手は体幹の捻りを増加させるL-offからR-onの空中局面で、やや肩の回旋速度が減少しながら腰の回旋速度が急激に増加していた(図6左)。そして、R-onからL-onにかけてその大きな捻り角度を維持しながら肩の回旋速度は急激に上昇した。

一方、畑山選手はR-onとL-onの間で肩の回旋速度はカンテル選手と同じ程度減少し、腰の回旋速度をやや増加することによって体幹を捻り、最大に捻った直後に捻り戻しが開始した。

このように、体幹の捻りの形成は両選手で異なっていた。つまり、カンテル選手は両脚が離地した空中で主に腰の回旋速度を急激に高めることによって体幹を捻ったが、畑山選手は右足での支持から両脚支持になる直前に腰の回旋速度をやや高めながらも肩の回旋速度を減少することによって体幹を捻っていた。そして、体幹の捻りの最大値はカンテル選手(70度)の方が畑山選手(55度)より著しく大きかった。

3) 体幹の捻り戻しに関して

カンテル選手は、大きな捻り角度を維持しながら

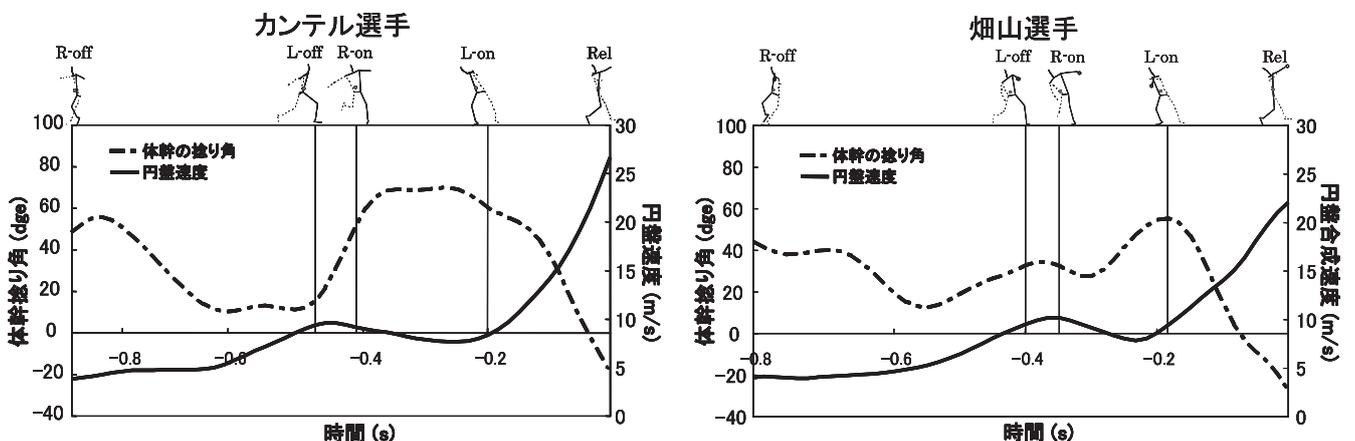


図5 体幹の捻り角と円盤速度

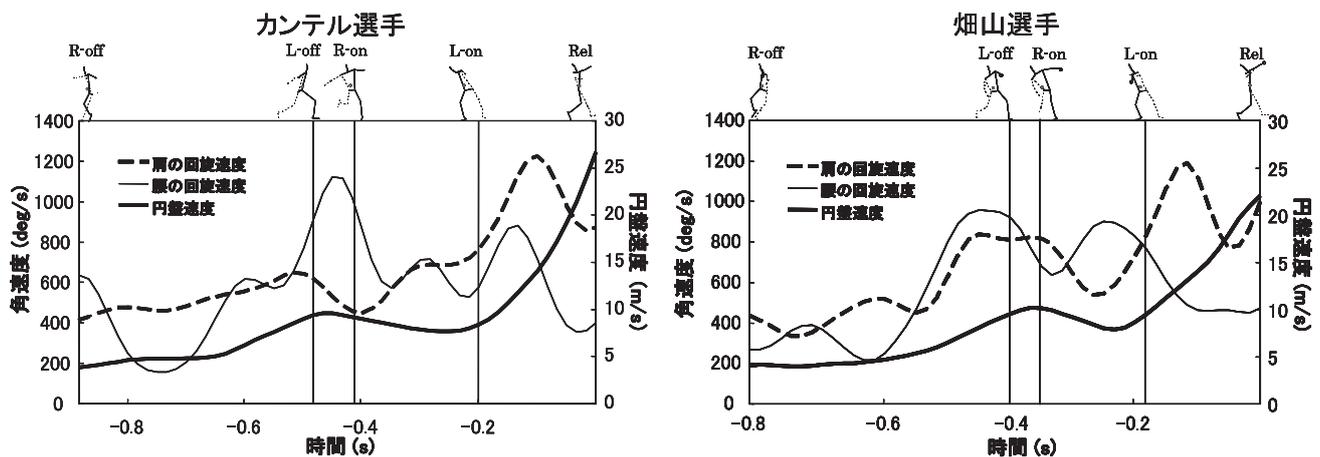


図6 肩と腰の回旋速度と円盤速度

ら、R-onからL-onの間で一旦腰の回旋速度が減少するが、L-on直前から肩と腰の回旋速度が同時に増加した(図6左)。その後、腰の回旋速度が減少を開始するが、肩の回旋速度は増加し続けRel直前に減少した。

畑山選手は、カンテル選手と異なり、捻り戻しが始まる以前から腰の回旋速度が減少し、Relまで低い回旋速度を保った。肩の回旋速度は捻り戻しとともに増加し、一旦低下した後増加しながらRelに至った。つまり、同様の捻り戻し動作でもカンテル選手は腰の回旋速度が増加しながら捻り戻しているのに対し、畑山選手は腰の回旋速度が減少しながら捻り戻すという違いが見られた。

IV. まとめ

第11回世界陸上競技選手権大会における円盤投男子優勝者のゲルド・カンテル選手と第91回日本陸上競技選手権大会における男子優勝者の畑山茂雄選手の動作と、世界一流選手と日本一流選手の円盤の動きを三次元画像解析法を用いて分析した。その結果投てき記録はリリース高との間に有意な正の相関関係がみられた。しかし身長比で比較すると世界一流選手は日本一流選手に比べ高い値を示したが、有意な相関関係がみられなかった。

各動作時点の円盤速度と投てき記録との関係を見ると、L-onとRelにおいて有意な正の相関関係が認められた。

カンテル選手は両脚が離れた空中で体幹を捻り、L-on前から捻り戻したが、畑山選手はL-on前に体幹を捻り、直後のL-onから捻り戻しを開始した。捻り戻しのはじめにカンテル選手は腰と肩の回旋速度が同時に増加する局面があったが、畑山選手にはそのような動作は見られなかった。

文献

- 1) Gregor, R. J. et al. : Kinematic analysis of Olympic disc throwers. Int. J. Sport Biomech., 1 : 131-138, 1985.
- 2) Terauds, J. : Computerized biomechanical cinematography analysis of disc throwing at the 1978 Montreal Olympiad. Track and Field Quart. Rev., 78 : 25-28, 1978.
- 3) 宮西智久, 富樫時子, 川村卓, 桜井伸二, 若山章信, 岡本敦, 只左一也 (1997) アジア大会における円盤バイオメカニクスの分析. アジア一流陸上競技者の技術—第12回広島アジア大会陸上競技バイオメカニクス研究班報告—, 日本陸上競技連盟科学委員会バイオメカニクス研究班編, 佐々木秀幸, 小林寛道, 阿江通良 : pp169-181. 創文企画, 東京.