

平成 21年 6月 22日現在

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2006～2008

課題番号：18200040

研究課題名 (和文) 2007世界陸上 (大阪) における競技技術の国際比較

研究課題名 (英文) Comparative analysis of athletic technique in the 2007 World Championships in Athletics

研究代表者

伊藤 章 (Ito Akira)

大阪体育大学・体育学部・教授

研究者番号：80067248

研究成果の概要：第11回世界陸上競技選手権大会 (大阪, 2007) に出場した各種種目の世界一流選手と日本選手の動作分析とタイム分析をおこなった。これらの分析結果とこれまで蓄積してきたデータとを比較し、今回出場した世界一流選手たちの技術の特徴を明らかにするとともに、日本選手の技術の長所や改善すべき点を洗い出すことが出来た。多くのデータを収集できた種目に関しては、記録との相関関係をもとに普遍的ともいえる合理的技術を示すことが出来た。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	30,000,000	9,000,000	39,000,000
2007年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
2008年度	2,400,000	720,000	3,120,000
年度			
年度			
総計	36,000,000	10,800,000	46,800,000

研究分野：バイオメカニクス

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学 スポーツ科学

キーワード：世界一流選手・陸上競技・動作解析・バイオメカニクス

1. 研究開始当初の背景

(1) 1991年に東京で開催された第3回世界陸上競技選手権大会で、研究代表者らはいくつかの種目について世界一流選手の動作解析をおこなった。

(2) その後も日本で開催された各種陸上競技大会で測定を実施し、競技中の選手や観客に支障を加えることなく測定できるように

方法を改善していった。

(3) このような活動によって競技レベルに特徴的な技術を明らかにするために必要なデータの蓄積に努めた。

2. 研究の目的

(1) 多くのスポーツ種目において、日本人は技術レベルが高いが、体力レベルは低いといわれている。一方、陸上競技では、マラソ

ンやハンマー投げ、短距離走など国際的なレベルにある種目があるが、著しく低い種目もあるなど種目によってパフォーマンスが大きく異なっている。この傾向は、種目によって日本選手の技術と体力レベルの特性が異なることを一部反映したものであると考えられる。

(2) 研究代表者らは 1991 年に東京で開催された第 3 回世界陸上競技選手権大会以来、国内で開催された各種陸上競技大会において、選手たちの動作分析やタイム分析を実施し、データの蓄積に努めた。

(3) これまでの蓄積データに、2007 年に大阪で開催された第 11 回世界陸上競技選手権大会における世界一流選手と日本選手の解析データを加えると、以下の取り組みが可能となる。

①世界一流選手の平均的(標準的)な特徴を明らかにする

②その平均的な特徴をもとに、合理的な動作を明らかにする

③その平均的な特徴と比較することにより、選手個人の特徴(長所・短所)を洗い出し個人に応じた具体的課題を提示する

(4) 本プロジェクトでは、陸上競技の各種種目における合理的(普遍性をもとめて)な技術を明らかにするとともに、日本選手の技術の特徴を明らかにし、今後日本選手が取り組むべき方向性を提示しようとした。

3. 研究の方法

(1) 研究の対象：第 11 世界陸上競技選手権大会(大阪, 2007)に出場した世界一流選手と日本代表選手

(2) 動作解析：対象の種目によって細部は異なるが、観客席最上段に設置したビデオカメラ(1~4 台)を用いて競技中の選手の動作を撮影(60~200 Hz)した。ビデオ映像は動

作解析ソフトを用いて解析し、身体各部(投てきでは投てき物も)の二次元ないし三次元座標値を求めた。

(3) タイム分析：100mについては、レーザードップラー式の数値測定器で測定した。その他の種目については、ビデオ映像をもとに所要時間を測定する方法を用いた。

4. 研究成果(ここでは一部の種目を抜き出して報告する)

(1) 短距離

①100 m タイム分析：男子決勝 5 名では、最高速度は優勝したゲイ選手が最も高く 11.83 m/s で、60 から 70 m 区間で出現した(図 1)。他の選手の最高速度は 11.7 m/s 台であり、50 から 60 m 区間で出現していた。日本代表選手の最高速度は朝原選手が 11.55 m/s、塚原選手が 11.21 m/s と最高速度に差がみられた。

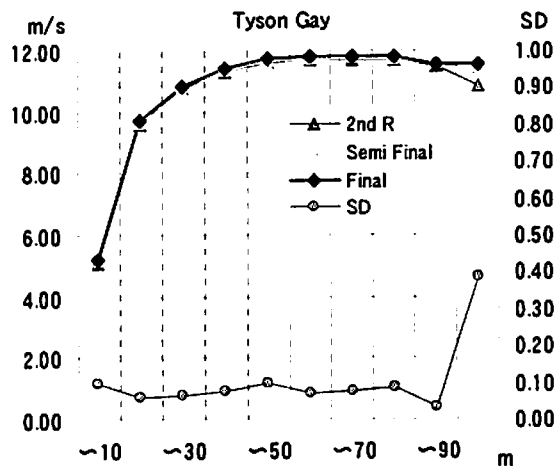


図 1 T. ゲイ選手の距離に対する速度の変化

②100 m スタートダッシュ動作：すべての選手に見られた共通の動作は、1) スタート後の速度増加とともにストライドが増加するが、ピッチはスタート後 2 歩目まで増加した後にはほぼ一定の値を保った、2) スタート直後の歩隔は約 0.35 m であったが、その後の歩数とともに減少し、中間疾走では約 0.15 m となった、3) 中間疾走とは異なり、大腿

の前方回転により膝関節を伸展するキック動作をしていた。スタート時の回復脚の膝関節最少角度はゲイ選手とパウエル選手が大きく、男子選手のほうが女子選手より大きい傾向がみられた。これは脚をやや引きずるような動作をしていたことを示すものである。

③100 m 中間疾走動作：最高疾走速度が高い男子選手ほどピッチが早かったが、ストライドには大きな違いは見られなかった（図2）。例えば、身長にほとんど違いがなかったゲイ選手と朝原選手の歩幅は同じであったが、ピッチはゲイ選手のほうが大きかった。つまり、ピッチがゲイ選手と朝原選手の最高疾走速度の差であった。一般にピッチより歩幅のほうが体力に関係していると考えられている。つまり、本研究の結果はゲイ選手と朝原選手の疾走速度の差は体力ではなく、キック技術にあることを示唆しており興味深い。

もも上げ角度は疾走速度に関係ないと報告されているが、本研究では日本選手のほうが世界一流選手より大きい傾向がみられた（図3）。また、引き付け角度は最高疾走速度が高い選手ほど大きく、やや脚を引きずるようにして前へ運ぶ様子がかがえた。

かつて日本では、膝関節を深く屈曲させて膝を高く上げると最高疾走速度が高まると信じて、もも上げドリルを実施していた。そして、今回の日本選手の傾向をややそれに近かった。今後の指導において、本研究の結果は役立つはずである。

T. ゲイ選手 100m 9.85 sec.



朝原宜治選手 100m 10.14 sec.



図2 T. ゲイ選手と朝原選手の中間疾走のスティックピクチャー

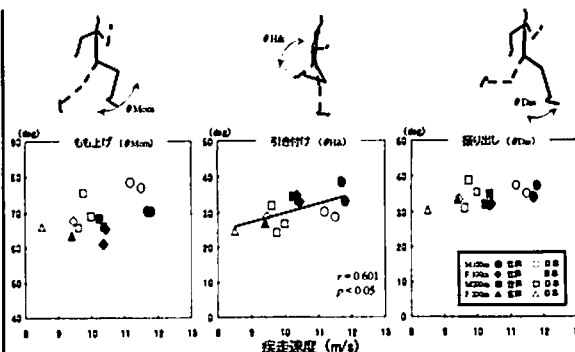


図3 中間疾走速度ともも上げ、引き付け、振り出しの角度の関係

(2) 跳躍

①走り高跳び：男子優勝者のトーマス選手の踏切動作の特徴の1つとして、大きな内傾姿勢(8.2度)をあげることができる(図4)。踏切時には鉛直方向の地面反力は、外的な負荷として股関節の内転モーメントを選手に加える。それに対して選手は股関節の外転モーメントを発揮して対抗することになる。この踏切脚の外転モーメント発揮は鉛直方向の地面反力を発揮することになるが、膝関節の伸展筋群とは関係なく発揮されるモーメントである。そのため、膝関節の伸展筋群が動員される小さな内傾で大きく後傾しての踏切より、“膝がつぶれる”状態になりやすいのである。

②走り幅跳び：第3回世界陸上競技選手権大会(東京, 1991)の時の男子優勝者(パウエル選手)と準優勝者(ルイス選手)の8.95 mと8.91 mに比べると、今回の男子優勝記録(8.57 m)は低調であった。その主な原因は、助走速度にあると思われる。つまり、東京大会の両選手はそれぞれ11.00 m/sと11.06 m/s

であったが、今回の優勝者、準優勝者と3位の選手は 10.58 m/s, 10.87 m/s, 10.38 m/s と明らかに助走速度が低かった。しかし、跳躍角度は東京大会と今回で大きな違いはなかった。一方、日本選手の助走速度は 10.08 m/s で、著しく低かったが、跳躍角度は世界一流選手たちとほぼ同じであった。

(3) 投てき

①円盤投げ：男子は記録と初速度、女子は記録と初速度、投射高において有意な正の相関関係が認められた。この結果はどちらも初速度を高めることが重要であることを示している。投てき動作では、円盤のリリース前の両足を接地して投てき腕の振りきりを開始する“パワーポジション”と呼ばれる両足接地の姿勢を取った瞬間からリリースにかけて、女子選手の方が男子選手より肩関節の水平内転速度が高かった。また、重要とされている体幹の捻転角の作り方に世界一流選手と日本選手に大きな違いがみられた。すなわち、男女の世界一流選手は、両足が離地している局面で肩の回旋速度を維持しながら腰の回旋速度を増加することで捻転角を増加させ、パワーポジション以前から直ちに捻り戻し動作を開始したのに対し、日本選手はさらにタイミングの遅いパワーポジションをとった時点から捻り戻しを開始していた。

②やり投げ：上位群（1位から6位までの選手）の平均動作を求め、日本代表の村上選手

手との比較を試みた（図5）。やりのリリース速度は優勝者のピトカマキ選手が 29.9 m/s であるのに対し村上選手は 27.8 m/s と低値を示した。助走の最後である後ろ足接地の時点では助走速度は世界一流選手と村上選手には大きな違いはなかったが、それから前脚を接地するまでに村上選手の身体重心の速度は著しく低下した。また、村上選手の場合は、肩の速度が十分に高まる前により末端部の速度が高まり、上肢が早いタイミングで前に引き出されていたことが示唆された。そのため、体幹と上肢の速度の位相ずれが少なくなったと思われる。一方上位群は早いタイミングで体幹が前方回転しても村上選手ほど上肢が引き出されておらず、体幹と上肢の位相ずれが大きいことが分かった。村上選手には“鞭動作”の重要性を意識した取り組みを期待したい。

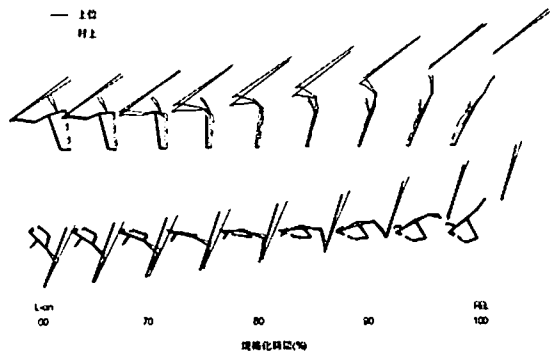


図5 上位群の平均投てき動作パターンと村上選手の投てき動作との比較

Thomas (BAH) 2.35m Lateral view

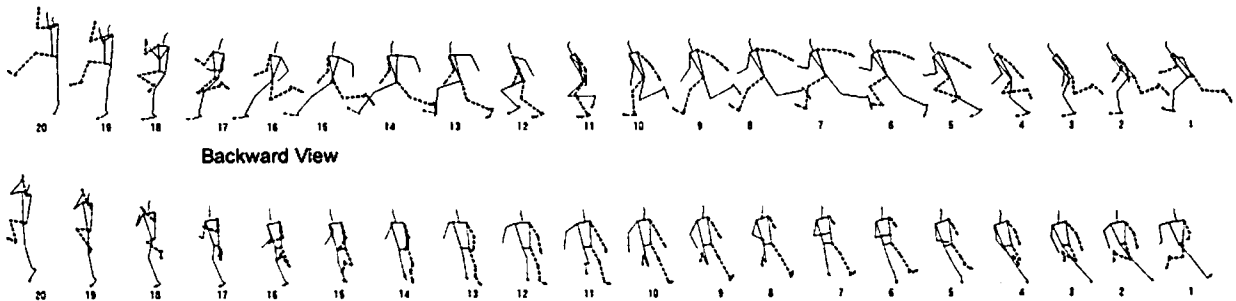


図4 トーマス選手のスティックピクチャー

5. 主な発表論文

〔雑誌論文〕 (計17件)

1. Ito, Akira, Fukuda, Koji. Kijima, Kota. Mid-phase movement of Tyson Gay and Asafa Powell in the 100 meters at the 2007 World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics*, vol. 23 no. 2, 39-44, 2008
2. Ae, Michiyoshi, Nagahara, Ryu. Ohshima, Yuji. Koyama, Hiroyuki. Takamoto, Megumi. Shibayama, Kazuhito. Biomechanical analysis of the top three male high jumpers at the 2007 World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics*, vol. 23 no. 2, 45-52, 2008
3. Byun, Keigo Ohyama. Fujii, Hiroaki. Murakami, Masatoshi. Endo, Toshinori. Takesako, Hisashi. Gomi, Koki. Tauchi, Kenji. A biomechanical analysis of the men's shot put at the 2007 World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics*, vol. 23 no. 2, 53-64, 2008
4. Enomoto, Yasushi, Kadono, Hirotsuke. Suzuki, Yuta. Chiba, Tetsu. Koyama, Keiji. *Applied Research - Biomechanical analysis of the medalists in the 10,000 metres at the 2007 World Championships in Athletics*. *New Studies in Athletics*, vol. 23 no. 3, 61-66, 2008
5. 阿江通良, 第11回世界陸上大会における日本陸連バイオメカニクス研究班の準備と実施 バイオメカニクス研究. 12(2), (45) 69-73, 2008
6. 松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 土江寛裕, 杉田正明, 男女100mレースのスピード変化. *バイオメカニクス研究*, 12(2), (45) 74-83, 2008
7. 貴嶋孝太, 福田厚治, 伊藤章, 一流短距離選手のスタートダッシュ動作に関するバイオメカニクスの研究. *バイオメカニクス研究*. 12(2), (45) 84-90, 2008
8. 谷川聡, 世界一流110mハードル競技者のレースタイムおよび動作特性の検討. *バイオメカニクス研究*, 12(2), (45) 101-108, 2008
9. 森丘保典, 森田正利, 柳谷登志雄, 榎本靖士, 杉田正明, 阿江通良, 世界陸上競技選手権大会における男子400mハードル走パフォーマンスの変遷について--1991年東京大会と2007年大阪大会の記録およびレースパターン比較. *バイオメカニクス研究*. 12(2), (45) 109-114, 2008
10. 森田正利, ハードル走. *バイオメカニクス研究*, 12(2), (45) 115-117, 2008
11. 榎本靖士, 門野洋介, 世界陸上競技選手権大阪大会における中長距離レースのバイオメカニクス分析とその活用. *バイオメカニクス研究*. 12(2), (45) 118-124, 2008
12. 小山宏之, 村木有也, 阿江通良, 大阪世界陸上大会男子走幅跳選手の踏切動作のバイオメカニクス. *バイオメカニクス研究*, 12(2), (45) 127-133, 2008
13. 阿江通良, 永原隆, 大島雄二, 小山宏之, 高本恵美, 柴山一仁, 世界選手権男子走高跳上位入賞者の跳躍動作のバイオメカニクスの分析--トーマス選手の跳躍は新しい技術のヒントとなるか. *バイオメカニクス研究*, 12(2), (45) 134-140, 2008
14. 深代千之, 走幅跳: 1991年東京と2007

年大阪両大会の研究比較によせて, バイオメカニクス研究, 12(2), (45) 141-142, 2008

15. 田内健二, 村上幸史, 世界一流男子やり投げにおける投てき技術--1991年世界陸上東京大会と2007年大阪大会との比較, バイオメカニクス研究, 12(2), (45) 143-152, 2008
16. 大山卞圭悟, 藤井宏明, 男子砲丸投--回転投法・グライド投法の比較を中心に, バイオメカニクス研究, 12(2), (45) 153-160, 2008
17. 若山章信, 投てき種目における技術の変遷--やり投げ・砲丸投げ, バイオメカニクス研究, 12(2), (45) 161-163, 2008

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 章 (Ito Akira)

大阪体育大学・体育学部・教授

研究者番号: 80067248

(2) 研究分担者

小林 寛道 (Kobayashi Kando)

東京大学・新領域創成科学研究科・客員教授

研究者番号: 60023628

阿江 通良 (Ae Michiyoshi)

筑波大学・人間総合科学研究科・教授

研究者番号: 10175721

飯干 明 (Iiboshi Akira)

鹿児島大学・教育学部・教授

研究者番号: 20117477

藤井 範久 (Fujii Norihisa)

筑波大学・人間総合科学研究科・准教授

研究者番号: 10261786

榎本 靖士 (Enomoto Yasushi)

京都教育大学・教育学部・講師

研究者番号: 90379058

杉田 正明 (Sugita Masaaki)

三重大学・教育学部・准教授