

# JAAF

Japan Association of  
Athletics Federations

公益財団法人日本陸上競技連盟

## 陸上競技研究紀要

ISSN1349-7596



写真提供：フォート・キンモト

目次

### 【資料】

小学生の相対的年齢効果と身体・競技継続意志の関連について

～ “日清食品カップ” 第29回全国小学生陸上競技交流大会

出場者を対象として～

全国中学校駅伝指導者の実態と課題について

－アンケート調査を基にして－

日本代表選手におけるスポーツ・種目転向（トランスファー）の特徴

－日本代表選手に対する軌跡調査－

### 【特集企画】

陸上競技のタレントトランスファー

－ジュニア競技者育成の新たな方向性を求めて－

【日本陸連科学委員会研究報告 第13巻（2014）】

【エキサイティング メディカル レポート】

Bulletin of Studies  
in Athletics of JAAF  
Vol.10, 2014



# 「陸上競技研究紀要」

(Bulletin of Studies in Athletics of JAAF)

## 投稿規定

陸上競技研究紀要編集委員会

### 1. 投稿資格について

特に制限は設けない。

### 2. 投稿内容および種類について

投稿内容は陸上競技についての理論と実践に関するもので、内容に応じて、総説、原著、資料、指導法および指導記録の報告などに分類される。スタイルは和文、英文のどちらでもよい。

投稿論文には上記の投稿種別を明記し、英文のタイトル、著者、所属、総説および原著には要約（150語以内）をつける。

（注：何らかの理由で英文要約等の作成が困難な場合は、編集委員会にその旨をご相談ください）

### 3. 採否等について

原稿は査読を行い、査読結果をもとに採否および掲載順序の決定、校正などは編集委員会が行う。

### 4. 原稿の書き方について

原稿は原則として、ワードプロセッサで作成する。本文は、横42文字×縦38字で1頁とする。（1頁は約1600字、刷り上がり10頁以内、図表もその頁数に含む、すべて白黒にて作成）

英文は、A4サイズタイプ用紙を使用し、15枚以内を原則とする。

計量単位は、原則として国際単位系（m, kg, sec など）とする。

また、英文字および数字は半角とする。

### 5. 文献の書き方について

本文中の文献は、著者（発行年）という形式で表記する。

例）田中（1996）は ——

文献は、原則として、本文最後に著者名のABC順で記載する。書誌データの記載方法は、著者名（発行年）、論文名、誌名、巻（号）、ペー

ジの順とする。

例）吉原 礼，武田 理，小山宏之，阿江通良（2006）女子棒高跳選手の跳躍動作のバイオメカニクスの分析。陸上競技研究紀要，2：58-64.

伊藤 宏（1992）陸上競技の発育・発達。陸上競技指導教本—基礎理論編—。日本陸上競技連盟編，大修館書店，55-72.

同一著者，同発行年の文献を複数引用した場合は発行年の後に a, b, c をつける。

例）田中ら（1996 b）は，——

### 6. 原稿の提出先

投稿原稿（本文，図表など）は，下記へ E-mail の添付資料として送付するとともに，プリントしたもの1部を郵送する。

〒163-0717

東京都新宿区西新宿 2-7-1

小田急第一生命ビル 17 階

日本陸上競技連盟

「陸上競技研究紀要」編集委員会宛

(Tel 03-5321-6580 Fax 03-5321-6591)

E-mail: kiyou@jaaf.or.jp

### 7. 原稿の締め切り

原稿の締め切りは特に設けず，随時受理し，査読を行う。ただし，2014年度版は，2015年1月末日とする。

### 8. その他

本研究紀要に掲載された内容の著作権は公益財団法人日本陸上競技連盟に帰属する。

(2014年12月 改訂)

## あ い さ つ

公益財団法人日本陸上競技連盟  
専務理事 尾縣 貢

世紀のビッグイベントである2020年東京オリンピックに向けて、本連盟は長期にわたる強化プランを立て実行に移しています。そして、そこに掲げた目標を達成するために、“スポーツ科学の活用”をキーワードの一つにあげています。

この“スポーツ科学の活用”を効果的に推進するためには、関連学会の活動が礎となってきますが、幸いにもわが国にはスポーツ・体育に関する多くの学会が存在します。日本体育学会のように多くの研究分野から構成される総括的なものから専門性の高いものまで数多の学会が活発に活動している国は、世界を見渡しても稀有だと言えます。しかしながら、それらの学会の活動の成果が競技現場で十分に活用されているかという点、そうでもありません。それは、数々の研究から得られた知見が体系化できていないこと、教育や競技現場などへのフィードバック体制が貧弱であること、研究から得られた知見を競技現場が軽視するケースがあることなどの問題点があるからです。これらの問題点を解決していくためには、研究をする側と現場にいる側のお互いの理解を深めていく努力が求められます。

そして、双方をつないでいくためには、競技団体の地道な活動が必要となってきます。本連盟では、科学委員会、医事委員会、普及育成委員会などの尽力により、科学的知見を競技現場で応用する数々の努力を続けてきました。数ある競技団体の中でも最も古くからスポーツ科学を導入し成果をあげてきたという自負がありますが、まだ十分とは言えず、今後さらに競技団体をあげての取り組みを強化していかなければなりません。

本紀要は、本連盟の持つ研究的側面の拠り所であると言えます。本紀要を充実させ、研究の成果を多くのコーチが活用することで、コーチングのレベルを高めていただきたいと願っています。これが競技と研究の融合を推し進め、本連盟の競技力向上につながっていくものと信じます。

# 陸上競技研究紀要

Bulletin of Studies in Athletics of JAAF

Vol.10 2014

## 目 次

### 【資料】

小学生の相対的年齢効果と身体・競技継続意志の関連について

- － “日清食品カップ” 第29回全国小学生陸上競技交流大会出場者を対象として－  
・・・・・・・・井筒紫乃ほか・・・4

全国中学校駅伝指導者の実態と課題について

- －アンケート調査を基にして－  
・・・・・・・・渡部誠ほか・・・9

日本代表選手におけるスポーツ・種目転向（トランスファー）の特徴

- －日本代表選手に対する軌跡調査－  
・・・・・・・・渡邊將司ほか・・・13

### 【特集企画】

陸上競技のタレントトランスファー

- －ジュニア競技者育成の新たな方向性を求めて－  
・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・23

【日本陸連科学委員会研究報告 第13巻（2014）陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2013】

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・59

【エキサイティング メディカル レポート】

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・169

# 資 料

## 資料 目次

- 小学生の相対的年齢効果と身体・競技継続意志の関連について・・・・・・・・・・ 4  
～ “日清食品カップ” 第 29 回全国小学生陸上競技交流大会出場者を対象として～  
井筒紫乃，川田裕次郎，伊藤静夫，繁田進，渡部誠
- 全国中学校駅伝指導者の実態と課題について・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9  
－アンケート調査を基にして－  
渡部誠，井筒紫乃，繁田進
- 日本代表選手におけるスポーツ・種目転向（トランスファー）の特徴・・・・・・・・・・ 13  
－日本代表選手に対する軌跡調査－  
渡邊将司，森丘保典，伊藤静夫，三宅聡，森泰夫，山崎一彦，  
榎本靖士，遠藤俊典，木越清信，繁田進，尾縣貢

小学生の相対的年齢効果と身体・競技継続意志の関連について  
- “日清食品カップ” 第29回全国小学生陸上競技交流大会出場者を対象として -

井筒紫乃<sup>1)</sup> 川田裕次郎<sup>2)</sup> 伊藤静夫<sup>3)</sup> 繁田進<sup>4)</sup> 渡部誠<sup>1)</sup>

1) 日本女子体育大学 2) 東京未来大学 3) 日本体育協会 4) 東京学芸大学

Abstract

In Japan, the cut-off date for the 11–12-year-old age group in track and field is April 2. A child born soon after the cut-off date has an advantage of up to 365 more days of cognitive and physical development compared with a child born just before the cut-off date. We examine the RAE in physical size, motivation for sports continuity among national competitive level 11–12-year-old track and field athletes. We collected data from 843 Japanese competitive 11–12-year-old national competitive level track and field athletes (410 male, 433 female). We obtained the athletes' demographic information, physical size (height and weight), and their motivation for sports continuity, with a question of “Do you want to continue doing track and field after graduating from elementary school?” We divided participants into 4 groups based on the month they were born (Group 1: Apr–Jun; Group 2: Jul–Sep; Group 3: Oct–Dec; and Group 4: Jan–Mar). We then compared mean scores of all variables using a one-way ANOVA. Statistical significance was set at 0.05.

The results showed both boys and girls in Group 1 were taller than their counterparts in Groups 3 and 4. Boys in Group 1 were significantly heavier than their counterparts in Group 3 and 4. Motivation for sports continuity did not significantly differ among groups.

*Key Words: cut-off date, RAE, Competition level, a precocious child*

I. 緒言

これまで全国小学生陸上競技交流大会に出場した小学生の身体的・体力的・心理的特性については伊藤らからの報告がある。また、渡邊ら(2013)はオリンピック・世界選手権代表選手の小学生期について調査し、全国大会に出場した経験のある代表選手は104名中2名のみであったことを明らかにした。

日本における陸上競技の11～12歳の年齢層の区切り(cut-off date)は4月2日である。この区切りのすぐ後に生まれる子ども(4月2日)は、区切りの日付の直前に生まれる子ども(4月1日)と比較して、最高で365日分身体的に発育しているという利点がある。この現象は「相対的年齢効果」(Relative Age Effect: RAE)として知られている(Musch and Grondin 2001)。

諸外国においても、この「相対的年齢効果」(以下RAEとする)の調査研究は多く行われており、

ニュージーランドの陸上競技(Stephenら2014)、カナダのアイスホッケー(Boucher, Lら2011)の研究がある。また、日本においても、内田・丸山(1996)はJリーグ、岡田(2004)はプロ野球選手、NAKATA・SAKAMOTO(2011)は12種目のトップレベルの男性アスリートを対象に調査を行った。

Mush and Hay(1999)は、RAE現象によってスポーツ参与に有意な影響を及ぼされることはスポーツ界にとっても大きな痛手であると述べている。Cobleyら(2008)は、カナダの学校体育現場においてもサッカー、ラグビー、ネットボールの代表選手に選ばれたのは、cut-off date直後から3ヶ月間に生まれた生徒が有意に多いことを報告している。

本研究の対象となった“日清食品カップ”第29回全国小学生陸上競技交流大会(以下「第29回大会」とする)は、毎年夏休みの後半の2日間に渡って開催される。出場者は、各都道府県の予選会での各種目優勝者という狭き門になっている。さらにこの大

表1 生まれ月別の人数 (男子・女子)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
男子	67	57	56	49	40	48	21	17	15	18	17	5
女子	62	55	54	48	46	37	28	34	27	10	20	12
計	129	112	110	97	86	85	49	51	42	28	37	17

会での優勝者や入賞者の体格は同年齢の全国平均を大きく上回るといった報告がある (井筒ら 2012)。

そこで本研究は第 29 回大会に出場した小学 6 年生を対象に、RAE と体格、さらに中学校へ進学して陸上競技を継続する意志があるかの調査を行い関連性について分析した結果を報告する。

## II. 方法

第 29 回大会に出場した小学 6 年生を対象に生年月日、身長、体重、競技継続意志についてのアンケート調査を行った結果、843 名 (男子 410 名、女子 433 名) から回答が得られた。生まれ月を 4 グループに分け (グループ 1: 4～6 月、グループ 2: 7～9 月、グループ 3: 10～12 月、グループ 4: 1～3 月)、身長、体重、中学校に進学後の陸上競技継続意志について、一方向の分散分析を行い変数の平均スコアを比較した。陸上競技継続意志については、5: 継続する、4: 継続したいと考えている、3: まだわからない、2: 継続しないかもしれない、1: 継続する気持ちはない、の 5 段階で回答を得た。統計処理については、Microsoft Office 2010 Excel にて行い、有意差は 0.05 とした。

調査については、研究の方法、目的について十分に説明し、被験者および保護者、指導者の同意を得た上で行った。

## III. 結果と考察

### 1) 生まれ月別の人数を表 1 に示した。

男女とも 4 月生まれが最も多く、男子 67 名、女子 62 名であった。最も少なかったのは、男子は 3 月生まれの 5 名、女子は 1 月生まれの 10 名であった。

先行研究にも報告されているように、第 29 回大会に出場した選手においても、cut-off date 直後から 3 カ月間に生まれた者が多く、RAE の影響を受けていることが考えられる。

### 2) グループごとの人数について

各グループの人数を図 1、図 2 に示した。

男子は 44%(180 名) が 4～6 月生まれのグループ 1 であった。また女子においても 39%(171 名) がグループ 1 に入っていた。グループ 4 の 1～3 月の早生まれは、男女ともに 10% であった。約半数近くが 4～6 月生まれであることは、RAE の影響が大きいことが明らかである。

### 3) 身長と生まれ月について

グループごとの身長の平均値と標準偏差を表 2.3 に示した。

身長と生まれ月の関連性を図 3、図 4 に示した。男子は、グループ 1 がグループ 3 とグループ 4、グループ 2 がグループ 3 とグループ 4 に有意な差が認められた。女子においては、グループ 1 とグループ 3 のみに認められた。

男子は、発育段階の中で身長が伸びる時期でもあるため、生まれ月の差が大きい、女子においては、男子よりも発育が 2～3 年早いため、すでに PHV 年齢を終えている選手が多く、生ま

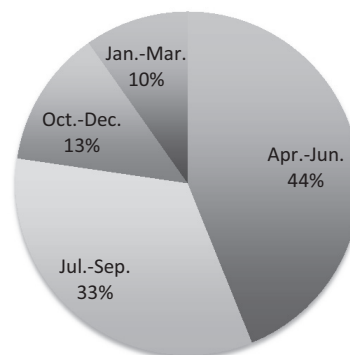


図 1 生まれ月と人数 (男子)

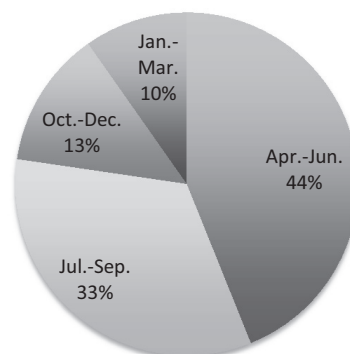


図 2 生まれ月と人数 (女子)



表2 グループごとの身長(平均値と標準偏差(男子))

	(cm)	
	平均	標準偏差
4月-6月	156.7	8.1
7-9月	155.3	7.1
10-12月	151.2	8.7
1-3月	149.4	6.4

表3 グループごとの身長(平均値と標準偏差(女子))

	(cm)	
	平均	標準偏差
4月-6月	153.9	5.8
7-9月	153.5	6.4
10-12月	151.9	5.9
1-3月	152.4	4.5

表4 グループごとの身長(平均値と標準偏差(男子))

	(kg)	
	平均値	標準偏差
4月-6月	43.9	7.1
7-9月	42.5	6.5
10-12月	40.7	10.1
1-3月	38.9	6.3

表5 グループごとの身長(平均値と標準偏差(女子))

	(kg)	
	平均値	標準偏差
4月-6月	41.2	5.8
7-9月	40.0	5.1
10-12月	39.9	4.8
1-3月	40.7	5.6

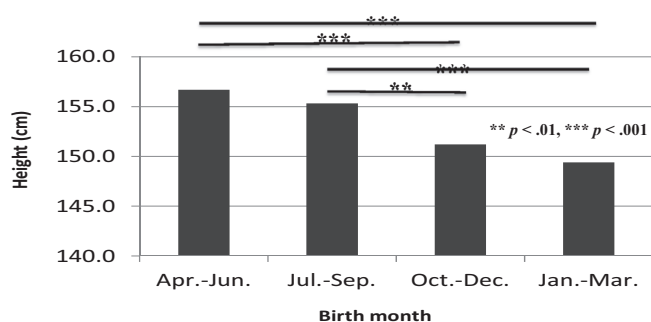


図3 生まれ月と身長(男子)

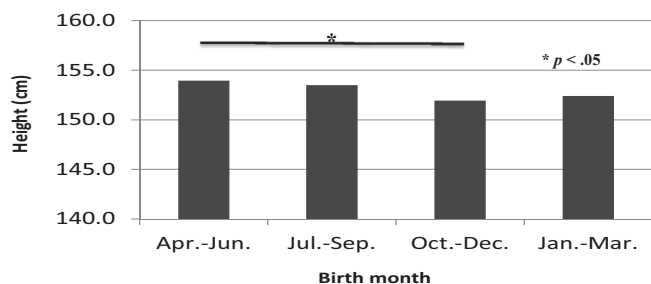


図4 生まれ月と身長(女子)

れ月と身長に大きな差がみられなかったことが考えられる。

#### 4) 体重と生まれ月について

グループごとの体重の平均値と標準偏差を表4.5に示した。

体重と生まれ月の関連性を図3、図4に示した。男子は、グループ1がグループ3とグループ4、グループ3がグループ4と有意な差が認められた。女子においてはグループ間に差は認められなかった。

男子では有意な差がみられたが、女子においては生まれ月と体重との関連性が見られなかった。このことは、生まれ月と身長に関連性と

様に、男女の発育速度の違いにより、女子は既に発育段階のピークを終えている選手が多いことがうかがえる。このことから、女子については、早生まれでも早熟傾向にあることが考えられるが、今後さらに研究を続け、明らかにしていく必要がある。

#### 5) 競技継続意志と生まれ月について

競技継続意志と生まれ月との関連性は男女ともに認められなかった。本研究の対象である全国大会に出場できる競技レベルの選手においては、全体的に競技継続意志が高く、生まれ月との関連性が見られないことは大変興味深い結果である。

特に女子においては、早生まれであっても早熟な場合は4月生まれと同じ体格の選手がいることも考えられるが、男子においては、体格と生まれ月に関連性が認められていることから、競技継続意志は、競技レベルとの関連性が高いことが示唆される。

しかし、本研究においてはそこまでの調査はしていないため、今後あらためて調査を行いたいと考えている。

#### IV. まとめ

第29回大会に出場した6年生を対象に、相対的年齢効果(RAE)と身長、体重、競技継続意志との関連性について分析を行った結果、次のようなことが明らかになった。

- 1) 小学生の全国大会に出場した選手は、男女ともに4月から6月生まれが多く、海外の先行研究でも報告されているように、日本においてもREAの

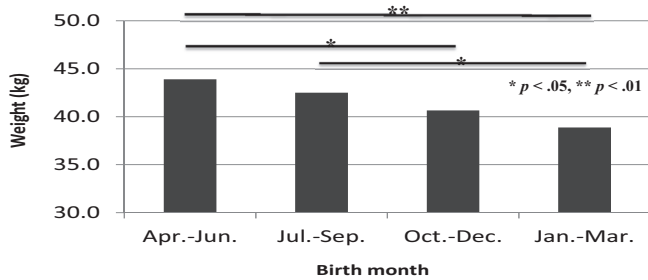


図5 生まれ月と体重 (男子)

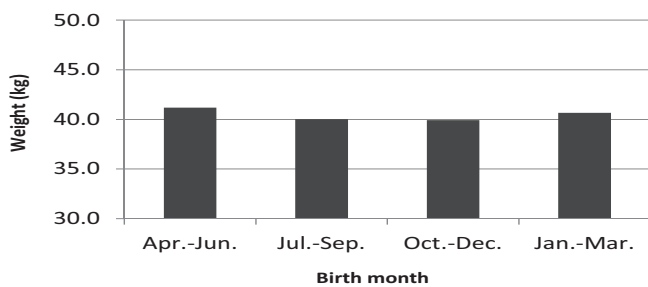


図6 生まれ月と体重 (女子)

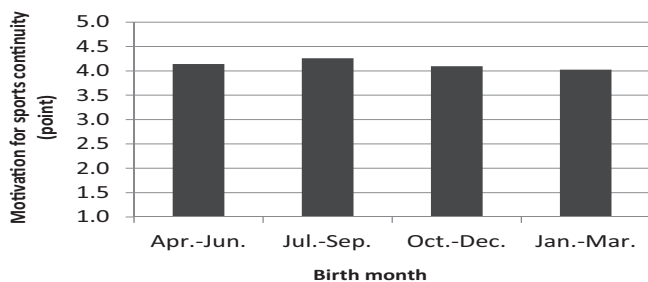


図7 生まれ月と競技継続意志 (男子)

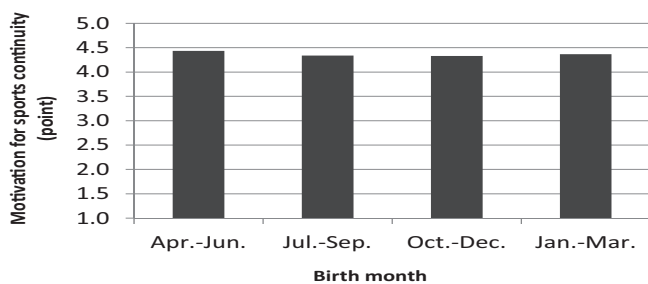


図8 生まれ月と競技継続意志 (女子)

影響が大きいことが示唆された。

- 2) 男子は生まれ月と身長・体重といった体格とに一定の関係性がみられた。女子は、生まれ月と身長においては1グループ間の比較のみ関連性がみられたが、体重においてはみられなかった。
- 3) 生まれ月と競技継続意志についての関連性については、男女ともにみられなかった。

以上のことから、全国大会に出場する選手は、REAの影響が大きく、生まれ月と体格に関連性が高いことから、指導者は、相対的年齢効果を考慮した

グループやトレーニングメニューの作成、それぞれの選手の発育段階に見合った指導を行う必要があると考えられる。また、小学生の全国大会の在り方についても再考の必要性があるのではないだろうか。

## VI. 付記

本研究は、公益社団法人日本陸上競技連盟普及育成委員会の調査研究(2013年度)によって行われたものである。ご協力いただいた方々に感謝申し上げる次第である。

## 参考文献

- HIROAKI NAKATA・KIWAKO SAKAMOTO(2011), Relative Age Effect In Japanese Mail Athletes, Perceptual and Motor skills, 113, 2, 570-574.
- 井筒紫乃, 繁田 進, 渡部 誠(2012). 小学生陸上競技優秀選手の形態・体力調査 - 第27回全国小学生陸上競技交流大会入賞者を対象として -. 陸上競技研究紀要, 第8巻, 9-14.
- Mush, Jochen, and Roy Hay(1999), The Relative Age Effect in Soccer: Cross-Cultural Evidence for a Systematic Discrimination Against Children Born Late in the Competition Year, Sociology of Sport Journal 16, 54-64.
- Mush, Jochen, and Simon Grondin(2001), Unequal Competition as an Impediment to Personal Development. A review of the Relative Age in Sport 21, 147-167.
- 岡田 猛(2002), 相対的年齢(Relative Age)としての生まれ月とスポーツ参与~先行研究のレビュー~, 鹿児島大学教育学部研究紀要, 第54巻, 95-110.
- Stephen Copley, Colin Abraham and Joseph Baker(2008), Relative age effects on physical education attainment and school sport representation, Physical Education and Sports Pedagogy, Vol. 13, 267-276.
- 内山三郎, 丸山圭蔵(1996), Jリーグ・プロサッカー選手における早生まれの影響. 体育の科学 46, 67-71.
- 渡邊將司, 森丘保典, 伊藤静夫, 三宅 聡, 森 泰夫, 繁田 進, 尾縣 貢(2013), オリンピック・

世界選手権代表選手における青少年期の競技レベル - 日本代表選手に対する追跡調査 -. 陸上競技研究紀要, 第9巻, 1-6.

## 全国中学校駅伝指導者の実態と課題について —アンケート調査を基にして—

渡部誠<sup>1)</sup> 井筒紫乃<sup>1)</sup> 繁田進<sup>2)</sup>

1) 日本女子体育大学 2) 東京学芸大学

### I. はじめに

駅伝大会は、関東学生陸上競技連盟の箱根駅伝を始め、小学生のクロスカントリー、中学駅伝、高校駅伝、全日本大学駅伝、実業団駅伝、男女都道府県駅伝など各年齢や団体ごとに行われている種目である。その中の全国中学校駅伝大会（以下中学駅伝）は、発育発達の成長段階である中学生にとって高校以降の長距離やマラソンの基礎を築く大会であるといえる。1993年に第1回の中学駅伝大会を熊本市で開催されて以来、回を重ね第20回大会（2012年）・第21回大会（2013年）が山口市で開催された。

そこで本アンケート調査は、近年行われた中学駅伝の実態について指導者の立場から把握することにより、駅伝大会の課題について検討し、長期的な視点から陸上競技の普及と発展に寄与することが目的である。

### II. 研究方法

1. 平成22年12月、平成23年12月に山口市で開催された第20回・第21回大会の指導者を対象に実施。128名より回収（回収率68%）。

#### 2. 調査方法・内容

質問紙によるアンケート調査を12月上旬に郵送し、大会前日に回収した。

- ①年齢、男女、担当教科、中長距離の指導歴、陸上競技の経験、中長距離の競技歴
- ②中学校の部活動の実態について
- ③女子選手の月経中の練習と参加について
- ④選手に対する指導について

シューズ、技術、体力トレーニング、精神面、食事、生活、体重、練習日誌、風邪の予防、勉強、睡眠時間

⑤選手の指導に関する情報源

⑥全国大会3週間前と大会直前練習について

### III. 結果と考察

#### 1. 指導者について

指導者の性別は、男性108名（84.3%）、女性20名（15.7%）であった（表1）。年齢については46～50歳が多く、平均では43.4歳（SD = 8.4）となっている（表2）。第4回大会調査の平均36.0歳と比較すると高年齢になっていることが判る。

指導歴については6～10年が25名、1～5年が24名と全体の4割程度であり、21年以上については全体の24%程度であった（表3）。出場回数については、1回が71名と多く、2回が19名、3回が14名と経験が浅い指導者が全体の8割以上であることが判った（表4）。

競技歴についてみると、大学または社会人まで選手活動を行っていた指導者は52名（40.1%）と多

表1 男女別（128名）

男女別	人数	%
男	108	84.3
女	20	15.7

表2 指導者の年齢構成（128名）

年齢	人数	%
～25	3	2.3
26～30	14	10.9
31～35	14	10.9
36～40	17	13.3
41～45	17	13.3
46～50	30	23.4
51～55	23	18.0
56～60	10	8.0

表3 指導歴（122名、記載なし6名）

年	人数	%
1年未満	7	5.7
1～5	24	19.7
6～10	25	20.5
11～15	18	14.8
16～20	19	15.6
21～25	10	8.2
26～30	14	11.5
31～35	3	2.5
36～40	2	1.6

表4 出場回数（127名、記載なし1名）

回数	人数	%
10回以上	4	3.1
5～9	11	8.7
4回	8	6.3
3回	14	11.0
2回	19	15.0
1回	71	56.0

表5 競技歴（128名）

競技歴	人数	%
なし	36	28.1
中学まで	13	10.2
高校まで	12	9.4
大学まで	52	40.1
社会人まで	15	11.8

い反面、競技歴がない指導者36名（28.1%）であった（表5）。

指導者の担当教科については、保健体育教員が86名（74.1%）であり、保健体育以外の指導者は30名（25.9%）であった（表6）。

以上指導者の実態について見てみると、指導者の高年齢化の反面、経験が浅く専門外の指導者が多くいることが判り、発育発達段階の著しい中学生に対する指導に関して充分ではないことが考えられ、指導者に対する資格取得や講習会を通しての資質向上が必要であることが示唆される。

## 2. 中学校の部活動の実態について

代表選手の選手構成については、陸上競技部員38校（29.9%）、駅伝チーム21校（16.5%）で全体の46.4%であり、他の運動部を加えて構成しているチームは56校（44.1%）であった（表7）。他の運動部については、男子が野球、サッカーが多く、女子ではバスケットボールが多かった。第4回大会調査と比較すると、男子ではバスケットボール部員が比較的多かったのに比べると減少しており、女子ではバレー部員の減少が著しいことが判った。

表6 担当教科（116名、記載なし12名）

担当教科	人数	%
保健体育	86	74.1
数学	4	3.4
国語	4	3.4
英語	4	3.4
技術家庭	6	5.2
社会	10	8.6
理科	2	1.7

表7 選手構成（127チーム、記載なし1チーム）

選手構成	チーム数	%
陸上競技	38	29.9
駅伝	21	16.5
陸上+運動部	50	39.4
駅伝+運動部	6	4.7
他運動部	12	9.4

表8 参加人数（122チーム、記載なし6チーム）

人	チーム数	%
1～5	6	4.9
6～10	33	27.0
11～20	46	37.7
21～30	12	9.8
31～40	13	10.7
50以上	12	9.8

表9 強化練習の実施時期

実施月	チーム数
7月	11
8月	8
9月	4
10月	12
11月	1

次にタレント発掘についての質問に対し、校内でのタイムトライアルでの発掘が44%と最も多く、他の部員も含めたチーム構成の重要性と共に、タレントを発掘し駅伝を通じて長距離走を普及していくことの必要性を意味するものと考えられる。

また、本大会への選手選抜については、練習時の記録で決めるが47%と最も多かった。

トレーニングの実態については、参加人数について11人～20人が46チーム（37.7%）と最も多く、次に6人～10人が33チーム（27.0%）であった（表8）。本大会へ向けての強化練習の実施の有無については、「実施した」が49%、「実施しない」が51%とほぼ同数であった。「実施した」チームへの実施時期の質問に関しては、10月が12チーム、7月が11チームの順であった（表9）。

表 10 月経中の練習 (99 名、記載なし 29 名)

	人数	%
行わない	1	1.0
本人の意思	77	77.8
保護者	2	2.0
行う	13	13.1
その他	6	6.1

表 11 月経中の大会参加 (98 名、記載なし 30 名)

	人数	%
行わない	0	0.0
本人の意思	75	76.5
保護者	4	4.1
行う	13	13.3
その他	6	6.1

3. 女子選手の月経期間中の練習と大会参加について

月経期間中の練習参加については、「本人の意思」が 77 人 (77.8%) と多く、「行うように指導」が 13 人 (13.1%)、「保護者の判断」が 2 名であった (表 10)。大会への参加については、「本人の意思」が 75 人 (76.5%)、「行うように指導」が 13 人 (13.3%)、「保護者の判断」が 4 名であり練習への参加と大きな差はなかった (表 11)。女子中学生の指導については、男性指導者多いことから、養護教員などのサポートスタッフや保護者との連携を含め適切な対応が望まれる。

4. 選手に対する指導について

選手に対する質問 (5 段階評価 5「いつも指導している」 4「指導している」 3「どちらともいえない」 2「あまり指導していない」 1「まったく指導していない」) に対して、平均値 (M) と標準偏差 (SD) を示したのが (表 12) であり、(図 1) はグラフにしたものである。各質問項目間に有意な差は認められなかったが、「5 規則正しい生活 4.57」「9 風邪の予防方法について 4.42」「3 体力トレーニングについて 4.35」の順に高い傾向を示したが、「8 練習日誌の記入について 3.24」は低い傾向であっ

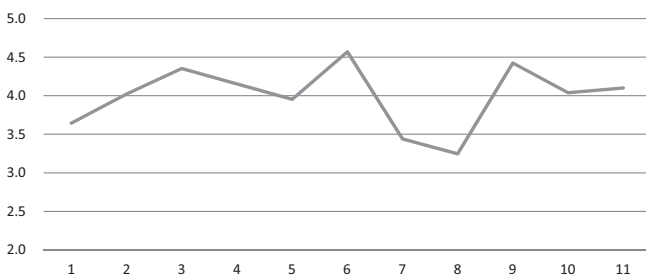


図 1 選手に対する指導

表 12 選手に対する指導 (128 名)

質問項目	M(SD)
1 シューズ管理	3.64(0.96)
2 ランニング技術	4.03(0.94)
3 体力トレーニング	4.35(0.89)
4 精神面	4.15(0.89)
5 食事	3.95(0.87)
6 生活	4.57(0.58)
7 体重	3.44(0.90)
8 練習日誌	3.24(1.14)
9 風邪の予防	4.42(1.09)
10 勉強	4.04(1.08)
11 睡眠時間	4.10(0.74)

た。

以上選手に対する指導について見てみると、中学生にとって基本的な生活面 (食事・睡眠・勉強) やパフォーマンス向上に直接繋がる技術や体力に関するトレーニングについては多くの指導者が重要視していることが判った。しかしながら、ジュニア期の選手にとって必要な情報を指導者が「練習日誌」において確認し、また選手自身も日々の情報を保存することにより、将来へ向けて計画性あるトレーニング計画作成へ向けての資料として、より多くの指導者が指導に活用していくことが必要であると思われる。

5. 大会 3 週間前と 1 週間前の走行距離と練習内容について

大会 3 週間前と 1 週間前の走行距離について見てみると、3 週間前が平均 47.2 km (SD = 25.4) であり、1 週間前が 43.5 km (SD=16.7) であり、平均でみると走行距離について減少しているが、週間走行距離が 51 km 以上のチームが 3 週間前について 37 チーム (43.5%)、1 週間前について 22 チーム (25.9%) であった (図 2)。この点、走行距離の目安について、第 1 回～第 4 回の全国中学校駅伝の調査からは「1 日の走行距離が 20 km ～ 30 km のチームには貧血や故障、さらに疲労骨折につながる例が見られた」と述べており、1 日 10 km、1 週間 50 km を目安であるこ

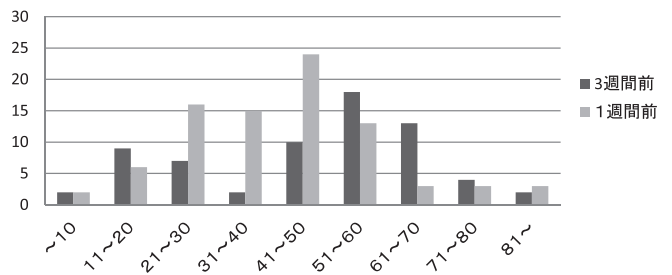


図 2 週間走行距離 (Km) ※縦軸はチーム数

とが指摘されており、走行距離について多い傾向であった。

練習内容については、全体的にジョギングを中心に行っているところが多かった。インターバルやペース走、タイムトライアルは、本練習のメニューで多く使われていた。

練習場所については、校庭で行うチームが多く、本練習では陸上競技場や舗装された道路で練習し、大会一週間前では、本大会の会場と同様の芝生で練習するチームが多くなっていた。

#### IV まとめ

第20・第21回全国中学校駅伝大会のアンケート調査から以下のような知見を得た。

##### ①指導者について

指導者の年齢が比較的に高く、経験が浅く専門外の指導者が多くいることが判り、指導者に対する資格取得や講習会を通しての資質向上が必要であることが示唆された。また、女子の指導者の少なく、若い指導者と共に女子の指導者養成が課題であることが示唆された。

##### ②中学校の部活動の実態について

代表選手の選手構成については、陸上競技部員38校(29.9%)、駅伝チーム21校(16.5%)で全体の47%であり、他の運動部を加えて構成しているチームは56校(44.1%)であり、他の部員も含めたチーム構成の重要性と共に、タレントを発掘し駅伝を通じて長距離走を普及していくことの必要性が考えられる。

##### ③女子選手の月経期間中の練習と大会参加について

月経期間中の練習参加については「本人の意思」が77名(77.8%)と多く、大会への参加については「本人の意思」が75名(76.5%)と多かった。この点、女子中学生の指導については、男性指導者が多いことから、女子の指導者を増やすことと養護教員などのサポートスタッフや保護者との連携を含め適切な対応が必要である。

##### ④選手に対する指導について

中学生にとって基本的な生活面(食事・睡眠・勉強)やパフォーマンス向上に直接繋がる技術や体力に関するトレーニングについては多くの指導者が重要視していることが判った。しかし、ジュニア期の選手にとって必要な情報を指導者が「練習日誌」において確認し、より多くの指導者が指導に活用していくことが必要であると思われた。

##### ⑤走行距離と練習内容について

走行距離については、週間51Km以上と多いチームが見られ、貧血や故障、さらに疲労骨折などが懸念され、また精神的なストレスに繋がることも考えられる。練習内容については、全体的にジョギングを中心に行っているところが多かった。インターバルやペース走、タイムトライアルは、本練習のメニューで多く行われていた。

以上、成長段階にある中学生の指導者は、全国大会という性格上、大きな大会に代表選手となって参加したいという満足感を若くして味わうと同時に、その後の意欲喪失に繋がる危険性も考えられ、選手に対し非常に大きなプレッシャーとストレスがかかることを理解する必要がある。さらに、女子指導者の増加及び指導者の資質向上と正しい指導理論と指導のもと、タレントを発掘し他の種目からのトランスファーも含め、駅伝を通じて長距離走を普及し、中長期的な視点から指導を行うことが重要である。

#### 参考文献

- 矢野龍彦ら(1995):第1回全国中学校駅伝大会参加校指導者へのアンケート調査研究.陸上競技紀要Vol.8,58-62.
- 矢野龍彦ら(1996):第2回全国中学校駅伝大会参加校指導者へのアンケート調査研究.陸上競技紀要Vol.9,37-41.
- 武田一ら(1997):第3回全国中学校駅伝大会参加校指導者へのアンケート調査研究.陸上競技紀要Vol.10,60-64.
- 武田一ら(1998):第4回全国中学校駅伝大会参加校指導者へのアンケート調査研究.陸上競技紀要Vol.11,76-81.
- 岡野進ら(2001):中学生中長距離競技者のために.財団法人日本陸上競技連盟.

日本代表選手におけるスポーツ・種目転向（トランスファー）の特徴  
— 日本代表選手に対する軌跡調査 —

渡邊将司<sup>1)</sup> 森丘保典<sup>2)</sup> 伊藤静夫<sup>2)</sup> 三宅聡<sup>3)</sup> 森泰夫<sup>3)</sup> 山崎一彦<sup>4)</sup>  
榎本靖士<sup>5)</sup> 遠藤俊典<sup>6)</sup> 木越清信<sup>5)</sup> 繁田進<sup>7)</sup> 尾縣貢<sup>3)</sup>

1) 茨城大学教育学部 2) 日本体育協会 3) 日本陸上競技連盟 4) 順天堂大学スポーツ健康科学部  
5) 筑波大学体育系 6) 青山学院大学社会情報学部 7) 東京学芸大学教育学部

Sport or event transfer characteristics of international level Japanese athletes  
— Retrospective study of international level Japanese athletes —

Masashi Watanabe<sup>1)</sup> Yasunori Morioka<sup>2)</sup> Shizuo Ito<sup>2)</sup> Satoshi Miyake<sup>3)</sup>  
Yasuo Mori<sup>3)</sup> Kazuhiko Yamazaki<sup>4)</sup> Yasushi Enomoto<sup>5)</sup> Toshinori Endo<sup>6)</sup>  
Kiyonobu Kigoshi<sup>5)</sup> Susumu Shigeta<sup>7)</sup> Mitsugi Ogata<sup>3)</sup>

- 1) College of Education, Ibaraki University
- 2) Japan Sports Association
- 3) Japan Association of Athletics Federations
- 4) School of Health and Sports Sciences, Juntendo University
- 5) Faculty of Health and Sports Sciences, University of Tsukuba
- 6) School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University
- 7) Faculty of Education, Tokyo Gakugei University

Abstract

This study was conducted to elucidate sport or event transfer characteristics of international level Japanese athletes participating in track and field competition. We administered a questionnaire to 544 athletes who participated in the Olympics or World Championships, Asian Games, or Asian Athletics Championships. Considering the secular background, we specifically examined data of 296 respondents who were born after April 1958. Regarding transfer from other sport, athletes who competed in track and field events were 10% in the elementary school period, 70% in the junior high school period, and 98% in the high-school period. Most had transferred to track and field from baseball, soccer competition. Regarding intra-transfer of track and field events, especially from junior high school to high school, some athletes transferred to longer distance events (100–200m to 400m) and new events in the same event category (shot put to javelin throw). Although most athletes showed no transfer after the high-school period, they participated in fewer events.

I. 緒言

オリンピックにおいて陸上競技は、男子で24種目、女子で23種目を開催している。このように、陸上競技には多くの種目があるが、シニアで国際大会に出場するレベルの選手の中には、若年期から同

じ種目を継続している選手もいれば、種目を転向（トランスファー）している選手も存在する。例えば、女子走幅跳の日本記録保持者である井村久美子氏（旧姓・池田）は、小学校期からシニアまで、どの年代においても国内トップクラスで活躍していた（ベースボールマガジン社、2007）。一方で400mHの



表1 各種目の人数

	男子		女子		合計	
	人数	割合	人数	割合	人数	割合
短距離	42	22	14	14	56	19
ハードル	19	10	10	10	29	10
中距離	7	4	6	6	13	4
長距離	26	13	23	22	49	17
マラソン	31	16	19	18	50	17
競歩	16	8	4	4	20	7
跳躍	33	17	13	13	46	16
投擲	13	7	11	11	24	8
混成	6	3	3	3	9	3
合計	193	100	103	100	296	100

為末大氏は、中学校期に100m, 200mで全国大会を制しているが、高校から400mや400mHに取り組み、シニアでは400mHにおいて世界選手権で2度の銅メダルを獲得した(為末, 2013)。トランスファーの背景には、高校から主要な大会で実施される種目数が増えることが一因として挙げられる。400mHや5000mのように、距離が長くなる種目もあれば、三段跳、やり投、ハンマー投のように新しい種目も登場する。さらに、中学校期は陸上競技以外のスポーツを実施していて、高校から陸上競技を始めるケースもある。やり投の村上幸史選手や新井涼平選手は中学まで野球を実施していた(陸上競技社, 2012, 2014)。このように、選手が種目を選択するパターンはさまざまであることがわかるが、国際大会に出場するレベルの選手が、年齢に伴ってどのような種目選択をしてきたのかを明らかにした研究は見当たらない。

そこで本研究は、日本代表選手を対象にして小学校期から青年期にかけて、どのようなスポーツや陸上競技の種目を選択して日本代表にまで至ったのかを明らかにする。

## II. 方法

対象は、オリンピック、世界選手権、アジア大会、アジア選手権に出場経験のある者である。2012年の調査では、1960年から2009年までのオリンピックまたは世界選手権に出場した411名のうち、競技者として第一線を退いている選手を中心に選出し、さらに現住所が判明している204名に「陸上競技におけるトップアスリートの軌跡調査」に関する質問紙を送付して回答を依頼した(渡邊ら, 2013)。2014年の調査では、オリンピックまたは世界選手権だけでなく、アジア大会やアジア選手権に出場経

験のある、1958年4月から1992年3月までに誕生した480名を対象にした。この対象者は、調査時に大学生よりも年齢が高く(大学を卒業している者)、また対象者が中学校期に全国中学校陸上競技大会が開催されていた年齢層である。対象者には、引退した選手だけでなく現役選手も含んでいる。そのうち現住所が判明している340名に、2012年の調査で用いた同じ質問紙を送付して回答を依頼した。質問紙では、小学校期、中学校期、高校期、青年期(19~22歳頃)で中心的に取り組んでいたスポーツや陸上競技の種目を尋ねている。

集計されたスポーツや種目は、各期間、各種目群(短距離:100~400m, 中距離:800~1500m, 長距離:3000m~10000m, マラソン, 競歩, ハードル:100~400mH, 跳躍, 投擲, 混成)で単純集計し、度数や割合を算出した。データの集計には統計ソフトウェア JMP8.0 を用いた。

## III. 結果

2012年の調査では151名から回答があり、当時50歳未満だった104名を抽出した。2014年の調査では192名から回答があり、合計した296名を分析の対象とした。表1には、種目ごとの人数を男女別に示した。なお、オリンピックまたは世界選手権に出場経験のある選手は199名、アジア大会またはアジア大会のみの出場経験者は97名であった。

### 1. 他のスポーツから陸上競技へのトランスファー(競技間トランスファー)

表2は、小学校期に実施していたスポーツの人数と割合である。小学校期に陸上競技のみを中心的に実施していた者は10%、他のスポーツと陸上競技

を掛け持ちしていた者が12%であったが、他のスポーツを実施していた者が58%と、小学校期に陸上競技を中心的に実施していなかった者の方が多かった。表3は、小学校期に実施していたスポーツの内訳と人数である。男子では、野球・ソフトボールが最も多く、サッカーが続いた。女子は陸上競技が最も多く、水泳が続いた。陸上競技を実施していた者は、男子で35名、女子で29名であったが、そのうちの45%の者は、他のスポーツと掛け持ちしていた。

中学校期に中心的に実施していたスポーツの人数と割合を表4に示した。陸上競技のみを実施していた者は70%で、他のスポーツと陸上競技を掛け持ちしていた者は11%であった。陸上競技を実施していなかった者は19%存在していた。陸上競技以外のスポーツは、野球(25名)、サッカー(15名)、テニス(9名)、バスケットボール(7名)、バレーボール(6名)の順に多かった。

高校期に中心的に実施していたスポーツの人数と割合を表5に示した。98%が陸上競技を実施していたが、他のスポーツと陸上競技を掛け持ちしていたり、まだ陸上競技を実施していなかった者が2%ほど存在していた。なお、青年期には、すべての者が陸上競技のみを中心的に実施していた。

## 2. 陸上競技種目のトランスファー（競技間トランスファー）

小学校期に陸上競技のみを中心的に実施していた者の小学校期と中学校期の実施種目を表6に示した。小学校期に陸上競技のみを中心的に実施していた者は29名で、そのうち28名が中学校でも陸上競技を中心的に実施していた。そのうちの76%(22名)は、小学校期に実施していた同系統の種目を中学校期でも実施していた。国際大会に出場した種目と異なる種目群であった者が3名存在していた(No. 6, 7, 8 小学校期に専門的に実施していた種目がなかった者を除く)。

中学校期に陸上競技のみを中心的に実施していた者の中学校期と高校期の実施種目を表7に示した。中学校期に陸上競技のみを中心的に実施していた者は207名であった。100・200mの代表選手は、1名を除いて中学校期から100mのみ、または100mと200mを実施していたが、100・200m以外の種目と兼ねている選手が中学校期で27%、高校期で23%存在していた。一方400mの代表選手では、中学校期に100・200mを中心に行っている選手の方が多かったが、高校期では、15名に増え、そのうち11名は

100・200mを兼ねていた。100・110mHの代表選手では、8名中6名(75%)が中学校期にハードルを経験しており、高校期には他種目と兼ねながらも全員が専門的に実施していた。400mHの代表選手では、中学校期にハードルを経験していた者は12名中5名(42%)で、400mを実施していた者よりも人数が多かった。高校期において、400mのみを中心的に実施していた者はおらず、400mや100・110mHと兼ねている者が多かった。中距離と長距離の代表選手では、それらの種目を中心的に実施しながらも、より短い距離の種目と掛け持ちしている者が多かった。マラソンの代表選手においては、中学校期では長距離と中距離種目を兼ねる者の方が多かったが、高校期では長距離のみを中心的に実施していた者の方が多くなっていた。競歩の代表選手では、9名中7名は中学校期に競歩の経験がなかった。高校期では全員が競歩に取り組んでいたが、多くは長距離種目と兼ねていた。跳躍種目の代表選手では、三段跳以外はほとんどの者が中学校期から代表になった種目を中心的に実施していた。やり投と円盤投の代表選手9名のうち、中学校期に砲丸投を経験していた者は8名存在していた。高校期では、やり投以外の選手は他の種目と掛け持ちしていた。混成では、7名中5名が中学校期から混成競技を実施していた。

青年期には、マラソン以外の代表選手全員が国際大会に出場した種目に取り組んでいた。なお、青年期でマラソンに取り組んでいた者は31名中6名(19%)で、3名は男子大学生、残りの3名は女子実業団選手であった。

表8には、中学校期から青年期までに実施していた陸上競技の種目数の割合を示した。すべての期間において2種目を実施していた者が最も多かったが、高校期から青年期にかけて、特に3種目以上実施していた者の割合が減少し、1種目のみの者の割合が高くなった。

## IV. 考察

### 1. 競技間トランスファー

小学校期に陸上競技に取り組んでいた者は10%で、他のスポーツと掛け持ちしていた者を合わせても22%であった。小学校期における低い陸上競技実施率は、定期的に活動している陸上競技のクラブが少ないことが挙げられる。平成25年度における陸上競技のスポーツ少年団の設置割合は全国平均で1.1%であった。一方、軟式野球は20.2%、サッカーは13.0%、バレーボールは10.7%であった(日本

表2 小学校期に実施していたスポーツの人数と割合

	人数	割合
陸上競技のみ	29	10
陸上競技&他のスポーツ	35	12
他のスポーツ	171	58
なし	61	21
合計	296	100

表3 小学校期に実施していたスポーツの内訳と人数

男子		女子	
スポーツ	人数	スポーツ	人数
野球・ソフトボール	94	陸上競技(11名は陸上競技のみ)	29
サッカー	46	水泳	18
陸上競技(18名は陸上競技のみ)	35	バスケットボール	17
水泳	31	バレーボール	13
バスケットボール	10	ソフトボール・野球	11
剣道	9	スケート	4
スキー	4	スキー	2
テニス	2	テニス	2
バレーボール	2	卓球	2
空手	2	ポートボール、ハンドボール、 ドッジボール、サッカー、フット ベース、バドミントン、器械体 操、新体操、バレエ、ダンス、少 林寺拳法、剣道	1
器械体操	2		
ドッジボール、ポートボール、合 気道、体操クラブ	1		

表4 中学校期に実施していたスポーツの人数と割合

	人数	割合
陸上競技	207	70
陸上競技&他のスポーツ	34	11
野球(9)、バレーボール(5)、サッカー(5)、ソフトボール(3)、水泳(3)、テニス(2)、卓球(1)、器械体操(1)、 野球・相撲(1)、バレーボール・ノルディックスキー(1)、野球・サッカー(1)、柔道・バレーボール(1)、未記入 (1)		
他のスポーツ	53	18
野球(16)、サッカー(10)、バスケットボール(7)、テニス(7)、水泳(3)、剣道(3)卓球(3)、ソフトボール(2)バ ドミントン(1)バレーボール(1)		
無所属	2	1
合計	296	100

カッコ内は人数を表す

表5 高校期に実施していたスポーツの人数と割合

	人数	割合
陸上競技	291	98
陸上競技&他のスポーツ	2	1
野球(1)、バスケットボール(1)		
他のスポーツ	3	1
野球(1)、サッカー(1)、水泳(1)		
無所属	0	0
合計	296	100

カッコ内は人数を表す

表6 小学校期に陸上競技のみを中心的に実施していた者の小学校期と中学校期の種目

No	性別	種目群	国際大会出場種目	小学生期	中学生期
1	男	短距離	100m	100m, 走幅跳	100, 110mH, 走幅跳
2	男	短距離	100m	100m	100m
3	男	短距離	4×400mR	100m	100m, 200m
4	女	ハードル	100mH	100m, 走幅跳, 80mH	走幅跳, 三種競技B
5	男	ハードル	400mH	80mH	110mH
6	男	ハードル	400mH	100m	110mH
7	女	ハードル	400mH	走幅跳	*
8	男	中距離	1500m	100m, 走幅跳	100m, 走幅跳, 3000m
9	男	中距離	1500m	1000m	3000m
10	女	中距離	1500m	100m, 駅伝, 800m	200m, 400m, 800m
11	男	長距離	5000m	-	1500m, 3000m
12	女	長距離	10000m	100m, 走幅跳	800m
13	女	長距離	10000m	100m, 800m	800m, 1500m, 駅伝
14	男	マラソン	マラソン	-	3000m
15	男	マラソン	マラソン	-	3000m
16	女	マラソン	マラソン	800m	3000m
17	男	マラソン	マラソン	1500m, 3000m	1500m, 3000m
18	女	競歩	20kmW	短距離, 中距離	800m
19	男	競歩	20kmW	長距離	競歩
20	男	跳躍	走幅跳	100m, 走幅跳	100m, 走幅跳
21	男	跳躍	走幅跳	100m, 走幅跳	走幅跳
22	男	跳躍	走高跳	100m, 走高跳	走高跳
23	男	跳躍	三段跳	50m, 走幅跳	100m, 走幅跳
24	男	跳躍	棒高跳	100m, 走幅跳	棒高跳, 走幅跳
25	女	跳躍	走幅跳	走幅跳, 80mH, 100m	走幅跳, 100mH, 三種B, 100m
26	女	跳躍	三段跳	100m, 走幅跳	100m, 走幅跳
27	女	跳躍	棒高跳	100m, 走高跳, 長距離	走高跳
28	女	投擲	砲丸投	ソフトボール投	砲丸投, 100m, ボール投
29	女	混成	七種競技	-	100m, 砲丸投, 三種競技

\* : 中学生期では文化部に所属

表7 中学校期に陸上競技のみを中心的に実施していた者の中学校期と高校期の種目

国際大会 出場種目	人数	中学生期の実施種目			高校生期の実施種目		
		G1	G2	G3	G1	G2	G3
短距離	47						
100・200m	30	21	8【走幅跳(4)、混成(3)、 長距離(2)、ハードル (3)、三段跳(1)】	1【走幅跳・混成(1)】	23	7【走幅跳(5)、混成(3)、 400m(1)、ハードル(1)】	0
400m	17	1	3【100・200m(3)、1500m (1)】	13【100・200m(12)、ハー ドル(2)、800m(1)、走幅 跳(1)、混成(1)】	4	11【100・200m(11)】	2【100・200m(1)、 110mH・400mH(1)】
ハードル	20						
100・110mH	8	4	2【100m(1)、混成(1)】	2【100m(2)、走高跳(1)】	4	4【100m(2)、400mH(1)、 走幅跳(1)、走高跳(1)】	0
400mH	12	0	0	12【ハードル(5)、100・ 200m(4)、中距離(2)、 400m(2)、走幅跳(1)、 走高跳(1)】	0	10【400m(6)、100・ 110mH(4)、混成(3)、 100・200m(2)、800m (1)】	2【400m(1)、110mH(1)】
中距離	9	0	5【400m(3)、3000m(2)、 100・200m(2)、ハードル (1)、走高跳(1)】	4【100・200m(3)、3000m (1)、棒高跳(1)、走幅跳 (1)】	1	7【400m(3)、3000・ 5000m(3)、200m(1)、 400mH(1)】	1【100・200・400m(1)】
長距離	33	10	13【中距離(12)、走幅跳 (1)】	10【中距離(8)、100・ 200m(2)、ハードル(1)】	10	19【中距離(19)、400m (1)】	4【中距離(3)、400m (2)、100・200m(1)】
マラソン*	31	9	11【中距離(11)】	11【中距離(10)、100・ 200m(1)】	21	8【中距離(7)、100～ 400m(1)】	3【中距離(3)】
競歩	9	1	1【中長距離(1)】	7【中長距離(7)、棒高跳 (1)】	4	5【中長距離(5)】	0
跳躍	37						
走高跳	11	10	1【混成(1)】	0	10	1【三段跳・110mH(1)】	0
棒高跳	10	4	4【走幅跳(2)、ハードル (2)、混成(1)、200m (1)】	2【走幅跳(1)、走高跳 (1)】	7	2【ハードル(1)、三段跳 (1)】	1【走幅跳(1)】
走幅跳	8	1	6【100m(5)、混成(3)、 ハードル(2)、走高跳 (2)】	1【走高跳(1)】	1	7【100m(5)、100mH(1)、 400m(1)、やり投(1)】	0
三段跳	8	0	2【100m・走幅跳(2)】	6【走幅跳(6)、100m (2)、走高跳(1)、ハー ドル(1)、長距離(1)】	1	5【走幅跳(5)、100m(1)】	2【走り幅跳び(2)、100m (1)】
投擲	11						
やり投	5	0	0	5【砲丸投(4)、ソフトボー ル投・ジャベリックスロー (3)、100m(2)、混成 (2)、円盤投(1)、走高跳 (1)、走幅跳(1)、ハー ドル(1)】	3	2【砲丸投・円盤投(2)】	0
円盤投	4	0	1【砲丸投(1)】	3【砲丸投(2)、走幅跳 (2)、混成(2)】	0	4【砲丸投(3)、混成(2)】	0
砲丸投	2	0	2【100m・ソフトボール投 (1)、混成(1)】	0	0	2【やり投(1)、円盤投・ハ ンマー投(1)】	0
混成	7	5	#	2【100m(1)、400m・走幅 跳(1)】	5	2【三段跳(2)】	2【400mH(1)、100m・やり 投・走幅跳(1)】

数字はその種目を実施していた人数を表す。

G1: 国際大会に出場した種目のみを実施していたグループ、G2: 国際大会に出場した種目以外も実施していたグループ、G3: 国際大会に出場した種目を実施していなかったグループ

\*: マラソンは、中学または高校生期に「長距離」を専門にしていたかを判断基準とした。

#: 混成競技に含まれていない種目がある場合は記した。

表 8 各時期における陸上競技の実施種目数の割合

	中学校期	高校期	青年期
1種目	39	29	43
2種目	44	47	43
3種目	10	18	10
4種目以上	7	6	4

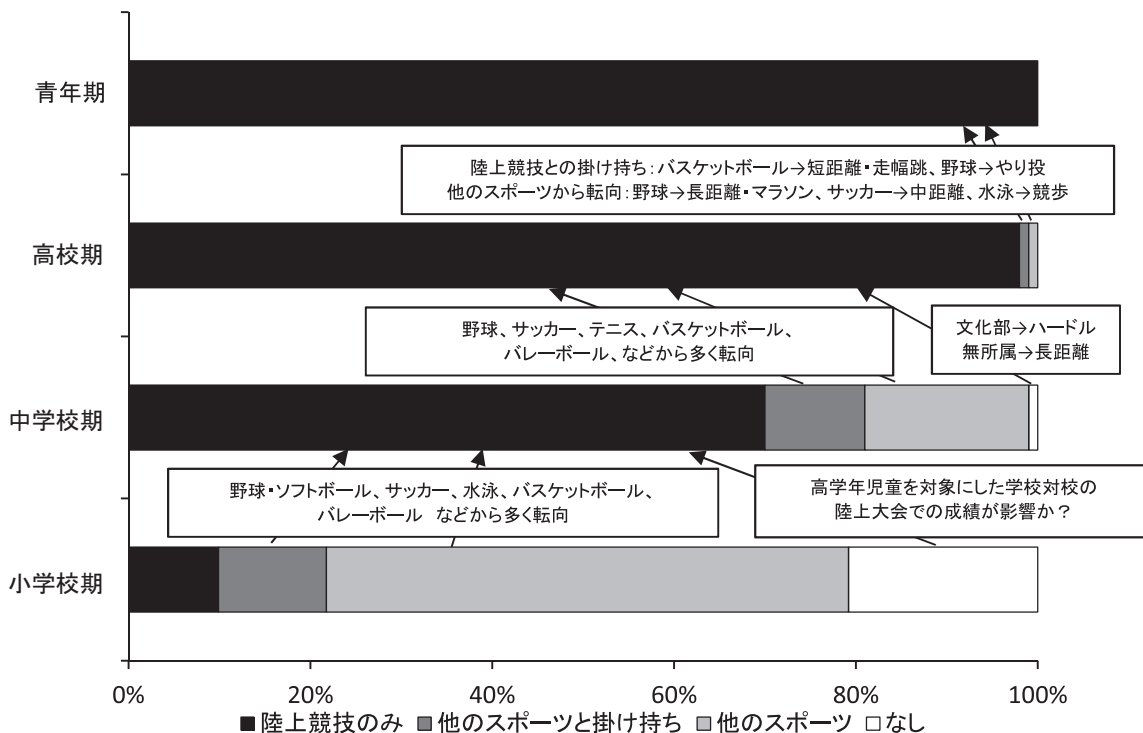
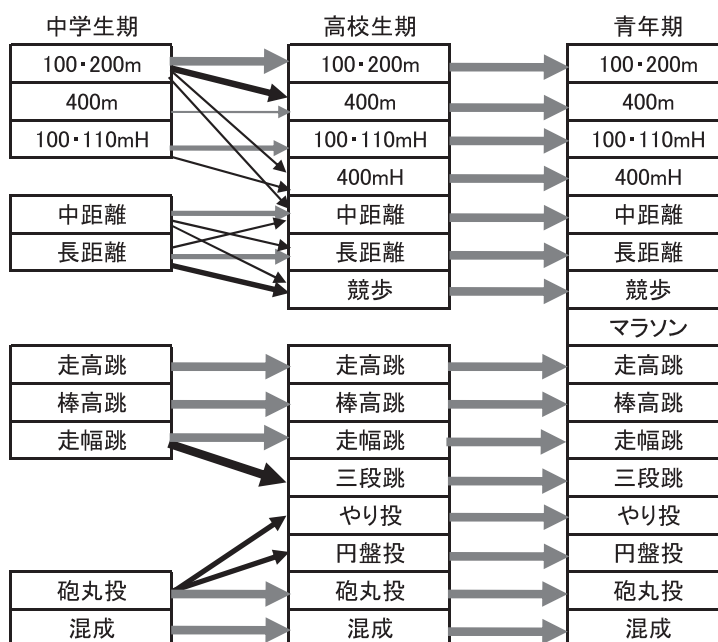


図 1 小学校期から青年期にかけての競技間トランスファー



種目を継続またはトランスファーした者の割合

矢印なし: 0~19%、 → : 20~50%、 → : 51~79%、 → : 80~100%

\*濃矢印は他の種目へのトランスファーをあらわし、薄矢印は同じ種目への継続への移行を表している

図 2 中学校期から青年期にかけての種目間トランスファー

体育協会 HP)。この割合は、データが公表されている平成 14 年まで遡ってみても同程度であった。陸上競技に取り組みたくても取り組めない背景があるかもしれない。ところが中学校期になると、陸上競技を中心的に実施する者が 70%に増加することからわかるように、何らかのきっかけで中学校から陸上競技を本格的に始めるようになる。その要因の 1 つとして、小学校での陸上競技大会を挙げることができる。多くの地域において、小学校高学年で市町村レベルの陸上競技大会が実施されているため、短期的に陸上競技に取り組んでいた可能性がある。そこで好成績を収めることが中学校で陸上競技に中心的に取り組むきっかけになっているかもしれない。

中学校期には 70%の者が陸上競技を中心的に実施していたが、残りの 29%は他のスポーツが中心、または陸上競技と他のスポーツを掛け持ちしていた者であった。その中でも野球、サッカー、バスケットボール、テニス、バレーボールが多いが、実施していたスポーツの種類は多岐に渡っていた（表 4）。高校から陸上競技を本格的に始めた者の陸上競技種目をみると、特定の種目に偏りがあるわけではなかった。例えば、中学まで野球を中心的に実施、または陸上競技と掛け持ちしていた 25 名の国際大会出場種目をみると、マラソン・跳躍・投擲がそれぞれ 5 名、競歩・中長距離・短距離がそれぞれ 3 名、混成が 1 名であった。中学校期では、おもに学校の部活動を通してスポーツを専門的に実施するようになるが、実施していた競技の成績、個人競技への興味関心、運動会（体育祭）や学校対校の陸上競技大会（駅伝大会など）への出場などが、高校から陸上競技を始めるきっかけになっているのかもしれない。同様のことは高校期から青年期にかけても起こっていると思われる。図 1 には、小学校期から青年期にかけて起こった、競技間への転スファーをまとめた。

## 2. 種目間転スファー

小学校期に陸上競技のみを中心的に実施していた 29 名の中学校期での種目選択をみると、多くの者が中学校期で同じ種目または同じ系統の種目を選んでいった（表 6）。短距離、ハードル、跳躍では、ほとんどの者が同じ種目を実施していたが、中距離、長距離、マラソンをみると、小学校期に短距離や跳躍を実施している者もいた。種目を専門化していなかった者も 3 名おり、中長距離種目で将来的に活躍する選手は、小学校期から長い距離を専門化しているとは限らないと言えよう。

中学校期から高校期にかけての種目選択では（表 7）、100・200m の代表選手の 70%が中学校期に 100・200m を専門的に実施していた。他の種目と掛け持ちしていた者を合わせるとほぼ全員が 100・200m に取り組んでいた。跳躍種目とハードルの代表選手も同じ傾向で、三段跳と 400mH 以外は、ほとんどの者が中学校期から専門的に取り組んでいた。三段跳と 400mH は全国中学校体育大会（全中）の種目に入っていないので中学校期に取り組む選手は少ない。三段跳に関しては中学校期に全員が走幅跳に取り組んでおり、三段跳は走幅跳と同じ水平跳躍種目であるため、派生的に取り組むようになると考えられる。一方で 400mH は、中学校期にハードルに取り組んでいた者が 42%で、100～400m に取り組んでいた者が 50%とほぼ半数に分かれた。ハードルから転スファーする原因としては、高校から高くなるハードルの高さに対応しきれずに 400mH に転向したパターンと、100・110mH の延長で 400mH に取り組むパターンが考えられる。また、中学校期までハードルに取り組んでいなかった選手においては、高校期において練習の一環でハードルに取り組んだ様子を見て、指導者が 400mH を勧めた可能性もあるが、理由は定かではない。今後、詳しく調査する必要がある。

400m、中距離、長距離の代表選手は、中学校期にそれらの種目を専門化していた者よりも、より短い距離の種目を中心的に実施していたり、より短い距離と掛け持ちしている者が多かった。つまり、400m では 100・200m、中距離では 100～400m、長距離では中距離種目を実施していた者が多かった。高校期になっても専門化する者はほとんど増えず、短い距離と兼ねている者が目立った。シニアにおいて高いパフォーマンスを獲得するためには、中学生から高校生の時期にスピードを高めておく必要があるのかもしれない。マラソンも似た傾向で、中学校期に長距離種目のみに取り組んでいる者の割合の方が低く、高校期から長距離を中心的に実施している者の割合が高くなっていった。中学校期に競歩に取り組んでいた代表選手は 9 名中 2 名であったが、高校では全員が競歩に取り組んでいた。そのすべてが中長距離から転スファーしていた。競歩も中学校期にはほとんど取り組まれていない種目である。石川県のように、県中学総体の種目に競歩種目がある地域は中学校期から専門化できるかもしれないが、ほとんどは高校期において中長距離種目の経験がある者が、指導者の勧めなどで転スファーしたものである。

跳躍種目では、走高跳の代表選手は中学校期からほとんどの者が他の種目と掛け持ちせず専門的に実施していた。これはおそらく競技特性によるものである。指導教本（日本陸上競技連盟，2013）の跳躍種目の章において、特に助走で走高跳は他の跳躍種目と区別されている。つまり、走高跳以外の跳躍種目は直線をまっすぐ走ってきて前方に跳躍する点で類似しているが、走高跳は他の跳躍種目よりも助走速度が低く、曲線を描いた助走から上方に跳躍という点で異なる。このような種目特性からか、走幅跳の選手は100m、ハードル、三段跳を兼ねていたり、また棒高跳の選手はハードルを兼ねるといったケースが複数あった。走高跳は他の種目と類似する点が少ないことが原因で、掛け持ちせず専門的に実施してきたのかもしれない。

投擲種目では、中学校期に砲丸投に取り組んでいた者が、高校期においてやり投や円盤投にトランスファーする傾向があった。中学校期の投擲種目は砲丸投が主流で、円盤投やジャベリックスローが開催される競技会は少ない。そのような背景もあってか、投げるのが得意な者は、基本的に中学校期は砲丸投を選択していたと思われる。ハンマー投についてはデータを取得することができなかった。投擲に関しては人数が少ないうえに十分に質問紙を回収できなかったため、全体的な傾向を示すには不十分であると考えられる。

図2は、中学校期から青年期にかけて起こった、陸上競技種目間でのトランスファーをまとめた。小学校期には陸上競技のみを中心的に実施していた者は少なかったため、ここでは除外している。図中の矢印は、青年期の種目に至るまでに、どの種目からどのくらいの割合で選手がトランスファーしてきたのかを表している。中学校期から高校期にかけては複雑なトランスファーが起こっていたが、高校期から青年期にかけてはほとんどなかった。むしろ、高校期は複数の種目を実施しており、青年期になって種目を絞る傾向が見られた。

本研究では、日本代表選手が小学生期から青年期にかけて、どのようにスポーツや陸上競技の種目を選択してきたかを数量的には示すことができた。しかし、選手がどのようなきっかけでスポーツや種目をトランスファーしたのかについては十分に明らかになっていない。小学校期や中学校期の体力水準や競技成績だけでなく、仲間や教師などの勧誘もあると考えられるので、今後さらに分析を進めていく必要がある。

## V. まとめ

本研究は、オリンピック、世界選手権、アジア大会、アジア選手権に出場した日本代表選手296名を対象にして、小学校期から青年期にかけてどのようなスポーツや陸上競技の種目を選択してきたのかを分析した。陸上競技を中心的に実施していた者は、小学校期で10%、中学校期で70%、高校期で98%で、野球、サッカー、テニスなどからトランスファーした者が多かった。陸上競技の種目間では、特に中学校期から高校期にかけて、100・200mから400m、中距離から長距離のように同じ系統の種目でもより長い距離の種目にトランスファーしたり、同じ種目領域でも高校から始まる新しい種目（400mH、やり投など）にトランスファーする者もいた。しかし、高校期から青年期ではほとんどトランスファーせず、実施していた複数の種目の中から種目を絞っていることが明らかとなった。

## VI. 引用文献

- ベースボールマガジン社（2007）陸上競技マガジン 2007年5月号別冊付録 アスリート名鑑，ベースボールマガジン社。
- 日本陸上競技連盟（2013）基礎から身につく陸上競技，大修館書店，96-99。
- 日本体育協会 HP スポーツ少年団登録状況，<http://www.japan-sports.or.jp/club/tabid/301/Default.aspx>（平成27年3月10日参照）
- 陸上競技社（2012）月刊陸上競技2012年1月号，講談社，16-22。
- 陸上競技社（2014）月刊陸上競技2015年1月号，講談社，18-27。
- 為末 大（2013）DAI STORY：栄光と挫折を繰り返した天才アスリートの半生。出版芸術者。
- 渡邊将司，森丘保典，伊藤静夫，三宅 聡，森 泰夫，繁田 進，尾縣 貢（2013）日本代表選手に対する軌跡調査 ー第1報ー，公益財団法人日本陸上競技連盟。



## 特集企画

陸上競技のタレントトランスファー  
ージュニア競技者育成の新たな方向性を求めてー

## 序 文

以前学習したことが後の学習に与える影響を学習の転移 (transfer of learning) と言い、運動学習の転移、運動技能の転移などについても古くから多くの研究が行われている。この学習の転移を背景に、スポーツ競技や種目を変えることによってエリート競技者の可能性をさらに引き出そうとするのがタレントトランスファーと呼ばれるものである。

2012年ロンドンオリンピックに向け開催国イギリスはさまざまな強化策を打ち出したが、その一つに「スポーツ・ジャイアンツ」と呼ばれる高身長競技者を募ったタレント・トランスファー・プログラムがあった。従来行われてきた種目限定型のタレント発掘策の限界を打破した挑戦であり、実際のオリンピックのボート種目において金メダルを獲得するといった成果を上げ注目された。今日、ジュニアからシニアに至る競技者育成システムのなかにこのタレントトランスファーをいかに組み入れるか、イギリスをはじめいくつかの国でその試みが始まっている。

日本陸上競技連盟のオリンピック、世界選手権代表選手を対象にした調査結果においても、わが国の陸上競技エリート選手も、思いの外、競技間トランスファーや種目間トランスファーを活発に行ってきた経歴が明らかにされた。こうした調査結果を踏まえ日本陸連としても、2020年東京オリンピックあるいはポストオリンピックに向けてのタレントトランスファーについて種々検討を進めている。

ただし、「タレント発掘」や「タレントトランスファー」といったスポーツ現場でもよく使われる用語は、ともすれば成功イメージが先行、誇張される嫌いがあり、ある種の虚像を形成しかねない危うさも同時につきまとう。したがって、とりわけスポーツ政策に無批判に導入することは避けなければならない。そこで本特集では、このタレントトランスファーという古くて新しいテーマをとりあげ、日本陸連の政策展開を念頭に置きつつも、その経緯、実態、方向性、可能性などを多角的、学祭的に議論するものである。その議論の成果が日本陸連の競技者育成計画への参考に供すればと願うものである。

陸上競技研究紀要編集委員会  
編集委員長 伊藤静夫

## 特集企画

### 陸上競技のタレントトランスファー —ジュニア競技者育成の新たな方向性を求めて—

#### 目次

- 今、なぜタレントトランスファーなのか・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 26  
山崎一彦
- タレント発掘・育成のモデルとなる源流の検証と提言・・・・・・・・・・ 29  
～スポーツトレーニング学とスポーツ運動学の視点から探る～  
石塚浩
- 競技者育成と生涯スポーツの融合モデルを求めて・・・・・・・・・・ 37  
—カナダ LTAD 及びオーストラリア FTEM —  
伊藤静夫, 榎本靖士
- 日本代表選手はいかに育ってきたか・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 47  
—日本陸連による代表選手の軌跡調査より—  
渡邊将司
- タレントトランスファーマップという発想・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 51  
—最適種目選択のためのロードマップ—  
森丘保典
- 選手のタレント発掘およびトランスファーへの試み・・・・・・・・・・ 56  
桜井智野風, 三宅聡

## 今、なぜタレントトランスファーなのか

山崎一彦

順天堂大学スポーツ健康科学部

### 2020年はソフト面のレガシーを重視する

日本陸上競技連盟は、2013年に2020年の東京オリンピック開催決定直後、「2020強化普及オリンピック特別対策プロジェクト」を編成した。そのプロジェクトの中で、1964年に開催された東京オリンピック前後を振り返ってみた。スポーツ全体の成果として、ソフト面ではシニア強化における実業団体制が定着し、普及においてはスポーツ少年団などの体制が拡充した。ハード面では高度経済成長にも助けられ、当時のオリンピック関連競技施設は後世にもつながるものであった。またオリンピック後は、各地域にも波及した競技施設は世界に誇れるほどである。しかしながら、陸上競技における実業団は各企業理念に基づいて設立しており、スポーツや陸上競技そのものの本質を見いだせないまま経済成長の減退とともに年々減少している。また、施設に関しても老朽化や施設管理運営など難しさなどに直面している。現在までのソフトとハードにおける共通点として、大きなフレームはできたが、スポーツ文化と伝統を築いている欧州、主にスポーツビジネスとして組織化している米国などの組織や仕組みなどの考え方などからは大きく遅れをとっている。そのため、仕組みづくりや理念の共有化などのソフト面の充実が喫緊の課題となっている。

2014年12月にプロジェクトチームは、国際競技力向上のため強化育成システムの5つの柱として、①強化組織の抜本的改変、②種目、競技トランスファー促進、③強化情報戦略の強化と拡充、④科学サポートの徹底的活用、⑤指導者養成の強化を挙げた。

この5つの柱により、東京オリンピックでの金メダル獲得や具体的メダル獲得数を増加させることも成功の一つとしたい。ただし、さらに重要であることは東京オリンピック後に私たちが陸上競技を通じて多くの人々が、陸上競技者の普及、発掘、育成、

強化の考えを理解することをレガシーとしていきたい願いが込められている。

これらを受け、2014年11月に「2020年東京オリンピックプロジェクト」を強化委員会の中に独立して組織化された。その中の試みとしてのワークグループの取り組みを紹介したい。

### 温故知新

過去を知る事とまとめる事。それは過去をもう一度走るだけのことだけでなく、新しい道を走ることの助走となる。つまり、過去を修正して育成すればコンスタントなタレントを育成することができる。しかしながら、過去を改善しただけではオリンピックで金メダルを獲得できはしないだろう。これがタレントトランスファーマップを作成するということである。まずは日本代表選手がたどった道のりを客観的かつ明確に示し、地図を作成していく。陸上競技界に限らず多くの人々が陸上競技における大きなフレームを理解していくことを目的としている。

先天的資質を持った人材を確保することは非常に重要である。しかしながら私たちは、「タレントがない」と憂い嘆き、「あの競技者は勿体なかった。」などという指導者や関係者からの声が後を絶たない。裏を返せば、私たち自身の育成システムが十分でないことや、コーチング技量と体制の非を認めるということになる。もし、「タレントが少なく勿体ない」なら、せめて少ないタレントをいかに国際的競技者に育成していくかを考えることが先決だ。これらの育成方法がある程度明確にならないと、つまりタレント発掘もできないということになり、安易にタレント発掘と言えなくなってくる。

過去に世界で活躍してきた競技者は、必ず様々な競技や種目を変更（トランスファー）してステップアップをしながらパフォーマンス維持に成功してい

る。それでは、世界的アスリートや日本一流競技者はどのような道のりを辿ってパフォーマンスを極めていったのか。パフォーマンスの似通った競技者でも、それぞれ異なる道のりを歩んでいる場合がある。これらの全体像は、陸上関係者ならおぼろげながら理解しているが、明確にはなっていない。したがって、2020年東京オリンピックプロジェクトチームは、国内外の一流競技者が歩んできた共通の道や異なった道を地図にするタレントトランスファーマップの作成を試みることにした。

## 単なるタレント発掘に終わらないこと

一般社会通念として、陸上競技は先天的資質が大きく影響する代表的な競技であるとされている。しかしながら、他の競技団体が注目している幼少期におけるタレント発掘をし、英才教育を遂行することに関しては、多くの問題が起こるだろう。まず幼少期の競技会上位者を選抜し、多くの資金と時間を費やしても、それほど大きな効果を得ることが困難であると考えられる。なぜなら、高校から成人を向かえる年齢にならないと、おおよその種目で「タレント」と呼ばれるアスリートを決定づけることは難しいからだ。更には、タレント競技者のための強化育成システムは残念ながら確立していない。したがって、私たちは、タレントと思しき競技者のプールをしていくことが重要であると考えている。そのタレントたちが、どんなタイミングでどのように競技および種目トランスファーをしていけば良いのかを明らかにしていこうとしている。これらは次章から続く、海外の育成ケースや日本代表経験者による軌跡調査で実態が明確になることであろう。

## すべての人が育成から強化までの全体像を理解すること

普及、育成、強化における各カテゴリーの指導者は、全体像を見ようとしても、結局はそのカテゴリーでのゴールを見出そうとしてしまう習性があることは否めない。今日の日本では、中高校生の競技者人口数が圧倒的な割合を占めている。全日本中学選手権、全国中学校駅伝、全国高校総体、全国高校駅伝などの過熱ぶりをみると、まさしく最高峰競技会と位置づけられている。当然、指導者、競技者の外部評価や動機付けは勝敗に集中してくる。特に育成段階の指導力という意味は、何人日本代表選手を輩出したかではなく、そのカテゴリーで総合優勝さ

せたが強調されてしまうという傾向にある。これではどんどん狭義な指導方法を確立していくこととなり、育成の指導力は先見性であることという指導理念は根付かない。指導者の入れ替わりがそれほど多くなく、選手の入替わりが激しいカテゴリーでは、せめて全ての指導者が様々な選手のスタートラインからゴールまでの全体像を知っておくことが重要である。

競技者にとっても、全体像を見ながら活動していくというのは困難な課題である。私の競技者時代を振り返ると世界選手権およびオリンピックの代表回数は7回と多い方であるが、種目に関しての経験度と習熟度、人格的習熟度が増してこれからだという時に、身体の各部位が悲鳴を上げ始め、トレーニング量の継続ができず、質も維持ができなくなり重要競技会にピークを持っていくことが困難になってしまった。よく日本では、若年層で体作りをしっかりと行って、習熟度が増している成人期を越えればトレーニング量を減少させていくということ聞く。しかし、習熟度が増した時にトレーニング量と質が充実していたほうが大きな力を発揮することは間違いない。つまり日本では「経験（習熟度）」と「体力（トレーニングと技術）」の両輪で回そうとはせず、どちらかを強調したほうが美談になることが多いようである。

## タレントトランスファーマップの発展性

コーチング現場では、なんとなく明らかなような部分を用いて指導することが多い。まずはタレントトランスファーマップを作成することにより、日本陸上競技界における中長期戦略の補助的役割になることが期待できる。

明確になることとして、下記の10項目が主に挙げられる。

- ① 日本人の高次パフォーマンス維持年齢とその期間が諸外国一流競技者との比較検討（競技者寿命）
- ② 早熟とは具体的にどんなことなのか
- ③ 日本人における基幹種目とトランスファー種目
- ④ 体力的と技術的変遷
- ⑤ 諸外国と日本の強化育成システムの比較
- ⑥ 人格的成熟度、体力および技術成熟度、トレーニング充実度の兼ね合い
- ⑦ 育成上の問題点
- ⑧ 育成および強化上の疑問点

- ⑨ 様々な競技者ケーススタディー
- ⑩ 種目特性

これらが、ある程度明らかになってくると、下記のことを期待できる。

- ① 育成時（特に小中高校）における競技会適正実施種目
- ② 一般的適正タレント
- ③ 指導者育成システムの改善
- ④ 指導者の質的向上（全体的な先見性の向上）

上記の項目が明らかになってくると、2020年東京オリンピックプロジェクトでスタートしている「ダイヤモンドアスリート」という挑戦的なタレント育成が一気に加速することができる。詳細はタレントマネージャーである石塚浩氏からの後述を参考にしてほしいが、ここでセレクトされた競技者の多くは、様々な種目にトランスファー出来る可能性を持っている。現段階のプランとしては、タレントトランスファーが「盾」であり、ダイヤモンドアスリートは「矛」である。双方を合わせると矛盾のようだが、この矛盾がマッチした時、日本陸上界の育成から強化までの一貫性のとれた仕組みが作れることを期待している。

## タレント発掘・育成のモデルとなる源流の検証と提言 ～スポーツトレーニング学とスポーツ運動学の視点から探る～

石塚浩

日本女子体育大学体育学部運動科学科

### 〇はじめに

あるモノが、本物か偽物かということが話題になる場合、そのモノに価値があるかどうか必ず付随してくる。例えば、美術品や骨董品の真贋を判断するには、専門的な学識や経験を必要とされるものである。このような真贋を判定することは、一般的に「鑑定」という語で表されている。この「鑑定」という作業には、美術品や骨董品というような過去に作られた作品を、現在という時点から眼前にある作品の過去を読み解き、専門的な学識や経験をもって判断が下されたり、意見を述べることとなる。

一方、「タレント発掘」は、「今」という時点で人間の持つ能力が、今後どのように変化するかを「予測」することが中心である。この「予測」とは、将来どのようになるかを、単に人間の持つ能力がどのようになるかを考量するだけで無く、それぞれのスポーツ種目が、どのような競技力レベルに達するかも含めて、判断することとなる。タレントを見つけ出すという場合も、先述の「鑑定」と同じように、専門的な学識や経験が必要なことは明白であろう。

近年、タレント発掘に関わる活動は、国内では、地方の行政組織や各スポーツ競技団体等が、さらには、日本スポーツ振興センターが基礎的な母体となって展開されてきている。この背景には、平成23年6月のスポーツ基本法の制定に基づき、文部科学省(2012)が平成24年3月に「スポーツ基本計画」を策定したことがある。その中で、「第2章 今後10年間を見通したスポーツ推進の基本方針」の、「4. 国際競技力の向上に向けた人材の養成やスポーツ環境の整備」において、「1) ジュニア期からトップレベルに至る戦略的支援の強化」を挙げている。そして、施策目標として「トップアスリートを発掘・育成・強化するため、スポーツ団体や強化・研究関係機関、地域等との連携により、ジュ

ニア期からトップレベルに至る体系的かつ戦略的な支援を強化する。」<sup>15)</sup>と規定している。その地域との連携の実例として、公益財団法人福岡県スポーツ振興センターが中心となっている「福岡県タレント発掘事業」や、東京都オリンピック・パラリンピック準備局スポーツ推進部が中心となっている「トップアスリート発掘・育成事業」等が挙げられ、国内で10以上の都道府県で実施されている。<sup>19)</sup>さらに、国レベルのものとしては、独立行政法人日本スポーツ振興センターが、「文部科学省委託事業『2020ターゲットエイジ育成強化プロジェクト(タレント発掘・育成コンソーシアム)』」を展開する一つとして、「ナショナル・タレント発掘・育成 (NTID) プログラム」<sup>22)</sup>を起動させている。

陸上競技のタレント発掘・育成に関する各種テスト種目と基準値については、拙稿に譲り<sup>5)</sup>、本稿では、タレント発掘・育成は、「どのような意味内容」を持ち、「競技力向上のための全般的システムとの関係性」はどのようなものであったのかを明確にする。さらに、その「具体的な選抜の方法」を浮き彫りにしながら、先鋭的にタレント発掘・育成を行っていたドイツ民主共和国等の例をもとに、何らかの提言をすることとしたい。

### 〇タレントとは

タレントという用語は、語源としてギリシャ語に由来し、「天秤という意味を持ち、その後重さ、貨幣の単位(タラント)となり、中世末に聖書マタイ伝25章にあるイエスのたとえ話から、才能という意味を持つ」と言われている。<sup>5)</sup>一方で、ドイツにおけるスポーツ指導者の養成に関わる中心的機関であるケルンコーチアカデミーのテキストの中では、「行動に基づいて、遺伝によって、または、後天的な行動条件に基づいて選抜され、スポーツの達成に

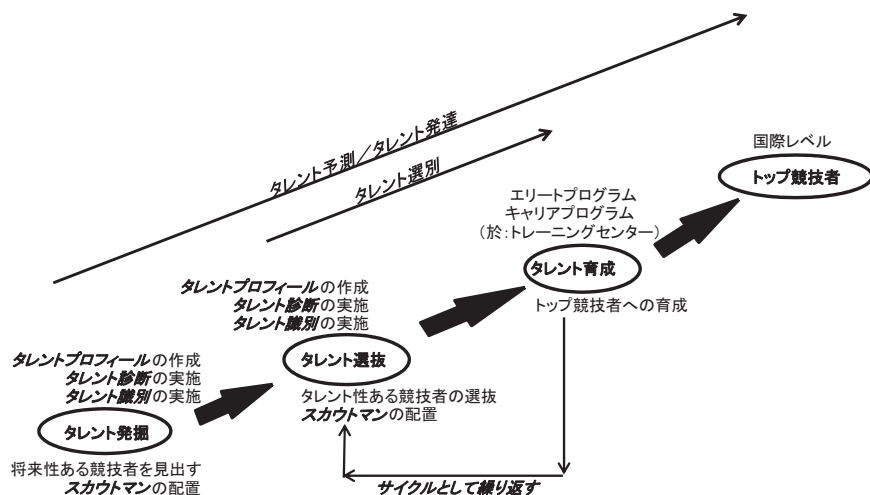


図1 タレント発掘からトップ競技者への育成に至る全体図 23) を一部改変

関して特別な才能、または高い才能を持っていることをスポーツのタレント（スポーツタレント）と呼ぶ」と規定している。<sup>12)</sup> このように、「タレント」という用語に当てはまる競技者は、きわめて少数であり、特別な存在であることが窺えよう。

一方で、この「タレント」に関わる用語として、種々のものが挙げられる。しかし、学校体育を中心として競技スポーツが発展してきた日本では、こういった用語は、詳細な概念規定が行われなまま展開されているところが散見する。2013年に出版され、バイオメカニクス、生理学、心理学、教育学、教授学といった近接領域を包含しながら作成された「Wörterbuch Bewegungs- und Trainingswissenschaft (運動科学とトレーニング科学の用語辞典・独語と英語の対訳版)」<sup>26)</sup> では、「タレント」に関わる用語として、下記のもの挙げられていた。

タレント発掘

< Talentsuche (独)、searching for talent (英) >  
(以下：独語、英語の順に標記)

タレント育成

< Talentförderung、promotion of talent >

タレント選抜

< Talentauswahl、selection of talents >

タレント診断

< Talentdiagnose、talent diagnosis >

タレント発達

< Talententwicklung、development of talent >

タレント識別

< Talenterkennung、identification of talent(s) >

タレントプロフィール

< Talentprofil、talent profile >

タレント予測

< Talentprognose、talent prediction >

タレント選別

< Talentsichtung、screening for talent(s) >

タレントをスカウトする人 (スカウトマン)

< Talentsucher、talent scout >

これらの用語を組み入れ、国際的なレベルに至るまで、競技者を育成していく過程を全体として図式化すると、図1のようになる。<sup>23)</sup> 図1は、タレントに関わる用語を中心としているが、競技者を国際レベルへと育成して行くには、この他にも様々な要因が関わることは容易に予測されるところである。これらの用語をはじめとし、国際的な競技力向上のために様々な施策を、国家レベルで先鋭的に行っていたドイツ民主共和国（以下：旧東ドイツ）を例として挙げてみたい。

旧東ドイツは、1990年に東西ドイツ統一によって消滅したが、1970年代から1980年代後半にかけて国際的なレベルでスポーツ界全体に絶大な競技力を誇っていた。長期に渡って競技者を育成するシステム（例：児童青少年スポーツ学校を全国25ヶ所に設置、質的な保証がなされたコーチの養成と適切な配置、約1,700カ所におよぶ地域のトレーニングセンターの設置と運営、競技スポーツに関わる研究機関の運営等）を稼働することで、タレント発掘・育成といった個々のシステムも成果を上げ、諸々の要因が複合的に関係する総合的なシステムを確立させていた。この部分の理論的背景の基礎としては、旧ソ連のマトベーエフによるピリオダイゼーション理論であることは、指摘するまでも無いであろう。それは、種々のトレーニング段階（例：基礎トレーニング段階、育成トレーニング段階等）においてトレーニングを展開し、競技力を向上させていくためには、トレーニングの強度と量を直線的に高めてい



くことは不可能であり、波状的効果を長期に渡って検討することが求められるからである。ある年齢段階で最高の競技力を達成するためには、長期に渡って段階的に、漸進的にトレーニング全体をコントロールする必要があり、そのために必要な付帯条件（先述の児童青少年スポーツ学校等）が整備されていることが、必ず必要となるためである。

さらに、旧東ドイツでは、「全国共通観察システム (Einheitliche Sichtung und Auswahl für die Trainingszentren und Trainingsstützpunkte des DTSB: 以下 ESA, DTSB は下記参照)」<sup>4) 13)14)</sup> というものが導入されていたという背景がある。この ESA は、ライプチヒ市で 1971 年から 2 年間に渡って試験的に実施され、1976 年からは国全体に導入されたものである。ドイツ体操・スポーツ連盟 (Deutsche Turn- und Sportbund: 以下 DTSB) の運営する地域のトレーニングセンターに入所させるための発掘と選抜を、統一した形式で旧東ドイツで生まれた子ども全員を対象に行ったものである。当時の国内における現状のシステムを利用し、さらに、最小限の人と時間で展開するために、学校の体育科教員の協力を得て学校体育の中で、6 歳の年齢段階から実施されていた。この ESA の内容は、形態の測定・60m 走・8 分間走・立片脚三段跳・走幅跳・ボール投 (150g)・砲丸投・コーディネーション能力などのテスト種目<sup>5)13)</sup> で、測定値は中央機関となる DTSB で、コンピューターによって処理されていた。この ESA は、継続して各年齢で実施され、9 歳からは選抜された子どもがトレーニングセンターに入所し、専門的教育を受けた指導者から基礎トレーニングの指導を受けることになっていた。旧東ドイツの人口は約 1,700 万人で、最終的には人口の約 12.5% がトレーニングセンターへの入所経験を持つという状況であった。この ESA というシステムは、スポーツに才能を持った子ども達を漏らすことなくスクリーニングすることができ、人口の 12.5% が ESA の経験者ということは、競技スポーツへの関心の度合いを高めるものである。また、その影響力は計り知れないことであつたらうと、容易に予測することができる。なお、旧東ドイツは、旧ソ連同様に社会主義国家であるため、国外に出ることが国から許可される者は、政治家、エリートレベルのスポーツ選手や芸術家など、ごく少数に限定されていたという事実からも理解できるであろう。そして、旧東ドイツでは、トレーニングセンターでのトレーニングや各種の測定を踏まえ、12 歳の年齢からは児童青少年スポーツ学校に入学し、各競技ごとのトレーニングを主体

表 1 形態的な側面から見たタレントの特徴<sup>3)</sup>より作表

陸上競技 短距離 跳躍 投てき	長脚 長身・長脚 長身・肩幅が広い
バスケットボール	長身・長腕
クロスカントリースキー	長身
バレーボール	長身・長腕・肩幅が広い
ホッケー	長身・長腕・肩幅が広い
カヤック	長腕・肩幅が広い
カヌー	長腕・肩幅が広い
レスリング	長腕・肩幅が広い
ボート	長身・長い四肢
ラグビー	長身・肩幅が広い
水球	長身・肩幅が広い
スピードスケート	長身・長脚
ウェイトリフティング	肩幅が広い

※特別な記載のない種目

ホクシング・サイクリング・飛び込み・フシグ・射撃・サッカー

※長身でない方が良い種目  
体操競技

とした生活（一般的には寮生活）を送ることになるという、競技スポーツに特化したシステムが用意されていた。<sup>30)33)</sup> 一方で、旧東ドイツでは、大衆スポーツと競技スポーツは厳格に区別され、例えば、テニスは大衆スポーツの位置づけであり、競技スポーツではないためタレント発掘・育成は一切行われていなかった。<sup>6)7)</sup>

## ○最終身長の問題

最終身長の問題は、スポーツ種目全般に渡って、形態の問題が競技力に対して影響を及ぼすことがあり、競技スポーツで最高の成果を残すためには、場合によっては必要不可欠な要因ともなる。例えば、旧東欧圏で発生したスポーツトレーニング学を英語圏に導入し、プロスポーツであるアメリカンフットボールや、ベースボールにおけるトレーニング計画について、プランニングやコンサルティングでも著名な T.O. Bompa (1999) によると、形態的な側面から見たタレントの特徴は、表 1 のようにまとめることができる。<sup>3)</sup> 種々のスポーツ種目で、「長身」という項目が含まれていることは明らかである。一方で、「長身」という点に特化した形式でのタレント発掘としては、近年の英国やオーストラリアなどで展開された「ジャイアントプログラム」が該当するものである。<sup>11)</sup>

では、どのような方法で、競技者の最終身長をある年齢段階で推測していたのか？という内容は、タレント発掘において大きな関心事であろう。米国で

は、Scientific Software International 社から身長を予測するコンピューターソフトとして「AUXAL」が出され、日本国内の研究者の間でも利用されている。一方、旧東ドイツでは、最終身長を予測するための指標として用いられていたのは、暦年齢（10歳と11歳の5月、12歳の2月と10月時点）の身長と体重である。この各暦年齢時での測定から、最終身長を予測することが可能となっている。<sup>33)</sup>特に、このような測定等から、ヒトの持つ生物学的な年齢が考慮されることになる。例えば、12歳という暦年齢に対して、すでに両親とおなじ身長に達し、筋力などが発達している12歳もいれば、身長が低く身体がきゃしゃで、子供っぽさが残っている12歳もいる。その年齢差は±2歳と言われ、場合によっては、極端な年齢差として±3歳とも言われていた。このような成長の差を考慮した年齢が、生物学的年齢である。この年代の子ども達と一緒に競技させた場合には、成長の速い子どもが有利であることは否定できないものである。また、1年という期間を考えた場合、同じような成長をたどったとしても、先に生まれた子どもと364日後に生まれた子どもでは、当然のように同一学年であっても、成長に差が生じることになる。日本の学制をもとにした各種スポーツ競技会であれば、小・中学校においては、4・5月生まれの子どもの有利となる傾向が起きることは、当然である。旧東ドイツは、先述のように10～12歳の間で4回もの測定をし、このような成長の違いを考慮し、暦年齢での競技力だけをタレント発掘・育成の材料とはしていなかったという事実がある。また、これらの指標から、早熟型傾向にあるのか、晩熟型傾向にあるのかを査定し、暦年齢における身長が、最終身長に対して何%レベルの成熟にあり、そこから、その後の最終身長を予測していた。<sup>5)33)</sup>このような最終身長を測定する方法として、手首の手根骨における軟骨の骨化状況を、レントゲン写真から読み取る方法も過去には用いられていた。骨年齢を用いて生物学的年齢を推定し、暦年齢との差から、その後の身長を予測するものである。この方法を利用して、中華人民共和国上海市体育運動委員会は、市内の学校に手首の手根骨のみを撮影するレントゲン車を巡回させ、後にNBAヒューストン・ロケッツに所属し、国際的にバスケットボールで活躍した姚明を発掘していた。姚明は、13歳時にレントゲン写真の結果から、身長は225cmを超えることが予測されていた。なお、姚明の最終的な身長は229cm、体重は140kgとなった。一方で、日本でも臨床医であり日本成長学会の基礎を築いた村

表2 6オリンピック（24年）ごとの陸上競技走高跳で入賞した選手の形態の変遷<sup>10)</sup>一部改変

	開催地	東京	ソウル	ロンドン	東京大会とロンドン大会の差
	開催年	1964	1988	2012	
男子	身長	191.2	194.4	193.8	2.6
	体重	82.2	76.3	78.0	-4.2
女子	身長	176.8	181.1	183.3	6.5
	体重	66.0	61.6	62.9	-3.1

※1 跳躍スタイルは、東京では、はさみ跳とベリーロール  
ソウル・ロンドンでは全員が背面跳

※2 東京は6位までが入賞、ソウル・ロンドンは8位までが入賞

田（2003）によって、年間の身長の増大から予測する方法も紹介されている。<sup>17)</sup>

この最終身長の問題を陸上競技に当てはめて考えると、大きく分けて陸上競技には、短距離、中距離、長距離、跳躍等の非常に多岐に渡った種目が行われている。それぞれに要求される体力的特性は大きく異なり、さらには形態的な特性も異なる内容となっている。例えば、走高跳では、できる限り高いバーをクリアすることが要求されるため、身長が高く体重の軽い競技者が、必然的に多くなる傾向にある。一方で、「挟み跳び→ベリーロール→背面跳」という跳躍スタイルの変革によっても、それぞれの跳躍スタイルによって求められる体力的な特性から、形態面への影響は大きなものであるとも考えられる。この跳躍スタイルの変革に伴って、競技者の形態面への変化がどのようなものであったかを、1964年（東京大会）、1988年（ソウル大会）、2012年（ロンドン大会）と、ほぼ四半世紀ごとの期間となる6オリンピック（24年）ごとに、入賞者の身長と体重を追跡したのが表2である。<sup>10)</sup>約半世紀となる48年間に、男子は身長が+2.6cm、体重が-4.2kg、同様に女子で+6.5cm、-3.1kg、と、男女とも長身で軽量の競技者へと移行し、その傾向は女子に顕著であると言える。このような形態的な変化は、投てき競技にも見られ、男子円盤投では長身で長腕の競技者が、男子やり投では長身で軽量の競技者が増えている傾向にある。

先述のように、早熟型の有利さを問題としているが、早熟型のある面では意識し、克服した例として、2001年（エドモントン大会）・2005年（ヘルシンキ大会）の世界陸上競技選手権で銅メダルを獲得した、為末大を例として示しておきたい。彼は、15歳となる1993年の全日本中学選手権で100m（11秒08）、200m（22秒00）の両種目に優勝し、「高校に入ると、自分だけ身長は伸びないし、垂直跳の記録も伸びないし、走っても速くならないんですが、一中略一高校3年生のときに初めて1年後輩の選手に

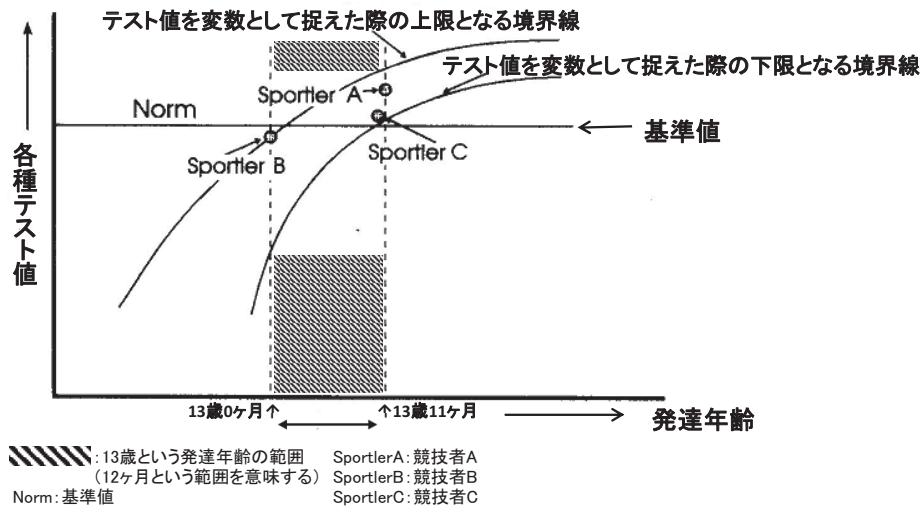


図2 発達年齢と競技力との依存関係<sup>27)</sup>を一部改変

負けたんです。彼は私と一緒に練習していたんですが、だいたい私の半分くらいの練習量で、私よりも速くなってしまった。広島県にこういう選手がいるということは、全国にはもっとたくさんいるんだと思いました。実際には彼は全国で一番になるような選手だったんですけど。」<sup>32)</sup>と述べている。そして、後に2001年の23歳と2005年の27歳で銅メダルを獲得するが、自身の身体的な弱点を考慮し、持久的な側面と、35mというインターバルでハードルを越える400mHへと転向したことが、このような結果を生んだと考えられる。特に、インターバルでの歩数の変化から反対脚での踏切りとハードリング等、複合した技術要素を習得の必要性が高い400mHへ種目トランスファーを実現した成果とも言い換えることが可能であろう。なお、そのトランスファーの過程で、400mHのレース中に、風向と風速によってストライドの長さを縮めたり伸ばしたりすることができるというキネステーズ（運動感覚）の獲得が前提となっていることを、さらに、為末は述べている。<sup>32)</sup>このような職人芸的なキネステーズが、競技力のある部分を支えていたことを、非常に重要な内容として付け加えておきたい。<sup>25)</sup>

### ○競技者個人の発達年齢の特定

人間の年齢は、誕生日を基準にして年齢を特定するのが一般的である。しかし、時間的な経過により、単純に加算される暦年齢とは異なるヒトの成長という問題がスポーツには存在する。つまり、身体の成長が非常に早い早熟型の場合や、大器晩成といわれるように成長が遅い晩熟型の場合もある。タレント発掘・育成を展開していく際には、ある年齢段階で

の競技力のみで、タレント性の優劣を判断することは、先述したタレントの定義からも逸脱した内容となろう。陸上競技であれば、競技記録の優劣のみで競技者個人の将来性を軽々に判断することである。

旧東ドイツでは、この競技者の「年齢」という問題に関して、国際スポーツ大会で最高度の競技力を達成するという観点から、「発達年齢」という概念を創出して、タレント発掘・育成に用いていた。この発達年齢は、「暦年齢」「生物学的年齢」「トレーニング年齢」を考慮して作成されたものであり、タレントとしての発掘の対象となるかの判断に大きな影響を及ぼすものであった。先述のESAは、6～7歳の時点で実施されるが、測定されるほとんどの種目で、早熟型の選手が有利であるのは間違いないであろう。そして、特別なトレーニングを児童期に行っていたら、テスト種目の結果が良いのは当然である。こうした側面を排除し、競技者のタレント性を推測するためにSchnabelら(1997)<sup>27)</sup>は、発達年齢という概念を設けて、このようなリスクを排除することを提示し、実際にタレント発掘・育成を初めとした国際競技力向上の中で用いられていた。図2は、発達年齢と各種のテスト値との依存関係について、競技者A、B、Cの3名の例を模式的に示したものである。

例えば、この模式図のX軸を暦年齢の13歳という限定して表示すると、Y軸の各種のテスト値からは、競技者A>C>Bという順番となり、競技者Bが一番劣ることになる。さらに、暦年齢に生物学的年齢のみを考慮すると、競技者Aが早熟型で競技者Cが晩熟型であった場合、競技者Cをタレント性を持つ競技者として認めることになる。また、例えば、競技者Cが1年半（18ヶ月）に渡ってトレー

ニングを受けてこのようなテスト値を達成したのに対して、競技者Bは半年（6ヶ月）で達成したとしたら、1年後には競技者A、Cのテスト値を大きく越えると予測することが可能となる。こういった現象を考慮して規定されたのが、「発達年齢」という概念である。旧東ドイツでは、このような概念を実際に現場で利用しやすくするために、種々のテスト種目値を組み合わせた換算表が作成され、指導者に行き渡っていた。詳細なポイント表については、本稿に紙数の限りがあるため他稿に譲ることとした。<sup>30)31)33)</sup> 但し、換算表からタレント発掘される競技者の多くは90点台後半であるのに対し、世界のトップ選手として短距離と跳躍で活躍したハイケ・ドレクスラーは、当時100点台後半という群を抜いた点数を獲得しており、タレントという表現を越えて「天才」にあたる競技者であったことを付記したい。また、旧東ドイツにおける陸上競技について言及すると、児童青少年スポーツ学校でのトレーニングは、陸上競技全般にわたるトレーニングで、単一種目に特化したものではなく、陸上競技における様々な種目を通して競技力の前提となる多面性を重視し、長期的なトレーニングとして計画されていた。

## ○提言と今後について

以上のような内容から、政治体制の違いや生活水準の差、さらには、国民にとってのスポーツの持つ意味が大きく異なる日本国内で、旧東ドイツと同一のシステムを行うことは非常に難しい。一方で、日本国内で種々のタレント発掘・育成に関わる事業が展開されつつあり、また、2020年東京オリンピック・パラリンピック大会の開催とも連動して、国際レベルの競技者の育成が求められているという状況下にもある。国内で特別な人材養成をすることなく、また、資金を費やすことなく、より効率的にタレント発掘・育成を行うとしたならば、下記のようなことが考えられよう。それは、現時点で児童や生徒が、すでに行っている児童・生徒自身に関するデータを最大限に有効利用することが重要である。

①健康診断結果・新体力テストの結果などを最大限活用する

・個人情報保護法を遵守した上で、スポーツに関わる中央機関や競技団体へ、自己申告型として自身のデータを、タレント登録としてホームページなどを利用して行う。

②携帯端末などの情報通信機器の利用

・①と併せて、競技会や運動会での映像、場合に

よっては中央競技団体などが運動課題を提示し、その映像を送信（上記のようなタレント登録のホームページへ）する。

③スカウトマン<sup>※1</sup>の配置

・①②のような情報から、実際にタレント発掘の対象となる競技者への接触（親・祖父母、所属クラブの指導者など）<sup>4)</sup>を行う。

④これまでのオリンピックメダリストや出場者について、競技会でのパフォーマンスやトレーニング、種々の生活史のヒアリング<sup>※2</sup>

・ロールモデルとなる、競技者の全体像を明確にする。<sup>18)20)34)</sup>

⑤各競技団体に登録されている競技者の同意を得て、形態や各種のテスト値を公開

・データの積極的な利用によるタレントのトランスファーを展開する。

⑥競技種目や競技団体を越え、架橋性を持ったタレント発掘・育成に関わる組織の創出

・今後、少子化がさらに進む日本では、タレント性を持った子どもの数は限定的となるため、子どもの適性や志向、スポーツ種目の特性を適切に調和させることが必要となる。

※1 日本陸上競技連盟のダイヤモンドアスリートの選定にあたっては、日本全国に地区タレントマネージャーという役職を設け、種々の情報の入手が可能となった。

※2 日本では、ブラックボックスとなってきた政府や企業の実態を明らかにするために御厨らが提唱しているオーラル・ヒストリー（聞き取りによる調査）<sup>16)</sup>という方法が部分的に該当するであろう。

## ○引用・参考文献

1) 安倍昌彦(2014) 甲子園までか、プロで伸びる投手か。「的中率85%」の見極め方とは？一流しのブルペンキャッチャーマスクの窓から野球を見れば一。

NumberWeb : <http://number.bunshun.jp/articles/-/821390>

2) Erich Beyer (Red.) (1987) Wörterbuch der Sportwissenschaft: Deutsch, English, Französisch. Verlag Karl Hofmann, 648 - 652.

朝岡正雄 (監訳) (1993) スポーツ科学辞典. 大修館書店, 374 - 377.

3) T. O. Bumpa (1999) PERIODIZATION. Human Kinetics Publishers, 273 - 291.

- 尾縣貢・青山清英監訳 (2006) 競技力向上のトレーニング戦略. 大修館書店, 196 - 223.
- 4) 石塚 浩 (1987) 東独における組織的なタレント発掘としての集中的な選別と選択-タレント発掘に関するトレーニング学的な視点より-. 月刊トレーニングジャーナル 9 (4) (通算 90 号): 25 - 28.
- 5) 石塚 浩 (1989) タレント発掘の現状と課題. スポーツ運動学研究, 2 : 45 ~ 58.
- 6) 石塚 浩 (1993) 旧東欧圏の子どものスポーツトレーニング. 体育の科学, 43 (9) : 758 - 761.
- 7) 石塚 浩 (1993) 体格・体型からみたスポーツ選手の素質-スポーツトレーニング学的視点とコーチとしての「経験」や「かん」より-. 体育の科学, 43 (11) : 881 - 885.
- 8) 石塚 浩 (1998) 陸上競技における一貫指導の必要性-ジュニアからトップアスリートへ-. 第 8 回スポーツコーチ国内サミット、主催：文部省、(財) 日本オリンピック委員会、日本体育・学校保健センター、(財) 日本プロスポーツ協会、16 - 24.
- 9) 石塚 浩他 (2002) 各スポーツ種目におけるタレント発掘に関する調査研究. 日本女子体育大学 FD 研究報告書, 172 - 180.
- 10) 石塚 浩 (2008) 幼少期におけるスポーツタレント発掘の模索-タレント発掘に関わる現状と今後-. 日本体育学会第 59 回大会発育発達分科会シンポジウム発表用資料.
- 11) 石塚 浩、梶原道明 (2012) [陸上競技 Rund-up] オーストラリアにおけるスポーツと陸上競技に関わる基底と展開について~スポーツトレーニング学的視点から~. 陸上競技学会誌, 10 (1) : 48 - 54.
- 12) Carl Klaus (1988) Talentsuche, Talentausswahl und Talentförderung. Studienbrief der Tainerakademie Köln des Deutschen Sportbundes, Hofmann-Verlag Schorndorf.
- ・石塚浩他訳 (2001・2003) タレント発掘/タレント選抜/タレント育成. 日本女子体育大学トレーニングセンター紀要, 4 : 13 - 49、6 : 27 - 58.
  - ・日本女子体育大学運動学系研究会 (2004) タレント発掘/タレント選抜/タレント育成-ケルンコーチアカデミーテキスト 24 巻-(Talentsuche, Talentausswahl und Talentförderung の完訳).
- 13) Axel Kreutzer (1986) Einheitliche Sichtung und Auswahl (ESA) als systematische Talentsuche in der DDR. Leistungssport 1986 (4), Philippka-Verlag, 40 - 41.
- 14) Patrick Litz (2004) Talentförderung und Schulsport in der DDR und der BRD. Weißensee Verlag, 56 - 64.
- 15) 文部科学省 (2012) スポーツ基本計画.  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/sports/detail/\\_icsFiles/afeldfile/2012/04/02/1319359\\_3\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/_icsFiles/afeldfile/2012/04/02/1319359_3_1.pdf), 34.
- 16) 御厨 貴 (編) (2007) オーラルヒストリー入門. 岩波書店、1 - 49.
- 17) 村田光範 (2003) II - 2 ジュニア期のトレーニングにおける骨年齢評価および身長成長速度曲線解析の意義. 平成 5 年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. V ジュニア期の体力トレーニングに関する研究-第 2 報-, 9 - 11.
- 18) 日刊スポーツ新聞社 (2012) 家族のカートップアスリートの家族の本音-. 日刊スポーツ出版社.
- 19) 公益財団法人日本オリンピック委員会 (2011) 「平成 23 年度 JOC 地域タレント研修会 ~ Do Your Best, Be The Best ~」. 競技団体用パンフレット.
- 20) 公益財団法人日本オリンピック委員会 (2012) メダリストバイブル-金メダリストからのメッセージ-. 公益財団法人日本オリンピック委員会発行.
- 21) 独立行政法人日本スポーツ振興センター ナショナル・タレント発掘・育成プログラム.  
<http://www.jpnsport.go.jp/corp/gyoumu////tabid/543/Default.aspx>
- 22) 独立行政法人日本スポーツ振興センター NTID 種目最適化プログラム.  
<https://www.jpnsport.go.jp/corp/gyoumu/tabid/547/Default.aspx>
- 23) 社団法人日本体育学会監修, 石塚浩 (担当) (2006) 最新スポーツ科学事典. 「タレント育成」の項、平凡社, 649 - 650.
- 24) Jseph L. Rogers、澤村 博他 (監訳) (2004) コーチングマニュアル. 陸上競技社, 出版芸術社, 11 - 20.
- 25) 佐野 淳 (2012) コツの言語表現の構造に関する発生運動学的研究 (博士論文)  
<http://hdl.handle.net.2241/119450>.
- 26) Jürgen Schiffer, Heinz Mechling (2013) Wörterbuch Bewegungs- und

- Trainingswissenschaft Deutsh-English  
English-German. Schriftenreihe der  
Zentralbibliothek der Sportwissenschaften  
der Deutschen Sporthochschule Köln,  
Sportverlag Strauß, 213.
- 27) Günter Schnabel, Dietrich Harre, Alfred  
Borde (Hrsg.) (1997) Trainingswissenschaft  
－ Leistung-Training-Wettkampf －,  
Sportverlag Berlin GmbH, 299－356.
- 28) 曾凡輝・王路徳・邢文華他 (著) 関岡康雄監修  
／譚璞 (訳) (1998) スポーツタレントの科学的  
的選抜. 道和書院.
- 29) 関岡康雄 (2004) コーチと教師のためのスポー  
ツ論. 道和書院, 90－91.
- 30) ゲナー・ゼンフ, ライプチヒ科学交流会 (訳)  
(2009) 適性判断システムーライプチヒ学派競技  
スポーツトレーニング理論ー、コーチング・クリ  
ニック 23 (12) (通巻 245 号), ベースボールマ  
ガジン社, 47－53.
- 31) Gunar Senf (2008) 旧東独の長期パフォー  
マンス育成システムにおけるタレント認定とタレン  
ト選抜. 第 5 回 JISS スポーツ科学会議,  
[http://www.jpnsport.go.jp/jiss/Portals/0/  
jiss-conf-2008/video/pdf/jiss-conf-2008\\_10.  
pdf](http://www.jpnsport.go.jp/jiss/Portals/0/jiss-conf-2008/video/pdf/jiss-conf-2008_10.pdf)
- 32) 為末 大 (2008) メダリストの原動力は, 探  
究心と好奇心, [特集]世界で勝てる日本人とは?  
スポーツゴジラ, スポーツネットワークジャパン,  
4－14.
- 33) 綿引勝美 (訳) (2012) 旧ドイツ民主共和国ト  
レーニング学基礎論文選その 1. 鳴門教育大学,  
自費出版本.  
資料 1 : ドイツ体操スポーツ連盟のトレーニン  
グセンター選抜システムの創出  
資料 2 : 青少年スポーツ学校のための, 適性あ  
る陸上競技選手選抜の研究結果につい  
て  
資料 4 : 陸上競技選手の個人的な発達可能性を  
判断するための適性診断法  
資料 6 : 陸上競技におけるスポーツ適性判定の  
新しい方法の実践的な検証について  
(電子計算機を利用した, 青少年スポー  
ツ学校の種目群選抜の改善に向けて)  
鳴門教育大学, 資料 1・2 : 10－118, 資料 4 :  
155－215, 資料 6 : 308－366.
- 34) 渡邊將司ほか (2013) オリンピック・世界選  
手権代表選手における青少年期の競技レベルー日

本代表選手に対する奇跡調査ー陸上競技研究紀  
要, 公益財団法人日本陸上競技連盟, 9 : 1－6.

## 競技者育成と生涯スポーツの融合モデルを求めて - カナダ LTAD 及びオーストラリア FTEM -

伊藤静夫<sup>1)</sup> 榎本靖士<sup>2)</sup>

1) 日本体育協会 2) 筑波大学

スポーツとりわけチャンピオンスポーツは、競技者の卓越した能力を競い合うものである。当然のことながら、その能力は突然育つものではなくある意図的な努力すなわちトレーニングの継続を必要とする。したがって個人のレベルでチャンピオンスポーツをみれば、それぞれの競技者が継続してきたトレーニングの良否を競っていることにもなる。一方、これを国家間の競争とみなせば、チャンピオンスポーツは国家間の競技者育成システムの良否を競っていることとしてうつる。

競技者育成システムのなかでも、次代をになうジュニア競技者の育成システムが重視される。この時期は、とくにトレーニング効果の伸びしろが大きく、育成システムの成果があらわれやすく、さらにはジュニア期の養成システムの良否がシニア期の成績を大きく左右するからである。

これまで各国が取り組んできたジュニア競技者の育成方法には、さまざまなモデルがみられ様ではない。そこには、ジュニア競技者をいかに育てるかという基本的な考え方や理念の違いを読み取ることができる。よくある議論として、「生まれか育ちか」あるいは「遺伝か環境か」という二項対立のディベートがある。ジュニア競技者の育成を当てはめれば、「素質か練習か」ということになる。

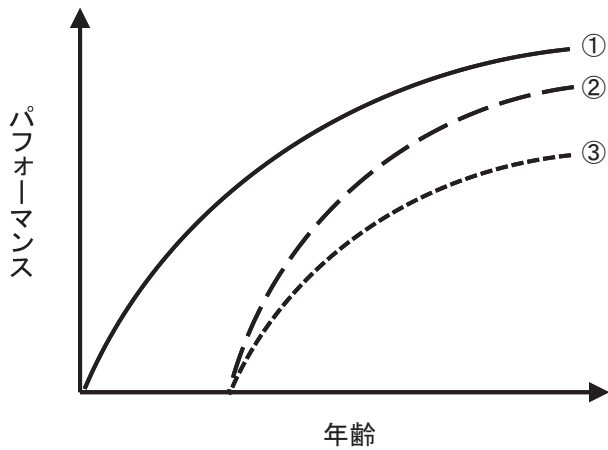
1970～80年代、旧東ドイツをはじめ旧東欧社会主義国において、国家主導によるジュニア育成システムが確立されていった。ここでの「素質か練習か」という問題提起では、むしろ両者を同時に満たすシステムが志向された。「素質」を重視する立場からは、ジュニア競技者の優れた「素質」を見極めるタレント発掘方法が開発された。また「練習」を重視する立場からは、年少の若い時期から長期にわたる育成期間を確保し、その優れた才能を一貫して育成しようとしたのである。その時代にあって、東欧諸国は確かな競技成績をおさめた。成功はさらなる成功を

求め、システムの徹底がはかられ、典型的な単一種目による早期専門化モデルへと収斂して行くことになった。

1990年代以降、旧東欧社会主義国の崩壊とともにこれらのジュニア育成システムも消滅することになるが、そのアイディアの一部は自由主義諸国において形を変えて継承されていった。同時に、その過程で早期専門化がもたらす弊害も指摘されはじめた。対照的に、いろいろなスポーツ種目を経験しながら比較的遅い段階で専門化して行くモデルが新たに注目されるようになり今日に至っている。

ジュニア競技者の育成をめぐる、素質か練習かという対立軸で論じられることは多いが、実際には両者を区別することはむずかしく、相互に関連していると言わなければならない。一方、できるだけ早期に専門化すべきか遅く専門化すべきかという議論になれば、両者は対立した概念でありその融合はあり得ず、いずれかを選択しなければならない。今回の特集のテーマであるタレントトランスファーに関連づければ、旗幟は鮮明であり、タレントトランスファーは早期専門化に馴染まず、逆に後期専門化の典型事例と言ってい。

今日、ジュニア競技者の発掘・育成システムの世界的動向は、極論すれば、早期専門化から後期専門化へとパラダイムシフトしているさなかにある。なぜ、そしてどのように変容しているのか？ 現在、ジュニア競技者育成において最も先進的なモデルを提示しているカナダおよびオーストラリアの具体的事例をとりあげ、その歴史的な文脈から論じ、わが国のジュニア育成システムを考えるうえでの参考にしたい。



Ericsson KA (1993)

図1 年齢とパフォーマンス向上の推移

- ① 早期に高水準の専門的練習を開始した例
- ② 高水準の専門的練習を遅れて開始した例
- ③ 低水準の専門的練習を遅れて開始した例

エリクソンは①～③により、早期に専門的な練習を開始した方が有利である説明した

## I. ジュニア競技者育成における早期専門化の是非

### 1. 早期専門化と deliberate practice

当時、旧東欧社会主義諸国の競技成績はめざましい向上をとげ、その中核的スポーツ政策であったタレント発掘・育成システムも世界の耳目を引いた。このシステムに科学的根拠を与えたのがアメリカの心理学者アンダーズ・エリクソンである。

エリクソンは、スポーツに限らず、科学、芸術、ビジネスなど幅広い分野にわたって、世界一流に到達した人たちの経歴をしらべた結果から、世界一流に達するには10年あるいは1万時間以上の練習継続が必要であると論じた (Ericsson, 1993)。さらにその練習内容についても言及し、彼らはただ漫然と練習を継続するのではなく高度に構造化された意図的、計画的練習を継続していたと説き、そうした練習をとくに「deliberate practice (集中練習)」と名づけた。

エリクソンの理論は、早い段階から優れたタレントを発掘し、1種目に限定して長期間取り組んだほうがより効果的であるという早期専門化による deliberate practice モデルとして確立されて行く (図1)。同時にエリクソンの理論は、旧東欧諸国以後の自由諸国で継承されたタレント発掘・育成システムにも多大な影響を与えた。

ところで、旧東欧諸国のタレント発掘・育成システムについての科学的検証報告がみられるようになったのは比較的最近のことである (Vaeyens,

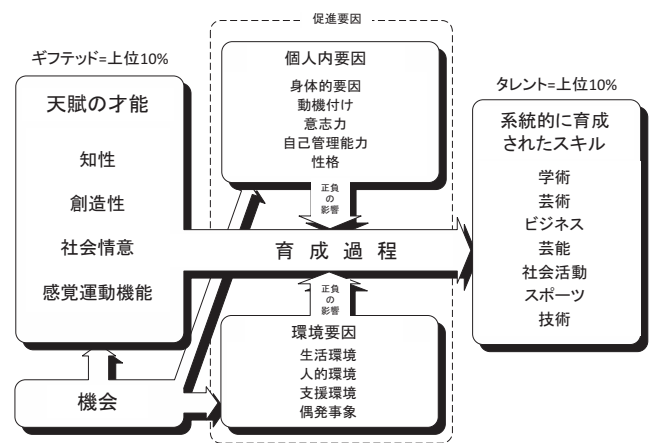


図2 ガニェが提唱するタレント育成の多面的・動的モデル (DMGT)

2009)。これらの検証結果をみると、発掘されたジュニア競技者はシニアに至るまでにはかなりの数が脱落し、国際級レベルに到達できたものはごく一部に過ぎないことがわかる。システムへの投資効果としては、決して高いとは言えない。

さらに、早期専門化の弊害も種々指摘される。Malina(2010)は、(1) 社会的孤立、(2) 過度の依存、(3) バーンアウト (燃え尽き症候群)、(4) マニピュレーション (操作)、(5) オーバーユース傷害、(6) 発育障害などを早期専門化に起因するリスクとしてあげている。このように21世紀になると、エリクソンの10年1万時間の理論に対して、早期専門化の弊害という立場から批判的な議論がさかんになってきたのである。

### 2. deliberate practice か deliberate play か?

エリクソンの deliberate practice モデルには、上記のような早期専門化による弊害がつきまとうが、それでも学術面のみならずスポーツ現場や一般社会にまで多大な影響を及ぼし共感を得ていることも事実である。ただし、10年1万時間あるいは deliberate practice などの言葉がエリクソンの意図に反して過大に喧伝されている側面も見逃せない。「素質か練習か」という議論に立ち返れば「素質がなくても練習の積み重ねが成果を生む」といったある種のイデオロギー的な観念を生み出すことにもつながっているからである (Lombardo, 2014)。

これに対し、ほぼ同時期にカナダのフランソワ・ガニェは才能 (生来の素質) とタレント (成果要素) とを分けた「才能タレント分化モデル; Differentiated Model of Giftedness and Talent (DMGT)」を提示し (図2)、才能教育を複合的、多面的に捉えるべきことを提唱した (Gagne, 1993)。



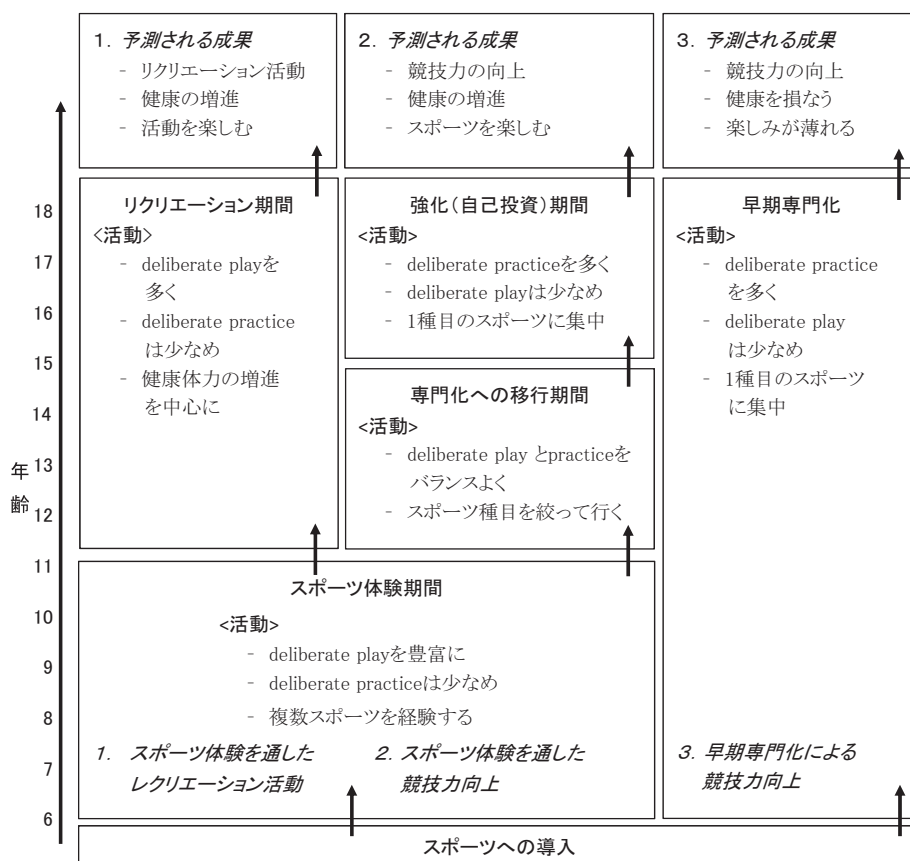


図3 スポーツ参加の発育モデル (Developmental model of participation ;DMSP) (Cote et al. 2007)

もともと教育学の分野で発展した理論であったが、競技者育成モデルにおいても十分応用できるものとして評価された。エリクソンの deliberate practice モデルが言わば「練習」を重視したのに対し、DMGT モデルは、「素質」と「練習」を複合的に捉え、そのバランスの重要性を論じている点で興味深い。

さらに、同じカナダのジャン・コテは、エリクソンの提示した deliberate practice に対比させ deliberate play という概念を提示した (Cote, 2007)。deliberate practice との違いをコテは表 1 のように説明している。実際の子どものスポーツ活動では、一定のルールの下での組織化された deliberate practice のみならず、より楽しさを基調にした play の要素が強い身体活動やスポーツ活動も多いはずであり、これを deliberate play と定義した。具体的事例としてストリートサッカーやストリートバスケットボールを思い浮かべればわかりやすい。

もちろん、子どものスポーツ参加の様態はさまざまであるが、コテはこれを「スポーツ参加の発育モデル」(Developmental model of participation; DMSP, 図 3) として示した (Cote, 2007)。小学校低学年から 1 種目のスポーツに専門的に取り組むパ

ターン ((3) 早期専門化による競技力向上) がある一方で、小学校段階ではいろいろなスポーツを体験 (sampling) するパターンがあってよい。小学校段階の sampling 期間を経て、中学以降になると、(1) レクリエーション活動としてスポーツを楽しむパターンと (2) スポーツ体験を通じた競技力向上のパターンに二分されて行く。このように、発育段階に応じてスポーツ参加のしかたを大きく 3 つの方向性に分けたところに DMSP の特徴がある。

とくに、スポーツを体験 (sampling) するプロセスでは、deliberate play すなわち楽しみのためのスポーツ参加を多くし、また複数のスポーツ種目を体験することが重要であることをコテは強調する。一方、(3) の早期専門化のプロセスでは、スポーツの楽しみが薄れ、怪我をするリスクも高くなり、途中でドロップアウトする危険性をはらむ、とも警告

表 1 deliberate play と deliberate practice の対比

deliberate play	deliberate practice
それ自体の楽しみのために行う	将来の目標を達成するために行う
楽しい	楽しいと言うほどではない
本格プレーのまね	本格プレーを行う
プレーそのものに興味を持つ	プレーの結果に興味を持つ
柔軟なルールのもとに	厳格なルールのもとに
大人の関与は不要	しばしば大人の関与が必要

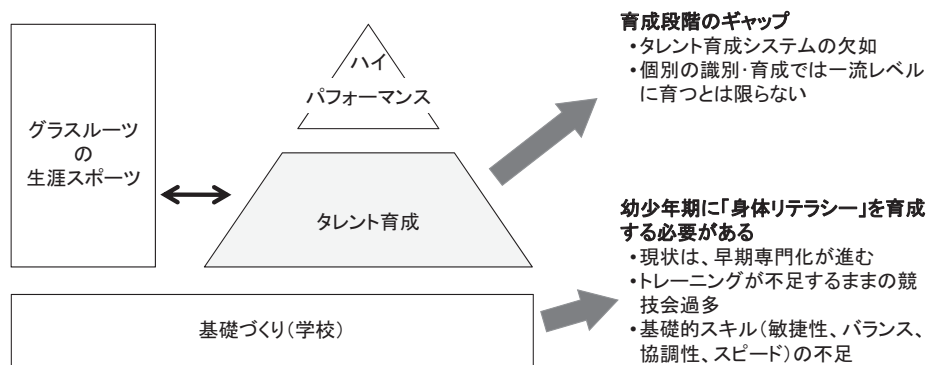


図4 タレント発育システム；基礎づくりからハイパフォーマンスへ (DCSM, 2002)

している。

ガニエのDMGTモデルやコテのDMSFは、ジュニア競技者の育成過程を多面的、構造的に示したところに特徴があり、一面的に傾斜しやすいdeliberate practiceモデルへのアンチ・テーゼとも受け取れる。

### 3. 単一種目か複数種目か？

旧東欧諸国が実践したタレント発掘・育成システムあるいはエリクソンのdeliberate practiceによる10年1万時間モデルが徹底されれば、おのずと単一種目による早期専門化が強化されることになる。これとは対照的に、特定のスポーツ種目への専門化を遅らせることは、専門化する前段階においていろいろなスポーツ種目の体験が促進されることにつながるだろう。すなわち、早期専門化と後期専門化との対比は、単一種目と複数種目との対比にも通じ、複数種目を体験することの効果我问うことにもなる。

アメリカ、カナダにおける青少年期のスポーツ活動では、基本的に厳格なシーズン制が採用されており、複数のスポーツ種目を体験することが標準モデルになっている。これに対しヨーロッパでは、クラブスポーツを基盤に単一スポーツに専門化されやすいであろうが、最近になって青少年期に複数のスポーツ種目を体験することの効果が目立つようになった。ドイツのエリート競技者のジュニア期におけるトレーニングを調査した結果では、国際水準の成績を上げた選手と国内水準にとどまった選手とを比較したところ、専門種目のトレーニング量は両者に差が認められなかったが、専門外のスポーツ種目の実施時間は国際水準に到達した競技者ほど多いという結果であった (Güllich and Emrich, 2006)。ジュニア期に複数のスポーツ種目を体験した方がシニア期の競技成績にも好影響を及ぼすことが示唆される。このほか、スキルや運動能力の獲

得 (Fransen, 2012)、認知機能への影響 (Esteban-Cornejo, 2014) などにおいても検討が進められている。これまでの研究成果を総括すれば、早期に単一種目に絞るより複数スポーツを経験することの方がさまざまな面で効果的であると言えそうである。

わが国におけるジュニア競技者育成では、若年期から単一種目のスポーツに専心する傾向は強く、複数スポーツを経験することの意義について多くの関心を寄せてこなかったように思われる。しかし、上記のような研究結果や国際的な流れを勘案すれば、複数スポーツ種目を体験できる具体的な方策をわが国なりに検討すべきときではないだろうか。

## II. イギリス・カナダの長期競技者育成計画(LTAD)

### 1. イギリスでのLTAD誕生

1997年、イギリスでは保守党から労働党への政権交代があり、ブレア新政権はスポーツの分野でも次々に政策を打ち出した。2002年の「ゲームプラン；スポーツ・身体活動推進計画」もその一つであるが、本政策で特に注目しておきたいのは生涯スポーツと競技スポーツの融合を意図的にはかった点である。ともすれば、国民全体のスポーツ振興と一部のトップアスリートの競技力向上とはなかなかかみ合わないことが多い。このあたりは、どの国も同じ悩みを持つところであろう。その対策として、生涯スポーツと競技スポーツの融合をはかる要にジュニアスポーツ振興を位置づけたところにこのスポーツ政策の特色がある。ジュニアの育成は国際競技力向上の基礎を築くとともに国民のスポーツ参加への下地をつくることにも貢献できるという着想である。

こうした発想が生まれたのも、イギリスにおける旧来のジュニアスポーツについていくつかの問題点が指摘されていたからである (図4)。まず、幼少年期の基礎づくりの段階では、本来この時期に育成されるべき身体的な基礎 (身体リテラシー) が養成

されないまま競技スポーツへの早期専門化が進み、競技会が過多になっていた。さらに、ジュニア期からシニア期トップレベルへの移行段階にギャップがあり、タレント発掘、育成システムに一貫性が欠けているという反省があった。

この課題解決の具体策として提案されたものが長期競技者育成計画 (Long Term Athlete Development ;LTAD)である。ハンガリー出身のコーチであり研究者でもある Balyi は、旧東側社会主義国におけるタレント発掘、育成システムを自由主義国に応用できる形に再構築して LTAD として提示した。それが、このスポーツ政策に取り入れられることになったのである。LTAD は、イギリスに端を発したが、現在ではカナダのスポーツ政策の根幹をなすモデルとして採用され、世界的にも注目された育成モデルに発展している。

## 2. カナダの LTAD-競技スポーツと生涯スポーツの融合モデル

カナダにおいても、従来型のジュニア競技者育成にはさまざまな反省があった。国際競技力にも低迷があり、1980年代にはソ連、東ドイツなど東欧の育成モデルに範をとり、次いで2000年前後にはオーストラリアのタレント発掘システムを参考にシステム開発を模索してきたが十分な成果が得られなかった。カナダの文化や生活様式に合ったシステムの必要性が説かれるなかで、その意図に合致できたのが LTAD モデルだった。

2002年、カナダ・スポーツ省は「カナダ・スポーツ政策」を策定し、カナダ全州政府がこれを承認し、

さらに2002-2005年までの実施基本計画を発表した。ここでの基本理念として、1) カナダ国民のスポーツ参加促進、2) 国際競技力向上、3) これらを促進するためのシステム、インフラ、環境等の整備、4) スポーツ関係組織間の連携強化、の四つをあげている。続いて2005年、2007-2012年版実施基本計画を策定し、ここではじめてLTADを導入した。全州は直ちにこれを承認し、競技団体もこぞってLTADを採用することになった。今日、カナダの競技団体はほぼ例外なくLTADを基本の育成モデルとして位置づけている。それにつけても、これほど短期間で一つのスポーツ政策が浸透し普及していったことには改めて驚かされる。

ここで、カナダLTADの概要を述べておきたい。上述のようにイギリスのLTADを発展させたモデルであるが、全体として大きく三つのカテゴリーに区分される(図5)。最初のカテゴリーは、誕生から思春期までであり、この段階での目標は基礎的な運動スキルあるいは運動を楽しく自信を持って行うといった心理的、社会的な身体能力の基礎をつくることである。そして、このような基礎的な身体的、心理的特性を特に「身体リテラシー」と定義した。

身体リテラシー育成段階を経て、次に進む段階は二つのカテゴリーに分かれる。一つは、スポーツに専門化し、そのスポーツを極めようとする方向性である。その移行時期は、思春期の到来が目安になる。LTADモデルの基本理念として、発育発達段階に応じた育成を重視しているが、特に思春期では個人の発育の遅速が拡大し最大3~4歳の幅が生じることから、暦年齢だけでなく身長発育速度曲線(PHV)から思春期到来を判断するように勧めている。

思春期以降、全ての子どもが競技的スポーツに進むわけではなく、二つ目の方向性として楽しみのためのレクリエーション活動に進む過程を設定している。さらに、競技生活引退後の段階として「生涯スポーツ(Active for Life)」というステージを加える。このように、全ての子供たちは「身体リテラシー」を養い、次に競技スポーツに進んだ人も生涯スポーツへ進んだ人も最終的には再び「生涯スポーツ」のステージにもどり、生涯にわたって身体活動、スポーツ活動に親しむというライフステージが構想されているのである。

## 3. カナダ陸連の LTAD

イギリスおよびカナダで採択されているLTADモデルは、もともとジュニアスポーツの早期専門化による弊害を解消するために構想されたところがあ

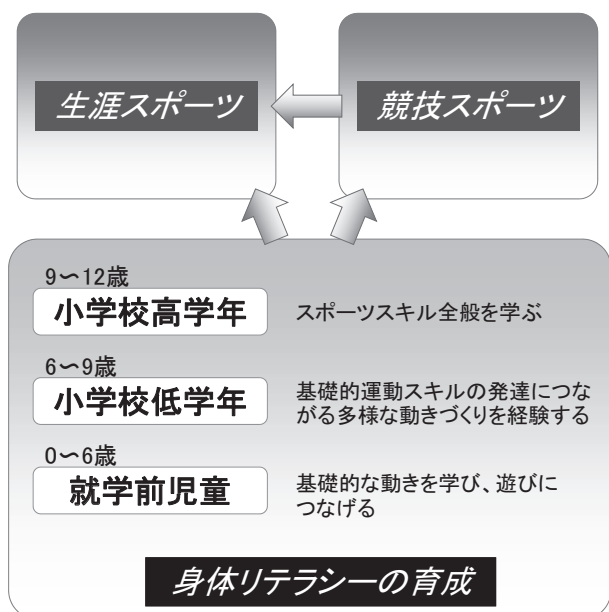


図5 カナダ長期競技者育成モデル (LTAD) の概要

表2 カナダ陸上競技連盟の提示するLTAD

No	ステージ	年齢（歳）	ねらい
1	元気にスタート	男子:0-6 女子:0-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>遊んだり活動したりすることが楽しくわくわくする</li> <li>将来の日常生活の基本要素になる</li> </ul>
2	楽しく基礎づくり (基礎1)	男子 6-9 女子 6-8	<ul style="list-style-type: none"> <li>敏捷性、バランス、調整力、スピードを教え始める</li> <li>日々の遊びと身体活動を引き続き重視</li> </ul>
3	トレーニングの基礎を学ぶ (基礎2)	男子 9-12 女子 8-11	<ul style="list-style-type: none"> <li>全面的なスポーツスキルの発達をねらい敏捷性、バランス、調整力、スピードの向上を継続して育成</li> <li>系統だったプログラムの実践によって身体的、心理的、知的、情緒的な調和をはかる</li> <li>身体リテラシーを育成</li> </ul>
4	トレーニングを体験 (体づくり)	男子 12-16 女子 11-15	<ul style="list-style-type: none"> <li>持久性、筋力、スピードの発達</li> <li>競技特性スキルおよび体力の発達</li> </ul>
5	競技会に参加する (競技会へ挑戦)	男子 16-18 女子 15-17	<ul style="list-style-type: none"> <li>種目に専門化</li> <li>選択種目特有の体力の発達</li> <li>選択種目に対する自己の長所・短所を知る</li> <li>身体的、心理的、知的、情緒的調和をさらにはかる</li> </ul>
6	競技会へ向けてのトレーニングを学ぶ (競技会への熱意)	男子 18-21 女子 17-21	<ul style="list-style-type: none"> <li>種目ごとの競技会へ向けての準備</li> <li>種目への専門化をさらに洗練させる</li> <li>身体的、心理的、知的、情緒的調和をさらに発展させる</li> <li>種目ごとの測定・評価を実施</li> </ul>
7	勝利をめざして (安定したパフォーマンス)	男子 20-23 女子 20-23	<ul style="list-style-type: none"> <li>高いパフォーマンスをめざし種目専門化を最高度にする</li> <li>競技力向上チームを編成</li> <li>身体的、心理的、知的、情緒的調和の発展を継続させる</li> <li>目指す大会での戦い方を学ぶ</li> </ul>
8	プロとしての勝利をめざす (ここぞのパフォーマンス)	男子 23- 女子 23-	<ul style="list-style-type: none"> <li>オリンピックや世界レベルの結果を求め種目特有の準備を最大限に行う</li> <li>プロの競技者の実績を残すべく、トレーニング、競技、回復活動を最大限に実践する</li> <li>目指す大会で実力が常に発揮できる</li> <li>プロのサポートチームとともに活動する</li> <li>競技生活引退後の生活設計を考える</li> </ul>
9	生涯活動的に (アンチ・エイジング)	男子 生涯 女子 生涯	<ul style="list-style-type: none"> <li>次の社会生活への適応</li> </ul>

る。しかしながら、専門化する年齢はスポーツによってかなり幅がある。2004年アテネオリンピック出場選手の調査結果をみても、水泳やフィールドホッケーなどでは10歳以下のかなり早い時期に専門化している一方、陸上競技は13歳以降と典型的に専門化の遅い競技であることがわかる。したがって、全てのスポーツを一本化して扱うことはできない。

そこでLTADモデルでは、スポーツ種目へ専門化する年齢の早いものと遅いものとに分け、競技特性に応じた育成段階を設定する仕組みになっている。カナダ陸連は、専門化の遅いという陸上競技の特性に応じ、LTADモデルを構築した(表2)。すなわち、標準7段階にさらに2つの育成段階を加えた9ステージを設定した。一つには、「競技会へ向けてのトレーニング」期を二つに分け、前半を「競技会を学ぶ」(Learning to Compete)とした。これは、陸上競技への専門化をやや遅らせる配慮からである。もう一つには、競技ステージの最後に「生活をかけた勝利(Winning for a Living)を入れている。ここは、プロとして国際舞台で活躍する競技者を想

定し、競技ステージの集大成として位置づける。

このようにLTADは、競技団体ごとに競技特性に応じた変更が前提になっている。つまり、「競技スポーツ」の部分は競技団体に任せ、基礎段階の「身体リテラシー育成」と「生涯にわたる身体活動」は全てのカナダ国民が享受すべきもの、という構成になっているのである。

### Ⅲ. オーストラリアのジュニア育成システム

#### 1. オーストラリアのタレント発掘・育成システム

そもそもタレント発掘システムが開発された動機として、人材の少ない小国が国際競技力の競争で人材豊富な大国と伍して戦うためには、その限られた貴重なタレントを取りこぼすことなく効率的に育成しなければならないという発想が根底にあった。社会主義国であれ自由主義国であれ、このあたりの事情は変わらないだろう。例えば10～14歳の子ども数で比較すると、中国には1億2千万人の子どもが控えているのに対して、オーストラリアの同年代

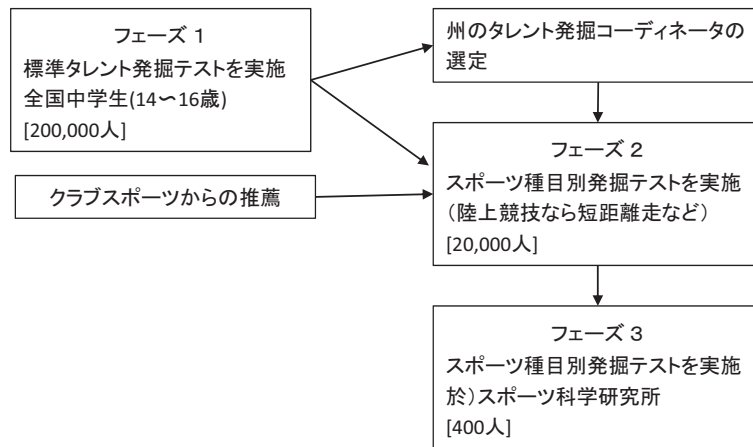


図6 シドニーオリンピックへ向けてのオーストラリアのタレント発掘プログラムの流れ (1994～2000) (Ziemainz 2002)

の人口はわずか130万人に過ぎない（日本は650万人）。こうしたタレントプールの数のうえでの圧倒的なハンディキャップを克服するために、タレント発掘システムが着想された。

自由諸国のなかでタレント発掘システムにいち早く取り組んだのは、そのオーストラリアであった。オーストラリアスポーツコミッション（ASC）およびオーストラリア国立スポーツ科学研究所（AIS）が連携し全国規模でのタレント発掘事業を展開してきた。1987年から今日まで実に25年以上の歴史を持つ。なかでも、2000年のシドニーオリンピック開催が決まった1994年から、同システムの強化をはかり着実に成果を出した（Gulbin 2011）。

システムの概要は図6のとおりである。全国の4割に相当する800校の参加を得て、14～16歳の中学生を対象に、第1次段階（フェーズ1）では20万人を対象に発掘テストを実施する。同テストは簡易な標準化テストであり、1)身長、2)体重、3)指極、4)垂直跳び、5)バスケットボール投げ、6)40m走、7)クリケットボール投げ、8)20mシャトルランの8項目からなる。選抜基準は各テスト項目の上位2%とし、最終的には約20,000人が選抜され次の第2次段階（フェーズ2）へ進む。ここでは、スポーツ種目に特化したより専門的な選抜テストが行われる。例えば全身持久性のテストでは、シャトルランテストに代わって自転車エルゴメータテストが行われる。ここでも上位2%の400人が選抜され、次の第3段階（フェーズ3）へと移行する。第3段階では、州あるいは競技団体の施設が中心となり、中央のAISと密接な連携をとりながら選手の選抜・養成を進めて行く。こうしたタレント発掘・育成システムの成果は、国際競技力の向上として着実に現れ、1976年モントリオール・オリンピックでの金メダ

ル・ゼロからシドニー・オリンピックでは金メダル16個、世界第4位に躍進した。

## 2. オーストラリアのタレントトランスファー

シドニー・オリンピック後、AISはそれまでのタレント発掘・育成システムの評価を目的に、育成競技者673名（34競技）を対象に競技歴に関するアンケート調査を実施した（Oldenziel et al. 2003）。回答のあった256名の分析結果は、予想外のものであった。まず、10年以内に国内代表レベルに到達したものは全体の70%、さらに4年以内で到達できたものが28%にも及んだ。表3は、4年以内という短期間で競技力を向上させたグループと10年以上かかったグループとの比較である。最終スポーツ種目に専門化したときの年齢を比較すると、4年以内グループの平均年齢は17歳、10年以上かかったグループは7.9歳と大きな開きがある。さらに興味深いのは、最終種目に専門化する以前に実施していた専門外のスポーツ種目数である。4年以内グループでは3.3種目経験しているのに対して、10年以上

表3 オーストラリア国内代表競技者の専門種目開始年齢と他種目の経験歴

: 専門種目の経験年数が短いグループ（4年以下）と長いグループ（10年以上）とを比較（Oldenziel et al 2004）有意差 \*\*\*  $P < 0.001$

	4年以上 (n=72)	10年以上 (n=78)
専門種目開始年齢	17.1±4.5	7.9±2.5***
以前に経験した他種目数	3.3±1.6	0.9±1.3***
以後に経験した他種目数	0.2±0.5	2.4±1.8***

グループは0.9種目に過ぎなかった。ジュニア期に複数スポーツを経験することの効用についてはすでにふれたが、このようにタレント発掘・育成過程においてもその効果が如実に表れており興味深い。

以上の結果から判断する限り、オーストラリア育成競技者たちの多くはエリクソンの説く1種目専心型の deliberate practice モデルとは異なったプロセスを経て大成したと言える。すなわち、最終種目に専門化するのシニア近くになってからであり、それまでは複数のスポーツを経験している。そして、いったん専門的なトレーニングを積み、その才能は短期間で一気に開花できる、というシナリオである。

こうした分析結果がきっかけとなり、オーストラリアはタレント発掘・育成モデルの大幅な修正を試みた。典型事例が、2006年のトリノオリンピックへ向けて2004年からはじまった「女子スケルトン選手育成をめざすタレントトランスファー計画」である (Bullock et al. 2009)。このプログラムの成果として、他競技経験者であるがスケルトン競技は全くの初心者がタレント発掘テストを受けて選抜された後、わずか14か月のトレーニングを経てオーストラリア新記録を樹立しトリノオリンピック代表を勝ち取っている。イギリスの2012年のロンドンオリンピックへ向けては、イギリスUKスポーツが行った「スポーツ・ジャイアンツ」と呼ばれる高身長を選考基準としたタレントトランスファー・プログラムがある。他競技経験者で高身長を選考基準に選ばれ、4年の養成期間で女子ボートでは金メダルを獲得している。このUKスポーツのプログラムも、オーストラリアのタレント・トランスファーの成功が参考になっていると思われる。

このようなタレントトランスファー・プログラムはエリクソンの deliberate practice モデルとは対照的な関係になる。オーストラリアの女子スケルトン

表4 タレントトランスファーと deliberate practice との対比 (Bullock et al. 2009)

	Talent Transfer	Deliberate Practice
タレント性	素質	努力
人材	限定	無限
スポーツ経験	好ましい	好ましくない
育成期間	短期(2-3年)	長期(10年以上)
競技会参加	シニアレベル	ジュニアレベル
専門化	遅い	早い
即効性	可	不可
楽しさ	重視する	重視しない

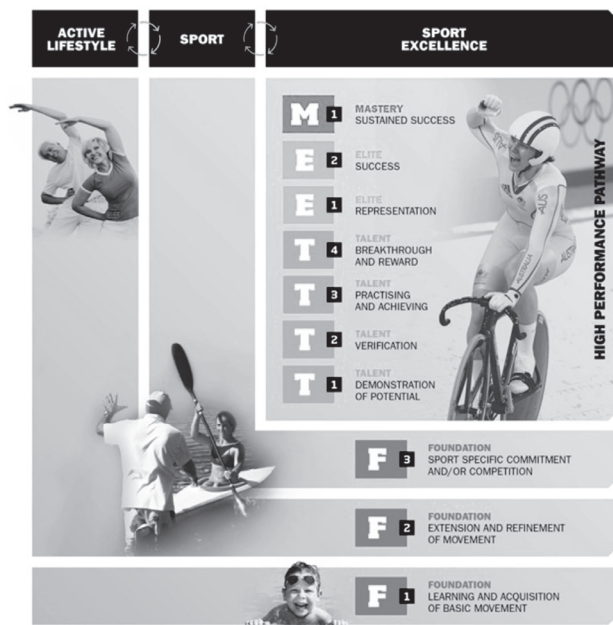


図7 オーストラリアの生涯スポーツフレームワーク ([https://secure.ausport.gov.au/clearinghouse/knowledge\\_base/high\\_performance\\_sport/athlete\\_pathways\\_and\\_development/Athlete\\_Pathways\\_and\\_Development/ftem](https://secure.ausport.gov.au/clearinghouse/knowledge_base/high_performance_sport/athlete_pathways_and_development/Athlete_Pathways_and_Development/ftem))

ンにおけるタレントトランスファー・プログラムの経験から、AISは両者を表4のように対比してまとめている。この対比から、両者の違いがよく理解できると同時に、幼少年期のタレント発掘とは異なるシニア期でのタレントトランスファーの特徴が浮き彫りにされるだろう。

### 3. オーストラリアのFTEMモデル

2012年、タレント発掘・育成システムにおいて実績を上げてきたオーストラリアがLTADモデルと同様に競技者育成と生涯スポーツを融合させたモデル (Foundation, Talent, Elite and Mastery; FTEM) を提示し、新たな方向性を示した (図7) (Gulbin et al. 2013)。「活発なライフスタイル」、「スポーツ参加」、「競技力向上」の3つの柱を立て、発育段階およびライフステージに応じてスポーツとの関わり方を提示している。すなわち、誕生から小学校期までの「基礎 ; Foundations (F1, F2, F3)」を養うステージ、スポーツの「タレント性 (T1, T2, T3, T4)」を引き出すステージ、競技力向上をめざす「エリート (E1, E2)」ステージ、そしてエリートレベルの最上位でオリンピックや世界選手権で活躍する「マスター (M1)」の4つの大区分とそれぞれ大区分のもとに合計9つの小区分を設

定している。

FTEMモデルの基本コンセプトは、イギリス、カナダのLTADとよく似ている。ただし、FTEMモデルはAISの30年に及ぶタレント発掘・育成事業とその実践的研究成果を集大成することによって構想されたところに意義があるだろう。単に言葉のうえだけの観念的モデルではない。高度な競技力向上を狙うためには結局のところ子どもの時期の発達段階に応じた身体活動やスポーツ参加が重要であること、あるいはタレントトランスファーを成功させるためには基礎的で多様な運動能力が基礎条件として不可欠であることなどがAISのトップアスリートを対象とした実践研究から導かれた。言わば、エビデンス・ベースドなモデルであるところに説得力がある。

#### IV. まとめ

優れた人材を早く発掘し長く育てる、というのがジュニア競技者育成の要諦と考えられてきただろう。それを具体化したものが、旧東欧社会主義国のタレント発掘・育成システムであった。また、10年1万時間 deliberate practice モデルによって理論的根拠が与えられてきた。このようなシステムは、単一種目による早期専門化へと収斂してゆくことになったが、同時に早期専門化の弊害を生むことにもなった。

そうした反省から、ジュニア競技者の育成を複合的、多元的に捉えるモデルが提唱された。また、幼少年期に複数種目を経験することの効果、あるいはむしろ専門化を遅らせることの効果が目された。そうしたなかで、イギリスにおいてLTADモデルが誕生し、さらにカナダに継承され発展した。また、オーストラリアでは長いタレント発掘事業の経験を通して、後期専門化型のタレントトランスファー・モデルが新たに提唱され、さらには、LTADモデルと同じように生涯スポーツと競技スポーツの融合をはかった育成モデルFTEMが提示されている。

ジュニア競技者育成の要諦は、他種目を経験しながら専門化を遅くし、自己の適性に合った種目を選択するタレントトランスファー・モデルへとパラダイム・シフトしているように見受けられる。見方を変えると、それは競技スポーツ一辺倒から、生涯スポーツの一過程としての競技スポーツへの変容でもあるだろう。

折しも、IOCは2010年から14～18歳を対象とするユース・オリンピックを開催している。オリンピックムーブメントをチャンピオンシップに止まら

ず、幅広いスポーツ文化に発展させる試みの一つと理解できよう。ジュニア競技者育成モデルも、従来とは趣の異なる幅広い視点が求められているように思われる。そしてそこから、さらに優れたチャンピオンが育つことを期待したい。

#### 文献

- Bullock N, Gulbin JP, Martin DT, Ross A, Holland T, Marino F (2009) Talent identification and deliberate programming in skeleton: ice novice to Winter Olympian in 14 months. *J Sports Sci*, 27:397-404.
- Cote J (1999) The Influence of the Family in the Development of Talent in Sport. *The Sport Psychologist*, 13:395-417.
- Cote J, Bfiker J, Abernethy B (2007) Practice and Play in the Development of Sport Expertise. in Eklund & Tenenbaum (ed) "Handbook of Sport Psychology", 184-202.
- Ericsson KA (1993) The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance. *Psychological Review*, 100:363-406.
- Esteban-Cornejo I, Gómez-Martínez S, Tejero-González CM, Castillo R, Lanza-Saiz R, Vicente-Rodríguez G, Marcos A, Martínez-Gómez D (2014) Characteristics of extracurricular physical activity and cognitive performance in adolescents. The AVENA study. *J Sports Sci*, 32:1596-603.
- Fransen J1, Pion J, Vandendriessche J, Vandorpe B, Vaeyens R, Lenoir M, Philippaerts RM (2012) Differences in physical fitness and gross motor coordination in boys aged 6-12 years specializing in one versus sampling more than one sport. *J Sports Sci*, 30:379-86.
- Gagne F (1993) Constructs and models pertaining to exceptional human abilities. In: Heller KA Monks FJ, Passow AH, editors. *International handbook of research and development of giftedness and talent*. Oxford: Pergamon Press, 63-85.
- Baker J, Cobley S, Schorer J (2011) Applying talent identification programs at a system-wide level: the evolution of Australia'

- s national program. In Baker J, Cobley S, Schorer J (Eds.), Talent Identification and Development in Sport: International perspectives. Abingdon, Oxon: Routledge,
- Gulbin JP1, Croser MJ, Morley EJ, Weissensteiner JR (2013) An integrated framework for the optimisation of sport and athlete development: a practitioner approach. *J Sports Sci*, 31:1319-31.
- Güllich A (2006) Evaluation of the support of young athletes in the elite sports system. *European Journal for Sport and Society*, 3:85-108.
- Lombardo MP and Emiah S (2014) Scientometric analyses of studies on the role of innate variation in athletic performance. *Springerplus*, 24:1-15.
- Malina RM (2010) Early sport specialization: roots, effectiveness, risks. *Curr Sports Med Rep*, 9:364-71.
- Oldenziel K, Gagne F, Gulbin JP (2003) How do elite athletes develop? A look through the rear-view mirror. Australian Sports Commission, Canberra
- Vaeyens R, Güllich A, Warr CR, Philippaerts R (2009) Talent identification and promotion programmes of Olympic athletes. *J Sports Sci*, 27:1367-80.
- Ziemainz H (2002) Talent selection, -identification and -development exemplified in the Australian TALENT SEARCH Programme. *New Studies in Athletics*, 17:27-32.



## 日本代表選手はいかに育ってきたか — 日本陸連による代表選手の軌跡調査より —

渡邊将司  
茨城大学教育学部

### 1. はじめに

多くのスポーツにおいて、世界のトップレベルで活躍する選手はジュニア期に複数のスポーツを経験しており、特定のスポーツを専門化する年齢が遅いことが報告されている (Güllich and Emirich, 2006). 新体操などの表現系のスポーツは異なるが (Jayanthi et al., 2013), 陸上競技に代表される、距離、重さ、時間でパフォーマンスが決まるスポーツを対象にした研究では、世界大会で10位以内の成績を収めた選手は、そのレベルに達しなかった選手に比べて複数のスポーツ種目を経験しており、12歳、15歳時においてメインスポーツのトレーニング時間が短かったことを報告している (Moesch et al., 2011). また Malina (2010) は、アメリカの大学女子陸上競技選手を対象にして調査し、陸上競技を専門的に始めた年齢が平均14歳であることを報告している。

日本トップクラスの選手の陸上競技の専門化には様々なパターンがある。例えば、女子走幅跳の日本記録保持者である井村久美子氏 (旧姓：池田) は、小学生の頃からシニアにまで走幅跳において国内トップクラスで活躍していた。一方、為末大氏は中学生の頃に100mと200mにおいて全国大会で優勝したが、高校から400mと400mHに転向し、シニアでは世界選手権において400mHで2度の銅メダルに輝いた。また、ベルリン世界選手権の男子やり投で銅メダルを獲得した村上幸史選手は、中学まで野球部に所属しており、高校から陸上競技を始めている。このように、選手が種目を選択するパターンはさまざま、子どもの頃から同じ種目を継続して成功する選手の他に、種目やスポーツを転向 (トランスファー) することで、成功している選手も存在していることがわかる。

ここでは、日本陸連が日本代表選手に対して実施

した軌跡調査の結果から、選手が小学校期から青年期にかけて、どのような種目選択をしてきたのかを概観する。なお、調査結果の詳しい内容は、本誌に資料として掲載されているので、そちらも参照していただきたい。

### 2. 日本代表選手に対する軌跡調査

2012年と2014年に、オリンピック、世界選手権、アジア大会、アジア選手権に出場経験のある者に「陸上競技におけるトップアスリートの軌跡調査」に関する質問紙 (渡邊ら, 2013) を送付して回答を依頼した。2012年の調査では1960年から2009年までのオリンピックまたは世界選手権に出場した411名のうち、競技者として第一線を退いている選手を中心に選出し、さらに現住所が判明している204名に送付した。2014年の調査では、オリンピックや世界選手権だけでなく、アジア大会やアジア選手権に出場経験のある、1958年4月から1992年3月までに誕生した480名を対象にした (2012年に回答のあった者は含まない)。彼らは、調査時に大学生よりも年齢が高く (大学を卒業している)、かつ対象者が中学校期に全国中学校陸上競技大会が開催されていた年齢層である。対象者には、引退した選手だけでなく現役選手も含んでいる。そのうち現住所が判明している340名に、2012年の調査で用いた同じ質問紙を送付して回答を依頼した。その結果、合計296名から回答を得ることができた。質問紙では、子どもの頃の運動有能感や、小学校期、中学校期、高校期、青年期 (19～22歳頃) の競技成績など全19項目について尋ねていた。ここでは、上記の時期に中心的に取り組んでいたスポーツや陸上競技の種目についてまとめる。

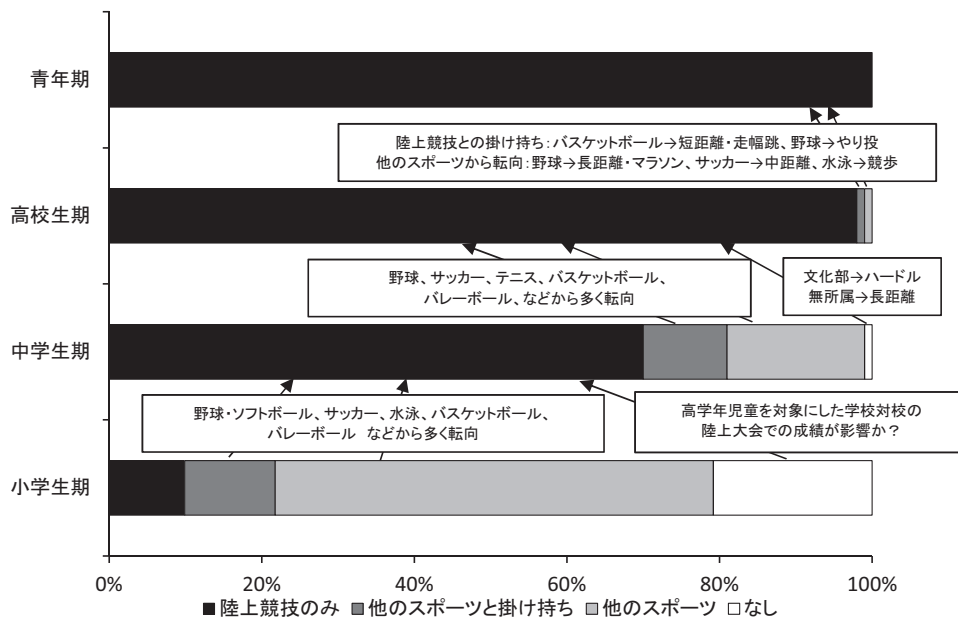


図1 小学校期から青年期にかけての他のスポーツからのトランスファー

### 3. 他のスポーツから陸上競技へのトランスファー

小学校期から青年期にかけて起こった、他のスポーツから陸上競技へのトランスファーを図1に示した。小学校期に陸上競技のみを中心的に実施していた者は10%で、中学校期では70%、高校期では98%であった。小学校期の陸上競技実施率の低さは、そもそも定期的に活動している陸上競技のクラブが少ないことが挙げられる。日本体育協会の集計では、全国にあるスポーツ少年団の中の陸上競技のクラブの割合は1.1%であることを示している（日本体育協会HP）。一方で軟式野球は20.2%、サッカーは13.0%、バレーボールは10.7%である。陸上競技をやりたくてもできない背景があると言えよう。

中学校または高校から陸上競技を始めた者は、野球またはソフトボール、サッカー、バスケットボール、バレーボールなどから多くトランスファーしていた。中学校あるいは高校から陸上競技にトランスファーした理由についてはさらなる分析が必要であるが、実施していた競技の成績、個人競技への興味関心、運動会（体育祭）や学校対校の陸上競技大会（駅伝大会など）への出場などが考えられる。

青年期から本格的に陸上競技を始める者が非常に少ないことからわかるように、中学校期や高校期がターニングポイントと言えよう。

### 4. 陸上競技の種目間トランスファー

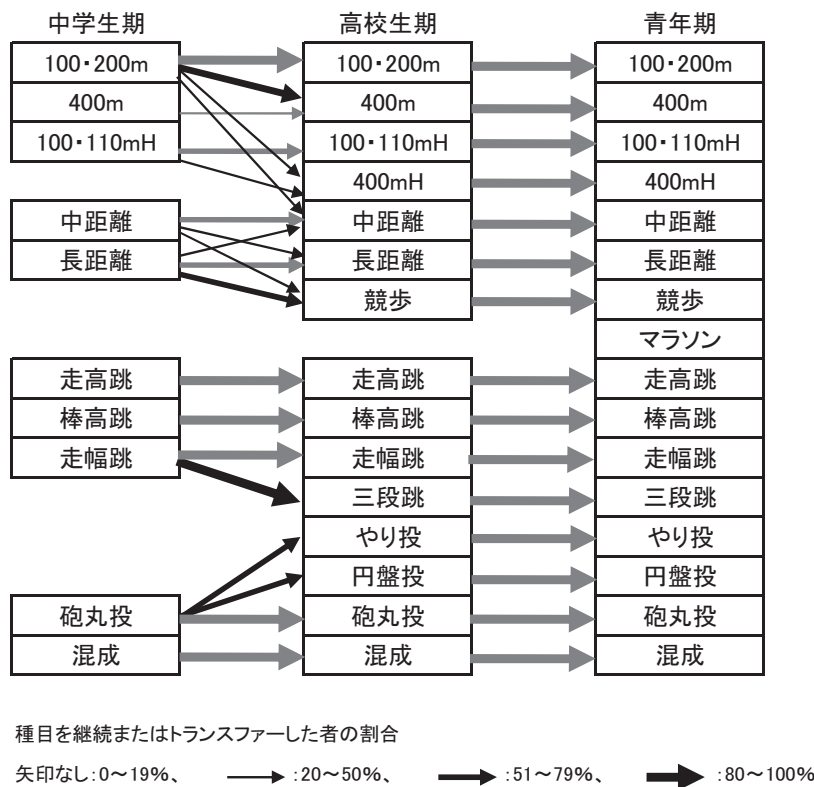
中学校期から青年期にかけて起こった、陸上競技の種目間トランスファーを図2に示した。図中の矢

印は、青年期の種目（日本代表として国際大会に出場した種目）に至るまでに、どの種目からどのくらいの割合で選手がトランスファーしてきたのかを表している。青年期に代表選手になった者もいれば、青年期以降に代表になった者もいた。いずれにしても、マラソン以外の選手は青年期には代表になった種目を中心的に実施していた。なお、小学校で陸上競技を中心的に実施していた者は少なかったため除外した。

100mまたは200mで代表になった選手の70%は、中学校期に100・200mを専門的に実施していた。他の種目と掛け持ちしていた者を合わせると、ほぼ全員が100・200mに取り組んでいた。

400m、中距離、長距離の代表選手は中学校期にこれらの種目を専門化していた者よりも、より短い距離の種目を中心的に実施していたり、より短い距離と掛け持ちしている者が多かった。つまり、400mでは100・200m、中距離では100～400m、長距離では中距離種目を実施していた者が多かった。シニアにおいて高いパフォーマンスを獲得するためには、中学生から高校生の時期にスピードを高めておく必要があるのかもしれない。

マラソンで代表になった選手も似た傾向で、中学校期に長距離種目のみに取り組んでいる者の割合の方が小さかったが、高校期からは長距離を中心的に実施している者の割合が高くなっていった。青年期にマラソンに取り組んでいた者は31名中6名（男女3名ずつ）で、男子の3名は大学生、女子の3名は実業団の選手であった。つまり、22歳以降にマラソンに取り組む選手が多いということである。長距



\*長距離からマラソンに矢印が伸びていないのは、青年期に取り組んでいた者が31名中6名(19%)だったからである。

図2 中学校期から青年期にかけての陸上競技の種目トランスファー

離種目は中学校、高校、大学と年齢が上がるにつれてより長い距離の種目が増える。長距離の選手の一部は、自身の適性を見極めながら距離を延ばして成功したと言えよう。

ハードルと跳躍種目の代表選手は、三段跳と400mH以外は、ほとんどの者が中学校期から専門的に取り組んでいた。三段跳と400mHは全国中学校体育大会(全中)の種目に入っていないので中学校期に取り組む選手は少ない。三段跳に関しては中学校期に全員が走幅跳に取り組んでいた。三段跳は走幅跳と同じ水平跳躍種目であるため、派生的に取り組むようになると考えられる。一方で400mHは、中学校期にハードルに取り組んでいた者が42%で、100~400mに取り組んでいた者が50%とほぼ半数に分かれた。ハードルからトランスファーする理由としては、高校から高くなるハードルの高さに対応しきれずに400mHに転向したパターンと、100・110mHの延長で400mHに取り組むパターンが考えられる。また、中学校期までハードルに取り組んでいなかった選手においては、高校期において練習の一環でハードルに取り組んだ様子を見て、指導者が400mHを勧めた可能性もある。

中学校期に競歩に取り組んでいた代表選手は9名中2名であったが、高校では全員が競歩に取り組ん

でいた。そのすべてが中長距離からトランスファーしていた。競歩も中学校期にはほとんど取り組まれていない種目である。石川県のように県総体の種目に競歩種目がある地域は中学校期から専門化できるかもしれないが、ほとんどは高校期において中長距離種目の経験がある者が、指導者の勧めなどでトランスファーしたものと思われる。

投擲種目は中学校期では砲丸投が主流で、円盤投やジャベリックスローが開催される競技会は少ない。そのような背景もあってか、中学校期に砲丸投に取り組んでいた者が、高校期においてやり投や円盤投にトランスファーする傾向があった。やり投では、砲丸投とソフトボール投またはジャベリックスローを兼ねている者が5名中3名いた。砲丸投とやり投は根本的に投げ方が異なるが、重心移動や腰の回転などは類似している。ソフトボール投やジャベリックスローは開催される競技会が少ないため、投げるのが得意な者が基本的に砲丸投を選択していると思われる。そして高校期からはやり投を専門化しようになるのだろう。円盤投は高校期から取り組む者の割合が多かったが、その多くが砲丸投と掛け持ちしていた。同様に砲丸投の者も他の投擲種目と兼ねていた。ハンマー投についてはデータを得ることができなかった。

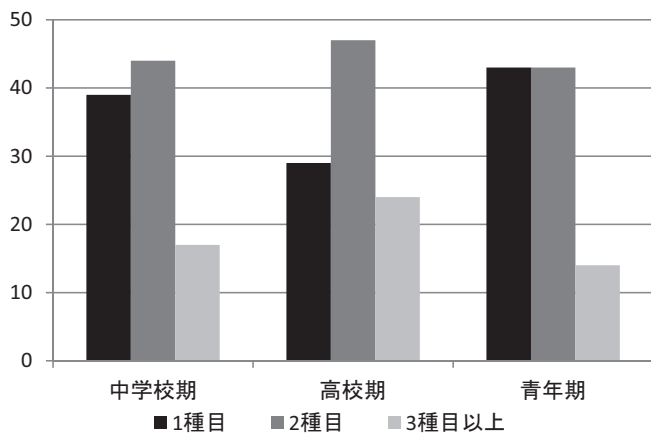


図3 各時期における陸上競技の実施種目数の割合

## 5. 種目の掛け持ち

短距離と走幅跳、ハードルと走幅跳、中距離と長距離、400mと400mH、砲丸投と円盤投など、特に中学校期や高校期では、選手が複数種目を実施しているケースが多くみられる。図3には、日本代表選手の中学校期から青年期にかけて実施されてきた種目数の割合を示した。100mと走幅跳で2種目という数え方に加えて、800mと1500mといった、同じ中距離で2種目の場合にも2種目実施と判定した。高校期で2種目以上の種目を実施していた背景には、高校から種目が増えることが起因していると考えられる。どの時期においても45%前後の者が2種目以上を中心的に実施しているが、高校期から青年期にかけては3種目以上を実施していた者の割合が減り、1種目実施者の割合が増加していた。このように、日本代表選手の多くは、1つの種目を年齢とともに変えていくのではなく、複数種目を同時に実施している中で徐々に種目を絞っていったと言える。

## 6. おわりに

小学校期や中学校期において陸上競技以外のスポーツを実施している者の中で、優れた素質をもっている者が存在していることがわかる。陸上競技は学校の部活動に強く依存しているため、中学校や高校で陸上競技に携わる教員による、他のスポーツからの選手の発掘は非常に重要である。

中学校ですでに陸上競技に取り組んでいた代表選手のうち、中学校期に全国大会に出場した者は約40%だったが、高校生期では約80%が全国大会に出場し、そのうちの約80%が入賞していたことが明らかとなっている(渡邊ら, 2013)。つまり、高校まで続けなければ才能がわからない選手も多いの

である。高校期により高いパフォーマンスを獲得する選手の中には、優れた指導者に出会って中学から続けてきた種目の才能が開花した選手もいれば、種目をトランスファーして成功した選手もいるだろう。特に400m, 400mH, 中長距離, マラソン, 競歩, 投擲種目においては他の種目からトランスファーする割合が大きいため、積極的に取り組んでみる価値はあるだろう。種目の適性を発見するにあたって、複数種目を経験させることは有効な手段であるし、楽しさを増したり、怪我のリスク低下などにも役立つ(Jayanthi et al., 2013)。多くの選手が自身の適性に合った種目を選択し、活躍することを願う。

## 7. 引用文献

- Güllich A, Emrich E. (2006) Evaluation of the support of young athletes in the elite sports system. *Eur J Sport Soc.* 3(2):85-108.
- Jayanthi N, Pinkham C, Dugas L, Patrick B, Labella C. (2013) Sports specialization in young athletes: evidence-based recommendations. *Sports Health.* 5(3):251-257.
- Malina RM. (2010) Early sport specialization: roots, effectiveness, risks. *Curr Sports Med Rep.* 9(6): 364-371.
- Moesch K, Elba AM, Hauge ML, Wikman JM. (2011) Late specialization: the key to success in centimeters, grams, or seconds (cgs) sports. *Scand J Med Sci Sports.* 21(6):e282-e290.
- 日本体育協会 スポーツ少年団登録状況, 平成25年度都道府県別競技別団体数.  
[http://www.japan-sports.or.jp/Portals/0/data/syonendan/doc/H25\\_dansuu%20703KB.pdf](http://www.japan-sports.or.jp/Portals/0/data/syonendan/doc/H25_dansuu%20703KB.pdf) (平成27年2月23日参照)
- 渡邊將司, 森丘保典, 伊藤静夫, 三宅 聡, 森 泰夫, 繁田 進, 尾縣 貢 (2013) 日本代表選手に対する軌跡調査 -第1報-. 公益財団法人日本陸上競技連盟.
- 渡邊將司, 森丘保典, 伊藤静夫, 三宅 聡, 森 泰夫, 繁田 進, 尾縣 貢 (2013) オリンピック・世界選手権代表選手における青少年期の競技レベル -日本代表選手に対する軌跡調査-. 陸上競技研究紀要, 9:1-6.

## タレントトランスファーマップという発想 —最適種目選択のためのロードマップ—

森丘保典

日本体育協会スポーツ科学研究室

### 1. はじめに

今を溯ること半世紀以上前、日本体育協会に設置された東京オリンピック選手強化対策本部の副本部長（後に本部長）であった大島鎌吉氏は、1960年のローマ大会における参加国の選手強化対策および日本の現状分析から12項目におよぶ日本スポーツ界の“欠陥”を指摘し、「科学」を重視したトレーニングの推進、都道府県体育協会との連携による選手の発掘・育成システムの構築、専任強化コーチ制度の確立などに尽力した（岡，2013）。5年後にオリンピック本番を迎える我が国の現況は、時間的には当時とほぼ同様の状況にあるが、半世紀以上の時間を積み重ねてきたという点では大きく異なるともいえる。したがって、これまでの履歴（レガシー）をラディカルに検証しながら、東京オリンピック本番はもとより、ポストオリンピックを展望した施策を立案し、具体的な取り組みにつなげていくことが求められているといえるだろう。

日本陸上競技連盟（日本陸連）では、2020年の東京オリンピック・パラリンピックの招致が決定したことを受けて、強化委員会のなかに2020東京オリンピックプロジェクトを発足させた。このプロジェクトの柱のひとつに、「競技・種目変更（トランスファー）の促進」に向けた「タレントトランスファーマップ（TTM）の作成」が挙げられている。

人は、先が見通せないことに「不安」を覚え、そのことが「行動（変容）」にブレーキをかける。目的地に辿り着けるか分からないという不安を「意志（意欲）」だけで払拭することは難しい。積極的な行動（変容）に向かわせるためには、まず「目的地」を正確に捉え、そこに至る「道筋」を示し、確度の高い「予測」を立てることが必要である。TTMとは、日本一流競技者の「幼少年期の運動・スポーツ活動」、「専門的な競技開始年齢」、「指導者と出会いや競技

環境」、「体力、技術および競技パフォーマンス（記録）の変遷」、「ピークパフォーマンス到達年齢およびハイパフォーマンスの維持年数」に関する量的・質的なエビデンスの蓄積によって示される、陸上競技との出会いからトップレベルに至るまでの“多様”なルートを描き出す地図（マップ）のことを指す。

このTTMの作成にあたり、以下の5つの課題を立てている。

- ①日本代表選手の軌跡調査（日本代表へのアンケートおよびインタビュー調査の実施による競技ヒストリー分析）
- ②日本および世界一流競技者の記録分析（日本歴代20傑および世界歴代記録上位者のシーズンベスト（SB）記録の変遷）
- ③日本一流競技者のフィットネスおよびバイオメカニクスのデータの縦断的検証
- ④諸外国の競技者発掘・育成システムに関する調査
- ⑤フィットネスに関する種目別スタンダード作成  
上記の課題について、TTM作成ワーキングメンバー、日本陸連の事務局スタッフ、科学委員会の種目担当者、強化委員会の科学スタッフおよび国立スポーツ科学センター（JISS）の研究者などの共同・協働によって作業を進めている。

以下では、現在までの進捗状況について報告する。

### 2. 年代別全国大会出場者および日本代表の生まれ月分布

同じ学年に属する児童・生徒であっても、誕生日が違えば日単位で積算した「実年齢」が異なる。例えば、4月1日生まれの子どもは6歳ちょうどで小学校に入学するが、翌4月2日に生まれた子どもは満7歳になる直前の4月1日が入学日となるため、実質的には同じ学年の中に1歳違いの子どもが存在

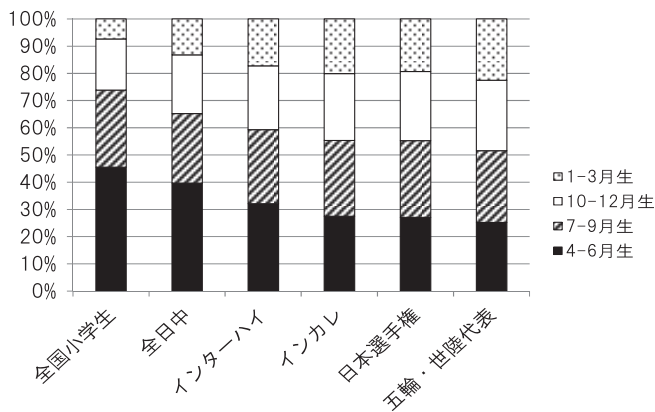


図1 2012年の全国大会出場者および日本代表選手の生まれ月分布

することになる。このような「実年齢」の違いが、学業やスポーツの成績などに与える影響のことを「相対年齢効果」と呼ぶ。相対年齢効果は、年齢を重ねるにしたがって小さくなり、最後は消失すると考えられているが、小中学生の学業成績や4年制大卒者の比率などにおいて、4～6月生まれと1～3月生まれとの間に差がみられることも指摘されている(川口と森, 2007)。上記の研究では、早生まれ(1～3月生まれ)の子どもの潜在能力が他の子どもよりも劣っているわけではないことを強調するとともに、学年という制度上の枠組みが不利な条件での競争を強いている可能性を指摘し、幼少年期の“些細な”成績差による能力評価や選抜(セレクション)についても警鐘を鳴らしている。

2012年の年代別全国大会出場者および過去のオリンピックや世界選手権の日本代表選手(以下、日本代表)の生まれ月分布をみると、日本代表では相対年齢効果の影響がほとんど見られないものの、小中学校期において生まれ月の偏りが大きく、高校期以降にまでその影響が残存する傾向が見てとれる(図1)。このことは、年度の下半期生まれ、特に早生まれ(1～3月生まれ)の選手達の自己効力感(自身の向上可能性への期待感や信頼感、有能感)が育ちにくい状況にあることや、将来性のある才能が早期にドロップアウトしている可能性を示唆しているといえる。Hollings et al. (2014)は、世界ジュニア選手権(WJC)および世界ユース選手権(WYC)に出場した選手(入賞者)の相対年齢効果について検討し、いずれのカテゴリーにもその影響が認められることから(特にWYCにおいて顕著)、実年齢の低い選手に対する配慮や工夫が必要であると指摘している。競技変更(新規加入)などもあるため単純な引き算にはならないが、約20万人といわれる中学校期の運動部活動(陸上競技)加入者が、高校期

表1 日本代表選手の陸上競技実施率および競技レベル

	実施率	全国大会	
		出場	入賞以上
小学校期	16.3%	3.8%	1.9%
中学校期	79.8%	40.4%	20.2%
高校期	98.1%	79.8%	61.5%

※実施率=複数競技実施者を含む

には約10万人に半減してしまうという現状とも無関係ではないだろう。

相対年齢効果は、本来は幼少年期の発育発達の遅速が招く一過性の現象に留まるはずであるが、現状では選手の競技プロセス全般に影響を及ぼしていると考えられる。心理学では、子どもの学業やスポーツの成績が、教師や指導者から期待されることで上がり(ピグマリオン効果)、期待されなければ下がる(ゴーレム効果)という傾向があることが指摘されている。精神的・身体的発達の差が大きいユース・ジュニア期の体験や評価が、選手達の自己効力感を左右し、スポーツを続けるか否かの判断(動機づけ)にも影響を与えていることは想像に難くない。また、精神的・身体的発達の差が埋まる前に行われるセレクション(選抜)や大規模な大会による優劣評価によって、子ども達が享受できるピア効果(意欲や能力の高い集団内に生じる互いを高め合う効果)に差が生まれてしまうことも看過できない。

したがって、まずは陸上競技関係者が、ユース・ジュニア期の全ての選手がタレント(才能)であるという認識を共有し、競技者育成のプロセスにおいて、早生まれの選手達を含む“晩熟型”のドロップアウトはもとより、早期に高いレベルに到達した“早熟型”の選手達のバーンアウトなどにも十分に配慮する必要があることを強調しておきたい。

### 3. 日本一流選手の競技歴について

日本陸連の普及育成委員会(普及政策部)では、日本の一流競技者の競技歴に関する量的・質的なエビデンスを収集・分析することを目的として、1960年以降の日本代表にアンケート調査を実施した(渡邊, 2013)。分析対象は、現役当時の社会環境の相違などを考慮し、50歳未満の日本代表104名(男子67名、女子37名)とした。以下に、その結果の概要を示す。

小学校期は、日本代表のほとんどが陸上競技を専門的に行なっておらず、複数競技実施者を含めた陸

表2 日本代表選手の競技間・種目間トランスファー

	競技間	種目間
小→中	92%	-
中→高	30%	55%
高→学生・実業団	2%	32%

上競技実施率は約1割半，陸上競技のみ実施していたのは1割未満であった（表1）。また，約9割が運動遊びを「よくした」と回答（男女とも“鬼遊び”が1位）しており，全体的に“運動有能感”が高い傾向にあった。

中学校期では，日本代表の約6割が全国レベルの大会に出場していなかった。また，陸上競技を中心に実施していたのは約7割，約2割が別競技または複数競技を実施し，約1割は組織的なスポーツ活動（運動部活動・クラブ）を行っていなかった。

高校期に入ると，ほぼ全員が陸上競技を中心に実施しており，約8割が全国レベルの大会に出場，約6割が入賞していた。また，日本代表は，ユース・ジュニア期を通して指導者への満足度は高く，“環境に恵まれた”と回答する選手が多い傾向にあった。

他競技から陸上競技へ参入する「競技間トランスファー」については，小学校～中学校で約9割，中学校～高校で約3割，陸上競技内の「種目間トランスファー」については，中学校～高校で約半数，高校～学生・実業団で約3割であった（表2）。種目間トランスファーには，中学校期にはなく高校期から導入される種目への移行（例えば400mハードルや三段跳など）や，歩・走種目における距離変更なども含まれているが，いずれにせよトランスファーを経験している日本代表は少なくないといえる。なお，競技間・種目間トランスファーの詳細については，渡邊ら（2015）の報告を参照されたい。

以上をまとめると，これまでの日本代表の多くは，小学校期に高い運動有能感に支えられながら運動遊びを盛んに行い，中学校期から本格的に陸上競技を開始し（全国レベルの大会の出場者は約4割に留まる），高校期以降の種目間トランスファーを経て，オリンピックや世界陸上に出場し，引退後には指導者や環境に恵まれたと振り返る傾向にあるといえる。Ericsson（1993）は，熟練者（エキスパート）の育成に必要な要素として，①動機づけ（長期のトレーニングに継続的に取り組むための高いやる気の継続），②努力（質の高い練習に取り組むための集中力や心身のコンディショニング），③環境（より

表3 世界および日本一流選手の生涯最高記録および達成年齢

	n	記録(秒)			達成年齢(歳)			
		平均	最小	最大	平均	最大	最小	
男子100m	世歴30傑	35	9.84±0.07	9.58	9.91	26.4±3.1	33	21
	日歴20傑	20	10.14±0.08	10.00	10.21	23.4±3.2	30	18
男子400mH	世歴30傑	31	47.48±0.29	46.78	47.84	26.1±3.1	34	20
	日歴20傑	20	48.83±0.47	47.89	49.41	24.1±2.7	29	21

よい人的物的支援体制の整備）を挙げている。今後は，日本代表に対する詳細なインタビュー(in-depth interview)などを実施し，質的なデータ分析法に基づく動機づけ（意欲）要因，努力要因および人的・物的（環境）要因の検討により，幼少年期から日本代表に至るまでの多様な競技プロセス（モデル）を明らかにしていきたいと考えている。

#### 4. 日本および世界一流選手の競技パフォーマンスの変遷

男子100mの日本歴代20傑選手（日100m）および世界歴代30傑選手（世100m）の生涯最高（PB）記録の平均達成年齢をみると，日100mの23.4±3.2歳に対して，世100mは26.4±3.1歳と約3歳程度の差が認められた（表3）。また，年齢別のシーズンベスト（SB）記録の推移を比較してみると，世100mが約26歳でピークを迎えて以降30代前半まで高いパフォーマンスを維持する傾向にあるのに対して，日100mは22～23歳でピークを迎えて以降は徐々にパフォーマンスが低下する傾向がみられた（図2）。PB記録に対する達成率の推移を比較してみると，日100mが，17～18歳（高校期）から22～23歳（シニア期前半）にかけて急激にパフォーマンスを高め，以降は徐々に低下する“山型”を示

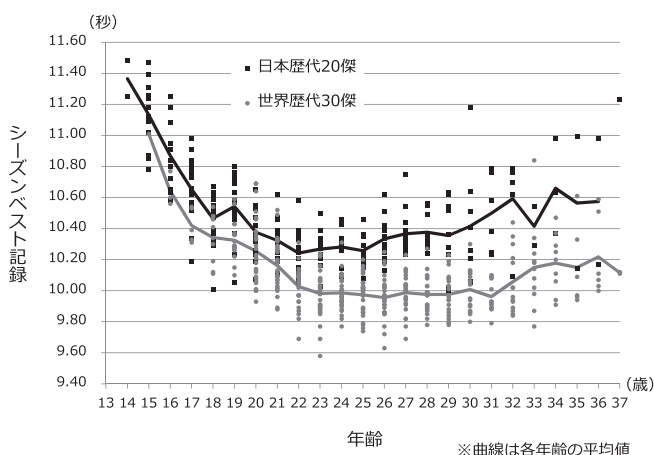


図2 一流男子100m選手のシーズンベスト記録の推移

したのに対して、世 100m は、26 歳あたりまで緩やかにパフォーマンスを高めながら 30 歳代に至るまで高い達成率を維持する“丘形”を示した（図 3）。また、日 100m と世 100m とともに、高校期からシニア期の接続 18～19 歳）において記録の停滞（低下）がみられることや、30 歳以降の競技継続者の割合は日 100m よりも世 100m の方が高いことなどが示唆された。

次に、男子 400m ハードル（400mH）の日本歴代 20 傑選手（日 400H）および世界歴代 30 傑選手（世 400H）の PB 記録の平均達成年齢をみると、日 400H の 24.1 ± 2.7 歳に対して、世 400H は 26.1 ± 3.1 歳と約 2 歳程度の差が認められた（表 3）。年齢別の SB 記録の推移を比較してみると、日 400H が約 24 歳でピークを迎えて以降、徐々にパフォーマンスが低下する傾向にあるのに対して、世 400H が約 26 歳でピークを迎えて以降の低下傾向は日 400H に比べて緩やかにみえる（図 4）。PB 記録に対する達成率の推移も、先の 100m と同様に、日 400H が 22～24 歳を頂点とする“山型”になるのに対して、世 400H は 20 歳代前半から後半に至るまで高いレベルを維持する“丘形”の傾向が認められた（図 5）。また、日 400H は 18 歳（高校 3 年生時）や 22 歳（大学 4 年生時）の達成率が世 400H に比べて相対的に高いことや、ジュニア期に 400mH の公式記録を有する世 400H が少ない（31 名中 16 名・国際陸上競技連盟ホームページ参照）ことから、全員が公式記録を有している日 400H に比べて 400mH 開始年齢が遅い可能性などが示唆された。

このような世界と日本の相違が何に起因するのか、その相違がピークパフォーマンスのレベルやハイパフォーマンスの維持年数にどのような影響を及ぼすのかについて検証し、種目間トランスファーのタイミングやユース・ジュニア種目の負荷（距離）設定などの最適化につなげていきたいと考えている。

## 5. 普及・育成・強化の量的増大と質的向上に向けて

図 6 は、児童期からシニア期にかけてのパフォーマンス発達曲線を概念的に示したものである。児童期からジュニア期にかけては、成長因子（身体の形態・機能）やトレーニング因子（技術・スキル）の変化（向上）が容易に起こる時期であることから、競技パフォーマンスは著しく発達する傾向にあるが、この時期の競技パフォーマンスの優劣には、発育発達の遅速が大きく影響することも指摘されて

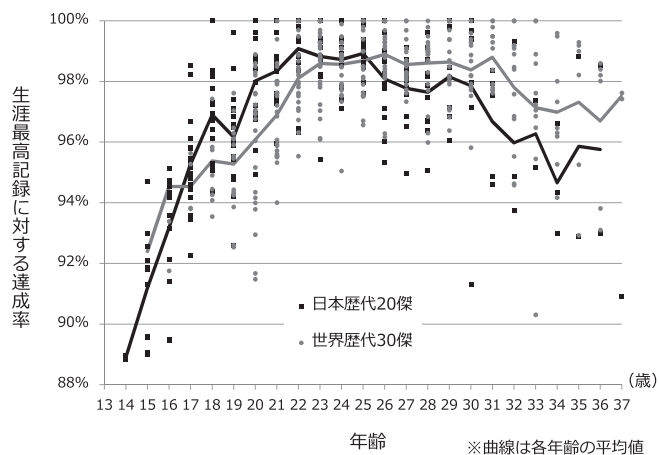


図 3 一流男子 100m 選手の記録達成率の推移

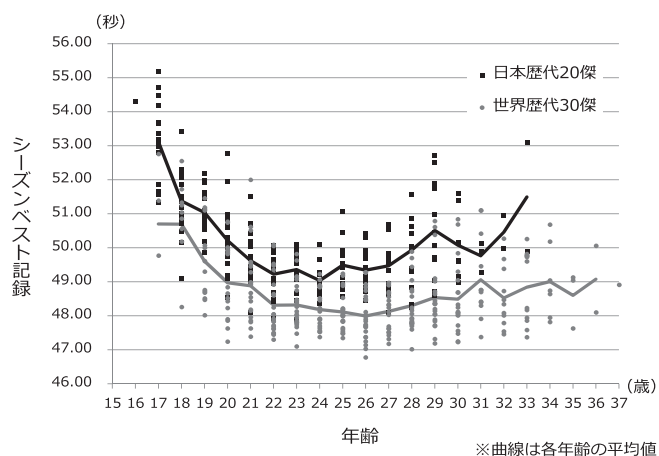


図 4 一流男子 400mH 選手のシーズンベスト記録の推移

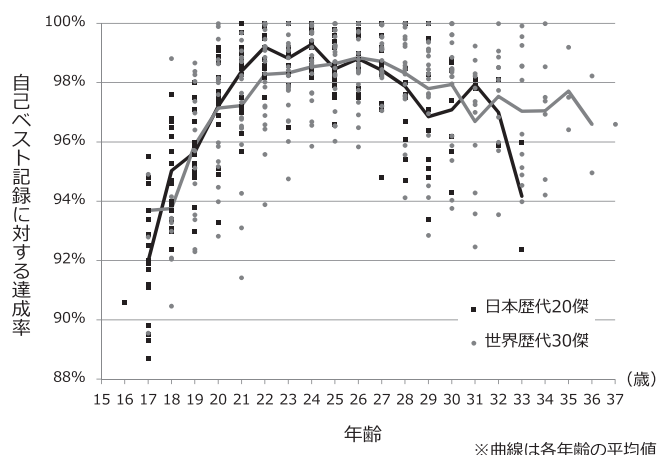


図 5 一流男子 400mH 選手の記録達成率の推移

きた。一方、シニア期は、成長因子の変化が停止し、トレーニングによる変化も容易には起こらず、競技パフォーマンスもジュニア期までのようには伸びないプラトー状態に近づいていくことは言を俟たない。

この概念図と、本稿で示してきたエビデンスとを重ね合わせれば、陸上競技選手としての将来性の予



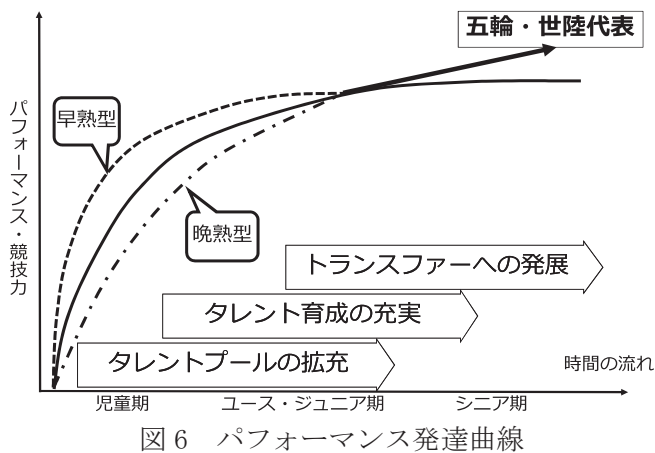


図6 パフォーマンス発達曲線

測は高校期以降でなければ難しいこと、そしてハイパフォーマンスに至るためには少なくとも24歳以降までの競技継続が望ましいことが示唆されたといえる。以上のことを踏まえて、日本陸連では、小中学校期における「運動有能感を高める指導」や「多様な種目の経験」をベースとする「タレントプール（実施者数）の拡充」、中高高校期の「タレント育成（指導者・指導法）の充実」、そして高校期以降の「タレント・トランスファー（競技・種目変更）への発展」を普及・育成・強化をつらぬく中心的な課題に位置づけている。

「早熟型」を自認し、スプリンターからハードラーへの種目トランスファーを経験し、二度の世界陸上銅メダリストに輝いた為末（2005）は、『競技力のピークと身体のピーク、似たように見えるこの二つの言葉には大きな違いがある。スポーツの世界では、考察する力、発揮する能力を早く手に入れたとしても、それを早熟型とは言わない。（…）早熟型が大成しにくい原因は、人より早く身体能力が発達し競技力が高いレベルに達してしまうことで周囲の環境が激変し、結果的に考察力、発揮能力が成長しにくいことにある。（…）早熟型というものをよく理解し、身体能力以外の部分の向上を目指すなら、そのピークの高さにおいてはどのタイプであれ変わらない』と喝破する。このことを肝に銘じながら、一人でも多くの選手が少しでも長く競技の継続に動機づけられるよう導くための、精度と確度の高いTTMの作成に鋭意努力していきたいと考えている。

## 文献

Carlson, R. (1993) The path to the national level in sports in Sweden. Scand J Med Sci Sports, 3:170-177.  
Ericsson KA, Krampe RT and Tesch-Romer C

(1993) The role of deliberate practice in the acquisition of elite performance. Psychological Review, 100(3): 363-406.  
Hollings SC, Hume PA, Hopkins WG (2014) Relative-age effect on competition outcomes at the World Youth and World Junior Athletics Championships. Eur J Sport Sci, 14(S1): 456-461.  
川口大司, 森啓明 (2007) 誕生日と学業成績・最終学歴. 日本労働研究雑誌, 569: 29-42.  
岡邦行 (2013) 大島鎌吉の東京オリンピック. 東海教育研究所: pp177-180, 東京.  
為末大 (2005) “侍” かく語りき-早熟型に対する認識の誤り-. 月刊陸上競技 9月号, 講談社: p109, 東京.  
渡邊将司, 森丘保典, 伊藤静夫, 三宅聡, 森泰夫, 繁田進, 尾縣貢 (2014) オリンピック・世界選手権日本代表における青少年期の競技レベル-日本代表選手に対する軌跡調査-. 陸上競技研究紀要, 9: 1-6.  
渡邊将司, 森丘保典, 伊藤静夫, 三宅聡, 森泰夫, 山崎一彦, 榎本靖士, 遠藤俊典, 木越清信, 繁田進, 尾縣貢 (2015) 日本代表選手におけるスポーツ・種目転向（トランスファー）の特徴 -日本代表選手に対する軌跡調査-. 陸上競技研究紀要, 10: 13-21.

## 選手のタレント発掘およびトランスファーへの試み

桜井智野風<sup>1)</sup> 三宅聡<sup>2)</sup>

1) 桐蔭横浜大学 2) 日本陸上競技連盟

### はじめに

タレント発掘プログラムとは、競技スポーツに対して優れた素質を有する人材を発掘し、オリンピック等の国際競技大会で活躍する競技者を輩出することを最終目標にしている。このような取り組みは、競技力向上の施策の一つとして世界各国が取り組んでいる。アメリカ、カナダ、イギリス、オーストラリアといった従来のスポーツ先進国だけでなく、近年では中国、韓国、カタールなどのアジアや中東諸国においても、様々なアプローチによるタレント発掘プログラムが実施されているのが現状である。一方でKlint & Weiss<sup>1)</sup>が提示したスポーツにおけるトランスファー (Sport transfer) という概念がある。これは、あるスポーツをやめたが異なるレベルや目的を持つスポーツに再び参加する行動を示すものである。陸上競技においても、種目間の転向や陸上以外の他競技から陸上種目への転向を示すものとして、選手のタレント発掘と同様にタレントトランスファーとして近年重視度が高まってきている。

### 驚くべき現状

各都道府県での優秀選手を東京に集め、タレント発掘と将来的に一流選手になる為の意識付け、及び指導者に対する教育・競技者育成プログラムの啓蒙活動を行う目的で、毎年1月に味の素ナショナルトレーニングセンターで開催されているのがトップトレーニングキャンプである。これには、各県の中学生 (U16) 男女各一人が選抜されて参加し、3日間の講義と実技を受講するものである。このキャンプでは、「今後種目トランスファーも考慮し多種目を経験させる」という考えのもと、自分の専門種目に限定せず、走跳投 (ハードル・走高跳・砲丸投) の種目体験を行わせている。選手からは、普段練習しない種目を行えたので非常に楽しかったという感想

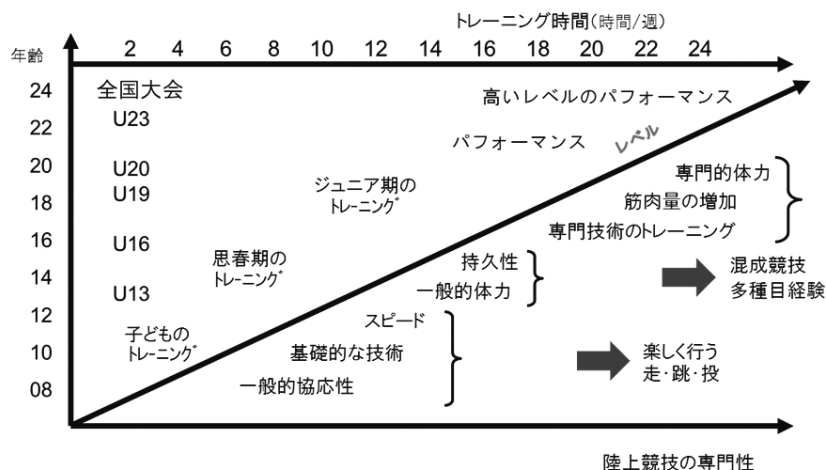
を得ると同時に、部活動、学校の授業を通じて走高跳の経験が無い者が全体の約3分の1を占めることもわかった。また、短距離や投てきを専門とする選手の中に、走高跳に有望なタレントを持っている選手も数名いるように感じられた。このように、各都道府県のトップの選手であっても、多種目を経験した上での専門種目の絞り込みが行われていないのが現状である。

また、全国の子どもたちに走跳投の競技者育成プログラムの考え方に基づいた練習方法を伝え、タレント発掘および都道府県陸協との連携の強化を目的として、JAAF アスリート発掘・育成プロジェクト U16 クリニックを全国で実施している。このクリニックで全国を巡り指導していると、子供時代の遊び自体が変容しているために、子供たちが走跳投といった様々な動きを経験していないと感じる場面が多い。

### 種目選択の時期とは

図表1は、陸上競技における年齢とトレーニングの関係を表したものである。前項で示したように、「楽しく行う」「多種目経験」といったジュニア期までに重要とされている項目が、実際の指導場面において行われている割合が非常に低い。子どもから成人へと成長するにつれて、人間の形態やその機能は著しく変化する。特にジュニア期における身体や心の変化は顕著であり、この時期の行動がシニア期以降のパフォーマンスの礎となることは明確である。そこで、ジュニア期の段階から競技者として育成するにあたっては、発育・発達に基づいた長期計画が必要となってくる。計画立案のためには、相応の経験も必要となる。この経験が、多岐にわたる身体活動の体験、つまりは多種目経験と言うことになる。

この種目選択の時期に関しては様々な見方がある。ジュニア期の身体の成長のピークは、個人に



図表1 年齢とトレーニング

よって4歳程度の差がみられるともいわれ、個々に応じた種目の選択とトレーニングの実践が大切であることから考えると、高校生となっても決して遅くないと考えられる。逆に発育・発達に則した種目選択やトレーニングを行わなかったために、パフォーマンスが向上しなかったりバーンアウトに陥ったりするほか、早期専門化の影響からスポーツ障害で競技を断念せざるを得ない状況になるなどの弊害も考えられる。

### 指導者の「目」の育成

図表2に、中学校における主な競技別運動部設置数の推移を示す。ここ数年、男女とも陸上競技部の設置数は減少傾向を示しており、主要な運動部の中でもその減少割合は高い。これに伴い、中学校における陸上競技部がある学校の割合は全国中学校の約60%（2012年度）となっており、中学生の40%は陸上競技を行う機会を与えられていないともいえる。中学校の陸上競技部が減少している大きな要因は、少子化と指導者の不足であると考えられている。中学校入学以降に陸上競技を始める子どもが多いことを考えると、ジュニア指導者の育成が急務といえる。

特に、発育発達の著しいジュニア期においては、「選手が第一、勝つことは第二」（アスリートファースト、ウィニングセカンド）の精神のもと、勝利至上主義に走るのではなく、選手の人間的成長を促したり、陸上競技の楽しさや特性に触れさせ陸上競技を好きにさせたりすることも、指導者の能力に頼るところが大きい。

子どもが陸上競技に出会い、いろんな種目を経験しながら、徐々に専門化していくそのすべての過程で重要な役割を果すのが指導者である。子どもが、

遊びの中で動きを獲得するのが難しくなっている今、指導者が幅広い種目の指導法を身につけジュニア期にはなるべく多くの動きを経験させることが大切であり、そのためにも複数種目にチャレンジさせることが重要となる。このため指導者は、子ども達に様々な種目を経験させ、その中で指導者とともに子どもの適性を見極めていく「目」を持つことが重要になる。これは子どもが陸上競技を始めた後、パフォーマンスの伸び悩みや身体の成長変化に伴い、種目を変更するトランスファーの際にも必要不可欠な能力である。

この「目」の獲得には、指導者自身が様々な種目を経験していることが必要となる。こういった考えから、より多くの基礎的な知識を持ち幅広く初心者指導を行える、指導者の養成、指導者の「目」の育成を目指して行かなければならない。

### 指導者養成からのアプローチ

平成23年度までの日本陸上競技連盟における指導者養成制度では、年間で育成が可能人数は、公認コーチ約60名、公認指導員約100名となっていた。公認コーチに関しては連盟による直接講習ということもあり、年間の受け入れ可能数には限度があった。また、より多くの指導者を養成できる公認指導員が年間4会場程度しか開催されておらず、指導者の資格を取りたいというニーズに答えられる状況には程遠い状況であった。また講習のカリキュラムは提示しているものの、具体的な内容・講師の選定などを開催都道府県陸協に一任していること、選手強化に強く傾倒している講習内容も課題であった。

そこで平成23年度より、新指導者養成システム（JAAF公認ジュニアコーチ制度）を設立し、開催方

図表2 中学校における主な競技別運動部設置数の推移<sup>2)</sup>

	競技名	平成12年	平成22年	増△減数	増△減率 (パーセント)
男子	軟式野球	8,992	8,919	△73	△0.8
	バスケットボール	7,511	7,176	△335	△4.5
	卓球	7,212	6,903	△309	△4.3
	サッカー	7,085	6,909	△176	△2.5
	陸上競技	7,250	6,336	△914	△12.6
女子	バレーボール	9,087	8,962	△125	△1.4
	バスケットボール	7,765	7,456	△309	△4.0
	ソフトテニス	7,696	7,252	△444	△5.8
	陸上競技	7,138	6,242	△896	△12.6
	卓球	6,270	5,928	△342	△5.5

(出典)日本中学校体育連盟調べ

法を全国的に統一し同一テキストを使用することにより、全国どの地域においても共通の知識を持った指導者養成を展開することが可能になると考えられ、より積極的な指導者養成を行っている。これにより、新指導者養成システムはJAAF公認コーチ（日体協公認コーチ）、JAAF公認ジュニアコーチ（日体協公認指導員）と分類されることとなった。JAAF公認コーチは、受講資格を「都道府県選手団の監督・コーチ。都道府県で指導者育成の中心的な役割を担う者」とし、都道府県陸協からの推薦者のみを受講対象者とする。JAAF公認ジュニアコーチは、その役割を「地域クラブ、小中高の部活動で、幅広く指導を行う者」とし、特に初心者指導ができる指導者の大量養成を目指し年間10会場程度で開催している。

JAAF公認ジュニアコーチは、タレント発掘・トランスファーに必要な幅広い種目の指導法を身につけることを大きな目標としているため、指導者自身が様々な種目を経験するカリキュラムとなっている。各種目の特性やトレーニング方法を、身を持って体験し指導法を考案していく過程は、子ども達に様々な種目を経験させ、その中で子どもの適性を見極めていく「目」の育成そのものと考えている。

国際陸上競技連盟（IAAF）が認定しているコーチ資格制度では、最も下級の基礎となる「レベルⅠ」において、陸上競技の全ての種目について導入段階の指導ができるようなカリキュラムの設定がなされている。日本国内においては取得が少々困難ではあるが、機会があれば参考にさせていただきチャレンジしていただきたい。

## まとめ

為末大選手を中学校時代に指導した河野裕二先生のお話の中に、「為末選手の将来を見据えて、中学時代は怪我をさせないということを第一に考え、全力を出させないようにしていた」という一節があったことを思い出す。子どもの将来を決めるのは子ども自身でもあるが、その方向性を示してあげるのは、指導者・コーチといえる。より適切なものに向かえるように様々な考えを保持することは指導者としての責務であり、その多彩な指導により子どものタレントは開花し指導者としての満足を得ることが出来ることを忘れてはいけないと考える。

## 参考文献

- 1) Klint, K. & Weiss, M. (1986). Dropping in and dropping out: Participation motives of current and former youth gymnasts. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 11, 106-114.
- 2) 平成22年度文部科学白書

日本陸連科学委員会研究報告 第13巻 (2014)

陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2013

## 序 文

2014年度における科学委員会の主な活動は、以下のとおりである。

### 1. 種目別サポート活動など

競技会を対象としたバイオメカニクス研究活動を、ゴールドデングランプリ、日本選手権などの競技会において行い、競技会終了後、各種目担当の強化委員と連携して、選手へのフィードバックを行なった。また、仁川アジア大会における支援活動及び国立スポーツ科学センターや強化合宿時の体力や技術測定及びデータフィードバックを行った。

### 2. ジュニア選手に関する活動

山梨インターハイにおいてVTR撮影、タイム分析及び入賞者を対象とした心理面や怪我（障害）及び栄養に関するアンケート調査を実施するとともに、ユージン（アメリカ）で開催された世界ジュニア選手権においても活動を実施した。

### 3. マラソン・競歩の暑さ対策に関する調査研究活動

暑熱対策に関する活動として、強化委員会（男女長距離・マラソン部）と連携し、北海道（男女）、福岡（男子）、びわ湖（男子）の各マラソンレースで日本人招待選手などを対象として、レース前後の体重、耳管温などを測定し、暑さに対する影響やマラソンが生体へ与える負担度等を検討した。マラソン及び競歩の強化合宿（男女）において、日々のコンディションチェックに加えトレーニング中の汗の電解質や深部体温を計測する新しい試み等も行い、夏場のマラソンにおける選手の耐性やその具体的な対応策を構築すべく活動を実施した。

### 4. タレントトランスファー及び発掘ワーキンググループ

ジュニア選手の種目転向、発掘に関する科学委員会のワーキンググループと強化委員会、普及育成委員会とが共同で、これまでに収集してきた体力データやトップ選手の履歴からトランスファーマップ（種目転向の道しるべ）策定に向けた取り組みを行った。

### 5. 科学的データ普及支援（研修会やセミナー開催など）

強化委員会強化育成部と連携し、科学委員を派遣し、北海道、東北、中国四国の各地区高体連合宿における研修の中で、これまでの科学的データや知見の伝達講習会を実施した。

科学委員会では、強化現場に密着し、個別的、実践的なデータ収集と即時的フィードバックに重点を置いた活動を展開しており、本報告書では主として2014年度に実施した上記の活動報告を19編掲載している。さらに充実した情報発信となるよう努めていきたい。今後も、強化委員会、普及育成委員会及び医事委員会と緊密な連携を図りながら選手強化支援活動をより一層、充実させていく予定である。

最後になりましたが、科学委員会の活動に多大なご協力をいただいた関係各位に深く感謝申し上げます。次第です。

科学委員会委員長  
杉田正明

## 2014年度 科学委員会メンバー

杉田 正明	三重大学教育学部保健体育科
松尾 彰史	鹿屋体育大学
榎本 靖士	筑波大学体育科学系
持田 尚	公益財団法人横浜市体育協会
柳谷登志雄	順天堂大学
三浦 康二	成蹊大学
杉浦 克己	立教大学
田内 健二	中京大学
高松 潤二	流通経済大学
広川龍太郎	東海大学国際文化学部
山崎 史恵	新潟医療福祉大学
瀧澤 一騎	北海道大学高等教育推進機構
森丘 保典	公益財団法人日本体育協会スポーツ科学研究室
小山 宏之	京都教育大学
佐伯 徹郎	日本女子体育大学
山本 宏明	北里大学メディカルセンター
岡崎 和伸	大阪市立大学都市健康・スポーツ研究センター
門野 洋介	仙台大学
久保田 潤	独立行政法人日本スポーツ振興センター
鈴木 岳	株式会社 R-body project
須永美歌子	日本体育大学
高橋 恭平	熊本高等専門学校
松生 香里	東北工業大学
松林 武生	国立スポーツ科学センター
真鍋 知宏	慶應義塾大学スポーツ医学研究センター

※所属は2015年2月現在

日本陸連科学委員会研究報告 第13巻 (2014)  
陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2013 目次

男女 100m レースにおける記録と、 スピード、ピッチおよびストライドの関係について	64
松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 松林武生, 山本真帆, 高橋恭平, 小林海, 杉田正明	
2014 年度競技会における男子 400m 走のレース分析	75
山本真帆, 松林武生, 山中亮, 小林海, 松尾彰文, 柳谷登志雄, 広川龍太郎, 小山宏之, 榎本靖士, 岡崎和伸, 門野洋介, 山元康平	
世界一流ジュニア 800m 選手のパフォーマンスとレースパターン ～第 15 回世界ジュニア選手権大会の分析～	80
門野洋介, 榎本靖士	
2014 世界ジュニア陸上競技選手権大会における 中長距離種目のラストスパート	87
榎本靖士, 門野洋介, 岡崎和伸, 松林武生, 広川龍太郎	
男子 800m 日本記録保持者・川元奨選手のレースパターンの変化	93
門野洋介, 榎本靖士	
日本一流 400m ハードル選手のレースパターン分析 － 2014 年の国内主要大会について－	95
森丘保典, 貴嶋孝太, 千葉佳裕, 櫻井健一, 谷川聡, 杉田正明	
男子ナショナルチーム・4 × 100m リレーの バイオメカニクスサポート研究報告 (第 4 報)	100
広川龍太郎, 松尾彰文, 松林武生, 小林海, 山本真帆, 高橋恭平, 柳谷登志雄, 榎本靖士, 小山宏之, 門野洋介, 岡崎和伸, 土江寛裕, 伊東浩司, 杉田正明	
全国高校総体における男子 4 × 400m リレーのレース分析	104
柳谷登志雄, 辻秀憲, 小林海, 松尾彰文, 杉田正明	
助走スピードから見た世界ジュニア男子棒高跳選手と日本ジュニア選手の比較	109
小山宏之, 広川龍太郎, 清水悠, 榎本靖士	



高校生トップ男子走幅跳選手のパフォーマンス変化と踏切動作の特徴	113
柴田篤志, 小山宏之, 清水悠	
U-19 日本トップレベルの女子やり投選手における投てき動作の特徴	
齊藤真理菜選手と梶原美波選手との比較	118
塚田卓巳, 佐分慎弥, 田内健二	
十種競技選手のスプリント能力と個別種目パフォーマンスとの関係	122
松林武生, 持田尚, 松田克彦, 本田陽, 杉田正明	
2014 年第 15 回世界ジュニア陸上選手権男女 10000mW における	
上位者の前額面内下胴キネマティクス変化	131
三浦康二, 門野洋介, 岡崎和伸, 榎本靖士	
高校トップレベルの長距離選手におけるフィットネスチェックの	
内容と結果について—第二報 男子選手を対象に—	137
山中亮, 松林武生, 山本真帆, 榎本靖士, 佐伯徹郎, 山崎一彦, 荻原知紀, 杉田正明	
長距離・マラソン選手の腸内環境とコンディションの関連	140
—意識調査と外環境の変化に伴う影響について—	
松生香里, 岡崎和伸, 杉田正明	
長距離および競歩選手における汗中の電解質濃度の分析	146
岡崎和伸, 松生香里, 瀧澤一騎, 三浦康二, 杉田正明, 今村文男, 宗猛, 酒井勝充	
北海道マラソンにおける調査について	150
杉田正明, 瀧澤一騎, 岡崎和伸, 松生香里, 山口太一, 広川龍太郎, 須永美歌子, 武富豊, 宗猛, 酒井勝充	
競歩のパフォーマンスアップに向けたファンクショナルトレーニング	159
鈴木岳	
カナダにおけるジュニア選手育成の取り組み	167
岡崎和伸, 榎本靖士	

## 男女100mレースにおける記録と、 スピード、ピッチおよびストライドの関係について

松尾彰文<sup>1)</sup> 広川龍太郎<sup>2)</sup> 柳谷登志雄<sup>3)</sup> 松林武生<sup>4)</sup> 山本真帆<sup>4)</sup> 高橋恭平<sup>5)</sup>  
小林海<sup>6)</sup> 杉田正明<sup>7)</sup>

1) 鹿屋体育大学 2) 東海大学 3) 順天堂大学 4) 国立スポーツ科学センター  
5) 熊本高等専門学校 6) 目白大学 7) 三重大学

短距離100mでは、レース中の最高スピードと記録とが密接な関係にあり、最高スピードに達する距離をみると、40mから80mにばらついていることなどを報告してきた(松尾ら、2009、2010、2011、2013)。また、ピッチおよびストライドの変化についてはボルト選手の世界記録の年度(松尾ら、2010)からデータを蓄積してきた。レース中の最高スピードはピッチとストライドの積であることから、同じスピードでも無数のピッチとストライドの組み合わせがあると考えることができる。そこで、本年度の報告書では、2014年の日本選手権までのレース中のスピード、ピッチおよびストライドについて報告するとともに、2009年からのデータをもとにピッチとストライドを記録別の統計値でみると、選手ごとに記録との関係について検討した結果を報告する。

### 方法

#### 1. 2014年のレース分析

2014年に国内で開催された出雲陸上、織田記念、ゴールデンランプリ、日本選手権においてレーザー式スピード計測装置(ラベック)を使ってレース中の疾走スピードを測定し、レース分析を行った

表1. レーザー方式で100mのレース中の疾走スピードを計測した大会と対象数

大会名	対象数		
	男子	女子	合計
吉岡隆徳記念第68回出雲陸上競技大会	18	11	29
第48回織田幹雄記念国際陸上競技大会	25	19	44
セイコーゴールデンランプリ陸上2014東京	7	7	14
第98回日本陸上競技選手権大会	28	17	45
合計	78	54	132

(表1)。述べ人数は男子78名、女子54名であった。

疾走スピードはレーザー方式により、10m区間ごとの通過タイム、区間タイムと区間平均スピードを求めた(松尾ら、2008)。また、レース中のスピードの最高値を最高スピード、それが出現した区間を出現区間、およびその区間の中間時点を出現時間とした。最高スピードから90mと100mの区間スピードへの低下率をスピード逡減率とした。

ピッチとストライドの分析には、スタートからラップタイム計測地点に2-3台と正面に設置したカメラで撮影されたハイスピードムービーを用い、4ステップごとに接地時間をカウントして、ピッチおよびストライドを求めた(松尾ら、2010、2011)。レース中の総ステップ、この値から平均ピッチと平均ストライドを算出し、最高スピード区間のピッチとストライド、また、ピッチとストライドの最高値が出現した区間を出現区間、また、その中間時点を出現時間とした。

#### 2. 記録とスピード、ピッチとストライドの関係について

従来より記録と最高スピード、30mラップタイムおよびスピード逡減率との関係について報告してきた(松尾ら、2013)。いままでの報告では、測定結果、すべてを対象とし、2014年6月時点で、男子で約760例、女子で約700例のデータが収集されている。このデータの中には、追い風参考記録や同一選手でも複数例のデータが含まれている。そこで、本年度の報告書では、追い風参考記録を除外し、複数例のデータがある選手では、その中からもっとも記録のよかったレースのデータを個人の代表値として抽出した。このデータを基にして、記録と、最高スピード、30mラップタイムおよびスピード逡減率

との関係について検討した。

ピッチとストライド分析について、2009年から2014年6月まででデータ収集した件数は、男子350件、女子256件であった。これらのデータを記録別に集計して、タイム別に見て、レベルに応じた参照値を提案しようとした。

記録別の集計には2.0m/s以上の追い風参考記録を除外し、重複を避けるために選手ごとにもっともよい記録のレースの値を個人の代表値とした。対象となった選手は男子で69名、女子で49名であった。男女ともに0.2秒ごとのグループに分けて、それぞれで、記録、最高スピード、総ステップ数、平均ピッチ、平均ストライド、最高スピード時のピッチとストライドの平均値、最小値と最大値を求めた。男子では9.58秒のボルトから、9.79秒をA、9.80秒から9.99秒をB、以後0.2秒ごとにC、D、F、Gグループとし、女子では10.80秒から10.99秒をH、11.00秒から11.19秒をI、以後0.2秒ごとにJ、K、L、M、Nグループとした。グループ間の平均値の差を比較するために、分散分析を行い、有意水準を0.05とした。

個人内で記録とピッチおよびストライドの関係についても検討した。この集計には、すべてのレースを対象としたので、追い風参考記録も含んでいる。また、統計処理の信頼性を高めるために、2009年からの分析で10レース以上のデータがある選手を対象とした。男子で9名、女子でも9名であった。記録との関係は、統計的な処理として、相関係数を求め、有意水準は0.05とした。

## 結果と考察

### 1. 2014年のレース分析

表2には男子、表3には女子のレース分析結果とピッチストライド分析結果として、男子では測定した上位9位までの10名、女子では10位までの11名の日付、氏名、風速、記録、レース分析結果とピッチストライド分析の結果を示した。レース分析結果としては、最高スピードとそれが出現した区間および出現時間とスピード逓減率、10mごとの通過タイムである。また、表4には男子の11位以降、表5には女子の12位以降のレース分析とピッチストライド分析の結果を示した。ピッチストライド分析で空欄となっているのは、映像の不具合などの理由により、分析を行えなかった場合であった。

図1には男子、図2には女子の2014年で測定した上位4名までのレース分析として、スタートから

フィニッシュまでのスピード変化を示した。男女ともに、織田記念とゴールデングランプリのものであった。スピード変化の様子をみると、男女ともに、従来の報告（松尾ら、2013、2011）に類似した傾向であった。

男子についてみると、最も記録がよかったのはゴールデングランプリで向風3.5m/sの悪条件のなかでGatlin選手の10.02秒であった。向かい風でなければどの程度の記録が出たのであろうか（追記参照）。

女子では、日本人トップは織田記念の土井選手が記録した11.50秒であった。海外の上位2名との顕著な差は40m付近からのスピード差が顕著であった。

### 2. レース分析の集計結果

#### 2.1. スピード分析について

陸連科学委員会で収集したデータおよび文献によるデータから、追風参考記録をのぞき、さらに、個人の重複を除くために選手ごとにみてもっともよい記録をその選手の代表値とした。男子では1988年から2014年までの176名、女子では1991年から2014年までの146名であった。これにより、測定回数が多い選手の影響がない集計値とみることができる。最高スピード、30mラップタイムおよびスピード逓減率と記録との関係をみたものを図3に示した。

最高スピードと記録との関係は、男女共に統計的に有意な相関関係（男子  $r=-0.976$ ,  $p<0.001$ 、女子  $r=-0.988$ ,  $p<0.001$ ）であった。このことから、最高スピードが記録と密接な関係にあり、競技力向上にはこの最高スピードの向上が重要であると考えることができる。

30mラップタイムと記録との関係でも両者間で男女ともに統計的に有意な相関関係（男子  $r=0.873$ ,  $p<0.001$ 、女子  $r=0.947$ ,  $p<0.001$ ）であり、30m通過が早いほど記録も良い傾向にあることが示された。最高スピードとの相関係数を比べると男女ともに低くなっており、ばらつきが大きくなっていることがわかった。このことは、30mの通過が早いだけではなく、このあとの最高スピードまでにさらに加速できることも記録を向上させることが要因であるとも考えらえる。

スピード逓減率と記録との関係をみると男子では統計的に有意な相関が認められ、記録が良いほど、逓減率が低い傾向にあること示された。このことは、記録が良いほどスピードが低下しない傾向があるこ



表4 2014年男子100mレース分析結果 分析対象の記録上位11位以降のスピード分析とピッチストライド分析の結果

大会名	氏名	ラウンド	風	記録		レース分析						ピッチーストライド分析											
				最高スピード						スピード		全体				最高スピード時				最高値			
				出現区間		出現時間		%		低減率		総歩数		ピッチ		ストライド		ピッチ		ストライド		ストライド	
				m/s	s	m/s	m	s	%	ステップ	s/s	m	s/s	m	s/s	m	s/s	m	s	m	m	s	
織田	江里口 匡史	R1	2	10.24	11.34	60m-70m	7.01	8.4	48.5	4.74	2.06	5.00	2.27	5.17	33.2	4.19	2.32	78.3	8.20				
織田	ケンブリッジ 飛鳥	R1	2.6	10.24	11.37	60m-70m	7.12	2.6	49.4	4.82	2.03	5.08	2.22	5.12	16.2	2.57	2.23	67.9	7.29				
織田	九鬼 巧	R1	2.6	10.24	11.31	50m-60m	6.15	5.9	46.9	4.58	2.13	4.68	2.42	4.87	25.4	3.55	2.43	90.8	9.41				
織田	大瀬戸 一馬	R1	2	10.25	11.18	50m-60m	6.17	3.5	48.6	4.74	2.06	4.87	2.29	5.06	41.8	4.98	2.29	68.7	7.40				
日本選手権	大瀬戸 一馬	R1	1.4	10.26	11.22	50m-60m	6.17	4.1	47.6	4.64	2.10	4.80	2.34	4.89	16.2	2.56	2.35	51.6	5.86				
出雲	高瀬 慧	WU	2.6	10.26	11.29	50m-60m	6.17	5.1	47.8	4.66	2.09	4.81	2.34	4.93	24.8	3.46	2.38	89.6	9.29				
出雲	桐生 祥秀	FI	0.6	10.26	11.32	40m-50m	5.27	7.0	49.8	4.86	2.01	5.19	2.19	5.19	48.9	5.61	2.28	93.4	9.64				
織田	山縣 亮太	FA	0.7	10.26	11.31	50m-60m	6.13	6.6	47.6	4.64	2.10	4.89	2.31	4.95	33.7	4.23	2.34	70.7	7.54				
日本選手権	山縣 亮太	R1	0.7	10.27	11.27	50m-60m	6.18	5.2	49.0	4.77	2.04	4.95	2.28	5.02	24.5	3.40	2.34	69.4	7.45				
出雲	藤光 謙司	WU	2.6	10.27	11.32	50m-60m	6.22	3.9	46.4	4.52	2.16	4.74	2.38	4.78	25.6	3.55	2.42	82.1	8.64				
日本選手権	山縣 亮太	FI	0.6	10.27	11.24	60m-70m	7.09	3.4	47.9	4.67	2.09	4.83	2.32	4.95	24.7	3.43	2.34	69.9	7.52				
日本選手権	江里口 匡史	R1	0.7	10.28	11.25	50m-60m	6.15	7.1	49.1	4.78	2.04	5.08	2.22	5.19	24.7	3.40	2.24	77.4	8.16				
日本選手権	塚原 直貴	R1	0.7	10.28	11.16	40m-50m	5.29	4.1	48.4	4.71	2.07	4.91	2.27	5.04	24.9	3.43	2.31	87.6	9.12				
日本選手権	女部田 祐	R1	0.7	10.30	11.24	60m-70m	7.14	2.8															
GGP東京	LEMAITRE Christophe	FI	-3.5	10.31	11.27	60m-70m	7.14	4.0	43.2	4.19	2.32	4.31	2.61	4.51	18.3	2.81	2.67	78.2	8.31				
織田	川面 聡大	R1	2.4	10.31	11.21	50m-60m	6.18	6.0	49.7	4.82	2.01	5.06	2.21	5.21	32.1	4.11	2.26	93.8	9.72				
織田	ケンブリッジ 飛鳥	FA	0.7	10.32	11.26	60m-70m	7.14	4.2	47.0	4.56	2.13	4.80	2.35	4.87	25.6	3.57	2.37	71.6	7.73				
日本選手権	九鬼 巧	R1	0.6	10.33	11.20	50m-60m	6.19	5.9	49.1	4.76	2.04	5.02	2.23	5.02	50.9	5.81	2.26	59.9	6.62				
出雲	桐生 祥秀	R1	1.8	10.33	11.28	50m-60m	6.19	8.4															
日本選手権	江里口 匡史	SF	0.8	10.33	11.14	50m-60m	6.17	5.8	49.1	4.75	2.04	5.00	2.22	5.15	33.2	4.19	2.25	77.3	8.18				
日本選手権	女部田 祐	SF	-0.5	10.34	11.21	50m-60m	6.28	2.6	51.3	4.96	1.95	5.17	2.16	5.30	30.0	4.00	2.21	72.9	7.87				
日本選手権	大瀬戸 一馬	SF	-0.5	10.34	11.04	40m-50m	5.26	5.2	48.5	4.69	2.06	4.91	2.26	5.00	25.1	3.40	2.26	78.6	8.32				
織田	小池 祐貴	R1	2.6	10.34	11.19	60m-70m	7.15	4.5															
日本選手権	寺田 健人	R1	0.6	10.35	11.21	40m-50m	5.33	6.9															
日本選手権	大瀬戸 一馬	FI	0.6	10.35	11.04	40m-50m	5.28	4.2	48.9	4.73	2.05	4.97	2.23	5.00	24.6	3.37	2.27	77.9	8.27				
出雲	塚原 直貴	R1	1.9	10.36	11.11	60m-70m	7.11	5.9	48.3	4.66	2.07	4.89	2.27	5.00	33.4	4.24	2.31	78.6	8.34				
日本選手権	九鬼 巧	SF	0.8	10.36	11.15	50m-60m	6.23	4.5	49.5	4.78	2.02	4.97	2.23	5.02	32.9	4.21	2.23	68.1	7.41				
織田	竹下 裕希	R1	2.4	10.36	11.11	50m-60m	6.23	3.7															
織田	川面 聡大	FB	1.8	10.36	11.13	50m-60m	6.22	5.1	49.9	4.82	2.00	5.00	2.22	5.17	24.1	3.38	2.22	49.7	5.74				
日本選手権	江里口 匡史	FI	0.6	10.37	11.22	40m-50m	5.31	7.9	48.9	4.72	2.04	5.06	2.22	5.10	41.7	5.01	2.26	86.3	9.05				
日本選手権	塚原 直貴	SF	0.8	10.37	11.08	50m-60m	6.23	4.3	48.4	4.67	2.07	4.83	2.29	5.02	51.1	5.87	2.29	78.3	8.34				
日本選手権	小谷 優介	R1	0.5	10.38	11.05	50m-60m	6.24	3.7															
日本選手権	竹下 裕希	R1	0.6	10.39	11.16	40m-50m	5.33	6.4															
日本選手権	川面 聡大	R1	0.6	10.39	11.04	50m-60m	6.21	5.3															
出雲	大瀬戸 一馬	R1	1.8	10.40	11.11	50m-60m	6.24	5.3															
出雲	大瀬戸 一馬	FI	0.6	10.40	10.97	50m-60m	6.21	5.2	48.7	4.68	2.05	5.04	2.19	5.04	15.9	2.54	2.25	85.4	9.01				
織田	須田 隼人	NG	1.3	10.40	11.17	50m-60m	6.29	4.4															
織田	高平 慎士	NG	2.3	10.40	11.08	50m-60m	6.23	6.3															
日本選手権	寺田 健人	SF	-0.5	10.42	11.06	40m-50m	5.34	5.5															
織田	小池 祐貴	FB	1.8	10.42	11.10	60m-70m	7.23	3.1	50.2	4.82	1.99	5.08	2.19	5.15	31.5	4.18	2.23	74.7	8.10				
日本選手権	原 翔太	R1	1.4	10.43	11.13	50m-60m	6.30	4.7	51.8	4.97	1.93	5.12	2.17	5.26	37.5	4.70	2.19	80.6	8.61				
織田	竹下 裕希	FB	1.8	10.43	11.08	40m-50m	5.34	5.0															
日本選手権	小池 祐貴	R1	1.4	10.44	11.09	50m-60m	6.34	2.8	50.9	4.88	1.96	5.08	2.18	5.19	38.8	4.85	2.23	91.0	9.60				
日本選手権	山口 竜哉	R1	0.5	10.45	11.10	60m-70m	7.20	5.9															
GGP東京	桐生 祥秀	FI	-3.5	10.46	10.90	60m-70m	7.15	5.8	49.6	4.74	2.02	5.02	2.18	5.17	24.0	3.33	2.30	93.9	9.86				
織田	小林 雄一	FB	1.8	10.46	11.01	70m-80m	8.14	3.5															
日本選手権	畠山 純	R1	0.6	10.47	10.97	40m-50m	5.27	7.6															
GGP東京	大瀬戸 一馬	FI	-3.5	10.47	10.80	40m-50m	5.32	2.9	49.2	4.69	2.03	4.91	2.20	4.91	33.2	4.22	2.24	68.5	7.50				
GGP東京	川面 聡大	FI	-3.5	10.48	10.95	50m-60m	6.23	6.6	50.9	4.86	1.97	5.15	2.14	5.19	24.0	3.32	2.16	66.1	7.24				
出雲	小林 雄一	FI	0.6	10.48	10.92	50m-60m	6.30	3.5	49.1	4.68	2.04	4.89	2.23	4.97	23.4	3.34	2.31	85.7	9.13				
織田	北村 拓也	NG	2.3	10.48	11.02	50m-60m	6.29	5.3															
織田	塚原 直貴	R1	2	10.48	10.97	70m-80m	8.13	4.7	47.9	4.57	2.09	4.80	2.29	4.93	24.8	3.49	2.33	87.9	9.33				
織田	野川 大地	R1	2.4	10.48	11.14	40m-50m	5.37	7.3															
日本選手権	川面 聡大	SF	0.8	10.49	10.99	50m-60m	6.28	5.5	51.0	4.86	1.96	5.12	2.13	5.17	23.6	3.33	2.17	91.3	9.65				
出雲	江里口 匡史	FI	0.6	10.49	10.97	40m-50m	5.33	6.4	49.5	4.72	2.02	5.02	2.18	5.15	32.5	4.19	2.25	94.3	9.93				
織田	末續 慎吾	NG	2.4	10.49	11.04	50m-60m	6.33	4.2															
出雲	西垣 佳哉	FI	0.6	10.51	10.84	40m-50m	5.28	6.2															
出雲	小林 雄一	R1	1.9	10.55	10.94	50m-60m	6.35	6.0															
出雲	藤澤 亮輔	FI	0.6	10.56	10.88	60m-70m	7.28	3.9															
出雲	堀江 新太郎	F2	0.6	10.56	10.96	50m-60m	6.33	7.0															
出雲	石塚 祐輔	WU	2.6	10.58	10.87	50m-60m	6.37	4.3															
出雲	高平 慎士	F2	0.6	10.58	10.84	60m-70m	7.25	6.6															
織田	西垣 佳哉	NG	1.3	10.59	10.77	40m-50m	5.32	7.3															
GGP東京	LEATHART Tim	FI	-3.5	10.63	10.92	50m-60m	6.40	6.0	45.6	4.29	2.19	4.46	2.44	4.66	17.2	2.75	2.55	93.5	9.99				
出雲	江里口 匡史	R1	1.9	10.70	10.98	40m-50m	5.42	11.															

表 5. 2014年女子100mレース分析結果 分析対象の記録上位12位以降のスピード分析とピッチストライド分析の結果

大会名	氏名	ラウンド	風	レース分析						ピッチストライド分析										
				記録			最高スピード			スピード 低減率	全体			最高スピード時		最高値				
				m/s	s	m/s	出現区間	出現時間	歩数		ピッチ	ストライド	ピッチ	ストライド	ピッチ	出現区間	出現時間	ストライド		
							m	s	%	ステップ	s/s	m	s/s	m	s/s	m	s	m	m	s
織田	世古 和	RI	3.5	11.67	9.76	50m-60m	6.92	6.7	55.6	4.76	1.80	4.95	1.97	5.06	20.5	3.29	2.01	90.6	10.64	
GGP東京	土井 杏南	FI	-0.8	11.68	9.70	40m-50m	5.82	7.0	55.2	4.73	1.81	4.91	1.97	5.04	37.3	5.01	1.97	52.8	6.62	
織田	青木 益未	FB	1.8	11.68	9.75	40m-50m	5.86	7.3	51.2	4.38	1.95	4.56	2.13	4.61	23.9	3.65	2.13	49.0	6.27	
日本選手権	福島 千里	FI	0.3	11.69	9.64	30m-40m	6.87	6.7	55.2	4.72	1.81	4.95	1.95	5.10	29.7	4.19	1.98	60.7	7.41	
出雲	世古 和	FI	0.9	11.70	9.73	40m-50m	5.88	6.5	55.2	4.72	1.81	4.83	2.01	4.97	14.0	2.55	2.01	44.1	5.79	
織田	市川 華菜	RI	3.5	11.70	9.75	60m-70m	8.01	5.0	51.1	4.37	1.96	4.54	2.15	4.63	39.7	5.40	2.17	74.0	8.94	
織田	渡辺 真弓	FA	1.5	11.70	9.84	40m-50m	5.83	10.3	52.3	4.47	1.91	4.72	2.09	4.78	15.5	2.73	2.12	56.2	6.98	
織田	北風 沙織	RI	3.4	11.71	9.76	40m-50m	5.79	10.2	58.4	4.99	1.71	5.33	1.84	5.35	13.2	2.41	1.90	56.4	6.95	
日本選手権	土井 杏南	FI	-0.3	11.72	9.69	40m-50m	5.83	7.4	55.0	4.69	1.82	4.95	1.95	5.02	21.9	3.41	2.02	92.2	10.84	
織田	北風 沙織	FB	1.8	11.72	9.74	40m-50m	5.82	9.8	58.2	4.96	1.72	5.12	1.89	5.33	19.9	3.19	1.89	49.2	6.26	
GGP東京	渡辺 真弓	FI	-0.8	11.73	9.75	40m-50m	5.81	9.0	52.5	4.48	1.90	4.66	2.08	4.74	16.0	2.71	2.08	48.1	6.11	
織田	藤森 安奈	FA	1.5	11.73	9.66	50m-60m	6.89	7.5	51.6	4.39	1.94	4.59	2.10	4.78	8.3	1.82	2.15	73.0	8.78	
織田	高森 真帆	FB	1.8	11.75	9.69	40m-50m	5.91	5.6												
出雲	藤森 安奈	FI	0.9	11.77	9.68	40m-50m	5.88	7.5	51.0	4.34	1.96	4.56	2.12	4.80	22.5	3.51	2.12	55.2	6.94	
日本選手権	和田 麻希	RI	0.2	11.78	9.64	40m-50m	5.84	8.2	53.4	4.54	1.87	4.80	2.02	4.87	31.1	4.41	2.04	47.1	6.07	
出雲	藤森 安奈	WU	1.9	11.78	9.62	40m-50m	5.90	7.1	51.1	4.34	1.96	4.56	2.11	4.80	22.5	3.51	2.14	88.8	10.53	
織田	青木 益未	RI	3.5	11.78	9.63	40m-50m	5.89	7.9	51.4	4.36	1.95	4.52	2.13	4.61	8.2	1.80	2.19	73.7	8.89	

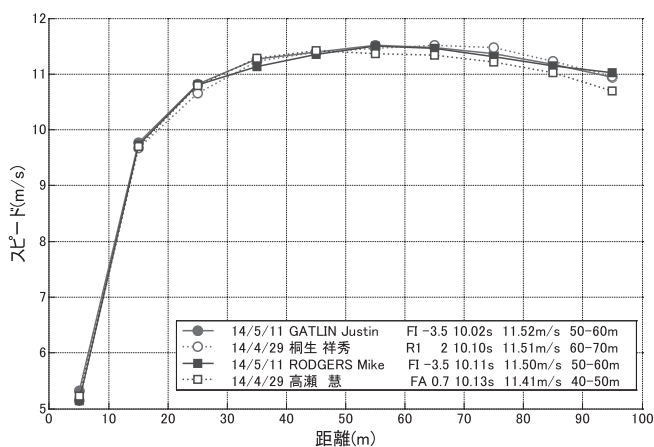


図 1. 男子100mにおける分析したトップ4名のスピード変化

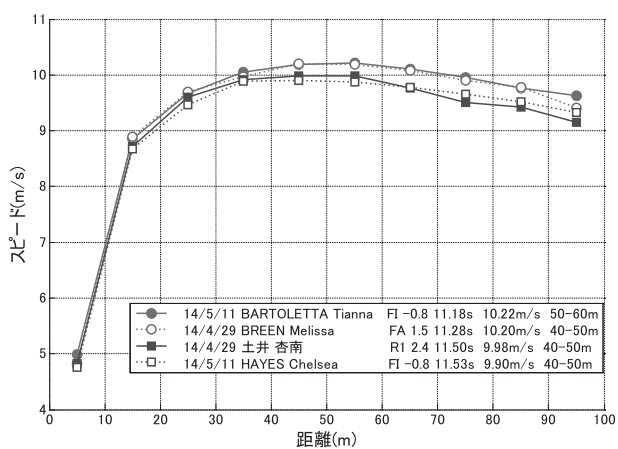


図 2. 女子100mにおける分析したトップ4名のスピード変化

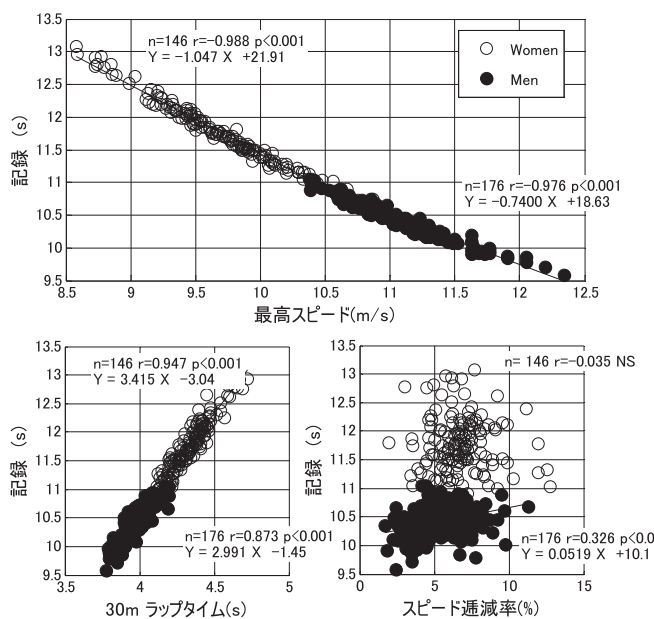


図 3. 陸連100mレース分析データベース内の個人ベストでみた最高スピード、30mラップタイムおよびスピード通減率と記録との関係

とを示すが、全体的にはばらつきが大きく、9秒台の記録でも、通減率が大きな例とか、10.5秒台でも通減率が小さな例も多数見られる。一方、女子ではスピード通減率と記録との間には、統計的に有意な相関関係が認められなかった。12秒前後の記録でもスピード低下が少ない例や、11.0秒前後のデータでも10%前後の記録の例があるなど、ばらつきが大きかった。しかしながら、0.01秒の差で順位や次のラウンドに進めなくなることもありえるので、僅差の競り合いには、このスピード通減率が低

表 6. 記録別のグループ別に見た記録、最高スピード、100 m の総ステップ数、平均ピッチ、平均ストライドおよび最高スピード時のピッチとストライド、グループ間の平均値の差の検定結果

ns; p > 0.05, \*; p < 0.05, \*\*; p < 0.01, \*\*\*; p < 0.001

	男子											女子												
	n	mean	sd	min	max	A	B	C	D	E	F	n	mean	sd	min	max	H	I	J	K	L	M		
記録(s)	A	2	9.645	0.092	9.58	9.71						H	5	10.86	0.122	10.73	10.98							
	B	2	9.880	0.057	9.84	9.92	***					I	2	11.17	0.014	11.16	11.18	***						
	C	12	10.098	0.060	10.01	10.19	***	***				J	4	11.26	0.029	11.22	11.28	***	ns					
	D	22	10.302	0.053	10.22	10.37	***	***	***			K	10	11.49	0.059	11.40	11.59	***	***	***				
	E	17	10.468	0.055	10.40	10.58	***	***	***	***		L	8	11.70	0.062	11.61	11.77	***	***	***	***			
	F	12	10.698	0.062	10.60	10.77	***	***	***	***	***	M	10	11.89	0.063	11.81	11.99	***	***	***	***	***		
	G	2	10.845	0.064	10.80	10.89	***	***	***	***	***	N	10	12.09	0.063	12.02	12.17	***	***	***	***	***	***	***
最高スピード(m/s)	A	2	12.275	0.106	12.20	12.35						H	5	10.59	0.216	10.34	10.87							
	B	2	11.780	0.170	11.66	11.90	***					I	2	10.25	0.035	10.22	10.27	**						
	C	12	11.476	0.096	11.30	11.64	***	***				J	4	10.21	0.067	10.16	10.31	***	ns					
	D	22	11.228	0.085	11.05	11.37	***	***	***			K	10	9.985	0.083	9.86	10.12	***	ns	*				
	E	17	11.006	0.081	10.86	11.11	***	***	***	***		L	8	9.721	0.093	9.62	9.85	***	***	***	***			
	F	12	10.762	0.121	10.61	10.99	***	***	***	***	***	M	10	9.545	0.124	9.37	9.82	***	***	***	***	*		
	G	2	10.680	0.057	10.64	10.72	***	***	***	***	ns	N	10	9.388	0.069	9.27	9.48	***	***	***	***	***	*	
レース全体 総ステップ(step)	A	2	43.21	3.02	41.1	45.3						H	5	49.58	1.131	47.7	50.7							
	B	2	45.76	1.72	44.5	47.0	ns					I	2	50.95	0.919	50.3	51.6	ns						
	C	12	46.83	2.27	42.1	49.6	ns	ns				J	4	49.21	1.964	46.6	50.7	ns	ns					
	D	22	47.67	1.80	43.3	51.3	*	ns	ns			K	10	51.66	2.806	47.4	57.5	ns	ns	ns				
	E	17	49.09	1.70	46.5	52.1	***	ns	*	ns		L	8	51.65	2.246	49.0	55.6	ns	ns	ns	ns			
	F	12	48.72	1.82	45.6	51.4	**	ns	ns	ns	ns	M	10	52.32	2.020	48.3	55.0	ns	ns	ns	ns	ns		
	G	2	49.61	0.62	49.2	50.0	*	ns	ns	ns	ns	N	10	54.10	2.255	49.2	57.4	**	ns	**	ns	ns	ns	
ピッチ(step/s)	A	2	4.480	0.269	4.29	4.67						H	5	4.564	0.086	4.44	4.65							
	B	2	4.630	0.141	4.53	4.73	ns					I	2	4.560	0.085	4.50	4.62	ns						
	C	12	4.638	0.225	4.13	4.91	ns	ns				J	4	4.368	0.165	4.15	4.50	ns	ns					
	D	22	4.627	0.180	4.21	4.96	ns	ns	ns			K	10	4.499	0.250	4.12	5.04	ns	ns	ns				
	E	17	4.689	0.171	4.46	5.00	ns	ns	ns	ns		L	8	4.416	0.194	4.19	4.76	ns	ns	ns	ns			
	F	12	4.554	0.165	4.29	4.80	ns	ns	ns	ns	ns	M	10	4.402	0.163	4.09	4.65	ns	ns	ns	ns	ns		
	G	2	4.570	0.028	4.55	4.59	ns	ns	ns	ns	ns	N	10	4.474	0.194	4.04	4.72	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
ストライド(m)	A	2	2.320	0.156	2.21	2.43						H	5	2.018	0.049	1.97	2.10							
	B	2	2.190	0.085	2.13	2.25	ns					I	2	1.965	0.035	1.94	1.99	ns						
	C	12	2.139	0.108	2.02	2.38	ns	ns				J	4	2.035	0.085	1.97	2.15	ns	ns					
	D	22	2.101	0.080	1.95	2.31	*	ns	ns			K	10	1.941	0.102	1.74	2.11	ns	ns	ns				
	E	17	2.039	0.069	1.92	2.15	***	ns	*	ns		L	8	1.939	0.081	1.80	2.04	ns	ns	ns	ns			
	F	12	2.054	0.077	1.95	2.19	***	ns	ns	ns	ns	M	10	1.914	0.075	1.82	2.07	ns	ns	ns	ns	ns		
	G	2	2.015	0.021	2.00	2.03	**	ns	ns	ns	ns	N	10	1.851	0.080	1.74	2.03	**	ns	**	ns	ns	ns	
最高スピード時 ピッチ(step/s)	A	2	4.705	0.375	4.44	4.97						H	5	4.824	0.118	4.63	4.92							
	B	2	4.860	0.141	4.76	4.96	ns					I	2	4.710	0.071	4.66	4.76	ns						
	C	12	4.844	0.212	4.36	5.06	ns	ns				J	4	4.575	0.152	4.39	4.70	ns	ns					
	D	22	4.831	0.211	4.39	5.17	ns	ns	ns			K	10	4.686	0.266	4.33	5.26	ns	ns	ns				
	E	17	4.891	0.189	4.61	5.26	ns	ns	ns	ns		L	8	4.604	0.202	4.34	4.95	ns	ns	ns	ns			
	F	12	4.707	0.282	4.04	5.06	ns	ns	ns	ns	ns	M	10	4.589	0.177	4.30	4.89	ns	ns	ns	ns	ns		
	G	2	4.885	0.120	4.80	4.97	ns	ns	ns	ns	ns	N	10	4.701	0.209	4.25	4.93	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
ストライド(m)	A	2	2.610	0.226	2.45	2.77						H	5	2.200	0.089	2.13	2.35							
	B	2	2.430	0.099	2.36	2.50	ns					I	2	2.175	0.035	2.15	2.20	ns						
	C	12	2.385	0.112	2.25	2.64	ns	ns				J	4	2.233	0.088	2.16	2.35	ns	ns					
	D	22	2.347	0.144	2.16	2.83	ns	ns	ns			K	10	2.137	0.117	1.92	2.29	ns	ns	ns				
	E	17	2.256	0.084	2.10	2.40	**	ns	ns	ns		L	8	2.111	0.093	1.97	2.22	ns	ns	ns	ns			
	F	12	2.294	0.157	2.10	2.66	*	ns	ns	ns	ns	M	10	2.088	0.098	1.97	2.30	ns	ns	ns	ns	ns		
	G	2	2.185	0.064	2.14	2.23	*	ns	ns	ns	ns	N	10	2.002	0.091	1.88	2.19	*	ns	***	ns	ns	ns	

男子			女子		
グループ名	記録範囲	n	グループ名	記録範囲	n
A	9.60-9.79	2	H	10.80-10.99	5
B	9.80-9.99	2	I	11.00-11.19	2
C	10.00-10.19	12	J	11.20-11.39	4
D	10.20-10.39	22	K	11.40-11.59	10
E	10.40-10.59	17	L	11.60-11.79	8
F	10.60-10.79	12	M	11.80-11.99	10
G	10.80-10.99	2	N	12.00-12.19	10
	合計	69		合計	49

い方が有利となるであろう。

## 2.2. ピッチストライド分析

### 2.2.1. 記録の範囲を分けてみた場合

表 6 には記録からおおよそ 0.2 秒ごとのグループに分けて記録、最高スピード、レース全体でみた総ステップ数、平均ピッチ、平均ストライド、最高スピード時のピッチとストライドをそれぞれのグループごとに平均値 (mean)、標準偏差 (sd)、最小値 (min)

および最大値 (max) とグループ間の平均値の差を分散分析より検定した結果を示した。男女ともに記録、最高スピードでは、グループ間の平均値は統計的に有意な差であることが示された。

レースの総ステップ数をみると男子では記録のよい A グループの 43 ステップから記録が下がるにつれて多くなる傾向が見られ G グループでは 50 ステップとなっている。男子 A グループは D, E, F と G グループとの平均値は有意な差が認められるが、他は、

CとE以外には差が認められなかった。全体で見てもっとも多いステップ数は、Eグループの52.1ステップであり、もっとも少ないのは、Aグループの41.1ステップであった。また、女子では、Hグループの50ステップから記録が下がるに依り、54ステップまで増加する傾向がみられるが、HとN、JとN以外には有意な差ではなかった。全体で見てもっとも多いステップ数は、Nグループの57.4ステップであり、もっとも少ないのは、Jグループの46.6ステップであった。

ピッチでは、男女ともにグループ間に有意な差は認められなかった。ストライドについては、100mをステップで除して求めているので、総ステップ数と同じような傾向であった。

最高スピード時のピッチをみると、もっとも早いのはEグループの4.891step/sであり、もっとも遅いのはAの4.705step/sで、グループ間の平均値の差は認められなかった。女子では、もっとも早いのはHグループの4.824step/s、もっとも遅いのはJの4.575step/sであり、男子同様にグループ間の平均値に有意な差は認められなかった。

最高スピード時のストライドでは、男子でもっとも長いのはAグループの2.610mで記録が低いほど短くなりGでは2.185mになっていた。グループ間での差をみるとAとはE、FおよびGとでは有意な差であったが、他のグループ間では有意ではなかった。女子では、Jグループが2.233mでもっとも長く、このグループよりも記録が低いほど短くなりNグループでは2.002mであった。グループ間の平均値の差をみると、HとN、JとNとの関係以外には、統計的な差がなかった。

疾走スピードは、ピッチとストライドの積であることから、同じスピードでもピッチとストライドの組み合わせ方は無数にあると考えられる。また、100mの記録は最高スピードと密接に関係していることから、レース全体だけではなく、最高スピード時のピッチおよびストライドについても検討した。その結果、平均値でみるとストライドは記録がよいほど長くなる傾向にあるようだが、統計的には差が認められなかった。また、ピッチでは、どのグループ間にも差がなかった。日本のトップレベルの選手は男女ともに、世界トップクラス(男子AとBグループ、女子HとIグループ)と比べてもピッチやストライドとも明らかな差がないことがわかった。このような結果から、日本の選手のピッチやストライドは、世界のトップクラスと同じくらいの範囲に分散しているとみることができよう。しかしながら、男

女ともに世界のトップレベルのサンプル数が少ないグループもあり、今後、さらにデータを収集し蓄積していく必要がある。また、数多くあつまることで、新たな知見が得られるかもしれない。

## 2.2.2. 選手別に記録との関係をみた場合

選手の特性について検討しようと、ピッチとストライドの分析が10レース以上ある選手について、記録との関係についてみたものが表7である。男女ともにそれぞれで9名がいた。

男子の記録の平均値がもっともよいのはS1の10.21秒で、ついでS2の10.30秒で、もっとも記録が低いのはS9の10.52秒であった。女子では、S11の11.41秒からS19の11.83秒であった。

最高スピードをみると、選手別の平均値でもっとも高いのは、男子ではS1の11.34m/s、女子ではS11の9.93m/sであった。最高スピードと記録との相関を選手別に見た場合に、全員が統計的には有意に高い相関関係(-0.980から-0.831)であった。このことは、個人内でも記録と最高スピードとは密接な関係にあり、最高スピードが高いときには、良い記録がでていることを示すものである。

ピッチ-ストライド分析のレース全体の値をみると、男子ではもっとも少なかったのがS9の47.19ステップ、平均ピッチがもっとも速いのがS5の4.815ステップ/sであった。男子の平均値をみると、総ステップが48.53ステップ、平均ピッチが4.68ステップ/s、平均のストライドが2.06mであった。女子ではそれぞれで、53.0ステップ、4.51ステップ/s、1.89mであった。男子の世界のトップクラスのレース中のピッチやストライドについての報告(Saloら、2011)がある。対象レースはオリンピック、世界選手権などのトップクラスの選手があつまる大会のものであった。選手別に見た記録の平均値は、10.02秒から10.17秒、平均ストライドは2.15m、平均ピッチは4.71ステップ/sであった。ストライドの計算で、本報告とはスタート時点とフィニッシュ付近の処理に違いがあるので直接的な比較は困難であるが、世界のトップスプリンターと比べピッチではほぼ同レベルであったが、ストライドでは差が見られた。

ピッチとストライドと記録がどのような関係にあるのかみるために、相関係数をもとに、比例関係の有無を統計的にみることにした。ピッチおよびストライドの相関を見てみると、ストライドとピッチ共に相関があつた選手は5名、ストライドだけに相関があつた選手は4名、ピッチだけに相関があつた選





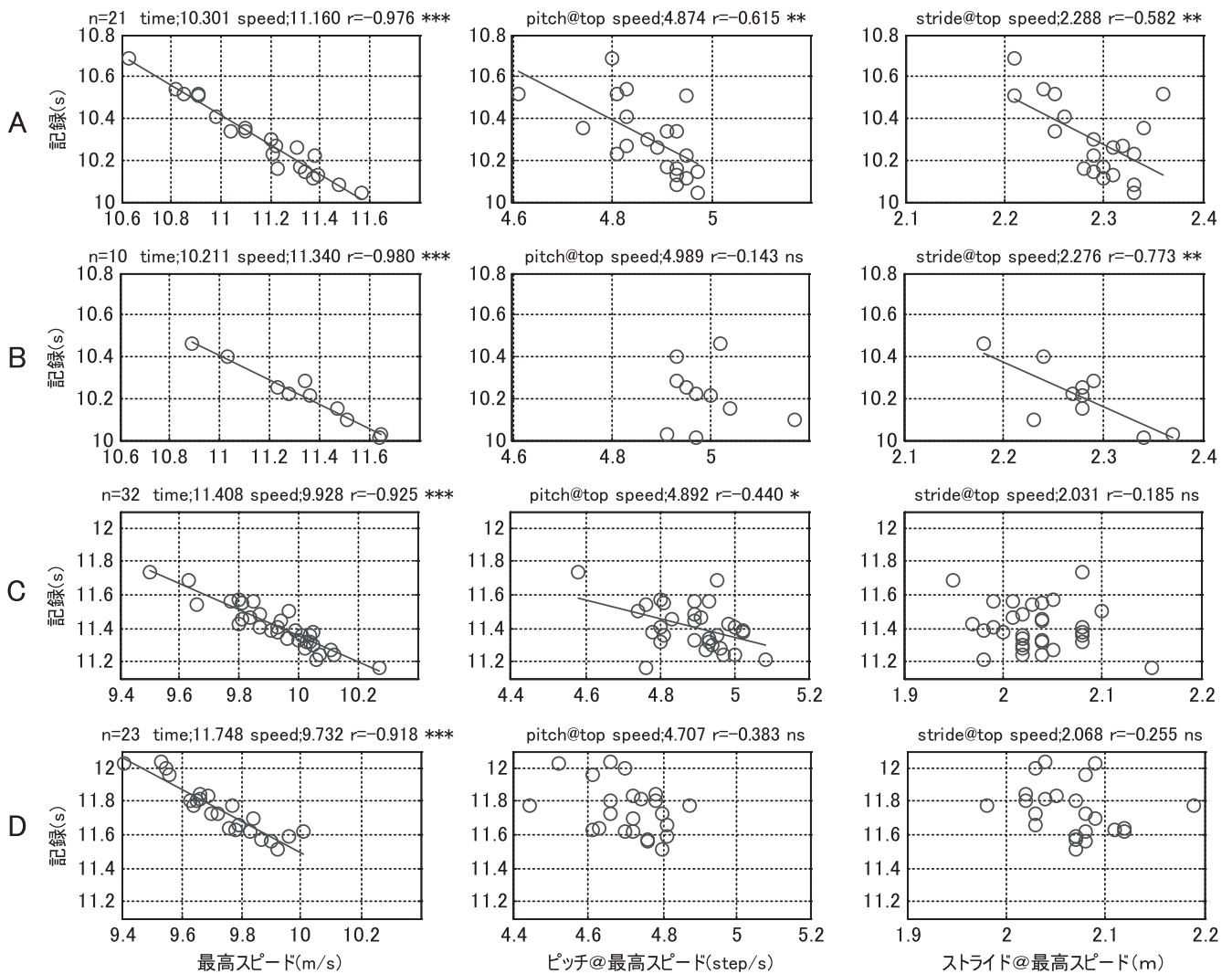


図4. 選手別に見た最高スピード、最高スピード時のピッチおよびストライドと記録との関係における4つのパターン例

各図、最上段には、最高スピードではレース数、記録の平均値、最高スピードの平均値、相関係数と有意水準、最高スピード時のピッチ（ピッチ@最高スピード）では、ピッチの平均値、相関係数と有意水準、最高スピード時のストライド（ストライド@最高スピード）では、ストライドの平均値、相関係数と有意水準を示した。有意水準は ns; $p>0.05$ , \*; $p<0.05$ , \*\*; $p<0.01$ , \*\*\*; $p<0.001$  で示した。

手は5名、両方とも相関がなかった選手は4名であり、相関係数の有無で分類すると4つのタイプがあることがわかった。ピッチとストライドともに記録と相関している選手は、ピッチが速くてストライドも長いほど、記録が良いという傾向にある。ストライドだけに相関が見られた選手では、ピッチと記録とは一定の傾向がないが、ストライドが長いほど記録が良い。ピッチだけに相関が見られたのは、逆に、ストライドと記録とは一定の関係がないが、ピッチが早いときには、良い記録がでる傾向にある。また、両者ともに相関がない場合には、一定の傾向がないので、記録はピッチおよびストライドともに比例傾向が少ないと考えることができよう。男女ともに4つのタイプに分散しており、どのタイプが望ましい

のかではなく、いろいろなタイプがあると考えられる。

レース全体で見ると、ピッチおよびストライドも変動していることが報告されている（松尾ら、2010）し、最高スピードと記録とが密接な関係にあるので、最高スピード時のピッチとストライドの関係について検討した。最高スピードのときのピッチとストライドと記録との関係を統計的にみると、両者ともに相関があった選手は2名、ストライドだけに相関があった選手は9名、ピッチだけに相関があった選手は1名、両者ともに相関がなかったのは6名であった。レース全体で見ただけの場合にはそれぞれのタイプが分散していたが、最高スピード時のピッチとストライドでみると、ストライドと記録の相関

がある人数が半数以上におよんだ。それぞれのタイプの典型的な例を図4に示した。上から両方とも相関がある場合、ストライドだけに相関がある場合、ピッチだけが相関がある場合と両方とも相関がない場合の典型例を示した。上2段のAとBは男子選手、下の2段のCとDは女子選手である。最高スピードと記録とは非常に高い相関が見られるが、ピッチおよびストライドになると相関係数が小さくなっている。これは、相関関係があるとはいえ、最高スピードとピッチやストライドではバラツキが大きく、同じ程度のストライドでも記録の分散が大きい選手もいる。したがって、統計的に相関があるからといって、単純にその指標を伸ばせがよいというわけではない。ストライドと比例関係があるタイプで、ピッチを少なくしてストライドを伸ばすのではなく、ピッチを保持したままでストライドを伸ばせることが最高スピードを向上させる方向性を考える方が妥当であろう。逆の場合では、ある程度のストライドを保持できたうえでのピッチの向上がスピードアップにつながると考えられる。

これらの分析結果は、選手別に記録との関係を見た場合に、ピッチとストライドとの関係を記録との関係で見た場合にはおおよそ4つのタイプがあるということがわかった。選手別にみるとバラツキが大きく、統計的な有意性を重視することよりも、バラツキもあわせて今後の競技力向上に向けた方向性を検討するとともに、その成果とも擦り合わせる必要があるだろう。オリンピック選手がピッチを維持してストライドを伸ばして記録を向上させようと意図したトレーニングで、結果として従来と比較してピッチの上昇がみられたという事例（土江、2004）もある。これらのことから、このような処理により選手のタイプを検討するための一助になるだろうが、トレーニングへの応用は慎重な議論が必要であり、さらに、そのあとのトレーニングの意図とその成果に関する情報交換が重要となってくるであろう。

## まとめ

2014年の出雲陸上から日本選手権までの男女100mレース中のスピード、ピッチおよびストライドを分析した。また、今まで蓄積してきたデータをもとに、スピード分析やピッチ-ストライド分析結果について集計を試みた。

1. 男子についてみると2014の日本選手権までに計測してもっともよい記録はゴールデングランブ

リのGatlin選手の10.02秒(-3.5m/s)で、レース中の最高スピードは10.52m/sであった。女子ではもっとも記録がよかったのもゴールデングランプリでのBartoletta選手の11.18秒(-0.8m/s)で、最高スピードは10.22m/sであった。

2. 従来から蓄積されたデータから追風参考記録を除外し、複数例のデータがある選手では、その中からもっとも記録のよかったレースのデータを個人の代表値として抽出した。このデータを基にして、記録と、最高スピード、30mラップタイムおよびスピード逓減率との関係について検討した結果、男女ともに最高スピードと記録、および30mラップタイムとは統計的に有意な相関関係があることが示され、30mラップタイムが速く、最高スピードが高いほど記録も良いことが示された。しかしながら、スピード逓減率では、男子では有意な相関がみられ記録が良いほど逓減率が低くなる傾向にあるが、女子では有意な相関ではなかった。
3. 記録からおおよそ0.2秒ごとのグループに分けて記録、最高スピード、レース全体でみた総ステップ数、平均ピッチ、平均ストライド、最高スピード時のピッチとストライドをそれぞれのグループごとに平均値(mean)、標準偏差(sd)、最小値(min)および最大値(max)とグループ間の平均値の差を分散分析より検定した結果を示した。男女ともに記録、最高スピードでは、グループ間の平均値は統計的に有意な差であることが示されたが、ピッチではさがなく、ストライドでは一部のグループ間で差が認められた。
4. 選手の実績について検討するために、ピッチとストライドの分析が10レース以上ある選手について、記録との関係についてみた。男女ともに9名ずつの選手が抽出できた。記録と最高スピード時のピッチとストライドの関係を見ると、ピッチとストライドともに記録と相関するタイプの選手が2名、ストライドだけに相関があった選手は9名、ピッチだけに相関があった選手は1名、両者ともに相関がなかったのは6名であり、4つのタイプに分類できることがわかった。

## 参考文献

- 松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、杉田正明、2008年男女100m、110mハードルおよび100mハードルのレース分析、陸上競技研究紀要、5、50-62、2009
- 松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、杉田正明、

2009年シーズンにおける直走路種目のスピードとストライドの分析、陸上競技研究紀要、6、63-69、2010

松尾彰文、持田尚、法元康二、小山宏之、阿江通良、世界トップスプリンターのストライド頻度とストライド長の変化、陸上競技研究紀要、6、56-62、2010

松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、持田尚、杉田正明、松林武生、貴嶋孝太、川崎知美、苅部俊二、土江寛裕、清田浩伸、麻場一徳、中村宏之、100mレースにおける4ステップごとにみたスピード、ピッチおよびストライドの変化、陸上競技研究紀要、7、21-29、2011

松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、小林海、松林武生、貴嶋孝太、山本真帆、綿谷貴志、渡辺圭佑、杉田正明、2012年および2013年の100mレースにおけるスピード変化と最高スピード出現区間について、陸上競技研究紀要、第9巻、50-55、2013

Mureika, J. R., A Realistic Quasi-Physical Model of the 100 Metre Dash, Can. J. Phys. 79, 697-713, 2001

SALO, A. I. T., I. N. BEZODIS, A. M. BATTERHAM, and D. G. KERWIN. Elite Sprinting: Are Athletes Individually Step-Frequency or Step-Length Reliant?, Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 43, No. 6, pp. 1055-1062, 2011.

土江寛裕、アテネオリンピックに向けての「走りの改革」の取り組み、スポーツ科学研究、1、10-17、2004

追記 ; Gatlin 選手の向風 3.5m/s での 10.02 秒について

ゴールドングランプリで男子 100m 決勝では強い向風 3.5m であった。そんな中でも Gatlin 選手は 10.02 秒でフィニッシュした。これは、いったいどのくらいの記録に相当するのだろうか。風速や標高を補正する方法についての報告をもとにして無風、標高 0m でのタイムをもとめてみた。その結果を追記表に示した。Gatlin 選手の記録は 9.80 秒、桐生選手では 10.22 秒、大瀬戸選手では 10.23 秒、川面選手では 10.24 秒となった。9.80 秒であれば 91 年世界選手権の Lewis の 9.86 秒よりもよかったことになる。また、追風 2.0m/s であればどうなったであろうか。計算式を活用すると補正タイムが 9.80 秒になる記録は 9.71 秒であった。日本選手でもさ

追記表 . GGP における男子 100m 決勝 (風 -3.5m/s) の主な選手の記録と無風、標高 0m の条件に補正した記録および両者間の差

	記録(s)	補正記録(s)	記録との差(s)
Gatlin	10.02	9.80	0.22
桐生	10.46	10.22	0.24
大瀬戸	10.47	10.23	0.24
川面	10.48	10.24	0.24

補正式 (Mureika, J. R., 2001)

$$t_{0,0} \approx [1.027 - 0.027 \exp(-0.00125 H) (1 - w \cdot t_{w,H} / 100)^2] t_{w,H}$$

ここで、 $t_{0,0}$  は無風、標高 0m 条件に補正した記録、 $\exp$  は指数関数、 $H$  は標高 (m)、 $w$  はレース中の風速 (m/s)、 $t_{w,H}$  は対象とするレースの記録  
国立競技場の標高を 30m として計算した。

らに 0.10 秒よくなり、それぞれで 10.12 秒、10.13 秒と 10.14 秒になった。

また、2013/ 第 97 回日本選手権 Statistics Information で <男子 / 100m / 風速が記録におよぼす影響> についての資料が提供されている。ここでは「平地で無風の条件下で 10.00 秒で走った場合の影響を算出」した結果が示されている。Gatlin の記録は 10.00 秒ではないが、向かい風 3.5m/s の場合をみると、0.368 秒となっているので、10.02 秒からひくと 9.652 秒となる。また、この数値をさらに桐生選手、大瀬戸選手や川面選手の記録に応用すると彼らの記録は 10.1 秒前後となる。さらに、追風 2.0m/s の条件のときを試算すると、さらに 0.161 秒記録がよくなることになり、世界記録や、日本人初の 9 秒台が見られたという結果となった。

風の影響については、投影面積、空気密度、温度などの条件を考慮する必要があるので非常に複雑であり、レポートによって計算式が異なる。いずれにせよ、短距離レースにとって、追風により相当の利得があることは確かであり、短距離レースの記録には風条件の付記が不可欠ということである。

## 2014年度競技会における男子400m走のレース分析

山本真帆<sup>1)</sup> 松林武生<sup>1)</sup> 山中亮<sup>1)</sup> 小林海<sup>2)</sup> 松尾彰文<sup>3)</sup> 柳谷登志雄<sup>4)</sup> 広川龍太郎<sup>5)</sup>  
小山宏之<sup>6)</sup> 榎本靖士<sup>7)</sup> 岡崎和伸<sup>8)</sup> 門野洋介<sup>9)</sup> 山元康平<sup>10)</sup>  
1) 国立スポーツ科学センター 2) 目白大学 3) 鹿屋体育大学 4) 順天堂大学  
5) 東海大学 6) 京都教育大学 7) 筑波大学 8) 大阪市立大学 9) 仙台大学  
10) 筑波大学大学院

### 1. はじめに

男子400mにおいて最高走速度と記録との間に相関関係があることは、これまでに報告してきた。しかしこの関係は、100mや200mの最高走速度と記録との関係ほど強くない。なぜなら400mは、走速度の高低に加えて、疲労の影響による走速度の低下や、疾走動作の変容が認められるからである。走速度低下の要因を探ることは、走速度低下を最小限にとどめる一助となる可能性がある。

日本陸上競技連盟科学委員会と国立スポーツ科学センターでは、2009年以降、男子400mの選手を対象に、競技会におけるレース分析を行ってきた。その内容は、通過タイム・走速度・ピッチ・ストライドの変化、最高走速度と後半走速度の走速度の低下率を示したものであった。分析結果は、コーチに伝えレースの振り返りや過去のレースとの比較をするための資料の一つとして活用された。

### 2. 対象

対象競技会は、第30回静岡国際陸上競技大会(5月3日)、第98回日本陸上競技選手権大会(6月6-8日)、第15回世界ジュニア陸上競技選手権大会(7月22-27日)、第17回アジア競技大会(9月27日-10月3日)における男子400m走であった。

対象選手は、上記4大会のうち国内で開催された競技会については決勝に進出し、かつ分析可能であった選手9名(のべ14レース)とし、国外で開催された競技会については、出場した日本人選手3名(のべ6レース)およびそれぞれの競技会の優勝選手2名(のべ2レース)とした。記録は、44.46秒から47.31秒であり、平均記録は46.24±0.65

秒であった。

### 3. 方法

#### 3.1 撮影方法

400m走および400mH走のレース映像の撮影は、デジタルビデオカメラ(Casio Exilim EX-F1 29.97fps)を2~4台用いて、スタンドから行なった。国内大会においては、カメラを三脚に取り付け400m走および400mH走のレース映像を同じ場所から撮影した。撮影場所は、第1局走路、バックスタンド、第4局走路、フィニッシュラインの4か所であった。国外大会においては、場所や持ち物の規制が厳しいため、カメラのみを使用して同様の方法で撮影を実施した。撮影場所は、第1局走路、バックスタンド、第4局走路であった。スタートピストルの閃光を撮影した後、全選手がフィニッシュするまで追従撮影を行なった。

#### 3.2 分析項目

全ての分析は400mHのハードル間の距離を基準に行なった(以下、分析区間とする)。

撮影した映像は、映像再生・編集ソフト(QuickTimePro7, Apple USA)を使用し、ピストルの閃光をゼロフレーム目に編集した後、Overlay表示技術で各ハードルの位置を選手が通過した瞬間のフレーム数を確認した。Overlayによる分析には、表計算ソフトウェア(MS-Excel 2010)のVisual Basic for Applicationを用いて開発した映像分析プログラムを用いた。

通過に要したフレーム数をフレームレートで除すことで通過タイムを算出し、これを400mHのハードル間の距離で除すことにより、分析区間の平均走速

表1 400mH ごとの通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度および走速度低下率

選手名	記録	大会	上段:通過タイム[s]		中段:区間タイム[s]		下段:区間平均走速度[m/s]							低下率 [%]
			45m	80m	115m	150m	185m	220m	255m	290m	325m	360m	400m	
金丸祐三	45.46	静岡国際	5.67	9.21	12.78	16.35	19.99	23.82	27.79	31.87	36.10	40.31	45.46	15.87
		2014.5.3	5.67	3.54	3.57	3.57	3.64	3.84	3.97	4.07	4.24	4.20	5.15	
石塚祐輔	45.98	静岡国際	5.61	9.18	12.78	16.35	20.09	23.89	27.89	31.97	36.27	40.61	45.98	17.69
		2014.5.3	5.61	3.57	3.60	3.57	3.74	3.80	4.00	4.07	4.30	4.34	5.37	
小林直己	46.20	静岡国際	5.81	9.38	12.98	16.67	20.35	24.16	28.19	32.30	36.57	40.87	46.20	17.05
		2014.5.3	5.81	3.57	3.60	3.69	3.69	3.80	4.04	4.10	4.27	4.30	5.33	
加藤修也	46.29	静岡国際	6.04	9.84	13.55	17.28	20.95	24.72	28.70	32.70	36.84	41.07	46.21	13.39
		2014.5.3	6.04	3.80	3.70	3.74	3.67	3.77	3.97	4.00	4.14	4.24	5.14	
木村和史	46.29	静岡国際	5.97	9.74	13.58	17.42	21.25	25.06	28.96	32.90	37.00	41.21	46.29	10.32
		2014.5.3	5.97	3.77	3.84	3.84	3.84	3.80	3.90	3.94	4.10	4.20	5.08	
渡邊和也	46.53	静岡国際	5.77	9.44	13.08	16.75	20.49	24.29	28.26	32.37	36.70	41.14	46.53	18.05
		2014.5.3	5.77	3.67	3.64	3.67	3.74	3.80	3.97	4.10	4.34	4.44	5.39	
油井快晴	46.78	静岡国際	5.81	9.48	13.08	16.72	20.42	24.26	28.28	32.37	36.69	41.16	46.78	19.40
		2014.5.3	5.81	3.67	3.60	3.64	3.70	3.84	4.02	4.09	4.32	4.47	5.62	
木村淳	47.11	静岡国際	5.81	9.31	12.88	16.52	20.32	24.29	28.35	32.47	36.84	41.39	47.11	23.08
		2014.5.3	5.81	3.50	3.57	3.64	3.80	3.97	4.05	4.12	4.37	4.55	5.72	
廣瀬英行	47.31	静岡国際	5.81	9.41	13.01	16.60	20.39	24.26	28.29	32.43	36.84	41.47	47.31	22.66
		2014.5.3	5.81	3.60	3.60	3.59	3.79	3.87	4.04	4.14	4.40	4.64	5.84	
金丸祐三	45.69	日本選手権	5.67	9.21	12.71	16.28	20.05	23.89	27.89	31.97	36.20	40.47	45.69	17.97
		2014.6.8	5.67	3.54	3.50	3.57	3.77	3.84	4.00	4.07	4.24	4.27	5.22	
渡邊和也	46.30	日本選手権	5.71	9.21	12.78	16.38	20.19	24.09	28.13	32.13	36.47	40.94	46.30	21.64
		2014.6.8	5.71	3.50	3.57	3.60	3.80	3.90	4.04	4.00	4.34	4.47	5.36	
小林直己	46.38	日本選手権	5.61	9.31	12.90	16.45	20.15	24.07	28.14	32.23	36.50	40.91	46.38	19.32
		2014.6.8	5.61	3.70	3.59	3.55	3.70	3.92	4.07	4.09	4.27	4.40	5.47	
加藤修也	46.49	日本選手権	5.92	9.58	13.21	16.95	20.72	24.52	28.50	32.57	36.84	41.11	46.49	14.84
		2014.6.8	5.92	3.65	3.64	3.74	3.77	3.80	3.97	4.07	4.27	4.27	5.38	
石塚祐輔	46.69	日本選手権	5.64	9.21	12.78	16.48	20.25	24.12	28.16	32.30	36.57	41.11	46.69	21.32
		2014.6.8	5.64	3.57	3.57	3.70	3.77	3.87	4.04	4.14	4.27	4.54	5.58	
加藤修也	46.26	世界ジュニア選手権	5.87	9.64	13.46	17.25	21.05	24.92	28.93	32.93	37.04	41.14	46.26	8.13
		2014.7.24	5.87	3.77	3.82	3.79	3.80	3.87	4.00	4.00	4.10	4.10	5.12	
油井快晴	46.68	世界ジュニア選手権	5.94	9.61	13.31	16.98	20.72	24.76	28.86	32.93	37.20	41.51	46.68	14.73
		2014.7.24	5.94	3.67	3.70	3.67	3.74	4.04	4.10	4.07	4.27	4.30	5.17	
Machel CEDENIO	45.13	世界ジュニア選手権	5.61	9.14	12.78	16.45	20.19	24.09	28.13	32.20	36.24	40.24	45.13	11.67
		2014.7.25	5.61	3.54	3.64	3.67	3.74	3.90	4.04	4.07	4.04	4.00	4.89	
加藤修也	46.17	世界ジュニア選手権	5.91	9.68	13.48	17.25	21.02	24.97	29.06	33.07	37.10	41.17	46.17	7.38
		2014.7.25	5.91	3.77	3.80	3.77	3.77	3.95	4.09	4.00	4.04	4.07	5.00	
油井快晴	47.08	世界ジュニア選手権	5.81	9.44	13.11	16.85	20.72	24.82	28.93	33.07	37.34	41.68	47.08	16.15
		2014.7.25	5.81	3.64	3.67	3.74	3.87	4.10	4.10	4.14	4.27	4.34	5.40	
Y.A.M. MASRAHI	44.46	アジア選手権	5.67	9.01	12.51	16.08	19.65	23.32	27.19	31.21	35.27	39.31	44.46	17.36
		2014.9.28	5.67	3.34	3.50	3.57	3.57	3.67	3.87	4.01	4.06	4.04	5.15	
金丸祐三	46.04	アジア選手権	5.67	9.28	12.91	16.52	20.27	24.12	28.16	32.37	36.57	40.81	46.04	14.96
		2014.9.28	5.67	3.60	3.64	3.60	3.75	3.85	4.04	4.20	4.20	4.24	5.23	
加藤修也	46.13	アジア選手権	5.94	9.61	13.35	17.10	20.99	24.86	28.96	33.11	37.30	41.26	46.13	7.17
		2014.9.28	5.94	3.67	3.74	3.75	3.89	3.87	4.10	4.15	4.20	3.95	4.87	

度を算出した。持田らの報告に倣って、最高走速度をレース前半の走速度の代表値とし、325-360m区間(400mHの9台目から10台目の間)の走速度をレース後半の走速度の代表値とした(持田ら, 2007)。

ピッチの算出は、分析区間ごとに選手の足が接地する瞬間のフレーム数と、分析区間内の歩数を読み

取った。歩数は、左右差の影響をなくするために偶数歩とした。各歩数に要したフレーム数を区間内の歩数で除すことにより、区間の平均ピッチを算出した。平均ストライドは、平均走速度を平均ピッチで除すことにより算出した。

走速度の低下率は、最高走速度から325-360m区

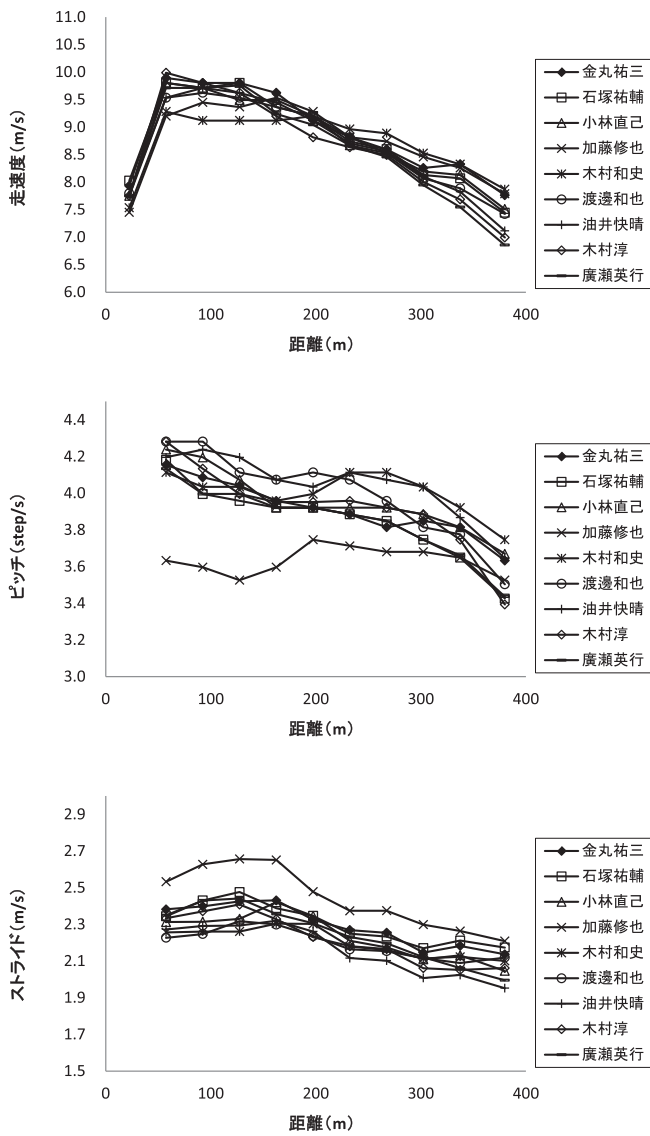


図1 静岡国際陸上競技大会における走速度、ピッチおよびストライドの変化

間の走速度を引いた値を最高走速度で除すことにより求めた。

### 3.3 コーチ・選手へのフィードバック

コーチ・選手には、通過タイム、区間平均走速度、平均ピッチ、平均ストライドのスタートからフィニッシュまでの変化をフィードバックした。通過タイムについては、400mHのハードル位置の通過タイムを直線回帰から50m毎の通過タイムに換算してフィードバックした。

## 4. 結果

表1には、全データの通過タイム、区間タイム、区間平均走速度および最高走速度と後半走速度の走速度の低下率を示した。走速度、ピッチおよびスト

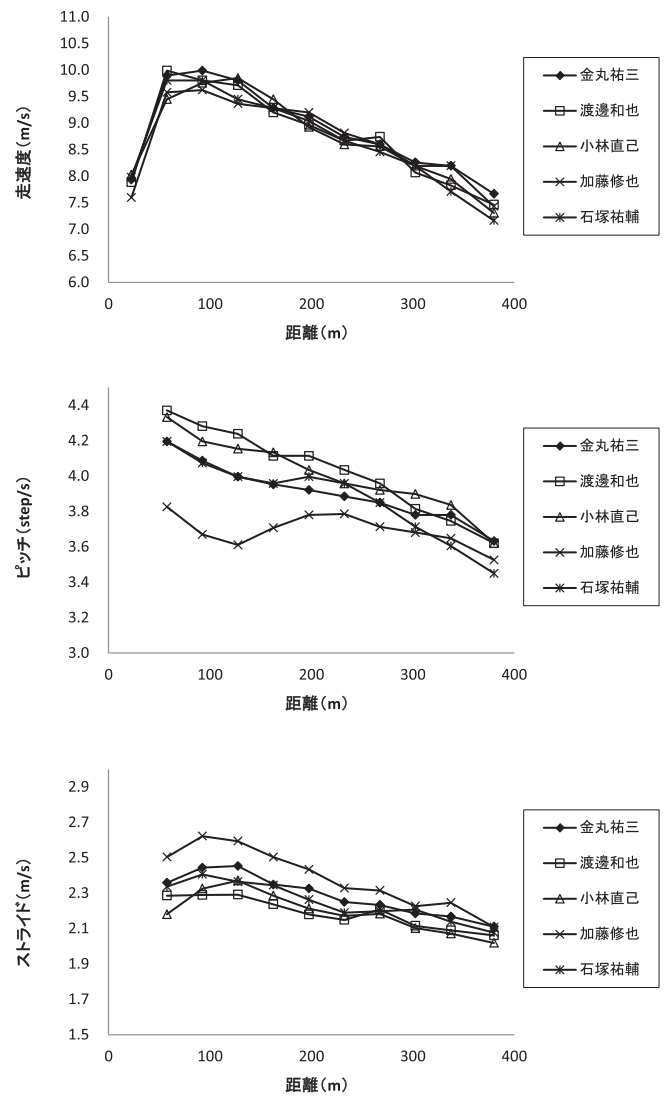


図2 日本陸上競技選手権大会における走速度、ピッチおよびストライドの変化

ライドの変化は試合ごとに分けて示した。

### 4.1 静岡国際陸上競技大会

図1には、静岡国際陸上競技大会における走速度、ピッチおよびストライドの変化を示した。

### 4.2 日本陸上競技選手権大会

図2には、日本陸上競技選手権大会における走速度、ピッチおよびストライドの変化を示した。

### 4.3 世界ジュニア陸上競技選手権大会

図3には、世界ジュニア陸上競技選手権大会における走速度、ピッチおよびストライドの変化を示した。

### 4.4 アジア競技大会

図4には、アジア競技大会における走速度、ピッ

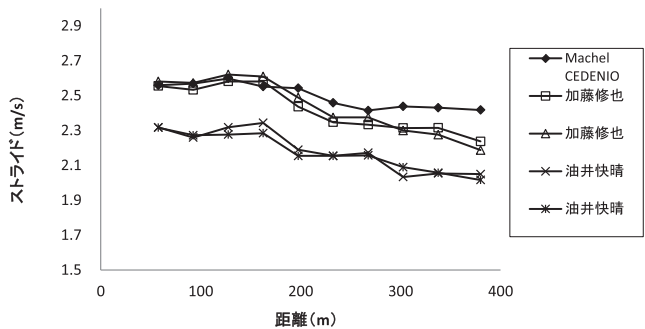
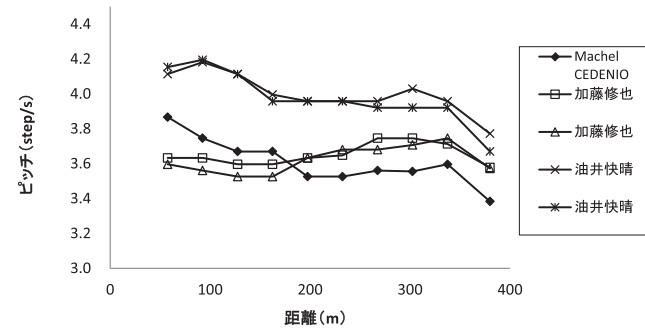
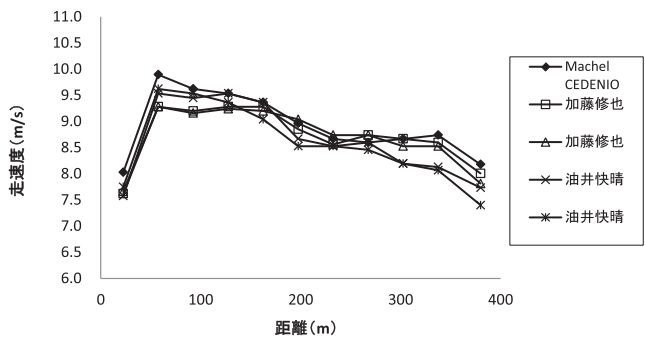


図3 世界ジュニア陸上競技選手権大会における走速度、ピッチおよびストライドの変化

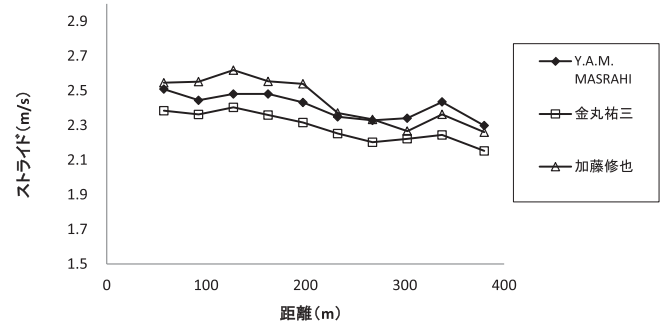
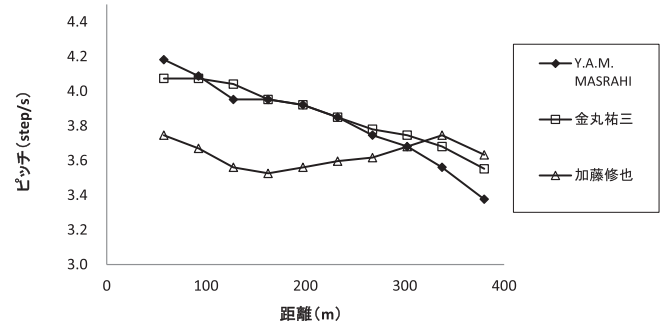
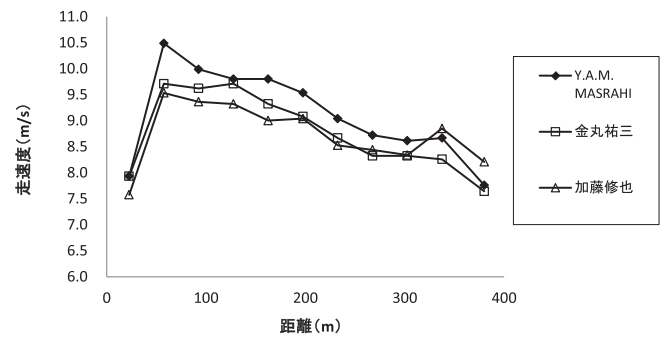


図4 アジア競技大会における走速度、ピッチおよびストライドの変化

ちおよびストライドの変化を示した。

#### 4.5 100m ごとの通過タイムおよび区間タイム

図5には、全データの100m 毎の通過タイムとフィニッシュタイムの関係を示した。200m 以降の結果で、通過タイムとフィニッシュタイムの関係に有意な正の相関関係が認められた。

図6には、100m ごとの区間タイムとフィニッシュタイムの関係を示した。0-100m 区間以外の区間で、フィニッシュタイムとの間に有意な正の相関関係が認められた。本報告の結果で、特に300-400m 区間タイムとフィニッシュタイムとの関係が強かったのは、レース後半が強い同じ選手のデータが多かったことが原因であろう。

#### 参考文献

土江寛裕, 中川博文, 矢澤誠, 佐々木秀幸 (2002)

200m 競走における10m ごとの疾走速度とピッチ、ストライドの変化, 陸上競技紀要, 15 : 30-38.

広川龍太郎, 杉田正明, 松尾彰文, 阿江通良, 高野進, 末續慎吾 (2007) 男子100m 走における、国内GPにて収集した外国人選手と末續慎吾選手の疾走速度の分析, 日本陸上競技研究紀要, 3 : 39-41.

本道慎吾, 安井年文, 澤村博, 青山清英 (2007) ロングスプリント (300m 走) における主観的努力度合が客観的出力に与える影響に関する研究, 陸上競技研究, 70 (3) : 30-36

持田尚, 松尾彰文, 柳谷登志雄, 矢野隆照, 杉田正明, 阿江通良 (2007) Overlay 表示技術を用いた陸上競技400m 走レースの時間分析, 日本陸上競技研究紀要, 3 : 9-15.

持田尚, 杉田正明 (2010) 2007 世界陸上競技選手権大阪大会における決勝400m 走レースのバイオメカニクス分析, 日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班報告書, 51-75.



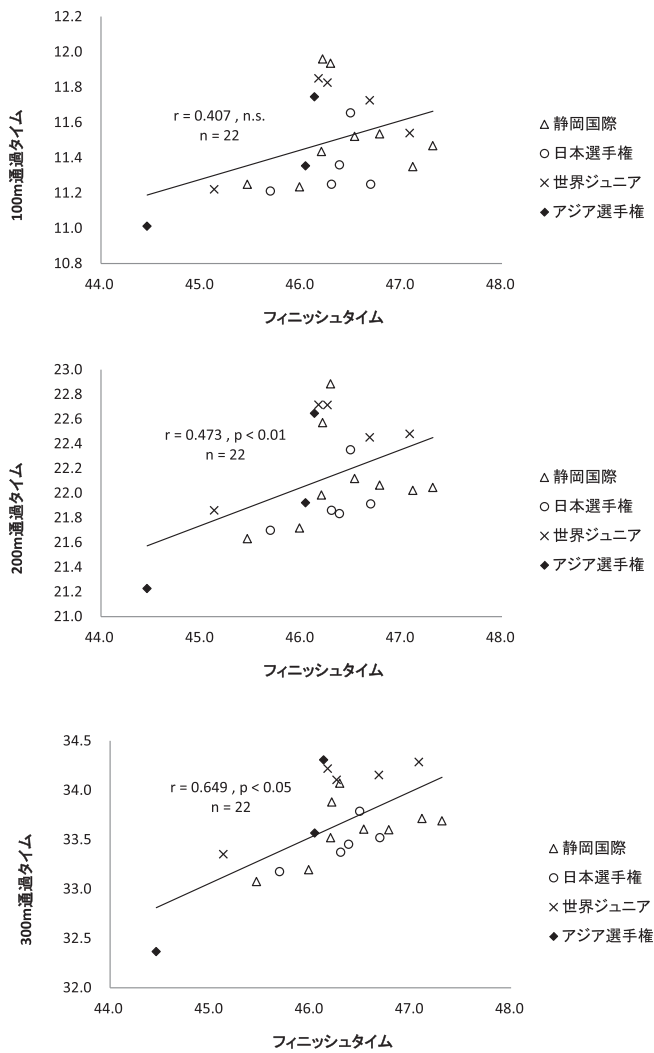


図5 400mレースにおける100mごとの通過タイムとフィニッシュタイムの関係

山本真帆, 松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 松林武生, 貴嶋孝太, 渡辺圭佑 (2013) 競技会における男子400m走のレース分析, 日本陸上競技研究紀要, 9: 66-70.

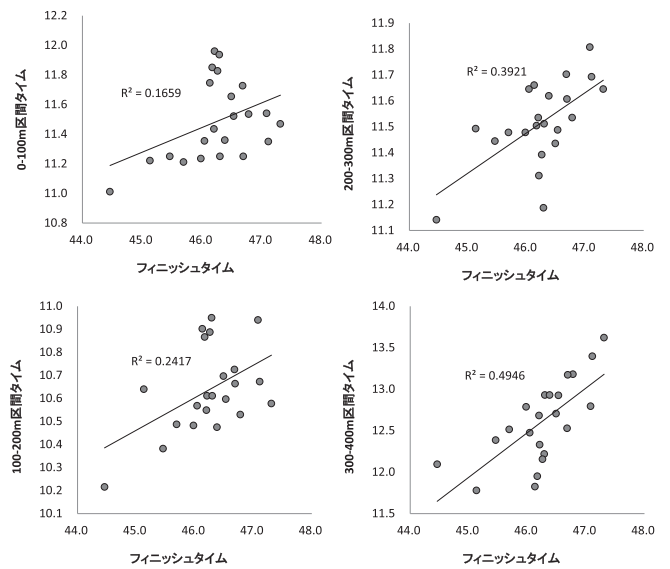


図6 100m区間毎における区間タイムとフィニッシュタイムの関係

## 世界一流ジュニア 800m 選手のパフォーマンスとレースパターン ～第15回世界ジュニア選手権大会の分析～

門野洋介<sup>1)</sup>

1) 仙台大学

榎本靖士<sup>2)</sup>

2) 筑波大学

### 1. はじめに

本稿の目的は、第15回世界ジュニア選手権大会における男女800m入賞者のプロフィール、パフォーマンスおよびレースを分析し、その特徴を明らかにするとともに、日本のジュニアからシニアへ向けたパフォーマンス向上への示唆を得ることである。

### 2. 方法

分析対象者は、男女800mで8位に入賞した選手16名（男女各8名）および日本代表として女子800mに出場した平野稜子選手（筑波大）であった。選手の生年月日やシーズンベスト記録（以下、SB）、自己ベスト記録（以下、PB）等のプロフィールおよびパフォーマンスに関するデータは、IAAF（国際陸上競技連盟）のウェブサイト（[www.iaaf.org](http://www.iaaf.org)）から収集した。レース分析に関するデータは、以下の方法によって収集、分析した。1台のビデオカメラ（60Hz）を用い、トラック全体が見渡せるメインスタンド中央からレース全体をVTR撮影した。スタートピストルの閃光をシャッタースピード1/60sで撮影した後、シャッタースピード1/500～1/1000sで選手を追従撮影した。撮影したVTR画像から100m毎の通過タイムを読み取り（但し、最初の地点はブレイクラインの113mとした）、通過タイムから各区間に要したタイム（区間タイム）を算出し、区間距離を区間タイムで除すことにより区間平均走スピード（スピード）を算出した。また、各区間において10歩に要した時間を読み取り、1歩の平均時間の逆数をピッチ、スピードをピッチで除すことによりストライドを算出した。

### 3. 結果

3.1 入賞者のプロフィールおよびパフォーマンス  
表1は、男女800m入賞者のプロフィールおよびパフォーマンスを示したものである。

女子800mは、WAMBUI選手（KEN）が2分00秒49のPBで優勝した。決勝においては、WAMBUI選手以外にPBを更新した選手はおらず、レースを途中棄権した者（DNF）が2名いた。1位～3位の選手は、予選、準決勝、決勝と記録を向上させており、その他の選手は維持あるいは低下していた。大会前のSBおよびPBをみると、1分57秒台（DIAGO選手）から2分05秒台（SOUHI選手）の非常に幅広いレベルの選手が入賞していた。また、800m以外にも400mや1500m等の周辺種目を実施している選手が4名おり、過去に世界ユースや世界ジュニアに出場経験のある者が5名いた。

男子は、KIPKETER選手（KEN）が2014年世界ジュニアランキングトップの1分43秒95のPBで優勝した。決勝においては、1位～7位までがPBを更新するというレースであった。また、1位～7位の選手はほぼ全員予選、準決勝、決勝と記録を向上させていた（4位のANDRE選手以外）。大会前のSBおよびPBをみると、1分45秒台（KIPKETER選手とMASIKONDE選手）から1分49秒台（BERGLUND選手）の選手が入賞していた。また、800m以外の種目を実施している選手はANDRE選手1名だけであった。女子と同様に、過去に世界ユースや世界ジュニアに出場経験のある者が5名いた。

### 3.2 決勝のレースパターン

表2は、女子800m決勝における通過タイム、スピード、ピッチおよびストライドを表したものであり、図1は、そのスピードの変化を表したものである。レース展開は、700m過ぎで途中棄権し

表1 男女 800m 入賞者のプロフィールおよびパフォーマンス

性別	順位	選手名	国	生年月日	パフォーマンス						他種目PBおよび主な実績	
					2012	2013	2014		2014世界ジュニア			
					SB	SB	大会前SB	大会前PB	予選	準決勝		決勝
女子	1	Margaret Nyairera WAMBUI	KEN	15-Sep-95			2:04.24	2:04.24	2:04.24	2:03.72	2:00.49	
	2	Sahily DIAGO	CUB	26-Aug-95	2:03.67	2:01.30	1:58.00	1:57.74	2:04.60	2:03.60	2:02.11	400m: 53.87 (2014) 1500m: 4:14.73 (2014) 2011世界ユース800m準決勝
	3	Georgia WASSALL	AUS	30-Mar-96	2:06.82	2:03.37	2:01.78	2:01.78	2:05.69	2:04.84	2:02.71	400m: 53.98 (2014) 1500m: 4:18.48 (2014) 2013世界ユース800m4位
	4	Georgia GRIFFITH	AUS	5-Dec-96		2:09.16	2:04.05	2:04.05	2:04.53	2:04.00	2:04.12	
	5	Sara SOUHI	MAR	15-May-96		2:10.79	2:05.80	2:05.80	2:06.38	2:05.37	2:06.16	1500m: 4:23.17 (2014)、2014世界ジュニア予選落
	6	Zeyituna MOHAMMED	ETH	2-Feb-96	2:05.31	2:05.05	2:01.55	2:01.55	2:04.47	2:04.62	2:09.38	2012世界ジュニア800m予選落
		Maximila IMALI	KEN	8-Feb-96			2:04.20	2:04.20	2:06.91	2:05.37	DNF	
		Anita HINRIKSDOTTIR	ISL	13-Jan-96	2:03.15	2:00.49	2:01.81	2:00.49	2:03.41	2:04.99	DNF	400m: 54.29 (2013) 1500m: 4:15.14 (2014) 2013世界ユース800m1位 2011世界ジュニア800m4位
男子	1	Alfred KIPKETER	KEN	28-Dec-96		1:48.01	1:45.67	1:45.67	1:49.80	1:48.67	1:43.95	2013世界ユース800m1位
	2	Joshua Tiampati MASIKONDE	KEN	16-Aug-96			1:45.85	1:45.85	1:47.84	1:48.09	1:45.14	
	3	Andreas ALMGREN	SWE	12-Jun-95	1:50.45	1:49.46	1:46.99	1:46.99	1:50.27	1:48.87	1:45.65	2011世界ユース800m準決勝
	4	Thiago ANDRÉ	BRA	4-Aug-95			1:47.85	1:47.85	1:48.05	1:48.16	1:46.06	1500m: 3:40.59 (2014)、2014世界ジュニア4位 3000m: 7:59.02 (2014) 5000m: 15:01.37 (2012) 10000m: 30:12.70 (2013)
	5	Jena UMAR	ETH	24-Dec-95	1:47.03		1:47.00	1:47.00	1:49.44	1:48.81	1:46.23	2012世界ジュニア800m準決勝
	6	Tre'tez KINNAIRD	USA	13-Jan-95	1:49.31		1:47.99	1:47.99	1:50.07	1:48.04	1:47.13	2011世界ユース800m準決勝
	7	Kalle BERGLUND	SWE	11-Mar-96		1:53.34	1:49.43	1:49.43	1:50.99	1:48.57	1:47.31	
	8	Kyle LANGFORD	GBR	2-Feb-96	1:51.31	1:48.32	1:47.41	1:47.41	1:49.73	1:48.76	1:55.21	2013世界ユース800m3位

※  はPBを表す。

た HINRIKSDOTTIR 選手 (ISL) がスタートからハイペースで引っ張り、400m を 56 秒 33 の非常に速いタイムで通過した。このペースに、優勝した WAMBI 選手、2 位 DIAGO 選手 (CUB)、6 位の MOHAMMED 選手 (ETH) がついて先頭集団を形成し、他の選手が 20 ~ 30m ほど離れてレースを進めた。600m 手前で HINRIKSDOTTIR 選手のペースが落ち、WAMBI 選手と DIAGO 選手が先頭に立ち、ラスト 100m で WAMBI 選手が DIAGO 選手を振り切った。WAMBI 選手の後半 400m タイムは 64 秒 02 であった。6 位の MOHAMMED 選手は 400m 過ぎから先頭集団から遅れ始め、600m 過ぎで 3 位の WASSALL 選手 (AUS) に捕えられ、後半 400m において大きく失速した。WASSALL 選手は 400m を 58 秒 96 で通過し、後半 400m を 8 名中最も

速い 63 秒 67 で走り切った。

表 3 は、男子 800m 決勝における通過タイム、スピード、ピッチおよびストライドを表したものであり、図 2 は、そのスピードの変化を表したものである。レースは、優勝した KIPKETER 選手がハイペースで引っ張り、全員がそれに連れられるような展開となった。400m 通過タイムは 49 秒 42 で、世界記録に匹敵するほどのハイペースであった。その後、700m あたりまでは大きく失速する選手はおらず、それぞれがスピードを維持していたが、ラスト 100m において 2, 4, 5, 6, 7 位の選手はペースダウンしたのに対し、優勝した KIPKETER 選手と 3 位 ALMGREN 選手 (SWE) がスピードを維持していた。KIPKETER 選手の後半 400m タイムは 54 秒 53 であ

表2 女子800m決勝における通過タイム, スピード, ピッチおよびストライド

順位	選手名(国)		113m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
1	WAMBUI (KEN)	通過タイム	16.33	27.54	42.13	56.47	1:12.12	1:27.89	1:44.14	2:00.49
		スピード(m/s)	6.91	7.78	6.85	6.97	6.39	6.34	6.15	6.12
		ピッチ(歩/s)	3.68	3.31	3.22	3.22	3.12	3.12	3.07	3.09
		ストライド(m)	1.88	2.35	2.13	2.16	2.05	2.03	2.00	1.98
2	DIAGO (CUB)	通過タイム	15.90	27.53	42.01	56.59	1:12.22	1:27.95	1:44.44	2:02.21
		スピード(m/s)	7.09	7.50	6.91	6.86	6.40	6.36	6.07	5.63
		ピッチ(歩/s)	3.46	3.51	3.44	3.39	3.37	3.33	3.39	3.19
		ストライド(m)	2.05	2.14	2.00	2.03	1.90	1.91	1.79	1.76
3	WASSALL (AUS)	通過タイム	16.35	28.68	43.58	59.04	1:14.64	1:30.32	1:46.10	2:02.71
		スピード(m/s)	6.90	7.07	6.71	6.47	6.41	6.38	6.34	6.02
		ピッチ(歩/s)	3.61	3.35	3.31	3.28	3.33	3.29	3.33	3.33
		ストライド(m)	1.91	2.11	2.03	1.97	1.93	1.94	1.90	1.81
4	GRIFFITH (AUS)	通過タイム	16.55	28.45	43.32	58.96	1:14.49	1:30.24	1:46.61	2:04.12
		スピード(m/s)	6.82	7.33	6.72	6.39	6.44	6.35	6.11	5.71
5	SOUHI (MAR)	通過タイム	16.60	28.66	43.79	59.38	1:15.24	1:31.47	1:48.72	2:06.16
		スピード(m/s)	6.80	7.23	6.61	6.42	6.30	6.16	5.80	5.73
6	MOHAMMED (ETH)	通過タイム	15.75	27.33	41.88	56.52	1:12.78	1:29.97	1:48.59	2:09.38
		スピード(m/s)	7.16	7.53	6.87	6.83	6.15	5.82	5.37	4.81

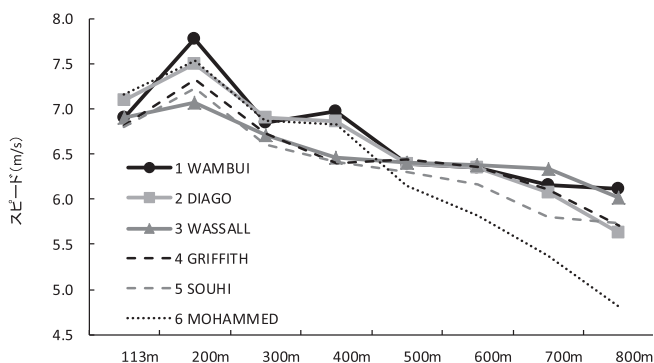


図1 女子800m決勝におけるスピードの変化

た.

### 3.3 上位3名の予選, 準決勝, 決勝のレースパターン

表4は, 女子800m上位3名の予選, 準決勝, 決勝における通過タイム, スピード, ピッチおよびストライドを選手毎に表したものであり, 図3はそのスピードの変化を表したものである. スピードの変化をみると, 優勝したWAMBUI選手と2位のDIAGO選手は, 予選, 準決勝では200~500mのレース中盤において大きく減少し, 500~700mにおいて増大し, ラスト100mでは再び減少するようなパターンであった. 400m通過タイムは約61秒であった. 決勝では, 上述したようにハイペースの展開となり, 予選, 準決勝より前半400mのスピードが大きく,

表3 男子800m決勝における通過タイム, スピード, ピッチおよびストライド

順位	選手名(国)		113m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
1	KIPKETER (KEN)	通過タイム	13.76	23.57	36.14	49.42	1:03.10	1:16.53	1:30.16	1:43.95
		スピード(m/s)	8.20	8.89	7.95	7.53	7.31	7.45	7.34	7.25
		ピッチ(歩/s)	4.02	3.75	3.61	3.53	3.48	3.51	3.53	3.51
		ストライド(m)	2.04	2.37	2.20	2.14	2.10	2.12	2.08	2.07
2	MASIKONDE (KEN)	通過タイム	13.86	23.76	36.20	49.42	1:03.16	1:16.56	1:30.54	1:45.14
		スピード(m/s)	8.14	8.81	8.03	7.57	7.27	7.46	7.15	6.85
		ピッチ(歩/s)	3.79	3.55	3.48	3.41	3.46	3.51	3.55	3.44
		ストライド(m)	2.14	2.49	2.31	2.22	2.10	2.13	2.02	1.99
3	ALMGREN (SWE)	通過タイム	14.33	24.37	37.33	50.70	1:04.53	1:17.99	1:31.78	1:45.65
		スピード(m/s)	7.87	8.68	7.72	7.48	7.23	7.43	7.26	7.21
		ピッチ(歩/s)	3.84	3.75	3.53	3.44	3.48	3.51	3.65	3.82
		ストライド(m)	2.05	2.32	2.19	2.17	2.07	2.12	1.99	1.89
4	ANDRE (BRA)	通過タイム	14.56	24.46	37.17	50.32	1:03.98	1:17.58	1:31.56	1:46.06
		スピード(m/s)	7.74	8.81	7.87	7.61	7.32	7.35	7.15	6.90
5	UMAR (ETH)	通過タイム	14.41	24.32	36.89	50.17	1:03.78	1:17.41	1:31.53	1:46.23
		スピード(m/s)	7.83	8.80	7.96	7.53	7.35	7.34	7.08	6.80
6	KINNAIRD (USA)	通過タイム	14.30	24.62	37.55	51.12	1:04.56	1:18.28	1:32.19	1:47.13
		スピード(m/s)	7.89	8.44	7.73	7.37	7.44	7.29	7.19	6.69
7	BERBLUND (SWE)	通過タイム	14.61	25.01	37.84	51.32	1:05.03	1:18.78	1:32.97	1:47.31
		スピード(m/s)	7.72	8.39	7.79	7.42	7.29	7.27	7.05	6.97

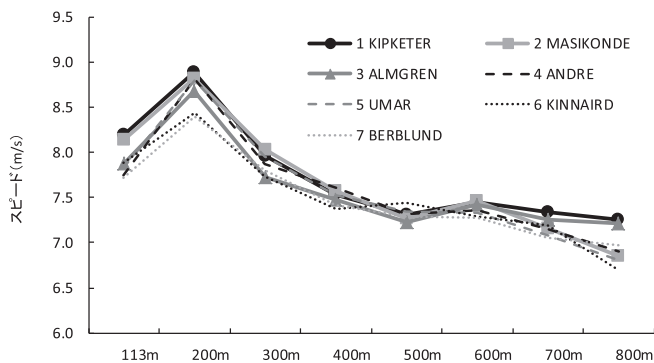


図2 男子800m決勝におけるスピードの変化

反対に後半400mのスピードは小さく, スタートからフィニッシュにかけてスピードが漸減していくようなパターンであった. 3位のWASSALL選手は, 上述の2名に比べて予選, 準決勝, 決勝を似たようなパターンで走っていた. 詳細にみると, タイムを向上させた決勝では, 200~600mのレース中盤のスピードが大きく維持されていたことがわかり, これが決勝にかけてのタイムの向上につながっていた.

表5は, 男子800m上位3名の予選, 準決勝, 決勝における通過タイム, スピード, ピッチおよびストライドを選手毎に表したものであり, 図4はそのスピードの変化を表したものである. スピードの変化をみると, 3名とも予選, 準決勝においては前半400mのスピードが小さく, 後半400mにおいてフィ

表4 女子800m上位3名の予選, 準決勝, 予選における通過タイム, スピード, ピッチおよびストライド

ラウンド (順位)		113m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
決勝 (1着)	通過タイム	16.33	27.54	42.13	56.47	1:12.12	1:27.89	1:44.14	2:00.49
	スピード (m/s)	6.91	7.78	6.85	6.97	6.39	6.34	6.15	6.12
	ピッチ (歩/s)	3.68	3.31	3.22	3.22	3.12	3.12	3.07	3.09
	ストライド (m)	1.88	2.35	2.13	2.16	2.05	2.03	2.00	1.98
準決勝 (1組-2着)	通過タイム	16.38	28.60	45.04	61.01	1:16.64	1:31.68	1:47.12	2:03.72
	スピード (m/s)	6.89	7.14	6.08	6.26	6.40	6.65	6.47	6.03
	ピッチ (歩/s)	3.68	3.26	3.11	3.04	3.04	3.15	3.15	3.03
	ストライド (m)	1.87	2.19	1.96	2.06	2.10	2.11	2.05	1.99
予選 (4組-1着)	通過タイム	16.55	29.76	45.91	61.74	1:17.93	1:33.11	1:48.24	2:04.24
	スピード (m/s)	6.82	6.60	6.19	6.32	6.18	6.59	6.61	6.25
	ピッチ (歩/s)	3.68	3.09	3.09	3.11	3.09	3.17	3.22	3.09
	ストライド (m)	1.85	2.14	2.00	2.03	2.00	2.08	2.05	2.02

ラウンド (順位)		113m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
決勝 (2着)	通過タイム	15.90	27.53	42.01	56.59	1:12.22	1:27.95	1:44.44	2:02.21
	スピード (m/s)	7.09	7.50	6.91	6.86	6.40	6.36	6.07	5.63
	ピッチ (歩/s)	3.46	3.51	3.44	3.39	3.37	3.33	3.39	3.19
	ストライド (m)	2.05	2.14	2.00	2.03	1.90	1.91	1.79	1.76
準決勝 (1組-1着)	通過タイム	16.58	28.76	45.01	60.99	1:16.44	1:31.49	1:46.95	2:03.60
	スピード (m/s)	6.80	7.16	6.15	6.26	6.47	6.65	6.47	6.01
	ピッチ (歩/s)	3.65	3.46	3.33	3.28	3.29	3.33	3.41	3.28
	ストライド (m)	1.86	2.07	1.85	1.91	1.97	2.00	1.90	1.83
予選 (4組-2着)	通過タイム	16.83	29.91	45.92	61.81	1:17.94	1:33.16	1:48.30	2:04.60
	スピード (m/s)	6.70	6.67	6.25	6.29	6.20	6.57	6.60	6.13
	ピッチ (歩/s)	3.59	3.19	3.22	3.19	3.21	3.33	3.39	3.26
	ストライド (m)	1.87	2.09	1.94	1.97	1.93	1.97	1.95	1.88

ラウンド (順位)		113m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
決勝 (3着)	通過タイム	16.35	28.68	43.58	59.04	1:14.64	1:30.32	1:46.10	2:02.71
	スピード (m/s)	6.90	7.07	6.71	6.47	6.41	6.38	6.34	6.02
	ピッチ (歩/s)	3.61	3.35	3.31	3.28	3.33	3.29	3.33	3.33
	ストライド (m)	1.91	2.11	2.03	1.97	1.93	1.94	1.90	1.81
準決勝 (2組-2着)	通過タイム	16.27	28.41	44.58	61.29	1:17.24	1:33.33	1:48.90	2:04.84
	スピード (m/s)	6.93	7.18	6.19	5.98	6.27	6.21	6.42	6.27
	ピッチ (歩/s)	3.61	3.37	3.22	3.11	3.28	3.21	3.39	3.33
	ストライド (m)	1.92	2.13	1.92	1.93	1.92	1.94	1.90	1.88
予選 (2組-1着)	通過タイム	16.72	29.20	44.89	60.63	1:16.49	1:32.81	1:49.10	2:05.69
	スピード (m/s)	6.75	6.99	6.37	6.36	6.30	6.13	6.14	6.03
	ピッチ (歩/s)	3.55	3.35	3.22	3.17	3.22	3.22	3.21	3.17
	ストライド (m)	1.90	2.09	1.98	2.00	1.96	1.90	1.92	1.90

ニッシュにかけて漸増していくようなパターンであった。400m通過タイムは53秒台～55秒台であった。決勝においては、上述したように女子同様ハイペースの展開となり、前半400mのスピードが大きく、後半400mは予選、準決勝とほぼ同じスピードを維持していたが、2位のMASIKONDE選手はラスト

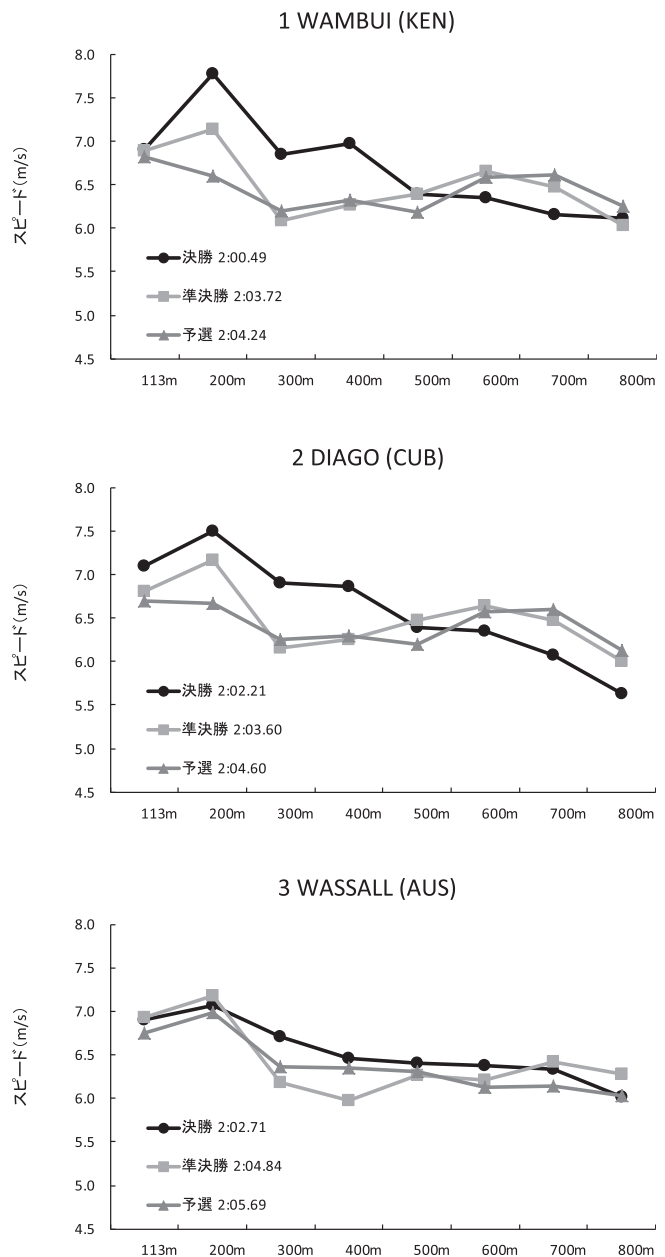


図3 女子800m上位3名の予選, 準決勝, 決勝におけるスピードの変化

100mにおける減速が大きかった。

#### 4. 考察

##### 4.1 ジュニアからシニアへ向けた中距離への種目変更の可能性

女子では入賞者の半分が、400mや1500mにも取り組んでいることがわかった。また、男子の中で唯一他種目に取り組んでいるANDRE選手(BRA)は、前年までは3000mから10000mの長距離種目に取り組む、本年では800m, 1500mの中距離種目に取り組んでいたことから、長距離から中距離へと種目変更し、成功していることがわかる。これらは、世界一

表5 男子800m上位3名の予選, 準決勝, 予選における通過タイム, スピード, ピッチおよびストライド

1 KIPKETER (KEN)

ラウンド (順位)		113m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
決勝 (1着)	通過タイム	13.76	23.57	36.14	49.42	1:03.10	1:16.53	1:30.16	1:43.95
	スピード (m/s)	8.20	8.89	7.95	7.53	7.31	7.45	7.34	7.25
	ピッチ (歩/s)	4.02	3.75	3.61	3.53	3.48	3.51	3.53	3.51
	ストライド (m)	2.04	2.37	2.20	2.14	2.10	2.12	2.08	2.07
準決勝 (1組-1着)	通過タイム	14.18	25.86	40.54	54.36	1:07.81	1:22.02	1:35.68	1:48.67
	スピード (m/s)	7.95	7.47	6.81	7.24	7.44	7.04	7.32	7.70
	ピッチ (歩/s)	3.87	3.39	3.33	3.39	3.53	3.44	3.46	3.55
	ストライド (m)	2.06	2.20	2.05	2.14	2.11	2.04	2.11	2.17
予選 (5組-1着)	通過タイム	14.45	25.79	40.40	54.79	1:09.04	1:22.85	1:36.41	1:49.80
	スピード (m/s)	7.81	7.69	6.85	6.95	7.02	7.24	7.37	7.47
	ピッチ (歩/s)	3.87	3.39	3.31	3.26	3.31	3.39	3.44	3.48
	ストライド (m)	2.02	2.27	2.07	2.13	2.12	2.14	2.14	2.14

2 MASIKONDE (KEN)

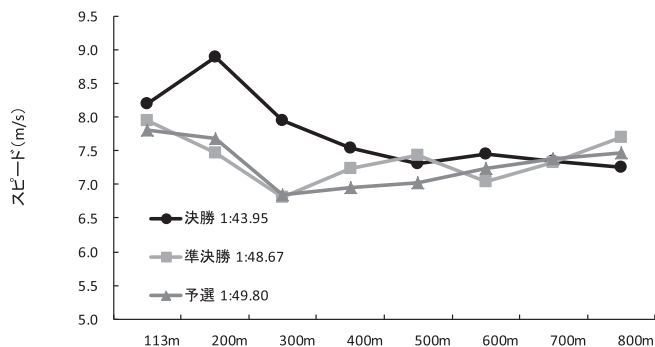
ラウンド (順位)		113m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
決勝 (2着)	通過タイム	13.86	23.76	36.20	49.42	1:03.16	1:16.56	1:30.54	1:45.14
	スピード (m/s)	8.14	8.81	8.03	7.57	7.27	7.46	7.15	6.85
	ピッチ (歩/s)	3.79	3.55	3.48	3.41	3.46	3.51	3.55	3.44
	ストライド (m)	2.14	2.49	2.31	2.22	2.10	2.13	2.02	1.99
準決勝 (2組-1着)	通過タイム	14.25	25.26	39.81	53.94	1:07.83	1:21.83	1:35.14	1:48.09
	スピード (m/s)	7.92	7.92	6.87	7.08	7.20	7.14	7.52	7.72
	ピッチ (歩/s)	3.77	3.31	3.19	3.26	3.28	3.29	3.46	3.61
	ストライド (m)	2.10	2.39	2.15	2.17	2.20	2.17	2.17	2.14
予選 (3組-1着)	通過タイム	14.36	25.48	39.31	53.24	1:07.29	1:21.03	1:34.49	1:47.84
	スピード (m/s)	7.85	7.85	7.23	7.18	7.12	7.28	7.43	7.49
	ピッチ (歩/s)	3.72	3.33	3.29	3.28	3.24	3.31	3.43	3.57
	ストライド (m)	2.11	2.36	2.20	2.19	2.20	2.20	2.17	2.10

3 ALMGREN (SWE)

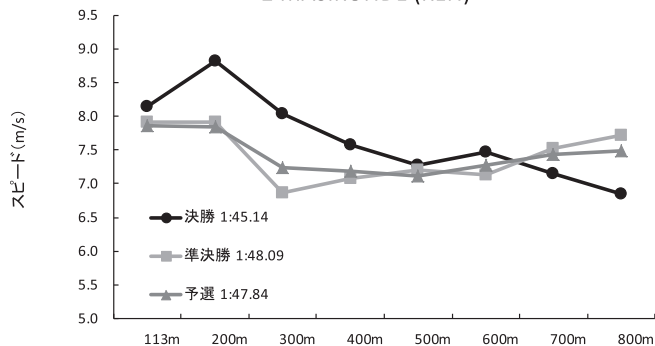
ラウンド (順位)		113m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
決勝 (3着)	通過タイム	14.33	24.37	37.33	50.70	1:04.53	1:17.99	1:31.78	1:45.65
	スピード (m/s)	7.87	8.68	7.72	7.48	7.23	7.43	7.26	7.21
	ピッチ (歩/s)	3.84	3.75	3.53	3.44	3.48	3.51	3.65	3.82
	ストライド (m)	2.05	2.32	2.19	2.17	2.07	2.12	1.99	1.89
準決勝 (2組-2着)	通過タイム	14.63	25.44	39.98	54.05	1:08.06	1:22.07	1:35.61	1:48.87
	スピード (m/s)	7.71	8.07	6.88	7.11	7.14	7.14	7.38	7.54
	ピッチ (歩/s)	3.79	3.53	3.26	3.35	3.35	3.43	3.68	3.72
	ストライド (m)	2.03	2.29	2.11	2.12	2.13	2.08	2.01	2.03
予選 (2組-1着)	通過タイム	14.71	26.34	41.09	55.17	1:08.94	1:22.95	1:36.73	1:50.27
	スピード (m/s)	7.67	7.50	6.78	7.10	7.26	7.14	7.26	7.39
	ピッチ (歩/s)	3.79	3.33	3.22	3.31	3.33	3.48	3.53	3.70
	ストライド (m)	2.02	2.25	2.10	2.14	2.18	2.05	2.06	2.00

流ジュニア中距離選手の中には、まだ種目が専門化されていない選手がおり、今後シニアに向けた種目選択の余地が残されていることや、既に種目を変更しながら競技に取り組んでいる選手がいることを示している。一方、他種目には取り組まず、専門的に800mに取り組んでいる選手がいることもわかった。

1 KIPKETER (KEN)



2 MASIKONDE (KEN)



3 ALMGREN (SWE)

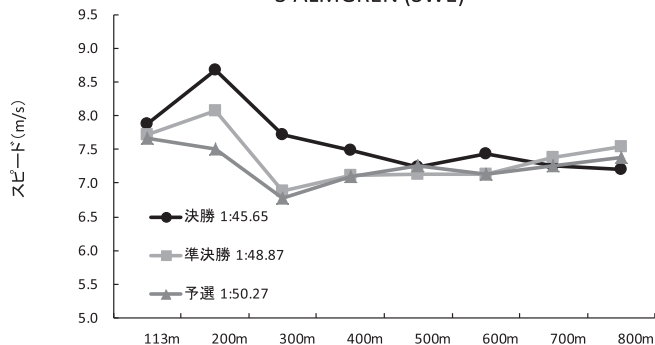


図4 男子800m上位3名の予選, 準決勝, 決勝におけるスピードの変化

専門化することとしないことのどちらがよいかは本研究の結果のみでは判断できないが、世界一流ジュニア中距離選手の中ではどちらも存在しており、他種目から中距離種目へ変更することでも成功できる可能性のある（反対もあり得る）ことを示唆していると考えられる。今後はシニアへ向けての彼らの発達過程を追跡していくことが必要であると考えられる。

4.2 パフォーマンスとレースパターンからみた日本ジュニア選手の課題

本大会の女子800m入賞者の競技レベルは1分57秒台～2分05秒台と幅広いことがわかった。また、

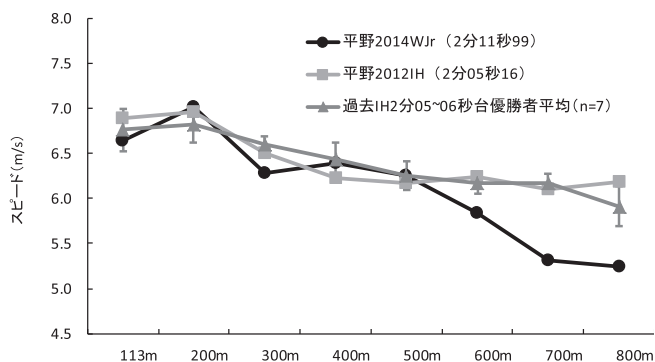


図5 女子 800m 平野選手と過去 IH 優勝者平均のスピードの変化

決勝のレースパターンは、スタートからフィニッシュにかけてスピードが漸減していくような「への字型」のパターンであった。本大会に日本代表として出場した平野稜子選手（筑波大、2分11秒99で予選落ち）のSBは2分06秒75、PBは2分05秒16（2012年）であり、PBからみると入賞レベルに相当する水準であったといえる。平野選手は2012年のIH女子800mで優勝しており、この時の2分05秒16が現在のPBである。図5は、平野選手の本大会予選および2012年IHで優勝した時のスピードの変化、そして2002年から2014年までのIH決勝において2分05秒～06秒台のタイムで優勝した選手7名の平均のスピードの変化を表したものである。変化パターンをみると、2012年の平野選手と過去IH優勝者はほとんど同じで、スタートからフィニッシュにかけてスピードが漸減していくようなパターンであり、本大会の決勝におけるレースパターンと似ている（図1）。この時の400m通過タイムは60秒2～3であった。平野選手の本大会予選のスピードをみると、0～113m区間が遅く、200～300m区間において走スピードが減少しており、400m通過タイムは60秒99で、タイムからみると少々余力は作ることができたと考えられる。この時、平野選手は3位に入賞したWASSALL選手と同じ組で走っており、WASSALL選手が後半400mにおいてスピードを維持していたのに対し、平野選手は500m以降大きく減少していた。また、上述したように優勝したWAMBUI選手とDIAGO選手は、予選、準決勝において500m以降走スピードを増大させていた（図3）。これらのことから、平野選手を含めた日本のジュニア女子一流選手の特徴は、パフォーマンスでは本大会においては入賞レベルに相当する水準であり、レースパターンの特徴は、スタートからフィニッシュにかけてスピードが漸減していくような「への字型」のパターンであるといえる。しか

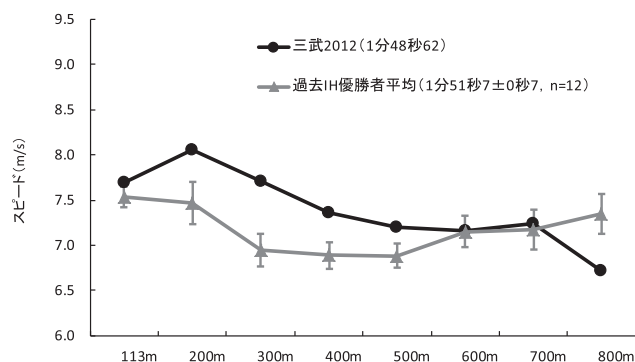


図6 男子 800m 過去 IH 優勝者平均および三武選手のスピードの変化

し、世界のジュニア一流選手は、パフォーマンスは日本の選手と同程度の選手も存在するが、レースパターンが異なるといえる。具体的には、世界のジュニア一流選手は、本大会決勝のようにスタートからフィニッシュにかけてスピードが漸減していくだけでなく、予選や準決勝のようにレース中盤でスピードを抑え、後半でスピードを維持あるいは増大させるようなパターンでも走ることができている。したがって、日本のジュニア女子一流選手は「への字型」のパターンで走るだけでなく、例えば同じゴールタイムでも中盤のスピードを抑えて後半に維持するなど、別のレースパターンで走れるようになるための取り組みも必要であるかもしれない。

本大会の男子800m入賞者の競技レベルは、大会前のSBおよびPBでは1分45秒～49秒台であるが、決勝においては8名中7名がPBを更新し、1分43秒～47秒台と非常に高いレベルであった（表1）。また、これらの好記録は、レース序盤で大きなスピードを発揮し、後半400mで維持するようなレースパターンによって達成されていたことがわかった（図2）。図6は、2002年から2014年までのIH男子800m優勝者12名の平均のスピードと、2012年のIH決勝において1分48秒62の好記録で優勝した三武潤選手（当時、城西大城西高校）のスピードの変化を表したものである。過去IH優勝者の平均タイムは1分51秒7±0秒7と、世界のジュニア一流レベルより極めて劣っている。過去IH優勝者のレースパターンをみると、レース序盤のスピードが小さく、200～500mにおいて減少し、ラスト300mにおいてペースアップするような「U字型」のパターンであることがわかる。平均の400m通過タイムは55秒6であった。これには、レースで勝つことを考えた結果、ラストパートを重視するレースパターンを選択していることが背景にあると推測

される。しかし、2012年 IH 優勝の三武選手は、レース序盤で大きなスピードを発揮し、後半 400m で維持するようなレースパターンで走っており、本大会の男子 800m 決勝のパターンと似ている（図 2）。この時の 400m 通過タイムは 52 秒 09 であった。このことは、レース序盤で大きなスピードを発揮し、後半 400m で維持するようなパターンで走る方がタイムはよい傾向にあり、日本のジュニア一流選手もこのようなパターンで走ることにより、パフォーマンスを大きく向上させることのできる可能性があることを示唆している。

## 5. まとめ

本稿の結果をまとめると以下のようになる。

1. 世界一流ジュニア中距離選手の中には、専門的に 800m に取り組んでいる選手と、まだ専門化されていない選手の両方が存在していた。
2. 本大会の女子 800m 入賞者の競技レベルは 1 分 57 秒台～2 分 05 秒台と幅広く、決勝のレースパターンは、スタートからフィニッシュにかけてスピードが漸減していくような「への字型」のパターンであった。
3. 男子 800m 入賞者の競技レベルは、大会前の SB および PB では 1 分 45 秒～49 秒台であるが、決勝においては 8 名中 7 名が PB を更新し、1 分 43 秒～47 秒台と非常に高いレベルであった。また、これらはレース序盤で大きなスピードを発揮し、後半 400m で維持するようなレースパターンによって達成されていた。

これらのことから、他種目から中距離種目へ変更することによっても成功できる可能性がじゅうぶんにあると考えられた。また、日本のジュニア一流選手は、女子にとっては同じタイムでも異なるレースパターンで走れるようになることや、男子にとってはレース序盤で大きなスピードを発揮し、後半 400m で維持するようなパターンにチャレンジしていくことが、シニアに向けての取り組みとして必要であると考えられた。



## 2014 世界ジュニア陸上競技選手権大会における中長距離種目のラストスパート

榎本靖士<sup>1)</sup> 門野洋介<sup>2)</sup> 岡崎和伸<sup>3)</sup> 松林武生<sup>4)</sup> 広川龍太郎<sup>5)</sup>

1) 筑波大学 2) 仙台大学 3) 大阪市立大学 4) 国立スポーツ科学センター  
 5) 東海大学

### 1. 目的

近年の国際大会における中長距離種目のスピード化は著しい。それはレース全体の平均スピードが高いばかりでなく、ラストスパートにおける高いスピードが際立っており、選手やコーチのなかでは、あのスピードには日本人選手は通用しないという感想を述べるものも少なくない。一方で、世界ジュニア大会においては中長距離種目で日本人選手が活躍してきており、数々の入賞を収めている。以前、1500m 世界記録保持者のエルゲルージ氏が来日したときのクリニックにおいて、自分は世界ジュニアの5000m において4位で、前には日本人選手がいた、と述べており、世界ジュニアでの結果ばかりでなく、そのレースの質を評価する必要がある。すなわち、レース展開やラストスパート、そしてその後の国際レベルに成長し続けられるかどうかを評価しなければならないであろう。少なくとも日本人ジュニア選手の課題を明確にすることができれば、中長距離選手の長期育成に役立つ知見が提供できると考えられる。

そこで、世界ジュニア中長距離種目におけるラストスパートのスピード、ピッチ、ストライドを分析

し、世界ジュニアトップ選手のラストスパートに関する基礎的知見を得ることと、そこから日本人選手の課題を示唆することを目的とする。

### 2. 方法

世界ジュニアにおける中長距離種目をスタンドからパニング撮影した。撮影した種目は、男子1500m、10000m、女子1500m、5000mであった。なお、男子10000mと女子5000mは、ラスト1000mのみ撮影した。撮影した画像から上位3選手の100mごとの通過タイムをコマ送りして読み取った。スタートはピストルの閃光を0秒として読み取った。男子10000mと女子5000mはゴールからタイムを減算して通過タイムを算出した。

100m 区間ごとのピッチを、10歩に要した時間を読み取り、1歩あたりの平均時間を算出して、その逆数として算出した。通過タイムから各100m区間タイムを算出し、100mをそのタイムで除すことで、区間走スピードを算出した。区間走スピードを区間ピッチで除すことで、区間ストライドを算出した。本研究では、これらを走スピード、ピッチ、ストライドとする。

表1 男子 1500m 決勝における上位 3 選手の通過タイムとラップタイム

		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
1	SAWE Split time (s)	13.90	28.46	42.63	58.44	74.01	89.81	105.41	121.37	136.85	151.76	165.95	180.06	193.41	206.74	220.02
	KEN Lap time (s)	13.90	14.56	14.16	15.82	15.57	15.81	15.59	15.97	15.48	14.91	14.19	14.11	13.35	13.33	13.28
	Lap time (s)	58.44				62.93				58.69				39.96		
2	MOUYADIN Split time (s)	13.56	28.19	43.08	58.56	74.21	89.93	105.49	121.47	136.94	151.89	166.02	180.21	193.74	207.30	221.38
	DJI Lap time (s)	13.56	14.63	14.88	15.48	15.65	15.72	15.56	15.98	15.47	14.95	14.13	14.20	13.53	13.56	14.08
	Lap time (s)	58.56				62.91				58.74				41.17		
3	NGETICH Split time (s)	13.26	27.35	42.44	58.31	73.92	89.69	105.37	121.35	136.84	151.96	166.18	180.26	193.71	207.17	221.61
	KEN Lap time (s)	13.26	14.09	15.09	15.87	15.62	15.77	15.68	15.98	15.48	15.12	14.22	14.08	13.45	13.46	14.44
	Lap time (s)	58.31				63.05				58.91				41.35		

### 3. 結果および考察

#### 1) 男子 1500m

表 1 は、男子 1500m 決勝レースにおける上位 3 選手の 100m ごとの通過タイムとラップタイムおよび各週のラップタイムを示したものである。Sawe (ケニア) が 3 分 40 秒 02 で優勝し、そのラップタイムは、1 周目が 58 秒 44、2 周目 62 秒 93、3 周目 58 秒 69、ラスト 300m が 39 秒 96 であった。これまでのインターハイでの日本人トップは 42 秒台である。さらに、3 周目を 58 秒台からラスト 300m を 39 秒台のペースアップが勝因として考えられる。

図 1 は、男子 1500m 決勝レースにおける上位 3 選手の 100m ごとの走スピード、ピッチおよびストライドの変化を示したものである。

優勝した Sawe は 100m までが少し遅かったが、200-300m 区間でスピードを上げて、先頭集団に追いつき、その後は先頭集団のスピードが低下した。800m 以降でスピードが徐々に増大し、ラスト 300m から 7.5m/s と高いスピードに到達し、ラスト 100m で 2 位と 3 位の選手が失速するなか、Sawe はスピードを維持していた。

Sawe と 3 位の Ngetich はスタートから 100m までは高いピッチで高いスピードを出した後、ピッチは 3.2 歩/s 程度まで低下していた。800m 以降のスピードの増大とともに、ピッチは徐々に増大していた。Sawe がラスト 100m までピッチを増大していた一方、Ngetich は 1200-1300m 区間で最大値となり、その後低下していた。

2 位の Mouyadin は Sawe と同様にスタートとラストでピッチが高くなっていたが、レース中盤においても 3.5 歩/s 以上の比較的高いピッチを維持していた。

ストライドは、Sawe はやや安定していないが、1.9m 以上を維持し、ラスト 300m では 2.2m 以上のストライドであった。Mouyadin はピッチが高い反面、ストライドは小さかった。Ngetich は Sawe とほぼ同等のストライドであった。しかし、Mouyadin と Ngetich とともに、ラスト 100m でストライドが減少しており、これがラストのスピードの差になっていたと考えられる。

2007 年大阪世界選手権男子 1500m 決勝の優勝者 Lagat (アメリカ) と比較すると、ラスト 300m が 39 秒 28 と Sawe と大きな差がないように見える (門野ら、2008)。しかし、ラスト 100m は 12 秒 66 (7.90m/s) までスピードが上がっており、2 位、3 位の選手もラスト 100m ではほぼ失速することなく、7.5m/s

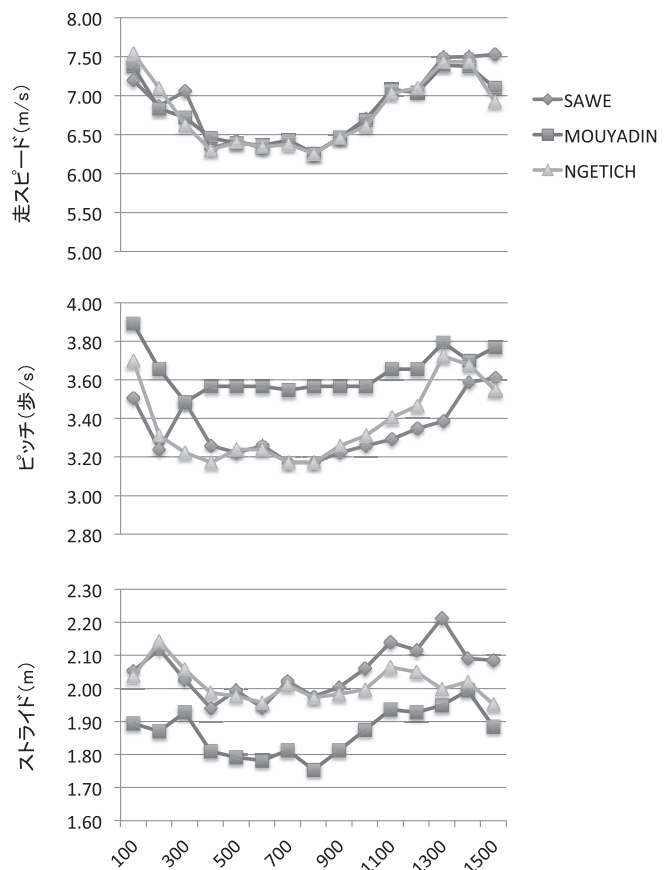


図 1 男子 1500m 決勝における走スピード、ピッチ、ストライドの 100 m ごとの変化

以上のスピードを維持していたことから、シニアではラストパートのタイミングやスピードの高さばかりでなく、そのスピード維持に特徴があり、それと比較するとジュニア選手ではスパートは思い切りよく行われていたと推測できる。

#### 2) 男子 10000m

表 2 は、男子 10000m 決勝ラスト 1000m における上位 3 選手の 100m ごとの通過タイムとラップタイムを示したものである。ウガンダの Cheptegei が 28 分 32 秒 86 で優勝した。2 位の Cheboi (ケニア) はラスト 1 周で先頭に立ち、27 分 33 秒 20 で通過したが、バックストレートで Cheptegei が再び先頭に立ち、ラスト 200m 地点を 28 分 3 秒 95 で通過して、そのまま先頭でゴールした。このとき、ラスト 1 周が 59 秒 43、ラスト 200m は 28 秒 91 であった。Cheboi が 62 秒 00、3 位の Kosmbei (ケニア) が 64 秒 81 で、ラスト 1 周で勝負が決していたことがわかる。

図 2 は、男子 10000m 決勝ラスト 1000m における上位 3 選手の 100m ごとのスピード、ピッチおよびストライドの変化を示したものである。Cheptegei は、ラスト 1 周でスピードを上げるとスピードを増

表2 男子 10000m 決勝ラスト 1000m における上位 3 選手の通過タイムとラップタイム

	1 CHEPTEGEI					2 CHEBOI				3 KOSIMBEI					
	UGA					KEN				KEN					
9000	25 :	56.94				25 :	57.04				3 :	57.27			
9100	26 :	13.29	16.35			26 :	13.52	16.48			26 :	13.70	16.43		
9200	26 :	30.00	16.72	33.07		26 :	30.23	16.70	33.18		26 :	30.45	16.75	33.18	
9300	26 :	46.74	16.73			26 :	46.93	16.70			26 :	47.10	16.65		
9400	27 :	2.67	15.93	32.67		27 :	2.89	15.97	32.67		27 :	3.03	15.93	32.58	
9500	27 :	18.01	15.34			27 :	18.21	15.32			27 :	18.49	15.46		
9600	27 :	33.43	15.42	30.76	63.43	27 :	33.20	14.99	30.31	62.98	27 :	33.87	15.37	30.83	63.41
9700	27 :	48.95	15.52			27 :	48.69	15.48			27 :	49.78	15.92		
9800	28 :	3.95	15.00	30.51		28 :	4.30	15.62	31.10		28 :	5.91	16.13	32.05	
9900	28 :	18.42	14.47			28 :	19.43	15.13			28 :	22.64	16.73		
10000	28 :	32.86	14.44	28.91	59.43	28 :	35.20	15.77	30.90	62.00	28 :	38.68	16.04	32.77	64.81

加しながらゴールしていたことがわかる。Cheboi はラスト 100m で、Kosimbei はラスト 400m で失速していた。Cheptegei はラスト 100m 地点まではピッチとストライドの両方を増大して速度を増大していたが、ラスト 100m ではピッチが減少していたがストライドがさらに大きくなり速度を維持していた。

Cheboi はラスト 200m から 100m でストライドとピッチを増大していたが、ラスト 100m では両方が減少していた。Kosimbei はラスト 400m からはストライドが徐々に減少していたが、ラスト 100m でピッチを大きく増大し、速度をやや増大していた。上位 3 選手のラストスパートの速度の変化から、ラストスパート区間では、速度が 6.5m/s 以上、ピッチが 3.25 歩/s 以上、ストライドが 2m 以上、が目安になると考えられる。

2007 年大阪世界選手権男子 10000m 決勝では、ラスト 1 周の平均速度が優勝者の Bekere (エチオピア) で 7.0m/s 以上 (55 秒 51) であった (Enomoto ら、2009)。2 位の Sihine (エチオピア) も含めて、ラスト 1 周ではストライドは 2.0m 程度であったが、Bekere はピッチが 3.6 歩/s と極端に大きかった。ストライドとピッチは身長にも影響されるため一概には言えないが、シニアレベルのラストスパートでの大きな速度のためには、一定のストライドを保ちつつ、ピッチを大きくすることが必要となるかもしれない。

### 3) 女子 1500m

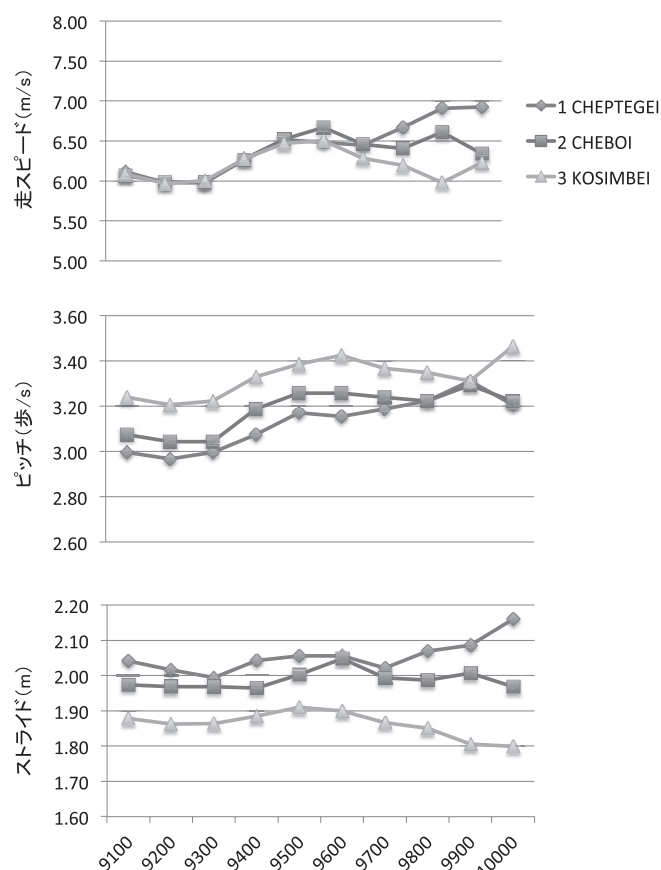


図2 男子 10000 m 決勝ラスト 1000m における走スピード、ピッチ、ストライドの 100 m ごとの変化

表 3 は、女子 1500m 決勝における上位 3 選手の 100m ごとの通過タイムとラップタイムを示したものである。優勝した Seyaum (エチオピア) は 1 周目から 3 周目まで 69 秒 32、67 秒 83、66 秒 77 と比

表3 女子 1500m 決勝における上位 3 選手の通過タイムとラップタイム

			100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
1	SEYAUM	Split time (s)	15.82	33.58	51.23	69.32	85.85	102.57	119.50	137.15	154.84	172.75	188.51	203.92	219.65	234.31	249.86
	ETH	Lap time (s)	15.82	17.76	17.66	18.08	16.53	16.72	16.93	17.65	17.68	17.91	15.76	15.42	15.73	14.66	15.55
		Lap time (s)	69.32				67.83				66.77				45.94		
2	TSEGAY	Split time (s)	15.95	33.87	51.28	68.99	85.45	102.25	119.25	137.22	154.90	172.57	188.71	204.00	219.89	235.33	250.83
	ETH	Lap time (s)	15.95	17.92	17.42	17.70	16.47	16.80	17.00	17.97	17.68	17.67	16.13	15.30	15.88	15.44	15.50
		Lap time (s)	68.99				68.23				66.78				46.83		
3	KETER	Split time (s)	16.10	33.96	51.47	69.55	86.04	102.79	119.54	137.35	155.04	172.92	188.99	204.10	219.77	235.10	251.21
	KEN	Lap time (s)	16.10	17.86	17.51	18.08	16.48	16.76	16.74	17.82	17.68	17.88	16.07	15.12	15.67	15.33	16.11
		Lap time (s)	69.55				67.80				66.75				47.11		

較的安定したペースで進み、ラスト 300m が 45 秒 94 と、ここで 2 位と 1 秒近い差をつけて、4 分 9 秒 86 でゴールした。2007 年大阪世界選手権優勝の Jamal (バーレーン) は優勝タイムが 3 分 58 秒 75、ラスト 300m を 46 秒 01 であった (門野ら、2008)。シニアと比較するとスタートからペースがあがらず、ラストのスピード勝負であったと言えよう。

図 3 は、女子 1500m 決勝における上位 3 選手の 100m ごとのスピード、ピッチおよびストライドの変化を示したものである。スタート直後はスピードが大きかったが、その後低下し、400m 通過で一度スピードが上がったが、700m 以降でスピードがまた低下し、1000 m 以降で再びスピードが増大し、そのままスパートとなっていた。1000m 以降で Seyaum は 6.5m/s 近くまでスピードが増大し、100m を 16 秒以下となり、最も高いスピードは 1300m から 1400m 区間で 6.82m/s (14 秒 66) であった。

1000m 以降のスピードの増大に、上位 3 選手ともストライドがいったん大きくなり、その後はほぼ維持されているのに対してピッチは徐々に増大していた。Seyaum は 1300-1400m 区間で大きくピッチが増大し、これにより大きなスピードの増大をしていたことがわかる。

ラスト 300m での上位 2 選手の平均のピッチとストライドは、3.4 歩 / s と 1.9m であった。前述の Jamal が 1200-1300m 区間でスピード、ピッチ、ストライドが 6.74m/s、1.93m、3.48 歩 / s であった。女子ジュニアトップ選手はラストスパートではシニア選手と同等であったと言えよう。今回のレースはシニアと比較すると中盤のスピード維持に差がみられた。

#### 4) 女子 5000m

表 4 は、女子 5000m 決勝ラスト 1000m における上

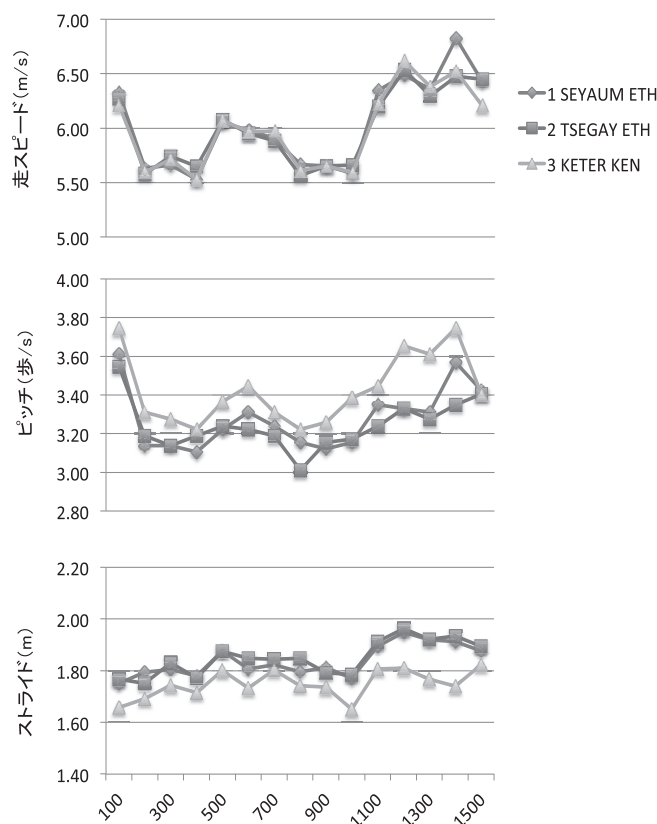


図3 女子 1500m 決勝における走スピード、ピッチ、ストライドの 100m ごとの変化

位 2 選手の 100m ごとの通過タイムとラップタイムを示したものである。ラスト 1000m 地点ですでに優勝争いはエチオピアの Heroye と Hawi の 2 選手となっていた。優勝した Heroye は、4000m の通過タイムが 12 分 11 秒 95 と、ここまでの 1000m ごとが平均すると 3 分 3 秒台であった。そして、ラスト 1000m が 2 分 59 秒台、ラスト 1 周が 67 秒 12 と、急激ではないものの、やはりラストスパートがみられ、2 位の Hawi ともラストスパートで勝負が決していた。

2007 年大阪世界選手権では優勝した Defar (エチ

表4 女子 5000m 決勝ラスト 1000m における上位 2 選手の通過タイムとラップタイム

	1 HEROYE ETH				2 HAWI ETH					
	12:	11.95			12:	11.75				
4000	12:	11.95			12:	11.75				
4100	12:	30.20	18.24		12:	30.02	18.28			
4200	12:	48.49	18.29	36.54	12:	48.35	18.33	36.60		
4300	13:	6.81	18.32		13:	6.97	18.62			
4400	13:	25.31	18.50	36.82	13:	25.57	18.60	37.22		
4500	13:	43.96	18.65		13:	44.18	18.61			
4600	14:	2.96	19.00	37.65	74.47	14:	3.13	18.94	37.55	74.77
4700	14:	21.41	18.45		14:	21.63	18.50			
4800	14:	38.58	17.17	35.62	14:	38.81	17.18	35.69		
4900	14:	55.33	16.75		14:	55.41	16.60			
5000	15:	10.08	14.75	31.50	67.12	15:	10.46	15.05	31.65	67.33

オピア)は4000mの通過が12分13秒13であったが、ゴールタイムが14分57秒91、ラスト1000mが2分44秒78であった。今回のレースを比較すると、4000mまでは差がみられないが、ラスト1000mでのスパートに大きな差があったと言えよう。

図4は、女子5000m決勝ラスト1000mにおける上位2選手の100mごとのスピード、ピッチおよびストライドの変化を示したものである。HeroyeとHawiともにラスト300mまで5.5m/s付近のスピードを維持し、そこから大きくスピードを増大し、ラスト100mが最もスピードが大きく、Heroyeが6.78m/s(100mが14秒75)であった。

ピッチは、ラスト300mから徐々に増大し、ラスト100mで最も大きく3.6歩/s近くまで増大していた。ストライドはラスト300m以降はほぼ一定で、1.9m近くであった。ラスト100mでのスピードの差は、ピッチの差によるものであった。Defarはラスト200mのスピードが7.0m/sを越えており、28秒台までスピードがアップしていた。女子5000mにおいてもラスト100mで15秒を切れるスピード、そしてそのストライドとピッチの組み合わせを探る必要があると考えられる。

#### 4. まとめ

本報告では、男子1500m、10000m、女子1500m、5000mにおけるラストスパートに着目して、ラップタイム、スピード、ピッチとストライドについてま

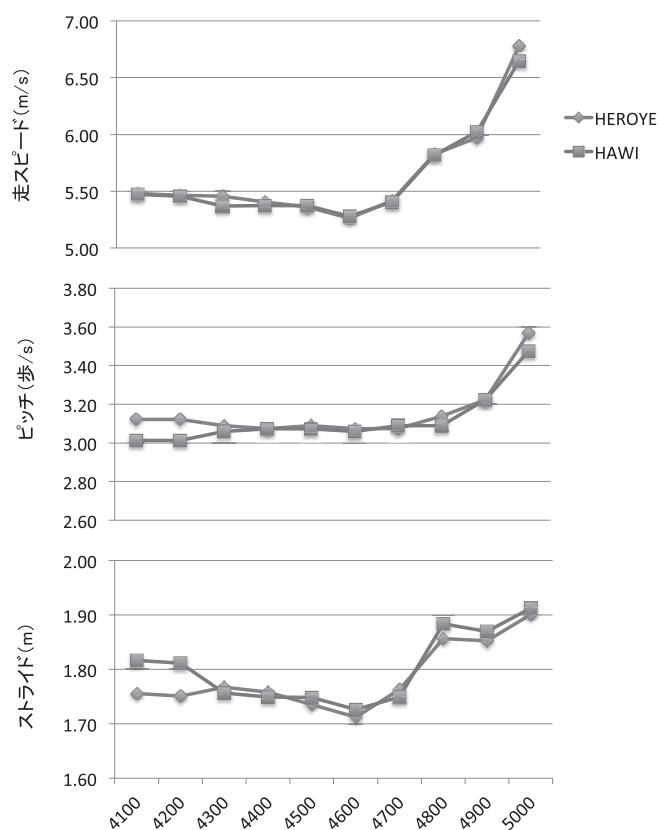


図4 女子5000m決勝ラスト1000mにおける走スピード、ピッチ、ストライドの100mごとの変化

とめた。そして、世界大会では、ジュニアにおいてもラストスパートにおいて勝敗が決しており、男子では、ラストスパートにおけるスピードがシニアほど速くないことがわかった。ゴールタイムも日本ジュニア選手にも目指せるタイムであるので、ラス

トスパート対策をしっかりと行なうことで、世界トップレベルと五角の勝負ができると期待できよう。そして、その取り組みからシニアにおいても世界トップと戦うための課題をより明確にしていくことが可能となるであろう。一方、女子は、スパートのスピードはシニアと大きく変わらないものの、スピード維持に差がみられた。すなわち、スプリントそのものは、女子選手はジュニア時代に身につけていなければならず、100mを15秒、200mを29秒以内で走れるスピードを身につけた上で、スピード持久力を向上させるとよいと示唆できよう。

## 男子 800m 日本記録保持者・川元奨選手のレースパターンの変化

門野洋介<sup>1)</sup> 榎本靖士<sup>2)</sup>  
1) 仙台大学 2) 筑波大学

### 1. 目的

2014年5月11日に国立競技場にて開催されたセイコーゴールデングランプリ2014東京の男子800mにおいて、川元奨選手（日本大学）が1分45秒75の日本新記録を樹立した。川元選手は、2010年（高校3年）に当時の日本高校新記録1分48秒46をマークし、その後2011年に1分48秒03、2012年に1分46秒86、そして2014年に1分45秒75と自己記録を伸ばしている。本稿の目的は、2012年高校新記録から2014年の日本新記録までの川元選手の自己記録を更新したレースを分析し、川元選手のレースパターンがどのように変化してきたかを明らかにすることである。

### 2. 方法

以下の方法により、レース分析を行なった。1～2台のビデオカメラ（60Hz）を用い、スタンドからレース全体をVTR撮影した。スタートピストルの閃光をシャッタースピード1/60sで撮影した後、シャッタースピード1/500～1/1000sで選手を追従撮影した。撮影した映像のうち、表1に示した川元選手が自己記録を更新した4つの競技会における男子800mレースを分析した。撮影したVTR画像から100m毎の通過タイムを読み取り（但し、最初の地点はブレイクラインの120mとした）、通過タイムから各区間に要したタイム（区間タイム）を算出し、区間距離を区間タイムで除すことにより区間平均走

表1 分析対象とした競技会と川元選手のレース記録

年月日	競技会	場所	記録
2010年10月24日	かわさき陸上競技フェスティバル	等々力	1:48.46 高校新
2011年10月29日	かわさき陸上競技フェスティバル	等々力	1:48.03
2012年5月26日	第224回 日本体育大学長距離競技会	日体大	1:46.89
2014年5月11日	セイコーゴールデングランプリ2014東京	国立	1:45.75 日本新

スピード（速度）を算出した。また、各区間において10歩に要した時間を読み取り、1歩の平均時間の逆数をピッチ、スピードをピッチで除すことによりストライドを算出した。

### 3. 結果

表2は、4つのレースにおける通過タイム、スピード、ピッチおよびストライドを表したものであり、図1はそれらのスピードの変化を表したものである。

2010年（1分48秒46、高校新）から2011年（1分48秒03）にかけて、スタートから400mのスピードが大きくなり、400mから700mのスピードが小さくなっていった。ラスト100mはともにスピードが増大していた。このことから、2010年から2011年にかけての記録向上は、レース前半のスピードの増大によって達成されていた。

2011年から2012年（1分46秒89）にかけて、120mから300mのスピードは小さく、300mから700mのスピードが大きく維持されていた。このことから、2011年から2012年にかけての記録向上は、レース中盤（300～700m）のスピードが維持されたことによって達成されていた。

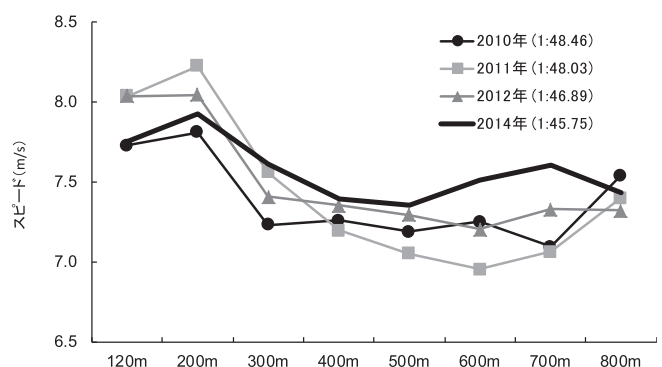


図1 川元選手の2010年から2014年の自己記録更新レースにおけるスピードの変化

表2 川元選手の2010年から2014年の自己記録更新レースにおける通過タイム、スピード、ピッチおよびストライド

		120m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
2010年 1:48.46	通過タイム	15.53	25.78	39.61	53.39	1:07.30	1:21.10	1:35.20	1:48.46
	スピード (m/s)	7.73	7.81	7.23	7.26	7.19	7.25	7.09	7.54
	ピッチ (歩/s)	3.89	3.57	3.44	3.46	3.48	3.55	3.55	3.75
	ストライド (m)	1.98	2.19	2.10	2.09	2.06	2.04	2.00	2.01
2011年 1:48.03	通過タイム	14.93	24.66	37.89	51.79	1:05.97	1:20.35	1:34.51	1:48.03
	スピード (m/s)	8.04	8.23	7.56	7.20	7.05	6.95	7.06	7.40
	ピッチ (歩/s)	4.02	3.63	3.57	3.44	3.41	3.41	3.46	3.70
	ストライド (m)	2.00	2.26	2.12	2.09	2.07	2.04	2.04	2.00
2012年 1:46.89	通過タイム	14.93	24.87	38.38	51.99	1:05.70	1:19.58	1:33.23	1:46.89
	スピード (m/s)	8.04	8.05	7.40	7.35	7.29	7.20	7.33	7.32
	ピッチ (歩/s)	4.05	3.61	3.51	3.46	3.53	3.55	3.63	3.77
	ストライド (m)	1.98	2.23	2.11	2.12	2.07	2.03	2.02	1.94
2014年 1:45.75	通過タイム	15.48	25.58	38.71	52.24	1:05.83	1:19.15	1:32.29	1:45.75
	スピード (m/s)	7.75	7.93	7.61	7.40	7.35	7.51	7.61	7.43
	ピッチ (歩/s)	3.75	3.57	3.48	3.39	3.43	3.53	3.61	3.70
	ストライド (m)	2.07	2.22	2.18	2.18	2.15	2.13	2.11	2.01

2012年から2014年（1分45秒57、日本新）にかけて、スタートから200mのスピードは小さく、200mからフィニッシュまでのスピードが大きくなっていった。また、500mから700mにおいてスピードが増大していた。このことから、2012年から2014年にかけての記録向上は、200m以降のスピードが大きく維持されたことによって達成されていた。

図2は、4つのレースにおける前後半タイム差を表したものである。ここで、前後半タイム差とは、後半400mのラップタイムから前半400mのラップタイムを引いたものであり、値が小さいほどオープンペースに近いと解釈できる。2010年から2011年にかけては前後半差が大きくなり、前半型のレースパターンへ変化していた。しかし、2011年から2014年にかけては前後半差が徐々に小さくなり、2014年では前後半差が1秒28と最も小さく、オープンペース型のレースパターンへ変化していた。

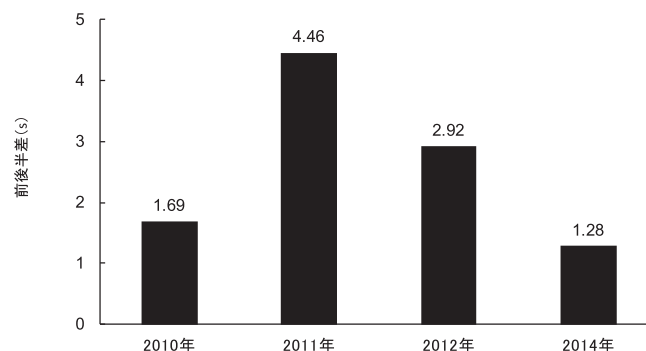


図2 川元選手の2010年から2014年の自己記録更新レースにおける前後半タイム差



## 日本一流 400m ハードル選手のレースパターン分析 — 2014 年の国内主要大会について —

森丘保典<sup>1)</sup> 貴嶋孝太<sup>2)</sup> 千葉佳裕<sup>3)</sup> 櫻井健一<sup>4)</sup> 谷川聡<sup>5)</sup> 杉田正明<sup>6)</sup>  
 1) 日本体育協会 2) 大阪体育大学 3) 城西大学 4) 国際武道大学 5) 筑波大学  
 6) 三重大学

### 1. はじめに

本稿では、2014年シーズンに開催された国内主要大会における日本一流 400m ハードル選手のタッチダウンタイムやハードル区間の時間、速度および歩数について報告する。

### 2. 方法

複数台のデジタルビデオカメラを用いて、スタートピストルの閃光を写した後、インターバルの歩数と10台のハードルクリアランス直後の着地が確認

できるように選手を追従撮影した。撮影後、ピストルの閃光を基準に各ハードルクリアランス直後のタッチダウンタイムを読みとり、各ハードル区間に要した時間(区間時間)を求めた。ハードル区間歩数は、ハードルクリアランス直後の先行(リード)脚の着地から逆脚の接地までを1歩目とし、次のハードルクリアランス直前の接地までの歩数とした。測定区間の平均疾走速度は、ハードル区間距離を区間時間で除すことにより求めた。

表1 静岡国際陸上(男子)

氏名	順位	項目	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
岸本 鷹幸	1位	区間時間(sec)	5.96	3.75	3.85	4.04	4.15	4.32	4.42	4.54	4.67	4.72	5.33
		通過時間(sec)	5.96	9.71	13.56	17.60	21.75	26.07	30.49	35.03	39.70	44.42	49.75
		区間速度(m/s)	7.55	9.33	9.09	8.66	8.43	8.10	7.92	7.71	7.49	7.42	7.50
		歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
吉田 和晃	3位	区間時間(sec)	6.04	3.87	3.96	3.96	4.09	4.17	4.39	4.47	4.65	4.82	5.73
		通過時間(sec)	6.04	9.91	13.87	17.83	21.92	26.09	30.48	34.95	39.60	44.42	50.15
		区間速度(m/s)	7.45	9.04	8.84	8.84	8.56	8.39	7.97	7.83	7.53	7.26	6.98
		歩数		13	13	13	13	13	15	15	15	15	
安部 孝駿	4位	区間時間(sec)	6.19	3.85	3.92	4.07	4.09	4.30	4.35	4.49	4.65	4.77	5.64
		通過時間(sec)	6.19	10.04	13.96	18.03	22.12	26.42	30.77	35.26	39.91	44.68	50.32
		区間速度(m/s)	7.27	9.09	8.93	8.60	8.56	8.14	8.05	7.80	7.53	7.34	7.09
		歩数		13	13	13	13	14	14	14	14	15	
加藤 誠也	5位	区間時間(sec)	6.17	3.84	3.92	4.00	4.20	4.22	4.39	4.52	4.64	4.84	5.66
		通過時間(sec)	6.17	10.01	13.93	17.93	22.13	26.35	30.74	35.26	39.90	44.74	50.40
		区間速度(m/s)	7.29	9.11	8.93	8.75	8.33	8.29	7.97	7.74	7.54	7.23	7.07
		歩数		13	13	13	14	14	15	15	15	15	
出浦 教行	6位	区間時間(sec)	6.36	4.04	4.07	4.14	4.17	4.17	4.27	4.37	4.60	4.82	5.58
		通過時間(sec)	6.36	10.40	14.47	18.61	22.78	26.95	31.22	35.59	40.19	45.01	50.59
		区間速度(m/s)	7.08	8.66	8.60	8.45	8.39	8.39	8.20	8.01	7.61	7.26	7.17
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	

表2 静岡国際陸上 (女子)

氏名	順位	項目	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
久保倉 里美	1位	区間時間 (sec)	6.56	4.27	4.50	4.57	4.75	4.80	5.09	5.11	5.26	5.37	6.44
		通過時間 (sec)	6.56	10.83	15.33	19.90	24.65	29.45	34.54	39.65	44.91	50.28	56.72
		区間速度 (m/s)	6.86	8.20	7.78	7.66	7.37	7.29	6.88	6.85	6.65	6.52	6.21
		歩数		16	16	16	16	16	17	17	17	17	
吉良 愛美	2位	区間時間 (sec)	6.81	4.44	4.54	4.63	4.65	4.87	5.06	5.14	5.36	5.62	6.57
		通過時間 (sec)	6.81	11.25	15.79	20.42	25.07	29.94	35.00	40.14	45.50	51.12	57.69
		区間速度 (m/s)	6.61	7.88	7.71	7.56	7.53	7.19	6.92	6.81	6.53	6.23	6.09
		歩数		15	15	15	15	16	16	16	16	17	

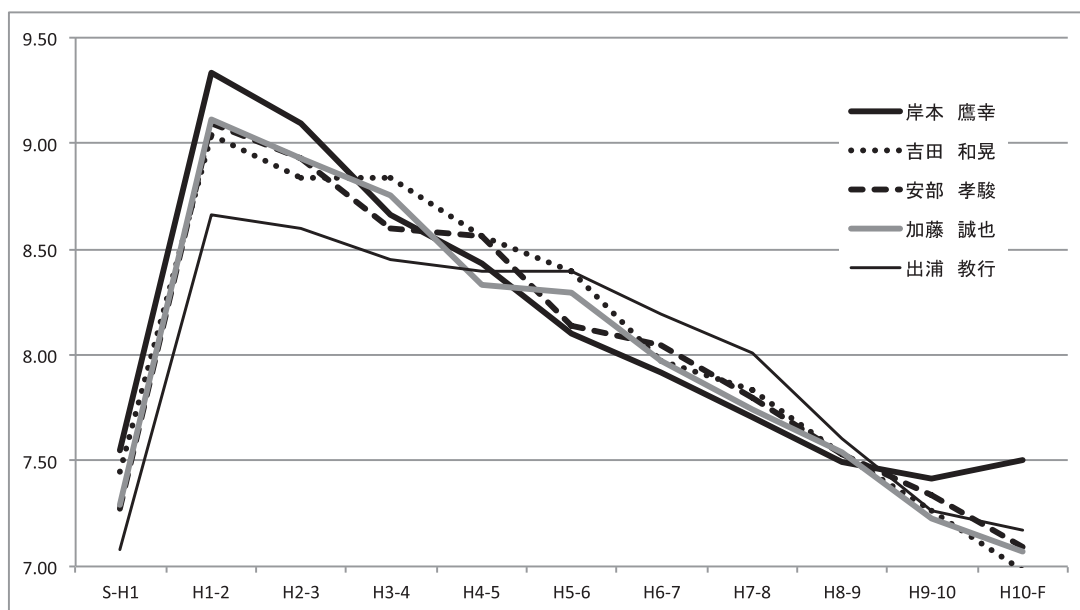


図1 静岡国際陸上 (男子)

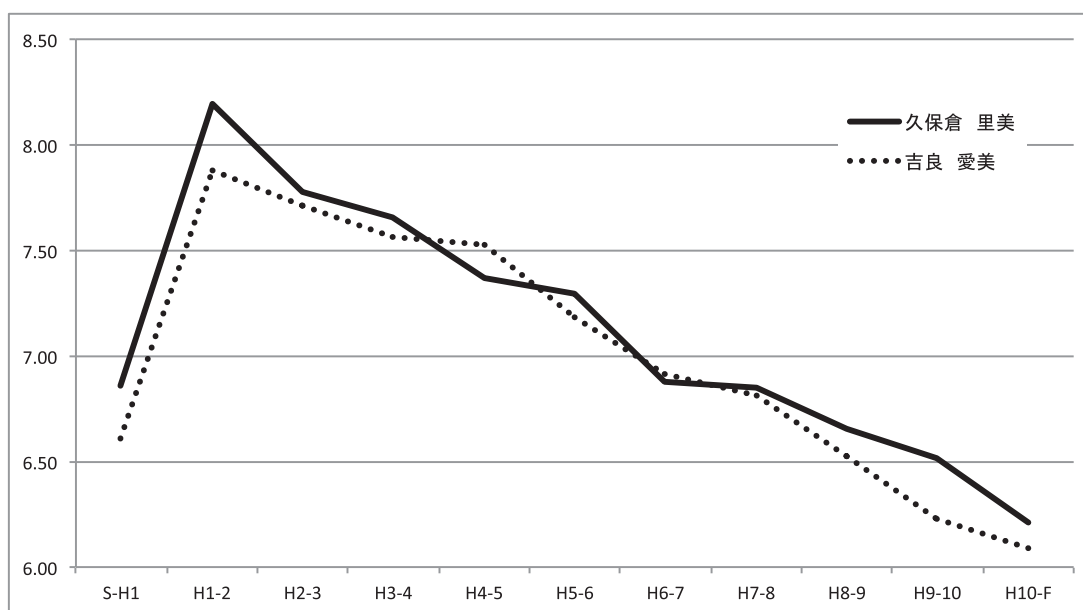


図2 静岡国際陸上 (女子)

表3 ゴールデングランプリ陸上（男子）

氏名	順位	項目	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
岸本 鷹幸	4位	区間時間 (sec)	5.92	3.72	3.82	3.95	4.19	4.37	4.50	4.50	4.64	4.72	5.48
		通過時間 (sec)	5.92	9.64	13.46	17.41	21.60	25.97	30.47	34.97	39.61	44.33	49.81
		区間速度 (m/s)	7.60	9.41	9.16	8.86	8.35	8.01	7.78	7.78	7.54	7.42	7.30
		歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
安部 孝駿	7位	区間時間 (sec)	6.14	3.80	3.84	3.92	4.04	4.10	4.44	4.59	4.95	5.12	6.20
		通過時間 (sec)	6.14	9.94	13.78	17.70	21.74	25.84	30.28	34.87	39.82	44.94	51.14
		区間速度 (m/s)	7.33	9.21	9.11	8.93	8.66	8.54	7.88	7.63	7.07	6.84	6.45
		歩数		13	13	13	13	14	14	14	15	16	
笛木 靖宏	8位	区間時間 (sec)	6.01	3.89	3.90	3.92	4.05	4.15	4.47	4.65	4.94	5.27	6.43
		通過時間 (sec)	6.01	9.90	13.80	17.72	21.77	25.92	30.39	35.04	39.98	45.25	51.68
		区間速度 (m/s)	7.49	9.00	8.97	8.93	8.64	8.43	7.83	7.53	7.09	6.64	6.22
		歩数		14	14	14	14	14	14	14	15	15	16

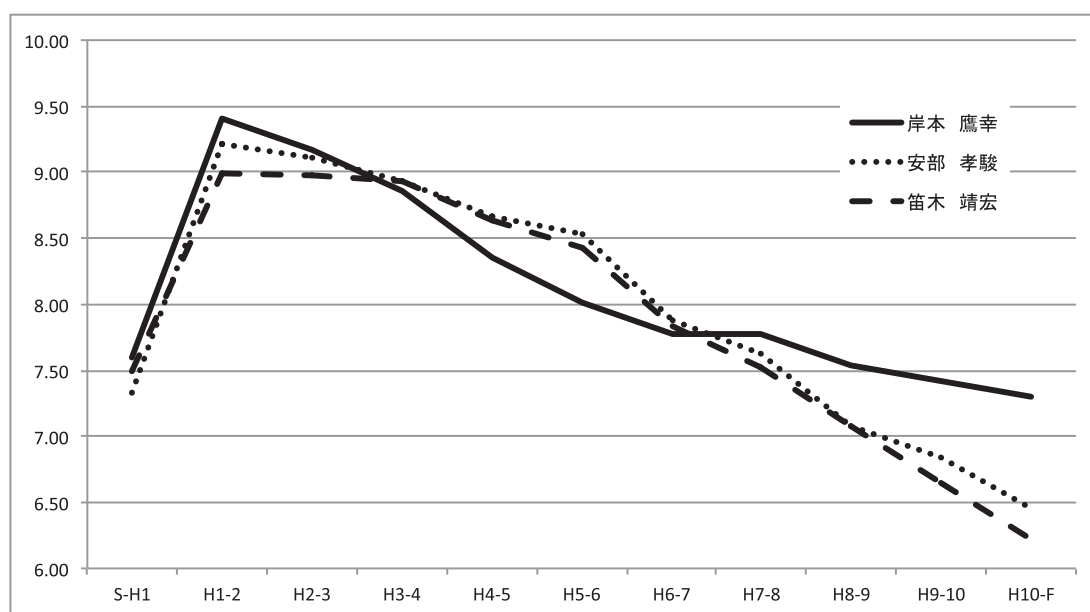


図3 ゴールデングランプリ陸上（男子）

表4 日本選手権 (男子)

氏名	順位	項目	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
岸本 鷹幸	1位	区間時間 (sec)	5.89	3.75	3.89	3.99	4.10	4.27	4.39	4.47	4.57	4.69	5.48
		通過時間 (sec)	5.89	9.64	13.53	17.52	21.62	25.89	30.28	34.75	39.32	44.01	49.49
		区間速度 (m/s)	7.64	9.33	9.00	8.77	8.54	8.20	7.97	7.83	7.66	7.46	7.30
		歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
中村 明彦	2位	区間時間 (sec)	6.09	3.94	4.02	4.07	4.20	4.30	4.39	4.54	4.64	4.55	5.21
		通過時間 (sec)	6.09	10.03	14.05	18.12	22.32	26.62	31.01	35.55	40.19	44.74	49.95
		区間速度 (m/s)	7.39	8.88	8.71	8.60	8.33	8.14	7.97	7.71	7.54	7.69	7.68
		歩数		13	13	13	14	14	14	14	15	15	
小西 勇太	3位	区間時間 (sec)	5.99	3.84	3.85	3.90	3.97	4.19	4.32	4.54	4.67	4.92	5.78
		通過時間 (sec)	5.99	9.83	13.68	17.58	21.55	25.74	30.06	34.60	39.27	44.19	49.97
		区間速度 (m/s)	7.51	9.11	9.09	8.97	8.82	8.35	8.10	7.71	7.49	7.11	6.92
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
舘野 哲也	4位	区間時間 (sec)	6.04	3.77	3.82	3.92	4.04	4.20	4.44	4.54	4.80	4.90	5.51
		通過時間 (sec)	6.04	9.81	13.63	17.55	21.59	25.79	30.23	34.77	39.57	44.47	49.98
		区間速度 (m/s)	7.45	9.28	9.16	8.93	8.66	8.33	7.88	7.71	7.29	7.14	7.26
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	16	16	
吉田 和晃	5位	区間時間 (sec)	5.96	3.79	3.85	3.95	4.05	4.27	4.40	4.49	4.64	4.87	5.78
		通過時間 (sec)	5.96	9.75	13.60	17.55	21.60	25.87	30.27	34.76	39.40	44.27	50.05
		区間速度 (m/s)	7.55	9.23	9.09	8.86	8.64	8.20	7.95	7.80	7.54	7.19	6.92
		歩数		13	13	13	13	13	15	15	15	15	

表5 日本選手権 (女子)

氏名	順位	項目	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
久保倉 里美	1位	区間時間 (sec)	6.61	4.34	4.54	4.52	4.70	4.70	4.97	5.09	5.21	5.34	6.37
		通過時間 (sec)	6.61	10.95	15.49	20.01	24.71	29.41	34.38	39.47	44.68	50.02	56.39
		区間速度 (m/s)	6.81	8.06	7.71	7.74	7.45	7.45	7.04	6.88	6.72	6.55	6.28
		歩数		16	16	16	16	16	17	17	17	17	
吉良 愛美	2位	区間時間 (sec)	6.72	4.34	4.39	4.47	4.60	4.89	4.97	5.14	5.44	5.64	6.67
		通過時間 (sec)	6.72	11.06	15.45	19.92	24.52	29.41	34.38	39.52	44.96	50.60	57.27
		区間速度 (m/s)	6.70	8.06	7.97	7.83	7.61	7.16	7.04	6.81	6.43	6.21	6.00
		歩数		15	15	15	15	16	17	17	17	18	

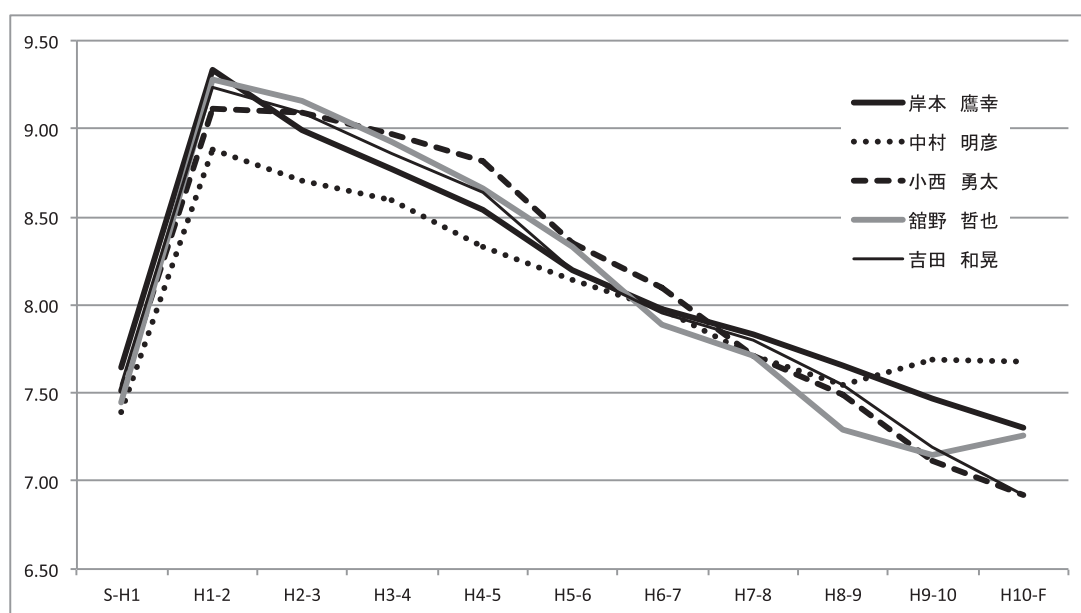


図4 日本選手権 (男子)

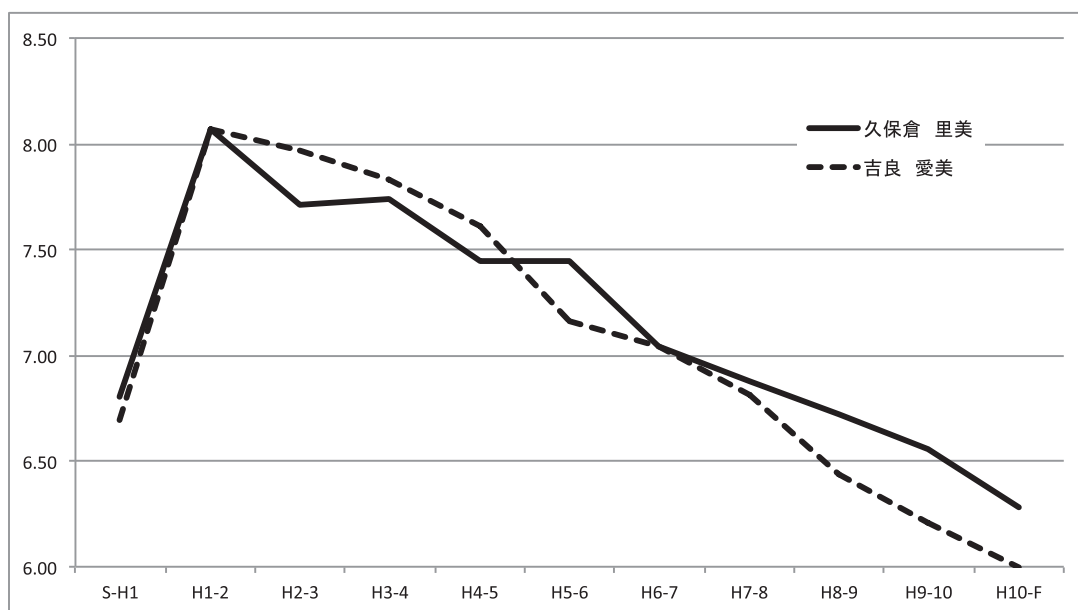


図5 日本選手権 (女子)

## 男子ナショナルチーム・4 × 100m リレーのバイオメカニクスサポート研究報告(第4報)

広川龍太郎<sup>1)</sup> 松尾彰文<sup>2)</sup> 松林武生<sup>3)</sup> 小林海<sup>4)</sup> 山本真帆<sup>3)</sup> 高橋恭平<sup>5)</sup>  
柳谷登志雄<sup>6)</sup> 榎本靖士<sup>7)</sup> 小山宏之<sup>8)</sup> 門野洋介<sup>9)</sup> 岡崎和伸<sup>10)</sup> 土江寛裕<sup>11)</sup>  
伊東浩司<sup>12)</sup> 杉田正明<sup>13)</sup>

1) 東海大学 2) 鹿屋体育大学 3) 国立スポーツ科学センター 4) 目白大学  
5) 熊本高等専門学校 6) 順天堂大学 7) 筑波大学 8) 京都教育大学 9) 仙台大学  
10) 大阪市立大学 11) 東洋大学 12) 甲南大学 13) 三重大学

### I. はじめに

2008 北京五輪では銅メダルを獲得し、また 2012 ロンドンオリンピックでも第5位に入賞と、オリンピックでは決勝進出が常連となっている日本代表チームである。

今回の報告では、韓国仁川で行われたアジア大会ならびに米国ユージンで行われた世界ジュニア選手権のデータを報告する。世界ジュニア選手権でのサポート活動は、科学委員会としても初の試みであった。2020 東京オリンピックを狙い、日本チームのサポートだけで無く、上位チームのデータ収集も行った。

尚、日本陸連科学委員会ならびにチーム「ニッポン」マルチサポート事業で行っているデータ収集ならびにフィードバックの詳細は、過去の研究報告第1～3報ならびに2012年日本スプリント学会における「ロンドンオリンピックに向けた男子4 × 100m リレーへの科学的サポート(松尾ら)」の資料を参考にされたい。

### II. 方法

カメラはパナソニック製 DMC-FZ200 を主に用いた。環境光の状況により 240frame/秒もしくは 120frame/秒を選択し、撮影現場にて最良の方法で撮影した。撮影は全て観客スタンドで行い、キャリブレーションマークならびに走者が的確に収まる位置で撮影した。可能な限りスターターのシグナル光が写る様にした。カメラ位置などの概略図は図1の通りである。大会に同行した撮影班の人員数や、会場の構造などにより撮影位置を変更している。アジア大会時は ABCDE の位置から、世界ジュニア選手権

時は BCDF の位置から撮影した。また各撮影場所からパンニング撮影を行い、キャリブレーションなどに用いた。その際、AB位置からは3→4走のフォロー映像を、CD位置からは1→2走ならびに3→4走のフォロー映像を、E位置からは1→2走のフォロー映像を撮影し、データに誤差の出ない様に細心の注意を払った。先行の報告では、縁石マークやハードルなどを用いて、バトンパスゾーン出口から10m先にキャリブレーションマークをし、ブルーゾーンから出口プラス10mの計40mを用いてパス区間タイムを算出していたが、今回の大会ではマーキングが出来なかったため、40mの計測は断念した。

また、パスワークの出来を確認するため、機材に余裕のある時は、タイム分析用とは別にフルハイビジョン映像も撮影した。

パス区間タイムや走速度を算出するために Apple®製 Final Cut Pro X ならびに QuickTimePro7 を用いた。

### III. フィードバックしたデータについて

情報の共有方法の詳細は、2011年度陸連紀要報告を参照されたい。ソーシャルネットワークサービスを用いて、より素早く各コーチにフィードバックを行っている。ソーシャルネットワークサービス内では指導者、選手、サポートチームのみの情報共有であり、第三者が閲覧できない様になっている。

撮影した映像は直ぐに編集され、共有された。映像は「パスがどの時点で渡っているか?」「次走者のスタートするタイミングは?」「スタートの走フォームは?」等の確認に用いた。

リレーのバトンパスタイムなどの分析区間は、図2を基準としている。大会時ならびに練習時は①

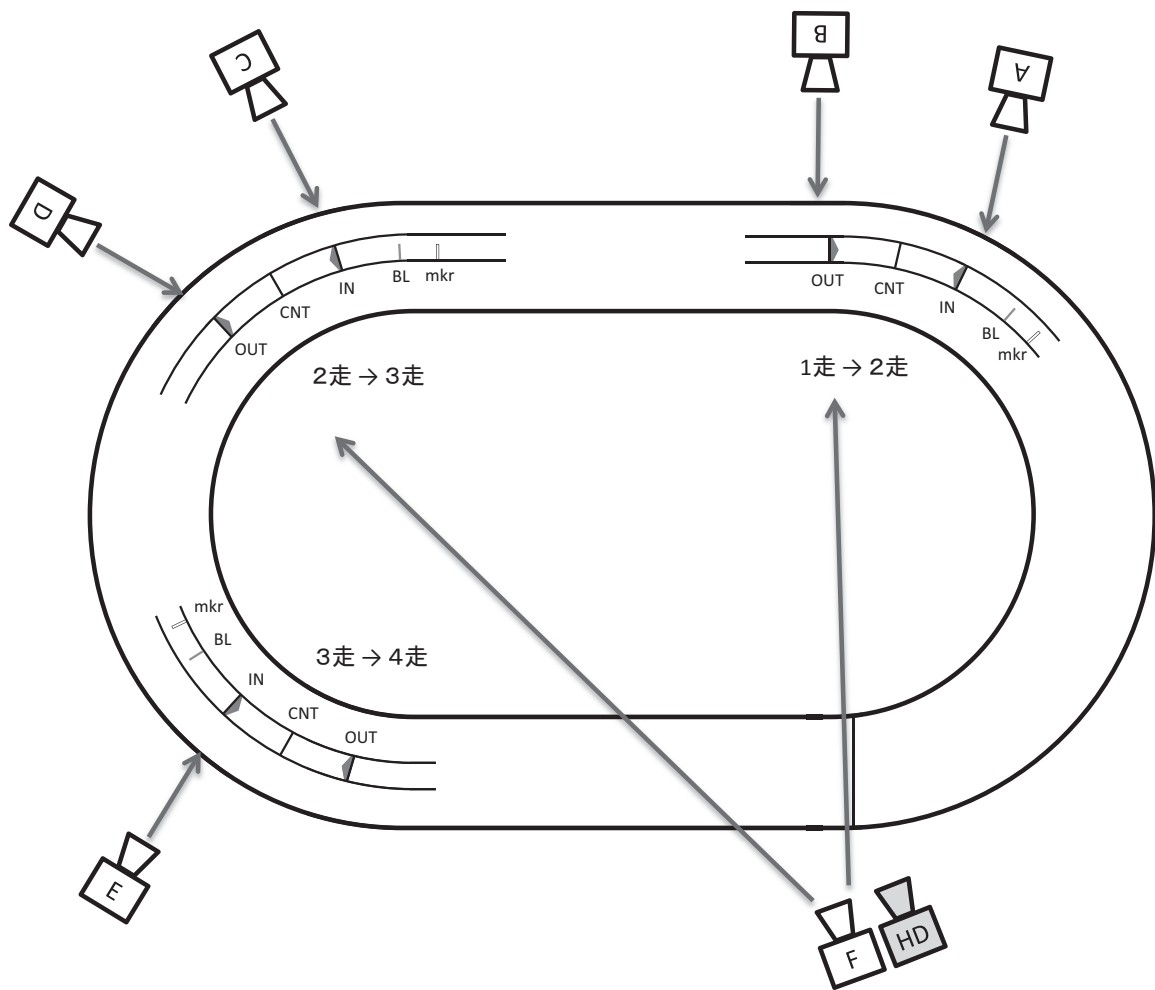
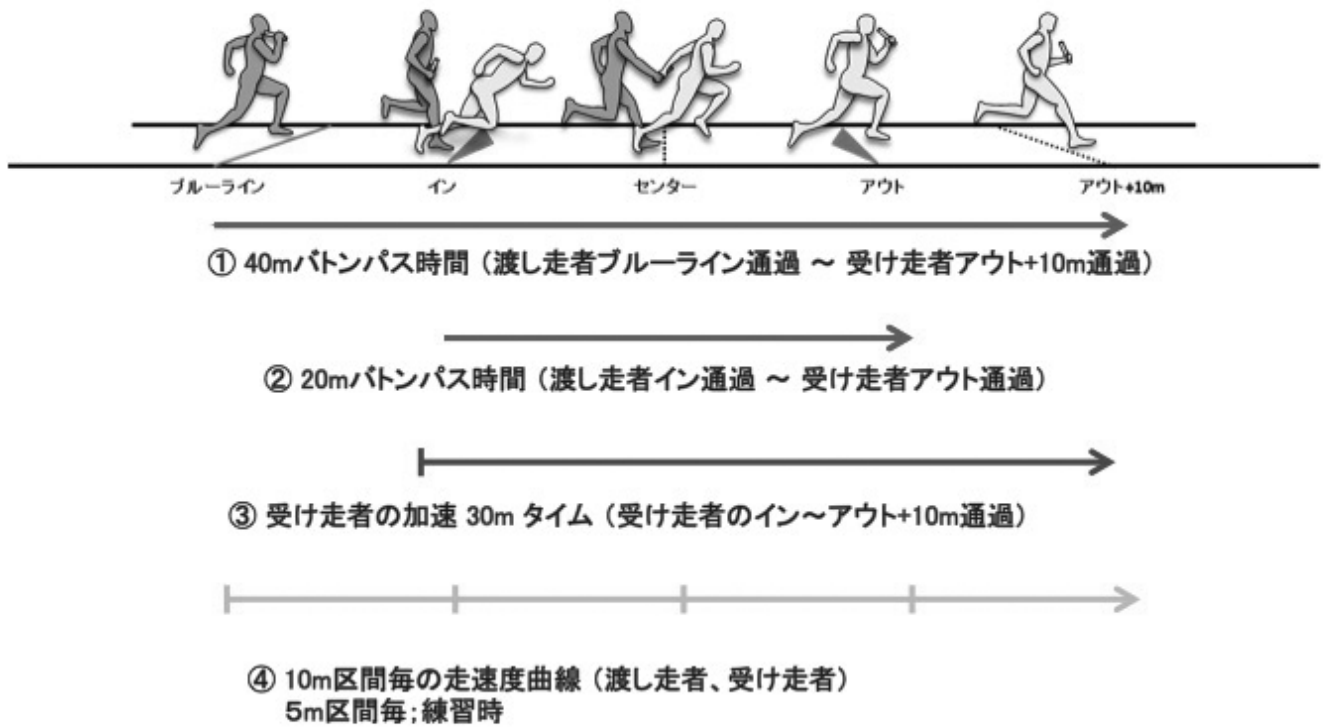


図 1



(松林他、JISS科学会議、2012)

図 2

表 1

	2014アジア大会		2014世界ジュニア選手権						2012ロンドン五輪	
	決勝		決勝				予選		決勝	予選
	1位	2位	1位	2位	3位	4位	1位	2位	5位	組2位
	7レーン	5レーン	5レーン	4レーン	6レーン	3レーン	3レーン	5レーン	4レーン	9レーン
	CHN 37.99	日本 38.49	USA 38.70	日本 39.02	JAM 39.12	CHN 39.51	日本 39.23	USA 39.43	日本 38.35	日本 38.07
1走イン→2走アウトの20m	1.94	1.94	2.00	1.97	2.00	1.93	2.08	1.94	1.91	1.89
2走イン→3走アウトの20m	1.82	1.95	2.04	1.91	1.93	2.01	1.93	2.14	1.92	1.94
3走イン→4走アウトの20m	1.93	1.95	2.05	2.04	2.01	2.03	2.01	1.93	1.95	1.93
パスタタイム計	5.69	5.84	6.09	5.92	5.94	5.97	6.01	6.00	5.78	5.75
1走80mタイム(ブルーまで)	8.68	8.53	8.60	8.75	8.81	8.70	8.93	8.60	/	
①1走90mタイム(インまで)	9.67	9.43	9.68	9.75	9.81	9.72	9.93	9.48		
②2走イン→イン100mタイム	9.34	9.47	9.54	9.72	10.07	9.98	9.74	9.79		
③3走イン→イン100mタイム	9.36	9.71	9.87	9.73	9.58	9.94	9.75	10.06		
④4走イン→ゴール110mタイム	10.17	10.39	10.10	10.39	10.28	10.61	10.40	10.61		
4走アウト→ゴール90mタイム	8.16	8.27	7.93	8.24	8.13	8.44	8.28	8.50		
(①)+(②)+(③)+(④)	38.55	39.00	39.19	39.59	39.74	40.25	39.82	39.94		
1走	CHEN	山縣10.14	MILLER10.19	川上10.45	ROBINSON10.37	MO10.37	川上10.45	MILLER10.19	山縣10.07	
2走	XIE20.44	飯塚20.39	BROMELL9.97	桐生10.05	O'HARA10.19	LIANG20.96	桐生10.05	BROMELL9.97	江里口10.18	
3走	SU10.10	高平20.50	WILLIAMS10.21	小池10.32	CLARKE	LIN	小池10.32	JERRIGAN10.27	高平20.56	
4走	ZHANG10.17	高瀬10.13	FRIDAY10.00	森20.71	MINZIE10.16	LI	森20.71	WELLS	飯塚20.21	

※選手名後の数字は、IAAFサイトによるシーズンベスト記録

から④を適宜組み合わせ、データ収集ならびにフィードバックをしている。代表チームが最も重要視している指標は“前走者ブルーゾーン通過から、次走者バトンパスゾーン出口から10m先通過までの40mバトンパス時間(土江寛裕・強化副部長の提唱する「パスの巧みさ+しっかり加速しているか」「3秒75で走れば38秒突破が可能」「バトンを渡す位置に影響されずに目安となる指標である」のためである)”=図中①であるが、前述したとおり、今回はキャリブレーションマークが出来なかったため、図中②の20mバトンパス区間のデータを算出した。また各カメラにスタートシグナルがしっかり映ったため、各個人の走タイムも算出した。1走はブルーまでの80mタイムとインまでの90mタイムを算出した。基本的には90mタイムが指標となると考えるが、状況によってインまでに前走者と詰まる事があり、減速している可能性があるため、80mタイムも参考のため算出した。2走ならびに3走はインからインまでの100mタイムとした。4走はインからゴールまでの110mタイムとアウトからゴールまでの90mタイムとした。フィードバックしたデータの一部と2012ロンドン五輪時のパスタタイムのデータを表1に示した。

アジア大会の算出結果だが、バトンパスタタイムも個人の走記録も、日本チームはアジア記録を出した中国チームよりも遅かった。パスタタイムで0.15秒、走タイムも0.45秒の差があった。パスタタイムは、ロンドン五輪時と比べても最大0.09秒遅くなっていた。各個人の走タイムを見ていると、日本チームの1走である山縣の9.43秒と中国チームの3走SUの9.36秒、4走ZHANGの10.17秒が良い結果だったのではと考えた。

世界ジュニア選手権の算出結果だが、パスタタイムは日本チームが一番早かった。優勝した米国チームよりも0.17秒早かった。また2走桐生→3走小池の1秒91は、上位4チームの中で最も早いパスであったと同時に、シニアチーム顔負けのタイムであったことが伺えた。各個人の走タイムでは、米国チームが総計で39.19秒と全体の中で最も良かった。パスタタイムでは上回る日本チームであるが、決勝にて米国チームを破るには、やはり個人の走能力の向上が必要である事が伺えた。ジャマイカチームは3走のCLARKEの9.58秒が光っており、米国チームのエースであるBROMELL9.54秒に次ぐタイムを出していた。

今大会では、日本チームは予選で米国チームより先着し全体の1位通過を果たした。また決勝ではジャマイカチームより先着し、世界の2強より前で走るという快挙であった。今後の活躍が大変見込まれる世代である事が伺えた。

最後に、今までは日本チームのパス精度向上にクローズアップしてデータを収集してきた。今後は世界各国のデータを収集し、戦略上より有用な情報をフィードバックしたいと考えている。

## 参考文献

広川龍太郎 松尾彰文 松林武生 貴嶋孝太 山本真帆 高橋恭平 渡辺圭佑 綿谷貴志 柳谷登志雄 持田尚 森丘保典 杉田正明 荻部俊二 土江寛裕 高野進 (2013) 男子ナショナルチーム・4×100mリレーのバイオメカニクスサポート研究報告(第3報) 陸上競技研究紀要 vol.9、61-65



- 広川龍太郎 松尾彰文 柳谷登志雄 持田尚 森丘保典 松林武生 貴嶋孝太 山本真帆 高橋恭平 渡辺圭佑 綿谷貴志 杉田正明 荻部俊二 土江寛裕 高野進 (2012) 男子ナショナルチーム・4×100mリレーのバイオメカニクスサポート報告(第2報) 陸上競技研究紀要 vol.8、35-38
- 松林武生 松尾彰文 貴嶋孝太 山本真帆 広川龍太郎 (2012) 陸上競技男子4×100mリレーにおけるバトンパス技術の評価 第9回JISSスポーツ科学会議
- 広川龍太郎 松尾彰文 杉田正明(2009)男子ナショナルチーム・4×100mリレーのバイオメカニクスサポート報告 陸上競技研究紀要 vol.5、67-70
- 杉田正明 広川龍太郎 松尾彰文 川本和久 高野進 阿江道良 (2007) 4×100m、4×400mリレーについて 陸上競技学会誌 vol.6 21-26
- 柳谷登志雄 小山桂史 杉田正明 (2007) 男子4×100mR決勝に見るバトンパスワーク 陸上競技マガジン 12 154-155
- 杉田正明 広川龍太郎 高野進 有川秀之 川本和久 阿江道良 小林寛道 (2005) 国際グランプリ大阪大会2004の4×100mリレーバトンパス分析 陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2004 121-123
- 杉田正明 杉浦雄策 林忠男 持田尚 石井好二郎 阿江道良 小林寛道 (2004) 南部記念陸上4×100mリレーのバトンパス分析 陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2003 101-106

## 全国高校総体における男子4×400mリレーのレース分析

柳谷登志雄<sup>1)</sup> 辻秀憲<sup>1)</sup> 小林海<sup>2)</sup> 松尾彰文<sup>3)</sup> 杉田正明<sup>4)</sup>

1) 順天堂大学 2) 目白大学 3) 鹿屋体育大学 4) 三重大学

### 1. はじめに

日本陸連科学委員会では、全国高等学校陸上競技対校選手権大会（インターハイ）に出場する高校生の競技を対象として、バイオメカニクスデータを収集する活動を実施している。本年度も7月30日から8月3日までの5日間にわたり、南関東インターハイが山梨県甲府市・山梨中銀スタジアムを会場として開催され、この期間を通して各種目のデータの取得を行った。

2020年に開催される東京オリンピックを5年後に控え、今回の南関東インターハイに出場した世代の競技者が東京オリンピックに出場して活躍することが予想される。そのため、彼らのパフォーマンス分析に関する情報を収集・分析し基礎資料とすることは、今後の選手強化に非常に有用であると考えられる。インターハイの分析データに関しては、開催中の報告書および月刊誌面において掲載しているが、男女4×400mリレー（4×400mR）に関しては最終日の最終種目として行われており、これらの報告書には掲載されない。そこで本稿では、それらの中から最終日に実施された4×400mR決勝に関するデータを報告する。

### 2. 方法

#### 2.1 分析対象レース

分析対象としたレースは、平成26年に開催された全国高等学校陸上競技対校選手権大会（南関東インターハイ）において実施された4×400mR決勝であった。

#### 2.1 分析対象校

男子4×400mRの分析対象校は、決勝レースに出場した成田（千葉）、法政二（神奈川）、盛岡南（岩手）、相洋（神奈川）、八王子（東京）、宇治山田

商（三重）、東福岡（福岡）および大館国際情報（秋田）の全8校であった。また、女子4×400mRの分析対象校は、決勝レースに出場した東大阪大敬愛（大阪）、相洋（神奈川）、京都文教（京都）、愛知（愛知）、東京（東京）、埼玉栄（埼玉）、浜松市立（静岡）および至学館（愛知）の全8校であった。

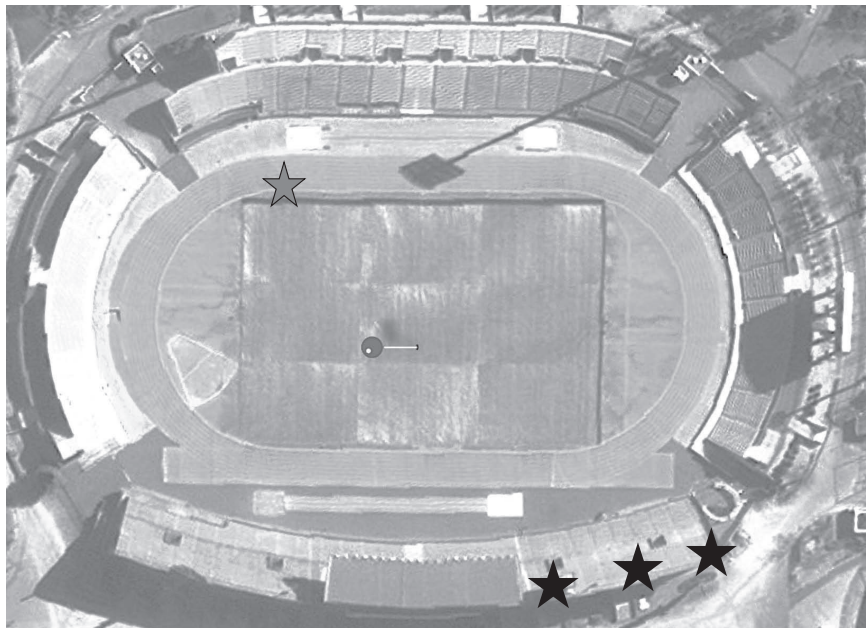
#### 2.3 ビデオ映像の撮影

デジタルビデオカメラ（EXILIM EX-F1, CASIO社製）を3台用いて、メインスタンド最上段からレースの様態を撮影した。このときのビデオカメラの配置は図1に示す通りであった。すなわち、カメラの配置は第1走者と第2走者、第2走者と第3走者、そして第3走者と第4走者のいずれのバトンパスにおいても、各チームのバトンパスがトラック外側のほぼ真横から認識できる位置とした。

ビデオカメラの設定は以下の通りとした。すなわち、撮影モードはM（マニュアル）モードとし、その際のビデオ画質はHD画質（800×640ピクセル）、フレームレイトは300fps（プログレッシブ）であった。また、シャッタースピードおよびF値については、レース実施時の撮影ポイントにおいて分析に最適な映像が取得出来るように適宜調節した。

#### 2.4 データ分析

撮影したビデオ映像をパーソナルコンピュータ上でソフトウェア（Qucik Time 7）を用いて、各イベントの時間を読み取った。具体的なイベントとしては、スタート時の閃光、各校のバトンがバトンパスのラインを通過した時間を読み取った。ゴールタイムは、大会本部から公表される公式記録から引用した。さらに、第2走者から第4走者までの走者が第1レーンの200m走スタートラインを通過する時間を読み取った。この値は、厳密には走順およびレーンにより200m地点ではないものの、各走者の前半と後半におけるタイム差の指標として用いた。



★ カメラの撮影位置  
 ★ 第1レーン200mスタート地点

図1 会場におけるカメラ配置図

これらの時間から、各校の区間タイム、各走者の200 m通過タイム、そして各走者の前半200 mと後半200 mにおけるタイム差を示した。

### 3. 結果および考察

男子4×400mRの分析結果については表1に示した通りである。この表から、男子では成田(千葉)は第1走者から先頭に立ち、他のチームに一度も先頭を譲ること無くフィニッシュしたことがわかる。第1位の成田(千葉)と第2位の法政二(神奈川)のフィニッシュタイムは、それぞれ3分10秒71および3分11秒41であった。一方、第5位の八王子のフィニッシュタイムは3分12秒42であることから、第2位以降は僅か1秒の間に第2位から第5位までの4校(法政二、盛岡南、相洋、八王子)がフィニッシュラインを通過しており、いずれの高校の競技力も拮抗していたことがわかる。

第1走者から第4走者にかけてのバトンの通過タイム(バトンタイム)は図2の通りであった。成田の第1走者から第4走者における400mのラップタイムは、それぞれ48秒00, 47秒03, 47秒97および47秒71であり、4名の走者の平均タイムを単純計算すると47秒68であった。以下、2位以降の高校の平均タイムを同様に計算すると、47秒85(法政二), 47秒87(盛岡南), 47秒94(相洋), 48.11(八王子), 48秒21(宇治山田商), 48秒46(東福岡),

48秒63(大館国際情報)であり、上位入賞したチームの平均タイムは47秒台であることが示された。また、走順により走距離が若干異なるため、走順間のタイム差は単純に論じることが出来ないが、特に第2走者と第4走者の走力の影響が大きいことが示唆された。

渡部ら(2006)はインターハイにおける女子4×400mRの分析から、この種目では400m走タイムのレベルの高い選手が、準決勝レベルであれば各チームに1名は居るのに対して、決勝レベルになると2名は存在していることを報告している。男子に関するデータは無いものの、今回の分析結果からも、第2走者と第4走者の2カ所に走力の高い競技者を配置することができた学校が上位に入賞することができていることが伺えた。

図3は上位入賞した4校における第2走者から第4走者までの3名について、第1レーンの200m走スタート地点を通過する前と後(以下それぞれ、前半と後半とする)におけるタイム差(以下、前後半タイム差、後半タイム - 前半タイム)を算出したものである。この図から、いずれの走順についても、前後半タイム差は成田が他校に比べて少ないことが示された。つまり、先行した成田は終始マイペースで走ることができたために後半のタイム低下を抑えることが出来たと考えられる。このデータからも、バトンパス直後に先行するチームを追いか

表1 男子4×400mRの分析結果

順位	レーン	校名	ゴールタイム	第1走者 (400m)		第2走者 (600m)		第3走者 (1000m)		第4走者 (1600m)		
				通過タイム(秒)	200mラップ(秒)	通過タイム(秒)	200mラップ(秒)	通過タイム(秒)	200mラップ(秒)	通過タイム(秒)	200mラップ(秒)	
優勝	5	成田(千葉)	3分10秒71	48.00	22.03	70.03	25.00	117.73	22.70	143.00	22.77	190.71
				48.00	22.03	70.03	25.00	117.73	22.70	143.00	22.77	190.71
				48.00	22.03	70.03	25.00	117.73	22.70	143.00	22.77	190.71
2位	8	法政二(神奈川)	3分11秒41	48.73	21.57	70.30	25.13	118.07	22.64	144.06	22.37	191.41
				48.73	21.57	70.30	25.13	118.07	22.64	144.06	22.37	191.41
				48.73	21.57	70.30	25.13	118.07	22.64	144.06	22.37	191.41
3位	4	盛岡南(岩手)	3分11秒49	49.30	22.03	71.33	25.14	119.07	22.60	144.60	21.50	191.49
				49.30	22.03	71.33	25.14	119.07	22.60	144.60	21.50	191.49
				49.30	22.03	71.33	25.14	119.07	22.60	144.60	21.50	191.49
4位	1	相洋(神奈川)	3分11秒77	49.10	21.93	71.03	25.24	117.97	21.70	144.60	22.07	191.77
				49.10	21.93	71.03	25.24	117.97	21.70	144.60	22.07	191.77
				49.10	21.93	71.03	25.24	117.97	21.70	144.60	22.07	191.77
5位	7	八王子(東京)	3分12秒42	49.03	21.80	70.83	25.60	118.87	22.44	145.20	22.17	192.42
				49.03	21.80	70.83	25.60	118.87	22.44	145.20	22.17	192.42
				49.03	21.80	70.83	25.60	118.87	22.44	145.20	22.17	192.42
6位	2	宇治山田商(三重)	3分12秒84	49.67	22.00	71.67	25.67	119.83	22.49	145.44	22.36	192.84
				49.67	22.00	71.67	25.67	119.83	22.49	145.44	22.36	192.84
				49.67	22.00	71.67	25.67	119.83	22.49	145.44	22.36	192.84
7位	6	東福岡(福岡)	3分13秒85	49.60	23.40	73.00	25.13	120.73	22.60	146.13	21.87	193.85
				49.60	23.40	73.00	25.13	120.73	22.60	146.13	21.87	193.85
				49.60	23.40	73.00	25.13	120.73	22.60	146.13	21.87	193.85
8位	3	大館国際情報(秋田)	3分14秒50	48.50	22.53	71.03	26.00	119.93	22.90	146.20	22.90	194.50
				48.50	22.53	71.03	26.00	119.93	22.90	146.20	22.90	194.50
				48.50	22.53	71.03	26.00	119.93	22.90	146.20	22.90	194.50

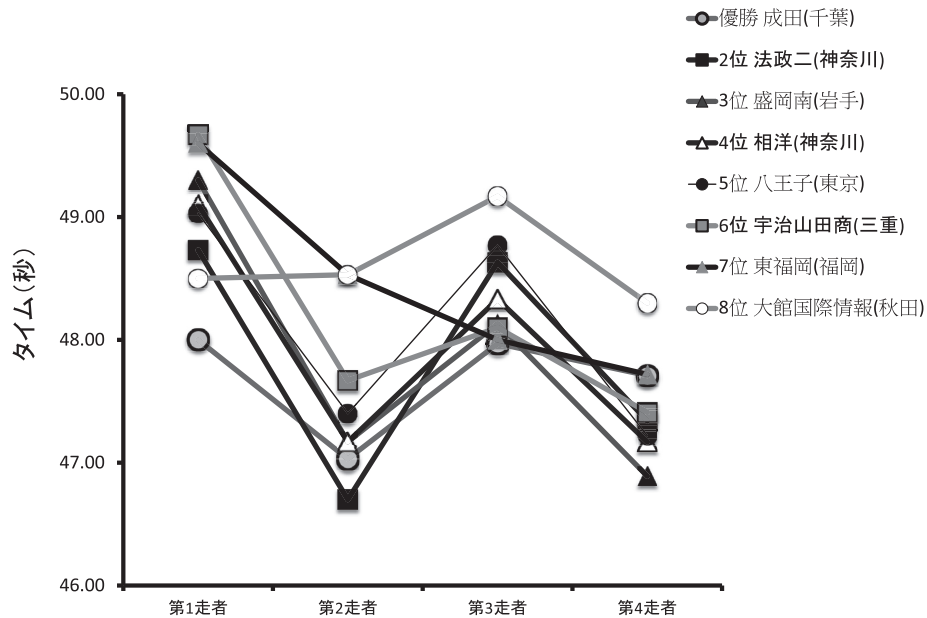


図2 男子決勝における各走者ごとのバトンの通過タイム

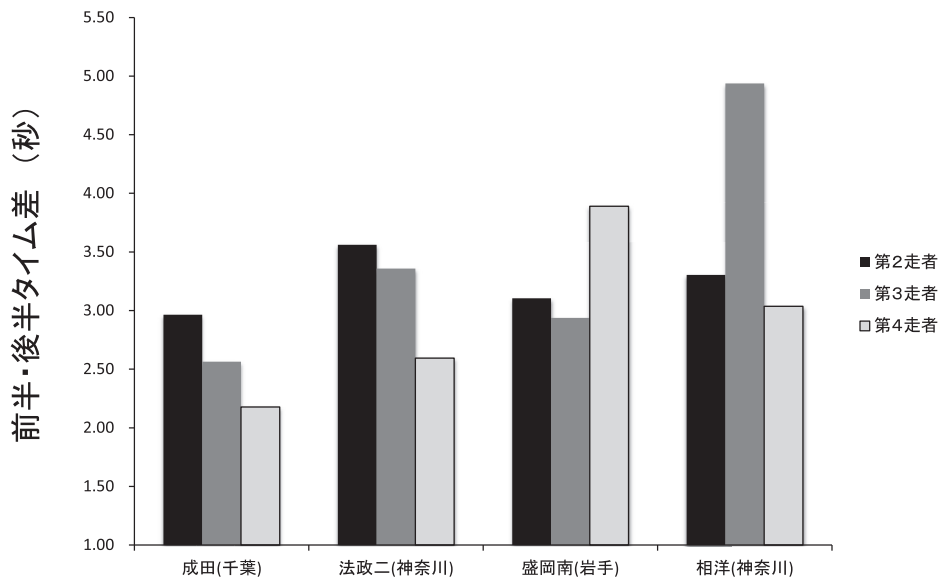


図3 男子決勝の第2・3・4走者における前後半タイム差

表2 女子4×400mRの分析結果

順位	レーン	校名	ゴールタイム	第1走者 (400m)		第2走者 (600m)		第3走者 (1000m)		第4走者 (1400m)		合計
				通過タイム(秒)	区間タイム(秒)	通過タイム(秒)	区間タイム(秒)	通過タイム(秒)	区間タイム(秒)	通過タイム(秒)	区間タイム(秒)	
優勝	4	東大阪大敬愛(大阪)	3分39秒17	通過タイム(秒)	56.57	81.50	110.00	135.07	165.60	190.33	219.17	
				区間タイム(秒)		24.93	28.50	25.07	30.53	24.73	28.84	
				区間タイム(秒)	56.57		53.43		55.60		53.57	
2位	6	相洋(神奈川)	3分44秒59	通過タイム(秒)	57.40	82.40	112.63	138.67	168.60	194.57	224.59	
				区間タイム(秒)		25.00	30.23	26.03	29.93	25.97	30.02	
				区間タイム(秒)	57.40		55.23		55.97		55.99	
3位	8	京都文教(京都)	3分44秒62	通過タイム(秒)	57.00	82.23	112.33	138.53	168.80	195.13	224.62	
				区間タイム(秒)		25.23	30.10	26.20	30.27	26.33	29.49	
				区間タイム(秒)	57.00		55.33		56.47		55.82	
4位	7	愛知(愛知)	3分44秒73	通過タイム(秒)	57.97	83.50	112.77	139.30	168.87	194.73	224.73	
				区間タイム(秒)		25.53	29.27	26.53	29.57	25.87	30.00	
				区間タイム(秒)	57.97		54.80		56.10		55.86	
5位	5	東京(東京)	3分44秒95	通過タイム(秒)	55.97	81.73	112.13	137.97	168.40	194.73	224.95	
				区間タイム(秒)		25.76	30.40	25.83	30.43	26.33	30.22	
				区間タイム(秒)	55.97		56.17		56.27		56.55	
6位	2	埼玉栄(埼玉)	3分45秒23	通過タイム(秒)	57.07	82.83	112.57	139.03	168.77	195.83	225.23	
				区間タイム(秒)		25.77	29.73	26.47	29.73	27.07	29.40	
				区間タイム(秒)	57.07		55.50		56.20		56.46	
7位	3	浜松市立(静岡)	3分45秒54	通過タイム(秒)	57.53	83.07	114.77	139.57	168.13	194.73	225.54	
				区間タイム(秒)		25.53	31.70	24.80	28.57	26.60	30.81	
				区間タイム(秒)	57.53		57.23		53.37		57.41	
8位	1	至学館(愛知)	3分46秒86	通過タイム(秒)	56.43	82.00	112.90	139.17	169.73	196.23	226.86	
				区間タイム(秒)		25.57	30.90	26.27	30.57	26.50	30.63	
				区間タイム(秒)	56.43		56.47		56.83		57.13	

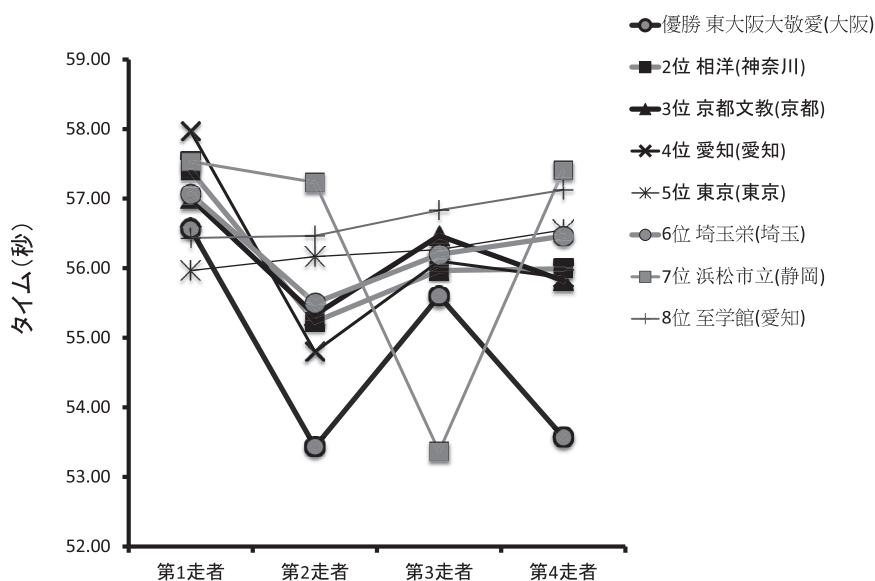


図4 女子決勝における各走者ごとの通過タイム

けて前半がオーバーペースとなることで後半のスピード低下を招く可能性があることが示唆される。400m 走における前半 200 m のペース戦略が全体のパフォーマンスに及ぼす影響を調べた研究では、最初の 200m を全力の 93% のタイムで通過したときに 400m 走のタイムが最も高くなることが報告されている。また、この論文では、前半を 93% で疾走した時の 380 m 地点におけるピッチとストライドが 125 m 地点のピッチとストライドに対してそれぞれ 2.4% および 9.2% であったのに対して、前半を 98% で疾走した時にはピッチとストライドはともに、およそ 13% も低下することが報告されている。このことから 400m 走におけるペース配分が重要であり、特に 4×400mR においては先行するチームに前半で追いつくことよりも後半で追いつく方が全体のタイムや順位には有利である可能性が考えられる。

一方、女子 4×400mR の分析結果については表 2 に示した通りである。第 1 位の東大阪大敬愛(大阪)のフィニッシュタイムは 3 分 39 秒 17 であった。これに対して第 2 位の相洋(神奈川)のフィニッシュタイムは 3 分 44 秒 59 であり、東大阪大敬愛と相洋のタイム差は 5 秒 42 であったことから、1 名の走者あたりで約 1 秒 35 秒の差があったことになる。一方、第 7 位の浜松市立(静岡)のフィニッシュタイムは 3 分 45 秒 54 であり、女子の場合も男子と同様、わずか 1 秒 05 のなかに第 2 位から第 7 位までの 6 チームが入るといった混戦であったことがわかる。

4×1000m リレー(以下、400mR)のレース分析に関しては、本紀要に毎年掲載している「ナショナルチームのバイオメカニクススポーツ研究報告」にみられるように、男女ともに、以前から多くの分析や報告が継続的になされている。これに対して 4×

400mR に関しては学術的な極めて数少なく、インターネット上の文献検索サイト CiNi ににおいて「4×400mリレー」というキーワードで検索すると、検索される学術論文としては僅か4件だけである(参考文献1～4)。4×400mR もまた400mR と同様に、日本チームが国際大会において決勝進出あるいはメダルを狙える可能性の高い種目のひとつであることを考えると、4×400mR のレース分析を行い、戦術や戦略を考えることは非常に重要であるといえる。

この種目では、いわゆるロングスプリント走における個々の能力がチームのタイムに大きく影響すると考えられる。一方、技術的な改善要素に関しては、400mR に比べればバトンパスなどの大きな改善要素は少ないものの、各走者のペース配分がタイムや順位に大きく影響する種目であるといえる。このことは、アテネオリンピックに向けた取り組みとして、日本代表チームではメンバーを前年度実績によって固定し、強化合宿などでは全員が同じトレーニングメニューを実施したこと、そして冬季を通してバトンパスワークをトレーニングの随所に取り入れてきたこと(麻場 2005)からも明らかである。

また、同じメンバーであっても、どのような走能力の者を第何走者に配置するかというオーダーの並べ方により、全体のタイムや順位に大きく影響する可能性があることも考えられる。渡部ら(2006)はインターハイの女子4×400mR 出場校への調査からオーダーの並べ方を調べた研究において、そのコンセプトは予選、準決勝そして決勝へとラウンドが上がるに従い、以下の通り変化してくると述べている。すなわち、予選レベルでは第2走者に一番速い走者(エース)を配置しているチームが多く、次に第4走者にはチームで二番目に速い走者(準エース)を配置するケースが多いようである。これは、予選ではエースを第2走者として配置することにより、少しでも順位を上げていきたいチームが多いためであると考えられている。また、準決勝レベルでは、予選と同様にエースを第2走者に配置するチームが多い一方で、アンカーにエースを配置するチームと、第3走者に準エースを配置しているチームも多く見られるとのことである。これは準決勝レベルでは、第2走者において先頭グループにつけ第3走者とアンカーへつなげ決勝への進出を伺っているチームが多いためであると考えられている。そして決勝レベルでは、エースをアンカーに配置しているチームが6チームあり、準エースを第2走者に配置しているチームが多いと報告されている。また、第

1走者は全てのチームが遅い走者を配置し、第3走者は3番目の選手を配置しているチームが多く、これは、決勝レベルにおいてアンカーで順位を上げていきたいというチームが多いためであると考えられている。

#### 4. 引用参考文献

- 1) 4×100m, 4×400m リレーについて—日本チームの挑戦. 杉田 正明, 広川 龍太郎, 松尾 彰文 [他]. 陸上競技学会誌 (6), 21-26, 2007
- 2) 女子4×400m リレーにおける各走者区間タイムからみたオーダーについての一考察. 渡部 誠, 斎藤 隆志, 岡野 進. 陸上競技研究紀要 2, 53-57, 2006
- 3) オリンピック・世界選手権4×400m リレーの各走者区間タイムについて(特集:リレー). 野口 純正, 高橋 牧子. スプリント研究 15, 33-50, 2005-12
- 4) アテネオリンピック4×400m リレーの戦略(特集:リレー). 麻場 一徳. スプリント研究 15, 11-15, 2005-12

## 助走スピードから見た世界ジュニア男子棒高跳選手と日本ジュニア選手の比較

小山宏之<sup>1)</sup> 広川龍太郎<sup>2)</sup> 清水悠<sup>3)</sup> 榎本靖士<sup>4)</sup>

1) 京都教育大学 2) 東海大学 3) 島根大学 4) 筑波大学

### 1. はじめに

日本陸上競技連盟科学委員会の跳躍班は、2014年にオレゴンで開催された世界ジュニア選手権において、男子棒高跳に出場した選手の助走スピードを測定することができた。これまで、男子棒高跳ジュニア選手の助走スピードの測定は、インターハイを中心に国内のみで継続的に行ってきたが（日本陸上競技連盟ホームページ, <http://www.jaaf.or.jp/t-f/>）、海外ジュニア選手の測定はこれまで行うことができていない。また、海外のジュニア選手の助走スピードに関する報告はこれまで見当たらないことから、日本と海外のジュニア選手の比較は十分に行うことができなかったのが現状である。そこで本報告では、2014世界ジュニアに出場した男子棒高跳選手の助走スピードを報告し、さらに、日本男子ジュニア棒高跳トップ選手の助走スピードと比較を行う。

### 2. 方法

2014世界ジュニア選手権では、棒高跳ピット助走路後方のスタンドにレーザー式速度測定装置Lavegを設置し、助走スタートからクリアランスまでの選手の移動を100Hzで測定した。測定は決勝ラウンドのみ行った。なお、ピット上でのキャリブレーションは実施できなかったため、ボックス位置のキャリブレーションは撮影者がボックスに照準を合わせて測定し、複数回の測定による平均値を基準として採用した。

表1は今回の分析対象者と競技結果を示している。決勝当日は好天で風に恵まれたこともあり、入賞者全員が自己ベストを跳躍し、5m50を4名が超える非常にハイレベルの試合であった。身長および体重は各国の陸上競技連盟ホームページやスポンサー企業等のページより収集できたものを示してい

る。

また、日本男子ジュニアトップ選手のデータは、科学委員会の活動でこれまで測定してきた以下に示す9試合のものである。

- ・2007 佐賀インターハイ
- ・2008 埼玉インターハイ
- ・2009 近畿インターハイ
- ・2010 沖縄インターハイ
- ・2011 北東北インターハイ
- ・2012 北信越インターハイ
- ・2013 北部九州インターハイ
- ・2014 南関東インターハイ
- ・2014 日本ジュニア・ユース選手権

### 3. 結果および考察

#### 3.1 世界ジュニアにおける助走スピードと記録の関係

図1は助走スピードの変化の例として、世界ジュニア優勝者の優勝試技（Chapelle選手, 5m55）および2014日本ジュニア優勝者（澤選手, 5m20）の助走スピード変化を示している。なお、0m地点はボックス位置を示している。

助走スピードは踏切前に最高スピードを迎えるが、記録の良いChapelle選手のスピードが大きい

表1 世界ジュニアにおける分析対象者

選手	年齢	記録 (m)	身長 (m)	体重 (kg)
Chapelle (FRA)	19	5.55	1.80	72.0
Kotov (RUS)	19	5.50	-	-
Zernikel (GER)	19	5.50	1.84	73.0
King (USA)	18	5.50	1.85	77.1
Huang (CHN)	18	5.45	-	-
Kobelev (RUS)	19	5.45	-	-
Hicking (AUS)	19	5.40	-	-
Hague (GBR)	17	5.35	-	-
Collela (ITA)	18	5.20	-	-

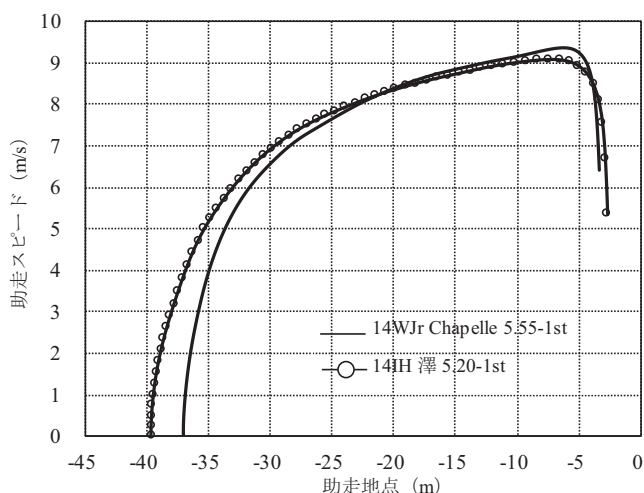


図1 男子棒高跳における助走スピードの変化の例

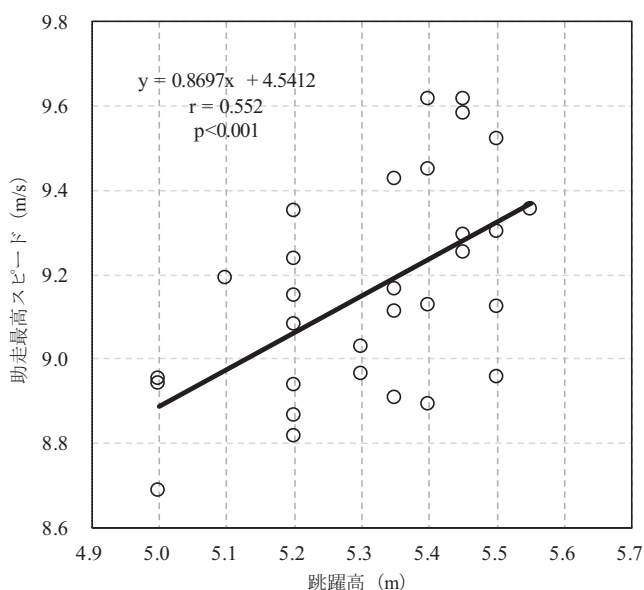


図2 世界ジュニアにおける助走最高スピードと跳躍高の関係

ことがわかる。さらに、Chapelle選手の方が助走距離は短いことから、助走前半においてスピードの増加が大きい助走を行っていたことが読み取れる。以下では、海外選手と日本選手の現状を明らかにするために、海外選手の助走最高スピードと記録の関係、日本選手と海外選手の助走最高スピードの比較を行う。

図2は世界ジュニア選手の助走最高スピードと跳躍高の関係を、表2は各選手の助走最高スピードと助走距離を示している。なお、分析対象試技は成功試技のみとし、同一選手の複数試技が含まれている。また、助走距離は速度の増加が始まった時点の距離とし、ボックスと胴体間の距離を示している。

図2からわかるように、助走最高スピードと跳躍高の間には有意な正の相関関係が見られ ( $r=0.552$ ,

表2 世界ジュニアの各選手の最高スピード、出現地点、助走距離

選手	記録 (m)	最高スピード (m/s)	出現地点 (m)	助走距離 (m)
Chapelle (FRA)	5.20	9.15	-6.5	36.8
	5.35	9.43	-5.7	-
	5.45	9.29	-6.8	37.0
	5.50	9.30	-6.7	-
Kotov (RUS)	5.20	9.08	-5.5	38.0
	5.30	8.96	-7.6	37.9
	5.40	9.13	-6.9	38.0
	5.45	9.25	-5.6	-
Zemikel (GER)	5.20	8.87	-6.0	-
	5.30	9.03	-5.1	-
	5.50	8.95	-6.3	30.0
King (USA)	5.20	9.35	-7.3	34.4
	5.40	9.45	-6.4	35.0
	5.45	9.62	-6.0	-
Huang (CHN)	5.50	9.52	-6.4	34.8
	5.10	9.19	-6.5	31.4
	5.20	9.24	-6.4	31.3
	5.35	9.17	-6.8	31.4
Kobelev (RUS)	5.40	9.62	-6.0	31.3
	5.45	9.58	-5.4	31.3
	5.00	8.94	-7.7	37.8
Hicking (AUS)	5.35	8.91	-7.7	38.1
	5.00	8.95	-7.1	-
Hague (GBR)	5.20	8.94	-7.0	38.7
	5.40	8.89	-7.9	38.6
Collela (ITA)	5.35	9.11	-5.7	- (他試技で約33m)
	5.00	8.69	-6.6	34.1
	5.20	8.82	-6.4	34.1

$p < 0.001$ ), 助走最高スピードが高いほど跳躍高は高い傾向にあったことが示された。なお、この相関関係には同一選手の複数試技が含まれるが、個人内での助走最高スピードと跳躍高の関係を見た場合においても (表2), 跳躍高が高くなるほど助走スピードが高まっている傾向にある選手が多かった (Chapelle, Kotov, King, Huang など)。助走最高スピードが出現する地点と助走距離は跳躍高との間には関係は見られず、助走最高スピード出現地点の平均はボックス前  $6.5 \pm 0.7\text{m}$ , 助走距離の平均値は  $35.2 \pm 3.0\text{m}$  (最長,  $38.7\text{m}$ ; 最短,  $30.0\text{m}$ ) であった。なお、今回の世界ジュニアで  $9.40\text{m/s}$  以上の非常に高い助走スピードであった6跳躍の内の5跳躍は2選手で行われており、その1人は同じアジアである中国の選手であった。



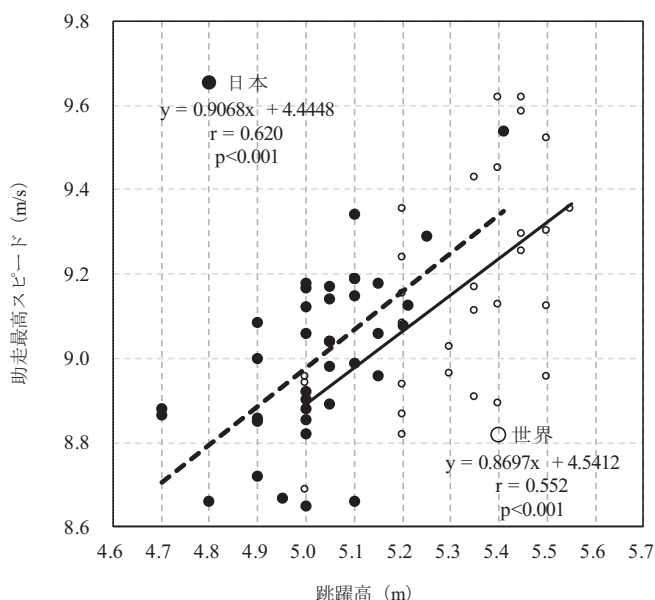


図3 世界ジュニア選手および日本ジュニア選手における助走最高スピードと跳躍高の関係

### 3.2 世界ジュニア選手と日本ジュニア選手の比較

図3は世界ジュニア選手と日本ジュニア選手の助走最高スピードと跳躍高の関係を示したもので、表3は日本ジュニア選手の助走最高スピードと助走距離を示したものである。

図3に示したように、日本選手においても助走最高スピードと跳躍高の間には有意な正の相関関係が見られ ( $r=0.620$ ,  $p<0.001$ )、助走最高スピードが高いほど跳躍高を獲得している傾向が見られた。このように日本選手と海外選手において同様の関係があり、助走スピードの重要性が示唆されるが、日本選手の回帰直線と世界選手のものとは同一線上に重なるのではなく、日本選手の方がより上に位置していた。この結果は、世界選手は日本選手に比べて、助走最高スピードに対する獲得跳躍高が高いことを示している。なお、現在の高校記録(笹瀬選手, 5.41m, '07佐賀インターハイ)は今回の世界ジュニア入賞記録と同程度であるが、その助走スピードは世界ジュニア入賞選手と比較しても平均以上の非常に高いものであったと言える。

表4は助走最高スピードを0.20m/sの幅で5グループに分類し、各グループの跳躍高を世界ジュニア選手と日本ジュニア選手で比較したものである。なお、分析跳躍数の多いグループⅢおよびⅣについては、跳躍高の差の検定するために対応のないt検定を行った。グループⅡ・Ⅲを見ると、助走最高スピードの平均値には世界と日本で差がないが(Ⅱ: 世界,  $8.91 \pm 0.05\text{m/s}$ , 日本,  $8.90 \pm 0.05\text{m/s}$ ; Ⅲ: 世界,  $9.12 \pm 0.05\text{m/s}$ , 日本,  $9.12 \pm 0.04\text{m/s}$ ),

表3 2007年以降の国内主要大会における日本ジュニア選手の最高スピード, 出現地点, 助走距離

試合	選手	記録 (m)	最高スピード (m/s)	出現地点 (m)	助走距離 (m)
2014 日本 Jr	澤	5.20	9.08	-7.2	39.6
	鈴木	5.10	9.34	-6.5	35.9
	堀江	5.00	8.92	-6.5	33.4
	金山	5.00	8.88	-7.2	36.4
	堀川	5.00	8.65	-6.6	34.8
	来間	4.90	9.08	-5.9	40.2
	錦織	4.90	8.86	-6.3	33.5
2014 日本 Youth	新井	5.21	9.12	-6.5	40.9
	石川	5.00	9.17	-6.5	35.8
	植松	5.00	8.85	-5.4	34.4
	江島	5.00	8.90	-6.3	33.0
	中村	5.00	9.12	-6.7	38.9
	大久保	4.80	8.66	-7.1	33.7
	小木曾	4.70	8.88	-7.7	36.1
	重藤	4.70	8.87	-6.7	34.7
2014 IH	澤	5.25	9.29	-7.2	38.8
	三宅	5.15	9.18	-7.5	37.9
	新井	5.10	9.15	-6.6	41.6
2013 IH	高木	5.05	9.04	-7.3	36.2
	金山	5.05	8.89	-7.0	31.8
2012 IH	岡本	5.00	8.82	-7.4	38.2
	堀田	5.15	9.06	-8.6	39.3
	植松	5.10	8.66	-10.5	36.3
2011 IH	毛呂	5.10	9.19	-9.8	36.9
	船本	4.95	8.67	-9.8	34.6
	高橋	4.90	8.72	-9.4	33.1
2010 IH	石橋	4.90	9.00	-9.0	34.4
	堀田	4.90	8.85	-10.2	37.5
	桜井	5.15	8.96	-9.6	36.6
2009 IH	川島	5.05	9.17	-10.1	37.0
	堤	5.05	8.98	-10.2	37.0
	川島	5.05	9.04	-9.1	36.1
2008 IH	影山	5.00	9.06	-8.7	33.0
	松澤	5.10	8.99	-9.7	-
	松澤	5.10	9.19	-9.5	37.0
2007 IH	土井	5.05	9.14	-9.5	40.8
	三浦	5.00	9.18	-10.9	40.6
2007 IH	笹瀬	5.41	9.54	10.4	37.7

表4 助走スピード別の世界ジュニア選手と日本ジュニア選手の跳躍高の比較

グループ	グループ (m/s)	世界ジュニア		日本ジュニア		有意差
		n	跳躍高 (m)	n	跳躍高 (m)	
I	8.6 ~ 8.8	1	5.00	5	$4.95 \pm 0.11$	-
II	8.8 ~ 9.0	9	$5.24 \pm 0.17$	13	$4.97 \pm 0.14$	**
III	9.0 ~ 9.2	8	$5.30 \pm 0.13$	17	$5.06 \pm 0.11$	**
IV	9.2 ~ 9.4	6	$5.39 \pm 0.15$	2	$5.18 \pm 0.11$	-
V	9.4 ~	6	$5.43 \pm 0.05$	1	5.41	-

\*\* p < 0.01

世界ジュニアの選手の方がグループⅡで約27cm, Ⅲで約24cmもの高い跳躍高を獲得していた。また、グループⅣにおいても助走最高スピードには差がな

いが (世界,  $9.30 \pm 0.05\text{m/s}$ , 日本  $9.32 \pm 0.04\text{m/s}$ ), 世界ジュニア選手の方が約 20cm 高いバーをクリアしていた。以上のことから, 世界ジュニア選手は日本のジュニア選手に比べて獲得している跳躍高は非常に高いが, 助走スピードは, 最高スピードが非常に高い一部の選手を除いては日本ジュニア選手と大きな差がないことが示され, 助走スピードに対する獲得跳躍高に非常に大きな差があることが明らかとなった。

#### 4. まとめ

本報告では, 2014 世界ジュニア男子棒高跳の決勝に進出した選手の助走スピードを示すこと, そして日本ジュニア選手と比較し, 日本ジュニア選手の現状を明らかにすることを目的とした。

結果として, ①世界ジュニア選手と日本ジュニア選手では跳躍高には大きな差はあるが, 助走最高スピードには顕著な差は見られないこと, ②助走最高スピードに対する獲得跳躍高は世界ジュニア選手が極めて大きいことが明らかとなった。

今回の分析では助走スピードの測定結果のみで, 跳躍動作に関する分析を行うことができていない。助走最高スピードが同じにも関わらず跳躍高の差が大きいことから考えると, 世界ジュニア選手と日本ジュニア選手の動作には大きな差があることが予想される。また, 表 1 では入賞選手 3 名分しか身長情報が収集できていないが, 世界ジュニア入賞選手は身長が高く, 体格面での差もあると予想される (大会の映像から Chapella 選手は入賞者の中でも身長が低い選手に当てはまる)。今後は, 映像分析により世界選手と日本選手の動作の差を検討すること, 体格を含めた体力要因の情報も集め, 総合的に分析を進めることなどを通じて, 日本ジュニア選手の強化育成に必要な知見を提供していく必要がある。

## 高校生トップ男子走幅跳選手のパフォーマンス変化と踏切動作の特徴

柴田篤志<sup>1)</sup> 小山宏之<sup>2)</sup> 清水悠<sup>3)</sup>

1) 京都教育大学大学院 2) 京都教育大学 3) 島根大学

### I. はじめに

これまでの走幅跳における報告では、世界一流選手および日本一流選手を対象として、助走スピード分析（小山ら，2011 など）や踏切局面および踏切準備局面における動作に関するキネマティクスの分析（飯干ら，2005 など）をはじめとして数多く行われている。一方で、ジュニア期にあたる高校生選手を対象とした報告は少なく、パフォーマンスの変化が著しいジュニア期における競技者の特徴についての十分なデータはないと考えられる。また、パフォーマンスの向上にともなう動作の変化を縦断的に検討した報告も少ない。

そこで本報告では、2014年高校総体で上位入賞を果たした2選手の2013年シーズンから2014年シーズンにかけての踏切局面における動作の変化をキネマティクスの分析し、パフォーマンス向上の要因を事例的に検討する。

### II. 方法

#### 1. 分析対象者

対象者は2014年高校総体において上位入賞を果たした佐久間選手（PB:7m80）、外川選手（PB:7m58）の2名とした。

#### 2. 分析試技

対象者の2013年日本ユース選手権，2014年高校総体，2014年日本ジュニア選手権における試技を分析の対象とし，撮影した試技の中から各選手の2013年シーズン上位3試技をPre，2014年シーズンの上位3試技をPostとした（表1）。

#### 3. 撮影およびデータ処理

2台のハイスピードカメラ（CASIO社製，EX-F1）を用いて，助走路前方および後方から各競技

表1 分析試技一覧

	2013(Pre)			2014(Post)		
	佐久間	7m49(+0.0) 日本ユース	7m40(+0.4) 日本ユース	7m35(+0.1) 日本ユース	7m80(+2.0) 高校総体	7m68(+0.4) 日本ジュニア
外川	7m37(-0.3) 日本ユース	7m25(+2.4) 日本ユース	7m20(+0.0) 日本ユース	7m60(+2.8) 高校総体	7m58(+2.6) 高校総体	7m43(+1.9) 高校総体

会，各選手の全試技を踏切2歩前から踏切離地まで300fpsで固定撮影した。

撮影したVTR映像から踏切2歩前離地の10コマ前から踏切離地後10コマまでの身体分析点23点をビデオ動作分析システム（DKH社製，Frame-DIAS IV）によりデジタル化した。そして，2台のカメラの身体分析点とコントロールポイントの座標から，3次元DLT法を用いて身体分析点23点の3次元座標を算出した。

身体分析点の3次元座標は，Wells and Winter（1980）の方法を用いて分析点毎に最適遮断周波数を決定し，Butterworth low-pass digital filterを用いて平滑化した。

#### 4. 算出項目

以下に示す項目を算出した。図1は角度定義を示している。

- (1) 重心水平速度，鉛直速度
- (2) 踏切脚膝角度および角速度  
（伸展を正，屈曲を負とする）
- (3) 踏切脚および遊脚大腿角度，角速度  
（前傾を負，後傾を正とする）
- (4) 体幹の前後傾角度：肩の midpoint と大転子の midpoint を結んだ線分が鉛直線となす角度  
（前傾を負，後傾を正とする）

#### 5. 局面定義

踏切脚膝関節の最大屈曲時(MKF)を踏切中間とし，踏切接地(T-on)からMKFを踏切前半，MKFから踏切離地(T-off)を踏切後半として各局面を50%としてT-onからT-offが100%となるように規格化し

た。

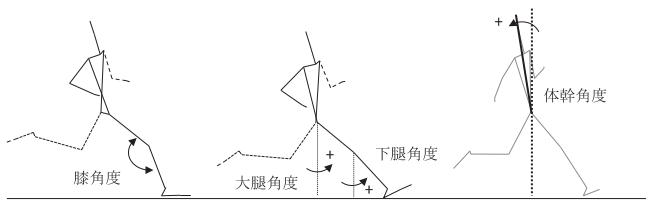


図1 角度定義

### Ⅲ. 結果および考察

#### 1. 事例1 (佐久間選手)

##### 1.1 重心速度

表2は佐久間選手の踏切局面における重心速度に関するパラメータを示している。T-onにおける水平速度の平均値はPostでやや増加している傾向がみられたが、T-offにおける水平速度の平均値に差はみられなかった。一方で、Postにおける鉛直速度の平均値はMKFおよびT-offで増加がみられ、踏切後半の鉛直速度増加量に差がないことから、Postでは踏切前半でより大きな鉛直速度を獲得することができていたといえる。さらにPostではより大きな鉛直速度を獲得するために踏切における減速がやや大きくなっていった。このことから佐久間選手のPostにおけるパフォーマンスの向上は踏切でより大きな鉛直速度を獲得することができたことによるものであると考えられる。

##### 1.2 踏切動作

表3は佐久間選手の踏切局面における踏切脚の膝

角度および角速度、体幹角度に関するパラメータを示している。踏切脚の各時点における膝角度にはPre, Postの平均値に差は少なく、踏切中の屈曲量や伸展量にも差は少なかった。さらに、膝の各時点における角速度の平均値や屈曲、伸展速度のピーク値の平均値にも大きな差はみられなかった。つまり、踏切脚の姿勢はPre, Post間で大きな変化はみられず、パフォーマンスの向上との関係性は少ないと考えられる。また、体幹角度の平均値はT-onにおいてPostでより後傾した姿勢であったが、T-offではPostがより垂直に近い姿勢であり、踏切中における体幹角度の変位がPostでより大きくなっていったといえる。

表4は佐久間選手の踏切局面における大腿角度および角速度に関するパラメータを示している。踏切脚の大腿角度は踏切の各時点においてPre, Postの平均値に差はみられなかった。一方で、遊脚の大腿角度はMKF, T-offにおいてPostの平均値が大きく、T-onにおける遊脚の姿勢はPre, Postで類似していたものの、MKF, T-offでは遊脚がより前方に位置していたといえ、踏切前半における遊脚大腿の変位が大きかったことによって、遊脚をより引き上げた姿勢で離地していたことが明らかとなった。さらに、遊脚大腿角速度はT-on, MKFにおける角速度の平均値および踏切中のピーク値の平均値がPostにおいて大きく、遊脚の大腿をより速い速度で前方に振り込んでいたことが明らかとなった。また、図2はPreおよびPostの踏切中の遊脚大腿角速度の平均値を時系列で示したものである。遊脚大腿角速度のピーク値の出現地点はPreにおいて約50%地点、

表2 重心速度に関するパラメータ (佐久間)

記録 (m)	T-on		MKF			T-off		踏切における 水平速度の減速 (m/s)	踏切後半の 鉛直速度増加量 (m/s)	跳躍角度 (deg)
	水平速度 (m/s)	水平速度 (m/s)	鉛直速度 (m/s)	鉛直速度 (m/s)	鉛直速度獲得比 (%)	水平速度 (m/s)	鉛直速度 (m/s)			
2013(Pre)	7.49	9.74	8.73	1.94	63.7	8.31	3.21	-1.43	1.28	21.2
	7.40	9.63	7.94	2.11	60.6	8.12	3.68	-1.51	1.57	24.4
	7.35	9.32	8.48	1.68	56.1	8.52	3.13	-0.80	1.45	20.2
2014(Post)	7.80	9.64	8.78	1.75	51.9	8.41	3.55	-1.23	1.79	22.9
	7.68	9.93	8.48	2.54	75.9	8.47	3.49	-1.45	0.95	22.4
	7.59	9.62	8.71	1.99	58.9	8.28	3.53	-1.35	1.54	23.1
Pre平均±SD	7.41±0.06	9.56±0.18	8.38±0.33	1.91±0.18	60.1±3.1	8.32±0.17	3.34±0.24	-1.25±0.32	1.43±0.12	21.9±1.8
Post平均±SD	7.69±0.09	9.73±0.14	8.66±0.13	2.09±0.33	62.2±10.1	8.38±0.08	3.52±0.03	-1.34±0.09	1.43±0.35	22.8±0.3

表3 踏切脚の膝角度および角速度、体幹角度に関するパラメータ (佐久間)

記録 (m)	踏切脚膝角度						踏切脚膝角速度		体幹角度		
	T-on	MKF	T-off	屈曲量	伸展量	最大屈曲速度	最大伸展速度	T-on	MKF	T-off	
			(deg)			(deg/s)	(deg/s)	(deg)	(deg)	(deg)	
2013(Pre)	7.49	160.9	149.0	163.2	11.9	14.3	-291.1	294.4	9.9	9.5	11.6
	7.40	166.1	150.5	161.5	15.6	11.0	-391.3	267.5	12.3	9.3	6.9
	7.35	157.1	146.2	154.8	10.9	8.6	-356.2	246.0	9.3	7.7	9.3
2014(Post)	7.80	166.7	153.0	165.2	13.7	12.2	-421.9	280.1	11.0	9.1	7.4
	7.68	165.6	147.9	156.7	17.7	8.8	-354.4	215.0	13.6	6.6	7.1
	7.59	167.0	158.7	171.7	8.3	13.0	-244.1	281.3	14.7	10.4	7.7
Pre平均±SD	7.41±0.06	161.4±3.7	148.6±1.8	159.8±3.6	12.8±2.0	11.3±2.3	-346.2±41.5	269.3±19.8	10.5±1.3	8.9±0.8	9.3±1.9
Post平均±SD	7.69±0.09	166.4±0.6	153.2±4.4	164.5±6.1	13.2±3.9	11.3±1.8	-340.1±73.3	258.8±31.0	13.1±1.5	8.7±1.6	7.4±0.2

表4 大腿角度および角速度に関するパラメータ (佐久間)

記録 (m)	踏切脚大腿角度			踏切脚大腿角速度			遊脚大腿角度			遊脚大腿角速度				
	T-on	MKF (deg)	T-off	T-on	MKF (deg/s)	T-off	T-on	MKF (deg)	T-off	T-on	Max (deg/s)	MKF	T-off	
2013(Pre)	7.49	41.8	16.3	-22.1	-302.6	-651.6	-302.1	-18.8	19.2	71.1	531.3	807.3	807.3	372.5
	7.40	36.3	11.9	-18.3	-377.7	-518.6	-245.0	-9.3	31.8	73.9	511.1	965.9	965.9	137.2
	7.35	32.7	15.0	-18.7	-359.6	-535.1	-190.5	-2.1	32.8	78.2	802.3	884.9	861.6	49.7
2014(Post)	7.80	33.2	18.5	-20.1	-262.9	-528.5	-271.8	-4.6	36.1	85.8	868.8	1062.5	1045.7	163.8
	7.68	42.4	14.5	-10.5	-273.4	-464.1	-277.9	-17.7	41.6	79.9	500.1	1054.4	1046.1	118.9
	7.59	36.1	17.2	-18.1	-269.9	-548.9	-253.8	-10.5	32.1	81.6	749.7	970.1	963.8	229.8
Pre平均±SD	7.41±0.06	36.9±3.8	14.4±1.9	-19.7±1.7	-346.6±32.0	-568.4±59.2	-245.9±45.6	-10.1±6.8	27.9±6.2	74.4±2.9	614.9±132.8	886.0±64.8	878.3±65.8	186.4±136.3
Post平均±SD	7.69±0.09	37.2±3.8	16.7±1.7	-16.3±4.1	-268.7±4.4	-513.8±36.1	-267.8±10.2	-10.9±5.4	36.6±3.9	82.4±2.5	706.2±153.6	1029.0±41.8	1018.5±38.7	170.8±45.5

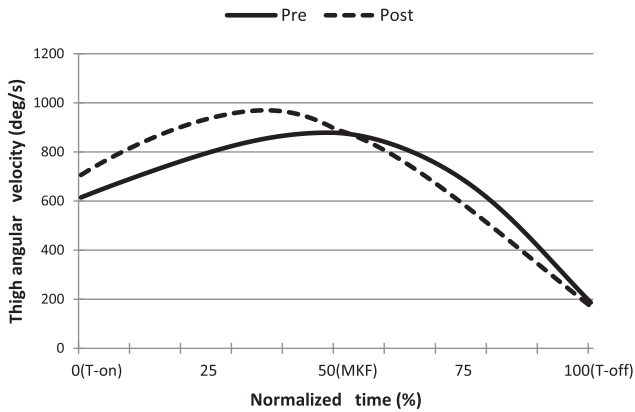


図2 遊脚大腿角速度 (佐久間)

Postでは約40%地点であり、ピーク値の出現地点がPostではより踏切前半に近くなっていたことが明らかとなった。

このように、PreおよびPostにおける踏切動作を比較すると、踏切脚の動作には大きな変化がみられなかった。一方で、リード脚とよばれる遊脚大腿の動作には変化が見られ、T-onからMKFまでの踏切前半局面における大腿角速度の平均値がPostで増加しており、遊脚をより素早く前方へ振り込むことができるようになっていた。さらに、踏切前半における鉛直速度の獲得がPostで大きくなっていたことから、遊脚をより速い速度で前方へ振り込むことが踏切前半における鉛直速度獲得に関係する動作であった可能性が示唆され、遊脚動作の変化がパフォーマンス向上の要因の1つであったといえる。

## 2. 事例2 (外川選手)

### 2.1 重心速度

表5は外川選手の踏切局面における重心速度に関

表5 重心速度に関するパラメータ (外川)

記録 (m)	T-on		MKF			T-off		踏切における 水平速度の減速 (m/s)	踏切後半の 鉛直速度増加量 (m/s)	跳躍角度 (deg)
	水平速度 (m/s)	水平速度 (m/s)	鉛直速度 (m/s)	鉛直速度獲得比 (%)	水平速度 (m/s)	鉛直速度 (m/s)				
2013(Pre)	7.37	9.71	8.54	2.17	65.4	8.47	3.23	-1.23	1.06	20.9
	7.25	9.65	8.55	2.18	68.3	8.51	3.13	-1.14	0.95	20.2
	7.20	9.71	8.60	2.32	74.3	8.41	3.06	-1.30	0.74	20.0
2014(Post)	7.60	9.95	8.77	2.18	65.9	8.71	3.30	-1.23	1.12	20.7
	7.58	9.99	9.00	1.91	58.5	8.69	3.36	-1.30	1.40	21.2
	7.43	10.02	8.74	2.24	69.5	8.74	3.27	-1.27	1.04	20.5
Pre平均±SD	7.27±0.07	9.69±0.03	8.56±0.02	2.22±0.07	69.3±3.7	8.46±0.04	3.14±0.07	-1.23±0.07	0.92±0.13	20.4±0.4
Post平均±SD	7.54±0.08	9.98±0.03	8.83±0.12	2.13±0.12	64.6±4.6	8.72±0.02	3.31±0.04	-1.27±0.03	1.19±0.16	20.8±0.3

するパラメータを示したものである。踏切中の各時点における水平速度の平均値はPostで増加しており、T-onにおける水平速度が増加したものの、踏切における水平速度の減速はPre, Postの平均値に大きな差はなく、Postではより大きな水平速度を助走で獲得し、速度を維持したまま踏切動作を行っていたことが明らかとなった。また、鉛直速度はMKFにおいてPreの平均値が大きかったが、T-offにおける鉛直速度はPostの平均値が大きく、PostではPreで非常に少なかった踏切後半における鉛直速度の獲得量を増やすことができていたといえる。このことから、外川選手のパフォーマンス向上は水平速度の向上によるものが大きく、それに加えて水平速度が増加したにも関わらず、踏切における水平速度の減速を最小限に抑え、より大きな鉛直速度を獲得することができたことによるものであると考えられる。

### 2.2 踏切動作

表6は外川選手の踏切局面における膝角度および角速度、体幹角度に関するパラメータを示したものである。踏切脚の各時点における膝角度の平均値はT-onおよびMKFにおいてPre, Postの間に大きな差はみられなかったが、T-offにおいてはPostの値がより大きく、伸展位であった。また、踏切中の屈曲量はPre, Postの平均値に差は少なかったものの、伸展量では平均値に大きな差がみられ、さらに踏切脚膝角速度のピーク値(最大伸展速度)もPostの平均値が大きく、膝をより速く伸展させることで、踏切後半で膝関節を大きく伸展させてT-offに向かっていたことが明らかとなった。体幹

表 6 踏切脚の膝角度および角速度, 体幹角度に関するパラメータ (外川)

記録 (m)	踏切脚膝角度					踏切脚膝角速度			体幹角度		
	T-on	MKF	T-off (deg)	屈曲量	伸展量	最大屈曲速度	最大伸展速度	T-on	MKF (deg)	T-off	
2013(Pre)	7.37	157.0	143.9	150.7	13.1	6.8	-393.3	237.4	5.2	-0.8	1.4
	7.25	163.4	147.9	161.5	15.5	13.5	-417.4	348.5	7.1	2.2	2.8
	7.20	166.0	150.1	156.8	15.9	6.7	-395.8	221.9	8.6	4.8	7.8
2014(Post)	7.60	157.9	140.5	175.0	17.4	34.5	-467.4	785.7	8.4	1.4	0.2
	7.58	159.4	152.4	173.1	7.0	20.7	-209.5	469.6	6.9	2.4	1.6
	7.43	161.5	145.9	169.4	15.5	23.5	-398.9	528.0	8.1	0.1	-0.6
Pre平均±SD	7.27±0.07	162.1±3.8	147.3±2.6	156.3±4.4	14.8±1.2	9.0±3.2	-402.2±10.8	269.3±56.4	7.0±1.4	2.1±2.3	4.0±2.8
Post平均±SD	7.54±0.08	159.6±1.5	146.3±4.9	172.5±2.3	13.3±4.5	26.2±6.0	-358.6±109.1	594.4±137.3	7.8±0.6	1.3±1.0	0.4±0.9

表 7 大腿角度および角速度に関するパラメータ (外川)

記録 (m)	踏切脚大腿角度			踏切脚大腿角速度			遊脚大腿角度			遊脚大腿角速度				
	T-on	MKF (deg)	T-off	T-on	MKF (deg/s)	T-off	T-on	MKF (deg)	T-off	T-on	Max (deg/s)	MKF	T-off	
2013(Pre)	7.37	36.2	13.7	-14.2	-396.9	-566.2	-273.7	-2.9	38.3	76.0	651.1	1045.3	1045.3	102.2
	7.25	33.2	12.6	-20.1	-358.5	-567.3	-325.8	-2.5	35.8	73.5	573.4	977.7	977.7	145.7
	7.20	31.7	7.8	-19.4	-397.0	-525.8	-252.8	-4.5	42.8	76.1	660.6	997.1	967.5	102.4
2014(Post)	7.60	46.0	23.9	-26.7	-318.7	-660.4	-630.1	-12.3	36.7	78.8	684.2	1100.6	1100.6	91.8
	7.58	41.5	23.0	-24.8	-375.7	-586.2	-417.1	-14.5	26.3	80.2	898.6	1044.2	1035.3	189.1
	7.43	40.0	17.6	-18.5	-293.2	-582.7	-434.3	-9.7	45.2	77.0	964.5	1086.3	862.4	148.7
Pre平均±SD	7.27±0.07	33.7±1.9	11.4±2.6	-17.9±2.6	-384.1±18.1	-553.1±19.3	-284.1±30.7	-3.3±0.9	39.0±2.9	75.2±1.2	628.4±39.1	1006.7±28.4	996.8±34.5	116.8±20.5
Post平均±SD	7.54±0.08	42.5±2.6	21.5±2.8	-23.4±3.5	-329.2±24.5	-609.8±35.8	-493.8±96.6	-12.2±2.0	36.1±7.7	78.7±1.3	849.1±119.7	1077.0±23.9	999.4±100.5	143.2±39.9

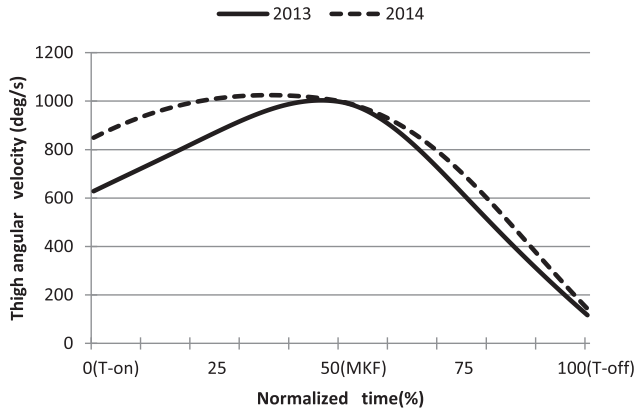


図 3 遊脚大腿角速度 (外川)

角度の平均値は Pre, Post で大きな差はみられなかったが, Pre では MKF から T-off にかけて, 体幹をやや後傾させるような動作を行っていたのに対して, Post では MKF から T-off にかけても体幹を前傾させるような動作を行っていたといえる。

表 7 は外川選手の踏切局面における大腿角度および角速度に関するパラメータを示したものである。踏切脚の大腿角度は T-on および MKF において Post の平均値が大きく, 踏切脚の大腿をより前方に振り出して接地しており, T-off では Post の平均値がやや負に大きく, 離地時には大腿がより後方に位置していたことが明らかとなった。さらに, 踏切脚大腿の角速度も MKF および T-off の踏切後半の各時点で Post の平均値が大きく, 踏切後半において踏切脚の大腿をより速く後方へ蹴るような動作を行っていたと考えられる。一方で, 遊脚の大腿角度は T-on において Post の平均値が負に大きく, 接地時には遊脚の大腿がより後方に位置しており, Post

では遊脚の振り込み動作がやや遅れていたと考えられる。しかし, MKF および T-off において遊脚の大腿角度の平均値に大きな差はみられず, 踏切後半の遊脚の動作は類似していたといえる。遊脚大腿角速度は Post の T-on における角速度の平均値およびピーク値の平均値が大きかったが, MKF, T-off における平均値には差がみられなかった。このことから, Post では踏切前半において, 遊脚の大腿をより速い速度で前方へ振り込んでいた一方で, 踏切後半の動作には大きな変化がなかったと考えられる。また, 図 3 は Pre および Post の踏切中の遊脚大腿角速度の平均値を時系列で示したものである。遊脚大腿角速度のピーク値の出現地点は Pre において約 50% 地点, Post では約 35% 地点であり, ピーク値の出現地点が Post ではより踏切前半に近くっており, さらに踏切前半で大きな速度を維持できていたことが明らかとなった。

このように, Pre および Post における踏切動作を比較すると, 踏切脚では踏切後半における膝関節の動作が変化し, 踏切後半で膝をより伸展させ, 踏切で地面をしっかりと蹴りきるような動作を Post では行っていたことが明らかとなった。さらに, リード脚とよばれる遊脚大腿の動作にも変化がみられ, T-on における姿勢としては Post においてリード脚が後方に位置していたものの, T-on から MKF までの踏切前半局面における大腿角速度の平均が Post で増加しており, 遊脚をより素早く前方へ振り込むことができていた。また, 踏切後半における鉛直速度の獲得が Post で大きくなっていったこと, 水平速度が増加したにも関わらず踏切における減速に大き

な差がみられなかったことから、踏切脚の伸展動作が、踏切後半における鉛直速度の獲得に関する動作であり、遊脚の前方への素早い振り込み動作は水平速度の減速を抑制するものであった可能性が示唆され、このような動作の変化がパフォーマンス向上の要因の1つであったといえる。

#### IV. まとめ

走幅跳のパフォーマンスの大部分は踏切離地時における重心速度によって決定されるため、佐久間選手、外川選手ともに重心速度に関するパラメータに変化がみられた。佐久間選手は水平速度の変化は少なかったが、踏切で獲得する鉛直速度が増加したことでパフォーマンスを向上させていた。外川選手は助走の速度が向上したことにより、踏切離地時の水平速度が増加し、さらに踏切で獲得する鉛直速度も増加したことで、パフォーマンスを向上させていた。本報告からも踏切離地時の重心速度を増加させることがパフォーマンスの変化に大きく関わっていることが改めて明らかとなり、ジュニア期の高校生走幅跳競技者が大きくパフォーマンスを向上させる大きな要因であると考えられる。また、踏切局面における動作では両対象者に共通してリード脚とよばれる遊脚大腿の動作に変化がみられ、遊脚をより速く振り込む動作が踏切前半における鉛直速度の獲得や、踏切での水平速度の減速を抑制する要因になっており、パフォーマンスの向上に関する動作である可能性も示唆された。

#### 参考文献

小山宏之, 村木有也, 柴山一仁, 清水悠, 築野愛, 荊山靖, 阿江通良 (2011) 競技会における一流男女走幅跳および三段跳選手の助走スピード分析. 日本陸連科学委員会研究報告, 6, 33-49.

飯干明, 大村一光, 小山宏之, 村木有也, 阿江通良 (2005) 日本一流走幅跳選手の踏切準備と踏切動作のバイオメカニクスの分析. 日本陸連科学委員会研究報告, 1, 137-146.

Wells, R. P., D. A. Winter (1980) Assessment of signal and noise in the kinematics normal, pathological and sporting gaits. Human Locomotion, I, 92-93.

## U-19 日本トップレベルの女子やり投選手における投てき動作の特徴 斉藤真理菜選手と梶原美波選手との比較

塚田卓巳<sup>1)</sup> 佐分慎弥<sup>2)</sup> 田内健二<sup>2)</sup>

1) 日本スポーツ振興センター 2) 中京大学

### 1. はじめに

2013年日本ジュニア選手権において斉藤真理菜選手が56.76m(大会記録)、同年日本ユース選手権において梶原美波選手が56.01m(ユース日本記録)という好記録でそれぞれ優勝した。近年、日本における女子やり投の競技レベルは徐々に高まってきているが、ジュニアやユース世代の選手が輩出されることは、日本全体のさらなる競技レベルの向上につながるものであると考えられる。今後、継続的に優れた選手を育成するためには、両選手の特徴を明らかにすることが必要であると考えられる。

そこで本稿では、斉藤選手および梶原選手が、どのような動作によってやりのリリース速度を獲得しているかを明らかにすることを目的とした。

### 2. 方法

#### 2.1 分析試技

分析試技は、斉藤選手については日本ジュニア選手権において記録した56.76mの試技、梶原選手については日本ユース選手権において記録した56.01mの試技とした。

#### 2.2 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2台のデジタルビデオカメラ(HVR-A1J, Sony)を用いて、毎秒60コマ、シャッタースピード1/1000sで撮影した。撮影範囲は助走路にあるファウルラインを基準にして、奥行6m、横幅4m、高さ2.8mとした。撮影範囲中の9地点にマーク間隔0.4mのキャリブレーションポールを立てた。本研究では、ファウルライン左端から奥行6mの地点を原点とし、投てき方向をy軸、y軸に対して右方向をx軸、鉛直方向をz軸とする右手系の静止座標

系を設定した。

#### 2.3 分析方法

ビデオカメラによって撮影された映像をビデオ解析ソフト(Frame-DIAS V, ディケイエイチ)を用いて、身体分析点23点およびやり(グリップ、先端)を毎秒60コマでデジタル化した。デジタル化した分析点の座標値を三次元DLT法により実長換算し、身体分析点およびやりの三次元座標値を求めた。算出した三次元座標値は8Hzのバターースデジタルフィルタにより平滑化した。2台のカメラによって撮影された映像の同期は、やりのリリース時点のコマ数を合わせることにより行った。

#### 2.4 分析項目

本研究では、各データを算出するにあたり、最終的な右足接地(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を準備局面、左足接地からリリースまでを投局面とした。

やりのリリースおよび基礎パラメータとして、リリース時のやり速度、リリース高、やりのリリース角および迎え角、身体重心速度、局面時間、歩幅および投行程を算出した。また、田内ら(2006)の方法に基づき投動作を下肢-体幹-上肢モデルにモデル化し、やり速度に対する身体各部位の動作の貢献を以下の式①および②によって算出した。なお、本研究では投てき方向の速度のみを扱った。

$$V_j = v_{j/t} + v_{t/l} + v_l \cdots \text{式①}$$

ここで、 $v_1$ は下肢動作によるやり速度(下肢)、 $v_{t/l}$ は体幹の前後屈によるやり速度(体幹起こし回転)、 $v_{j/t}$ は上肢の動作によるやり速度を示すことになる。また $v_{j/t}$ については、両肩の midpoint から右肩までの線分( $l_t$ )、 $l_t$ とX軸とのなす角( $\theta_t$ )、右



肩からやりのグリップまでの線分 ( $l_a$ ),  $l_a$  と  $l_t$  とのなす角 ( $\theta_a$ ) を極座標で示した。

$$V_{j/t} = \dot{l}_t \sin \theta_t + \dot{\theta}_t (l_t \cos \theta_t + l_a \cos(\theta_t + \theta_a)) + \dot{l}_a \sin(\theta_t + \theta_a) + \dot{\theta}_a (l_a \cos(\theta_t + \theta_a)) \quad \text{式②}$$

ここで,  $l_t$ ,  $\theta_t$ ,  $l_a$ ,  $\theta_a$  の微分項は, 順に体幹の伸縮によるやり速度 (体幹伸縮), 体幹の長軸回りの回転動作によるやり速度 (体幹長軸回転), 上肢の伸縮動作によるやり速度 (上肢伸縮), 上肢の水平内外転動作によるやり速度 (上肢回転) を示すことになる。なお, 体幹伸縮はほぼ 0 であったために, 本研究では示さないことにする。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 投てき記録, リリースおよび基礎パラメータ

投てき記録, リリースおよび基礎パラメータを表 1 に示した。斉藤選手および梶原選手の投てき記録はそれぞれ 56.76m と 56.01m であった。やりの合成リリース速度はそれぞれ 23.4m/s および 22.8m/s であり, 先行研究 (田内ら, 2009; 田内ら, 2012) によって報告されている, 55m 前後の投てき記録における合成リリース速度と同程度であった。身体重心速度は R-on, L-on および REL の全ての時点で斉藤選手が梶原選手と比較して速かった。また, L-on の重心速度は, 斉藤選手が 4.2 m/s, 梶原選手が 3.2m/s であり, 斉藤選手が 1m/s も速かった。田内ら (2012) は, やりの投てき記録に最も影響を及ぼす動作要因が助走速度であったことを報告している。身体重心速度が速いことは, 身体を持つエネルギーが大きいことと同義であることから, 斉藤選手の方が梶原選

表 1 投てき記録, リリースおよび基礎パラメータ

	斉藤選手	梶原選手
投てき記録 (m)	56.76	56.01
リリース速度 (m/s)	23.4	22.8
左右 (m/s)	1.0	2.2
前方 (m/s)	20.2	19.5
上方 (m/s)	11.8	11.6
リリース高 (m)	1.77	1.63
リリース角 (deg)	32.3	30.0
迎え角 (deg)	7.2	8.3
<b>動作時間</b>		
準備局面 (s)	0.183	0.283
投局面 (s)	0.100	0.117
<b>重心速度</b>		
R-on (m/s)	5.5	4.2
L-on (m/s)	4.2	3.2
REL (m/s)	2.0	1.8
<b>歩幅(縦) (m)</b>		
投行程	1.50	1.42
<b>準備局面 (m)</b>		
準備局面 (m)	1.15	1.00
<b>投局面 (m)</b>		
投局面 (m)	1.29	1.27

手と比較して, やりに伝達可能なエネルギーの絶対量が多いと言える。この観点からすれば, 斉藤選手の方がやりのリリース速度を高めるのに有利であると考えられるが, 両選手のやり速度にはそれほど大きな差がみられなかった。このことは, 梶原選手が身体重心速度で得ることの出来なかったエネルギーをその他の投てき動作によって補っていることを示唆するものである。

#### 3.2 投てき方向のやり速度に対する身体各部位の貢献

上述したように, 両選手においては, やりのリリース速度では同程度であるにもかかわらず, 助走速度の顕著な高低が認められ, 投てき動作に大きな違いのある可能性が考えられた。そこで, 両選手の投てき動作の特徴を明らかにするために, やりの速度に対する身体各部位の貢献の仕方を比較検証することとした (図 1)。その結果, 斉藤選手のやり速度は, 準備局面の中盤まではほぼ下肢の助走によるものであり, その後, 左足接地前に体幹の起こし回転により若干加速されていた。投局面では, L-on により下肢の貢献が低下し, それに伴い体幹の長軸回転が高くなり, その後, 上肢の回転が高くなることで加速されていた。斉藤選手におけるやり速度への身体各部位の貢献の仕方は, 下肢から体幹, そして上肢へと順番に貢献度が高まっており, いわゆる運動連

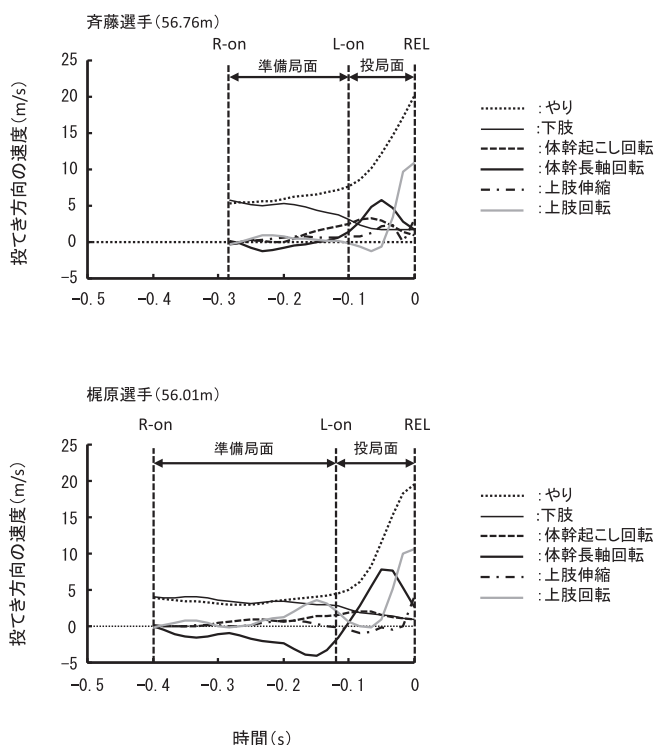


図 1 やり速度 (投てき方向のみ) に対する身体各部位の貢献

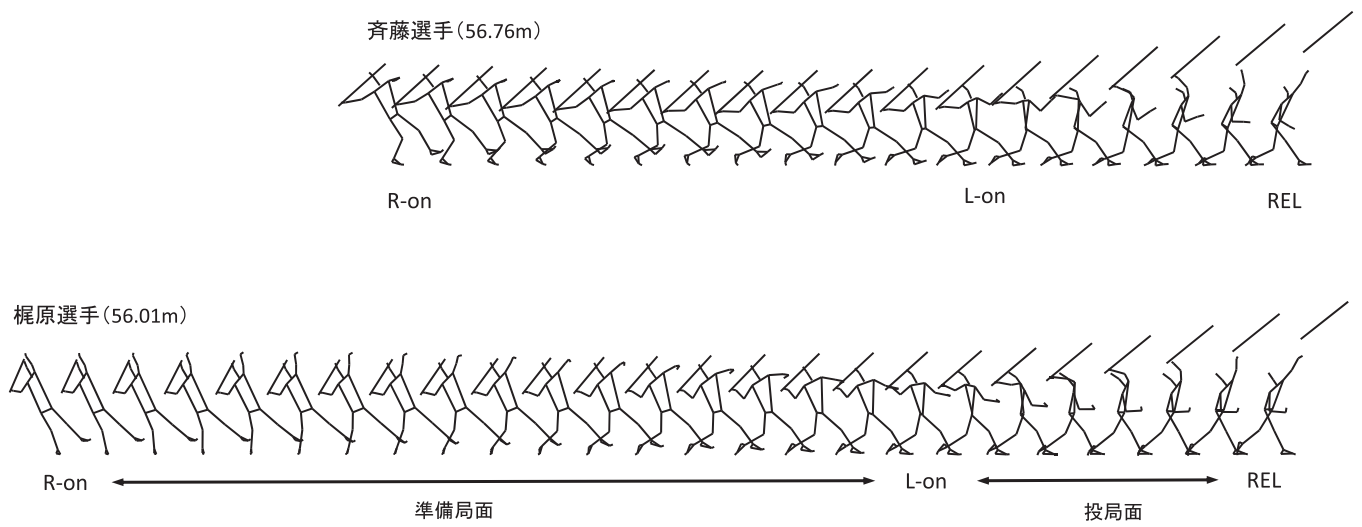


図2 斉藤選手および梶原選手におけるスティックピクチャ（側方からみた図，ピクチャ間の時間は1/60秒）

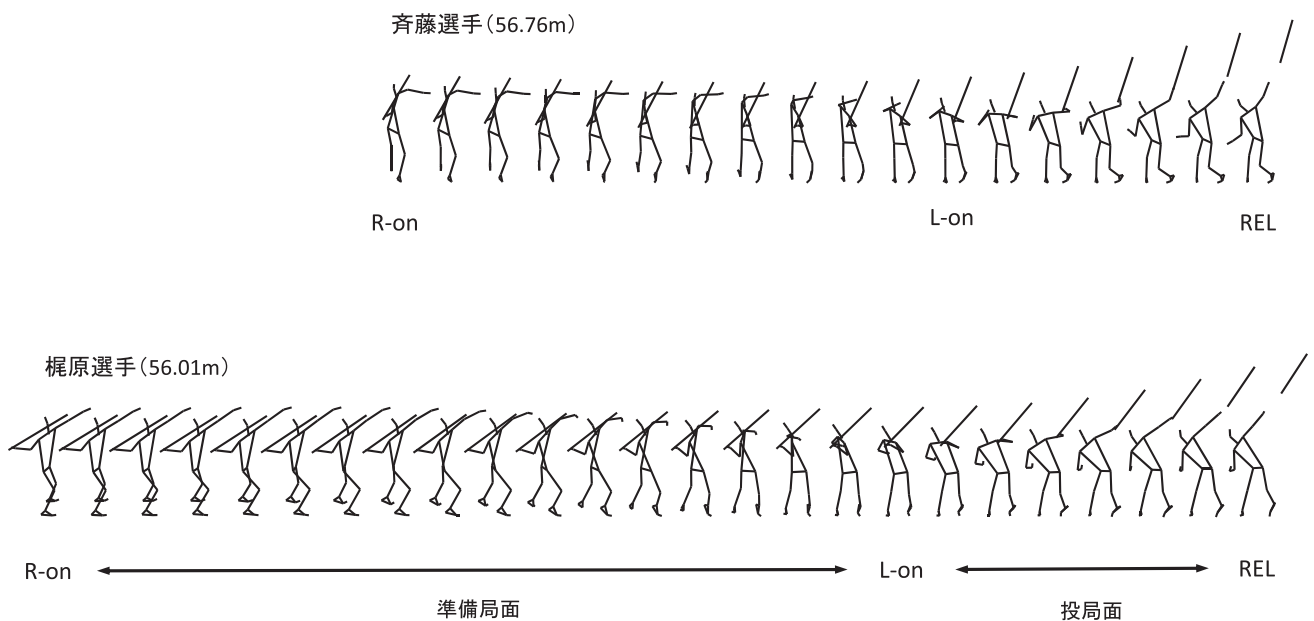


図3 斉藤選手および梶原選手におけるスティックピクチャ（後方からみた図，ピクチャ間の時間は1/60秒）

鎖が生じていたと示唆される。一方、梶原選手のやり速度は、準備局面においても、下肢の貢献だけでなく体幹の長軸回転と上肢の回転が貢献していた。特に体幹の長軸回転は特徴的な貢献をしており、準備局面を通して負の貢献をしていた。投局面に入ると体幹の長軸回転の貢献が急激に高くなり、その後上肢の回転の貢献が高くなることでやりが加速されていた。梶原選手におけるやり速度は、L-on後、体幹の長軸回転の貢献を高めることにより加速されていたと考えられる。

### 3.3 斉藤選手と梶原選手との比較から見た投てき動作の特徴

上述したように、同程度のリリース速度を獲得した両選手のやり速度への身体各部位の貢献は大きく

異なることが明らかとなった。その動作要因を調査するため両選手のスティックピクチャを図2および3に示した。後方からみたスティックピクチャを観察すると、両選手には、準備局面における腰部および肩の動作に大きな違いがみられた。このことをより詳細に検討するために、図4に腰、肩および捻転の角度を示した。スティックピクチャで確認されたように、R-on時の腰角度は、斉藤選手が梶原選手に比べより左回旋位であり、腰のライン（左右の大転子を結ぶ線分）がいわゆる“開いた状態”であった。肩の角度も斉藤選手が梶原選手に比べより左回旋位であったが、腰角度ほど大きな差ではなかった。その結果、体幹の捻転角度は斉藤選手が梶原選手と比較して大きかった。

斉藤選手の投てき動作は、肩のライン（左右の肩

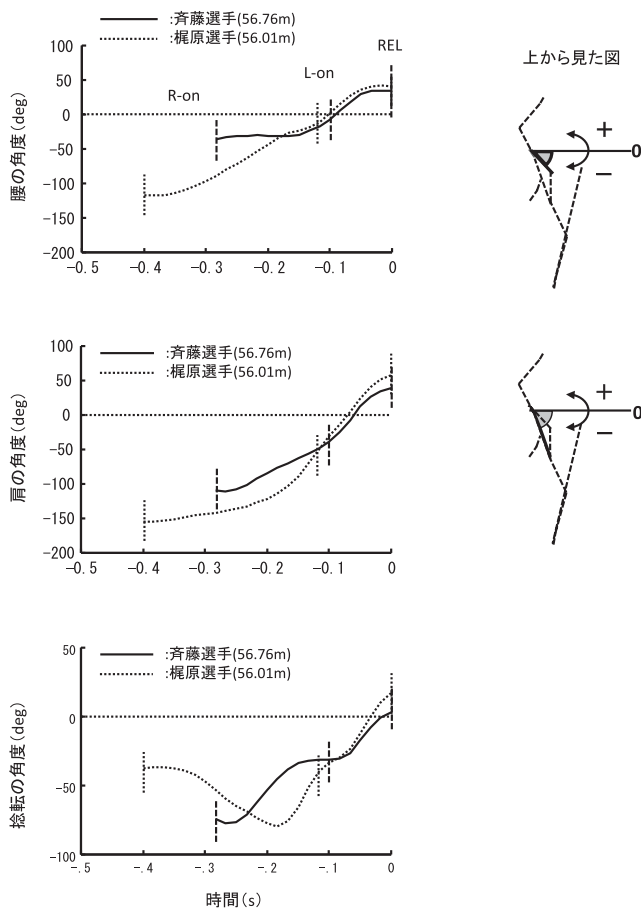


図4 腰，肩，捻転の角度

峰を結ぶ線分) が右回旋位,いわゆる“閉じた状態”を保持し,腰のラインが“開いた状態”で準備局面を迎えることで,体幹の捻転を大きくし,その捻り戻しの力を利用することで,体幹の長軸回転を高めていたと考えられる. さらに,腰のラインをより開いていたことで,助走で得たエネルギーを体幹の起こし回転のエネルギーへと効率よく伝達できていたと考えられる. 一方,梶原選手の投てき動作は,腰および肩ラインを“閉じた状態”で準備局面を迎え,準備局面から投局面にかけて,腰と肩を大きく回転させることにより,体幹の長軸回転を高めていたと考えられる.

#### 4. まとめ

本研究では, 齊藤選手および梶原選手が, どのような動作によってやりのリリース速度を獲得しているかを明らかにした. 齊藤選手のやりの速度は, 助走で得たエネルギーを効率よくやりへ伝達することにより得られていると示唆され, 梶原選手のやり速度は, 体をコマのように回転させることにより得られていることが示唆された. 以上のことから同程度の記録を有する選手でも, その記録を出すための

方策は異なることが明らかとなった.

#### 参考文献

田内健二, 村上雅俊, 高松潤二, 阿江通良 (2006) 砲丸投げにおける砲丸速度に対する身体各部位の貢献 - 世界レベル選手と日本レベル選手との比較 -. 陸上競技研究紀要 2 : 65-73

田内健二, 遠藤俊典, 小林海, 藤田善也 (2009) 女子やり投げの投てき動作における日本トップ選手と世界トップレベル選手との比較. 陸上競技研究紀要 5 : 89-92

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

## 十種競技選手のスプリント能力と個別種目パフォーマンスとの関係

松林武生<sup>1)</sup> 持田尚<sup>2)</sup> 松田克彦<sup>3)</sup> 本田陽<sup>4)</sup> 杉田正明<sup>5)</sup>

1) 国立スポーツ科学センター 2) 横浜市体育協会 3) 名古屋学院大学 4) 中京大学  
5) 三重大学

### I. はじめに

2014年は、4月26-27日の日本選抜陸上和歌山大会および5月31日-6月1日の日本選手権混成における右代啓祐選手(スズキ浜松AC)の2度の日本記録更新(それぞれ8143点、8303点)、同じく日本選手権混成での中村明彦選手(スズキ浜松AC)による日本人2人目となる8000点越え(8035点)、そして9月30日-10月1日の仁川アジア大会における両選手の活躍(右代選手優勝8088点、中村選手3位7828点)と、日本十種競技界にとっては大きな飛躍のシーズンとなった。日本陸上競技連盟・科学委員会混成班では、2009年より競技会での十種競技選手のパフォーマンス分析を開始し、これまでデータを蓄積してきた。分析対象の中心となった種目は、100m、走幅跳、400m、110mハードル(以下、110mH)であった。これらの種目は、高い走能力(スプリント能力)が必要という共通点があり、スプリント力向上を中心的課題のひとつとして掲げてきた日本陸上競技連盟・強化委員会混成部に対しても、有用な資料を提供できたのではないかと考えている。本報告では、上記4種目における右代選手、中村選手のパフォーマンスの経年変化を報告し、スプリント能力向上と各種目の成績変化との関係について考察する。

### II. データ収集方法

2009年から2014年までに、国内外あわせて18の競技会において測定を実施した。これらのデータ収集活動は、日本陸上競技連盟・強化委員会混成部および各競技会開催県の陸上競技協会の協力のもとに行った。測定機器や競技会運営上の問題のために、一部データが得られなかった場合もあった。

100mでは、レース中の走速度について分析した。

国内での測定では、レーザードップラ方式の距離・走速度測定装置(100Hz、Laveg、JENOPTIK社製)を用いて測定した。スタート位置後方より選手の腰背部へ不可視レーザーを照射し、得られた時間-距離情報とフィニッシュタイムとの関係を利用して、スタートから10mごとの通過タイムと区間走速度を算出した(松尾ら、2009;松林ら、2012b)。なお、データの平滑化には遮断周波数0.5Hzのバターワースローパスフィルタを用いた。国外競技会においては、会場内への測定装置の持ち込みが制限されるため、市販ハイスピードカメラ(Exilim、casio社製、299.7fps、もしくはLumix FZ-200、panasonic社製、239.76fps)を用いて観客席から撮影した映像をもとに分析を行った。ハードル種目でのハードル設置位置を示したマークなど、距離が既知である地点の通過タイムを映像より分析(スタート信号の閃光からの経過フレーム数から換算)し、これをスプライン関数で補間することで作成した時間-距離情報から、10mごとの通過タイムと区間走速度を算出した。

100m記録、および同レース中の走速度ピーク値は、スプリント能力の指標にも用いることができる(松林ら、2012b)。ただし、競技会ごとにレース中の風速が異なるため、これを考慮しながら評価する必要がある。100m記録に関しては、MUREIKAら(2001)の方法により風の影響を取り除いたもの(100m風補正後記録)も算出した。

走幅跳においては、100mと同様に、距離・走速度測定装置(Laveg、100Hz、遮断周波数0.5Hzローパスフィルタにより平滑化)を用いて助走速度を分析した(小山ら、2007;松林ら、2010)。助走路後方より選手の腰背部にレーザーを照射し、得られた位置データを時間微分することで速度に変換したのちに、そのピーク値を得た。また、踏切の接地時間、踏切後の水平初速度および滞空時間についても分析を行った。接地時間と滞空時間は、ハイスピード

カメラ (Exilim、299.7 fps、もしくは Lumix FZ-200、239.76fps) で踏切板側方より撮影した映像上でのフレーム数から算出した。水平初速度については、踏切離地から砂場接地まで (滞空期) の水平速度が理想的には一定になるという仮定に基づき、距離・走速度測定装置より得た滞空期の位置データ (平滑処理なし) を直線回帰した傾きとして算出した (松林ら、2012a)。

400m においては、映像を用いた Overlay 方式 (持田ら、2007 ; 山本ら、2013) による走速度分析を行った。ハイビジョンモードで撮影したレース映像 (Exilim もしくは Lumix FZ-200、29.97fps) に 400m ハードルが設置されたコースの画像を重ね合わせることで、ハードル設置位置の通過タイムを分析し、各分析点間の区間走速度を算出した。なお、映像の重ね合わせには、表計算ソフトウェア (Excel、Microsoft 社製) 上の Visual Basic for Application にて独自に作成した映像処理プログラムを用いた (山本ら、2013)。

110mH においては、ハイスピードカメラ (Exilim、299.7fps、もしくは Lumix FZ-200、239.76fps) を用いて撮影した映像から各ハードリング後のタッチダウンタイムを分析し、各ハードル間の区間タイムを算出した (貴嶋ら、2013)。

### III. 結果と考察

図 1 および表 1 に、100m 記録の推移を示した。両選手ともに、最も良い公認記録は 2014 年に出されており、スプリント能力が向上していることがうかがえる。風補正後の記録をみると、右代選手は 2014 年の日本選抜陸上和歌山 (11.10 s)、中村選手は 2013 年の同大会 (10.64 s) が最も良い記録となった。中村選手は、2013 年から既に 10.6s 台中盤の記録を出せるだけのスプリント能力が備わっていたと考えられる。図 2 に、100m レースでの走速度曲線を示した。レース展開 (走速度曲線の形状) に関しては両選手ともに大きな変化はなく、走速度ピークの改善が 100m 記録向上の主な要因だと考えられる。走速度ピークと 100m 記録との変化の関係は、横断的データから期待されるものとほぼ一致した (図 3)。

表 2 に、走幅跳記録の推移を示した。右代選手は 2012 年に、中村選手は 2013 年に最も良い記録を出しているが、年間平均記録から考えると、両選手ともに 2014 年まで記録は向上傾向にあることがうかがえる。走幅跳の跳躍距離は、助走速度との関

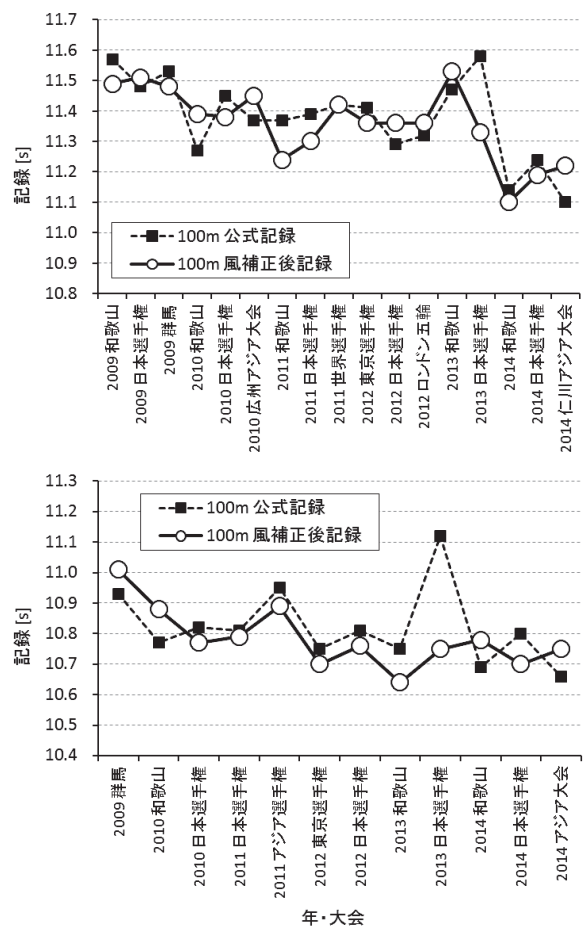


図 1 100m 記録の推移 (上段：右代選手、下段：中村選手)

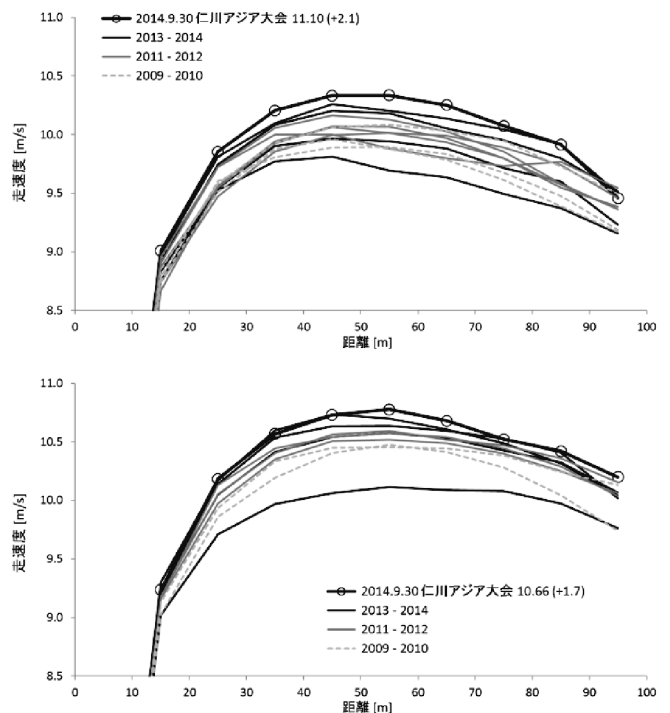


図 2 100m レースにおける走速度曲線 (上段：右代選手、下段：中村選手)

表 1 100m レース分析結果

選手名	記録	大会	上段:通過タイム [s]			下段:区間走速度 [m/s]						
			10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
右代啓祐	11.10	仁川アジア大会	2.03	3.14	4.15	5.13	6.10	7.07	8.04	9.03	10.04	11.10
	(+2.1)	2014.9.30	4.93	9.01	9.86	10.21	10.33	<b>10.34</b>	10.25	10.07	9.92	9.46
	11.24	日本選手権	2.07	3.19	4.22	5.21	6.19	7.17	8.16	9.17	10.19	11.24
	(-0.6)	2014.5.31	4.84	8.91	9.74	10.08	<b>10.20</b>	10.18	10.05	9.95	9.80	9.52
	11.14	和歌山	2.02	3.13	4.15	5.14	6.12	7.10	8.08	9.08	10.09	11.14
	(-0.5)	2014.4.26	4.95	8.97	9.81	10.10	<b>10.26</b>	10.20	10.14	10.05	9.92	9.50
	11.58	日本選手権	2.07	3.21	4.26	5.28	6.30	7.33	8.37	9.42	10.49	11.58
	(-2.8)	2013.6.1	4.82	8.84	9.53	9.77	<b>9.81</b>	9.69	9.63	9.50	9.37	9.16
	11.47	和歌山	2.09	3.24	4.29	5.29	6.30	7.30	8.32	9.35	10.39	11.47
	(+1.0)	2013.4.27	4.77	8.75	9.55	9.90	<b>9.96</b>	9.94	9.88	9.71	9.60	9.23
	11.32	ロンドン五輪	1.99	3.14	4.19	5.20	6.19	7.18	8.19	9.21	10.25	11.32
	(+0.7)	2012.8.8	5.03	8.67	9.55	9.93	<b>10.07</b>	10.07	9.97	9.80	9.57	9.36
	11.29	日本選手権	2.06	3.17	4.20	5.20	6.18	7.17	8.16	9.18	10.22	11.29
	(+1.2)	2012.6.2	4.86	8.96	9.73	10.06	<b>10.16</b>	10.13	10.03	9.86	9.58	9.36
	11.41	東京選手権	2.10	3.23	4.27	5.28	6.27	7.27	8.28	9.30	10.34	11.41
	(-0.6)	2012.4.21	4.76	8.87	9.56	9.94	<b>10.06</b>	10.01	9.93	9.80	9.55	9.38
	11.39	日本選手権	2.08	3.22	4.28	5.29	6.30	7.29	8.29	9.31	10.33	11.39
	(-1.1)	2011.6.4	4.81	8.74	9.47	9.86	10.00	<b>10.01</b>	9.99	9.89	9.74	9.46
	11.37	和歌山	2.09	3.21	4.24	5.24	6.24	7.25	8.27	9.30	10.32	11.37
	(-1.6)	2011.4.23	4.79	8.91	9.72	10.00	<b>10.00</b>	9.88	9.80	9.73	9.77	9.54
11.45	日本選手権	2.04	3.17	4.21	5.23	6.25	7.26	8.27	9.31	10.36	11.45	
(-0.9)	2010.6.12	4.91	8.79	9.60	9.81	9.89	<b>9.90</b>	9.83	9.68	9.48	9.19	
11.27	和歌山	2.02	3.15	4.19	5.20	6.19	7.19	8.18	9.19	10.22	11.27	
(+1.9)	2010.4.24	4.95	8.85	9.58	9.93	10.06	<b>10.08</b>	10.03	9.95	9.73	9.49	
11.48	日本選手権	2.04	3.18	4.23	5.25	6.25	7.26	8.28	9.32	10.39	11.48	
(+0.5)	2009.6.25	4.90	8.75	9.51	9.88	<b>9.96</b>	9.88	9.78	9.61	9.39	9.17	
中村明彦	10.66	仁川アジア大会	1.96	3.05	4.03	4.97	5.91	6.83	7.77	8.72	9.68	10.66
	(+1.7)	2014.9.30	5.10	9.24	10.18	10.57	10.73	<b>10.78</b>	10.68	10.52	10.42	10.20
	10.80	日本選手権	1.99	3.08	4.08	5.04	5.98	6.93	7.88	8.84	9.81	10.80
	(-1.3)	2014.5.31	5.02	9.20	10.05	10.41	10.54	<b>10.58</b>	10.53	10.43	10.33	10.07
	10.69	和歌山	1.96	3.04	4.02	4.96	5.89	6.83	7.77	8.72	9.69	10.69
	(+1.6)	2014.4.26	5.10	9.30	10.17	10.60	<b>10.73</b>	10.70	10.61	10.49	10.32	10.04
	11.12	日本選手権	1.99	3.09	4.12	5.13	6.12	7.11	8.10	9.09	10.10	11.12
	(-4.3)	2013.6.1	5.04	9.02	9.71	9.97	10.06	<b>10.12</b>	10.09	10.08	9.97	9.76
	10.75	和歌山	2.00	3.08	4.07	5.02	5.96	6.90	7.84	8.79	9.75	10.75
	(-1.5)	2013.4.27	5.01	9.21	10.14	10.54	10.63	<b>10.64</b>	10.59	10.53	10.41	10.02
	10.81	日本選手権	2.01	3.10	4.08	5.04	5.99	6.94	7.88	8.84	9.81	10.81
	(-0.6)	2012.6.2	4.98	9.17	10.13	10.44	10.54	<b>10.58</b>	10.54	10.45	10.29	10.04
	10.75	東京選手権	1.96	3.05	4.04	5.00	5.95	6.89	7.85	8.80	9.77	10.75
	(-0.6)	2012.4.21	5.10	9.18	10.05	10.41	10.56	<b>10.59</b>	10.52	10.47	10.36	10.16
	10.81	日本選手権	1.96	3.06	4.06	5.02	5.98	6.93	7.88	8.84	9.82	10.81
	(-0.2)	2011.6.4	5.09	9.16	9.97	10.35	10.51	<b>10.52</b>	10.49	10.40	10.25	10.06
	10.82	日本選手権	1.95	3.05	4.05	5.02	5.98	6.94	7.89	8.86	9.83	10.82
	(-0.6)	2010.6.12	5.12	9.13	9.94	10.33	10.45	<b>10.46</b>	10.45	10.38	10.24	10.13
	10.93	群馬	1.96	3.06	4.08	5.06	6.02	6.98	7.94	8.91	9.90	10.93
	(+1.3)	2009.10.10	5.11	9.02	9.86	10.19	10.40	<b>10.48</b>	10.41	10.28	10.05	9.74

連性が強いことが報告されており (Hey と Miller, 1985 ; Hey ら, 1986)、十種競技選手においてもこの関連性は認められている (松林ら, 2010)。右代選手に関しては、縦断データにおいてもこれと同様の関連性を確認することができ (図 4)、助走速度の改善が走幅跳の記録向上の主要因となっていると考えられる。一方、中村選手に関しては、高い助走速度が跳躍距離に必ずしも結びつかなかった例も散見される。図 5 に、走幅跳の助走速度と 100m レースでの走速度との推移を示した。100m での走速度ピークを指標としたスプリント能力は、両選手ともに年々向上している。右代選手ではこれに並行して助走速度も高くなっており、助走速度の改善を介し

て、スプリント能力向上が走幅跳の記録向上につながったと考えられる。一方、中村選手は、2012 年までは助走速度が高まっていく傾向にあったが、2013 年以降にはこの傾向がみられなくなった。ただし走幅跳の記録については、2013 年以降も向上傾向が続いている (表 2)。中村選手に関しては、助走速度の改善ではなく、他に走幅跳の記録向上の要因があったと考えられる。

走幅跳では、助走で高めた水平方向の運動エネルギーの一部を、踏切動作によって効率的に鉛直方向へと変換する必要がある。助走速度が高いほど、この踏切動作で必要とされる技術等も高いものになると推察され、踏切で対応できる以上に助走速度を高

表2 走幅跳パフォーマンス分析結果

		右代 啓祐			中村 明彦			
2014	競技会	和歌山 2014.4.26	日本選手権 2014.5.31	仁川アジア大会 2014.9.30	和歌山 2014.4.26	日本選手権 2014.5.31	仁川アジア大会 2014.9.30	
	記録	m	7m25 (+1.5)	7m15 (-0.5)	7m37 (-0.1)	7m35 (+2.0)	7m36 (+1.3)	
	助走最高速度	m/s	9.76	9.78	9.78	9.73	10.09	9.88
	踏切水平速度	m/s	7.96	7.59	7.59	7.91	8.01	8.29
	(減速)	m/s	(-1.80)	(-2.19)	(-2.19)	(-1.82)	(-2.08)	(-1.59)
	接地時間	ms	137	163	163	127	140	129
	滞空時間	ms	827	781	781	790	794	788
2013	競技会	和歌山 2013.4.27	日本選手権 2013.6.1		和歌山 2013.4.27	日本選手権 2013.6.1		
	記録	m	6m93 (+2.0)	7m03 (+0.4)	7m23 (-1.7)	7m42 (+3.7)		
	助走最高速度	m/s	9.61	9.70		9.63	10.05	
	踏切水平速度	m/s	7.75	7.43		7.61	8.25	
	(減速)	m/s	(-1.86)	(-2.27)		(-2.02)	(-1.80)	
	接地時間	ms	137	150		127	133	
	滞空時間	ms	773	820		770	783	
2012	競技会	東京選手権 2012.4.21	日本選手権 2012.6.2	ロンドン五輪 2012.8.8	東京選手権 2012.4.21	日本選手権 2012.6.2		
	記録	m	6m76 (+2.7)	7m45 (+1.6)	6m86 (+1.1)	7m12 (+1.4)	7m08 (+0.0)	
	助走最高速度	m/s	9.71	9.93	-	10.29	9.93	
	踏切水平速度	m/s	7.47	7.82	-	8.5	7.87	
	(減速)	m/s	(-2.24)	(-2.12)	-	(-1.79)	(-2.06)	
	接地時間	ms	160	153	160	127	133	
	滞空時間	ms	827	803	767	730	783	
2011	競技会	和歌山 2011.4.23	日本選手権 2011.6.4	大邱世界選手権 2011.8.27	日本選手権 2011.6.4	アジア選手権 2011.7.7		
	記録	m	7m03 (+1.8)	6m96 (+0.9)	6m96 (+0.2)	7m16 (+0.7)	7m27 (+0.1)	
	助走最高速度	m/s	9.72	9.57	9.44	10.08	10.02	
	踏切水平速度	m/s	7.77	7.29	7.02	8.04	8.53	
	(減速)	m/s	(-1.95)	(-2.28)	(-2.42)	(-2.04)	(-1.49)	
	接地時間	ms	143	147	150	127	127	
	滞空時間	ms	803	823	830	770	680	
2010	競技会	和歌山 2010.4.24	日本選手権 2010.6.12		日本選手権 2010.6.12			
	記録	m	6m84 (+1.0)	7m18 (+1.8)		6m59 (-0.6)		
	助走最高速度	m/s	9.46	9.74		9.69		
	踏切水平速度	m/s	7.31	7.26		7.71		
	(減速)	m/s	(-2.15)	(-2.48)		(-1.98)		
	接地時間	ms	153	153		133		
	滞空時間	ms	840	847		747		
2009	競技会	和歌山 2009.4.18	群馬 2009.10.10					
	記録	m	6m82 (+0.7)	6m87 (+2.1)				
	助走最高速度	m/s	9.42	9.64				
	踏切水平速度	m/s	7.32	7.53				
	(減速)	m/s	(-2.10)	(-2.11)				
	接地時間	ms	167	157				
	滞空時間	ms	781	827				

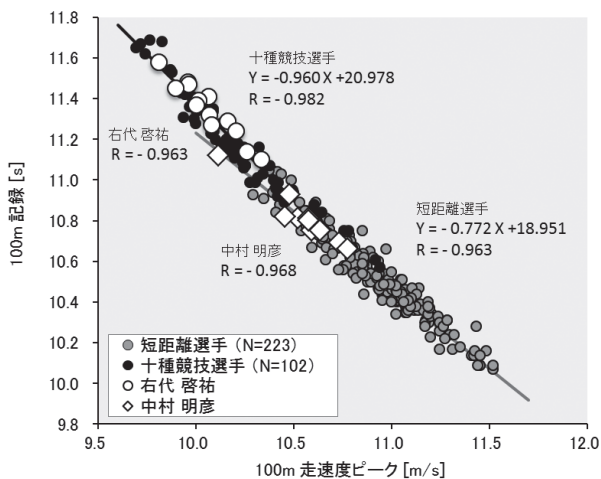


図3 100m レースにおける走速度ピークと記録 (フィニッシュタイム) との関係

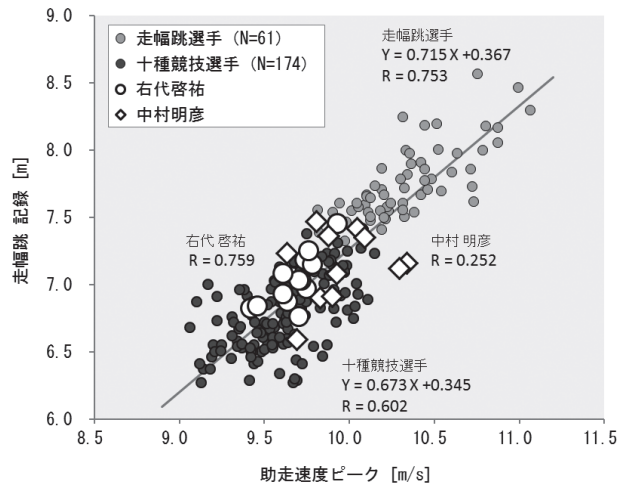


図4 走幅跳における助走速度と跳躍記録の関係 (上段: 右代選手、下段: 中村選手)

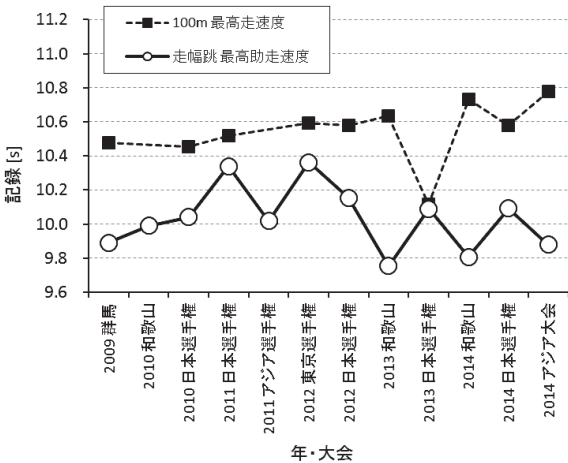
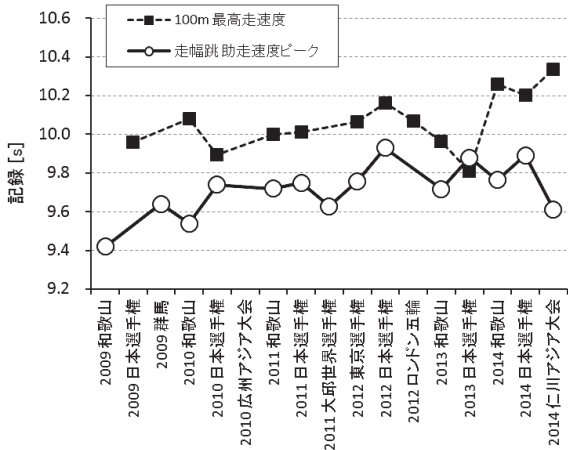


図5 助走速度と100m走速度の推移  
(上段：右代選手、下段：中村選手)

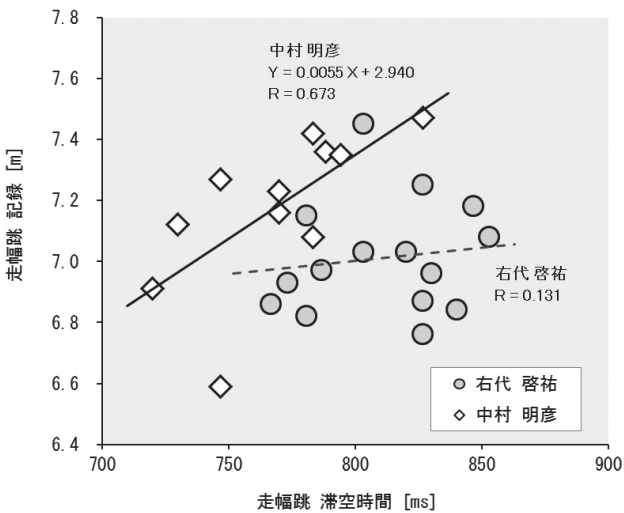


図6 走幅跳における跳躍の滞空時間と跳躍記録の関係

めても、跳躍距離が向上しない可能性は十分に考えられる。また一方で、踏切動作の効率性を高めることができれば、助走速度が高まらずとも跳躍距離が向上する可能性もあるだろう。2013年以降にも中

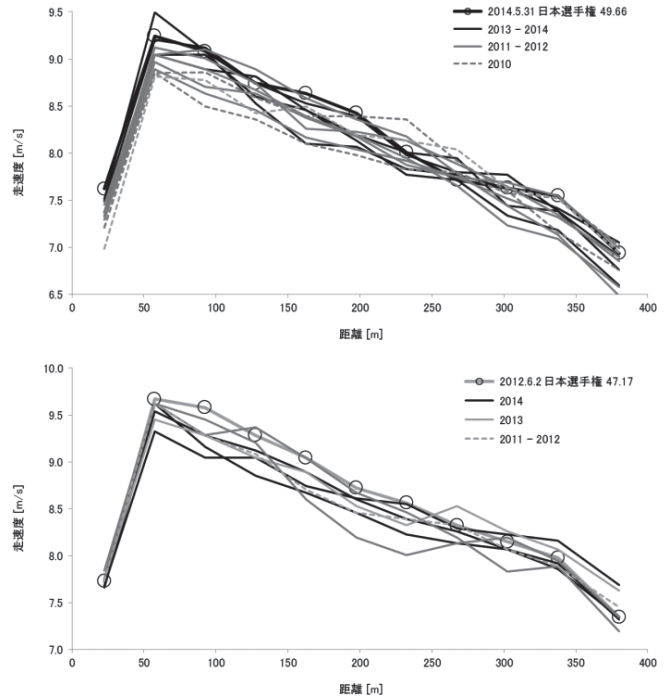


図7 400mレースにおける走速度曲線  
(上段：右代選手、下段：中村選手)

村選手の走幅跳記録が向上傾向にあるのは、踏切動作の変化が関係していると考えられる。図6には、走幅跳の跳躍での滞空時間と記録との関係を示した。中村選手には滞空時間が長いほど記録が良いという傾向が認められ、踏切時の鉛直方向への跳躍速度が高まることで走幅跳記録の向上傾向が維持されていることが可能性のひとつとして考えられるだろう。ただし、より明確な要因を探るためには、動作分析等も含めたより詳細な検討が必要である。

表3に、400m記録の推移を示した。右代選手は2014年に自己ベストを更新し、記録は向上傾向にある。中村選手は、もともと400m記録が比較的高いレベルにあったこともあり、2012年に出した自己ベスト記録を以降更新することができていないが、高いレベルの記録を維持し続けている。図7に、400mレースでの走速度曲線を示した。100mと比較するとレース展開にばらつきが大きいので、明確な経年変化を捉えることは難しいが、100m毎の推定ラップタイムからは、右代選手はレース前半(0-200m)が、中村選手はレース中盤(100-300m)が、400m記録と相関の強い局面となっていた(表4)。100m記録や100mレースでの走速度ピーク(=スプリント能力)と400m記録等との関係は表5のようになった。右代選手においては、スプリント能力向上にともなって400mレースでの走速度ピークや0-100m区間ラップタイムが改善し、400m記録向上の一助となった可能性がうかがえた。中村選手に



表3 400m レース分析結果

選手名	記録	大会	上段:通過タイム [s]								下段:区間走速度 [m/s]								100m毎の通過とラップ(推定値)[s]			
			45m	80m	115m	150m	185m	220m	255m	290m	325m	360m	400m	100m	200m	300m	400m					
右代啓祐	50.25	仁川アジア大会	5.99	9.68	13.53	17.63	21.96	26.29	30.76	35.27	39.86	44.58	50.25	11.88	23.81	36.58	50.25					
	2014.9.30		7.51	9.49	9.08	8.53	8.10	8.07	7.83	7.77	7.63	7.41	7.05		11.94	12.77	13.67					
49.66	日本選手権		5.91	9.69	13.55	17.55	21.60	25.76	30.13	34.67	39.26	43.89	49.66	11.90	23.39	35.98	49.66					
	2014.5.31		7.62	9.24	9.08	8.74	8.63	8.43	8.01	7.71	7.63	7.55	6.94		11.49	12.59	13.68					
49.84	和歌山		6.01	9.81	13.65	17.65	21.76	25.93	30.31	34.80	39.31	44.04	49.84	12.00	23.54	36.09	49.84					
	2014.4.26		7.49	9.20	9.12	8.74	8.53	8.39	7.98	7.80	7.77	7.39	6.90		11.54	12.55	13.75					
50.43	日本選手権		6.11	9.98	13.91	17.88	22.02	26.29	30.66	35.07	39.77	44.51	50.43	12.23	23.85	36.41	50.43					
	2013.6.1		7.37	9.04	8.89	8.81	8.46	8.19	8.01	7.95	7.44	7.39	6.76		11.63	12.56	14.02					
51.11	和歌山		6.11	9.98	13.85	17.92	22.06	26.36	30.86	35.40	40.17	45.05	51.11	12.19	23.90	36.77	51.11					
	2013.4.27		7.37	9.04	9.04	8.60	8.46	8.13	7.77	7.71	7.34	7.18	6.60		11.71	12.87	14.34					
50.78	ロンドン五輪		6.14	10.04	14.06	18.12	22.30	26.58	31.02	35.54	40.20	44.98	50.78	12.34	24.13	36.87	50.78					
	2012.8.8		7.33	8.97	8.70	8.63	8.37	8.18	7.87	7.74	7.52	7.32	6.89		11.79	12.74	13.91					
50.58	日本選手権		6.11	9.98	13.82	17.76	21.84	26.03	30.31	34.80	39.51	44.41	50.58	12.17	23.63	36.15	50.58					
	2012.6.2		7.37	9.04	9.10	8.89	8.58	8.36	8.18	7.78	7.44	7.14	6.48		11.46	12.51	14.43					
51.16	東京選手権		6.04	9.91	13.85	17.88	22.06	26.33	30.73	35.30	40.14	45.08	51.16	12.16	23.89	36.68	51.16					
	2012.4.21		7.45	9.04	8.89	8.67	8.39	8.19	7.95	7.66	7.23	7.09	6.58		11.73	12.80	14.48					
50.28	日本選手権		6.14	9.98	13.86	17.87	22.11	26.36	30.66	35.10	39.68	44.44	50.28	12.20	23.93	36.41	50.28					
	2011.6.4		7.33	9.12	9.00	8.74	8.26	8.23	8.13	7.89	7.64	7.35	6.85		11.73	12.48	13.87					
50.80	和歌山		6.17	10.11	14.16	18.30	22.59	26.94	31.37	35.89	40.44	45.08	50.80	12.43	24.46	37.19	50.80					
	2011.4.23		7.29	8.89	8.63	8.46	8.16	8.04	7.92	7.74	7.69	7.55	6.99		12.03	12.73	13.61					
51.14	アジア選手権		6.24	10.19	14.31	18.50	22.82	27.21	31.68	36.17	40.79	45.45	51.14	12.55	24.70	37.49	51.14					
	2010.11.24		7.21	8.85	8.49	8.36	8.10	7.98	7.83	7.80	7.57	7.52	7.02		12.16	12.79	13.65					
50.58	日本選手権		6.24	10.19	14.14	18.22	22.39	26.56	30.75	35.17	39.77	44.66	50.58	12.45	24.18	36.48	50.58					
	2010.6.12		7.21	8.85	8.86	8.59	8.39	8.39	8.36	7.92	7.60	7.16	6.76		11.73	12.31	14.10					
50.61	和歌山		6.44	10.41	14.40	18.55	22.67	26.94	31.25	35.60	40.19	44.85	50.61	12.69	24.50	36.91	50.61					
	2010.4.24		6.99	8.82	8.78	8.43	8.49	8.19	8.13	8.04	7.63	7.52	6.94		11.81	12.41	13.70					
48.19	仁川アジア大会		5.81	9.44	13.26	17.22	21.25	25.39	29.65	33.95	38.29	42.74	48.19	11.63	23.03	35.19	48.19					
	2014.9.30		7.75	9.62	9.16	8.85	8.67	8.46	8.23	8.13	8.07	7.86	7.34		11.40	12.16	13.00					
47.48	日本選手権		5.86	9.61	13.48	17.35	21.35	25.42	29.51	33.73	37.99	42.28	47.48	11.82	23.10	34.95	47.48					
	2014.5.31		7.68	9.32	9.04	9.04	8.74	8.61	8.55	8.29	8.23	8.16	7.69		11.28	11.85	12.53					
47.79	和歌山		5.87	9.54	13.31	17.15	21.09	25.16	29.33	33.57	37.90	42.33	47.79	11.70	22.83	34.81	47.79					
	2014.4.26		7.66	9.54	9.28	9.12	8.89	8.60	8.39	8.26	8.07	7.92	7.32		11.13	11.97	12.98					
47.32	日本選手権		5.81	9.51	13.28	17.15	21.09	25.19	29.40	33.50	37.74	42.08	47.32	11.66	22.85	34.71	47.32					
	2013.6.1		7.75	9.45	9.28	9.04	8.89	8.53	8.33	8.53	8.26	8.07	7.63		11.18	11.86	12.61					
48.09	和歌山		5.81	9.44	13.15	16.95	21.02	25.29	29.66	33.97	38.24	42.64	48.09	11.56	22.85	35.19	48.09					
	2013.4.27		7.75	9.62	9.45	9.20	8.60	8.19	8.01	8.13	8.19	7.95	7.34		11.29	12.34	12.90					
47.17	日本選手権		5.82	9.44	13.10	16.87	20.74	24.75	28.84	33.04	37.34	41.73	47.17	11.53	22.46	34.27	47.17					
	2012.6.2		7.73	9.67	9.58	9.28	9.04	8.72	8.56	8.33	8.15	7.98	7.35		10.93	11.81	12.90					
47.67	東京選手権		5.74	9.38	13.15	16.88	20.75	24.79	28.93	33.20	37.67	42.11	47.67	11.53	22.48	34.48	47.67					
	2012.4.21		7.84	9.62	9.28	9.37	9.04	8.67	8.46	8.19	7.83	7.89	7.19		10.95	11.99	13.19					
47.76	日本選手権		5.82	9.46	13.23	17.08	21.10	25.24	29.41	33.62	37.96	42.39	47.76	11.61	22.88	34.86	47.76					
	2011.6.4		7.73	9.62	9.28	9.08	8.71	8.46	8.39	8.33	8.07	7.89	7.45		11.26	11.98	12.90					

表4 400mにおける100m毎のラップタイムと記録(フィニッシュタイム)との相関

	0-100m ラップ	100-200m ラップ	200-300m ラップ	300-400m ラップ
右代 啓祐	<b>0.588</b>	<b>0.544</b>	0.471	0.432
中村 明彦	-0.098	<b>0.659</b>	<b>0.898</b>	0.448

表5 100m分析値と400m分析値との関係性

	400m 記録	400m 走速度ピーク	0-100m ラップ	100-200m ラップ	200-300m ラップ	300-400m ラップ
右代 啓祐	100m記録	<b>0.544</b>	<b>-0.581</b>	0.416	-0.003	-0.032
	100m記録(風補正)	<b>0.787</b>	<b>-0.523</b>	<b>0.512</b>	0.093	0.110
	100m走速度ピーク	-0.490	<b>0.701</b>	<b>-0.579</b>	-0.100	0.184
中村 明彦	100m記録	-0.638	-0.398	0.118	-0.129	-0.472
	100m記録(風補正)	-0.263	0.107	0.106	-0.111	-0.539
	100m走速度ピーク	0.610	0.367	-0.078	0.144	0.450

表6 110mH レース分析結果

選手名	記録	大会	上段: タッチダウンタイム [s]				下段: 区間タイム [s]						
			1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	finish
右代啓祐	15.16	仁川アジア大会	2.78	3.97	5.15	6.31	7.47	8.65	9.85	11.07	12.30	13.54	15.16
	(+0.2)	2014.10.1	2.78	1.18	1.18	1.17	<b>1.15</b>	1.18	1.20	1.22	1.22	1.24	1.62
	14.90	日本選手権	2.76	3.92	5.06	6.21	7.38	8.54	9.71	10.91	12.08	13.30	14.90
	(+0.1)	2014.6.1	2.76	1.16	<b>1.14</b>	1.15	1.17	1.16	1.17	1.20	1.17	1.21	1.60
	14.95	GP和歌山	2.79	3.92	5.07	6.24	7.41	8.58	9.78	10.97	12.16	13.38	14.95
	(+0.0)	2014.4.27	2.79	<b>1.13</b>	1.15	1.17	1.17	1.16	1.20	1.19	1.19	1.22	1.57
	15.66	日本選手権	2.80	4.00	5.20	6.39	7.61	8.83	10.10	11.38	12.69	13.99	15.66
	(+0.0)	2013.6.2	2.80	1.20	1.20	<b>1.19</b>	1.21	1.22	1.27	1.28	1.30	1.30	1.67
	15.05	GP和歌山	2.80	3.97	5.12	6.29	7.46	8.64	9.82	11.03	12.21	13.43	15.05
	(+0.8)	2013.4.28	2.80	1.17	<b>1.15</b>	1.17	1.17	1.18	1.18	1.20	1.18	1.22	1.62
	15.47	ロンドン五輪	2.80	3.99	5.20	6.42	7.62	8.85	10.06	11.30	12.56	13.84	15.47
	(-0.9)	2012.8.9	2.80	<b>1.19</b>	1.21	1.22	1.20	1.22	1.21	1.24	1.25	1.28	1.63
	15.01	日本選手権	2.76	3.93	5.10	6.25	7.41	8.58	9.78	10.98	12.19	13.42	15.01
	(-1.7)	2012.6.3	2.76	1.17	1.17	<b>1.15</b>	1.16	1.16	1.20	1.20	1.21	1.22	1.59
	15.25	GP東京	2.79	3.95	5.15	6.31	7.50	8.73	9.95	11.17	12.41	13.64	15.25
	(-0.1)	2012.4.22	2.79	<b>1.16</b>	1.19	1.16	1.19	1.23	1.22	1.22	1.23	1.23	1.61
	15.20	テグ世界選手権	2.77	3.92	5.09	6.28	7.45	8.66	9.88	11.10	12.34	13.57	15.20
	(-0.1)	2011.8.28	2.77	<b>1.15</b>	1.17	1.19	1.18	1.20	1.22	1.22	1.24	1.22	1.63
	14.93	日本選手権	2.75	3.92	5.08	6.25	7.41	8.58	9.75	10.92	12.14	13.33	14.93
	(+0.5)	2011.6.5	2.75	1.17	<b>1.16</b>	1.16	1.16	1.17	1.17	1.17	1.22	1.19	1.60
15.28	GP和歌山	2.82	3.98	5.17	6.35	7.56	8.77	10.00	11.21	12.43	13.64	15.28	
(-0.1)	2010.4.24	2.82	<b>1.16</b>	1.19	1.18	1.21	1.20	1.23	1.21	1.21	1.21	1.64	
中村明彦	14.33	仁川アジア大会	2.74	3.86	4.97	6.09	7.21	8.33	9.47	10.59	11.73	12.89	14.33
	(+1.9)	2014.10.1	2.74	1.12	1.11	1.12	1.12	1.12	1.14	1.12	1.13	1.16	1.44
	14.21	日本選手権	2.68	3.79	4.93	6.04	7.14	8.27	9.40	10.52	11.64	12.77	14.21
	(+0.1)	2014.6.1	2.68	<b>1.10</b>	1.14	1.11	<b>1.10</b>	1.12	1.13	1.12	1.12	1.13	1.44
	14.23	GP和歌山	2.71	3.84	4.97	6.09	7.21	8.32	9.43	10.54	11.67	12.80	14.23
	(+1.0)	2014.4.27	2.71	1.13	1.13	1.12	1.12	1.11	<b>1.10</b>	1.12	1.13	1.13	1.43
	14.24	日本選手権	2.68	3.81	4.94	6.06	7.17	8.29	9.38	10.53	11.68	12.81	14.24
	(+0.7)	2013.6.2	2.68	1.13	1.13	1.12	1.11	1.12	<b>1.09</b>	1.15	1.15	1.13	1.43
	14.16	GP和歌山	2.69	3.81	4.91	6.03	7.12	8.23	9.34	10.46	11.58	12.72	14.16
	(+1.5)	2013.4.28	2.69	1.12	1.10	1.12	<b>1.09</b>	1.11	1.11	1.12	1.12	1.14	1.44
	14.11	日本選手権	2.67	3.76	4.84	5.94	7.03	8.12	9.21	10.34	11.47	12.63	14.11
	(+1.7)	2012.6.3	2.67	1.09	<b>1.08</b>	1.09	1.09	1.10	1.09	1.13	1.13	1.15	1.48
	14.15	GP東京	2.71	3.83	4.94	6.05	7.15	8.26	9.35	10.46	11.59	12.72	14.15
	(-0.1)	2012.4.22	2.71	1.12	1.11	1.11	1.10	1.11	<b>1.09</b>	1.11	1.13	1.13	1.43
	14.50	アジア選手権	2.70	3.83	4.95	6.07	7.21	8.34	9.48	10.66	11.82	13.00	14.50
(+0.3)	2011.7.8	2.70	1.12	1.13	1.11	1.14	1.13	1.14	1.18	1.15	1.18	1.50	
14.25	日本選手権	2.70	3.83	4.95	6.06	7.17	8.28	9.40	10.52	11.65	12.79	14.25	
(+1.4)	2011.6.5	2.70	1.13	1.12	<b>1.10</b>	1.11	1.11	1.12	1.12	1.13	1.13	1.46	

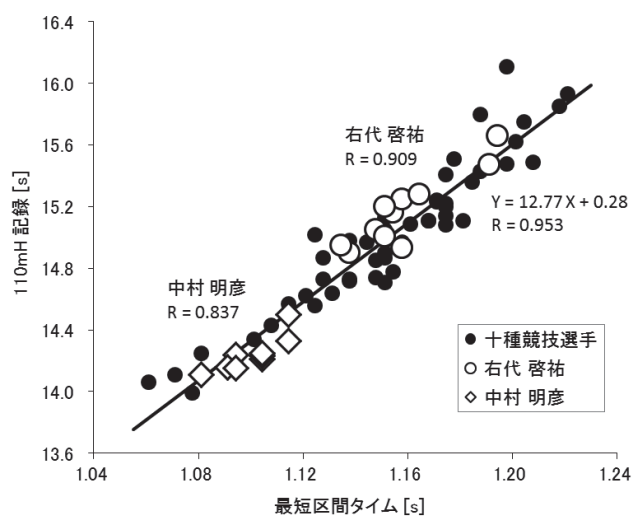


図8 110mHの最短区間タイムと記録（フィニッシュタイム）との関係

表7 100m分析値と110mH分析値との関係性

		110mH 記録	110mH 最短区間タイム
右代 啓祐	100m記録	0.490	<b>0.547</b>
	100m記録(風補正)	0.315	0.369
	100m走速度ピーク	-0.566	<b>-0.636</b>
中村 明彦	100m記録	-0.066	-0.364
	100m記録(風補正)	0.400	0.268
	100m走速度ピーク	0.071	0.352

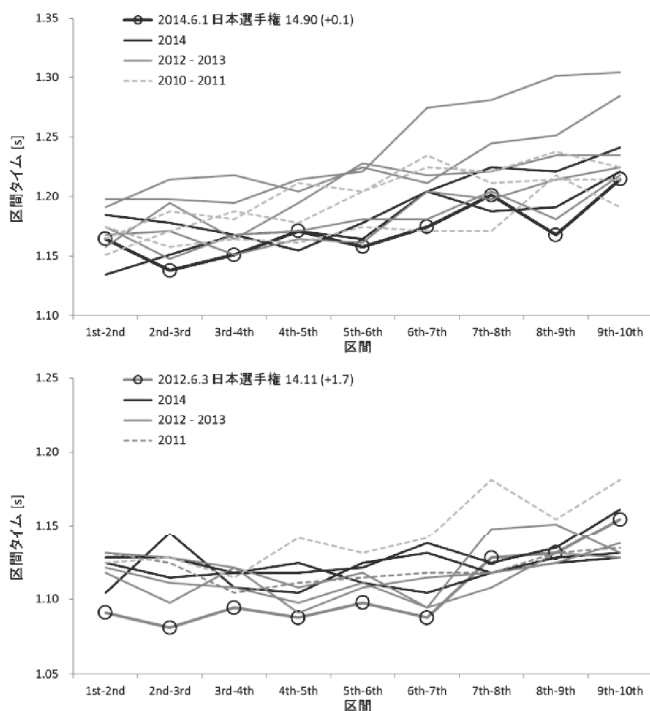


図9 110mH レースにおける区間タイム曲線  
(上段：右代選手、下段：中村選手)

関しては、レース中盤が鍵となる局面となっていたこともあり、400m レースでの走速度ピークもスプリント能力向上とは連動していなかった。

表6に、110mH 記録の推移を示した。右代選手は2014年シーズンに自己ベスト記録を出しており、記録は向上傾向にある。中村選手は、2011年に自己ベスト記録を出し、以降も安定して高いレベルの記録を維持している。両選手ともに、110mH 記録と最短区間タイムとの間には強い関係性が認められ(図8)、最短区間タイムの改善が110mH 記録向上には必要不可欠だと考えられる。図9に、110m レースでの区間タイム曲線を示した。右代選手は比較的前半(2-4区間目)にて最短区間タイムが出現する傾向がみられた。一方、中村選手は、少し後の区間(5-7区間目)において最短区間タイムが現れることが多く、またそのような場合のほうが110mH 記録もよい傾向にあった(ただし自己ベスト記録のレースは例外的に2区間目で最短区間タイムが出現)。ハードル種目専門選手を対象とした分析では、最短区間タイムはレース中盤にて出現する例が多い(貴嶋ら、2013)。100m レースでの走速度ピークが50m 付近にて出現することも踏まえると、110mH レースにおいても前半は加速が続き、中盤辺りで走速度ピーク(最短区間タイム)が出現することが理想的には期待できそうである。右代選手のようにレース前半において最短区間タイムが観察される場合は、加速し続けられない要因が何か存在すると考えられ

る。この要因がハードリングの技術的なものであるか、またはスプリント能力にあるのかは、現時点で考察することは難しい。

スプリント能力指標と110mH 記録および最短区間タイムとの関係を表7に示した。右代選手では、最短区間タイムの短縮にスプリント能力向上が関係し、110mH 記録の向上にも寄与していた可能性がうかがえる。一方、中村選手にはそのような関係性は認められなかった。右代選手の場合には、スプリント能力の向上が110mH 記録に直接的に寄与する余地が多く残っていたのかもしれない。中村選手のように、スプリント能力も110mH 記録レベルも元々高い選手では、技術的な要因のほうが110mH 記録へより大きく影響すると考えられる。

#### IV. まとめ

2009年から2014年までの6年間にわたり、右代選手と中村選手の競技会でのパフォーマンス分析を継続してきた。スプリント能力が重要となる4種目(100m、走幅跳、400m、110mH)を中心に測定を行い、スプリント能力の経年変化(向上)と、各種目の記録への影響を確認することができた。各種目での分析結果は以下のようにまとめられる。

1. 100m では両選手ともに、走速度ピークの改善が記録向上の主要因となっていた。
2. 走幅跳では、右代選手はスプリント能力向上とともに助走速度が高まり、記録向上の一助となっていた。中村選手においては、助走速度以外の要因(滞空時間など)が記録へ及ぼした影響のほうが大きいようだった。
3. 400m では、右代選手はスプリント能力向上とともに400m レースでの走速度ピークや前半局面(0-200m)でのラップタイムが短縮され、記録向上への一助となっていた。中村選手においては、このような傾向は認められず、より後半の局面(100-300m)でのラップタイム等のほうが、記録との関係性が大きかった。
4. 110mH では、右代選手はスプリント能力向上とともに最短区間タイムが短縮され、記録向上への一助となっていた。ただし、最短区間タイムの出現位置がレース前半(2-4区間目)であることから、今後はレース中盤まで加速し続けることが課題となるかもしれない。中村選手においては、スプリント能力向上と最短区間タイムとは連動しておらず、記録に対してはより技術的な側面の影響が大きい可能性が考えられた。

## 参考文献

- 貴嶋孝太、谷川聡、櫻井健一、安井年文、浅見公博、荻部俊二、青戸慎司、綿谷貴志、柴山一仁、森丘保典 (2013) 日本一流男子 110m ハードル選手のレース分析ー 2011 年から 2013 年までのレース分析結果についてー. 陸上競技研究紀要、9: 71-86.
- 小山宏之、村木有也、武田理、大島雄治、阿江通良 (2007) 競技会における一流男女棒高跳、走幅跳、および三段跳選手の助走速度分析. 日本陸連科学委員会研究報告、6: 104-122.
- Hay, J.G. and J.A. Miller Jr. (1985) Techniques used in the transition from approach to takeoff in the long jump. International Journal of Sport Biomechanics、1: 174-184.
- Hay, J.G., J.A. Miller, and R.W. Canterna (1986) The techniques of elite male long jumpers. Journal of Biomechanics、19: 855-866.
- 松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、杉田正明 (2009) 2008 年男女 100m、110m ハードルおよび 100m ハードルのレース分析. 陸上競技研究紀要、5: 50-62.
- 松林武生、持田尚、松尾彰文、松田克彦、本田陽、阿江通良 (2010) 十種競技選手の走幅跳、棒高跳での跳躍パフォーマンス分析. 陸上競技研究紀要、3: 104-112.
- 松林武生、持田尚、本田陽、松田克彦 (2012a) 七種競技選手の走幅跳パフォーマンス分析. 陸上競技研究紀要、8: 73-78.
- 松林武生、持田尚、本田陽、松田克彦 (2012b) 陸上競技・混成選手のパフォーマンス分析. トレーニング科学、24(1): 27-35.
- MUREIKA, J.R. (2001) A Realistic Quasiphysical Model of the 100 Metre Dash. Canadian Journal of Physics、79 (4): 697-713.
- 持田尚、松尾彰文、柳谷登志雄、矢野隆照、杉田正明、阿江通良 (2007) Overlay 表示技術を用いた陸上競技 400m 走レースの時間分析. 陸上競技研究紀要、3: 9-15.
- 持田尚、松林武生、松尾彰文、松田克彦、本田陽、阿江通良 (2010a) 混成強化部への科学的サポートー得点分析からみた日本十種競技界の現状と課題一. 陸上競技研究紀要、6: 122-125.
- 山本真帆、松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、松林武生、貴嶋孝太、渡辺圭佑 (2013) 競技会における男子 400m 走のレース分析. 陸上競技研究紀要、9: 66-70.

## 2014年第15回世界ジュニア陸上選手権男女10000mWにおける 上位者の前額面内下胴キネマティクス変化

三浦康二<sup>1)</sup> 門野洋介<sup>2)</sup> 岡崎和伸<sup>3)</sup> 榎本靖士<sup>4)</sup>

1) 成蹊大学 2) 仙台大学 3) 大阪市立大学 4) 筑波大学

### 1. 目的

Murray ほか (1983) は、競歩において肩甲帯および骨盤の前額面内における回転によって、支持期中盤に身体重心高が最低になり、この動作が大きな歩行速度の獲得に影響していることを示唆している。また、Payne と Payne (1981) は、肩甲帯および骨盤の前額面内の回転・連動は、競歩においてピッチを高める技術であることを示唆している。さらに、三浦ほか (2014) は、日本国内における男子20kmW の3次元分析から、支持期中盤における前額面内の下胴回復脚側股関節を持ち上げるような角加速度が大きな歩行速度と競技パフォーマンスの獲得に関係していたことを報告している。

これらの先行研究は日本陸上競技連盟科学委員会活動による国内外の競歩レースの画像撮影とデータ分析および評価、強化選手へのフィードバックの根拠となっており、2012年より主に前額面内の動作に注目して分析、評価とフィードバックが行われている。

本報告では、2014年7月に行われた第15回世界ジュニア陸上選手権男女10000mW決勝におけるレース序盤と終盤での前額面内の下胴キネマティクスの分析結果を示すことを目的とした。

### 2. 方法

分析レースは、第15回世界ジュニア陸上男子10000mW決勝(7月25日)と女子10000mW決勝(7月23日)であった。

これらのレースにおいて、バックストレート1レーン延長線上の競技場外、グランドレベルの高さにビデオカメラを固定し、カメラスピード60fpsで撮影した。

撮影した画像から、それぞれの種目の優勝者およ

び、下位入賞者のうち1名を本報告における分析対象者とした。これらの競技者のユニフォームパンツの腰部上端ラインの左右の端2点を下胴の前額面内の動作を示す分析点として1歩行周期(2歩)分の動作をビデオ動作分析システム(Frame-DIAS IV, DKH社製)によりデジタル化した。また、実長換算は不可能であったが、1レーンのリレーゾーンラインの両端をデジタル化することで水平較正マーカーとした。

得られた分析点の分析画像面内の座標はバターワース型デジタルフィルターによって平滑化した。また、水平較正用の2点を結んだ線分を基準としてパンツの腰部上端ラインの前額面内の角度を下胴角度として算出し、時間微分することで下胴の角速度、角加速度を算出した。

算出したデータのレース序盤と終盤の間および対象者間のデータ比較のために局面を分けて比較を行った。左右の足部が離地する時点は分析画像から目視できなかったことから、右足かかと接地から左足かかと接地までを右足支持期、左足かかと接地から右足かかと接地までを左足支持期として、それぞれの局面のかかと接地時点を0%、反対側のかかと接地時点を100%として局面を規格化してデータの比較を行った。

### 3. 結果

男女それぞれの種目における前額面内の下胴角速度を図1(男子10000mW)、図2(女子10000mW)に示した。また、角加速度を図3(男子10000mW)、図4(女子10000mW)に示した。グラフの正の値は前額面における反時計まわりの角速度、角加速度を示し、負の値は時計回りの角速度、角加速度を示している。また、右足支持期では、正の値は下胴の回復(左)脚側を持ち上げる方向、負の値は回復(左)

脚側を下げる方向の回転を示し，左足支持期では正の値は下胴の回復（右）脚側を下げる方向，負の値は回復（右）脚側を持ち上げる方向の回転を示している。

三浦 康二ほか（2014）3次元倒立振子モデルによる男子20kmW公認レースにおける歩行速度の分析．日本陸上競技学会第13回大会プログラム，日本陸上競技学会，26.

Murray, M.P. et al. (1983) Kinematic and electromyographic patterns of olympic racewalkers. The American Journal of Sports Medicine, 11(2), 68-74.

Payne, H. and Payne, R. (1981) The science of track and field athletics. Pelman Books, London.

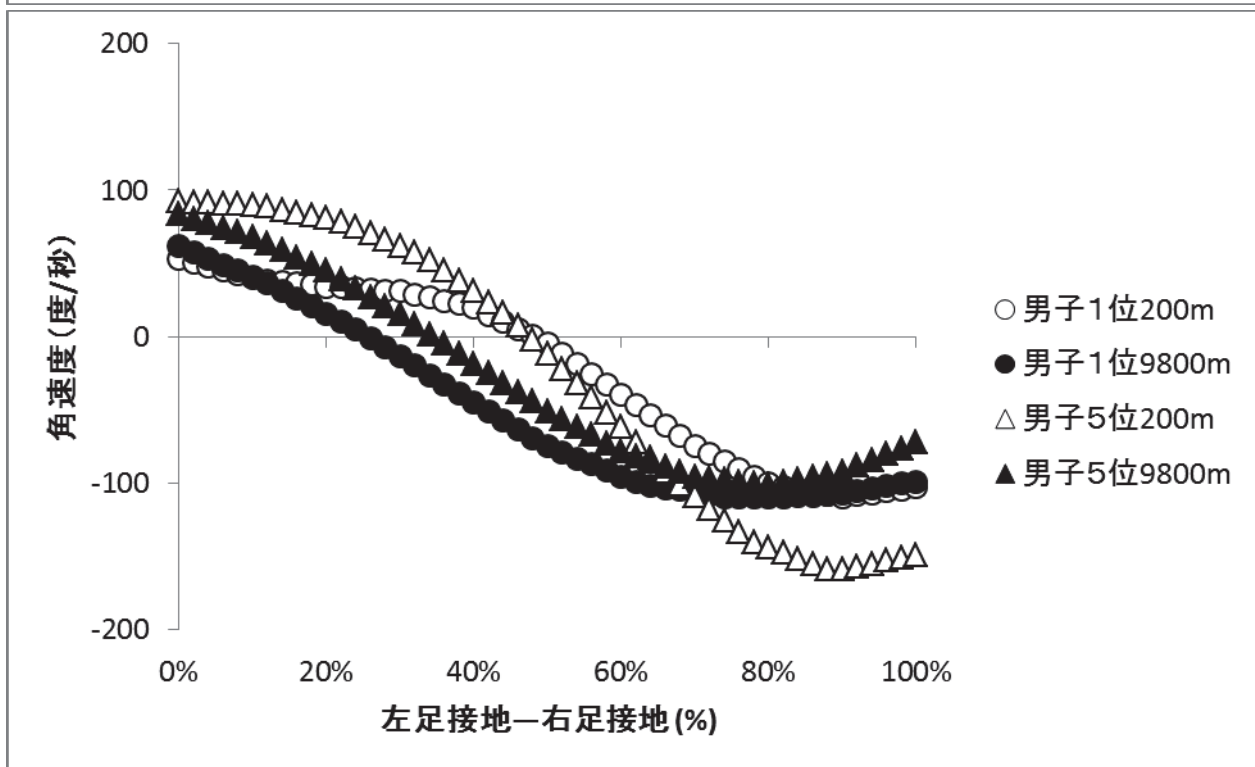
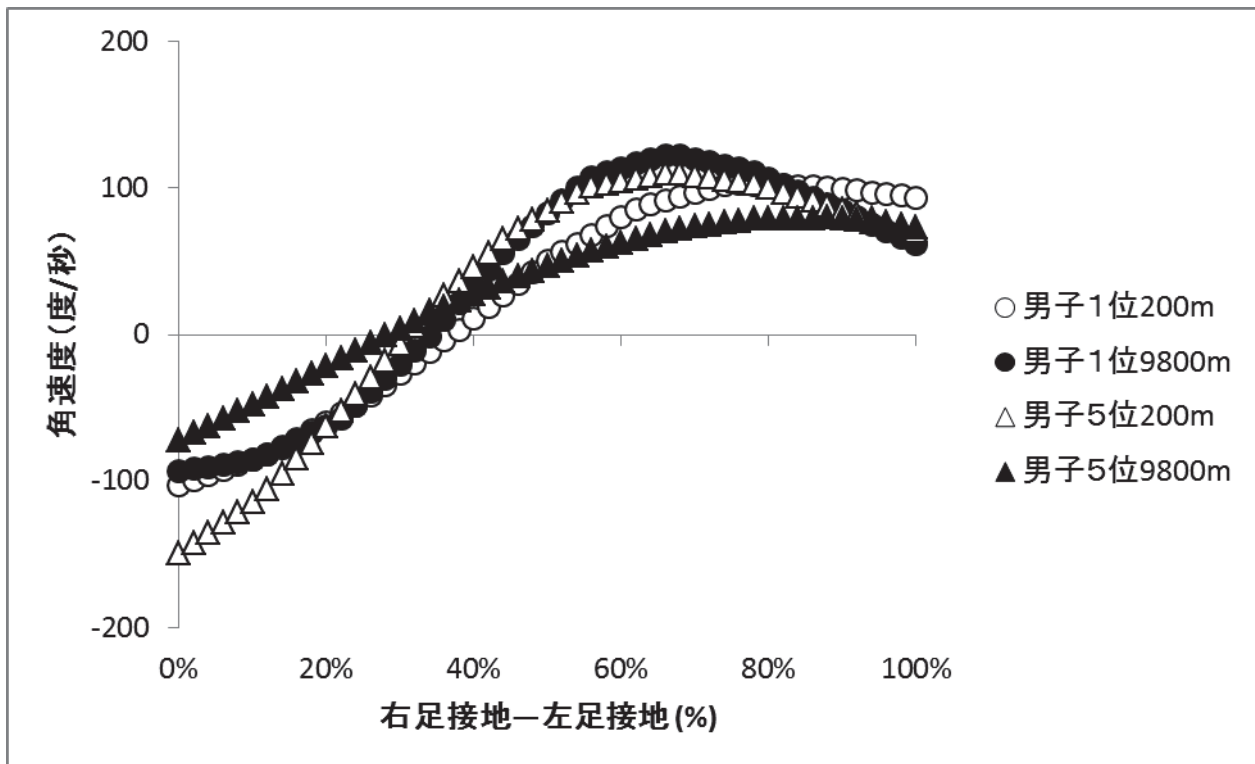


図1 男子 10000mW における前額面内の下胴角速度

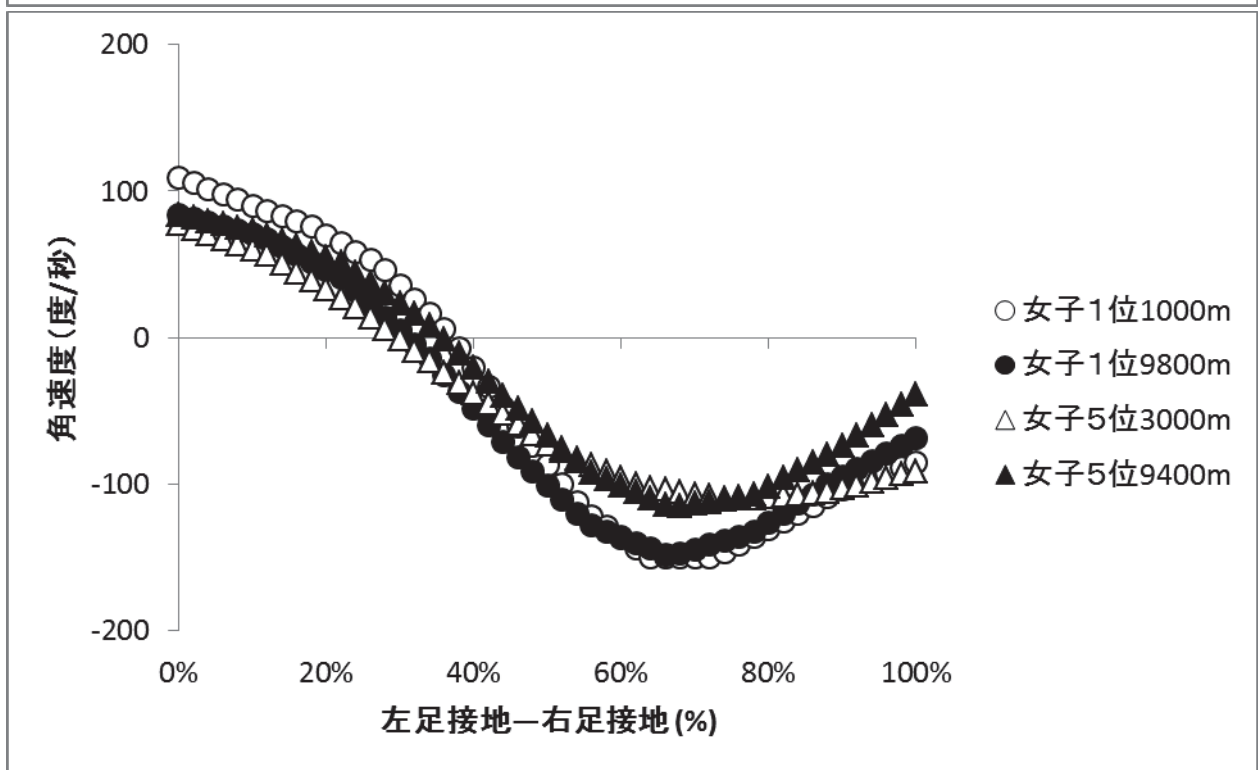
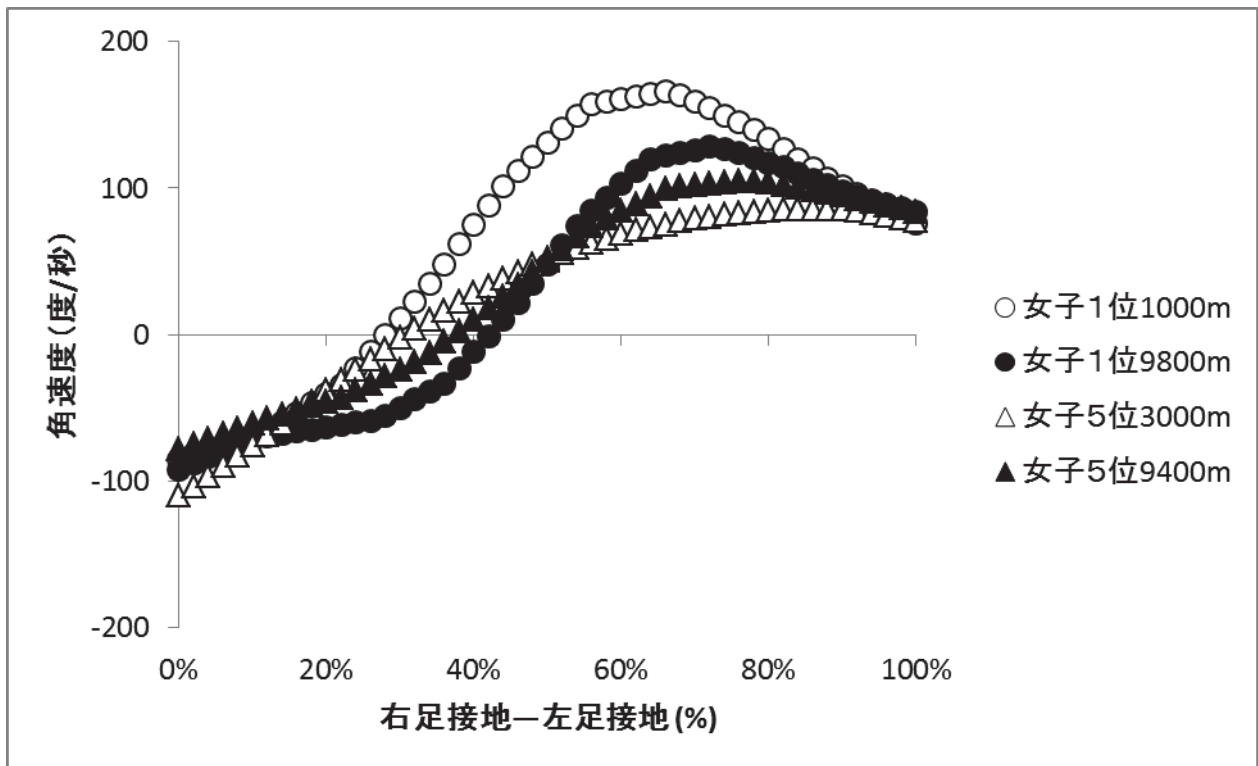


図2 女子 10000mW における前額面内の下跗角速度



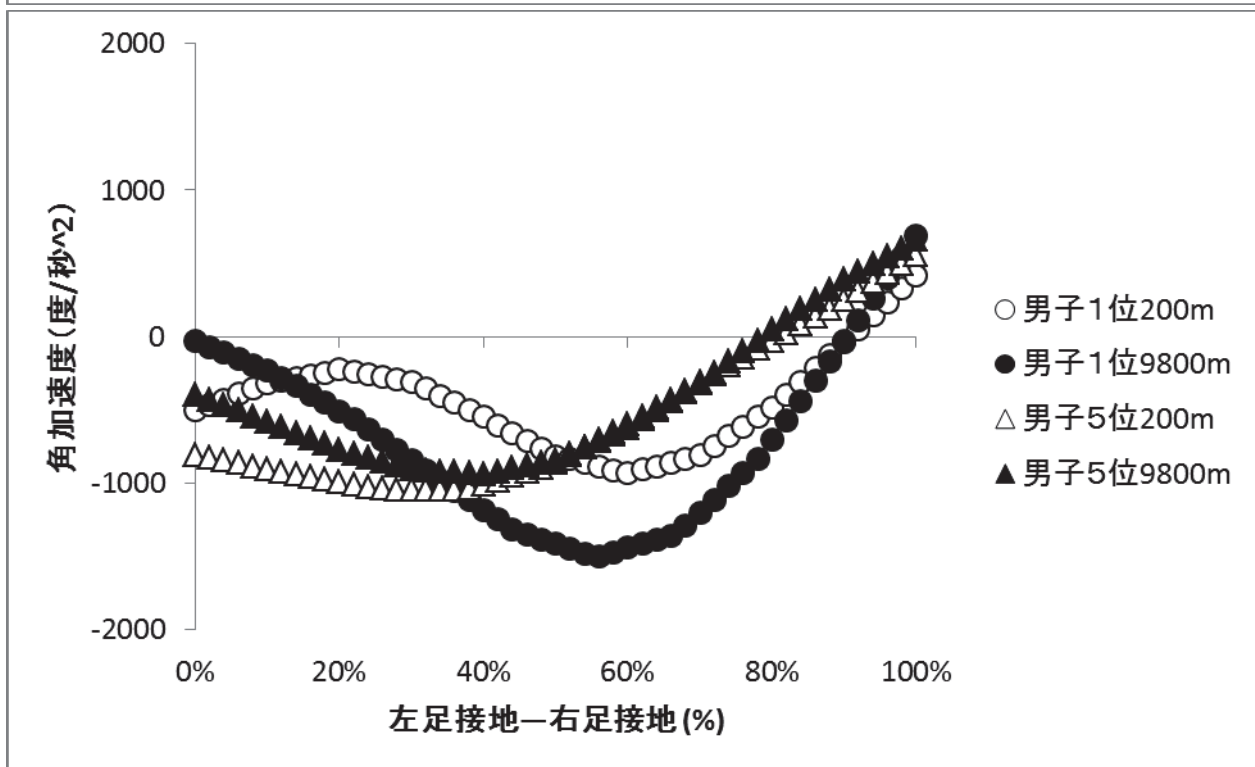
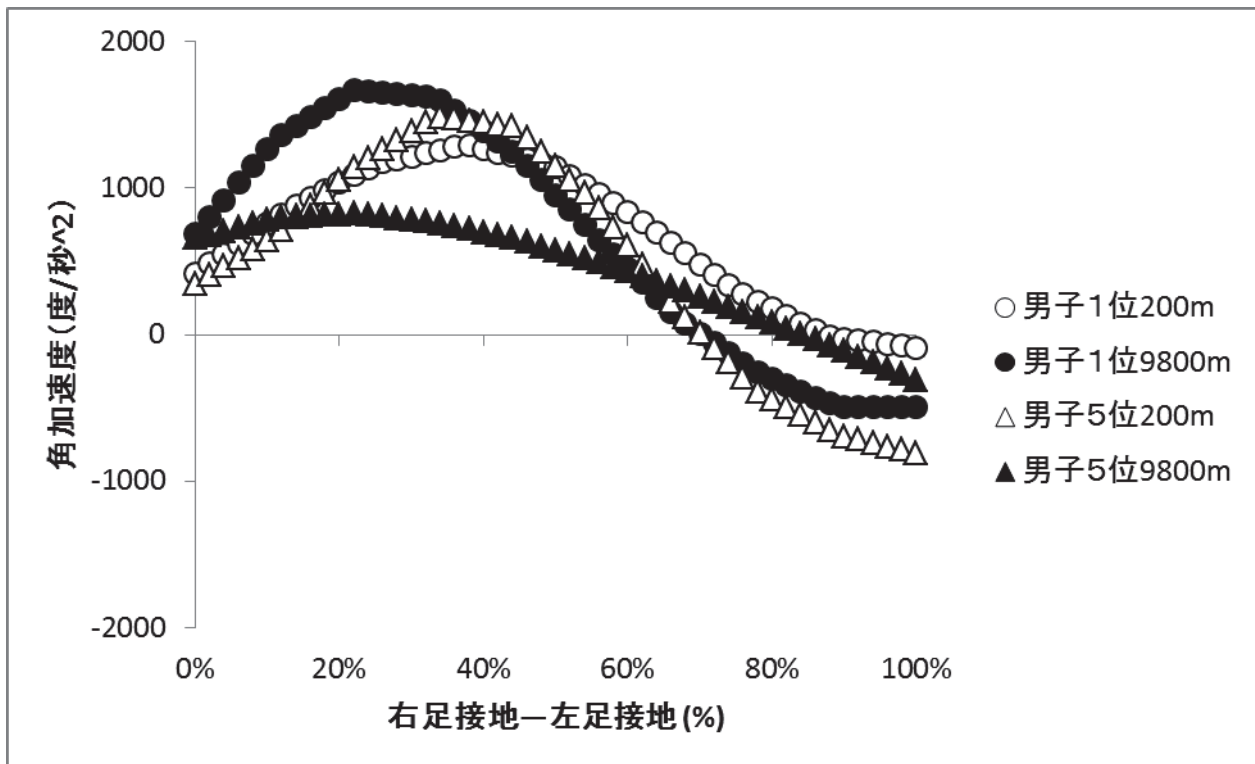


図3 男子 10000mW における前額面内の下脛角加速度

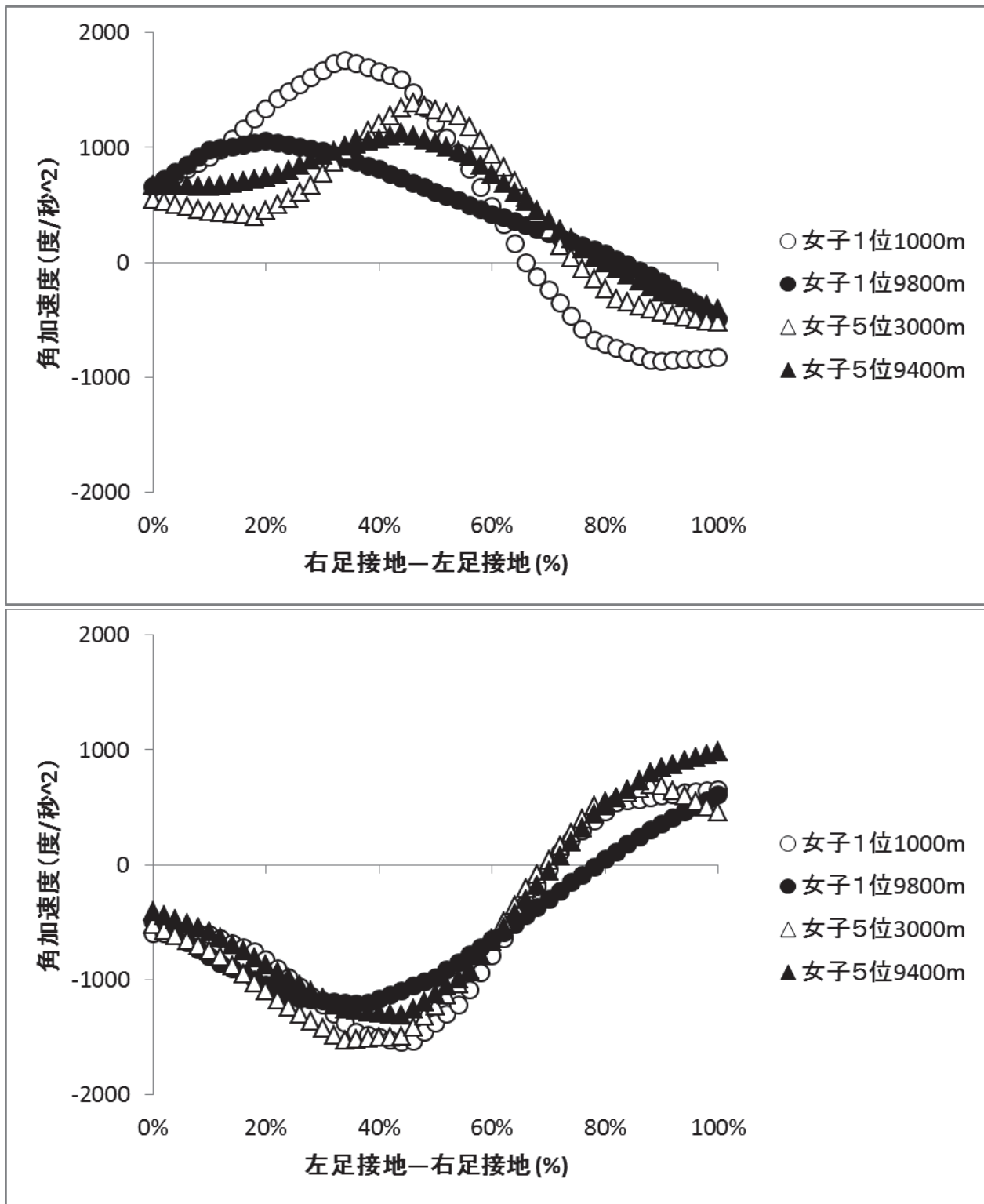


図4 女子10000mWにおける前額面内の下脛角加速度

## 高校トップレベルの長距離選手におけるフィットネスチェックの 内容と結果について - 第二報 男子選手を対象に -

山中亮<sup>1)</sup> 松林武生<sup>1)</sup> 山本真帆<sup>1)</sup> 榎本靖士<sup>2)</sup> 佐伯徹郎<sup>3)</sup> 山崎一彦<sup>4)</sup> 荻原知紀<sup>5)</sup>  
杉田正明<sup>6)</sup>

1) 国立スポーツ科学センター 2) 筑波大学 3) 日本女子体育大学 4) 順天堂大学  
5) 北九州市立高等学校 6) 三重大学

### I. はじめに

本稿は、2013年に杉田らが報告した高校トップレベルの長距離選手におけるフィットネスチェックの内容と結果に次ぐ第二報として記す。我々は、2009年度から高校トップレベルの長距離選手を対象に、体力測定のための合宿を実施している。杉田らの報告(2013)にあるように、日本の高校トップレベル長距離選手は、世界においても同世代のトップレベルに位置していると考えられる。今回の報告では、高校トップレベルの男子長距離選手に焦点を当てて検討していく。

高校トップレベル男子長距離選手は、トラック種目である5000m競走において、シニア選手のレベルに近いパフォーマンスを発揮しており、レースを進める上で高いスピードが要求される。そのため、長距離選手のパフォーマンスの評価は、最大酸素摂取量といった有酸素性能力の指標だけでなく、高いスピードを生み出す筋力といった他の要素からも検討する必要があると考えられる。そこで本稿では、高校トップレベル男子長距離選手のパフォーマンスを、体力測定および形態計測で得られたデータを基に検討していく。

### II. 方法

#### 1. 分析対象

分析対象は、2011年から2014年までの過去4年間に測定を行った高校トップレベルの男子長距離選手28名(18.2 ± 0.5 yr)であった。対象者の中には、複数年にわたり体力測定を実施した選手もいるため、その選手達は最新の測定値のみを採

用した。対象者の競技会における5000mの最高タイム(personal best: PB)の平均値は、14分02秒66 ± 6秒40であった。本稿では、5000mのPB(5000m-PB)を長距離走のパフォーマンスとした。

#### 2. 測定項目および測定方法

体脂肪率は、体脂肪率測定機(BODPOD, COSMED)を用いて測定した。核磁気共鳴分光法(MRI)装置を用いて体幹下部を撮影し、撮影で得られた画像からヤコビーラインレベルにおける筋横断面積を計測した。また、分析で得られた筋横断面積(cm<sup>2</sup>)は、体重の3分の2乗で除することにより相対値で示した。

有酸素能力の測定として、トレッドミルを用いて5ステージにおける乳酸カーブランニングテストを実施した。プロトコルは、2011年では、3分走行、1分休息を1ステージとし、走速度を280、310、340、370、400m min<sup>-1</sup>とした。2012年では、4分走行、2分休息を1ステージとし、走速度を260、290、320、350、380m min<sup>-1</sup>とした。2013年以降では、4分走行、1分休息を1ステージとし、走速度を270、300、330、360、390m min<sup>-1</sup>とした。乳酸カーブランニングテスト時において、酸素摂取量および換気量は呼気ガス分析装置(Vmax, Sensor Medics)を用いて、心拍数はテレメータ装置(ZS-910P, 日本光電)を用いて連続測定した。各ステージにおける酸素摂取量は、1分間の平均値を用いた。また、乳酸カーブランニングテスト時における酸素摂取量、換気量、心拍数の最高値は、30秒間の平均値を用いた。血中乳酸濃度は、1分間もしくは2分間の休息時において、指先から微量の血液を採取し、血中乳酸濃度分析器(Lactate Pro1, Arkray)を用いて

測定した。

ジャンプ能力として、腕振りなしの垂直ジャンプおよびリバウンドジャンプはマットスイッチを用いて測定した。膝関節の等速性伸展屈曲力は多用途筋機能評価運動装置（バイオデックスシステム4, BIODEX）を用いて測定した。

全ての測定は、国立スポーツ科学センターの施設において実施した。

### 3. 統計

全ての測定値は、平均 ± 標準偏差で示した。二つの変量間の関係性は、ピアソンの積率相関係数を用いて求めた。危険値 (P) が 0.05 以下を有意検定の基準とした。

### Ⅲ . 結果および考察

身長、体重および体脂肪率は、 $170.4 \pm 5.2$  cm、 $55.0 \pm 3.6$  kg および  $9.3 \pm 2.8$  % であった。また、乳酸カーブランニングテストにおける酸素摂取量、換気量、心拍数および血中乳酸濃度の最高値、ジャンプ能力、等速性膝伸展屈曲筋力の結果を表1に示した。

乳酸カーブランニングテスト時における酸素摂取量の最高値は  $4.30 \pm 0.36$   $l \cdot min^{-1}$  であり、体重当たりでは  $78.3 \pm 5.3$   $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$  であった。最大酸素摂取量と長距離走のパフォーマンスは関係性を示すことが報告されている (Farrell et al. 1979)。本研究において、統計的に有意ではないが、乳酸カーブランニングテスト時における最高酸素摂取量と5000m-PBとの間に関係性 ( $r = -0.324$ ,  $P = 0.09$ ) が見られた (図1)。

5000m-PBとジャンプ能力、等速性膝伸展屈曲力の間にはそれぞれ関係性が認められなかった。一方、体幹下部における大腰筋の横断面積 (相対値) と5000m-PBの間に、有意な相関関係 ( $r = -0.617$ ,  $P < 0.01$ ) が認められた (図2a)。同様に、体幹下部における腹筋群 (腹直筋、外腹斜筋、大腰筋、腰方形筋の合計値) と背筋群 (脊柱起立筋) の比率 (腹筋群 / 背筋群) と5000m-PBの間にも有意な相関関係 ( $r = -0.569$ ,  $P < 0.01$ ) が認められた (図2b)。先行研究において、陸上競技短距離選手では、大腰筋の筋量がパフォーマンスに大きく影響していることが報告されている (Hoshikawa et al. 2006)。大腰筋は股関節の屈曲運動に関与している筋であるため、股関節の屈曲力がパフォーマンスに影響を及ぼしている可能性がある。長距離選手の研

表1 各測定項目の平均値

乳酸カーブテスト時の最高値	酸素摂取量 [ $l \cdot min^{-1}$ ]	$4.30 \pm 0.36$
	酸素摂取量 [ $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ ]	$78.3 \pm 5.3$
	換気量 [ $l \cdot min^{-1}$ ]	$137.8 \pm 17.7$
	心拍数 [ $beat \cdot min^{-1}$ ]	$196.7 \pm 5.4$
	血中乳酸濃度 [ $mmol \cdot l^{-1}$ ]	$10.50 \pm 1.81$
ジャンプ能力	垂直ジャンプ [cm]	$34.3 \pm 4.1$
	リバウンドジャンプ指数	$2.14 \pm 0.34$
等速性膝伸展屈曲筋力 (180deg/sec)	膝伸展力 [ $Nm \cdot kg^{-1}$ ]	$1.85 \pm 0.23$
	膝屈曲力 [ $Nm \cdot kg^{-1}$ ]	$1.04 \pm 0.21$

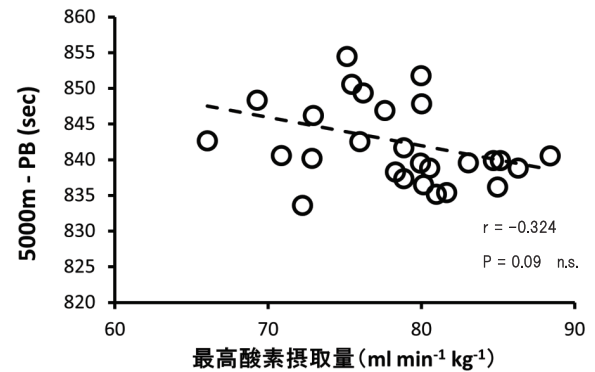


図1 5000mのパーソナルベスト (5000m-PB) と最高酸素摂取量の関係

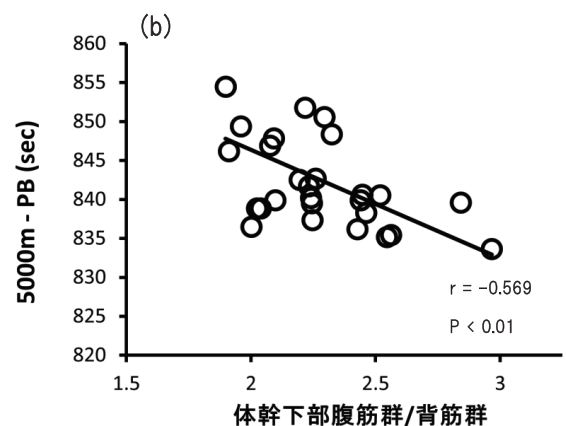
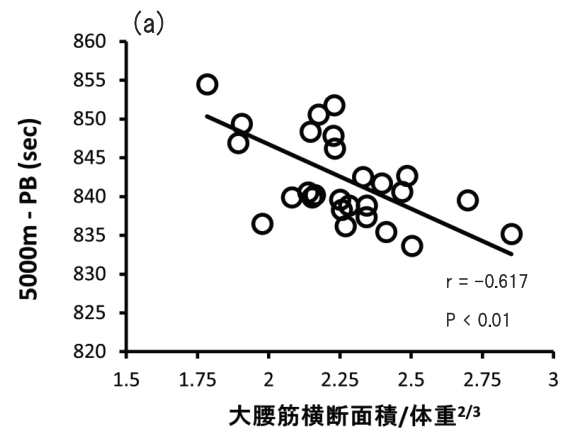


図2 5000mのパーソナルベスト (5000m-PB) と体重当たりの大腰筋の筋量の関係 (a)、5000m-PBと体幹下部における背筋群に対する腹筋群の比の関係 (b)

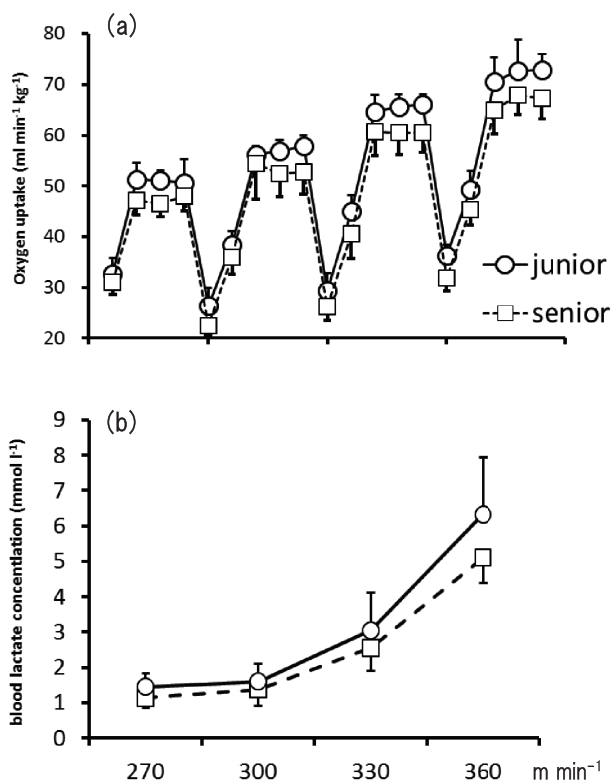


図3 乳酸カーブテスト時におけるジュニア選手およびシニア選手の酸素摂取量 (a) および血中乳酸濃度 (b) の動態

究においても、長距離走のパフォーマンスに対する大腰筋の重要性が示唆されている (榎本 2005)。今回の結果から、先行研究の結果を支持するとともに、ジュニア期の長距離トップレベル選手においても、大腰筋の筋量がパフォーマンスに強く影響を及ぼすことが示唆された。

長距離走において高いパフォーマンスを発揮するためには、走効率 (ランニングエコノミー) も重要であることが知られている。本稿において、5000mのレースペースに近い運動強度 ( $360 \text{ m min}^{-1}$ ) に対する酸素摂取量は、5000m-PB と関係性が認められなかった。しかし、長距離選手にとって、より低い酸素消費 (摂取) 量で同一の運動負荷を遂行することが重要であると考えられている。そこで、シニアトップレベル選手 ( $n = 5$ ,  $29.2 \pm 3.0 \text{ yr}$ ,  $174.5 \pm 9.0 \text{ cm}$ ,  $62.3 \pm 6.9 \text{ kg}$ ) と高校トップレベル (ジュニア) 選手 ( $n = 14$ ,  $18.2 \pm 0.6 \text{ yr}$ ,  $170.7 \pm 5.9 \text{ cm}$ ,  $54.6 \pm 3.4 \text{ kg}$ ) の同一負荷運動強度に対する酸素摂取量を比較した (図 3a)。その結果、同一の運動負荷強度時の酸素摂取量は、ジュニア選手の方がシニア選手よりも高い傾向を示した。また、同一運動負荷強度時の血中乳酸濃度は、ジュニア選手の方がシニア選手よりも高い傾向であった (図 3b)。つまり、ジュニア選手の方がシニア選手より

もランニングの効率が良くない傾向にあると考えられる。

今回の報告から、股関節の屈曲に関連している大腰筋の量がジュニア期における長距離選手の高いパフォーマンスのために重要な要素となる可能性が示唆された。また、ジュニア期からシニア期にかけてのさらなるパフォーマンス向上には、同一の運動負荷に対する酸素摂取量をいかに低くすることができるかというランニングエコノミーも不可欠な要素となる可能性がある。今後も体力測定および形態計測を継続していくとともに、ジュニア期における高いパフォーマンス発揮の背景を検討していきたい。

### 参考文献

杉田正明、榎本靖士、佐伯徹郎、山崎一彦、萩原知紀、原田康弘 (2013) 高校トップレベルの長距離選手 (男女) におけるフィットネスチェックの内容と結果について - 第一報 -。陸上競技研究紀要 9, 108-113

Farrell P.A., Wilmore J.H., Coyle E.F., Billing J.F., Costill D.L. (1979) Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med Sci Sports Exerc* 11: 338-344

Hoshikawa Y., Muramatsu M., Iide T., Uchiyama A., Nakajima Y., Kanehisa H., Fukunaga T. (2006) Influence of the psoas major and thigh muscularity on 100-m times in junior sprinters. *Med Sci Sports Exerc* 38: 2138-2143

榎本靖士 (2005) ケニア人長距離選手の生理学的・バイオメカニクスの特徴の究明～日本人長距離選手の強化方策を探る～

## 長距離・マラソン選手の腸内環境とコンディションの関連 —意識調査と外環境の変化に伴う影響について—

松生香里<sup>1)</sup> 岡崎和伸<sup>2)</sup> 杉田正明<sup>3)</sup>

1) 東北工業大学 2) 大阪市立大学 3) 三重大学

### はじめに

マラソンランナーや長距離選手は、過度のトレーニングによる精神的・身体的ストレスから、腸管出血や下痢などの症状を呈する 경우가多いことが多数報告されている<sup>1)2)3)4)5)6)7)</sup>。また、フルマラソンレース後、16%のランナーに過敏性腸症候群様の症状が見られたという報告もあり、心身のストレスが消化器系の疾患を来すことが問題視されている<sup>8)</sup>。このように、日々のトレーニングや試合など、心身のストレスが原因でコンディションを崩す長距離選手の中には、消化器系の症状を訴える者が少なくない現状であるが、現場的な調査データは数少なく、事前のコンディショニングや改善点をはっきりしない場合が多い。

これらの背景から、心身のストレスやオーバートレーニング、また、環境変化による腸管機能の悪化を予測できる簡便的な手段や、予防のための対処方法が明らかになれば、現場に還元できる基礎資料として活用できると考えられる。

そこで、調査1では、選手の腸内環境と心身のコンディションに関する意識についてデータを収集することを目的とし、2013年の北海道マラソン、福岡国際マラソン、びわ湖毎日マラソンに出場した招待選手および一般参加の男子選手(2時間8分台~12分台)、士別のナショナルチーム合宿に参加した男子長距離選手45名を対象に意識調査を実施した。

また、調査2では、先行研究および調査において、試合や遠征の際、腸内環境が心身のコンディションと密接に関連している、という意識調査結果をもとに、実業団男子長距離選手を対象として、国外遠征や高所トレーニング時など、外界の環境変化によって腸内環境は変化するのだろうか、また、試合前のストレスによって腸内環境は変化するのだろうか、腸内細菌分析を実施した。

これらの調査によって、選手の腸内環境とコンディションに関する意識の把握や外界の環境変化が腸内環境の状態に変化を及ぼすのかどうかを調べ、腸管コンディション悪化の予防策につながる基礎資料を得ることを目的とした。

### 【方法】

#### 調査1.

調査の期間は、2013~2014年の北海道マラソン、福岡国際マラソン、びわ湖毎日マラソンに出場した招待選手および一般参加の男子選手(2時間8分台~12分台)、北海道士別で行われたナショナルチームの合宿に参加した選手を含む45名を対象に調査を行った。選手には、予め、日常のトレーニングや試合前のコンディショニングに活用することを目指していることを説明した後、腸内環境と心身のコンディションに関する意識調査を5段階の質問紙形式で実施した(表1)。

#### 調査2.

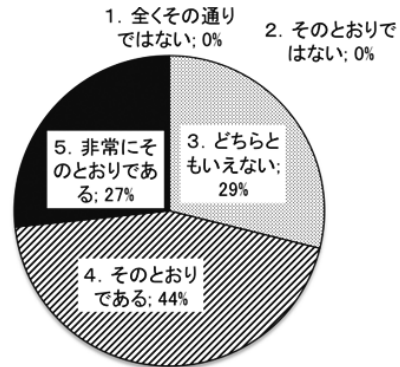
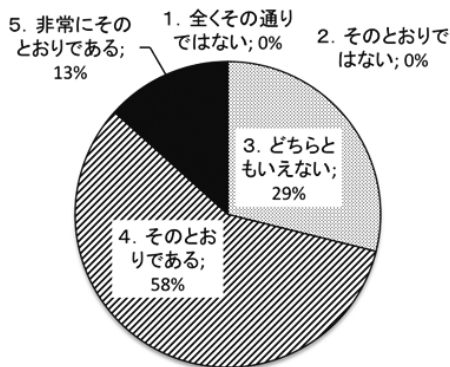
実業団長距離選手8名(A~H選手)を対象に、合宿遠征や高所トレーニング時など、外界の環境変化によって腸内環境は変化するのだろうか、また、試合前のストレスによって腸内環境は変化するのだろうかを調べるため、国外合宿遠征前の8月から9月の試合前において、合計4回の腸内細菌測定を実施した。選手には、事前に腸内環境を整えることにより、日頃のトレーニングや試合前のコンディショニング、パフォーマンス向上につながることを講義し、インフォームドコンセントを行った後、測定に協力頂き、データ採取後にはフィードバックを行った。

腸内細菌測定の実施は、高所合宿前のコントロール(合宿前)、高所合宿7~10日後(合宿中)、日

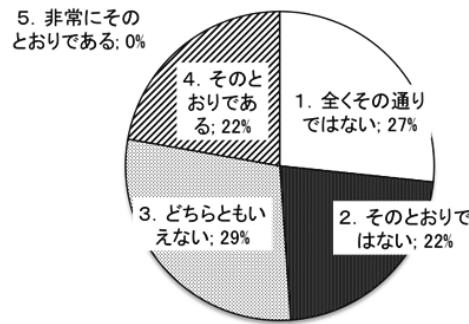
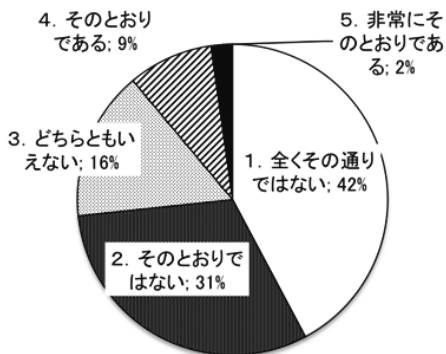
表1 腸内環境とコンディションに関する意識調査

◆以下の質問についてお聞かせください。

	全くその通りではない	そのとおりではない	どちらともいえない	そのとおりである	非常にそのとおりである
01. 排便状態と競技成績がかかっていると思う	1	2	3	4	5
02. 排便状態が良いとコンディションが良いと感じる	1	2	3	4	5
03. 春先に排便状態が悪くなる	1	2	3	4	5
04. 夏期に排便状態が悪くなる	1	2	3	4	5
05. 秋口に排便状態が悪くなる	1	2	3	4	5
06. 冬に排便状態が悪くなる	1	2	3	4	5
07. 入社してから便通の状態が良くなっている	1	2	3	4	5
08. 合宿、遠征に行くと排便状態が良くなる	1	2	3	4	5
09. 試合前には便秘になることがある	1	2	3	4	5
10. 試合前には下痢になることがある	1	2	3	4	5



排便状態と競技成績がかかっていると思う 排便状態が良いとコンディションが良いと感じる



試合前には便秘になることがある 試合前には下痢になることがある

図1 腸内環境とコンディション、競技成績に関する意識調査

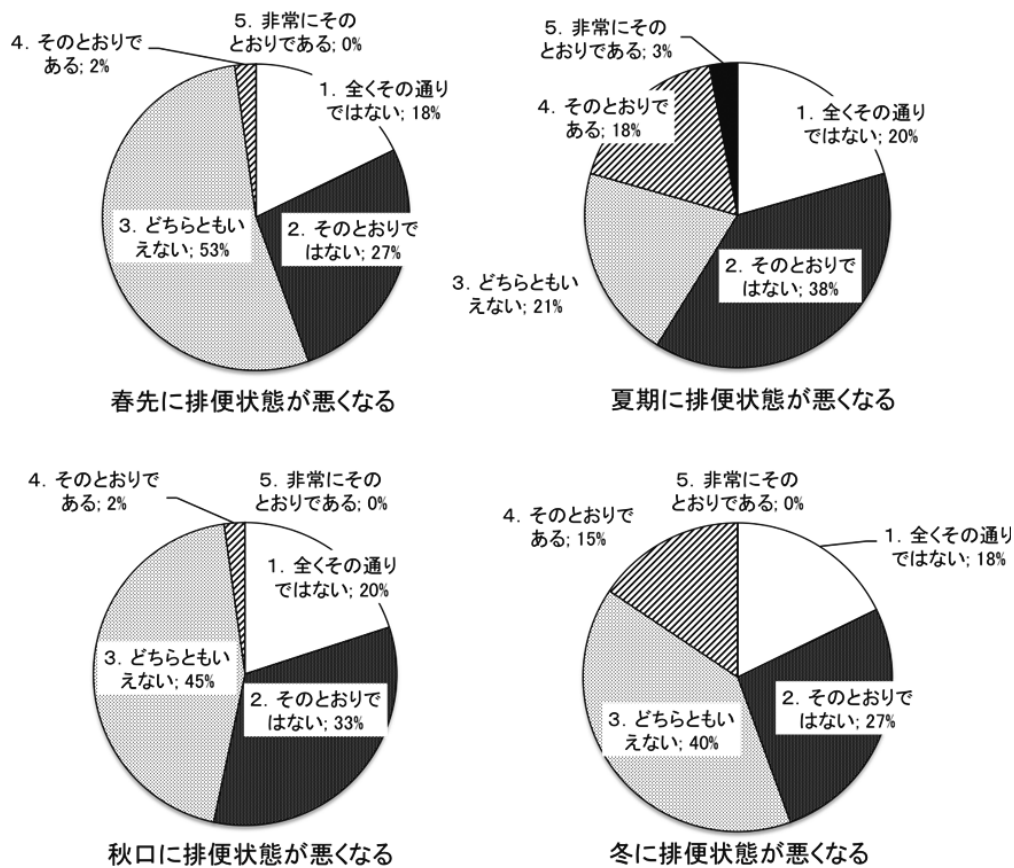


図2 腸内環境と季節によるコンディション変化に関する意識調査

本帰国直後（合宿後）、実業団の試合前（試合前）とした。4条件（合宿前・合宿中・合宿後・試合前）の8名の選手の腸内環境変化の事例を個人別に図4にまとめた。腸内細菌の測定は、テクノスルガラボに依頼し、T-RFLP解析を用いて細菌の分類を行い、腸内細菌群を比率で表した。

## 結果と考察

### 調査1.

選手の腸内環境とコンディションに関する意識調査（表1）において、腸内環境とコンディション、競技成績に関する意識調査の結果を図1に示した。「排便状態と競技成績がかかわっていると思う」「排便状態が良いとコンディションが良いと感じる」という質問に対して、「そのとおりである」「非常にそのとおりである」と回答した選手が、全体のおよそ70%を占め、腸の不調がコンディションに影響していると考えている選手が高い傾向を示した。一方、「試合前には便秘になる」「試合前には下痢になる」という質問に対しては、「その通りである」という回答はそれぞれ、9%、22%であった。

次に、季節変化による腸管コンディションに関する意識調査の結果を図2に示した。その結果、「春

先に排便状態が悪くなる」「秋口に排便状態が悪くなる」に「そのとおりである」と回答した選手はそれぞれ2%であった。一方、「夏期に排便状態が悪くなる」「冬に排便状態が悪くなる」に「そのとおりである」「非常にそのとおりである」に回答した選手はそれぞれ、21%、15%であった。

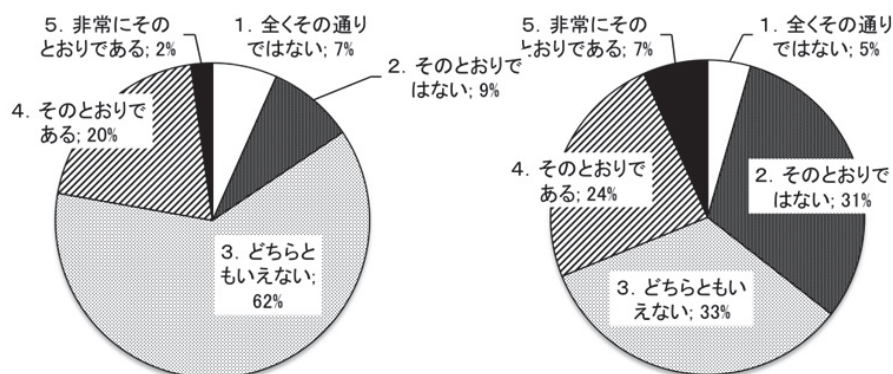
また、合宿遠征など生活環境の変化と腸管コンディションに関する意識調査の結果を図3に示した。「入社してから便通の状態がよくなっている」「合宿、遠征に行くとき排便状態がよくなる」という質問に対し、「その通りである」「非常にそのとおりである」と回答した選手は、それぞれ、22%、31%であった。

本調査は、心身のコンディショニングの一部分ではあるが、腸内環境と心身のコンディションについて、関連していると回答した選手が、およそ70%であったことや、生活環境の変化、季節変化などに関係についても意識している選手がみられたことから、単に調査にとどまらず、コンディション悪化を予防するための、事前の対処方法を選手や現場の指導者に伝えることの必要性が考えられた。

### 調査2.

調査1の結果を踏まえて、実際に高所トレーニング時などの環境変化や、試合前のストレスによって





入社してから便通の状態が良くなっている 合宿、遠征に行くと排便状態がよくなる  
 図3 合宿遠征など生活環境の変化と腸管コンディションに関する意識調査

腸内環境が変化するかどうか、基礎資料を得ることを目的として、4条件（合宿前・合宿中・合宿後・試合前）の選手8名（A-H選手）の腸内細菌叢の分析結果を個人別にかけて図4に示した。採取した糞便を100%とした時の腸内細菌の種類（常在菌、乳酸菌目、ビフィズス菌など）の比率を算出して個人ごとに比較した。

選手8名で比較すると、選手によって腸内細菌の種類比率が異なる結果が得られた。B選手とE選手は、乳酸菌目、ビフィズス菌が非常に少ない傾向を示した。

また、合宿前・合宿中・合宿後・試合前の腸内環境バランスの急激な変化がみられず、比較的、安定した腸内細菌叢を維持していた選手（A, B, C, D選手）と、大きな変化がみられた選手（E, F, G, H選手）が存在した。今回の調査時に、ウイルス感染などの大きく体調を崩す程の変化があった選手はみられなかった。しかし、F選手は合宿前の測定を行う際に、疲労気味であったこと、また、G選手は合宿後半から、脚の故障によって練習の実施が困難であったと口頭で報告があった。

これらの所見から、腸内環境のバランスは選手個人の間で大きく異なるため、選手同士の比較、平均値で評価は難しいが、個人の経時な変化をみたところ、腸内環境のバランスに大きな変化がみられた際、障害を含む心身のコンディション悪化と関連している可能性が考えられた。また、外界の環境変化や種々のストレスや疲労によって、腸内の環境が変化しても、自身が保持している腸内細菌叢に戻すことができる腸管の恒常性維持能力を鍛えることが重要である可能性が示唆された。

日常のトレーニングで必要とされるエネルギー源の摂取・消費には、消化器系からの栄養源の吸収や骨格筋への供給が必要不可欠である。腸管のコンディションが悪化すると、身体に栄養が十分吸収さ

れず、疲労からの回復が遅れるため、パフォーマンス向上の妨げになり、心身ともに悪影響を及ぼすと考えられる。選手自身が、腸管コンディション悪化の前兆を把握し、疲労回復に必要なエネルギー源の吸収力を改善することが、パフォーマンス向上の近道になると思われる。

本調査の結果は、選手が海外遠征などで食習慣が変化した際に生じる腸内のコンディション悪化を予防・対処方法を見出す手段として、活用が可能になると考えられる。現在は、調査継続段階の報告であるが、日頃のトレーニングの中で腸管コンディションを維持するために「腸を鍛える」ことは、直接的に心身のコンディショニングに極めて重要な要素であると考えられた。

### 今後の課題

選手の主観的コンディションの「良い」「悪い」の評価は異なるが、コンディションを簡易的に調べられる客観的な自律神経系疲労の指標として、起床時心拍数、体温、唾液ストレス指標、尿の色、排便の状態によっても把握することは可能であることが知られている<sup>9) 10) 11)</sup>。今後、さらに選手の腸管コンディションに関する意識調査の遂行、腸内細菌叢の分析に加え、生理学的指標（血液指標、唾液指標、心拍変動、口腔内温度や口腔内水分量など）を同時に測定することで、数値によって間接的に腸内環境悪化の前兆を把握できる指標を明らかにしたいと考えている。これらが実現できれば、心身のストレスや環境変化による腸管コンディション悪化を予防できる簡便な手段、対処方法を確立することが可能になり、現場で活躍する選手のサポートとして活用が期待できる。

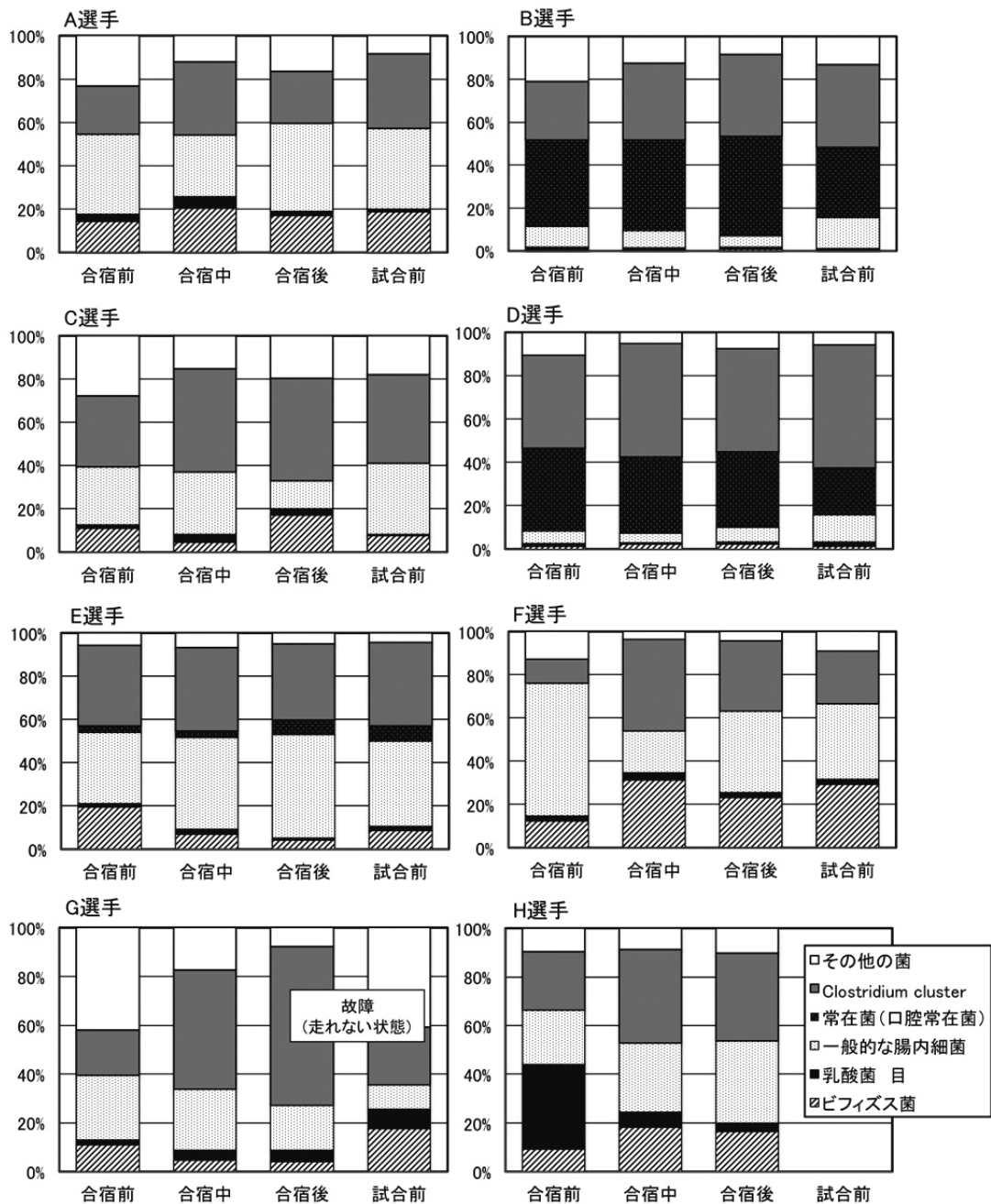


図4 合宿遠征時の腸内環境変化（選手8名：A-H）  
 比較的安定した腸内細菌叢を維持している選手（A-D）  
 腸内細菌叢の比率に大きな変化が見られる選手（E-H）

まとめ

- 1) 選手の意識調査によって腸内環境と心身のコンディション、競技成績が関連していると考えている選手が、およそ70%であることが示唆された。
  - 2) また、腸内細菌叢の分析結果から、選手同士の個体間の腸内環境の状態は異なるが、外環境やストレスによって心身状態が変化した時、腸内環境が大きく変動しないことがコンディション維持につながる可能性が示唆された。
- 以上の結果をまとめると、腸管コンディショニング

グの視点から、自身の保有する腸内細菌叢に戻ることができる腸管の恒常性維持能力を養うことが、極めて重要な要素である可能性が考えられた。

参考文献

1. Halvorsen FA, Lyng J, Ritland S. Gastrointestinal bleeding in marathon runners. Scand J Gastroenterol 1986;21:493-7.
2. Simons SM, Kennedy RG. Gastrointestinal

- problems in runners. *Curr Sports Med Rep* 2004;3:112-6.
3. West NP, Pyne DB, Peake JM, et al. Probiotics, immunity and exercise: a review. *Exerc Immunol Rev* 2009;15:107-26.
  4. Lim CL, Mackinnon LT. The roles of exercise-induced immune system disturbances in the pathology of heat stroke : the dual pathway model of heat stroke. *Sports Med* 2006;36:39-64.
  5. Lamprecht M, Frauwallner A. Exercise, intestinal barrier dysfunction and probiotic supplementation. *Med Sport Sci* 2012;59:47-56.
  6. Mackner LM, Crandall WV. Long-term psychosocial outcomes reported by children and adolescents with inflammatory bowel disease. *Am J Gastroenterol* 2005;100:1386-92.
  7. de Oliveira EP, Burini RC, Jeukendrup A. Gastrointestinal complaints during exercise: prevalence, etiology, and nutritional recommendations. *Sports Med* 2014;44 Suppl 1:S79-85.
  8. Sullivan SN, Wong C. Runners' diarrhea. Different patterns and associated factors. *J Clin Gastroenterol* 1992;14:101-4.
  9. Matsuo K., Kubota M., Sasaki H., et al. The association of the blood lymphocytes to neutrophils ratio with overtraining in endurance athletes. *Int. Association of Athletics Federation. Vol.24. pp23-29.* 2008;24:23-29.
  10. 松生香里, 永富良一. 長距離ランナーのコンディショニング指標としての免疫 ランニング学研究 2006; 第18巻 :33-40.
  11. 山澤文裕ほか. 松生香里 (コンディショニング担当). ヘルシーアスリートをめざして2014. 日本陸上競技連盟 2014:61-66.

## 長距離および競歩選手における汗中の電解質濃度の分析

岡崎和伸<sup>1)</sup> 松生香里<sup>2)</sup> 瀧澤一騎<sup>3)</sup> 三浦康二<sup>4)</sup> 杉田正明<sup>5)</sup> 今村文男<sup>6)</sup> 宗猛<sup>7)</sup>

酒井勝充<sup>8)</sup>

1) 大阪市立大学 2) 東北工業大学 3) 北海道大学 4) 成蹊大学 5) 三重大学  
6) 富士通 7) 旭化成 8) コニカミノルタ

### はじめに

マラソンなどの陸上競技長距離および競歩の競技パフォーマンスは、冬期に比べて夏期で大きく低下する。それは、冬期に比べて夏期では外気温や湿度が高く競技中に体温が上昇しやすいために、運動することに加えて体内の熱を放散する機構（熱放散機構）を高く維持しなければならないためである。夏期の競技が実施される環境において最も重要な熱放散機構は、発汗による熱放散である<sup>1)</sup>。しかし、汗は体液から作られるため、汗をかくほど体液の量が低下し、かえって運動能や熱放散能が低下することになる<sup>1)</sup>。また、体液中の濃度よりは低いものの、汗中にはナトリウムを中心とした電解質が含まれている。そのため、汗中の電解質濃度が高いほど、汗をかいた時に血液の液体成分である血漿の量が低下しやすく、運動能や熱放散能の低下を招きやすい。これらのことから、夏期の長距離および競歩において高い競技パフォーマンスを発揮すること、つまり、暑さに対する強さ（暑熱耐性）においては、高い熱放散能に加えて汗中の電解質濃度が低いことも重要になると考えられる。

そこで本測定では、夏期に実施される長距離および競歩における暑さ対策の基礎資料を得ることを目的とし、長距離および競歩の夏期合宿において練習中の汗の電解質濃度を測定した。

### 方法

#### 1) 対象選手

2014年8月1日～11日に千歳市で実施された競歩種目別合宿（千歳合宿）に参加した男子競歩選手11名、および、2014年9月1日～10日に士別市で実施された男子長距離マラソン強化合宿（士別合宿）に参加した男子長距離選手8名を対象とした。

#### 2) 測定の概要

千歳合宿では、8月10日に実施された15km～45kmのペース歩行時（表1）に胸部の汗を採取し、汗中の電解質濃度を測定した。練習時の環境条件は、気温21.9～26℃、湿度60～82%、湿球黒球温度21.2～23.3℃であった。

士別合宿では、9月2日～10日に実施された各練習時に胸部の汗を採取し、汗中の電解質濃度を測

表1. 競歩選手（千歳合宿）における汗中のナトリウム、カリウム、および、クロライドイオン濃度（精密測定）

選手	練習内容	ナトリウム	カリウム	クロライド	ナトリウム	カリウム	クロライド	食塩換算	
		(mEq/L)	(mEq/L)	(mEq/L)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(%)	(g/L)
A	40km	76	4	72	1747	156	2553	0.44	4.4
B	30km	53	3.3	52	1218	129	1844	0.31	3.1
C	15km	19	4.4	19	437	172	674	0.11	1.1
D	45km	43	4.3	42	989	168	1489	0.25	2.5
E	36km	48	3.6	48	1104	141	1702	0.28	2.8
F	25km	13	5.7	14	299	223	496	0.08	0.8
G	45km	63	3.9	61	1448	152	2163	0.37	3.7
H	30km	55	7.5	56	1264	293	1985	0.32	3.2
I	25km	53	4.7	49	1218	184	1737	0.31	3.1
J	40km	15	4.7	16	345	184	567	0.09	0.9
K	45km	9	3.4	12	207	133	425	0.05	0.5

表 2. 士別合宿における汗採取時の練習内容

選手	練習内容					
	9月2日	9月3日	9月5日	9月6日	9月7日	9月9日
L	1000m×10	40km	25kmcc	-	5000m×2	40km
M	1000m×10	40km	25kmcc	-	5000m×3	-
N	1000m×10	40km	25kmcc	-	5000m×3	40km
O	1000m×10	40km	25kmcc	-	5000m×3	40km
P	1000m×5	40km	-	16km	-	40km
Q	1000m×10	-	-	-	-	-
R	1000m×10	40km	25kmcc	-	5000m×3	40km
S	-	-	-	3km×3	-	40km
T	-	-	-	-	-	40km

定した。測定を実施した選手の練習内容を表 2 に、各日の練習時の環境条件を表 3 に示した。また、各選手が暑さに強いか弱いかについて、監督・コーチから聞き取った。

### 3) 汗の採取

右側胸部（採取部位表面積 7.5cm × 7.5cm）において汗を採取した。先行研究<sup>2)</sup>において、全身の汗中電解質損失と局所採取された汗による推定電解質損失の関係について、最も相関関係が高かった部位が大腿部および胸部であったことから、本測定では胸部を汗採取部位とした。ウォーミングアップ終了後の練習スタート前に、蒸留水を含ませた紙および脱脂綿を用いて汗採取部位およびその周辺の汗および付着物を拭き取り、乾いた紙および脱脂綿を用いて水分を完全に拭き取った。その後、綿（滅菌クロスガーゼコットン 7 号、オオサキメディカル社製）、ポリエチレンフィルム、および、粘着性透明創傷被覆・保護材（テガダームフィルム、3M 社製）で作成した汗採取パッチを採取部位に貼付した<sup>3)</sup>。練習直後に汗採取パッチをはがし、ポリエチレンバッグに密封した。その後、汗を含んだ綿を注射器（テルモシリンジ 20mL、テルモ社製）に入れ、汗をポリスピッツに採取した。

### 4) 汗の電解質濃度の測定

採取当日、携帯型コンパクトイオンメータ（LAQUAtwin B-700 シリーズ、HORIBA 社製）を用いて汗の電解質濃度の簡易測定を実施した。残った汗試料は -20℃ で保管および輸送し、後日、実験室において全自動電解質分析装置（EA07、エイアンドティー社製）を用いて汗の電解質濃度の精密測定を

実施した。

精密測定では、両合宿において汗中のナトリウム、カリウム、および、クロライドイオン濃度を測定した。簡易測定では、千歳合宿において汗中のナトリウムイオン濃度、士別合宿において汗中のナトリウム、カリウム、および、カルシウムイオン濃度を測定した。

### 結果と考察

千歳合宿における汗中のナトリウム、カリウム、および、クロライドイオン濃度を表 1 に示した。各イオン濃度ともミリ当量に加えて百万分率で示した。また、ナトリウムイオン濃度から食塩（塩化ナトリウム）換算した場合の値を合わせて示した。ナトリウムイオン濃度は 207ppm から 1747ppm、カリウムイオン濃度は 129ppm から 293ppm、クロライドイオン濃度は 425ppm から 2553ppm を示した。特に、ナトリウムおよびクロライドイオン濃度には、選手間で非常に大きな差が認められた。

士別合宿における汗中のナトリウム、カリウム、クロライド、および、カルシウムイオン濃度を、それぞれ、図 1～図 4 に示した。各イオン濃度とも百万分率で示した。各日の練習内容や環境条件は異なるものの、測定を複数回実施した選手における各日の各イオン濃度は概ね同等の値を示した。すなわち、ポイント練習などで汗の電解質濃度の測定を一度実施すれば、その選手の現状での汗電解質濃度を概ね把握できると考えられる。一方、各日において同一の練習を実施した選手の値を比較すると、汗中のナトリウムおよびクロライドイオン濃度には、選手間で非常に大きな差が認められた。40km 走を実施した 9 月 3 日および 9 月 9 日の値においては、汗中のナトリウムイオン濃度は 552ppm から 1793ppm、クロライドイオン濃度は 851ppm から 2659ppm を示し、最も低い選手と最も高い選手の間に 3 倍もの差が認められた。監督・コーチに暑さに強いと評された選手は L、N、R、S 選手であり、汗中のナトリウム濃度が低い選手が大半であった。

両合宿で実施した汗中のナトリウムおよびカリウムイオン濃度について、簡易測定結果と精密測定結果との関係を図 5 に示した。どちらのイオンにおい

表 3. 士別合宿における汗採取時の環境条件

環境条件	9月2日	9月3日	9月5日	9月6日	9月7日	9月9日
気温(°C)	21.0~25.2	20.0~24.0	20.2~25.4	18.9~21.3	17.6~18.2	21.8~22.7
湿度(%)	50~62	45~74	78~91	61~91	89~92	58~66
湿球黒球温度(°C)	18.3~21.8	18.2~20.3	19.8~25.0	17.8~20.4	17.3~17.9	19.4~21.5

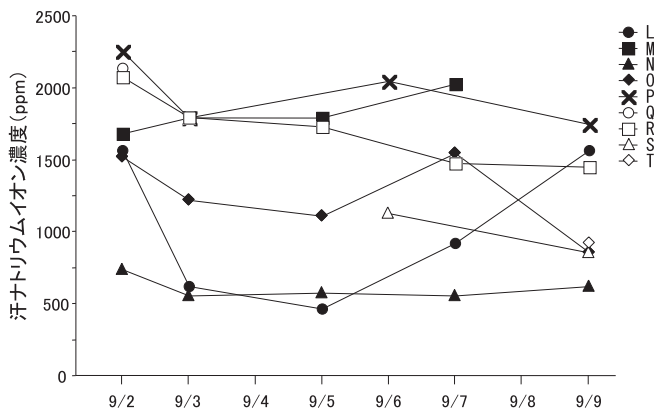


図 1. 長距離選手（士別合宿）における汗中のナトリウムイオン濃度（精密測定）

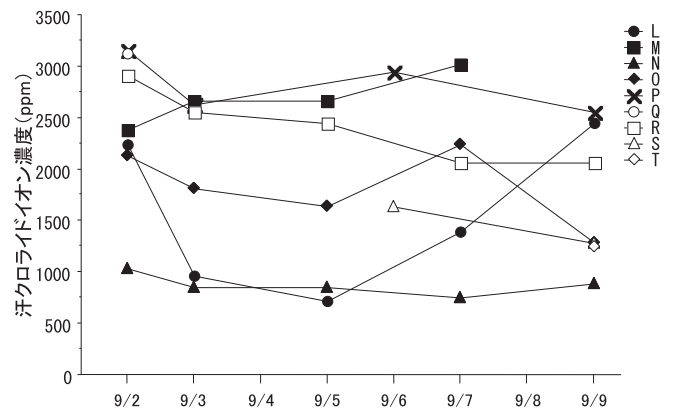


図 3. 長距離選手（士別合宿）における汗中のクロライドイオン濃度（精密測定）

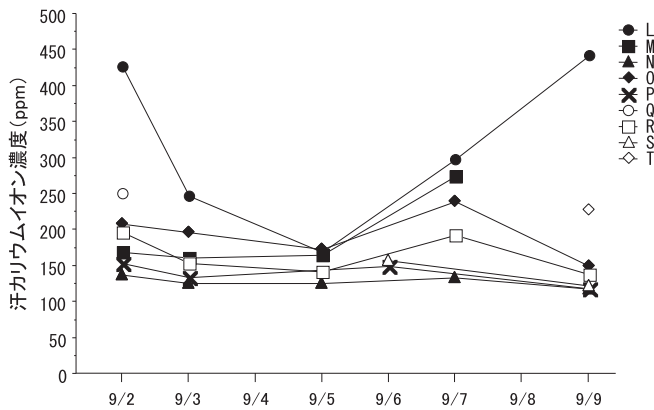


図 2. 長距離選手（士別合宿）における汗中のカリウムイオン濃度（精密測定）

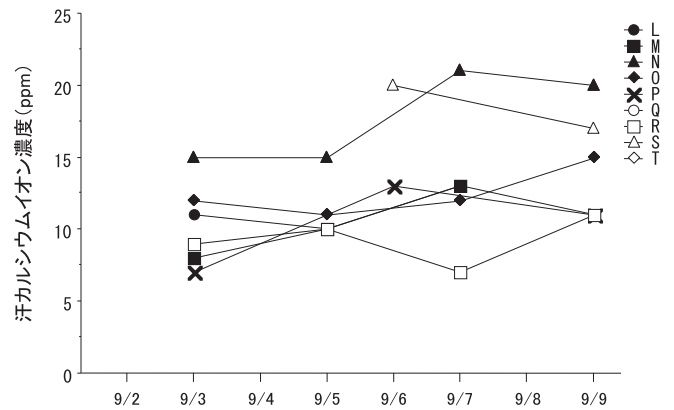


図 4. 長距離選手（士別合宿）における汗中のカルシウムイオン濃度（簡易測定）

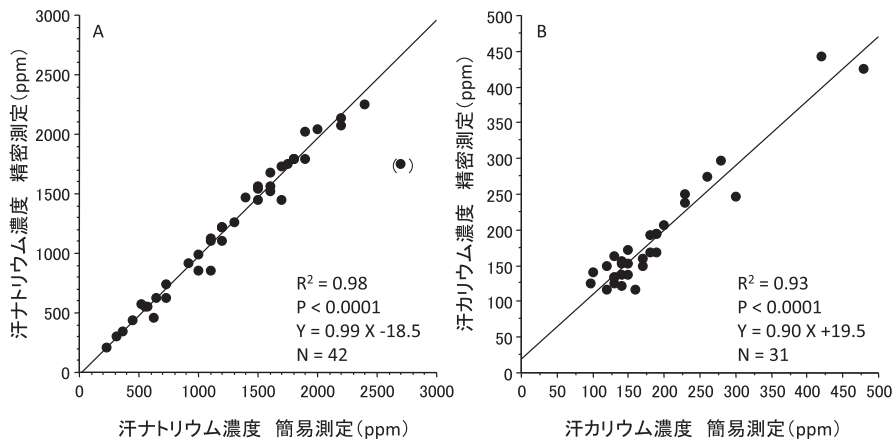


図 5. 汗中のナトリウムイオン濃度 (A) およびカリウムイオン濃度 (B) の簡易測定結果と精密測定結果との関係

(●) のデータは、回帰直線から±2標準偏差以上離れているため、外れ値として解析から除外した。

ても、簡易測定結果と精密測定結果との間に強い相関関係が認められた。すなわち、簡易測定であっても汗中のナトリウムおよびカリウムイオン濃度の測定が高い精度で実施できると言えよう。

前述のように、汗中の電解質濃度が高いほど、汗をかいた時に血漿量が低下しやすいため、運動能や

熱放散能の低下を招きやすい。つまり、運動中の心拍数および体温が上昇しやすく、脱水の影響を受けやすい。汗中の電解質濃度の高い選手は、給水で汗より電解質濃度の低い水分を取っていると血漿量が回復しにくいと考えられ、マラソンなどの1時間以上に及ぶ競技では必ず電解質を含む水分を取る必要

のある選手といえる。また、汗中の電解質濃度（塩化ナトリウム濃度）を参考にして、各選手に合わせた給水の組成を検討することも重要と考えられる。

汗中の電解質濃度は常に一定ではなく、発汗量が多いほど高く、一方、暑熱順化で低下する。そのため、冬期と夏期で汗中の電解質濃度を測定することで、選手が暑さになれて（暑熱順化して）いるかどうかを判定できるとも考えられる。

以上、汗中の電解質濃度の測定は、暑熱耐性および暑熱順化に関して、今後の暑熱対策を進めていく上で有益な指標として測定を継続するとともに各選手に応じた暑熱対策の確立を目指していきたい。

## 謝辞

本測定を実施するに当たり、北海道大学の佐藤由理および柴田啓介協力員をはじめ、多くのスタッフの皆様に大変お世話になりました。ここに感謝の意を表します。

## 文献

- 1) 岡崎和伸：運動と発汗および皮膚血流調節（総説）. 発汗学 18:11-18, 2011.
- 2) Baker LB, Stofan JR, Hamilton AA, and Horswill CA: Comparison of regional patch collection vs. whole body washdown for measuring sweat sodium and potassium loss during exercise. J Appl Physiol 107(3): 887-895, 2009.
- 3) Baker LB, Ungaro CT, Barnes KA, Nuccio RP, Reimel AJ, Stofan JR: Validity and reliability of a field technique for sweat Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> analysis during exercise in a hot-humid environment. Physiol Rep 2;2(5): e12007, 2014.

## 北海道マラソンにおける調査について

杉田正明<sup>1)</sup> 瀧澤一騎<sup>2)</sup> 岡崎和伸<sup>3)</sup> 松生香里<sup>4)</sup> 山口太一<sup>5)</sup> 広川龍太郎<sup>6)</sup>

須永美歌子<sup>7)</sup> 武富豊<sup>8)</sup> 宗猛<sup>9)</sup> 酒井勝充<sup>10)</sup>

1) 三重大学 2) 北海道大学 3) 大阪市立大学 4) 東北工業大学 5) 酪農学園大学  
6) 東海大学 7) 日本体育大学 8) 天満屋 9) 旭化成 10) コニカミノルタ

### はじめに

リオデジャネイロオリンピックに向けたマラソンの選考方針が日本陸連から2013年6月14日に発表された。それによれば、高い基準の設定記録、少数精鋭のナショナルチームを発足させ、記録だけでなく、代表合宿での練習状況、暑さへの強さなど専門的な観点も、代表選考に加味するというものである。選考の優先順位としては、①日本陸連設定記録による選考、②リオデジャネイロの気象条件、コース特性、予想されるレース展開などを考慮しながら、下記の検討項目からの科学的データを背景とした総合的な検討による選考として、気象条件への適性、コースへの対応能力、ペース変化への対応能力、北海道マラソンの内容（リオデジャネイロの8月の平均気温26度を勘案して）に加え、ナショナルチーム合宿において、気象条件への適性、トレーニングにおける安定度、起伏への対応能力と明示されている。

本年度からナショナルマラソンチームが発足し、男子12名、女子9名が選抜され強化合宿などが行われている。それらの方針が固まる過程の中で、リオデジャネイロオリンピックに向けた暑熱対策についての取り組みが再び科学委員会に求められることになった。過去には1991年の第3回世界陸上東京大会が猛暑の東京で開催されることが決定すると同時に、直ちにマラソン選手への暑さ対策サポート活動が小林寛道先生（当時・科学委員長）によって敢行され、夏季に開催される北海道マラソンや札幌ハーフマラソンの大会において、選手の体温、発汗量、飲水量など種々の測定を積み重ね、それらの科学的データに基づいた様々な対策の提言がなされ実績に結びついた歴史がある。リオデジャネイロの次は東京でのオリンピックということもあり、約20数年の時を経て、強化委員長距離・マラソン部と

密接な連携のもと暑熱対策に再び取り組むこととなり、昨年度から精力的な活動を展開してきている。昨年度から実施している北海道マラソンでは、暑さ対策が不可欠といわれている夏のマラソンにおける走行前後における生理学的調査等を実施し、レースによる身体への影響を検討し、暑熱対策に関する基礎的データの収集を目的として取り組んでおり、本稿ではこの取り組みの一部を報告する。

### 2014年に実施した調査の概要

対象選手は、国内および道内招待選手ならびに有力選手の中で協力の同意が得られた男女の選手とし、2014年は男子11名、女子5名が測定対象者であった。

主な測定項目は、下記のとおりである。

- 体重（10g単位）（前日、レース前、レース後）
- 耳管温（前日、レース前、レース後）

鼓膜体温計（Genius 2, COVIDIEN社製）を用いた。

- 尿検査（前日、レース前）

小型尿化学分析装置ポケットケムUA（PU-4010）にオーションスティックス10PA（どちらもアークレイ社製）を用いて、尿比重、PH、蛋白、糖、ケトン体、潜血、ウロビリノゲン、ビリルビン、クレアチニン（尿）、亜硝酸塩、白血球を分析した。

さらに、臨床検査としてSRLにて、比重、ケトン体、pH、タンパク、クレアチニン、ウロビリノゲン、潜血、浸透圧、電解質等の分析を委託した。

- 質問紙による給水時の量の聞き取り（レース後）

これらは、小林らが実施していた内容に近いものであり、まずは過去のデータと比較を行うこととし



た。質問紙による聞き取りに用いた用紙は表1に示した。給水の量は少しでも正確に聞き取りを行うために見本のカップを準備し、それを基準に回答をお願いしている。これらの結果から実際の給水量を推定している。

前日(8/30)の測定は、選手村となっているホテルの一室で午後3時から5時の間に測定を行い、レース当日(8/31)は、測定スタッフはスタート脇のテント(図1)へ6時に集合し準備し、スタート開始の9時までの間に測定を行った。ゴール後の測定場所(図2)へ移動し体制を整え、ゴールイン後も強化委員会の担当者の方々の協力を得て、対象の選手を誘導してくれたおかげでスムーズに実施することができた。

気象状況は、我々が計測したデータを図3に示した。スタート時には約25度前後、湿度は約45%を示したが、時間経過とともに気温は上昇し、最高約28度を記録した。湿度はスタートして約35分後に57%と最高値を示したが、その後は緩やかに低下し、スタートから2時間半後には45%を示した。WBGTは約20～23度を示し、レース中は緩やかに上昇を示した。レースが進むにつれ暑熱の影響が大きかったことがうかがえる。これまで28回のうち過去10番めの気温の高さとのことで、招待選手・一般参加を合わせて14,205人がエントリーし、完走者は10,199人で完走率は78.9%であった。

測定結果については、個人情報となるので、男女別に各項目の平均値、最大値、最小値を掲載するのみとしたい。表2と表3に男女の調査結果の一覧を示す。

これまでに報告(公表)されているデータの一部を参考までに表4、表5に示した。1989年に実施された北海道マラソンで優勝した谷口浩美選手(旭化成)のデータに注目したい。この時の気象条件は、気温28～29度、湿度は50～65%であった。その中を2時間13分16秒で走り、レース前後の体重変化は-2.78kgでレース前に比べて4.96%の体重減少率を示している。その年以外の男子の優勝者では、タイムの差や気象条件は異なるであろうが、概ね約5%以内、女子では2～3%台が優勝者の水準にあることがわかる。また、深部体温を表す耳管温は、谷口選手では、レース前が36.6度、レース後は37.9度を示し、+1.3度の上昇がみられた。それ以外の年の優勝者では、男子では+0.5～0.6度、女子では-0.3～+1.1度であり、これらの値は、気象条件にも大きく関係するが、優勝者は、概ね1.5度以内に収まる水準にあることが示されている。

過去のこれらの値は、暑熱環境の中でのマラソンレースを走る上で、一つの物差しになるのではないかという点で、興味深い。こうした調査は、夏場だけでなく比較対象とするため冬場の福岡国際マラソン、びわ湖毎日マラソンでも実施し、測定データを強化現場にフィードバックし、共有化を図りながら意見交換に努め、今後の方策についての検討を進めているところである。強化合宿にも帯同し、様々なデータ収集を行っている。夏場のフルマラソンにおける暑熱対策としての方向性は、図4に示す通り、マラソンレース中の選手の深部体温をいかに低いまま保つかや、脱水をいかに防ぐか、電解質を多く含まない薄くてさらさらの汗を出させるか、といった点についても今後も取り組みを充実させていきたいと考えている。そして、具体的な取組や方策を指し示し、強化の現場での試行錯誤を経て、日本独自のベストな暑熱対策を確立することができれば、リオデジャネイロ、東京オリンピックに向けた大きな財産となるであろう。

最後に、これらの取り組みにご協力、ご尽力いただきました選手、スタッフ、関係者の皆様に感謝申し上げます。

## 謝辞

本測定を実施するに当たり、北海道大学の佐藤由理および柴田啓介協力員をはじめ、多くのスタッフの皆様大変お世話になりました。ここに感謝の意を表します。

表1 給水アンケート（給水量の聞き取り調査）用紙

測定用紙 測定日 2014年8月31日  
 ● 給水アンケート（給水量の聞き取り調査） 氏名： ID:

記憶している範囲で結構ですので、摂取したドリンク、おおよその量（ mL）、  
 スポンジ使用についてお答えください。

※ W:水、S: スポンジ、SP:スポーツドリンク、SPD: スペシャルドリンクです。  
 ※ ドリンクの量は見本のカップを参考にお答えください。

(記入例)

給水量 W 100 mL

前半 5.0km-10km (W, S, SP, SPD) 10.0km-15km (W, S, SP, SPD) SP 200 mL

15.0km-20.0km (W, S, SP, SPD) SPD 100 mL

前半 少ない 0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 多い

給水量

前半 0.0km-5.0km (W, S, SP, SPD) 5.0km-10km (W, S, SP, SPD) W \_\_\_\_\_ mL

10.0km-15km (W, S, SP, SPD) SP \_\_\_\_\_ mL

スペシャルドリンクの種類 ( ) SPD \_\_\_\_\_ mL

少ない 0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 多い

中盤 15.0km-20.0km (W, S, SP, SPD) 20.0km-25.0km (W, S, SP, SPD) W \_\_\_\_\_ mL

25.0km-30.0km (W, S, SP, SPD) SP \_\_\_\_\_ mL

スペシャルドリンクの種類 ( ) SPD \_\_\_\_\_ mL

少ない 0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 多い

後半 30.0km-35.0km (W, S, SP, SPD) 35.0km-40.0km (W, S, SP, SPD) W \_\_\_\_\_ mL

40.0km-42.195km (W, S, SP, SPD) SP \_\_\_\_\_ mL

スペシャルドリンクの種類 ( ) SPD \_\_\_\_\_ mL

少ない 0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 多い

スポンジの利用

前半 少ない 0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 多い

中盤 少ない 0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 多い

後半 少ない 0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 多い

レース中の主観的体温

前半 低い 0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 高い

中盤 低い 0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 高い

後半 低い 0 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 高い

給水地点 : <http://www.hokkaido-marathon.com/2013/course-map.html> コースマップより

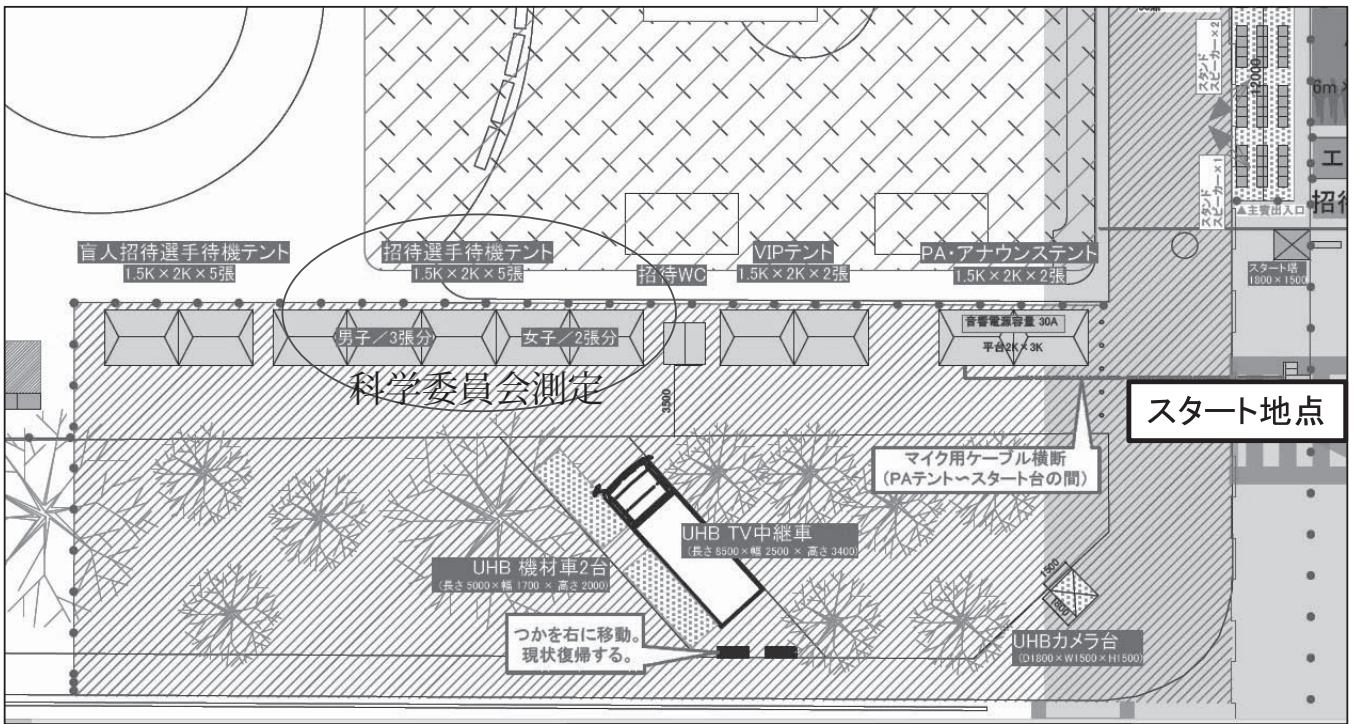


図1 スタート地点の測定に利用したテント：大通西4丁目付近

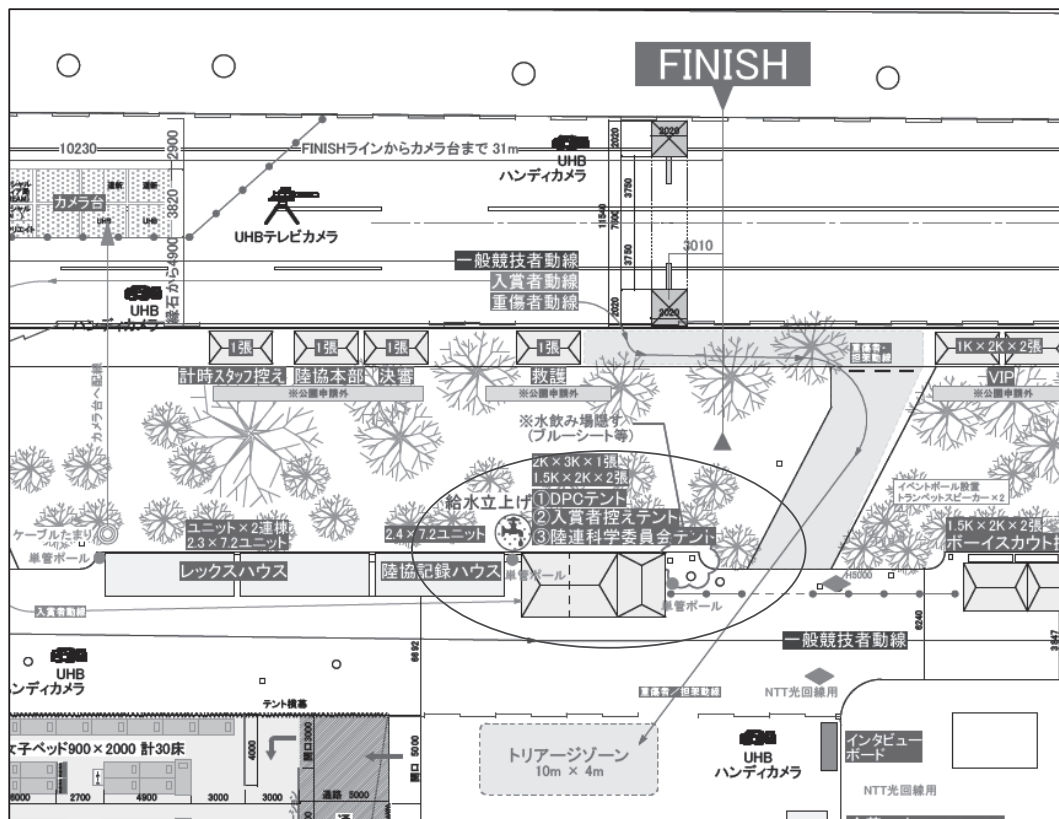


図2 ゴール地点の測定に利用したテント

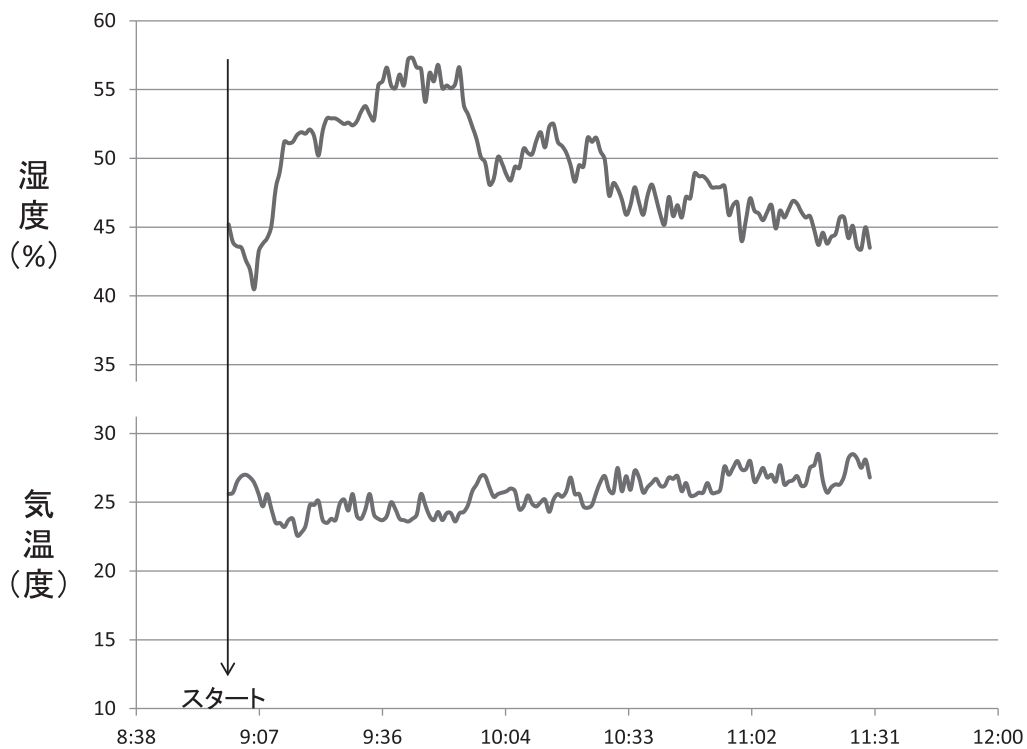


図3 手元で測定した気温と湿度

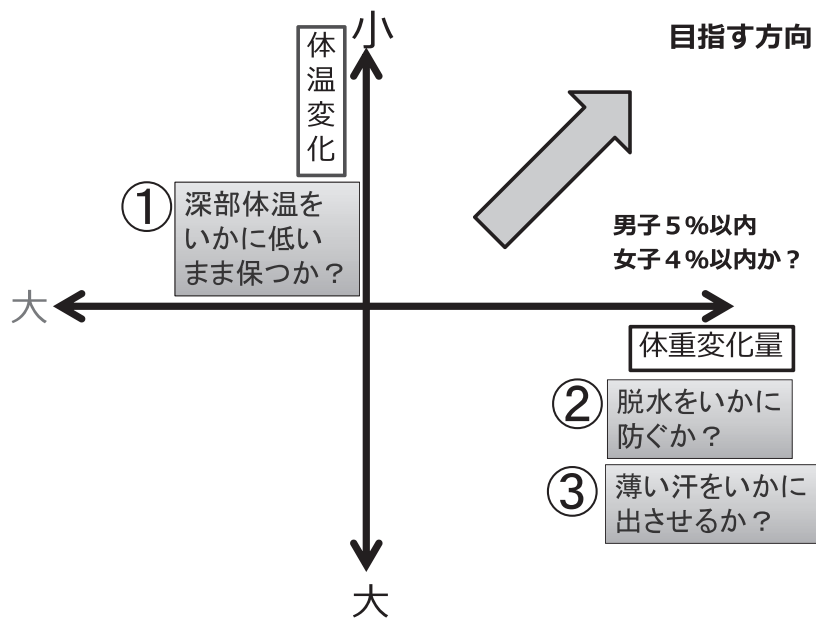


図4 夏場のフルマラソンにおける暑熱対策としての狙う方向性

表2 2014北海道マラソン(男子)における調査結果

2014北海道マラソン(男子)2014.8.31		平均	標準偏差	最大値	最小値	n
順位		24.27	43.18	148	1	11
記録		2:22:24	0:09:35	2:47:49	2:15:24	11
体重(kg)	大会前日	57.16	4.13	65.10	50.85	11
	レース当日(朝)	57.66	4.64	66.73	50.79	11
	レース後	55.09	4.50	62.78	48.30	11
	マラソン前後変化量(kg)	-2.57	0.65	-3.95	-1.66	11
	マラソン前後変化率(%)	4.46	1.02	5.92	2.64	11
	合計 水+スペシャル等(主観 $\phi$ )	1.32	1.19	4.30	0.20	11
	マラソン前後正味変化量(kg)	-3.88	1.00	-6.34	-3.05	11
耳管温(°C)	大会前日	37.14	0.52	38.18	36.22	11
	レース当日(朝)	36.86	0.65	37.80	35.64	11
	レース後	37.79	0.86	38.82	35.93	11
	マラソン前後変化量(°C)	0.92	0.49	1.92	0.28	11
	マラソン前後変化率(%)	2.50	1.32	5.20	0.80	11
比重	大会前日	1.019	0.009	1.032	1.003	11
	レース当日(朝)	1.014	0.008	1.027	1.004	11
	レース後					
pH	大会前日	6.45	0.47	7.00	5.50	11
	レース当日(朝)	6.64	1.10	9.00	5.50	11
	レース後					
クレアチン(mg/dL)	大会前日	195.45	112.82	450	50	11
	レース当日(朝)	181.82	123.03	450	50	11
	レース後					
給水	前半(水摂取量)	173.6	182.4	600	0	11
	中盤(水摂取量)	155.5	189.3	600	0	11
	後半(水摂取量)	223.6	273.2	900	0	11
	水計	552.7	630.1	2100	0	11
	前半(スポーツドリンク等摂取量)	36.4	67.4	200	0	11
	中盤(スポーツドリンク等摂取量)	77.3	87.6	200	0	11
	後半(スポーツドリンク等摂取量)	77.3	108.1	300	0	11
	スポーツ等計	190.9	216.6	600	0	11
	前半(スペシャルドリンク等摂取量)	160.0	166.4	600	0	11
	中盤(スペシャルドリンク等摂取量)	217.3	242.1	900	0	11
	後半(スペシャルドリンク等摂取量)	194.5	157.1	600	0	11
	スペシャル計	571.8	551.2	2100	100	11
	前半トータル(主観 ml)	370.0	353.1	1300	50	11
	中盤トータル(主観 ml)	450.0	411.5	1500	90	11
	後半トータル(主観 ml)	495.5	445.6	1500	50	11
	合計トータル(主観 $\phi$ )	1.32	1.19	4.30	0.20	11
	前半(主観的な摂取量)	6.05	1.74	10	4	11
	中盤(主観的な摂取量)	6.91	1.66	10	5	11
	後半(主観的な摂取量)	7.09	1.77	10	5	11
	前半(主観的なスポンジの利用)	4.55	3.37	10	0	10
中盤(主観的なスポンジの利用)	7.15	2.16	10	5	10	
後半(主観的なスポンジの利用)	7.55	2.14	10	5	10	
前半(レース中の主観的な体温)	5.91	1.38	8	4	11	
中盤(レース中の主観的な体温)	6.82	1.60	10	5	11	
後半(レース中の主観的な体温)	7.14	1.92	10	4	11	
クレアチン(mg/dL)	大会前日	88.16	50.65	187.85	11.99	11
	レース当日(朝)	66.30	39.30	133.30	17.54	11
	レース後					
浸透圧(mOsm/Kg)	大会前日	769.64	324.38	1055	143	11
	レース当日(朝)	602.55	280.56	1108	204	11
	レース後					
Na(mEq/L)	大会前日	177.36	89.73	283	37	11
	レース当日(朝)	132.09	53.79	230	55	11
	レース後					
K(mEq/L)	大会前日	47.85	26.85	89.20	7.50	11
	レース当日(朝)	43.45	31.35	113.50	11.10	11
	レース後					
Cl(mEq/L)	大会前日	199.55	101.55	334	33	11
	レース当日(朝)	148.45	56.46	248	66	11
	レース後					
比重	大会前日	1.020	0.009	1.033	1.004	11
	レース当日(朝)	1.015	0.008	1.028	1.005	11
	レース後					
pH	大会前日	6.50	0.71	7.50	5.50	11
	レース当日(朝)	6.86	1.21	9.00	5.50	11
	レース後					

表3 2014北海道マラソン(女子)における調査結果

2014北海道マラソン(女子)2014.8.31		平均	標準偏差	最大値	最小値	n
順位		4.40	2.30	8	2	5
記録		2:39:33	0:05:33	2:48:33	2:35:10	5
体重(kg)	大会前日	46.27	3.58	49.32	40.28	5
	レース当日(朝)	47.44	3.91	50.66	40.95	5
	レース後	44.69	3.55	47.83	38.74	5
	マラソン前後変化量(kg)	-2.76	0.60	-3.72	-2.21	5
	マラソン前後変化率(%)	5.79	0.96	7.34	5.04	5
	合計 水+スペシャル等(主観ℓ)	0.46	0.24	0.77	0.14	5
	マラソン前後正味変化量(kg)	-3.22	0.80	-4.49	-2.61	5
耳管温(°C)	大会前日	37.02	0.18	37.24	36.77	5
	レース当日(朝)	36.83	0.30	37.17	36.43	5
	レース後	37.84	1.26	39.00	35.85	5
	マラソン前後変化量(°C)	1.02	1.37	2.07	0.98	5
	マラソン前後変化率(%)	2.78	3.70	5.60	2.66	5
比重	大会前日	1.027	0.008	1.035	1.015	5
	レース当日(朝)	1.017	0.010	1.029	1.008	5
	レース後					
pH	大会前日	5.90	0.42	6.50	5.50	5
	レース当日(朝)	6.30	0.91	7.50	5.50	5
	レース後					
クレアチン(mg/dL)	大会前日	270.00	130.38	450	100	5
	レース当日(朝)	140.00	54.77	200	100	5
	レース後					
給水	前半(水摂取量)	36.00	41.59	100	0	5
	中盤(水摂取量)	36.00	41.59	100	0	5
	後半(水摂取量)	42.00	35.64	100	10	5
	水計	114.00	118.45	300	10	5
	前半(スポーツドリンク等摂取量)	30.00	67.08	150	0	5
	中盤(スポーツドリンク等摂取量)	30.00	67.08	150	0	5
	後半(スポーツドリンク等摂取量)	30.00	67.08	150	0	5
	スポーツ等計	90.00	201.25	450	0	5
	前半(スペシャルドリンク等摂取量)	40.00	41.83	100	0	5
	中盤(スペシャルドリンク等摂取量)	80.00	75.83	200	0	5
	後半(スペシャルドリンク等摂取量)	136.00	206.71	500	0	5
	スペシャル計	256.00	296.53	750	0	5
	前半トータル(主観 ml)	106.00	62.69	200	50	5
	中盤トータル(主観 ml)	146.00	61.89	200	50	5
	後半トータル(主観 ml)	208.00	183.77	520	40	5
	合計トータル(主観 ℓ)	0.46	0.24	0.77	0.14	5
	前半(主観的な摂取量)	4.20	0.84	5	3	5
	中盤(主観的な摂取量)	5.10	1.43	7	4	5
	後半(主観的な摂取量)	5.10	1.43	7	4	5
	前半(主観的なスポンジの利用)	1.25	2.50	5	0	4
	中盤(主観的なスポンジの利用)	3.75	4.79	10	0	4
後半(主観的なスポンジの利用)	3.75	4.79	10	0	4	
前半(レース中の主観的な体温)	6.60	2.07	10	5	5	
中盤(レース中の主観的な体温)	6.20	1.30	8	5	5	
後半(レース中の主観的な体温)	5.40	1.82	8	3	5	
クレアチン(mg/dL)	大会前日	107.02	50.93	188.69	48.23	5
	レース当日(朝)	59.38	38.01	120.86	30.48	5
	レース後					
浸透圧(mOsm/Kg)	大会前日	979.40	236.02	1233	632	5
	レース当日(朝)	678.60	291.38	1021	388	5
	レース後					
Na(mEq/L)	大会前日	171.80	34.43	225	135	5
	レース当日(朝)	151.20	67.73	206	61	5
	レース後					
K(mEq/L)	大会前日	52.54	17.02	71.90	26.60	5
	レース当日(朝)	33.30	20.66	60.50	12.20	5
	レース後					
Cl(mEq/L)	大会前日	211.00	60.12	313	163	5
	レース当日(朝)	165.60	77.29	260	72	5
	レース後					
比重	大会前日	1.027	0.007	1.032	1.016	5
	レース当日(朝)	1.018	0.009	1.030	1.010	5
	レース後					
pH	大会前日	5.90	0.65	7.00	5.50	5
	レース当日(朝)	6.50	1.17	8.00	5.50	5
	レース後					

表 4 過去の北海道マラソンのデータ

平成元年

(男子)

1989.8.27

順位	選手名	所属	タイム時分秒	体重変化						
				レース前体重(kg)	レース後体重(kg)	レース前後体重変化(kg)	レース前後の体重変化率(%)	給水量(kg)	レース前後の正味体重変化(kg)	レース前後の正味体重変化率(%)
1	谷口 浩美	旭化成	2:13.16	56.02	53.24	-2.78	4.96	0.61	-3.39	6.05
2	篠原 太	神戸製鋼	2:19.53	53.46	50.46	-3.00	5.61	0.70	-3.70	6.92
3	ランディ・トーマス	アメリカ	2:23.50	70.28	-	-	-	-	-	-

(女子)

順位	選手名	所属	タイム時分秒	体重変化						
				レース前体重(kg)	レース後体重(kg)	レース前後体重変化(kg)	レース前後の体重変化率(%)	給水量(kg)	レース前後の正味体重変化(kg)	レース前後の正味体重変化率(%)
1	ロレイン・モラー	ニュージーランド	2:36.39	56.02	54.00	-2.02	3.61	-	-	-
3	増田 明美	日本電気	2:48.44	43.78	42.50	-1.28	2.92	1.57	-2.85	6.51
4	川上 淳子	ホクレン	2:52.43	41.94	39.48	-2.46	5.87	0.17	-2.63	6.27

平成2年

(男子)

1990.8.26

順位	選手名	所属	タイム時分秒	体重変化						
				レース前体重(kg)	レース後体重(kg)	レース前後体重変化(kg)	レース前後の体重変化率(%)	給水量(kg)	レース前後の正味体重変化(kg)	レース前後の正味体重変化率(%)
1	篠原 太	神戸製鋼	2:15.32	53.03	50.70	-2.33	4.39	0.42	-2.75	5.19
2	ステイブ・ジョーンズ	イギリス	2:16.10	65.92	63.12	-2.80	4.25	-	-	-
3	小指 徹	ダイエー	2:16.15	58.47	54.67	-3.80	6.50	-	-	-

(女子)

順位	選手名	所属	タイム時分秒	体重変化						
				レース前体重(kg)	レース後体重(kg)	レース前後体重変化(kg)	レース前後の体重変化率(%)	給水量(kg)	レース前後の正味体重変化(kg)	レース前後の正味体重変化率(%)
1	リサ・ワイドンバツィ	アメリカ	2:31.29	59.12	56.80	-2.32	3.92	0.80	-3.12	5.28
2	山下佐和子	京セラ	2:35.41	40.61	38.13	-2.48	6.11	0.16	-2.64	6.50
3	浅井えり子	日電HE	2:36.55	42.25	39.77	-2.48	5.87	0.16	-2.64	6.25

(日本陸連科学委員会資料)

表5 過去の北海道マラソンのデータ

平成3年

(男子)

順位	選手名	所属	タイム時:分:秒	体重変化						
				レース前体重(kg)	レース後体重(kg)	レース前後体重変化(kg)	レース前後の体重変化率(%)	給水量(kg)	レース前後の正味体重変化(kg)	レース前後の正味体重変化率(%)
1	藤田 幸一	冲電気宮崎	2:17.05	54.73	52.05	-2.68	4.90	0.14	-2.820	5.15
2	西本 一也	九州三交	2:17.31	58.75	54.24	-4.51	7.68	0.23	-4.735	8.06
3	エド・アイストーン	アメリカ	2:19.20	65.01	62.50	-2.51	3.86	0.51	-3.020	4.65

(女子)

順位	選手名	所属	タイム時:分:秒	体重変化						
				レース前体重(kg)	レース後体重(kg)	レース前後体重変化(kg)	レース前後の体重変化率(%)	給水量(kg)	レース前後の正味体重変化(kg)	レース前後の正味体重変化率(%)
1	ロレイン・モラー	ニュー・ジージラント	2:33.20	56.85	55.01	-1.84	3.24	0.05	-1.894	3.33
3	岩下 里美	冲電気宮崎	2:35.01	48.93	45.56	-3.37	6.89	0.13	-3.495	7.14
4	山本 佳子	タイエー	2:36.22	44.02	41.65	-2.37	5.38	0.23	-2.595	5.90

平成4年

(男子)

順位	選手名	所属	タイム時:分:秒	体重変化						
				レース前体重(kg)	レース後体重(kg)	レース前後体重変化(kg)	レース前後の体重変化率(%)	給水量(kg)	レース前後の正味体重変化(kg)	レース前後の正味体重変化率(%)
1	シフェウオ・スカウト	南アフリカ	2:16.38	55.73	51.73	-4.00	7.18	1.20	-5.200	9.33
2	打越 忠夫	雪印	2:18.40	52.96	49.64	-3.32	6.27	0.19	-3.510	6.63
3	武田 裕明	NTT東京	2:19.48	59.38	55.12	-4.26	7.17	0.15	-4.405	7.42

(女子)

順位	選手名	所属	タイム時:分:秒	体重変化						
				レース前体重(kg)	レース後体重(kg)	レース前後体重変化(kg)	レース前後の体重変化率(%)	給水量(kg)	レース前後の正味体重変化(kg)	レース前後の正味体重変化率(%)
1	オルガ・アペル	メキシコ	2:30.22	58.59	57.25	-1.34	2.29	1.05	-2.390	4.08
2	浅利 純子	タイハツ	2:32.14	44.40	41.57	-2.83	6.37	0.16	-2.990	6.73
3	キム・ジョーンズ	アメリカ	2:35.46	53.50	51.90	-1.60	2.99	0.69	-2.290	4.28
4	松野 明美	ニコニコ堂	2:38.24	39.17	36.03	-3.14	8.02	0.12	-3.260	8.32

(日本陸連科学委員会資料)



## 競歩のパフォーマンスアップに向けたファンクショナルトレーニング

鈴木岳

R-body project

### <はじめに>

アスリートの最終的なゴールである「勝利」のために何をすべきか。まず第一に考えられるのは「ベストパフォーマンスを発揮すること」であろう。そして、そのベストパフォーマンスを発揮するためには、心技体にかかわる全ての要素を、統合的にアプローチする必要があると思われる。その総合的アプローチこそ、コンディショニングであり、これが選手を勝利に導くための適切な手段であると考えられる。

アスレティックトレーナーの立場では、心技体の中でも「体」すなわちフィジカルの分野に特化したサポートを行うこととなる。そこでまず、パフォーマンスとフィジカルの関係性について、以下の図をもとに解説したい。

図1は、Gray Cook が提唱するパフォーマンスピラミッドである。この図はアスリートのパフォーマンスがフィジカルの土台の上に成り立っていることを明確に表している。

1 段目は身体の使い方、すなわち各関節の可動性

Gray Cook, 2004

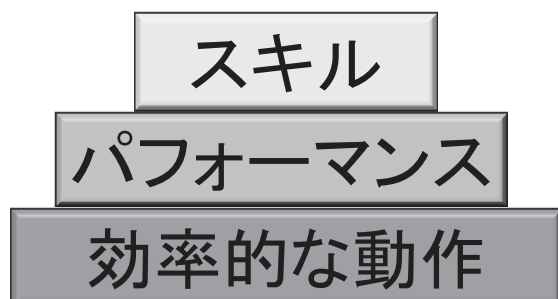


図1：パフォーマンスピラミッド

と安定性を意味する（詳細は後述）。ここでは特定の競技・動作に特化せず、人間が行う基本動作（しゃがむ、踏み込む、またぐ等）を正確に行う能力を表している。

2 段目は動作の効率、すなわち動作を行う速度や筋発揮の強さを意味する。具体的には筋力測定やスプリントタイムなど、パフォーマンスを数値化したものである。

3 段目が特異的スキルである。これはスキルコーチの範疇に属する。

このピラミッドを評価するにあたって着目すべきはその形状であり、底部から上に向けて構築され、上の段ほど小さくなっていくべきである（底部が大きく、最上部が小さい）。つまり、適切な身体の使い方、発揮するパワーが養われた上に、スキルの向上が見込めるということである。

我々が特に重要視するのは1 段目の「身体の使い方」である。なぜならばスポーツ現場でこの評価が適切になされないまま筋力・パワー強化のトレーニングが行われている場合が多いからである。これは運転技術の未熟なドライバーに馬力の大きい車を運転させるのと同じことで、誤作動を起こした場合のダメージが大きくなり、むしろリスクを高めてしまう。

図2～4は、我々が行う動作評価の一部である。実際の競技現場におけるコンディショニングを、より確実にアスリートのパフォーマンスに活かすためには、そのアスリートの現状を把握した上で、適切なコンディショニング戦略を立てる必要がある。

### <ファンクショナルトレーニングの5つの原則>

前述の通り、フィジカルの向上を目指すにあたり、まず注目すべきは「身体の使い方」であり、動作の

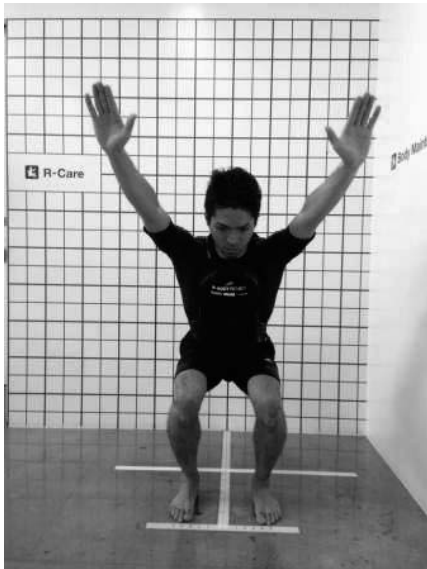


図 2：オーバーヘッドスクワットテスト



図 3：ハードルステップテスト



図 4：インラインランジテスト



図 5：クランチ

質を向上させることを目的としているのがファンクショナルトレーニングである。

以下に挙げる 5 つの原則は、アスリートの機能向上を目的とした場合に念頭に置くべき視点である。

#### 1. 重力を利用する

陸上競技を含め、ほとんどのスポーツ動作における基本姿勢は立位である。立位から歩行動作、走動作、ジャンプ動作へと発展しスポーツ動作が成り立っている。これらの動作を改善するためには、動作中の筋発揮に近い負荷を作り出し、それに耐えるトレーニングを行うべきである。

例えば図 5 は代表的な腹筋強化のためのエクササイズであり、体幹前部にある筋群を伸び縮みさせることを目的とした動作である。ただ、歩行動作や走動作中に、腹部の筋群はこのような伸び縮みを行うことはなく、むしろ脊柱を一直線のまま固定させるために使われる。ともするならば、図 6 のように動作中に維持したい脊柱が一直線の姿勢を保ったまま、体幹の筋群に負荷を掛けるトレーニングの方が、より動作に直結した強化になるであろう。(この時に体幹に負荷を掛けているのは重力である)

#### 2. 分離と協同

各関節によって可動域は異なるため、担う役割も異なる。役割を大きく分けると、大きな動きに適している関節をモビリティ関節、適していない関節をスタビリティ関節とすることができる。Gray Cook や Michael Boyle は、モビリティ関節とスタビリティ関節は人間の関節に交互に存在するといっている。



図 6：フロントブリッジ

**Mobility vs. Stability Alternating Patterns**  
(Gray Cook & Mike Boyle)

Normal Pattern	
足部	安定性
足関節	可動性
膝関節	安定性
股関節	可動性
骨盤/仙骨/腰椎	安定性
胸椎	可動性
肩甲骨関節	安定性
肩甲骨腕関節/肩関節	可動性
肘関節	安定性
手関節	可動性
頸椎	安定性

図 7：分離と協同

例えば、ランニングで膝を痛める方は多いが、その多くの場合に膝関節以外の部位が原因である。膝は蝶番関節という形状の関節であり、本来は屈曲・伸展しか起こすことができない。しかし膝の上部にあたる股関節、下部にあたる足関節に適切な筋力・柔軟性がないことで、膝に回旋のストレスが掛かるなどである。

原因は種々考えられるものの、各関節がもつ役割を果たせないことで、スポーツ障害のリスクが高まる。前述の動作評価も主にこの分離と協同を評価するものである。

### 3. キネティックチェーン

National Academy of Sports Medicine (NASM) では、動作の中では複数の筋群が協働的に働いている（フォースカップルと呼ばれる）ことを以下の図を代表例とし説明している。

歩行動作を例にとると、前足が接地する瞬間には図 10 に表記される筋群が協働的に使われている。また片脚支持期には図 11 に表記される筋群が協働



図 8：シングルレッグスクワットテスト



図 9：シングルレッグスクワットテストの代償例

的に身体を支えるために使われている。

筋力トレーニングは一つひとつの筋肉に焦点を当てて強化をすることが多いが、動作の中では同図の通り複数の筋群が協働的に働いているため、トレーニングでも同様の刺激が加わるように行うことが、すなわち動作の質を高めること、ひいてはフィジカルとパフォーマンスを直結させることに繋がる。

### 4. 3面運動

陸上競技を含め、スポーツにおける動作は基本的に3面（矢状面、前額面、水平面）で成立しているため、その機能を改善するためのトレーニングは3面で実施すべきである。

歩行は3面動作の代表例であり、矢状面にて手足



図 10：深垂直サブシステム  
(NASM Essentials of Sports Performance Training. 2010 より引用改変)

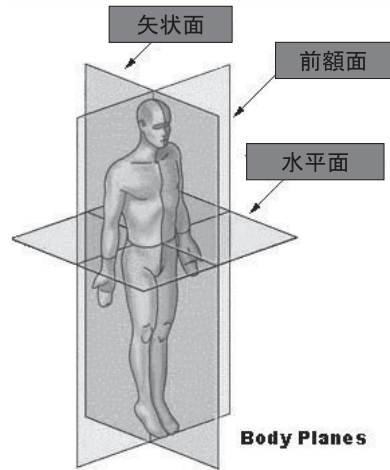


図 13：3面運動  
(NASM Essentials of Sports Performance Training. 2010 より引用改変)

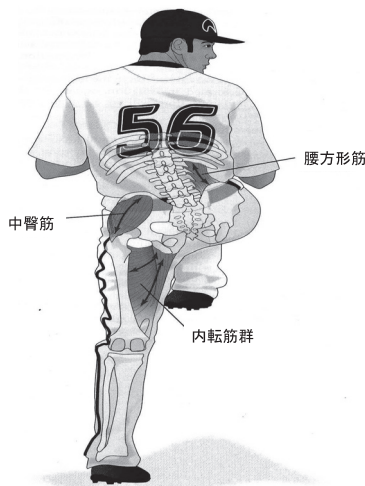


図 11：側方サブシステム  
(NASM Essentials of Sports Performance Training. 2010 より引用改変)

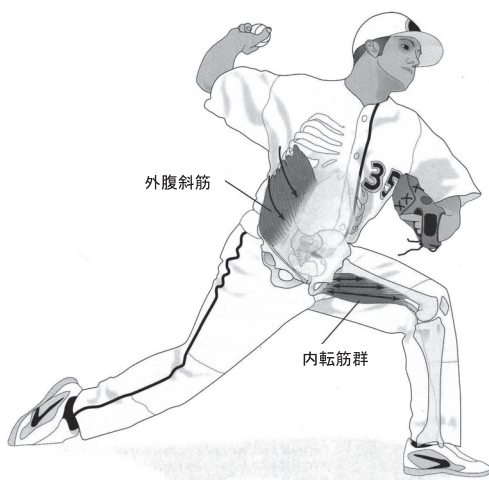


図 12：前方斜めサブシステム  
(NASM Essentials of Sports Performance Training. 2010 より引用改変)

が動き、骨盤や脊椎は水平面にて回旋している。加えて、踵部接地期から立脚中期の間では股関節内転による前額面の動きも生まれている。

#### 5. 力の吸収 (loading) と力の発揮 (unloading)

私達は無意識のうちに実施する動作の前に、その動作と反対方向への動作を先に行うことがある。この典型的な例がジャンプ動作がある。高くジャンプしようとするれば人は無意識に一度しゃがみこむ。これは筋の弾性や筋紡錘と呼ばれる固有受容器の働きにより、伸張直後の筋発揮を増幅させるというメカニズムである。つまり力の発揮 (unloading) の前に、力の吸収 (loading) を行っているのである。

歩行動作を例にとると、踵部接地時の大殿筋は重力によって股関節が屈曲に伴い伸張する。これが力の吸収 (loading) である。この直後の大殿筋の筋発揮 (unloading) により股関節伸展が促される。また股関節伸展時には、同様に腸腰筋が伸張することで力の吸収 (loading) が行われ、そこから股関節屈曲の力発揮 (unloading) へと続くのである。

このように、自分もっている筋力でより効率的に力の発揮 (unloading) をするには、事前に力の吸収 (loading) を行うことが必要であることから、ファンクショナルな動作を達成するためのトレーニングも力の吸収 (loading) に着目し実施すべきである。

#### <競歩・鈴木選手の実例>

2013年11月より、競歩・鈴木雄介選手に対して、



図 14：アクティブストレッチ トランクローテーション

胸椎の回旋を目的としたストレッチ。前に出た膝を手で押さえることで腰椎が固定され、胸椎の回旋を引き出しやすくなる。



図 15：アクティブストレッチ スクワットシーケンス

胸椎の伸展・回旋を目的としたストレッチ。深くしゃがみ込むことで腰椎が固定され、胸椎の伸展や回旋を引き出しやすくなる。

定期的なコンディショニングサポートを実施した。

2013年11月

初回の身体機能評価に際し、本人から挙げた課

題点は「レース中に起こる大腿筋膜張筋と僧帽筋・菱形筋など肩甲骨周囲筋群の張り」であり、この改善が目標となった。

我々の身体機能評価を通じて、まず左の殿部にある梨状筋に硬さが見つかった。歩行動作では前足が接地してから体重が乗る際に軸脚の股関節が内旋するが、鈴木選手の場合には梨状筋の硬さから左股関節を内旋できず、左脚先行のフェンシングのような歩行になる可能性があった（実際に、当時の本人も同様のことを課題にしていた）。

また上半身は肩甲骨が胸椎から離れ、円背姿勢が強く、その結果歩行動作に必要な胸椎の回旋に制限が掛かっていた。

上記の主訴と評価内容を加味して、大腿筋膜張筋へのストレスを誘発しているのは、上記の左の梨状筋の硬さが歩行フォームに歪みを生じさせているためと考えた。また肩甲骨周囲の張りに関しては、円背姿勢が胸椎の回旋を制限しているため、余分な筋力発揮を余儀なくされたの結果と評価した。

この評価に基づいて作成したプログラムの一部を

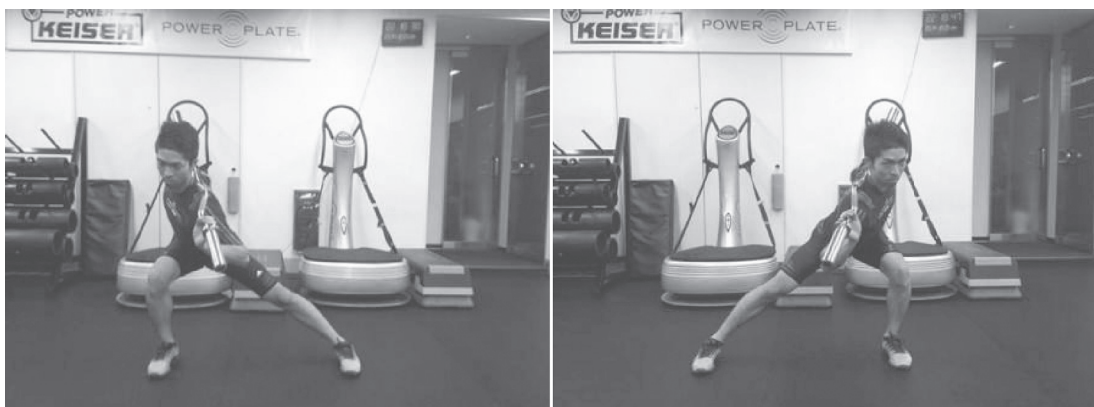


図 16：サイドステップスライド ラテラルツイスト

股関節と胸椎の回旋を目的としたストレッチ。胸椎の回旋に加え、体重移動と共に骨盤を回旋させることで、両股関節にも回旋が起き、梨状筋を含む殿筋群もストレッチされる。



図 17：ロシアンツイスト スタンド

胸椎の回旋を伴う体幹のトレーニング。左右にメディシンボール（重さのあるボール）を振り、すぐに正面に戻すことで、体幹の筋群（腹斜筋など）に素早い力発揮（力の吸収と力の発揮）を教育する。



図 18：ダンベルスイング

股関節の屈曲・伸展を伴う臀筋のトレーニング。しゃがみ込んだ姿勢から股関節をすぐに伸ばすことで、臀部の筋群（大臀筋など）素早い力発揮（力の吸収と力の発揮）を教育する。



図 19：ラテラルレイズ ローディング

股関節の外転・内転を伴う大腿外側の筋群のトレーニング。臀部を横にずらした姿勢からすぐに元の姿勢に戻すことで、大腿外側の筋群（大腿筋膜張筋や中臀筋）に素早い力発揮（力の吸収と力の発揮）を教育する。

以下に紹介する。

2014年5月

前年11月より身体機能評価にて課題となっていた肩甲骨周りの柔軟性は、本人曰く改善してきた。ただ上半身の張りが無くなったためか、下半身が重く感じるとのことであった。4ヶ月後のアジア大会に向けて、よりダイナミックな動作を作っていくことも今後の目標として設定した。

我々の2回目の身体機能評価では、殿部にある大殿筋に弱さが見られ、また左の腹斜筋と右の内転筋を同時に発揮できない状態であった。この左の腹斜筋と右の内転筋は前述の側方サブシステム（図11）では、身体に掛かる左への回旋を止めるために協働

的に働く筋群である。

下半身が重く感じられる主訴に対して、我々は左の腹斜筋と右の内転筋の協働的な収縮を強化することでスタビリティ関節である体幹を安定させ、モビリティ関節である股関節の動きをより引き出すことが必要であると評価した。（分離と協同：図7）また下半身に関しては、アジア大会直前の時期であることを踏まえ、ゆっくりとした動作から、歩行中に行われるヒールストライクからトーオフまでのバネのように素早い筋発揮（力の吸収と力の発揮）を強化するエクササイズを導入すべきであると判断した。

上記の評価に基づいて作成したプログラムの一部を以下に紹介する。



図 20：シングルレッグ ペルビックサイドティルト  
片脚姿勢を支える側方サブシステムに属する筋群（中臀筋、内転筋群、腰方形筋）のトレーニング。片脚を台から下ろし、骨盤も傾斜させた姿勢から、対側の骨盤を引き上げる。

2014年8月

鈴木選手がアジア大会に向けた長期合宿を行っている最中に、北海道の現地に訪れ、3回目の身体機能評価と必要なコンディショニングを実施した。この時点で、本人としては身体に関して大きな問題を感じていなかったが、無意識下で起きている不良動作の早期発見を目的に、トレーナーの目線で必要と思う改善点を指摘するよう依頼された。

身体機能評価では、脊柱に左への側湾が見られた。本人曰く学生時代から陸上トラックで練習をしていた習慣が身に付いており、練習量が上がると上記のような姿勢の崩れが出てくるとのことだった。（陸上トラックは左に曲がるため、身体を左に倒した方がカーブを曲がりやすい）

実際のレースはロードで行われたため、この脊柱の側湾は動作の左右差を誘発しパフォーマンス低下のリスクになりうると評価した。またそれ以外に姿勢・動作に関して改善すべき点は見受けられなかったため、上記の改善を促すエクササイズの追加に留めた（重ねて、試合直前の時期であることを考慮し、習得に時間を要する新しい動きでなく、以前に導入しているエクササイズを選択）。

上記の評価に基づいて追加したエクササイズを以下に紹介する。

以上が競歩・鈴木選手のアジア大会までのフィジカルサポートの概要である。

“Exercise is Training”



“Exercise is Assessment”

“Exercise is Therapy”



“Exercise is Medicine”

“Exercise is Functional”

図 21：Exercise is Medicine

### <最後に>

上記で紹介したサポート事例に際して、我々が選手に提供したのは一貫してストレッチとトレーニングを含む運動指導である。運動（exercise）が、スポーツ医学的根拠を前提としている機能的動作であれば、その運動自体がパフォーマンスアップのための「訓練（training）」になることはいうまでもない。また、不適切な動作が原因で体に痛みを抱えているアスリートに対して、機能的な動作との比較は、痛みの根源を見つける「評価（assessment）」にもなりうる。さらに不適切な動作を正しい動作に修正することで痛みが改善されるとしたら、運動自体が「治療（Therapy）」にもなると考えられる。「運動（exercise）」が機能的（functional）であれば、競技力の向上だけでなく、怪我の評価や治療など、さまざまな目的に対して活用できる「薬（medicine）」のような存在となるのではないだろうか。

今回ご紹介した身体機能評価からの問題解決型フィジカルアプローチは、選手が抱える問題点を的確に見極め、最短距離での課題解決に貢献すると確信している。また5大原則を通じてご紹介した「動作を見る視点」がアスレティックトレーナーのみならず、メディカルスタッフやスキルコーチなど、選手を取り巻くスタッフ陣の「共通言語」となれば、選手により効果的なサポートがなされる環境が整うと考えられる。

### 〔参考文献〕

- 1) 中村千秋編, 渡部賢一・北川雄一・鈴木岳著: ファンクショナルトレーニング-機能向上と障害予防のためのパフォーマンストレーニング-, 文光堂, 2010

- 2) 鈴木岳:ファントレートップアスリートのトレーニングを自宅で: -, 朝日新聞出版, 2013
- 3) Clark, Michel 著:NASM Essentials of Performance Training, Lippincott Williams & Wilkins. a Wolters Kluwer business, 2010



## カナダにおけるジュニア選手育成の取り組み

岡崎和伸<sup>1)</sup> 榎本靖士<sup>2)</sup>

1) 大阪市立大学 2) 筑波大学

世界ジュニアの会期中に、競技場およびその周辺施設で各国コーチなどと交流し、他国のタレント選手育成状況やその背景を調査した。特に、カナダのタレント育成担当コーチ (Mrs. Carla Nicholls, National Event Group Coach, National Talent Development Coach) とタレント育成システムについて情報交換を行ったので、その概要を以下に報告する。

### [カナダのタレント育成システムの概要]

ジュニア～ユース期での練習のしすぎによる疲弊 (オーバートレーニングやバーンアウト) はカナダでも問題視されており、その状況を改善してシニア期にピークパフォーマンスを発揮させ、世界で通用する選手を育成するためにタレント育成システムを構築してきている。2008年より現在のシステムを構築してきており、現在、そのシステムの活用を開始している。システムの概要については、アスリートは4つのカテゴリー (カテゴリー1: トップ、カテゴリー2: 2016年照準、カテゴリー3: 2020年照準、カテゴリー4: 2024年照準) のピラミッド型の中で捉え、各カテゴリーでの到達目標を設定し、上位カテゴリーへ順次移行していくように、競技力強化に加えて選手およびコーチの教育を進めるシステムと理解される。

### [タレント育成システムの構築]

カナダのタレント育成システムは、イギリスなどヨーロッパ諸国やオーストラリアなどのシステムを参考にして構築してきた。また、全世界160名以上のトップアスリートの年次推移を調査し、アスリートのキャリア (競技開始年齢、競技歴、競技成績、各年次到達レベルなど) をデータベース化し、各年齢で到達すべき競技レベルとピークパフォーマンス

に至る年齢を設定した。トップアスリート情報の多くはインターネット (<http://www.all-athletics.com/>) で手に入れた。

### [システムの現状]

全ての選手は基本的にクラブチームに所属し、クラブチームのコーチの指導を受けている。高校や大学ベースの活動もあるがその比重はあまり大きくない。コーチ教育システムを構築しており (<http://www.athleticscoaching.ca/splash/>)、全てのコーチはその課程を修めている。トップカテゴリーの選手には、カナダ陸連所属のパーソナルコーチが指導にあっている。なお、トップカテゴリーの選手やパーソナルコーチは、カナダ陸連 (Athletics Canada) からサラリーを得ている。選手のサラリーは、大きくA、B、C、Dに分けられ記録や活動状況などで決定されている。

パーソナルコーチ以外に、カナダ陸連には National Event Group Coach、Head Coach などに加え、National Talent Development、High Performance、Olympic Performance and Planningなどを専属で担当する強化担当コーチが複数人いる。強化担当コーチは比較的大きな権限を持っており、選手の練習内容やコンディショニング管理に関して、選手やコーチに指示を与えている。

ナショナルトレーニングセンターに相当する施設は、カナダ東西に2カ所ある (以前7つ存在したセンターを全て閉め、2つに統合した)。ちなみに、カナダ陸連の予算の約90%は政府から、残り約10%がスポンサーからである。

### [選手・コーチに対する取り組み]

年齢に応じた選手教育を進めている。自分がキャリアのどの位置にいて、今後どんな過程を経てシニ

ア期にピークに至るかについて、それぞれの選手にキャリアマップを示して選手とコーチの教育を実施している。また、選手に必要な知識（フィジカル、栄養、メンタルなど）の教育（それぞれの専門家を大学などから招いている）も実施している。

選手には、基本的なパフォーマンステストを各種目5つほど実施している（多すぎると煩雑なため）。カナダ陸連主催合宿など（現在は年1回実施。近々、年2回にはしたい意向）で初めの数日で実施している。この時、選手およびコーチを対象とし、各種の教育セミナーも実施している。なお、パフォーマンステスト結果は強化担当コーチが評価し、選手およびコーチとともに現状を把握するだけでなく、パフォーマンス低下時などには練習内容やスケジュールの見直しなど、積極的に介入が行われる。また、パフォーマンステスト結果は、今後のタレント育成に向けた基礎資料としても蓄積している。

#### [その他]

今回の世界ジュニアでは、カナダ選手は予選でパーソナルベストを更新できたが、決勝では十分にパフォーマンスを発揮できない者が多かった。試合に向けたピーキングについて、今後の課題であると述べていた。タレント移行（陸上競技種目の転向）については、今後、積極的に進めていく課題と捉えていた。また、パーソナルコーチや強化担当専門コーチへの女性の登用の重要性も上げていた。夏季オリンピックに向けた暑熱対策については、これまでのオリンピックに向けた対策で多くの情報を蓄積しているようである。

# エキサイティング メディカル レポート

## エキサイティング メディカル レポート 目次

ロンドンオリンピック帯同報告およびコンディションチェック・・・・・・・・・・・・・・・・	172
～陸上競技チームドクター報告および陸上医事委員会の試み～	
櫻庭景植	

## ロンドンオリンピック帯同報告およびコンディションチェック ～陸上競技チームドクター報告および陸上医事委員会の試み～

櫻庭景植

順天堂大学大学院スポーツ医学

### 【事前チェック】

1912年第5回アムステルダムオリンピックに、日本は始めてオリンピックゲームに参加した。参加種目は短距離およびマラソンと、日本の初めてのオリンピック出場は陸上競技から始まっている。

2012年のロンドンオリンピックでは、選手総勢293名中、46名が陸上競技からの参加であった。陸上競技は男子28名、女子18名、初参加35名、連続出場11名、役員25名で編成された。

今回のメディカルサポートの特徴は、世界選手権、過去のオリンピックの反省からメディカルサポートを事前から行ったことにある。とくに事前チェック、メディカルチェックの徹底、コンディショニングの把握に努めた。

メディカルスタッフはドクター1名、トレーナー2名、村外からのサポートトレーナー1名の編成となった。ドクターがオリンピック村内で参加するのは陸上競技連盟として初めての試みであった。日本選手権ののち、主な出場選手が決定した。2012年6月16日、代表選手研修会を行い、そこでメディカルからのアナウンスも行った。主な連絡事項は以下の内容であった。

1. メディカルチェックの必要性、
  2. 週間コンディションの把握、
  3. 渡欧に関する注意事項、
  4. ドーピングコントロール対応、
- などである。

メディカルチェックの必要性に関しては、外傷・障害の把握・予防、競技力向上のためのサポートの関連などについて説明した。コンディショニングチェックの必要性に関しては、きれいにスタート地点に立つため、ベストの状態で大大会に臨むため（必ずしもmaxである必要性はない）、ピーキングの重要性について説明した。

渡欧（ロンドン）に関しては、時差が8時間、初日は1日が長くなる（とくに昼が長くなる）、そのためにどう過ごすかなどについてアドバイスした。地球の東行き（アメリカ方面）と違い、長い1日になるため、現地では夜になるまでなるべく眠らないこと、水は硬水が多く、下痢しやすいこと、気温は平均最高気温22度、などについて説明した。しかし、ジュニアと違い、オリンピック代表クラスではほとんどわかっていたが、やはりとても新鮮な情報であった選手もいた。

ドーピングコントロール対応については、毎年規則が変わるので、しっかり説明した。特に、居所情報、いわゆるADAMSについては、居所違反を3回行うとドーピング違反の対象になることを説明した。

また、競技者が世界記録、アジア記録、日本記録（日本記録はオリンピック種目のみ）もしくはタイ記録を出した時は、記録公認の要件としてドーピング検査が義務付けられることを説明した。世界記録、アジア記録、世界ジュニア記録は通常、主催者側がチェックをして対象競技者に通告するが、日本記録については通告されることはないので、選手団から速やかに申し出て、ドーピング検査を必ず受ける必要がある。競技終了後24時間以内に検査を受けられるようにする必要がある。すべてのランニング種目で世界記録、世界最高記録もしくはそれぞれのタイ記録が出た場合には、EPOを含む検査を受けなければ記録は公認されない。

### 【事前合宿からロンドンへ】

多種目からなる陸上競技の特徴から、オリンピック前の事前合宿はいろいろな場所で行われる。今回は一番参加人数が多いトラック、ハードル・短距離系の合宿帯同から遠征が始まった。

2012年7月23日、日本を出発、ドイツのNeu

表 1

## 週間コンディションチェック

1. 練習強度
2. 練習意欲
3. パフォーマンス達成度(この1週間に参加した競技会の記録、1週間の練習内容達成度)
4. 睡眠
5. 食欲・食事量
6. 便通
7. 疲労感
8. 全般的体調
9. 傷害部位の疼痛
10. 今の自信と気持ちの安定感
11. 直近1週間の問題点、通院歴(治療、検査結果etc)、服用した薬(痛み止め、胃薬etc)などを自由に記載してください。また、特に女性は生理に変化があった場合は記入してください。

1~10に関して5点を普通として10点満点で自己評価する

Isenburg で合宿を開始した。長距離系、競歩系は主に St Mary 大学で直前合宿となった。合宿所となったホテルでの食事は新鮮な野菜も毎回あり、特に問題はなかったが、長い期間居ると、飽きてしまうのはやむをえない。

陸連として事前合宿からの帯同は初めてであるが(チームドクターのオリンピックへの正式帯同自体が初めてであるが)、その理由は直前合宿で時々トラブルが生じるからである。今回もハードル系の選手で直近の肉ばなれが問題となった。合宿1週間前に右大腿部ハムストリングに肉ばなれを生じた。しかし程度としては軽度であり、オリンピックまでに間に合う可能性があり合流した。順調に練習メニューをこなしていったが、6日目、コーナーを走っているときにまた同部に肉ばなれ感を生じ、練習中止となった。オリンピックの開会式は7月27日、陸上競技の開始は8月3日からであるが、ここで、この選手をロンドンに連れて行くか否かが問題となった。コーチの思い、強化委員の立場、JOCの考え、いろいろな重要な要因が重なる。今後もこのような突発案件に関しては臨機応変に望むしかないと考える。結局、パーソナルベストは無理かもしれないが、本番で走れる可能性が高い、世界ランキングも高い将来有望な若手であると判断され、7月31日、一緒にドイツを離れロンドンへ向かった。

8月3日、陸上競技初日。ハードラーは出走した。結果は出なかったが、走れた。今後、このようなケースはどのように対応するか、慎重な対応が迫られることになる。当人のコーチ、日本代表強化スタッフ、チームドクター、トレーナー含めて同じ土俵で話し合い、共通意識をもって選手と接することが重要と考える。

さて、いざロンドンでの目標はみなPB(パーソナルベスト)めざして競技することであった。ロンドンオリンピック出場前の選手それぞれの傷害については、個人情報の問題もあり、ここでは詳細な表を付記しないが、総数としては46名中約1/3が競技前に何らかのトラブルを抱えていた。しかし、それらは今回のメディカルチェックやコンディショニングチェックで状態を把握しており、ほぼ問題のない範疇で大会に望めた。

ただし、4件、当地での対応が必要であった

1件は肉ばなれ症例であり前述した。もう1件の重要症例は競歩選手の気胸であった。

ロンドンで大会直前調整中、8月1日突然呼吸困難を生じた。自然気胸であった。レース前10日での現地発症である。気胸の程度は1度、幸い重症に

は至らなかったが、出場の有無についてスタッフとしては、意見が分かれた。重症ではないが、本番を無事にレースできるか否かが問題となった。

結局ドクターとして専属コーチと話し合い、負荷テストを行い、これがクリアできれば出場可能かということになった。レース前の刺激トライアルで自己ベストに近いタイムを出し、脈拍も大きな変化はなし、画像でも悪化はなかった。よって、強化スタッフに問題点・経過を説明し、合意のもと、本番出場となった。周回レースゆえ、本人確認は容易なため、変調がみられたり、タイムが悪い、などの要素があればすぐにドクター、専属コーチからのストップが入りレースを中止する予定であった。しかし実際のレースでは自己新のペースで行くも変調がみられたため中止を指示したが、本人はすぐにはレースを中止せず、その後救護室へ運ばれた。その後の診察、画像チェックなどにて、特に問題はみられなかったが、今度も検討が必要な症例であった。

他に、外腹斜筋の軽度の肉ばなれ、膝蓋靭帯炎によるレースへの支障が考えられる選手が2名いたが、出場は可能であり、戦績にあまり影響はなかった。

ドーピングコントロール検査に関しては、8件、採尿が5件、採血が3件であった。46名中8件(17%)のDC検査であったが、この数字は少ないほうと考える。今後さらにDC検査は増えていくのは確実であり、スタッフも選手もそのつもりで対応する必要がある。DC検査会場はいつも満員である。

なお、世界選手権では、生物学的パスポート導入の時期でも有り、2011年テグでの世界選手権では全員から採血が行われており、今回のオリンピックでのDC検査の回数は多いわけではない。

## 【コンディショニング、戦績】

今回から（今後も予定）使用したコンディショニングチェックの内容は表1の内容である。練習強度、練習意欲、パフォーマンス達成度、睡眠、食欲・食事量、便通、疲労感、全般的体調、傷害部位の疼痛、今の自信と気持ちの安定感（メンタル面を重視）の10項目として、各々1から10点（点数が高いほどいい状況としている。）と回答しやすいように設定した。他に、直近1週間の問題点、通院歴（治療、検査結果など）、服用した薬、相談事などを自由に記載させた。内容をみればわかるように100点に近いほうがいい状況と言えそうだが、練習強度が毎回10点というのはおかしいことであり、解釈には注意を要する。また、点数のつけ方は選手によって異なり、経時的に経過を追いながら判断する必要がある。このチェック表はオリンピック代表が決定しだい速やかに開始し、最終的に回答率は100%であった。

コンディショニングと戦績について一部触れる。図1、2は女子長距離選手の週間別にみたコンディショニング表（図1）と項目別にみた週間の経時的变化の表（図2）である。

現在は項目別にみたグラフ（図2）を優先して採用している。

この選手の場合、局所の疼痛（足底腱膜炎）が最終チェックで改善されていないが、全体的にはいわゆる右肩上がりの状態であり、レース本番では結果を残した。

今回のオリンピックでは、PB3人、SB7人という戦績であった。選手の成績と、コンディショニングの把握とどの程度相関がみられるか、今後の重要な検討課題と考える。今回、「入賞・SB・PB・決勝・準決勝進出者」と、「その他の群」を項目ごとに比較検討してみた（図3）。睡眠、体調変化、メンタル面で有意な差がみられた。いわゆる成績がよかった群では、大会前の睡眠の変化は少なく、体調変化も少なく、安定感（メンタル的問題）は大会に合わせ盛り上がってきている、と言えるかもしれないが、これはさらに調査を重ね、検討していく必要がある。

## 【まとめ】

以上、日本陸上競技連盟医事委員会では、2009年より積極的に代表選手のケアに当たっているが、その後、主要な大会での、選手の直前出場辞退はなくなっている。よって、現在行っているメディ

カルチェック、コンディショニングフォローは有効と考え、適時修正を加えながら、現在も使用し選手のコンディション把握や傷害管理に利用している。

これらの試みは本当に、選手の役に立っているのか、競技力向上に貢献できるか、コーチ陣、指導者に有益か、マイナス要素はないか、などを追求していかなければならない。

今後、さらに競技力向上を主として医科学サポートをしっかりと進めていきたい。

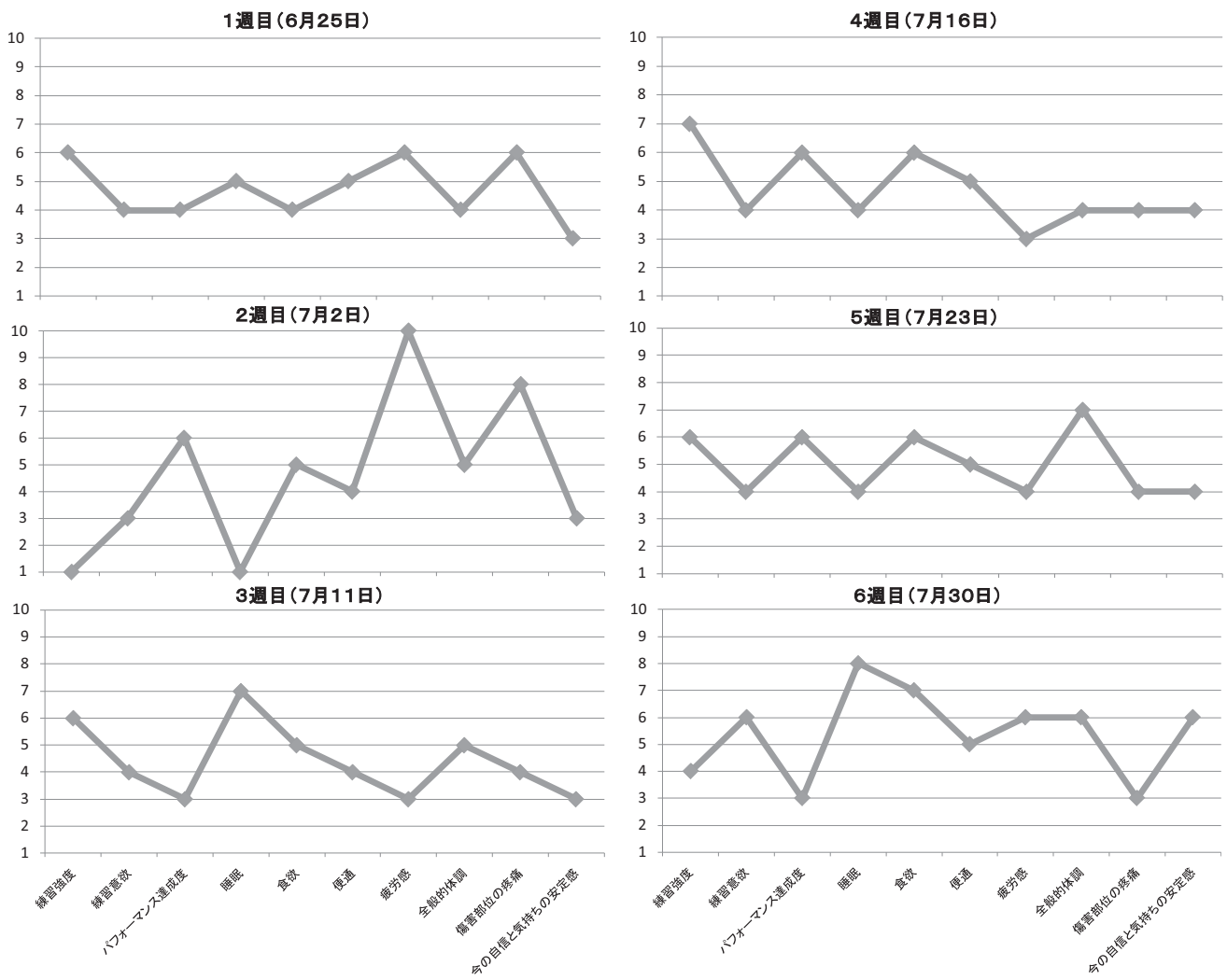


図 1

## 選手AH

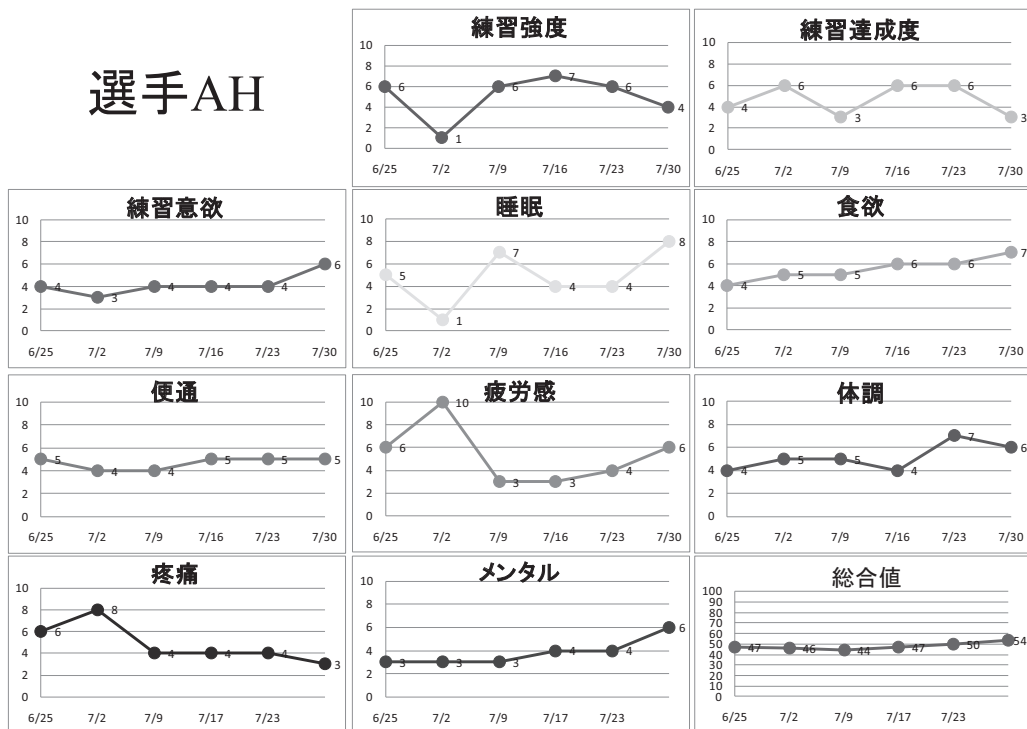
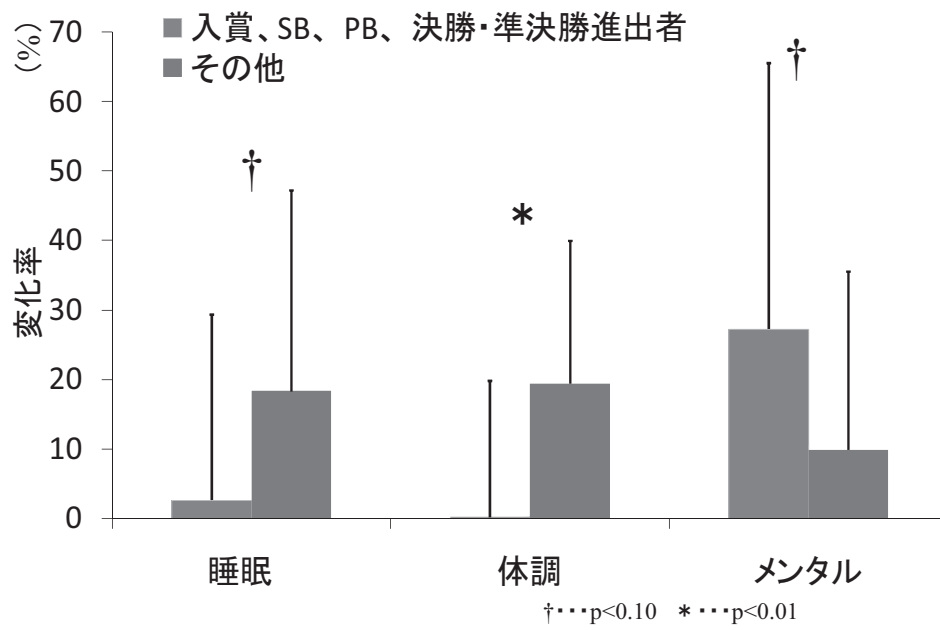


図 2





入賞・SB・PB・決勝・準決勝進出者とその他の群の項目ごとの比較

図 3

## 陸上競技研究紀要 第10巻

### 編集後記

2014年度「陸上競技研究紀要」第10巻をお届けします。本号は、資料3編、「日本陸連科学委員会研究報告」の論文19編、「エキサイティング メディカル レポート」1編、および昨年度からはじまった特集企画の「陸上競技のタレントトランスファー ―ジュニア競技者育成の新たな方向性を求めて―」から構成されています。

残念ながら、今号には原著論文が掲載されませんでした。しかしその代わり、資料が3篇と常にもまして多く掲載されました。しかも、発育段階からエリートレベルまで、3篇とも競技者育成に関連するテーマが扱われていて興味深いところです。さらには、今号の特集企画も「タレントトランスファー」という観点から、競技者育成が多角的に論じられています。

競技者育成論は、永遠のテーマです。古今東西、多くの論文が報告され、また一般書籍でもベストセラー本がいくつも出版されるなど賑わっています。ところで、臨床心理学者の河合隼雄はこんなことを言っています（「子どもと学校」岩波新書、1992）。『教育の「育」という語は、他動詞にも自動詞にも用いられる。教育では、ともすると「育てる」ことに重点が置かれるが、「育つ」ことの重要性をもっと認識すべきでは…。』といった趣旨のことです。主語が教師ではなく生徒に、と言うことでしょうか。競技者育成なら、育成する側の指導者や競技団体が主語になる立場だけでなく、競技者が主語になる視点が大切だということになるでしょう。思えば、トランスファー・プログラムでは競技者自身が否応なく主語にならざるを得ない状況がつけられるのかも知れません。「育成」という字を見て、ふとそんなことを考えました。

2015年3月1日

文責 伊藤静夫

陸上競技研究紀要第10巻 編集委員会  
伊藤静夫（編集委員長）、榎本靖士（編集副委員長）、  
高松潤二、森丘保典、青山清英、高橋義雄、桜井智野風、安井年文、眞鍋芳明  
（日本陸上競技連盟・事務局）三宅聡、森谷真咲、畔蒜洋平

「陸上競技研究紀要」第10巻

---

2015年3月1日発行

発行人 尾縣 貢

発行所 公益財団法人日本陸上競技連盟

〒163-0717 東京都新宿区西新宿2-7-1 小田急第一生命ビル17階

TEL : 03-5321-6580

---