

双生児を対象としたスポーツパフォーマンスの  
発達に関する縦断的研究

合屋十四秋 天野 義裕  
星川 保 松井 秀治

## 双生児を対象としたスポーツパフォーマンスの 発達に関する縦断的研究

合屋十四秋 天野 義裕  
星川 保\* 松井 秀治\*\*

### Longitudinal study on the variation and development of selected sports performance in twins

Toshiaki GOYA, Yoshihiro AMANO

Tamotsu HOSHIKAWA\* and Hideji MATSUI\*\*

The purpose of this study was to evaluate the similarity and differentia of the characteristics and selected sports performance (running, throwing and swimming) in twins, furthermore a significance of the heritability and trainability in determining the individual variation of those parameters by means of longitudinal design. There were 10 pair of monozygous (MZ) and dizygous (DZ) twins of both sexes employed as subjects measured for 4 to 7 years successively. The data for this experiments of motor patterns were obtained by cinematographic procedure, and the films were analyzed by means of NAC film motion analyzer system connected directly to a computer. Comparison of the differences between MZ and DZ twins were made by intra-pair difference computed through the following equation:  $2\{(A-B)\}/(A+B) * 100 = \text{Intra-pair difference (\%)}$

Anthropometric parameters, except body weight, were no significant differences between MZ and DZ twins in the series of the growth and development respectively. Aerobic power for physical working capacity are quite relied on the difference of the usual physical activities. As evaluate the magnitudes of the influence for phylogenetic and ontogenetic types, kinematic variables in running are related with genetic factors based on the discussion of intra-pair difference and motor patter between MZ and DZ twins by longitudinal viewpoint. However, Motor patterns and kinematic variables in throwing and swimming performance are influenced by the total amount of individual experiences, especially learning and training.

はじめに 個人個人がどのような発育経過をたどり、その経  
スポーツパフォーマンスの環境を考えると、 過の中で運動技術をどのように習得したのかを縦

断的に追跡することは体育教育のカリキュラムを構成する上で重要な課題である<sup>1)4)11)</sup>。すなわち、いつ頃どんな運動をどの程度働きかけをすれば最も効果的な体育、スポーツの成果が得られるかということについてはほとんど手がけられていない。

本研究では遺伝的要因、環境的要因を同じ条件にすることのできる双生児を対象とし、身体特性やスポーツパフォーマンスを縦断的に検討することにより、個々の発育発達の経過や特徴を明らかにし、体育科教育における適時性および教育可能性について検討しようとするものである。

方 法

- 1) 被検者：追跡研究対象組として4～7年継続している一卵性双生児 (MZ) 8組, 二卵性双生児 (DZ) 2組を抽出した。(表1)
- 2) アンケート調査：被検者の日常生活に関する調査
- 3) 測定・分析項目：形態27項目, 機能9項目, 走動作11項目, 投動作17項目, 泳動作6項目について測定・分析した。

30 m 走, オーバーハンドスロー, 25 m 泳動作は 16 mm フィルムに撮影し, 解析は NAC 200 システムによって行なった。結果は過去4～7年間の経年的測定データと対差百分

率 (Intra-pair Difference:ID) を用いて検討した。

結 果

1) 形態および機能

長育の ID は, MZ が0～3%, DZ が0～6%, と非常に小さな範囲の変動であった。量育の ID は MZ が0～17%, DZ が3～30%と長育よ

表1 被検者一覧

被検者	性 別	測定開始時の年齢	現在の年齢
M15	男	10	14
M19	女	8	12
M20	女	9	13
M25	男	6	12
M26	女	7	12
M27	女	7	11
M29	男	6	10
M30	男	6	10
D02	女	10	16
D24	女	8	13

M：一卵性, D：二卵性

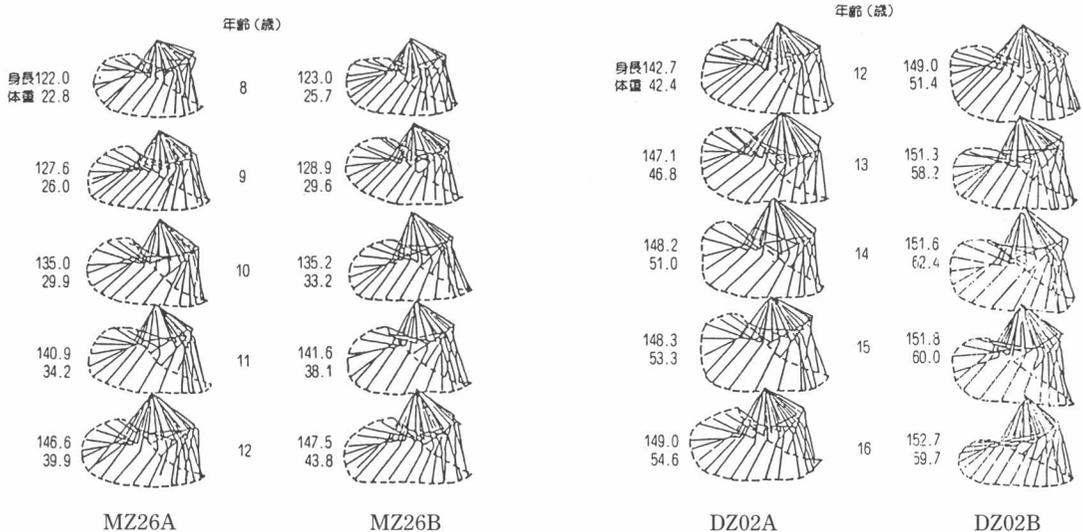


図1 一卵性双生児 (MZ26) と二卵性双生児 (DZ02) の疾走フォームのスティック像による縦断的比較

り大きな値で変動した。DZ02（16歳女子）、DZ24（13歳女子）の2組について身長の間年発育量を見ると DZ02 では10～11歳の伸び（A児：7.3 cm, B児：10.4 cm）が最大であった。DZ24 ではA児が11～12歳（7.5 cm）に、B児が10～11歳（8.8 cm）にそれぞれ最大の伸びを示した。体重の間年発育量のピークは DZ02 が10～11歳（A児：6.0 kg, B児：10.5 kg）DZ24 のA児が12～13歳：7.1 kg, B児が10～11歳：7.1 kg であった。

機能における MZ, DZ の ID は0～85%と大きな範囲で変動した。DZ02 では PWC170,

PWC170/wt の ID が年々増加する傾向にあった。（PWC170:6.8%→76.5%, PWC170/wt:23.8%→84.1%）

2) 走動作

図1は走動作の下肢のスティック像を MZ26（12歳女子）、DZ02（16歳女子）について求めたものである。MZ26 の下肢の動きは2児ともよく類似しており、8～12歳までの動作パターンに顕著な変化はみられなかった。DZ02 では大腿の引き上げ方や下腿の引きつけ方が加齢に伴いA児は小さくなり、2児間で徐々に差がみられるようになったが、顕著な差ではなかった。

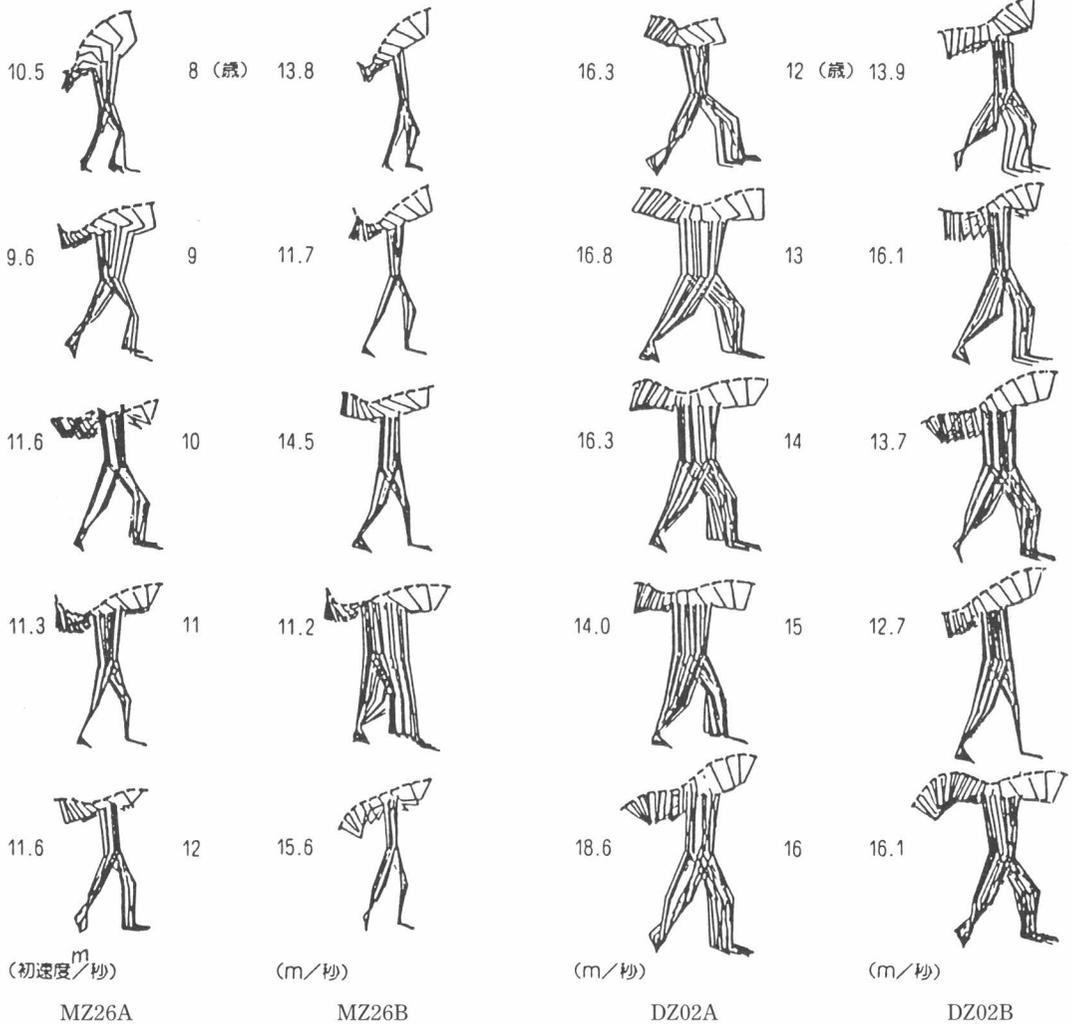


図2 一卵性双生児(MZ26)と二卵性双生児(DZ02)のオーバーハンドスローのスティック像による縦断的比較

### 3) 投動作

図2はMZ26とDZ02のオーバーハンドスローのスティック像を表したものである。軸足を固定した動作パターンは、MZ、DZともに未熟なパターンのレベルにとどまっており、ボールの初速度もほとんど増加する傾向は見られなかった。

### 4) 泳動作

図3は、MZ26とDZ02の泳動作のスティック像を示したものである。MZ26の25m泳タイムは2児ともに9~10歳にかけて大きく短縮した。泳フォームに若干の違いがみられたが、双方のタイムの差はほぼ同じであった。しかし、疾走フォームに比べ、2児間の差異は大きかった。DZ02では13~16歳で双方ともあまり動作パターンに変化はなかった。25m泳タイムの差はA児とB児が逆転することはなかった。MZ20(13歳女子)では幼児期に一方が水泳を、他方がクラシックバレエを習っていた。また、DZ45(7歳男子)は双方ともに3歳から現在まで水泳教室に通っていた。

### 考 察

身長や体重において年間発育量が急激に増えたのは、思春期における第二次性徴の発育促進によるものである。一般に、体重の年間発育量のピークは身長のピーク以降に発現する<sup>8)</sup>といわれているが、本研究においても同様のことが示唆された。

また、身長、体重のIDが2児間で一時的に増加した。これは、第二次性徴の発現時期や発育量が2児間で差があったためである。

小林<sup>5)</sup>は、女子の全身持久性能力( $\dot{V}O_{2max}$ )は身長発育速度がピークになる年齢以前の身体トレーニングの影響を受けることは少なく、ピークから3~4年後では、一般の女子に比ベトレーニングを継続した女子には年次的な増大が見られると報告している。本研究のDZ02では全身持久性能力(PWC170)の2児間の差が年々大きくなった。これは、遺伝的な差異に加えて日常生活でA児はジョギングやハンドボールをしていたのに対しB児は特定の運動をしていなかったためPWC170及びPWC170/wtの値に大きな差が現れたと考えられる。このように全身持久性能力は、身長発育速度がピークになる年齢以降の運動習慣や運動量によって変わり易いことが示唆された。

走動作パターンの類似性は他のMZ7組、DZ1組もMZ26及びDZ02と同様な結果が得られた。すなわち、MZの動作パターンには顕著な差はみられず、DZではその差が大きかった。特に、DZでは大腿の引き上げ角度と下腿の引きつけ角度には顕著な差がみられた。走動作パターンの発達は5~6歳頃に既に大人のパターンに近づくといわれている<sup>6)</sup>が、本研究の結果、DZを除いた

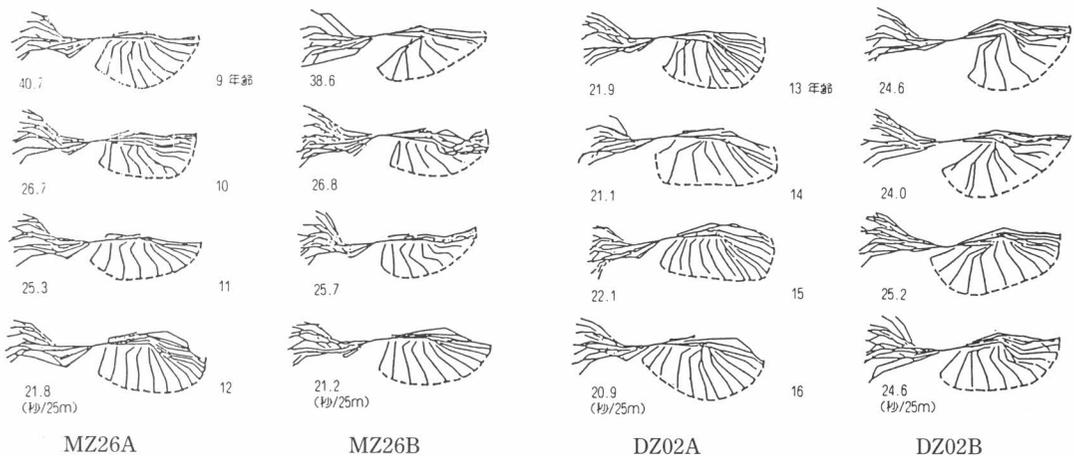
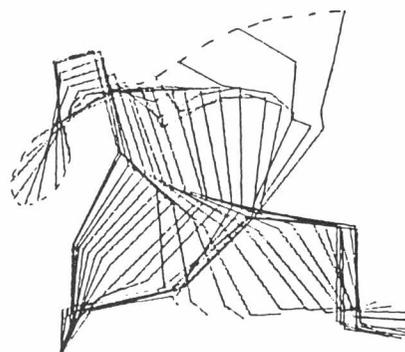


図3 一卵性双生児(MZ26)と二卵性双生児(DZ02)の泳フォームのスティック像による縦断的比較

MZ の2児間ではかなり類似したパターンであったことから走動作様式は、急激なからだの変化<sup>3)</sup>がない限り大きな変化はみられないようである。

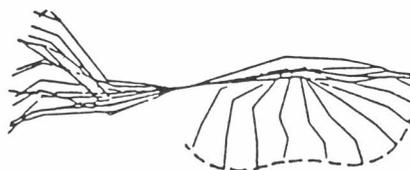
投動作における初速度は投能力の重要な要素の1つである。MZ26, DZ02 の双方とも発育に伴う初速度の伸びはあまりみられず、ほぼ横ばい状態であることが推察される。図4に MZ29A (10歳男子)の投動作のスティック像を示した。体幹のひねり、ステップ動作および上体のしなりがみられ、オーバーハンドスローの成熟したパターンの特徴を示している。しかし、MZ26, DZ02 の投フォームでは投運動の最終段階での特徴的な動作でもある腰や肩のひねり、投方向へのステップ<sup>9)</sup>もみられず、個人の動作パターンはほとんど改良されていないことが伺われた。宮丸<sup>7)</sup>および豊島<sup>10)</sup>は女子の投動作パターンの改善は5~6歳以降顕著にみられなくなり、その要因として日常生活の中でのボール遊びの種類が男子に比べて少なくなること<sup>2)</sup>や、身体資源の差異によるものと報告しており本研究でも同様の傾向がみられた。

泳動作では走動作に比べ MZ26, DZ02 とともに2児間でパターンの違いがみられた。図5にトップスイマーのスティック像を示した。よいフォームの特徴は、1) 腕のかきの前に肘が後方へスリップしない。2) 体幹とほぼ平行に腕をかいている部分が多いことである。MZ26 では9~10歳に大幅なタイムの短縮がみられた。これは双方ともこの年に行なわれた水泳教室を5日間うけたことにより泳能力が向上したことが考えられる。また、MZ20 (13歳女子)ではB児のみが3~8歳時に水泳教室に通っていたために9歳時にはA児に比べB児の泳能力がかなり優れていた (B児: 25m クロール30秒3, 25m 平泳ぎ38秒0, A児: 全くの初心者)。しかし、9歳から10歳にかけ双方とも毎年5日間の水泳教室を受けた結果、B児: 25m クロール24秒5, 25m 平泳ぎ28秒8, A児: 25m クロール29秒6, 25m 平泳ぎ33秒6となったが、A児とB児のパフォーマンスが逆転することはなかった。このことから、水泳のパフォーマンスは適切な働きかけが個々になされることに



身長 131.5cm  
体重 28.3kg  
初速度 28.3m/sec  
年齢 10 yrs

図4 一卵性双生児 (MZ29A, 10歳男子) の投動作のスティック像



身長 164.0cm  
体重 55.0kg  
13.3秒/25m  
17回/25m

図5 トップスイマー (中森選手) の泳フォーム

よって向上していくと考えられる。一方、DZ45 (7歳男子)では2児とも3歳から現在まで水泳教室に通っており、他の組のほとんどがクロール、平泳を25m 完泳できなかった7歳時にすでに完泳することができた。いいかえれば、水泳運動は個々の学習経験量によってできばえが左右されることを示唆している。

#### まとめ

本研究では一卵性双生児および二卵性双生児それぞれ一組を中心からだの発育発達とパフォーマンスとの関係を縦断的なケーススタディとして

検討した。その結果、以下の結論を得た。

- (1) 長育は比較的変わりにくいが、量育や全身持久性能力などは日常生活における運動量に左右されやすい。
- (2) 走る動作に比べ、投げる動作や泳ぐ動作は個々の学習経験量によってできばえが左右される。

《附記》本研究の一部は昭和62、63年度文部省教育方法等改善経費の援助を得て行なわれた。

#### 〔文 献〕

- 1) 浅見高明, 渋川侃二, 石島 繁: 年間増加量からみた児童の体力発達に関する研究. 体育科学, **14**:81-90, 1986.
- 2) A. ゲゼル著, 山下俊郎訳: 乳幼児の心理学—出生より5歳まで. 家政教育社, 168-177, 1979.
- 3) 天野義裕: 走動作の習熟. 体育の科学, **35**(2): 115-121, 1985.
- 4) 樋口 満, 水野忠文, 武田武雄, 宇都宮護, 岡野好伸: 双生児の身体発達に関する縦断的研究. 東京大学教育学部紀要, **16**:347-362, 1977.
- 5) 小林寛道: 日本人のエアロビックパワー. 杏林書院, 100-102, 1982.
- 6) 宮丸凱史: 幼児の走技能. 体育の科学, **33**(2): 90-97, 1983.
- 7) 宮丸凱史: 投げの動作の発達. 体育の科学, **30**(7):464-471, 1980.
- 8) 中山健太郎編: 小児科学, 第4版. 文光堂, 15-30, 1980.
- 9) 豊島進太郎, 合屋十四秋, 星川 保, 松井秀治: 双生児における投運動の運動学的分析. 東海保健体育科学, **4**:45-54, 1982.
- 10) 豊島進太郎, 星川 保, 松井秀治: 女子の投運動からよい動作の基準を探る, 第7回日本バイオメカニクス学会大会編, 走・跳・投・泳動作における“よい動きとは”. 102-108, 1984.
- 11) 高石昌弘, 樋口 満, 小島武次: からだの発達—身体発達学へのアプローチ—. 大修館書店, 63-72, 1981.