

公益財団法人日本陸上競技連盟

陸上競技研究紀要

Vol.13, 2017

ISSN1349-7596

Bulletin of Studies in Athletics of JAAF

JAAF

Japan Association of
Athletics Federations

contents

特集企画

原著論文

資料報告

日本陸連科学委員会研究報告

日本陸連医事委員会エキサイティングメディカルレポート



写真提供: フォート・キンモト

「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的分析。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，2017年度版は，2018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。

(2017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

昨シーズンは、陸上競技の走種目の中でも最も短い100mと最も長い男子マラソンで大いなる活況を呈しました。日本人で初めて10秒の壁を破った桐生祥秀氏(東洋大学)の活躍が多く新聞の一面を飾り、10秒突破が国民にとっての強い関心事であったことを改めて感じました。また、長く低迷をつづけていた男子マラソン復活の突破口を開いた設楽悠太氏(ホンダ)の日本記録は、多くの陸上競技関係者、陸上競技ファンが待ち望んだものでした。

この二つの大偉業は、他のアスリートに希望と勇気を与えるものであり、2年後の東京オリンピックにつながるものであると断言できます。いずれの偉業も、アスリート自身とコーチのたゆまぬ努力により達成されたものでありますが、それ以外にも多くのアントラージュによるサポートがあったものと察します。そのうちの有力なものとして、医科学のサポートがあげられます。これぞ、わが国のアドバンテージであり、これまでに積み上げられた研究成果が彼らのトレーニング現場やレースに活かされてきたことでしょう。彼らにとどまらず、2020東京オリンピックへの道を歩んでいるアスリートに対しては、医科学サポートをさらに強化していく必要性を感じています。そして、それらのサポートを通して得られた知見は形として残し、トレーニングや競技の現場に降ろしていくとともに、続く世代へも財産として伝達しなければなりません。

それとともに、2020年東京オリンピック以降の陸上競技界の隆盛につながるような研究活動も決して忘れてはなりません。オリンピックの成功は、メダルや入賞の数だけで評価されるものではなく、「いかに陸上競技が国民に浸透したか」「どれほどの数の子どもたちが陸上競技を志し、そこから次代のエースが育っていったか」という観点からも評価されるべきであると考えます。そこで、陸上競技の普及や若手アスリートの育成に役立つような科学知も研究活動を通して、積み上げていく必要があります。

経験知と科学知を持ち合わせたコーチを目指していただきたいと思います。

本連盟の陸上競技紀要がその一助となれば、幸甚に存じます。

陸上競技研究紀要

Bulletin of Studies in Athletics of JAAF

Vol.13 2017

目 次

【特集企画】

ジュニア競技者育成と相対年齢効果

・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

【原著論文】

陸上競技日本代表選手の競技ヒストリー研究

－男子短距離選手を対象にした複線径路・等至性モデル－

・・・・・・・・小林柊次郎ほか・・ 90

桐生祥秀選手が 10 秒の壁を突破するまでの 100m レースパターンの変遷

・・・・・・・・小林海ほか・・ 109

【資料報告】

中学生陸上競技者におけるコントロールテストの評価基準表の作成の試み

・・・・・・・・森健一ほか・・ 118

和歌山インターハイ 走幅跳 1 位、2 位、足達一馬選手、遠藤泰司選手 三年間の軌跡

・・・・・・・・中谷忠嗣・・ 126

全国高等学校陸上競技対校選手権大会出場者の記録と記録達成率についての分析

・・・・・・・・渡部誠ほか・・ 137

【日本陸連科学委員会研究報告 第 16 巻 (2017) 陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2017】

・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 149

【エキサイティング メディカル レポート】

・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 251

特集企画
ジュニア競技者育成と相対年齢効果

特集のねらい

本誌「陸上競技研究紀要」では、毎年特集を企画しスポーツ医科学に関する情報の提供に努めてきた。テーマ選定にあたり、陸上競技の指導現場において必要とされる情報を重視してきたが、近年はとりわけ、「ジュニア競技者の育成」に焦点を当てている。この古くて新しいテーマは、未だ議論が尽きることなくより一層熱を帯びる。とくに国際的な動向に目を向ければ、そこには大きなパラダイムの変換がみてとれる。

どのように変化しているのか？ 端的には、競技力向上と生涯スポーツ実践の両面を融合したモデルが志向され始めた、と言っていいだろう。従来、両者はどちらかと言えば別々のテーマとして扱われてきた。しかし最近の科学論文をみると、いくつかの国や研究機関が両者の融合をめざした育成モデルを紹介しており興味深い。そこで、昨年度の特集では特に注目すべき育成モデルを紹介した。

こうした育成モデルの再構築が始まったのも、従来型のモデルでは勝利至上主義、オーバートレーニング、バーンアウトなどさまざまな問題を無視できなくなったからであろう。その典型事象として「相対年齢効果」をあげることができる。スポーツにおける相対年齢効果とは、同じ学年の選手の生まれが遅いか早いかの違いで競技者育成の仕方や結果に差が表れる現象をいう。従来、これは発育の遅速による一過性の現象と捉えられてきたように思われる。しかし現在、科学的検証が進むにつれ、ジュニア選手育成を進める上での根本的な課題が浮かび上がってきた。

陸上競技の指導現場においても「早生まれの選手は不利だ」といった言説は古くから聞かれただろう。しかし、相対年齢効果という用語自体への馴染みは薄く、またこの問題への本質的な理解は十分とは言えない。相対年齢効果がジュニア競技者の育成にどのように影響しているのか、また指導上どのように対処すべきか、こういった切実な課題についてほとんど考慮されてこなかったのが実情であろう。そこで、今年度の特集ではジュニア競技者育成に直接関わる『相対年齢効果』について取り上げることにした。

まず、井筒紫乃先生には全国小学生クロスカントリー研修大会出場選手の実態について報告いただいた。井筒先生は、短距離を中心とする小学生陸上競技選手についての研究を継続してこられたが、今回は長距離種目を取り上げられ興味深い結果を報告されている。次に中田先生には、スポーツ全般にわたり、ジュニア期からシニアのプロ選手に至るまで幅広い年齢層の相対年齢効果を解説いただいた。とりわけ、プロ選手にまで見られる相対年齢効果は極めて興味深い。相対年齢効果が発育途上の一過性の現象ではなく、その背景に社会的、心理的影響が関与することがうかがわれる。そこで安井年文先生には、相対年齢効果についての主に社会学的、心理学的観点からか解説をお願いした。いずれにしろ、相対年齢効果はジュニア競技者育成にあたりネガティブな影響が懸念され、その典型事例がタレント発掘事業にみられる。その具体的な解決方法について、鶴木秀夫先生に兵庫県のスポーツタレント発掘事業における選考方法を紹介いただいた。また、渡邊将司先生にも幅広い観点から相対年齢効果の解決事例を総括していただいた。最後に、本特集の相対年齢効果に関する知見が陸上競技の指導現場で活かされるために、編集委員会を代表して著者が各論文をまとめてみた。指導上の参考になれば幸いです。

なお、昨年度の特集「若い競技者の育成モデルをめぐる世界の動向」に掲載しきれなかったイギリスおよびオーストラリアの事例については、本号に補遺として掲載した。本年度の特集とともにお読みいただきたい。

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＞ ジュニア競技者育成と相対年齢効果

目 次

小学生陸上競技選手の相対年齢効果・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4
～ “日清カップ” 第20回全国小学生クロスカントリーリレー研修大会出場者を対象として～ 井筒紫乃, 川田裕次郎, 上村明, 繁田進	
日本人アスリートにおける相対年齢効果・・・・・・・・・・・・・・・・	9
中田大貴	
陸上競技における相対年齢効果の成因 = 社会学的, 心理学的影響について・・・・・・・・	19
安井年文	
若年競技者育成と相対年齢効果・・・・・・・・・・・・・・・・・・	25
渡邊將司	
兵庫県スポーツタレント発掘・育成事業の選考方法について・・・・・・・・	37
－ 相対年齢効果の視点から－ 鷗木秀夫, 平川和文, 谷所慶, 矢野琢也, 賀屋光晴, 長野崇, 村田和隆, 高田義弘	

＜補遺＞ 若い競技者の育成モデルをめぐる世界の動向

目 次

イギリス・メダリスト育成プロジェクト・・・・・・・・・・・・・・・・	43
世界一流タレント育成に関する今日の科学的知見を検証する 伊藤静夫, 桜井智野風	
オーストラリアの新たな競技者育成モデル FTEM・・・・・・・・	66
－ 代表的な競技者育成モデルの比較から－ 伊藤静夫, 榎本靖士, 森丘保典	
特集のまとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	81
－ 指導現場に活かすために－ 伊藤静夫	

小学生陸上競技選手の相対年齢効果
～ “日清カップ” 第20回全国小学生クロスカントリーリレー研修大会
出場者を対象として～

井筒紫乃¹⁾ 川田裕次郎²⁾ 上村明³⁾ 繁田 進⁴⁾

1) 日本女子体育大学 2) 順天堂大学 3) 和洋女子大学 4) 東京学芸大学

I. 緒言

日本の学校教育における学年の決定は、学校教育法第十七条に「満6歳に達した日の翌日以後における最初の学年」と定められており(学校基本法)、1学年は4月2日から翌年4月1日に誕生した者で構成されている。この学年の区切り(cut-off date)の直後(4月1日)に生まれる子どもは、区切りの直前(翌年の4月1日)に生まれる子どもと比較して最長で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「相対年齢効果(Relative Age Effect : REA)」(Musch and Grondin 2001)といわれ、国内外でも多くの研究がされてきた(Lisa 2017, Stephen 2014, Jess 2013)。

Helsen et al. (1998) は、ベルギーのサッカー選手を調査し、REAは6～8歳でタレントが優遇され始めるが、ドロップアウトも12歳で始まっている傾向があると示した。またBoucher and Brian (1994) は、カナダのアイスホッケーの養成マイナーリーグを調査し、いずれのリーグにおいてもREA現象が存在すると述べた。

4月から新年度が始まる日本では、1月から3月に生まれた子どもは「早生まれ」と呼ばれる。松原(1996)は、小学校7教科の学業成績と体格について断続的に分析した。内山(2012)は、幼児期の早生まれの体格格差がある中で、運動やスポーツをするということは不利な立場に立たされる場面が少なからず出てくるため、それによって運動やスポーツから離れてしまう子どもを引き止めなければならないと述べている。Kawata et al., (2014) は、幼児の心身の発達に相対年齢効果が示されたと報告している。また、保育者に幼児の運動に対する態度への評価を得たところ、その評価においても相対年齢効果が示されたことを報告している。松原(1996)

は、小学校7教科の学業成績と体格について断続的に分析し、教科の成績では相対年齢の効果は加齢と共に全般的に消失する傾向にあるが、体育においては小学6年生まで強く残り、さらに体格では中学3年生まで残ることを報告した。Kawata et al., (2017) も、小学生を対象に行った調査において体格・運動能力にREAがみられることを報告している。竹村ら(2017)は宮城県で実施されているみやぎジュニアトップアスリートアカデミー選考会の参加者を対象に調査を行ったところ、4～6月生まれが約半数を占めていたと述べている。古田ら(2010)は大学生を対象とした調査ではREAは認められなかったことを報告したが、内山ら(1996)はサッカーJリーグ、岡田(2002)は日本のプロ野球選手についてREAの存在を確認したとしている。

日本陸上競技連盟においても生まれ月の調査を実施しており、井筒ら(2014)は日清カップ全国小学生陸上競技交流大会出場者(以下:全国小学生陸上)について男子・女子ともに4～6月生まれが最も多く、1～3月生まれが最も少ないと報告した。しかしながら森丘(2014)は、小中学校期において生まれ月の偏りが大きく、高校生以降にまでその影響が残存する傾向がみられるが、オリンピックや世界選手権の日本代表選手にはREAの影響がほとんどみられないと報告している。

White(1959)は、有能感とは「有機体がまわりの環境と効果的に相互作用することができる能力、意欲」である提唱した概念であり、何かができるという能力だけではなく環境と相互作用していく上での動機づけを含むものであると定義している。Harter(1982)は、学習・社会性・身体的・自己価値の4つの下位尺度から構成される有能感の測定尺度を開発し、桜井(1983)によって日本語版が作成された。

表 1. 大会出場人数 (名)

	5年生	6年生
男子	28	148
女子	50	119
計	78	267

岡沢ら (1996) は運動有能感調査票を作成し、調査の結果から運動有能感は「身体的有能さの認知」「統制感」「受容感」の3因子で構成されていることを明らかにした。Kawata et al., (2014) および川田 (2014) は、児童を対象に REA を検討し、REA は身体的な影響はある一定の年齢になると小さくなることが予想されるが、心理的な側面に関しては、その後の運動行動や運動有能感に影響を与え続ける可能性がある」と述べている。

本研究では、日清カップ全国小学生クロスカントリーリレー研修大会 (以下: 本大会) に出場した選手を対象に、生まれ月の分布を把握し、生まれ月別の運動有能感得点の差について検討することを目的とした。

II. 方法

第20回日清カップ全国小学生クロスカントリーリレー研修大会に出場した345名 (5年男子28名, 5年女

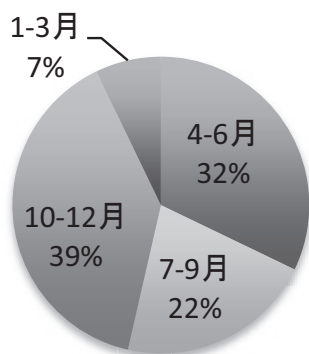


図1. 誕生月の人数割合 (5年生男子)

子50名, 6年男子148名, 6年女子119名) を対象に生まれ月、運動有能感についてのアンケート調査を実施した (表1)。

大会参加者において誕生月の影響があるのかを検討するため、誕生月別の4群の人数割合を学年と男女別に算出した。

次に、運動有能感の3因子および合計得点において誕生月の影響があるのかを検討するため、誕生月の4群を独立変数、運動有能感の3因子および合計得点を従属変数に設定し、一元配置分散分析を男女別に行った。分析は、統計学的に対象者が十分に確保できた6年生のみを対象者とした。なお、統計的有意水準は5%に設定した。全ての分析をStatistical Package for Social Science (SPSS) version 25を用いて行った。

調査については、研究の方法、目的について十分に説明し、対象者および保護者、指導者の同意を得た上で実施した。

III. 結果と考察

誕生月別の人数を表3に、誕生月の人数の割合を図1～4に示した。全国小学生陸上においては、男女共に4～6月生まれが全体の約半数近くを占めているとの報告があるが、本大会においてはその傾向

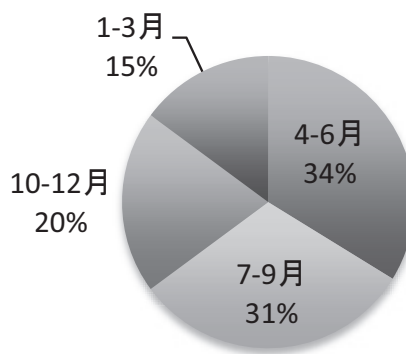


図3. 誕生月の人数割合 (6年生男子)

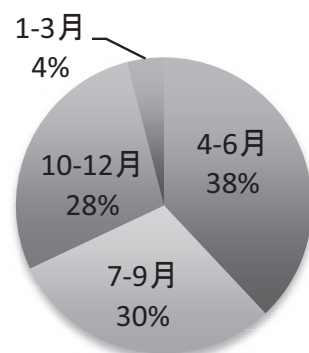


図2. 誕生月の人数割合 (5年生女子)

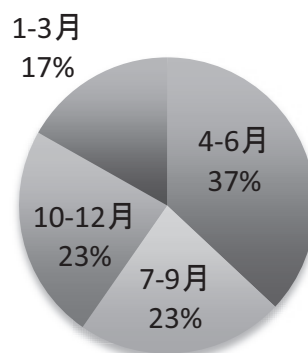


図4. 誕生月の人数割合 (6年生女子)

はみられなかった。特に5年生男子においては4～6月生まれよりも10～12月生まれの人数が多い結果となった。全国小学生陸上では短距離、跳躍、投擲種目が行われ、早熟傾向の選手が多いことも報告されているが(井筒ら2012)、本大会においてはその傾向がみられないことが示された。これは男女に関係なく少ない体脂肪量である長距離選手の身体組成の特性(満園ら1994)にもあるように、長距離種目であれば身体が小さいことが逆に有利になり、生まれ月が影響しづらいことも考えられるが、1～3月生まれの割合が最も少なかったことをみると、小学校期においては体格差よりも運動経験や生育環境、心理的な発達の影響の方が大きいこともいえよう。

生まれ月で運動有能感の得点に差があるのかを検討するため、4群に分けた誕生月別に運動有能感の3つの因子得点(身体的有能さの認知、統制感、受容感)、さらに3因子をまとめた合計得点(有能感)について一元配置分散分析を行った(図5～12)。なお、5年生の男子・女子については出場者数が少なかったため、分析可能人数を満たした6年生の男子・女子のみで行った。

6年生男子については、身体的有能さの認知(4-6月>1-3月, 7-9月>1-3月)、統制感(4-6月>1-3月)、運動有能感(4-6月>1-3月, 7-9月>1-3月)に有意差が認められ、4-6月および7-9月生まれは、1-3月生まれよりも高い得点を示した。このことから、先行研究でも報告されているように6年生男子の出場者では、運動有能感に相対年齢効果が出現することが示された。10-12月生まれでは、いずれの運動有能感の点数と有意な差が認められなかった。

6年生女子については、いずれの項目とも有意な差は認められなかった。これは、生物学的にみると成長には男女差があり、第二次性徴が女子の方が男子よりも早いことから、小学校期ではすでに生まれ月の影響が出現しないことが考えられる。しかしながら、5年生女子では1～3月生まれの割合が5%に満たないことが示されていることから、今後さらに対象年齢を広げて調査を行う必要性があろう。

IV. まとめ

本研究は、小学生クロカンに出場者を対象として、相対年齢効果と運動有能感の関連性について検討し、以下のことが示された。

(1) 本大会においては、5年生男女、6年生男女に

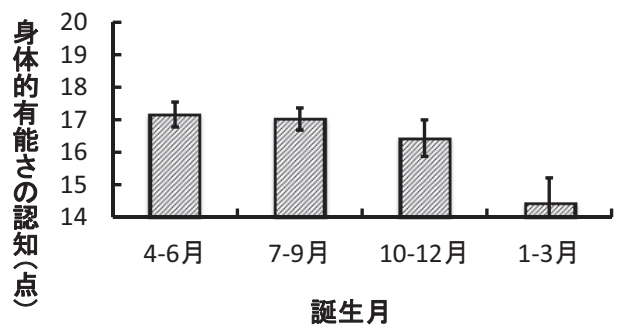


図5. 身体的有能さの認知(6年男子)

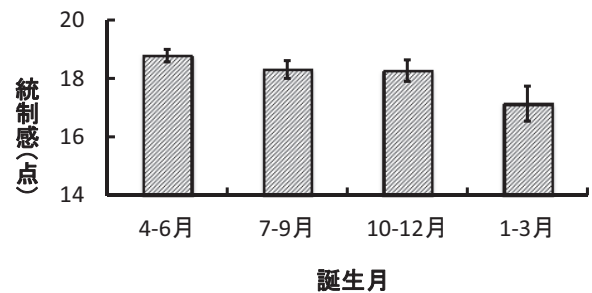


図6. 統制感(6年男子)

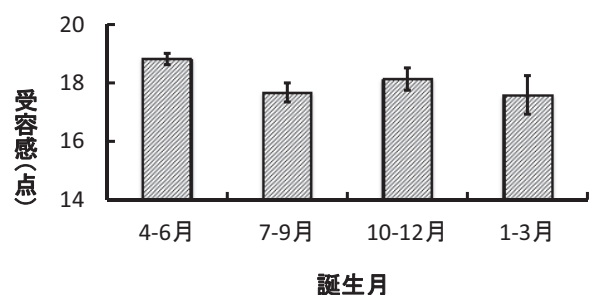


図7. 受容感(6年男子)

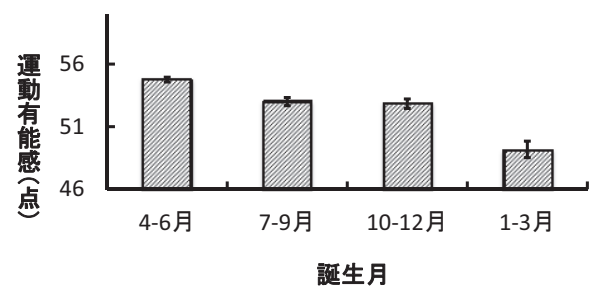


図8. 運動有能感(6年男子)

において、1～3月生まれの者が少ないことが示された。

- (2) 短距離を中心とした全国小学生陸上では4～6月生まれが圧倒的に多かったが、本大会においては、10～12月生まれが多かった。
- (3) 6年生男子では、生まれ月と運動有能感に有意な差が認められた。

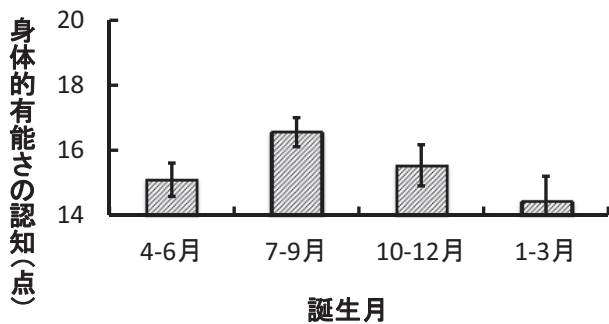


図 9. 身体的有能さの認知 (6年女子)

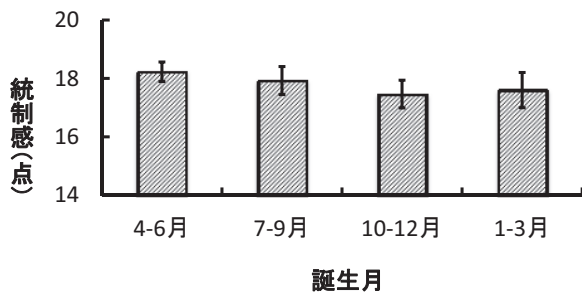


図 10. 統制感 (6年女子)

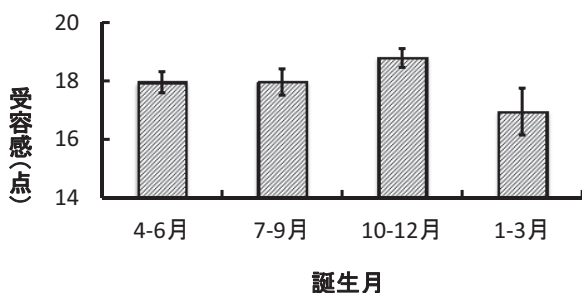


図 11. 受容感 (6年女子)

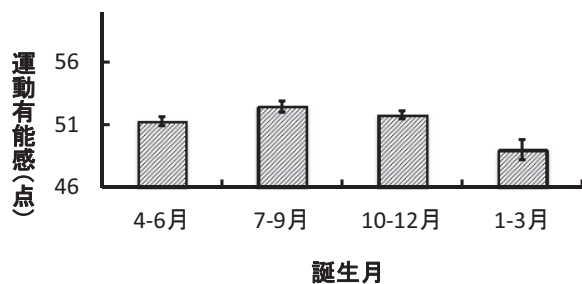


図 12. 運動有能感 (6年女子)

(4) 6年生女子では、生まれ月と運動有能感に有意な差が認められなかった。

V. 付記

本研究は、公益財団法人日本陸上競技連盟普及育成委員会の調査研究 (2017年度) によって行われ

たものである。ご協力いただいた方に感謝申し上げます次第である。

参考文献

古田 久, 黒坂志穂 (2019) 大学生の運動有能感・運動参与・運動不振における相対年齢効果の検討. 埼玉大学紀要 教育学部, 59(1):107-113.

Harter, S. (1982) The perceived competence scale for children

HIROKI NAKATA, KIWAKO SAKAMOTO (2011) RELATIVE AGE EFFECT IN JAPANESE MALE ATHLETES. Perceptual and Motor Skills, 113(2), 570-574.

井筒紫乃, 川田裕次郎, 伊東静夫, 繁田 進, 渡部 誠 (2014) 小学生の相対年齢効果と身体・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 -. 陸上競技研究紀要, 第10巻, 4-8.

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.

Jess C. Dixon, Vincenzo Liburdi, Sean Horton, and Patricia L. Weir (2013) An Examination of the Impact of Relative Age Effects and Academic Timing on Intercollegiate Athletics Participation in Women's Softball. Journal of Intercollegiate Sport, 6, 147-163.

Kawata, Y., Kamimura, A., Izustu, S., and Hirosawa, M. (2017) Effect of Relative Age on Physical Size and Motor Ability Among Japanese Elementary Schoolchildren. Advances in Human Factors in Sports, Injury Prevention and Outdoor Recreation, 603, 108-120.

Kawata, Y., Kamimura, A., Izutsu, S., Yamada, K., Iizima, M., Mizuno, M., and Hirosawa, M. (2014) Relative age effect in physical and psychological development in young Japanese children and associated problems for kindergarten teachers. Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014, 6046-6051.

川田裕次郎 (2014) 児童の運動参加を促進するための相対年齢効果に関する研究. 平成2014年度笹

- 川スポーツ財団研究助成報告書, 306-314.
- Lisa Muller, Carolin Hildebrandt and Christian Raschner. The Role of a Relative Age Effect in the 7th International Children's Winter Games 2016 and the Influence of Biological Maturity Status on Selection. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16, 195-202.
- 松原達哉 (1966) 生まれ月からみた児童・生徒の心身の発達差に関する縦断的研究. *教育心理学研究*, 14(1):37-44.
- 満園良一, 小宮秀一, 丸山敦夫 (1994) 一流女子長距離ランナーの身体組成と体型. *体力科学*, 43, 334-342.
- 森丘保典 (2014) タレントトランスファーという発想-最適種目選択のためのロードマップ-. *陸上競技研究紀要*, 第 10 巻, 51-55.
- 岡田 猛 (2002) 相対年齢 (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 人文・社会科学編*, 第 54 巻, 95-110.
- 岡沢祥訓, 北 真佐美, 諏訪祐一郎 (1996) 運動有能感の構造とその発達及び性差に関する研究. *スポーツ教育学研究*, Vol. 16, No2, 145-155.
- 桜井茂男 (1983) 認知されたコンピテンス測定尺度 (日本語版) の作成. *教育心理学研究*, 31(3):60-64.
- Stephen c. Hollings, Patria A. Hume, & Will G. Hopkins (2014) Relative-age effect on competition outcomes at he World Youth and World Junior Athletics Championships. *European Journal of Sport Science*, Vol.14, S456-S461.
- 竹村英和, 内丸 仁, 小田桂吾, 山口貴久, 高橋弘彦 (2017) スポーツタレント発掘・育成事業における選考会参加児童の体力・運動能力と相対年齢効果. *仙台大学紀要*, Vol. 49, No. 1, 45-52.
- 内山三郎 (2012) 「早生まれ」と運動成績・学習成績. *岩手生物教育研究会会誌*, No23, 68-74.
- 内山三郎 (2014) 小学生から大学生までに現れる生まれ月分布の偏り. *岩手大学教育学部研究年報*, 第 73 巻, 1-7.
- White, R. W. Motivation reconsidered (1959) The concept of competence. *Psychological Review*, 66(5), 297-333.

日本人アスリートにおける相対年齢効果

中田大貴

奈良女子大学 研究院生活環境科学系

I. はじめに

トップアスリートになるためには、遺伝的要因、トレーニング、栄養、家族環境、社会文化的背景など様々な要因が必要になる。この四半世紀、「相対年齢効果 (relative age effect: RAE)」がスポーツ活動で秀でる1つの要因であると報告されている。すなわち、同じ学年区分であっても「遅生まれ」の子(選手)の方が、「早生まれ」の子(選手)よりもスポーツで活躍しやすい傾向にあるということである。例えば、国際サッカー連盟 (Federation Internationale de Football Association: FIFA) は年齢の区切り (cut-off date) を1月1日にしており、1月生まれの選手と12月生まれの選手は約1年の年齢差が生じている。そのため、遅生まれの子は生物学的な発育発達が進み、認知機能も高いことが報告されている (Musch & Grondin, 2001)。Musch & Grondin (2001) は相対年齢効果の発生メカニズムにはいくつかの要因が考えられるが、その中の1つが「競争原理」であるとしている。競争原理の強弱は参加選手数に依存し、その国の中の人気スポーツに関係すると考えられる。もう1つが「身体的発達」である。ほとんどのスポーツの場合、身長、有酸素能力、筋力、持久力、スピードが高いほど、高いパフォーマンスを発揮できることは明らかである。よって、遅生まれの子はレギュラーに選ばれ、試合に出る機会も多くあるため、経験を積みやすく、心理的優位性、技術的発達、戦術的能力を高めることができ、アスリートとして活躍しやすいと考えられている。相対年齢効果はこれまでに、サッカー (Dudink, 1994; Hirose, 2009)、アイスホッケー (Barnsley & Thompson, 1988; Baker & Logan, 2007; Wattie et al., 2007)、野球 (Thompson et al., 1991)、バスケットボール (Delorme et al., 2011)、クリケット (Edwards, 1994)、NASCAR (Abel & Kruger, 2007)、ラグビー (Till et al., 2010)、

テニス (Edgar & O' Donoghue, 2005)、ハンドボール (Schorer et al., 2009)、柔道 (Albuquerque et al., 2015)、ウィンタースポーツ (Raschner et al., 2012; Baker et al., 2014; Müller et al., 2015, 2016) などで報告されている。

II. 日本の男子スポーツ

著者らの先行研究では、まず日本の男子スポーツにおける相対年齢効果を検討した (Nakata & Sakamoto, 2011)。日本は世界的に見て非常に稀な年齢区分を採用しており、小学校から大学に至るまでの教育機関、行政、一般企業のほとんどが4月1日を新年度の始まりとしている。また、生まれ月に関しては4月2日をcut-off dateとして採用している。上記の先行研究では、ほとんどが1つのスポーツ種目に着目しているが、各国によってスポーツ事情は異なるため、著者は複数のスポーツ種目に関する相対年齢効果を同時に検討することを目的とした。その種目として、野球、サッカー、バスケットボール、バレーボール、ハンドボール、ゴルフ、競馬、ラグビー、アメリカンフットボール、相撲、駅伝、バドミントンを解析対象とした。なお、各選手の生年月日は「選手名鑑」として書籍で販売されているもの、もしくはインターネット上のホームページで公開されている情報を元にした。表1は、生まれ月に関する日本の一般人口分布とそれぞれのスポーツ種目における分布の結果である。統計的に有意な効果が見られた種目は、野球、サッカー、バレーボール、駅伝、バスケットボール、相撲、競馬である。4~6月生まれ(Q1)の人数が最も多かった種目は、野球、サッカー、バレーボール、バスケットボール、相撲であった。反対に競馬では1~3月生まれ(Q4)の人数が最も多かった。また一般人口分布はほぼ均一でQ1: 24.9%、Q2: 26.3%、Q3: 24.7%、Q4: 24.1%となった。以上の結果は、相対年齢効果

表 1：日本人男子アスリートの生まれ月の分布

	Q1 (4-6 月)	Q2 (7-9 月)	Q3 (10-12 月)	Q4 (1-3 月)	合計 N	X ²	p	効果量
野球	240 (32.8%)	212 (29.0%)	175 (23.9%)	104 (14.2%)	731	57.53	< .001	0.281
	182	183	183	183				
サッカー	331 (34.7%)	273 (28.6%)	212 (22.2%)	139 (14.6%)	955	86.07	< .001	0.300
	238	239	239	239				
バレーボール	39 (29.3%)	43 (32.3%)	28 (21.1%)	23 (17.3%)	133	8.44	< .05	0.252
	33	33	33	34				
駅伝	79 (24.6%)	83 (25.9%)	99 (30.8%)	60 (18.7%)	321	10.08	< .05	0.177
	80	80	80	81				
バスケットボール	48 (30.4%)	44 (27.8%)	35 (22.2%)	31 (19.6%)	158	14.02	< .001	0.298
	59	59	60	60				
ハンドボール	41 (31.3%)	32 (24.4%)	32 (24.4%)	26 (19.8%)	131	4.08		0.176
	32	33	33	33				
相撲	181 (28.3%)	164 (25.7%)	163 (25.5%)	131 (20.5%)	639	8.46	< .05	0.115
	159	160	160	160				
ラグビー	116 (24.2%)	142 (29.6%)	121 (25.3%)	100 (20.9%)	479	7.45		0.125
	119	120	120	120				
バドミントン	40 (27.4%)	36 (24.7%)	39 (26.7%)	31 (21.2%)	146	1.53		0.102
	36	36	37	37				
アメリカンフットボール	73 (22.0%)	102 (30.7%)	83 (25.0%)	74 (22.3%)	332	6.53		0.140
	83	83	83	83				
ゴルフ	35 (25.4%)	34 (24.6%)	37 (26.8%)	32 (23.2%)	138	0.4		0.054
	34	34	35	35				
競馬	19 (12.3%)	32 (20.6%)	49 (31.6%)	55 (35.5%)	155	19.88	< .001	0.358
	38	39	39	39				
					(N = 4318)			
一般	2,250,909 (24.9%)	2,381,282 (26.3%)	2,235,355 (24.7%)	2,178,901 (24.1%)	9,046,447			

二段目の数値はカイ二乗検定の期待度数を示す。Nakata & Sakamoto (2011) から引用。

は多くの国で見られた、いわゆる人気があるスポーツだけではなく、日本特有の相撲や駅伝でも見られることを示した。また、ハンドボール、ラグビー、バドミントン、アメリカンフットボール、ゴルフでは有意な効果が認められなかったことから、全てのスポーツ種目で相対年齢効果が見られるわけではないようである。Côté et al. (2006) はアイスホッケー (National Hockey League: NHL)、バスケットボール (National Basketball Association: NBA)、野球 (Major League Baseball: MLB)、ゴルフ (Professional Golfers Association: PGA) の各選手の相対年齢効果を調べたが、アイスホッケーと野球では相対年齢効果が有意であったが、バスケットボールとゴルフは有意ではなかったとし、著者の結果と同様のものとなった。騎手のデータに関しては、早生まれの方が優位であり、競馬の騎手になるためには体重制限があるなど、他のスポーツ種

目特性とは異なることによる結果であると想定される。同様のケースとしてダンスや体操競技でも見られており、身体的発達がそれ程重要ではなく、または成長が遅い方が有利である可能性が指摘されている (Delorme & Raspaud, 2009)。この現象は「maturation-selection hypothesis」と呼ばれている (Cobley et al., 2009)。

Ⅲ. 日本の女子スポーツ

著者らの2つ目の研究として、日本人女子アスリートの相対年齢効果について検討した (Nakata & Sakamoto, 2012a)。いくつかの先行研究では相対年齢効果の男女差について焦点を当てているが、未だ結論には至っていない。例えば、テニス (Giacomini, 1999)、ダンス (van Rossum, 2006)、アイスホッケー (Wattie et al., 2007)、バスケットボール

表 2：日本人女子アスリートの生まれ月の分布

	Q1 (4-6 月)	Q2 (7-9 月)	Q3 (10-12 月)	Q4 (1-3 月)	合計 N	X ²	p	効果量
ソフトボール	136 (25.7%)	152 (28.7%)	131 (24.7%)	111 (20.9%)	530	3.67		0.083
	131	139	132	128				
サッカー	65 (27.3%)	61 (25.6%)	62 (26.1%)	50 (21.0%)	238	1.93		0.090
	59	63	59	58				
バレーボール	46 (33.3%)	48 (34.8%)	22 (15.9%)	22 (15.9%)	138	16.14	<.001	0.342
	34	36	34	33				
バスケットボール	47 (27.3%)	54 (31.4%)	42 (24.4%)	29 (16.9%)	172	6.44		0.193
	42	45	43	42				
駅伝	32 (25.8%)	36 (29.0%)	25 (20.2%)	31 (25.0%)	124	1.50		0.110
	31	33	31	30				
バドミントン	24 (18.0%)	41 (30.8%)	34 (25.6%)	34 (25.6%)	133	3.64		0.165
	33	35	33	32				
	(N = 1335)							
一般	2,113,573 (24.7%)	2,251,738 (26.3%)	2,127,473 (24.9%)	2,068,122 (24.2%)	8,560,906			

二段目の数値はカイ二乗検定の期待度数を示す。Nakata & Sakamoto (2012a) から引用。

(Goldschmied, 2011)、ハンドボール (Goldschmied, 2011)、射撃 (Delorme & Raspaud, 2009)、サッカー (Helsen et al., 2005) を扱った先行研究では有意な相対年齢効果が認められていないが、認められた研究 (テニス: Edgar & O' Donoghue, 2005; サッカー: Vincent & Glamser, 2006; バレーボール: Okazaki et al., 2011) も報告されている。男子スポーツと女子スポーツにおける相対年齢効果の違いは、女子スポーツにおける競争原理の低さ、ならびに身体的発達の違いが関係していると指摘されている (Delorme et al., 2009)。もし女子スポーツよりも男子スポーツの方が人気という点で競争原理が働く場合、より強い相対年齢効果が発生する可能性がある。また、身体的・生物学的発達は女子が男子よりも早いため、相対年齢効果の現れ方に違いがあるのかもしれない。

著者らの研究ではソフトボール、サッカー、バスケットボール、バレーボール、駅伝、バドミントンの6つの種目を検討した。Delorme et al. (2009) はフランスの3種目のプロスポーツ (ハンドボール、サッカー、バスケットボール) について、男子女子それぞれの相対年齢効果を検討した。その結果、どのスポーツ種目にも有意な相対年齢効果が認められなかったが、同じ国で同じ種目について男子女子スポーツを同時に検討しており、相対年齢効果の発生メカニズムを明らかにする上で有用な方法であると考えられる。著者らの研究では、まず日本の子ども達に人気のスポーツと相対年齢効果の関係性を検

討した。もし相対年齢効果の発生にスポーツの人気が最も大きく関わっているのであれば、女子ではバドミントン、バレーボール、バスケットボールが、男子では野球、サッカー、バスケットボールに相対年齢効果が発生しやすくなるはずである (Ono, 2010)。また身体的発達が主な要因であれば、これらのスポーツと相対年齢効果には関係が低い可能性がある。表2は生まれ月に関する日本の一般人口分布とそれぞれの女子スポーツ種目における分布である。統計的に有意な効果はバレーボールでのみ見られ、他のスポーツでは相対年齢効果は見られなかった。バスケットボールはQ4 (1~3月) が20%以下であったが、統計的な有意差はなく、有意差傾向であった。小学生や中学生に最も人気が高いバドミントンに有意差は見られなかった。この結果から、女子スポーツにおいてはスポーツの人気と相対年齢効果には関係性が低いと言え、男子スポーツとは発生メカニズムが異なると考えられる。バレーボールとバスケットボールは競技特性上、身長が高い方が有利なスポーツである。この2つの種目に関しては、人気と身体的優位性が相互的に作用している可能性はある。また今後の研究として、日本の女子スポーツにおける相対年齢効果の変遷を検討する必要がある。本データは2010年に解析を行ったものだが、その後、日本の女子サッカーは2011年のFIFAワールドカップで優勝、2012年のロンドンオリンピックでは準優勝、2015年のFIFAワールドカップで準優勝をしている。そのため、競争原理が変動してい

表 3：サッカー選手と野球選手の生まれ月の分布と学歴との関係

	Q1 (4-6 月)	Q2 (7-9 月)	Q3 (10-12 月)	Q4 (1-3 月)	合計	X ²	効果量
					N		
(サッカー)							
高校	227 (38.0%)	168 (28.1%)	118 (19.8%)	84 (14.1%)	597	78.75*	0.36
	149	149	149	150			
大学	104 (29.1%)	105 (29.3%)	94 (26.3%)	55 (15.4%)	358	19.19*	0.23
	89	89	90	90			
合計	331 (34.7%)	273 (28.6%)	212 (22.2%)	139 (14.6%)	955	86.07*	0.30
	238	239	239	239			
(野球)							
高校	108 (35.5%)	99 (32.6%)	61 (20.1%)	36 (11.8%)	304	44.45*	0.38
	76	76	76	76			
大学	115 (31.8%)	97 (26.8%)	91 (25.1%)	59 (16.3%)	362	18.74*	0.23
	90	90	91	91			
合計	223 (33.5%)	196 (29.4%)	152 (22.8%)	95 (14.3%)	666	57.38*	0.29
	166	166	167	167			

二段目の数値はカイ二乗検定の期待度数を示す。*: $p < 0.001$ Nakata & Sakamoto (2012b) から引用。

る可能性があり、縦断的研究が必要であると考ええる。

IV. 成人期の相対年齢効果

相対年齢効果は基本的にはジュニアスポーツに着目している研究がほとんどであり、著者らが知る限り、相対年齢効果がどの程度続くのかを検討した研究は非常に少ない。著者らの3つ目の研究として、サッカー選手と野球選手を対象とし、相対年齢効果と学歴の関係性を検討した (Nakata & Sakamoto, 2012b)。表 3 は、サッカー選手と野球選手の生まれ月の分布と学歴との関係の結果である。効果量は、サッカー選手・野球選手ともに、高校を卒業してからすぐにプロになった選手の方が大きく、大学を卒業してからプロになった選手の方が小さくなった。この結果から、成人してからの大学生 (22 歳) においても相対年齢効果は存在するが、高校を卒業する段階 (18 歳) よりも効果量は下がることを示された。Grondin & Koren (2000) は、野球選手における相対年齢効果はアメリカよりも日本の方が強く、Q1 (4～6 月) の選手の割合は高いとしている。また Schorer et al. (2009) はドイツのジュニアのハンドボール選手における相対年齢効果を検討しており、競技のレベルが高くなるほど効果量が大きくなるとしている。これらの先行研究から考慮すると、日本におけるサッカーと野球は、高校生の段階でかなりの競争原理が働いている可能性がある。また非常に優れた選手は大学に進学せず、高校卒業とともにプロ選手になるため、大学生において競争原

理が下がった可能性もある。しかし、身体的成熟といった点では相対年齢効果に差は無いと考えられるため、大学を卒業する 22 歳の成人期においても効果が残存していると言える。

Steingröver et al. (2016) は、バスケットボール (NBA)、アイスホッケー (NHL)、アメリカンフットボール (National Football League: NFL) の選手における選手寿命と相対年齢効果の関係性について検討した。その結果、アメリカンフットボール選手において、早生まれの選手の方が遅生まれの選手よりも選手寿命が長いことを示した。一方、バスケットボールとアイスホッケーには関係性は無かったとしている。著者らの4つ目の研究として、日本のプロ野球選手の選手寿命と相対年齢効果の関係性について検討した (Nakata, 2017)。上記のように、スポーツの人気と制度は各国によって異なるため、相対年齢効果の現れ方も Steingröver et al. (2016) のものと異なる可能性がある。表 4 は、野球選手の生まれ月の分布と選手寿命との関係を示している。3 年毎に選手寿命を区切り (1～3 年、4～6 年、7～9 年、10～12 年、13～15 年、16～18 年、19 年以上)、Q4 の選手数を元に Q1、Q2、Q3 の選手寿命を計算した。その結果、19 年以上できる選手の数は、Q4 の選手が有意に少ないことが示された。この結果は、プロ野球選手になった後も長期間続く相対年齢効果の 1 つであると考えられる。言い換えれば、早生まれの選手はプロ野球選手になったとしても、19 年以上の長期間、プレーを続けることができる選手数が少ないことを意味する。その理由を

表 4：野球選手の生まれ月の分布と選手寿命との関係

	1-3 年	4-6 年	7-9 年	10-12 年	13-15 年	16-18 年	19 年以上	合計	p	効果量
Q1 (4-6 月)	494	256	218	146	126	64	39	1343		
[expected]	528	228	187	181	129	69	19	1343		
X ²	2.2	3.5	5.0	6.8	0.1	0.4	19.8	37.80	< 0.001	0.168
Q2 (7-9 月)	460	252	180	134	97	59	30	1212		
[expected]	477	206	169	163	117	63	18	1212		
X ²	0.6	10.4	0.7	5.3	3.3	0.2	8.9	29.48	< 0.001	0.156
Q3 (10-12 月)	319	153	119	95	79	42	25	832		
[expected]	327	141	116	112	80	43	12	832		
X ²	0.2	1.0	0.1	2.6	0.0	0.0	14.0	17.97	< 0.001	0.147
Q4 (1-3 月)	327	141	116	112	80	43	12	831		

Q1-Q3 における二段目の数値は、Q4 のデータを元にカイ二乗検定の期待度数を計算している。Nakata (2017) から引用。

説明することは非常に難しいが、幼少期から培われる自信の違いが関係しているかもしれない。上記のように、各国の制度上、遅生まれの子どもは早生まれの子どもよりもスポーツで活躍する機会が多いため、運動有能感や自己効力感を高めることができる場合が多い。そのことが成人期にも長く影響している可能性がある。本データの限界点として、選手寿命には相対年齢効果の以外の要因が関与していることである。例えば、Baker et al. (2013) は、Major League Baseball (MLB) の選手寿命は内野手の方が外野手と捕手よりも長いと報告している。また、NHL、NBA、NFL、MLB の選手寿命とドラフトの順位に関係性があることも報告されている (Koz et al., 2012)。そのため、本研究の詳細を明らかにするためには、これらの要因も考慮する必要がある。また、日本人アスリートで相対年齢効果が見られた他のスポーツにおいても、今後検討する必要がある。

V. 相対年齢効果の歴史的解析

一般的に、ある国において、あるスポーツが人気となるには数年～数十年の期間かかると想定される。それ故に、ある国における相対年齢効果の歴史的解析は、効果が始まる時期を知る上で重要であり、世代間の違いを比較する上でも役立つと思われる。さらに、この解析では社会文化的背景を元に考慮されうる。現在までにいくつかの先行研究が相対年齢効果の歴史的解析を行っている。

Daniel & Janssen (1987) は NHL の歴史的解析を行っており、1961 年～1975 年のシーズンでは有意な相対年齢効果は認められなかったが、1985 年以降のシーズンから見られるようになったと報告し

ている。Grondin & Koren (2000) は MLB の歴史的解析を行っている。彼らは、1920 年代～1930 年代生まれの選手には有意な相対年齢効果は認められなかったが、1940 年代以降に生まれた選手に有意差が見られたとしている。アメリカでは 1939 年にリトルリーグが組織され、10 代のための American Legion Baseball は 1926 年に組織されている。リトルリーグの人気はプロ選手の相対年齢効果に結び付いていると考察している。Wattie et al. (2007) は 1955 年以降に生まれたカナダの男子アイスホッケー選手に、有意な相対年齢効果があったとし、カナダ特有の社会文化的背景（例えば、人口増加、アイスホッケー人気増加、国際試合への参加など）が関係しているとしている。Cobley et al. (2008) はドイツのプロサッカー選手に関する歴史的解析を行い、1935 年以降に生まれた選手に有意な相対年齢効果が見られたとしている。Abel et al. (2011) は、オンラインのデータベースを用い、1914～1938 年に生まれた男子野球選手には有意な相対年齢効果が見られたが、女子野球選手には見られなかったとしている。

著者らの研究として、1911 年～1980 年に生まれた日本のプロ野球選手の相対年齢効果について、歴史的解析を行った (Nakata & Sakamoto, 2013)。多くの研究は北米やヨーロッパで行われているが、当然ながら日本とは歴史的背景や社会文化的背景も大きく異なることから、日本においても検討する余地がある。また上記のように、日本の野球選手には相対年齢効果が認められているが、歴史的にいつから始まったのかは明らかではない。さらに、日本の少年野球はいくつかのリーグに分かれており、ボールも硬式球もしくは軟式球を使用する点でもカテ

表 5：各年代における野球選手の生まれ月の分布

	Q1 (4-6 月)	Q2 (7-9 月)	Q3 (10-12 月)	Q4 (1-3 月)	合計 N	X ²	効果量
1910 年代	97 (28.1%) 67	89 (25.8%) 76	72 (20.9%) 85	87 (25.2%) 117	345	25.34 **	0.271
1920 年代	116 (25.1%) 91	112 (24.2%) 104	111 (24.0%) 109	123 (26.6%) 158	462	15.27 *	0.182
1930 年代	258 (28.0%) 190	260 (28.2%) 210	196 (21.2%) 220	209 (22.6%) 303	923	68.02 **	0.271
1940 年代	271 (35.6%) 168	215 (28.2%) 187	128 (16.8%) 180	148 (19.4%) 227	762	109.86 **	0.380
1950 年代	167 (32.4%) 120	171 (33.2%) 123	103 (20.0%) 120	74 (14.4%) 152	515	79.57 **	0.393
1960 年代	227 (34.1%) 161	204 (30.7%) 166	128 (19.2%) 161	106 (15.9%) 177	665	71.00 **	0.327
1970 年代	216 (36.8%) 147	177 (30.2%) 153	114 (19.4%) 142	80 (13.6%) 145	587	70.81 **	0.347

二段目の数値はカイ二乗検定の期待度数を示す。*: $p < .01$; **: $p < .001$ Nakata & Sakamoto (2013) から引用。

ゴリーが異なる。リトルリーグは 1955 年に始まり #1、日本少年野球連盟の第 1 回大会は 1970 年に開催されている #2。リトルリーグは 7～14 歳を年齢カテゴリーとし、日本少年野球連盟は小学生・中学生で分類している。全日本軟式野球連盟は 1970 年に少年野球を組織化し、少年一部（高校生年齢層のクラブチーム）、少年二部（中学生年齢層のクラブチーム）、少年学童部（小学生年齢層のクラブチーム）の 3 部門に分けている #3。

本研究では 4 つの仮説を立てた。1 つ目は「1940 年生まれ以降の選手から」相対年齢効果が始まったとする。その理由として、アメリカでは 1940 年代以降から見られたとの報告があり (Grondin & Koren, 2000)、もし日本とアメリカの選手間における相対年齢効果が同じような社会文化的背景の上に成り立っているとすれば、開始時期も同じようになると考えた。2 つ目は「1950 年生まれ以降の選手から」である。テレビの普及は野球人気を広げるのに重要な役割を果たしていたと考えられ、1950 年代に始まったプロ野球中継に関係するかもしれない。3 つ目は「1970 年生まれ以降の選手から」である。国際的な大会への参加に伴い、より強い競争が働いた可能性がある。日本が世界選手権に参加したのは 1972 年、オリンピックに参加したのは 1984 年のロサンゼルスオリンピックからである。4 つ目は「1910 年生まれ以降の選手から」である。甲子園大会は 1915 年に始まり #4、プロ野球と同様に人気がある大会となっている。上記のように、日本が年齢の区切りとして 4 月 1 日を採用したのは 1886 年である。

その後、第二次世界大戦では敗戦国となり、政治形態も帝国主義から民主主義へと変遷している。さらに、第二次世界大戦以前の労働者に関する社会構造は、一次産業に関わる人が多く、現在とは大きく異なっている。また高度経済成長により、経済大国として工業化も急速に進んできた。本研究ではこのような日本の社会文化的背景を踏まえ、日本のプロ野球選手の相対年齢効果について検討した。

表 5 は各年代における野球選手の生まれ月の分布の結果である。統計的に有意な相対年齢効果は 1910 年代生まれの選手から 1970 年代生まれの選手に至るまで認められた。効果の強さは、1910～30 年代生まれよりも、1940～1970 年代生まれの方が強くなっていた。この結果は Q1 の割合からも明らかであり、1910 年代は 28.1%、1920 年代は 25.1%、1930 年代は 28.0%、1940 年代は 35.6%、1950 年代は 32.4%、1960 年代は 34.1%、1970 年代は 36.8%であった。しかし、これらの結果の解釈には注意が必要である。表 6 は日本人男性の一般人口分布である。1910～1950 年代では Q4 に生まれた割合は 29%以上である。つまり、相対年齢効果の計算をする場合にはこれらの一般人口を元にするため、1920 年代のように Q1 の野球選手の割合が 25.1%であったとしても、統計的には有意差が検出される。

Grondin & Koren (2000) によると、アメリカでは子どもの野球に対する人気は相対年齢効果に関係していると考察されている。しかし、本研究の結果は、彼らのデータと一致していない。その理由として、上記のように日本の少年野球は 1950 年代～

表 6：日本人男性の一般人口分布

	Q1 (4-6 月)		Q2 (7-9 月)		Q3 (10-12 月)		Q4 (1-3 月)		合計
	<i>n</i>	(%)	<i>n</i>	(%)	<i>n</i>	(%)	<i>n</i>	(%)	<i>n</i>
1910 年代	1791767	19.4	2025205	22.0	2275111	24.7	3123909	33.9	9215992
1920 年代	2059032	19.6	2372155	22.6	2485030	23.7	3579334	34.1	10495551
1930 年代	2206393	20.6	2422245	22.7	2541991	23.8	3515386	32.9	10686015
1940 年代	2773900	22.1	3081322	24.5	2971644	23.6	3751951	29.8	12578817
1950 年代	2115867	23.4	2155607	23.8	2105256	23.3	2674998	29.6	9051728
1960 年代	2172512	24.2	2233566	24.9	2171743	24.2	2388225	26.6	8966046
1970 年代	2387059	24.9	2499533	26.1	2316398	24.2	2368142	24.7	9571132

Nakata & Sakamoto (2013) から引用。

1970 年代に始まったが、すでに 1910 年代生まれの選手には相対年齢効果が認められている。そのため、1950 年代以降の高い効果量には関係していると思われるが、少年野球のリーグ制度が日本の野球選手の相対年齢効果に直接的に関与している可能性は低い。前述の 4 つの仮説のうち、4 番目が支持されたと考えられる。高等学校における野球人気がプロ野球選手の相対年齢効果に関与している可能性が高い。日本のプロ野球は 1936 に始まったが #5、甲子園大会よりも後発である。それ故に、1910～1920 年代に生まれた選手は、プロ野球の影響よりも甲子園大会の影響をより受けていたと推察される。1940 年代生まれ以降の選手における相対年齢効果には、社会文化的要因が関わっていると考えられる。先行研究ではテレビを中心としたメディアの発達、スポーツの人気と参加に関与しているとしている (Daniel & Janssen, 1987; Wattie et al., 2007)。表 5 から分かるように、1940 年代以降 Q1 の割合が急激に増えているが、日本のメディアの発達と関係しているのかもしれない。

#1: 公益財団法人 日本リトルリーグ野球協会
(<http://jllba.com/>)

#2: 公益財団法人 日本少年野球連盟
(<http://www.boysleague-jp.org/>)

#3: 公益財団法人 全日本軟式野球連盟
(<http://jsbb.or.jp/>)

#4: 公益財団法人 日本高等学校野球連盟
(<http://www.jhbf.or.jp/>)

#5: 日本野球機構 (<http://www.npb.or.jp/>)

VI. 一般小学生・中学生における相対年齢効果

先行研究ならびにこれまでの著者らの研究では、トップアスリートを対象とした研究がほとんどであり、例えば「100 名中 35 名が 4～6 月生まれ」という選手数に着目されていた。著者の研究の 6 つ目として、一般小学生・中学生における相対年齢効果について検討した (Nakata et al., 2017)。奈良県内の小学校 1 年生～中学校 3 年生、計 3610 名を対象とし、身体的特性 (身長、体重) と体力測定 (50 m 走、立ち幅跳び、握力、上体起こし、長座体前屈、反復横跳び、ボール投げ、20 m シャトルラン) の値を 4～9 月生まれと 10～3 月生まれの 2 群に分類し検討した。その結果、小学校 1～4 年生の男女とも身体的特性・体力測定の値は、4～9 月生まれの方が有意に高かった。また、小学校 5 年生～中学校 3 年生の男子における身体的特性・体力測定の値は、4～9 月生まれの方が有意に高かった。一方、小学校 5 年生～中学校 3 年生の女子における体力測定の値は、4～9 月生まれと 10～3 月生まれで有意な差は見られなかった。これらの結果は、小学校高学年から相対年齢効果に男女差があることを意味した。

前述のように、女子のトップアスリートにおいても相対年齢効果は検出されにくいとされてきた。その理由についてはこれまで明らかにされてこなかった。発育発達学的には女子の方が男子よりも身体的成熟は早いとされている (Tanner et al., 1966)。しかし、成熟スピードに男女差があることが、相対年齢効果の発生メカニズムに直接関与しているかは疑問が残る。その他の可能性として、女子の第二次性徴期における発達に関係があるかもしれない。Müller et al. (2016) は、アルペンスキーの女子選手では第二次性徴期の発達が、スキーの成績

に大きく関わっていると報告している。また一般小学生・中学生を対象とした本研究から考慮すると、女子の体力測定スコアは第二次性徴期の発達により関わっていると考えられる。つまり、早生まれであったとしても、第二次性徴期が早く到達した女子は体力測定スコアが高く、反対に遅生まれであったとしても、第二次性徴期が遅い女子は体力測定スコアが低い可能性がある。またもう1つの可能性として、日常の身体活動量が考えられる。日本の中学生を対象とした最近の研究では、男子よりも女子の方が身体活動量が低いことが報告されている (Kidokoro et al., 2016)。また女子においては、身体活動量と体力測定スコアには相関が認められている。このことから、早生まれであったとしても、身体活動量が高い女子は体力測定スコアが高く、反対に遅生まれであったとしても、身体活動量が高い女子は体力測定スコアが低い可能性がある。これらの考察はあくまでも仮説であり、今後は日常の身体活動量と相対年齢効果との関係性等も検討していく必要がある。

Ⅶ. まとめ

本総説では、日本人アスリートにおける相対年齢効果について、その特性と発生メカニズムを検討した研究を紹介した。要約すると以下の点が挙げられる。

男子スポーツにおける相対年齢効果は、野球、サッカー、バレーボール、駅伝、バスケットボール、相撲、競馬で見られ、全てのスポーツで見られるわけではない。

女子スポーツにおける相対年齢効果は、バレーボールでのみ見られ、男子スポーツと効果が異なる。

相対年齢効果は成人期でも見られ、野球選手、サッカー選手においても共に、学歴（高校卒業、大学卒業）とも関係する。選手寿命とも関係する。

野球における相対年齢効果は、1910年代に生まれた選手から認められる。その後、1940年代生まれ以降の選手で効果量が強くなり、社会文化的背景が関係している可能性が高い。

一般小学生・中学生における体力測定値は、男子では小学校1年生～中学校3年生において4～9月生まれの方が10～3月生まれよりも有意に高かった。女子では小学校1～4年生においては同様に4～9月生まれの方が有意に高かったが、小学校5年生以降では生まれ月による差がなくなった。

また今後、日本における相対年齢効果のメカニズムについて、以下の問題点を明らかにしていく必要があると考える。

日本の場合、4月1日を新年度にするという社会制度を変えることは不可能であるが、スポーツを組織する団体、指導者（コーチ）、トレーナー等は相対年齢効果について理解する必要がある。もしそのスポーツの才能・スキルがある子どもであったとしても、早生まれであるため、見過ごしてしまう可能性がある。相対年齢効果について理解を広める活動も必要である。

北米やヨーロッパと比較し、日本における相対年齢効果の研究が非常に少ない。

上記のように、女性スポーツの相対年齢効果については、特に詳細が分かっていない。トップアスリートだけではなく、一般小学生・中学生について、運動習慣・生活習慣・身体活動量・第二次性徴の時期等、様々な視点から検討する必要がある。

著者らの先行研究では、歴史的解析はプロ野球選手のみを行った。他のスポーツでも同様の解析を行う必要がある。

北米やヨーロッパのデータでは、早生まれの子ども（選手）はドロップアウトする割合が高いことが報告されている (Delorme et al., 2011; Lemez et al., 2014; Wattie et al., 2014)。実際に早生まれの子ども（選手）は多くの失敗経験や不満を抱えているケースが多く、意欲的にスポーツに参加するというよりはやめることを考える傾向にあるようである (Barnsley & Thompson, 1988)。日本においても、モチベーションやドロップアウトと相対年齢効果との関係性について、検討する必要がある。

参考文献

- Abel EL, Kruger ML (2007) A relative age effect in NASCAR. *Percept Mot Skills* 105: 1151-1152.
- Abel EL, Kruger MM, Pandya K (2011) A relative age effect in men's but not women's professional baseball: 1943-1954. *Psychol Rep* 109: 285-288.
- Albuquerque MR, Franchini E, Lage GM, Da Costa VT, Costa IT, Malloy-Diniz LF (2015) The relative age effect in combat sports: an analysis of Olympic Judo athletes, 1964-2012. *Percept Mot Skills* 121: 300-308.
- Baker J, Logan AJ (2007) Developmental

- contexts and sporting success: birth date and birthplace effects in national hockey league draftees 2000–2005. *Br J Sports Med* 41: 515–517.
- Baker J, Koz D, Kungl A-M, Fraser-Thomas J, Schorer J (2013) Staying at the top: playing position and performance affect career length in professional sport. *High Abil Stud* 24: 63–76.
- Baker J, Janning C, Wong H, Cogley S, Schorer J (2014) Variations in relative age effects in individual sports: skiing, figure skating and gymnastics. *Eur J Sports Sci* 14:183–190.
- Barnsley RH, Thompson AH (1988) Birthdate and success in minor hockey: The key to the NHL. *Can J Behav Sci* 20: 167–176.
- Cogley S, Schorer J, Baker J (2008) Relative age effects in professional German soccer: A historical analysis. *J Sports Sci* 26: 1531–1538.
- Cogley S, Baker J, Wattie N, McKenna J (2009) Annual age-grouping and athlete development: a meta-analytical review of relative age effects in sport. *Sports Med* 39: 235–256.
- Côté J, Macdonald DJ, Baker J, Abernethy B (2006) When “where” is more important than “when”: birthplace and birthdate effects on the achievement of sporting expertise. *J Sports Sci* 24: 1065–1073.
- Daniel TE, Janssen CTL (1987) More on the relative age effect. *Can Assoc Health, Phys Educ Recr* 53: 21–24.
- Delorme N, Raspaud M (2009) Is there an influence of relative age on participation in non-physical sports activities? The example of shooting sports. *J Sports Sci* 27: 1035–1042.
- Delorme N, Boiché J, Raspaud M (2009) The relative age effect in elite sport: the French case. *Res Q Exerc Sport* 80: 336–344.
- Delorme N, Chalabaev A, Raspaud M (2011) Relative age is associated with sport dropout: evidence from youth categories of French basketball. *Scand J Med Sci Sports* 21: 120–128.
- Dudink A (1994) Birth data and sporting success. *Nature* 368: 592.
- Edgar S, O’ Donoghue P (2005) Season of birth distribution of elite tennis players. *J Sports Sci* 23: 1013–1020.
- Edwards S (1994) Born too late to win? *Nature* 370, 186.
- Goldschmied N (2011) No evidence for the relative age effect in professional women’s sports. *Sports Med* 41: 87–88.
- Giacomini CP (1999) Association of birthdate with success of nationally ranked junior tennis players in the United States. *Percept Mot Skills* 89: 381–386.
- Grondin S, Koren S (2000) The relative age effect in professional baseball: A look at the history of Major League Baseball and at current status in Japan. *Avante* 6: 64–74.
- Helsen WF, van Winckel J, Williams AM (2005) The relative age effect in youth soccer across Europe. *J Sports Sci* 23: 629–636.
- Hirose N (2009) Relationships among birth-month distribution, skeletal age and anthropometric characteristics in adolescent elite soccer players. *J Sports Sci* 27: 1159–1166.
- Kidokoro T, Tanaka H, Naoi K, Ueno K, Yanaoka T, Kashiwabara K, Miyashita M (2016) Sex-specific associations of moderate and vigorous physical activity with physical fitness in adolescents. *Eur J Sport Sci* 16: 1159–1166.
- Koz D, Fraser-Thomas J, Baker J (2012) Accuracy of professional sports drafts in predicting career potential. *Scand J Med Sci Sports* 22: e64–9.
- Lemez S, Baker J, Horton S, Wattie N, Weir P (2014) Examining the relationship between relative age, competition level, and dropout rates in male youth ice-hockey players. *Scand J Med Sci Sports* 24: 935–942.
- Müller L, Müller E, Hildebrandt C, Kornexl E, Raschner C (2015) Influential factors on the relative age effect in alpine ski racing. *PLoS One* 10: e0134744.
- Müller L, Müller E, Hildebrandt C, Raschner C (2016) Biological maturity status strongly intensifies the relative age effect in alpine ski racing. *PLoS One* 11: e0160969.

- Musch J, Grondin S (2001) Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. *Dev Rev* 21: 147-167.
- Nakata H, Sakamoto K (2011) Relative age effect in Japanese male athletes. *Percept Mot Skills* 113: 570-574.
- Nakata H, Sakamoto K (2012a) Sex differences in relative age effects among Japanese athletes. *Percept Mot Skills* 115: 179-186.
- Nakata H, Sakamoto K (2012b) Association of relative age effects in sports with number of years in school. *Percept Mot Skills* 115: 166-170.
- Nakata H, Sakamoto K (2013) Relative age effects in Japanese baseball: A historical analysis. *Percept Mot Skills* 117: 276-289.
- Nakata H (2017) Relationship between the relative age effect and lengths of professional careers in male Japanese baseball players: a retrospective analysis. *Sports Med Open* 3: 21.
- Nakata H, Akido M, Naruse K, Fujiwara M (2017) Relative Age Effect in Physical Fitness among Elementary and Junior High School Students. *Percept Mot Skills* 124: 900-911.
- Okazaki FH, Keller B, Fontana FE, Gallagher JD (2011) The relative age effect among female Brazilian youth volleyball players. *Res Q Exerc Sport* 82: 135-139.
- Ono K (2010) The 2010 SSF, National sports-life survey of young people. The Sasakawa Sports Foundation, Nihon Publicity Co., Ltd. Tokyo, p.28-31 (in Japanese).
- Raschner C, Müller L, Hildebrandt C (2012) The role of a relative age effect in the first winter Youth Olympic Games in 2012. *Br J Sports Med* 46: 1038-1043.
- van Rossum JH (2006) Relative age effect revisited: findings from the dance domain. *Percept Mot Skills* 102: 302-308.
- Schorer J, Cobley S, Büsch D, Bräutigam H, Baker J (2009) Influences of competition level, gender, player nationality, career stage and playing position on relative age effects. *Scand J Med Sci Sports* 19: 720-730.
- Steingröver C, Wattie N, Baker J, Schorer J (2016) Does relative age affect career length in North American professional sports? *Sports Med Open* 2: 18.
- Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M (1966) Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. *I. Archives of Disease in Childhood*, 41, 454-471.
- Thompson AH, Barnsley RH, Steblelsky G (1991) ‘‘Born to play ball’’ : the relative age effect and Major League Baseball. *Sociol Sport J* 8: 146-151.
- Till K, Cobley S, Wattie N, O’Hara J, Cooke C, Chapman C (2010) The prevalence, influential factors and mechanisms of relative age effects in UK Rugby League. *Scand J Med Sci Sports* 20: 320-329.
- Vincent J, Glamser FD (2006) Gender differences in the relative age effect among US Olympic Development Program youth soccer players. *J Sports Sci* 24: 405-414.
- Wattie N, Baker J, Cobley S, Montelpare WJ (2007) A historical examination of relative age effects in Canadian hockey players. *Int J Sport Psychol* 38: 178-186.
- Wattie N, Tietjens M, Cobley S, Schorer J, Baker J, Kurz D (2014) Relative age-related participation and dropout trends in German youth sports clubs. *Eur J Sport Sci* 14: S213-S220.

陸上競技における相対年齢効果の成因 = 社会学的, 心理学的影響について

安井年文

青山学院大学教育人間科学部

1. はじめに

今日の日本のスポーツの発展は多くの研究や指導の成果を蓄積した上に成り立っているといえよう。それはひとえにオリンピックムーブメントといわれる1964年にアジアで初めて開催されたオリンピックである東京オリンピックの際に大きな国民的イベントとしての関心事になったことに惹起されたものであろう。それは高度経済成長期という日本の歴史的な経済発展時期に日本国憲法25条、生存権として明示されている「健康で文化的な最低限度の生活を営むための権利を有する」としたスポーツ・文化的教養レベルの向上志向もあいまった結果といえよう。このような事象を経ながら2020年に再び開催される東京オリンピック・パラリンピックに向けても様々な取り組みが各競技団体で行われている。

日本陸上競技連盟においても競技者が日本代表選手として活躍するための方策として「2020東京オリンピックプロジェクトチーム」を中心とした取り組みが行われている。その中で「トップアスリートへの道～タレントトランスファーガイド～」を作成し、小学生から高校生までのタレントの辿った経歴を調べ、代表に到るガイドマップを提案している。図1

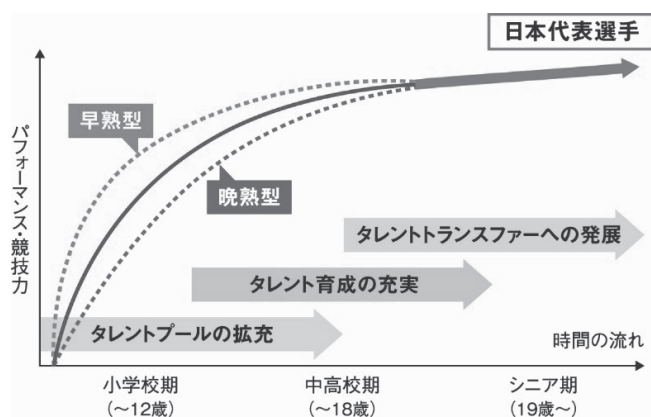


図1 パフォーマンス発達曲線
(日本陸上競技連盟, 2013より)

に示されているようにパフォーマンス発達曲線は日本代表選手になっていく過程では個人差が大きく関与しており、早熟型、中庸型、晩熟型と大別されている。これは一般的には早熟型が早く燃え尽きてしまう、晩熟型が早い段階で競技を諦めてしまう、といった負のイメージを抱き、その中庸が由とされるが、そこへの発育、発達を目指すのは個人差の存在が顕著であるために多大な困難さを包含している。日本陸上競技連盟(2013)は「一人でも多くの競技者に、少しでも長く陸上競技を続けてもらいたい」といったシンボルメッセージを出し、タレントプール(競技者数)の拡充、中学・高校期のタレント育成(指導者・指導法)の充実、タレントトランスファー(最適種目の選択)を柱としてその指針や育成プログラムの作成を目指しているがその実現はまだ完遂していない現状である。この根幹となる小学・中学・高校期の競技者が大切なタレントであり、その校期での特性を全国大会出場者の内訳で見ると若年になることに遡って俯瞰した場合その相対年齢

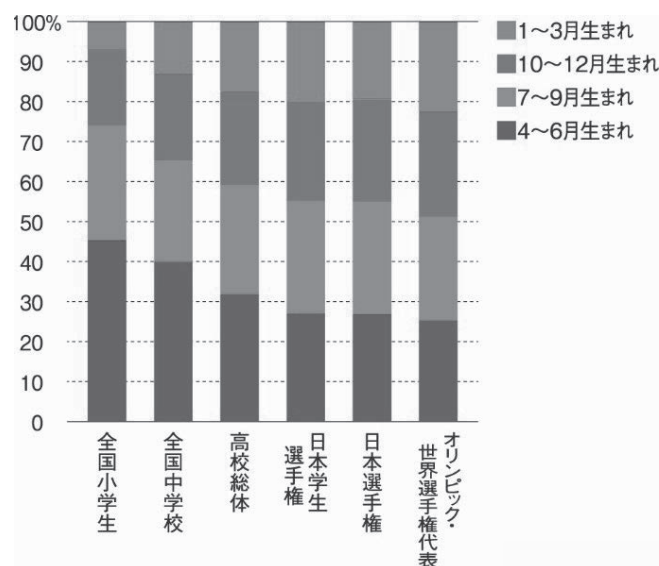


図2 全国大会出場者および代表選手の生まれ月分布
(日本陸上競技連盟, 2013より)

によるその割合の多さが顕著である。いわゆる全国大会に出場している小学生は半数に近い割合で4～6月生まれであり、1～3月生まれのその割合は10%以下という報告（日本陸上競技連盟，2013）からも、その裏付けといえよう。（図2）

ここではそのような相対年齢効果がどのように社会学的および心理学的に影響があるのかを検討していくものとする。その検討を進める上でこれまでにすでにコホート研究等で調査され、報告されてきたものを精査し、とりまとめていくこととする。そしてそれらがどういった要因になっているのかを検証し、今後の相対年齢効果の対応の方向性を社会学的および心理学的に探っていくことを目的とする。

2. 研究の進め方

この検討には新しく試行するといった手法ではなくメタ分析という手法をとって検討を加えていきたい。メタ分析とは、「分析の分析」を意味し、統計的分析が行われ、それらの複数の研究を吟味する。多様な角度から統合および比較をしていく分析研究法のこととされる。Smith & Glass (1977) によってメタ分析として開発した。以来、メタ分析は徐々に改善が加えられ、今では社会行動学を中心にかなりよく使われる手法となっている。

メタ分析の長所は第1に、1つの研究では見失われていた小さな関係が、多くの研究を統合することで明らかになる。第2に、研究を相互に比較することで新たな視点が得られ、将来の研究の方向づけになる。しかしこの方法には使用上の注意が必要である。メタ分析は他の研究者の研究データを利用するので、メタ分析者が研究データを誤解し、誤った結論を導く可能性がある。異なった動機で収集されたデータ群の中には、違った概念に同じ名前が与えられていることもある。また、元の研究データが間違っていると、その影響を受けてしまうのも問題である。これらのような問題点を含蓄していることを甘んじて受容しながら検討をする。

3. 討議

3.1 相対年齢効果についての社会学的検討

3.1.1 相対年齢効果と学年齢について

相対年齢効果を社会学的にとらえようとするところまでにも述べられてきたようにその仕組みは満6歳に達した後の最初の4月1日から子どもを小学校に通わせることを保護者に学校教育法で義務づけて

いる。分かりやすく述べると4月2日生まれの者がその学年でもっとも早くその学年齢に達する子どもに該当する。したがって4月1日生まれの者は1学年上ということになり、ここに区切りがくることで早生まれといわれる1～3月生まれに加えて4月1日生まれの者はその学年のなかでは特に低年齢の時期には発育、発達に4～6月生まれの者に対して遅れて追いつかない状況になる。このことは当然年齢を重ねるとその解消がなされていくと考えられているが川口と森（2007）は小・中学校の学業成績と4年生大卒者の比率を調査し4～6月生まれと1～3月生まれでは明らかな差が認められたという報告をしている。また、内山（2014）は小学生、高校生、大学生の生まれ月分布の偏りを調査し、その学習成績を加味しながら検討している。それによると高校入学や大学入学の時期まで1～3月生まれの者の影響が存在していると論じている。学習成績に連動する進学校や医大等の難関大学への進学割合は1～3月生まれの者の方が少ないといった傾向も否定できないとしている。これは若年期の発育、発達の遅れがその後の学修状況に少なからず影響し、ひいては学力の高低に繋がっていくと想起される。学年齢は今の社会的制度から考えて一貫教育校などの特別な組織やカリキュラム等を行わなければ解消することは非常に困難な事柄である。一過性的な問題解決だけでなく、長期的にその解決法を探ることが必要になるものである。

3.1.2 種目における相対年齢効果について

各スポーツ種目において相対年齢効果として調査されたものとして図3に生まれ月別の選手数を示した。これは明らかにプロ野球やJリーガー（J1）といったトッププロの成熟した年齢までいくとその相対年齢効果というものは認めにくくなる。しかしその年代よりも若いサッカーのジュニアユースへの所属や高校野球での全国大会（甲子園）出場者では顕著に4～6月生まれの者が多数を占めるようになっている。その理由として森丘（2014）は子どもの学業やスポーツの成績に教師や指導者が期待をかけることでより良く成果発揮されるピグマリオン効果を期していたり、その反対でもある期待をかけなければその成果は低下していくゴーレム効果も伴っていると指摘している。子どもたちの自己効力感に大きく関係する心身の発育や発達にこれらのことが大きく関与していることは4～6月生まれの子どもたちはそれ以外の子どもよりも発育や発達が比較的早いことによって、ある技術の習得も早く成し遂げ、さ

らに出来ることが比較的多く存在していることも推察される。したがってそのアドバンテージがその後の生育にも関係しているとも推察している。特にサッカーや野球といったその種目特有の技術習得といった観点ではいち早く、より高度に、といった進歩の速さは大きな意味を持つものであると考えられる。

3.1.3 海外での相対年齢効果の検証

海外の事例でみるとフランスではエリートスポーツにおいて Nicolas et. al (2009) がその検討をしている。多くのスポーツ種目で相対年齢効果の影響があるのか否かを調査して唯一、男子のアイスホッケーでのみ認められたが、その他の種目や女子の全ての種目においてはその影響は認められなかったという結果であった。最も高いパフォーマンス発揮をしなければならない最高レベルのステージでは相対年齢効果の影響はほとんど無いということに改めて論じている。これに反するが Sixto と Juan (2012) はアメリカ・アルバカーキ州での調査を行っている。その中で年度初頭に生まれた者の方が発育や発達の進歩が早いという優位にアスリートのキャリア・アップや技術習得が進むとしている。しかしこれらの対象はほとんど球技系の種目が多くサッカー、バスケットボール、ハンドボール、ホッケー、ラグビー、バドミントン、テコンドーを対象としたものであった。年度末生まれの者よりはそれ以外の生まれ月の方が相対年齢効果による影響があると述べている。これはさらに密接に関連する要因

として男女差、スポーツ種目がプロかアマか、もしくはメジャーかマイナーかによっても相違した結果になると述べている。多様な国々で違った結果ともいえる検証がみられているが、より詳細な検討が必要であり、どの程度の競技レベルで論じるのか、スポーツ種目の特性の考慮、といったどの観点に依拠しているかによってその評価も違ってくるとも推察される。

3.1.4 我が国の陸上競技における相対年齢効果の検証

スポーツ種目を陸上競技に絞って検討していくと日本陸上競技連盟 (2013) は全国大会への出場者を小学校から世界選手権・オリンピック代表までの生まれ月で分類している (図2)。それによると小学生は全国大会に出場した者は約 45% 超で 4～6 月生まれの者で占めている。この傾向は中学生、高校生へと年齢を重ねるにつれ低下していき、大学生レベルからそれ以降の年齢カテゴリーではその傾向は認められなくなると示されている。特に日本代表選手では相対年齢効果の影響は見られなくなり、低年齢期、ここでは小学校や中学校期での 4～6 月生まれの子どもたちの日本でのトップレベルになった者たちが、どのような生育環境やトレーニングで成長したのかを考えていかなければならないと考える。また日本陸上競技連盟 (2013) は自己効力感を 1～3 月生まれの者たちに如何にして持たせていくかということに加え、「一人でも多くの競技者として少しでも長く陸上競技を続けてほしい」とした提言のな

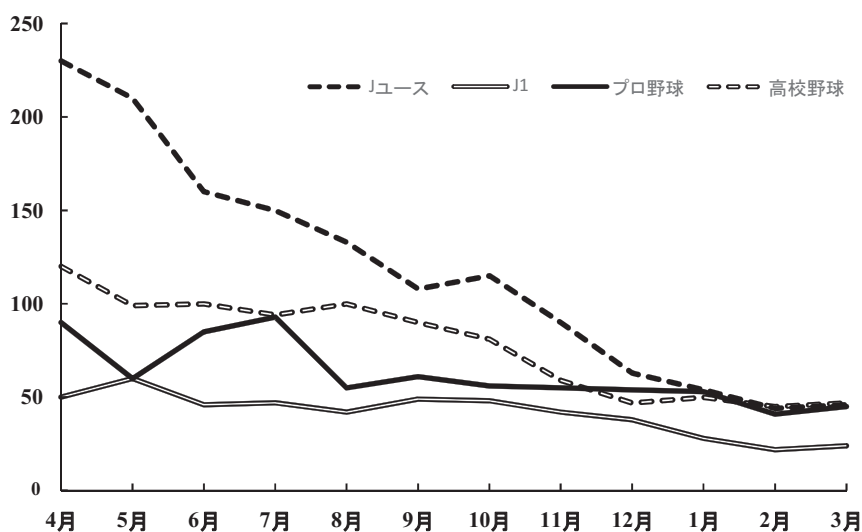


図3 生まれ月別の選手数

J1 とプロ野球は 2013 年シーズン開幕時の登録日本選手，高校野球は 12 年度の甲子園出場校の登録選手，Jユースは 11 年 Jユースカップの出場登録選手朝日デジタル：早生まれ，選手に不利？プロ野球も J1 も 2 月が最少 (2013 年 4 月 10 日) より

かに早期に成熟する4～6月生まれの者のバーンアウト症候群になることの防止も併せて謳っているが、具体的なそのためのプログラムは実在していないのも事実である。このことはあくまでも陸上競技者のみに限らず周りの保護者、コーチ、指導者、教師への啓蒙をすることの指摘以上に具体的な施策が急務であろう。

3.2 相対年齢効果についての心理学的検討

社会的なしくみに左右されながら相対年齢効果というものが存在しているということが前項であぶり出されてきたといえよう。これらについての事柄を心理学的側面から検討していく。

3.2.1 相対年齢による運動への志向

運動への参加といった観点で考えていくと児童の運動参加について川田（2014）、（2015）は以下のように検証している。運動の楽しさ、運動有能感といったポジティブな志向、さらには運動に対する意識、運動行動について小学生を対象として調査した結果、全ての項目において相対年齢効果が認められた。すなわち小学生の各学年において4～6月生まれの者の方が1～3月生まれの者よりも優れた値を示していた。これらは若年期においては心理的にも身体的にも相対年齢効果の影響が顕著であることの追認になったともいえる。これは既に松原（1966）がかなり以前に教科の成績について相対年齢効果の影響があり、体育においても成績は小学6年生まではその影響が強く残り、それは中学3年生までも影響していると報告している。同様に古田・黒坂（2010）は大学生を対象に心理的な成長をすでに終えた成人として捉え、その相対年齢効果を検討している。ここでは一般の大学生を対象としており、スポーツに優れた者かどうかはその対象の条件にしていなことが一つの理由であるが全体的に生まれ月によって運動有能感、運動参与および運動不振における有意差は認められていない。したがって運動有能感に代表される、その運動に対しての「自信」、「やれば出来る」、「他者に受け入れられている」といったポジティブな志向に関する心理的要因は成人になるにつれて、相対年齢効果の影響は消滅するものであり、スポーツのエキスパートとは切り離して検討していくことも必要である。一般的なセオリーとしては心理的な影響はないといえるものであろう。しかしトップアスリートではさらに違った結果になることも予想される。

3.2.2 相対年齢効果に影響する理論モデル

ある組織などにおいてどのような関係がよいのかを Hancock ほか（2013）はスポーツにおける相対年齢効果の理論モデルとして提案している（図4）。それによると競技者と保護者やコーチ・指導者との関係については競技者に対して期待をかけることによってその期待に応えようとし、それ相応の結果を出してくるといったピグマリオン効果を期待している。ここで保護者やコーチ・指導者が期待をかけることは教育や指導をしていけば当然のことであり、その期待をかけることでコーチングや教育も真剣になりやすいものになってくる。特に保護者はよその子どものことは冷静にとらえることができるが我が子になれば特別なものをそこに見つけようとする事例は多く、親がいち早くある才能に気づき期待をかけてあげることで才能開花すると信じているものと中山（2010）は述べている。さらにそこでは教師も保護者と同様に期待をかけることの重要性を説いているが単純に金科玉条のような「期待をかける」→「成果が高まる」といった文言だけに収斂することの危険性も指摘している。ここで教師はコーチ・指導者と日本のスポーツ現場には重なるため同様に定義していくという前置きをしながらではあるが、高い期待をかけることはコーチ・指導者側にも大きく義務感やプレッシャーを与え続け、おおらかに子どもの成長を待つということよりもせっかちにその行動を方向づけていこうとしていきがちになると指摘している。したがって高い期待をかけることが一括りに全肯定されるわけではなく、肯定的な関心で

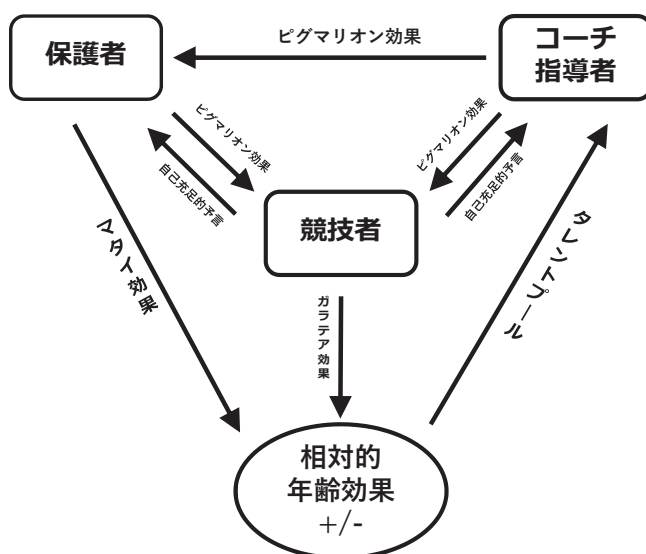


図4 相対的年齢効果に影響する社会的立場の理論モデル

Hancock et al. (2013) より抜粋

あることの重要性を示している。このことが陸上競技に携わるコーチ・指導者がその年代毎に結果を求めすぎて主導的な指導に偏重してはいけないということであり、Deci&Ryan (1991) が述べている自律性支援が重要であると考えられる。これは内発的動機づけ理論の中で論じられてきており、大人が手出しをしないで全くの自由にしておくということではない。むしろ大人が積極的に関わるのが重要であり、子どもの自律性を育てる「関与」といった表現で肯定的な関心を持ち、持っている時間やエネルギーを子どものために投入するべきであると述べている。

その反対に自己充足的予言を競技者は保護者やコーチ・指導者に対して示したり、自分自身が感じたりする。これはある状況が本当にあると定義づけをすると結果としてその状況が現実のものになっていく、またはそのように人に行動させていくといったプロセスを指している。さらに保護者は4～6月生まれの比較的早く生まれた者がより有利に技術獲得できるといったマタイ効果（好機に恵まれればさらに恵まれるようになっていくといったプロセス）を通して相対年齢を理解している。また競技者は相対年齢をガラテア効果によって「私は早生まれ（1～3月生まれ）だから今後は更に伸びていく」などといった自己期待、もしくは競技意欲の低下等といった両面に捉えている。またコーチや指導者は相対年齢効果の要因によってその競技者数の拡充などの問題に直面していることも事実である。

これらのように理論的なモデルは提案されているがあくまでもその理論や考え方であることは留意しなければならず、そのポリシーに基づいて具体的な関わり合いが実施されてこなければならない。

4. まとめ

ここまで相対年齢効果の影響について社会学的小および心理学的な側面からアプローチを試みてきた。しかし、ここで論じたのはメタ分析的にその影響についてごく一部の切り口であることやその一部の見方であることは否定できない。しかし、この問題のホットトピックスとしての課題提起をすることはできたと考える。

社会的に捉えようとするとき莫大な観点が存在する。相対年齢効果は学年齢として小学校から大学まで4月入学3月卒業という社会的制度がある以上、一時的には発育発達の過程に於いて必ずその境目に生まれた者に起こりうる課題である。内山 (2013)

はその研究の中でアメリカでは親が子どもの発達状態を考慮し入学を延期することもできるといった制度を日本での教育制度の中に柔軟に取り入れていくことや春入学や秋入学の選択可能なシステムといった抜本的な取り組みがなされることでその相対年齢効果の負の部分の解消を示唆している。これらのように海外で取り組まれているその施策を日本の制度に取り組む柔軟性は必要であろう。また、成長過程における評価、とりわけスポーツの成績についてテンポラリー的な評価だけに留まらないような配慮の必要性も指摘されるものである。

相対年齢効果のスポーツ種目への違いとしても日本陸上競技連盟 (2000) は英国の制度や調査を引き合いに出し、日本のジュニア陸上競技者への指針としても提示している。そもそも陸上競技は競技開始年齢が早くもなく遅くもないといった状況であった。水泳や柔道といったものは8歳程度で専門的競技開始しているが、陸上競技では10歳程度であった。さらに上級レベルに到達するのにそれぞれの種目で約10年を要するとしている。これらのことから早く始めることよりも長く競技を続けることが重要であるということがわかる。したがって日本陸上競技連盟 (2013) が「一人でも多くの競技者に、少しでも長く陸上競技を続けてもらうために」とした提言も合致した見解と捉えることが出来よう。

しかし、日本代表をより世界的に活躍できるようにしていくために若年期に遡ってどのような取り組みを行っていくのかは具体的かつ現実的な説得力の高いプログラムは存在していないのも事実である。社会的なその仕組みを検討することが必要であっても急激な変化は混乱を引き起こすだけであろう。教育やスポーツ、とりわけその相対年齢効果の影響を取り除いた教育プログラム、指導プログラム、そして陸上競技におけるパフォーマンス評価の方法は今後検討されていくべきであろう。より多くの人に陸上競技を行ってもらいその競技者の裾野の幅を広げるといふことは別の次元での日本オリジナルのプログラムが必要になっていくのかも知れない。

5. 参考文献

- Deci., E. L., & Ryan, R. M. (1991) A motivational approach to self: Integration in personality. In R. Dienstbier (Ed) Perspective on motivation. University of Nebraska Press. pp.237-288.
- Doyle JR, Bottomley PA, Angell R (2017)

- Tails of the travelling Gaussian model and the relative age effect: Tales of age discrimination and wasted talent. *PLoS One*, 12:e017206.
- 古田久, 黒坂志穂 (2010) 大学生の運動有能感・運動参与・運動不振における相対年齢効果の検討. *埼玉大学紀要 教育学部*, 59:107-113.
- Hancock David J, Adler Ashley L, & Côté Jean (2013) A proposed theoretical model to explain relative age effects in sport. *European Journal of Sport Science*. Vol.13, No. 6, 630-637.
- 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*. No. 569. 29-42.
- 川田裕次郎, 上村明, 沖和砂, 広沢正孝 (2015) 児童の運動の楽しさにおける相対年齢効果 (03 体育心理学, 一般研究発表, 2020 東京オリンピック・パラリンピックと体育・スポーツ科学研究) *日本体育学会大会予稿集*, 66:136.
- 川田裕次郎 (2014) 児童の運動参加を促進するための相対年齢効果に関する研究. 2014 年度 笹川スポーツ研究助成.
- 松原達哉 (1966) 生まれ月からみた児童・生徒の心身の発達差に関する縦断的研究. *教育心理学研究*, 14 (1) :37-44.
- 森丘保典 (2014) スポーツの才能(タレント)とは?. *Sports Japan* 2014 年 11-12 月号. vol. 16. 48-49.
- 中山勘次郎 (2010) 教師の期待は子どもを伸ばすかーピグマリオン効果を超えて(特集 子どもが伸びるとき). *児童心理*. 64:531-537.
- Nicolas Delorme, Julie Boiché, and Michel Raspaud (2009) The Relative Age Effect in Elite Sport: The French Case. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. Vol.80. No. 2. pp. 336-344.
- 日本陸上競技連盟普及委員会 (2000) 陸上競技における才能育成について考えるーリチャード・J・フィッシャー博士 (英国) 特別講演からー. *陸上競技紀要* Vol. 13. 3-10. (財) 日本陸上競技連盟.
- Sixto González-Villora and Juan Carlos Pastor-Vicedo (2012) Relative Age effect in Sport: Comment on Alburquerque, et al. *Perceptual & Motor Skills: Motor Skills & Ergonomics* 2012, 115, 3, pp. 891-894.
- Smith, Mary L., Glass, Gene V. (1977) Meta-analysis of Psychotherapy outcome studies. *American Psychologist*, 32 (9), 752-760.
- 内山三郎 (2014) 小学生から大学生までに現れる生まれ月分布の偏り. *岩手大学教育学部研究年報* 第 73 卷 (2014. 3) 1~7.
- Wattie N, Schorer J, Baker J (2015) The Relative Age effect in Sport: A developmental system model. *Sports Medicine*, 45:83-94.

若年競技者育成と相対年齢効果

渡邊將司
茨城大学教育学部

はじめに

若年期におけるスポーツのカテゴリーは、学年や年齢で区分されるパターンが多い。例えば日本で学年区分された場合、4月生まれと3月生まれでは約1年の差が生じることとなる。からだの発育発達が著しい若年期において、約1年もの発育期間の差は身体的にも精神的にも差が生じることが容易に想像がつく。このように年齢や学年区分が起因して生じる様々な影響を「相対年齢効果 (Relative Age Effect: RAE)」という。本特集では、特にスポーツ選手に焦点を当ててRAEの現状と対応策についてまとめる。なお、本特集では年齢または学年区分の前半1/4をQ1、次の1/4をQ2、その次の1/4をQ3、最後の1/4をQ4とした。つまり日本の学年区分に当てはめると、4～6月生まれがQ1、1～3月生まれがQ4となる(4月1日生はQ4に属する)。

1. 相対年齢効果の成因

—身体的および心理社会的影響—

同じ学年でも4月に誕生した子どもと3月に誕生した子どもとは、約1年の発育差が生じる。つまり学年が1つ異なるといっても過言ではない。10歳と11歳の子どもの体格・体力差を比較してみると、身長は男子で6.9cm、女子で6.6cm、50m走は男女とも0.4秒の差が生じており、いずれも11歳の方が優れている(首都大学東京体力標準値研究会, 2007)。特に体格や体力がパフォーマンスに強く影響するスポーツでは、身体的に優れた選手が有利である。したがって、身体的成熟が進んでいる(すなわち区分前半生まれ)子どもは有利と言える(Musch and Grondin, 2001)。

誕生してからの時間が長ければ、より多くの経験を積むことができる。したがって、年齢が低いほど精神的発達差も生じやすく、理解力、感性、や

る気などにもRAEは現れる(Musch and Grondin, 2001)。川田(2015)は、小学生を対象にして運動の楽しさ、運動有能感、運動に対する意識、運動行動とRAEとの関係を調査し、それらすべてにおいて男女ともRAEが確認されたことを報告している。

RAEに関係する要素として身体的要素と心理的要素を挙げたが、それらはどのような関係になっているのだろうか。Hancock et al. (2013a)は、RAEを説明するための理論モデルを提案した。ここで挙げられている要因は、優れている者はより優れるようになり、劣っている者はより劣るようになる「マタイ効果」、そして、個人が意識的・無意識的に自己または他者からの期待に沿うような結果を生じさせる行動をとったために期待通りの結果が現れる「自己成就的予言」である。自己成就的予言を構成する2つの効果として、相手に期待すると相手は期待通りのことをする「ピグマリオン効果」と「ガラテア効果」を挙げている。ここでは、他者からの期待を「ピ

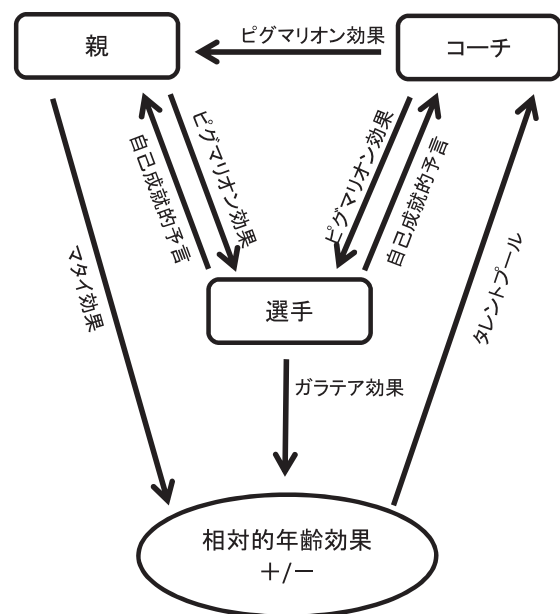


図1 RAEに影響する社会的媒介の理論モデル (Hancock et al. (2013a) を改変)

グマリオン効果」, 自己期待を「ガラテア効果」と区別している. 彼らは, 図1のようなRAEに影響する社会的媒介の理論モデルを示し, 以下のように説明している. このモデルは, 親, コーチ, 選手のRAEに対するポジティブまたはネガティブな影響を表している. 最初の影響はRAEに対して親が発揮する「マタイ効果」である. 親は, 区分後半に誕生した子どもよりも前半に誕生した子どもを, より高い頻度でスポーツに参加させ続けることでRAEが増強する. それには, 区分前半に誕生した子どもを持つ親が, 我が子がスポーツ中に活躍する様子を見聞きすることで, 我が子に才能があると感じ, そのスポーツにより高い頻度で参加させるという背景があると考えられる. そして肯定的な「マタイ効果」が発生し, 親は比較的前半に誕生した選手が多くいる「タレントプール (優れた人材)」をコーチに提供することになる (逆の場合は, そのスポーツを辞める方向にはたらく). このように, RAEと関連したコーチによるセレクションは, 親による子どものスポーツの継続決定の影響を受ける. このような現象は選手なしには存在しないため, 選手はRAEの影響を直接受けることになる. 選手が受けるRAEの影響は, 区分前半の方に誕生した選手が高く持ちやすい「ガラテア効果」となる. 高い自己期待はコーチや親の影響によると説明されることから, コーチや親のとの一連の経過は選手の自己期待に直接つながる. コーチは, RAEが現れる前半の方に誕生した選手に高い期待をしがちである. それと同時に, 選手もコーチの期待がわかった時, 今度は選手がコーチの期待を高めようとする「自己成就的予言」が出来上がる. この「ピグマリオン効果」の逆の過程は, 親-選手関係にも言える. つまり, 親もまた前半の方に誕生した選手 (我が子) に高い期待をかけ, 選手 (我が子) がそれをわかった時, 「自己成就的予言」が出来上がる. このように, 親, コーチ, 選手が関連した心理的作用とRAEは密接に関係していると言える.

Wattie et al. (2015) は, RAEに関連する制約 (constraints) として, 個人 (Individual), 環境 (Environment), タスク (Task) で構成されたモデルを提案した. 個人制約は, 身長・体重・身体成熟などの構造的要因と, モチベーションや他者との関係の影響といった機能的要因を指す. 環境制約は, 物理的・社会文化的・政策的制約だけでなくコーチや家族なども指す. タスク制約は, 筋力・スピード・技術的要因などを指す. 図2は, 3つの制約因子の関係図である. モデルAはアイスホッケーのような双方向のチームスポーツ, モデルBは女子体操

といった芸術スポーツでの各要因の影響する割合を表している. モデルCはモデルAとBの修正版で, それぞれの制約の貢献度合いを円の大きさで変化させることができるモデルである. 陸上競技は個人制約の影響が強いと思われるため, モデルCが最も当てはまりそうである. しかし, 制約を構成する要素の貢献度合いは種目によって異なる可能性があるため, 今後はさらに詳しい分析が必要だろう.

2. 若年スポーツ選手の相対年齢効果

表1は, 中学校で陸上競技部に所属する者の誕生日分布である. 男女とも学年前半の方に生まれた者の方が多い傾向にあり, 女子では統計学的有意差が認められた (渡邊, 未発表データ). 中学で陸上競技部に所属する段階でRAEが存在しているということである.

図3~4は, 小学生から成人まで, 陸上競技の全国大会および国際大会に出場した選手の誕生日分布を男女別に示している (渡邊, 未発表データ). 小学生では, 約50%がQ1に誕生した者で, Q4の者は10%以下に留まっている. その偏った傾向は加齢とともに解消される傾向にあるが, 高校生でも依然として残っていることがわかる. 全国小学生陸上競技交流大会 (日清カップ) に出場した選手の身長と体重は, 区分前半に誕生した者の方が優れていることを踏まえると, 体格要因 (と連動する体力要因) が出場の有無に影響していると考えられる (井筒ら, 2014). このような傾向は, オランダ (Lucas, 2012), イギリス (Reed et al., 2017), スイス (Romann and Cobley, 2015; Romann and Fuchslocher, 2014) だけでなく, 世界ユース・ジュニア選手権 (Hollings et al., 2014) でも確認されている. また, 同様の現象はその他のスポーツ (サッカー, バスケットボール, アイスホッケー, 競泳, ハンドボール, アルペンスキーなど) でも確認されている (Musch and Grondin, 2001; Cobley et al., 2009). 全体的にみて, RAEは女子よりも男子の方が強い (Cobley et al., 2009). 一方, ダンスではRAEがなく (van Rossum, 2006), 体操 (Baxter-Jones, 1995), 卓球 (Romann and Fuchslocher, 2014), フィギュアスケート (Baker et al., 2014), ライフルなどのシューティングスポーツ (Delorme and Raspaud, 2009) などではRAEの逆転現象が確認されている.

スポーツの中止 (ドロップアウト) に関してもRAEが存在する. 図5~6には, 中学で陸上競技に

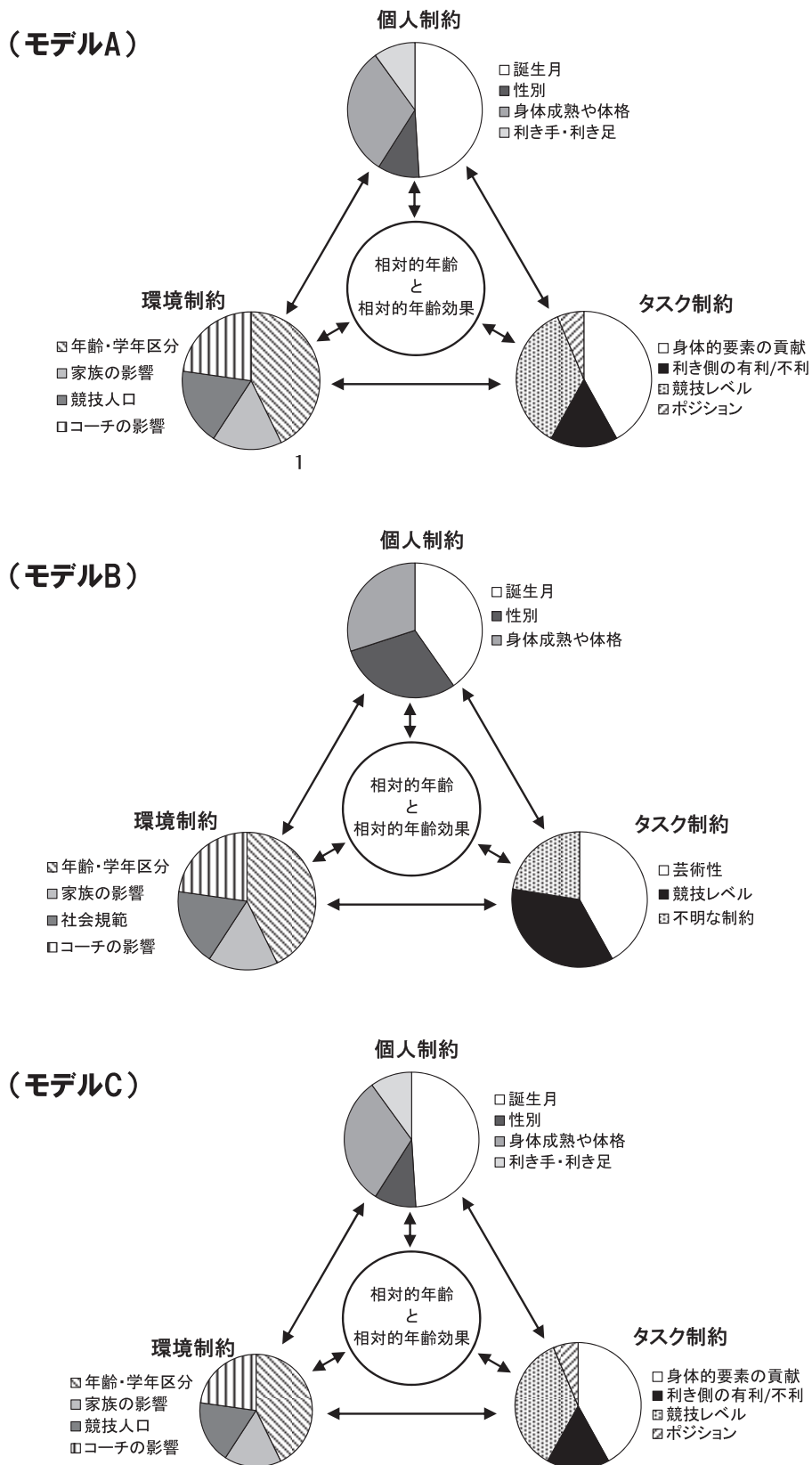


図2 スポーツにおけるRAEに対するDevelopmental System Model (Wattie et al. (2015) を改変)

表1 中学で陸上競技部に所属する者の誕生日分布

	Q1 (4~6月生)	Q2 (7~9月生)	Q3 (10~12月生)	Q4 (1~3月生)	χ^2 検定
男子 (n=297)	28.3%	24.2%	26.3%	21.2%	p=0.39
女子 (n=331)	31.4%	28.1%	21.8%	18.7%	p<0.01

4月1日生の者はQ4に含む

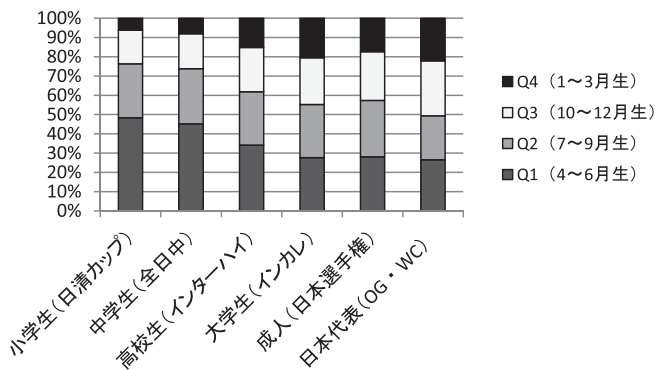


図3 小学生から日本代表選手までの誕生日分布 (男子)

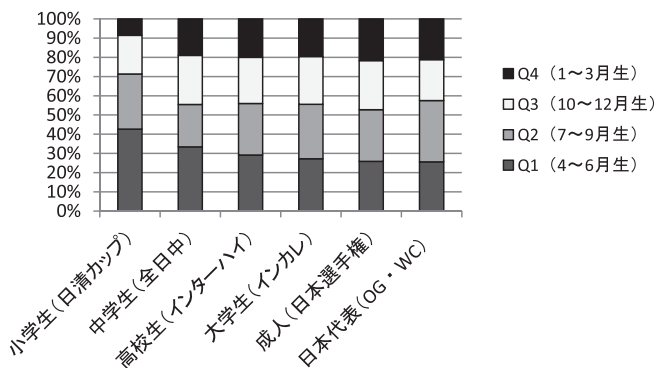


図4 小学生から日本代表選手までの誕生日分布 (女子)

取り組んでいた者のうち、高校でも陸上競技を継続した者と継続しなかった者（他の活動への変更，途中退部，高校入学時点で中止）の割合を男女別に示している（渡邊，未発表データ）。高校で陸上競技を継続した者の割合は，男女ともQ4よりもQ1の方が高かった。変更，途中退部，中止した者の誕生日分布をみると，男子ではQ3やQ4の割合が高かった。一方，女子はQ1やQ2の割合が高かった。女子で異なる結果となったのは，中学の時点でQ1やQ2の者の割合が高かったことが原因であろう（表1）。RAEとドロップアウトとの関係は，サッカー（Delorme et al., 2009a, 2010），バスケットボール（Delorme et al., 2011），アイスホッケー（Lemez et al., 2014）でも確認されている。芸術スポーツに関しては十分な知見が得られていない。

このように，全体として体格・体力要素が強く影響するスポーツではRAEが出現する傾向にあるが，技術要素が強く影響するスポーツではRAEがほとんど無いまたは逆転する場合がある。女子に関しては知見が少ないので，今後は様々なスポーツを対象にして調査する必要があるとともに，競技人口や種目も考慮して検討する必要があるだろう。

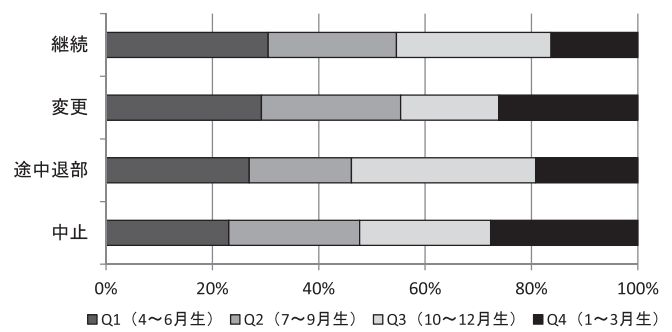


図5 中学から高校にかけての陸上競技継続・非継続と誕生日分布（男子）

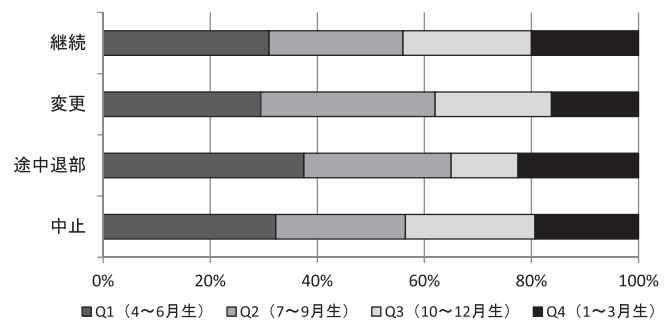


図6 中学から高校にかけての陸上競技継続・非継続と誕生日分布（女子）

3. タレント選手発掘・選抜と相対年齢効果

若年期にタレント選手の発掘やレベルの高いチームへ選手を選抜するにあたっての評価方法は，体格，体力，技術，戦術，試合記録など様々である。日本国内でも，各地でスポーツタレント発掘・育成事業が実施されているが，鶴木（2016），竹村ほか（2017）は，体力テストを中心とした選考方法ではRAEが生じていることを報告している。

陸上競技に関してしてみると，スペイン陸連が主催したトレーニングキャンプに選抜された14～17歳の選手では，U15では男女ともRAEが存在していたが，U17では女子においてRAEが確認できなかった（Brazo-Sayavera et al., 2017）。また，スイスで行われたタレント発掘プログラムにおいて選抜された10～20歳の女子選手では，RAEが確認できなかった（Romann and Fuchslocher, 2014）。RAEが確認できなかった背景には対象となった選手の年齢層の広さが考えられる。他のスポーツを見てみると，サッカー（Helsen et al., 2005；Hirose, 2009；Cripps et al., 2015），アイスホッケー（Hancock et al., 2013b；Sherar and Bruner, 2007），ハンドボール（Schorer et al., 2009）でも選手選抜でRAEが生じていることを報告している。

Hirose (2009) は、日本のプロサッカーチームの下部組織 (U10 ~ U15) のセレクションにおいて、選抜された選手と選抜されなかった選手を比較した。その結果、U13 でのみ選抜された選手は身長と体重が有意に大きかったことを明らかにした。有意差はなかったが、他の年齢区分においても選抜された選手の方が体格的に優れている傾向があった。このように、体格や体力は、選手選抜に影響する重要な要因の1つと言えよう。

日本の陸上競技において、選手選抜 (大会出場のための選手選考や強化合宿への参加など) と RAE との関係については今のところ十分な知見が得られていない。しかし、全国大会に出場する選手に RAE が生じていることを考えると、選手選抜にも RAE が生じている可能性は高いと言えよう。

4. 成人エリート選手の相対年齢効果

からだや体力の発育発達が著しい若年期において、年齢または学年カテゴリーの前半に誕生した者は身体的に早熟であるため、体格・体力差が生じる (渡邊・田村, 2017)。その体力差は、男子では小学校から中学校期を通して、女子では小学校期まで生じるという (Nakata et al., 2017)。

身体的な発育発達が停止した成人のエリート選手ではどのような傾向があるのだろうか。図 3 ~ 4 には、日本インカレ、日本選手権、オリンピック・世界選手権出場者の誕生月分布を示している。競技会のレベルが高くなるほど誕生月分布の偏りは解消される傾向で、日本代表選手では、もはや統計学的有意差が認められなかった (渡邊, 未発表データ)。また、実業団に所属する長距離選手の誕生月分布をみると、男子では Q3 が最も多く、女子では RAE が確認できなかった (Nakata and Sakamoto, 2011, 2012)。

このように、成人において競技レベルが非常に高くなると、RAE が解消されることがわかる。この傾向は、カナダ、アメリカ、ドイツ、イギリスのオリンピック選手 (Baker et al., 2009)、フランスのプロスポーツ選手 (男女のサッカー、バスケットボール、ハンドボール、バレーボール、ラグビー) (Delorme et al., 2009b)、イギリスの“スーパーエリート”クリケット選手 (Jones et al., 2018) などでも示されている。一方で、日本のプロスポーツ選手 (野球、サッカー、バレーボール (男女とも)、バスケットボール、相撲) (Nakata and Sakamoto, 2011, 2012)、NHL でプレイするアイスホッケー選手 (Fumarco et

al., 2017)、オーストラリア、イングランド、ニュージーランド、南アフリカのラグビー選手 (Kearney, 2017) などでは、Q1 と Q2 に生まれた者の方が多く存在している。成人エリート選手の RAE は、スポーツや国によって異なるようだ。

興味深い点は、RAE の逆転現象が起こっているスポーツがあるということである。世界ランキングトップ 50 に入るアルペンスキー選手において、女子は RAE が確認できなかったが、男子では Q4 の選手が最も高い平均ポイントを獲得していた (Bjerke et al., 2017)。NHL でプレイするアイスホッケー選手を対象にして、2008-2009 年シーズンから 2015-2016 年シーズンまでの年俸と誕生月との関係をみたところ、Q4 の選手の方がのちに高い年俸を得ていた (Fumarco et al., 2017)。ラグビーにおいては、ポジションによっては逆転現象が生じていた (Jones et al., 2018)。若年期の選手選抜と将来のパフォーマンスとの関係をみてみると、16 歳でアカデミーに選抜されたラグビー選手のうち、最終的にプロ選手になれた者の割合は Q4 が最も高かった (Q1 : 20%, Q2 : 29%, Q3 : 45%, Q4 : 50%) (McCarthy and Collins, 2014)。サッカーでも同じように、フランスのサッカー協会がプロ選手を育成するために選抜した 14 ~ 16 歳の選手うち、最終的にプロ選手になれた者の割合は Q4 が高かった (Q1 : 45.6%, Q2 : 38.8%, Q3 : 43.3%, Q4 : 70%) (Carling et al., 2009)。これらのスポーツにおいては、15 歳前後で高いレベルに選抜される Q4 の選手は、将来的に大成しやすいようだ。

陸上競技において、RAE の逆転現象が生じていたのは実業団の男子長距離選手のみであった。種目による RAE の違いについては今のところ十分な知見を得られていない。オリンピックや世界選手権といった世界大会に出場する日本選手の多くはトラックやロード種目で、フィールド種目は少ない。エリートレベルをどのラインに設定するかも含めて、さらに詳しく調査する必要があるだろう。

5. 若年期における相対年齢効果への対応および解決策

多くのスポーツで、RAE は低年齢期に強く現れ、加齢とともに弱くなる傾向がある。成人になると、エリート競技者では RAE が失われるどころか逆転現象を示すスポーツもある。このように、区分後半に生まれた選手の中にも、将来的に活躍する素晴らしい才能を秘めた選手は必ず存在するのだが、体格や

体力的要因の影響で十分なパフォーマンスを発揮できず、若年期にドロップアウトしている可能性がある。それは選手自身やコーチ・親だけでなく、そのスポーツにとっても大きな損失であろう。つまり長期的な選手育成を考えた場合、若い段階において彼らをしてできる限りドロップアウトさせないことが鍵となる。ここからは先行研究で提案されている対応および解決策についてまとめる。

A. 体格別の競技会

身体的な成熟の影響を受けているのであれば、体格別の競技会を開催することが望ましいだろう。実際に体重で階級が定められているスポーツはいくつもある。例えばボクシングでは、成人の選手ではアマチュアもプロもRAEが確認されていない(Delorme, 2014)。オリンピック柔道選手のRAEを階級別に調査したところ、男子重量級でのみRAEが確認されたが、他の階級ではRAEが確認できなかった(Albuquerque et al., 2015)。一方、未成年の選手を対象にした研究は限られている。Fukuda (2015) は、柔道世界ジュニア選手権大会に出場した選手のRAEを調査したところ、弱いRAEがあることを明らかにした。

このように、体格で区分することでRAEは解消できる可能性があることがわかる。この方法を陸上競技に当てはめてみた時、果たして競技会を運営できるだろうか。事前に身長や体重を申告してもらったとしても虚偽の報告がある可能性があるため、試合前に全員の身体計測をする必要があるだろう。また、1つの種目で出力される結果シートは複数になるため、記録集計が煩雑になることが予想できる。さらに、どのくらいの体格で区分することが適しているのか、今のところ知見がない。適用するにしても解決しなければならない課題は多い。

B. パフォーマンスの規格化

距離・重さ・時間を競うスポーツでは、パフォーマンスを規格化することができる。Romann and Cobley (2015) は、スイスの8～15歳の男子で60m走のパフォーマンスにRAEがあることを明らかにした。その現象を解消するにあたって、パフォーマンスを調整する回帰式を開発し、その方法を用いることでRAEを解消できることを確認している。

確かにこの方法は有用で、他の種目でも開発する価値があるだろう。しかし、実際の記録と一致しないため、実感が湧きにくいかもしれない。現場で運用するのであれば、実際の記録・順位と調整した記

録・順位を同時に公表することが必要であると思われる。これは、走り高跳びにおける身長に対するパフォーマンス評価(頭上越え記録)と近い考え方である。

C. 区分期間の変更

日本において、スポーツのカテゴリーは学年(12か月)で区分されている場合が多い。区分の期間を決定するにあたって、15か月や21か月のように1年以上とる場合と、3か月や6か月のように1年未満の場合の両方が提案されている(Cobley et al., 2009)。1年以上の期間で区分する場合、特に低年齢ではRAEが強まる危険性があるだろう。一方で、6か月で区分した場合はRAEの96%を解消できたという報告がある(Pierson et al., 2014)。しかし、カテゴリーの期間を狭くした場合、チームスポーツでは特に低年齢でチームを組むことが難しくなる恐れがある(Musch and Grondin, 2001)。

陸上競技に応用するならば、出場選手を少なくともQ1・2とQ3・4の2つに分けて順位を付けることが望ましいだろう。その評価方法を何歳から適用すべきか、またどのレベルの競技会から適用すべきか議論する必要があるが、RAEが低年齢から現れやすいことを考えると、小学校低学年から適用すべきであると考えられる。その場合、入賞者が多く現れることになる。特に中学から高校にかけて陸上競技を継続しない者は継続する者よりも多いため(日本陸上競技連盟, online)、どのように継続してもらうかが課題となっている。渡邊ら(2016)は、高校での陸上競技の継続・非継続に関する理由等を質問紙調査したところ、高校で陸上競技を辞めてしまう要因の1つとして中学時の競技成績があることを明らかにした。つまり、県大会入賞レベルが継続・非継続を左右する分かれ目になっている可能性があることを指摘している。中学の競技会において年齢区分を6か月で2つに分けた場合、入賞者が増えることになる。すなわち、高校でも陸上競技を継続する者が増える可能性がある。

長距離種目は冬に開催されることも多いためQ4の選手が活躍できる機会をつくりやすいかもしれない。しかし、日本の陸上競技は学校部活動に支えられていることもあってか「学年」や「中学」「高校」というカテゴリーが伝統的に根強い。それをどのように解消するかが鍵かもしれない。

D. 選手選抜の時期を遅らせる

サッカーや卓球など、いくつかのスポーツでは若

年期から選手選抜が行われている。ある意味、全国大会などのレベルの高い競技会に出場することも選抜の1つと言える。レベルの高い競技会への出場や選手選抜では、RAEが強く現れることで、平等な競争や選抜が実施されていないスポーツがある（陸上競技のように）。その意味では、特に低年齢での全国大会や選手選抜は適切ではないだろう。

では、何歳からが望ましいのだろうか。この問題に回答することは非常に難しい。それはスポーツによって特徴が異なるからである。例えば卓球は、全国大会にホープス（小学2年生以下）・カブ（小学4年生以下）・バンビ（小学6年生以下）の部を設けている。水谷隼選手、伊藤美誠選手、張本智和選手など世界レベルで活躍する選手の多くが小学2年生の頃からすでに頭角を現していた。卓球ではRAEが確認されていないことから、低年齢からのセレクションが可能かつ有効であろう。その背景にはパフォーマンスに対する技術要素が大きいことが挙げられている（Romann and Fuchslocher, 2014）。

競泳も低年齢から全国大会（ジュニアオリンピック：J0）が開催されており、9歳以下のカテゴリーからある。若吉（2014）は、2012年のロンドンオリンピックと2013年の世界選手権に出場した選手のJ011-12歳カテゴリーの競技成績をまとめた。男子では20名中10名、女子では20名中13名が入賞を果たしていた。特に、オリンピックや世界選手権でのメダル獲得者をみると、9名中6名がJ011-12歳区分で入賞していた。毎年、多くの入賞者が現れる中、将来の日本代表選手を発掘できる確率は小さいと言える。つまり、小学生段階で全国大会入賞を果たしていればシニアの世界大会でメダルを取れるとは限らないが、世界大会でメダルをとるためには小学生段階で全国大会入賞を果たすくらいのレベルであることが求められるのかもしれない。

陸上競技は卓球や水泳とは異なる傾向である。小学生全国交流大会で入賞した選手で、その後も全国トップレベルで活躍してきた選手は非常に少ない印象である。そこで中学エリート選手の全国ランキングを追跡調査してみた。2000～2006年度に15歳（中学3年）で全国ランキングトップ10および全日中・J0入賞者（リレーは除く）のランキングの推移をみたところ、その後ランキングトップ20に入っていた者は、18歳（高校3年）時で男子が31.4%、女子が36.6%、22歳時で男子が9.4%、女子が12.3%であった（渡邊 未発表データ）。中学時にトップクラスだった選手が高校・成人期でも活躍する確率は思いのほか低かった。中学時の高い

パフォーマンスは成人期のパフォーマンスの予測因子にはなりにくいと考えられる。

IAAF Coaches Education and Certification Systemの指導書では、小学生あたりの年齢をStage1 (Kids' athletics: 様々な運動を通して楽しさを味わう時期)、中学生あたりの年齢を、Stage2 (Multi-Events: 多種目に触れる時期) からStage3 (Event-Group Development: 多種目を発展させる時期) とし、高校生あたりの年齢からStage4 (Specialization: 専門化する時期) としている (Thompson 2009)。それと比較すると、日本の中学生は専門化が早いと言えるだろう。図3～4のように、全日中に出場している選手にはRAEが確認されている背景もあるので、中学生以下での全国大会開催、それと関連する早期専門化は解消すべきことだろう。

E. 大人の意識改革

選手の育成やセレクションは大人（指導者、親、協会など）によって行われる。彼らのRAEに関する知識が乏しい場合、区分前半生まれの選手を優遇し、才能を秘めた区分後半生まれの選手を見落とすことにつながるため、スポーツに関わる大人の教育が重要である (Andronikos et al., 2016; Burgess and Naughton 2010, Hancock et al., 2013a; Helsen et al, 2000; Wattie et al., 2015)。

サッカークラブのスカウトが、 9.3 ± 6.6 歳の子ども達がサッカーを行なっている映像をみて順位付けした研究では、年齢情報がない場合にRAEが生じたが、手元に年齢情報があってもRAEが生じたという。一方、ウェアに年齢が記載されている場合にはRAEは生じなかった。つまり、年齢が容易かつリアルタイムに理解できるようにすることで適切なセレクションを実施できると言える (Mann and van Ginneken 2017)。

日本の陸上競技では、大会出場への選手選考にRAEが関係しているのかもしれない。区分前半に生まれた子どもはより多く選抜され、一方で区分後半に生まれた子どもは競技会への出場機会が少なくなっている可能性がある。指導者をはじめ選手に関わる大人は、記録会への積極的な参加を促すなど平等に機会を与えることに加えて、自己記録更新や技能向上を褒めるなどして有能感を高めるような関わりが求められるだろう。

F. 種目トランスファー（種目転向）

Romann and Fuchslocher (2014) は、スイスにお

いて10～20歳の女子スポーツ選手を対象にして行われたタレント選手発掘プログラムでセレクションされた選手のうち、卓球、スノーボード、フェンシングでRAEの逆転現象が生じていることを報告している。その要因として種目のトランスファーを指摘している。つまり、(RAEが影響して)それまで取り組んでいたスポーツで十分に活躍できなかった場合、より競争率が低かったり、より芸術性や技術要素の高いスポーツに変更しているということである。例として、テニスから卓球、アルペンスキーからスノーボードを挙げている。Votteler and Höner (2014)は、RAEは生理学的指標には影響するがテクニックには影響しないことを示した。この結果はより技術的なスポーツへのトランスファーを補強していると言えよう。

技術的要素が影響して区分後半に生まれた選手が、選抜あるいは生き残っている点については、同様の見解を示す研究者は他にもいる。Schorer et al. (2009)は、ハンドボール選手を対象にしてジュニア期から成人期までの誕生月分布を示し、国内レベルでは年齢が高くなるにつれてRAEの逆転現象が生じていることを明らかにした。その背景として、区分後半に誕生した選手は、高い技術を獲得することで体格的不利を補っていると説明している。同様の見解は、アルペンスキー (Bjerke et al., 2017)でも示されている。一方で、RAEの逆転現象について身体的または技術要素の影響を否定している研究もある。彼らは、発達過程において経験してきた多くのチャレンジ、つまり精神的強さ (mental toughness) が高いことで生き残っているということを強調している (McCarthy and Collins, 2014; McCarthy et al., 2016)。

スポーツによって程度の違いはあるだろうが、技術も精神も重要な要素だろう。区分後半生まれで選抜された選手は、子どもの頃に体格の大きな者に対して「どうすれば勝てるか」を考えるのだろう。負ける経験が多い中、諦めない強い精神だけでなく、高い技術も獲得することで、将来における高いパフォーマンスに結び付くのだと思われる。

陸上競技でもトランスファーはよく起こっている。100m・200mから400m, 10000mからマラソン, 100mH・110mHから400mH, 走幅跳から三段跳, 砲丸投からハンマー投などは代表的なトランスファーだろう。渡邊ら (2014)は、日本代表選手を対象にして過去のスポーツ種目や競技種目のトランスファーを分析した。それによると、日本代表選手の92%は小学校から中学校にかけて競技間トランスファー

をしていたという。小学校期で陸上競技を中心的に実施していた者はわずかであったことから、多くの者が小学校期では陸上競技以外のスポーツに取り組んでおり、中学から陸上競技を本格的に始めたことを意味する。中学から高校にかけては、競技間トランスファーが30%であった。高校から陸上競技を本格的に始めた者も存在することを意味する。加えて、種目間トランスファーが55%であったということは、高校から異なる種目に変更したことを意味する。日本では高校から種目数が増えるため、特に中学から高校にかけての種目間トランスファーは起こりやすいのだろう。さらに、学生・実業団になってから種目を変更した選手も32%存在していた。つまり、日本代表選手には、種目を変更して成功した選手が多いのである。このような背景を受けて、日本陸上競技連盟は「タレントトランスファーガイド」を作成し、最適な種目を選択しながら、より長く陸上競技を続けてもらうことを啓発している (日本陸上競技連盟, online)。

特に、技術要素の高い種目にトランスファーするにあたっては、それまでの運動経験が重要になるだろう。多様な体の使い方が習得されていれば、トランスファーで成功しやすいと考える。前章の内容と重なるが、早期専門化ではなく、中学までは様々な種目を経験することが望ましいだろう。

G. その他

ここまでRAEによる様々な影響を述べてきたが、RAE以外にもパフォーマンスに影響する要因がいくつか示されている。ここでは3つの要因を挙げる。

1つ目は、「誕生場所」である。Côté et al. (2006)は、アメリカのプロスポーツ選手のRAEと誕生場所の影響の違いを分析した結果、RAEよりも誕生場所の方がより影響していることを明らかにした。つまり、アメリカのプロスポーツ選手は、5～10万人規模の町で育った者が多いという。その理由として以下の2つが挙げられている。1つは、小規模の町では早くから成功体験を得る経験が多く、自尊心やモチベーションが高まりやすいこと、もう1つは、小規模なので様々な運動を経験する機会が多く、高いスポーツスキルの獲得に至ったのではないかという説明である。しかしこの研究は成人エリート選手である。若年期における誕生場所とRAEとの関係については十分に明らかになっていない (Turnnidge et al., 2014)。

2つ目は、「誕生した季節」の影響である。西イングランドの10～16歳の子どもを対象にして体

力測定 (20m シャトルラン, 握力, 垂直跳) を実施し, RAE の影響を統計学的に取り除いて比較したところ, 秋 (10 ~ 11 月) に誕生した子どもは有意に高い値を示した (Sandercock et al., 2014). その理由として, 妊娠終盤におけるビタミンD への暴露 (母体が夏に日光を多く浴びることで生成された多くのビタミンD に曝されること) を挙げている. 誕生した季節で疾病率などが異なることは以前から指摘されているが (三浦 2002), RAE をどのくらい打ち消しているのかは不明である.

3 つ目は, 「身体成熟」である. 暦の年齢とは別に, 身体が成熟するテンポには個人差がある. これを生物学的年齢と呼び, 骨成熟, 性成熟, 身長成熟度など様々な方法で評価することができる. アルペンスキーとサッカーに取り組む 11.6 ± 0.6 歳の男子選手を対象に誕生月分布と身体成熟度合との関係をみたところ, Q4 の中から選抜されている者の約 43% は身体的に早熟であった (Müller et al., 2017). 身体成熟評価が推定法であることから信頼性はやや欠けるが, 区分後半に生まれていても生物学的年齢が進んでいれば RAE を解消できる可能性はあるようだ. しかし, 身体成熟のテンポをコントロールすることは困難なので, 現実的な対処法とはならないないだろう.

さいごに

ここまで, RAE による区分後半に誕生した選手の不利益を解説してきた. しかしこの効果は, 大人の対応の仕方で解消できる余地は十分にあることがわかった. この記事を読んで, RAE に関する理解が深まることを願う.

ほとんど話題に取り上げなかったが, RAE の恩恵を受けている区分前半に生まれた選手への対応にも課題はある. アメリカの 5 ~ 17 歳の子どもを対象にして行われた調査では, 区分前半生まれの選手の方が怪我のリスクが高いと報告している (Stracciolini et al., 2016). その理由として身体のサイズを指摘している. 体重が重い分, 筋や関節にはより大きな負荷がかかることや, 身体が大きい分, 接触プレイが多くなることが怪我のリスクを高める要因だという. その論文では言及していなかったが, (RAE の影響を受けて) 若年期に活躍することがスポーツの早期専門化につながり, トレーニング量が増加するという背景もあると思われる. また, 若年期から活躍することでコーチや周囲の人々からの過剰な期待を受け, それが

プレッシャーとなって精神的に燃え尽きるせいか, 選手寿命が短い傾向にあるという (Barynina and Vaitsekhovskii, 1992). したがって, (RAE が関連して) 高いパフォーマンスを発揮している選手にも, 競技を長く続けさせるような関わり方が重要である.

文献

- Albuquerque MR, Franchini E, Lage GM, Da Costa VT, Costa IT and Malloy-Diniz LF. (2015) The relative age effect in combat sports: an analysis of Olympic judo athletes, 1964-2012. *Percept Mot Skills*, 121: 300-308.
- Andronikos G, Elumaro AI, Westbury T and Martindale RJ (2016) Relative age effect: implications for effective practice. *J Sports Sci.*, 34: 1124-1131.
- Baker J, Schorer J, Cogley S, Schimmer G and Wattie N (2009) Circumstantial development and athletic excellence: the role of date of birth and birthplace. *Eur J Sport Sci.*, 9: 329-339.
- Baker J, Janning C, Wong H, Cogley S and Schorer J (2014) Variations in relative age effects in individual sports: skiing, figure skating and gymnastics. *Eur J Sport Sci.*, 14: S183-S190.
- Barynina II and Vaitsekhovskii SM (1992) The aftermath of early sports specialization for highly qualified swimmers. *Fitness Sports Rev Int.*, 27: 132-133.
- Baxter-Jones ADG (1995) Growth and development of young athletes. should competition levels be age related? *Sports Med.*, 20: 59-64.
- Bjerke Ø, Pedersen AV, Aune TK and Lorås H (2017) An inverse relative age effect in male alpine skiers at the absolute top level. *Front Psychol.*, 8: 1210.
- Brazo-Sayavera J, Martínez-Valencia MA, Müller L, Andronikos G and Martindale RJJ (2017) Identifying talented track and field athletes: the impact of relative age effect on selection to the Spanish National Athletics Federation training camps. *J Sports Sci.*, 35: 2172-2178.
- Burgess DJ and Naughton GA (2010) Talent

- development in adolescent team sports: a review. *Int J Sports Physiol Perform.*, 5: 103-116.
- Carling C, le Gall F, Reilly T and Williams AM (2009) Do anthropometric and fitness characteristics vary according to birth date distribution in elite youth academy soccer players? *Scand J Med Sci Sports.* 19: 3-9.
- Cobley S, Baker J, Wattie N and McKenna J (2009) Annual age-grouping and athlete development: a meta-analytical review of relative age effects in sport. *Sports Med.*, 39: 235-256.
- Côté J, Macdonald DJ, Baker J and Abernethy B (2006) When "where" is more important than "when": birthplace and birthdate effects on the achievement of sporting expertise. *J Sports Sci.*, 24: 1065-1073.
- Cripps AJ, Hopper LS and Joyce C (2015) Pathway efficiency and relative age in the Australian football league talent pathway. *Talent Development & Excellence*, 7: 3-11.
- Delorme N and Raspaud M (2009) Is there an influence of relative age on participation in non-physical sports activities? the example of shooting sports. *J Sports Sci.*, 27: 1035-1042.
- Delorme N, Boiché J and Raspaud M (2009a) Relative age effect in female sport: a diachronic examination of soccer players. *Scand J Med Sci Sports.* 20: 509-515.
- Delorme N, Boiché J and Raspaud M (2009b) The relative age effect in elite sport: the French case. *Res Q Exerc Sport*, 80: 336-344.
- Delorme N, Boiche J and Raspaud M (2010) Relative age and dropout in French male soccer. *J Sports Sci.*, 28: 717-722.
- Delorme N, Chalabaev A and Raspaud M (2011) Relative age is associated with sport dropout: evidence from youth categories of French basketball. *Scand J Med Sci Sports*, 21:120-128.
- Delorme N (2014) Do weight categories prevent athletes from relative age effect? *J Sports Sci.*, 32: 16-21.
- Fukuda DH (2015) Analysis of the relative age effect in elite youth judo athletes. *Int J Sports Physiol Perform.*, 10: 1048-1051.
- Fumarco L, Gibbs BG, Jarvis JA and Rossi G (2017) The relative age effect reversal among the National Hockey League elite. *PLoS One.* 12(8): e0182827.
- Hancock DJ, Adler AL and Côté J (2013a) A proposed theoretical model to explain relative age effects in sport. *Eur J Sport Sci.*, 13: 630-637.
- Hancock DJ, Ste-Marie DM and Young BW (2013b) Coach selections and the relative age effect in male youth ice hockey. *Res Q Exerc Sport*, 84: 126-130.
- Helsen WF, Starkes JL and Van Winckel J (2000) Effect of a change in selection year on success in male soccer players. *Am J Hum Biol.*, 12: 729-735.
- Helsen WF, van Winckel J and Williams AM (2005) The relative age effect in youth soccer across Europe. *J Sports Sci.*, 23: 629-636.
- Hirose N (2009) Relationships among birth-month distribution, skeletal age and anthropometric characteristics in adolescent elite soccer players. *J Sports Sci.*, 27: 1159-1166.
- Hollings SC, Hume PA and Hopkins WG (2014) Relative-age effect on competition outcomes at the World Youth and World Junior Athletics Championships. *Eur J Sport Sci.*, 14: S456-S461.
- 嶋木秀夫 (2016) ひょうごジュニアスポーツアカデミーの選考方法についてー相対年齢効果の視点からー. 平成 27 年度ひょうごジュニアスポーツアカデミー報告書, pp46-51.
- 井筒紫乃, 川田裕次郎, 伊藤静夫, 繁田 進, 渡部 誠 (2014) 小学生の相対年齢効果と身体・競技継続意志の関連についてー“日清カップ”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ー. *陸上競技研究紀要*, 10: 4-8.
- Jones BD, Lawrence GP and Hardy L (2018) New evidence of relative age effects in "super-elite" sportsmen: a case for the survival and evolution of the fittest. *J Sports Sci.*, 36: 697-703.
- 川田裕次郎 (2015) 児童の運動参加を促進するための相対年齢効果に関する研究. 2014 年度笹川スポーツ研究助成, 306-314.
- Kearney PE (2017) The influence of nationality

- and playing position on relative age effects in rugby union: A cross-cultural comparison. *S Afr J Sports Med.*, 29: 1-4.
- Lemez S, Baker J, Horton S, Wattie N and Weir P (2014) Examining the relationship between relative age, competition level, and dropout rates in male youth ice-hockey players. *Scand J Med Sci Sports*, 24: 935-942.
- Lucas M (2012) The relative age effect in elite Dutch track and field. The role of performance based selection system. Master thesis Economics, Department of Economics, Tilburg School of Economics and Management, Tilburg University. (<http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=121783>, 参照日: 2018年2月1日)
- Mann DL and van Ginneken PJ (2017) Age-ordered shirt numbering reduces the selection bias associated with the relative age effect. *J Sports Sci.*, 35: 784-790.
- McCarthy N and Collins D (2014) Initial identification & selection bias versus the eventual confirmation of talent: evidence for the benefits of a rocky road? *J Sports Sci.*, 32: 1604-1610.
- McCarthy N, Collins D and Court D (2016) Start hard, finish better: further evidence for the reversal of the RAE advantage. *J Sports Sci.*, 34: 1461-1465.
- 三浦悌二 (2002) 生まれ月学. 東京都立大学出版, 東京.
- Müller L, Gonaus C, Perner C, Müller E and Raschner C. (2017) Maturity status influences the relative age effect in national top level youth alpine ski racing and soccer. *PLoS One*, 12(7): e0181810.
- Musch J and Grondin S (2001) Unequal competition as an impediment to personal development: a review of the relative age effect in sport. *Developmental Review*, 21: 147-167.
- Nakata H and Sakamoto K (2011) Relative age effect in Japanese male athletes. *Percept Mot Skills*, 113: 570-574.
- Nakata H and Sakamoto K (2012) Sex differences in relative age effects among Japanese athletes. *Percept Mot Skills*, 115: 179-186.
- Nakata H, Akido M, Naruse K and Fujiwara M (2017) Relative age effect in physical fitness among elementary and junior high school students. *Percept Mot Skills*, 124: 900-911.
- 日本陸上競技連盟(online)タレントトランスファーガイド. (<http://www.jaaf.or.jp/development/ttmguide/>, 参照日: 2018年2月7日)
- Pierson K, Addona V and Yates P (2014) A behavioural dynamic model of the relative age effect. *J Sports Sci.*, 32: 776-784.
- Reed KE, Parry DA and Sandercock GRH (2017) Maturational and social factors contributing to relative age effects in school sports: data from the London Youth Games. *Scand J Med Sci Sports*, 27: 2070-2079.
- Romann M and Fuchslocher J (2014) The need to consider relative age effects in women's talent development process. *Percept Mot Skills*, 118: 651-62.
- Romann M and Cobley S. (2015) Relative age effects in athletic sprinting and corrective adjustments as a solution for their removal. *PLoS One*, 10(4): e0122988
- Sandercock GR, Ogunleye AA, Parry DA, Cohen DD, Taylor MJ and Voss C (2014) Athletic performance and birth month: is the relative age effect more than just selection bias? *Int J Sports Med.*, 35: 1017-1023.
- Schorer J, Cobley S, Büsch D, Bräutigam H and Baker J (2009) Influences of competition level, gender, player nationality, career stage and playing position on relative age effects. *Scand J Med Sci Sports*, 19: 720-730.
- Sherar LB, Bruner MW, Munroe-Chandler KJ and Baxter-Jones AD (2007) Relative age and fast tracking of elite major junior ice hockey players. *Percept Mot Skills*, 104: 702-706.
- 首都大学東京体力標準値研究会 (2007) 新・日本人の体力標準値. 不昧堂, 東京.
- Stracciolini A, Levey Friedman H, Casciano R, Howell D, Sugimoto D and Micheli LJ (2016) The relative age effect on youth sports injuries. *Med Sci Sports Exerc.*, 48: 1068-1074.
- 竹村英和, 内丸 仁, 小田桂吾, 山口貴久, 高橋弘彦 (2017) スポーツタレント発掘・育成事業にお

- ける選考会参加児童の体力・運動能力と相対年齢効果. 仙台大学紀要, 49 : 45-52.
- Thompson P J L (2009) Introduction to coaching – the official IAAF guide to coaching athletics. International Association of Athletics Federations, Monaco.
- Turnnidge J, Hancock DJ and Côté J (2014) The influence of birth date and place of development on youth sport participation. Scand J Med Sci Sports, 24: 461-468.
- van Rossum JH (2006) Relative age effect revisited: findings from the dance domain. Percept Mot Skills, 102: 302-308.
- Votteler A and Höner O (2014) The relative age effect in the German Football TID Programme: biases in motor performance diagnostics and effects on single motor abilities and skills in groups of selected players. Eur J Sport Sci., 14: 433-442.
- 若吉浩二 (2014) 子どもの泳力と発育発達. 子どもと発育発達, 12 : 30-37.
- 渡邊將司・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 (2014) 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. 陸上競技研究紀要, 10 : 13-21.
- 渡邊將司・田村真理子 (2017) 早生まれで体力が高い子どもの特徴. 発育発達研究, 74 : 1-8.
- 渡邊將司, 明珍直樹, 上地 勝, 久保佳彦, 森丘保典, 三宅 聡, 繁田 進, 尾縣 貢 (2016) 高校生における陸上競技の継続および非継続に関する要因. 陸上競技研究紀要, 12 : 4-15.
- Wattie N, Schorer J and Baker J (2015) The relative age effect in sport: a developmental systems model. Sports Med., 45(1):83-94.

兵庫県スポーツタレント発掘・育成事業の選考方法について -相対年齢効果の視点から-

鷗木秀夫¹⁾ 平川和文²⁾ 谷所 慶³⁾ 矢野琢也⁴⁾
賀屋光晴⁵⁾ 長野 崇⁶⁾ 村田和隆⁷⁾ 高田義弘⁸⁾

1) 兵庫県立大学 2) 京都学園大学 3) 関西大学 4) 兵庫大学,
5) 兵庫医療大学 6) 大原学園 7) すこっちスポーツクラブ 8) 神戸大学

1. はじめに

兵庫県のスポーツタレント発掘・育成事業（ひょうごジュニアスポーツアカデミー：以下、HJSA）は、2009年から実施している「種目非特化型」事業である。全国各地において同様の事業が行われているが（福岡県タレント発掘実行委員会 2010, 坂口 2010, 竹村ら 2017）、兵庫県教育委員会、（公財）兵庫県体育協会、兵庫体育・スポーツ科学学会の3つの組織が連携して運営している点では他に例を見ないタレント発掘・育成事業（talent identification and development:以下、TID）である。HJSAは、県内の小学校4・5・6年生を対象に毎年4月に選考会を実施して選手選考を行い、選考された選手は、在籍期間中、1) 身体能力開発・育成プログラム、2) 知的能力開発・育成プログラム、3) 競技体験プログラムの3つを受講する。また、保護者を対象としたプログラムとして、スポーツ医学、栄養学、心理学やトレーニング等に関する講義、実習も実施している。

選考会での測定項目は、体格として身長、体重、運動能力として30m走、立ち三段跳び、メディシンボール投げ、反復横跳び、T字ランテスト（2014年度より追加）であり、全ての測定を体育館内で実施している。この年代の運動能力には相対年齢効果が大きいことを考慮し、事業開始の2009年度から、測定値を月齢によって補正する選考方法を採用してきた。これら補正值のTスコアの総合点を基準とし、競技成績なども加味し、HJSA実行委員会が各学年男女あわせて25名程度になるように選考を行っている。選考後、基本的には小学校卒業まで継続できるため、5・6年生の合格者は退会者を補充する程度で数名となる。

本稿では、HJSA選考会参加動機に及ぼす相対年齢効果の影響と、測定値補正方法について検討したので報告する。

2. 相対年齢効果がスポーツ選手としての成功に及ぼす影響について

日本では、学校教育制度により、同一学年内の児童に4月2日生まれから翌年4月1日生まれまで最大で12ヶ月の月齢差が生じることになる。この月齢差によって、学業成績や運動能力に差異が生じ、後年に影響を及ぼすことは相対年齢効果（relative age effect：以下、RAE）と呼ばれている。

Dudinkは1991-92シーズンのイングランド・プロサッカーリーグに所属する選手2,777名の誕生月を調査し、誕生月が選手としての成功に影響を及ぼしていることを報告した（Dudink 1994）。この報告の後、タレント発掘・育成の観点から、RAEに焦点をあてた実証的研究が行われ、国内外を問わず同様の報告が多くみられる（Bakerら 2007, Cobleyら 2009, Müllerら 2015, Muschら 1999, Nakataら 2017）。

矢野らは、2013年から2015年の日本プロ野球ドラフト会議で指名された選手309名の誕生月を調査し、4-6月生まれの割合は、1-3月生まれの1.9倍であることを報告している（図1）。さらに高校生で指名された選手112名に限ると、その差は更に大きく2.7倍になることがわかる（矢野ら 2017）。同様に、2000年から2005年の北米アイスホッケーリーグ（National hockey league：以下、NHL）ドラフト会議で指名された選手1,013名を調査した報告がある（Baker J, 2007）。日本とは異なり1月1日を切替日（cut-off date）としているため、1-3月生

まれの選手は、10-12月生まれの選手の2倍以上であることが報告されている(図2)。これは1-3月生まれがアイスホッケーに適している、野球に適していないということではなく、切替日という社会制度から生じたRAEの影響によるものと考えられる。

近年の研究では、1980年から2012年のNHLドラフト指名選手の誕生日と、その後の選手実績を調査した報告がある(Deanerら 2013)。Deanerらは、ドラフトで指名される比率は切替日に近い方が有意に高いが、プロ選手としての実績(出場試合数およびポイント:ゴール数+アシスト数)は逆に切替日から遠い(日本で言う早生まれ)選手の方が有意に高いことを報告し、ドラフトにおけるセレクション・バイアスと指摘している。

3. 一般児童・生徒の体格および運動能力に及ぼす相対年齢効果について

兵庫県内の小・中・高等学校の児童・生徒35,246名を対象に、体格(身長, 体重), 運動能力および誕生日の調査を行った。運動能力の測定項目

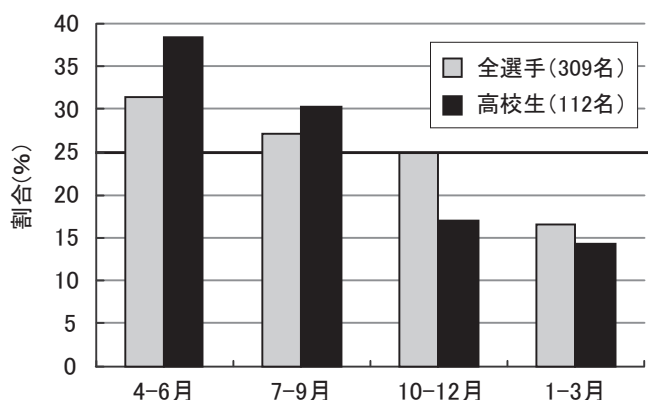


図1 日本プロ野球(NPB)の2013-15年ドラフト会議指名選手の誕生日(矢野ら, 2017)

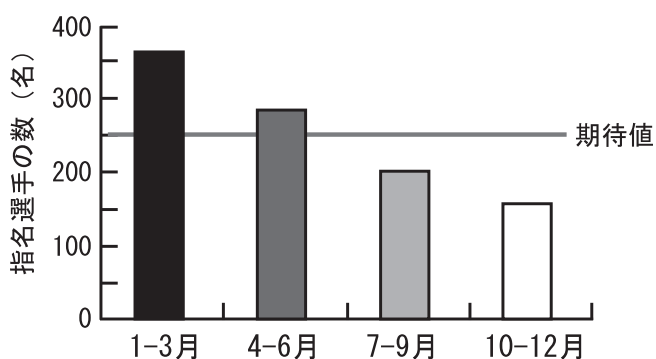


図2 北米アイスホッケーリーグ(NHL)の2000-05年ドラフト会議指名選手の誕生日(Bakerら, 2007, 著者改変)

は、握力、立ち幅跳び、ボール投げ、50m走、反復横跳び、上体起こし、シャトルラン、長座体前屈であり、測定は2015年5月から7月にかけて、文部科学省体力・運動能力測定実施マニュアルに準じて実施した。

表1に、性・学年別に月齢と各測定項目の相関係数の有意性を示した。同一学年内で総合的に評価すると、誕生日が早いものは遅いものと比較して合計点が高い傾向があり、男子は小学1年から高校1年まで、女子は中学2年まで有意な相関が認められた。50年以上前の研究になるが、大西は小・中・高校生5万人以上の誕生日と体格・運動能力の関係を調査した結果、男子は高校2・3年まで、女子は中学2年まで誕生日の影響が残ることを報告している(大西1961)。この時期は男女それぞれの第二次性徴発現の時期に相当し、この時期までは誕生日が体格、運動能力に影響する、つまりRAEが存在することを示す結果といえる。測定項目の視点からみると、男女共に握力、立ち幅跳び、50m走のようなハイ・パワーの発揮を要する項目は、第二次性徴期までRAEの影響が大きく、その他の項目においては、比較的早くRAEが消失すると考えられる。

これらの結果から、小学生期においては、体格および運動能力にRAEが影響していることは明らかである。したがって、HJSAでは、小学4・5・6年生を対象に、運動能力測定の結果をもとに学年別選考を行っており、選考にはRAEを考慮する必要があると考えている。

4. HJSA選考会参加者の誕生日について

図3は、事業を開始した2009年度から2017年度のHJSA選考会に参加した小学校4年生1,115名(男子694名, 女子421名)の誕生日を調査した結果である。男女共に、4-6月生まれが最も多く(男子33.0%, 女子31.1%), 1-3月生まれは最も少なかった(男子18.6%, 女子17.8%)。

表2は、HJSA選考会参加者と全国出生児の誕生日を比較した結果である。全国出生児数は、対象者が出生した1999年度から2007年度の厚生労働省公表値から算出した。選考会参加者の誕生日の分布は、全国出生児の分布と比較して有意に異なり($p < 0.0001$), 顕著な偏りがあることが示された。

これらのことから、RAEが選考会への参加動機に強く影響していることが示唆された。誕生日が早い児童は、保護者も含めて「運動能力に優れる」と自己認識する経験を多く得ることで、選考会に積極的

表1 月齢と各測定項目の相関係数の有意性

性別	学校種	学年	身長	体重	握力	立ち幅跳び	ボール投げ	50m走	反復横跳び	上体起こし	シャトルラン	長座体前屈	合計点	
男子 17717名	小学校 162校 9278名	1年	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**	
		2年	**	**	**	**	**	**	**	**	**	n.s.	**	
		3年	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
		4年	**	**	**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	
		5年	**	**	**	**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**	
		6年	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
	中学校 90校 5200名	1年	**	**	**	**	**	**	**	**	*	n.s.	**	
		2年	**	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	
		3年	**	**	**	**	**	**	**	**	n.s.	**	**	
		高校 32校 3239名	1年	**	**	*	**	*	**	**	n.s.	n.s.	**	**
			2年	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
			3年	n.s.	**	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
女子 17529名	小学校 162校 8922名	1年	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
		2年	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
		3年	**	**	**	**	**	**	**	*	**	n.s.	**	
		4年	**	**	**	n.s.	**	**	**	**	*	**	**	
		5年	**	**	**	**	**	**	**	**	*	n.s.	**	
		6年	**	**	**	**	**	**	**	*	*	**	**	
	中学校 90校 5268名	1年	**	**	**	*	*	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	**	
		2年	**	**	**	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	
		3年	*	**	*	*	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
		高校 32校 3339名	1年	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
			2年	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
			3年	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

(**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, n.s.:有意性なし)

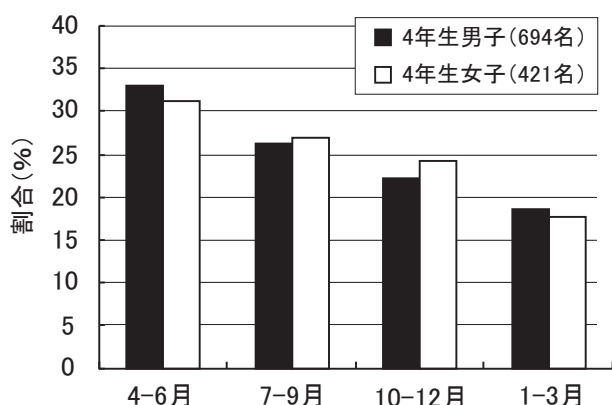


図3 HJSA 選考会参加者の男女別誕生日

に応募していることが推察された。選考においては、誕生日を考慮した方法を用いていることをより積極的に広報し、誕生日が10月以降の参加者を増やすことがタレント発掘に有効であると思われる。

5. HJSA 選考方法について

前述の通り、事業開始以来HJSAでは運動能力の各測定値を月齢で補正することで、RAEを考慮した選考方法を用いてきたが、2016年度から補正式の算出方法を変更した。

2015年度までは、各実施年度の参加者を学年・性別に分けて、月齢-各測定値の直線回帰式を算出し、内挿法による同一月齢時の推定値を用いて補正を行った。しかし、年度・学年別とした場合、対象

表2 HJSA 選考会参加者(4年生)と全国出生児の誕生日の比較

誕生日	4-6月	7-9月	10-12月	1-3月	合計
選考会参加者数	360	295	256	204	1115
(%)	(32.3)	(26.5)	(23.0)	(18.3)	(100)
全国出生児数	2509791	2645519	2531122	2464149	10150581
(%)	(24.8)	(26.1)	(24.8)	(24.3)	(100)

($\chi^2 = 44.02$, $p < 0.0001$)

者が少なくなることで統計学上の問題が生じる場合がある。また、月齢が小さいが参加している児童は同一月齢の中では能力が高いことも推察され、この場合回帰式の傾きが小さくなる傾向がみられる。そこで、これまで集積した2009年度から2015年度の選考会参加者の全てのデータを用いて、学年別とせず、性別の月齢-各測定値の関係を検討した。その結果、これら回帰式の傾きは、男女共に立ち三段跳び、メディシンボール投げにおいて、従前のものと比べて顕著に大きいことが確認された(矢野ら2017)。そこで、2016年度からは、学年別とせず、過去の参加者全員のデータから算出された回帰式を用いて補正している。

図4は、2009年度から2017年度の選考会参加者1,965名(男子1,203名、女子762名)の30m走、立ち三段跳び、メディシンボール投げの結果を性別に示しているが、全ての測定項目において、月齢と有意な相関関係が示された($p < 0.01$)。このことは、運動能力は同一学年内であっても月齢(時間)とと

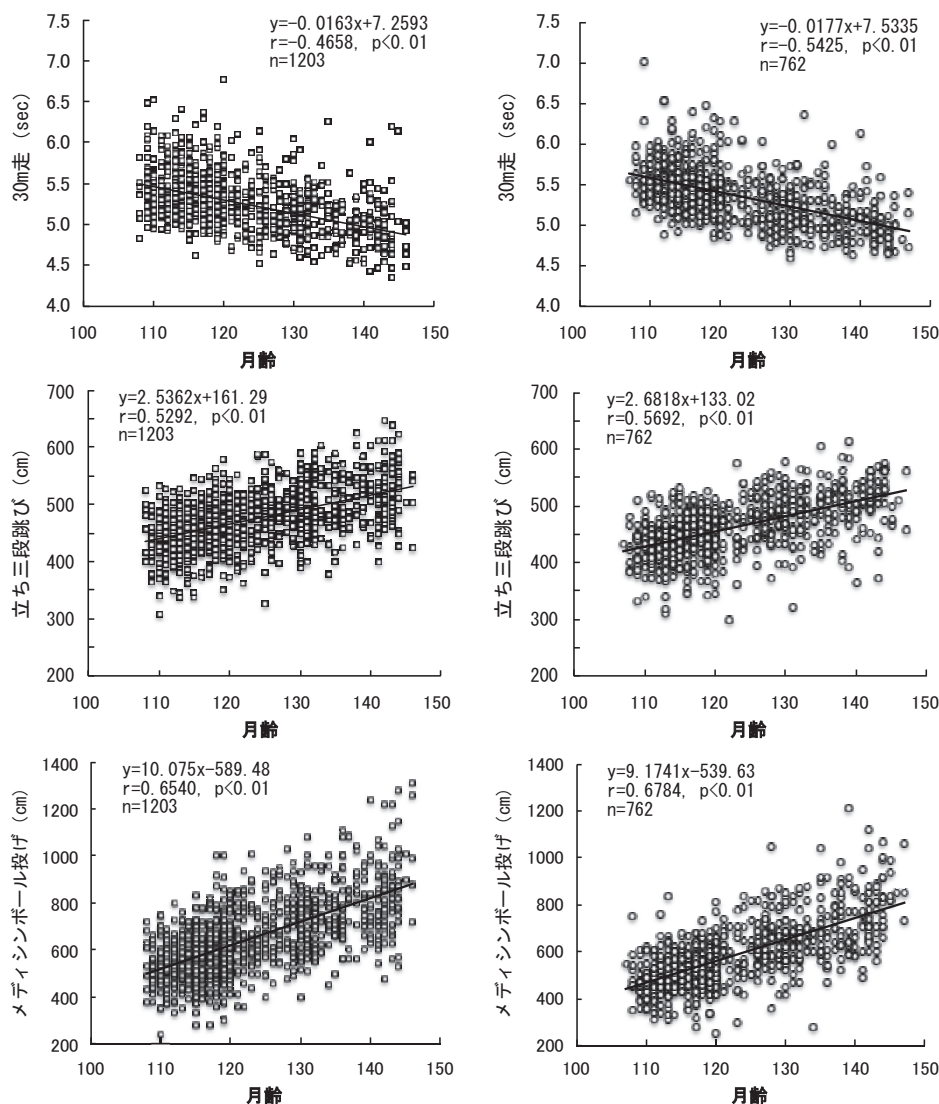


図4 2009-17年度HJSA選考会参加者の月齢と各測定値の関係(左:男子,右:女子)

もに連続的に発達(変化)するものであって、学年によって断続的に変化するものではないことを再認識させる結果といえる。因みに、2017年度の各項目の測定値補正は、図4に示す回帰式を用いて行った。

RAEを考慮せず学年別に運動能力の指標を用いる評価は、運動能力が図5の破線で示すような発達過程を経ることを前提にしていることであり、評価者の意図の有無にかかわらず、RAEの偏見が加わっていることを認識する必要がある。これらのことから、HJSAが用いている評価方法が最適とは言えないものの、RAEを考慮する一つの方法と考えている。

6. HJSA登録生と一般児童の体格・運動能力について

第3項で述べた、兵庫県内の一般児童・生徒の調査結果から、小学校4・5・6年生8,661名(男子4,070

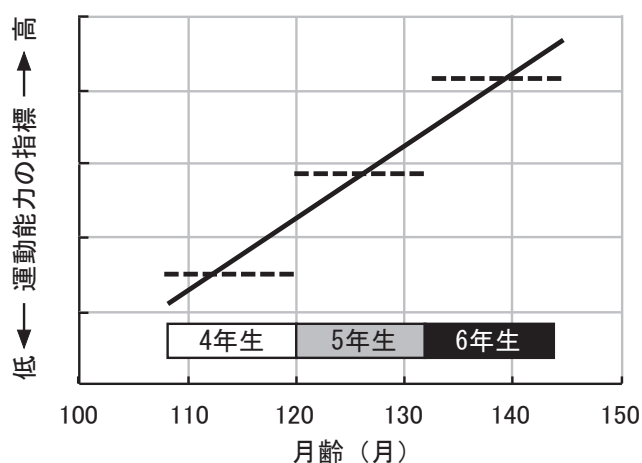


図5 運動能力の指標を用いた評価方法の考え方(イメージ図)

実線:月齢(時間)と共に連続的に変化する,破線:学年により断続的に変化する

HJSA選考会時の月齢:4年生108~120,5年生120~132,6年生132~144

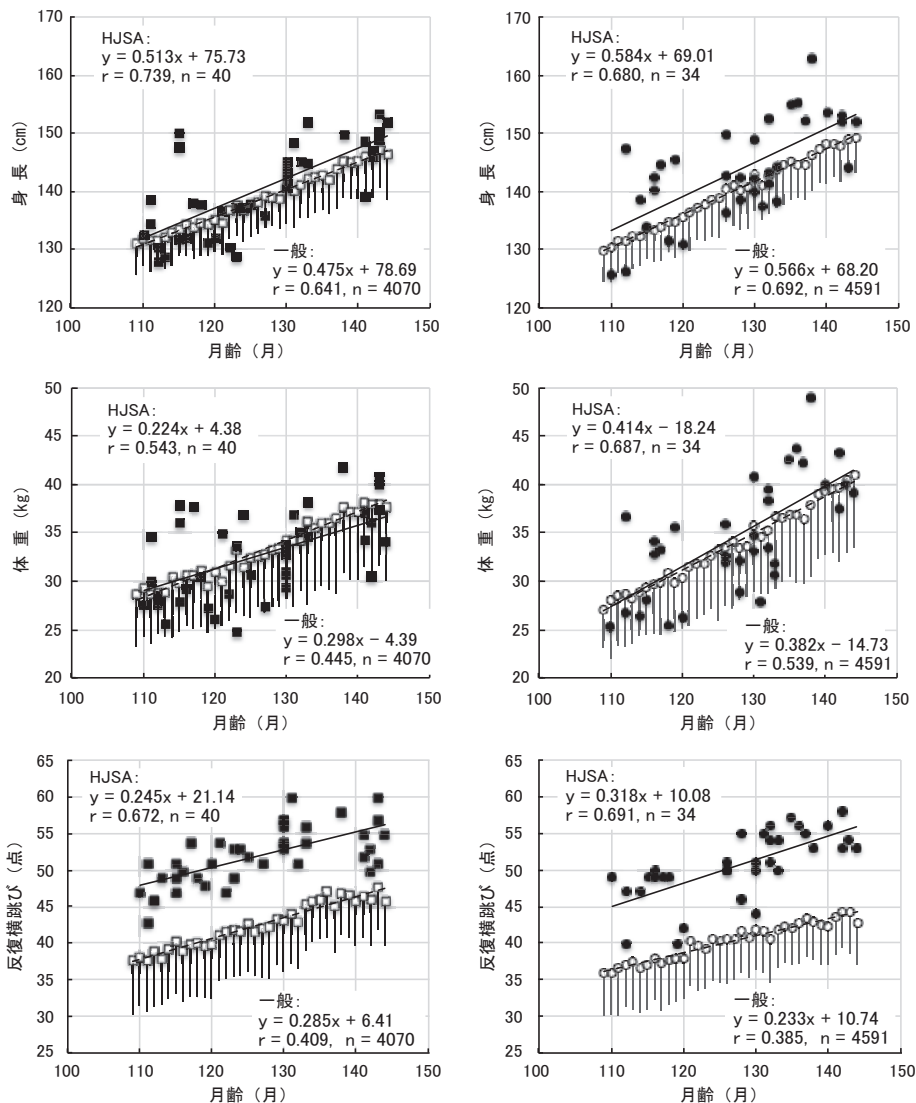


図6 一般児童とHJSA登録生の月齢と身長、体重、反復横跳びの関係の比較（左：男子，右：女子）
 ■：HJSA 男子登録生，□：一般男子，●：HJSA 女子登録生，○：一般女子，
 —（実線）：HJSA 登録生，- - -（破線）：一般児童

名，女子4,591名）の身長，体重，反復横跳びのデータを抽出し，同年度の2015年度HJSA登録生74名（男子40名，女子34名）のデータと比較した。このHJSA登録生とは，選考会合格者および前年度からの継続生を合わせたものである。ここに示すデータは，2015年4月25日に実施したHJSA選考会で得られたものである。

図6に結果を示す。一般児童の結果は同一月齢毎に平均値と標準偏差を，HJSA登録生は個々の結果を散布図として示した。一般児童の回帰式は平均値ではなく散布図から算出したものを示している。男女とも体重については，両者の間で顕著な差は認められなかったが，女子の身長についてはHJSA登録生の方が少し高い傾向にあった。反復横跳びについては，HJSA登録生が一般児童と比較して顕著に高いことが示された。回帰式で比較すると，HJSA登

録生は一般児童の1標準偏差ほど（ほぼ10点）優れていると考えられる。HJSA選考会は独自の測定項目が多く，一般児童との直接的比較は身長，体重，反復横跳びの3項目に限られるが，HJSA登録生は，体格は一般的ながら敏捷性に優れていることがうかがえる。

一方，選考時にRAEを特に考慮していない福岡県TID事業に関する調査によると，合格者群（HJSA登録生に相当）は運動能力のみならず体格（身長・体重）も一般児童と比較して1～2学年ほど上の水準であったことが報告されている（谷所ら2011）。しかし，HJSA登録生と一般児童を比較すると，体格に大きな差は見られなかった。RAEを考慮することで，体格差（発育の遅速）の影響をなるべく抑制した条件下で，運動能力に優れた児童を選考していると考えられるが，今後さらに検討を続ける必要が

ある。

7. おわりに

TID 事業は「スポーツの成功における偶然的要素の最小化」へのチャレンジである。少子化が進む中、スポーツ界においても国際競争力の向上が求められている日本の現状を鑑みると、TID 事業の重要性はますます高まるだろう。

本稿で示した通り、HJSA 選考会への参加動機および測定値に RAE が影響していることは明らかである。RAE を考慮して選考対象者の分類を学年（12 ヶ月）より短くする試みもあるが、その効果には疑問があり、HJSA では月齢による測定値の補正を実施してきた。しかし、この方法が最適とは考えていない。TID 事業が、タレント発掘と銘打っている以上、単に RAE による一時的な能力の優劣を評価して選手選考を行うことは事業にとって損失になる可能性がある。真のタレントを発掘・育成するためには、RAE の影響を完全に解消することは困難なものの、最小化に向けて検討を続けることは重要と考えている。

また、保護者も含めて、スポーツに携わる関係者全てが、RAE はジュニア期のみならず選手の人生に影響することを理解し行動することも重要であろう。

謝辞

稿を終えるにあたり、多大なご支援をいただいた兵庫県教育委員会事務局体育保健課、スポーツ振興課、(公財)兵庫県体育協会およびひょうごジュニアスポーツアカデミー実行委員会に深謝する。

引用文献

- Baker J, Logan AJ (2007) Developmental contexts and sporting success: birth date and birthplace effects in national hockey league draftees 2000-2005. *Br J Sports Med*, 41: 515-517.
- Cobley S, Baker J, Wattie N, McKenna J (2009) Annual age-grouping and athlete development: a meta-analytical review of relative age effects in sport. *Sports Med*, 39(3): 235-256.
- Deaner RO, Lowen A, Cobley S (2013) Born at the wrong time: selection bias in the NHL draft. *PLOS ONE*, 8(2): e57753.
- Dudink A (1994) Birth date and sporting success. *Nature*, 368: 592.
- 福岡県タレント発掘実行委員会事務局 (2010) 福岡県タレント発掘事業の取り組み. *トレーニング科学*, 22 (3) : 169-180.
- Müller L, Hildebrandt C, Raschner C (2015) The relative age effect and the influence on performance in youth alpine ski racing. *J Sports Sci Med*, 14(1): 16-22.
- Musch J, Hay R (1999) The relative age effect in soccer: cross-cultural evidence for a systematic discrimination against children born late in the competition year. *Sociol Sport J*, 16: 54-64.
- Nakata H, Sakamoto K (2017) Relationship between the relative age effect and lengths of professional careers in male Japanese baseball players: a retrospective analysis. *Sports Med Open*, 3(1): 21.
- 大西義男 (1961) 生月の研究 : 特に五月生れの発育, 体力, 運動能力について. *体育学研究*, 6(1): 199.
- 坂口なおみ (2010) 和歌山県ゴールデンキッズ発掘プロジェクト. *トレーニング科学*, 22 (3) : 187-191.
- 竹村英和, 内丸仁, 小田桂吾, 山口貴久, 高橋弘彦 (2017) スポーツタレント発掘・育成事業における選考会参加児童の体力・運動能力と相対年齢効果. *仙台大学紀要*, 49 (1) : 45-52.
- 谷所慶, 山下修平, 和久貴洋 (2011) ジュニアアスリートと一般児童の身体能力の比較 - スポーツタレント発掘事業と児童の体力. *体育の科学*, 61 (3) : 195-201.
- 矢野琢也, 鷗木秀夫 (2017) 兵庫県のタレント発掘・育成事業. *子どもと発育発達*, 14 (4) : 315-322.

イギリス・メダリスト育成プロジェクト 世界一流タレント育成に関する今日の科学的知見を検証する

伊藤静夫¹⁾ 桜井智野風²⁾

1) 日本陸上競技連盟普及育成委員会 2) 桐蔭横浜大学

はじめに

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精力的な政策を打ち出した。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、ジュニアスポーツ振興を重視した点で関心を呼んだ。とりわけ、競技者長期育成計画（Long Term Athlete Development；以下、LTAD）は国民全体のスポーツ振興と一部トップアスリートの競技力向上施策との連携をはかる意図から、両者を結びつける役割に「ジュニアスポーツの振興」をあてている。この点が、斬新な育成モデルとして大いに注目されたのである。そして、LTADはすぐさまカナダに渡り、カナダのジュニア育成施策の中核モデルとして発展した。今日、LTADがジュニア育成の世界的に知られたモデルとなっていることは本誌前号の特集で紹介したとおりである。

さらにイギリスでは、ロンドンオリンピックを前にした2008年に2020年までの長期振興基本計画「勝利を楽しむ：スポーツの新時代（Playing to win: A New Era for Sport）」を策定した。ここでは、上記の国民スポーツと競技力向上の融合施策を「子どもスポーツ」「地域スポーツ」「エリートスポーツ」の三つの柱を軸に、総合的、具体的に計画している。やはりここでも、「子どものスポーツ」に力点が置かれ、優秀なタレント育成とグラスルーツの子どもスポーツ振興とが同じ視点で捉えられている。具体的政策として、例えば「週5時間運動（The 5 hour offer）」があり、全ての子どもたちを週5時間の身体運動を確保しようとするものであり、このグラスルーツの充実がひいては優秀なタレント育成にも繋がるという発想なのである。

さて、このようなイギリスにおけるジュニア競技者育成に関する政策の流れの中で、The Great

British Medalists Project という研究プロジェクトが編成された。今日、エビデンスに基づく政策立案が世界的に志向されるが、本研究はジュニア競技者の育成に関するエビデンスを網羅的に検証したものであるとして大変興味深い。2017年にはその研究成果の一端が報告されたので、本稿ではその論文の概要を紹介する。

研究プロジェクトの編成

イギリスでは、2008年北京オリンピックへ向け強化費に2億3千5百万ポンド(350億円)を投資し、世界4位のメダル獲得を達成した。ついで、2012年ロンドンオリンピックでは2億6千1百万ポンド(390億円)に増額し、メダル競争で世界第3位にまで押し上げた。さらに2016年リオ・オリンピックでは3億5千5百万ポンド(533億円)の予算を組み、金メダル獲得数では中国を抜いてアメリカに次ぐ世界第二位にまでのぼりつめた。

スポーツ政策としては、当然、この投資に見合った裏付けが求められる。いかにすれば世界レベルのタレントを発掘育成できるか、そのための信頼に足る科学的エビデンスの重要性はひときわ高くなった。こうした背景から、UKスポーツが中心となって、タレント育成に関する科学的エビデンスを検証する一大プロジェクト研究班が編成されたのである。

2009年、UKスポーツは国内外の研究者や学術団体に対して、競技者発掘・育成システムに関する研究、および実際のエリート選手の育成過程における成功および失敗事例に関する研究の検証を呼びかけ、こうした国内外の専門家で作成するプロジェクト研究班を編成した。まず発足当初(2010年4月～2011年1月)において、研究会や研修会を開催し、「超エリート競技者」の育成に関する総括的な見解・ガイドラインを作成した。このガイドラインは、リ

オ・オリンピックの戦略計画 (strategic planning for Rio 2016 ; March 2013) に反映されることになる。

こうしたプロセスを経て、2010年6月イギリス・ラフバラのUKスポーツ本部で開催された第1回のミーティングを契機に本プロジェクト研究の基本方針が固まり、科学的知見に基づいて各競技者の特徴をあきらかにする作業が2015年まで継続された。

スポーツタレント育成に関して膨大な情報があふれるなか、世界レベルのタレント育成を的確に把握するため、科学的エビデンスの質の評価が重要になる。従来、研究対象となる競技者の競技水準については、「エリート競技者」と表記されてもその競技水準の内実は比較的あいまいであることが多かったが、本研究班では競技者を次のように定義した。

- (1)非エリート競技者＝競技水準が国内レベル以下のジュニアおよびシニア競技者
- (2)ジュニアエリート競技者＝国内レベルから国際レベルまでのジュニア競技者
- (3)エリート競技者＝国際級のシニア競技者
- (4)超エリート競技者＝オリンピックや世界選手権における金メダリスト

また、スポーツタレントの育成に関する情報は科学論文から一般書籍、逸話的エピソードに至るまで膨大な量に及ぶが、本研究では、(a) 競技者、(b) 環境、(c) トレーニングの3つのトピックに分類して今日の科学的知見を検証し総括している。

エビデンスの質の評価にはGRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) システム [56] (研究デザイン、エビデンスの一貫性、統一性にもとづいて評価。これによって効果の予測がどの程度正しいのかを判断する) が採用されている。

また、以上のエビデンス検証に基づき、政策立案者など実践的立場の関係者へ向け、エビデンスの信頼度および使用の可否について (GRADE ガイドラインに基づいて) 助言や提言がなされた。

本稿では、以上の方法で検証したエビデンスについて上記3つのトピックスに沿って本論文の概要を以下に紹介する。

イギリス・メダリスト養成プロジェクト
世界一流タレント育成に関する今日の科学的知見を総括する

The Great British Medalists Project: A Review of Current Knowledge on the Development of the World's Best Sporting Talent. *Sports Med.* 2016 Aug;46(8):1041-58. doi: 10.1007/s40279-016-0476-2.

Tim Rees¹⁾ Lew Hardy²⁾ Arne Gu'lich³⁾ Bruce Abernethy⁴⁾ Jean Cote⁵⁾ Tim Woodman²⁾

Hugh Montgomery⁶⁾ Stewart Laing⁷⁾ Chelsea Warr⁷⁾

1) Department of Sport and Physical Activity, Faculty of Management

2) Sport, Health and Exercise Sciences, Bangor University

3) Department of Sport Science, University of Kaiserslautern

4) School of Human Movement and Nutrition Sciences, Faculty of Health and Behavioral Sciences, The University of Queensland

5) School of Kinesiology and Health Studies, Queen's University

6) School of Life and Medical Sciences, University College London

7) UK Sport

1 競技者

1.1 生年月日

スポーツの成績に競技者の誕生日が関係している可能性がある。相対年齢効果 (relative age effect; RAE) と言われ、競技者の誕生日が偏った分布を示す現象として知られる。すなわち、登録競技者を年間サイクルで区切ると、誕生月が年間サイクルの始まりの月 (欧米社会では一般に9月) に多く、終わりの月 (8月) で少ない、という傾向がみられる。1984～2007年における非エリート競技者、ジュニアエリート競技者、エリート競技者を対象にしたメタ分析結果によると [58]、アイスホッケー、サッカー、野球、バスケットボール、バレーボールでこの傾向が顕著にみられた。さらに、ジュニアエリート競技者を対象とした最近の研究結果においても [59-61]、RAE はやはりアイスホッケー、ハンドボール、野球で顕著に見られた。

一方、エリート競技者を対象にした事例において [62-65]、アイスホッケー、野球で RAE が顕著に見られたが、アメリカンフットボール、バスケットボール、サッカー、ゴルフ、ハンドボール、テコンドー、バレーボール、その他の非オリンピックスポーツでは、RAE の傾向がみられなかったという報告もある。さらに、エリートレベルのアイスホッケー選手 [66] を対象とした調査例では、「平均」レベルの選手ではやはり中等度の RAE がみられたのに対し、「超」エリートレベルの選手 (オールスター選手やオリンピック選手) では反対の傾向がみられ、相対的に若い選手の方がより長く競技を継続していた。また、ジュニアエリート選手の性別に着目したも

のでは、男子の方が顕著な RAE 傾向を示した [67]。また、アイスホッケーのジュニア競技者を対象にした調査では、ナショナルチームに加入した初期段階、すなわち年齢の若い段階では RAE の傾向は顕著にみられるものの、競技歴を重ね後半になるにつれ、上記同様、むしろ相対的に若かった競技者の方が競技人生は長かった [68]。

以上、エリートから非エリートまでの集団を対象とした研究結果 [69, 70] から、誕生日分布だけから年齢の効果を単純に比較することが適切ではないことがわかる。若い競技者がスポーツを選択するとき、ある種の「自己制御 (好き嫌い)」が働いたり、特定のスポーツを敬遠したり、あるいは若い競技者はドロップアウトしやすい、といった理由から誕生日の分布が正規分布から外れる可能性もある。例えば、あるサッカー人口の調査結果においても、登録直後の競技者の分布には RAE がみられなかったという [70]。

以上、超エリート級の競技者を育成するにあたって「年齢区分内で相対的に年齢の高い競技者の方が有利である」というエビデンス (エリートレベルの範囲まで) の評価は、総合評価で「中」から「低」程度となる。このエビデンスが示唆するところは、普通より半年早く生まれたことによって得られた RAE の恩恵も、エリートレベルに達するにつれて消失してゆくということである。したがって、スポーツ現場において RAE をタレント発掘 [71] やタレント育成の目標から外すべきであり、政策担当者や現場の関係者は相対年齢効果の負の側面をできるだけ少なくするような環境づくり [72, 73] に努力すべきこと、を提言する。

1.2 遺伝

遺伝子の問題は、言うまでもなくスポーツのパフォーマンスに最も深く関係する要素の一つである [74]。非エリートレベルを対象にしたエビデンスとしては [75-79]、筋力、敏捷性、走速度、反応時間、柔軟性、バランス、骨密度、除脂肪体重、エクセン トリック屈曲腕力、コンセン トリック屈曲腕力、腕の横断面積、最大随意筋力、アイソメトリック筋力、最大酸素摂取量などといった多様な測定値の変動に対して、遺伝子要因は 20～80%の説明力を持つことが示された。また、身体活動に関わる遺伝子変異があきらかにされてきており [80]、その代表的な研究プロジェクトである GENE ATHLETE は、アスリートと非活動的な人との比較から競技的特性に関係する遺伝子タイプを示したが [81, 82]、非エリートレベルの「競技者特性」の変動の 66%が遺伝子要因で説明できるという [83]。

非エリート集団のサンプルから重要な遺伝子関連要素として導かれたものとしては、敏捷性、スプリント能力、跳躍力、投能力、キネマティクス、反応時間 [76, 84-86]、そして心理的特性 [87] がある。また、持久性/有酸素性能力あるいは筋力/無酸素性パワーに影響する遺伝子多様体なども含まれる [88-91]。なかでも、筋力/パワーに関連する ACTN3 (アクニチン・アルファ 3) および VDR (ビタミン D 受容体) 遺伝子多様体が注目される。ACE (アンギオテンシン変換酵素) 遺伝子では、第 16 イントロン上の 287 塩基対の保有型 (挿入 ;I 型) よりも欠落型 (欠失 ;D 型) の方が血中 ACE 活性は高い [92, 93]。したがって一般に、I 型は疲労耐性および持久性パフォーマンスに関連し、D 型はパワー、筋力、スプリント特性に関連するといわれる [94, 95]。例えば上腕二頭筋の収縮持続能のトレーニング効果では、I 型の方に効果が表れやすく [96]、また優れた山岳クライマーの I 型の分布頻度は対照群に比べ高く [96]、さらに非エリート集団のなかでも I 型分布と登頂成功率とが関係していた [97, 98]。また、エリートランナーを対象にした調査では、走種目の距離が長くなるほど I 型のランナーが多くなった [99]。逆に D 型は、短距離エリート水泳選手のサンプルにおいて、スプリント/パワーのパフォーマンスに関係していた [100-102]。

遺伝子特性は、ケガの受傷率にも関連する [103]。例えば、アポプロテイン E の対立遺伝子 ϵ 4 (表現型 : アポ E4) の頻度が非エリートボクサーの慢性神経障害の重症度と関連していた [104]。また、5 型コラーゲン遺伝子多型 (COL5A1) ではアキレス腱

[105] および前十字靭帯 [106] の受傷と関係していることが非エリート集団の受傷者と非受傷者の比較からあきらかにされた。

エピジェネティクスの研究分野 (遺伝子発現が環境によって変化) から、DNA 配列の変化によらない遺伝子発現の変化 (遺伝的であるが可逆的変化) があきらかにされている [107-110]。例えば、母親の身体活動水準が (次世代の) 遺伝子発現に影響するとすれば、スポーツタレントの発現にも重要な影響を持つことになる。また機能的遺伝子解析の研究分野では [111-113]、持久性トレーニング時の筋活動に対する機能的な適応反応として遺伝子発現に変化が現れるというエビデンスも示されている。

以上、遺伝子がスポーツにおけるタレント発掘や育成に顕著な貢献をなすというエビデンス評価は、少なくとも「中」程度となる。実際、遺伝子変異の極めてまれなある種の組み合わせから、それらが相互に関連して超エリート競技者の特質を生み出すように作用する可能性は十分に考えられよう [114]。他方、優れた競技成績は必ずしも遺伝的要因だけでは予測できないという側面も厳然と存在する。いずれにしても、遺伝的要因がその競技の適性に影響を及ぼしていることは間違いない [115]。ただし、遺伝的要因によって専門とする種目を選択する方法には、プライバシーの問題、倫理的問題、社会的問題などの関与も懸念される。したがって本論では、遺伝子研究の成果を種目選択に利用する場合、政策立案者及び現場の関係者は、遺伝子特性の情報をどのように役立てるべきかその可能性を十分に吟味し、また競技者側が十分な情報提供に基づき適切に自己選択できるよう、十分配慮すべきことが提言される。

将来の競技力予測に対して遺伝子解析はどこまで有効か? それを実証的に見極めるためには、遺伝子研究およびスポーツ科学の実践的研究が連携し、広範囲な前向きコホート研究によってはじめて可能になり、そのときこそ遺伝子検査の真価を見定めることができるだろう。遺伝子研究の持つ潜在的な可能性は極めて高く、とくにパフォーマンス関連遺伝子、トレーニング・学習関連遺伝子、ケガの発症に関わる遺伝子など、この分野の研究のさらなる発展が期待される。

1.3 形態学的、生理学的要因

オリンピック選手の形態的研究には長い歴史があり、1960 年ローマオリンピックにさかのぼる [116]。こうした研究の歴史を経て、今日では非エリートクラス [117-120] からジュニアエリート [121-128]、

エリートクラス [129-131]、そして超エリート [132] まで幅広く形態的、生理的特性が明らかにされてきた。そして、多くの測定が行われてきたが、なかでも代表的なものとして、身長、体重、除脂肪体重、骨塩量、骨密度、四肢長、四肢周径、脂肪量、ジャンプ能力、スプリント能力、筋力、最大酸素摂取量などがあげられる。またこれらの研究では、幅広いスポーツを対象としてきた。すなわち、オーストラリア・フットボール、バスケットボール、カヌーボロ、フィールドホッケー、サッカー、ハンドボール、ネットボール、ボート、ラグビー、テニスなどである。とくに、有酸素能力、無酸素能力、無酸素パワーがスポーツパフォーマンスにとって重要になり [133]、どの要素を重視してトレーニングを組み立てるか、また生理学的な評価をどのような測定方法で行うか、スポーツ種目ごとにおのずと異なってくるだろう [134, 135]。

スポーツ種目によっては形態的特性が競技力に直接影響するものもあり、例えば体操や飛び込みではおしなべて低身長、低体重という特徴が見られ [136]、またウエイトリフター、パワーリフターの上肢、下肢は平均より短いことから身長に対する坐高の比は高くなっている。ただし、形態学的研究成果は過大評価される傾向もあり、その結果、形態学的測定値から早い段階で競技者の能力を特定し、早期に専門化させるといった試みは疑問視されている [11]。

発育発達には大きな個人差があり、また思春期において生理学的、形態学的な測定値は大きく変動する。したがって、これらの測定値から将来の競技力を予測することは極めて難しく、形態学的、生理学的測定をタレント発掘目的に利用することには限界がある。タレント発掘に利用するとすれば、少なくとも対象者の生物学的成熟度を十分に考慮しておかなければならない [123, 137]。思春期における内分泌系の変化は身体的、生理学的変化に影響するが、同時に、競技成績にも重要な影響を及ぼす。多くのスポーツについて非エリートおよびジュニアエリート集団を対象にしたレビュー論文では [138]、思春期には諸要因に大幅な変化があることから成人期のパフォーマンスを予測することは難しい、と結論づけている。

以上、超エリート級の競技力向上に形態学的、生理学的要素が貢献するというエビデンス評価自体は「高」評価となる。しかしながら、思春期においてこれらの要素は大きく変動するので、青少年期の測定値から成人期の競技力を予測する精度は低くな

る。以上のことから、本研究班は次のことを提言する。現場の立場として、トレーニング成果を確認するために生理学的テストを活用したり、またタレント発掘・育成のために形態学的、生理学的テストを用いたりする場合、その活用にあたって対象競技者の生物学的成熟度を十分に考慮する必要がある。すなわち、晩熟で選抜されなかった競技者へは再挑戦のチャンスを与えるといった処置を講ずる必要がある。ともかく、スポーツタレント発掘の研究者が具体的に解明しなければならない最大のテーマは、青少年期において形態学的、生理学的測定値から成人期の競技力をどの程度予測できるかということである。この問題が解決できれば、タレント発掘システムへの活用の仕方もより前進するだろう。

1.4 心理的スキルと動機付け

すでに 1977 年において、Mahoney と Avener [139] は体操のエリート選手を対象にスポーツ選手の心理学的特徴をあきらかにしようと試みている。そして今日では非エリートクラス [140-146]、ジュニアエリートクラス [147-149]、エリートクラス [23, 139, 150-156]、超エリートクラス [151, 157-164] と幅広く心理学的特性が明らかにされ、優れた競技者ほど、動機付け、自信と統制感、精神的強靱さや精神的な回復力、トラブルへの対処能力、「あがり」(プレッシャーのかかる状況で期待通りの結果が出せないなど [165, 166]) への対応能力、あるいはメンタルスキル(目標設定、不安制御、イメージング、独り言、意志決定)において優れていることが証明されてきた。

エリートクラス [23, 153] および超エリートクラス [157, 161, 163, 164] の競技者を対象とした研究結果から、競技者の有能感を形成する過程で、課題そのものの熟達、進歩を目標とする課題志向性(task orientation) が強く影響していることが示唆された。一方、ジュニアエリート [168]、エリート [169]、超エリート・レベルの [163, 170] 競技者を対象とした研究結果では、自己の能力と他者とを比較する自我志向性(ego orientation) が有能感形成に影響したという結果もみられる。また、非エリート [171, 172]、エリートレベル [173] 競技者を対象とした研究では、競技者は競技不安をむしろ競技力の向上に利用しているのではないかという結果がみられた [172]。競技不安は高い水準の努力を傾注するときともなうが [171, 174]、競技不安があることによって、スポーツの特異的な運動や動作に集中するとき、意識が過剰にのめり込まないよ

うに作用することで競技不安はむしろ競技力を高めることにつながる可能性があるとも考えられている [166, 175, 176]。さらに、競技水準の高い競技者ほど、不安の知覚を競技力促進の方向に解釈する傾向が強い [177, 178]。

また、エリート及び非エリートレベルの競技者において [179-181]、成功した競技者では自己決定による動機付けが強く、またその水準が強い傾向にあるものほどバーンアウトのリスクが低い。しかしながら別の研究では、エリート競技者の特徴として、競技水準の低い競技者に比べ、内発的動機付けの水準が低く外発的動機付け水準が高い傾向にあるという逆の結果もみられる [182, 183]。また最近の研究結果では [184]、非エリート競技者の「熱意」についてしらべたところ、調和的熱意（より自発的）より執着的熱意（より強制された）が高いものの方がデリバレートプラクティスをよく行い、スポーツパフォーマンスも高かったという。

以上、超エリート級の競技力向上に心理的要素の貢献が重要であるとするエビデンス評価は、「中」～「高」評価となる。ただし多様な心理的特性のなかであって、それぞれのエビデンス評価にはかなり差異が認められる。したがって、現場の関係者に対しては、当面は心理的プロフィールだけをタレント育成のために活用することが勧められている。

今後の研究の中心課題は、高い動機付け、精神的な回復力、精神的な強靱さなどがどのように形成されたかをあきらかにすることであり、また、ジュニア期で育まれた心理的スキルが成人期のエリート水準の競技力まで長期にわたって影響しうるか、あるいはどのようにすれば可能かを検証することである。さらに、今後の研究課題としては、次のようなものがあげられる。優れた競技者は競技不安をどのようにしてポジティブに転換しているのか？ 世界的レベルの競技者は、意識的なコントロールに過剰にのめり込まないようにしながらも、どのようにして集中力を維持しているか？ また、そのような心理的スキルはトレーニングによって高めることが可能か？

1.5 性格特性

非エリート [185-188]、エリート [23, 189]、超エリート [157, 161, 164] レベルの競技者を対象にした研究において、より競技力の高い競技者ほど、誠実で、楽観的であり、希望にあふれる性格を有するというエビデンスがある。また非エリート [190-192]、エリート [23, 164]、超エリート・レベル [161]

競技者を対象にしたエビデンスとして、「適応的完璧主義」（高い目標をかかげ努力するとともに、その競技力を維持しようとする傾向）である特徴が見られた。この対極の傾向が「不適応的完全主義」に関連するさまざまなネガティブな要因（例えばバーンアウト、失敗不安や自信喪失へ没入する傾向）である [193]。非エリートの競技者では [194-198]、自己陶酔がパフォーマンスに影響するというエビデンスもある。自己陶酔の強い競技者には、競技能力の背景として自己陶酔感（非現実的であっても）が内在しやすく [199]、またこの感覚によってプレッシャを受けた状態でもより高い競技力が発揮できるようになる [198]。

以上、超エリート級の競技力向上に競技者の性格が深く関わるとするエビデンス評価は「中」程度の評価になる。さらに、現場の関係者にとって、これらのエビデンスをタレント「育成」に活用する限り特に問題は生じないだろうが、タレント「発掘」に用いるとなるとこれは別問題である。現場の関係者がタレント育成の過程で競技者の性格特性を活用することは勧めるが、タレント発掘テストに用いることは推奨できない。なお今後の研究課題として、優れた競技者に求められる性格特性は他にどのようなものが（あるいはどのような組み合わせが）あるのか、そして、そうした性格をどのように育成して行くのが良いかを検証することなどがあげられる。

2 環境

2.1 出身地

競技者が育った地域のサイズが競技力向上に関係するというエビデンスが、ジュニアエリート [59, 200, 201] およびエリートレベル [64, 65, 202-204] を対象とした研究で見られる。地域サイズとしては、小～中の人口規模（3万～百万）が成功に導きやすい。ただし、地域サイズは国によって幅があり（ある国では中規模であっても他の国では小規模になったり大規模になったりする）、イギリスのデータ [63] でいえば、10,000～29,999の地域規模が最も多くのオリンピック選手を生んでおり、逆に500,000～999,999の地域が不利になっている。また、イギリスのエリートおよび超エリート競技者を対象としたWorld Class Program (WCP) の出身地分析では [205]、一般のイギリス国民と比較して、WCP 競技者は、中規模の町（人口50,000-99,999人）で育ったものは2.1倍多く、小規模の村（<1999人）の小学校に通ったものは10.5倍、中学校に通った

ものは3.0倍多かった。発育期の育成環境は、どのような影響を持ちうるだろうか？心理的、社会的、組織的、文化的な影響を幅広く受け、個別の影響は拡散されるだろう [63, 200, 204, 206]。しかし、それでも上記のような出身地の効果がみられ、環境がタレントを育て、タレントが育ちやすい「タレントのホットスポット」のようなものが存在する可能性もあるように思える。

以上、超エリート級の競技者を育成するうえで出身地が影響するというエビデンス評価は、「高」～「中」水準である。したがって、タレント発掘・育成のシステムを考案する立場の政策担当者や現場の関係者は、少なくともジュニア競技者の出身地の問題を考慮すべきことを提言する。さらに今後の研究課題として、物理的、社会的環境、資金、スポーツ施設の利便性などの問題も検討し、優秀なタレントが単に人口規模だけでなくどのような住居環境に育ったか、といった問題も理解しておく必要があるだろう。

2.2 家族・コーチの存在

競技者の育成にとって、家族をはじめ競技者を取り巻く社会の存在も極めて重要である [39]。社会集団、社会的サポートとそのネットワーク（家族、コーチ、仲間、サポートスタッフなど）の影響について、非エリート [207-216]、ジュニアエリート [148, 217-219]、エリート [23, 220-222]、超エリート [158-160] 競技者を対象とした調査が行われてきた [223]。その結果、指導者について言えば、彼らはトレーニングなどの専門的な指導だけでなく、発育期の競技者の心理的なスキルや精神的強靱さを育てるうえでの支えになっていることがわかった [50, 158, 161, 224, 225]。さらにこの指導者の支援効果は、指導者の特性と競技者の性格との互いの相性 (common identity) に依存することが、非エリート競技者のデータ [226, 227] から示唆された。

以上、超エリート級の競技者を育成するうえでまわりの援助が関与するというエビデンス評価は、「中」水準以上となる。このことから、政策担当者や現場の関係者には、発育期のタレント育成にとって周りの援助がいかに重要かを十分認識するよう提言する。

2.3 競技者サポートプログラム

ヨーロッパ19カ国の実践事例 [228] をみると、いずれもジュニア期の任意の時点で競技成績に基づき競技者を選別し育成プログラムへ進ませるシステ

ムを採用しており、対象となったエリート及び超エリート競技者の多くはこの育成プログラムのある段階から種々のサポートプログラムを受けることになる [20, 229]。ただし、競技水準の如何を問わず [13, 20, 228-234]、ジュニア期の成績は必ずしもその後のシニア期の成績を反映するものではないことが、これらの事例からわかってきた。競技水準に幅のあるドイツの競技者4,686人を対象に7年間にわたって追跡した調査結果(自転車エルゴメータ・テスト、フィールドホッケー、ボート、卓球、ウエイトリフティング、レスリング) [229]、あるいは13のサッカースクール1,430人を12年間追跡調査した結果 [235] から、次のことがわかった。

- (a) 競技者の強化指定ランクにおいて、年間かなりの入れ替わりがある。
- (b) サポートプログラムへの参入年齢が若いほど、同プログラムからの退出も早い
- (c) サポートプログラムでの到達水準が高いものほど、またシニアになってからの競技成績の高いものほど、同プログラムへの参入年齢が遅い

このほかの多くの研究においても、超エリート級競技者がサポートプログラムへ参入した年齢は、その下のランクのエリート級競技者より遅いという結果がみられた [228, 229, 236, 237]。さらに興味深いことに、イギリスの「タレントトランスファー」プログラムの結果では、16～25歳と比較的遅くトランスファーした競技者は、わずか1年以内にエリート級の実力に到達し得るという [13]。また、ドイツのエリート競技者と超エリート競技者の比較データ (2004年夏季および2006年冬季オリンピック代表) [238] およびオランダの非エリートとエリート競技者の比較データ [239] によれば、「エリートスポーツ学校」に所属した競技者と所属しなかった競技者のメダル獲得実績に差はないという。また、エリートスポーツ学校に所属しなかった競技者の方が学業においてもより高い水準を修得していた。

以上、超エリート級の競技者を育成するうえで早期のサポートプログラムが貢献するというエビデンス評価は、「中」程度となる。超エリート競技者のジュニアからシニアへの推移をみると、ジュニア期のサポートプログラムを受けているときの直線的な変化とは異なり [235]、その後は選抜されたり選抜から外されたりの紆余曲折をたどり、その推移は明らかに非線形的であることがわかる [240]。以上のことから、政策担当者、現場の関係者には次のことを提言する。すなわち、ジュニア期の競技成績からシニア期の長期の競技成績を予測することは難しく、

また、早期の競技者サポートプログラムはタレント育成の唯一の方法ではない、また、こうしたサポートプログラムは全ての年齢層に開かれていなければならない、そして、選考から外れた競技者に対しても復帰の可能性をモニターしていることが重要である。

さらに、実践的な立場から現行の競技者サポートプログラムの内容を大胆に再考する必要があるだろう。以上のことから、次の問題を提起しておきたい。ひとつには、なぜ、高い「タレント性」があり、高い動機付けのある競技者であっても、育成過程の転換点（とりわけジュニアからシニアへの移行期において）で停滞してしまうのだろうか？ さらには、現在のサポートシステムは、タレント性のある競技者がのびのびと育っていくようにするというより、競技者のある「型にはめる」ようとしているのではないだろうか？

3 トレーニング

3.1 専門的トレーニングの量

さまざまなスポーツ種目があるなかで、ジュニアエリート、エリート、超エリートレベルになると、いずれも専門的トレーニングに多くの時間をかけている [149, 230, 241-260]。競技特有のデリバレープラクティス (DP) に多くの時間をかけることは、世界の一流に到達する必要条件と言われてきた。

チェス [261] や音楽 [262] の世界では、一流の水準に到達するまでに 10 年、1 万時間を要する [27, 31] ことが広く知られる。このことはスポーツの世界にもあてはまり、エリート、超エリート級になると多くの競技者が 10 年あるいはそれ以上にわたって専門的なトレーニングを積み重ねている [230, 241, 243-245, 248]。ただし、この法則性を提示した Ericsson [263] 本人は最近の発言で、DP の基本構造を論ずるうえで、「1 万時間の法則」は究極の最終結論 (1993 年、[262]) ではない、と述べている。エリート層、超エリート層の競技者の実態をみても、確かにその様相はスポーツ種目によって多様であり [10, 23, 264]、その種目を開始してから国内代表に達するまでの平均年数が 7.5 年であったというデータもある。また、わずか 14 か月でオリンピックレベルに到達したと言う事例すらある [265]。また、超エリート競技者のエビデンスとしても、フィールドホッケー [236] のオリンピック金メダル獲得までにわずか 4,000 時間、サッカーのドイツ・ナショナルチームに達するのに 4,500 時間 [266]、バスケット

ボール、フィールドホッケー、ネットボール [241] でエリート、超エリート水準に達するのに 4,400 時間しか費やしていない。またここで注目しておきたいのは、ジュニアエリート競技者 [267] および超エリート競技者 [266] において、その専門的なトレーニング内容にはデリバレープラクティス以外のもの（すなわち、デリバレープレー）が多く含まれていることである。

また DP 理論では、DP 時間が多いほど高いパフォーマンスを獲得できるはずであり [262]、確かにこれを裏付けるエビデンスとして、クリケットおよびサッカーのジュニア選手と非エリート競技者と比較した例 [246, 259, 260]、バスケットボール、クリケット、フィールドホッケー、ハンドボール、サッカー、水泳、トライアスロン、レスリングなどのエリート競技者 [243, 248, 250, 255, 260]、バスケットボール、ダーツ、フィールドホッケー、ネットボールの超エリート競技者 [241, 245]、あるいは体操の青年期と超エリートと比較した例 [254] などにおいて観察される。さらに、オーストラリア・ルール・フットボールでも、初心者に比べエリート競技者は種目固有の専門的な練習をより多くこなしている [244]。ただし、こうした研究事例において専門的トレーニングの量的差異が生じているのは思春期後半から成人期にかけてであって、若年期でのトレーニング量に差はない（新体操のみ例外 [254]）。

一方、フィールドホッケー、サッカー、テニス、水泳 [203, 236, 253, 266]、およびオリンピック出場選手全般にわたって（陸上競技、バドミントン、バスケットボール、フェンシング、フィギュアスケート、体操、柔道、ボート、サッカー、水泳、卓球、レスリング） [20, 230]、超エリート競技者とエリート競技者を比較した例では、上記のような成人期におけるトレーニング量にも差がないという結果もみられる。さらに、DP 理論とは逆の傾向すらみられ、フィールドホッケーでは超エリート競技者の方がエリート競技者よりトレーニング量が少なかった [258]。また、競技会への出場数を比較すると、競技成績の違いによる差が見られない [241, 244-246, 259]。

DP 理論は、スポーツ科学の分野においても一般書籍を通して広く知られるようになった。ただし、ハイパフォーマンスを競う超一流競技者には、必ずしもこの理論が全て当てはまるわけではない。そもそも、10 年 1 万時間の理論をふり返っておくと、

(a) 対象となったのが主に音楽家であり、超一流

の競技者は含まれていない。

- (b) DP の概念はごく限定的なもので、生来の楽しみのための活動、チーム内の練習、遊び、競技会、非組織的なスポーツ活動などは含まれない。また、潜在学習（意識しないうちにいつのまにか学習しパフォーマンスが向上している）あるいは偶発学習（意図しない学習）なども DP から除かれる。

また DP では高い集中力を要件としているが、高い集中力は必ずしも適切なパフォーマンスの学習／獲得に結び付くわけではないとする研究結果もみられる。集中力を高めようとするのは、むしろパフォーマンスを低下させることにもなり得るという報告もある（分析麻痺 [268]、退行仮説 [176]；パフォーマンスレベルが初期の学習状態へと退行するようになる）。また、非エリート競技者を対象としたエビデンスとしても、潜在学習の方が精神的重圧下でのパフォーマンス獲得にはより有効であることが示されている。最後に、ジュニアエリート [246、259、260、270]、エリート [242、244]、超エリート [241、245、266] 競技者を対象としたエビデンスによれば、（特に子どものころ）組織化された遊びと組織化されていない遊びをともに経験することが、スポーツで秀でる上での重要な構成要素になっているという。

以上、DP が超エリート競技者を育成する上で重要な構成要素になるというエビデンス評価は中／高レベルである。ただし、この中／高レベル・エビデンスには、10年1万時間法則の適用は限定的であり、DP だけがスポーツでの成功に繋がるものではない、という意味も含まれている。さらに、競技力を向上させるうえでのトレーニングの貢献度については、思春期後期から成人期における専門的トレーニングに限定され、トレーニング量自体ではエリートと超エリートでは違いはないようである。最後に、エビデンス評価としては、低レベルではあるが、スポーツ能力向上にとって動作の自動化学習、あるいは潜在学習が有効であるという証拠も見られる。

以上の知見から、政策立案者および現場の関係者には、ジュニア競技者が漸次デリバレートプラクティスを増やして行くことが推奨されるが、その前提として、単に日々の練習量を増やして行くのではなく、現在のエビデンスを十分に考慮し、とりわけ自動的、潜在的学習および練習と遊びをともに楽しむことの効果も十分に認識しておくことが重要になる。このとき、早期に行われる専門的トレーニングの短期的な効果と長期的な効果との関係性も、今後

の重要な研究課題となる。すなわち、より専門的なトレーニングを強化することが、長期にわたる楽しみ、動機付け、ストレスからの回復、競技生活の継続にどのように関連しているか、また、優れたパフォーマンスを育成するうえで、顕在学習と潜在学習／偶発学習がどのような役割を果たしているかについても今後の研究課題である。特に、発育段階の各年齢ステージにおいて、専門的なトレーニング時の意識と活動、遊び、これらの組み合わせ、そこから生まれる多様性、あるいは相互作用や相対的な影響などが課題になろう。

3.2 早期専門化と遊びの体験

スポーツ種目によっては、パフォーマンスのピークが生物学的に成熟する以前にあらわれるものもあり、そうした種目ではエリートレベルの競技力を獲得するためには早期に専門化することが必要と言われる。例えば、芸術的系スポーツ（体操、フィギュアスケート、高飛び込み、新体操 [230]）の超エリートの競技者は、他のオリンピック競技と比較して、10歳までの専門的なトレーニング量は3～7倍になる。ただし、これらの種目の中で超エリート競技者とエリート競技者を比較してみると、トレーニング量や専門化の過程に差は見られない。例えば新体操では、年齢が増すにつれ他種目経験が少なくなり専門化して行くが、超エリート競技者の方がエリート競技者よりはやく専門化するということはない [254]。さらに、こうした例外的な種目をのぞけば、多くのスポーツ種目において、非エリート、ジュニアエリート、エリート、超エリートのどのレベルの競技者も、幼児期から青年期までの期間は、次第に1つの種目に絞って行くより、常に複数のスポーツを経験しているという例の方が多い [230、236、241-244、260、270-274]。また、非エリートレベルと超エリートレベルの競技者の調査結果から [254、275-278]、早期に専門的なトレーニングを行うことや競技会に参加することが、負担やリスク（例えば、楽しみが失われる、時間的な制約が課せられる、スポーツ以外の活動が制限される、オーバーユースによる障害が増える、ドロップアウトしやすくなる）を高めていることがあきらかにされた。また、フィールドホッケー、サッカー、テニスおよびオリンピック47種目について [203、230、236、266]、超エリートとエリート競技者を比較したところ、超エリート競技者ほど専門以外の練習やトレーニングあるいは遊ぶ時間が多く、また主競技を始める時期が遅く、専門化も遅いことがわかった。

また、非エリート、ジュニアエリート、エリートと超エリート競技者を対象とした研究結果から、いずれも幼児期において組織化されていない遊びに多くの時間を費やしていることがわかった [39、241、244、246、255、259、260、270]。また、幼児期の遊びの量とジュニアエリート期の競技成績 [246、260] よび超エリート期の競技成績 [266] との間には正の相関関係が認められた。すなわち、多く遊んでいるものほど競技成績が高くなるという結果である。ただし、非エリートレベルの方がエリート/超エリートレベルより遊びの時間が多かったという結果も報告されている [236、241、244、245、255、259、260]。サッカーの例では [279]、エリートレベルと非エリートレベルとの違いは、サッカーの専門的なトレーニング量が平均以上であること、およびサッカー以外のスポーツや専門的でないサッカーに関連する遊びが平均以上に行われているかの、二つの要素の組み合わせで決まるという。

以上、早期専門化すること、および早期に多く遊びを経験することが超エリート競技者を育成する上で最も適したプロセスであるというエビデンス評価は中レベルである。

早期専門化も、遊びを多く経験することも、至適な条件さえ揃えばいずれも成功への道となるだろう。めざすスポーツの高度な専門的トレーニングを増やすことと、他のスポーツに参加したりスポーツ以外の遊びなどを取り入れたりすることなど、必ずしも二者択一の選択ではなく、むしろ両者を組み合わせによる育成方法も重要な選択肢になるだろう。

そこで、政策立案者および現場の関係者には、このエビデンスを活用するにあたって、早期専門化を必要とするような場合でも、早期専門化の潜在的なリスクをできるだけなくすように心掛け、若い競技者が専門化されていない遊びやいろいろなスポーツを経験できるように配慮することを推奨したい。その意味で、ある種目において、超エリート級の成績を出すうえで、多種目を経験することがどのような効果があるのか、今後の研究が重要になる。また、次のようなことも研究課題になるだろう。すなわち、多種目を経験した後、あるいは「タレントトランスファー（種目転向）」の後に、専門化を遅らせた場合の効果はどうであろうか？ また、タレントトランスファーを想定すれば、最終競技で超エリート級の成績を獲得するうえで、その基礎を築くためのスポーツ種目、あるいは関連種目群といったものは存在するのか？

4 その他

このほか、本稿に関連する数々のテーマが文献にみられるが、本稿で検証したエビデンスの水準には達していないものが多い（叙述的、逸話的、非エリート、一例研究など）。スポーツに関するこれらのものは研究途上であり、したがってエビデンスの質としても低く、これらは推奨するまでには至っていない。それでも、今後の研究が期待される魅力的な研究の「候補」も存在する。例をあげれば、スポーツ種目別あるいは国別にみられる家族の社会的な役割 [203、280-282]、超エリートレベルへ達するまでの文化を越えたさまざまな道のり [237]、学習過程でペナルティーや結果を恐れず失敗できること [283]、練習効果を引き出すための回復、休息、睡眠の意義 [284-287]、それに関連したレミニッセンス効果（練習を休んでいる間に学習動作のパフォーマンスが部分的に向上する現象、p3[288]）、競技者が普段の生活では表現しないような感情を認識し、表現し、（それによって）その感情を制御する経験 [289、290]、精神的強靱さ、気概、精神的回復力、成長思考、達成努力、困難さを克服する能力などの精神的な要素に対する幼児期の感情的トラウマの影響 [291-293]、またそれに関連したポジティブにもネガティブにも働く個人的に「重要な」出来事（成功体験、選手に選ばれる、選抜から外される、怪我、学校崩壊、親の離婚あるいは死別 [23、156、158、159、291、294-296]）、などがある。

5 結論

本研究では、世界最高のスポーツタレントの育成に関する主要なトピックスが総括されている（表1）。すなわち、今日の知見の水準があきらかにされ、実践への指針が提示されるとともに、今後の研究についても提言されている。また、タレント育成を進める上で、ほとんどのスポーツ種目に複雑な相互作用が存在することは間違いなく、これを解明するうえで「前向き」研究および学際的研究の不足が指摘されている。この複雑さの解明こそが、今後取り組むべき研究の方向性だと言える。

表1 世界最高のスポーツタレント育成に関する研究の総括：研究デザインの質、エビデンスの一貫性、エビデンスの直接性および主要なポイント

トピック		研究デザインの質	エビデンスの一貫性	エビデンスの直接性
競技者	生年月日	中	低	中
	相対的年齢効果は確かに存在するが、全てのスポーツでみられるわけではない			
	遺伝	高	中	中
	遺伝は競技者育成に影響し、それを規定していると考えられる。しかしながら、競技パフォーマンスは遺伝的要素からだけでは予測できない。遺伝的手法をタレント発掘に用いる際は、倫理的、社会的観点から十分に配慮しなければならない。			
環境	形態的、生理的要因	高	高	高
	形態的、生理的要因は競技パフォーマンスの重要な予測因子である。しかしながら、生物学的な成熟は多様であり、思春期の形態的、生理学的な評価テストをタレント発掘のために用いる場合には十分な注意が必要である。			
	心理的スキルと動機づけ	中	高	高
	心理的要因(例えば、動機、自信、統制感、精神的強靭さ、精神的回復力、精神的回復力、トラブルへの対処能力、「あがり」への対応能力、メンタルスキル)は、超エリート競技者育成に大きく貢献するよう思われる。			
トレーニングと遊び	性格特性	中	中/低	高
	超エリート競技者は誠実で、楽観的で希望にあふれ、完璧主義の性格を有する。			
	出身地	中	高	高
	競技者を育成する環境として、小〜中規模の地域サイズが適している。タレント・ホストポットは存在し得る。			
環境	家族・コーチの支援	中	中	高
	超エリート競技者は、育成過程において、家族、コーチ、地域ネットワークなどから支援の恩恵を受けている。ただし、こうした支援効果の詳細はまだ十分に理解されていない。			
	アスリート支援プログラム	中	中/低	高
	子どもの頃の競技成績でその後の超エリート級の成績を予測することは難しく、したがって早期のタレント識別にも適さない。超エリート級の競技成績は、組織的なサポートプログラムを受けた後に比較的早い次期に受け入れられた後に達成されることが多い。			
トレーニングと遊び	専門的なトレーニングの量	高/中	中	高
	超エリート競技者はデリバレートプラクティスによって育成されるが、10年/10,000時間の法則は必ずしも当てはまらない。また、遊びの要素やスキルの潜在学習/自動学習、偶発学習が関係すると思われる。			
	早期専門化と遊びの体験	中	中/低	高
	超エリートレベルに達するためには、子ども時代には、子ども時代には多様なスポーツを経験し、思春期後期から成人期にはそのスポーツの専門的トレーニングに打ち込む。			

文献

注) 本稿での文献記載様式は本誌投稿規定とは異なるが、オリジナル論文と照合できるように、オリジナル論文の文献をそのまま掲載した。

1. Baker J, Schorer J, Cobley S. Talent identification and development in sport: international perspectives. London: Routledge; 2012.
2. Ericsson KA. The road to excellence: the acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports, and games. Mahwah: Erlbaum; 1996.
3. Hemery D. The pursuit of sporting excellence: a study of sport's highest achievers. London: Willow Books; 1986.
4. Starkes JL, Ericsson KA. Expert performance in sports: advances in research on sport expertise. Champaign: Human Kinetics; 2003.
5. Gulbin JP, Croser MJ, Morley EJ, et al. An integrated framework for the optimisation of sport and athlete development: a practitioner approach. *J Sports Sci.* 2013;31(12):1319-31. doi:10.1080/02640414.2013.781661.
6. Bailey R, Collins D. The standard model of talent development and its discontents. *Kinesiol Rev.* 2013;2:248-59.
7. Breitbach S, Tug S, Simon P. Conventional and genetic talent identification in sports: Will recent developments trace talent? *Sports Med.* 2014:-15. doi:10.1007/s40279-014-0221-7.
8. Abbott A, Collins D. Eliminating the dichotomy between theory and practice in talent identification and development: considering the role of psychology. *J Sports Sci.* 2004;22(5):395-408. doi:10.1080/02640410410001675324.
9. Elferink-Gemser MT, Jordet G, Coelho-E-Silva MJ, et al. The marvels of elite sports: how to get there? *Br J Sports Med.* 2011;45(9):683-4. doi:10.1136/Bjsports-2011-090254.
10. Gulbin J. Identifying and developing sporting experts. In: Farrow D, Baker J, MacMahon C, editors. *Developing sport expertise.* Abingdon: Routledge; 2008. p. 60-72.
11. Phillips E, Davids K, Renshaw I, et al. Expert performance in sport and the dynamics of talent development. *Sports Med.* 2010;40(4):271-83. doi:10.2165/11319430-000000000-00000.
12. Tucker R, Collins M. What makes champions? A review of the relative contribution of genes and training to sporting success. *Br J Sports Med.* 2012;46(8):555-61. doi:10.1136/Bjsports2011-090548.
13. Vaeyens R, Gullich A, Warr CR, et al. Talent identification and promotion programmes of Olympic athletes. *J Sports Sci.* 2009;27(13):1367-80. doi:10.1080/02640410903110974.
14. Vaeyens R, Lenoir M, Williams AM, et al. Talent identification and development programmes in sport: current models and future directions. *Sports Med.* 2008;38(9):703-14. doi:10.2165/00007256-200838090-00001.
15. Collins D, Bailey R. 'Scienciness' and the allure of second-hand strategy in talent identification and development. *Int J Sport Policy Politics.* 2012;5(2):183-91. doi:10.1080/19406940.2012.656682.
16. Pankhurst A, Collins D. Talent identification and development: the need for coherence between research, system, and process. *Quest.* 2013;65(1):83-97. doi:10.1080/00336297.2012.727374.
17. Abbott A, Collins D, Martindale R, et al. Talent identification and development: an academic review. A report for SportScotland by the University of Edinburgh. Edinburgh: SportScotland; 2002.
18. Bailey R, Collins D, Ford P, et al. Participant development in sport: an academic review. Leeds; 2010.
19. Douglas K, Carless D. Performance environment research. UK Sport; 2006.
20. Gibbons T, Hill R, McConnell A, et al. The path to excellence: a comprehensive view of development of U.S. Olympians who competed from 1984-1998. Results of the Talent Identification and Development Questionnaire to U.S. Olympians. A United States Olympic Committee publication; 2002.
21. Gibbons T, McConnell A, Forster T, et al. Reflections on success: U.S. Olympians describe success factors and obstacles that most influenced their Olympic development. Results of the Talent Identification and Development Questionnaire to U.S. Olympians. A United States Olympic Committee publication; 2003.
22. Moore S. The development of sporting talent. English Sports Council; 1997.
23. Oldenzil K, P. GJ, Gagne F. How do elite athletes develop? A look through the rear-view mirror. Canberra: Australian Sports Commission; 2003.
24. Rowe N. The development of sporting talent. London: The English Sports Council; 1998.
25. UKSport. Athlete Insights Survey 2009-10. London: UKSport; 2010.
26. Epstein D. The sports gene: what makes the perfect athlete. London: Yellow Jersey Press; 2013.
27. Gladwell M. *Outliers: the story of success.* London: Penguin; 2009.
28. Johnson M. Gold rush: what makes an Olympic

- champion?. London: Harper Collins; 2008.
29. Schenk D. The genius in all of us: why everything you've been told about genes, talent and intelligence is wrong. London: Icon Books; 2010.
 30. Syed M. Bounce: how champions are made. London: Harper Collins; 2010.
 31. Coyle D. The talent code. New York: Random House; 2009.
 32. Oakley B. Podium: sporting champions' paths to the top. London: Bloomsbury Sport; 2014.
 33. Abbott A, Collins D. A theoretical and empirical analysis of a 'State of the Art' talent identification model. *High Abil Stud.* 2002;13(2):157-78. doi:10.1080/1359813022000048798.
 34. Abbott A, Button C, Pepping GJ, et al. Unnatural selection: talent identification and development in sport. *Nonlinear Dynamics Psychol Life Sci.* 2005;9(1):61-88.
 35. Abbott A, Collins D, Sowerby K, et al. Developing the potential of young people in sport: a report for SportScotland by the University of Edinburgh. Edinburgh: SportScotland; 2007.
 36. Balyi I. Sport system building and long-term athlete development in British Columbia. *Coach Rep.* 2001;8:22-8.
 37. Balyi I. Long-term athlete development: the system and solutions. *Faster Higher Stronger.* 2002;14:6-9.
 38. Balyi I, Hamilton A. Key to success: long-term athlete development. *Sport Coach (Canberra, Australia).* 2000(23):10-32.
 39. Cote J. The influence of the family in the development of talent in sport. *Sport Psychol.* 1999;13(4):395-417.
 40. Cote J, Fraser Thomas J. Youth involvement in sport. In: Crocker PRE, editor. *Introduction to sport psychology: a Canadian perspective.* Toronto: Pearson Prentice Hall; 2007. p. 266-94.
 41. Cote J, Baker J, Abernethy B. Practice and play in the development of sport expertise. In: Eklund R, Tenenbaum G, editors. *Handbook of sport psychology.* Hoboken: Wiley; 2007. p. 184-202.
 42. Gagne F. Giftedness and talent: reexamining a reexamination of the definitions. *Gifted Child Quart.* 1985;29(3):103-12. doi:10.1177/001698628502900302.
 43. Gagne F. 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; 1993. p. 63-85.
 44. Gagne F. Transforming gifts into talents: the DMGT as a developmental theory. In: Colangelo N, Davis GA, editors. *Handbook of gifted education.* 3rd ed. Boston: Allyn and Bacon; 2003. p. 60-74.
 45. Stambulova N. Talent development in sport: The perspective of career transitions. In: Tsung-Min Hung E, Lidor R, Hackfort D, editors. *Psychology of sport excellence.* Morgantown: Fitness Information Technology; 2009. p. 63-74.
 46. Davids K, Araujo D, Vilar L, et al. An ecological dynamics approach to skill acquisition: implications for development of talent in sport. *Talent Dev Excel.* 2013;5(1):21-34.
 47. Duckworth AL, Peterson C, Matthews MD, et al. Grit: perseverance and passion for long-term goals. *J Pers Soc Psychol.* 2007;92(6):1087-101. doi:10.1037/0022-3514.92.6.1087.
 48. Dweck CS. Self-theories: the mindset of a champion. In: Morris T, Terry P, Gordon S, editors. *Sport and exercise psychology: international perspectives.* Morgantown: Fitness Information Technology; 2007. p. 15-23.
 49. Martindale RJJ, Collins D, Daubney J. Talent development: a guide for practice and research within sport. *Quest.* 2005;57(4):353-75.
 50. Martindale RJJ, Collins D, Abraham A. Effective talent development: the elite coach perspective in UK sport. *J Appl Sport Psychol.* 2007;19(2):187-206. doi:10.1080/1041320070118 8944.
 51. Simonton DK. Talent and its development: an emergenic and epigenetic model. *Psychol Rev.* 1999;106(3):435-57. doi:10.1037//0033-295x.106.3.435.
 52. Henriksen K, Stambulova N, Roessler KK. Holistic approach to athletic talent development environments: a successful sailing milieu. *Psychol Sport Exerc.* 2010;11(3):212-22. doi:10.1016/J. Psychsport.2009.10.005.
 53. Uehara L, Button C, Faloutsos M, et al. Contextualised skill acquisition research: A new framework to study the development of sport expertise. *Phys Ed Sport Pedagogy.* 2014:1-16. doi:10.1080/17408989.2014.924495.
 54. MacNamara A, Button A, Collins D. The role of psychological characteristics in facilitating the pathway to elite performance part 2: examining environmental and stage-related differences in skills and behaviors. *Sport Psychol.* 2010;24(1):74-96.
 55. Araujo D, Davids K. Ecological approaches to cognition and action in sport and exercise: ask not only what you do, but where you do it. *Int J Sport Psychol.* 2009;40(1):5-37.
 56. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of

- evidence and strength of recommendations. *Br Med J.* 2008;336(7650):924-6. doi:10.1136/Bmj.39489.470347.Ad.
57. Guyatt GH, Oxman AD, Kunz R, et al. GRADE: going from evidence to recommendations. *Br Med J.* 2008;336(7652):1049-51. doi:10.1136/Bmj.39493.646875.Ae.
 58. Cobley S, Baker J, Wattie N, et al. Annual age-grouping and athlete development: a meta-analytical review of relative age effects in sport. *Sports Med.* 2009;39(3):235-56.
 59. Baker J, Logan AJ. Developmental contexts and sporting success: birth date and birthplace effects in national hockey league draftees 2000-2005. *Br J Sports Med.* 2007;41(8):515-7. doi:10.1136/Bjism.2006.033977.
 60. Figueiredo AJ, Goncalves CE, Silva MJCE, et al. Youth soccer players, 11-14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. *Ann Hum Biol.* 2009;36(1):60-73. doi:10.1080/03014460802570584.
 61. Schorer J, Baker J, Busch D, et al. Relative age, talent identification and youth skill development: do relatively younger athletes have superior technical skills? *Talent Dev Excel.* 2009;1(1):45-56.
 62. Albuquerque MR, Lage GM, da Costa VT, et al. Relative age effect in Olympic taekwondo athletes. *Percept Mot Skills.* 2012;114(2):461-8. doi:10.2466/05.25.Pms.114.2.461-468.
 63. Baker J, Schorer J, Cobley S, et al. Circumstantial development and athletic excellence: the role of date of birth and birthplace. *Eur J Sport Sci.* 2009;9(6):329-39. doi:10.1080/17461390902933812.
 64. MacDonald DJ, Cheung M, Cote J, et al. Place but not date of birth influences the development and emergence of athletic talent in American football. *J Appl Sport Psychol.* 2009;21(1):80-90. doi:10.1080/10413200802541868.
 65. Cote J, Macdonald DJ, Baker J, et al. When "where" is more important than "when": birthplace and birthdate effects on the achievement of sporting expertise. *J Sports Sci.* 2006;24(10):1065-73. doi:10.1080/02640410500432490.
 66. Gibbs BG, Jarvis JA, Dufur MJ. The rise of the underdog? The relative age effect reversal among Canadian-born NHL hockey players: a reply to Nolan and Howell. *Int Rev Sociol Sport.* 2012;47(5):644-9. doi:10.1177/1012690211414343.
 67. Vincent J, Glamser FD. Gender differences in the relative age effect among US Olympic Development Program youth soccer players. *J Sports Sci.* 2006;24(4):405-13. doi:10.1080/02640410500244655.
 68. Schorer J, Cobley S, Busch D, et al. Influences of competition level, gender, player nationality, career stage and playing position on relative age effects. *Scand J Med Sci Sports.* 2009;19(5):720-30. doi:10.1111/J.1600-0838.2008.00838.X.
 69. Delorme N, Boiche J, Raspaud M. Relative age and dropout in French male soccer. *J Sports Sci.* 2010;28(7):717-22. doi:10.1080/02640411003663276.
 70. Delorme N, Boiche J, Raspaud M. Relative age effect in elite sports: methodological bias or real discrimination? *Eur J Sport Sci.* 2010;10(2):91-6. doi:10.1080/17461390903271584.
 71. Deaner RO, Lowen A, Cobley S. Born at the wrong time: selection bias in the NHL draft. *PLoS One.* 2013;8(2):1-7. doi:10.1371/journal.pone.0057753.
 72. Hancock DJ, Adler AL, Cote J. A proposed theoretical model to explain relative age effects in sport. *Eur J Sport Sci.* 2013;13(6):630-7. doi:10.1080/17461391.2013.775352.
 73. Romann M, Cobley S. Relative age effects in athletic sprinting and corrective adjustments as a solution for their removal. *PLoS One.* 2015;10(4):1-12. doi:10.1371/journal.pone.0122988.
 74. Eynon N, Ruiz JR, Oliveira J, et al. Genes and elite athletes: a roadmap for future research. *J Physiol Lond.* 2011;589(13):3063-70. doi:10.1113/Jphysiol.2011.207035.
 75. Bouchard C, Daw EW, Rice T, et al. Familial resemblance for V_O2max in the sedentary state: the HERITAGE Family Study. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(2):252-8. doi:10.1097/00005768-199802000-00013.
 76. Maes HHM, Beunen GP, Vlietinck RF, et al. Inheritance of physical fitness in 10-yr-old twins and their parents. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(12):1479-91. doi:10.1097/00005768199612000-00007.
 77. Seeman E, Hopper JL, Young NR, et al. Do genetic factors explain associations between muscle strength, lean mass, and bone density? A twin study. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 1996;270(2):E320-7.
 78. Thomis MAI, Beunen GP, Maes HH, et al. Strength training: importance of genetic factors. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(5):724-31. doi:10.1097/00005768-199805000-00013.
 79. Thomis MAI, Beunen GP, Van Leemputte M, et al. Inheritance of static and dynamic arm strength and some of its determinants. *Acta Physiol Scand.* 1998;163(1):59-71. doi:10.1046/J.1365201x.1998.00344.X.

80. De Moor MHM, Liu YJ, Boomsma DI, et al. Genome-wide association study of exercise behavior in Dutch and American adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(10):1887-95. doi:10.1249/Mss.0b013e3181a2f646.
81. Doring F, Onur S, Fischer A, et al. A common haplotype and the Pro582Ser polymorphism of the hypoxia-inducible factor-1 alpha (HIF1A) gene in elite endurance athletes. *J Appl Physiol.* 2010;108(6):1497-500. doi:10.1152/Jappphysiol.01165.2009.
82. Wolfarth B, Rankinen T, Muhlbauer S, et al. Association between a beta(2)-adrenergic receptor polymorphism and elite endurance performance. *Metab Clin Exp.* 2007;56(12):1649-51. doi:10.1016/J.Metabol.2007.07.006.
83. De Moor MHM, Spector TD, Cherkas LF, et al. Genome-wide linkage scan for athlete status in 700 British female DZ twin pairs. *Twin Res Hum Genet.* 2007;10(6):812-20. doi:10.1375/Twin.10.6.812.
84. Bouchard C, Malina RM, Perusse L. *Genetics of fitness and physical performance.* Champaign: Human Kinetics; 1997.
85. Malina RM, Bouchard C. Genetic considerations in physical fitness. In: Drury TF, editor. *Assessing physical fitness and physical activity in population-based surveys.* DHHS Pub. No. (PHS) 89-1253. Washington, DC: US Government Printing Office; 1989. p. 453-73.
86. Okuda E, Horii D, Kano T. Genetic and environmental effects on physical fitness and motor performance. *Int J Sport Health Sci.* 2005;3:1-9.
87. Althoff RR, Hudziak JJ. The role of behavioral genetics in child and adolescent psychiatry. *J Can Acad Child Adolesc Psychiatry.* 2011;20(1):4-5.
88. Bray MS, Hagberg JM, Perusse L, et al. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2006-2007 update. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(1):34-72. doi:10.1249/Mss.0b013e3181844179.
89. Beunen G, Thomis M. Gene powered? Where to go from heritability (H²) in muscle strength and power? *Exerc Sport Sci Rev.* 2004;32(4):148-54.
90. Peeters MW, Thomis MAI, Beunen GP, et al. Genetics and sports: an overview of the pre-molecular biology era. In: Collins M, editor. *Genetics and sports.* Basel: Karger; 2009. p. 28-42.
91. Rankinen T, Roth SM, Bray MS, et al. Advances in exercise, fitness, and performance genomics. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(5):835-46. doi:10.1249/Mss.0b013e3181d86cec.
92. Danser AHJ, Schalekamp MADH, Bax WA, et al. Angiotensin-converting enzyme in the human heart: effect of the deletion/insertion polymorphism. *Circulation.* 1995;92(6):1387-8.
93. Costerousse O, Allegrini J, Lopez M, et al. Angiotensin I-converting enzyme in human circulating mononuclear cells: genetic polymorphism of expression in T-lymphocytes. *Biochem J.* 1993;290:33-40.
94. Beunen GP, Thomis MAI, Peeters MW. Genetic variation in physical performance. *Open Sports Sci J.* 2010;3:77-80.
95. Puthuchery Z, Skipworth JRA, Rawal J, et al. The ACE gene and human performance 12 years on. *Sports Med.* 2011;41(6):433-48. doi:10.2165/11588720-000000000-00000.
96. Montgomery HE, Marshall R, Hemingway H, et al. Human gene for physical performance. *Nature.* 1998;393(6682):221-2. doi:10.1038/30374.
97. Thompson J, Raitt J, Hutchings L, et al. Angiotensin-converting enzyme genotype and successful ascent to extreme high altitude. *High Alt Med Biol.* 2007;8(4):278-85. doi:10.1089/Ham.2007.1044.
98. Tsianos G, Eleftheriou KI, Hawe E, et al. Performance at altitude and angiotensin I-converting enzyme genotype. *Eur J Appl Physiol.* 2005;93(5-6):630-3. doi:10.1007/S00421-004-1284-1.
99. Myerson S, Hemingway H, Budget R, et al. Human angiotensin I-converting enzyme gene and endurance performance. *J Appl Physiol.* 1999;87(4):1313-6.
100. Costa AM, Silva AJ, Garrido ND, et al. Association between ACE D allele and elite short distance swimming. *Eur J Appl Physiol.* 2009;106(6):785-90. doi:10.1007/S00421-009-1080-Z.
101. Nazarov IB, Woods DR, Montgomery HE, et al. The angiotensin converting enzyme I/D polymorphism in Russian athletes. *Eur J Hum Genet.* 2001;9(10):797-801. doi:10.1038/Sj.Ejhg.5200711.
102. Woods D, Hickman M, Jamshidi Y, et al. Elite swimmers and the D allele of the ACE I/D polymorphism. *Hum Genet.* 2001;108(3):230-2. doi:10.1007/S004390100466.
103. Collins M, Raleigh SM. Genetic risk factors for musculoskeletal soft tissue injuries. In: Collins M, editor. *Genetics and sports.* Basel: Karger; 2009. p. 136-49.
104. Jordan BD, Relkin NR, Ravdin LD, et al. Apolipoprotein E epsilon 4 associated with chronic traumatic brain injury in boxing. *JAMA (J Am Med Assoc).* 1997;278(2):136-40. doi:10.1001/Jama.278.2.136.
105. Mokone GG, Schwellnus MP, Noakes TD, et al. The

- COL5A1 gene and Achilles tendon pathology. *Scand J Med Sci Sports*. 2006;16(1):19-26. doi:10.1111/J.1600-0838.2005.00439.X.
106. Posthumus M, September AV, Keegan M, et al. Genetic risk factors for anterior cruciate ligament ruptures: COL1A1 gene variant. *Br J Sports Med*. 2009;43(5):352-6. doi:10.1136/Bjism.2008.056150.
107. Waddington CH. Canalization of development and the inheritance of acquired characters. *Nature*. 1942;150:563-5. doi:10.1038/150563a0.
108. Riggs AD, Martienssen RA, Russo VEA. Introduction. In: Russo VEA, Martienssen RA, Riggs AD, editors. *Epigenetic mechanisms of gene regulation*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press; 1996.
109. Sharp NCC. The human genome and sport, including epigenetics and athleticogenomics: a brief look at a rapidly changing field. *J Sports Sci*. 2008;26(11):1127-33. doi:10.1080/02640410801912117.
110. Ehlert T, Simon P, Moser DA. Epigenetics in sports. *Sports Med*. 2013;43(2):93-110. doi:10.1007/S40279-012-0012-Y.
111. Keller P, Vollaard N, Babraj J, et al. Using systems biology to define the essential biological networks responsible for adaptation to endurance exercise training. *Biochem Soc Trans*. 2007;35:1306-9.
112. Timmons JA, Jansson E, Fischer H, et al. Modulation of extracellular matrix genes reflects the magnitude of physiological adaptation to aerobic exercise training in humans. *BMC Biol*. 2005;3. doi:10.1186/1741-7007-3-19.
113. Timmons JA, Larsson O, Jansson E, et al. Human muscle gene expression responses to endurance training provide a novel perspective on Duchenne muscular dystrophy. *FASEB J*. 2005;19(7):750-60. doi:10.1096/Fj.04-1980com.
114. Ahmetov II, Williams AG, Popov DV, et al. The combined impact of metabolic gene polymorphisms on elite endurance athlete status and related phenotypes. *Hum Genet*. 2009;126(6):751-61. doi:10.1007/S00439-009-0728-4.
115. MacArthur D, North K. Genes and human elite athletic performance. *Hum Genet*. 2005;116(5):331-9. doi:10.1007/S00439005-1261-8.
116. Tanner JM. *The physique of the Olympic athlete: A study of 137 track and field athletes at the XVIIth Olympic Games, Rome 1960, and a comparison with weight-lifters and wrestlers*. London: Allen and Unwin; 1964.
117. Bunc V, Psotta R. Physiological profile of very young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001;41(3):337-41.
118. Elferink-Gemser MT, Visscher C, Lemmink KAPM, et al. Multidimensional performance characteristics and standard of performance in talented youth field hockey players: a longitudinal study. *J Sports Sci*. 2007;25(4):481-9. doi:10.1080/02640410600719945.
119. Visscher C, Elferink-Gemser MT, Lemmink KAPM. Interval endurance capacity of talented youth soccer players. *Percept Mot Skills*. 2006;102(1):81-6.
120. Till K, Cobley S, O'Hara J, et al. Retrospective analysis of anthropometric and fitness characteristics associated with longterm career progression in Rugby League. *J Sci Med Sport*. 2015;18(3):310-4. doi:10.1016/j.jsams.2014.05.003.
121. Aouadi R, Jlid MC, Khalifa R, et al. Association of anthropometric qualities with vertical jump performance in elite male volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2012;52(1):11-7.
122. Gabbett T, Kelly J, Ralph S, et al. Physiological and anthropometric characteristics of junior elite and sub-elite rugby league players, with special reference to starters and non-starters. *J Sci Med Sport*. 2009;12(1):215-22. doi:10.1016/J.Jsams.2007.06.008.
123. Hirose N. Relationships among birth-month distribution, skeletal age and anthropometric characteristics in adolescent elite soccer players. *J Sports Sci*. 2009;27(11):1159-66. doi:10.1080/02640410903225145.
124. McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, et al. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med*. 2005;39(5):273-7. doi:10.1136/Bjism.2004.012526.
125. Mohamed H, Vaeyens R, Matthys S, et al. Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection and identification model in youth handball. *J Sports Sci*. 2009;27(3):257-66. doi:10.1080/02640410802482417.
126. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Fatigue in soccer: a brief review. *J Sports Sci*. 2005;23(6):593-9. doi:10.1080/02640410400021286.
127. Till K, Cobley S, O'Hara J, et al. Using anthropometric and performance characteristics to predict selection in junior UK Rugby League players. *J Sci Med Sport*. 2011;14(3):264-9. doi:10.1016/J.Jsams.2011.01.006.
128. Vaeyens R, Malina RM, Janssens M, et al. A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent youth soccer project. *Br J Sports Med*. 2006;40(11):928-34. doi:10.1136/Bjism.2006.029652.
129. Kerr DA, Ross WD, Norton K, et al. Olympic

- lightweight and open-class rowers possess distinctive physical and proportionality characteristics. *J Sports Sci.* 2007;25(1):43-53. doi:10.1080/02640410600812179.
130. Roescher CR, Elferink-Gemser MT, Huijgen BCH, et al. Soccer endurance development in professionals. *Int J Sports Med.* 2010;31(3):174-9. doi:10.1055/S-0029-1243254.
131. Veale JP, Pearce AJ, Carlson JS. The Yo-Yo intermittent recovery test (level 1) to discriminate elite junior Australian football players. *J Sci Med Sport.* 2010;13(3):329-31. doi:10.1016/j.jsams.2009.03.006.
132. Lawton TW, Cronin JB, McGuigan MR. Anthropometry, strength and benchmarks for development: a basis for junior rowers' selection? *J Sports Sci.* 2012;30(10):995-1001. doi:10.1080/02640414.2012.682081.
133. Williams AM, Reilly T. Talent identification and development in soccer. *J Sports Sci.* 2000;18(9):657-67. doi:10.1080/02640410050120041.
134. Winter EM. Sport and exercise physiology testing guidelines: the British Association of Sport and Exercise Sciences guide. 1st ed. New York: Routledge; 2006.
135. Gore CJ, Australian Sports Commission. Physiological tests for elite athletes. Champaign: Human Kinetics; 2000.
136. Hume PA, Stewart AD. Body composition change. In: Stewart AD, Sutton L, editors. *Body composition in sport, exercise and health.* Oxford: Routledge; 2012. p. 147-65.
137. Vandendriessche JB, Vaeyens R, Vandorpe B, et al. Biological maturation, morphology, fitness, and motor coordination as part of a selection strategy in the search for international youth soccer players (age 15-16years). *J Sports Sci.* 2012;30(15):1695-703. doi:10.1080/02640414.2011.652654.
138. Pearson DT, Naughton GA, Torode M. Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports. *J Sci Med Sport.* 2006;9(4):277-87. doi:10.1016/j.jsams.2006.05.020.
139. Mahoney M, Avenier M. Psychology of the elite athlete: an exploratory study. *Cogn Therapy Res.* 1977;1(2):135-41. doi:10.1007/bf01173634.
140. Burton D. Do anxious swimmers swim slower? Reexamining the elusive anxiety-performance relationship. *J Sport Exerc Psychol.* 1988;10(1):45-61.
141. Gould D, Weiss M, Weinberg R. Psychological characteristics of successful and unsuccessful big ten wrestlers. *J Sport Psychol.* 1981;3:69-81.
142. Coffee P, Rees T. When the chips are down: effects of attributional feedback on self-efficacy and task performance following initial and repeated failure. *J Sports Sci.* 2011;29(3):235-45. doi:10.1080/02640414.2010.531752.
143. Coffee P, Rees T, Haslam SA. Bouncing back from failure: the interactive impact of perceived controllability and stability on self-efficacy beliefs and future task performance. *J Sports Sci.* 2009;27(11):1117-24. doi:10.1080/02640410903030297.
144. Thomas PR, Murphy SM, Hardy L. Test of performance strategies: development and preliminary validation of a comprehensive measure of athletes' psychological skills. *J Sports Sci.* 1999;17(9):697-711. doi:10.1080/026404199365560.
145. Gucciardi DF, Peeling P, Ducker KJ, et al. When the going gets tough: Mental toughness and its relationship with behavioural perseverance. *J Sci Med Sport.* 2015. doi:10.1016/j.jsams.2014.12.005.
146. Crust L, Azadi K. Mental toughness and athletes' use of psychological strategies. *Eur J Sport Sci.* 2010;10(1):43-51. doi:10.1080/17461390903049972.
147. Hardy L, Bell J, Beattie S. A neuropsychological model of mentally tough behavior. *J Pers.* 2014;82(1):69-81. doi:10.1111/Jopy.12034.
148. Holt NL, Dunn JGH. Toward a grounded theory of the psychosocial competencies and environmental conditions associated with soccer success. *J Appl Sport Psychol.* 2004;16(3):199-219. doi:10.1080/10413200490437949.
149. Ward P, Hodges NJ, Starkes JL, et al. The road to excellence: deliberate practice and the development of expertise. *High Abil Stud.* 2007;18(2):119-53. doi:10.1080/13598130701709715.
150. Boes R, Harung HS, Travis F, et al. Mental and physical attributes defining world-class Norwegian athletes: content analysis of interviews. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;24(2):422-7. doi:10.1111/j.1600-0838.2012.01498.x.
151. Gould D, Eklund RC, Jackson SA. Coping strategies used by United States Olympic wrestlers. *Res Q Exerc Sport.* 1993;64(1):83-93.
152. Gould D, Finch LM, Jackson SA. Coping strategies used by national champion figure skaters. *Res Q Exerc Sport.* 1993;64(4):453-68.
153. Jones G, Hanton S, Connaughton D. What is this thing called mental toughness? An investigation of elite sport performers. *J Appl Sport Psychol.* 2002;14(3):205-18. doi:10.1080/10413200290103509.
154. Mahoney MJ, Gabriel TJ, Perkins TS. Psychological skills and exceptional athletic performance. *Sport*

- Psychol. 1987;1:181-99.
155. MacNamara A, Button A, Collins D. The role of psychological characteristics in facilitating the pathway to elite performance part 1: identifying mental skills and behaviors. *Sport Psychol.* 2010;24(1):52-73.
 156. Gulbin JP, Oldenzel KE, Weissensteiner JR, et al. A look through the rear view mirror: developmental experiences and insights of high performance athletes. *Talent Dev Excel.* 2010;2(2):149-64.
 157. Bush N, Salmela JH. The development and maintenance of expert athletic performance: perceptions of World and Olympic Champions. *J Appl Sport Psychol.* 2002;14:154-71.
 158. Connaughton D, Hanton S, Jones G. The development and maintenance of mental toughness in the world's best performers. *Sport Psychol.* 2010;24(2):168-93.
 159. Connaughton D, Wadey R, Hanton S, et al. The development and maintenance of mental toughness: perceptions of elite performers. *J Sports Sci.* 2008;26(1):83-95. doi:10.1080/02640410701310958.
 160. Fletcher D, Sarkar M. A grounded theory of psychological resilience in Olympic champions. *Psychol Sport Exerc.* 2012;13(5):669-78. doi:10.1016/J.Psychsport.2012.04.007.
 161. Gould D, Dieffenbach K, Moffett A. Psychological characteristics and their development in Olympic champions. *J Appl Sport Psychol.* 2002;14(3):172-204. doi:10.1080/10413200290103482.
 162. Hays K, Thomas O, Maynard I, et al. The role of confidence in world-class sport performance. *J Sports Sci.* 2009;27(11):1185-99. doi:10.1080/02640410903089798.
 163. Hemery D. *Sporting excellence: what makes a champion?*. London: Collins Willow; 1991.
 164. Orlick T, Partington J. Mental links to excellence. *Sport Psychol.* 1988;2:105-30.
 165. Baumeister RF. Choking under pressure: self-consciousness and paradoxical effects of incentives on skillful performance. *J Pers Soc Psychol.* 1984;46:610-20. doi:10.1037/0022-3514.46.3.610.
 166. Beilock SL, Carr TH. On the fragility of skilled performance: what governs choking under pressure? *J Exp Psychol Gen.* 2001;130(4):701-25. doi:10.1037/0096-3445.130.4.701.
 167. Abrahamsen FE, Roberts GC, Pensgaard AM. Achievement goals and gender effects on multidimensional anxiety in national elite sport. *Psychol Sport Exerc.* 2008;9(4):449-64. doi:10.1016/J.Psychsport.2007.06.005.
 168. Cervello E, Rosa FJS, Calvo TG, et al. Young tennis players' competitive task involvement and performance: the role of goal orientations, contextual motivational climate, and coach-initiated motivational climate. *J Appl Sport Psychol.* 2007;19(3):304-21. doi:10.1080/10413200701329134.
 169. Pensgaard AM, Roberts GC. Achievement goal orientations and the use of coping strategies among Winter Olympians. *Psychol Sport Exerc.* 2003;4(2):101-16. doi:10.1016/S14690292(01)00031-0.
 170. Ripol W. The psychology of the swimming taper. *Contemp Psychol Perform Enhance.* 1993;2:22-64.
 171. Hardy L, Hutchinson A. Effects of performance anxiety on effort and performance in rock climbing: a test of processing efficiency theory. *Anxiety Stress Coping.* 2007;20(2):147-61. doi:10.1080/10615800701217035.
 172. Hardy L, Parfitt G. A catastrophe model of anxiety and performance. *Br J Psychol.* 1991;82:163-78.
 173. Hanton S, Jones G. The acquisition and development of cognitive skills and strategies: I. Making the butterflies fly in formation. *Sport Psychol.* 1999;13(1):1-21.
 174. Smith NC, Bellamy M, Collins DJ, et al. A test of processing efficiency theory in a team sport context. *J Sports Sci.* 2001;19(5):321-32. doi:10.1080/02640410152006090.
 175. Hardy L, Mullen R. Performance under pressure: a little knowledge is a dangerous thing? In: Thomas PR, editor. *Optimising performance in Golf*. Brisbane: Australian Academic Press; 2001. p. 245-63.
 176. Masters RSW. Knowledge, knerves and know-how: the role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *Br J Psychol.* 1992;83:343-58.
 177. Hanton S, Neil R, Mellalieu SD. Recent developments in competitive anxiety direction and competition stress research. *Int Rev Sport Exerc Psychol.* 2008;1(1):45-57. doi:10.1080/17509840701827445.
 178. Jones G, Hanton S, Swain A. Intensity and interpretation of anxiety symptoms in elite and non-elite sports performers. *Pers Individ Differ.* 1994;17(5):657-63. doi:10.1016/01918869(94)90138-4.
 179. Cresswell SL, Eklund RC. Motivation and burnout among top amateur rugby players. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(3):469-77. doi:10.1249/01.Mss.0000155398.71387.C2.
 180. Cresswell SL, Eklund RC. Motivation and burnout in professional rugby players. *Res Q Exerc Sport.* 2005;76(3):370-6.
 181. Mallett CJ, Hanrahan SJ. Elite athletes: why

- does the 'fire' burn so brightly? *Psychol Sport Exerc.* 2004;5(2):183-200. doi:10.1016/S1469-0292(02)00043-2.
182. Fortier MS, Vallerand RJ, Briere NM, et al. Competitive and recreational sport structures and gender: a test of their relationship with sport motivation. *Int J Sport Psychol.* 1995;26(1):24-39.
183. Chantal Y, Guay F, Dobreva-Martinova T, et al. Motivation and elite performance: an exploratory investigation with Bulgarian athletes. *Int J Sport Psychol.* 1996;27(2):173-82.
184. Vallerand RJ, Mageau GA, Elliot AJ, et al. Passion and performance attainment in sport. *Psychol Sport Exerc.* 2008;9(3):373-92. doi:10.1016/J.Psychsport.2007.05.003.
185. Piedmont RL, Hill DC, Blanco S. Predicting athletic performance using the five-factor model of personality. *Pers Individ Differ.* 1999;27(4):769-77. doi:10.1016/S0191-8869(98)002803.
186. Woodman T, Zourbanos N, Hardy L, et al. Do performance strategies moderate the relationship between personality and training behaviors? An exploratory study. *J Appl Sport Psychol.* 2010;22(2):183-97. doi:10.1080/10413201003664673.
187. Grove JR, Heard NP. Optimism and sport confidence as correlates of slump-related coping among athletes. *Sport Psychol.* 1997;11(4):400-10.
188. Martin-Krumm CP, Sarrazin PG, Peterson C, et al. Explanatory style and resilience after sports failure. *Pers Individ Differ.* 2003;35(7):1685-95. doi:10.1016/S0191-8869(02)00390-2.
189. Nicholls AR, Polman RCJ, Levy AR, et al. Mental toughness, optimism, pessimism, and coping among athletes. *Pers Individ Differ.* 2008;44(5):1182-92. doi:10.1016/J.Paid.2007.11.011.
190. Jowett GE, Hill AP, Hall HK, et al. Perfectionism and junior athlete burnout: the mediating role of autonomous and controlled motivation. *Sport Exerc Perform Psychol.* 2013;2(1):48-61. doi:10.1037/a0029770.
191. Stoeber J, Uphill MA, Hotham S. Predicting race performance in triathlon: the role of perfectionism, achievement goals, and personal goal setting. *J Sport Exerc Psychol.* 2009;31(2):211-45.
192. Stoll O, Lau A, Stoeber J. Perfectionism and performance in a new basketball training task: does striving for perfection enhance or undermine performance? *Psychol Sport Exerc.* 2008;9(5):620-9. doi:10.1016/J.Psychsport.2007.10.001.
193. Roberts R, Rotheram M, Maynard I, et al. Perfectionism and the 'Yips': an initial investigation. *Sport Psychol.* 2013;27(1):53-61.
194. Roberts R, Callow N, Hardy L, et al. Interactive effects of different visual imagery perspectives and narcissism on motor performance. *J Sport Exerc Psychol.* 2010;32(4):499-517.
195. Roberts R, Woodman T, Hardy L, et al. Psychological skills do not always help performance: the moderating role of narcissism. *J Appl Sport Psychol.* 2013;25(3):316-25. doi:10.1080/10413200.2012.731472.
196. Wallace HM, Baumeister RF. The performance of narcissists rises and falls with perceived opportunity for glory. *J Pers Soc Psychol.* 2002;82(5):819-34. doi:10.1037/0022-3514.82.5.819.
197. Wallace HM, Ready CB, Weitenhagen E. Narcissism and task persistence. *Self Identity.* 2009;8(1):78-93. doi:10.1080/15298860802194346.
198. Woodman T, Roberts R, Hardy L, et al. There is an 'I' in TEAM: narcissism and social loafing. *Res Q Exerc Sport.* 2011;82(2):285-90.
199. John OP, Robins RW. Accuracy and bias in self-perception: individual differences in self-enhancement and the role of narcissism. *J Pers Soc Psychol.* 1994;66(1):206-19. doi:10.1037//0022-3514.66.1.206.
200. Schorer J, Baker J, Lotz S, et al. Influence of early environmental constraints on achievement motivation in talented young handball players. *Int J Sport Psychol.* 2010;41(1):42-57.
201. Bruner MW, Macdonald DJ, Pickett W, et al. Examination of birthplace and birthdate in world junior ice hockey players. *J Sports Sci.* 2011;29(12):1337-44. doi:10.1080/02640414.2011.597419.
202. Curtis JE, Birch JS. Size of community of origin and recruitment to professional and Olympic hockey in North America. *Sociol Sport J.* 1987;4:229-44.
203. Carlson R. The socialization of elite tennis players in Sweden: an analysis of the players' backgrounds and development. *Sociol Sport J.* 1988;5:241-56.
204. MacDonald DJ, King J, Cote J, et al. Birthplace effects on the development of female athletic talent. *J Sci Med Sport.* 2009;12(1):234-7. doi:10.1016/J.Jsams.2007.05.015.
205. Allen S, Dunman N. Birthplace effect analysis: World Class Programme (WCP) Athletes. London: UK Sport; 2010.
206. Balish S, Cote J. The influence of community on athletic development: an integrated case study. *Qual Res Sport Exerc Health.* 2013;6(1):98-120. doi:10.1080/2159676x.2013.766815.
207. Freeman P, Rees T. How does perceived support

- lead to better performance? An examination of potential mechanisms. *J Appl Sport Psychol.* 2009;21(4):429-41. doi:10.1080/10413200903222913.
208. Rees T, Freeman P. Social support moderates the relationship between stressors and task performance through self-efficacy. *J Soc Clin Psychol.* 2009;28(2):244-63. doi:10.1521/jscp.2009.28.2.244.
209. Freeman P, Rees T. Perceived social support from team-mates: direct and stress-buffering effects on self-confidence. *Eur J Sport Sci.* 2010;10(1):59-67. doi:10.1080/17461390903049998.
210. Rees T, Hardy L. Matching social support with stressors: effects on factors underlying performance in tennis. *Psychol Sport Exerc.* 2004;5(3):319-37. doi:10.1016/S1469-0292(03)00018-9.
211. Tamminen KA, Holt NL. Adolescent athletes' learning about coping and the roles of parents and coaches. *Psychol Sport Exerc.* 2012;13(1):69-79. doi:10.1016/J.Psychsport.2011.07.006.
212. Jones JM, Jetten J. Recovering from strain and enduring pain: multiple group memberships promote resilience in the face of physical challenges. *Soc Psychol Personal Sci.* 2011;2(3):239-44. doi:10.1177/1948550610386806.
213. Keegan RJ, Harwood CG, Spray CM, et al. A qualitative investigation exploring the motivational climate in early career sports participants: coach, parent and peer influences on sport motivation. *Psychol Sport Exerc.* 2009;10(3):361-72. doi:10.1016/j.psychsport.2008.12.003.
214. Keegan R, Spray C, Harwood C, et al. The motivational atmosphere in youth sport: coach, parent, and peer influences on motivation in specializing sport participants. *J Appl Sport Psychol.* 2010;22(1):87-105. doi:10.1080/10413200903421267.
215. Davis L, Jowett S. Coach-athlete attachment and the quality of the coach-athlete relationship: implications for athletes' wellbeing. *J Sports Sci.* 2014;32(15):1454-64. doi:10.1080/02640414.2014.898183.
216. Ullrich-French S, Smith AL. Perceptions of relationships with parents and peers in youth sport: independent and combined prediction of motivational outcomes. *Psychol Sport Exerc.* 2006;7:193-214. doi:10.1016/j.psychsport.2005.08.006.
217. Wolfenden LE, Holt NL. Talent development in elite junior tennis: perceptions of players, parents, and coaches. *J Appl Sport Psychol.* 2005;17(2):108-26. doi:10.1080/10413200590932416.
218. Sagar SS, Lavalley D. The developmental origins of fear of failure in adolescent athletes: examining parental practices. *Psychol Sport Exerc.* 2010;11(3):177-87. doi:10.1016/J.Psychsport.2010.01.004.
219. Harwood C, Swain ABJ. The development and activation of achievement goals in tennis: I. Understanding the underlying factors. *Sport Psychol.* 2001;15:319-41.
220. Rees T, Hardy L. An investigation of the social support experiences of high-level sports performers. *Sport Psychol.* 2000;14(4):327-47.
221. Van Yperen NW. Why some people make it and others do not: identifying psychological factors that predict career success in professional adult soccer. *Sport Psychol.* 2009;23:317-29.
222. Woodman T, Hardy L. A case study of organizational stress in elite sport. *J Appl Sport Psychol.* 2001;13(2):207-38. doi:10.1080/104132001753149892.
223. Phillips E, Davids K, Renshaw I, et al. The development of fast bowling experts in Australian cricket. *Talent Dev Excel.* 2010;2(2):137-48.
224. Gould D, Collins K, Lauer L, et al. Coaching life skills through football: a study of award winning high school coaches. *J Appl Sport Psychol.* 2007;19(1):16-37. doi:10.1080/10413200601113786.
225. Gucciardi DF, Gordon S, Dimmock JA, et al. Understanding the coach's role in the development of mental toughness: perspectives of elite Australian football coaches. *J Sports Sci.* 2009;27(13):1483-96. doi:10.1080/02640410903150475.
226. Rees T, Freeman P, Bell S, et al. Three generalizability studies of the components of perceived coach support. *J Sport Exerc Psychol.* 2012;34(2):238-51.
227. Rees T, Salvatore J, Coffee P, et al. Reversing downward performance spirals. *J Exp Soc Psychol.* 2013;49(3):400-3. doi:10.1016/J.Jesp.2012.12.013.
228. Gullich A, Emrich E. Evaluation of the support of young athletes in the elite sports system. *Eur J Sport Soc.* 2006;2:85-108.
229. Gullich A, Emrich E. Individualistic and collectivistic approach in athlete support programmes in the German high-performance sport system. *Eur J Sport Soc.* 2012;9(4):243-68.
230. Gullich A, Emrich E. Considering long-term sustainability in the development of world class success. *Eur J Sport Sci.* 2014;14(Suppl 1):S383-97. doi:10.1080/17461391.2012.706320.
231. Schumacher YO, Mroz R, Mueller P, et al. Success in elite cycling: a prospective and retrospective analysis of race results. *J Sports Sci.* 2006;24(11):1149-56. doi:10.1080/

- 02640410500457299.
232. Barreiros A, Cote J, Fonseca AM. From early to adult sport success: analysing athletes' progression in national squads. *Eur J Sport Sci.* 2012;14(sup1):S178-82. doi:10.1080/17461391.2012.671368.
 233. Moesch K, Elbe AM, Hauge MLT, et al. Late specialization: the key to success in centimeters, grams, or seconds (cgs) sports. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21(6):E282-90. doi:10.1111/J. 1600-0838.2010.01280.X.
 234. Moesch K, Hauge MLT, Wikman JM, et al. Making it to the top in team sports: start later, intensify, and be determined. *Talent Dev Excel.* 2013;5(2):85-100.
 235. Gullich A. Selection, de-selection and progression in German football talent promotion. *Eur J Sport Sci.* 2014;14(6):530-7. doi:10.1080/17461391.2013.858371.
 236. Gullich A. Many roads lead to Rome—developmental paths to Olympic gold in men' s field hockey. *Eur J Sport Sci.* 2014;14(8):763-71. doi:10.1080/17461391.2014.905983.
 237. Gullich A, Emrich E. Investment patterns in the careers of elite athletes in East and West Germany. *Eur J Sport Soc.* 2013;10(3):191-214.
 238. Emrich E, Frohlich M, Klein M, et al. Evaluation of the elite schools of sport empirical findings from an individual and collective point of view. *Int Rev Sociol Sport.* 2009;44(2-3):151-71. doi:10.1177/1012690209104797.
 239. van Rens FECA, Elling A, Reijgersberg N. Top sport talent schools in the Netherlands: a retrospective analysis of the effect on performance in sport and education. *Int Rev Sociol Sport.* 2015;50(1):64-82. doi:10.1177/1012690212468585.
 240. Gulbin J, Weissensteiner J, Oldenzel K, et al. Patterns of performance development in elite athletes. *Eur J Sport Sci.* 2013;13(6):605-14. doi:10.1080/17461391.2012.756542.
 241. Baker J, Cote J, Abernethy B. Sport-specific practice and the development of expert decision-making in team ball sports. *J Appl Sport Psychol.* 2003;15(1):12-25. doi:10.1080/10413200390180035.
 242. Baker J, Cote J, Deakin J. Expertise in ultra-endurance triathletes early sport involvement, training structure, and the theory of deliberate practice. *J Appl Sport Psychol.* 2005;17(1):64-78. doi:10.1080/10413200590907577.
 243. Baker J, Cote J, Deakin J. Patterns of early involvement in expert and nonexpert masters triathletes. *Res Q Exerc Sport.* 2006;77(3):401-7.
 244. Berry J, Abernethy B, Cote J. The contribution of structured activity and deliberate play to the development of expert perceptual and decision-making skill. *J Sport Exerc Psychol.* 2008;30(6):685-708.
 245. Duffy LJ, Baluch B, Ericsson KA. Dart performance as a function of facets of practice amongst professional and amateur men and women players. *Int J Sport Psychol.* 2004;35(3):232-45.
 246. Ford PR, Ward P, Hodges NJ, et al. The role of deliberate practice and play in career progression in sport: the early engagement hypothesis. *High Abil Stud.* 2009;20(1):65-75. doi:10.1080/13598130902860721.
 247. Helsen WF, Hodges NJ, Van Winckel J, et al. The roles of talent, physical precocity and practice in the development of soccer expertise. *J Sports Sci.* 2000;18(9):727-36.
 248. Helsen WF, Starkes JL, Hodges NJ. Team sports and the theory of deliberate practice. *J Sport Exerc Psychol.* 1998;20(1):12-34.
 249. Hodge T, Deakin JM. Deliberate practice and expertise in the martial arts: the role of context in motor recall. *J Sport Exerc Psychol.* 1998;20(3):260-79.
 250. Hodges NJ, Kerr T, Starkes JL, et al. Predicting performance times from deliberate practice hours for triathletes and swimmers: what, when, and where is practice important? *J Exp Psychol Appl.* 2004;10(4):219-37. doi:10.1037/1076-898x.10.4.219.
 251. Hodges NJ, Starkes JL. Wrestling with the nature of expertise: a sport specific test of Ericsson, Krampe and Tesch-Romer' s (1993) theory of "deliberate practice". *Int J Sport Psychol.* 1996;27(4):400-24.
 252. Johnson MB, Castillo Y, Sacks DN, et al. "Hard work beats talent until talent decides to work hard" : coaches' perspectives regarding differentiating elite and non-elite swimmers. *Int J Sports Sci Coach.* 2008;3(3):417-30. doi:10.1260/174795408786238579.
 253. Johnson MB, Tenenbaum G, Edmonds WA. Adaptation to physically and emotionally demanding conditions: the role of deliberate practice. *High Abil Stud.* 2006;17(1):117-36. doi:10.1080/13598130600947184.
 254. Law MP, Cote J, Ericsson KA. Characteristics of expert development in rhythmic gymnastics: a retrospective study. *Int J Sport Exerc Psychol.* 2008;5(1):82-103. doi:10.1080/1612197x.2008.9671814.
 255. Memmert D, Baker J, Bertsch C. Play and practice in the development of sport-specific creativity in

- team ball sports. *High Abil Stud.* 2010;21(1):3-18. doi:10.1080/13598139.2010.488083.
256. Starkes JL, Deakin JM, Allard F, et al. Deliberate practice in sports: what is it anyway? In: Ericsson KA, editor. *The road to excellence: the acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports, and games.* Mahwah: Erlbaum; 1996. p. 81-106.
257. Starkes J. The road to expertise: Is practice the only determinant? *Int J Sport Psychol.* 2000;31(4):431-51.
258. Van Rossum JHA. Deliberate practice and Dutch field hockey: an addendum to Starkes. *Int J Sport Psychol.* 2000;31:452-60.
259. Ward P, Hodges NJ, Williams AM, et al. Deliberate practice and expert performance: defining the path to excellence. In: Williams AM, Hodges NJ, editors. *Skill acquisition in sport: research, theory and practice.* London: Routledge; 2004. p. 231-58.
260. Weissensteiner J, Abernethy B, Farrow D, et al. The development of anticipation: a cross-sectional examination of the practice experiences contributing to skill in cricket batting. *J Sport Exerc Psychol.* 2008;30(6):663-84.
261. Simon HA, Chase WG. Skill in chess. *Am Sci.* 1973;61(4):394-403.
262. Ericsson KA, Krampe RT, Tesch-Romer C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychol Rev.* 1993;100(3):363-406. doi:10.1037/0033-295x.100.3.363.
263. Ericsson KA. Training history, deliberate practice and elite sports performance: an analysis in response to Tucker and Collins review—what makes champions? *Br J Sports Med.* 2013;47:533-5. doi:10.1136/bjsports-2012-091767.
264. Gullich A. *Training-Support-Success: control-related assumptions and empirical findings.* Saarbrücken: University of the Saarland; 2007 [in German].
265. Bullock N, Gulbin JP, Martin DT, et al. Talent identification and deliberate programming in skeleton: ice novice to Winter Olympian in 14 months. *J Sports Sci.* 2009;27(4):397-404. doi:10.1080/02640410802549751.
266. Hornig M, Aust F, Gullich A. Practice and play in the development of German top-level professional football players. *Eur J Sport Sci.* 2014;1-10. doi:10.1080/17461391.2014.982204.
267. Ford PR, Yates I, Williams AM. An analysis of practice activities and instructional behaviours used by youth soccer coaches during practice: exploring the link between science and application. *J Sports Sci.* 2010;28(5):483-95. doi:10.1080/02640410903582750.
268. Eccles JC. Possible synaptic mechanism subserving learning. In: Karczmar AG, Eccles JC, editors. *Brain and human behavior.* New York: Springer-Verlag; 1972. p. 39-61.
269. Maxwell JP, Masters RSW, Eves FF. From novice to no know-how: a longitudinal study of implicit motor learning. *J Sports Sci.* 2000;18(2):111-20. doi:10.1080/026404100365180.
270. Soberlak P, Cote J. The developmental activities of elite ice hockey players. *J Appl Sport Psychol.* 2003;15(1):41-9. doi:10.1080/10413200390180053.
271. Bridge MW, Toms MR. The specialising or sampling debate: a retrospective analysis of adolescent sports participation in the UK. *J Sports Sci.* 2013;31(1):87-96. doi:10.1080/02640414.2012.721560.
272. Cote J, Baker J, Abernethy B. From play to practice: a developmental framework for the acquisition of expertise in team sport. In: Starkes JL, Ericsson KA, editors. *Expert performance in sports: advances in research on sport expertise.* Champaign: Human Kinetics; 2003. p. 89-113.
273. Deakin JM, Cobley S. An examination of the practice environments in figure skating and volleyball: a search for deliberate practice. In: Starkes JL, Ericsson KA, editors. *Expert performance in sports: advances in research on sport expertise.* Champaign: Human Kinetics; 2003. p. 90-113.
274. Hill GM. Youth sport participation of professional baseball players. *Sociol Sport J.* 1993;10(1):107-14.
275. Fraser-Thomas J, Cote J, Deakin J. Examining adolescent sport dropout and prolonged engagement from a developmental perspective. *J Appl Sport Psychol.* 2008;20(3):318-33. doi:10.1080/10413200802163549.
276. Gould D, Tuffey S, Udry E, et al. Burnout in competitive junior tennis players: 1. A quantitative psychological assessment. *Sport Psychol.* 1996;10(4):322-40.
277. Strachan L, Cote J, Deakin J. “Specializers” versus “samplers” in youth sport: comparing experiences and outcomes. *Sport Psychol.* 2009;23(1):77-92.
278. Wall M, Cote J. Developmental activities that lead to dropout and investment in sport. *Phys Ed Sport Pedagogy.* 2007;12(1):77-87. doi:10.1080/17408980601060358.
279. Zibung M, Conzelmann A. The role of specialisation in the promotion of young football

- talents: a person-oriented study. *Eur J Sport Sci.* 2013;13(5):452-60. doi:10.1080/17461391.2012.749947.
280. Kay T. Sporting excellence: a family affair? *Eur Phys Educ Rev.* 2000;6(2):151-69. doi:10.1177/1356336x000062004.
281. Kirk D. Physical education, youth sport and lifelong participation: the importance of early learning experiences. *Eur Phy Educ Rev.* 2005;11(3):239-55. doi:10.1177/1356336x05056649.
282. Xiao Lin Yang, Telama R, Laakso L. Parents' physical activity, socioeconomic status and education as predictors of physical activity and sport among children and youths: a 12-year followup study. *Int Rev Sociol Sport.* 1996;31(3):273-91. doi:10.1177/101269029603100304.
283. Williams AM, Hodges NJ. Practice, instruction and skill acquisition in soccer: challenging tradition. *J Sports Sci.* 2005;23(6):637-50. doi:10.1080/02640410400021328.
284. Fischer S, Hallschmid M, Elsner AL, et al. Sleep forms memory for finger skills. *Proc Natl Acad Sci.* 2002;99(18):11987-91. doi:10.1073/Pnas.182178199.
285. Kuriyama K, Stickgold R, Walker MP. Sleep-dependent learning and motor-skill complexity. *Learn Mem.* 2004;11(6):705-13. doi:10.1101/Lm.76304.
286. Walker MP, Brakefield T, Morgan A, et al. Practice with sleep makes perfect: sleep-dependent motor skill learning. *Neuron.* 2002;35(1):205-11. doi:10.1016/S0896-6273(02)00746-8.
287. Walker MP, Brakefield T, Seidman J, et al. Sleep and the time course of motor skill learning. *Learn Mem.* 2003;10(4):275-84. doi:10.1101/Lm.58503.
288. Eysenck HJ, Frith CD. *Reminiscence, motivation and personality: a case study in experimental psychology.* New York: Plenum Press; 1977.
289. Woodman T, Hardy L, Barlow M, et al. Motives for participation in prolonged engagement high-risk sports: An agentic emotion regulation perspective. *Psychol Sport Exerc.* 2010;11(5):345-52. doi:10.1016/J.Psychsport.2010.04.002.
290. Barlow M, Woodman T, Hardy L. Great expectations: different high-risk activities satisfy different motives. *J Pers Soc Psychol.* 2013;105(3):458-75. doi:10.1037/A0033542.
291. Gogarty P, Williamson I. *Winning at all costs: Sporting gods and their demons.* JR Books Limited; 2009.
292. Collins D, MacNamara A. The rocky road to the top: why talent needs trauma. *Sports Med.* 2012;42(11):907-14. doi:10.2165/11635140-000000000-00000.
293. Howells K, Fletcher D. Sink or swim: adversity and growth related experiences in Olympic swimming champions. *Psychol Sport Exerc.* 2015;16(Part 3):37-48. doi:10.1016/j.psychsport.2014.08.004.
294. McCarthy N, Collins D. Initial identification & selection bias versus the eventual confirmation of talent: evidence for the benefits of a rocky road? *J Sports Sci.* 2014;32(17):1604-10. doi:10.1080/02640414.2014.908322.
295. Tamminen KA, Holt NL, Neely KC. Exploring adversity and the potential for growth among elite female athletes. *Psychol Sport Exerc.* 2013;14(1):28-36. doi:10.1016/j.psychsport.2012.07.
296. Sarkar M, Fletcher D, Brown DJ. What doesn't kill me...: adversity-related experiences are vital in the development of superior Olympic performance. *J Sci Med Sport.* 2015;18(4):475-9. doi:10.1016/j.jsams.2014.06.010.

オーストラリアの新たな競技者育成モデル FTEM

－ 代表的な競技者育成モデルの比較から －

伊藤静夫¹⁾ 榎本靖士²⁾ 森丘保典³⁾

1) 日本陸上競技連盟普及育成委員会 2) 筑波大学 3) 日本大学

はじめに

オリンピックや世界選手権でのメダル争いが繰り返され、各国は有望な競技者の発掘・育成に腐心し、またさまざまな競技者育成モデルを開発してきた。1976年モントリオール・オリンピックでわずか5つのメダル獲得であったオーストラリアが2000年のシドニーオリンピックにおいて60個のメダルを獲得した背景には、オーストラリア・スポーツ科学研究所（以下、AIS）を中心とするタレント発掘・育成システムの貢献があげられている。

そもそもタレント発掘システムは、人口の少ない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、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から開発された。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劣勢を克服するため、オーストラリアは自由諸国のなかでもいち早くタレント発掘システムに取り組んだ。その成果は着実に現れ、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位の躍進の原動力になったと理解されている。

しかしながら、その後オーストラリアのタレント発掘・育成システムを改めて検証したところ、タレント発掘システムにともなう1種目専心の早期専門型モデルとは異なるプロセスを経て成功している事例が少なからず存在することがわかった。すなわち、ジュニア期では複数のスポーツを経験し、最終種目

に専門化するのにはシニア近くと比較的遅く、いったん専門的なトレーニングを積み重ねれば比較的短期間で成果を上げている。成功事例の背景には、幼少年期のタレント発掘の成果と言うより、むしろその後の育成プロセスにこそ成功要因がありそうである。オーストラリアでは、長いタレント発掘事業を経験した後、ごく最近になって早期専門型から後期専門化型のタレントトランスファー・モデルへと発想がシフトしていったようである。

以上の経緯から2012年、AISは新たな育成モデルであるFTEMモデル（Foundation, Talent, Elite and Mastery;FTEM）を構築した。FTEMは、これまでのタレント発掘モデルとは対照的に、競技者育成と生涯スポーツを融合させたモデルとなっている。オーストラリアの30年に及ぶタレント発掘・育成事業の実践的研究成果を集大成することによって、対照的なモデルが構想されたところが興味深い。そこで本稿では、このFTEMモデルを提唱した論文の概要を紹介し、合わせて、現在の代表的な競技者育成モデルを比較してみる。

I. 主要な競技者育成モデルの比較

AISのGulbinら(2013)は、FTEMモデルを構築するに当たって、これまでに提唱されてきた既存の競技者育成モデルを当該論文中で比較検証している。ここには8つの代表モデルが紹介されているが、表1にはその中から育成モデルの構成と課題を抜き出して示した。いずれのモデルも、国民スポーツかエリート・スポーツかのいずれかを志向するという旧来の二者択一モデルより、両者の融合を目指したモデルが選ばれている。ここからも、従来のタレント発掘モデルとは異なる新たな方向性を模索するAISの意図が読み取れる。既存モデルを参考にしつつも、

表 1 代表的な競技者育成モデルの比較

モデル名	【構成】	【課題】
段階的タレント育成モデル		
Stages of Talent Development (Bloom, 1985).		
【構成】	3つのタレント育成ステージを設定(導入期、専門期、完成期)。各ステージ区分は暦年齢によらず、学習・課題達成度あるいは人間関係・社会的態度の発達度合いを基準とする	
【課題】	幅広い育成ステージを一つの育成過程にまとめて一般化した。多様な分野(スポーツ、音楽、医学など)の知見に基づく。ただし、スポーツ分野の調査精度には疑問が残る	
デリバレートプラクティス・モデル		
Deliberate Practice 理論 (Ericsson, 1993)		
【構成】	優れた技能は、膨大なデリバレートプラクティス(目標を定め集中的な練習を1万時間行う。本質的に楽しみのためや動機付けられたものではない)の集積の結果として表れるもの。練習量の差がパフォーマンスの差に繋がるという単調な直線関係を想定している	
【課題】	練習の調査を他の要因と分離して行っているため全体像が把握されていない。近縁のスポーツ科学文献において、本論を支持するもの、しないものがあり、本論の知見は確立されていない。	
スポーツ参加育成モデル		
Developmental Model of Sports Participation:DMSP (Côté, 1999)		
【構成】	育成過程を3つのタイプに分類。 i)スポーツへの参加(6-12歳)その後、楽しみのためのスポーツ参加へ; ii) スポーツへの参加(6-12歳) & スポーツへの専門化(13-15歳)その後、エリート・パフォーマンスへ; iii) 早期専門化(6歳)その後、エリート・パフォーマンスへ。エリート・パフォーマンスは、上記の「完成期」に相当し、強化された集中フェーズを経て達成され、それ以上繰り返しても発達が頭打ちになる。	
【課題】	暦年齢で区分した、3つの幅広い育成過程を一般化して提示。ただし、限られたスポーツ種目が選択され、カナダ及びオーストラリアの競技者の競技歴に限定される。エリートの定義が不明瞭	
長期競技者育成計画		
Long Term Athlete Development:LTAD(Balyi & Hamilton, 2004)		
【構成】	競技者育成について6つのステージを提示し、それぞれのステージにおける適切なトレーニングや競技会参加の仕方を実践者が把握できるよう身体特性の測定を推奨する	
【課題】	暦年齢で区分した、3つの幅広い育成過程を一般化して提示。ただし、限られたスポーツ種目が選択され、カナダ及びオーストラリアの競技者の競技歴に限定される。エリートの定義が不明瞭	
才能タレント分化モデル (DMGT) (Gagné, 2003, 2004).		
Differentiated Model of Giftedness and Talent :DMGT (Gagné, 2003, 2004).		
【構成】	「才能」から「タレント」への育成過程を描く。生得的な特質(才能)と後天的に育成されるスポーツ特性(タレント)の様相。上記の発達過程は3つの成分-「活動」「集中」「進歩」に分けられる。またそれらは、「環境」「対人関係」「偶然の機会」に影響される	
【課題】	全体的なモデルとして提供されている。ただし、スポーツとしての多元性分析および時系列分析には至っていない。適用対象はエリートおよび準エリートに限られる	
タレント育成の心理特性		
Psychological Characteristics of Developing Excellence (Abbott & Collins, 2004)		
【構成】	タレント育成を4つの異なる動的プロセスとして表す。すなわち、「スポーツ参加」「専門化」「集中期」「完成期」。「タレント育成の心理的特性」と「タレント育成環境」を重視。	
【課題】	発育ステージを幅広く捉えて提示。育成過程の動的、多元的特性を強調しているが、心理的スキルや心理的特性に重きを置きすぎ、一面的である。	
優れた知覚運動機能の獲得と保持に関する生涯育成モデル		
Life-span Model of the Acquisition & Retention of Perceptual-Motor Expertise(Starkes, 2004)		
【構成】	4つの連続する育成フェーズ(「能力の取得」「能力の凝縮/洗練化」「定型的熟達化」「高度な能力の熟達化)を提示。主に、知覚-認知-運動スキルの構成要素の評価からパフォーマンスの変化を観察する。	
【課題】	多元的なスポーツへ実際に適用するには限界がある。ユニークさだけに基づいてスポーツにおける高度な能力の熟達化をはかる方法論は現実的ではない	
タレント競技者育成環境モデル		
Athletic Talent Development Environment model (Henriksen, 2010).		
【構成】	マイクロおよびマクロレベルの動的な育成環境を解説したフレームワークを提供。人間、物質、財政、日々の活動、組織の文化的背景、競技成績などで特徴づけられた環境成功要因モデルによって説明される。このフレームワークは、はじめにヨット競技で検証され、後に陸上競技とカヌーでも検証された	
【課題】	競技者に関わる諸要因と環境要因との関係についての具体的な調査結果がないのに、環境要因を重視。競技者にとっての実践的な活用にはまだ疑問が残り、適用に向けてのより詳細な研究が必要である。主にエリートおよび準エリート競技者に焦点を当てて	

これまで以上のモデルをつくり出そうとする AIS の意気込みを感じた。いきおい、既存モデルの「課題」についてはかなり批判的な論調にもなっているが、競技者育成モデルを考える上では大いに参考になるだろう。

既存モデル中も、Long Term Athlete Development (長期競技者育成計画 ; LTAD)、デリバレートプラクティス・モデル (Deliberate Practice)、スポーツ参加育成モデル (Developmental Model of Sport Participation ; DMSPP) などによく知られているが、これらのモデルでは 3 ~ 6 の育成ステージで構成されている。発育段階の特性をどのように捉えるかによって発育段階の区分は異なるが、段階的タレント育成モデル (Bloom, 1985) では「導入期」、「専門期」、「発展期」の 3 段階、スポーツ参加育成モデル (DMSPP ; Côté, 1999) では「スポーツの体験」、「専門化」、「集中」、「楽しむ」の 4 段階、長期競技者育成計画 (LTAD ; Balyi と Hamilton, 2004) では「基礎づくり」、「トレーニングを学ぶ」、「本格的トレーニングをめざして」、「競技会をめざしたトレーニング」、「勝つためのトレーニング」、「生涯スポーツ」の 6 段階と多様である。

言い換えれば、発育段階の区分の仕方には標準的な基準はなく、モデルによってさまざまである。この育成段階の区分の仕方にこそ、モデルの特徴が表れ、競技者育成の基本理念が反映されている。そして、FTEM 構築に当たって Gulbin ら (2013) の見解は、競技者育成のプロセスをできるだけ詳細に表現すべきであり、既存モデルの発育ステージ区分では十分に表現しきれないと批判的である。そこで提唱された FTEM モデルでは、以下に紹介するように、10 段階の育成ステージで構成している。

はたして、発育段階を多段階に区分し詳しく説明するのがよいのか、それとも大きなくくりで発育段階を区分して全体像をわかりやすくするのがよいのか、議論の分かれるところである。発育発達学など学究的発想とスポーツ現場で活用する立場では、見解も分かれるだろう。

FTEM が論文 (Gulbin ら, 2013) に発表された翌年の 2014 年、アメリカのオリンピック委員会 (以下、USOC) はアメリカ競技者育成モデル (AMERICAN DEVELOPMENT MODEL ; 以下 ADM) を発表した。詳細は、昨年度の本紙紀要特集号 (森丘, 2017) を参照されたい。ADM は、FTEM とは対照的に 5 段階のシンプルな発育区分を採用している。表 1 に示したとおり、近年さまざまなジュニア競技者育成モデルが提示されているが、FTEM と ADM という最新の育成モデル

が少なくとも発育区分の構成としては対照的であり興味深い。

本稿では、FTEM について上記論文から引用して内容構成を以下に紹介する。その理解の助けとして、ADM ならびに現在世界的に最も普及していると思われる LTAD の概要を比較対照したものを表 2 に示した。なお、ここでの LTAD はカナダ陸上競技連盟が策定したモデルであり、LTAD の標準モデルにさらに 3 段階を加えた 9 段階の育成区分で構成している。陸上競技が専門化の遅い競技という特性に鑑み、シニア・レベルをより詳細に区分したのである。表 2 には、両モデルにおける育成区分の要点が示されているが、それぞれ特徴的な 2 つの育成モデルを比較対照することで、競技者育成モデルへの理解がより深まるのではないだろうか。

競技者育成モデル構築に向けて、発育発達段階と競技者育成との関連をいかに捉え、いかに一貫性を持たせて接続したらよいか、表 2 から両モデルの特徴が読み取れよう。同様に、FTEM モデルにおいても、その育成区分と接続のしかたには、これまで以上の工夫が感じられる。その FTEM の育成ステージの詳細について、上記論文を訳出し以下に掲載したので参照されたい。

II . オーストラリアの新たな競技者育成モデル : FTEM

上述のとおり、オーストラリアは新たな競技者育成モデルを策定したが、その発表論文は以下のものである。その中から、とくに本モデルの核心となっている 10 の育成ステージについて以下に紹介する。

Gulbin JP, 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.

FTEM フレームワークの全体構成

FTEM は、競技者育成段階の 4 つのマクロステージのそれぞれの頭文字を取ったものであり、4 要素はさらに 10 のマイクロフェーズに細分化される。4 マクロステージは、Foundations; 基礎づくり (F1, F2, F3); Talent; タレント (T1, T2, T3, T4); Elite; エリート (E1, E2); そして Mastery; 熟達 (M) である (図 1)。

FTEM フレームワークは、理論的裏付け、実生活における観察、現場での経験の蓄積など、さま

表2 ADMとLTADの比較

LTAD (陸上)		ADM	
ステージ	内容	ステージ	内容
ステージ1 元気にスタート 男子 0~6 女子 0~6	<ul style="list-style-type: none"> ● 遊んだりからだを動かしたりすることが楽しく、わくわくする。その体験が将来の日常生活の基本要素になる ● 安全性を確保した環境のもとで遊びを通して危険性や限度を学びながら育つ ● 走跳投の基礎的スキルにふれ身体リテラシーを育む 	第1ステージ 遊び、体験し、学ぶ 0~12歳	<p>初めてスポーツに出会い、いろいろなスポーツを楽しむ。この時期に身につけた基礎的運動スキルが将来のスポーツ活動に活かされる。何より身体活動を楽しむことが重要</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 自由で自発的な運動遊びや複数スポーツを楽しむ ● 競争よりプレーを楽しむ(全国大会には参加しない) ● 集中的練習(deliberate practice)より集中的遊び(deliberate play)を推奨 ● スポーツ間で転移可能な運動スキルの発達を促す ● 他者との社会的交流
ステージ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"> ● 敏捷性、バランス、調整力、スピードの基礎を教え始める ● 引き続き、日々の遊びと身体活動を大切に ● 遊びを通して走跳投運動などの基礎的運動スキルを学ぶ ● 多様なスキルを要するゲームに参加 ● 学校、クラブ、地域で楽しく安全な環境で実施 ● 専門化しない段階の自由な活動(週10時間程度) 		
ステージ3 トレーニングを楽しく学ぶ(基礎2) 男子 9~12 女子 8~11	<ul style="list-style-type: none"> ● 引き続き基礎的なスキルと体力を育成する ● 身体リテラシー(身体的心理的総合機能)を育成する ● 走跳投の専門種目への導入期 ● 走跳投の運動スキルの発達を促す ● 他のスポーツへの参加も積極的にすすめる ● ゆるやかな競技会への参加 	第2ステージ 発達と挑戦 10~16歳	<p>スポーツ活動がより専門的になり、スポーツ・スキルを高めることが中心課題となる。生涯スポーツを楽しむために、スポーツを通して社会的交流を深める態度が重要になる</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 複数のスポーツを行う ● 競争よりプレーを楽しみ、勝敗よりスキル向上を重視 ● 発育の遅速によるパフォーマンスへの影響を理解する ● 身体的、心理的、社会的スキルを総合的に育成する
ステージ4 本格的トレーニングをめざして(エンジンをつくる) 男子 12~16 女子 11~15	<ul style="list-style-type: none"> ● 持久性、筋力、スピードの発達 ● 陸上競技に必要なスキル・体力の発達 ● 身体発育が著しいが障害を受けやすく最も難しいステージ ● 身体成熟度(身長発育速度:PHV)を知る ● 身体的、心理的、知的、情緒的な調和をはかる ● ステージ後半から計画的な競技会参加を始める ● 専門トレーニングを開始する 	第3ステージ トレーニングと競争 13~19歳	<p>専門的トレーニングが増え、最大能力発揮が目標になる。次のステップへ向け多様なスキル獲得が求められ、技術的、身体的、心理社会的発達が重要になる</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 特定スポーツに集中し始めるが複数スポーツも楽しむ ● 専門的トレーニングを増やし、専門スキルを高める ● 個人の能力に応じ地域あるいは全国レベルの競技会へ参加する ● スポーツ科学情報を活用する
ステージ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"> ● 陸上競技の種目に専門化して行く ● 種目特有の体力を高め、身体的、心理的、情緒的調和をはかる ● 競技会をめざしより専門的なトレーニングへ移行 ● 他のスポーツ種目を少なくして行く 	第4ステージ ハイパフォーマンスのための卓越 または参加と継続 15歳~	<p>ハイパフォーマンスか健康スポーツか、いずれかの方向性を選択する。ただし、いずれもスポーツを楽しみ社会性を身につけることが重要である</p> <p>ハイパフォーマンス</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 専門トレーニングに集中し、最大限に可能性を引き出す ● 長期のトレーニングプログラムに専心する ● 熟練したエリートレベルのコーチングを受ける ● エリートレベルの全国競技会や国際競技会に参加する <p>健康スポーツ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 複数のスポーツを楽しむ ● 競技会やゲームに参加して楽しむ ● 地域レベルの競技会やクラブ対抗競技会に参加
ステージ6 競技会をめざしたトレーニング(戦いへの熱意) 男子 18~21 女子 17~21	<ul style="list-style-type: none"> ● 種目専門化を強め競技会準備をより洗練させる ● 身体的、心理的、情緒的調和をさらに発展させる ● ピリオダイゼーションを洗練 ● 競技会へ向けての調整方法やメンタル面の準備を学ぶ ● 競技者としての生活態度を学ぶ ● 「フルタイムの競技者」への移行を自覚 		
ステージ7 勝つためのトレーニング(高いパフォーマンス) 男女 20~23 +/-	<ul style="list-style-type: none"> ● 高いパフォーマンスをめざし種目専門化を最高度に強化 ● 身体的、心理的、情緒的調和の発展を継続させる ● ここぞという時の戦い方を学ぶ ● 「フルタイム競技者」 ● 競技力を最高水準に高める ● 戦術的、技術的、身体的、精神的能力も最大限に高める 		
ステージ8 プロとして勝利をめざす 男女 23 +/-	<ul style="list-style-type: none"> ● プロ競技者として最高の状態で臨む ● ここぞという時に常に最高度の競技力が発揮できる ● プロのサポートチームとともに活動する ● 競技生活を引退した後の生活設計を考える 		
ステージ9 生涯スポーツとして 男女 生涯	<ul style="list-style-type: none"> ● 社会と調和し生活を営む ● 競技生活から引退した後の生活設計 ● 競技経験や専門知識をその後の人生に活かす ● 生涯にわたってスポーツを楽しむスポーツライフへ移行 	第5ステージ 活動的な人生	<p>健康的なライフスタイルをめざし運動・スポーツを实践。競技者としての経験を活かし指導的立場でスポーツに関わり次世代を支援する</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 継続的にスポーツに関わり、コーチの資格などを取得 ● 身体活動および健康的なライフスタイルを維持する ● 地元~全国レベルのスポーツ組織を支援する

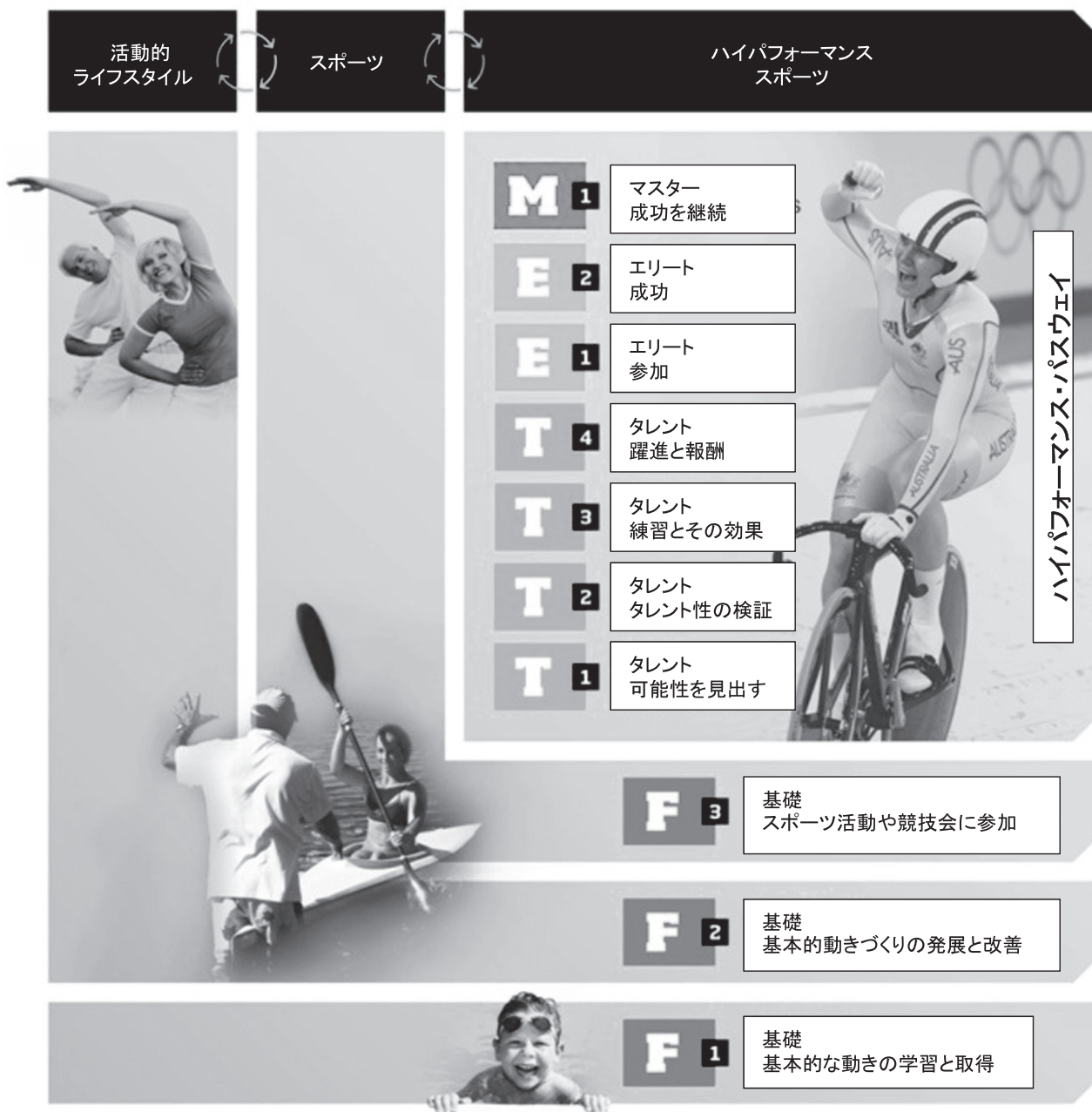


図1. 競技者育成のためのFTEM（基礎、タレント、エリート、生涯スポーツ）フレームワークの全体像。

注：「ハイパフォーマンス（HP）育成過程」は、「活動的なライフスタイル」や「スポーツを楽しむ」過程に比べ、より「流動的」な経過をたどるだろう。タレントトランスファーした競技者ではHP育成過程を後戻りして再循環することになるが、一方で育成フェーズを何段も飛び級する競技者もいて、HP育成過程は極めて流動的な非線形パターンをたどることになる。全体的には、FTEMフレームワークは、個人別、スポーツ種目別、および行政システムの各レベルで適用できるように設計されている。

ざまな情報を組み合わせて、帰納的および演繹的アプローチの両面から開発した (Smith, 2010; Tranckle & Cushion, 2006)。またこのフレームワークは、スポーツ活動の目的別に「活動的なライフスタイル」、「スポーツ参加」、「ハイパフォーマンス・スポーツ」の3つに分けられる。

さて、既存の育成モデルでは多くが暦年齢を

基準にしているが (Balyi & Hamilton, 2004; Strachan, Côté, & Deakin, 2009)、FTEMでは年齢による固定した境界を設けていない。これは、発育発達過程がスポーツの特異性や個人特性に影響され、極めて多様だからという理由による。特に、F1（基本的な動きの学習と習得）やF2（基本的動きづくりの発展と改善）では、こうした多様性が頭

著に表れる。従来のモデルで用いられている年齢区分の基準に確かな根拠はなく、また、晩熟系の人やタレントトランスファーを行い成人期になっても再び基礎的スキルの獲得をめざすような人には、こうした年齢区分はなじまない (Oldenziel, Gagné, & Gulbin, 2004; Vaeyens, Guellich, Warr, & Philippaerts, 2009)。また、将来エリート競技者として活躍する可能性を秘めた準エリート・タレントについても、従来モデルでは無視されがちであったが、この FTEM では積極的に取り入れた (Gulbin et al., 2010)。

FTEM フレームワークは、一応直線的に表現されているが、実際には、発育過程の入り口から出口まで、さまざまな非線形の集合体になる。従って、いくつかの段階を上下どちらの方向にも「飛び級」する可能性がある (例えば、別の競技にタレントトランスファーした場合、E1 (才能を現す) から T1 (シニアエリートに選抜) に戻ることもある)。また、スポーツ参加の目的が変われば、フレームワーク中の左あるいは右へ移動する場合もある。さらに、フレーム間の移動時間も、スポーツ種目特性あるいは個人特性に応じて速くなったり遅くなったりする。国際大会の代表選手からメダリストになるまでに、数週間で達成できる場合もあれば、数十年かかることもあるだろう。また、FTEM フレームワークでは、個人が同時に複数のスポーツをさまざまな育成レベルで経験できる構造になっている。

FTEM フレームワーク - 個別の特徴

“F” 要素 - 基礎的なスポーツ経験

このフレームワークの“F”は、「基礎 ; Foundations」的運動あるいは「基礎的運動スキル ; fundamental movement skills」(Booth et al., 1999) の頭文字“F”に関連づけたものであり、また内容的には身体リテラシー (Whitehead, 2001) に関連している。動きづくりの基礎は、その後のスポーツ活動や余暇活動に深く関わり (Butcher & Eaton, 1989)、またスポーツで成功するうえでの基盤を成す (De Bosscher, De Knop, Van Bottenburg, & Shibli, 2006)。FTEM フレームワークにおいても、乳幼児期や就学前のかなり早い時期において基礎的な動きづくりを経験することが競技者育成全般にわたって極めて重要であるという認識に立っている。基礎的な動きのパターンの一つ一つの積み重ねがより複雑な運動スキルを構成しているからである。それにもかかわらず、現状の育成モ

デルでは、幼少期の運動経験を育成過程の全体像の中に組み込んでいるものは極めて少ない (Kirk & Rhodes, 2011)。

以上、FTEM フレームワークの F 要素を発育発達の特徴に基づき 3 段階に区分した (Branta, Haubenstricker, & Seefeldt, 1984)。ただし、スポーツの複雑さと個々のケーススタディーの多様な発育推移を鑑みれば、3 要素間で重複することは避けられないだろう。

基本的動きづくりの学習と習得 (F1)

F1 のポイントは、早い時期から多様な動きをできるだけ多く経験させることにある。そのことによって、動きの基礎を幅広く身につけることができるからである。基礎的運動スキルの構成要素に関する定義は文献上必ずしも明確ではないが (Fisher et al., 2005)、動きの基礎にはおもに移動運動 (空間において身体を移動させる) と対象物制御スキル (対象を操作する) とがある (Lubans, Morgan, Cliff, Barnett, & Okely, 2010)。さまざまな環境のもとで多様な動きをできるだけ多く経験させることの意味は、動きのレパートリーの幅を広げることであり、それは、「知覚し、経験し、記憶し、予測し、意志決定する行為の中に内在する身体能力」、すなわち身体リテラシー (Whitehead, 2001, p. 131) を豊かにすることでもある。

基礎的運動スキルをより高いレベルに習熟させる利点は、健康の増進や体力の向上につながり、活発な身体活動に結びつき、スポーツの有能感を高めることにある (Hardy, King, Farrell, Macniven, & Howlett, 2010; Lubans et al., 2010; Riethmuller, Jones, & Okely, 2009)。一方、それが低いレベルにとどまれば、肥満リスクが増す、調整力が損なわれる、社会的排除 (Ericsson, 2011) によって社会生活に支障をきたす、といった負の連鎖につながり、また発育の遅延 (Robinson, 2011) をきたすことにもなる。

しかしながら、基礎的な動きの習得やその経験が長期にわたる高度なスポーツ・スキルの獲得にどの程度関係しているかについては、今ひとつあきらかではない。確かに、介入調査によって基礎的運動スキルの習得やスポーツ参加の短期的な効果は明らかにされてきたが (Goodway, Crowe, & Ward, 2003; Hardy et al., 2010; Kirk & Rhodes, 2011)、エリート競技者の育成全般において、こうした基礎的な動きづくりの効果がどれほど継承できるかは今後の研究課題である。

基本的動きづくりの発展と改善 (F2)

F2の特徴は、F1の基礎的な運動経験をさらに発展させ、洗練させて行くことにある。それらには、スポーツに特化したものからスポーツ以外のものまで、また公式なもの非公式なものを問わず、遊び、練習、ゲームなど幅広い運動経験が含まれる。このことは、スポーツを体験する段階からスポーツに専門化して行くレベルまで、健全な育成を進める上で多様なスポーツを幅広く体験することが重要であるという考え方に由来する (Baker, 2003; Côté et al., 2009)。この段階では、主に動きの幅や洗練化に個人差がみられるようになり、そこに専門的な実技プログラムが取り入れられることによってその個人差はより顕在化する。例えば、F1からF2への移行期であれば、小学校あるいは中学校へ進学したとき、専門的な指導を受ける機会が多くなる。両親、遊び仲間、兄弟の存在といったこれまでの環境から、教師、コーチ、その他のスタッフによる指導が加わり、ある種の専門的な運動経験が効果的に加味されることになる (Bloom, 1985; Wuerth, Lee, & Alfermann, 2004)。

ただ単に基礎的動きを受動的に習得するだけでは、スポーツスキルを獲得するうえで不十分である。縦断的研究から、自己修正能力には限界があり (Ericsson, 2011)、教師、両親、医療スタッフなどによる指導が施されることにより、より効果的にスキルが習得される (Deli, Bakle, & Zachopoulou, 2006; Stodden et al., 2008; Telford et al., 2012)。また有能感を獲得するためには動機付けの強化が不可欠である (Kirk & Rhodes, 2011; Robinson, Rudisill, & Goodway, 2009)。一つ一つの基礎的運動スキルをマスターするには、それぞれに少なくとも10時間の指導が必要である、とも言われている (Booth et al., 1999)。

図1に示されているように、次のスポーツ活動をめざした段階 (F3) へ進まなかった人たちも、それまでに培ってきた基礎的な動き作りをその後の活動的なライフスタイルに活かすことができる。しかし、F2の段階からさらにスポーツの才能を伸ばす方向へ目標を置くなら、F1およびF2での基礎的な動き作りを十分マスターしていることが望ましい。このことに関連して、スポーツの専門的なスキルを習得するとき、それまでに習得した基礎的な動きのレパートリーの程度が「熟達の壁 (プロフィシエンシー・バリア)」を形成し、その壁の高低がその後の習熟を規定する、という議論もある (Gallahue & Ozmun, 2006; Stodden et al., 2008)。

スポーツ活動や競技会に参加 (F3)

F2からF3への移行は、本格的なトレーニングへの取り組み、スポーツに特化したスキルの育成、および公式の競技会参加などによって特徴づけられる (Scanlan, Carpenter, Schmidt, Simons, & Keeler, 1993; Van Tassel-Baska, 2001)。この段階では、いわゆる「伝統的」なクラブ・スポーツあるいは学校スポーツが中心となり、参加者たちは公式の環境で特定のスポーツに取り組むことになる。しかしF3での活動には、競争的 (例えば、マラソン) および非競争的 (例えば、ロッククライミング) スポーツを通して、個人の能力向上や競技会参加という、個人単位でのスポーツ参加も含まれる。この「自己ベスト」を達成しようとする側面は、従前のモデルの中ではしばしば見過ごされてきた (Bailey et al., 2010)。このような認識に立てば、スポーツ参加のあり方はクラブ・スポーツという環境だけではなく、スポーツ参加のより現実的で多様な実態を理解しておかなければならないだろう。いずれにしても、すべてのケースにおいてそれまでに培われた基礎スキル (F1 および F2) はこのステージになると、そのスポーツの規則によって定められた制約や習慣の範疇で適用されることになり (Davids, Glazier, Araujo, & Bartlett, 2003)、動きのスキルはより専門的なものに移行する (Gallahue & Ozmun, 2006)。

一方、時間的には、生涯F3にとどまることもあれば、(能力に応じて、あるいは選抜された結果) 高い競技能力 (T1) の可能性が認められいち早くこの段階を超え次の段階に移行するものもある。また移行時間についても、スポーツの種類、あるいはより高い競技成績をめざそうとする競技者のモチベーションによっても異なってくる。

“T”要素 - 優れたタレント性とは、またその獲得について

“T”要素は4つに分類され、それぞれはタレント性のある競技者の育成過程とその特徴を解説した。ここで用いるタレントとは、ガニエ (2003) の定義に準ずるもので、素質 (nature) と育成 (nurture) の相互の作用によって総合的に養成されるものである。したがって、遺伝特性だけに基づく限定的なタレントの定義 (Howe, Davidson, & Sloboda, 1998) とは異なる。

タレント性のある競技者とは、将来、国際的スポーツでの成功が見込まれ、その才能が識別され、育成され、スポーツ参加レベルから一流のエリート

競技者へ成長するまでの間にあって、橋渡的な存在になる (De Bosscher et al., 2006)。図1で描かれているように、まずT1はハイパフォーマンス・パスウェイへの導入にあたり、その後続くT要素とともにタレント供給プロセスの重要な構成要素になっている。T要素の全体的な機能としては、ドロップアウトや成績不振状態を最小限にしながら、個々の潜在力を伸ばし、エリートへ飛躍する可能性を最大限に高めることにある。

ガニエの才能タレント分化モデル (2003) によれば、素質やタレント性のある競技者とは、T1の時点において、少なくとも他の90%以上の仲間よりパフォーマンスに優れた存在であり、その後T4段階まで進むにつれ、それ以上のより高いパフォーマンスを発揮して行く。言わば、タレント性のその後の発展は平均からの標準偏差の増加分として表される (Gagné, 2003; Johnson et al., 2010)。その意味で、タレント性を構成する要件は、エビデンスに基づく確立した測定値と各国内スポーツ団体が下すスポーツに特化した評価とを融合したものによって決まる。

高い競技力の可能性を明らかにする (T1)

T1段階の競技者は、身体的、生理学的、心理学的、あるいはスキルの領域において将来の高い競技力を予測させ、また数量化できる明確な才能やタレント性を示す存在である。このような評価はタレント識別プロセスで必ず行われるが (Williams & Reilly, 2000)、その中には同世代の者に比べ自己の能力が優れていると自覚するいわば自己タレント識別も含まれる。

ただし、タレント性の識別は複雑で、その予測力はさまざま要素に影響される (Baker & Horton, 2004)。すなわち、時間、スポーツの種類、パフォーマンスを構成する種々の要因などに影響され、タレント識別は、言わばそうした要素によって規定される関数として表されることになる (Moesch, Elbe, Hauge, & Wickman, 2011; Vaeyens et al., 2008)。

ただし、これら生物学的、心理学的、社会的構成要素の相互の関係、相対的な貢献度については十分にわかっていない。したがって、タレントの識別力を上げるためには、タレント性が個々の要素の集合体であることを十分に考慮しておく必要がある (Simonton, 2001; Vaeyens et al., 2008)。競技者の選抜評価尺度には形態学および生理学的な測定値がごく標準的に用いられるが、さらに、学習容易性と学習速度 (Gagné, 2004; Tranckle & Cushion,

2006)、「成長思考」気質 (Dweck, 2006)、「自己制御性」素質 (Toering, Elferink-Gemser, Jordet, & Visscher, 2009) などが有用な評価尺度としてあげられる。いずれにしても、競技者の将来予測はその複雑さと限界を十分認識した上で行う必要がある。また、T1での予測はその潜在力の初期段階での評価に過ぎず、次のT2の段階に進んだとき再度その評価を確認する必要がある。

タレント検証 (T2)

T2段階でのタレント性の確認、検証は、T1を継承、補完するものとして位置づけられ、ここではエビデンスに基づく観察と経験豊富なコーチの主観的な判断や直観によってそれらが補われる (Vaeyens et al., 2008)。T2プロセスに固定された時間枠はないが、日単位や週単位よりも月間単位で扱うのが適している (Bullock et al., 2009; Gulbin, 2001; Hoare & Warr, 2000)。

このようにT2は、T1を引き継ぎ、補う重要なフェーズである。すでに述べたとおり、従来のタレント識別のテストに対する一般的な批判として、生理学的な測定尺度に限定され他のパフォーマンスに関する特性が十分に評価されていないという指摘があった。 (Abbott & Collins, 2004; MacNamara & Collins, 2011; Morris, 2000)。そこでT2に想定した機能としては、タレントの将来予測精度を向上させることにある。 (Gulbin, 2001, 2011; Vaeyens et al., 2009)。T2の段階にくると、競技パフォーマンスの個人特性がはっきりしてきて、とりわけトレーニングや競技会の場面において顕著になる (Williams & Ericsson, 2005)。こうした側面はあまり注目されてこなかったが、興味深いことに、このプロセスを重視して行くことは、将来への投資効果に繋がり、国際競技力の向上に貢献し得ると言われる (De Bosscher, De Knop, Van Bottenburg, Shibli, & Bingham, 2009)。

T2のプロセスにおいて、コーチやタレント・スカウトは、それぞれの競技者について、そのスポーツ特有のスキルの洗練、取り組む態度、モチベーション、「トレーナビリティ」、その他積極的な自己管理能力などを長期的に観察し続けることによって、競技者の潜在能力をよりリアルに把握することができるようになってくるだろう (Christensen, 2009)。このようなタレントの検証を経て、理想的には、次のT3フェーズの組織的な競技者支援体制へと進展して行くことができる。

練習とその効果 (T3)

タレント・スカウト、コーチ、国内競技団体が特に関心を集めるのは、スポーツに特化したより高いレベルの専門的練習に取り組みはじめ、一定の目標を立てて競技力向上のための継続的な努力を日々重ねはじめめる段階の競技者であろう (T4 参照)。

この段階では、だれもが将来のエリート競技者への可能性を秘め、したがって最も大きな単位の競技者集団となるが、従前の伝統的な予算措置や競技者支援プログラムはこのプロセス全体というより最終段階でようやく行われることが多く、したがってこの段階の競技者たちは極めて不安定な状態に置かれることになる。こうした状況は、コーチの不足、競技会のあり方、機材の不足など育成に関わる諸問題についても同様のことが言える。

T3 でのドロップアウトや成績不振を回避するためには、まずは発育環境の改善が必要となる (Böhlke, 2007; Henriksen et al., 2010)。このような、競技者への専門的、計画的なサポート活動を通して競技力向上をはかる環境整備を称してデリバレート・プログラミングと呼ぶ (Bullock et al., 2009)。こうしたプログラムのあり方は、「囊中の錐」、すなわち優れた才能は自然に頭角を現すといった従来のコーチやスポーツ団体がなじんできた自由放任的アプローチとは好対照をなす。そして近年、T3 の競技者に対してこのようなデリバレート・プログラミングを投資することによって、競技力向上という確かな配当が得られることもわかってきた (Gulbin, 2011)

躍進と報酬 (T4)

T4 の段階になると、専門的な競技者支援が重要な機能になる。T3 の段階で順調に競技力を伸ばしていった成果は T4 においてあらわれる。そこに至って、競技者達は大学、研究機関、スポーツアカデミーなどのアスリート奨学金を獲得したり、あるいはプロチームやエリート養成チームにドラフトで入団してさらに競技力の向上をはかる (Gagné, 2010)。またこの段階になると、めざす競技会 (例えばメジャーな選手権大会) で優れた成績を出したことが大きなきっかけとなって、スポーツ界やサポート機関からの注目を集め、専門的なサポートを受けられる可能性が増す。ただしその成果は、外的調整行動 (外的圧力によって行動が調整される) と一致することもあればしないこともある (Ryan & Deci, 2000)。いずれにしても、競技成績の飛躍はシステムからの報酬 (例えば、質の高いコーチン

グ、スポーツ医・科学の支援、競技会参加及び移動コストの援助が受けられることなど) につながり、それは競技者にとってのセーフティネットにもなる (Toering et al., 2009)。さらに T4 の段階では、ナショナル・エリート・コーチが登場し手腕を発揮することになり、プレ・エリートからエリートへと垂直統合をはかることでさらに競技者のレベルアップも可能になる。この方法は、タレント性のある「将来有望株」の育成にとって有効であることが実証されている (Henriksen et al., 2010)。ただし、こうしたセーフティネットに入れば継続的な進歩の可能性は増大するものの、それがエリート競技者を継続して輩出することを保証するものではないことも強調しておかなければならない (Hollings & Hume, 2010; Schumacher, Mroz, Mueller, Schmid, & Ruecker, 2009)。ジュニアからシニア・レベルへの移行に際し、そこには厳然とした障壁が存在することを競技者からよく聞く (Gulbin et al., 2010)。エリート・スポーツへの移行は極めて重要な課題であるものの、これに関してはほとんどわかっていない (Bruner, Munroe-Chandler, & Spink, 2008)。

シニアエリートへの参入 (E1)、シニアエリートとしての成功 (E2)、エリートとしての成功を継続あるいはマスターとして活躍 (M)

タレント育成を論ずるにあたり、まずもってエリート競技者とはどのような存在かをあきらかにしておかなければならないだろう (Gulbin, 2008; Jonker, Elferink-Gemser, & Visscher, 2009)。既存の育成モデルでも、このあたりの定義は曖昧なままであるが、FTEM フレームワークでは、競技者育成の実践的立場からそのイメージが明瞭になり、エリート競技者育成の明確な評価基準や達成目標を示すことができたように思える。

FTEM フレームワークを最大限に活かす方法は、対象となるエリート競技者が「オリンピック・スポーツ」であるか「プロ・スポーツ」であるかによって異なる。

オリンピック・スポーツの枠組みでは、E1 レベルの競技者はシニア国際大会において国を代表する競技者を想定する。E2 レベルの競技者は、さらにメジャーな国際競技会 (オリンピックや世界選手権など) で表彰台に登るレベルの競技者をさす。最後に M レベルに達した熟達競技者とは、E2 レベルのハイパフォーマンスを複数サイクル (例えば、4 年間サイクルを 2 回、8 年間継続するなど) 達成でき

た競技者を意味する。また、ハイパフォーマンス・パスウェイでは、最終目標となる熟達レベルの設定も重要なポイントになる。第一に、熟達競技者はそのスポーツにおいて生物学的-心理学的-社会的に最も進んだ、そして最適化された模範的存在として位置づけられる。第二に、国際大会やプロの大会で繰返し成果をあげる熟達競技者は、エリート競技者育成への多額の投資に対する最も効率の良い費用対効果になる。

一方プロ・スポーツでは、組織形態や競技会のあり方が多様でエリート競技者の定義は難しいが、E1 競技者とは、最もレベルの高いプロの大会でプレーする競技者とする。また、E2 競技者とは、オリンピックでの活躍に匹敵するプロとして成功を収めた競技者とする。プロの E2 競技者について、その成功の度合いを評価することは難しいが、歴史的に採用されてきた数値基準や評価方法などが応用できるだろう。例えば、テニスのような個人競技では、オーストラリアの主要スポーツ団体（テニス・オーストラリア）ランキングの上位 100 名を成功した「エリート」プレーヤーと評価している。チームスポーツ（例えばオーストラリア・フットボール・リーグ）では、数シーズンにわたり、常に優秀選手として高いレベルの票を集めた競技者がこれに当たる。同様に、プロの熟達競技者とは、長期間（例えば 8～10 年）E2 レベルでの成功を続けている競技者を意味する。長期的努力を積み重ね成功を勝ち取るという FTEM フレームワークの信条がここに表れている。ただし、希代のスポーツの天才が超人的な成績を信じがたい方法で成し遂げたという逸話とは一線を画しておきたい (Starkes et al., 2004)。

エリート競技者に対するこれまでの我々の認識は、競技会での成績だけを一般化して考えていたが、この発想を超える必要がある。すなわち、そこに至るまでの育成過程での経験の蓄積やそれらの相互関係をも含めて考えて行く必要がある。例えば、熟達した競技者は精神的にタフで、抵抗力があり、自信を持っているといった特徴を詳細に示した研究報告もみられ、こうした視点も是非注目しておきたい (Durand-Bush & Salmela, 2002; Gould, Dieffenbach, & Moffatt, 2002; Orlick & Partington, 1988)。ただし、この種の論文では対照群がないことや因果関係の実証が不足していることもあって、自信はスキルレベルの反映に他ならない、あるいは競技力の異なる競技者間で認知機能に顕著な差は見られないと指摘する研究報告もあり (Jonker, Elferink-Gemser, & Visscher, 2010)、

今後の更なる研究成果がまたれる。

同様に、熟達 (M) レベルに達した競技者には、メディア、家族、友人、ファン、スポンサーなどさまざまな社会的な要求への対処能力も求められ (Kreiner-Phillips & Orlick, 1993)、また革新的、創造的、そしてリスクをいとわない行動や態度が社会的に期待される (Durand-Bush & Salmela, 2002; Hopsicker, 2011; Lacerda & Mumford, 2010)。しかしながら現在、こうした人格形成過程を縦断的に調査した研究は不足しており、上記の特性が、いつ、どのように発達し、育てられたかについてはまだよくわかっていない。

結論

FTEM は、今日の競技者育成に関する理論と実践との間に見られるギャップを是正すべく、実践的立場から構築した新たな競技者育成フレームワークである。FTEM フレームワークは、現行のスポーツ・システムへ直ちに適用できると確信するが、同時にその組織的な研究は現在も継続して行われており、その研究成果から将来のより有用な育成プログラムへの発展を期待したい。

Ⅲ. おわりに（訳出を終えて）

近年の競技者育成モデルでは、ひとりのタレント発掘システム一辺倒の色彩を脱し、競技力向上と生涯スポーツの融合を目指したモデル構成を志向するようになってきている。両要素は時に相反する側面もあり、これまではスポーツ現場においてもスポーツ行政においても、また学術的にも個別に扱われるのが常であった。そのことの不具合が顕在化するようになり、またスポーツ行政の立場からは何より投資効果が低い。このような反省から、融合型の育成モデルが希求されるようになったのであろう。しかしその融合にはさまざまな工夫が必要である。人の一生の中で、競技者育成をどのように捉え、どのように一貫性を持たせ、いかに接続して行けばよいか。また、人々の多様なスポーツライフをどのように整理して行けばよいか。そうした課題解決への努力が、よりよい競技者育成モデルの構築に繋がって行くのであろう。

ここで紹介した FTEM モデルの「結論」でも述べられたとおり、FTEM フレームワークは未だ発展途上であり、今後の研究が期待される。その研究開発では、スポーツ現場の実践の立場と研究の立場との

活発な議論が欠かせない。その議論こそが、生涯スポーツ振興と競技力向上という、時に矛盾する二つの課題を融合させるモデル構築に繋がって行くに違いない。

文献

- Abbott, A., & Collins, D. (2004). Eliminating the dichotomy between theory and practice in talent identification and development: Considering the role of psychology. *Journal of Sports Sciences*, 22, 395-408.
- Alfermann, D., & Stambulova, N. (2007). Career transitions and career termination. In G. Tenenbaum & R. C. Ecklund (Eds.), *Handbook of sport psychology* (pp. 712-733). New York, NY: Wiley.
- Bailey, R., Collins, D., Ford, P., MacNamara, A., Toms, M., & Pearce, G. (2010). Participant development in sport: An academic literature review (Commissioned report for Sports Coach UK). Leeds: Sports Coach UK.
- Baker, J. (2003). Early specialization in youth sport? A requirement for adult expertise? *High Ability Studies*, 14, 85-94.
- Baker, J., & Horton, S. (2004). A review of primary and secondary influences on sport expertise. *High Ability Studies*, 15, 211-228.
- Balyi, I., & Hamilton, A. (2004). Long-term athlete development: Trainability in childhood and adolescence. Windows of opportunity. Optimal trainability. Victoria, BC: National Coaching Institute British Columbia & Advanced Training and Performance.
- Bloom, B. S. (Ed.). (1985). *Developing talent in young people*. New York, NY: Ballantine Books.
- Bloomfield, J. (2003). *Australia's sporting success: The inside story*. Sydney: University of New South Wales Press.
- Böhlke, N. (2007). New insights in the nature of best practice in elite sport system management - exemplified with the organisation of coach education. *New Studies in Athletics*, 22, 49-59.
- Booth, M. L., Okely, T., McLellan, L., Phongsavan, P., Macaskill, P., Patterson, J., Holland, B. (1999). Mastery of fundamental motor skills among New South Wales schools students: Prevalence and sociodemographic distribution. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2, 93-105.
- Branta, C., Haubenstricker, J., & Seefeldt, V. (1984). Age changes in motor skills during childhood and adolescence. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 12, 467-520.
- Bruner, M. W., Munroe-Chandler, K. J., & Spink, K. S. (2008). Entry into elite sport: A preliminary investigation into the transition experiences of rookie athletes. *Journal of Applied Sport Psychology*, 20, 236-252.
- Bullock, N., Gulbin, J. P., Martin, D. T., Ross, A., Holland, T., & Marino F. E. (2009). Talent identification and deliberate programming in skeleton: Ice novice to winter Olympian in 14 months. *Journal of Sports Sciences*, 27, 397-404.
- Butcher, J. E., & Eaton, W. O. (1989). Gross and fine motor proficiency in preschoolers: Relationship between free play behaviour and activity level. *Journal of Human Movement Studies*, 16, 27-36.
- Christensen, M. K. (2009). "An eye for talent": Talent identification and the "practical sense" of top level soccer coaches. *Sociology of Sport Journal*, 26, 365-382.
- Côté, J. (1999). The influence of the family in the development of talent in sport. *The Sport Psychologist*, 13, 395-417.
- Côté, J., & Fraser-Thomas, J. (2007). Youth involvement in sport. In P. Crocker (Ed.), *Sport psychology: A Canadian perspective* (pp. 266-294). Toronto: Pearson.
- Côté, J., Lidor, R., & Hackfort, D. (2009). ISSP position stand: To sample or specialize? Seven postulates about youth sport activities that lead to continued participation and elite performance. *International Journal of Sport and Exercise*

- Psychology, 9, 7-17.
- Davids, K., Glazier, P., Araujo, D., & Bartlett, R. (2003). Movement systems as dynamical systems. *Sports Medicine*, 33, 245-260.
- De Bosscher, V., De Knop, P., Van Bottenburg, M., & Shibli, S. (2006). A conceptual framework for analysing sports policy factors leading to international sporting success. *European Sport Management Quarterly*, 6, 185-215.
- De Bosscher, V., De Knop, P., Van Bottenburg, M., Shibli, S., & Bingham, J. (2009). Explaining international sporting success: An international comparison of elite sport systems and policies in six countries. *Sport Management Review*, 12, 113-136.
- De Bosscher, V., & Van Bottenburg, M. (2011). Elite for all, all for elite? An assessment of the impact of sports development on elite sport success. In B. Houlihan & M. Green (Eds.), *Routledge handbook of sports development* (pp. 579-598). New York, NY: Routledge.
- Deli, E., Bakle, I., & Zachopoulou, E. (2006). Implementing intervention movement programs for kindergarten children. *Journal of Early Childhood Research*, 4, 5-18.
- Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. New York, NY: Random House.
- Durand-Bush, N., & Salmela, J. H. (2002). The development and maintenance of expert athletic performance: Perceptions of world and Olympic champions. *Journal of Applied Sport Psychology*, 14, 154-171.
- Elferink-Gemser, M. T., Jordet, G., Coelho-E-Silva, M. J., & Visscher, C. (2011). The marvels of elite sports: How to get there? *British Journal of Sports Medicine*, 45, 683-684.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Romer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100, 363-406.
- Ericsson, I. (2011). Effects of increased physical activity on motor skills and marks in physical education: An intervention study in school years 1 through 9 in Sweden. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 16, 313-329.
- Ferguson, J. (2007). *More than sunshine and vegemite: Success the Australian way*. Broadway, NSW: Halstead Press.
- Fisher, A., Reilly, J. J., Kelly, L. A., Montgomery, C., Williamson, A., Paton, J. Y., & Grant, S. (2005). Fundamental movement skills and habitual physical activity in young children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 684-688.
- Ford, P., De Ste Croix, M., Lloyd, R., Meyers, R., Moosavi, M., Oliver, J.,... Williams, C. (2010). The long-term athlete development model: Physiological evidence and application. *Journal of Sport Sciences*, 29, 389-402.
- Gagné, F. (2003). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education* (3rd ed., pp. 60-74). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies*, 15, 119-147.
- Gagné, F. (2010). Motivation within the DMGT 2.0 framework. *High Ability Studies*, 21, 81-99.
- Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2006). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults* (6th ed.). Boston, MA: McGraw-Hill.
- Goodway, J. D., Crowe, H., & Ward, P. (2003). Effects of motor skill instruction on fundamental motor skill development. *Research Quarterly*, 20, 298-314.
- Gould, D., Dieffenbach, K., & Moffett, A. (2002). Psychological characteristics and their development in Olympic champions. *Journal of Applied Sport Psychology*, 14, 172-204.
- Gulbin, J. P. (2001). From novice to national champion: Perspectives from the MILO Talent Search program. *Sports Coach*, 24, 24-26.
- Gulbin, J. P. (2008). Identifying and

- developing sporting experts. In D. Farrow, J. Baker, & C. MacMahon (Eds.), *Developing sport expertise: Researchers and coaches put theory into practice* (pp. 60-72). London: Routledge.
- Gulbin, J. P. (2011). Applying talent identification programs at a system wide level: The evolution of Australia's national program. In J. Baker, S. Cobley, & J. Schorer (Eds.), *Talent identification and development in sport: International perspectives* (pp. 147-165). London: Routledge.
- Gulbin, J. P., Oldenziel, K. E., Weissensteiner, J. R., & Gagné, F. (2010). A look through the rear view mirror: Developmental experiences and insights of high performance athletes. *Talent Development and Excellence*, 2, 149-164.
- Gulbin, J. P., & Weissensteiner, J. R. (in press). Functional sport expertise systems. In D. Farrow, J. Baker, & C. MacMahon (Eds.), *Developing sport expertise: Researchers and coaches put theory into practice* (2nd ed.). London: Routledge.
- Hardy, L. L., King, L., Farrell, L., Macniven, R., & Howlett, S. (2010). Fundamental movement skills among Australian preschool children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 503-508.
- Henriksen, K., Stambulova, N., & Roessler, K. K. (2010). Holistic approach to athletic talent development environments: A successful sailing milieu. *Psychology of Sport and Exercise*, 11, 212-222.
- Hoare, D. G., & Warr, C. R. (2000). Talent identification and women's soccer: An Australian perspective. *Journal of Sport Sciences*, 18, 751-758.
- Hollings, S., & Hume, P. (2010). Is success at the IAAF world junior championships a prerequisite for success at world senior championships or Olympic games? *New Studies in Athletics*, 25, 65-77.
- Hopsicker, P. (2011). In search of the 'sporting genius': Exploring the benchmarks to creative behaviour in sporting activity. *Journal of the Philosophy of Sport*, 38, 113-127.
- Howe, M. J., Davidson, J. W., & Sloboda, J. A. (1998). Innate talents: Reality or myth? *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 399-407.
- Hristovski, R. (2007). Genetic and environmental influences on expert performance: Conflicting commonalities - toward bridging the gap. *International Journal of Sport Psychology*, 38, 78-82.
- Johnson, M. B., Edmonds, W. A., Jain, S., & Cavazos, J. (2010). Conceptualizing the systematic interplay of athlete development. *International Journal of Sport Psychology*, 41, 1-23.
- Jonker, L., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2009). Talented athletes and academic achievements: A comparison over 14 years. *High Ability Studies*, 20, 55-64.
- Jonker, L., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2010). Differences in self-regulatory skills among talented athletes: The significance of competitive level and type of sport. *Journal of Sports Sciences*, 28, 901-908.
- Kirk, M. A., & Rhodes, R. E. (2011). Motor skill interventions to improve fundamental movement skills of preschoolers with developmental delay. *American Physical Activity Quarterly*, 28, 210-232.
- Kreiner-Phillips, K., & Orlick, T. (1993). Winning after winning: The psychology of ongoing excellence. *The Sport Psychologist*, 7, 31-48.
- Lacerda, T., & Mumford, S. (2010). The genius in art and sport: A contribution to the investigation of aesthetics of sport. *Journal of the Philosophy of Sport*, 37, 182-193.
- Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M., & Okely, A. D. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents. *Sports Medicine*, 40, 1019-1035.
- MacDonald, D. J., Côté, J., Eys, M., & Deakin, J. (2011). The role of enjoyment and motivational climate in relation to the personal development of team sport athletes.

- The Sport Psychologist, 25, 32-46.
- MacNamara, A., & Collins, D. (2011). Comment on "talent identification and promotion programmes of Olympic athletes". *Journal of Sports Sciences*, 29, 1353-1356.
- Moesch, K., Elbe, A., Hauge, M., & Wickman, J. (2011). Late specialization: The key to success in centimeters, grams, or seconds (cgs) sports. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21, 282-290.
- Morris, T. (2000). Psychological characteristics of talent identification in soccer. *Journal of Sport Sciences*, 18, 715-726.
- Oldenziel, K., Gagné, F., & Gulbin J. P. (2004, August). Factors affecting the rate of athlete development from novice to senior elite: How applicable is the 10-year rule? Paper presented at the PreOlympic Congress, Thessaloniki, Athens.
- Orlick, T., & Partington, J. (1988). Mental links to excellence. *Sport Psychologist*, 2, 105-130.
- Riethmuller, A. M., Jones, R. A., & Okely, A. D. (2009). Efficacy of interventions to improve motor development in young children: A systematic review. *Pediatrics*, 124, 782-792.
- Robinson, L. E. (2011). Effect of a mastery climate motor program on object control skills and perceived physical competence in preschoolers. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82, 355-359.
- Robinson, L. E., Rudisill, M. E., & Goodway, J. D. (2009). Instructional climates in preschool children who are at risk. Part II: Perceived physical competence. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80, 543-551.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55, 68-78.
- Scanlan, T. K., Carpenter, P. J., Schmidt, G. W., Simons, J. P., & Keeler, B. (1993). An introduction to the sport commitment model. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 15, 1-15.
- Schumacher, Y. O., Mroz, R., Mueller, P., Schmid, A., & Ruecker, G. (2009). Success in elite cycling: A prospective and retrospective analysis of race results. *Journal of Sports Sciences*, 24, 1149-1156.
- Simonton, D. K. (2001). Talent development as a multidimensional, multiplicative, and dynamic process. *Current Directions in Psychological Science*, 10, 39-43.
- Smith, M. F. (2010). *Research methods in sport*. Cornwall: Learning Matters.
- Starkes, J. L., Cullen, J. D., & MacMahon, C. (2004). A life-span model of the acquisition and retention of expert perceptualmotor performance. In A. M. Williams & N. J. Hodges (Eds.), *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice* (pp. 259-281). London: Routledge.
- Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Robertson, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*, 60, 290-306.
- Strachan, L., Côté, J., & Deakin, J. (2009). "Specializers" versus "samplers" in youth sport: Comparing experiences and outcomes. *The Sport Psychologist*, 23, 77-92.
- Telford, R. D., Cunningham, R. B., Fitzgerald, R., Olive, L. S., Prosser, L., Jiang, X., & Telford, R. M. (2012). Physical education, obesity, and academic achievement: A 2-year longitudinal investigation of Australian elementary school children. *American Journal of Public Health*, 102, 368-374.
- Toering, T. T., Elferink-Gemser, M. T., Jordet, G., & Visscher, C. (2009). Self regulation and performance level of elite and non-elite youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 27, 1509-1517.
- Tranckle, P., & Cushion, C. J. (2006). Rethinking giftedness and talent in sport. *Quest*, 58, 265-282.
- Tucker, R., & Collins, M. (2012). What makes champions? A review of the relative

- contribution of genes and training to sporting success. *British Journal of Sports Medicine*, 46, 555-561.
- Vaeyens, R., Guellich, A., Warr, C. R., & Philippaerts, R. (2009). Talent identification and promotion programmes of Olympic athletes. *Journal of Sports Sciences*, 27, 1367-1380.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., & Philippaerts, R. M. (2008). Talent identification and development programmes in sport. *Sports Medicine*, 38, 703-714.
- Van Tassel-Baska, J. (2001). The talent development process: What we know and what we don't know. *Gifted Education International*, 16, 20-28.
- Whitehead, M. (2001). The concept of physical literacy. *European Journal of Physical Education*, 6, 127-138.
- Williams, A. M., & Ericsson, K. A. (2005). Perceptual-cognitive expertise in sport: Some considerations when applying the expert performance approach. *Human Movement Science*, 24, 283-307.
- Williams, A. M., & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 657-667.
- Wuerth, S., Lee, M. J., & Alfermann, D. (2004). Parental involvement and athletes' career in youth sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 5, 21-33.
- Wylleman, P., & Lavallee, D. (2004). A developmental perspective on transitions faced by athletes. In M. Weiss (Ed.), *Developmental sport and exercise psychology: A lifespan perspective* (pp. 507-527). Morgantown, WV: Fitness Information Technology.

特集のまとめ

－ 指導現場に活かすために －

「早生まれの子どもは不利」といった言い伝えは、スポーツの指導現場でも以前から聞かれた。「早生まれ」とは我が国の学制に基づく独特の言いまわしであるが、どの国のスポーツにおいても、おしなべて1年単位の登録システムやそれにとまなう競技者育成システムを採用している。その結果、生まれ月の違いによって発育に差が生じ、それが選手育成にある種の歪みを生じさせているのではないか、という懸念を抱かせる。しかしその一方で、それは単に発育途上の一過性の現象に過ぎないと考える向きも少なくないだろう。

ところで最近、この生まれ月の問題はスポーツ科学のホットなトピックスになっている。生まれ月の違いによって生じる諸般の影響を相対年齢効果と定義し、さまざまな分野から研究され、多くの論文が報告されるようになってきている。相対年齢効果はジュニア競技者育成の本質に関わるという学術的な関心に由来するようだ。

そこで本特集では、この相対年齢効果の問題をとりあげた。各執筆者にそれぞれの研究の立場から科学的に解説をいただいたが、問題の所在がより鮮明に浮き彫りにされたと確信する。そして、陸上競技の指導現場においても大いに示唆を得ることができただろう。本特集で得られた知見が陸上競技の指導現場で生かされることを願い、本特集のポイントをまとめてみた。指導上の参考になれば幸いです。

1. 生まれ月の影響は多様であるが確実に存在する

中田 (2018) は、スポーツ全般にわたる相対年齢効果について総括した。そのうえで、日本の男子スポーツにおいて相対年齢効果のあらわれ方には差が見られるという。特に顕著な種目として、野球、サッカー、バレーボール、バスケットボール、相撲などがあり、反対に競馬では早生まれの選手の方が多い。また女子では、男子ほど明瞭な相対年齢効果がみられない。

陸上競技については、井筒ら (2014) が小学生のエリート競技者を対象に継続研究を行っている。短距離を中心とした全国小学生陸上競技会に出場する選手では、やはり4～6月生まれが圧倒的に多く半数近くを占める一方、早生まれは10%に満たないという。また、井筒ら (2018) は本特集では全国小学

生クロスカントリー研修大会に出場した選手を対象に調査した結果を報告した。これによると、長距離種目では4～6月生まれが特に多いという傾向は見られず、5年生男子では4～6月生まれよりも10～12月生まれが多かった。しかしながら、1～3月の早生まれの選手は相変わらず1割程度と際立って少ない。

なぜ長距離種目で相対年齢効果のあらわれ方が異なったのかについて、井筒は体重が軽いこと、すなわち相対的に発育が遅い子どもの方が有利に働くことも逆に作用しているのではないかと推測している。すでに中田 (2018) は、競馬の騎手、女子の体操やダンスでみられた相対年齢効果の逆転現象の原因として、やはり発育が遅く体重の軽いことをあげる。小学生クロスカントリー選手に見られた傾向もこれに共通する理由によるだろう。

以上のように、スポーツ選手にみられる相対年齢効果は発育の遅速が起因していることは間違いのない。多くのスポーツ種目では発育がはやいほうが有利に働く。しかし一方で、発育の遅れていた方が有利に働く可能性のあるスポーツ種目も存在する。結局、相対年齢効果は発育の遅速とそのスポーツ種目の特性とが相互に関連して表れるものと解釈できる。陸上競技の指導に際しても、このように短距離系と長距離系では相対年齢効果も違ってくことを考慮しつつ、子どもたちに接する必要があるだろう。

2. 相対年齢効果はどこまで持ち越されるのか？

相対年齢効果は、むしろ近年突然現れた現象ではない。学校制度により1年ごとの学年単位でグループ分けし、またスポーツにおいても学校制度が準用されてこの方、大なり小なり相対年齢効果はみられたのであろう。しかしそれは、発育の遅速が招く児童期の一過性の現象としてあまり問題視されることはなかったように思われる。実際、井筒 (2018) が報告するように陸上競技の例では小学校期においては顕著な相対年齢効果がみられるが、オリンピックや世界選手権の日本代表に選抜された選手にはこの効果がみられなくなる。

ところが近年、子どものスポーツが盛んになるにつれ、相対年齢効果の問題がにわかに関心を集めるようになった。この問題が、児童期における一過性

の現象だけではないことが指摘されるようになり、ジュニア競技者の育成の本質に関わる問題との認識が浮上してきたからだろう。

中田 (2018) はサッカーや野球など人気プロスポーツについてしらべた結果、シニアレベルにおいても相対年齢効果は厳然として残り、また競技レベルが高くなるほどその影響も強く残っていることをあきらかにした。さらに驚くべきことに、日本のプロ野球選手の調査結果では、プロになっても相対年齢効果は認められ、また 19 年以上現役を継続した選手の中にも相対年齢効果が認められる。相対年齢効果は一過性の現象どころか、競技人生全般にわたって影響する可能性すら垣間見られるのである。

3. 相対年齢効果の社会的、心理的影響

中田の報告にあるように、相対年齢効果は一過性の現象だけでなく競技人生全体に影響する可能性があり、また、野球やサッカーなど子どもたちに人気があるスポーツほどプロのレベルに至ってもこの影響は残存しているという。このことから、「相対年齢効果」は発育の遅速による影響に加え、そこから生じる心理的、社会的影響も予想以上に大きく、また長期にわたることを想定しなければならない。

本特集では、安井 (2018)、渡辺 (2018) が相対年齢効果に対する社会的、心理的影響を解説した。恐らく、心理的、社会的とさまざまな形で選手に影響し、相対年齢効果を形成しているのであろう。生まれ月の早い年長者にはどうしてもよい環境や指導を受けるチャンスが増える。そうした累積するアドバンテージがさらに好機をよび、良い結果をもたらす(マタイ効果)。また、親や指導者の期待が子どもに以心伝心で伝わり、子どももそれにこたえようとする。それが具体的な成績向上に結び付く、といった効果もある(ピグマリオン効果)。このような社会的、心理学的影響と相まって、相対年齢効果はジュニア競技者の運動有能感に大きく影響していることも井筒 (2018) の報告にみられる。

このように相対年齢効果は、年長選手にとってはポジティブな影響をもたらしているように見える。しかし、それは生まれ月の遅い年少選手との対比の上でのことで、文字通り相対的な効果でもあることを忘れてはならない。言い換えると、相対年齢効果は年少選手を排除する方向に働いているネガティブな影響を問題視しなければならないのである。

4. タレント発掘事業と相対年齢効果

このような相対年齢効果のネガティブな影響として表れる典型事例が、タレント発掘事業である。発育途上の子どもの将来的なタレント性をその時点の身体能力テストなので評価し、将来性を予測して選抜する。当然、テスト結果には発育の遅速が反映するだろう。つまり、将来性を秘めた子どもであっても生まれ月が遅かったという理由だけで結果的に排除されてしまう確率が高くなる。

タレント発掘事業では、相対年齢効果が最大の課題と言っている。この課題解決策として、舩木 (2018) は、兵庫県スポーツタレント発掘事業においてユニークな選考方法を本特集で紹介した。過去の測定結果を基に、月齢とテスト結果との回帰式を求め、測定値を補正するというものである。回帰式についてはなお検討の余地があるとのことであるが、タレント発掘事業における選手選考方法へ一石を投じたものと言えよう。また、タレント発掘事業のみならず、発育期におけるパフォーマンス評価においても大いに参考にしてよい評価方法である。

5. 相対年齢効果の解決策

相対年齢効果は、遅く生まれた年少選手のチャンスを摘み取るマイナス要素と言わなければならないが、早く生まれた年長選手には上記のようにプラスに働き、だからこそ年長選手への指導にはいきおい熱を帯びる。かくして、相対年齢効果に起因する年長と年少との選手間較差はますます拡大するという構図が浮かび上がる。

しかしこの点に関しても、渡邊 (2018) は別の見方を提示している。すなわち、競技生活全般でみると相対年齢効果の評価はまた異なってくるようだ。年長選手は確かに「相対年齢効果」によってプロチームやナショナルチームに選抜される率は高くなり、相対年齢効果の恩恵に浴する。しかしその後のシニアレベルでの最終的な競技成績になると、数こそ少ないが何とか選抜され生き残った年少選手が、有利であったはずの年長選手を凌駕する率が高くなるというのである。

以上の相対年齢効果の逆転現象は、外国のアルペンスキー、アイスホッケー、ラグビーなどで報告されているが、我が国の陸上競技においても実業団の男子長距離選手にはその傾向が見られるそうである。

いずれにしても、早く生まれた年長選手は、身体

能力や運動有能感などの心理的要素にもすぐれ、発育途上のジュニア期では優れたパフォーマンスを発揮する。しかし、それがシニア期にまで継続されるとは限らない。生涯の競技パフォーマンスに着目すれば、年長選手にとっての相対年齢効果も決してプラスにだけ作用しているわけではないようだ。今後の広範な分析、検証が必要である。

6. 相対年齢効果の解決策 - タレントトランスファーの視点から -

以上、スポーツ選手の相対年齢効果についてコーチングの立場から考えてきた。「相対年齢効果」の成因や影響など、まだわからないことが多く、今後の研究をまたなければならない。ただし、生まれ月が遅いというだけで子どものスポーツ参加を阻害してはならない。これだけは、コーチングの立場からも肝に銘じ、何としても解決して行かなければならない。

渡邊(2018)は、相対年齢効果の解決策についていくつか具体的に提言している。競技会のあり方や選手の区分期間の変更などのほか、パフォーマンスを年齢との回帰式で補正する方法も興味深い。これは、先に鶴木がタレント発掘方法で提示したものと同様の発想である。

また渡邊(2018)は、「タレントトランスファー」の視点をもつことも相対年齢効果との兼ね合いから重要であると述べている。陸上競技の日本代表選手には、自己の適性に見合った種目間トランスファーをして成功した例は多い。このとき、ジュニア期に基礎的なスキルや運動能力(総称して、身体リテラシー)を身につけていることが重要になる。ジュニア期に複数種目を経験することが推奨されるゆえんである。このことと、すでに述べた相対年齢効果の逆転現象とが通底する。すなわち、生まれ月の遅い年少選手は体格や体力で勝る年長選手と伍して競うためスキルや技術を高めることで対抗し、それが後になってシニア期のパフォーマンス向上に貢献したと説明されるのである。現在いくつかの国がジュニア競技者育成の新たなモデルを提唱しているが、そのなかで共通しているのは思春期前のこうした基礎的な身体リテラシーの育成を重視することである。ジュニア期に身体リテラシーを高めておくことは、その時点でのパフォーマンス向上には直接貢献しなくとも、必ずその後のシニア期の成功に繋がるという確信があるからである。

7. 相対年齢効果の解決策 - イギリス・コーチ協会のガイドライン -

イギリスでは、古くからジュニア競技者育成システムに関して広範な議論が続けられており、その一環として相対年齢効果の問題についても種々検討されてきた。そしてその成果として、イギリス・オリンピック委員会(UK Sport)傘下のイギリス・コーチ協会(Sports Coach UK)は2014年に指導者向けのガイドラインを作成し、相対年齢効果に配慮したスポーツ指導を呼びかけている。陸上競技の指導現場においても大いに参考になると思い、その骨子を以下に紹介する。

Sports Coach UK

Relative Age Effects ; Implications for Performer Participation and Development

相対年齢効果；発育期のスポーツ活動で注意すべきこと

はじめに

相対年齢効果は、7歳以下の幼年期から成人期まで、またグラスルーツスポーツからプロスポーツまでさまざまな階層において幅広くみられる。したがって、両親、コーチ、そして選手育成システム管理者など青少年スポーツに関わる全ての人々が、相対年齢効果が選手育成へどのように影響するかを正しく認識しておく必要がある。スポーツ関係者にこうした認識が共有できれば、より多くの子どもたちが等しくスポーツに参加でき、そのスポーツに求められるスキルを高めることができるだろう。

以下に、思春期前、思春期、思春期後の3つのステージに分け、相対年齢効果についての注意点、およびその影響(スポーツ参加が制限されたり排除されたりすることなど)をいかに解消したらよいかを解説する。

思春期前(6～12歳)

対象：コーチ、親

概要

スポーツ活動では、発育の進んだ体格の大きな子どもが優先されがちになるが、すべての子どもが等しく参加できるように配慮する。またこの時期には技術的な要素や基本的な運動スキルの発達を目標にする。

注意点

- ・子どもの生年月日を知る。
- ・すべての子どもが等しくスポーツに参加できるように配慮する。
- ・スポーツ種目の特性に応じて、いろいろなポジションを経験させる。
- ・子どもに過大な期待を強要しない。
- ・ほめることによって子どもが喜びや達成感を経験できるように指導する。また、目の成功や勝敗以上に、努力し続ける姿勢をほめたたえる。
- ・勝ち負けにこだわらず、自分自身のパフォーマンス向上に集中するように指導する。
- ・トレーニング時に競争させる場合、体力よりスキルを重視した種目を用いる（スキル重視の種目、リレー形式やサーキット形式の競争）。勝敗の結果ではなく、スキルの発揮を評価する。例えば、ボールのキープ力や遠投距離より投げの正確性を評価し、ほめる。
- ・勝敗だけでなく、努力の成果や進歩の度合いを評価する。
- ・そのさまざまな可能性に向かってチャレンジするように指導する。
- ・ゲームや試合においてスキルを強調し、それによってトレーニング自体も楽しくなり、また幅広いものになる。

思春期（13～16歳）

対象：コーチ、親、タレント発掘・育成スタッフ（スカウト）

概要

思春期には特に身体発達が著しくなり、相対年齢効果もより鮮明に表れ、年長の選手ほど身体成熟も進む。この時期に見られる顕著な身体発達のスパート現象は、男子で14歳、女子で11-12歳ごろに起こる。その時期や程度は個人によって大きく異なるので、コーチは、思春期の選手の相対年齢効果と同時に身体発達のスパート時期にも配慮する必要がある。

思春期において、年長で成熟が早い選手ほどスポーツで選抜される機会に恵まれるが、タレント発掘、育成に携わるスタッフには相対年齢効果の影響について十分認識しておく必要がある。

注意点

- ・選手の生年月日を知る。

- ・すべての選手に等しくチャンスを与えるように配慮する。
- ・体力要素だけでなくスキルや動きの良さに基づき、ポジションや役割を割り振る。また、すべての選手が多くポジションを経験できるように配慮する。
- ・体力の発達とともにスキルの育成を心掛ける
- ・勝敗だけでなく、努力の成果や進歩の度合いを評価する。また、体力や技術のトレーニングだけでなく、グロスマインドセット（Growth Mindset: しなやかなマインドセット、成長型思考＝チャレンジ精神）など失敗や後退にも立ち向かうことのできる態度を養う。
- ・選手の成熟状態（PHV）を調べる（身長、坐高、体重、誕生日から推定）。
- ・選手のパフォーマンスやテスト結果を評価する際、相対年齢や成熟度を考慮する。
- ・PHVが出現する時期（成長スパート期）には急速な身体発達が起こり、脳・神経系とのバランスが乱れる。このズレは、調整力やバランス感覚にも影響し、知覚系やタイミング、基礎的な運動技術に支障をきたすことがある。
- ・手足が長くなるほど、器具を使用するような動作の精度が損なわれる。また筋肉や腱が長くなることに対応しきれず、怪我をしやすくなる。したがってこの時期においても、引き続きスキルを重視した指導を行う。
- ・このような発育上のアンバランスは決して異常でないことをよく理解させ、高度な運動スキルよりもできるだけ基礎的な運動スキルを重視する。
- ・選手の評価に当たって、相対年齢、成熟度を配慮する。とくに年少グループの選手たちには、スキル、タイミング、意思決定能力を評価対象とする。
- ・選手の可能性を引き出し、またその可能性が活かされるように指導する。そのためには、選手の成熟度や成長の速さには依存しないプログラムを活用する（多様な方法を試み身体的、心理的、社会的発達を促す）。
- ・チームを編成する際、年齢区分を1年単位ではなく3～6ヶ月単位で行う（4分割区分あるいは半年区分）。

- ・グループ分けに際しては、とくに年少選手へ配慮する。いわば「ワイルドカード」的な位置づけを設け、柔軟にグループ間移動ができるようする。
- ・年少選手の発育は遅れており、年長選手について行けないこともある。また、スキルや戦術的要素よりも体力的要素が優先され、年少選手は自尊心や有能感を持つことが難しくなる。一方、体力に優れる年長選手たちにとってもスキル獲得は重要である。そうしたスキル重視の指導によってチームの雰囲気を変えて行くことが必要である。
- ・年少選手たちの中にも、何とかタレント育成過程に残ってこられたものもいる。育成過程が進むにつれ、発育に伴う障壁や課題への対処の仕方や乗り越える能力を身につけることができた結果である。彼らはしだいに「追いつく」という実感が持てるようになり、身体的、精神的な発達と相まって、課題解決ができるようになる。
- ・思春期には、発育発達段階を考慮し、50%ルールを適用する。50%ルールとは、例えば50%は専門的な体力や技術、50%は基礎的な動きと態度（グロスマインドセット）と設定する。発育期ではまず基礎的動きや態度を目標にし、その間に体力が発達するまで待つという将来を見越した戦略である。

思春期後（16～18歳）

対象：コーチ、親、タレント発掘・育成スタッフ（スカウト）

概要

思春期以降、選手は次第に成人期に達する。しかし、16～18歳ではまだ十分成人レベルに達していないことも事実である。ある選手は身長もほぼ成人レベルに達し成長を終えているように見え、ある選手は成長途上にみえる。したがって、この次期においてもなお、選手の年齢と成熟度には十分な注意を払う必要がある。

注意点

- ・選手の生年月日を知る
- ・定期的に形態（身長と体重）および成熟度（上述の方法を参照）を測定する。
- ・選手の側に立ったコーチングを心掛ける。
- ・タレント育成過程に選抜された選手は、より多くの時間が割かれ、より充実した指導

が受けられる。しかし、発育が遅く選抜されなかった選手で秘めた才能を有する選手のいることも考慮しておかなければならない。

- ・この時期には、専門的なスキルや体力に基づいて選手のポジションを決めるが、それでも、トレーニング時には引き続きいろいろなポジションを経験できるように配慮する（またそのことを積極的に奨励する）。
- ・スキルと体力の両面が重要であることを強調する。
- ・選手の成績やテスト結果を評価する際、成熟年齢（PHV）を考慮し、その選手の将来へ向けての伸びしろを推定する。選手によっては、体力面や経験においてももうすでに5%程度の伸びしろしか残っていないものもいれば、20%も残されているものもいるだろう。
- ・選手の能力は、相対年齢、成熟年齢、トレーニング経験年数によって総合的に評価する。

文献

- 嶋木秀夫（2018）兵庫県スポーツタレント発掘・育成事業の選考方法について-相対年齢効果の視点から-．陸上競技研究紀要，13:37-42
- 井筒紫乃，川田裕次郎，伊藤静夫，繁田進（2014）小学生の相対年齢効果と身体・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．陸上競技研究紀要，10:4-8.
- 井筒 紫乃，川田 裕次郎，上村明，繁田進（2018）小学生陸上競技選手の相対年齢効果～“日清カップ”第20回全国小学生クロスカントリーリレー研修大会出場者を対象として～．陸上競技研究紀要，13:4-8
- 中田大貴（2018）日本人アスリートにおける相対年齢効果．陸上競技研究紀要，13:9-18
- Sports Coach UK（2014）Relative Age Effects；Implications for Performer Participation and Development．Sports Coach UK，
- 渡邊将司（2018）若年競技者育成と相対年齢効果．陸上競技研究紀要，13:25-36
- 安井年文（2018）陸上競技における相対年齢効果の成因＝社会的、心理学的影響について．陸上競技研究紀要，13:19-24

原著論文

<原著論文>

目 次

陸上競技日本代表選手の競技ヒストリー研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・	90
—男子短距離選手を対象にした複線径路・等至性モデル—	
小林柊次郎, 渡邊將司, 森丘保典, 岩瀧一生	
桐生祥秀選手が10秒の壁を突破するまでの100mレースパターンの変遷・・・・・・・・	109
小林海, 大沼勇人, 高橋恭平, 松林武生, 広川龍太郎, 松尾彰文, 杉田正明, 土江寛裕	

陸上競技日本代表選手の競技ヒストリー研究
-男子短距離選手を対象にした複線径路・等至性モデル-

小林柊次郎¹⁾ 渡邊將司¹⁾ 森丘保典²⁾ 岩瀧一生³⁾

1) 茨城大学教育学部 2) 日本大学スポーツ科学部 3) 日本陸上競技連盟

A study of competitive history of Japanese representatives in track and field : Trajectory Equifinality Model for male sprinters

Shujiro Kobayashi¹⁾ Masashi Watanabe¹⁾ Yasunori Morioka²⁾ Issei Iwataki³⁾

1) College of Education, Ibaraki University
2) College of Sports Sciences, Nihon University
3) Japan Association of Athletics Federations

Abstracts

This study was conducted using the Trajectory Equifinality Model (TEM) to elucidate common points among men who became Japanese representatives in Olympic male short sprint events. A semi-structured interview was administered to four male sprinters who had participated in World Championship and Olympic competitions. Key questions elicited the following information: 1) sports history of parents, 2) first encounter with sports, 3) trigger for pursuit of track and field training, 4) selection and change of sports and events, 5) characteristics of human and physical environments, 6) time of performance stagnation or decline, 7) time of strong performance improvement, 8) first participation in international and world class competition, and 9) main reasons for retirement from competition. Results revealing common points were inferred from verbatim records using TEM. Respondents themselves were acutely conscious of running fast during childhood. Although sports types and performance levels differed, they belonged to school sports clubs during junior high school. In high school, all belonged to a track and field club, for which they marked high performance. Their parents respected their wishes, but support was not excessive. They became Japan's representatives during college or after graduating. They reported various exterior motivations. They experienced changes in performance before becoming Japan's representatives, which increased their consciousness of becoming a nationally representative athlete. After that experience, their performance improved even when their surroundings changed. Although they considered retirement from athletic life, they also found reasons to continue. This awareness led to their best performance.

I. 緒言

スポーツをしている者は誰も、世界で活躍するアスリートになることを夢見たことがあるだろう。2016年にブラジルで開催されたリオオリンピックには、日本代表選手が大会史上最高人数の338名（男子174名、女子164名）参加した（日本オリンピック委員会, online）。アスリートたちの血のにじむような努力はもちろんであるが、日本オリンピック

委員会（Japanese Olympic Committee, 以下, JOC）の活動や、アスリートのパフォーマンスを向上させる様々な研究の賜物といえよう。

日本陸上競技連盟（Japan Association of Athletics Federations, 以下, JAAF）によると、陸上競技において、日本が初めて参加したオリンピック（1912年、ストックホルム）から2017年の世界陸上競技選手権大会（以下、世界選手権）に至るまで、オリンピックでは25個（金7個、銀8個、

銅10個)のメダル,世界選手権では26個(金4個,銀7個,銅15個)のメダルを獲得している(日本陸上競技連盟, online1).

陸上男子短距離種目に焦点を当てると,1932年ロサンゼルスオリンピックで吉岡隆徳選手が100mで初めて入賞を果たした(4位).その後しばらくの間,世界大会での入賞者は現れなかったが,1991年に東京で行われた世界選手権において,高野進選手が個人種目では59年ぶりとなる入賞を果たした(400m,7位).それ以降,多くの入賞者やメダリストが誕生している.1997年の世界室内陸上競技選手権大会(パリ)において,荻部俊二選手は400mで銅メダルを獲得した.また世界選手権では,400mハードルにおいて末大選手が2001年のエドモンonton大会および2005年のヘルシンキ大会で銅メダルを2度獲得した.また,200mにおいては末續慎吾選手が2003年のパリ大会で銅メダルを獲得した.ユース・ジュニア選手の活躍も著しく,2010年の世界ジュニア陸上競技選手権大会(モンクトン)では,飯塚翔太選手が男子初の優勝を成し遂げた.2013年には,桐生祥秀選手が高校生ながらも,当時世界ジュニア記録並びに日本歴代2位となる10秒01の記録をマークした.2015年の世界ユース陸上競技選手権大会(サンディヤゴ・デ・カリ)では,サニブラウン・アブデル・ハキーム選手が100mと200mともに大会新記録で優勝を飾ったのちに,2017年の世界選手権(ロンドン)では,200mで決勝へ進み7位に入賞を果たした.

リレー種目では,1912年のロサンゼルスオリンピックで初入賞(5位)を果たして以降,しばらく入賞から遠ざかっていたが,1992年のバルセロナオリンピック以降は継続して入賞を果たしている.2008年の北京オリンピックでは,4×100mRで,日本短距離界初のオリンピックでのメダル獲得が現実のものになった.2012年のロンドンオリンピックではメダルを逃したものの(4位),2016年のリオオリンピックではアメリカを破って,銀メダルを獲得した.

100mに着目すると,伊東浩司選手が1998年に10秒00をマークして9秒台に肉薄するも,その後長きにわたって10秒の壁を破ることができなかった.2017年,日本学生対校陸上競技選手権大会(福井)において,桐生祥秀選手がついに100mで10秒の壁を破る9秒98の日本記録をマークした.2017年のシーズンでは100mを10秒0台で走った選手が,山縣亮太選手,サニブラウン・アブデル・ハキーム選手,ケンブリッジ飛鳥選手,多田修平選手,飯塚翔

太選手と5名もおり,今後も多くの選手が好記録をマークすることが予想される.100mにおいてもシニアの世界大会でメダルを取る時代もそう遠くないのかもしれない.

JAAFが発行した『トップアスリートへの道～タレントトランスファーガイド～』によると,JAAFは2020東京オリンピックプロジェクトとして,日本代表選手の活躍するための育成・強化だけでなく,陸上競技を通じた国際人の養成を目指している.その軸として,ハイパフォーマンスコーチの育成,ダイヤモンドアスリートの選定,タレントトランスファーの理解を進めた適正種目の選択を挙げて活動を進めている(日本陸上競技連盟,online2).また,JAAFが発行した『JAAF VISION2017』(日本陸上競技連盟,2017)では,2020東京オリンピックの先のビジョンとして,2016年のリオオリンピックでは26位であった入賞者の得点合計で争うプレイングテーブルを,2028年には世界のトップ8,2040年には世界のトップ3を目指して育成・強化を推進している.また同様に,アスレティックファミリー(競技会参加者,審判,指導者)を2028年には150万人,2040年には300万人まで拡大を目標としている.陸上競技に対する意味や価値が見直されているといえる.

2016年時点で陸上競技登録者数は423,581人である(日本陸上競技委員会,online3)が,リオオリンピックに出場した選手は52名(男子38名,女子14名)であった.このことから日本代表に選考されることは非常に狭き門であることがわかる.では,彼らはどのような経緯を経て,日本代表にまで至ったのだろうか.アスリートのパフォーマンスを向上させる研究は進んでいるが,日本代表に至るまでの経緯,およびその経緯に伴う心理的,社会的要因について調査した研究は十分になされていないのが現状である.

そこで本研究は,近年,活躍が著しい陸上男子短距離種目において,日本代表の経験がある選手を対象にインタビューを実施し,日本代表に至るまでの経験の共通点を明らかにすることを目的とする.得られた結果は,長期的な選手育成のためのコーチングに関する新しい知見を提供できる可能性がある.

II. 方法

陸上短距離種目において,オリンピックまたは世界選手権に日本代表として出場経験のある男性4名(A,B,C,D)を対象とした.4名のうち,3名はす

でに現役を引退している。本研究では事前にアンケートに協力してもらい、インタビュー協力への承諾を得た。インタビューを始める前に、調査の趣旨やデータの活用範囲について説明するとともに、録音の可否について確認を行った。あらかじめ基幹質問を準備し、その返答からさらに深く掘り下げる半構造化インタビューを実施した。アンケートの記述内容にかかわる周辺情報も聞き取った。基幹質問に関しては、1) 両親のスポーツ歴、2) 陸上競技に関わらずスポーツとの最初の出会、3) 陸上競技を始めたきっかけ、4) スポーツや種目の選択および変更について、5) 人的・物的環境の特徴について、6) パフォーマンスの停滞・低下時の状況について、7) 著しいパフォーマンス向上時の状況について、8) 最初の国際大会および世界大会出場について、9) 引退の決定因子の9項目である。トレーニングの内容の詳細などよりも、努力意欲要因について深掘することを優先した。なおインタビューは約1時間であった。

4名から得られたデータをもとに、作成した逐語記録を読んで全体像を確認した。ここでは、時間を捨象せずに個人に経験された時間の流れを重視し、人間を解放システムとしてとらえる、複線径路・等至性モデル (Trajectory Equifinality Model : 以下TEM) を用いた (安田・サトウ, 2012)。TEMはある出来事を、等至点 (Equifinality Point : EFP) として収束させ、そこに至る経緯を記述していく。等至点の概念は、歴史的・文化的・社会的な制約を受けつつ、多様な行動の軌跡を描きながら、ある定常状態に等しくたどり着くポイントであるとされる。また、TEMの特徴を明確にするうえで、欠かすことのできない概念がいくつか存在し、TEMとはそれらの経路を可視化したものである。非可逆的時間 (Irreversible Time) とは、時間を捨象しないTEMの特徴を示すうえで、生きられた時間、持続的時間を象徴的に示している。経路が発生・分岐するポイントは分岐点 (Bifurcation Point : BFP) として概念化されている。分岐点も等至点と同様に、時間を捨象して考えることはできず、歴史的・文化的・社会的に影響を受けて発生するポイントである。人間の発達や人生径路を多様性と複線性を描ける代表的なものがTEMである。KJ法 (川喜田, 1967) を用い、事象ごとに逐語記録カードを作成し、関連するカードを1つにまとめた。TEMの概念に基づき、等至点、分岐点、必須通過点を設定した後、それらのまとまりを時系列順に並べて、関係をTEMによって可視化した。TEMの各概念については以下の通りである。

1. 等至点 (Equifinality Point : EFP)

安田 (2005) は、非可逆的な時間を生きている人の行動や選択の経路は、さまざま存在すると考えられるとしている。しかし、その経路は歴史的・文化的・社会的な制約によってある定常状態に等しくたどり着くポイントがあるとした。それが等至点であり、人間の経験をEFPとして概念化し、その経験をした対象にそこに至るまでの多様な選択について考察する。本研究では、EFPを「初めてオリンピックまたは世界選手権に出場」として設定し、可視化した。また、4名のうち3名が現役を引退しているため、引退までにしたとされる「最高パフォーマンス」を2度目のEFPと設定した。

2. 両極化した等至点 (Polarized EFP : P-EFP)

サトウ (2009) は、両極化したEFPの設定を推奨している。両極化した等至点とは、等至点を1つのものとして捉えるのではなく、それと対になるような事象もEFPとして研究に組み入れられ、そのEFPが必ずしも価値があるものではないということを示すものである。この両極化したEFPは語られていない事象を描く場合もある。本研究の場合、「オリンピックまたは世界選手権に出場できない / しない」に至る仮想的な径路を書き入れることが可能となり、どのようにEFPの「初めてオリンピックまたは世界選手権に出場」に至ったのかについて明確に示した。

3. 必須通過点 (Obligatory Passage Point : OPP)

TEMの概念の1つにOPPがある。OPPとは、もともとは地理的な概念であり、ある地点に到達するまでに必ず通るポイントのことである。本研究においては、「陸上競技の価値観の変化のきっかけ / 事象」をOPPとしてとらえ、日本代表への意識の生まれを描いた。

4. 分岐点 (Bifurcation Point : BFP)

EFPは収束するポイントのことであるが、BFPは経路が発生・分岐するポイントを概念化している。EFP同様、歴史的・文化的・社会的な影響を受けながら発生するポイントであるとされる。本研究においては、「競技力が向上するきっかけ」や「引退を考えるも、しなかった出来事」など、日本代表に近づけたポイント、その後のパフォーマンスに影響を与えたポイントをBFPとして捉えた。

表1 A氏の語り

概念	位置づけ
等至点 (Equipoinity Point: EFP)	① 世界選手権(1983年, ヘルシンキ)出場 ② 世界選手権(1991年, 東京)400m 7位入賞を果たす
分岐点 (Bifurcation Point: BFP)	① 棒高跳び練習中に怪我 ② 走力アップのために短距離ブロックと一緒に練習を始める ③ 400m ブロックに移動 ④ すさまじい練習量をこなす ⑤ 体育学部へ編入 ⑥ 大学院では心理学の研究室へ ⑦ 世界選手権(東京)でファイナリストに挑戦したいと思う
必須通過点(Obligatory Passage Point: OPP)	① JAAFの合宿に参加
社会的方向付け(Social Direction: SD)	① 体育学部へ編入させてもらえなかった ② 怪我の影響で練習に制限 ③ 周りは引退していた ④ 怪我の影響で練習に制限 ⑤ 助手として授業の手伝いがあった
社会的ガイド(Social Guidance: SG)	① 中学の顧問の先生に推薦の話をもらう ② マイルでインターハイで優勝するという部活の雰囲気 ③ 「200mよりも400mだ」と言われる ④ T大学を勧められる

表2 B氏の語り

概念	位置づけ
等至点 (Equipoinity Point: EFP)	① 世界選手権(1995年, イエテボリ)に走幅跳で出場 ② オリンピック(2008年, 北京)4×100mR 銅メダル獲得
分岐点 (Bifurcation Point: BFP)	① 強い運動部で活動したくてハンドボール部に入部 ② 合宿に呼んでもらうなど様々な指導者から教えてもらった ③ Oに入社 ④ ジャンプ系・ウェイトトレーニングなども入り, 練習量が2~3倍に増える ⑤ ドイツからアメリカに拠点を移す ⑥ 習ったことを受けながらも自分なりにかみ砕きながら身につけていく ⑦ アジア選手権(2005年, 仁川)100mで決勝に残りモチベーションが復活 ⑧ 世界選手権(2007年, 大阪)出場
必須通過点(Obligatory Passage Point: OPP)	① 日本代表になるという宣言し, 陸上競技の価値観に変化が生まれる
社会的方向付け(Social Direction: SD)	① 競技対して周りからの配慮のなさ
社会的ガイド(Social Guidance: SG)	① お弁当や応援などの両親からのサポート ② 先輩が高校の陸上部の顧問に紹介してくれた ③ 全国レベルの合宿で同期からの刺激 ④ 周りの強い選手からの刺激 ⑤ アメリカのコーチとの考えと年齢の一致

5. 非可逆的時間 (Irreversible time)

TEMでは時間が人間の経験とともにあるということを示すために, 時間の流れを可視化した。

6. 社会的ガイド (Social Guidance : SG)

EFPに至るまでに何かを選択していく過程で, 人からの支えや社会的な支援や制度など行動を後押ししてくれる何らかの援助的な力をSGとした。

表3 C氏の語り

概念	位置づけ
等至点 (Equifinality Point: EFP)	① 200m で世界選手権(1995年, イエテポリ)の日本代表として出場 ② オリンピック(2004年, アテネ) 4×400mR で4位入賞
分岐点 (Bifurcation Point: BFP)	① 世界選手権(1991年, 東京)のチケットを父親が購入してくる ② 練習はきつく, ベストの遅い同期にも負けて危機感を覚える ③ 400m46秒03 で走り, 自信が確信に変わる ④ アジア大会(1998年, バンコク)終了後, A氏に指導を受ける ⑤ B選手の言葉で「純粋に陸上を楽しもう」と思う
必須通過点(Obligatory Passage Point: OPP)	① 国体で大学の同期に負け, 競技で初めて悔しさを感じ一生懸命練習するようになる
社会的方向付け(Social Direction: SD)	
社会的ガイド(Social Guidance: SG)	① K大学からの推薦 ② アドバイスをくれる先輩らの存在 ③ 若手選手の存在

表4 D氏の語り

概念	位置づけ
等至点 (Equifinality Point: EFP)	① 世界選手権(2009年, ベルリン)に出場する
分岐点 (Bifurcation Point: BFP)	① アンダー23のプロジェクトに選ばれ, 走り方を始めて指導してもらう ② 自由にやらせてもらえるという条件でN大学へ入学 ③ 2~3試合に1回の頻度で怪我をする ④ 日本選手権に負けオリンピックには出場できない
必須通過点(Obligatory Passage Point: OPP)	① 本格的な自己管理の始まり
社会的方向付け(Social Direction: SD)	① 生活環境の悪さ(特に食事面) ② 就職内定が破棄されてしまう
社会的ガイド(Social Guidance: SG)	① 高校の顧問から勧誘を受ける ② のびのびできる環境でインターハイ選手が毎年いる環境 ③ ビデオなどを見てもらいコメントなどしてくれる指導者の存在 ④ 怪我時のコーチや家族からの温かいサポート ⑤ 就職先決定時のサポート

7. 社会的方向づけ (Social Direction: SD)

SDは, SGとは対照的に, 阻害・抑止的事象は社会的方向づけとして捉えた。

III. 結果および考察

4名(A, B, C, D)の選手のインタビュー調査から得られた語りを時系列順にし, TEMの概念の位置づけは表にまとめた(表1~4)。得られた語りから, 得られた表からそれぞれのTEM図を作図した(図1~4)。ここでは, 幼少期から競技力を獲得し大学で陸上競技部に入部するまでを第I期, 入部してから日本代表に至るまでを第II期, 日本代表から引退に至るまでを第III期と, 3つの期間に分類して記述

した。なお, 斜体部分は抽出した本人の語りである。

1. 第I期

本研究の対象選手4名は幼少期から足が速かったことを語っていた。[A]の両親と[B]の母親以外の親にはスポーツ経験があった。[A]の兄は甲子園に出場した経歴があった。また, [B]は草野球, [C]はサッカーとソフトボール, 夏休みには陸上競技, [D]はサッカーをするなど, 活発な幼少期であったことが窺えた。

中学生になると運動部に入部した。[A]の場合, 練習に意欲的ではなく, 先輩も厳しく管理されることが嫌いで「陸上競技に興味がなくなっていた」と語っている。しかし, 三段跳びで東部大会などに出

場するなど、能力は高かったといえる。1つ年上の先輩には全国大会優勝者がいたと語っている。[B]の場合、球技に興味があり、体育大出身の先生の存在も重なって、強い運動部で活動したいという気持ちが芽生え、ハンドボール部に入部した。ハンドボール部での厳しい練習の結果、全国大会に出場することができた。「この時のハードな体づくり練習が陸上競技の基礎となった」と語っている。[C]の場合、中学校の学級担任が陸上競技部の顧問であり、半ば強制的に入部したが、[C]自身も「自信があった」という。練習には意欲的ではなかったが、全国大会まで出場した。[D]の場合、サッカーで市の選抜に入るなど活躍していたが、「チームスポーツは自分の努力だけで勝敗が決まらないことに納得できなかった」という理由から、個人種目の陸上競技部に入部した。全国大会にまで出場するが予選敗退という結果であった。

4名は高校では陸上競技部に入部した。高校の選択理由に関しては、[A]は勧誘があったこと、[B]は進学校であること、[C]は自宅から近いこと、[D]はその高校に魅力を感じていたこと、と様々で、スポーツ推薦で入学したわけではなかった。[A]の場合、初めは棒高跳びを専門的に練習していたが、練習中に怪我をしてしまった。しかし、その頃から「練習に対して意欲的に取り組みたい」と思い始め、まずはスピードをつけるために短距離ブロックと一緒に練習するようになっていった。その後、棒高跳びは怪我をした時の恐怖から、再び専門種目にするにはなかった。[B]の場合、進学した高校にいたハンドボール部の先輩が陸上競技部の先生に紹介し、また同じクラスの友人が誘ってくれたことがきっかけで陸上競技部に入部した。走り幅跳びを専門種目とし、「1年生ながらに好記録を出したことで合宿に呼んでもらっていた」と語った。[C]の場合、もともと高校でも陸上競技を継続する予定で入学した。100mと200mを専門にしていたが、「東京の世界選手権(1991年)で400mを観戦し、高野進選手の走りに感動して400mを始めた」と語った。[D]の場合、中学時の全国大会で歯が立たず、「そのまま辞めよう」と思っていたところ、高校の先生からの誘いを受けて推薦で入学し陸上競技部に入部した。自主性を重視する学校であり自分で練習メニューを考え、練習をこなしていた。

高校では4名とも競技力を向上させ、全国ランキング上位に入った。[A]の場合、短距離を専門にしてから記録は伸び、200mでは全国大会に出場するまでに至った。このとき4×400mRで全国大会優勝

を目標に掲げ400mに取り組むようになった。400mでは当時の高校ランキングトップの記録を出し、200mでは全国大会で3位に入賞した。その実績から日米ジュニア遠征に参加し、「400mは通用する」と手ごたえをつかんだ。[B]の場合、様々な合宿に呼んでもらいいろいろな指導者から指導を受けた。「自分の中で合うか合わないかを感覚で選び、試していた」という。2年生では全国大会で3位になるなど、実績を積み全国の合宿などにも参加するようになった。合宿には強い選手たちが多く、刺激を受けていた。コンディショニングやピーキングについての知識は十分にはなかったが、3年生で全国大会優勝を遂げた。アジアジュニアにも参加し、海外の試合の雰囲気を楽しんでいた。また、「走り幅跳びのために100mを速くしたい」という気持ちもあった。[C]の場合、高校に入学しても、なお練習に対する意欲は低く、月に1回しか練習をしない時もあったという。しかし、記録は伸び続け3年時には全国大会にも出場した。結果は準決勝敗退であったが、全国トップの記録をマークしていた。練習不足がたたりに、国体には出場できなかった。[D]の場合、同じ学校からは毎年全国大会出場者が出ていて、強くなろうとする雰囲気があった。「自分で練習メニューを立てて結果を出すことに、楽しくなってきた」と語っていた。記録は順調に伸び、世界ユース選手権大会にランキング上位で出場した。また、全国大会上位者対象のアンダー23プロジェクトに参加し、走り方を初めて指導してもらった。

2. 第Ⅱ期

4名は高校に引き続いて、大学でも陸上競技部に入部した。[A]の場合、大学からの勧誘を受け、入学してすぐに迎えた関東インカレで3位に入賞した。その実績からJAAFの合宿に呼んでもらい、当時の日本のトップ選手らと一緒に練習をした。そこでトップ選手と競えることに楽しさを感じるようになってきていた。[B]の場合、親の影響から卒業後の就職のことも考えて、家からも通えて競技もできる大学を選択した。[B]は高校時代に全国大会で優勝経験があった。大学では先輩と競技力に差がありながらも上手に付き合っていた。このとき、日本代表は憧れの存在でしかなかったという。[C]の場合、唯一勧誘のあった大学に進学した。上下関係やしきたりの厳しい雰囲気であり、何とか乗り切ろうという気持ちだった。練習もハードであり、ついていくことで精一杯であった。自己記録の低い同期にも負け、危機感を感じていた。1年生が最もつらい1年

間であったと語っている。大学には技術的指導してくれる先輩もいた。[D]の場合、地元の大学で競技を続けるという選択肢もあったが、ある程度自由にやらせてもらうという条件で、強い勧誘のあった別の大学に進学した。コーチには練習メニューを確認してもらっており、現在も重要な試合の前に指導を受けている。

その後、日本代表への意識が生まれはじめる。[A]の場合、JAAFの合宿で「このレベルで頑張ってみようかな」と語り、上を目指すために、すさまじい練習量をこなしていった。日本記録(当時)を出すなどしていたが、スポーツ科学的な視点がなかったため体育学部への編入を希望した。しかし、このとき、編入はできないと言われたが、アジア大会で結果を出したことで、編入を可能にした。練習は量を重視したものから質を重視したものに変化した。ユニバーシアードに出場すると、翌年にはオリンピック出場を果たした。[B]の場合、記録は順調に伸びたが、怪我が多く、日本選手権で結果が出せなかった。アメリカ遠征に参加するなど海外の雰囲気味わった。しかし、周りの人からは競技に気を遣われることがなく、食事や遊びに誘われたりしていた。競技をおろそかにしないように上手に付き合いつつも、周りの強い選手らはオリンピックで活躍してくるなど刺激を受けていた。「そういうことがモチベーションに繋がっていた」と語り、それがきっかけとなり、日本代表への意識が生まれた。また、記録を出すために自分に向き合い、ピーキングを考へることや感覚を研ぎ澄ますことをするようになった。その後、走り幅跳びをメインにしていたが、100mで日本記録(当時)を更新した。目標であった8m越えも達成した。ヨーロッパ遠征にも参加しており、ドイツの練習施設やコーチを見て、憧れを抱いていた。そして海外拠点が実現できる企業へ入社した。ドイツでは当時の最先端の練習がなされ、これまでの2~3倍の練習量をこなすようになった。ジャンプ系や、ウェイト系の練習が多く、「走り幅跳び練習がスプリントにも噛み合った」と語っている。走り幅跳びで初めて世界選手権に日本代表として出場すると、翌年には100m、4×100mR、走り幅跳びでもオリンピックに出場した。[C]の場合、学年が上がり、練習にも慣れ始めて目標が明確になると、日本インカレで初入賞を果たした。国体では200mで5位に入賞するも、同じ大学の同期に負けてしまい、初めて競技で悔しさを感じた。「その頃からライバル心的なものが芽生えた」と語り、これまで以上に練習に対して熱心に取り組むように

なった。3年時には400mでは45秒台に肉薄した。200mで世界選手権の標準記録を突破し、そのまま200mと4×400mRのメンバーで日本代表として初めて世界選手権に出場を果たした。しかし、4×400mRには補欠であったため出場できなかった。それで逆に「やってやろう」と意欲が高まったという。4年時は4×400mRでオリンピックに出場するも、「世界選手権とオリンピックでは別物であった」と語っている。[D]の場合、大学で記録は順調に伸びていたが、生活面では寮の食事をまともに食べられず偏食していた。試合では2~3試合に一回は怪我をしており、偏食が原因ではなかったかと語っている。[D]は「怪我をするたびに自分に大切な事を教えてくれた」と語っている。また怪我をして意欲が下がりそうなときは、コーチや両親は前向きな言葉かけをしてきていた。このころから「栄養のことに関してすごく考えるようになった」という。4年ではオリンピックを意識したが日本選手権で怪我をして、納得ができるまで競技の継続を決めた。最初に決まっていた企業にいけないことになってしまったが、多くのサポートを受けて企業を見つけ、競技を続けられることになった。社会人で一人暮らしが始まり、特に食事の面で本格的な自己管理を始めると、現在に至るまで「ほとんど怪我をしていない」と語っている。その結果、社会人1年目で世界選手権への出場を果たした。

3. 第Ⅲ期

日本代表の経験を経た4名は、拠点が変わるなど、周りや練習の環境の変化があった。[A]の場合、一度目の日本代表を経験した後、再びオリンピックに出場を果たした。この頃、レース中に肉離れをした。トレーニングで鍛えていないところは頭だけだと考え、大学院で心理学を専攻した。その後、鷲足炎になり、まともに練習できない時期があったため、記録が一時的に停滞した。それでも、頭を使ってプラン通りに走ることができて44秒台を出すことができた。しかし、「世界レベルの選手と前半から戦っていくためにはスピードが必要である」と語り、100mの練習に取り組み始め、レースも100mを中心に出場していった。練習量はこれまでの10分の1にまで減ったが、「このときは楽しく陸上競技ができていた」と語っている。[B]の場合、2度目の日本代表を経験した翌年、怪我をしてしまった。ドイツの医師に治療してもらいながらも、ごまかしながら練習を続けていたため、踏み切り足を骨折する事態に陥った。その頃、練習拠点をドイツからアメリ

カに移していた。このとき、「一度やってきたことをリセットさせて新しいスタートを切るという位置付けであった」と語っている。アメリカはドイツよりも理論的な練習で、年齢的にも合っていて様々な技術を教わった。しかし、言われたことをそのまま受けているだけでは結果が出なかったため、技術を噛み砕いて自分なりの技術に変えていった。試合で試しながら技術をものにする姿勢は高校のころから見られた。その後、現在の自己ベストである記録をマークすることになり、年齢や9秒台が目前に迫っていたこともあり、走り幅跳びを辞めて100mに専念することになった。[C]の場合、社会人になるにあたって同郷の先輩でもある[B]と同じ企業に就職し、陸上競技を継続することになる。ここで初めて怪我をし、さらに日本選手権では高校生に負けた。翌年に迎えたアジア大会の4×400mRで優勝すると、その走りを見ていた[A]から指導を受けることになった。技術的な指導を受け、「動きに変化の生まれた」と語っており、[C]は400mで初めて日本代表として世界選手権に出場することになった。[D]の場合、日本代表後も自己ベストを更新するなど記録を伸ばしていった。「あくまで日本代表として世界と戦いたいと漠然と思うだけであった」と語った。この頃、所属する企業を変えることになった。移った所属先でも自己ベストを更新し、一時期には世界ランキングがおよそ20位あたりの記録をマークした。そこから、「世界のファイナリストを意識するようになった」と語った。

競技を継続するきっかけは何だったのだろうか。彼らは怪我や環境の変化がありながらも、確実に競技者として力をつけてきた。一方で、年齢を重ねるにつれて記録の停滞や、周りの選手の引退もあった。[A]の場合、100mに取り組み始めたころ、周りの同年代の選手らは引退していた。[A]は「400mをやってきた答えを見出したい気持ち」と、「1991年に迎える東京での世界選手権でファイナリストを目指したい気持ちがあった」と語った。[B]の場合、100mで9秒台に肉薄する記録を出してから9秒台を目指したが、年齢は30歳を迎え、意欲に低下があったことをほのめかしていた。それでも世界選手権に出場するなど結果は残してきたが、「試合にドキドキしなくなってきた」と語り、意欲の低下が示された。このとき、「フェードアウトしようと思っていた」とも語っていた。しかし、その後迎えたアジア選手権で決勝に残ると、「面白くなってきた」と語り、2007年に大阪で開催される世界選手権を目標に競技を続けることになった。[C]の場合、動きの変化

が現れ自信もついてくると、オリンピック前の試合で現在の自己ベスト記録をマークした。この頃から、のちにメダルを獲得する若手選手らがJAAFの合宿に参加するなどの刺激もあった。しかし、オリンピックの4×400mRでバトンミスをしてしまうと、インターネットで住所をさらされるなど、誹謗中傷を受けた。このことがきっかけに[C]は競技を引退しようと考えた。しかし、「このまま辞めたら負け犬になる」と語っており、また同時に、[B]の「自分に限界を作るな」という言葉に競技を楽しもうという気持ちになったことが継続を決めている。[D]は現役で活躍している選手であり(2016年時点)、引退について考えているという語りはなかった。

引退という選択をせず、競技の続行を決めた3名(A, B, C)は日本代表として素晴らしい結果を残すことになった。[A]の場合、100mで当時の国内トップ選手らにも勝つなど結果が出始めた。400mに戻ると、前半のスピードが速くなり、現在も破られていない日本記録をマークすることになった(2017年現在)。その年、「最も陸上人生で盛り上がった」世界選手権東京大会で決勝に残り7位入賞を果たした。[B]の場合、競技に対する意欲を取り戻すと、世界選手権大阪大会を機に引退をしようと考えていたため、大学院に進学しセカンドキャリアの準備をし始めた。練習は最低限行い、試合にはほとんど出場しなくなった。しかし、世界選手権大阪大会のために大学院を休学した。世界選手権の4×100mRで5位に入賞を果たすと、その流れから翌年のオリンピックでは銅メダルを獲得する快挙を成し遂げた。[C]の場合、競技の継続を選び、まずは「1年ずつしっかりやる」と決めた。4年後、オリンピックの4×400mRでメダルまであとわずかとなる4位入賞を果たした。「緊張すればするほど結果が良い」と語っており、このときも緊張していたという。

そして3名(A, B, C)は競技生活を終えた。[A]の場合、世界選手権で7位入賞を果たすと、翌年のオリンピックでも8位入賞を成し遂げた。しかし、この時からアキレス腱の痛みがひどくなり、ジョギングもできない状態になっていた。レースも徐々に減り、ついには引退に至った。[B]の場合、オリンピックでメダルを取ると、「自分がすべきことは全部やりつくした」と語っており、引退に至った。[C]の場合、オリンピックで4位に入賞した後、資格取得の勉強などに多くの時間を割き、「試合にほとんど出場していなかった」という。「試合で緊張感を感じなくなり、辞め時」だと気が付き引退に至った。

4. 共通点

得られた語りから、4名の共通事項を抽出し、再度TEMを作図した(図5)。

第I期において、幼少期の運動経験は様々であったが、足が速いということは自覚していた。中学校に入学すると、種目や競技レベルは様々であったが全員が運動部に所属していた。高校に進学すると陸上競技部へと入部し、いずれも全国大会で優勝を飾っているか、当時の高校ランキングで上位にランクインしていた。渡邊ら(2013)は日本代表選手の約80%が高校で全国大会に出場し、そのうちの約60%が入賞していることを示している。今回の結果からも同様のことが示された。しかし、この時期は技術的に未熟な部分があると考えられるため、潜在的な能力はあっても記録として現れない可能性もある。また、[A]、[B]、[D]は高校生ながら、海外での試合を経験していた。練習内容に関しては、4名とも統一性はなかったが、[B]は合宿で教わったことを試行錯誤しながら自分に合ったものを試していくこと、[D]は自分で練習メニューを自分で考え実行していくなど、今後の競技者としての軸となる部分を、この時から養っていたと思われる。環境の変化を求め、練習拠点が変わった時、練習スタイルを確立しておくことは、競技成績を順調に伸ばしていったことを可能にしていたと考えられる。この時期には、4名の両親は、日常の練習や試合結果に対して指導や助言をすることはなかったが、弁当の用意やビデオ撮影などで競技生活を支えていた。過干渉な支援というよりも、暖かくやりたいことを応援してくれていたと感じる。北村(2002)は、子どものスポーツ参加に関して、子どもは社会化されていく過程において、親が干渉しすぎることでモチベーションを低下させて、やる気を失ってしまうと示している。4名の親は過干渉なサポートではなく、彼らのやりたいことを尊重していた。指導者はもちろんだが、親からの過剰でない支援が競技へのモチベーションを維持させる大きな要素であると考えられる。

第II期において、大学では勧誘を受けて陸上競技部に入部した。4名は高校でトップの記録を出し、大学でも怪我や周りの影響を受けながらも確実に競技力を獲得していき日本代表になっていた。日本代表になる前に、形は様々であったが、外部から受けた刺激をきっかけとした心情の変化が見受けられた。ここから日本代表を意識し、競技に取り組んでいった。[A]のように合宿から得られた刺激や、[B]、[C]、[D]のように悔しい思いや経験から受け

た刺激から、競技の価値観を変えるきっかけがみられた。このような活動の代表的な例として、大阪府では「OSAKA夢プログラム」と呼ばれる、大阪からトップアスリートを輩出する事業を展開している(大阪競技協会, online)。年間を通して多くの練習会や説明会を開催し、アスリートの育成を図っている。成長著しい、多田修平選手はこの事業の一環である海外合宿冬季練習会で、男子100mの元世界記録保持者であるアサファ・パウエル選手らと練習する機会を得て筋力の増加がみられた他、多くの技術を学んだとされる(陸上競技社, 2017)。しかし、多くの陸上競技協会で、このような積極的な強化活動はまだ見られない。このことから、指導者は、選手が多くの刺激を受けられる環境を整えることが、選手の競技レベルを上げるきっかけになると考えられる。なお、大学在学中に日本代表に至った者は2名(A, C)、大学卒業後に日本代表に至った者も2名(B, D)であった。[B]や[D]のように怪我で悩まされる時期もあるが、周りの影響は大きかった。[B]は周りの強い選手らから刺激を受けて奮起し、[D]はコーチや両親の支えで乗り切ることができていた。第I期では両親の支援が大きな支えとなっていたが、第II期ではコーチなどの指導者からの支援が中心となっている。Duffy et al. (2010)は、競技者が成功を収める上で鍵となる要素はコーチングの質であると述べている。このことからコーチの育成も必要不可欠であることがわかる。ハイパフォーマンスコーチの育成が求められている今日(日本オリンピック委員会, 2016)、選手のパフォーマンス向上は選手の努力だけに委ねられないだろう。

ここで、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)の生涯最高記録の平均年齢を見てみると、日100mの 23.4 ± 3.2 歳に対して、世100mは 26.4 ± 3.1 歳と約3年程度の差が認められている(森丘, 2014)。つまり長く競技を継続することがハイパフォーマンスを目指すための一つの要因となり得るのである。また、中学で陸上競技に取り組んでいた者の半数以上が高校で陸上競技をやめてしまう中(日本陸上競技連盟, online2)、高校でも陸上競技を継続している理由を尋ねたところ、「自分の技能や競技成績を伸ばしたい」「そのスポーツや活動をするのが好き」が圧倒的に上位を占めていた(渡邊ら, 2016)。高校での部活動の継続率を高めるためには、指導者が部活動に促すだけでなく、競技に意欲的になれるような指導方法が必要だろう。また、高校から大学での競技の継続率は約20%とさらに低い(日本陸

上競技連盟, online3). 大学での競技の継続率を上げることも求められている。

第Ⅲ期において、大学の卒業や大学院への進学で環境を変えざるを得なかった者、所属先の変更があった者など、理由は様々であるが環境に変化が見られた。また、第Ⅲ期でも怪我の影響で練習を十分にできなかった者 (A, B, C) がいた。先行研究は見当たらないが、多くのアスリートにとって、環境の変化は競技力を大きく左右するだろう。パフォーマンスを下げってしまう可能性も考えられるが、4名は環境が変わっても、全員が自己ベストを更新している。3名 (A, B, C) は怪我をしていたが、環境の変化に対応できていたと考えられる。さらなる飛躍を求めるには、これまでと違った取り組みが必要であることが示唆される。しかし、第Ⅲ期以前に、[B] や [D] は独自の練習スタイルを獲得していたことが見受けられたことから、環境の変化を迎えても、自分の練習スタイルが変わらなかったことがパフォーマンスの向上につながったことも考えられる。林・土屋 (2012) は、オリンピックを経験したことのあつる選手らが環境の変化を迎えた時、人間関係の円滑化を目的としたサポートが必要であると示している。指導者の指導方法が選手に合っているかを考えるだけでなく、関係性を深めていくことが必要であると考えられる。

その後、3名 (A, B, C) は、理由は様々であったが、競技引退を考える時期が存在していた。しかし、競技を続ける理由を見つけ、〈最高パフォーマンス〉に至ることになった。〈最高パフォーマンス〉を果たすと、怪我による痛みや年齢のこともあり、引退に至っていった。なお、D氏は現役で競技を続けている選手 (2016年時点) なので、〈最高パフォーマンス〉の設定をしなかった。

IV. まとめ

本研究では、日本代表経験のある男子短距離選手を対象に、複線径路・等至性モデル (TEM) を用いて日本代表に至るまでの共通性を明らかにすることを目的とした。対象は、世界選手権とオリンピックに出場経験のある4名の男子短距離選手で、半構造化インタビューを実施した。基幹質問は、1) 両親のスポーツ歴、2) 陸上競技に関わらずスポーツとの最初の出会い、3) 陸上競技を始めたきっかけ、4) スポーツや種目の選択および変更について、5) 人的・物的環境の特徴について、6) パフォーマンスの停滞・低下時の状況について、7) 著しいパフォー

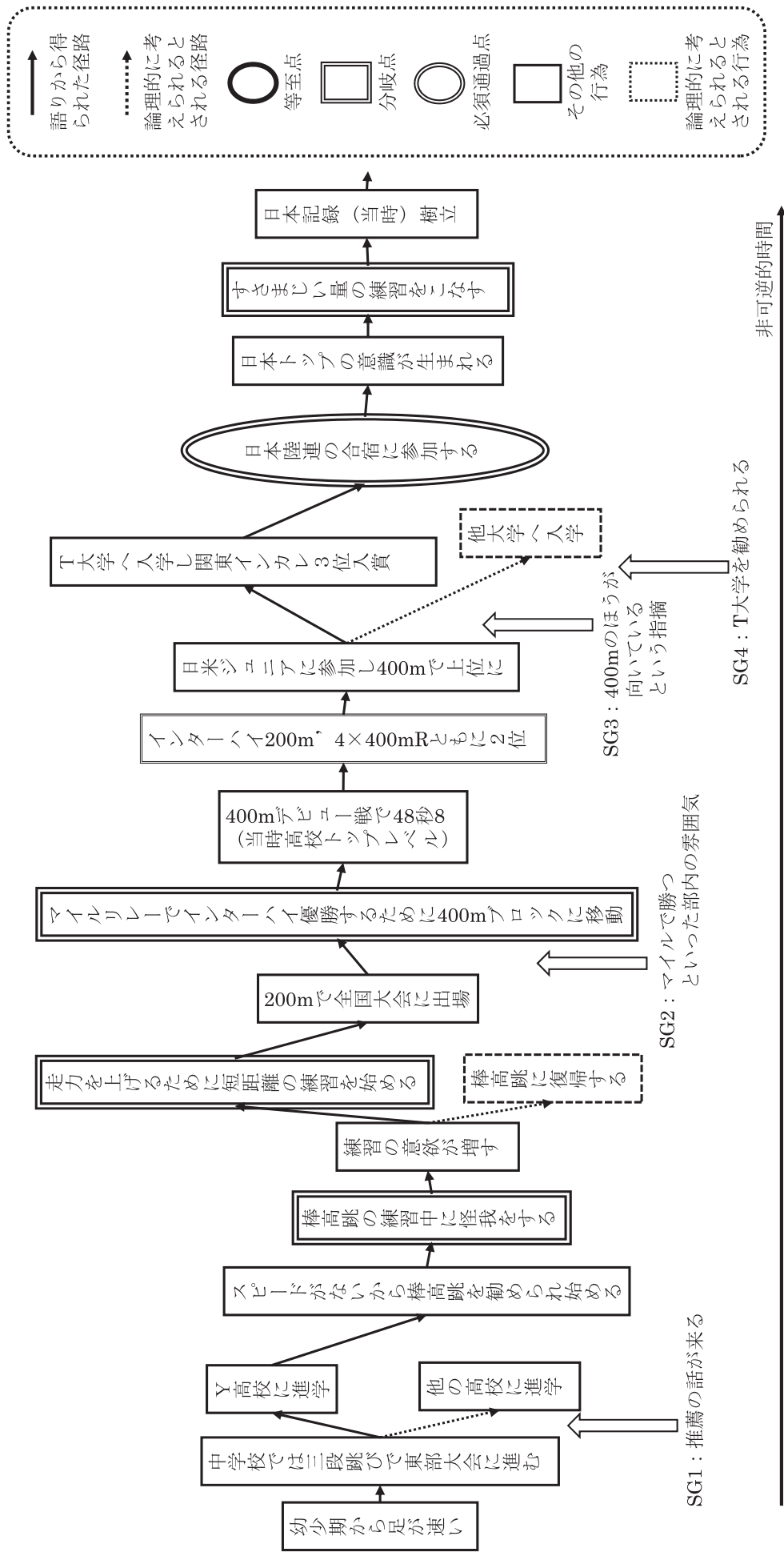
マンス向上時の状況について、8) 最初の国際大会および世界大会出場について、9) 引退の決定因子であった。

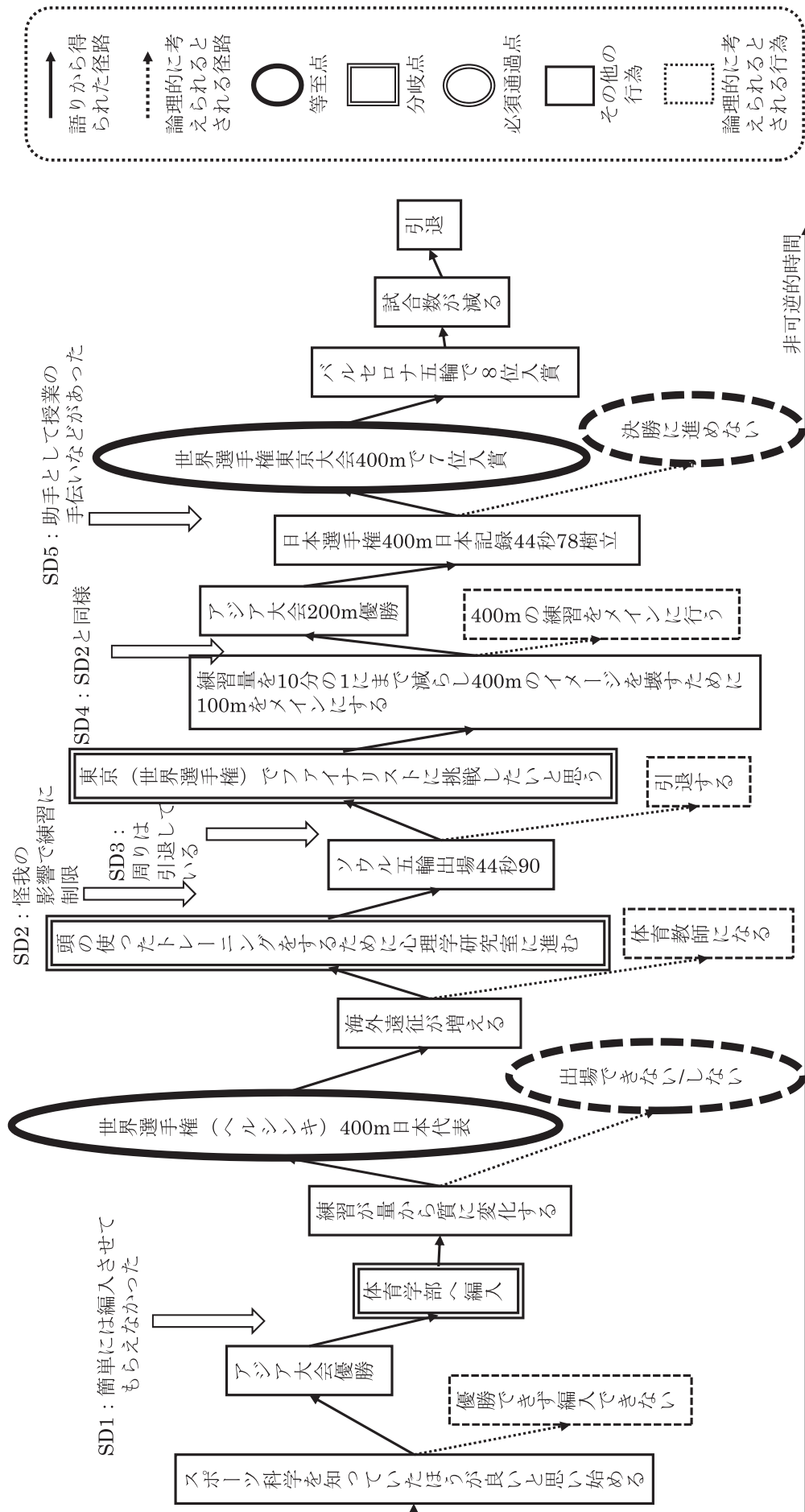
TEMを用いてインタビューの逐語記録から共通点を明らかにしたところ、4名は幼少期から足が速いことを自覚していた。中学生になるとスポーツ種目やパフォーマンスレベルは違えども、運動部に所属していた。高校でも陸上競技部に所属し、高校トップレベルのパフォーマンスを発揮していた。このとき、親は彼らのやりたいことを尊重し、過剰でない支援があったことが窺えた。大学在学中もしくは大学卒業後に日本代表に至っていた。初めて日本代表になる前に外部からの刺激を受けて、陸上競技への価値観の変化を経験しており、そこから日本代表への意識が生まれていた。また、日本代表経験後、環境の変化があつてもパフォーマンスを向上させていた。競技引退を考えることもあつたが、競技を継続する理由を見つけ出すことが、その後の最高パフォーマンスの発揮につながっていた。

V. 引用文献

- Duffy P, Crespo M and Petrovic L. (2010) The European Framework for the Recognition of Coaching Competence and Qualifications—Implications for The Sport of Athletics. *New studies in athletics*, 25(1): 27-41.
- 林 晋子, 土屋裕睦 (2012) オリンピアンが語る体験と望まれる心理的サポートの検討 —出来事に伴う心理的变化と社会が与える影響に着目して— *スポーツ心理学研究* 39(1):1-14.
- 川喜田二郎 (1967) 発想法 —創造性開発のために—。中央公論社。
- 北村尚浩 (2002) 子どもを取り巻くスポーツへの社会化要因 —機能か逆機能か—。第53回日本体育学会大会号, p44.
- 森丘保典 (2014) タレントトランスフォーママップという発想 —最適種目選択のためのロードマップ—。 *陸上競技研究紀要*, 10:51-55.
- 日本オリンピック委員会 (online) 日本代表選手団。 <https://www.joc.or.jp/games/olympic/riodejaneiro/japan/>. 2017年12月10日閲覧。
- 日本オリンピック委員会 (2016) JOCの活動。日本オリンピック委員会。
- 日本陸上競技連盟 (online1) 日本陸上競技連盟小史。 <http://www.jaaf.or.jp/history/syoushi/> 2017年11月23日閲覧。

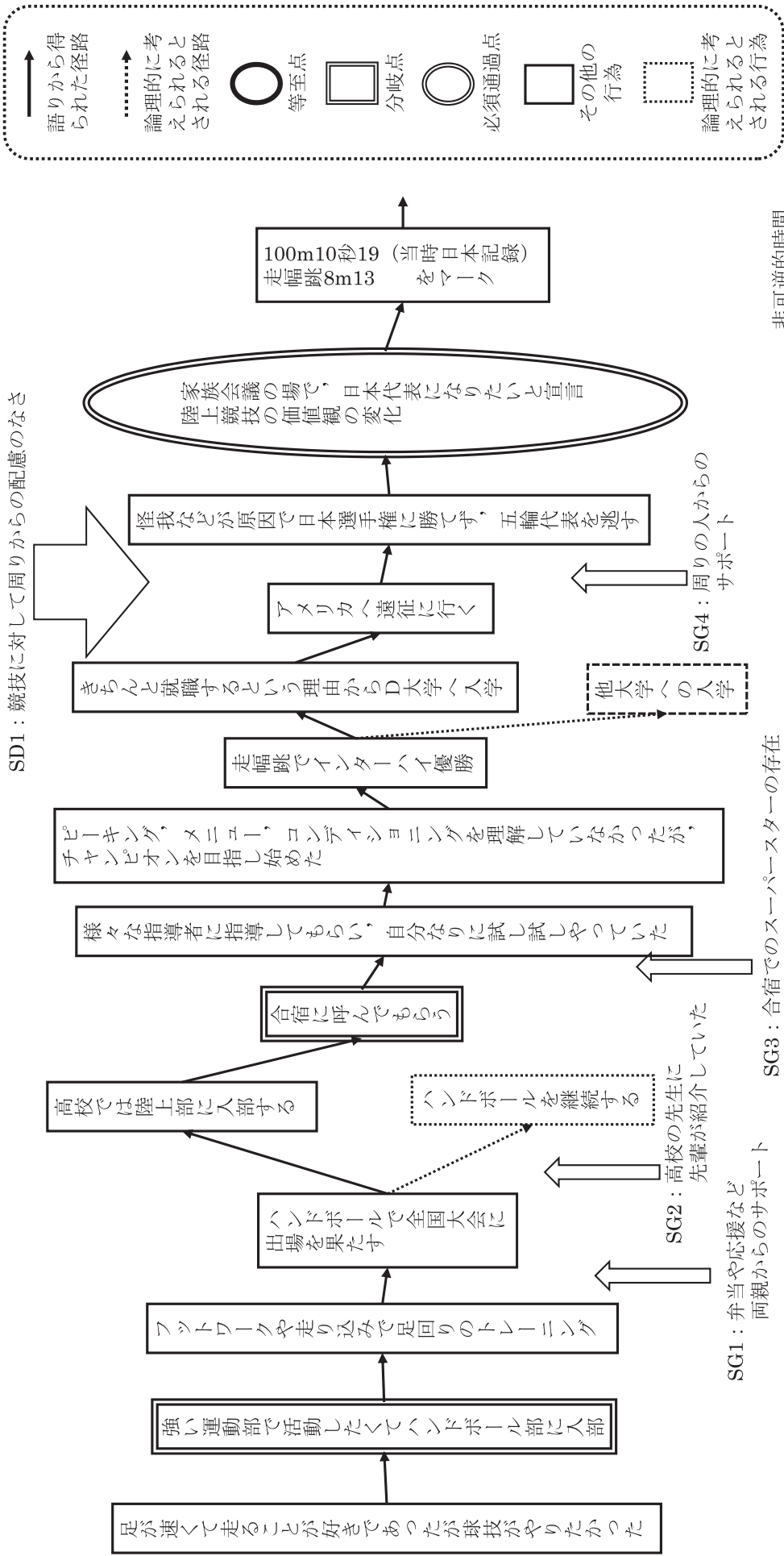
- 日本陸上競技連盟 (online2) トップアスリートへの道 ～タレントトランスファーガイド～. <http://www.jaaf.or.jp/athleticclub/transferguide.pdf> 2018年1月16日閲覧.
- 日本陸上競技連盟 (online3) 登録について. <http://www.jaaf.or.jp/about/entry/>. 2017年12月10日閲覧.
- 日本陸上競技連盟 (2017) JAAF VISION. 日本陸上競技連盟.
- 大阪陸上競技協会 (online) OSAKA 夢プログラム. http://www.oaaa.jp/yume2020/yume2020_index.html 2017年12月2日閲覧.
- 陸上競技社 (2017) 男子100 m 多田修平 (関学大) ～日本スプリント界の新星. 月刊陸上競技. 7月号, p147-149.
- サトウタツヤ (2009) TEMではじめる質的研究 時間とプロセスを扱う研究を目指して. 誠信書房.
- 渡邊將司, 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.
- 渡邊將司, 明珍直樹, 上地 勝, 久保佳彦, 森丘保典, 三宅 聡, 繁田 進, 尾縣 貢 (2016) 高校生における陸上競技の継続および非継続に関する要因. 陸上競技研究紀要, 12:11-20.
- 安田裕子 (2005) 不妊という経験を通じた自己の問い直し過程 治療では子供を授からなかった当事者の選択岐路から. 質的心理学研究, 4:201-226.
- 安田裕子, サトウタツヤ (2012) TEMでわかる人生の経路 —質的研究の新展開—. 誠信書房.





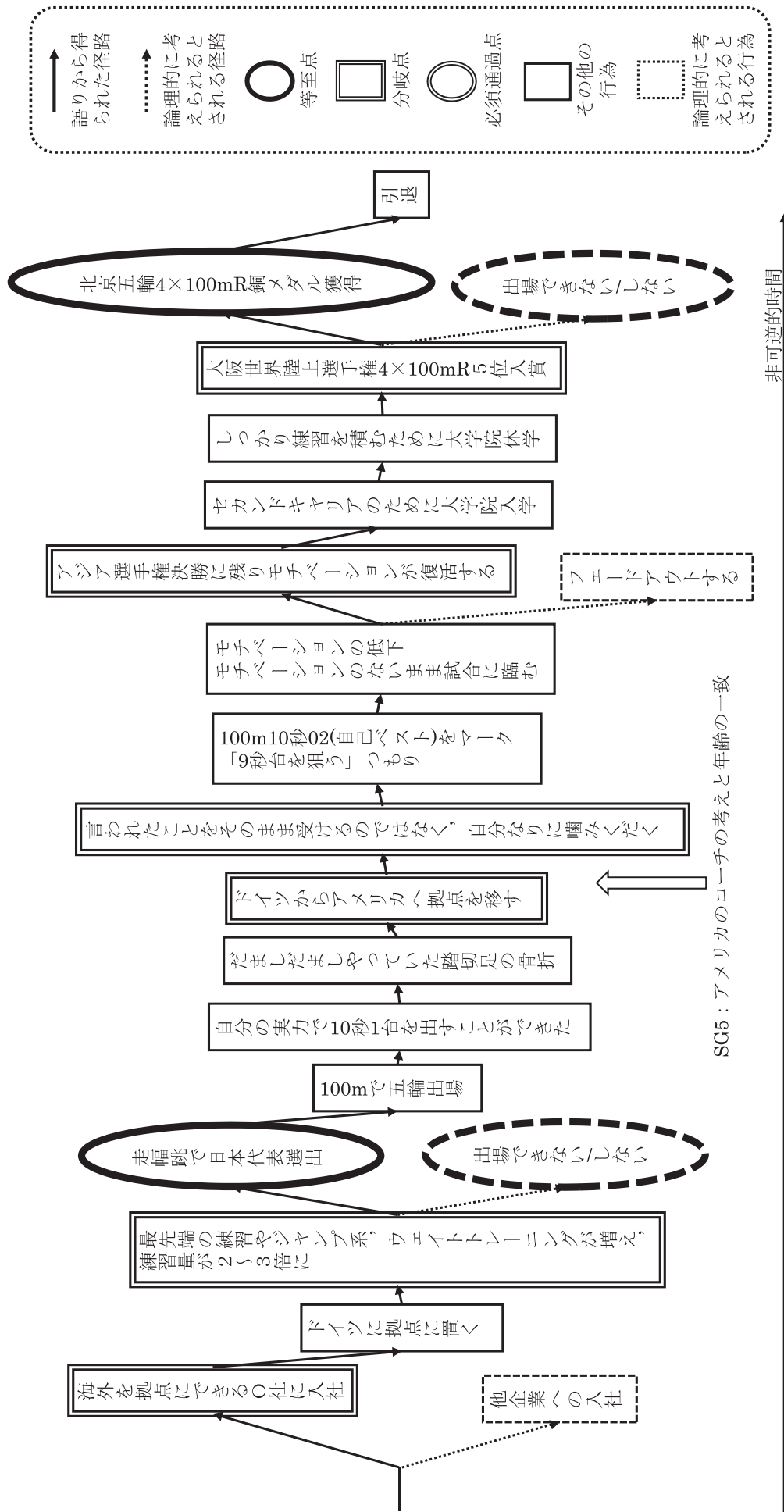
A氏

図1 A氏のTEM (続き)



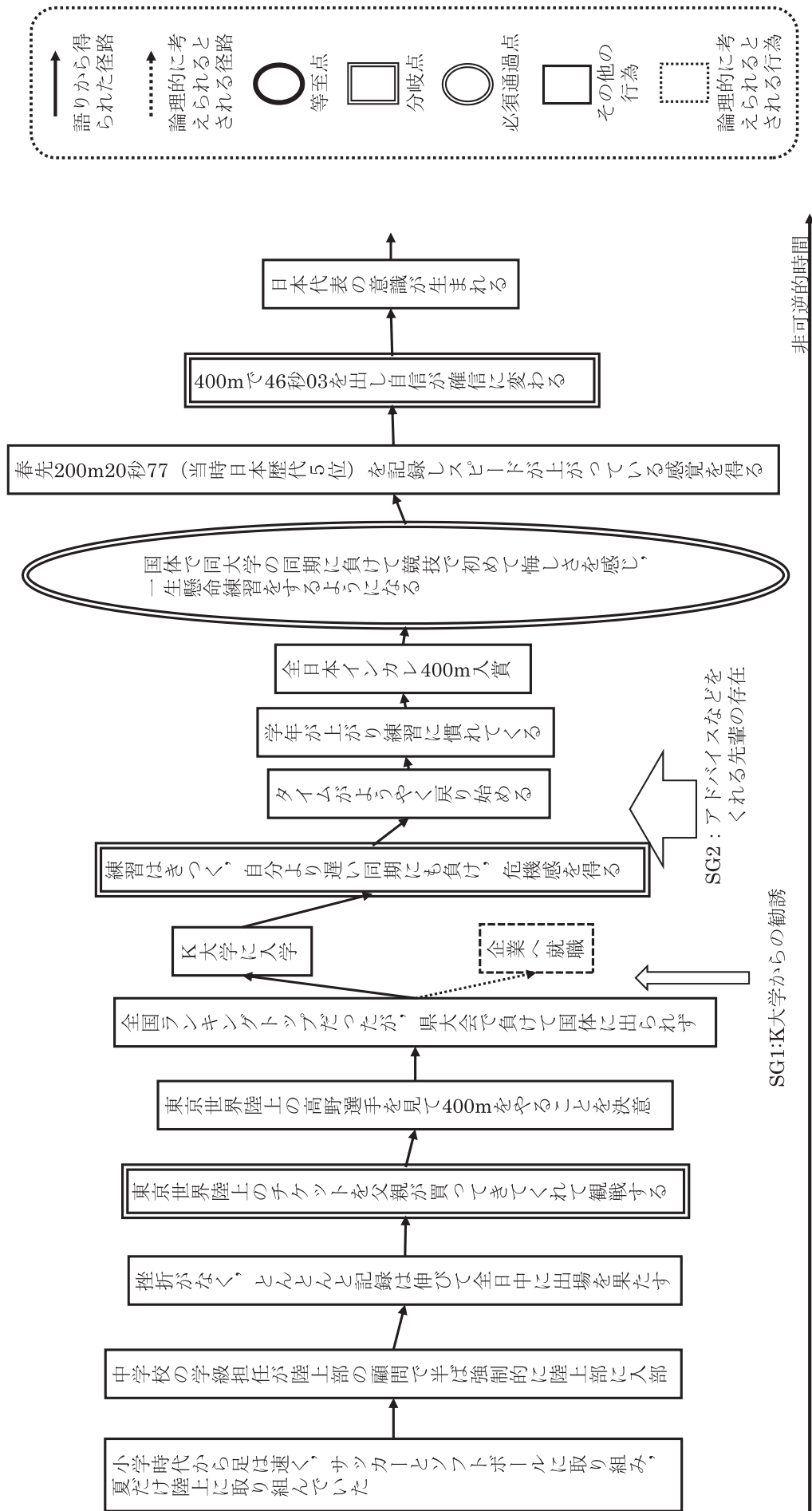
B氏

図2 B氏のTEM



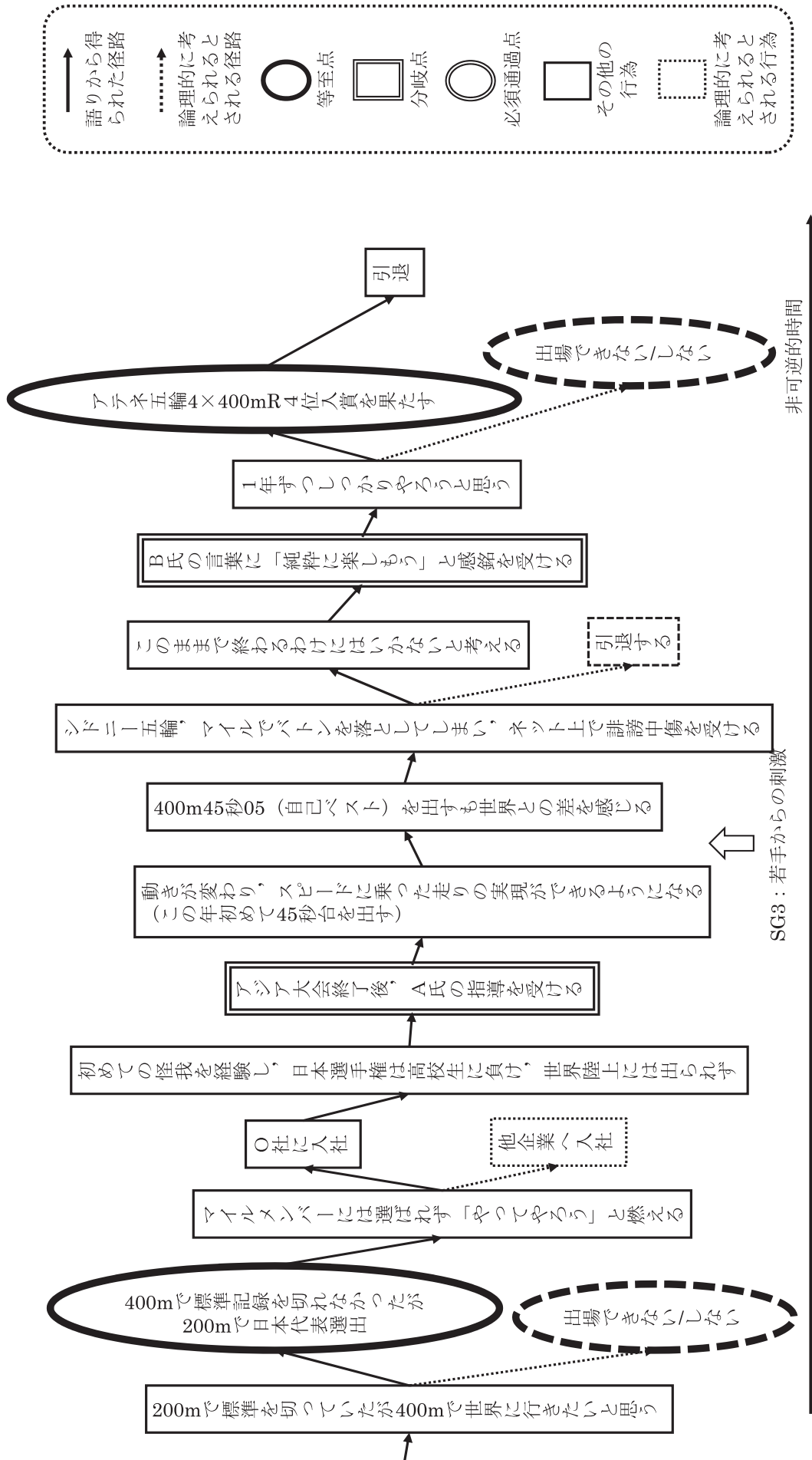
B氏

図2 B氏のTEM (続き)



C氏

図3 C氏のTEM



C氏

図3 C氏のTEM (続き)

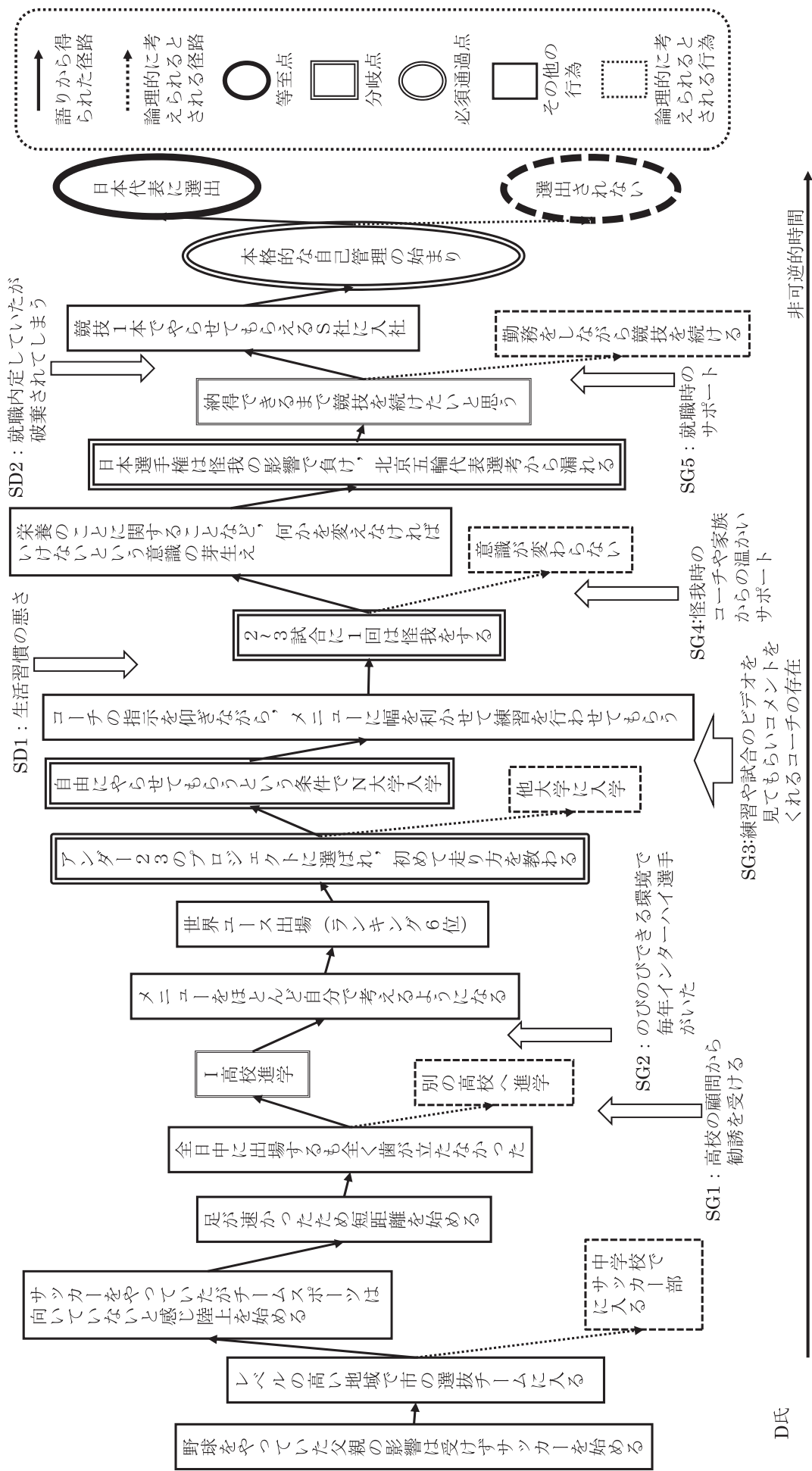


図4 D氏のTEM

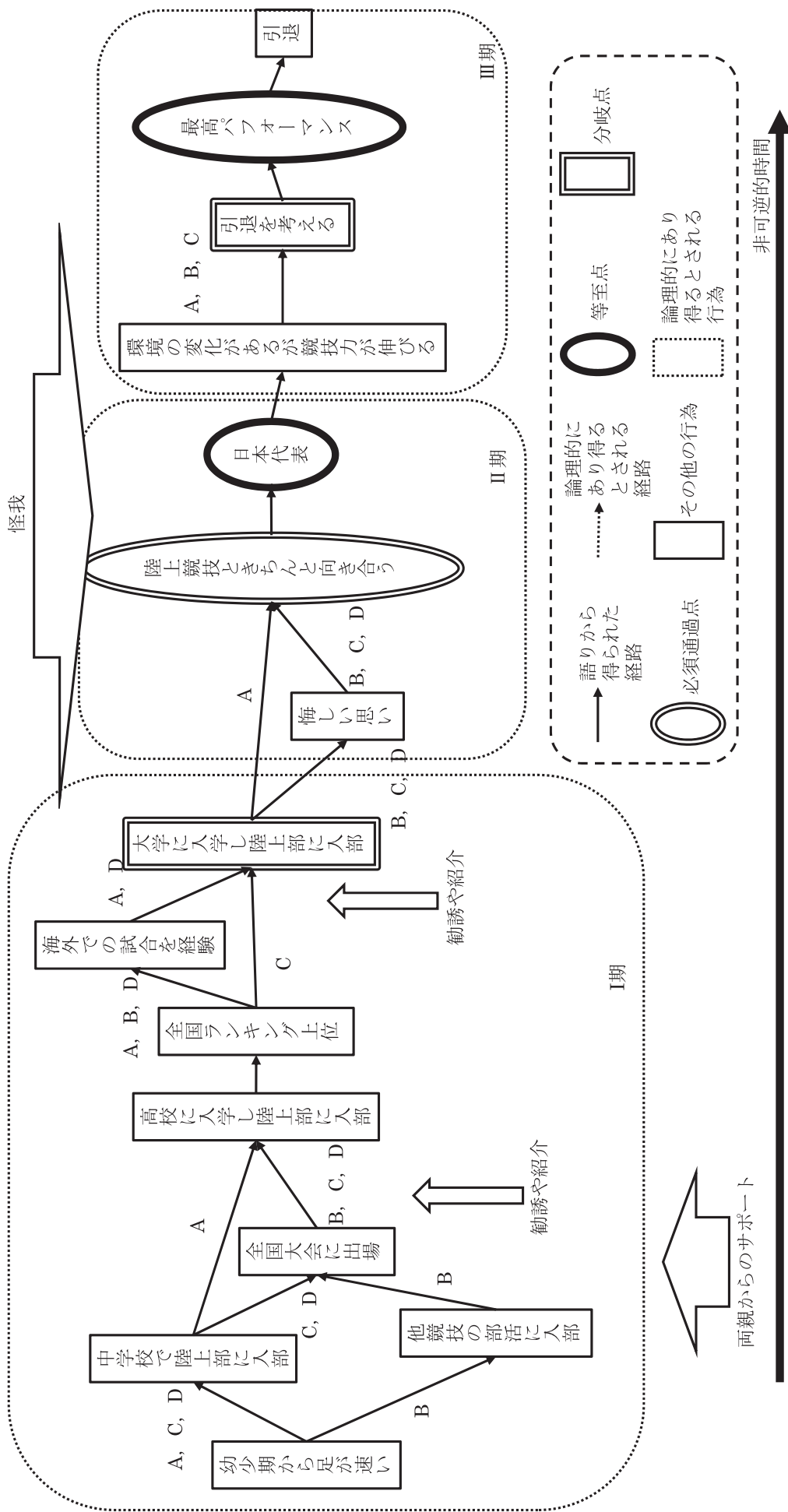


図 5 共通の TEM

桐生祥秀選手が10秒の壁を突破するまでの100 m レースパターンの変遷

小林海¹⁾ 大沼勇人²⁾ 高橋恭平³⁾ 松林武生²⁾ 広川龍太郎⁴⁾ 松尾彰文⁵⁾

杉田正明⁶⁾ 土江寛裕⁷⁾

- 1) 東京経済大学 2) 国立スポーツ科学センター 3) 熊本高等専門学校
4) 東海大学 5) 鹿屋体育大学 6) 日本体育大学 7) 東洋大学

100-m race patterns of Yoshihide Kiryu in his history attaining 9.98 seconds

Kai Kobayashi¹⁾ Hayato Ohnuma²⁾ Kyohei Takahashi³⁾ Takeo Matsubayashi²⁾ Ryotaro Hirokawa⁴⁾
Akifumi Matsuo⁵⁾ Masaaki Sugita⁶⁾ Hiroyasu Tsuchie⁷⁾

- 1) Tokyo Keizai University
2) Japan Institute of Sports Sciences
3) National Institute of Technology, Kumamoto College
4) Tokai University
5) National Institute of Fitness and Sports in Kanoya
6) Nippon Sport Science University
7) Toyo University

Abstracts

The purpose of this study was to investigate time-course change of the sprint kinematics about Yoshihide Kiryu who marked a new Japanese national record (9.98s) in 2017. Three to seven high-speed digital video cameras were placed at multiple positions overlooking the home straight to record 10 m splits analysis data. The cameras recorded at between 60 and 240 Hz with all sprinters filmed from a range of different angles. We calculated in each 10m split time, running velocity, step frequency, and step length from the passing times of the ground marks and the timing of the footmarks in each camera. Reviewing Kiryu's race patterns from the time he set his new national record suggests that he exhibit consistent step frequency and increasing step length and therefore he could achieve high running velocities in the middle and late phase of the race.

1. はじめに

2017年9月9日、福井で行われた天皇賜盃第86回日本学生陸上競技対校選手権大会（全日本インカレ）の男子100 m決勝において、桐生祥秀選手（東洋大）が日本人ではじめて10秒の壁を破り、9.98秒（+1.8 m/秒）を記録した。これまでに、桐生選手は2013年の織田幹雄記念国際陸上競技大会（織田記念）予選において10.01秒（+0.9 m/秒）、2016年の日本学生陸上競技個人選手権準決勝において10.01秒（+1.8 m/秒）をそれぞれ記録しており、約4年間で0.03秒の記録を短縮したことになる。

これまでに、100 m走を含む短距離走について

は、走速度やピッチ、ストライドに関する研究は数多くなされてきた（Hommel 2012, 松尾ら 2016, Slawinski 2017など）。しかし、桐生選手のような日本代表レベルの100 mの記録向上に伴うキネマティクスの経年変化について検討した報告は少ない。複数年のレース分析結果を比較し、記録向上に資するキネマティクスの特徴を明らかにすることは、今後、日本の多くの短距離選手やその指導者が記録を向上させるための走法や指導方法を検討する上で有用な情報になると考えられる。

日本陸連科学委員会では、国内の主要レース（日本陸上競技選手権大会〔日本選手権〕や織田記念など）および国際大会（オリンピック競技大会〔オリ

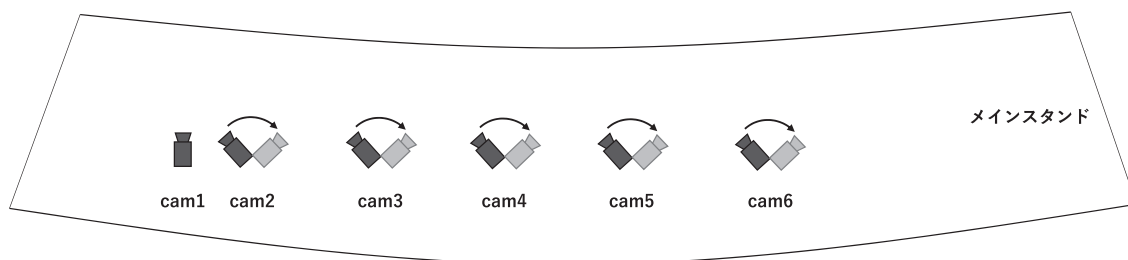
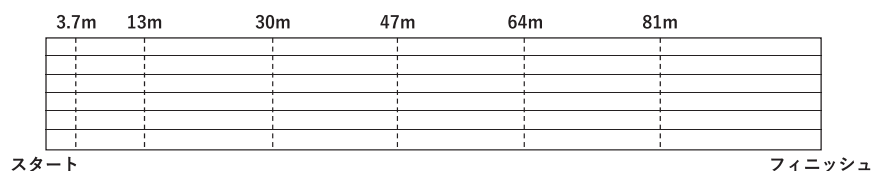


図1 100 m 走測定レイアウトの代表例

ンピック] や世界陸上競技選手権大会 [世界選手権] など) における 100 m のレースについて、ハイスピードデジタルビデオカメラで取得したレース映像やレーザー式位置測定装置で得られた位置情報をもとに、走速度およびピッチ、ストライドを分析してきた。これらのデータの中から、2013 年から 2017 年にかけて桐生選手のレースパターンの変化について検討した。

2. 方法

2-1. 分析対象レース

これまでに、日本陸上競技連盟科学委員会が測定、分析したレースのうち、全日本インカレを含め、各年の主要大会の 100 m レースを分析の対象とした。分析対象レースは以下の通りである。

2013 年

- ・第 47 回織田記念 予選 (10.01 秒, 風 +0.9 m/ 秒)

2014 年

- ・第 48 回織田記念 予選 (10.10 秒, 風 +2.0 m/ 秒)

2016 年

- ・布勢スプリント 2016 決勝 (10.09 秒, 風 -0.5 m/ 秒)
- ・第 31 回リオデジャネイロオリンピック競技大会 (リオデジャネイロオリンピック) 予選 (10.23 秒, 風 -0.4 m/ 秒)

2017 年

- ・第 51 回織田記念 A 決勝 (10.04 秒, 風 -0.3 m/ 秒)
- ・全日本インカレ 決勝 (9.98 秒, 風 +1.8 m/ 秒)

2-2. 測定方法

100 m 走の撮影には主に 5-7 台のハイスピードデ

ジタルビデオカメラ (240 または 300 Hz) を用い、各校正点 (110 m ハードル 1 台目, 100 m ハードル 1, 3, 5, 7, 9 台目のグラウンドマーク) が画角に収まるようにそれぞれのカメラをスタンドに配置した。上記の大会は撮影者の人数や撮影可能な位置がそれぞれ異なり、特に世界大会 (オリンピックや世界選手権) は撮影スタッフの人数やスタンド内の撮影位置に制限があったため、各レースにおける撮影人数や撮影可能な位置を考慮し、撮影位置が 100 m 内である程度等間隔になるように配慮しレース映像を取得した (図 1)。測定はスタート時のスターターの閃光を撮影した後、全選手がフィニッシュラインを通過するまでパニング方式でレース映像を撮影した。2017 年全日本インカレの男子 100 m については、3 台のデジタルビデオカメラ (10 m, 30 m, 60 m 地点 [60 Hz]) および 1 台のハイスピードデジタルビデオカメラ (90 m 地点 [120 Hz]) の映像を分析に用いた。

2013 年および 2014 年の走速度測定にはレーザー式位置計測装置 (LAVEG) を用いた。同装置による測定は選手の後方より選手にレーザーを照射し、スタートからフィニッシュまでの移動距離を 100 Hz で測定した。併せて、2 台のハイスピードデジタルビデオカメラ (240 または 300 Hz) をスタンド側方と前方に設置し、各ステップの足跡を測定した。

2-3. 分析方法

映像分析には動画再生および編集ソフト (QuickTimePro7, Apple, USA) を用い、いずれのレースにおいてもスターターの閃光をゼロとして、各校正点をトルソーが通過したトルソーが通過したフレーム数とカメラのサンプリングレート (Hz) の逆数との積から走速度を求めた。その後、先行研究

表1 2013年から2017年の上位3レースのタイム, およびその平均値と標準偏差

年	シーズンベスト [秒]			平均値±標準偏差 [秒]
	1st	2nd	3rd	
2013	10.01	10.17	10.19	10.12 ± 0.10
2014	10.05	10.10	10.15	10.10 ± 0.05
2015	10.09	10.19	10.19	10.16 ± 0.06
2016	10.01	10.08	10.09	10.06 ± 0.04
2017	9.98	10.04	10.04	10.02 ± 0.03

表2 2017年全日本インカレにおける各10mのスプリットタイムとラップタイム

	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
10m スプリットタイム [秒]	1.85	2.92	3.87	4.77	5.64	6.50	7.36	8.22	9.09	9.98
10m ラップタイム [秒]	1.85	1.06	0.95	0.90	0.87	0.86	0.86	0.86	0.87	0.89

表3 2013年織田記念から2017年全日本インカレの最高走速度, 最高走速度発現地点, 走速度低下率, および最高走速度発現区間のピッチとストライドの経年変化

分析対象レース (年)	最高走速度 [m/秒]	最高走速度発現区間 [m]	走速度低下率 [%]	ピッチ [steps/秒]	ストライド [m]
織田記念 (2013)	11.64	50-60	9.8	4.97	2.34
織田記念 (2014)	11.51	60-70	4.9	5.09	2.26
布勢スプリント (2016)	11.38	40-50	5.3	5.05	2.25
リオ五輪 (2016)	11.20	50-60	5.0	4.97	2.25
織田記念 (2017)	11.42	50-60	3.8	4.99	2.29
全日本インカレ (2017)	11.67	60-70	3.7	4.97	2.34

(松尾ら 2011) をもとに, 各地点の通過時間をスプライン補間によって内挿することで, レース全体の時間-距離情報を取得し, 求めた通過時間と通過地点との比から10m区間ごとの走速度, 最高走速度発現区間, および走速度低下率を算出した. また, 通過フレーム数を求めた映像から, 4ステップごとの接地時のフレーム数を求め, 4ステップに要した時間の逆数により, 4ステップごとのピッチを算出した. 上記で算出した走速度をピッチで除すことで, ストライドを算出した.

レーザー式位置計測装置による測定では, 得られた位置情報から走速度を算出し, 映像分析度同様の方法で10m区間ごとの走速度, 最高走速度発現区間, 走速度低下率をそれぞれ算出した (松尾ら 2014, 松尾ら 2016). 得られた走速度データをもとに, 上記と同一の方法で10m区間ごとのピッチとストライドを求めた.

3. 結果および考察

表1には2013年から2017年までの各シーズンの中で最も100mタイムが良かった3レースのタイム,

および平均値と標準偏差を示したものである. 2017年シーズンはその他のシーズンと比較して, 3レースの平均値が低く (タイムが良い), 標準偏差も小さかったことから, 経年に伴い年間を通して100mの記録が向上していたことがわかる. 特に, 2017年シーズンの標準偏差が過去5年で最も小さかったことから, 2017年は安定して10秒0台で走ることができており, このことが10秒の壁を突破することができた要因の1つだと考えられる.

分析対象レースの10m区間ごとの走速度の変化 (図2 上図, 表2) をみると, 前半30mまでの走速度は9.98秒を記録した全日本インカレよりも, これまでのレースの方が高いことがわかる. 一方, レース後半の走速度は全日本インカレが最も高く, 高い走速度をフィニッシュまで維持できていた. 走速度の低下率をみても, 全日本インカレが他のレースと比較しても最も小さかった (表3) ことから, これらのことが9秒台でのフィニッシュを可能にした要因であるといえる. 全日本インカレと2017年の織田記念とを比較すると, 最高走速度に0.25 m/秒の違いがみられ, また, 最高走速度発現区間も全日本インカレの方が後半 (60-70m区間) で発現してい

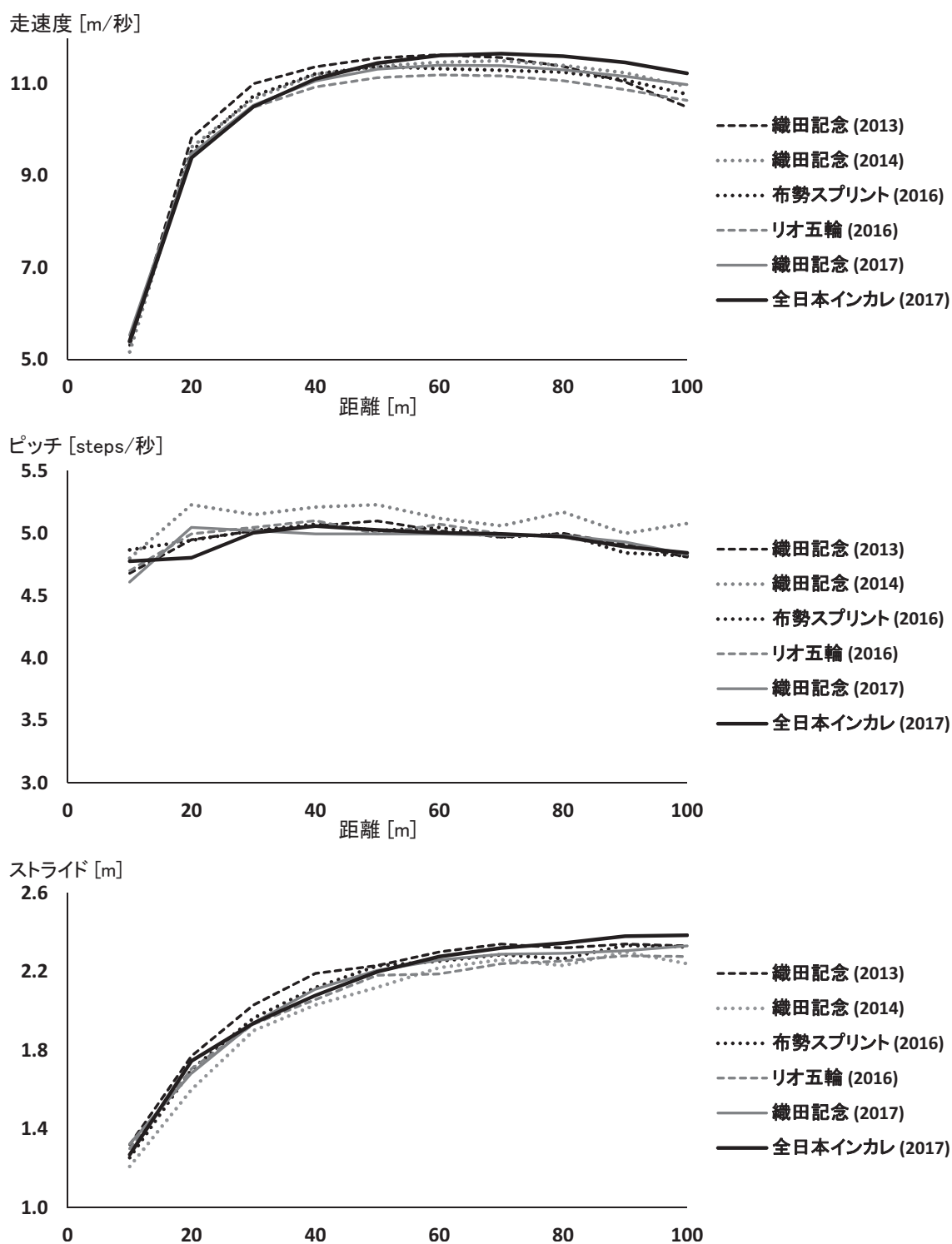


図2 2013年織田記念から2017年全日本インカレの走速度（上図），ピッチ（中図），およびストライド（下図）の比較

た. 高い走速度は100 mのフィニッシュタイムを短縮するうえで不可欠な要素である一方で（松尾ら 2014, 松尾ら 2016 など）, 2013年の織田記念のように前半で高い走速度で疾走することで走速度の低下率も増加させる可能性も増大する. さらに, 全日本インカレの最高走速度はレース後半に発現したことで, 走速度が大きく低下することなくフィニッシュを迎えたと考えられる. オリンピックや世界選

手権といった国際大会の決勝では60m以降に最高走速度が発現する選手も多く（Hommel 2012, 松尾ら 2014, 松尾ら 2016, Watts et al. 2011 など）, 全日本インカレの走速度変化パターンは海外の選手と類似した傾向にあったといえる. 総じて, 全日本インカレにおいて高い走速度の獲得とレース後半の走速度の低下率の抑制を両立できたことが, はじめての9秒台の樹立につながったと考えられる.

短距離走におけるレースでは、レース中の風向きや風速がレース結果に少なからず影響する。現状では、風速の影響を除外した疾走中のキネマティクスに関する分析を行うことはできないが、レースにおけるキネマティクスの変数については風の影響を念頭に置く必要がある。今回分析対象としたレースにおいても、レースによって風が一定でなく、2017年全日本インカレの決勝においても追い風(+1.8 m/秒)を記録していた。このことが最高走速度やその発現地点、走速度の低下率に少なからず影響を及ぼしていたと推察される。一方、2014年織田記念の予選では、2017年全日本インカレの決勝よりも強い追い風(+2.0 m/秒)を記録していたにも関わらず、100 mのフィニッシュタイムは2017年全日本インカレの決勝の方が短かった。これらのことを考慮すると、2017年全日本インカレの決勝レースにおける9.98秒という記録は必ずしも追い風の影響だけによるものではないことが理解できる。

全日本インカレのピッチについて、中盤(50 m)以降は2014年の織田記念を除く他のレースとほぼ同一で推移していたが(図2 中図)、10-20 m区間のピッチが他のレースと比較して低かった。一方、全日本インカレのストライドはレース後半からフィニッシュまで増加し続ける傾向にあった。これらの結果から、レース後半の最高走速度の発現と走速度低下率の抑制はこれまでのレースと同様に高いピッチを維持しつつ、レース後半にかけてのストライドに増加によるものといえる。10-20 m区間のピッチがこれまでと比較して低かったことを考慮すると、レース前半にピッチの増加を抑えたことで、レース後半まで走速度を維持することができた可能性も考えられる。走速度の低下率について検討した研究では、走速度の低下は主にピッチの減少によることが報告されており(遠藤ら 2008)、ストライドが増加し続けたレース後半でもこれまでのレースと同等のピッチを維持できたことが、結果的に100 m全体のタイム短縮に貢献したと推察される。

全日本インカレの決勝の後、桐生選手のコーチである東洋大学の土江寛裕氏は、桐生選手が左脚に(ケガの)不安を抱えており、決勝の直前まで決勝レース出場の可否を同コーチと話し合っていたことを明かしている。走加速度が高いスタートからレース前半では筋の発揮張力も大きく、筋に高負荷がかかるため、全日本インカレでは、意図的でないにせよピッチの過度な増加を抑えていた可能性も考えられる。スプリントにおける主観的な努力度に関する先行研究においても、最大下努力でのスプリントでは

最大努力でのスプリントと比較してピッチが低下することが報告されている(村木ら 1999, 太田と有川 1998)。全日本インカレにおける桐生選手の走りはケガのリスクを最小限にとどめるためにピッチを制御していた可能性があり、このことがレース後半まで高い走速度を維持することができた要因の1つになったと推察される。

桐生選手の100 mレース中のピッチ(約5 steps/秒)は国内外の選手の中でも高い水準にあり、今後、大幅なピッチの増加による走速度の増加は望めない(福田ら 2013, 土江 2017, 土江ら 2010)。全日本インカレの結果を鑑みると、桐生選手がこれまで以上に記録を更新するためには、これまでのピッチを維持しつつ、ストライドを増加させることが必要になるであろう。特に、リオデジャネイロオリンピックでは、ピッチは国内レースとほぼ同等であったが、レース中盤からフィニッシュまでのストライドが小さかった(図2 下図)。国際大会においても、特にレース中盤以降で全日本インカレのようにストライドを増加させることができれば、決勝進出の可能性が高まるといえる。

選手の体格や走り方によって100 mのピッチやストライドの変化パターンには違いがあるが、全日本インカレにおける桐生選手のレースパターンは他の選手が参考にすべき点も多い。短距離選手にとって、練習や試合時における主観的な感覚は不可欠だが、客観的なデータを考え合わせることで、記録の向上につながることもある。これまでのデータや今後のレース分析結果が一助となり、2020年の東京オリンピックやその後の国際大会に向けて多くの選手が自己記録を更新することを期待する。

4. まとめ

日本人としてはじめて9秒台を記録した桐生選手のレースパターンの特徴は以下の通りである。

- 2017年シーズンはこれまでのシーズンよりも、安定して高いパフォーマンスを発揮していた
- 9.98秒を記録した全日本インカレでは、これまでのレースと比較して最高走速度が高く(11.67 m/秒)、最高走速度発現区間も後半(60-70 m区間)に発現しており、走速度の低下率も小さかった
- 全日本インカレは、ピッチはこれまでのレースとほぼ同一で推移していたが、ストライドがレース後半まで増加し続けていたことから、レース後半の最高走速度の発現と走速度低下率の抑制は主にストライドの増加によるものといえる

桐生選手を含め、多くの選手が世界大会の舞台を9秒台で走ることができれば、国際大会の100 mレースでの決勝進出や4 × 100 mリレーで日本代表が表彰台に立てる可能性が一層高まる。今後、それらの可能性を高める一助として、国内外のレースにおけるキネマティクスデータの収集と分析、そしてコーチや選手へのフィードバックを継続する必要がある。

参考文献

遠藤俊典, 宮下憲, 尾縣貢 (2008) 100m 走後半の速度低下に対する下肢関節のキネティクスの要因の影響. 体育学研究, 53 : 477-490.

福田厚治, 木嶋孝太, 浦田達也, 中村力, 山本篤, 八木一平, 伊藤章 (2013) 一流短距離選手の接地期および滞空期における身体移動に関する分析. 陸上競技研究紀要, 9 : 56-60.

Hommel H. (Ed.) (2012) Scientific research project biomechanical analyses at the Berlin 2009. Available at: www.iaaf.org; accessed on 10.02, 3-6.

松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 松林武生, 高橋恭平, 小林海, 杉田正明 (2016) 2016 シーズンおよび全シーズンでみた男女 100m の速度分析とピッチ・ストライド分析について. 陸上競技研究紀要, 12 : 74-83.

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) 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. 陸上競技研究紀要, 10 : 64-67.

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, 荻部俊二, 土江寛裕, 清田浩伸, 麻場一徳, 中村宏之 (2011) 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.

村木征人, 伊藤浩志, 半田佳之, 金子元彦, 成万祥 (1999) 高強度領域での主観的努力度の変化がスプリント・パフォーマンスに与える影響. スポーツ方法学研究, 12 (1) : 59-67.

太田涼・有川秀之 (1998) 短距離走における主観的強度と客観的強度の対応関係に関する研究—小学生から大学生を対象に—. 陸上競技研究, 32 (1) : 2-14.

Slawinski J., Termoz N., Rabita G., Guihem

G., Dorel S., Morin J.B., and Samozino P. (2017) How 100-m event analyses improve our understanding of world-class men's and women's sprint performance. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 27 (1): 45-54

土江寛裕 (2017) 日本人トップスプリンターのバイオメカニクス的特長とその変化 ~ 桐生祥秀選手の事例的研究 ~. *東洋法学*, 60 (3) : 23-40.

土江寛裕, 榎部静二, 平塚潤 (2010) 最大スプリント走時の走速度, ピッチ・ストライド, 接地・滞空時間の相互関係と, 競技力向上への一考察. *城西大学研究年報自然科学編*, 33 : 31-36.

Watts A.S., Coleman I., Nevill A.M. (2011) The changing shape characteristics associated with success in world-class sprinters. *J Sports Sci*, 30 (11) : 1085-1095.

資料報告



資料報告 目次

- 中学生陸上競技者におけるコントロールテストの評価基準表の作成の試み・・・・・・・・・・ 118
森健一，繁田進，舟橋昭太，尾縣貢，三宅聡，畔蒜洋平
- 和歌山インターハイ 走幅跳 1 位、2 位、足達一馬選手、遠藤泰司選手 三年間の軌跡 ・ 126
中谷忠嗣
- 全国高等学校陸上競技対校選手権大会出場者の記録と記録達成率についての分析・・・・・・・・ 137
渡部誠，谷地笑奈，井筒紫乃

中学生陸上競技者におけるコントロールテストの評価基準表の作成の試み

森 健一¹⁾ 繁田 進²⁾ 舟橋昭太³⁾ 尾縣 貢⁴⁾ 三宅 聡⁵⁾ 畔蒜洋平⁵⁾

1) 武蔵大学 2) 東京学芸大学 3) 船橋市立葛飾中学校 4) 筑波大学 5) 日本陸上競技連盟

Trial preparation of assessment standard table in control test for junior high school track and field athletes.

Kenichi Mori¹⁾ Susumu Shigeta²⁾ Syota Funahashi³⁾ Mitsugi Ogata⁴⁾
Satoshi Miyake⁵⁾ Yohei Abiru⁵⁾

- 1) Musashi University
- 2) Tokyo Gakugei University
- 3) Funabashi municipal institution Katsushika Junior High School
- 4) University of Tsukuba
- 5) Japan Association of Athletics Federations

Abstracts

The purpose of this study was to prepare an assessment standard table in control test for junior high school track and field athletes. We researched data from control test of junior high school sprinter and jumper athletes who took part in top training camp. Consequently, We were able to prepare an assessment standard table. And, in aiming for prize in a national competition in junior high school, 6 points in assessment standard table was criteria for evaluation in physical fitness index. In boys, other events except standing long jump and quick jump were significantly high in Elite group than in Good group. In girls, other events except quick jump were significantly high in Elite group than in Good group. Therefore, in Quick Jump, it is necessary to think about whether to adopt it as a control test.

1. はじめに

公益財団法人日本陸上競技連盟（以下、「日本陸連」とする）は、2010年度から中学1年生および2年生を対象に全国研修合宿（2010年度から2015年度までの名称はトップトレーニングキャンプ）を実施してきた。この全国研修合宿は、各都道府県における優秀選手を中央に集め、タレント発掘と将来において一流選手になるための意識付けを行うこと、さらに、指導者に対しても教育および競技者育成プログラムの啓蒙活動を行うことを目的に実施されている。全国研修合宿のプログラムでは、専門とする種目の専門的トレーニングのみならず、中学生年代の多用な可能性を広げるために専門種目以外の種目のトレーニングおよび経験を行うトランスファープログラムや、新たな能力の発見を目的としたコントロールテストも実施している。

コントロールテストは、主に「トレーニングの管理」、「パフォーマンスの予測」、「タレント発掘」の3つの目的によって実施されており（根本、1988）、専門とする競技種目の運動特性に近い形式の種目を選択して実施することで、競技力の向上に必要な課題の明確化に役立てられている。すなわち、コントロールテストにおいて実施された種目のパフォーマンスと競技成績を照らし合わせることにより、トレーニングの実施状況やコンディショニングの善し悪しを判断し、今後のトレーニング計画のために活用することができる。また、本事業の目的の一つであるタレント発掘に対してもコントロールテストの実施は競技者の体力レベルを評価する上で有益であり、継続して実施されてきた。しかしながら、我が国におけるこれまでの先行研究において、中学生年代を対象に行われたコントロールテストに関するものは非常に少なく、高校生、大学生、シニア競技

者を対象としたものがほとんどである（岩壁ほか、1995：菊地ほか、2000：木南、2010：森、2012）。中学生年代を対象とした先行研究において、井藤と青柳（2013）は、中学生年代におけるコントロールテストの結果に影響を及ぼすと考えられる要因として、学年（年齢）、身長、体重、発育速度をあげ、コントロールテストの結果とそれらの要因との関係性から、トレーニングの効果を検証している。その結果、発育発達が著しい中学生期においては、それぞれの要因によりトレーニング効果が異なることを明らかにしているが、中学生年代においてもコントロールテストは種目特性を見出すテストであると述べている。また、加藤ほか（2015）は、日本陸連が実施している JAAF アスリート発掘・育成プロジェクト・クリニック事業において、2011 年および 2012 年に 15 都道府県 17 地域で実施されたコントロールテストの結果をまとめ、20m ホッピングおよびクイックジャンプ（Quick Jump：QJ とする）は中学生の資質を評価するのに有効であるとしている。このように、コントロールテストは中学生年代においても有用であると言える。しかしながら、評価基準が整えられていないため、その評価方法については不十分である。コントロールテストは得られた結果を、縦断的に評価することが重要であるが、他者との比較により自身の競技力や特徴などを評価、把握することも重要な目的である。そのため、中学生競技者の評価基準を作成することは、コントロールテストの結果を管理できることに加えて、目標値設定においても有益であると考えられる。

そこで本研究では、U16 全国研修会に参加した中学生陸上競技者のコントロールテストの結果から、中学生優秀競技者を対象とした評価基準を作成することを目的とした。そして、指導現場において、タレント発掘の際に、体力指標の観点から選抜するための資料を得ることを目的とした。

2. 方法

1) 対象者

2010 年度から 2016 年度の全国研修合宿およびトップトレーニングキャンプに参加した中学生陸上競技者、男子 286 名、女子 315 名を対象とした。このトップトレーニングキャンプおよび全国研修合宿の参加資格は、全国中学生陸上競技選手権大会の入賞者、ジュニアオリンピック競技会 B および C カテゴリー優勝者（800m 走以上の距離の種目、リレー種目は対象外）および都道府県陸上競技協会推薦者

である。すなわち、全国の中学生陸上競技者の中でもトップクラスの競技者が参加している。なお、参加者はいずれも、1 年生および 2 年生である。また、2 年連続で優秀な成績を収めて参加している競技者も若干名いるため、参加者の総数は延べ人数として算出している。

参加者の専門種目は、短距離走、中長距離走、跳躍、投てきと様々であったが、短距離走および跳躍を専門とする競技者が大半（男子 249 名、女子 284 名、全体の 88.7%）を占めていることから、評価基準表の作成は中長距離走（男子 8 名、女子 8 名）および投てき（男子 29 名、女子 23 名）を専門とする競技者のデータは除いて行った。また、分析にあたり、全国研修合宿に参加した前年に全日本中学校陸上競技選手権大会およびジュニアオリンピック競技大会に入賞した競技者をエリート競技者群とした。

2) コントロールテスト項目

2010 年度から継続して実施しているコントロールテスト種目を分析の対象とした。30m 走、立幅跳、立五段跳、20m ホッピング、メディシンボール投げ（前・後）、クイックジャンプの 6 種類 7 項目である。30m 走はスタンディングスタートから行い、任意のタイミングでスタートをさせた。計測は手動計時で行い、スタート後、1 歩目の接地から計測を開始した。なお、スパイクは着用していない。立幅跳および立五段跳は、2 本行い、良い方の記録を採用した。立幅跳は、文部科学省による体力テストに準拠して実施した。立五段跳は、左右脚の交互による連続跳躍であり、5 歩目が砂場への着地となるように、各自がスタート時の踏切線を選択して行った。20m ホッピングは、立位姿勢から片脚での連続跳躍を行い、20m を跳躍するのに要した歩数を計測した。20m のゴールラインをまたいで通過した場合には、記録が上がらないように 0.5 歩単位で繰り返した。右脚、左脚の両方を行わせ、良い方の記録を採用した。メディシンボール投げは、男子は 4kg、女子は 3kg を用いて実施した。上半身および下半身の反動を利用して前方および後方へ投げ出した。投てきに際し、ステップや助走は行わないように指示をした。なお、投げ出した後は投てき線から足を踏み出しても良いこととした。2 本実施し、良い方の記録を採用した。クイックジャンプは前後および左右の 2 種類を実施し、地面に書かれた線を往復で跳び越すように両脚で連続跳躍を行わせ、10 秒間で線を跳び越えた回数を計測した。計測後、前後および左右の回数を合算し、合計回数をクイックジャンプの記録

表1 10段階評価による得点表

得点	以上	未満
10	M+2.0SD	～
9	M+1.5SD	～ M+2.0SD
8	M+1.0SD	～ M+1.5SD
7	M+0.5SD	～ M+1.0SD
6	M	～ M+0.5SD
5	M-0.5SD	～ M
4	M-1.0SD	～ M-0.5SD
3	M-1.5SD	～ M-1.0SD
2	M-2.0SD	～ M-1.5SD
1	～	M-2.0SD

M: 平均値、SD: 標準偏差

とした。

3) 得点表

本研究における中学生陸上競技者の評価基準表の作成は、平均値および標準偏差を用いて10段階の階級(若山ほか, 2010)に区分した(表1)。なお、平均値を評価基準表における得点の6点として作成した。また、評価基準表をもとに、各種目群の得点をレーダーチャートで図示した(図1および2)。

4) 統計処理

データの統計処理は、統計分析ソフトSPSS Statistics 23 (IBM社)を用いた。各測定値は、平均値±標準偏差で示した。各群の比較には、データの正規性をKolmogorov-Smirnov検定を行い確認したが、正規性が保証されなかったため、ノンパラメトリックのKruskal-WallisのH検定を行った。有意差が認められた項目は、多重比較検定として、Mann-WhitneyのU検定を行った。そのため、有意

水準は5%を3群で除した値である、 $p < 0.01667$ とした。また、エリート競技者と優秀競技者の差を比較するために、等分散の検定を行い、等分散が保証された項目については対応のないt検定を、保証されなかった項目についてはWelch法を用いた。有意水準は5%未満とした。

3. 結果および考察

短距離走者および跳躍を専門とする競技者の平均値および標準偏差をもとに、中学生陸上競技者のコントロールテストにおける評価基準表を作成した(表2)。表3および4に、コントロールテストの結果を短距離走者および跳躍、中・長距離走、投てきの種目群ごとに、平均値、標準偏差、最高値および最低値で示した。

1) 各種目群における比較

種目群ごとの平均値をみてみると、男子では、30m走、20mホッピング、立幅跳および立五段跳は、短距離走および跳躍群が他の2群と比較して有意に高いパフォーマンスを示した。MB前および後投げは、投てき群が他の2群と比較して有意に高いパフォーマンスを示した。QJにおいては、いずれの群間にも有意な差はみられなかった。女子では、30m走および20mホッピングは、短距離走および跳躍群が他の2群と比較して有意に高いパフォーマンスを示した。立幅跳は、短距離走および跳躍群が投てき群と比較して有意に高いパフォーマンスを示し、立五段跳は、短距離走および跳躍群が他の2群と比較して有意に高いパフォーマンスを示した。MB前および後投げは、投てき群が他の2群と比較して有意に高いパフォーマンスを示した。QJにおいては、いずれの群間にも有意な差はみられなかった。これらの結果を、評価基準表に基づいて得点に換算

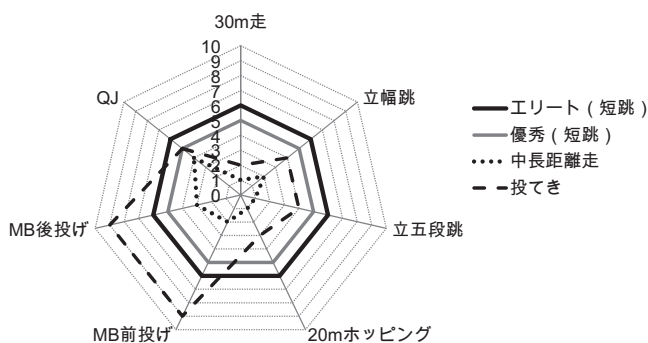


図1 男子中学生競技者における評価基準表による各群の得点

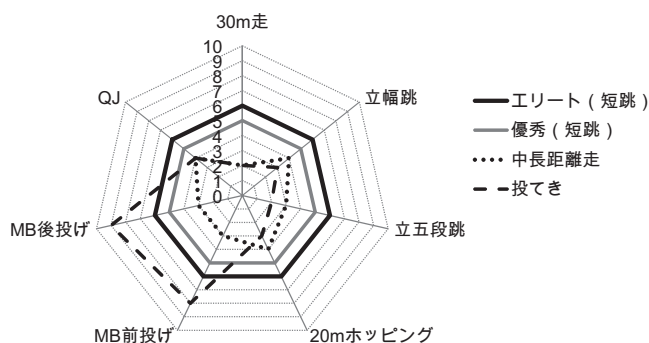


図2 女子中学生競技者における評価基準表による各群の得点

表2 中学生陸上競技者におけるコントロールテストの10段階得点の評価基準表

男子

得点	30m走 (秒)	立幅跳 (m)	立五段跳 (m)	20mホッピング (歩)	MB 前投げ (m)	MB 後投げ (m)	QJ (回)
10	3.41以下	2.81以上	14.24以上	7.0以下	13.1以上	13.1以上	118以上
9	3.42~3.50	2.74~2.80	13.81~14.23	7.1~7.2	12.5~13.0	12.3~13.0	112~117
8	3.51~3.58	2.67~2.73	13.39~13.80	7.3~7.5	11.8~12.4	11.5~12.2	106~111
7	3.59~3.66	2.59~2.66	12.97~13.38	7.6~7.8	11.2~11.7	10.7~11.4	101~105
6	3.67~3.74	2.52~2.58	12.55~12.96	7.9~8.0	10.6~11.1	9.9~10.6	95~100
5	3.75~3.82	2.45~2.51	12.13~12.54	8.1~8.3	9.9~10.5	9.2~9.8	90~94
4	3.83~3.90	2.38~2.44	11.70~12.12	8.4~8.5	9.3~9.8	8.4~9.1	84~89
3	3.91~3.98	2.31~2.37	11.28~11.69	8.6~8.8	8.7~9.2	7.6~8.3	79~83
2	3.99~4.06	2.24~2.30	10.86~11.27	8.9~9.0	8.0~8.6	6.8~7.5	73~78
1	4.07以上	2.23以下	10.85以下	9.1以上	7.9以下	6.7以下	72以下

女子

得点	30m走 (秒)	立幅跳 (m)	立五段跳 (m)	20mホッピング (歩)	MB 前投げ (m)	MB 後投げ (m)	QJ (回)
10	3.76以下	2.45以上	12.21以上	7.8以下	11.1以上	10.8以上	117以上
9	3.77~3.85	2.38~2.44	11.88~12.20	7.9~8.2	10.5~11.0	10.0~10.7	112~116
8	3.86~3.94	2.31~2.37	11.55~11.87	8.3~8.5	9.8~10.4	9.2~9.9	106~111
7	3.95~4.04	2.24~2.30	11.22~11.54	8.6~8.9	9.2~9.7	8.4~9.1	101~105
6	4.05~4.13	2.17~2.23	10.89~11.21	9.0~9.2	8.6~9.1	7.6~8.3	95~100
5	4.14~4.22	2.10~2.16	10.56~10.88	9.3~9.6	7.9~8.5	6.9~7.5	90~94
4	4.23~4.31	2.03~2.09	10.23~10.55	9.7~9.9	7.3~7.8	6.1~6.8	84~89
3	4.32~4.40	1.96~2.02	9.90~10.22	10.0~10.3	6.7~7.2	5.3~6.0	79~83
2	4.41~4.49	1.88~1.95	9.57~9.89	10.4~10.6	6.0~6.6	4.5~5.2	73~78
1	4.50以上	1.87以下	9.56以下	10.7以上	5.9以下	4.4以下	72以下

し、図1および2に示すと、その差は顕著にみられる。特に、中長距離走群においては、男女ともにすべての項目において平均値を下回る結果となったが、評価基準表が短距離走および跳躍を専門とする競技者を基準に作成していることから、これらの値は参考値として留めておきたい。次に測定項目に関して考察していくと、加藤ほか(2015)は、QJ前後は短距離走パフォーマンスを評価する上では有効であるものの、競技力との間に有意な相関関係が認められた項目が少なく、ハードル走や中長距離走パフォーマンスを評価する際はQJ左右を用いることを推奨している。本研究では、QJを前後および左右に分けて検討しておらず、前後と左右を足した合計数をQJの結果として用いた。そのため、各群間におけるQJの結果に有意な差が認められなかったことは、QJの前後あるいは左右のいずれかが、各個人の合計数に影響していたと推察される。また、QJにおいては合計数で検討すると種目特性は反映されない結果であったと考えられる。一方で、MB投げにおいてのみ、投てき群が短距離走および跳躍群と比較して有意に高いパフォーマンスを示した。中学生年代においては、身体が成熟しておらず、発育途

上であるものの、短距離走および跳躍競技者と比較して有意に高いパフォーマンスを示したことは、投てき群においてより大きな上肢パワーの必要性を示しており、MB投げは種目特性を表していると考えられる。

2) エリート競技者および優秀競技者の比較

次に、短距離走および跳躍を専門とする競技者においてのみ、全日本中学校陸上競技選手権大会およびジュニアオリンピック競技大会に入賞した競技者をエリート競技者群、その他の競技者を優秀競技者群とし、2群に分けてコントロールテストの結果を比較した(表5および6)。男女ともに、エリート競技者と優秀競技者のそれぞれの種目の平均値を比較してみると、男子においては、立幅跳とQJを除く項目においてエリート競技者群が有意に高いパフォーマンスを示し、女子においてはQJを除く項目においてエリート競技者群が有意に高いパフォーマンスを示した。これらの両群の平均値を評価基準表の得点に置き換えると、男子および女子エリート競技者の得点はすべての項目において6点であり、男子および女子優秀競技者の得点は5点であった

表3 男子中学生競技者における専門種目別のコントロールテストの結果

	短距離走・跳躍 n=249			中・長距離走 n=8			投てき n=29			H検定	多重比較
	平均値±標準偏差	最高値	最低値	平均値±標準偏差	最高値	最低値	平均値±標準偏差	最高値	最低値		
30m走 (秒)	3.74±0.16	3.36	4.28	4.09±0.30	3.67	4.65	4.00±0.22	3.61	4.36	*	S<L・T
立幅跳 (m)	2.52±0.14	2.83	2.00	2.24±0.31	2.61	1.70	2.40±0.20	2.80	2.06	*	S>L・T
立五段跳 (m)	12.55±0.84	14.75	9.90	10.79±1.21	12.21	8.50	11.98±1.02	13.84	10.22	*	S>T>L
20mホッピング (歩)	8.0±0.5	7.0	10.5	9.1±1.1	8.0	11.0	8.6±0.8	7.5	11.0	*	S<L・T
MB 前投げ (m)	10.6±1.3	14.0	6.4	8.2±1.9	11.0	5.4	12.6±1.6	16.3	9.0	*	T>S>L
MB 後投げ (m)	9.9±1.6	14.5	5.7	7.8±2.1	10.4	4.6	13.0±1.7	17.0	9.0	*	T>S>L
QJ (回)	95±11	122	63	87±16	103	61	93±9	105	75	n.s.	

S: 短距離走・跳躍、L: 中・長距離走、T: 投てき

* : p<0.05、< , > : p<0.01667

表4 女子中学生競技者における専門種目別のコントロールテストの結果

	短距離走・跳躍 n=284			中・長距離走 n=8			投てき n=23			H検定	多重比較
	平均値±標準偏差	最高値	最低値	平均値±標準偏差	最高値	最低値	平均値±標準偏差	最高値	最低値		
30m走 (秒)	4.13±0.18	3.75	4.81	4.47±0.16	4.28	4.69	4.43±0.15	4.23	4.78	*	S<L・T
立幅跳 (m)	2.17±0.14	2.60	1.60	2.06±0.17	2.25	1.85	2.02±0.11	2.17	1.75	*	S>T
立五段跳 (m)	10.89±0.66	12.79	9.35	9.98±0.81	11.39	8.89	9.85±0.74	10.64	7.36	*	S>L・T
20mホッピング (歩)	9.2±0.7	8.0	12.0	9.9±0.7	9.0	11.0	10.2±0.7	8.5	11.0	*	S<L・T
MB 前投げ (m)	8.6±1.3	12.3	4.5	6.8±1.2	8.3	4.4	9.8±1.0	11.3	8.0	*	T>S>L
MB 後投げ (m)	7.6±1.6	12.3	3.7	6.0±1.5	8.7	3.8	10.0±1.7	13.2	7.4	*	T>S>L
QJ (回)	95±11	140	70	89±8	102	79	87±15	108	53	n.s.	

S: 短距離走・跳躍、L: 中・長距離走、T: 投てき

* : p<0.05、< , > : p<0.01667

(図1および2)。すなわち、全国大会入賞を目指す競技者においては、体力レベルの指標として本研究で示した評価基準表の平均値以上となる6点が目標とする目安となると考えられる。なお、QJにおいては、男女ともに有意な差が認められなかったことから、加藤ほか(2015)が示したように、QJを前後および左右に分けて、詳細に検討する必要がある。

さらに、図3に、研修合宿後も順調にパフォーマンスが向上し、女子4×100mRの日本代表、2016年世界ジュニア、2015年世界ユース、2015年アジアユース日本代表に選出された競技者のコントロールテストの結果を事例として示した。いずれの競技者もほとんどの項目において平均値を大きく上回る成績であり、中学生年代から極めて高い体力レベルを有していたと言える。1名、投てき競技者である

が、上肢のパワー指標であるMB投げはもちろんのこと、スピード、下肢パワーに関連する30m走、立幅跳および立五段跳も極めて高いパフォーマンスを発揮していた。投てき競技者における競技パフォーマンスとコントロールテストの結果の関係性を検証した研究において、競技パフォーマンスと30m走、立幅跳、立五段跳との間には有意な相関関係が認められている(高梨ほか、2009: 高梨、2010: 廣瀬ほか、2013: 藤井、2016)。そのため、短距離走および跳躍を専門とする競技者を基準に作成した評価表であるものの、高得点を獲得できたのだと考えられる。

3) 今後の課題

コントロールテストの種目は、簡易的に行えることが前提として考えられており、特別な器具を必要

表5 短距離走および跳躍を専門とする男子中学生エリート競技者および優秀競技者のコントロールテストの結果

	エリート競技者 n=87			優秀競技者 n=162			有意差
	平均値±標準偏差	最高値	最低値	平均値±標準偏差	最高値	最低値	
30m走 (秒)	3.70±0.16	3.36	4.11	3.76±0.16	3.45	4.28	*
立幅跳 (m)	2.55±0.12	2.82	2.24	2.51±0.15	2.83	2.00	n.s.
立五段跳 (m)	12.90±0.75	14.75	10.90	12.35±0.83	14.53	9.90	* *
20mホッピング (歩)	7.8±0.4	7.0	9.0	8.1±0.5	7.0	10.5	* *
MB 前投げ (m)	10.9±1.2	14.0	7.8	10.4±1.3	14.0	6.4	* *
MB 後投げ (m)	10.2±1.6	13.7	6.6	9.8±1.5	14.5	5.7	*
QJ (回)	97±12	122	63	94±10	119	72	n.s.

* : p<0.05 , * * : p<0.01

表6 短距離走および跳躍を専門とする女子中学生エリート競技者および優秀競技者のコントロールテストの結果

	エリート競技者 n=82			優秀競技者 n=202			有意差
	平均値±標準偏差	最高値	最低値	平均値±標準偏差	最高値	最低値	
30m走 (秒)	4.06±0.18	3.75	4.65	4.15±0.18	3.78	4.81	* *
立幅跳 (m)	2.21±0.13	2.59	1.86	2.15±0.14	2.60	1.60	* *
立五段跳 (m)	11.15±0.67	12.79	9.50	10.78±0.62	12.45	9.35	* *
20mホッピング (歩)	9.0±0.7	8.0	11.5	9.3±0.7	8.0	12.0	* *
MB 前投げ (m)	9.0±1.3	12.3	5.9	8.4±1.2	12.0	4.5	* *
MB 後投げ (m)	8.0±1.6	12.3	3.8	7.5±1.6	11.5	3.7	*
QJ (回)	97±11	125	75	94±11	140	70	n.s.

* : p<0.05 , * * : p<0.01

とせずに短時間で行えること、高度な技術や難しい動作が必要でない種目を選択することが重要である(尾縣, 2009)。本研究で実施された6種類7項目のコントロールテストも簡便に実施でき、難易度も高くはないものばかりである。しかしながら、競技パフォーマンスから推察するとコントロールテストの記録が極端に低い競技者もみられた。このことは、いままでにコントロールテストを実施したことがないため、方法が分からなかったことも競技者への聞き取りから調査できている。コントロールテストの種目は、専門競技との関係性が強い種目で構成

されており、普段のトレーニングにおいても頻繁に取り入れられている種目が多い。例えば、立五段跳において、木越ほか(2001)は、100m走における加速局面と動作が類似しており、この局面の体力的および技術的な能力を示している可能性を示唆している。すなわち、選択する種目によっては、その種目において必要とされる技術的要素も含まれていると考えられる。そのため、中学生年代の競技者においては、コントロールテストの実施そのものが、トレーニング手段としても十分に活用できると考えられる。また、渡邊ほか(2014)は、オリンピックお

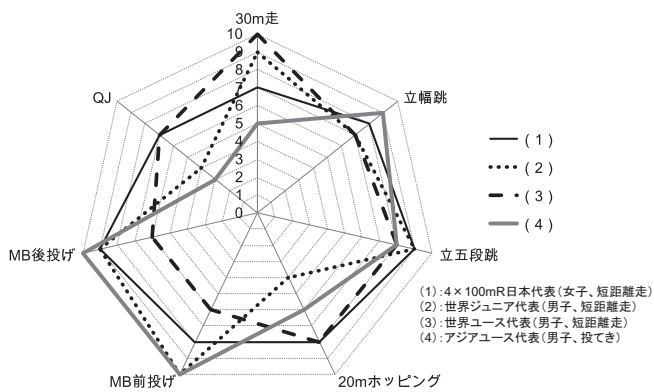


図3 中学生トップ競技者における評価基準表による得点の一例

よび世界陸上日本代表選手を対象とした調査において、陸上競技の種目間トランスファーは中学校期から高校期にかけて多く見られることを報告している。そして、桜井と三宅（2014）は、中学生年代においては今後のタレントトランスファーを考慮し、多種目を経験させる必要性を述べている。これらのことから、コントロールテストを通して、様々な運動形態に触れる機会を得ながら、トレーニング手段としてもコントロールテストを活用することができよう。

他のスポーツ競技においても、コントロールテストは、体力テスト、フィジカルテストやフィールドテストといった名称で様々な形式で、その種目特有の体力特性を把握するために実施されている。コントロールテストは競技パフォーマンスの予測に留まらず、スポーツ競技間を越えて、タレント発掘に活用することができる。トレーニングの現場では、コントロールテストの結果を評価し、その後のトレーニング計画および目標設定のために活用している。そして、指導者の視点から言えば、それぞれの競技者のタレント性を判断する資料となる。タレント発掘は、中学生年代に留まらず、小学生期からも実施されているが、これらコントロールテストが合理的および合目的にその役割を果たしているかについては、さらに検証する必要があるだろう。すなわち、縦断的な検証が必要であると考えられる。このU16全国研修合宿に参加した競技者は、7年間で男女合わせて延べ601名である。その中から、ダイヤモンドアスリート、世界ジュニア代表、世界ユース代表、アジアユース代表に選出された競技者、あるいは、次のカテゴリーのU19オリンピック競技育成競技者に選出された競技者は34名（男子17名、女子17名）である。その競技者を対象に検証することによって、さらなる資料を得ることができるであろう。

なお、本研究において対象としたコントロールテストの種目は、スピード・瞬発系、下肢および上肢パワーの測定が中心となっている。コントロールテストはすべての体力要素を測定する必要があるが、有酸素性能力を評価する持久力は測定していない。文部科学省による新体力テストにおいては、持久走（男子1500m走、女子1000m走）か20mシャトルランを選択して実施されている。しかしながら、U16全国研修合宿においては、参加者のほとんどが短距離走および跳躍種目を専門としている競技者であることに加えて、時間的制限があったため、測定していない。そのため、すべての体力要素をバランス良く測定できていないことを付記しておく。このことも勘案し、本研究における評価基準表の作成は、短距離走および跳躍を専門とする競技者を対象としており、他の競技種目を専門とする競技者に適用するには限界があることも考慮する必要がある。今後の課題として、中長距離走および投てき競技者のための評価基準表の作成についても検討する必要があるだろう。

4. まとめ

本研究は、中学生優秀競技者を対象にコントロールテストにおける評価基準表を作成すること、そして、指導現場において、タレント発掘の際に、体力指標の観点から選抜するための資料を得ることを目的とした。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 中学生優秀競技者のコントロールテストにおける結果から短距離走および跳躍を専門とする競技者の評価基準表が作成できた。
- 2) 全国大会入賞を目指す上で、評価基準表における6点が体力指標としての基準となることを示すことができた。
- 3) エリート競技者と優秀競技者の比較では、男子においては、立幅跳とQJを除く項目においてエリート競技者群が有意に高値を示し、女子においてはQJを除く項目においてエリート競技者群が有意に高値を示した。

5. 謝辞

本調査は、U16全国研修合宿において実施されたコントロールテストの結果をまとめたものである。測定にご協力いただいた対象競技者や指導者の皆様、日本陸連普及育成委員会委員の先生方およびその関係者の皆様に感謝いたします。

引用・参考文献

- 藤井宏明 (2016) 投擲競技におけるコントロールテストとパフォーマンスの関係について. 環太平洋大学研究紀要, 10: 181-185.
- 廣瀬健一, 高梨雄太, 青木和浩, 金子今朝秋 (2013) ハンマー投げ競技者のパフォーマンスとコントロールテストの関連性について. 陸上競技研究, 92: 38-44.
- 井藤英俊, 青柳 領 (2013) 学年, 体格, 種目を考慮した男女中学陸上競技者のトレーニング効果の違い—コントロールテストを手がかりにして—. 九州体育・スポーツ学研究, 27(2): 35-45.
- 岩壁達男・尾縣貢・関岡康雄・山本利春・前河洋一 (1995) 短距離走者におけるコントロールテストの役割. 陸上競技研究, 20: 2-6.
- 加藤和樹, 繁田 進, 東川安雄, 伊藤静夫, 小林敬和, 岩壁達男, 渡部 誠, 桜井智野風, 井筒紫乃, 沼澤秀雄, 櫻田淳也, 渡邊将司, 舟橋昭太, 熊原誠一, 豊田裕浩, 平山公紀, 横山巧機 (2015) 中学生陸上競技者におけるコントロールテスト結果と競技成績の関係. 陸上競技研究紀要, 11: 27-31.
- 木越清信, 尾縣 貢, 田内健二, 高松 薫 (2001) 特異的な筋力および筋パワートレーニング手段としての立ち五段跳および立ち十段跳の有効性. 陸上競技研究, 47: 13-18.
- 菊地俊紀, 岩壁達男, 前河洋一 (2000) コントロール・テストを用いた試合期における選手のコンディション評価に関する基礎的研究 - 跳躍種目三段跳を例にして -. 陸上競技紀要, 13: 72-77.
- 木南洋子 (2010) 陸上競技ジュニア競技者におけるコントロールテストを用いた種目特性の検討. 愛知教育大学保健体育講座研究紀要, 35: 114-116.
- 森 健一 (2012) コントロールテストにおける Wingate anaerobic test の役割. 陸上競技研究, 88: 2-11.
- 根本 勇 (1988) C級コーチ教本 (日本体育協会編). pp. 185-204.
- 尾縣 貢 (2009) 陸上競技クリニック vol.4. ベースボール・マガジン社, pp. 6-34.
- 桜井智野風, 三宅 聡 (2014) 選手のタレント発掘およびトランスファーへの試み. 陸上競技研究紀要, 10: 56-58.
- 高梨雄太 (2010) 陸上競技投擲競技者におけるコントロールテストに関する研究. 東京女子体育大学・東京女子体育短期大学紀要, 45: 79-86.
- 高梨雄太, 青木和浩, 河村剛光, 輿名本稔, 金子今朝秋 (2009) 女子学生投てき競技者の競技パフォーマンスと4種目テストおよび無酸素パワー能力との関連性. 陸上競技研究, 79: 30-38.
- 若山章信, 八尾泰寛, 東山昌央, 烏賀陽信央, 小野田桂子, 佐藤理恵, 佐々木大志 (2013) 体力テストによる女子競技スポーツ選手の体力標準値と競技別体力特性. 東京女子体育大学女子体育研究所所報, 7: 59-72.
- 渡邊将司, 森丘保典, 伊東静夫, 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 (2014) 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追跡調査. 陸上競技研究紀要, 10: 13-21.

和歌山インターハイ 走幅跳 1位、2位、足達一馬選手、遠藤泰司選手 三年間の軌跡

中谷 忠嗣
大阪桐蔭高等学校

I. はじめに

ジュニア期の効果的なトレーニングについて種々議論される一方、実際の指導現場における具体的な実践例に関する報告は決して十分とは言えない。本稿では、高校陸上競技部において走幅跳の指導を行った過程において一定の成果が得られたので、その事例について紹介したい。

本事例で行われた指導の特徴は、年間を通して行われる体力作りとシーズン中に毎週記録会に参加し実践練習を積むところにある。その成果として、ほとんどの部員が記録を伸ばし2015年和歌山インターハイ学校対抗総合3位、フィールド総合2位という結果につながったように思われる。特に男子走幅跳では、1位、2位の成績が得られた。そこで、この2選手の高校3年間における競技成績、年3回実施された体力測定およびその測定値にもとづいた目標設定や競技会での内観などについて、その推移とこれらの関連について検討したので報告する。

II. 対象選手の特徴

足達選手は、小学校の時からサッカーに親しみ、中学校では、そのばねを見込まれて陸上競技部に入部し走幅跳に取り組み始めた。遠藤選手は、小学校の時から陸上競技をはじめ走高跳を得意にしていた。中学校では陸上競技部に入部し、短距離走を中心に冬季には長距離走にも取り組んだりしていた。3年次には試合では走幅跳に出場していたが専門的な練習はしていなかった。両選手とも中学時代は全国大会の出場経験はなく、足達選手は(大阪府通信陸上4位6m34(+1.6))、遠藤選手は(近畿大会5位6m34(+0.4))という競技実績だった。高校入学当初に書かれた目標では、足達選手は全国トップになり7m50を跳躍する、遠藤選手は全国インターハイで3位以内になり7m77を跳躍するというものだった。

高校では、両選手とも走幅跳の選手として入部したので走幅跳・三段跳パートに所属し走幅跳のドリル等に本格的に取り組むこととなった。大阪桐蔭高等学校(以下、本校とする)では走幅跳の記録は100m走の記録と密接に関係していることから、疾走能力を高めることが練習の中心となった。三段跳は、スピードコントロールした助走から水平方向に飛び出すため、同じ砂場系種目ではあるが走幅跳とは技術的に異なる種目と位置付けている。そのため、両選手とも本格的に三段跳に取り組むことはなかった。

III. 練習内容

1 ウォーミングアップ・クーリングダウン

本校のウォーミングアップは、可動域を広げるための動的ストレッチ、股関節・肩甲骨周辺を柔らかくするストレッチ、股関節伸展を意識したメディシンボール投げ、肩甲骨の動きと股関節の動きの連動を意識した競歩、脱力体操等を組み合わせを行い、けがを未然に防ぐとともに合理的な動きができるように工夫している。クーリングダウンは、ウォーミングアップと同様、股関節・肩甲骨周辺を柔らかくするストレッチ、脱力体操、対人によるストレッチを入念に行うことでけがを防ぎ、翌日の練習にスムーズに取り組めるようにしている。

2 体力作り

1) ジャンプ系トレーニング

実施種目

①助走付5段跳び×6本

7m程度の助走を付け4歩バウンディングを行い5歩目に両脚で砂場に着地する。

②ホッピング 左脚, 右脚×各3本

5コースに3.2m、3.4m、3.6m、3.8m、4.0mの等間隔で、それぞれ設置された高さ25cmのミ

表1 1週間の練習の流れ

曜日	試合期	鍛錬期
月	完全休養	シャフトサーキット, 体幹トレーニング
火	メディシンボール投げ, 30m×2, 60m×1, 100m×1, 専門練習, ジャンプ系及び股関節トレーニング	加速バウンディングからの走, レジステッド走, 専門練習, ウェイトトレーニング, メディシンボール投げ, 30m×2
水	加速バウンディングからの走, 30m×4, 60m×2, 専門練習, ウェイトトレーニング, メディシンボール投げ, 30m×2	メディシンボール投げ, インターバル6.5mのきざみハードル(左右×各5), 50m坂道ダッシュ×10本, ジャンプ系及び股関節トレーニング
木	シャフトサーキット, 体幹トレーニング	ラダートレーニング, 体幹トレーニング
金	ウォーミングアップのみ	加速バウンディングからの走, 30m×4, 60m×2, 専門練習, ウェイトトレーニング, メディシンボール投げ, 30m×2
土	メディシンボール投げ, 各自, 自由練習	メディシンボール投げ, レジステッド走, エンドレスリレー, ジャンプ系及び股関節トレーニング
日	試合, 体幹トレーニング	完全休養

ニハードル10台を、自分に適した間隔のコースを選び、数mの助走をつけて片足でホップして越えていく。

- ③プライオメトリックス 両足、左脚、右脚 各10回×3セット

高さ20cmのタイヤに膝の屈伸をあまり使わず素早く跳び乗り跳び降りる。

- ④ハードルジャンプ×6本

75cmのハードル5台を両足連続ジャンプで越えてく。

- ⑤バーピー&ジャンプ×1本

60秒間最大努力で行う。

- 2) シャフトサーキット

すべてシャフトのみ(ただし鍛錬期は負荷をかける)を使用し素早く行う。

(アームカール10回→フライングスプリット10回→バックプレス10回→ベンチステッピング20回→アップライトローイング10回→スプリットスクワット左脚、右脚 各10回→ベントオーバーロウイング10回)×3セット

- 3) 体幹トレーニング

腹筋、背筋、腹斜筋、大胸筋、大殿筋、中殿筋、内転筋、ハムストリングスを自重や対人やメディシンボール等を使用し、まんべんなく鍛える。:1時間程度

- 4) 股関節トレーニング

大股歩行50m×5本
股関節周辺の筋群を鍛える。

- 5) ウェイトトレーニング

ベンチプレス、スクワット、ハイクリーン、トランクツイストの4種目を行う。

トランクツイストはパワートルソー(ニシ・スポーツT1201A)を使用し身体を捻ることにより体幹を鍛える。

(負荷は、各種目最大重量の40% 8回×2セット、最大重量の90% 3回×2セット、最大重量の105% 1回×1セットとする)

3 走練習

シーズン中は30m、60mダッシュ等の短い距離を中心に行い、記録会では100m走に積極的に出場した。冬季では200mエンドレスリレーやレジステッド走、ハードル走にも取り組んだ。

4 走幅跳の専門練習

年間を通して立幅跳、重心を乗せることを意識した助走付5段跳び、各種跳躍ドリル(岡野1994)、中助走あるいは全助走跳躍を行った。冬季ではシーズン中の練習に加えて、ハードルやミニハードルを使用しての各種跳躍ドリル、フラットボードを使用しての中助走跳躍を行った。

IV. 練習計画

本校では1年間を大きく4期に分け、5月~10月を試合期、3月~4月を移行期A、11月を移行期B、12月~2月を鍛錬期(冬季トレーニング)とした。表1は1週間の練習計画を示している。表1が示すようにトレーニングの基本パターンは変わらず、試合期と鍛錬期とでは体力トレーニングの負荷と頻度が変わる程度で、年間を通して基礎体力の養成を行った。

試合期は質の高い爆発的な動きができるよう疲労を残さないことに留意した。移行期Aは鍛錬期で低下したスピードを向上させ、シーズンに繋げていくことを目的とした。移行期Bはシーズンの疲れを取るとともに鍛錬期に向けて体力レベルを高めることを目的とした。鍛錬期は負荷をかけ、3年間を通し

て段階的に体力レベルを向上させることを目指した。

さらに、この3ヵ月間の鍛錬期を1期（最初の約20日間）、2期（次の約30日間）、3期（最後の約20日間）に分けた。負荷は、体力測定の結果にもとづき個人に適した重量を使用した。1期は軽い負荷（3年次に大股歩行時25kg程度、シャフトサーキット時15kg程度のバーベルを担ぐ）2期は重い負荷（同30kg程度、同20kg程度）3期は1期と同じ軽い負荷を使用した。移行期はシャフトのみ、試合期は無負荷で行った。

V. 体力測定項目

体力測定は入学時（4月）と各学年1学期（6月末あるいは7月）、2学期（12月）、3学期（2月末あるいは3月）に実施した。全国インターハイ出場時は調整の関係から7月の体力測定は実施していない。3年生の12月は部活動を引退しているため任意で測定した。

1) 形態

身長、体重、身体組成（骨格筋量、体脂肪量、体脂肪率（%））

※ 身体組成は、インピーダンス法により Inbody470（インボディ・ジャパン社製）を用いて測定した。

2) 自転車ペダリングによるパワー測定

①無酸素パワー

最大無酸素パワーの測定ではコンビ社製パワーマックスⅧを用い、2分間の休息をはさみ、異なる3種類の負荷について10秒間の全力ペダリングを行わせた。その時示された最大パワー（W）、体重当たりの最大パワー（W/kg）、ハイパワートレーニング値（kp）、ミドルパワートレーニング値（kp）を測定した。

②体重の1% kpにおける最大回転数と最大回転数到達時間の測定

コンビ社製パワーマックスⅧを用い体重の1% kpの負荷で全力ペダリングを行わせ、その時示された最大回転数と最大回転数到達時間を測定した。

3) 最大筋力

①ベンチプレス（バーベルを胸までつける）

②スクワット（膝角度が直角になるまで下げる）

③ハイクリーン（両脚を開き、床からバーベルを持ち上げ中腰姿勢でバーベルを保持し下肢関節の伸展動作で一気にバーベルを肩の高さまで挙

上する）の3種目について、持ち上げることのできる最大重量を測定し、最大筋力の指標とした。

4) 跳躍能力

すべてのジャンプはアップシューズを履いて行い、試行回数は2回とし最高値を採用した。

①立ち5段跳び

立位姿勢から反動動作を用いて両脚で水平方向へ跳躍し、1歩目から4歩目は片脚交互で、5歩目は両脚で着地し、スタート離地時のつま先から着地時の踵までの距離を測定した。

②助走付5段跳び

5歩（助走距離7m～8m）の助走をつけて片脚で水平方向へ跳躍し、1歩目から4歩目は片脚交互で、5歩目は両脚で着地し、立ち五段跳びと同様に測定した。

③ホッピング

6コースに3.2m、3.4m、3.6m、3.8m、4.0m、4.2mの等間隔で、それぞれ設置された高さ25cmのミニハードル10台を、数mの助走をつけて片足でホップし越えていくというものでミニハードルに触れずに10台とも越えられた試技を成功として採用した。

④連続リバウンドジャンプ

リバウンドジャンプ動作は、両腕の振込動作をつけ、できる限り接地時間を短くし、できる限り高く6回連続でジャンプすることを指示した。試行回数は2回とし最高値を採用した。

RJ（リバウンドジャンプ）指数は、跳躍高/接地時間で算出した。RJパワー（W/kg）は $19.62 \times \text{RJ}$ 指数で算出した（西園ら2004）。

※連続リバウンドジャンプはマルチジャンプテスタIFS-3IDによって測定した。

VI. 競技力向上の経過

1 目標設定

体力測定終了後、指導者と選手全員に対して一人一人個別ミーティングを行いシーズン中に達成したい記録、順位を話し合い、それを実現するために必要とされる精神面、体力面、技術面の課題を表2に示すように明確にした。そして、この体力測定値を向上させるように目標設定し、日々の練習に意欲をもって取り組めるようにした。また、食事面についても体脂肪率が10%以下になることを目指して生活管理していた。

2 競技力の向上

表3は中学校及び学年ごとの100m走と走幅跳の最高記録並びに出場した主要大会の走幅跳の記録の変遷を示している。表3から100m走の記録が伸びるとともに走幅跳の記録も伸びていった。表4は年3回実施された体力測定の結果を示している。従来から疾走能力と最大無酸素パワー、スクワット、ハイクリーン、立ち五段跳びの間には相関がある(三本木温ら2011; Baker and Nance 1999; 藤林ら2013)と言われている。表5はこれらの項目について両選手の1年毎の増加量を比較したものである。いずれの項目も学年が進むとともに向上した。また走幅跳の記録は、足達選手は2年から3年にかけて0.61m、遠藤選手は1年から2年にかけて0.48mと大きく伸びた。立ち五段跳び及び助走付五段跳びの記録も、足達選手は2年から3年にかけて1.25mと2.55m、遠藤選手は1年から2年にかけて1.10mと2.00mと大きく伸びている。このことから2名の選手の競技成績と体力測定値とは密接な関係があった。

走幅跳の技術指導については、最初に走幅跳の跳躍記録と100m走の記録(手動)の回帰直線から(岡野ら1988)、走幅跳の記録を予測し、疾走速度を高めることの重要性を理解することから始めた。体力作りのトレーニング内容も過度な筋力トレーニングによる筋肥大を避け、疾走速度を高めることを目的とした。走練習は30m、60m走を中心に行い200m以上のロングスプリントは行わなかった。私見ではあるが走幅跳の助走は、踏切に向かってピッチアップすることから速いピッチで走るショートスプリントが有効と思われる。そして助走速度の低下を最小限に抑え、できる限り大きな鉛直速度が得られるような踏切を追求した。シーズン中は速い動きをさせたいので、疲労を残さずフレッシュな状態で走幅跳の専門練習や試合に臨めるよう十分に休養した。走幅跳の専門練習は、跳躍ドリル(岡野1994)や足合わせも含め50分間とし、それを週2回行った。中助走あるいは全助走跳躍は50分間の専門練習の中で6本を上限とし、それ以上跳ぶことはなかった。これはけがを未然に防ぐとともに、高い助走スピードで正確に素早く踏切することを目指したためである。そのため1本ずつ計測し、着地点及び踏切位置を確認した。また、選手にその時の跳躍について問診し、次の跳躍に生かせるようフィードバックした。このように、課題を持って実践的な跳躍練習を行うことで走幅跳の技術が向上したように思われる。

3 試合時の内観

試合に出場したときは、試合時のウォーミングアップ、試技の内容、コンディション等をノートに書くことを指示している。特に近畿大会、全国大会等の大きな大会に出場した時には、ウォーミングアップの内容、その時の気持ち、技術的に何に気を付けたかについて、表6に示すようなアンケート方式で記入させ、走幅跳・三段跳パートの選手全員と共有した。

インターハイの内観(表6)でも、助走スピードを高めること、オーバーストライドにならないこと、重心を高く上げること、素早く踏切ること等、普段課題としていることが意識されていたことがうかがえる。インターハイ決勝では両選手とも6本の試技すべてにおいてファールはなかった。また、日本陸上競技連盟科学委員会の助走スピード分析速報(小山2015)より助走最高スピードは、足達選手が7m74(+0.6)を記録したとき10.35m/秒、遠藤選手が7m60(+0.9)を記録したとき10.30m/秒と入賞選手の中で高いスピードを獲得していたことが分かった。このことが好結果に繋がった要因の一つと思われる。

Ⅶ. まとめ

高校期には、専門練習に偏ることなく、バランスよく体を作ることが必要となる。本校では日々のウォーミングアップ・クーリングダウンを入念に行うことにより股関節や肩甲骨周りの柔軟性を高めた。体力づくりでは、筋力のみを高めるのではなく、100m走や走幅跳に必要な跳躍能力を高めた。走練習ではショートスプリントを中心に行い、速いピッチで走りきることを目指した。跳躍練習では、高めた疾走能力を生かし速い助走スピードで踏切に入ることを追求した。そのため、十分な休養を取りフレッシュな状態で跳躍練習を行った。インターハイでの成果は、走幅跳の専門練習や記録会を通して、選手自ら課題を持って実践練習を積んだことによるものと思われる。高校期には、自ら考え目標を設定し、課題を持って競技に取り組む姿勢を培うことが将来の飛躍につながると思われる。

参考文献

Baker D and Nance S. (1999) The relation between running speed and measures of strength and power in professional rugby

- league players. J Strength Cond Res13 : 230-235
- 藤林献明・荏山靖・木野村嘉則・凶子浩二 (2013) 水平片脚跳躍を用いたバリスティックな伸長・短縮サイクル運動の遂行能力と各種跳躍パフォーマンスとの関係. 体育学研究 58 : 61 - 76
- 小山宏之 (2015) インターハイにおける科学委員会研究活動報告. 陸上競技マガジン第 65 巻第 18 号 ベースボールマガジン社、pp. 206-207
- 西園秀嗣 (2004) 体力・運動能力測定法 鹿屋体育大学 スポーツトレーニング教育研究センター編 大修館書店 pp. 82-89
- 岡野進 (1988) 陸上競技指導教本. 跳躍競技総論 走幅跳 日本陸上競技連盟編、大修館書店、pp. 143-168
- 岡野進 (1994) ジャンプトレーニングマニュアル ベースボールマガジン社、pp. 23-31
- 杉田正明 (2013) レベルアップの陸上競技. 陸上競技の生理学 日本陸上競技連盟編、大修館書店、pp. 119-127
- 三本木温・黒須慎矢 (2011) 陸上競技選手における 30m 走の疾走能力と無酸素性パワーおよび柔軟性との関係 八戸大学紀要 42 : 57 - 64
- 吉本隆哉・酒井一樹・山本正嘉 (2015) 陸上競技短距離選手を対象とした運動指導現場で用いられる各種コントロールテストと疾走速度, ピッチおよびストライドとの関係. スプリント研究 24 : 21 - 31

表 2 目標設定

ミーティングの日時	2018年			2014年			2015年		
	4月11日	7月1日	12月6日	3月7日	7月2日	12月7日	3月4日		
状況	入学後、1回目の体力測定を終えた。	シーズン中、2回目の体力測定を終えた。	冬季トレーニング中、3回目の体力測定を終えた。	冬季トレーニングを終え、4回目の体力測定を終えた。	シーズン中、5回目の体力測定を終えた。	冬季トレーニングを終え、6回目の体力測定を終えた。	冬季トレーニングを終え、7回目の体力測定を終えた。		
名前	足達一馬	遠藤泰司	足達一馬	遠藤泰司	足達一馬	遠藤泰司	足達一馬		
精神面 良い点	一つ一つの事をきかずに、次から次へとマイペースで練習していた。でも次が来た時に、練習は伸びないと思う。日々の練習で一生懸命動いて生きたいと思っています。	大塚田で記録が伸びて自信がなくなった。練習後まで練習が止まらなかった。練習する事ができた。	自己ベストが出たことにより自信を持って取り組めた。	冬季トレーニングを乗りこえて自信も増えた。	冬季トレーニングがスタートが出たので、練習が再開された。	冬季トレーニングがスタートが出たので、練習が再開された。	冬季トレーニングがスタートが出たので、練習が再開された。		
精神面 悪い点	アップストレッチで助がけない箇所があつて注意された。少しマイペース思考になったと思う。これからは練習をきく事ができるようにしたい。	たまに記録が悪い時、自分の中で成長していないなと思ってしまう。練習や試合に動んでいきたいと思う。	少し気が緩んでしまつて陸球をしてしまった。	体調を崩してしまつたこと。	冬期の最初のほうは、冬期に負けお菓子を食べた。練習も全滅して間食を減らしたい。	冬期では冬期トレーニングがスタートした。練習も再開された。	冬期では冬期トレーニングがスタートした。練習も再開された。		
体力面 測定結果を改善して	結果を見ると、上半身は筋力がない。下半身は筋力がある。下半身の筋力を上げていきたい。	冬期トレーニングがスタートした。練習も再開された。	冬期トレーニングがスタートした。練習も再開された。	冬期トレーニングがスタートした。練習も再開された。	冬期トレーニングがスタートした。練習も再開された。	冬期トレーニングがスタートした。練習も再開された。			
技術面	自分の軸をもつて練習したい。ラダーでフラットを意識した。	身体をもっと柔らかくしたい。アスリートとしての練習をしたい。	幅跳びの助走のとき、しっかりとラックして入る。	冬期は練習が切り替わり、走りやすくなった。	冬期は練習が切り替わり、走りやすくなった。	冬期は練習が切り替わり、走りやすくなった。			

表3 足達選手・遠藤選手 走幅跳・100m走 記録の変遷

中学校時代				
足達一馬		遠藤泰司		
走幅跳ベスト記録	6m34		6m49	
100mベスト記録	12秒00		11秒65	
高校1年次				
足達一馬		遠藤泰司		
走幅跳年次ベスト記録	6m79(+1.5)	2013.10.26	6m91(+0.8)	2013.8.14
100m年次ベスト記録	11秒52(+1.2)	2013.11.9	11秒47(+0.1)	2013.11.9
4月29日記録会	6m17(0)		出場なし	
5月地区インターハイ	出場なし		6m26(+0.1)	
5月大阪インターハイ	出場なし		6m64(0)	17位
6月8日記録会	6m17(0)		6m12(0)	
100m	11秒96(-1.8)		11秒63(0)	
7月14日記録会	6m63(+2.2)		6m60(+0.5)	
100m	11秒96(-1.8)		11秒48(+0.8)	
7月地区ユース	6m43(+1.4)	7位	6m61(+1.6)	3位
8月大阪ユース	6m53(+1.1)	6位	6m91(+0.8)	1位
9月近畿ユース	出場なし		6m75(+0.3)	3位
10月26日記録会	6m79(+1.5)		6m61(+2.0)	
200m	24秒33(-3.4)		23秒89(-2.4)	
高校2年次				
足達一馬		遠藤泰司		
走幅跳年次ベスト記録	7m13(+1.8)	2014.8.17	7m39(+2.2)	2014.6.19
100m年次ベスト記録	11秒04(+1.3)	2014.10.11	10秒84(+1.8)	2014.10.11
4月3日記録会	6m54(0)		6m84(+0.6)	
100m	11秒52(0)		11秒26(+1.2)	
4月29日記録会	6m55(+0.6)		6m55(0)	
200m	24秒95(0)		23秒96(-1.3)	
5月地区インターハイ	6m75(+1.7)		7m14(+1.3)	
5月大阪インターハイ	7m04(+1.9)	4位	7m18(+2.6)	1位
6月近畿インターハイ	7m01(+2.0)	予選落選	7m39(+2.2)	1位
7月地区ユース	6m95(+0.5)	2位	7m00(+1.9)	1位
7月13日記録会	7m01(+0.2)		6m90(0)	
100m	11秒49(-0.6)		出場なし	
8月全国インターハイ	出場なし		7m16(+1.8)	9位
8月大阪ユース	7m13(+1.8)	2位	7m23(+0.8)	1位
8月近畿ユース	7m12(+1.2)	2位	7m20(+2.3)	1位
9月28日記録会	6m67(+0.6)		6m91(+1.2)	
10月日本ユース	6m91(-1.0)	8位	7m19(+0.5)	3位
高校3年次				
足達一馬		遠藤泰司		
走幅跳年次ベスト記録	7m74(+0.6)	2015.7.31	7m62(+0.6)	2015.10.18
100m年次ベスト記録	10秒67(+1.9)	2015.9.27	10秒69(+0.6)	2015.11.1
4月2日記録会	7m00(+0.9)		6m86(+0.6)	
100m	11秒27(+0.8)		11秒11(+0.8)	
4月29日記録会	7m00(0)		7m07(-0.4)	
100m	11秒05(-0.3)		11秒02(-0.3)	
5月大阪インターハイ	7m64(+2.8)	1位	7m59(+2.5)	2位
6月6日記録会	7m45(+1.0)		7m31(+1.0)	
100m	11秒25(-0.7)		11秒07(-0.7)	
6月近畿インターハイ	7m61(+1.4)	1位	7m43(+1.2)	2位
6月28日記録会	6m97(+3.2)		6m93(+0.2)	
100m	出場なし		11秒23(-1.8)	
7月全国インターハイ	7m74(+0.6)	1位	7m60(+0.9)	2位
10月日本ジュニア	7m10(+0.7)	捻挫予選落選	7m62(+0.6)	4位

表4 形態および体力測定値

測定日時	2013年						2014年						2015年							
	4月1日		6月21日		12月2日		3月6日		7月1日		12月1日		3月3日		7月1日		12月1日			
名前	足達一馬 遠藤泰司		足達一馬 遠藤泰司		足達一馬 遠藤泰司		足達一馬 遠藤泰司		足達一馬 遠藤泰司		足達一馬 遠藤泰司		足達一馬 遠藤泰司		足達一馬 遠藤泰司		足達一馬 遠藤泰司			
形態	基本的体格	身長(cm)	158.0	171.0	159.0	172.0	160.0	171.5	161.5	172.5	161.5	173.0	162.5	173.0	162.0	173.0	162.2	174.0	162.5	173.0
		体重(kg)	48.5	56.8	49.8	60.7	51.3	60.5	52.5	61.7	53.6	60.8	55.3	60.5	56.9	62.1	57.0	63.2	57.8	63.4
	InBody	骨格筋量(kg)	23.4	28.2	25.0	30.1	24.9	29.7	26.0	30.5	26.9	30.5	27.3	30.4	28.3	31.4	28.9	31.8	28.7	31.2
		体脂肪量(kg)	6.4	6.5	5.0	6.8	6.5	7.6	5.6	7.5	5.3	6.4	6.6	6.6	6.8	6.7	6.0	6.7	7.1	8.3
		体脂肪率%	13.1	11.4	10.1	11.2	12.7	12.6	10.7	12.1	9.8	10.5	11.9	10.9	11.9	10.8	10.5	10.6	12.4	13.0
機能	最大無酸素 パワーテスト (PowerMax)	最大パワー(W)	678	718	686	863	731	828	762	883	797		832	893	930	946				
		最大パワー/体重(W/kg)	13.3	12.0	13.5	14.4	14.6	13.3	14.7	14.5	15.3		15.7	14.9	16.0	14.8				
		ハイパワートレーニング値(kg)	5.6	6.1	5.5	6.9	5.7	6.1	5.8	7.5	6.4		6.5	7.1	7.0	6.8				
		ミドルパワートレーニング値(kg)	3.3	3.6	3.2	4.1	3.4	3.7	3.5	4.5	3.8		3.9	4.2	4.2	4.1				
		1%WT最高回転数(rpm)	194	186	210	216	237	228	219	228	244		251	235	251	238				
		ピーク到達時間(秒)	3.7	5.6	3.3	4.5	6.8	4.8	5.8	5.4	6.3		6.7	6.1	6.4	3.6				
運動能力	フリーウェイト	ベンチプレスmax(kg)	42.5	47.5	47.5	55.0	52.5	62.5	60.0	70.0	60.0		70.0	77.5	72.5	80.0				
		スクワットmax(kg)	57.8	61.5	69.4	77.7	100.0	105.2	80.0	92.3	89.1		102.5	100.0	112.8	111.1				
		ハイクリーンmax(kg)	43.5	45.0	50.0	57.5	57.5	60.0	62.5	70.0	64.1		77.5	77.5	82.5	82.5				
	水平ジャンプ (アップシューズ使用)	立ち五段跳び(m)	13.25	13.45	13.55	14.10	13.60	14.35	13.50	14.55	13.95		14.35	14.50	14.75	15.00				
		助走付五段跳び(m)	16.80	16.10	16.70	16.65	16.90	17.70	16.50	18.10	18.15		17.95	18.25	19.05	18.40				
		ホッピング右脚(m)	3.2	3.2	3.4	3.4	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6		3.6	故障	4.0	3.6				
		ホッピング左脚(m)	3.6	3.2	3.6	3.4	3.6	3.6	3.6	3.6	3.8		3.8	3.8	4.0	3.8				
	連続リバウンドジャンプ (振込動作あり)	跳躍高(cm)	51.6	46.3	53.4	46.8	53.0	48.9	50.8	46.8	52.6		58.2	47.2	61.2	55.8			67.6	59.7
		接地時間(msec)	167	179	174	161	168	175	168	176	161		172	173	158	164			164	164
		RJ指数	3.09	2.59	3.07	2.91	3.16	2.80	3.02	2.66	3.26		3.38	2.73	3.88	3.40			4.12	3.64
		RJパワー(W/kg)	60.7	50.8	60.2	57.1	62.0	54.9	59.4	52.2	64.0		66.4	53.6	76.1	66.8			81.0	71.5
		高鉄棒	バック懸垂(回数)	3	8	3	11	6	6	6	5	6		8	10	10	12			

表5 測定値比較表

名前	足達選手					遠藤選手									
	2013年		2014年		2015年	2013年		2014年		2015年	2013年		2014年		2015年
	4月1日	3月6日	3月3日	1年~2年 増加量	2年~3年 増加量	4月1日	3月6日	3月3日	1年~2年 増加量	2年~3年 増加量	4月1日	3月6日	3月3日	1年~2年 増加量	2年~3年 増加量
走幅跳年次ベスト記録(m)	6.79	7.13	7.74	0.34	0.61	6.91	7.39	7.62	0.48	0.23	11.47	10.84	10.69	-0.63	-0.15
100m年次ベスト記録(秒)	11.52	11.04	10.67	-0.48	-0.37	11.47	10.84	10.69	-0.63	-0.15					
身長(cm)	158.0	161.5	162.0	3.5	0.5	171.0	172.5	173.0	1.5	0.5					
体重(kg)	48.5	52.5	56.9	4.0	4.4	56.8	61.7	62.1	4.9	0.4					
骨格筋量(kg)	23.4	26.0	28.3	2.6	2.3	28.2	30.5	31.4	2.3	0.9					
最大無酸素パワー(W)	678	762	930	84	168	718	883	946	165	63					
W/kg	13.3	14.7	16.0	1.4	1.3	12.0	14.5	14.8	2.5	0.3					
スクワットmax(kg)	57.8	80.0	112.8	22.2	32.8	61.5	92.3	111.1	30.8	18.8					
ハイクリーンmax(kg)	43.5	62.5	82.5	19.0	20.0	45.0	70.0	82.5	25.0	12.5					
立ち五段跳び(m)	13.25	13.50	14.75	0.25	1.25	13.45	14.55	15.00	1.10	0.45					
助走付五段跳び(m)	16.80	16.50	19.05	-0.30	2.55	16.10	18.10	18.40	2.00	0.30					

表 6 試合時の内観（インターハイ後、アンケート方式による。）

後輩のために、どのような心理状態で競技に望み、足あわせを含め技術的にはどのような点に気をつけて試技を進めたか、忘れない内に書き留めてください。（2015年8月2日アンケート実施）

予選 7月31日10時開始 予選通過ライン7m20 1組 8番跳躍 足達選手、13番跳躍 遠藤選手

<p>ウォーミングアップ内容</p> <p>足達選手：軽いストレッチ、50m流し×3本、50m全力走×2本、立ち幅跳び、加速5段、幅ドリル、全助走足合わせ</p> <p>遠藤選手：おもに全力で走る運動を入れた。30m～50m×4本ほど。それで身体を動かし、次は加速5段→踏切時につぶれないようにするため。×2本、次にドリル。ターンタターのドリル×2本、ターンタタター（タタタの間は7m50程）×2本。板があったピットは混んでいたため、三段のピットの方を使った。→助走練習も。</p>
<p>そのときの気持ち</p> <p>足達選手：緊張しまくっている。</p> <p>遠藤選手：1本で予選通過することしか考えていなかった。そのためしなければならぬこと。朝から予選と言うことで、どうすれば自分のコンディションを一番高い状態に持って行けるか。それが僕の中では30m～50mを4本ほど走ることであった。</p>
<p>技術的に気をつけたこと</p> <p>足達選手：11mから重心を高く上げることを意識した。</p> <p>遠藤選手：11m付近で身体が起き上がることを意識した。それは30m～50mダッシュのときから気にかけていた。できるだけ速いスピードで跳躍に入るように、いつもはストライドだったところを前日からピッチの助走練習をした。→スピードアップした。</p>
<p>試技一回目（技術的には何に気をつけたか。また、そのときの気持ちはどのようなものであったか。）</p> <p>足達選手：7m39(-0.9) 予選通過</p> <p>1本目でクリアしないといけないということがあって、本当に集中した。助走のスピードも結構あって、踏み切りもきれいにいったので、いつも通りの跳躍ができた。</p> <p>遠藤選手：6m93(+0.2)</p> <p>身体を11m地点で完璧に上げていくことを意識していったが遅れてしまって、つぶれた跳躍になってしまった。板にも乗らずオーバーストライド。次は板に乗るよう意識した。</p>
<p>試技二回目（技術的には何に気をつけたか。また、そのときの気持ちはどのようなものであったか。）</p> <p>遠藤選手：ファール</p> <p>身体が11mではしっかり上がっていた。スピードも出ていてこれはいける!と思ったが数ミリでファールしてしまった。</p>
<p>試技三回目（技術的には何に気をつけたか。また、そのときの気持ちはどのようなものであったか。）</p> <p>遠藤選手：7m27(-0.5) 予選通過</p> <p>二回目でファールしてしまったので、少し板を踏むくらいの意識でいきました。でも焦ったのか、身体が早く上がってしまった。</p>

2015年7月31日 和歌山インターハイ 走幅跳 決勝 (ベストエイト進出者6回の試技)

足達一馬	7.52(+1.5)	7.45(+0.9)	6.05(+1.4)	7.04(+0.3)	7.44(+0.5)	7.74(+0.6)
遠藤泰司	7.48(+0.9)	7.30(+0.2)	7.47(+0.4)	5.70(+1.0)	7.40(+0.3)	7.60(+0.9)
N.T	7.27(+1.4)	7.42(+0.5)	7.37(+1.8)	7.45(+1.9)	×	7.49(+1.2)
H.Y	6.76(+1.0)	7.15(+1.3)	7.44(+1.8)	6.96(+0.7)	×	×
I.S	7.41(+1.9)	×	7.10(+0.2)	×	7.29(+1.0)	×
T.H	×	7.19(+1.0)	7.35(+1.6)	×	7.28(+1.3)	×
M.T	×	7.23(+0.4)	7.34(+1.2)	×	3.50(-0.2)	×
Y.S	7.33(+1.1)	×	7.11(0)	6.74(+1.7)	×	7.10(+1.4)

決勝 7月31日2時10分開始 6番跳躍 遠藤選手、9番跳躍 足達選手

ウォーミングアップ内容、技術、気持ち

足達選手：予選で、ある程度動けていたので軽く幅ドリルだけ入れた。

遠藤選手：予選で3回試技していたので30分しか時間がなく、20分はSさんのマッサージを受け、残り10分はイメージトレーニングで終了した。

試技一回目 (技術的には何に気をつけたか。また、そのときの気持ちはどのようなものであったか。)

遠藤選手：7m48(+0.9)

予選で1回目を大事に跳躍することができなかったので、この決勝では、この1回目を大事にしようと思った。助走練習で板を合わし、自信を持って跳躍することが一番大事にすることだと思った。自信を持って跳躍することができ、この結果であった。

足達選手：7m52 (+1.5)

とりあえずファールは絶対しないと決めていた。1本目から記録を出していこうと思った。

試技二回目 (技術的には何に気をつけたか。また、そのときの気持ちはどのようなものであったか。)

遠藤選手：7m30(+0.2)

1回目で決勝に残れる記録で跳べたので、2回目からはどんどん攻めていこうと思った。スピードに乗ることができ、いけると思ったがつぶれてしまって7m30

足達選手：7m45 (+0.9)

覚えてないです。

試技三回目 (技術的には何に気をつけたか。また、そのときの気持ちはどのようなものであったか。)

遠藤選手：7m47(+0.4)

予選一位突破を目標にしていたので、ここで決めなければいけないと思った。

助走はよかったが、少しオーバーストライドになってしまった。しかしオーバーストライドで7m47は自信になった。

足達選手：6m05 (+1.4)

助走力みすぎて踏み切りがとつづれた。

試技四回目 (技術的には何に気をつけたか。また、そのときの気持ちはどのようなものであったか。)

遠藤選手：5m70(+1.0)

3回目から4回目まで時間があり、身体を冷やさないように気を付けた。身体があたたまった状態で4回目に入ることが出来たが、板に合わなくてオーバーストライド、板を踏み切るだけで跳躍することが出来なかった。

足達選手：7m04 (+0.3)

着地にミスがあった。

試技五回目（技術的には何に気をつけたか。また、そのときの気持ちはどのようなものであったか。）

遠藤選手：7m40(+0.3)

手拍子をした。助走距離はそのまま、オーバーストライドが多いので丁度いいと思った。思ったとおり助走はピタシだったがスピードがでていて、素早く踏み切れなかったので遅れ跳躍。

足達選手：7m44 (+0.5)

手拍子して気持ちを高めた。助走のスピードが今まで以上に出たが踏み切りが潰れた。

試技六回目（技術的には何に気をつけたか。また、そのときの気持ちはどのようなものであったか。）

遠藤選手：7m60(+0.9)

近畿の6回目はファールした。5回目と比べて10cm下げたのに。そのことを思い出した。気持ちの分、もう5cm下げた。自信を持っていくことが勝利につながると思った。助走はいつも通りにいき、最後の一步は頭が天に突き刺さるように。そうすると少しオーバーストライドであったが、素早く跳躍することができた。一度は逆転することができ嬉しかった。

足達選手：7m74 (+0.6)

6本目跳ぶ前に抜かされてしまってやる気が入った。もう自分の感覚で跳躍を持っていこうと思った。助走も今まで以上にスピードが出て踏み切りもうまく入れたのでよかった。

覚えていないところは、無理に書かなくても結構です。

協力ありがとうございます。これは大阪桐蔭高校の宝として後輩に受け継いでいきたいと思います。

全国高等学校陸上競技対校選手権大会出場者の記録と記録達成率についての分析

渡部誠¹⁾ 谷地笑奈¹⁾ 井筒紫乃¹⁾

1) 日本女子体育大学

Analysis of Performances and Rate Demonstrating True Abilities for Athletes at the “Inter-High” Meet

Makoto WATABE¹⁾ Emina YACHI¹⁾ Shino IZUTSU¹⁾

1) Japan Women’s College of Physical Education

I. はじめに

陸上競技の競技会では、自己の記録をいかに発揮し自己記録に近い記録やそれ以上の記録を出すことが、結果的に上位の順位を達成することに繋がっていく。記録は、外的条件として記録面に影響を及ぼす風向・風速や競技日程にも左右されると考えられる。

全国高等学校陸上競技対校選手権大会（以下高校総体とする）は、高校生にとって最重要競技会と位置付けられ、都道府県予選、地区予選を勝ち抜いてきた者が出場できる大会である。高校総体では、男子21種目、女子20種目が行われており、トラック競技、フィールド競技、混成競技に分類される。トラック競技は短距離種目、中距離種目、リレー種目、長距離・競歩種目、ハードル種目に分かれ、さらに個々の競技種目に細分化されている。また、同日で予選・準決勝・決勝の3ラウンドを行う種目、2日間で3ラウンド行う種目、予選・決勝で行う種目など多様な形態で実施されている。フィールド競技は、棒高跳を除く跳躍種目と投擲種目に分かれ予選・決勝が同日で実施され、混成競技は男子八種競技、女子七種競技が連続2日間で実施されている。

これまで記録達成率の研究では、岡野(1995, 1996)がアジア大会やユニバシアード及びオリンピックでの研究があり、その達成率はほぼ実力を発揮できる選手においては、98%であるとしている。この記録達成率については、岡野(2004)によると競技会の記録達成率(%) = 競技会記録 ÷ 自己最高記録 × 100 とし、実力発揮度としている。さらに、岡野(2004)は高校総体走幅跳出場者の分析を行ってお

り、予選時において実力を発揮できないものが40%程度存在し、自己の実力を発揮できない選手も多くみられたと報告している。

しかしながら、高校総体の全種目について記録達成率の全容を検討した研究はなく、記録達成率を検証する意義は大きいといえる。

そこで、本研究の目的は、2017年山形県で行われた高校総体の全種目について記録と記録達成率を分析し、種目ごとの現状についての資料を提示することである。

II. 研究方法

高校総体の全種目については、日本陸上競技連盟公式サイトの大会情報に掲載されたスタートリストよりシーズンベスト（以下SB）と結果を確認し、集計・分析を行った。なお、実際の競技の様子については、現地にて選手の様子や状況について確認した。

以上得られたデータを基に、検討を加えた。各グループ別の記録とSB記録から、各選手のSBに対する「高校総体」時記録の記録達成率(%) = 高校総体記録 ÷ SB × 100 を求め、基礎データとした。統計的処理は、「SPSS Statistics23.0」を用い平均値と標準偏差値と、記録については平均の差のT検定を行い、記録達成率については1元配置の分散分析および多重比較検定Tukey(T)を用いた。なお、有意水準は5%とした。検討した内容は以下の通りである。

1. 全種目の記録達成率については、入賞者と入賞者以外のその他インターハイベスト記録（以下

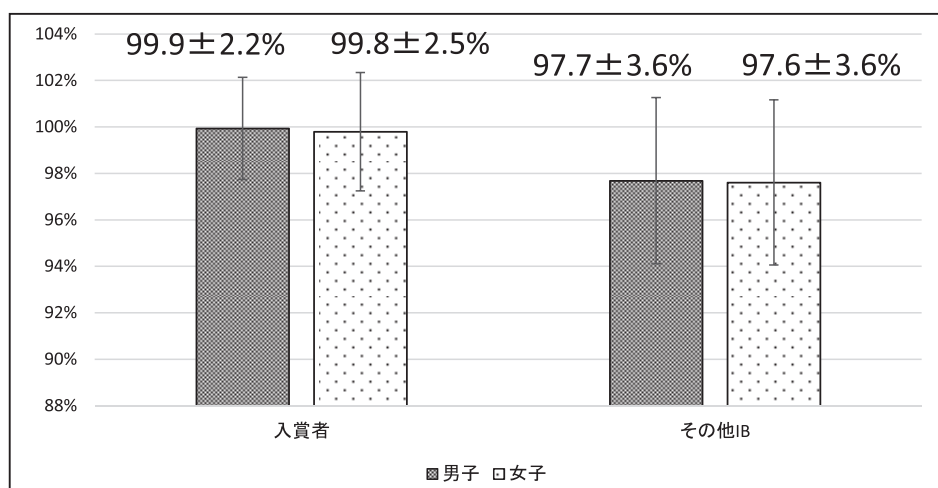


図1 全種目における男子・女子の記録達成率

表1 記録の平均と標準偏差（短距離・ハードル・800m 男子）

	入賞者記録	人数	その他のIB	人数	
100m	10.72±0.13	8	10.93±0.19	56	**
200m	21.43±0.55	8	21.71±0.24	54	
400m	48.11±0.51	7	49.32±1.03	58	**
800m	111.72±1.40	8	116.27±3.14	58	***
110mH	14.45±0.17	8	15.08±0.36	56	***
400mH	52.54±0.58	8	54.34±1.81	56	**

表2 記録の平均と標準偏差（短距離・ハードル・800m 女子）

	入賞者記録	人数	その他のIB	人数	
100m	12.25±0.14	8	12.37±0.19	56	
200m	24.51±0.27	8	25.37±0.47	55	***
400m	55.49±0.82	8	58.19±1.27	56	***
800m	128.53±3.90	8	136.12±4.08	57	***
100mH	14.14±0.22	8	14.66±0.64	57	**
400mH	59.95±0.89	8	63.13±1.57	58	***

その他IB)の2グループとした。なお、その他IBは、全レース(競技)におけるベスト記録とした。

- 種目別における(記録・記録達成率)については、1)予選・準決勝・決勝がある種目については、決勝進出者(リレーはチーム)・準決勝敗退者・予選敗退者の3グループ 2)予選・決勝の種目については、入賞者・入賞者を除く決勝進出者・予選敗退者の3グループ 3)女子ハンマー投と男子八種競技・女子七種競技については、入賞者と入賞者以外とした。
- 各競技種目については競技の特性をふまえ、トラック種目を、予選・準決勝・決勝が行われる短距離・ハードル・800mおよびリレー、予選・決勝で行われる1500m・3000m・5000m・3000mSC・競歩に分類した。また、フィールド種目を跳躍と投擲、さらに混成競技について分

類しそれぞれの種目の記録と記録達成率を検討した。

III 結果と考察

1. 全種目の記録達成率

図1に全種目における男子・女子の記録達成率の結果を示した。「その他IB」は、全レース(競技)におけるベスト記録とし、入賞者の記録は決勝時の記録を用いた。入賞者は男子99.9±2.2%、女子99.8±2.5%でSBに近く実力を発揮していたことが伺える。その他の選手は、男子97.7±3.6%、女子97.6±3.6%であり、入賞者より低い傾向であることが伺えた。

表3 記録の平均と標準偏差 (リレー 男子)

	入賞者記録	人数	その他のIB	人数
4×100mR	40.82±0.65	8	42.17±3.02	56
4×400mR	192.56±2.01	8	197.26±3.18	57***

表4 記録の平均と標準偏差 (リレー 女子)

	入賞者記録	人数	その他のIB	人数
4×100mR	46.02±0.28	8	48.20±1.36	55***
4×400mR	228.08±5.10	8	234.27±5.50	56**

2. 種目別における予選・準決勝・決勝時の記録・記録達成率の検討

1) 男女100m・男女200m・男女400m・男子110mH・女子100mH・男女400mH・男女800m

表1および2は、記録の平均と標準偏差の結果である。入賞者と入賞者以外の出場者のその他IBの結果を示した。男子200mと女子100mを除き有意差が認められ、インターハイまでの記録的な差が入賞することに繋がっていることが考えられる。

図2から13は、男女それぞれの決勝進出者の決勝時・準決勝時・予選時、準決勝敗退者の準決勝時・予選時、予選敗退者の予選時それぞれの達成率の結果である。女子400mを除き、決勝進出者の選手は予選を98%前後のレースをし、準決勝では100%に近いレースを行い、決勝のレースに臨んでいた。これに対し準決勝敗退者では、予選で99%程度の達成率で行い、準決勝においては、女子100mHを除き低下傾向を示した。予選敗退者では、200mを除き、97%～98%の達成率であり、決勝進出者と準決勝敗退者より低い傾向を示した。

特に女子200mの決勝進出者と予選敗退者 ($P < 0.05$) 及び女子男女800mの決勝進出者と準決勝敗退者 ($P < 0.05$)・女子の予選敗退者には有意差 ($P < 0.01$) が認められた。このことは、記録的な差を含め達成率の差もあり、決勝進出者の選手がインターハイにおいて実力を発揮していたことが考えられる。

伊藤と安田(2001)は、高校総体の男子400mについては、「準決勝では決勝をかけて、全力に近い走りをしてきた」また、女子400mについては、「男子同様に予選から決勝にかけてレースごとに記録が上がり、最高記録は決勝において出される傾向であった」と報告しており、男子400mH決勝進出者の予選時98.4%、女子400m決勝進出者の予選時97.2%が示され、本研究にもその傾向が示唆された。

なお、100mの男女において決勝進出者の決勝時が、男子98.1%、女子97.2%であったのは、向かい風がそれぞれ男子-2.0m、女子-3.0mであったためであると考えられる。風の影響について

Heidenstrem(1980)は、疾走タイムへの影響について-2.0で0.197sec、-3.0mで0.310secであるとしている。高校総体の100mについて、伊藤らは男子100mにおいて「決勝では準決勝より記録がやや低下する傾向がみられ、真夏の炎天下での環境状況が影響していた事も否定できないと思われる。」と述べている。また、女子については「決勝に勝ち残った選手は、必ずしも予選や準決勝を良い記録で通過しているとは限らないことが分かった。」と述べている。風速を考慮した場合、本研究の結果と一致していた。

2) 男女4×100mR・男女4×400mR

表3および4は、記録の平均と標準偏差の結果である。女子4×100mRを除く、女子4×400mR、男子4×100mR、男子4×400mRにおいては、入賞者とその他IBの記録には有意な差が認められた。

図14から17は、男女4×100mR・男女4×400mRの男女それぞれの決勝進出者チームの決勝時・準決勝時・予選時、準決勝敗退チームの準決勝時・予選時、予選敗退チームの予選時の結果である。

男女4×100mRの決勝進出チームでは、各ラウンドにおいて100%前後の達成率を示していた。決勝進出チームでは99.9%台、予選敗退チームでは、男子97.6%、女子98.6%と決勝進出チームよりも低い傾向を示した。特に男子4×100mRにおいては、決勝進出チームとそれ以外のチームに記録的な差がなくばらつきがあり、達成率についても有意差が認められなかった。女子4×100mRについては、決勝進出チームと予選敗退チームの有意差 ($P < 0.01$) が認められたことから、インターハイにおいて実力を発揮したチームが決勝に進出したことが考えられる。

男子4×400mRでは、決勝進出チームでは各ラウンドで100%前後の達成率を示し、同様に準決勝敗退チームの各ラウンドで99.8%、予選敗退チームは99.2%であり、陸上競技において唯一チームとして競う種目であり、高い達成率で実力を発揮し臨んでいたことが伺える。

女子4×400mRの決勝進出チームでは、準決勝に

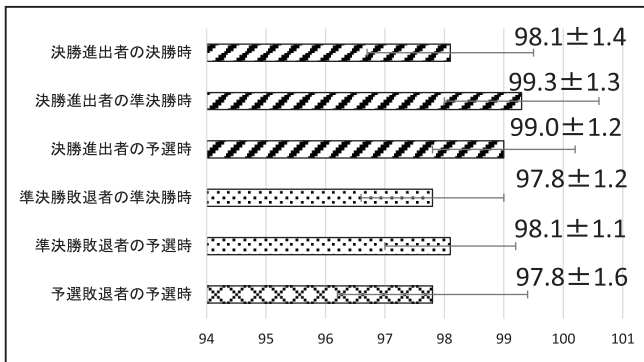


図2 男子 100m の達成率

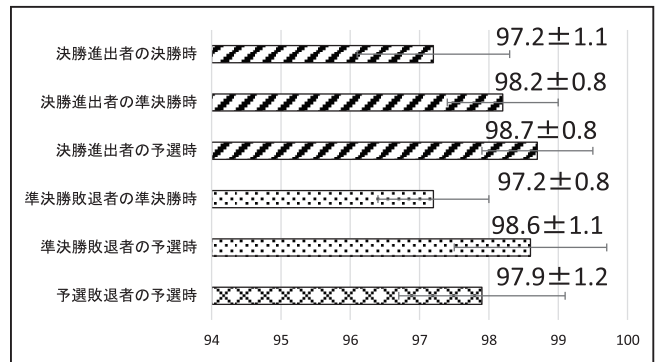


図3 女子 100m の達成率

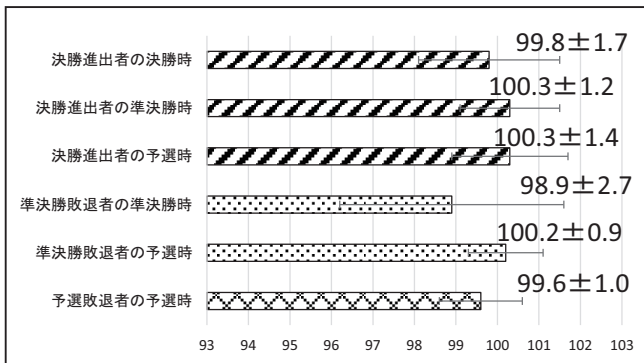


図4 男子 200m の達成率

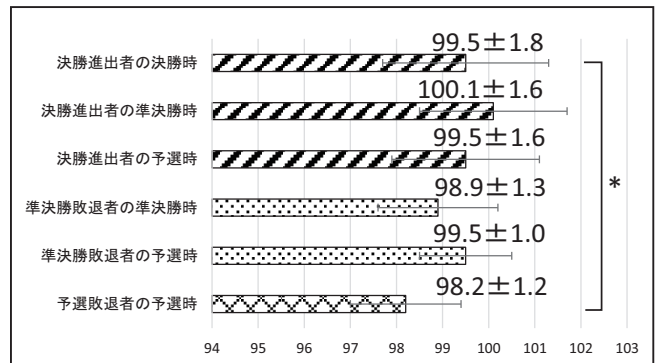


図5 女子 200m の達成率

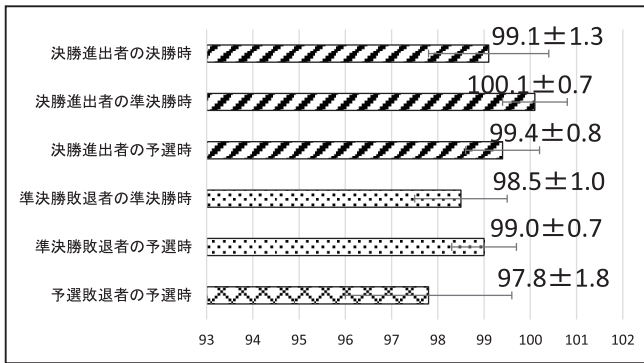


図6 男子 400m の達成率

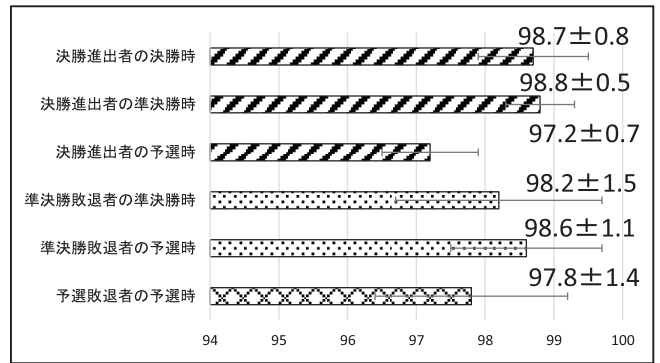


図7 女子 400m の達成率

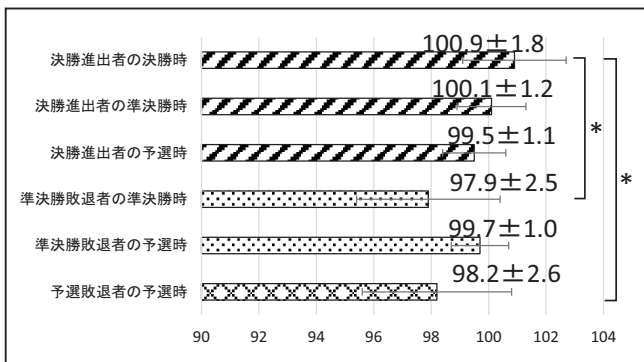


図8 男子 800m の達成率

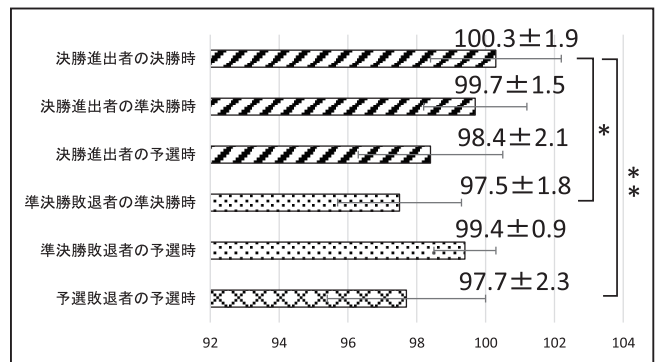


図9 女子 800m の達成率

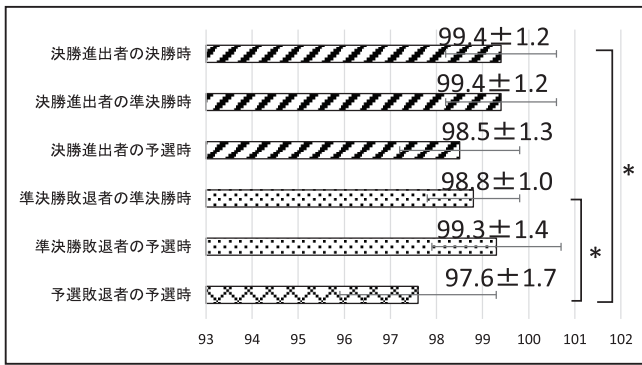


図 10 男子 110mH の達成率

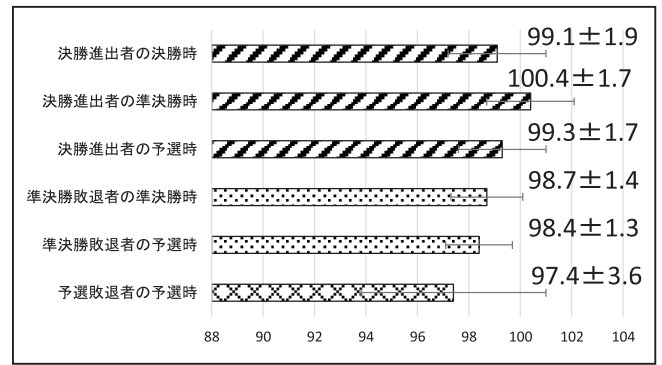


図 11 女子 100mH の達成率

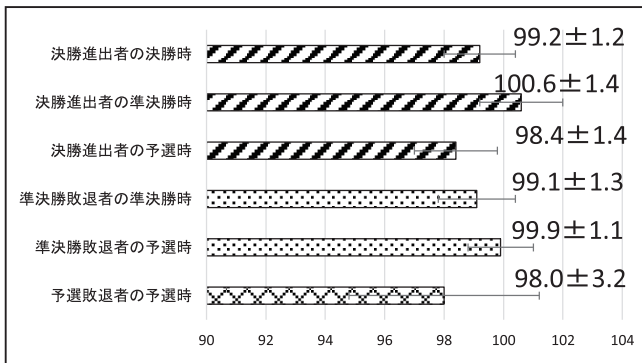


図 12 男子 400mH の達成率

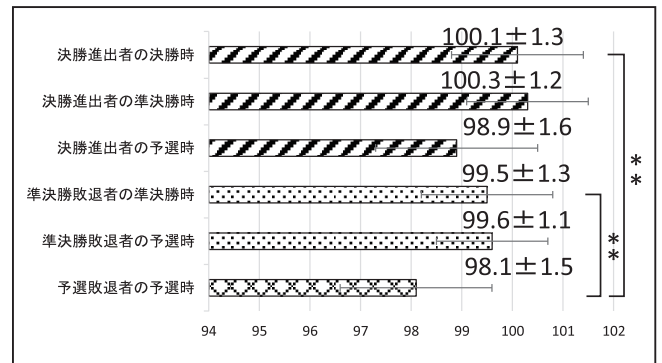


図 13 女子 400mH の達成率

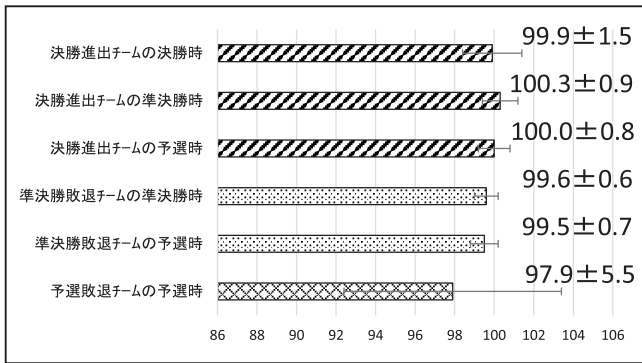


図 14 男子 4 × 100mR の達成率

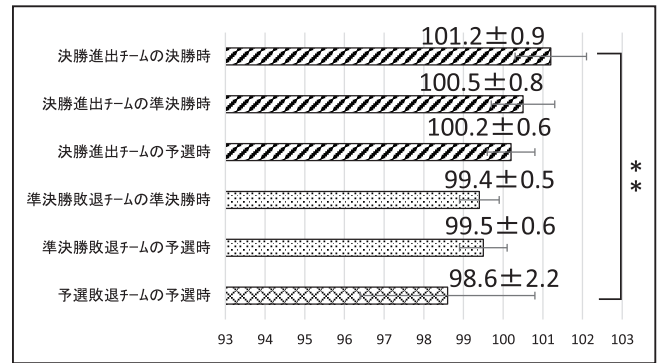


図 15 女子 4 × 100mR の達成率

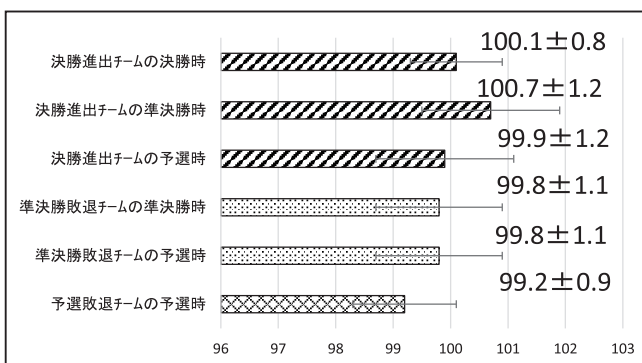


図 16 男子 4 × 400mR の達成率

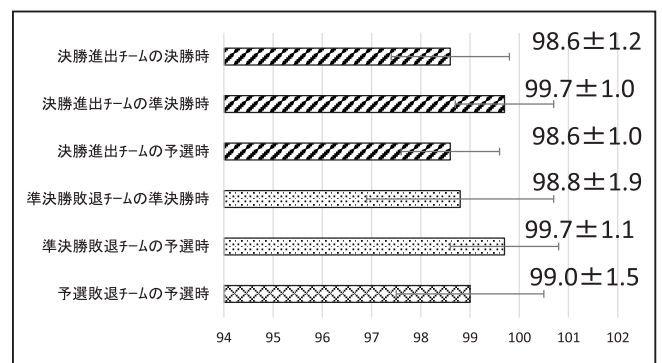


図 17 女子 4 × 400mR の達成率

表5 記録の平均と標準偏差（長距離・競歩 男子）

	入賞者記録	人数	その他のIB	人数	
1500m	226.51±1.88	8	238.54±6.12	51	***
5000m	833.10±10.81	8	893.12±23.92	58	***
3000mSC	530.97±13.72	8	565.90±18.12	58	***
5000mW	1249.35±17.10	8	1347.93±59.96	29	***

表6 記録の平均と標準偏差（長距離・競歩 女子）

	入賞者記録	人数	その他のIB	人数	
1500m	256.78±3.84	8	272.50±7.62	52	***
3000m	542.66±3.74	8	580.41±24.70	57	***
5000mW	1374.40±27.32	8	1514.85±76.79	33	***

において高い達成率を示しており、準決勝敗退チームでは予選時 99.7%という高い達成率を示していたが、準決勝時では0.9%の低下がみられた、予選敗退チームは、99.0%という高い達成率であった。SBの記録差により、レース展開やオーダーの配列においてチーム力の差が生じ、達成率の差になっていることが考えられる。この点について、渡部ら（2006）が行った研究によると「高校総体女子4×400mRでは、予選レベルと決勝レベルとの差は著しい。」と述べており、SBの記録差が達成率への影響を与えていることが考えられる。

3) 男女1500m 女子3000m 男子5000m 男子3000mSC
男女5000m 競歩

表5および6は、記録の平均と標準偏差の結果である。また、図18から24は、男女それぞれの入賞者の決勝時・予選時、決勝進出者（入賞者を除く）の決勝時・予選時、予選敗退者の予選時の達成率の結果である。

長距離・競歩種目の記録達成率では女子1500mを除く全ての種目において、入賞者の決勝時と予選敗退者に有意差が認められた。他のトラック競技と異なり準決勝が実施されないため、予選からハイレベルなレースが行われていたと考えられるが、特に男子5000m、男子5000mW、女子3000mの長距離種目においては予選敗退者の予選時の達成率が97%台であることから、決勝進出者に比べ本番で力を出し切れ

表7 記録の平均と標準偏差（跳躍 男子）

	入賞者記録	人数	その他のIB	人数	
走高跳	2.06±0.02	8	1.98±0.03	20	***
棒高跳	4.88±0.07	9	4.70±0.08	21	***
走幅跳	7.37±0.19	8	6.79±0.20	55	***
三段跳	15.12±0.15	8	14.16±0.47	50	***

表8 記録の平均と標準偏差（跳躍 女子）

	入賞者記録	人数	その他のIB	人数	
走高跳	1.71±0.03	8	1.65±0.02	15	***
棒高跳	3.69±0.14	10	3.46±0.03	12	**
走幅跳	6.04±0.08	8	5.53±0.18	52	***
三段跳	12.53±0.15	8	11.64±0.34	33	***

ていないことが考えられる。入賞者の予選時は、男子5000mを除いた6種目で98.5%以上の達成率であり、男子1500mは100%を超えており、実力を発揮していたことが考えられる。

しかしながら長距離・競歩種目においては、そもそのSBのタイム差が大きく、男子1500mでは地区大会のタイムランキング1位とランキング54位では22秒、男子5000mでは1分3秒、男子3000mSCでは1分2秒、女子3000mにおいても42秒の開きがある。さらに地区大会ごとの優勝タイムを比較しても男子5000mでは1分の開きがみられる。このことから、男子5000mのみ入賞者の予選時の達成率が97%であったのは、上位レベルの選手は余裕を持って予選を走ったことが考えられる。また、ゴールタイムの重要な要因の一つとしてレース展開も考えられることから、予選敗退者はレース展開にも力を出せずにいたことが伺える。

4) 男女走高跳・男子棒高跳・男女走幅跳・男子三段跳

表7および8は、記録の平均と標準偏差の結果である。全種目において入賞者とその他IB出場者の記録には有意差が認められた。

図25から32は、男女それぞれの入賞者の決勝時・予選時、決勝進出者（入賞者除く）の決勝時・予選時、予選敗退者の予選時の達成率の結果である。

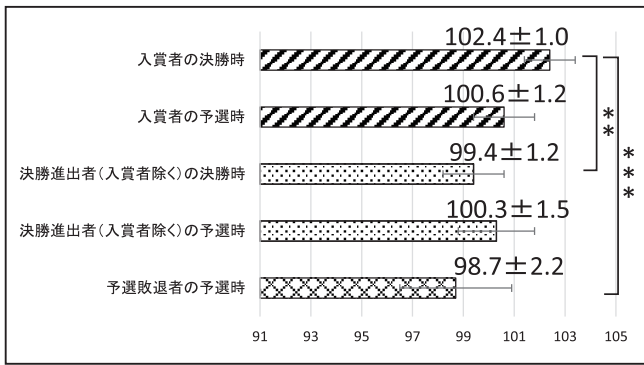


図 18 男子 1500m の達成率

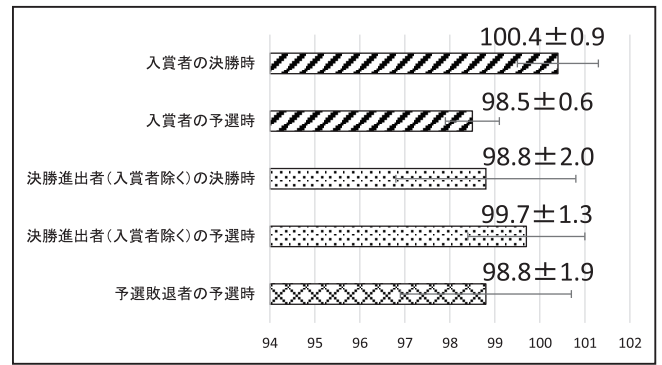


図 19 女子 1500m の達成率

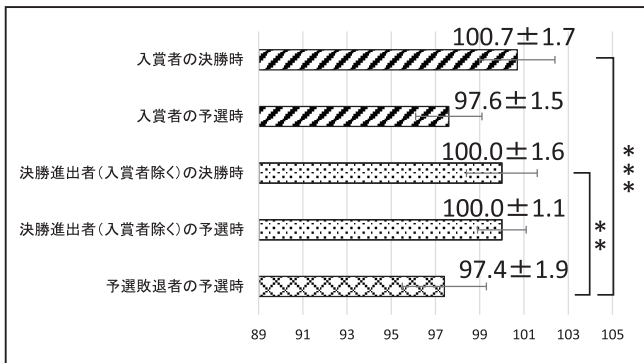


図 20 男子 5000m の達成率

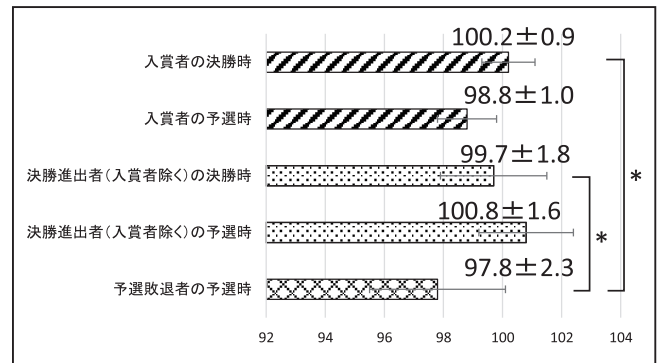


図 21 女子 3000m の達成率

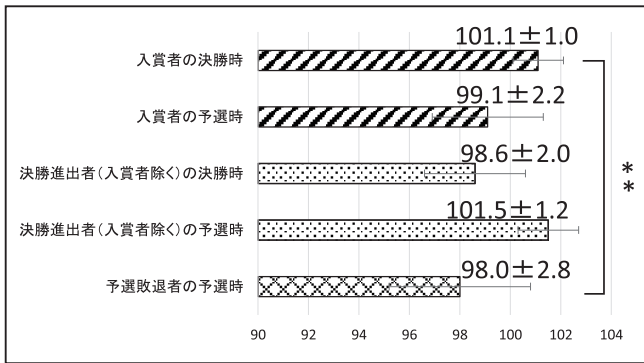


図 22 男子 3000mSC の達成率

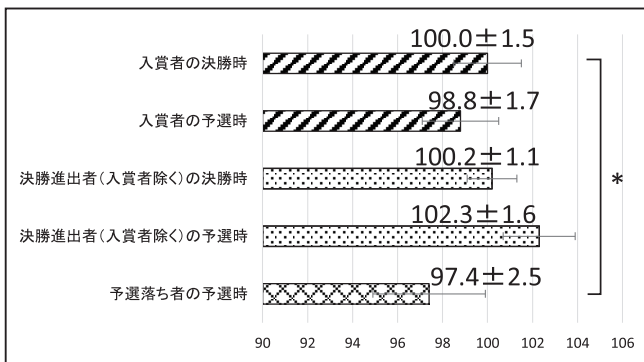


図 23 男子 5000mW の達成率

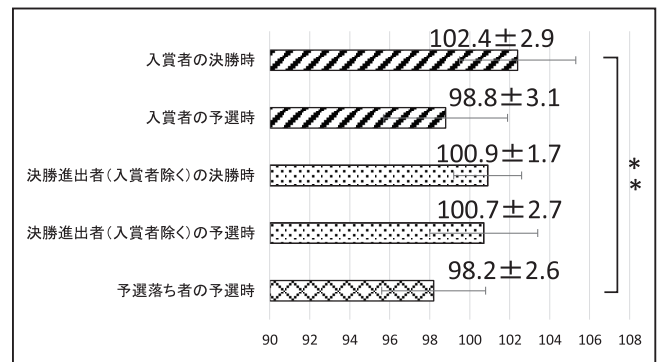


図 24 女子 5000mW の達成率

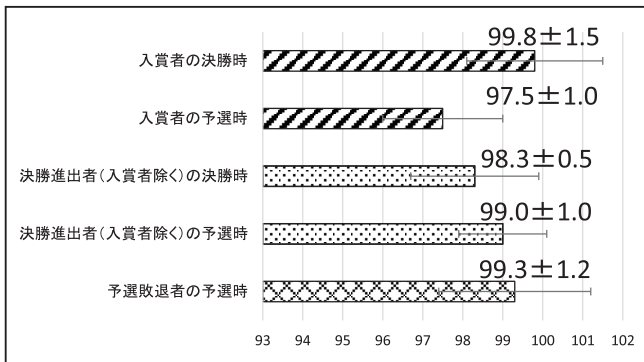


図 25 男子走高跳の達成率

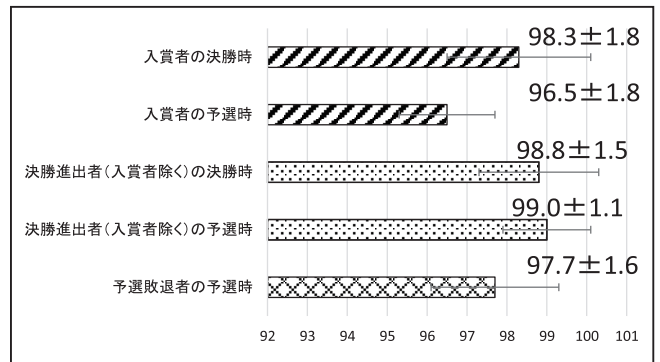


図 26 女子走高跳の達成率

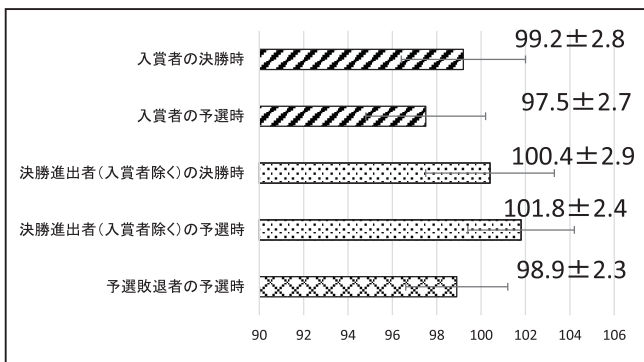


図 27 男子棒高跳の達成率

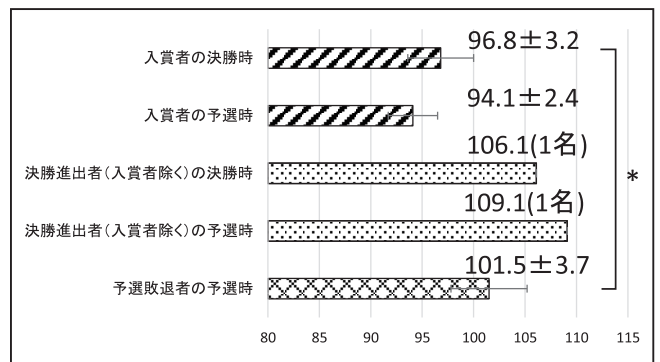


図 28 女子棒高跳の達成率

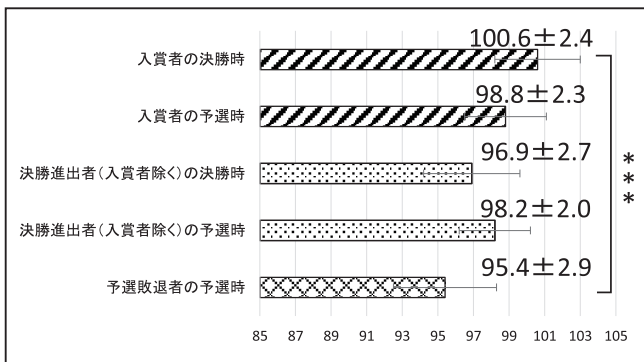


図 29 男子走幅跳達成率

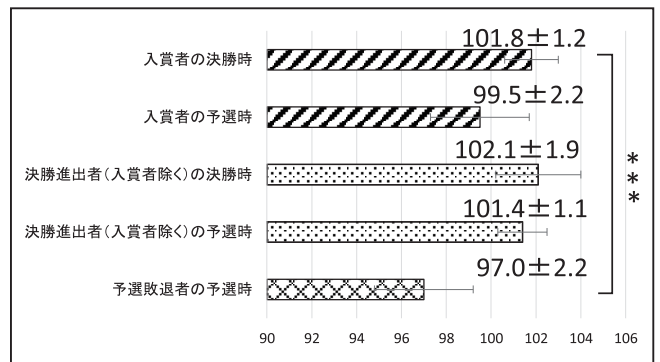


図 30 女子走幅跳の達成率

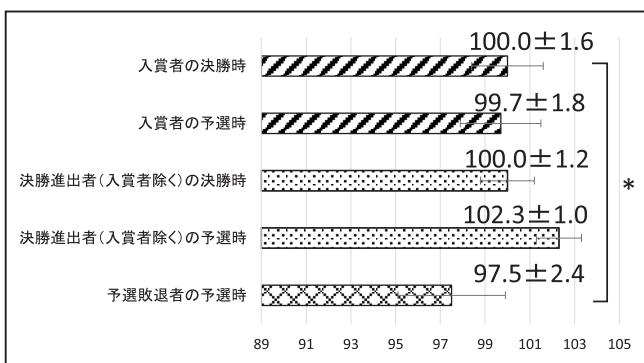


図 31 男子三段跳の達成率

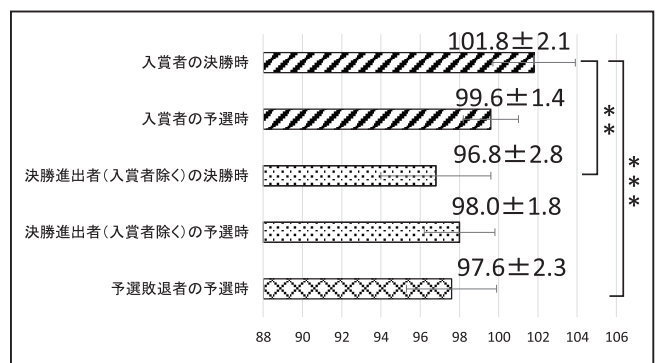


図 32 女子三段跳の達成率

表9 記録の平均と標準偏差（投擲 男子）

	入賞者記録	人数	その他のIB	人数	
砲丸投	16.65±0.30	8	14.29±0.84	56	***
円盤投	46.46±1.47	8	40.41±2.70	56	***
ハンマー投	61.78±1.61	8	51.564.22	55	***
やり投	66.02±1.71	8	55.63±4.82	58	***

また、跳躍種目は垂直跳躍種目（走高跳と棒高跳）と水平跳躍種目（走幅跳と三段跳）の2種類があり、競技特性が異なることから2グループに分けて検討した。

走高跳・棒高跳については、入賞者（女子棒高跳除く）の予選時を96～97%、決勝時においては98～99%を超える達成率であった。しかし、入賞者以外の決勝進出者（女子棒高跳除く）の予選時は99～101%であったが、決勝時では男女走高跳において98%に低下していた。つまり達成率に関してみると、入賞者の予選時は低いが決勝時は高く、入賞者を除く決勝進出者の決勝時は予選時より低下していた。

また、予選敗退者（女子棒高跳除く）は97～99%であり、さらに記録による有意差（ $P < 0.001$ ）が認められた。通過標準記録が超えられなかったものの達成率は高いことから、実力は発揮出来たが、記録による差が大きいため、決勝へ進めなかったと考えられる。また、一度もバーを超えられず記録を残せない者（男子走高跳51人中38人、女子走高跳53人中42人、男子棒高跳50人中35人）が多く、試技を続けられる選手が限られるため、達成率の差は生まれにくいと思われる。

女子棒高跳の達成率については、入賞者（96.8%）と予選敗退者（101.5%）に有意差（ $P < 0.05$ ）が認められたが、入賞者よりも予選敗退者の方が高い達成率を示していた。記録の有意差（ $P < 0.01$ ）も認められることから、入賞者が決勝で実力を発揮出来ていないことが考えられる。

走幅跳・三段跳については、入賞者の予選時を98～99%、決勝時において100%を超える達成率であった。また入賞者の決勝時と予選敗退者には、男子三段跳（ $P < 0.05$ ）とそれ以外の3種目でも有意差（ $P < 0.001$ ）が認められた。入賞者は決勝時で勝負が出来るよう、予選時において余力を残して調整できる選手であると思われる。

表10 記録の平均と標準偏差（投擲 女子）

	入賞者記録	人数	その他のIB	人数	
砲丸投	13.92±0.53	8	11.72±0.78	57	***
円盤投	44.65±1.89	8	35.60±3.49	56	***
ハンマー投	50.37±1.38	8	43.12±3.15	33	***
やり投	50.51±3.50	8	41.21±3.65	57	***

入賞者以外の決勝進出者では、予選が98～102%であったのに対し、決勝時（女子走幅跳除く）において低下し、予選時ほどの力を発揮出来なくなっているため、通過標準記録を突破することで力を使い果たしてしまったことが推察される。

予選敗退者は通過標準記録が超えられず、また達成率（95～97%）も低いことから実力を発揮出来ていないと思われる。さらに男子走幅跳の予選敗退者では、51人中36人が向かい風による記録で、達成率（95.4%）が4種目の中で最も低いため、風の影響もあったかと思われる。

記録達成率は、高さを競う走高跳・棒高跳よりも距離を競う走幅跳・三段跳の方が高いことが分かった。記録の測定方法の違いも1つの理由ではあるが、「バーを越えられない」と「踏み切り板を出る」という失敗に対する心理的な重みが異なるため、戦術的な対策も必要であると思われる。

5) 男女砲丸投・男女円盤投・男女ハンマー投・男女やり投

表9および10は、記録の平均と標準偏差の結果である。全種目において入賞者与其他IB出場者の記録には有意差が認められた。

図33から40は、男女それぞれの入賞者の決勝時・予選時、決勝進出者（入賞者除く）の決勝時・予選時、予選敗退者の予選時の達成率の結果である。

入賞者（男子円盤投除く）は予選時を95～97%、決勝時においては98～101%を超える達成率であり、入賞者の決勝時と予選敗退者には、女子砲丸投（ $P < 0.001$ ）と男子やり投（ $P < 0.01$ ）、女子の円盤投・ハンマー投・やり投でも有意差（ $P < 0.05$ ）が認められた。入賞者は決勝時で勝負が出来るよう予選時において余力を残して調整できる選手であると思われる。

入賞者以外の決勝進出者では、予選時（男女砲丸投除く）は98～101%であったのに対し、決勝時においては92～97%に低下していることから、予選

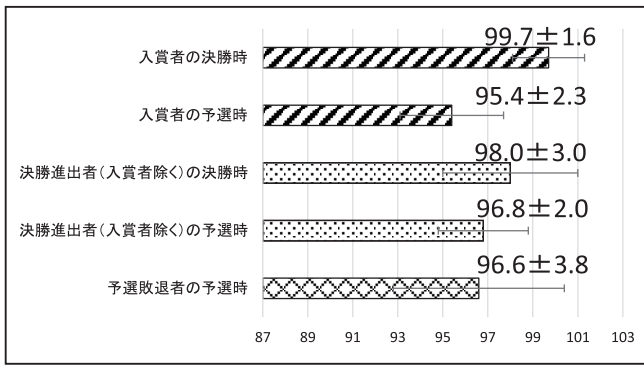


図 33 男子砲丸投の達成率

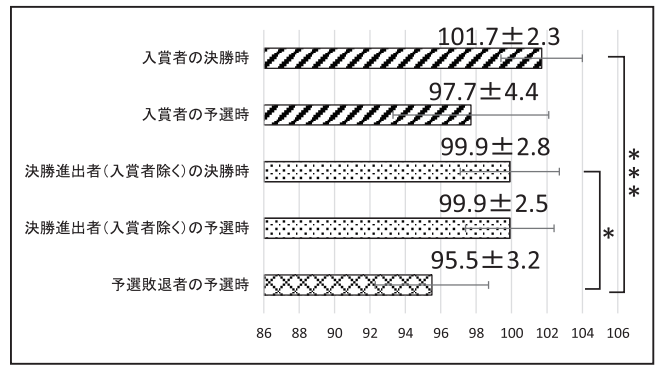


図 34 女子砲丸投の達成率

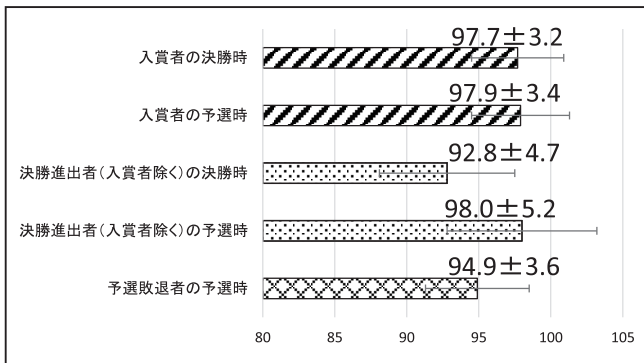


図 35 男子円盤投の達成率

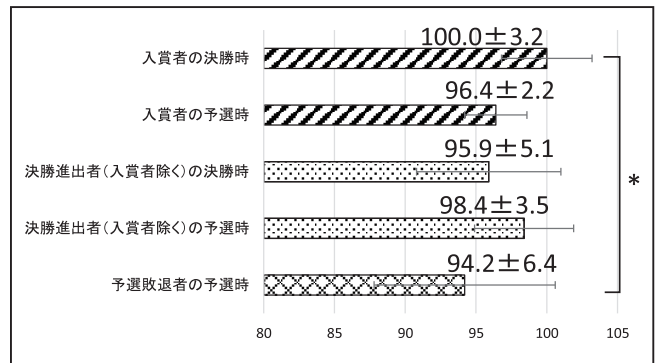


図 36 女子円盤投の達成率

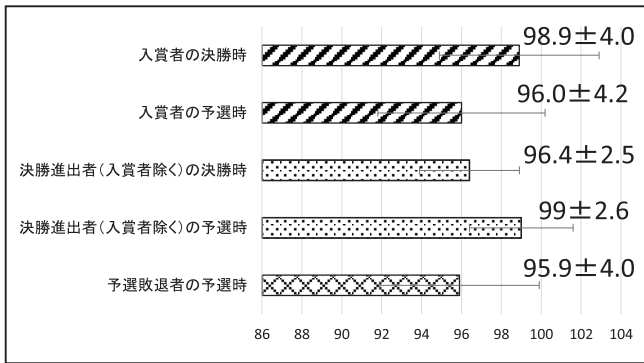


図 37 男子ハンマー投の達成率

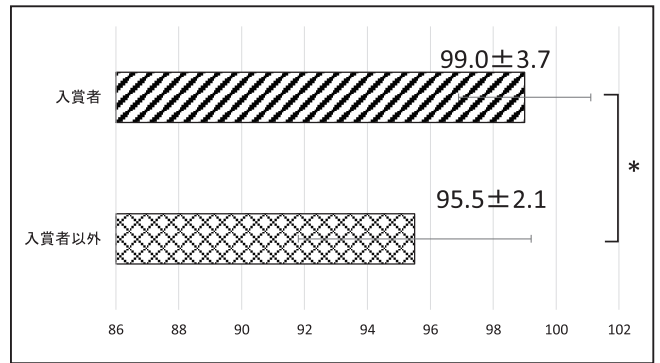


図 38 女子ハンマー投の達成率

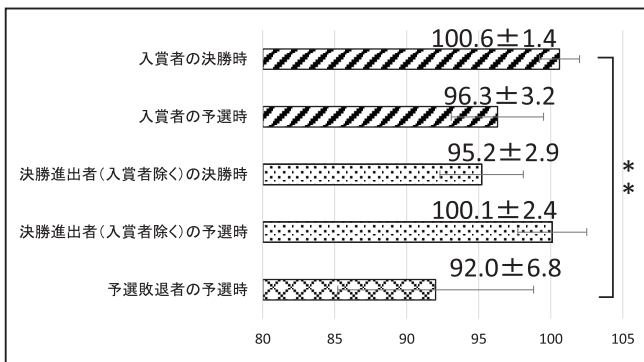


図 39 男子やり投の達成率

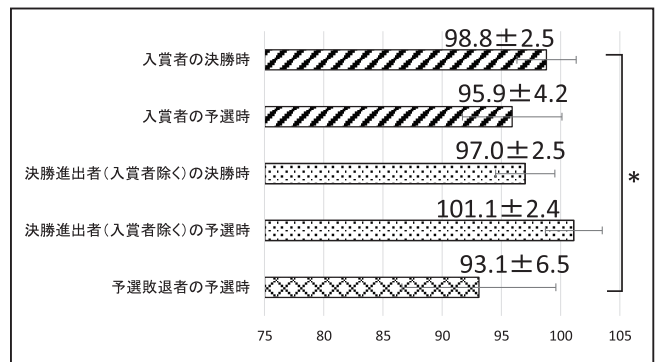


図 40 女子やり投の達成率

表 11 記録の平均と標準偏差（八種競技 男子）

	入賞者記録	人数	その他のIB	人数
八種競技	5093.69±211.23	8	5653.75±144.05	29 ***

表 12 記録の平均と標準偏差（七種競技 女子）

	入賞者記録	人数	その他のIB	人数
七種競技	4223.31±289.48	8	4890.25±237.14	26 ***

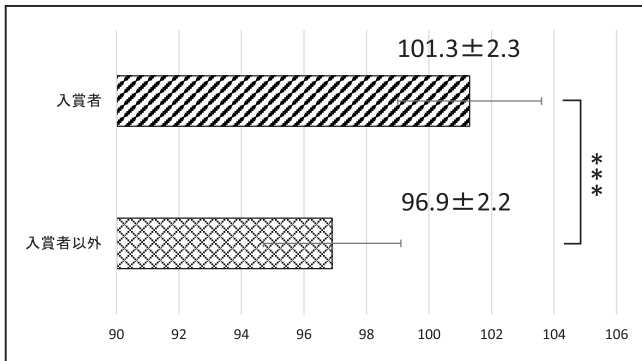


図 41 男子八種競技の達成率

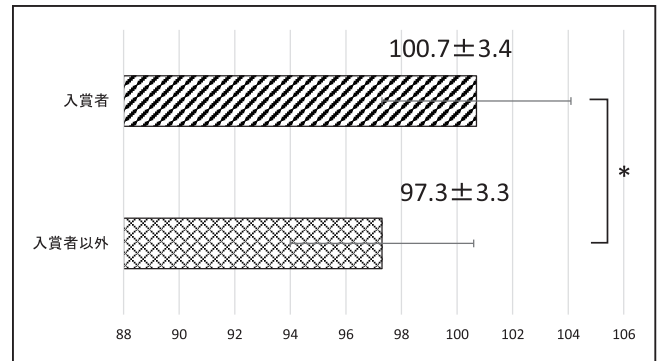


図 42 女子七種競技の達成率

時ほどの力を発揮出来ていないため、通過標準記録を突破することで力を使い果たしてしまったことが推察される。また、予選敗退者は通過標準記録が超えられず、また達成率(92～96%)も低いことから実力を発揮出来ていないことが示された。

種目ごとの傾向を見てみると、男女砲丸投の決勝進出者は、予選から決勝にかけて達成率が低下していない。入賞者の記録から見て通過標準記録が低いことから、予選で余力を残し、決勝で勝負しやすい種目であると考えられる。

男子円盤投では、入賞者の予選が97.9%に対し、決勝においては97.7%と低下している。この点について、円盤投の決勝が行われている時間帯の気象情報を確認すると、8月2日15:00の風向き南南西(投擲者の左後ろからの風)に2.3m/s、16:00の風向き南東(右からの横風)に3.8m/sであった。競技開始後から風速が上がり、風向きが変わっていること、また入賞者の8人中6人は3投以降に記録を更新できていないことから、風向きによる記録更新の妨げにも関与してしたことが推察される。

女子ハンマー投については予選がないため、通過標準記録は設けられてないが、入賞者とそれ以外者の達成率に有意差(P<0.05)が認められた。さらに記録の有意差(P<0.001)も認められたことから、入賞者が実力を発揮出来ていることが示された。女子ハンマー投は今年からインターハイ種目となり、参加人数が少なかったが、今後人数が増え予選が設けられた時には、調整方法の工夫が必要と考えられる。

6) 男子八種競技・女子七種競技

表 11 および 12 は、記録(得点)の平均と標準偏差の結果である。入賞者記録とその他のIBの記録には、男女とも有意差(P<0.001)が認められた。図 41 および 42 は、入賞者と入賞者以外の達成率の結果である。男子はP<0.001、女子はP<0.05の有意差が認められた。

入賞者は、達成率が男子101.3%、女子100.7%であり、入賞者とその他のIBの記録に差があることから、自身の実力を発揮し、さらに高い記録(得点)を出せる者が入賞できることが考えられる。混成競技とは、2日間で実施した複数の競技の記録を点数に換算し、その合計得点を競う種目であるため、競技力だけではなく、体力や調整能力にも左右される種目であると推察される。

IV まとめ

本研究の結果を以下にまとめた。

1. 全種目の記録達成率について、入賞者はSBに近い実力を発揮しており、その他の選手は、低い傾向であることが示唆された。
2. 男女100m・男女200m・男女400m・男子110mH・女子100mH・男女400H・男女800mは、男子200mと女子100mを除き入賞者とその他IBの記録に有意差が認められた。
3. 男女4×100mR・男女4×400mRは、男子4×100mRを除き、入賞者とその他IBの記録に有意差が認められた。
4. 男女1500m・女子3000m・男子5000m・男子3000mSC・男女5000m競歩は、入賞者とその他

IB の記録に有意差が認められた。

5. 男女走高跳・男子棒高跳・男女走幅跳・男子三段跳は、入賞者とその他 IB の記録に有意差が認められた。
6. 男女砲丸投・男女円盤投・男女ハンマー投・男女やり投は、入賞者とその他 IB の記録に有意差が認められた。
7. 男子八種競技・女子七種競技は、入賞者とその他 IB の記録に有意差が認められた。

文献

- 伊藤宏・安田睦 (2001) 100 m と 400 m トップスプリンターの試合構成 (試合運び) における自治力発揮度に関する研究. 陸上競技紀要, 第 14 巻, 62-71.
- 岡野進 (1995) 第 12 回広島アジア大会・陸上競技出場選手の成績 (記録) についての一考察. 陸上競技紀要, 第 8 巻, 24-34.
- 岡野進 (1996) 95 福岡ユニバシード大会 (陸上競技) における日本代表選手の競技成績についての一考察. 陸上競技紀要, 第 9 巻, 11-19.
- 岡野進 (2004) 「高校総体」(陸上競技) 走幅跳出場者の記録・記録達成率 (実力発揮度) についての分析—2003 年・長崎「高校総体」の場合. 陸上競技紀要, 第 17 巻 76-87.
- 日本陸上競技連盟編 (1990) 実践陸上競技トラック編, 大修館書店, 57.
- 日本陸上競技連盟公式サイト (<http://www.jaaf.or.jp/>) 参照日: 平成 29 年 10 月 1 日.
- 平成 29 年度全国高等学校総合体育大会
陸上競技大会秩父宮賜杯第 70 回全国高等学校陸上競技対校選手権大会 大会情報
(<http://www.jaaf.or.jp/competition/detail/704/>) 参照日: 平成 29 年 10 月 1 日.
- 平成 29 年度全国高等学校総合体育大会
陸上競技大会秩父宮賜杯第 70 回全国高等学校陸上競技対校選手権大会 競技結果
(<http://www.jaaf.or.jp/files/competition/document/704-7.pdf>) 参照日: 平成 29 年 10 月 1 日.
- 渡部誠・斎藤隆志・岡野進 (2006) 女子 4 × 400 m リレーにおける区間タイムからみたオーダーについての一考察. 陸上競技研究紀要, Vol. 2, 53-57.

日本陸連科学委員会研究報告 第16巻 (2017)
陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2017

序 文

2017年度における科学委員会の主な活動は、1. 種目別サポート活動（競技会や合宿などのパフォーマンス・コンディション分析、データフィードバックなど）、2. ロンドン世界陸上科学的支援活動（マラソン、競歩、4×100 mリレー、棒高跳）、3. ジュニア選手に関する活動（インターハイ、U18, 20選手権でのパフォーマンス分析、アンケート調査など）、4. マラソン・競歩の暑さ対策に関する調査研究・支援活動（マラソン夏季研修合宿、競技会や合宿帯同支援など）、5. 東京2020、ポスト2020に向けた活動（タレントトランスファー）、6. 科学的データ普及支援活動（研修会やセミナー開催など）などであった。

本委員会では、これまでブロック毎に主担当を配置し、強化委員会と連携しながら支援活動を実施してきたが、2017年4月以降は新強化体制のターゲット種目設定に伴い、そのターゲット種目毎に担当者を配置し、強化現場のニーズをきめ細かく汲み取る体制にシフトチェンジした。その成果として、強化現場とのスピード感のある双方向のやり取りによってパフォーマンスやコンディションにおけるバイオメカニクス、運動生理学などの諸科学データに基づく支援活動の充実が図られている。

本活動報告の中で特に2020年に向けた新しい取り組みとしては日本選手権リレーにおけるU18男女混合4×400 mリレーのレース分析についての活動報告があげられる。また、インターハイ入賞選手のアンケート調査についても各専門的見地から調査結果が報告され、今後役に立つ基礎的情報が集積されてきている。引き続き、強化現場のニーズに密着しながら個別的、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やトップからジュニア選手までを対象とした強化現場のニーズを先取りしたかたちの研究活動を展開していく予定である。

本書では主として2017年度に実施した上記の活動内容を報告というかたちで主担当が中心となってまとめたものであり、本年度は16編（昨年度14編）を掲載することができた。これらの活動報告を紐解くとロンドン世界陸上での日本選手団への貢献についてその一端をうかがい知ることができよう。また、本紀要の原著論文には本委員会活動の内容をまとめた「桐生祥秀選手が10秒の壁を突破するまでのレースパターンについて」とする論文が掲載されており、これまで積み重ねてきたデータの重要性を改めて感じることができる。

本活動報告書が選手の育成・強化に関わる全ての方々に資する貴重な情報となることを願ってやまない。今後も、強化委員会、普及育成委員会及び医事委員会等関連の委員会の先生方と緊密な連携を図りながらあと2年に迫った2020年に向けて選手強化支援活動を35名の科学委員会メンバーでより一層、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る次第です。

科学委員会委員長
杉田正明

2017年度 科学委員会メンバー

杉田 正明	日本体育大学
高松 潤二	流通経済大学
持田 尚	帝京科学大学
森丘 保典	日本大学
松林 武生	国立スポーツ科学センター
三浦 康二	独立行政法人日本スポーツ振興センター
浅田佳津雄	株式会社ウェザーニューズ
榎本 靖士	筑波大学
岡崎 和伸	大阪市立大学
奥野 真由	久留米大学
貴嶋 孝太	大阪体育大学
久保田 潤	独立行政法人日本スポーツ振興センター
後藤 一成	立命館大学
小林 海	独立行政法人日本スポーツ振興センター
小山 宏之	京都教育大学
佐伯 徹郎	日本女子体育大学
酒井 健介	城西国際大学
柴山 一仁	仙台大学
杉本和那美	弘前大学
鈴木 岳	株式会社 R-body project
須永美歌子	日本体育大学
田内 健二	中京大学
高橋 恭平	熊本高等専門学校
塚田 卓巳	愛知淑徳大学
禰屋 光男	びわこ成蹊スポーツ大学
広川龍太郎	東海大学
松尾 彰文	国立大学法人鹿屋体育大学
松生 香里	川崎医療福祉大学
真鍋 知宏	慶應義塾大学スポーツ医学研究センター
村上 雅俊	大阪産業大学
柳谷登志雄	順天堂大学
山口 太一	酪農学園大学
山中 亮	帝京平成大学
山本 宏明	北里大学メディカルセンター
渡辺 圭佑	公益財団法人岐阜県体育協会岐阜県スポーツ科学センター

※所属は2018年3月現在

日本陸連科学委員会研究報告 第16巻 (2017)
陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2017 目次

2017 シーズンにおける男女100mのレース分析および瞬間速度と瞬間加速度	154
松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 松林武生, 高橋恭平, 小林海, 杉田正明	
2017 年シーズンにおける200m走パフォーマンス分析	165
高橋恭平, 広川龍太郎, 小林海, 大沼勇人, 松林武生, 松尾彰文, 山中亮, 渡辺圭佑	
2017 年度競技会における男女400mのレース分析	174
山中亮, 高橋恭平, 小林海, 広川龍太郎, 松尾彰文, 柳谷登志雄, 渡辺圭佑, 吉本隆哉, 大沼勇人, 岩山海渡, 丹治史弥, 山本真帆, 松林武生	
日本代表男子4×100mリレーのバイオメカニクスサポート	183
～2017 ロンドン世界選手権における日本代表と上位チームとの比較～ 小林海, 大沼勇人, 吉本隆哉, 岩山海渡, 高橋恭平, 松林武生, 広川龍太郎, 松尾彰文, 土江寛裕, 荻部俊二	
日本選手権リレーにおけるU18男女混合4×400mリレーのレース分析	190
小林海, 山中亮, 高橋恭平, 松林武生, 広川龍太郎, 松尾彰文, 杉田正明	
3000m障害における障害前後のスピード変化	197
榎本靖士, 関慶太郎, 柴田篤, 白木駿佑, 杉本和那美	
2020年に向けたマラソンにおける暑熱対策の取り組み	200
杉田正明, 松生香里, 橋本峻, 岡崎和伸, 佐伯徹郎, 山澤文裕, 山下佐知子, 山中美和子, 坂口泰, 河野匡, 瀬古利彦	
ロンドン世界陸上および2020年東京オリンピックに向けた競歩における科学活動	205
岡崎和伸, 松生香里, 橋本峻, 山田里美, 今村文男, 杉田正明	
2017年国民体育大会における競歩種目の前額面内下胴キネマティクス	212
三浦康二, 永原隆, 渡辺圭佑	
男子走幅跳選手の助走における踏切4歩前からの接地位置および助走スピードの分析	214
- 日本ランキング上位選手の事例 - 柴田篤志, 小山宏之	

男子走幅跳選手の助走最高スピードと記録の関係・・・・・・・・・・・・・・・・	220
- 日本ランキング上位選手の縦断的測定結果の報告 -	
小山宏之, 柴田篤志, 久保理英	
男子三段跳選手の助走スピードと各歩の跳躍距離から見た現状分析・・・・・・・・	224
- 日本ランキング上位選手と世界大会出場海外選手との比較 -	
小山宏之, 柴田篤志, 久保理英	
2017年全国高等学校総合体育大会入賞選手のアンケート調査・・・・・・・・	231
— 相対年齢効果や運動・スポーツ歴に注目して—	
森丘保典, 須永美歌子, 貴嶋孝太, 真鍋知宏, 山本宏明, 酒井健介, 杉田正明	
2017年度 全国高等学校総合体育大会・・・・・・・・・・・・・・・・	234
陸上競技入賞者におけるサプリメント摂取状況	
酒井健介, 須永美歌子, 貴嶋孝太, 森丘保典, 真鍋知宏, 山本宏明, 杉田正明	
2017年全国高等学校総合体育大会入賞選手を対象としたアンケート調査・・・・・・・・	243
— 食生活とコンディションの関連性について—	
須永美歌子, 貴嶋孝太, 森丘保典, 真鍋知宏, 山本宏明, 酒井健介, 杉田正明	
2017年全国高等学校総合体育大会入賞選手を対象としたアンケート調査・・・・・・・・	248
— ストレス対処能力 SOC について— 〈途中経過報告〉	
山本宏明, 須永美歌子, 貴嶋孝太, 森丘保典, 真鍋知宏, 酒井健介, 杉田正明	

2017 シーズンにおける男女100mのレース分析および瞬間速度と瞬間加速度

松尾彰文¹⁾ 広川龍太郎²⁾ 柳谷登志雄³⁾ 松林武生⁴⁾ 高橋恭平⁵⁾ 小林海⁶⁾ 杉田正明⁷⁾
1) 鹿屋体育大学 2) 東海大学 3) 順天堂大学 4) 東京経済大学
5) 熊本高等専門学校 6) 日本スポーツ振興センター 7) 日本体育大学

緒言

100m レースでは、最高速度が記録との関係が密接(松尾ら、2016)であるが、この最高速度はスタートからの力発揮の累積の結果である。そこで、スタートから最高速度までの加速過程におけるピッチ・ストライドと速度との関係を見ることで最高速度向上の参考になると考え、これらの関係について検討した(松尾ら、2016)。その結果、ストライドは走速度の増加に伴い直線的な増加傾向が全員にみられたが、ピッチでは、全体的な傾向は明確ではなく、個別にみると、直線傾向があるアスリートがいたり、ほぼ一定の値を示すアスリートがいたりした。このような変化は、時々刻々と変化する神経系や筋活動による力発揮の累積であることから、瞬間速度および瞬間加速度にすることで、時々刻々と変化する速度に対応した指標が必要であろう。

従来の速度分析では、レーザー式速度測定装置の計測値のばらつきを減少させるために用いるデジタルフィルターの遮断周波数の影響を少なくするため、10m 区間ごとの平均速度としてきた(松尾ら、2010、2011、2015、2016)。この方法によると最高速度、最高速度が到達した10mの区間、加速過程の評価でも区間ごとの速度変化であった。そこで、スタートから時々刻々と疾走速度、加速度は変化に対応するため瞬間的な速度や加速度を算出する数学的な方法を試みることにした。

そこで、2017年シーズンにおいて科学委員会として行った男女100mレース分析結果の報告とともに、10mごとの通過タイムから、10mごとの瞬間速度および瞬間加速度の評価法について提案することとした。

方法

1. 2017 シーズンの分析

織田記念(織田)、セイコーゴールデングランプリ(GGP)、布勢スプリント(布勢)、日本選手権(NCA)、ロンドン世界選手権大会(WCA)、および国民体育大会(NSF)をレース分析対象の大会とした。ハードルの設置位置を示すマーキングを参考にし、スローモーション撮影(120fps~300fps)ができるカメラ(HSV)を6台から11台(大会により異なる)でスタート時の閃光からフィニッシュまでをパニング撮影を行った。

2. 速度、ピッチ・ストライドの分析

スタンドに設置したHSVで撮影した映像から、10mごとの通過タイム、区間平均速度、スタートから4ステップごとのピッチおよびストライドを従来の方法(松尾ら、2010、2015、2016)により分析した。

2.1. 区間通過タイム、平均区間速度

ホームストレッチのハードル位置を示すマーキングを参考に、通過時間を分析し、時間と距離の関係から10mごとの通過時間を内挿法により算出した。さらに、区間ごとの通過時間、平均速度、最高速度、最高速度到達区間、速度逓減率を求めた。

2.2. 通過地点の瞬間速度と瞬間加速度の計算

10mごとの通過地点の瞬間速度および瞬間加速度は、通過地点のスタートからの距離時間の関係を時間で微分することで算出した。瞬間速度を求めようとする地点(x1)とその前後1点(x0、x2)ずつをあわせた3点の時間とスタートからの距離から最小二乗法近似により2次の多項式(式1)を求める。さらに、式1のx1時点における接線の傾きが速度に相当するので、式1を微分した導関数からx1時

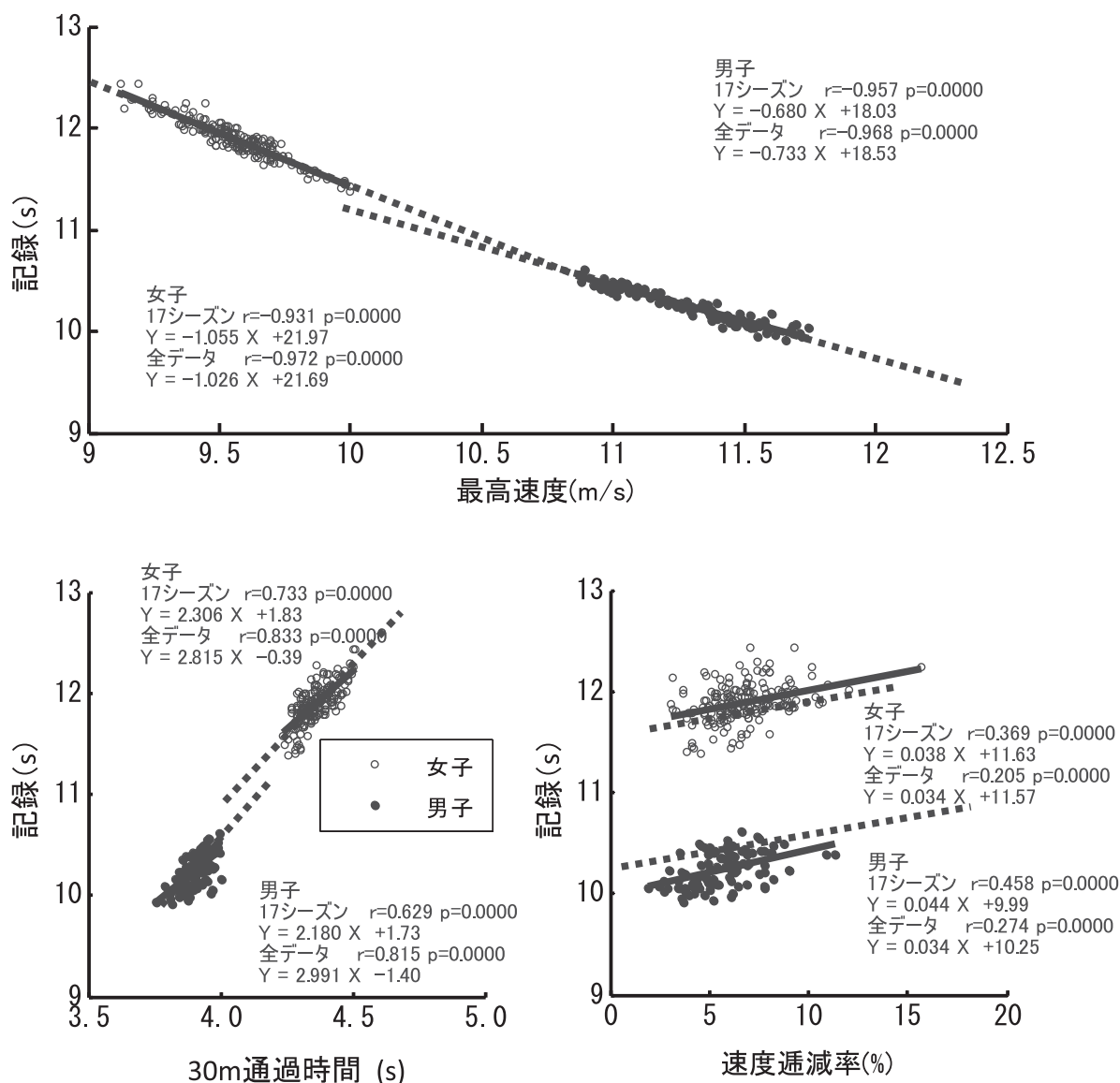


図1 2017シーズンにおける男女別に見た最高速度（上段）、30 mラップタイム（下段左）、速度逡減率（下段右）と記録との関係

点の傾きを求め、速度とした。瞬間加速度は、時間と速度の2次多項式を微分した導関数からx1時点の傾きとした。スタート地点およびフィニッシュ地点の速度と加速度は、10m地点の導関数もしくは90m地点の導関数を用いて時間ゼロ時点、フィニッシュ時点の値を算出した。

2.3. ピッチ・ストライド分析

速度分析で用いた映像から、主要な選手を対象にスタート1ステップ目からフィニッシュラインを通過した後のステップまでを4ステップごとにつま先が着地した時間を分析した（松尾ら、2011）。なお、100mに要したステップ数を求めるために、フィニッシュ直前と直後の1ステップの着地時間を分析した。着地時間から4ステップの平均ピッチ・ストライド、100mのステップ数、最高速度区間のピッチ・

ストライド、レース中の最大値を分析した（松尾ら、2011）。

結果と考察

2017シーズンの6大会で分析した人数は男子では102名、100mの記録の平均値と標準偏差が10.24秒±0.17秒、女子では148名、11.86秒±0.18秒であった（表1）。

1. レース分析結果

2017シーズンの測定結果を男女別に、分析結果から記録でみた上位30位までの速度およびピッチ・ストライドの値を表2（男子）、表3（女子）に示した。男子の最速データはWCAにおけるGATLIN選手の9.92秒（風-0.8m/s）、最高速度が11.66m/sであった。

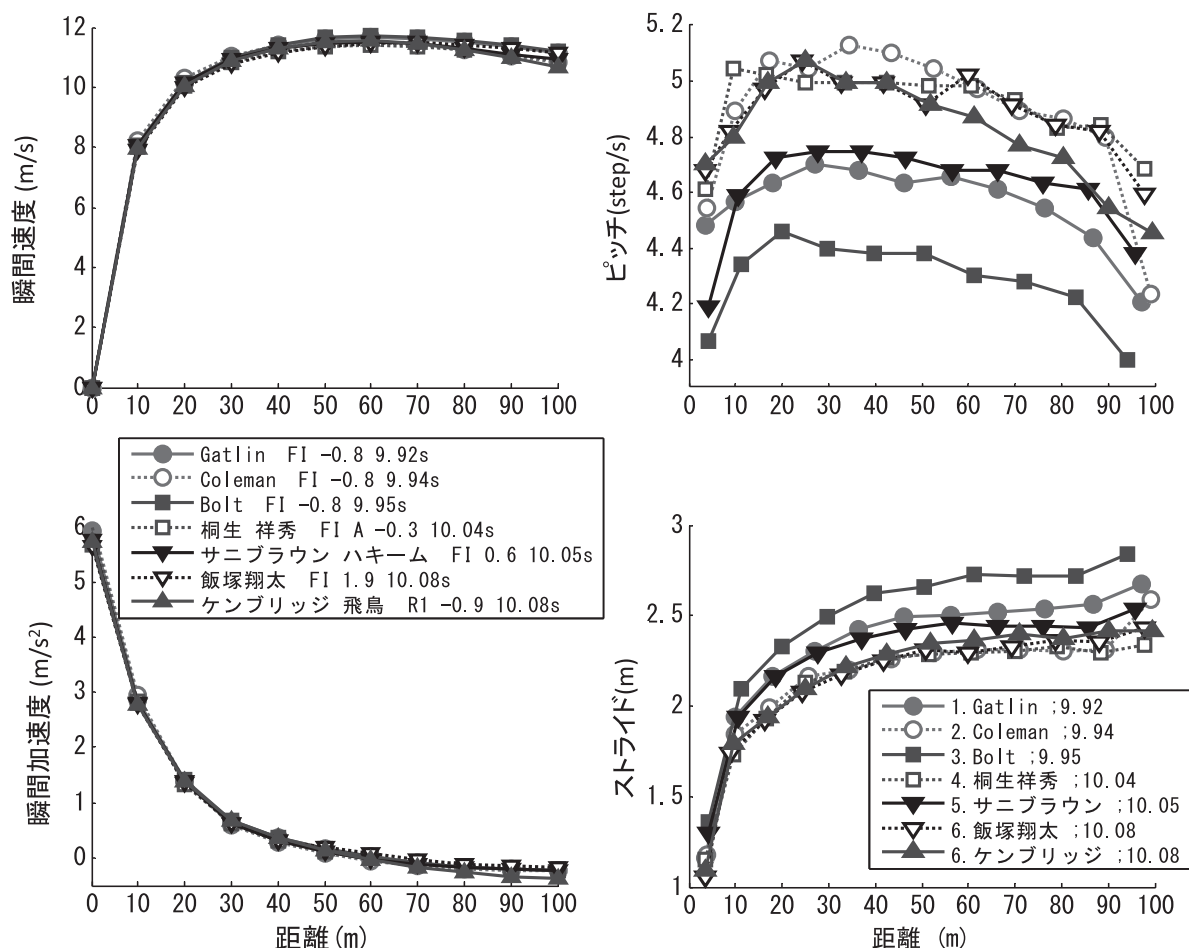


図2 2017シーズン男子における世界選手権上位3名と分析結果の日本選手上位4名の瞬間速度（上段左）、瞬間加速度（下段左）、ピッチ（上段右）およびストライド（下段右）のスタートからフィニッシュまでの変化

日本人最速データは織田の桐生選手の10.04秒（風-0.3m/s）、最高速度が11.42m/sであった（桐生選手の9.98秒は小林らが報告）。女子についてみると最速データは布勢における市川選手の11.38秒（風2.1m/s）、最高速度は10.00m/sであった。

2. 記録と最高速度、30m通過タイムおよび速度逓減率

記録と最高速度、30m通過時間、速度逓減率との関係をそれぞれで男女別にみたものが図1である。図中には、男女別に17シーズンと科学委員会の全データでみた回帰分析結果を示した。各図ともに、太線が17シーズンで点線が全データでみた回帰直線である。どの項目ともに記録とは統計的に有意な相関関係 ($p < 0.001$) がみられた。相関係数がかつとも高かったのは、最高速度でみられた負の相関係数（男子； $r = -0.957$ 、女子； $r = -0.931$ ）であり、ついで30m通過時間（男子； $r = 0.629$ 、女子； $r = 0.733$ ）、もっとも低い係数は速度逓減率（男子； $r = 0.458$ 、女子； $r = 0.369$ ）であった。最高速度と記

録、30m通過時間と記録との関係では、17シーズンの分布および回帰式はほぼ全データと同様の値であった。速度逓減率では、17シーズンと全データ

表1 2017シーズンにおいて大会別にみた分析人数と記録の平均値、標準偏差、最小値、最大値

大会	男子	女子	
織田記念(織田)	13	37	
ゴールデングランプリ(GGP)	5	8	
布勢スプリント(布勢)	16	26	
日本選手権(NCA)	19	29	
世界選手権(WCA)	36		
国民体育大会(NSF)	13	48	
合計	102	148	
記録(s)	平均	10.24	11.86
	標準偏差	0.17	0.18
	最小値	9.92	11.38
	最大値	10.61	12.44

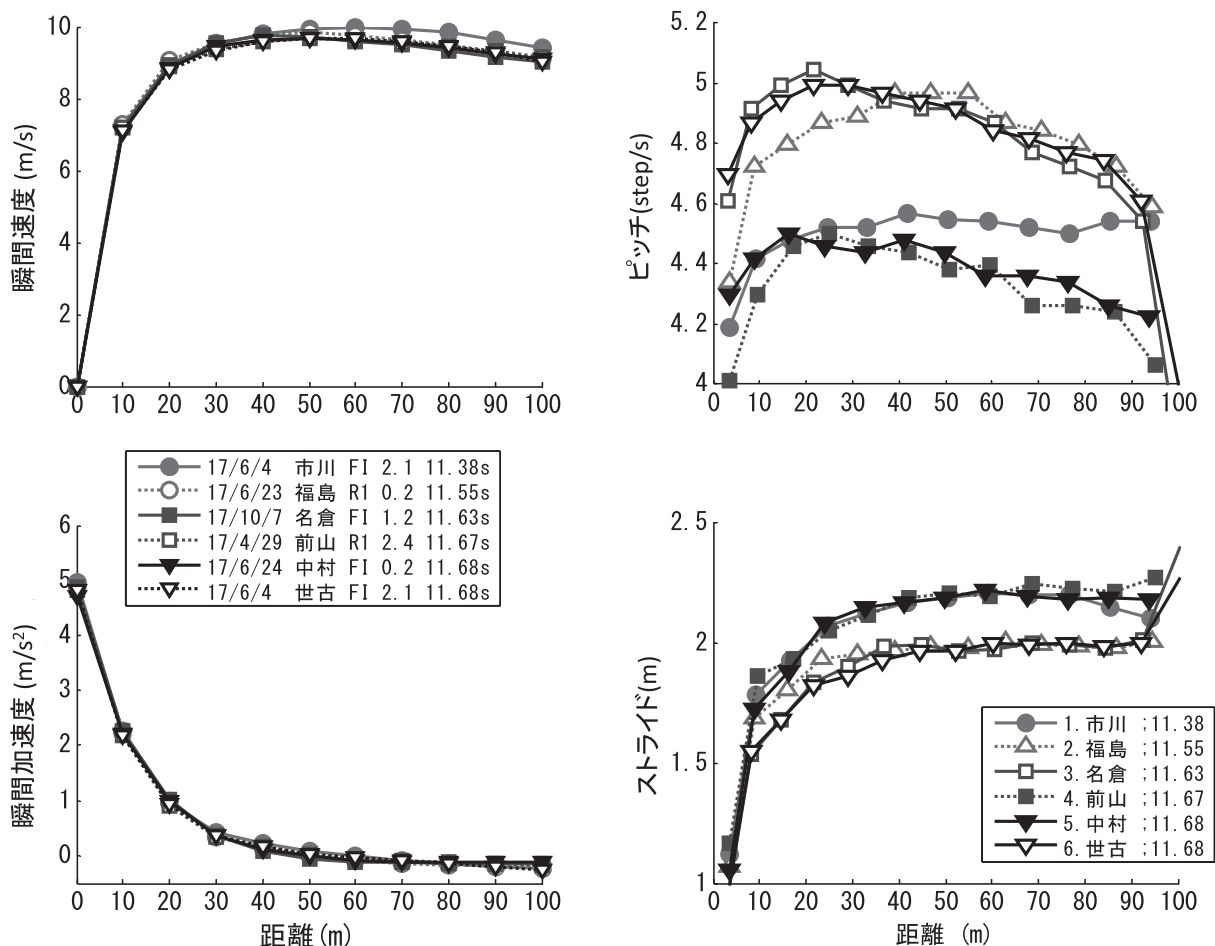


図3 2017シーズン女子における日本選手上位6名の瞬間速度（上段左）、瞬間加速度（下段左）、ピッチ（上段右）およびストライド（下段右）のスタートからフィニッシュまでの変化

の比べると、男子では17シーズンの値が、記録が良い方に分布しており、女子では逆に記録が悪い方に分布する傾向であった。

3. 瞬間速度、瞬間加速度、ピッチ・ストライドの変化

瞬間速度（左上）、瞬間加速度（左下）、ピッチ（右上）・ストライド（右下）のスタートからの距離で見た変化を、男子について示したものを図2、女子を図3に示した。

瞬間速度の変化をみると、男女ともに従来から報告してきた平均速度と、概ね同様の变化傾向であった。一方、瞬間加速度を見ると、0m地点がもっとも大きく、急激に減少し、概ね瞬間最高速度に達する50mから70m付近からは負の値になる。0m地点の瞬間加速度は、0m、10mと20m地点のデータから算出されたもので、実際の0m地点のものとは異なると思われる。詳細な検討が必要である。

男子の瞬間速度、瞬間加速度をみると、スタート時にGatlin選手が高い値を示していることと、最高速度到達後の瞬間速度の低下と瞬間加速度に個人

差がみられた。一方の女子では市川選手では瞬間速度の変化で見ると40mから他の選手に比べて高い値であった。瞬間加速度を見ると40mから60mで高い値がみられたがそのあとは他の選手とほぼ同水準の値であった。このことは後半の疾走速度の差は、40mから60mの加速度によるものであろうと推察できる。

ピッチおよびストライドは4ステップごとの値である。変化を見ると、男女ともにスタートから20m付近までは増加したのちフィニッシュまで減少するパターン、もう一度増加しフィニッシュまで減少するパターン、また、福島選手やColeman選手のように30mから40m付近で最高値となったあと減少するパターンもあった。共通していることがらは、フィニッシュ付近でピッチは減少する傾向にあることがわかった。また、多くの選手で、瞬間速度が最高値に達する前にピッチでは最高値に到達する傾向が見られた。

ストライドをみると10m付近までは顕著な増加傾向であるが次第に増加は少なくなり、最高速度が出現した後でもわずかであるが増加する傾向が見られ

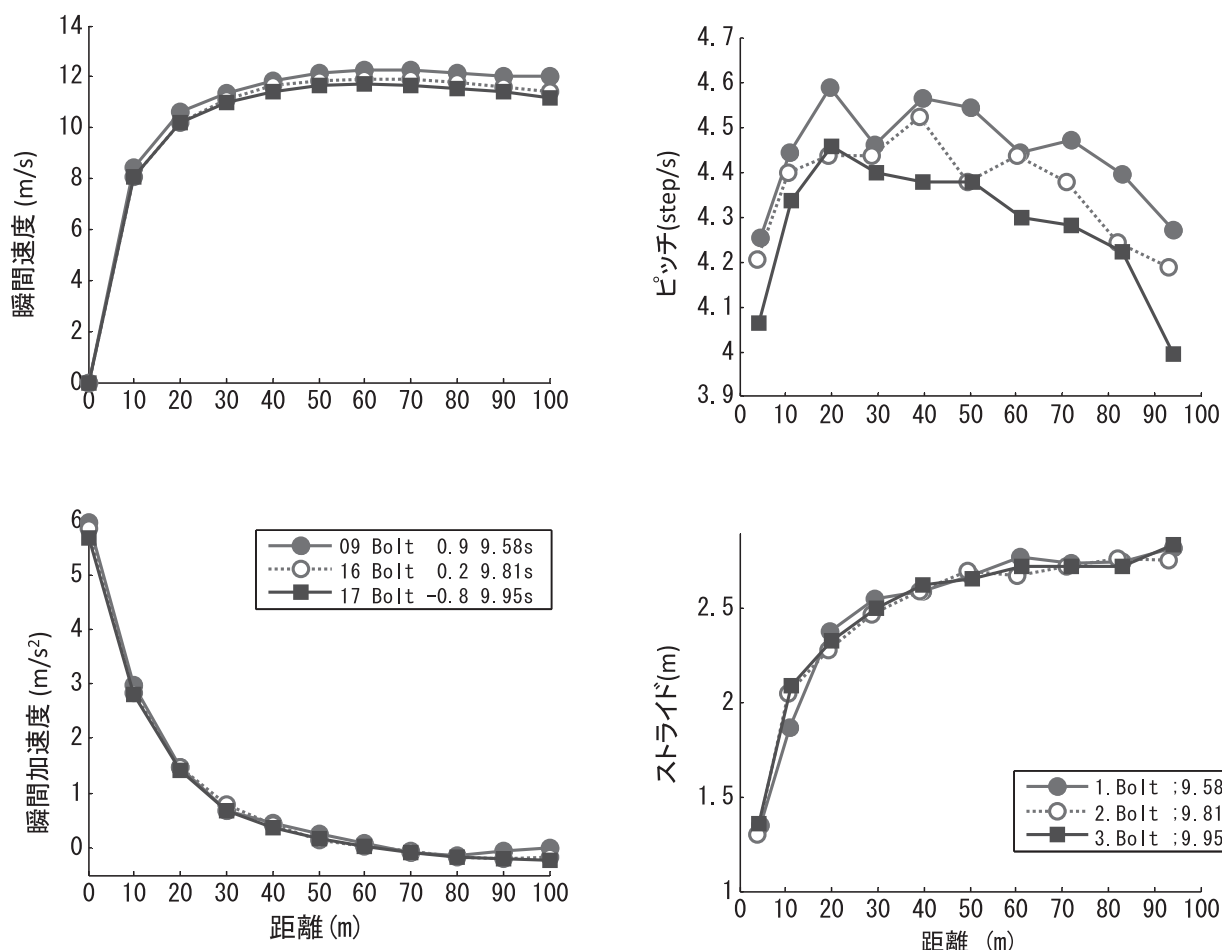


図4 Bolt選手のベルリン世界選手権(09)、リオオリンピック(16)およびロンドン世界選手権(17)の瞬間速度(上段左)、瞬間加速度(下段左)、ピッチ(上段右)およびストライド(下段右)のスタートからフィニッシュまでの変化

た。その後、フィニッシュまではほぼ一定の値もしくは長くなる傾向が見られている。このような傾向は、従来から報告されているものとほぼ同様のものであった(松尾ら、2010)。

図4にはBolt選手のベルリン世界選手権(2009)の9.58秒、リオオリンピック(2016)の9.81秒とロンドン世界選手権(2017)の9.95秒のときの瞬間速度、瞬間加速度、ピッチとストライドの変化を示した。瞬間速度をみると9.58秒のときは10mから高い値を示しており、フィニッシュ手前でも減少がすくなかったことが明らかである。瞬間加速度をみると0m地点、10m地点、40m~60m地点で高く、最後の90mと100mでも高い値であった。これらのことから、Bolt選手の9.58秒では、スタート付近と中間で加速が特徴的あり、フィニッシュ手前でも減速していなかったことが明らかである。ピッチとストライドをみると、9.58秒の 때가全体的にピッチが高く、ついで9.81秒、そして9.95秒のときがもっとも低い値であった。ストライドをみると9.58秒のときは10m付近では小さな値であるが、20m~

30m、最高速度付近の60m付近では明らかに長いストライドである。これら3つの例から、Bolt選手はストライドよりもピッチで記録が影響されていたようだ。

4. 最高速度時のピッチ・ストライドの関係

最高速度時のピッチとストライドの関係を男子について見たものが図5であり、女子について見たものが図6である。図中の斜めの線は等速度曲線で、男子では10.0m/sから12.5m/sまで、女子では9.0m/sから11.0m/sまでの速度を示した。また、2017シーズンのデータには氏名と記録を示し、比較対象のデータを小さな●で示した。さらに、ピッチとストライドのトップアスリートの平均値と標準偏差(松尾ら、2016)を横軸と縦軸に値とラインで示した。

男子では、世界選手権上位3名と分析した日本選手上位10名をプロットした。さらに、Bolt選手の9.58秒(世界記録)のプロットを明示した。ピッチで1標準偏差よりも速いのは、九鬼選手、遅いのはBolt選手であった。ストライドでみると1標準

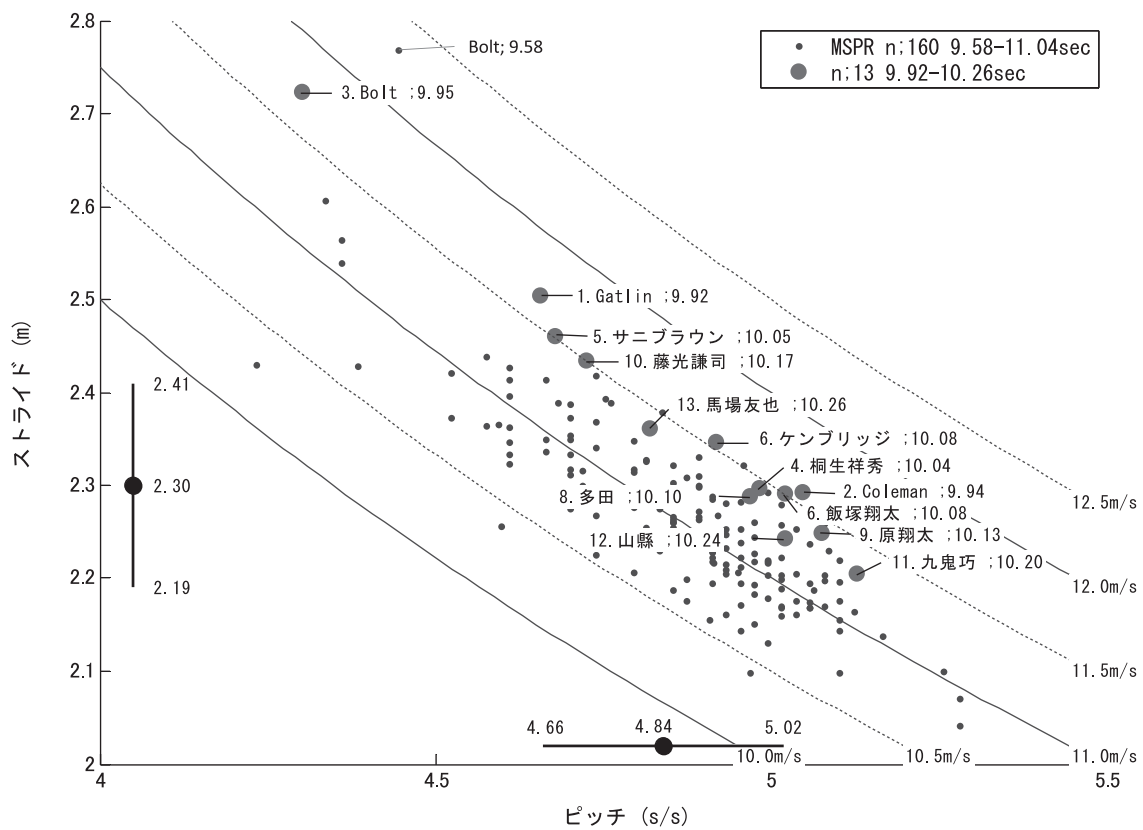


図5. 男子における世界選手権上位3名と日本選手上位10名の最高速度時のピッチとストライドの関係 横軸および縦軸の中央付近の値は平均値と±1標準偏差値 (松尾ら、2016)
 斜めの線は等速度線 (10.0 m / s ~ 12.5 m / s) であり、小さな点は9.58秒から11.04秒までのデータである。

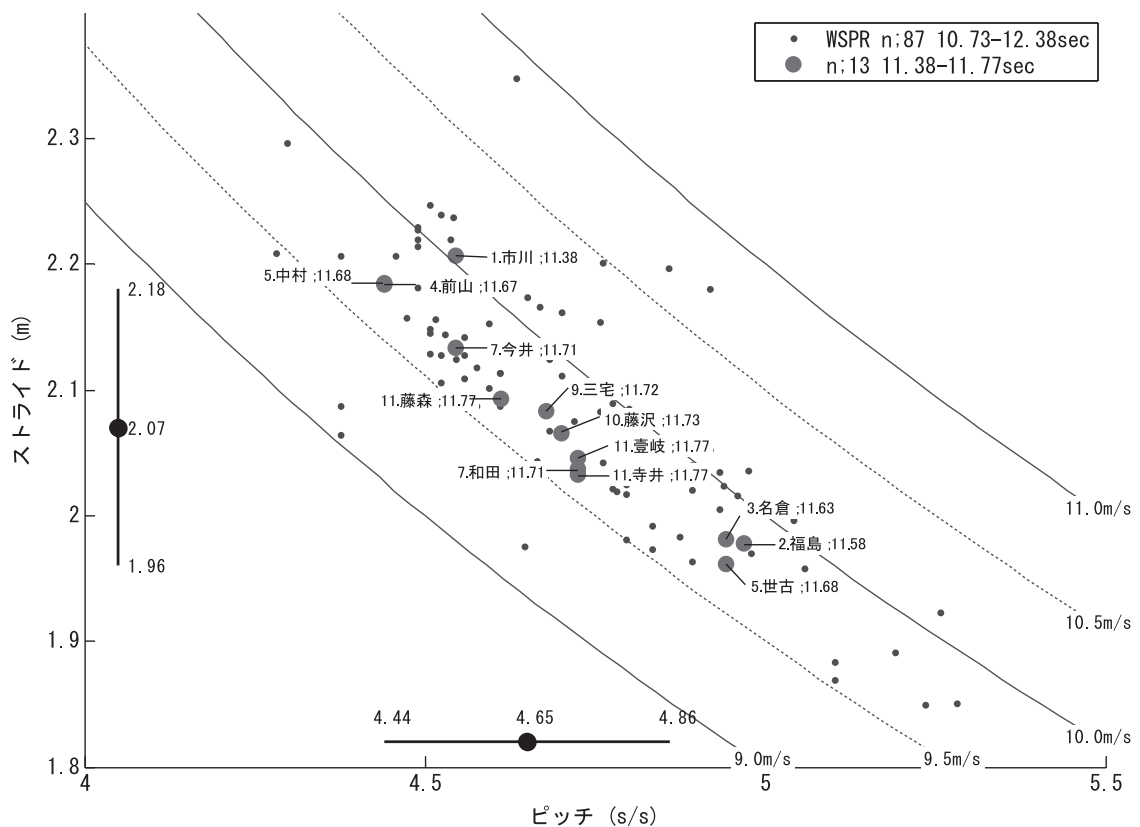


図6. 女子における日本選手上位13名の最高速度時のピッチとストライドの関係 横軸および縦軸の中央付近の値は平均値と±1標準偏差値 (松尾ら、2016)

偏差よりも長いのは Bolt 選手、Gatlin 選手、サニーブラウン選手と藤光選手であった。Bolt 選手のストライドはおよそ 4 標準偏差ほど長くて、ピッチは、3 標準偏差遅い値であった。このことから、Bolt 選手は、ピッチが遅いことよりも、ストライドが長いことの方が全体よりもかけ離れていたと考えることができる。

女子では、分析日本選手の上位 13 名をプロットした。ここでも 1 標準偏差を基準にみても、ピッチが速いのが福島選手、名倉選手、世古選手らであり、ストライドが長いのは市川選手、前山選手と中村選手であった。また、三宅選手、藤沢選手や藤森選手は平均値に近い値であった。

このように、測定データ全体の平均値と比較することで個人特性の傾向を数値でみることもできるものと思われる。

5. ピッチ・ストライド、瞬間最高速度の到達距離と時間

瞬間速度の最高値は 50m ~ 70m 付近で達するが、これよりも前にピッチが最高値に達し、ストライドはこのあとにで最高値に達する傾向にある。そこで、17 シーズンを対象に、ピッチ・ストライドと瞬間最高速度が最高値に達する距離と時間を分析した結果を男女別に表 4 に示した。

到達距離の平均値をみるとピッチでは男子が 30m、女子が 25m、瞬間速度では男子が 57m、女子が 48m で、ストライドでは男子が 77m、女子が 68m であった。スタートからピッチが最高値に達し、次に瞬間速度が、最後にストライドが最高値に達する傾向にあることが明らかになった。男女差、t 検定でみると有意な差であり、女子の方がすべてスタート側で最高値に達していた。一方の到達時間でみると、ピッチ、瞬間最高速度、ストライドともに、男女差は有意ではなかった。これらのことから、100m では、スタートからまずピッチが最高値に達したあと、ストライドが伸びながら最高速度に達したのちに、レース後半になってストライドが最高値に達する傾向にあるが、距離では男女差がみられるが、時間でみると男女差がないことが明らかになった。

まとめ

2017 シーズンにおける織田記念、SGGP、布勢スプリント、日本選手権、世界選手権および国体においてビデオ方式にて撮影した動画から、男女 100m レース中の選手の疾走速度、ピッチ・ストライドを

スタートからフィニッシュまでの変化を分析した。

1. 2016 シーズンにおける分析結果をみると、男子では 102 例あり、最速は WCA における Gatlin 選手の 9.92 秒（風 -0.8m/s）、最高速度が 11.66m/s であった。女子では 148 例あり、布勢の市川選手の 11.38 秒（風 2.1m/s）、最高速度が 10.00m/s であった。
2. 2017 シーズンの分析結果では、100m の記録と最高速度、30m 通過時間、速度逓減率との関係を見るとどの項目ともに統計的に有意な相関関係 ($p < 0.001$) がみられ、全データとほぼ同様の傾向であった。速度逓減率では、17 シーズンと全データの比べると、男子の値は、記録が良い方に分布しており、女子では逆に記録が悪い方に分布する傾向であった。
3. 10m ごとの通過地点の瞬間速度、また、瞬間加速度を算出し、スタートからの変化についてみた。瞬間速度の変化は、従来からの区間ごとの平均速度とほぼ同様の傾向であった。瞬間加速度はスタート時が最も高く、最高速度以降は負の値を示す傾向であった。瞬間速度を時間で微分することで瞬間的な加速度変化を求めることが可能であることが示された。
4. 瞬間速度、ピッチおよびストライドのそれぞれで最高値に達する距離と時間を集計した。その結果、男女ともに、最初にピッチが最高値に達し、ついで瞬間速度、最後にストライドが最高値に達する傾向があった。また、男女で比較すると距離では明確な差が見られたが、時間では有意な差ではなかった。

参考文献

1. 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
2. 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
3. 松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、松林武生、高橋恭平、小林海、杉田正明、2015 シーズンと記録別にみた男女 100 m のレース分析について、陸上競技研究紀要、11、141-149、2015

4. 松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、松林武生、高橋恭平、小林海、杉田正明、2016 シーズンおよび全シーズンでみた男女 100 m の速度分析とピッチ・ストライド分析について、陸上競技研究紀要、12、58-62、2016

表 3. 17 シーズンに科学委員会で分析した女子の 100 m レース分析結果一覧表

氏名	大会	ラウンド	風	記録	m/s	最高速度										途中経過										区間速度										項目	経過	底速度	%
						出現区間	最高速度	出現時間	出現区間	最高速度	出現時間	出現区間	最高速度	出現時間	出現区間	最高速度	出現時間	出現区間	最高速度	出現時間	出現区間	最高速度	出現時間	出現区間	最高速度	出現時間	出現区間	最高速度	出現時間	出現区間	最高速度	出現時間	出現区間	最高速度	出現時間				
1 市川 華真	布勢	FI	2.1	11.38	10.00	50m-60m	6.80	2.02	1.17	3.19	4.25	5.29	6.30	7.30	8.30	9.31	10.33	11.38	48.9	4.38	2.00	4.54	2.21	4.57	41.7	5.46	2.21	58.2	7.21										
2 LAJUMA-DOLLIO Ivet	GP	FI	-1	11.40	10.00	70m-80m	8.84	2.04	1.18	3.22	4.28	5.31	6.33	7.34	8.34	9.34	10.36	11.40	50.5	4.43	1.98	4.52	2.21	4.88	15.7	2.73	2.21	99.2	10.59										
3 MEOJMS Tsema	GP	FI	-1	11.44	9.88	50m-60m	6.83	2.06	1.18	3.24	4.30	5.32	6.33	7.33	8.34	9.35	10.37	11.44	52.4	4.58	1.91	4.82	2.07	4.92	30.3	4.33	2.13	78.8	9.33										
4 BREEM Melissa	織田	RI	2.4	11.46	9.88	40m-50m	5.83	2.06	1.17	3.23	4.30	5.33	6.34	7.35	8.36	9.37	10.41	11.46	50.7	4.43	1.97	4.59	2.17	4.75	22.9	3.54	2.27	91.5	10.57										
5 BARTOLETTA Tianna	GP	FI	-1	11.47	9.88	50m-60m	6.83	2.05	1.18	3.24	4.29	5.32	6.32	7.33	8.34	9.36	10.40	11.47	50.3	4.39	1.99	4.66	2.14	4.72	40.7	5.28	2.22	92.3	10.64										
6 WILLIAMS Charonda	GP	FI	-1	11.49	9.81	50m-60m	6.84	2.07	1.17	3.24	4.30	5.32	6.33	7.34	8.36	9.38	10.41	11.49	50.1	4.36	2.00	4.68	2.12	4.70	32.6	4.57	2.21	84.2	9.81										
7 福島 千里	NCA	RI	0.2	11.55	9.85	40m-50m	5.80	2.05	1.15	3.20	4.25	5.29	6.30	7.32	8.35	9.40	10.46	11.55	54.4	4.71	1.84	4.97	1.98	4.97	39.0	5.19	2.00	94.6	10.96										
8 WISIL Teoa	GP	FI	-1	11.58	9.83	40m-50m	5.81	2.05	1.16	3.21	4.27	5.31	6.32	7.35	8.38	9.37	10.47	11.58	54.5	4.70	1.84	5.02	1.96	5.05	22.7	3.50	2.00	86.3	9.88										
9 名倉 千晃	NSF	FI	1.2	11.63	9.78	40m-50m	5.79	2.00	1.18	3.18	4.25	5.28	6.30	7.34	8.39	9.45	10.53	11.63	54.6	4.69	1.83	4.94	1.98	5.05	21.7	3.36	2.01	92.4	10.80										
10 前山 英彦	織田	RI	2.4	11.67	9.70	40m-50m	5.88	2.05	1.17	3.22	4.31	5.36	6.39	7.43	8.47	9.52	10.59	11.67	49.1	4.21	2.04	4.44	2.19	4.50	25.1	3.78	2.24	66.5	8.31										
11 世吉 和	布勢	FI	2.1	11.68	9.69	40m-50m	5.89	2.05	1.18	3.23	4.32	5.37	6.40	7.43	8.47	9.52	10.59	11.68	54.9	4.70	1.82	4.94	1.96	5.00	21.6	3.41	2.00	60.1	7.45										
12 中村 水月	NCA	FI	0.2	11.68	9.69	40m-50m	5.87	2.06	1.18	3.24	4.32	5.36	6.39	7.42	8.46	9.51	10.61	11.68	49.8	4.26	2.01	4.44	2.18	4.50	16.2	2.79	2.22	56.7	7.29										
13 今井 沙緒里	NCA	RI	0.2	11.71	9.69	40m-50m	5.91	2.09	1.18	3.27	4.35	5.39	6.42	7.46	8.50	9.55	10.62	11.71	50.4	4.31	1.98	4.54	2.13	4.70	22.7	3.36	2.17	73.3	8.85										
14 和田 麻希	織田	RI	2.4	11.71	9.63	40m-50m	5.87	2.02	1.18	3.20	4.28	5.35	6.39	7.43	8.48	9.53	10.61	11.71	53.1	4.53	1.88	4.72	2.04	4.80	23.1	3.54	2.07	63.3	7.77										
15 三宅 奈緒香	織田	RI	2.4	11.72	9.74	40m-50m	5.84	2.03	1.18	3.21	4.28	5.33	6.35	7.40	8.45	9.50	10.61	11.72	52.2	4.46	1.91	4.68	2.08	4.75	31.4	4.43	2.09	47.8	6.13										
16 藤沢 沙也加	織田	RI	2.3	11.73	9.74	40m-50m	5.90	2.07	1.19	3.25	4.34	5.39	6.42	7.45	8.50	9.54	10.63	11.73	50.9	4.34	1.96	4.70	2.07	4.71	15.9	2.77	2.11	72.9	8.80										
17 藤森 安奈	NSF	SF	0.5	11.77	9.64	40m-50m	5.87	2.05	1.18	3.24	4.30	5.35	6.39	7.43	8.49	9.56	10.66	11.77	52.0	4.42	1.92	4.61	2.09	4.75	15.2	2.68	2.11	55.7	6.88										
18 寺井 美穂	布勢	RI	0.8	11.77	9.62	40m-50m	5.87	2.02	1.18	3.20	4.29	5.35	6.39	7.44	8.50	9.56	10.66	11.77	53.4	4.53	1.87	4.72	2.03	4.80	38.5	5.20	2.04	54.7	6.89										
19 香根 いらこ	NCA	RI	0.2	11.77	9.66	50m-60m	6.96	2.10	1.17	3.28	4.35	5.41	6.44	7.48	8.52	9.56	10.67	11.77	53.4	4.54	1.87	4.72	2.05	4.87	30.3	4.38	2.05	95.0	11.21										
20 松田 優美	布勢	FI	3.1	11.78	9.64	50m-60m	6.99	2.10	1.19	3.28	4.37	5.43	6.47	7.50	8.55	9.56	10.68	11.78	53.9	4.57	1.86	4.70	2.05	4.82	7.9	1.78	2.06	77.8	9.37										
21 佐藤 日奈子	NSF	SF	0.5	11.79	9.58	50m-60m	6.96	2.07	1.19	3.25	4.33	5.39	6.44	7.49	8.54	9.57	10.69	11.79	54.1	4.59	1.85	4.82	1.99	4.89	37.6	5.14	2.10	93.2	11.04										
22 西原 香穂	織田	FI	2	11.79	9.64	40m-50m	5.90	2.05	1.20	3.24	4.32	5.38	6.42	7.47	8.53	9.58	10.68	11.79	53.6	4.55	1.86	4.77	2.02	4.87	29.3	4.25	2.11	94.4	11.17										
23 志摩 ひかる	NSF	SF	0.5	11.81	9.65	40m-50m	5.92	2.10	1.19	3.29	4.35	5.40	6.44	7.48	8.53	9.57	10.69	11.81	50.9	4.31	1.97	4.61	2.10	4.88	24.0	3.72	2.15	57.4	7.21										
24 小串 美沙季	NSF	SF	0.7	11.81	9.53	50m-60m	7.02	2.11	1.20	3.30	4.38	5.45	6.50	7.55	8.60	9.64	10.72	11.81	53.0	4.49	1.89	4.66	2.05	4.80	30.2	4.40	2.09	62.6	7.82										
25 杉山 美真	布勢	RI	0.8	11.81	9.58	40m-50m	5.88	2.04	1.17	3.21	4.30	5.36	6.40	7.45	8.52	9.57	10.70	11.81	54.7	4.63	1.83	4.92	1.95	5.10	14.1	2.52	2.00	59.0	7.35										
26 浦添 佳那子	NSF	SF	0.7	11.83	9.52	40m-50m	5.88	2.05	1.18	3.23	4.29	5.35	6.40	7.45	8.51	9.56	10.68	11.83	55.0	4.65	1.82	4.84	1.96	5.00	21.7	3.41	1.99	68.6	8.37										
27 竹内 葵香	NCA	RI	-0.9	11.83	9.59	30m-40m	7.02	2.07	1.19	3.26	4.33	5.37	6.42	7.47	8.53	9.58	10.72	11.83	54.6	4.62	1.83	5.13	1.88	5.16	29.3	4.26	1.89	44.3	5.62										
28 島田 汐絵	NCA	RI	-0.1	11.83	9.48	40m-50m	5.85	2.02	1.17	3.19	4.27	5.32	6.38	7.44	8.51	9.57	10.71	11.83	53.1	4.49	1.88	4.72	2.02	4.80	15.3	2.64	2.06	87.3	10.40										
29 伴野 里緒	NSF	SF	0.7	11.84	9.54	50m-60m	7.00	2.08	1.20	3.30	4.38	5.45	6.50	7.55	8.60	9.64	10.74	11.84	49.4	4.17	2.02	4.52	2.21	4.44	16.4	2.84	2.25	94.5	11.24										
30 田中 雷英	布勢	RI	1.1	11.84	9.76	40m-50m	5.85	2.10	1.16	3.26	4.31	5.34	6.37	7.42	8.49	9.56	10.71	11.84	48.8	4.12	2.05	4.44	2.21	4.44	63.7	5.72	2.21	43.7	5.72										

表4 2017シーズンの男女別に見た瞬間速度、ピッチ、ストライドのそれぞれの最高値の到達距離と到達時間の平均値と男女平均値の検定結果

性別	項目	到達距離 (m)			到達時間 (秒)		
		ピッチ	最高瞬間速度	ストライド	ピッチ	最高瞬間速度	ストライド
男子 n=102	平均値	29.27	57.32	77.27	3.72	6.35	8.15
	標準偏差	10.18	3.92	11.46	0.96	0.35	1.03
	最小値	3.28	49.67	51.31	0.98	5.66	5.02
	最大値	50.81	68.02	95.18	5.94	7.29	9.77
女子 n=148	平均値	24.79	48.21	68.12	3.76	6.28	8.38
	標準偏差	9.04	4.10	17.45	0.98	0.44	1.85
	最小値	7.44	39.31	38.58	1.76	5.38	5.20
	最大値	54.70	65.22	94.97	6.87	8.16	11.33
男女差のt検定 p値		0.0003	0.0000	0.0000	0.7605	0.1336	0.2685

2017年シーズンにおける200m走パフォーマンス分析

高橋恭平¹⁾ 広川龍太郎²⁾ 小林海³⁾ 大沼勇人⁴⁾ 松林武生⁴⁾ 松尾彰文⁵⁾ 山中亮⁶⁾
渡辺圭佑⁷⁾

1) 熊本高等専門学校 2) 東海大学 3) 東京経済大学
4) 国立スポーツ科学センター 5) 鹿屋体育大学 6) 帝京平成大学
7) 岐阜県スポーツ科学センター)

1. はじめに

本研究では、2017年日本陸上競技連盟科学委員会の活動として行われた国内外対象の主要競技会における200mレース分析結果から、疾走速度、ピッチ、ストライドを中心に言及する。

2. 方法

2-1. 対象競技会

対象競技会は下記4競技会とし、レース測定および分析を行った。

- ・第33回静岡国際陸上競技大会(2017年5月3日)(以下、静岡国際)
- ・セイコーゴールデングランプリ陸上2017川崎(2017年5月21日)(以下、GGP)
- ・第101回日本陸上競技選手権大会(2017年6月23日~25日)(以下、日本選手権)
- ・第16世界陸上競技選手権大会(2017年8月4日~13日)(以下、世界選手権)

2-2. 対象選手

対象選手は競技会毎に下記のとおりである。

- ・静岡国際：男子200mの日本人選手6名および女子のA決勝進出者8名
- ・GGP：男女200m決勝進出者、それぞれ8名
- ・日本選手権：男女200m決勝進出者、それぞれ8名
- ・世界選手権：男子200mに出場した日本代表選手2名および男女200mメダリスト、それぞれ3名

2-3. 測定方法

200mレースの測定は、液晶デジタルビデオカメ

ラLumix(DMC-FZ200, Panasonic, JAPAN)およびスポーツコーチングカメラシステム(GC-LJ25Bシステム, JVC, JAPAN)を7台用いて、主に競技場内の観覧スタンドから映像をハイスピード撮影することで実施された。カメラの撮影速度は239.76fps(≒240fps)とし、各撮影ポイント(表1)においてそのレースに出場している全選手(全レーン)が入る画角を設定した。

測定スタッフは20m, 55m, 80m, 100m, 120m, 150m, 180m地点の延長線上、観覧スタンドから撮影するためにそれぞれ配置された。レースの撮影は、スターターのピストル閃光を撮影した後、全選手がゴールするまでパニング撮影を行った。

2-4. 分析方法

映像分析には映像再生・編集ソフト(QuickTimePro7, Apple, USA)によるフレーム表示機能を用い、まず、全測定ポイントから撮影した映像において、スターターのピストル閃光をゼロフレームに編集した。

表1. 撮影(測定)地点

撮影地点	グラウンドマーカー
20m	400mハードル 6台目
55m	400mハードル 7台目
80m	400mハードル 8台目 400mリレー 4走ブルーライン
100m	400mリレー 3走→4走の テイクオーバーゾーンの中心
121.5m	100mハードル 2台目
149.42m	110mハードル 6台目
181m	100mハードル 9台目

表 2. 各区間におけるピッチの分析歩数

区間	分析歩数	
	男子	女子
スタート (0m) -20m	10 歩	10 歩
20m-55m	12 歩	14 歩
55m-80m	8 歩	10 歩
80m-100m	8 歩	8 歩
100m-121.5m	8 歩	8 歩
121.5m-149.42m	10 歩	10 歩
149.42m-181m	12 歩	12 歩
181m-フィニッシュ (200m)	6 歩	8 歩

最高疾走速度および速度逓減率とフィニッシュタイムについて実施した相関分析はピアソンの積率相関分析を用い、有意水準は5%または1%とした。

2-4-1. 通過タイムおよび区間平均速度

通過タイムは各分析ポイントを選手の胴体部分が通過した時点のフレーム数から求め、さらに、区間平均速度の算出を行った。

2-4-2. 速度逓減率

速度逓減率は、最高速度から低下した速度の割合を示す指標である。次に示す計算式により求めた。

$$([\text{181m} - \text{200m 区間平均速度}] \div [\text{最高速度}] \times 100) - 100$$

2-4-3. 区間平均ピッチおよび区間平均ストライド

1秒毎の区間平均ピッチ (以下、ピッチ) は、各区間の分析ポイント通過後最初の1歩をゼロ歩として、計6~14歩 (表2) に要した時間のフレーム数から算出した。

区間平均ストライド (以下、ストライド) は、2-4-1 で求めた区間平均速度をピッチで除すことにより求めた。

3. 結果および考察

図1は本研究の分析対象全レースにおけるフィニッシュタイムと最高疾走速度の関係を示している。男女共に、最高疾走速度はフィニッシュタイムと有意な相関関係が認められた ($p < 0.01$)。一方、速度逓減率はフィニッシュタイムと有意な相関関係が認められなかった。これらは、昨シーズン始めこれまでの報告と同様の結果であった。

また、2017年シーズンは3年後に夏季五輪東京大会を控えている中で2年に1度の世界選手権が開

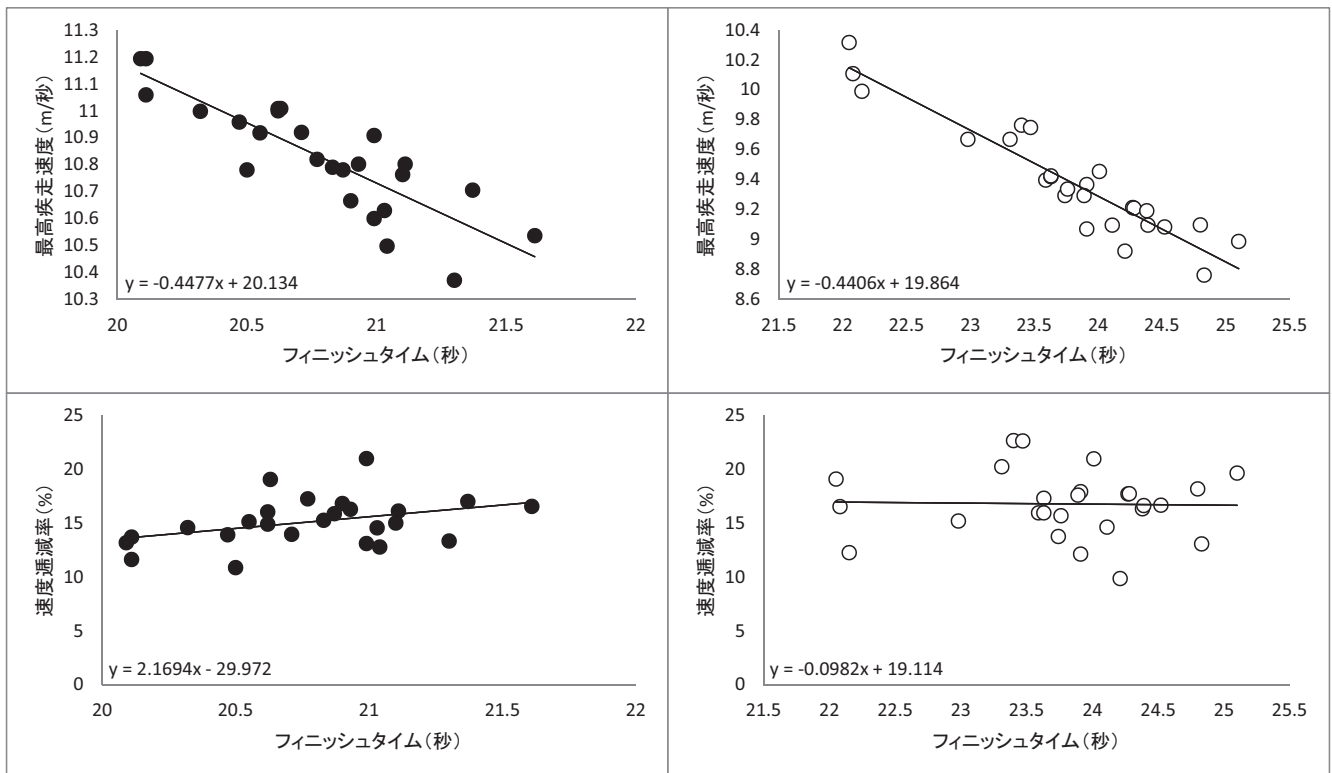


図 1. 2017 年シーズン 200m レースにおける最高疾走速度 (上段) および速度逓減率 (下段) とフィニッシュタイムの関係 (● : 男子 ○ : 女子)

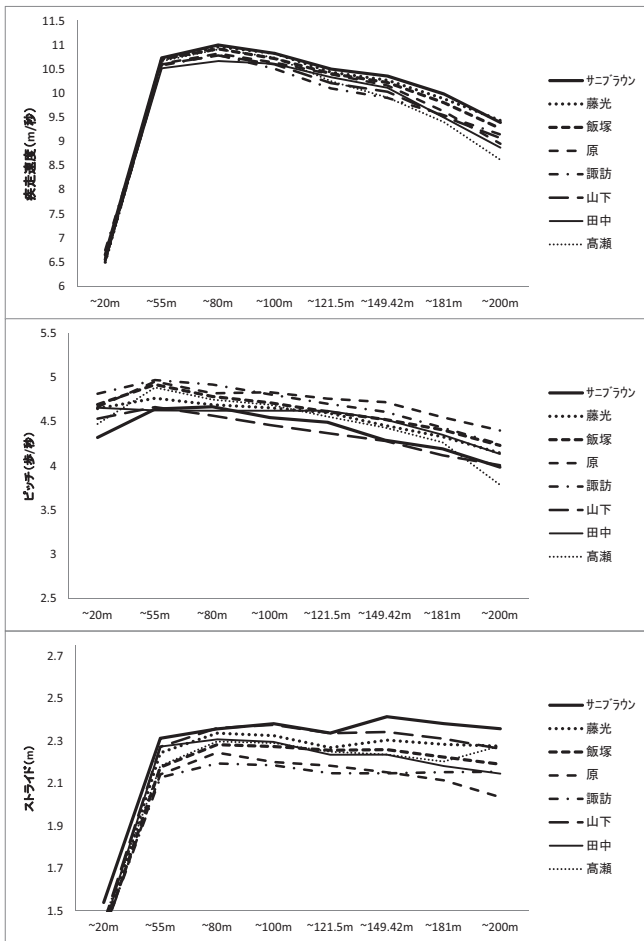


図2. 2017年日本選手権男子200m決勝における疾走速度（上段）およびピッチ（中断）、ストライド（下段）

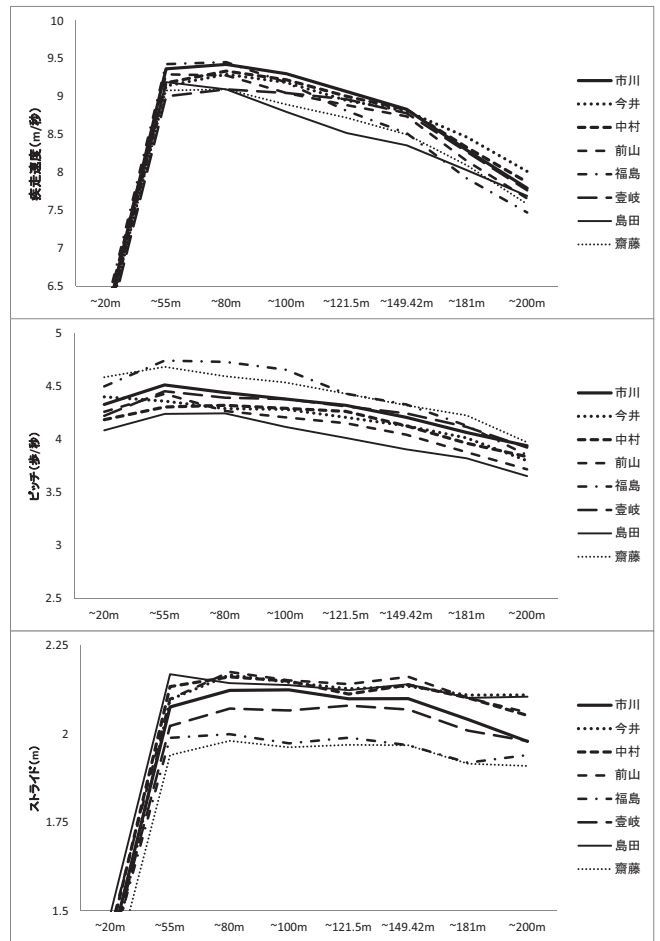


図3. 2017年日本選手権女子200m決勝における疾走速度（上段）およびピッチ（中断）、ストライド（下段）

催され、BOLT選手（ジャマイカ）が今回の世界選手権ロンドン大会を最後に引退表明していること等から、国内外競技会において短距離種目が注目度の高い1年間であった。本研究では、その中でも日本選手権大阪大会および世界選手権ロンドン大会を中心に検証を行った。（上記2競技会以外の他2対象競技会結果の詳細は参考資料を参照。）

図2は日本選手権男子200mの決勝（以下、FI）レースにおける疾走速度およびピッチ、ストライドの分析結果を示している。終始高いストライドで日本選手権者となったサニブラウン選手（20秒32）の最高速度は11.00m/秒で、これは去年同選手の最も高かった最高速度（10.74m/秒）より0.3m/秒程度高くなっていた。一方、20秒11で去年の同選手権者であった飯塚選手は今年3位（20秒55）であった。今年の最高速度は10.92m/秒で、去年の11.00m/秒より0.1m/秒程度低かった。直線に入って以降のピッチの高さが顕著であった。また、去年の速度遞減率が-11.23%であったのに対し、今年は-15.12%で、最高速度からの速度低下が大きかったことが示

唆される。男子ファイナリスト8名全員の最高疾走速度到達地点は、55-80m区間で出現していた。

図3は日本選手権女子200mのFIレースにおける疾走速度およびピッチ、ストライドの分析結果を示している。23秒63で選手権者となった市川選手の最高速度は9.42m/秒で、最も高い最高速度は5位の福島選手（24秒01）で9.45m/秒であった。疾走速度を区間毎に考察すると、80mまでの区間では福島選手が、80-121.5m区間では市川選手が、121.5m以降フィニッシュまでの区間では2位の今井選手（23秒74）の速度が顕著に高かった。去年の同選手権同種目において日本高校・ジュニア新記録を樹立した齊藤選手（8位24秒39）が終始高いピッチを維持していた。一方、福島選手はコーナー区間においてピッチが顕著に高かった。最高速度到達地点は8名中2名を除く6名において55-80m区間で出現していた。

図4は世界選手権ロンドン大会男女200mメダリストと男子日本代表選手2名の全レースにおける疾走速度およびピッチ、ストライドの分析結果を示し

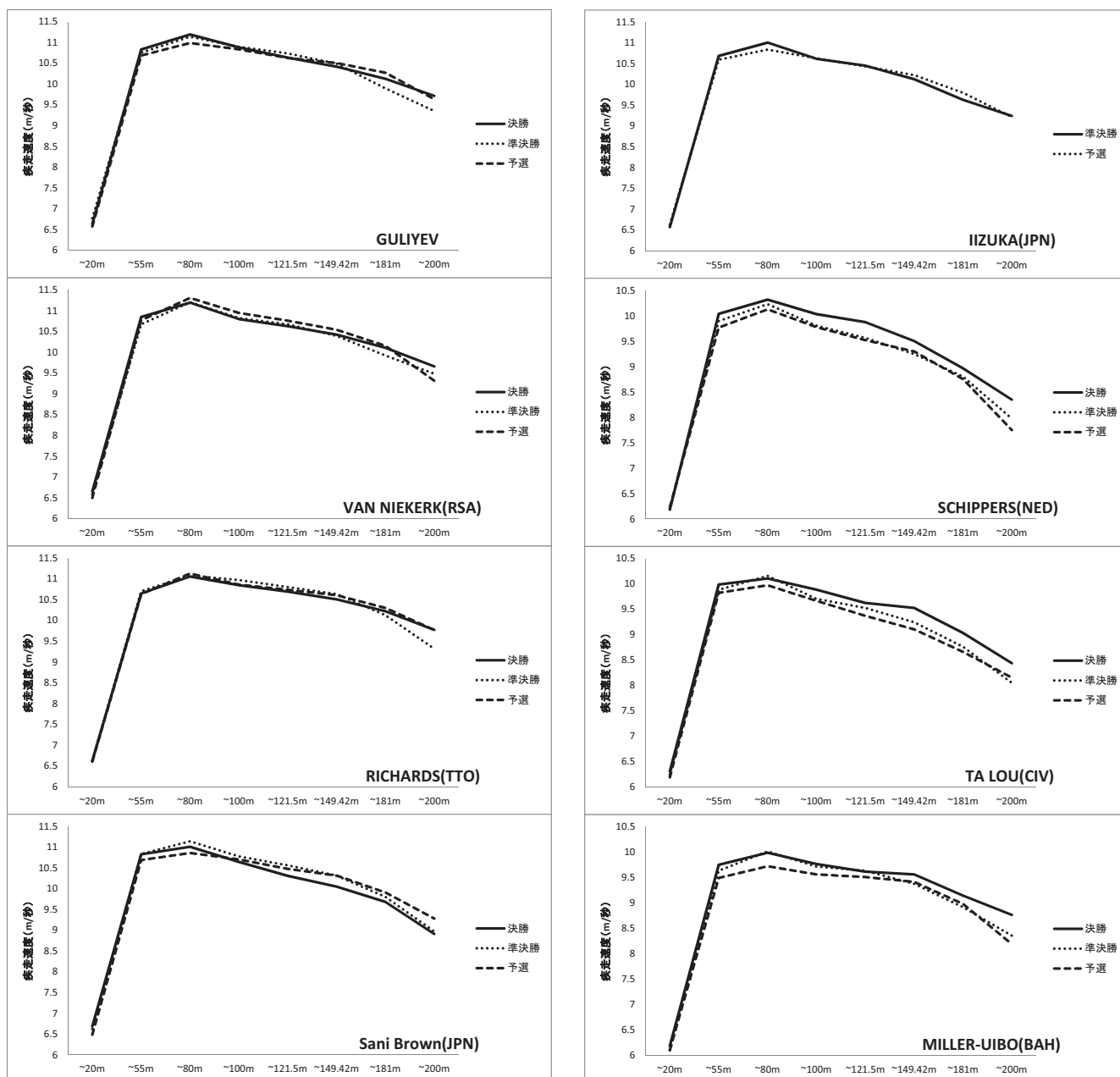


図 4. 2017 年世界選手権男女 200m メダリストおよび日本代表選手における疾走速度

ている。男子で金メダルを獲得した GULIYEV 選手(トルコ)は予選(以下, R1), 準決勝(以下, SF), FI までラウンドアップに伴い最高速度が上がっていた(R1: 10.99m/秒, SF: 11.14m/秒, FI: 11.19m/秒)。他メダリスト 2 名は 80m 区間までのコーナーは全てのラウンドでほぼ類似した速度推移で、直線に入って以降ラウンド毎に変化が見られた。同種目で最年少ファイナリストとなった日本のサニブラウン選手の最高速度は SF (11.14m/秒), FI (11.01m/秒), R1 (10.86m/秒) の順に高く, R1 および SF とレースと比較して FI では 100-181m 区間の速度低下が顕著であった。飯塚選手の最高速度は SF が 11.01m/秒, R1 が 10.84m/秒で, 共に 55-80m 区間で出現していた。それ以降はフィニッシュまで共に類似した速度

推移であった。

女子で連覇した SCHIPPERS 選手(オランダ)も, 男子金メダルの GULIYEV 選手と同様で, ラウンドアップに伴い最高速度が上がっていた(R1: 10.13m/秒, SF: 10.23m/秒, FI: 10.32m/秒)。さらに, 速度低減率もラウンドアップに伴い小さくなっていった(R1: -23.45%, SF: -22.03%, FI: -19.08%)。他メダリスト 2 名は, SF および FI レースにおいてコーナー区間はほぼ同じような速度推移となっていた。

4. まとめ

2017 年シーズンにおける国内外一流 200m 選手の

レースを分析した結果, 次のことが明らかとなった.

- 最高疾走速度はフィニッシュタイムと有意な相関関係がある. 一方, 速度逓減率においては認められなかった. これらは, これまで報告されている結果と同様であった.
- 今回報告した延べ66レースのうち, 5レースを

除く61レースにおいて最高疾走速度は55-80m区間で出現していた.

- 世界選手権ロンドン大会の金メダリストは男女共にラウンドアップに伴い最高速度が高くなっていた. 女子金メダリストのSCHIPPERS選手については, それに伴い速度逓減率も低くなっていた.

参考資料

第33回静岡国際陸上競技大会 @ 静岡県小笠山総合運動公園エコパスタジアム
男子 200m A決勝
2017/5/3 16:20 (風速 +0.2 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度逓減率(%)	0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m
1位 4レーン	Sean McLEAN (USA)	20.49	-	-	通過タイム(秒) 区間速度(m/秒) 区間ピッチ(歩/秒) 区間ストライド(m)							
2位 5レーン	飯塚 翔太 (ミズノ)	20.50	10.78 55-80m	-10.87	3.05 6.55 4.74 1.38	6.39 10.49 4.97 2.11	8.71 10.78 4.84 2.23	10.59 10.62 4.80 2.21	12.65 10.43 4.64 2.25	15.37 10.29 4.61 2.23	18.52 10.00 4.52 2.21	20.50 9.61 4.33 2.22
3位 9レーン	谷口 耕太郎 (凸版印刷)	20.99	10.60 80-100m	-13.10	3.13 6.39 4.33 1.48	6.52 10.33 4.66 2.22	8.88 10.60 4.56 2.33	10.78 10.49 4.47 2.35	12.88 10.26 4.35 2.36	15.67 10.00 4.37 2.29	18.93 9.70 4.19 2.32	20.99 9.21 3.88 2.38
4位 7レーン	小池祐貴 (慶應大)	21.04	10.50 55-80m	-12.78	3.11 6.44 4.49 1.43	6.53 10.22 4.84 2.11	8.91 10.50 4.75 2.21	10.84 10.40 4.69 2.22	12.93 10.25 4.69 2.19	15.71 10.07 4.64 2.17	18.96 9.69 4.47 2.17	21.04 9.16 4.29 2.13
5位 3レーン	小川拓夢 (常葉大)	21.24	-	-	通過タイム(秒) 区間速度(m/秒) 区間ピッチ(歩/秒) 区間ストライド(m)							
6位 2レーン	原 翔太 (スズキ浜松AC)	21.30	10.37 55-80m	-13.34	3.09 6.48 4.60 1.41	6.56 10.09 4.85 2.08	8.97 10.37 4.76 2.18	10.92 10.22 4.73 2.16	13.05 10.10 4.64 2.18	15.87 9.90 4.64 2.13	19.19 9.54 4.51 2.11	21.30 8.99 4.37 2.06
7位 8レーン	高瀬 慧 (富士通)	23.02	-	-	3.13 6.39 4.44 1.44	6.51 10.36 4.72 2.19	8.89 10.52 4.62 2.28	10.84 10.22 4.27 2.40	13.08 9.62 4.00 2.41	-	-	-
- 6レーン	桐生祥秀 (東洋大)	DNS	-	-	通過タイム(秒) 区間速度(m/秒) 区間ピッチ(歩/秒) 区間ストライド(m)							

女子 200m A決勝
2017/5/3 16:05 (風速 -0.5 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒) (風速)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度逓減率(%)	0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m
1位 5レーン	福島 千里 (札幌陸協)	23.91	9.37 55-80m	-17.92	3.23 6.19 4.46 1.39	6.97 9.36 4.76 1.97	9.64 9.37 4.69 2.00	11.83 9.15 4.51 2.03	14.26 8.84 4.48 1.97	17.55 8.49 4.32 1.96	21.44 8.12 4.22 1.93	23.91 7.69 4.08 1.89
2位 4レーン	今井 沙緒里 (飯田病院)	24.21	8.92 55-80m	-9.86	3.39 5.90 4.42 1.34	7.34 8.86 4.29 2.06	10.14 8.92 4.21 2.12	12.39 8.91 4.21 2.12	14.84 8.75 4.16 2.10	18.08 8.62 4.10 2.10	21.85 8.39 4.02 2.09	24.21 8.04 3.90 2.06
3位 6レーン	Melissa BREEN (AUS)	24.27	9.21 55-80m	-17.71	3.32 6.02 4.44 1.36	7.12 9.21 4.54 2.03	9.84 9.21 4.45 2.07	12.07 8.96 4.31 2.08	14.55 8.67 4.16 2.08	17.86 8.44 4.13 2.05	21.76 8.08 3.93 2.06	24.27 7.58 3.59 2.11
4位 7レーン	市川 華葉 (ミズノ)	24.28	9.21 55-80m	-17.72	3.37 5.93 4.17 1.42	7.25 9.02 4.41 2.05	9.97 9.21 4.36 2.11	12.16 9.10 4.36 2.09	14.59 8.87 4.26 2.08	17.86 8.53 4.15 2.05	21.77 8.07 4.00 2.02	24.28 7.58 3.88 1.95
5位 9レーン	藤沢沙也加 (セレスポ)	24.52	9.08 55-80m	-16.66	3.40 5.88 4.24 1.38	7.34 8.90 4.45 2.00	10.09 9.08 4.38 2.07	12.32 8.96 4.33 2.07	14.79 8.71 4.24 2.05	18.09 8.45 4.19 2.02	22.01 8.06 4.04 1.99	24.52 7.57 3.77 2.01
6位 8レーン	Jade BARBER (USA)	24.80	9.10 55-80m	-18.17	3.38 5.91 4.13 1.43	7.31 8.92 4.45 2.01	10.05 9.10 4.40 2.07	12.30 8.91 4.24 2.10	14.81 8.55 4.18 2.04	18.25 8.12 4.01 2.03	22.25 7.90 3.92 2.01	24.80 7.44 3.74 1.99
7位 3レーン	青山 聖佳 (大阪成蹊大)	24.83	8.76 20-55m	-13.07	3.37 5.94 4.23 1.40	7.36 8.76 4.44 1.97	10.24 8.70 4.44 1.96	12.55 8.66 4.40 1.97	15.06 8.55 4.35 1.97	18.40 8.36 4.26 1.96	22.34 8.03 4.20 1.91	24.83 7.62 3.95 1.93
8位 2レーン	和田 麻希 (ミズノ)	25.10	8.99 20-55m	-19.64	3.24 6.17 4.47 1.38	7.14 8.99 4.58 1.96	10.00 8.74 4.47 1.95	12.31 8.64 4.35 1.99	14.88 8.36 4.35 1.92	18.33 8.10 4.29 1.89	22.47 7.63 4.20 1.82	25.10 7.22 4.08 1.77

セイコーゴールデングランプリ陸上2017川崎 @ 川崎市等々力陸上競技場
男子 200m 決勝
2017/5/21 16:30 (風速 -2.0 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	0m	20m	20m 55m	55m 80m	80m 100m	100m 121.5m	121.5m 148.42m	148.42m 181m	181m 200m
1位	Aaron BROWN (CAN)	20.62	11.00	-14.90	通過タイム(秒)	2.92	6.16	8.44	10.30	12.34	15.07	18.29	20.32
5レーン			55-80m		区間速度(m/秒)	6.85	10.79	11.00	10.73	10.52	10.24	9.81	9.36
					区間ピッチ(歩/秒)	4.64	4.69	4.61	4.51	4.43	4.31	4.22	4.02
					区間ストライド(m)	1.48	2.30	2.39	2.38	2.38	2.37	2.33	2.33
2位	Dedric DUKES (USA)	20.71	10.92	-13.96	通過タイム(秒)	3.01	6.24	8.53	10.39	12.45	15.18	18.38	20.40
7レーン			55-80m		区間速度(m/秒)	6.64	10.84	10.92	10.73	10.44	10.25	9.86	9.40
					区間ピッチ(歩/秒)	4.77	4.95	4.86	4.72	4.67	4.60	4.50	4.24
					区間ストライド(m)	1.39	2.19	2.25	2.27	2.23	2.23	2.19	2.21
3位	藤光 謙司 (ゼンリン)	20.93	10.80	-16.28	通過タイム(秒)	3.02	6.28	8.60	10.49	12.57	15.35	18.65	20.75
2レーン			80-100m		区間速度(m/秒)	6.62	10.73	10.80	10.59	10.31	10.04	9.59	9.04
					区間ピッチ(歩/秒)	4.81	5.12	4.98	4.89	4.73	4.61	4.46	4.26
					区間ストライド(m)	1.38	2.10	2.17	2.16	2.18	2.18	2.15	2.12
4位	原 翔太 (スズキ浜松AC)	21.03	10.63	-14.55	通過タイム(秒)	2.99	6.30	8.65	10.57	12.64	15.41	18.68	20.77
6レーン			55-80m		区間速度(m/秒)	6.70	10.56	10.63	10.45	10.35	10.08	9.67	9.08
					区間ピッチ(歩/秒)	4.89	4.90	4.77	4.78	4.75	4.71	4.58	4.45
					区間ストライド(m)	1.37	2.15	2.23	2.19	2.18	2.14	2.11	2.04
5位	飯塚 翔太 (ミズノ)	21.10	10.76	-15.00	通過タイム(秒)	3.06	6.40	8.72	10.60	12.67	15.43	18.70	20.78
4レーン			55-80m		区間速度(m/秒)	6.54	10.48	10.76	10.61	10.42	10.11	9.65	9.15
					区間ピッチ(歩/秒)	4.33	4.56	4.58	4.52	4.55	4.39	4.33	3.95
					区間ストライド(m)	1.51	2.30	2.35	2.35	2.29	2.30	2.23	2.31
6位	ISIAH YOUNG (USA)	21.11	10.80	-16.11	通過タイム(秒)	3.07	6.38	8.69	10.58	12.68	15.48	18.80	20.90
3レーン			55-80m		区間速度(m/秒)	6.51	10.58	10.80	10.59	10.25	9.98	9.50	9.06
					区間ピッチ(歩/秒)	4.71	4.68	4.58	4.54	4.47	4.37	4.21	4.00
					区間ストライド(m)	1.38	2.26	2.36	2.33	2.29	2.28	2.26	2.27
7位	川瀬 孝則 (奥アンソールカ)	21.37	10.71	-17.00	通過タイム(秒)	3.07	6.42	8.76	10.67	12.78	15.59	18.91	21.05
1レーン			55-80m		区間速度(m/秒)	6.52	10.44	10.71	10.47	10.17	9.93	9.51	8.89
					区間ピッチ(歩/秒)	4.64	4.74	4.69	4.58	4.55	4.55	4.38	4.09
					区間ストライド(m)	1.40	2.20	2.28	2.29	2.23	2.19	2.17	2.17
8位	楊 俊瀚 (TPE)	21.61	10.54	-16.54	通過タイム(秒)	3.01	6.36	8.73	10.67	12.80	15.64	19.00	21.16
8レーン			55-80m		区間速度(m/秒)	6.65	10.44	10.54	10.31	10.11	9.82	9.41	8.79
					区間ピッチ(歩/秒)	4.64	4.80	4.70	4.58	4.47	4.48	4.18	3.74
					区間ストライド(m)	1.43	2.17	2.24	2.25	2.26	2.19	2.25	2.35

女子 200m 決勝
2017/5/21 14:45 (風速 +0.6 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	0m	20m	20m 55m	55m 80m	80m 100m	100m 121.5m	121.5m 148.42m	148.42m 181m	181m 200m
1位	Ivet LALOVA-COLLIO (BUL)	22.98	9.67	-15.19	通過タイム(秒)	3.19	6.93	9.52	11.61	13.90	17.02	20.66	22.98
4レーン			55-80m		区間速度(m/秒)	6.26	9.37	9.67	9.55	9.37	8.96	8.66	8.20
					区間ピッチ(歩/秒)	4.42	4.56	4.49	4.35	4.28	4.22	4.10	3.90
					区間ストライド(m)	1.42	2.05	2.15	2.20	2.19	2.13	2.11	2.10
2位	Tiffany TOWNSEND (USA)	23.31	9.67	-20.24	通過タイム(秒)	3.23	6.93	9.52	11.63	13.94	17.10	20.85	23.31
5レーン			55-80m		区間速度(m/秒)	6.19	9.45	9.67	9.48	9.31	8.84	8.42	7.71
					区間ピッチ(歩/秒)	4.42	4.60	4.57	4.47	4.35	4.27	4.12	3.91
					区間ストライド(m)	1.40	2.05	2.12	2.12	2.14	2.07	2.05	1.97
3位	Toea WISIL (PNG)	23.40	9.76	-22.65	通過タイム(秒)	3.19	6.82	9.38	11.49	13.82	17.03	20.88	23.40
6レーン			55-80m		区間速度(m/秒)	6.26	9.66	9.76	9.46	9.24	8.71	8.19	7.55
					区間ピッチ(歩/秒)	4.66	4.89	4.86	4.78	4.60	4.45	4.29	4.21
					区間ストライド(m)	1.34	1.97	2.01	1.98	2.01	1.96	1.91	1.80
4位	Charonda WILLIAMS (USA)	23.47	9.75	-22.63	通過タイム(秒)	3.27	6.93	9.49	11.60	13.93	17.12	20.95	23.47
7レーン			55-80m		区間速度(m/秒)	6.13	9.56	9.75	9.48	9.24	8.75	8.24	7.54
					区間ピッチ(歩/秒)	4.16	4.59	4.54	4.45	4.29	4.23	4.03	3.80
					区間ストライド(m)	1.47	2.08	2.15	2.13	2.15	2.07	2.04	1.99
5位	市川 華菜 (ミズノ)	23.59	9.40	-15.95	通過タイム(秒)	3.27	7.10	9.76	11.91	14.27	17.44	21.18	23.59
2レーン			55-80m		区間速度(m/秒)	6.11	9.15	9.40	9.31	9.08	8.82	8.43	7.90
					区間ピッチ(歩/秒)	4.28	4.47	4.45	4.36	4.35	4.23	4.13	3.99
					区間ストライド(m)	1.43	2.05	2.11	2.14	2.09	2.08	2.04	1.98
6位	Kaylin WHITNEY (USA)	23.63	9.42	-15.95	通過タイム(秒)	3.23	6.94	9.62	11.79	14.18	17.42	21.23	23.63
3レーン			20-55m		区間速度(m/秒)	6.20	9.42	9.35	9.19	9.00	8.63	8.29	7.92
					区間ピッチ(歩/秒)	4.60	4.59	4.42	4.31	4.16	4.04	3.90	3.76
					区間ストライド(m)	1.35	2.05	2.12	2.13	2.16	2.14	2.12	2.11
7位	今井 沙緒里 (飯田病院)	23.91	9.07	-12.12	通過タイム(秒)	3.34	7.23	9.98	12.20	14.60	17.79	21.53	23.91
1レーン			55-80m		区間速度(m/秒)	5.96	9.02	9.07	9.03	8.95	8.75	8.45	7.97
					区間ピッチ(歩/秒)	4.51	4.33	4.31	4.28	4.22	4.20	4.07	3.95
					区間ストライド(m)	1.32	2.08	2.10	2.11	2.12	2.08	2.08	2.02
-	葛曼棋 (CHN)	DQ, FS	-	-	通過タイム(秒)	-	-	-	-	-	-	-	-
8レーン					区間速度(m/秒)	-	-	-	-	-	-	-	-
					区間ピッチ(歩/秒)	-	-	-	-	-	-	-	-
					区間ストライド(m)	-	-	-	-	-	-	-	-

第101回日本陸上競技選手権大会 @ ヤンマースタジアム長居
男子 200m 決勝
2017/6/25 17:50 (風速 +0.3 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	距離別タイム(秒)															
					0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 148.42m	148.42m ~ 181m	181m ~ 200m								
1位 6レーン	サニブラウン ハキーム (東京陸協)	20.32	11.00 55-80m	-14.58	通過タイム(秒) 3.01	6.27	8.54	10.39	12.44	15.13	18.30	20.32	区間速度(m/秒) 6.65	10.73	11.00	10.82	10.50	10.35	9.98	9.39
					区間ピッチ(歩/秒) 4.32	4.64	4.67	4.55	4.49	4.29	4.19	3.98	区間ストライド(m) 1.54	2.31	2.36	2.38	2.34	2.41	2.38	2.36
2位 7レーン	藤光 謙司 (ゼンリン)	20.47	10.96 55-80m	-13.91	通過タイム(秒) 3.08	6.35	8.63	10.48	12.54	15.26	18.46	20.47	区間速度(m/秒) 6.50	10.69	10.96	10.82	10.43	10.27	9.88	9.43
					区間ピッチ(歩/秒) 4.65	4.76	4.69	4.66	4.60	4.46	4.33	4.15	区間ストライド(m) 1.40	2.24	2.34	2.33	2.27	2.30	2.28	2.28
3位 5レーン	飯塚 翔太 (ミズノ)	20.55	10.92 55-80m	-15.12	通過タイム(秒) 3.05	6.32	8.61	10.48	12.55	15.28	18.50	20.55	区間速度(m/秒) 6.55	10.70	10.92	10.72	10.40	10.22	9.80	9.27
					区間ピッチ(歩/秒) 4.69	4.92	4.78	4.71	4.61	4.52	4.41	4.23	区間ストライド(m) 1.40	2.18	2.28	2.27	2.26	2.22	2.22	2.19
4位 4レーン	原 翔太 (スズキ浜松AC)	20.77	10.82 55-80m	-17.25	通過タイム(秒) 3.06	6.36	8.67	10.55	12.62	15.37	18.65	20.77	区間速度(m/秒) 6.54	10.61	10.82	10.63	10.39	10.16	9.62	8.95
					区間ピッチ(歩/秒) 4.66	4.95	4.82	4.83	4.76	4.72	4.55	4.40	区間ストライド(m) 1.40	2.14	2.25	2.20	2.18	2.15	2.11	2.04
5位 8レーン	諏訪 達郎 (NTN)	20.83	10.79 55-80m	-15.26	通過タイム(秒) 2.96	6.27	8.59	10.49	12.62	15.44	18.75	20.83	区間速度(m/秒) 6.75	10.58	10.79	10.50	10.10	9.90	9.54	9.14
					区間ピッチ(歩/秒) 4.81	4.97	4.92	4.81	4.70	4.61	4.43	4.24	区間ストライド(m) 1.40	2.13	2.19	2.19	2.15	2.15	2.15	2.15
6位 2レーン	山下 潤 (筑波大)	20.87	10.78 55-80m	-15.87	通過タイム(秒) 3.06	6.36	8.68	10.57	12.67	15.46	18.78	20.87	区間速度(m/秒) 6.54	10.60	10.78	10.60	10.21	10.03	9.52	9.07
					区間ピッチ(歩/秒) 4.53	4.66	4.57	4.46	4.37	4.28	4.12	4.01	区間ストライド(m) 1.44	2.27	2.36	2.38	2.34	2.34	2.31	2.26
7位 3レーン	田中 佑典 (日本ウェルネス大)	20.90	10.67 55-80m	-16.82	通過タイム(秒) 3.03	6.36	8.70	10.59	12.67	15.43	18.76	20.90	区間速度(m/秒) 6.60	10.52	10.67	10.61	10.33	10.11	9.49	8.87
					区間ピッチ(歩/秒) 4.66	4.63	4.62	4.62	4.62	4.52	4.35	4.13	区間ストライド(m) 1.42	2.27	2.31	2.30	2.24	2.24	2.18	2.15
8位 9レーン	高瀬 慧 (富士通)	20.99	10.91 55-80m	-20.99	通過タイム(秒) 3.07	6.36	8.65	10.51	12.61	15.43	18.79	20.99	区間速度(m/秒) 6.51	10.66	10.91	10.74	10.25	9.91	9.40	8.62
					区間ピッチ(歩/秒) 4.47	4.88	4.75	4.69	4.56	4.43	4.27	3.79	区間ストライド(m) 1.45	2.18	2.30	2.29	2.25	2.24	2.20	2.28

女子 200m 決勝
2017/6/25 17:40 (風速 -0.2 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	距離別タイム(秒)															
					0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 148.42m	148.42m ~ 181m	181m ~ 200m								
1位 6レーン	市川 華菜 (ミズノ)	23.63	9.42 55-80m	-17.31	通過タイム(秒) 3.31	7.05	9.70	11.85	14.22	17.38	21.19	23.63	区間速度(m/秒) 6.04	9.37	9.42	9.30	9.07	8.83	8.29	7.79
					区間ピッチ(歩/秒) 4.33	4.51	4.44	4.38	4.32	4.21	4.06	3.94	区間ストライド(m) 1.40	2.08	2.12	2.12	2.10	2.10	2.04	1.98
2位 7レーン	今井 沙緒里 (飯田病院)	23.74	9.29 55-80m	-13.76	通過タイム(秒) 3.37	7.20	9.89	12.07	14.47	17.64	21.37	23.74	区間速度(m/秒) 5.93	9.14	9.29	9.19	8.95	8.81	8.46	8.01
					区間ピッチ(歩/秒) 4.40	4.36	4.29	4.28	4.21	4.13	4.01	3.80	区間ストライド(m) 1.35	2.10	2.17	2.15	2.13	2.13	2.11	2.11
3位 4レーン	中村 水月 (大阪成蹊大)	23.76	9.34 55-80m	-15.69	通過タイム(秒) 3.35	7.16	9.83	12.00	14.39	17.56	21.35	23.76	区間速度(m/秒) 5.98	9.18	9.34	9.22	9.00	8.83	8.33	7.87
					区間ピッチ(歩/秒) 4.18	4.30	4.32	4.29	4.26	4.13	3.96	3.84	区間ストライド(m) 1.43	2.13	2.16	2.15	2.11	2.14	2.10	2.05
4位 2レーン	前山美優 (新潟医療福祉大)	23.89	9.29 20-55m	-17.59	通過タイム(秒) 3.25	7.02	9.71	11.92	14.34	17.53	21.41	23.89	区間速度(m/秒) 6.16	9.29	9.28	9.05	8.89	8.74	8.15	7.66
					区間ピッチ(歩/秒) 4.26	4.43	4.27	4.21	4.15	4.04	3.88	3.72	区間ストライド(m) 1.45	2.10	2.17	2.15	2.14	2.16	2.10	2.06
5位 5レーン	福島 千里 (札幌陸協)	24.01	9.45 55-80m	-20.96	通過タイム(秒) 3.23	6.94	9.58	11.76	14.20	17.48	21.47	24.01	区間速度(m/秒) 6.20	9.43	9.45	9.19	8.81	8.52	7.92	7.47
					区間ピッチ(歩/秒) 4.50	4.74	4.73	4.66	4.43	4.33	4.13	3.85	区間ストライド(m) 1.38	1.99	2.00	1.97	1.99	1.97	1.92	1.94
6位 9レーン	壹岐 いちこ (立命館大)	24.11	9.10 55-80m	-14.62	通過タイム(秒) 3.42	7.31	10.06	12.27	14.66	17.84	21.66	24.11	区間速度(m/秒) 5.85	9.00	9.10	9.05	8.96	8.78	8.27	7.77
					区間ピッチ(歩/秒) 4.22	4.45	4.39	4.38	4.31	4.24	4.12	3.92	区間ストライド(m) 1.39	2.02	2.07	2.07	2.08	2.07	2.01	1.98
7位 3レーン	島田 雪菜 (北海道ハイテクAC)	24.38	9.19 20-55m	-16.33	通過タイム(秒) 3.28	7.09	9.84	12.11	14.64	17.98	21.91	24.38	区間速度(m/秒) 6.09	9.19	9.10	8.80	8.52	8.36	8.03	7.69
					区間ピッチ(歩/秒) 4.08	4.24	4.24	4.12	4.01	3.90	3.82	3.65	区間ストライド(m) 1.49	2.17	2.14	2.14	2.12	2.14	2.10	2.10
8位 8レーン	齋藤 愛美 (倉敷中央高)	24.39	9.10 55-80m	-16.63	通過タイム(秒) 3.38	7.24	9.98	12.23	14.70	17.98	21.88	24.39	区間速度(m/秒) 5.91	9.08	9.10	8.90	8.72	8.50	8.09	7.58
					区間ピッチ(歩/秒) 4.58	4.68	4.59	4.53	4.43	4.32	4.22	3.97	区間ストライド(m) 1.29	1.94	1.98	1.96	1.97	1.97	1.92	1.91

第16回世界陸上競技選手権大会イギリス・ロンドン大会 @ ロンドン・オリンピックスタジアム
 男子 200m 予選1組
 2017/8/7 18:30 (風速 -0.5 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m
2位	Abdul Hakim Sani Brown (JPN)	20.52	10.86	-14.54	通過タイム(秒) 3.08 6.36 8.66 10.53 12.58 15.29 18.47 20.52							
8レーン			55-80m		区間速度(m/秒) 6.49 10.69 10.86 10.70 10.48 10.31 9.91 9.28							
					区間ピッチ(歩/秒) 4.35 4.66 4.62 4.55 4.36 4.30 4.21 3.93							
					区間ストライド(m) 1.49 2.30 2.35 2.35 2.40 2.40 2.35 2.36							

男子 200m 予選2組
 2017/8/7 18:38 (風速 -0.6 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m
1位	Jereem RICHARDS (TTO)	20.05	11.13	-12.21	通過タイム(秒) 3.03 6.32 8.56 10.41 12.41 15.04 18.11 20.05							
2レーン			55-80m		区間速度(m/秒) 6.60 10.64 11.13 10.86 10.74 10.61 10.30 9.77							
					区間ピッチ(歩/秒) 4.51 4.66 4.58 4.50 4.41 4.39 4.25 4.00							
					区間ストライド(m) 1.47 2.28 2.43 2.41 2.44 2.42 2.42 2.45							

男子 200m 予選3組
 2017/8/7 18:46 (風速 +0.3 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m
1位	Wayde VAN NIEKERK (RSA)	20.16	11.31	-17.64	通過タイム(秒) 3.08 6.33 8.54 10.36 12.36 15.01 18.12 20.16							
7レーン			55-80m		区間速度(m/秒) 6.50 10.77 11.31 10.95 10.76 10.54 10.16 9.31							
					区間ピッチ(歩/秒) 4.44 4.50 4.40 4.29 4.19 4.04 3.88 3.61							
					区間ストライド(m) 1.46 2.39 2.57 2.55 2.57 2.61 2.62 2.58							

男子 200m 予選4組
 2017/8/7 18:54 (風速 +0.7 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m
1位	Ramil GULIYEV (TUR)	20.16	10.99	-12.27	通過タイム(秒) 3.04 6.31 8.59 10.44 12.46 15.12 18.19 20.16							
5レーン			55-80m		区間速度(m/秒) 6.58 10.69 10.99 10.84 10.63 10.51 10.27 9.64							
					区間ピッチ(歩/秒) 4.64 4.66 4.56 4.41 4.37 4.27 4.21 3.91							
					区間ストライド(m) 1.42 2.29 2.41 2.46 2.43 2.46 2.44 2.47							

男子 200m 予選7組
 2017/8/7 19:18 (風速 +0.7 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m
2位	Shota IIZUKA (JPN)	20.58	10.84	-14.97	通過タイム(秒) 3.02 6.32 8.63 10.51 12.57 15.30 18.52 20.58							
3レーン			55-80m		区間速度(m/秒) 6.63 10.60 10.84 10.63 10.43 10.23 9.80 9.22							
					区間ピッチ(歩/秒) 4.76 4.91 4.80 4.67 4.61 4.52 4.38 4.27							
					区間ストライド(m) 1.39 2.16 2.26 2.28 2.26 2.27 2.24 2.16							

男子 200m 準決勝1組
 2017/8/9 20:55 (風速 +2.1 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m
5位	Shota IIZUKA (JPN)	20.62	11.01	-16.04	通過タイム(秒) 3.04 6.32 8.59 10.47 12.53 15.29 18.56 20.62							
8レーン			55-80m		区間速度(m/秒) 6.57 10.69 11.01 10.62 10.46 10.13 9.63 9.24							
					区間ピッチ(歩/秒) 4.63 4.82 4.77 4.69 4.60 4.47 4.33 4.28							
					区間ストライド(m) 1.42 2.22 2.31 2.27 2.27 2.26 2.23 2.16							

男子 200m 準決勝2組
 2017/8/9 21:04 (風速 -0.3 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m
1位	Jereem RICHARDS (TTO)	20.14	11.08	-15.88	通過タイム(秒) 3.02 6.29 8.55 10.37 12.36 14.98 18.10 20.14							
5レーン			55-80m		区間速度(m/秒) 6.62 10.70 11.08 10.97 10.81 10.63 10.13 9.32							
					区間ピッチ(歩/秒) 4.60 4.63 4.55 4.50 4.40 4.30 4.21 3.92							
					区間ストライド(m) 1.44 2.31 2.44 2.44 2.46 2.47 2.40 2.38							
2位	Abdul Hakim Sani Brown (JPN)	20.43	11.14	-19.48	通過タイム(秒) 3.02 6.25 8.49 10.35 12.38 15.09 18.31 20.43							
9レーン			55-80m		区間速度(m/秒) 6.63 10.83 11.14 10.78 10.56 10.31 9.80 8.97							
					区間ピッチ(歩/秒) 4.39 4.76 4.69 4.52 4.44 4.24 4.16 3.81							
					区間ストライド(m) 1.51 2.28 2.38 2.38 2.38 2.43 2.35 2.36							

男子 200m 準決勝3組
 2017/8/9 21:13 (風速 +0.3 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m
1位	Ramil GULIYEV (TUR)	20.17	11.14	-16.03	通過タイム(秒) 2.95 6.21 8.45 10.29 12.29 14.95 18.14 20.17							
4レーン			55-80m		区間速度(m/秒) 6.77 10.76 11.14 10.90 10.74 10.49 9.90 9.35							
					区間ピッチ(歩/秒) 4.70 4.77 4.60 4.54 4.41 4.33 4.14 3.92							
					区間ストライド(m) 1.44 2.25 2.42 2.40 2.44 2.42 2.39 2.39							
3位	Wayde VAN NIEKERK (RSA)	20.28	11.20	-15.35	通過タイム(秒) 3.04 6.31 8.55 10.39 12.41 15.09 18.28 20.28							
6レーン			55-80m		区間速度(m/秒) 6.59 10.68 11.20 10.82 10.67 10.39 9.92 9.48							
					区間ピッチ(歩/秒) 4.42 4.50 4.44 4.29 4.20 4.07 3.88 3.67							
					区間ストライド(m) 1.49 2.37 2.52 2.52 2.54 2.55 2.56 2.58							

男子 200m 決勝
2017/8/10 21:52 (風速 -0.1 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	通過タイム(秒)											
					0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m				
1位 5レーン	Ramil GULLIYEV (TUR)	20.09	11.19	-13.18	通過タイム(秒)	3.02	6.25	8.48	10.32	12.34	15.02	18.13	20.09			
					区間速度(m/秒)	6.63	10.83	11.19	10.89	10.64	10.42	10.13	9.72			
					区間ピッチ(歩/秒)	4.65	4.76	4.62	4.52	4.47	4.38	4.30	4.18			
					区間ストライド(m)	1.43	2.27	2.42	2.41	2.38	2.38	2.35	2.32			
2位 3レーン	Wayde VAN NIEKERK (RSA)	20.11	11.19	-13.70	通過タイム(秒)	3.01	6.23	8.47	10.32	12.34	15.02	18.14	20.11			
					区間速度(m/秒)	6.65	10.85	11.19	10.80	10.63	10.43	10.11	9.66			
					区間ピッチ(歩/秒)	4.53	4.55	4.46	4.33	4.21	4.05	3.90	3.71			
					区間ストライド(m)	1.47	2.38	2.51	2.49	2.53	2.57	2.59	2.61			
3位 7レーン	Jereem RICHARDS (TTO)	20.11	11.06	-11.62	通過タイム(秒)	3.02	6.31	8.57	10.41	12.42	15.08	18.17	20.11			
					区間速度(m/秒)	6.62	10.65	11.06	10.85	10.69	10.51	10.23	9.77			
					区間ピッチ(歩/秒)	4.57	4.64	4.57	4.53	4.46	4.43	4.32	4.00			
					区間ストライド(m)	1.45	2.29	2.42	2.39	2.40	2.37	2.37	2.45			
7位 7レーン	Abdul Hakim Sani Brown (JPN)	20.63	11.01	-19.06	通過タイム(秒)	2.99	6.22	8.49	10.37	12.46	15.24	18.50	20.63			
					区間速度(m/秒)	6.69	10.83	11.01	10.64	10.31	10.05	9.68	8.91			
					区間ピッチ(歩/秒)	4.32	4.68	4.57	4.40	4.30	4.14	4.04	3.71			
					区間ストライド(m)	1.55	2.31	2.41	2.42	2.40	2.43	2.39	2.40			

女子 200m 予選1組
2017/8/8 19:30 (風速 +0.5 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	通過タイム(秒)											
					0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m				
1位 6レーン	Dafne SCHIPPERS (NED)	22.63	10.13	-23.45	通過タイム(秒)	3.21	6.79	9.26	11.31	13.57	16.57	20.18	22.63			
					区間速度(m/秒)	6.23	9.77	10.13	9.78	9.52	9.30	8.75	7.75			
					区間ピッチ(歩/秒)	4.34	4.45	4.40	4.32	4.17	4.08	3.88	3.43			
					区間ストライド(m)	1.43	2.19	2.30	2.26	2.28	2.28	2.26	2.26			

女子 200m 予選4組
2017/8/8 19:54 (風速 -0.1 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	通過タイム(秒)											
					0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m				
1位 5レーン	Shaunae MILLER-UIBO (BAH)	22.69	9.72	-15.75	通過タイム(秒)	3.28	6.97	9.54	11.63	13.89	16.85	20.37	22.69			
					区間速度(m/秒)	6.10	9.49	9.72	9.56	9.51	9.42	8.98	8.19			
					区間ピッチ(歩/秒)	4.24	4.24	4.13	4.12	4.06	3.89	3.71	3.40			
					区間ストライド(m)	1.44	2.24	2.35	2.32	2.34	2.42	2.42	2.41			

女子 200m 予選6組
2017/8/8 20:10 (風速 +0.1 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	通過タイム(秒)											
					0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m				
1位 4レーン	Marie-Josée TA LOU (CIV)	22.70	9.97	-18.22	通過タイム(秒)	3.23	6.79	9.30	11.37	13.66	16.73	20.37	22.70			
					区間速度(m/秒)	6.20	9.83	9.97	9.67	9.37	9.11	8.66	8.16			
					区間ピッチ(歩/秒)	4.68	4.82	4.67	4.62	4.41	4.22	4.08	3.81			
					区間ストライド(m)	1.32	2.04	2.13	2.09	2.13	2.16	2.12	2.14			

女子 200m 準決勝1組
2017/8/10 21:05 (風速 -0.2 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	通過タイム(秒)											
					0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m				
1位 5レーン	Dafne SCHIPPERS (NED)	22.49	10.23	-22.03	通過タイム(秒)	3.23	6.77	9.21	11.25	13.50	16.52	20.11	22.49			
					区間速度(m/秒)	6.19	9.90	10.23	9.81	9.56	9.25	8.80	7.98			
					区間ピッチ(歩/秒)	4.34	4.52	4.48	4.36	4.26	4.13	3.94	3.59			
					区間ストライド(m)	1.42	2.19	2.28	2.25	2.24	2.24	2.23	2.22			

女子 200m 準決勝2組
2017/8/10 21:14 (風速 -0.2 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	通過タイム(秒)											
					0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m				
1位 7レーン	Shaunae MILLER-UIBO (BAH)	22.49	10.02	-16.57	通過タイム(秒)	3.28	6.91	9.41	11.47	13.70	16.68	20.22	22.49			
					区間速度(m/秒)	6.10	9.63	10.02	9.72	9.64	9.38	8.92	8.36			
					区間ピッチ(歩/秒)	4.18	4.32	4.29	4.21	4.16	3.96	3.76	3.40			
					区間ストライド(m)	1.46	2.23	2.34	2.31	2.32	2.37	2.37	2.46			

女子 200m 準決勝3組
2017/8/10 21:23 (風速 -0.2 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	通過タイム(秒)											
					0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m				
1位 5レーン	Marie-Josée TA LOU (CIV)	22.50	10.16	-20.72	通過タイム(秒)	3.20	6.74	9.20	11.26	13.52	16.54	20.14	22.50			
					区間速度(m/秒)	6.25	9.88	10.16	9.71	9.53	9.25	8.76	8.05			
					区間ピッチ(歩/秒)	4.78	4.86	4.79	4.61	4.56	4.39	4.19	3.83			
					区間ストライド(m)	1.31	2.03	2.12	2.11	2.09	2.11	2.09	2.10			

女子 200m 決勝
2017/8/11 21:50 (風速 +0.8 m/s)

順位 レーン	選手名 (所属)	記録(秒)	最高速度(m/秒) 到達地点	速度遅減率(%)	通過タイム(秒)											
					0m ~ 20m	20m ~ 55m	55m ~ 80m	80m ~ 100m	100m ~ 121.5m	121.5m ~ 149.42m	149.42m ~ 181m	181m ~ 200m				
1位 6レーン	Dafne SCHIPPERS (NED)	22.05	10.32	-19.08	通過タイム(秒)	3.23	6.72	9.14	11.14	13.31	16.25	19.77	22.05			
					区間速度(m/秒)	6.19	10.04	10.32	10.03	9.88	9.50	8.97	8.35			
					区間ピッチ(歩/秒)	4.31	4.55	4.49	4.44	4.32	4.18	3.98	3.77			
					区間ストライド(m)	1.43	2.21	2.30	2.26	2.29	2.27	2.25	2.22			
2位 4レーン	Marie-Josée TA LOU (CIV)	22.08	10.11	-16.53	通過タイム(秒)	3.17	6.67	9.15	11.17	13.40	16.33	19.83	22.08			
					区間速度(m/秒)	6.31	9.99	10.11	9.89	9.63	9.53	9.04	8.44			
					区間ピッチ(歩/秒)	4.69	4.80	4.73	4.62	4.57	4.42	4.24	4.00			
					区間ストライド(m)	1.34	2.08	2.14	2.14	2.11	2.15	2.13	2.11			
3位 5レーン	Shaunae MILLER-UIBO (BAH)	22.15	9.99	-12.25	通過タイム(秒)	3.23	6.82	9.33	11.37	13.61	16.53	19.98	22.15			
					区間速度(m/秒)	6.18	9.75	9.99	9.77	9.62	9.56	9.14	8.77			
					区間ピッチ(歩/秒)	4.33	4.38	4.33	4.26	4.16	4.10	3.93	3.68			
					区間ストライド(m)	1.43	2.23	2.31	2.29	2.31	2.33	2.33	2.38			

2017年度競技会における男女400mのレース分析

山中 亮¹⁾ 高橋恭平²⁾ 小林 海³⁾ 広川龍太郎⁴⁾ 松尾彰文⁵⁾ 柳谷登志雄⁶⁾ 渡辺圭佑⁷⁾
吉本隆哉⁸⁾ 大沼勇人⁸⁾ 岩山海渡⁸⁾ 丹治史弥⁸⁾ 山本真帆⁸⁾ 松林武生⁸⁾
1) 帝京平成大学 2) 熊本高等専門学校 3) 東京経済大学
4) 東海大学 5) 鹿屋体育大学 6) 順天堂大学
7) 岐阜県スポーツ科学センター 8) 国立スポーツ科学センター

1. はじめに

本稿では、2017年度に日本陸上競技連盟科学委員会による男子および女子短距離選手のバイオメカニクスサポートの活動として行われた対象競技会の400m走における走速度、ピッチおよびストライドの変化を報告する。

2. 方法

2-1. 対象競技会

対象競技会は、下記4競技会とした。

- ・第33回静岡国際陸上競技大会(5月3日,静岡)(以下,「静岡国際」)
- ・第101回日本陸上競技選手権大会(6月23-25日,大阪)(以下,「日本選手権」)
- ・第72回国民体育大会(10月6-10日,愛媛)(以下,「国体」)
- ・第16回世界陸上競技選手権大会(8月4-13日,ロンドン)(以下,「世界選手権」)

2-2. 対象選手

対象選手は、上記国内競技会に出場した男女国内トップレベル選手(男子16名,女子24名),および、世界選手権の決勝に出場した世界トップレベル男子選手7名であった。

2-3. 撮影方法

400m走のレース時に、4-5台のデジタルビデオカメラ(DMC-FZ200, Panasonic, Japan, 29.97fps)もしくはスポーツコーチングカメラシステム(GC-LJ25Bシステム, JVC, Japan, 59.94fps)を用いて、スタートピストルの閃光または発煙を撮影した後

に、全選手をカメラの画角内に収めながら追従撮影を実施した。4台のカメラの設置場所は、第1曲走路、バックストレート、第2曲走路、およびホームストレート(フィニッシュライン付近)の各スタンドであった。また、後述する分析に用いるために、400mハードル(400mH)走の全10台のハードル設置位置の映像および静止画像を、同様の4ヶ所の設置場所から撮影した。

2-4. 分析方法

400m走の分析は、先行研究(持田ら2007,山元ら2014,山元ら2016,山本ら2013)に倣い、Overlay方式を用いて実施した。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。全ての分析には、400mH走のハードルの設置位置(45m, 80m, 115m, 150m, 185m, 220m, 255m, 290m, 325mおよび360m地点)およびフィニッシュライン(400m)の計11地点を分析ポイントとして用いた。

通過タイムは、各分析ポイントを選手の胴体部分が通過した時点のフレーム数から算出した。また、50m毎の通過タイムを、各地点を挟む前後2つの分析ポイントにおける通過タイムを用いて、時間と距離の直線回帰式にその地点の距離を内挿することによって推定値として算出した(持田ら,2007;山元ら,2014;山元ら,2016;山本ら,2013)。150m地点の通過タイムは、400mH走の4台目のハードルの地点の通過タイムを、400m地点の通過タイムは公式記録を、それぞれ用いた。さらに、100mおよび200m毎の区間タイムも算出した。また、走速度低下の評価指標として、レース前半と後半の200m区間タイムの差(以下,「前後半差」)を算出した。

各分析ポイント間(分析区間)の平均走速度(m/s)は、各分析ポイントの通過タイムから各分析区間に要した時間を算出し、分析区間の距離をその区間に要した時間で除することで求めた。また、先行研究(持田ら, 2007; 山元ら, 2014; 山元ら, 2016; 山本ら, 2013)に倣い、全分析区間における平均走速度の最高値(最高走速度)から325-360m区間の平均走速度を引いた値を最高走速度で除し、100を乗ずることで、走速度低下率を算出した。

平均ピッチ(steps/s)は、各分析区間で要した歩数とその時間から、1秒間当たりの歩数として算出した。歩数は、左右差の影響を排除するために偶数歩とした。平均ストライド(m)は、各分析区間の平均走速度を平均ピッチで除することによって算出した。

3. 結果

各対象競技会の400m走における分析ポイントの通過タイム、区間タイム、区間平均走速度、および、走速度低下率を表1-7(表1:静岡国際男子,表2:日本選手権男子,表3:国体男子,表4:世界選手権男子,表5:静岡国際女子,表6:日本選手権女子,表7:国体女子)に、そして、ピッチおよびストライドの変化を図1-7(図1:静岡国際男子,図2:日本選手権男子,図3:国体男子,図4:世界選手権男子,図5:静岡国際女子,図6:日本選手権女子,図7:国体女子)に示した。

参考文献

- 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
- 山元康平・宮代賢治・内藤 景・木越清信・谷川 聡・大山卞圭悟・宮下 憲・尾縣 貢(2014) 陸上競技男子400m走におけるレースパターンとパフォーマンスとの関係. 体育学研究, 59: 159-173
- 山元康平・高橋恭平・広川龍太郎・松林武生・小林海・松尾彰文・柳谷登志雄(2016) 2016主要競技会における男女400m走のレース分析. 陸上競技研究紀要, 12: 98-103
- 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

表1 静岡国際男子 400m 走における分析ポイントの通過タイム，区間タイム，区間平均走速度，及び走速度低下率

選手名	記録	上段 50m毎通過タイム [s]												走速度 低下率 [%]	区間タイム [s]				
		0-45m	50m (45-80m)	100m (80-115m)	150m (115-150m)	185m (150-185m)	200m (185-220m)	250m (220-255m)	300m (255-290m)	350m (290-325m)	400m (325-360m)	46.55	100m毎 (100-200m)		100m毎 (200-300m)	100m毎 (300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差	
北川貴理	46.55	-	6.24	11.32	16.63	-	22.13	27.82	-	33.66	39.82	46.55	20.45	10.81	11.52	12.89	24.42	2.29	
		7.84	9.99	9.62	9.32	9.20	8.85	8.74	8.63	8.29	7.95	7.31							
佐藤拳太郎	46.63	-	6.35	11.48	16.77	-	22.37	27.99	-	33.82	39.98	46.63	18.94	10.89	11.46	12.81	24.26	1.90	
		7.71	9.80	9.67	9.37	8.97	8.85	8.93	8.60	8.29	7.95	7.42							
金丸祐三	47.08	-	6.21	11.31	16.62	-	22.17	27.98	-	34.04	40.42	47.08	22.14	10.86	11.87	13.04	24.91	2.74	
		7.89	9.94	9.58	9.37	9.12	8.74	8.53	8.29	7.95	7.74	7.45							
加藤修也	47.23	-	6.47	11.69	17.08	-	22.64	28.32	-	34.20	40.42	47.23	19.10	10.96	11.56	13.03	24.59	1.95	
		7.56	9.71	9.41	9.20	9.04	8.89	8.74	8.56	8.23	7.86	7.22							
藤原武	47.26	-	6.36	11.68	17.25	-	23.00	28.60	-	34.35	40.52	47.26	17.29	11.32	11.35	12.91	24.26	1.26	
		7.71	9.54	9.20	8.89	8.63	8.85	8.97	8.78	8.33	7.89	7.32							
堀井浩介	47.33	-	6.33	11.53	16.88	-	22.45	28.29	-	34.34	40.66	47.33	19.78	10.92	11.89	12.99	24.88	2.44	
		7.73	9.76	9.45	9.28	9.08	8.78	8.43	8.33	7.98	7.83	7.42							

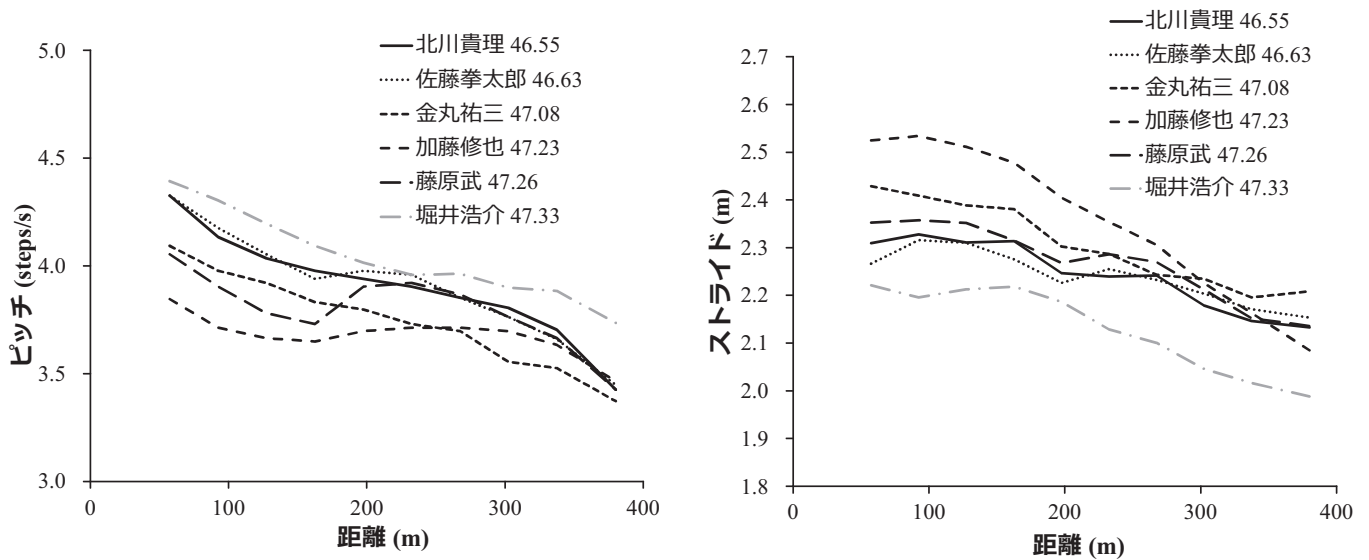


図1 静岡国際男子 400m 走におけるピッチ及びストライドの変化

表2 日本選手権男子 400m 走における分析ポイントの通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, 及び走速度低下率

選手名	記録	上段 50m毎通過タイム [s]										走速度低下率 [%]	区間タイム [s]					
		(0-45m)	50m (45-80m)	100m (80-115m)	150m (115-150m)	中段 50m毎区間タイム [s]		下段 35m毎区間平均速度 [m/s]			400m (360-400m)		100m毎 (100-200m) (200-300m)		200m毎 (300-400m) 前後半差			
北川貴理	45.76	-	6.14	11.23	16.39	-	21.76	27.31	-	33.09	39.17	45.76	17.99	10.53	11.33	12.67	24.00	2.23
		7.98	9.90	9.74	9.67	9.32	9.26	8.85	8.72	8.33	8.12	7.47		5.78	6.08	6.59		
佐藤拳太郎	45.95	-	6.17	11.17	16.14	-	21.41	26.89	-	32.72	39.02	45.95	22.91	10.24	11.31	13.23	24.54	3.13
		7.94	9.92	10.13	10.01	9.51	9.43	8.93	8.69	8.07	7.81	7.08		5.83	6.30	6.93		
木村和史	46.02	-	6.13	11.18	16.33	-	21.63	27.11	-	32.97	39.28	46.02	21.27	10.46	11.34	13.05	24.39	2.75
		7.99	9.94	9.87	9.62	9.47	9.34	9.00	8.62	8.02	7.83	7.32		5.86	6.31	6.74		
堀井浩介	46.42	-	6.23	11.46	16.77	-	22.25	27.85	-	33.81	39.93	46.42	15.47	10.79	11.57	12.61	24.17	1.92
		7.89	9.60	9.47	9.41	9.16	9.02	8.87	8.36	8.23	8.12	7.61		5.97	6.12	6.49		
金丸祐三	47.06	-	6.20	11.26	16.53	-	22.04	27.81	-	33.87	40.29	47.06	23.54	10.79	11.83	13.19	25.02	2.98
		7.90	10.01	9.69	9.39	9.20	8.80	8.60	8.29	7.93	7.66	7.31		6.06	6.42	6.77		
田村朋也	47.14	-	6.05	10.94	15.94	-	21.17	26.72	-	32.69	39.32	47.14	29.90	10.23	11.52	14.45	25.97	4.79
		8.09	10.28	10.13	9.94	9.60	9.45	8.74	8.48	7.90	7.21	6.22		5.97	6.63	7.82		

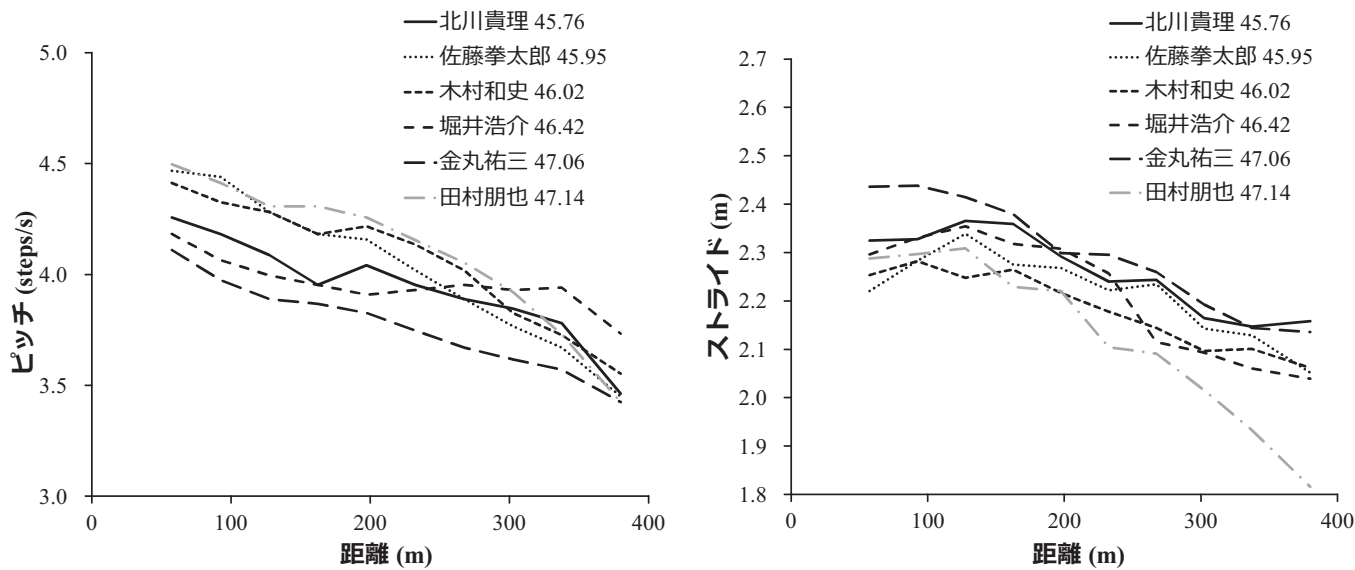


図2 日本選手権男子 400m 走におけるピッチ及びストライドの変化

表3 国体男子 400m 走における分析ポイントの通過タイム，区間タイム，区間平均走速度，及び走速度低下率

選手名	記録	上段 50m毎通過タイム [s]				中段 50m毎区間タイム [s]				下段 35m毎区間平均速度 [m/s]				走速度低下率 [%]	区間タイム [s]				
		(0-45m)	50m (45-80m)	100m (80-115m)	150m (115-150m)	(150-185m)	200m (185-220m)	250m (220-255m)	(255-290m)	300m (290-325m)	350m (325-360m)	400m (360-400m)	100m毎 (100-200m)		200m毎 (200-300m)	300-400m (300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差	
ウオルシュジュリアン	46.08	-	6.18	11.19	16.35	-	21.74	27.42	-	33.35	39.52	46.08	20.65	10.55	11.61	12.73	24.34	2.60	
		7.92	10.11	9.76	9.67	9.37	9.08	8.62	8.49	8.18	8.02	7.53		10.55	11.61	12.73	24.34	2.60	
渡部佳朗	46.55	-	5.99	11.02	16.23	-	21.75	27.50	-	33.51	39.79	46.55	21.85	10.72	11.77	13.04	24.80	3.06	
		8.19	10.11	9.69	9.56	9.14	8.91	8.55	8.37	8.02	7.90	7.28		10.72	11.77	13.04	24.80	3.06	
木村和史	46.87	-	6.20	11.41	16.90	-	22.50	28.25	-	34.14	40.24	46.87	17.79	11.09	11.64	12.73	24.37	1.87	
		7.90	9.87	9.24	9.04	9.00	8.76	8.65	8.53	8.28	8.12	7.41		11.09	11.64	12.73	24.37	1.87	
若林康太	47.05	-	6.21	11.40	16.77	-	22.30	28.15	-	34.20	40.39	47.05	18.36	10.90	11.89	12.85	24.75	2.44	
		7.89	9.83	9.39	9.28	9.16	8.74	8.43	8.29	8.13	8.02	7.38		10.90	11.89	12.85	24.75	2.44	

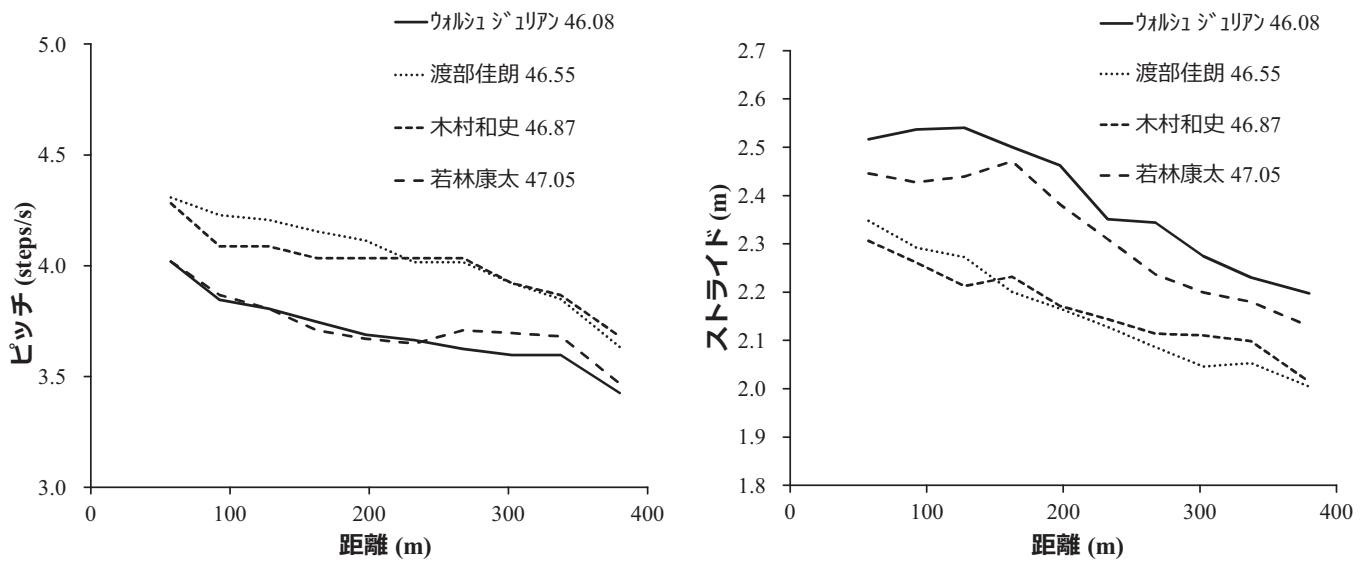


図3 国体男子 400m 走におけるピッチ及びストライドの変化

表4 世界選手権男子400m走における分析ポイントの通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, 及び走速度低下率

選手名	記録	50m毎通過タイム [s]										走速度低下率 [%]	区間タイム [s]					
		0-45m	50m (45-80m)	100m (80-115m)	150m (115-150m)	200m (150-185m)	250m (185-220m)	300m (220-255m)	350m (255-290m)	400m (290-325m)	450m (325-360m)		100m毎 (100-200m)	150m毎 (200-300m)	200m毎 (300-400m)	200m毎前後半差		
Wayde van Niekerk	43.98	-	6.02	10.81	15.67	-	20.80	26.15	-	31.64	37.46	43.98	20.12	9.99	10.83	12.34	23.18	2.37
		8.12	10.46	10.36	10.26	9.87	9.47	9.26	9.18	8.83	8.36	7.51		10.38	11.04	11.82	22.86	1.24
Steaven Gardiner	44.41	-	6.15	11.06	15.98	-	21.05	26.38	-	31.99	37.94	44.41	18.74	9.98	10.94	12.42	23.36	2.31
		7.94	10.18	10.18	10.16	9.99	9.60	9.22	9.00	8.53	8.28	7.60		10.09	10.80	12.80	23.60	2.54
Abdallah Haroun	44.48	-	6.17	11.24	16.35	-	21.62	27.06	-	32.66	38.45	44.48	13.09	10.38	11.04	11.82	22.86	1.24
		7.94	9.87	9.83	9.78	9.54	9.37	9.08	8.97	8.70	8.58	8.22		10.09	10.80	12.80	23.60	2.54
Baboloki Thebe	44.66	-	6.09	10.97	15.93	-	21.06	26.36	-	31.86	37.83	44.66	21.69	10.09	10.80	12.80	23.60	2.54
		8.03	10.28	10.18	10.04	9.85	9.54	9.37	9.16	8.72	8.05	7.16		10.09	10.80	12.80	23.60	2.54
Nathon Allen	44.88	-	6.03	10.94	15.87	-	20.96	26.33	-	31.99	38.06	44.88	20.92	10.02	11.03	12.89	23.92	2.96
		8.12	10.18	10.18	10.13	9.94	9.54	9.16	8.91	8.44	8.05	7.17		10.02	11.03	12.89	23.92	2.96
Demish Gaye	45.04	-	6.16	11.02	15.91	-	21.03	26.49	-	32.24	38.35	45.04	22.37	10.01	11.22	12.80	24.01	2.98
		7.92	10.33	10.26	10.21	9.97	9.32	9.04	8.74	8.36	8.02	7.35		10.01	11.22	12.80	24.01	2.98
Fred Kerley	45.23	-	6.09	11.01	16.02	-	21.19	26.63	-	32.35	38.47	45.23	21.95	10.18	11.16	12.88	24.04	2.86
		8.03	10.26	10.06	9.92	9.80	9.43	9.02	8.83	8.33	8.01	7.26		10.18	11.16	12.88	24.04	2.86

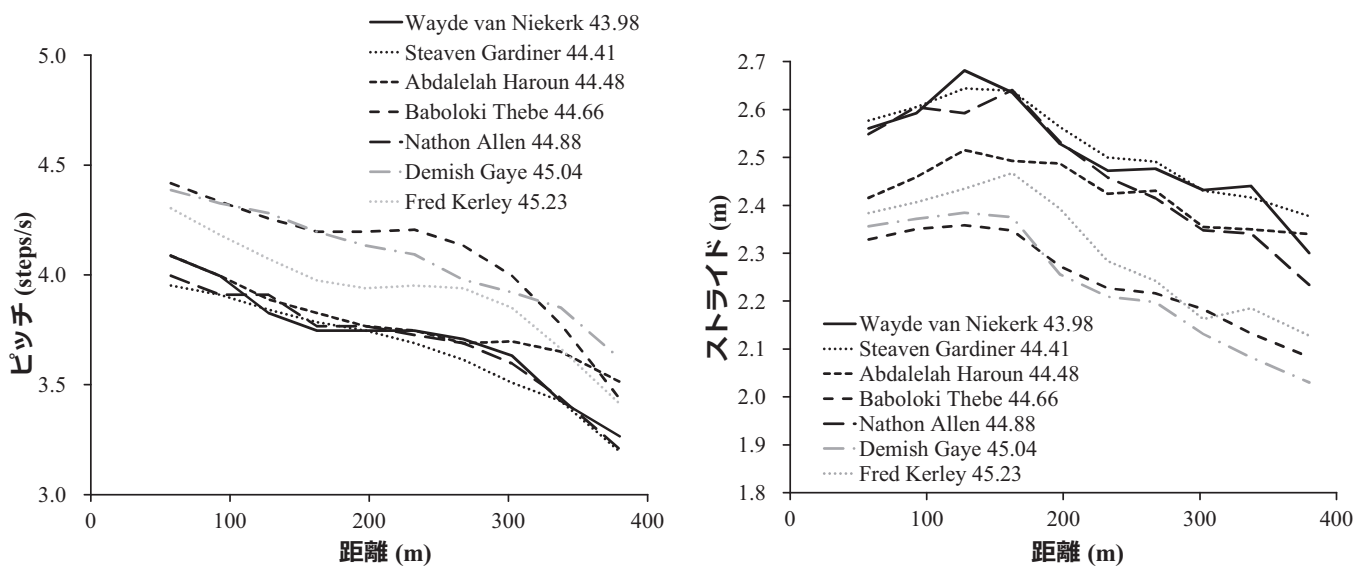


図4 世界選手権男子400m走におけるピッチ及びストライドの変化

表5 静岡国際女子400m走における分析ポイントの通過タイム，区間タイム，区間平均走速度，及び走速度低下率

選手名	記録	上段 50m毎通過タイム[s]				中段 50m毎区間タイム[s]				下段 35m毎区間平均速度[m/s]				走速度低下率 [%]	区間タイム [s]				
		0-45m	50m (45-80m)	100m (80-115m)	150m (115-150m)	150-185m	200m (185-220m)	250m (220-255m)	255-290m	300m (290-325m)	350m (325-360m)	400m (360-400m)	100-200m		100m毎 (200-300m)	300-400m	200m毎 (200-400m) 前後半差		
青山聖佳	54.50	-	6.84	12.62	18.67	-	24.96	31.66	-	38.80	46.37	54.50	26.01	12.34	13.84	15.70	29.54	4.58	
		7.17	8.78	8.46	8.19	8.04	7.74	7.28	7.06	6.70	6.50	6.07		12.34	13.84	15.70	29.54	4.58	
岩田優奈	54.53	-	7.14	13.21	19.44	-	25.84	32.63	-	39.69	47.00	54.53	18.18	12.62	13.86	14.84	28.69	2.86	
		6.88	8.33	8.10	8.01	7.95	7.52	7.26	7.11	6.88	6.81	6.60		12.62	13.86	14.84	28.69	2.86	
川田 朱夏	54.67	-	7.05	13.08	19.34	-	25.95	32.71	-	39.76	47.15	54.67	19.29	12.86	13.81	14.91	28.72	2.78	
		6.97	8.36	8.19	7.92	7.63	7.41	7.39	7.14	6.79	6.75	6.62		12.86	13.81	14.91	28.72	2.78	
青木りん	54.83	-	7.02	12.91	19.04	-	25.50	32.40	-	39.48	46.89	54.83	22.47	12.59	13.98	15.35	29.33	3.84	
		6.99	8.56	8.39	8.07	7.89	7.41	7.14	7.11	6.86	6.64	6.22		12.59	13.98	15.35	29.33	3.84	
新宅麻未	55.07	-	7.02	13.06	19.27	-	25.77	32.36	-	39.27	46.81	55.07	21.98	12.71	13.49	15.80	29.30	3.53	
		7.01	8.33	8.23	7.98	7.74	7.57	7.60	7.34	6.77	6.50	5.95		12.71	13.49	15.80	29.30	3.53	
松本奈菜子	55.31	-	7.18	13.17	19.39	-	25.87	32.74	-	39.89	47.30	55.31	21.27	12.71	14.01	15.42	29.44	3.56	
		6.83	8.46	8.19	7.98	7.83	7.44	7.18	7.02	6.83	6.66	6.14		12.71	14.01	15.42	29.44	3.56	
武石この実	55.34	-	6.90	12.85	19.17	-	25.85	32.86	-	40.04	47.43	55.34	21.79	13.00	14.19	15.30	29.49	3.64	
		7.12	8.60	8.13	7.83	7.57	7.28	7.04	6.99	6.81	6.72	6.23		13.00	14.19	15.30	29.49	3.64	
櫻山楓	56.57	-	7.05	13.02	19.27	-	25.77	32.71	-	40.05	47.92	56.57	27.27	12.76	14.27	16.52	30.80	5.02	
		6.97	8.46	8.26	7.89	7.80	7.44	7.06	6.86	6.56	6.15	5.70		12.76	14.27	16.52	30.80	5.02	

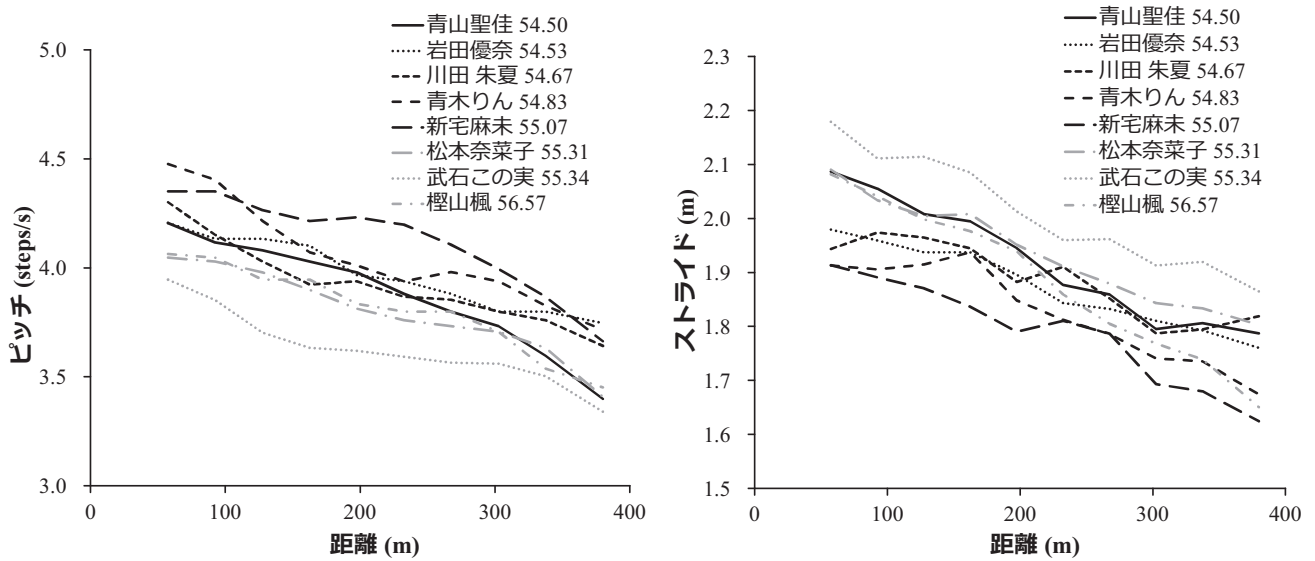


図5 静岡国際女子400m走におけるピッチ及びストライドの変化

表6 日本選手権女子400m走における分析ポイントの通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, 及び走速度低下率

選手名	記録	50m毎通過タイム [s]										走速度低下率 [%]	区間タイム [s]					
		0-45m	50m (45-80m)	100m (80-115m)	150m (115-150m)	200m (150-185m)	250m (185-220m)	300m (220-255m)	350m (255-290m)	400m (290-325m)	450m (325-360m)		500m (360-400m)	100m毎 (100-200m)	200m毎 (200-300m)	300m毎 (300-400m)	200m毎前後半差	
岩田優奈	53.65	-	6.90	12.89	19.02	-	25.33	31.87	-	38.70	45.98	53.65	19.94	12.44	13.37	14.95	28.32	2.99
		7.14	8.43	8.23	8.13	8.01	7.74	7.59	7.37	6.99	6.75	6.47		12.46	13.64	14.86	28.50	3.18
武石この実	53.83	-	6.90	12.86	18.94	-	25.33	31.98	-	38.97	46.21	53.83	18.36	12.46	13.64	14.86	28.50	3.18
		7.14	8.43	8.33	8.19	7.92	7.61	7.45	7.18	6.92	6.88	6.49		12.61	13.80	14.87	28.67	3.16
川田 朱夏	54.18	-	6.96	12.90	19.04	-	25.51	32.28	-	39.31	46.57	54.18	19.87	12.61	13.80	14.87	28.67	3.16
		7.06	8.53	8.26	8.10	7.83	7.49	7.31	7.14	6.95	6.83	6.51		12.71	13.71	15.16	28.87	3.01
松本奈菜子	54.72	-	7.08	13.15	19.37	-	25.85	32.55	-	39.56	46.92	54.72	19.13	12.71	13.71	15.16	28.87	3.01
		6.94	8.34	8.10	8.01	7.77	7.57	7.40	7.18	6.83	6.75	6.34		12.76	13.70	15.03	28.74	2.62
青木りん	54.85	-	7.11	13.36	19.65	-	26.11	32.75	-	39.82	47.16	54.85	15.35	12.76	13.70	15.03	28.74	2.62
		6.93	8.01	8.01	7.92	7.80	7.60	7.49	7.09	6.84	6.78	6.43		12.32	13.46	16.25	29.72	4.45
青山聖佳	54.98	-	6.98	12.95	19.00	-	25.26	31.77	-	38.73	46.31	54.98	23.85	12.32	13.46	16.25	29.72	4.45
		7.04	8.43	8.33	8.23	8.07	7.80	7.60	7.26	6.79	6.42	5.62		13.14	13.64	15.24	28.89	2.19
新宅麻未	55.59	-	7.25	13.56	20.07	-	26.70	33.41	-	40.35	47.66	55.59	16.61	13.14	13.64	15.24	28.89	2.19
		6.79	8.04	7.74	7.66	7.56	7.49	7.43	7.25	6.98	6.70	6.21		12.94	14.04	15.83	29.87	3.54
椎谷佳奈子	56.20	-	7.19	13.39	19.74	-	26.33	33.15	-	40.37	48.02	56.20	20.31	12.94	14.04	15.83	29.87	3.54
		6.85	8.10	8.01	7.83	7.66	7.41	7.28	6.96	6.63	6.46	6.03						

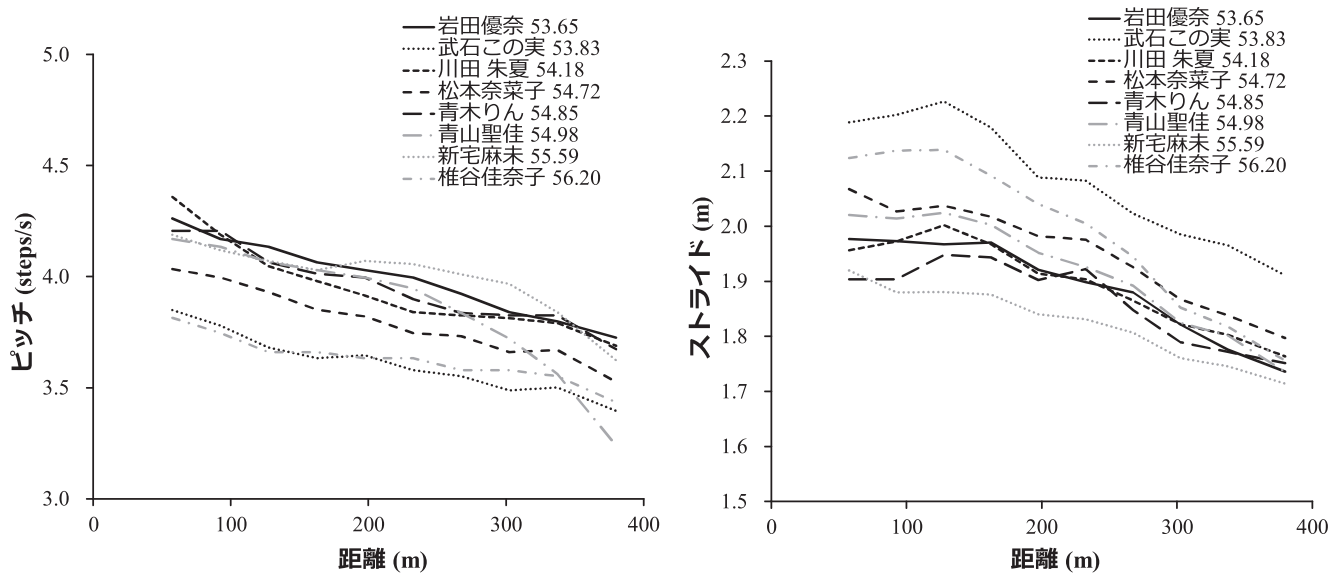


図6 日本選手権女子400m走におけるピッチ及びストライドの変化

表7 国体女子 400m 走における分析ポイントの通過タイム，区間タイム，区間平均走速度，及び走速度低下率

選手名	記録	上段 50m毎通過タイム [s]		中段 50m毎区間タイム [s]				下段 35m毎区間平均速度 [m/s]				走速度低下率 [%]	区間タイム [s]					
		0-45m	50m (45-80m)	100m (80-115m)	150m (115-150m)	150-185m	200m (185-220m)	250m (220-255m)	255-290m	300m (290-325m)	350m (325-360m)		400m (360-400m)	100m毎 (100-200m)	100m毎 (200-300m)	100m毎 (300-400m)	200m毎前後半差	
北村夢	53.71	-	7.12	13.01	19.20	-	25.71	32.37	-	39.22	46.30	53.71	18.94	12.70	13.51	14.49	28.00	2.29
		6.88	8.60	8.33	7.98	7.74	7.55	7.49	7.31	7.16	6.97	6.69						
岩田優奈	54.16	-	6.79	12.51	18.54	-	24.94	31.71	-	38.84	46.30	54.16	25.55	12.43	13.90	15.32	29.22	4.28
		7.23	8.89	8.49	8.21	7.93	7.56	7.27	7.04	6.79	6.62	6.30						
武石この実	54.46	-	6.83	12.67	18.79	-	25.31	32.14	-	39.27	46.62	54.46	23.00	12.64	13.96	15.19	29.15	3.85
		7.19	8.70	8.36	8.10	7.77	7.44	7.23	7.02	6.90	6.70	6.30						
青木沙弥佳	55.19	-	6.74	12.77	19.10	-	25.74	32.58	-	39.67	47.13	55.19	21.63	12.97	13.93	15.52	29.45	3.71
		7.33	8.39	8.13	7.80	7.57	7.44	7.23	7.09	6.83	6.58	6.11						
松本聖華	55.63	-	7.23	13.51	20.05	-	26.81	33.66	-	40.73	48.01	55.63	15.86	13.30	13.92	14.90	28.82	2.01
		6.81	8.07	7.80	7.57	7.43	7.35	7.26	7.09	6.95	6.79	6.51						
青木りん	55.80	-	7.12	13.04	19.30	-	26.00	33.05	-	40.38	47.91	55.80	23.75	12.96	14.37	15.42	29.80	3.79
		6.88	8.60	8.23	7.89	7.57	7.21	7.02	6.83	6.72	6.56	6.28						
榎山楓	55.96	-	7.11	13.06	19.35	-	26.10	33.08	-	40.31	47.86	55.96	23.91	13.04	14.21	15.65	29.86	3.76
		6.90	8.56	8.16	7.86	7.48	7.26	7.10	6.95	6.72	6.52	6.10						
広田有紀	55.98	-	7.62	13.97	20.42	-	27.12	33.96	-	41.00	48.30	55.98	14.79	13.15	13.88	14.98	28.86	1.74
		6.44	7.92	7.83	7.71	7.51	7.37	7.27	7.12	6.95	6.75	6.45						

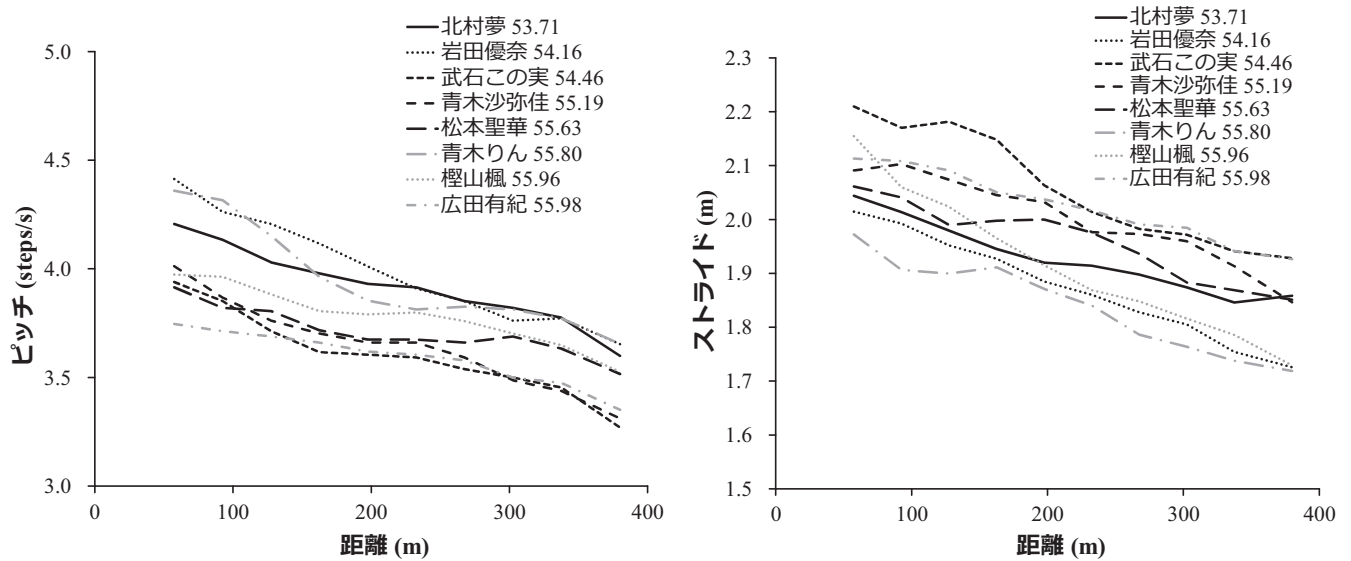


図7 国体女子 400m 走におけるピッチ及びストライドの変化

日本代表男子4×100 mリレーのバイオメカニクスサポート ～2017 ロンドン世界選手権における日本代表と上位チームとの比較～

小林海¹⁾ 大沼勇人²⁾ 吉本隆哉²⁾ 岩山海渡²⁾ 高橋恭平³⁾ 松林武生²⁾
広川龍太郎⁴⁾ 松尾彰文⁵⁾ 土江寛裕⁶⁾ 荻部俊二⁷⁾
1) 東京経済大学 2) 国立スポーツ科学センター 3) 熊本高等専門学校
4) 東海大学 5) 鹿屋体育大学 6) 東洋大学 7) 法政大学

1. はじめに

2017年8月に行われたロンドン世界選手権の男子4×100 mリレーにおいて、日本代表チームは世界選手権では初めて銅メダルを獲得することができた。また、2016年のリオデジャネイロオリンピック（銀メダル）に続き、2大会連続でのメダル獲得は陸上の男子短距離界にとって快挙といえる成績であった。

世界選手権が行われた2017年8月時点で、4×100mリレーに出場した日本代表選手の6人中5人の100 mシーズンベストが10.0秒台（多田修平：10.08秒、飯塚翔太：10.08秒、桐生祥秀：10.04秒、ケンブリッジ飛鳥：10.08秒、サニブラウンハキーム：10.05秒）であり、個々の高い走力がロンドン世界選手権における銅メダル獲得に大きく貢献したといえる。しかしながら、9秒台のベストタイムを複数人揃える海外のチームに対して、世界選手権の男子4×100 mリレーで日本代表がメダルを獲得するためには、個々の走力に加え、テークオーバーゾーンでの円滑なバトンパスの技術が不可欠となる。

日本代表男子4×100 mリレーチームが採用しているアンダーハンドパスはオーバーハンドパスと比較して利得距離（2選手間の距離）が短いため、テークオーバーゾーンにおけるバトンパスの時間ではオーバーハンドパスの方が有利にはたらく。しかしながら、オーバーハンドパスは次走者が腕を高く上げるため、バトンパスの失敗リスクが高まる。オーバーハンドパスと比較してアンダーハンドパスは腕を高く上げないため、バトンパスが容易であるだけでなく、次走者が走る姿勢に近く、加速しやすいという利点もある。近年の国内短距離選手の競技力向

上に伴い、世界大会の日本代表選手を固定化することは困難なため、どの選手が代表に選出されても、確実なバトンパスを行うためにアンダーハンドパスは有用なバトンパス方法であるといえる。

現在、男子短距離の日本代表合宿では、アンダーハンドパスであってもバトンパス時の利得距離を延伸させることに加え、テークオーバーゾーン内におけるバトンパスの位置に着目し、バトンパスタイムの短縮を意図した練習に取り組んできた。日本陸連科学委員会は同強化委員会や国立スポーツ科学センターと協力し、世界大会における4×100mリレーのレース分析に加え、合宿時におけるバトンパス練習の測定を継続して実施してきた（広川ら 2016, 小林 2016, 松林ら 2012 など）。本報告では、これまでの取り組みやその成果も踏まえ、2017年に行われたロンドン世界選手権における日本と上位チームとの比較から、日本が銅メダルを獲得することができた要因と今後の展望について検討した。

2. 方法

2-1. 分析対象レースとチーム

2017年の世界選手権では、メダルを獲得した日本を含む上位3か国と中国を、2016年リオデジャネイロオリンピックでは、メダルを獲得した日本を含む上位3か国（ジャマイカは決勝のみ）とアメリカ、中国をそれぞれ分析対象とした。

・2017年ロンドン世界選手権

予選：日本、イギリス、アメリカ、中国
決勝：日本、イギリス、アメリカ、中国

・2016年リオデジャネイロオリンピック

予選：日本、カナダ、アメリカ、中国
決勝：日本、ジャマイカ、カナダ、アメリカ、中

国

2016年リオデジャネイロオリンピック予選のジャマイカはインフィールド内の跳躍マット等の遮蔽物によりグラウンド上の校正点を撮影することができなかったため、分析対象から除外した。

2-2. 測定方法

測定には6台のハイスピードデジタルビデオカメラを用い (LUMIX DMC-FZ300, 239.76 fps), 各カメラをスタンド最上部にそれぞれ配置し (図1), パンニング方式でレース映像を取得した。すべてのカメラはスターターのピストルの閃光を撮影することで、時間を同期した。また、競技場内でのキャリブレーション測定ができなかったため、予め各撮影地点から各レーンの加速線 (ブルーライン) とテークオーバーゾーンの開始線, 中間線, 終了線, およびの静止画と動画を撮影し, 分析の際の校正点として用いた。また, 2-3走のテークオーバーゾーン出+10 m地点については400 mハードルの6台目を校正点としたが, 1-2走と3-4走のテークオーバーゾーン出+10 m地点については, 校正点となるグラウンドマークがないため, テークオーバーゾーンのセンターラインとテークオーバーゾーン出口との距離から位置情報を計算し, 各レーンのテークオーバー

ゾーン出+10 mに関する位置情報を推定した。

2-3. 分析方法

映像分析には動画再生および編集ソフト (QuickTimePro7, Apple, USA) を用い, スターターの閃光をゼロフレームとして, 各校正点をトルソーが通過したフレームを求めた。その後, 通過フレームと撮影時のfpsの逆数との積から通過時間を求めた。分析はこれまでに4×100mリレーの分析に携わった経験のある2名がそれぞれ行い, それぞれのデータを照合して, 2人の分析者の誤差が1フレーム (0.004秒) 以内になるまで分析を繰り返した。分析項目はバトンを持つ選手を基準に算出したバトン100 mタイムと各走者個人の100 mタイム, バトンパスの要素を排除した各走者のタイム, 各テークオーバーゾーンの20 mバトンタイム (広川ら2016) と40 mバトンタイム, および次走者のバトンゾーン出+10 m (30-40 m区間) 走速度, テークオーバーゾーン内のバトンパス開始地点と終了地点, バトンパスに要した距離であった。加えて, 4×100 mリレータイムと40 mバトンタイムとの相関関係 (図2) を算出した。

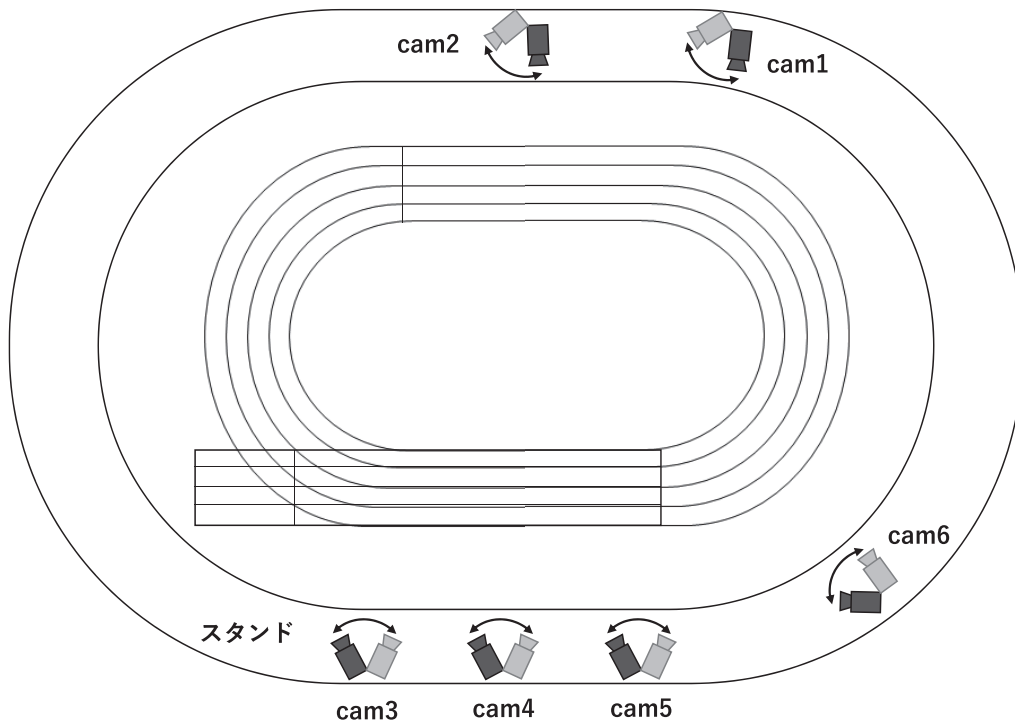


図1 4×400 mリレーの撮影レイアウト

cam1: 1-2走と3-4走のバトンパスを, cam2: 3-4走のバトンパスを, cam3: 2-3走と3-4走のバトンパスを, cam4: 1-2走と2-3走のバトンパスを, cam5: 1-2走のバトンパスを, cam6: 2-3走のバトンパスをそれぞれ撮影した

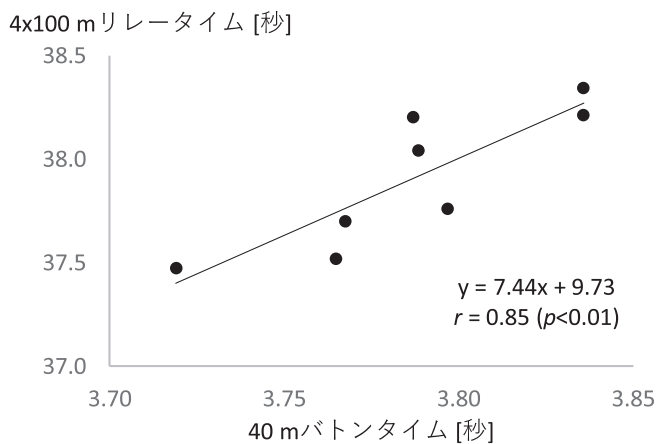


図2 2017年世界選手権における4×400 mリレーのタイムと40 mバトン区間タイムとの相関関係
両者の間には有意な正の相関関係が認められた

3. 結果および考察

2017年世界選手権4×100 mリレー決勝の個人タイムおよびバトンパス区間を除外した各走者のタイム(表1 ①-④のタイム)をみると、1走はイギリス、2走はアメリカ、3走は日本(桐生祥秀)、4走はアメリカがそれぞれ最速タイムであった。また、バトン100 mタイムをみると、1-2走の間接点で日本はイギリスと0.12秒のタイム差があり(表1)、2-3走の間接点では0.36秒までその差を広げられていた(2-3走間接点、日本:19.60秒、イギリス:

19.24秒)。イギリスやアメリカは個々の走力で日本を上回るため、レース前半で他国に先行されると、レース後半でその差を逆転することは難しい。2-3走のバトンパス時点で、他国を先行できないまでも、その差を0.1秒以内にとどめておく必要がある。2016年リオデジャネイロオリンピックでは、1走で日本(山縣亮太)がレースをリードする展開にあり(表2)、2-3走の間接点でのジャマイカとの差は全くなかった(2-3走間接点、日本:19.32秒、ジャマイカ:19.32秒)。今世界選手権では、桐生選手が3走の区間最速タイムで走っていたことを考慮すると、前半でリードすることができれば、リオデジャネイロオリンピック時の日本記録(37.60秒)に近いタイムでフィニッシュすることができていたと考えられる。また、アジアではじめて37秒台を樹立した中国に対しては、4走(藤光謙司)で0.04秒下回ったものの(表1 4走90 mタイム)、その他の区間では上回ることができていた。中国は身近なライバル国であり、身体的特性も近い国であることを考慮すると、リオデジャネイロオリンピックと今世界選手権は十分評価できる結果であったといえる。

バトン区間20 mタイムはバトンの受け渡し位置等の影響を受けやすく、バトンパス全体の良し悪しを必ずしも評価できないため、現在の日本代表男子4×100 mリレーはバトンパスをテークオーバーゾーンの20 mにその前後10 mを加えた40 m区間のタイムを重視している。世界選手権のバトン区間

表1 2017年世界選手権における各走者の個人タイム

ラウンド 国名	予選				決勝				
	日本	イギリス	アメリカ	中国	日本	イギリス	アメリカ	中国	
組, レーン 記録 [秒]	1組5レーン	1組4レーン	1組8レーン	2組6レーン	9レーン	7レーン	4レーン	8レーン	
	38.21	37.76	37.70	38.20	38.04	37.47	37.52	38.34	
バトン100mタイム [秒]	1走	10.38	10.36	10.40	10.35	10.33	10.21	10.38	10.43
	2走	9.15	8.98	9.12	9.36	9.27	9.03	8.97	9.28
	3走	9.33	9.26	9.24	9.21	9.20	9.19	9.28	9.41
	4走	9.34	9.16	8.94	9.28	9.24	9.05	8.89	9.22
個人100mタイム [秒]	1走	10.38	10.36	10.40	10.35	10.33	10.21	10.38	10.43
	2走	9.24	9.09	9.23	9.44	9.38	9.13	9.08	9.38
	3走	9.41	9.36	9.33	9.36	9.30	9.30	9.48	9.58
	4走	9.34	9.16	8.94	9.28	9.24	9.05	8.89	9.22
1走80mタイム [秒] (スタート→ブルーライン)	8.51	8.46	8.51	8.59	8.48	8.40	8.51	8.58	
①1走90mタイム [秒] (スタート→2走イン)	9.47	9.40	9.47	9.56	9.43	9.33	9.46	9.55	
②2走100mタイム [秒] (2走イン→3走イン)	9.42	9.22	9.35	9.63	9.45	9.26	9.14	9.43	
③3走100mタイム [秒] (3走イン→4走イン)	9.48	9.51	9.47	9.44	9.39	9.49	9.58	9.55	
④4走110mタイム [秒] (4走イン→フィニッシュ)	10.49	10.29	10.02	10.42	10.37	10.18	10.00	10.34	
4走90mタイム [秒] (3走アウト→フィニッシュ)	8.31	8.15	7.98	8.29	8.25	8.04	7.92	8.21	
合計タイム [秒] (①+②+③+④)	38.86	38.42	38.31	39.04	38.64	38.26	38.18	38.87	

表2 2016年リオデジャネイロオリンピックにおける各走者の個人タイム

2016 リオデジャネイロオリンピック										
ラウンド 国名 組, レーン 記録 [秒]	予選				決勝					
	日本	カナダ	中国	アメリカ	日本	ジャマイカ	カナダ	中国	アメリカ	
	2組6レーン	1組2レーン	1組4レーン	1組3レーン	5レーン	4レーン	7レーン	6レーン	3レーン	
	37.68	37.89	37.82	37.65	37.60	37.27	37.64	37.90	DQ	
バトン 100mタイム [秒]	1走	10.26	10.32	10.33	10.29	10.14	10.29	10.39	10.46	10.46
	2走	9.09	9.22	9.04	8.92	9.18	9.03	9.13	9.04	9.04
	3走	9.27	9.13	9.24	9.28	9.24	9.20	9.27	9.18	9.18
	4走	9.05	9.22	9.21	9.17	9.04	8.75	8.84	9.23	9.23
個人 100mタイム [秒]	1走	10.26	10.32	10.33	10.29	10.14	10.29	10.39	10.46	10.46
	2走	9.18	9.33	9.12	8.97	9.30	9.12	9.29	9.17	9.17
	3走	9.38	9.29	9.38	9.42	9.36	9.31	9.40	9.34	9.34
	4走	9.05	9.22	9.21	9.17	9.04	8.75	8.84	9.23	9.23
1走80mタイム [秒] (スタート→ブルーライン)	8.44	8.48	8.49	8.41	8.37	8.37	8.51	8.64	8.64	
①1走90mタイム [秒] (スタート→2走イン)	9.38	9.43	9.45	9.35	9.31	9.32	9.47	9.59	9.59	
②2走100mタイム [秒] (2走イン→3走イン)	9.26	9.45	9.31	9.13	9.44	9.20	9.39	9.35	9.35	
③3走100mタイム [秒] (3走イン→4走イン)	9.41	9.44	9.47	9.59	9.43	9.52	9.50	9.43	9.43	
④4走110mタイム [秒] (4走イン→フィニッシュ)	10.16	10.32	10.35	10.29	10.16	9.91	9.93	10.34	10.34	
4走90mタイム [秒] (3走アウト→フィニッシュ)	8.07	8.21	8.18	8.15	8.03	7.72	7.85	8.21	8.21	
合計タイム [秒] (①+②+③+④)	38.21	38.65	38.58	38.37	38.33	37.95	38.29	38.72	38.72	

表3 2017年世界選手権における20mおよび40mバトン区間タイム, 次走者の30-40m区間走速度

2017 ロンドン世界選手権									
ラウンド 国名		予選				決勝			
		日本	イギリス	アメリカ	中国	日本	イギリス	アメリカ	中国
バトン区間 20mタイム [秒]	1-2走	1.93	1.94	1.92	1.85	1.90	1.86	1.88	1.89
	2-3走	1.91	1.88	1.91	1.89	1.91	1.86	1.93	1.94
	3-4走	2.03	1.90	1.90	1.91	1.91	1.84	1.86	2.00
	平均	1.95	1.91	1.91	1.88	1.91	1.85	1.89	1.94
バトン区間 40mタイム [秒]	1-2走	3.80	3.78	3.78	3.80	3.77	3.70	3.74	3.79
	2-3走	3.77	3.82	3.78	3.77	3.82	3.75	3.81	3.83
	3-4走	3.94	3.79	3.74	3.79	3.78	3.71	3.75	3.89
	平均	3.84	3.80	3.77	3.79	3.79	3.72	3.76	3.84
バトン区間 30-40m走速度 [m/秒]	2走	10.90	11.10	11.10	10.16	10.95	11.15	10.95	10.80
	3走	10.70	9.71	10.56	10.52	10.56	10.52	10.56	10.52
	4走	10.52	10.56	11.26	10.75	10.90	10.90	11.20	10.80
	平均	10.71	10.46	10.97	10.48	10.80	10.86	10.90	10.71

40 mタイムをみると、予選ではアメリカ3-4走の3.74秒、決勝ではイギリス1-2走の3.70秒がそれぞれ最速であった。日本代表では、以前は3.80秒以内を目標としていたが、個々の走力向上に伴い、リオデジャネイロオリンピックからは3.75秒以内を目標と定めてバトンパス練習を行ってきた。今世界選手権では予選の2-3走および決勝の1-2走の3.77秒が最速であり、目標の3.75秒以内はいずれの区間でも達成できなかった。当然、気候や風の影響が全大会で一定ではないが、イギリスやアメリカが3.75秒以内でバトンパスを行っていたことを考慮すると、他国と同等か他国を上回るタイムが求められる。今後は3.70秒を目標とし、すべての区間で3.70秒を達成できるようにバトンパス練習を行う必要があるかもしれない。

ロンドン世界選手権における日本代表の予選と決勝のバトン区間40mタイムを比較すると、決勝は予選から平均で0.05秒短縮できていた(表3)。日本陸連科学委員会は予選終了後にレース映像の即時分析を実施し、速報値を同強化委員会の男子4×100mリレースタッフにフィードバックしてきた。今世界選手権の決勝におけるバトン区間40mタイムの短縮は、それらの情報も踏まえた的確なバトンパスの問題点の修正が行えていたことを示すものであり、これらのことが銅メダルの獲得に寄与したといえる。その一方で、今世界選手権のバトン区間40mタイムの平均値は予選、決勝ともにリオデジャネイロオリンピックの40mタイムを上回ることはできなかった(表3-4)。2017年の7-8月に行われた直前合宿では、リオデジャネイロオリンピック前

表4 2016年リオデジャネイロオリンピックにおける20 mおよび40 mバトン区間タイム, 次走者の30-40 m区間走速度

2016 リオデジャネイロオリンピック										
ラウンド 国名		予選				決勝				
		日本	カナダ	中国	アメリカ	日本	ジャマイカ	カナダ	中国	アメリカ
バトン区間 20mタイム [秒]	1-2走	1.86	1.90	1.88	1.93	1.86	1.95	1.91	1.89	1.92
	2-3走	1.91	1.91	1.85	1.94	1.85	1.96	1.89	1.81	1.95
	3-4走	1.94	1.82	1.92	1.88	1.93	1.88	1.92	1.86	1.88
	平均	1.90	1.88	1.88	1.91	1.88	1.93	1.91	1.86	1.92
バトン区間 40mタイム [秒]	1-2走	3.70	3.77	3.75	3.76	3.73	3.80	3.76	3.77	3.81
	2-3走	3.79	3.80	3.71	3.79	3.72	3.83	3.77	3.67	3.82
	3-4走	3.87	3.71	3.80	3.80	3.82	3.78	3.80	3.77	3.84
	平均	3.79	3.76	3.75	3.78	3.76	3.80	3.78	3.74	3.82
バトン区間 30-40m走速度 [m/秒]	2走	11.13	10.85	10.95	11.20	10.66	11.10	11.15	10.82	11.36
	3走	10.75	10.61	10.52	10.52	10.75	10.56	10.70	10.61	10.56
	4走	10.36	10.75	10.80	10.45	10.52	10.38	10.82	10.45	9.95
	平均	10.74	10.74	10.75	10.72	10.64	10.68	10.89	10.63	10.62

表5 2017年世界選手権におけるテークオーバーゾーン内で次走者がバトンに触れた地点と前走者がバトンを離れた地点(上段), 2人がバトンに触れていた距離(下段)

2017 ロンドン世界選手権																
ラウンド 国名	予選								決勝							
	日本		イギリス		アメリカ		中国		日本		イギリス		アメリカ		中国	
バトンパス	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]
	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]
1-2走	7.0	10.0	4.5	8.0	3.0	5.5	13.0	15.0	7.0	13.0	5.0	9.0	3.0	6.0	8.0	11.5
	3.0		3.5		2.5		2.0		6.0		4.0		3.0		3.5	
2-3走	4.5	8.0	4.5	10.0	5.0	7.5	5.0	7.0	5.0	8.0	6.5	10.0	3.0	7.0	6.5	10.0
	3.5		5.5		2.5		2.0		3.0		3.5		4.0		3.5	
3-4走	4.0	8.5	9.0	11.5	1.0	4.5	3.0	5.0	7.0	10.0	8.0	11.0	4.0	6.0	0.5	5.0
	4.5		2.5		3.5		2.0		3.0		3.0		2.0		4.5	
平均	5.2	8.8	6.0	9.8	3.0	5.8	7.0	9.0	6.3	10.3	6.5	10.0	3.3	6.3	5.0	8.8
	3.7		3.8		2.8		2.0		4.0		3.5		3.0		3.8	

の合宿と比較して十分なバトンパス練習が実施できず、このことがオリンピックのバトン区間40 mタイムを下回った一因として挙げられる。また、世界選手権の4×400 mリレーのタイムと40 mバトン区間タイムとの間には有意な正の相関関係が認められた(図2)ことから、4×100 mリレー全体のタイムの短縮には40 mバトン区間タイムを短縮することが重要であることがわかる。これらの結果を踏まえ、直前合宿における高精度なバトンパス練習が必須であり、合宿の段階でバトン区間40 mタイムの目標を3.70秒に練習するとともに、その際のデータ収集とフィードバックによる科学的なサポートが必要だと考えられる。

バトン区間の20 mあるいは40 mタイムを決める主要因として、個々の走力のほかに利得距離やテークオーバーゾーン内のバトンパスが行われた位置、そして前走者と次走者がバトンに触れている時間(距離)が挙げられる。これまでの大会で利得距離を測定することはできていないが、バトンパスが

行われた位置と前走者と次走者の2人がバトンに触れていた距離については検討してきた(表5-6)。ロンドン世界選手権の日本代表のバトンパスが行われた位置は予選(平均5.2-8.8 m)、決勝(平均6.3-10.3 m)ともにテークオーバーゾーンの前半から中盤であった(表5)。この傾向は他国も同様であり、各国ともに比較的テークオーバーゾーン前半でバトンパスが行われていた。テークオーバーゾーン後半でのバトンパスはバトンパスに失敗すると失格となるリスクが増大するため、前半で次走者がバトンを確実に受け取り、その後加速するバトンパスを行っていたと推察される。しかし、日本代表は次走者が十分に加速してバトンを受け取るために、テークオーバーゾーン中間付近でバトンパスを行うことを目標としていたため、今世界選手権は完璧なバトンパスが遂行できていたとは言い難い。

また、ロンドン世界選手権の前走者と次走者の2人がバトンに触れていた距離の平均値は日本が他国と比較して最も長かった(表5)。このことは、次

表6 2016年リオデジャネイロオリンピックにおけるテークオーバーゾーン内で次走者がバトンに触れた地点と前走者がバトンを離れた地点（上段）、2人がバトンに触れていた距離（下段）

2016 リオデジャネイロオリンピック																			
ラウンド 国名	予選								決勝										
	日本		カナダ		中国		アメリカ		日本		ジャマイカ		カナダ		中国		アメリカ		
バトンパス	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	
	距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		
1-2走	5.5	9.0	4.0	8.0	6.5	9.0	3.5	8.0	10.0	15.5	2.0	4.5	2.0	5.5	8.5	12.5	-2.0	2.0	
	3.5		4.0		2.5		4.5		5.5		2.5		3.5		4.0		4.0		
2-3走	4.0	6.5	2.5	6.0	6.5	8.5	3.5	7.5	8.5	10.5	2.5	5.0	7.5	9.5	9.5	12.0	3.0	6.5	
	2.5		3.5		2.0		4.0		2.0		2.5		2.0		2.5		3.5		
3-4走	5.0	8.0	8.5	11.0	3.5	5.5	6.5	10.5	5.5	8.0	8.0	10.0	2.0	4.5	5.0	7.0	10.5	13.5	
	3.0		2.5		2.0		4.0		2.5		2.0		2.5		2.0		3.0		
平均	4.8	7.8	5.0	8.3	5.5	7.7	4.5	8.7	8.0	11.3	4.2	6.5	3.8	6.5	7.7	10.5	3.8	7.3	
	3.0		3.3		2.2		4.2		3.3		2.3		2.7		2.8		3.5		

走者が本来の走動作ができず、加速しづらい距離が増大することを示すものであり、このこともバトン区間 40 m タイムがイギリスやアメリカを下回ったことにつながったと考えられる。加えて、今世界選手権の2人がバトンに触れていた距離の平均値はリオデジャネイロオリンピックのそれと比較しても長かったことから（表5-6）、今後、日本代表のバトンパスには改善の余地があることがわかる。安定して4×100 m リレーを37秒台で走るためには、バトンパスを行う位置だけでなく、2人がバトンに触れる距離を最小限にとどめることが必要であろう。今世界選手権では、予選のイギリス2-3走のバトンパスにおいて、2人がバトンに触れていた距離は5.5 m であり、3走のテークオーバーゾーン後10 m の走速度は唯一10 m/秒を下回っていた（9.71 m/秒）。このことから、バトン区間タイムの短縮には次走者が十分に加速してバトンを貰う必要があり、2人がバトンに触れている距離（時間）の短縮が重要であるかがわかる。

2020年の東京オリンピックに向けては、個々の走力を向上が求められるだけでなく、バトンパスの精度を一層高めることが重要となる。そのための一助として、合宿時や国際大会における科学的なデータ収集とフィードバックが果たす役割も重要である。バトンパス時の選手同士の受け渡しの感覚だけでなく、それらの映像データやタイム分析結果を活用することで、更なる日本記録更新と東京オリンピックでの表彰台を期待したい。

4. まとめ

2017年に行われたロンドン世界選手権における日本代表が銅メダルを獲得することができた要因と今後の課題について検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

- 2017年世界選手権の決勝では、レース前半（2-3走中間点）でイギリスに差を広げられていたが、中国を上回っていたことを考慮すると、今世界選手権は評価できる結果であったといえる
- 日本代表の予選と決勝のバトン区間40 m タイムを比較すると、決勝は平均で0.05秒タイムを短縮できていたが、イギリスやアメリカのバトン区間40 m タイムが3.75秒以内であったことを考慮すると、今後、すべての区間で3.70秒を達成できるようにバトンパス練習を行う必要があろう
- 日本代表のバトンパスが行われた位置は予選、決勝ともにテークオーバーゾーンの前半から中盤であったが、次走者が十分に加速してバトンを受け取るための目標通りにはいかなかった
- 前走者と次走者の2人がバトンに触れていた距離は日本が他国と比較して最も長かったことから、この距離を短縮することがバトン区間タイム短縮につながると考えられる

2020年の東京オリンピックに向けて、バトンパス時の選手の主観的な感覚に加えて、合宿時や国際大会における科学的なデータ収集とフィードバックを継続することで、更なる日本記録更新と東京オリンピックでの表彰台を期待したい。

参考文献

- 広川龍太郎, 松林武生, 小林海, 高橋恭平, 松尾彰文, 柳谷登志雄, 土江寛裕, 荻部俊二, 杉田正明 (2016) 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6報) - 2016 リオオリンピック決勝上位チームの傾向など。陸上競技研究紀要, 12: 104-110.
- 広川龍太郎, 松尾彰文, 松林武生, 小林海, 高橋恭平, 柳谷登志雄, 小山宏之, 土江寛裕, 荻部俊二, 杉田正明 (2015) 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5報）. 陸上競技研究紀要, 11 : 150-154.
- 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 (2014) 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）. 陸上競技研究紀要, 10 : 100-103.
- 伊藤信之 (2015) 4 × 100m リレーにおける走者の疾走能力および走者間の間合いの評価. 日本陸上競技学会第14回大会
- 小林海 (2017) リオデジャネイロオリンピック 4 × 100mR 銀メダル獲得への軌跡 ~ 科学的データからみた銀メダル獲得への軌跡 ~. スプリント研究, 26 : 7-10
- 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.
- 太田涼 (2017) 女子競技者の 100m レース分析結果を用いた 4 × 100m リレーのバトンパス完了地点, リレータイムおよびバトンパス所要時間の推定に関する研究. スプリント研究, 26 : 11-22
- 杉田正明, 広川龍太郎, 松尾彰文, 川本和久, 高野進, 阿江通良 (2007) 4 × 100m, 4 × 400m リレーについて. 陸上競技学会誌, 6 : 21-26.

日本選手権リレーにおける U18 男女混合 4 × 400 m リレーのレース分析

小林海¹⁾ 山中亮²⁾ 高橋恭平³⁾ 松林武生⁴⁾ 広川龍太郎⁵⁾ 松尾彰文⁶⁾ 杉田正明⁷⁾

1) 東京経済大学 2) 帝京平成大学 3) 熊本高等専門学校

4) 国立スポーツ科学センター 5) 東海大学 6) 鹿屋体育大学 7) 日本体育大学

1. はじめに

2020年の東京オリンピックで新たに男女混合リレーが採用されたこともあり、第101回日本陸上競技選手権リレー競技大会（日本選手権リレー）において、U18の都道府県対抗男女混合4×400mリレーが実施された。男女別の4×400mリレーと異なり、男女混合4×400mリレーは男女の走順が個々のチームに委ねられるため、個々の400m走のタイムのみならず、男女の走順が順位を決める一因となる。

これまでも、IAAF World Relaysなどの国際大会において、男女混合4×400mリレーは実施されてきたが、国内の競技大会における同リレー種目の開催はなく、走順やレース展開がレース結果にどの

ような影響を及ぼすかについては不明な点が多い。2017年の日本選手権リレーでは男女混合4×400mリレーはU18のみの実施であったが、今後の男女混合4×400mリレーの走順や戦術の基礎資料となると考え、男女混合4×400mリレーのレース分析を行った。

2. 方法

2-1. 分析対象レース

2017年の男女混合4×400mリレーはタイムレース決勝（全4組）であったため、4組すべてのレースを分析対象とした。

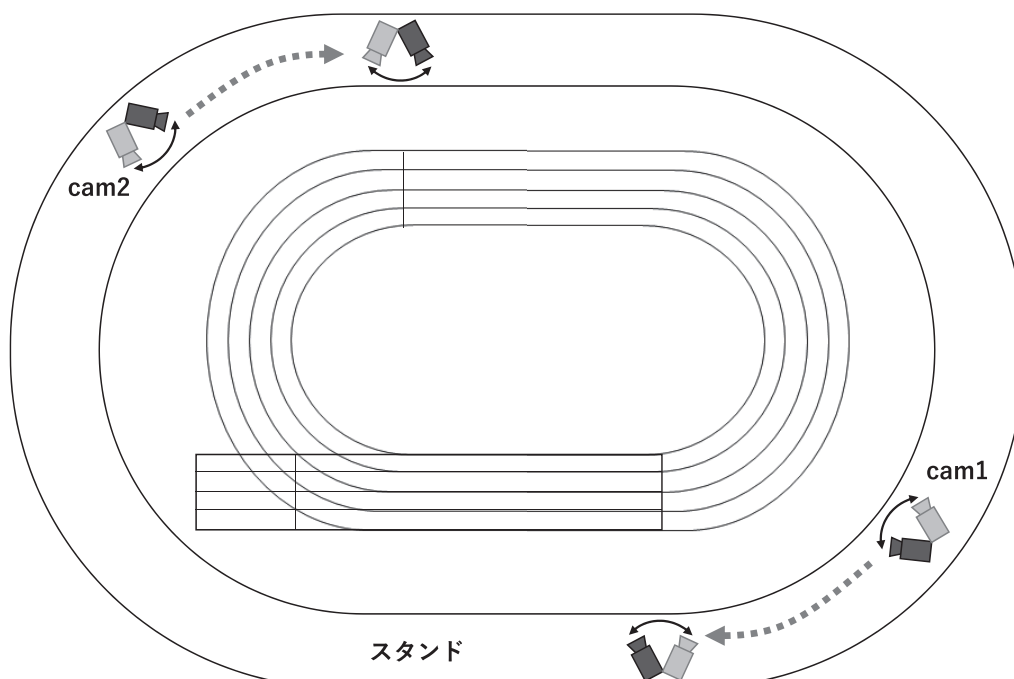


図1 男女混合4×400mリレーの撮影レイアウト

2-2. 測定方法

男女混合4×400 mリレーの撮影には、2台のデジタルビデオカメラ(60 fps)を用いて、全選手がフィニッシュラインを通過するまでレース映像を撮影した。2台のカメラはスタートおよびゴールの撮影を行える位置と、200 mの通過位置にそれぞれ配置した(図1)。レース映像はスタート時のスターターの閃光を撮影した後、パンニング方式で先頭の選手を撮影し続け、200 mのラップタイムと400 mのラップタイムを測定するために、先頭の選手が校正点を通過してから、最後の選手が校正点を通過するまで撮影位置を固定した。また、1走の200 m通過地点および1-2走のバトン受け渡し地点(1走400 m通過地点)を撮影するために、1走の撮影では、1台のカメラを1-2コーナーに、もう1台のカメラを3-4コーナーに設置した。その後、各走者の200 m通過地点と400 m通過地点を撮影するためにフィニッシュラインと200 m通過地点の延長線上にそれぞれ撮影位置を移動して撮影を続けた(図1)。また、1走の200 m通過地点は既存の校正点が存在しないため、予めグラウンドに校正点を計測し、1

走の撮影位置から予め静止画および動画にて校正点を撮影した(図2)。

2-3. 分析方法と分析項目

映像分析には動画再生および編集ソフト(QuickTimePro7, Apple, USA)を用い、スターターの閃光をゼロフレームとして、各校正点をトルソーが通過したフレームを求めた。1走の200 m通過地点の分析に際し、グラウンド上のラインや観客席の位置関係を手掛かりに、Overlay方式での分析(持田ら2007)を行った。その後、通過フレームと撮影時のfpsの逆数との積から通過タイムを求めた。得られた通過タイムから、各組の男女別の200 m、400 mラップタイムの平均値、200mごとのトップチームとのタイム差を算出した。加えて、男女それぞれの4×400 mリレーのタイムと各選手の400 mラップタイムとの相関関係を算出した。

3. 結果および考察

図3は男女それぞれの4×400 mリレーのタイム



図2 200 m通過地点(校正点)分析に用いた映像例

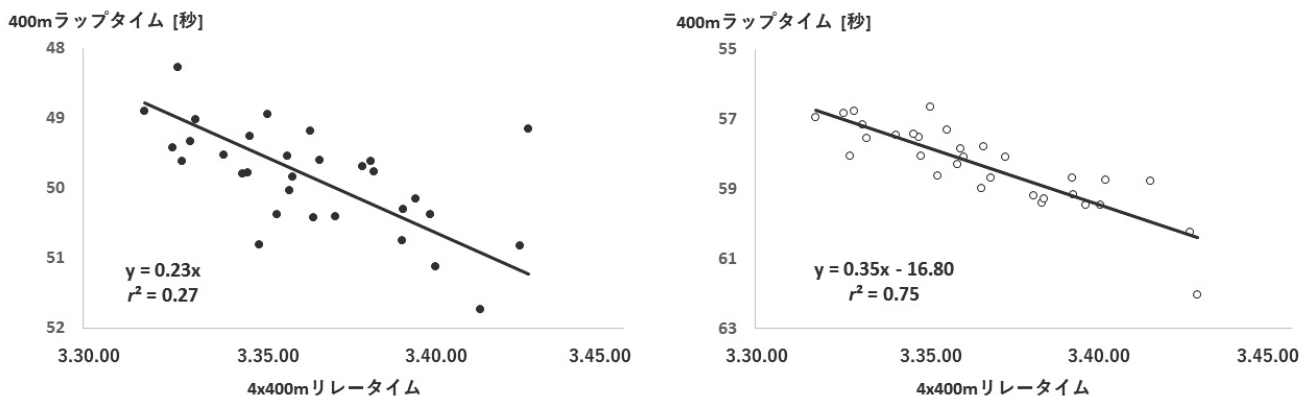


図3 4×400 mリレーの記録と400 mラップタイムとの相関関係(左図:男子選手,右図:女子選手)

と各選手の400 mラップタイムとの相関関係を示したものである。男女ともに両者には有意な相関関係が認められた ($p < 0.01$) ことから、個々の400 mラップタイムが4×400 mリレーのタイムを決める主要因であるといえる。また、男子選手は両者の決定係数 (r^2) が0.27であったのに対して、女子選手のそれは0.75であった。これらの結果は、女子選手の400 mラップタイムが男女混合4×400 mリレーのタイムを決定する上で重要であることを示唆するものであり、女子選手の走力が男子選手の走力よりも4×400 mリレーのタイムに影響を及ぼすことが明らかになった。

各都道府県の男女別のラップタイムの平均値 (表1-4) について、男子選手ではその組を1位でフィニッシュした都道府県の400 mのラップタイムの平均値

表1 男女別400 mおよび前後半200 mのラップタイムの平均値 (タイム決勝1組)

チーム名	男女別ラップタイム平均値 [s]			
		400m	前半200m	後半200m
福井	男子	49.62	22.70	26.92
	女子	56.76	26.04	30.72
滋賀	男子	49.78	24.16	25.62
	女子	57.51	26.22	31.29
宮崎	男子	48.94	22.68	26.27
	女子	58.61	27.44	31.17
徳島	男子	50.37	23.59	26.78
	女子	57.32	26.21	31.11
島根	男子	49.54	23.00	26.54
	女子	58.29	27.06	31.22
佐賀	男子	50.41	22.76	27.65
	女子	57.78	26.59	31.19
秋田	男子	49.68	23.58	26.10
	女子	59.20	26.95	32.25
栃木	男子	50.37	23.94	26.43
	女子	59.45	27.25	32.20
和歌山	男子	50.32	23.62	26.70
	女子	59.57	27.83	31.74

表2 男女別400 mおよび前後半200 mのラップタイムの平均値 (タイム決勝2組)

チーム名	男女別ラップタイム平均値 [s]			
		400m	前半200m	後半200m
岡山	男子	50.00	23.23	26.77
	女子	57.37	26.51	30.86
奈良	男子	49.64	23.76	25.88
	女子	58.17	26.93	31.24
宮城	男子	50.03	23.68	26.35
	女子	57.84	27.41	30.43
愛媛	男子	49.17	22.98	26.20
	女子	58.98	27.51	31.47
熊本	男子	50.75	22.93	27.82
	女子	58.68	26.43	32.25
鳥取	男子	50.29	24.27	26.02
	女子	59.15	27.08	32.07
大分	男子	50.16	23.20	26.96
	女子	59.46	27.29	32.17
山梨	男子	51.74	24.37	27.36
	女子	58.77	27.11	31.67
鹿児島	男子	49.15	22.90	26.25
	女子	62.02	29.30	32.72

平均値が必ずしも低かった (タイムが良かった) わけではなかったが、女子選手では1位でフィニッシュした都道府県の400 mラップタイムの平均値が最も低かった。これらの結果からも、2人の女子選手の走力が重要であり、4×400 mリレーのタイムだけでなく、順位を左右する主要因になったといえる。

今大会の走順をみると、各組で1着になったチームのうち、3チーム (福井, 山形, 福岡) が「1走: 男子, 2走: 女子, 3走: 女子, 4走: 男子」、残り1チーム (岡山) が「1走: 男子, 2走: 男子, 3走: 女子, 4走: 女子」であった (表5-8)。また、今大会全体のタイム順でも、上位6チーム (福岡, 山形, 北海道, 福井, 埼玉, 兵庫) のうち、4チームが「1走: 男子, 2走: 女子, 3走: 女子, 4走: 男子」、北海道が「1走: 男子, 2走: 女子, 3走:

表3 男女別400 mおよび前後半200 mのラップタイムの平均値 (タイム決勝3組)

チーム名	男女別ラップタイム平均値 [s]			
		400m	前半200m	後半200m
山形	男子	49.41	23.66	25.76
	女子	56.83	26.71	30.12
埼玉	男子	49.33	22.75	26.58
	女子	57.16	26.38	30.78
広島	男子	49.52	23.12	26.39
	女子	57.44	26.36	31.08
新潟	男子	49.25	22.84	26.41
	女子	58.06	26.90	31.16
福島	男子	49.61	22.74	26.87
	女子	59.39	28.26	31.13
長崎	男子	49.77	23.00	26.77
	女子	59.27	27.36	31.91
静岡	男子	51.13	23.14	27.98
	女子	58.75	26.43	32.33
茨城	男子	50.82	23.16	27.67
	女子	60.25	27.96	32.29

表4 男女別400 mおよび前後半200 mのラップタイムの平均値 (タイム決勝4組)

チーム名	男女別ラップタイム平均値 [s]			
		400m	前半200m	後半200m
福岡	男子	48.89	22.45	26.45
	女子	56.96	26.31	30.65
北海道	男子	48.27	22.31	25.96
	女子	58.05	26.14	31.91
兵庫	男子	49.02	23.12	25.89
	女子	57.55	26.81	30.74
大阪	男子	49.79	22.52	27.27
	女子	57.43	26.67	30.76
京都	男子	50.80	23.59	27.21
	女子	56.65	26.27	30.38
東京	男子	49.83	23.25	26.58
	女子	58.08	27.13	30.95
群馬	男子	50.40	23.48	26.92
	女子	58.09	26.55	31.54
愛知 [DQ]	男子	49.60	23.06	26.53
	女子	58.69	27.82	30.87

表5 各選手の400 m (上段) および前後半200 m (下段) のラップタイム [秒] (タイム決勝1組) 太字は男子選手を, 細字は女子選手をそれぞれ表す

チーム名	記録	1走		2走		3走		4走	
		(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)
福井	3:32.76	22.81	49.33 26.53	26.39	57.75 31.36	25.69	55.77 30.08	22.59	49.91 27.32
滋賀	3:34.57	25.03	49.92 24.89	26.37	58.36 31.99	26.08	56.66 30.58	23.30	49.64 26.34
宮崎	3:35.11	28.93	59.13 30.21	22.26	48.06 25.79	23.09	49.83 26.74	25.95	58.09 32.14
徳島	3:35.37	27.59	58.91 31.31	23.37	50.63 27.26	23.81	50.10 26.29	24.82	55.73 30.91
島根	3:35.66	23.21	49.77 26.56	27.15	57.58 30.43	26.98	58.99 32.02	22.79	49.32 26.53
佐賀	3:36.39	26.79	58.41 31.61	22.39	49.28 26.89	26.39	57.16 30.76	23.14	51.54 28.40
秋田	3:37.77	23.77	49.65 25.88	23.39	49.72 26.33	27.09	58.53 31.44	26.82	59.88 33.06
栃木	3:39.64	28.65	60.53 31.88	25.86	58.38 32.52	23.87	50.07 26.19	24.00	50.67 26.67
和歌山	3:39.79	28.06	60.08 32.02	23.88	50.66 26.78	27.59	59.07 31.47	23.37	49.99 26.62

表6 各選手の400 m (上段) および前後半200 m (下段) のラップタイム [秒] (タイム決勝2組) 太字は男子選手を, 細字は女子選手をそれぞれ表す

チーム名	記録	1走		2走		3走		4走	
		(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)
岡山	3:34.75	23.57	50.53 26.96	22.90	49.48 26.58	26.10	56.72 30.62	26.92	58.02 31.10
奈良	3:35.63	24.82	50.57 25.75	27.17	57.97 30.80	26.69	58.38 31.69	22.70	48.71 26.02
宮城	3:35.74	24.19	50.92 26.73	23.16	49.13 25.97	27.59	58.69 31.11	27.24	57.00 29.75
愛媛	3:36.31	23.13	48.87 25.73	26.36	57.46 31.10	22.82	49.48 26.66	28.65	60.50 31.85
熊本	3:38.85	23.42	51.42 27.99	26.18	58.16 31.98	26.68	59.20 32.52	22.43	50.07 27.64
鳥取	3:38.89	24.81	50.69 25.88	23.74	49.89 26.15	26.69	58.54 31.85	27.47	59.76 32.30
大分	3:39.23	27.04	59.01 31.97	23.20	50.73 27.53	27.54	59.91 32.37	23.20	49.59 26.39
山梨	3:41.02	24.54	51.16 26.62	24.21	52.31 28.10	26.83	59.02 32.19	27.39	58.53 31.15
鹿児島	3:42.35	28.89	60.64 31.76	23.05	49.75 26.70	29.70	63.40 33.69	22.76	48.56 25.80

表7 各選手の400 m (上段) および前後半200 m (下段) のラップタイム [秒] (タイム決勝3組) 太字は男子選手を, 細字は女子選手をそれぞれ表す

チーム名	記録	1走		2走		3走		4走	
		(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)
山形	3:32.49	22.86	49.03 26.18	26.41	56.36 29.95	27.02	57.31 30.29	24.46	49.79 25.34
埼玉	3:32.99	23.09	49.25 26.16	22.41	49.42 27.01	26.58	58.11 31.53	26.18	56.22 30.03
広島	3:33.92	24.15	50.28 26.13	22.10	48.76 26.66	26.41	57.87 31.46	26.32	57.02 30.70
新潟	3:34.62	26.84	57.84 31.00	22.92	49.70 26.78	26.96	58.27 31.31	22.76	48.80 26.04
福島	3:38.00	28.76	59.68 30.91	22.61	49.02 26.40	22.86	50.20 27.34	27.76	59.11 31.35
長崎	3:38.07	23.24	50.05 26.81	27.89	60.38 32.48	26.82	58.16 31.34	22.76	49.48 26.72
静岡	3:39.76	23.07	50.97 27.89	26.18	58.19 32.02	26.68	59.32 32.64	23.21	51.28 28.07
茨城	3:42.14	28.58	59.70 31.12	23.29	51.26 27.97	27.34	60.79 33.45	23.02	50.38 27.36

表8 各選手の400 m (上段) および前後半200 m (下段) のラップタイム [秒] (タイム決勝4組) 太字は男子選手を, 細字は女子選手をそれぞれ表す

チーム名	記録	1走		2走		3走		4走	
		(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)
福岡	3:31.70	23.11	49.27 26.16	26.38	57.68 31.30	26.23	56.23 30.01	21.79	48.52 26.73
北海道	3:32.64	26.93	59.74 32.82	23.29	49.64 26.35	25.35	56.36 31.01	21.32	46.90 25.58
兵庫	3:33.13	23.81	49.02 25.21	26.93	57.73 30.81	26.69	57.37 30.68	22.44	49.02 26.58
大阪	3:34.44	22.76	50.41 27.64	22.28	49.17 26.89	27.42	57.97 30.56	25.92	56.88 30.96
京都	3:34.90	26.38	56.79 30.41	23.25	51.18 27.94	26.17	56.51 30.34	23.94	50.42 26.48
東京	3:35.82	23.76	50.27 26.51	22.75	49.39 26.64	26.82	55.81 29.00	27.44	60.35 32.90
群馬	3:36.99	23.33	50.78 27.45	26.14	57.04 30.90	26.95	59.14 32.19	23.63	50.02 26.39
愛知 [DQ]	3:36.58	23.32	50.23 26.91	29.80	61.49 31.69	25.84	55.89 30.05	22.81	48.96 26.16

男子, 4走:女子, 埼玉が「1走:男子, 2走:男子, 3走:女子, 4走:女子」であった。4×400 mリレーでは, 2走の100 m地点でオープンレーンになるため, 2走以降の選手が随意的にレースペースを調整できるようにするためにも, 1走で他チームよりも先行することが重要となる。今大会において記録上位のチームが1走に男子選手を配置していたことを考慮すると, 男女混合4×400 mリレーにおいても, 1走でレースを先行するために男子選手を1走に配置していたと考えられる。

2走以降の走順について, 上位の多くのチームが2走と3走に女子, 4走に男子選手を配置していたことを考慮すると, 2走と3走で一旦順位を下げても, 4走で男子選手が先頭あるいは先頭集団に追いつける距離に位置することで, 順位の再逆転は十分可能であるといえる(表9-12)。男女混合4×400 mリレーは男女それぞれの4×400 mリレーと異なり, 前後の距離が離れていても順位の変動が大いに可能な種目であるため, 4走に男子選手を配置するチームは4走で上位を迫る範囲内に位置していることが重要となる。一方, 北海道のように1走と3走に男子, 2走と4走に女子選手を配置する, あるいは埼玉のように1走と2走に男子, 3走と4走に女子選手を配置するのであれば, 3走から4走へのバトンパス時点で後続のチームが追いつけない距離をリードする必要がある。特に, 3組目のレースでは, 山形が4走の200 m通過時点で先頭の埼玉と4.20秒あった差を, フィニッシュライン通過時には逆転することができた(表11)。したがって, 4走に女子選手を配置するのであれば, 3-4走バトンパス時点でいかに後続との距離を広げられるかが重要となろう。

4×400 mリレーは4×100 mリレーよりも渡し手の選手の走速度の低下率が高く, バトンパス時の走速度が低いため, テークオーバーゾーン内のバトンパス技術よりも個々の走力が重要なリレー種目である。一方, 男女混合リレーでは男女間に走力差があるため, テークオーバーゾーン内で男子選手をより長い距離を走らせることがタイムの短縮に貢献すると推察される。今後, 個々の選手の走力や男女の走順に加え, 走順に応じて男女別の4×400 mリレーとは異なる位置でのバトンパスを模索することで, タイム短縮が望めるかもしれない。今大会の測定では, テークオーバーゾーン内のバトンパスに要した時間や位置まで測定することはできなかったため, 今後はテークオーバーゾーン内の区間タイムやバトンパスが行われた位置を分析する必要がある。

今後の検討課題として, 先述したテークオーバーゾーンの分析に加え, 今回の結果がジュニア選手だけでなく, シニア選手の男女混合リレーにも当てはまるのか, あるいは, シニアレベルでは異なる傾向があるかについて検討する必要がある。これらの検証により, より詳細な男女混合4×400 mリレーのレースの特徴を明らかにできると考えられる。

4. まとめ

2020年の東京オリンピックでの男女混合リレー採用を受け, 第101回日本選手権リレーにおけるU18の都道府県対抗男女混合4×400mリレーのレース分析を行った。その結果, 以下のことが明らかになった。

- ・男女それぞれの4×400 mリレーのタイムと各選手の400 mラップタイムとの関係から, 女子選手

表9 200 m ごとのトップチームとのタイム差 (タイム決勝1組)

マイナスはトップチームよりも速くその地点を通過したことを表す

チーム名	記録	1走		2走		3走		4走	
		(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)
福井	3:32.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
滋賀	3:34.57	2.22	0.58	0.56	1.19	1.58	2.08	2.79	1.81
宮崎	3:35.11	6.12	9.80	5.67	0.11	-2.49	-5.83	-2.47	2.35
徳島	3:35.37	4.79	9.58	6.56	2.46	0.58	-3.21	-0.98	2.61
島根	3:35.66	0.40	0.43	1.19	0.27	1.55	3.49	3.69	2.90
佐賀	3:36.39	3.99	9.08	5.07	0.61	1.31	1.99	2.54	3.63
秋田	3:37.77	0.97	0.32	-2.69	-7.72	-6.32	-4.96	-0.73	5.01
栃木	3:39.64	5.84	11.19	10.66	11.82	10.00	6.11	7.52	6.88
和歌山	3:39.79	5.26	10.74	8.23	3.65	5.56	6.95	7.72	7.03

表10 200 m ごとのトップチームとのタイム差 (タイム決勝2組)

マイナスはトップチームよりも速くその地点を通過したことを表す

チーム名	記録	1走		2走		3走		4走	
		(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)
岡山	3:34.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
奈良	3:35.63	1.25	0.04	4.31	8.53	9.12	10.19	5.96	0.88
宮城	3:35.74	0.63	0.39	0.66	0.04	1.53	2.01	2.34	0.99
愛媛	3:36.31	-0.43	-1.66	1.80	6.31	3.04	-0.93	0.81	1.56
熊本	3:38.85	-0.14	0.89	4.17	9.57	10.14	12.05	7.56	4.10
鳥取	3:38.89	1.24	0.17	1.01	0.58	1.17	2.39	2.94	4.14
大分	3:39.23	3.48	8.48	8.78	9.73	11.17	12.91	9.19	4.48
山梨	3:41.02	0.98	0.63	1.94	3.46	4.19	5.76	6.22	6.27
鹿児島	3:42.35	5.32	10.12	10.27	10.39	13.99	17.06	12.90	7.60

表11 200 m ごとのトップチームとのタイム差 (タイム決勝3組)

マイナスはトップチームよりも速くその地点を通過したことを表す

チーム名	記録	1走		2走		3走		4走	
		(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)
山形	3:32.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
埼玉	3:32.99	0.23	0.22	-3.79	-6.72	-7.17	-5.92	-4.20	0.50
広島	3:33.92	1.29	1.24	-3.07	-6.36	-6.97	-5.80	-3.94	1.43
新潟	3:34.62	3.99	8.81	5.32	2.15	2.09	3.12	1.43	2.13
福島	3:38.00	5.91	10.64	6.85	3.30	-0.85	-3.80	-0.50	5.51
長崎	3:38.07	0.38	1.02	2.50	5.04	4.84	5.89	4.20	5.58
静岡	3:39.76	0.22	1.94	1.70	3.77	3.43	5.78	4.54	7.27
茨城	3:42.14	5.72	10.67	7.55	5.57	5.90	9.06	7.62	9.65

表12 200 m ごとのトップチームとのタイム差 (タイム決勝4組)

マイナスはトップチームよりも速くその地点を通過したことを表す

チーム名	記録	1走		2走		3走		4走	
		(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)	(0-200m)	(200-400m)
福岡	3:31.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
北海道	3:32.64	3.82	10.48	7.38	2.44	1.56	2.56	2.09	0.94
兵庫	3:33.13	0.70	-0.25	0.29	-0.20	0.26	0.93	1.58	1.43
大阪	3:34.44	-0.34	1.14	-2.96	-7.37	-6.17	-5.62	-1.49	2.74
京都	3:34.90	3.27	7.52	4.39	1.03	0.97	1.30	3.45	3.20
東京	3:35.82	0.65	1.00	-2.64	-7.29	-6.70	-7.71	-2.05	4.12
群馬	3:36.99	0.23	1.52	1.28	0.88	1.60	3.79	5.63	5.29
愛知 [DQ]	3:36.58	0.22	0.97	4.39	4.78	4.40	4.44	5.46	4.88

の走力が男子選手の走力よりも4×400mリレーのタイムに影響していた

- ・今大会では上位チームの多くが1走と4走に男子、2走と3走に女子選手を配置しており、男子選手を1走に配置することで、2走以降の選手がレースペースを調整できる利点があると考えられる
- ・男女混合4×400mリレーは順位の変動が大きい種目であるため、4走に男子選手を配置するチームは、3走から4走へのバトンパス時点で4走が上位を追える距離に位置することが、4走に女子選手を配置するチームは後続のチームに対する大幅な距離をリードすることが重要である
- ・男女混合リレーでは男女間に走力差があるため、走順に応じたバトンパスの位置を検討する必要があるだろう

今後、シニア選手の男女混合4×400mリレーも含め、より詳細に男女混合リレーのレース分析を行い、強化委員会へのフィードバックを行うことで、国内の男女混合リレーの競技力が向上することを期待したい。

文献

広川龍太郎, 松林武生, 小林海, 高橋恭平, 松尾彰文, 柳谷登志雄, 土江寛裕, 荻部俊二, 杉田正明 (2016) 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6報) - 2016リオオリンピック決勝上位チームの傾向など。陸上競技研究紀要, 12: 104-110.

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.

杉田正明, 広川龍太郎, 松尾彰文, 川本和久, 高野進, 阿江通良 (2007) 4×100m, 4×400mリレーについて。陸上競技学会誌, 6: 21-26.

Rowbottom M. (2017) Men's 4x400m Final - IAAF World Championships London 2017. Available at: www.iaaf.org.

3000m 障害における障害前後のスピード変化

榎本靖士¹⁾ 関慶太郎²⁾ 柴田篤²⁾ 白木駿佑²⁾ 杉本和那美³⁾

1) 筑波大学 2) 筑波大学大学院 3) 弘前大学

はじめに

3000m 障害は、長距離走種目において障害を跳ぶ技術が必要とされるため、他の長距離種目よりも持久力以外の要素が必要とされる。この種目はこれまでケニア選手の独壇場であったが、2017年世界選手権の男子3000m 障害においては、エバン・ジャガー選手（アメリカ）が銀メダルを、女子ではやはりアメリカ選手が金銀メダルを獲得する活躍を見せた。ケニア選手は独特の障害技術のみせるものの、これまで3000m 障害における効果的な障害技術を検討されていない。ビデオカメラの進歩により高画質でハイスピード撮影が可能となり、3000m 障害前後のスピードの変化を評価することで、効果的な障害技術とレース戦略を検討する資料となり得ると考えられる。そこで本報告は、2017年日本選手権男女3000m 障害における上位選手の障害前後のスピードの変化を算出し、障害技術に関する基礎的資料を提供しようとするものである。

方法

2017年日本選手権男女3000m 障害決勝レースにおける第5障害（ホームストレート）の側方に障害を境に2台のハイスピードカメラを設置した。各カメラは、障害前10mと障害後10mにおける選手の走りを撮影するとともに、縁石の切れ目が視認できる画角とし、撮影スピードは120フレーム/秒であった。

撮影された映像から、選手の胴体が縁石の切れ目を通過するフレームをカウントし、障害前後のスピードを算出した。縁石の長さはすべて2mであった。男子の走スピードが約6m/秒、女子が約5m/秒であるので、1フレームの誤差が0.10～0.15m/秒の誤差を生じることになる。ここでは、2mごとのスピードをもとに、障害の手前10～

2m (Pre)、障害跳躍前後の4m (Bar)、跳躍後2～10m (Post) の区間に分けて、平均スピードを算出し、区間ごとのスピードの差をそれぞれ $Dec=Bar-Pre$ 、 $Acc=Post-Bar$ として算出した。さらに、PreとPostの走スピードの比 (Ratio) も算出した。

結果と考察

図1は、男女上位3選手の各周における障害前後10mの2mごとのスピードの変化を示したものである。一般的な傾向として、障害の手前で減速し、障害後にすばやくスピードを増大し、手前と同等のスピードに戻っている様子がみられる。スピードの変化にはやや余分な増減 (ノイズ) が含まれているようにもみえるため、今後の撮影と算出方法において再考する余地があると考えられる。一方、男子優勝の潰滝選手は障害の手前で急激にスピードが減少し、すばやく増大しているが、2位と3位の松本選手と山口選手は比較的ゆるやかな低下と増大を示している。松本選手の7周目は勝負をかけてスピードを上げて障害を跳ぼうとしたために非常に大きなスピードで障害に近づき、障害で大きく減速し、その後もスピードの増大がみられなかったのであろう。女子では優勝した森選手は障害におけるスピードの減少と増大がゆるやかであったが、2位の三郷選手は障害の手前からスピードが減少し、しかし、障害後はすばやくスピードが増大していた。3位の高見澤選手は障害においてスピードの減少が大きい、その後のスピードの増大はゆるやかであった。これらは、障害前後のスピード分析によって、選手の障害技術の特徴を明らかにすることができることを示唆していると考えられる。

表1は、男子上位3選手の各周における障害前 (Pre)、障害クリア (Bar)、障害後 (Post) 区間における平均スピードと、障害前と障害クリア間のスピード差 (Dec)、障害クリアと障害後のスピード

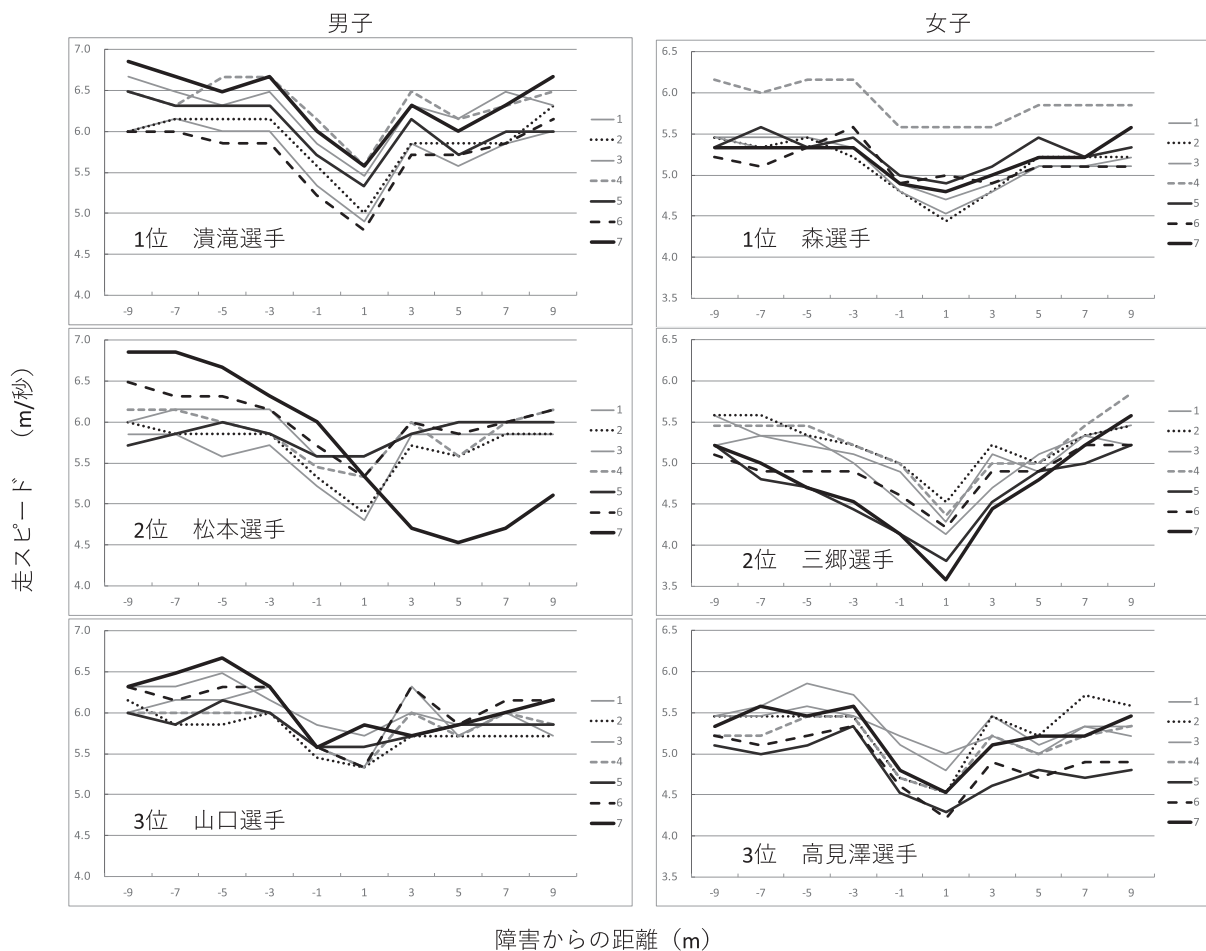


図1 男女 3000mSC の上位 3 選手の障害前後における走スピードの変化

差 (Acc)、そして障害前と障害後のスピードの比 (Ratio) を示したものである。表 2 は女子における同様の結果を示している。また、そのときの踏切足 (R または L) と障害クリアをハードリング (H) か足を掛けたか (F) についても示した。

3000m では平均スピードが 6m / 秒であれば 8 分 20 秒、5m / 秒であれば 10 分 00 秒となり、それぞれ男子と女子の基準のスピードであろう。男女ともそれらのスピードよりも大きいスピードで障害に近づき、障害ではそれよりも小さいスピードになっている。すなわち、Dec は 6 名ともすべての周においてマイナスになっていた。そして、その大きさは、 $-0.5 \sim -1.0$ m / 秒の範囲であった。Dec は Acc と高い相関関係がみられ (男子: $r=0.664$; 松本選手の 7 周目は除く、女子: $r=0.801$)、スピードが減速すると、加速してスピードをたもっていたことがわかる。Ratio は 1.0 以上であれば障害後のスピードが前に比べて小さいことを、1.0 以下であれば障害後のスピードが前よりも大きいことを示している。ほとんどの選手が各周において 1.0 以上であったが、男子では松本選手の 1、5 周目、女子では高見澤選手の 5、6、7 周目、三郷選手の 2 周目で 1.0 以

下を示した。

ここでは深く考察するためにはデータが不十分であるが、この 10m 区間全体の平均スピードは Pre におけるスピードの影響が大きく、Pre でのスピードが大きいと Bar においてスピードが減速する、Bar における減速が大きいとその後加速する、などの傾向があると考えられる。これらのことは、障害を効率よくスピードを高く越えていく、もしくは障害でリードを奪う、あるいは遅れないためには必然であると考えられるが、実際には選手ごとにどのように戦略を立てて越えているのか、もしくはレース中の位置取りやペース変化によってうまくいったときといかなかったときがあったのかを検討する材料になり得ることを強調しておきたい。

障害におけるスピード分析は、世界のスピード化とケニア人選手以外も活躍する現在の 3000m 障害において競技力向上に役立つ可能性を示していると考えられる。アメリカ陸連では、水濠と障害における同様の分析を行なっていると情報を得ている。障害のスピード分析が日本の 3000m 障害の競技力向上の一助になるよう、データの収集と分析を継続する必要がある。

表1 男子 3000mSC の上位 3 選手の障害前後における走スピードの変化

順位	氏名	Lap	踏切足	技術	Pre	Bar	Post	Dec	Acc	Ratio
			L or R	H or F	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	Pre/Post
1	潰滝 大記	1	L	F	6.04	5.12	5.82	-0.92	0.71	1.04
		2	R	F	6.12	5.29	5.97	-0.82	0.68	1.02
		3	L	F	6.49	5.65	6.32	-0.83	0.66	1.03
		4	L	F	6.53	5.87	6.36	-0.67	0.49	1.03
		5	L	F	6.36	5.52	5.97	-0.83	0.44	1.07
		6	L	F	5.93	5.01	5.86	-0.92	0.85	1.01
		7	L	F	6.67	5.79	6.32	-0.88	0.53	1.05
2	松本 葵	1	L	F	5.75	5.01	5.85	-0.74	0.84	0.98
		2	L	F	5.89	5.12	5.75	-0.77	0.64	1.02
		3	R	H	6.12	5.58	5.96	-0.53	0.38	1.03
		4	R	H	6.04	5.39	5.93	-0.65	0.54	1.02
		5	R	H	5.86	5.58	5.96	-0.27	0.38	0.98
		6	L	H	6.32	5.52	6.00	-0.79	0.48	1.05
		7	L	H	6.67	5.67	4.76	-1.01	-0.91	1.40
3	山口 浩勢	1	L	F	6.16	5.46	5.94	-0.70	0.48	1.04
		2	R	H	5.97	5.39	5.71	-0.57	0.32	1.04
		3	R	H	6.32	5.78	5.89	-0.53	0.11	1.07
		4	L	F	6.00	5.46	5.89	-0.54	0.43	1.02
		5	R	H	6.00	5.58	5.82	-0.42	0.24	1.03
		6	L	F	6.28	5.46	6.12	-0.82	0.66	1.03
		7	R	H	6.45	5.72	5.93	-0.73	0.21	1.09

踏切足：右 (R) ; 左 (L) 、技術：ハードリング (H) ; 足かけ (F)

Pre：障害前10m～2m、Bar：障害前後4m、Post：障害後2m～10m

Dec = Bar - Pre, Acc = Post - Bar, Ratio = Pre/Post

表2 女子 3000mSC の上位 3 選手の障害前後における走スピードの変化

順位	氏名	Lap	踏切足	技術	Pre	Bar	Post	Dec	Acc	Ratio
			L or R	H or F	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	Pre/Post
1	森 智香子	1	R	H	5.42	4.80	5.08	-0.62	0.28	1.07
		2	L	F	5.36	4.62	5.11	-0.74	0.49	1.05
		3	L	H	5.36	4.66	5.03	-0.70	0.37	1.07
		4	R	H	6.12	5.58	5.79	-0.53	0.20	1.06
		5	L	H	5.43	4.95	5.28	-0.48	0.33	1.03
		6	R	H	5.31	4.95	5.05	-0.36	0.11	1.05
		7	L	H	5.33	4.85	5.25	-0.48	0.41	1.02
2	高見澤 安珠	1	R	F	5.31	4.33	5.15	-0.98	0.82	1.03
		2	R	F	5.43	4.76	5.25	-0.66	0.49	1.03
		3	R	F	5.22	4.59	5.14	-0.63	0.55	1.02
		4	R	F	5.40	4.68	5.33	-0.71	0.65	1.01
		5	R	F	4.79	3.97	4.91	-0.82	0.94	0.98
		6	R	F	4.95	4.41	5.06	-0.54	0.64	0.98
		7	R	F	4.86	3.86	5.01	-1.00	1.15	0.97
3	三郷 実沙希	1	L	F	5.65	4.95	5.31	-0.70	0.35	1.06
		2	L	H	5.45	4.62	5.49	-0.84	0.87	0.99
		3	R	F	5.49	5.11	5.19	-0.38	0.08	1.06
		4	L	F	5.34	4.62	5.19	-0.72	0.57	1.03
		5	L	F	5.14	4.41	4.73	-0.73	0.32	1.09
		6	R	F	5.22	4.41	4.85	-0.81	0.44	1.08
		7	L	F	5.49	4.66	5.25	-0.82	0.58	1.05

踏切足：右 (R) ; 左 (L) 、技術：ハードリング (H) ; 足かけ (F)

Pre：障害前10m～2m、Bar：障害前後4m、Post：障害後2m～10m

Dec = Bar - Pre, Acc = Post - Bar, Ratio = Pre/Post

2020年に向けたマラソンにおける暑熱対策の取り組み

杉田正明¹⁾ 松生香里²⁾ 橋本峻¹⁾ 岡崎和伸³⁾ 佐伯徹郎⁴⁾ 山澤文裕⁵⁾
山下佐知子⁶⁾ 山中美和子⁷⁾ 坂口泰⁸⁾ 河野匡⁹⁾ 瀬古利彦¹⁰⁾

1) 日本体育大学 2) 川崎医療福祉大学 3) 大阪市立大学 4) 日本女子体育大学
5) 丸紅 6) 第一生命 7) ダイハツ 8) 中国電力 9) 大塚製薬 10) DeNA

目的

2020年東京オリンピック時のロード種目では高温多湿の過酷な環境下での競技となり、特別な対策を検討しておくことが必要であるとされている。そこで、2020年東京オリンピックとほぼ同時期の8月に酷暑の東京都内で距離走を行い、その際の生理的反応及び負担度を明らかにし、2020に向けた対策法を検討するための基礎的資料を得ることを目的とした取り組みを行ったのでその概要を報告する。涼しい環境(JISS内)でのデータを比較対象データとし、酷暑での走行がどのくらいの負担度になるかを究明し、2018年度中には具体的なトレーニングや調整法、暑熱対策(クーリング、給水(内容、方法等)、日よけ等)等への発展につなげることを企図して実施するものであり、本取り組みは、強化、医学、科学の密接な連携のもとに実施されたものである。

内容

2016年8月下旬に実施した同様の測定をもとに本年度の実施内容の検討を行った。2017年3月の名古屋ウイミンズマラソン翌日、6月日本選手権の期間中に関係者が集まり、具体的な実施内容につ

て検討を行った。

図1のような合宿日程の中で女子は30km走を2回、男子は20km走を2回行った。

コースは、図2に示した荒川の河川敷のコースを用い2.5kmの往復とし、2.5kmから5km毎にスポンジ、5kmから5km毎に水かスペシャルドリンクを摂取するかたちで距離走を実施した。以下は女子についての取り組みについて詳細を報告する。

対象者は、合宿に参加したリオデジャネイロオリンピック、ロンドン世界陸上代表選手9名を含む13名のうち距離走1回目に10名、距離走2回目には12名が参加し、ペースは2回とも最初は1キロ4分程度で1回目はそこから徐々に上げていくかたちであり、2回目は体調や脚の状態によってペースと距離は各選手に任されるかたちであった。

事前の測定

8/17(1日目)は、国立スポーツ科学センター(JISS)にて人工気候室の中で気温20度以下、湿度50%程度の涼しい環境の中で最大下4速度でのトレッドミルランニング時の生理学的測定を行った。

4速度:キロ4'10", 3'50", 3'30", 3'15"で、各3分間走行した際の血中乳酸濃度、心拍数、酸素摂取量などを測定し、その後、最大酸素摂取量の測

期日: 2017年8月17日-8月24日
場所: JISSおよび荒川河川敷



図1 マラソンにおける暑熱対策研修合宿の流れ



図2 距離走を実施した荒川河川敷コース (30km走 : 2.5km折り返しコース)



図3 距離走 (30km) の様子



図4 給水量の計測の様子

定を行った。これらの際に、汗成分、酸化ストレス、抗酸化力も測定を行った。

各距離走時の測定項目は以下の通りであった。

- 走行前後 : 血中乳酸濃度、血糖値、酸化ストレス、抗酸化力、鼓膜温、体重、ウェア及びシューズの重量、血液検査
- 走行中 (連続) : 深部体温、心拍数、汗、GPS (時計)、湿球黒球温度 (WBGT)
- 走行中 (随時) : 給水量、主観的運動強度、暑さの主観的指標

上記測定は、科学委員会4名に加え、JISSスタッフ3名、協力スタッフ12名 (全19名) で担当し、自転車での伴走、給水は、各選手の所属のスタッフが手分けをして担当した (図3、図4)。

期間中は、起床時体調チェック、尿検査などを行い、合宿5日目 (8/21) の午後に測定の説明、意義、暑熱の勉強会を実施した。

結果及び考察

結果については、9月初旬までに各チームにメールベースで報告し、11月下旬には参加した選手、チーム関係者を集めて2日間にわたって説明会をし、全結果のフィードバックを行った。結果については守秘義務の関係もあるため、詳細なデータ等を記載することはここでは避けることとしたい。

当日の気象条件は図5、6に示したとおりであり、1回目の30km走中の平均WBGTは25.90℃、平均気温は26.74℃、平均湿度は84.96%であった。距離走2回目の方がWBGT30度を超える水準もみられているが、2回目の30km走中の平均WBGTは29.34℃、平均気温は32.76℃、平均湿度は54.40%と1回目よりも厳しい酷暑環境であったといえる。

説明会では、今回のデータは、当日の気象条件、選手のペースによること、今回の1回の結果がその人の傾向を全て表しているかはわからない、今回のデータによってネガティブな結果が示されたとしてもそれがパフォーマンスの全てを示す訳ではない、今回の結果を受けて、どのような暑熱対策が個人にできるかを検討していくことが重要であることなどを説明した。

異なるWBGTにおけるマラソンタイムとパフォーマンス減少率との関係(図7)からWBGTが上昇するとマラソンの記録が低下することが報告されており、これを用い推測すると、2時間20分のマラソンタイムはWBGTが30度の環境であるとする仮定ではあるが約5%程度=7分程度の影響を受けることが予想される。このことから考えると、東京2020の女子マラソンでは過酷な環境であっても2時間27分前後の優勝タイムになるのではないかと推定することができる。酷暑の環境下であってもこの低下率を少しでも改善できるような暑熱対策の提案に向けて引き続き取り組みを行っていくことを考えている。

本測定にご協力をいただいた全ての関係者の方々に感謝申し上げます。

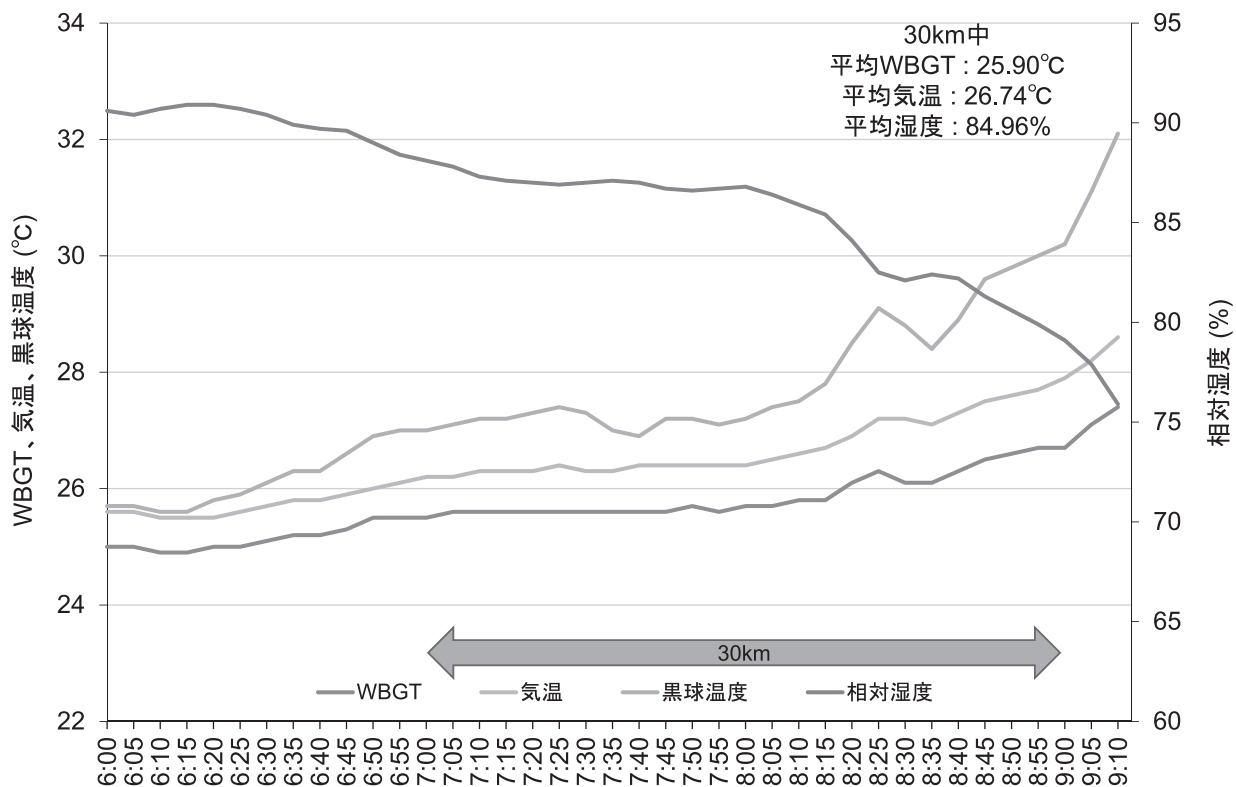


図5 8/19 7時スタート 30km 走時環境データ

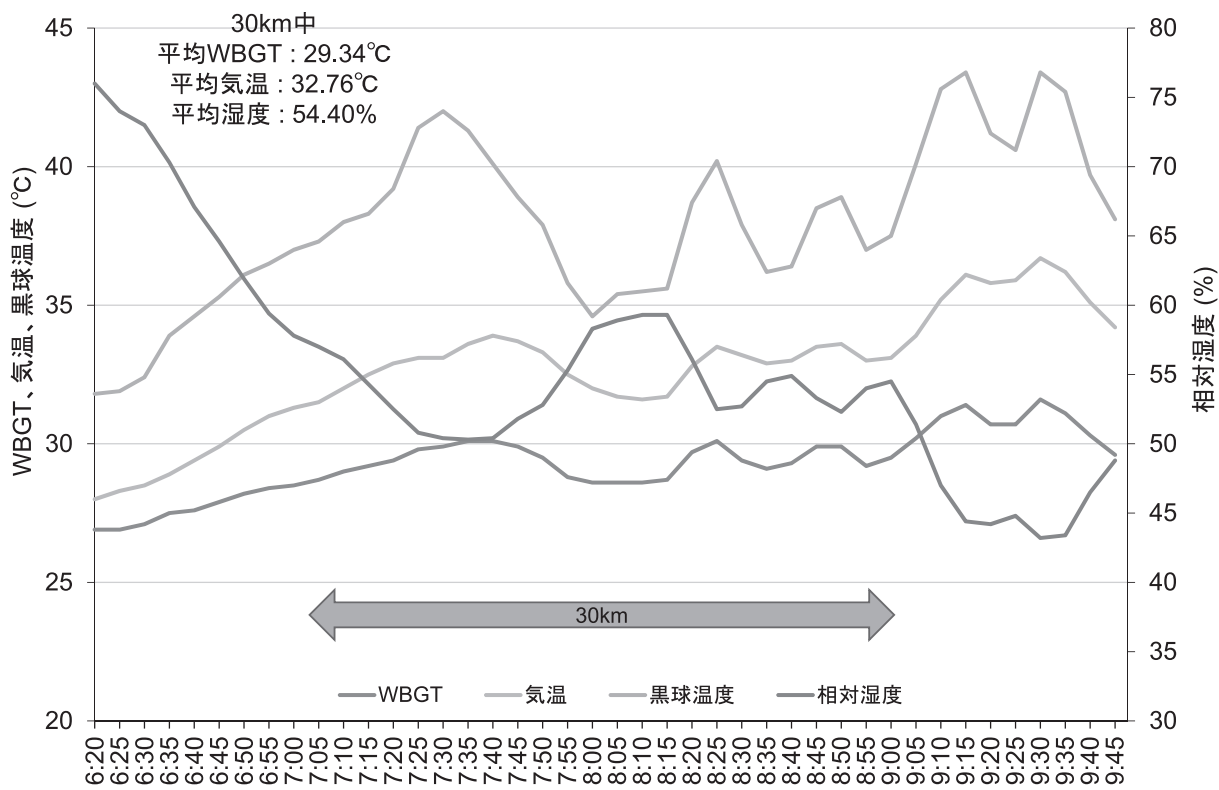
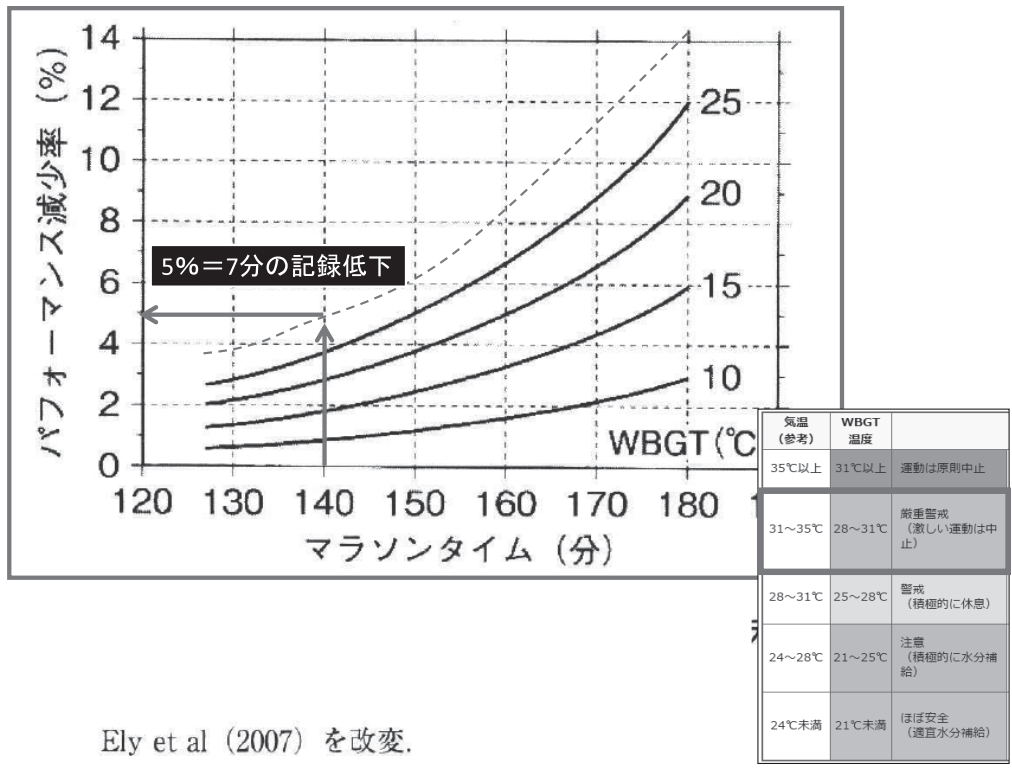


図6 8/22 7時スタート 30km 走時環境データ



Ely et al (2007) を改変.

図7 異なる湿球黒球温度 (WBGT) におけるマラソンタイムとパフォーマンス減少率との関係

ロンドン世界陸上および2020年東京オリンピックに向けた競歩における科学活動

岡崎和伸¹⁾ 松生香里²⁾ 橋本 峻³⁾ 山田里美⁴⁾ 今村文男⁵⁾ 杉田正明³⁾

1) 大阪市立大学 2) 川崎医療福祉大学 3) 日本体育大学

4) 独立行政法人 日本スポーツ振興センター 5) 富士通

【はじめに】

競歩やマラソンなどの長距離種目において、オリンピックや世界選手権などの夏期に実施されるレースで好成績を納めるためには、高温・多湿である暑熱環境への対策が不可欠である。特に、夏季のレース前に暑熱環境への順化を獲得してコンディションを如何に高めるか、また、レース中の身体内部の体温（深部体温）の上昇を如何に抑えるか、脱水を如何に抑えるか、が高いパフォーマンス発揮のカギとなる(1)。これらを背景とし、我々は、2013年度から競歩および長距離・マラソンのレース時や合宿時などにおいて、暑熱対策を視野に入れた生理学的調査を継続してきている(2,3)。これらの活動を通して、レース前やレース中に脱水と深部体温上昇を抑えることに加え、競技中の脱水の傾向などの選手の特徴や個人差を把握し、それらに対してレース本番に向けた事前のコンディショニング、クーリング対策、練習およびレース中の給水対策（量、組成、方法など）を確立することの重要性を示してきた(2,3)。そして、それらを実践するために選手やコーチに情報提供するとともに、強化、医学、科学が密接に連携して活動してきている。本報告では、2017年に実施した主な活動について概要を報告する。

【内容】

2017年に実施した4つの活動、1. ロンドン世界陸上代表選考会、第100回日本選手権大会20km競歩における測定、2. ロンドン世界陸上代表選考会、第101回日本選手権大会50km競歩、第56回全日本競歩輪島大会における測定、3. 志賀高原競歩代表合宿、および、千歳競歩代表合宿における測定、4. ロンドン世界陸上における測定、について報告する。

1. ロンドン世界陸上代表選考会、第100回日本選手権大会20km競歩における測定

1) 実施場所

六甲アイランド甲南大学周辺コース
(兵庫県、神戸市)

2) 実施日

平成29年2月18日(土)、2月19日(日)

*競技実施日は2月19日(日)

3) 対象選手

ロンドン世界陸上日本代表候補選手、男子4名

4) 測定項目

男子20km競歩において、以下の測定を実施した。

(1) 体重、脱水量、給水量、および、総発汗量の測定

スタート直前およびゴール直後に体重を20g単位で計測した。着衣に付着した汗を200gとし、ゴール後の計測値から200gを差し引いた値をゴール後の体重として評価した。体重の変化から脱水量および脱水率を算出した。また、各選手において、レース中のスペシャルテーブルでの給水毎に、給水前後のボトル重量を測定し給水量を算出した。脱水量に給水量を加えた量を総発汗量とした。なお、ゼネラルテーブルでの給水の有無は目視で確認した。

(2) 汗の採取

我々が競歩および長距離選手において報告した方法(3,4,5)を用いて、右側胸部および背部(採取部位表面積7.5cm×7.5cm)の汗を採取した。ウォーミングアップ終了後のスタート前に、蒸留水を含ませた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。ゴール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。

(3) 耳管温の測定

レース直前および直後に耳管温（Genius2、COVIDIEN社製）を測定した。

(4) 環境測定

気温、相対湿度、黒球温度、湿球黒球温度（WBGT）をWBGT計（WBGT-101、京都電子工業社製）によって5分毎に計測した。

2. ロンドン世界陸上代表選考会、第101回日本選手権大会 50km 競歩、第56回全日本競歩輪島大会における測定

1) 実施場所

輪島市文化会館周辺周回コース
（石川県、輪島市）

2) 実施日

平成29年4月15日（土）、4月16日（日）
*競技実施日は4月16日（日）

3) 対象選手

ロンドン世界陸上日本代表候補選手、男子4名

4) 測定項目

男子50km競歩において、以下の測定を上記と同様に実施した。

(1) 体重、脱水量、給水量、および、総発汗量の測定

(2) 汗の採取

(3) 耳管温の測定

(4) 環境測定

3. 志賀高原競歩代表合宿、および、千歳競歩代表合宿における測定

1) 実施場所

志賀高原（長野県、下高井郡山ノ内町）
千歳（北海道、千歳市）

2) 実施日

平成29年6月14日（水）～6月28日（水）
平成29年7月4日（火）～7月30日（日）

3) 対象選手

ロンドン世界陸上、男子20km競歩、男子50km競歩、および、女子20km競歩日本代表選手、ユニバーシアード、男子20km競歩日本

代表選手を含む、合計13名（男子11名、女子2名）

4) 測定項目

ポイント練習において、以下の測定を上記と同様に実施した。

(1) 体重、脱水量、給水量、および、総発汗量の測定

(2) 汗の採取

(3) 耳管温の測定

(4) 環境測定

また、期間中の毎朝、起床時測定を実施した。

(5) 起床時測定

評価項目は、寝つき、睡眠の深さ、睡眠の状態、寝起き、疲労感、体の火照り、脈拍数、動脈血酸素飽和度、体温、尿比重とした。

4. ロンドン世界陸上における測定

1) 実施場所

ロンドン（イギリス、ロンドン市）

2) 実施日

平成29年8月2日（水）～8月13日（日）
*競技実施日は8月13日（日）

3) 対象選手

ロンドン世界陸上、男子20km競歩、男子50km競歩、および、女子20km競歩日本代表選手、合計7名（男子6名、女子1名）

4) 測定項目

期間中の毎朝、起床時測定を上記と同様に実施した。また、各レース中の環境測定を実施した。

【結果及び考察】

各測定で得られた結果は、全て対象選手およびチームに速やかにフィードバックし、世界選手権に向けて選手個々の特性に合わせた対策を講じた。また、合宿時などに勉強会を開催し、測定の意義などを説明し結果の詳細を解説した。測定結果については、守秘義務の関係もあるため、個々の詳細なデータ等を記載することはここでは避けることとし、各測定の傾向について記載する。

1. ロンドン世界陸上代表選考会、第100回日本選手権大会における測定

対象選手の記録は、1時間18分18秒～1時間22分36秒であった。レース中の環境を図1に、測定の様子を図2に示した。男子20km競歩レース中、天候は晴れ、気温は13.2～15.0℃、相対湿度

第100回日本選手権大会20km競歩 環境

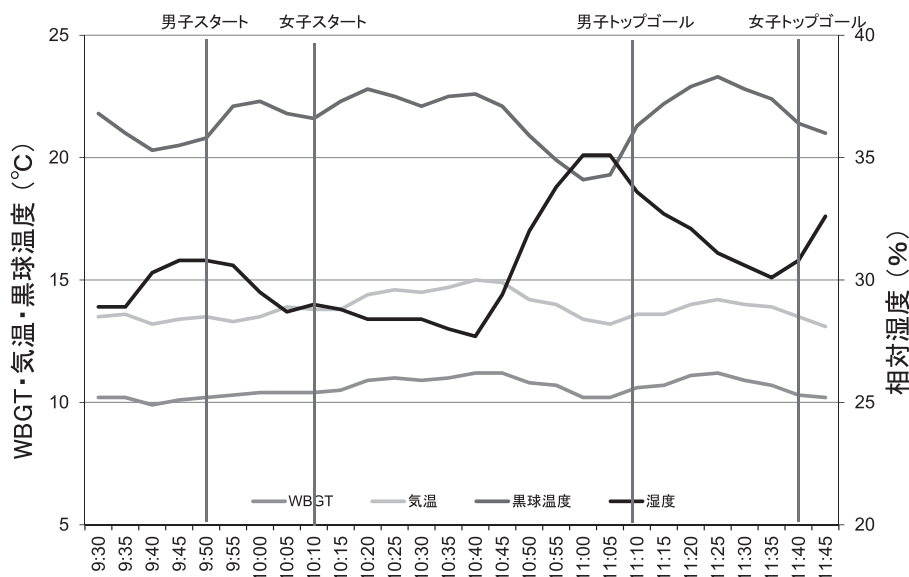


図1. 第100回日本選手権大会 男子20km競歩および女子20km競歩時の環境



図2. 第100回日本選手権大会 男子20km競歩における測定の様子。左：耳管温測定、右：体重測定

は28～35%、黒球温度は19.1～22.8℃、WBGTは10.2～11.2℃であった。レース後の脱水量は0.25～1.20kg、脱水率は0.4～2.2%、給水量は195～1469g、総発汗量は1.26～2.22kgであった。

レース中の気温は約15℃以下、WBGTは約11℃以下で推移し冷涼な環境であったため、全体として総発汗量は多くなかった。しかし、給水量に大きな個人差があり、給水量の少ない選手では脱水量および脱水率が高い傾向が認められた。

2. ロンドン世界陸上代表選考会、第101回日本選手権大会50km競歩、第56回全日本競歩輪島大会における測定

ゴール後の測定を実施した対象選手の記録は、3時間47分18秒～3時間49分17秒であった。レース中の環境を図3に、測定の様子を図4に示した。男子50km競歩レース中、天候は晴れ、気温は18.9～23.8℃、相対湿度は46～58%、黒球温度は22.4～31.6℃、WBGTは16.7～20.8℃であった。レース後の脱水量は0.3～2.1kg、脱水率は0.5～3.2%、給水量は1706～2787g、総発汗量は3.09～3.76kgであった。

スタート後から気温およびWBGTとも上昇し、レー

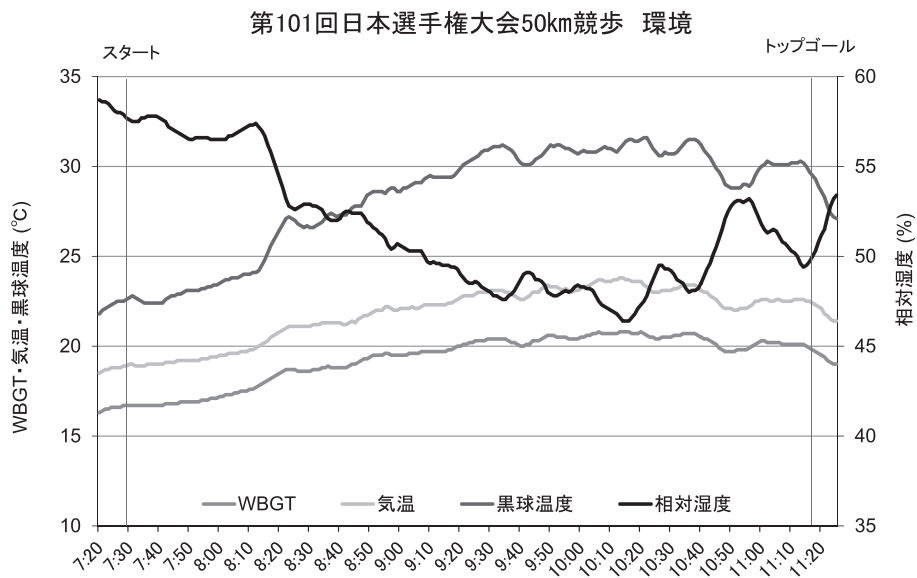


図3. 第101回日本選手権大会 男子50km競歩時の環境



図4. 第101回日本選手権大会 50km競歩における測定の様子。左：環境測定、右：給水量測定

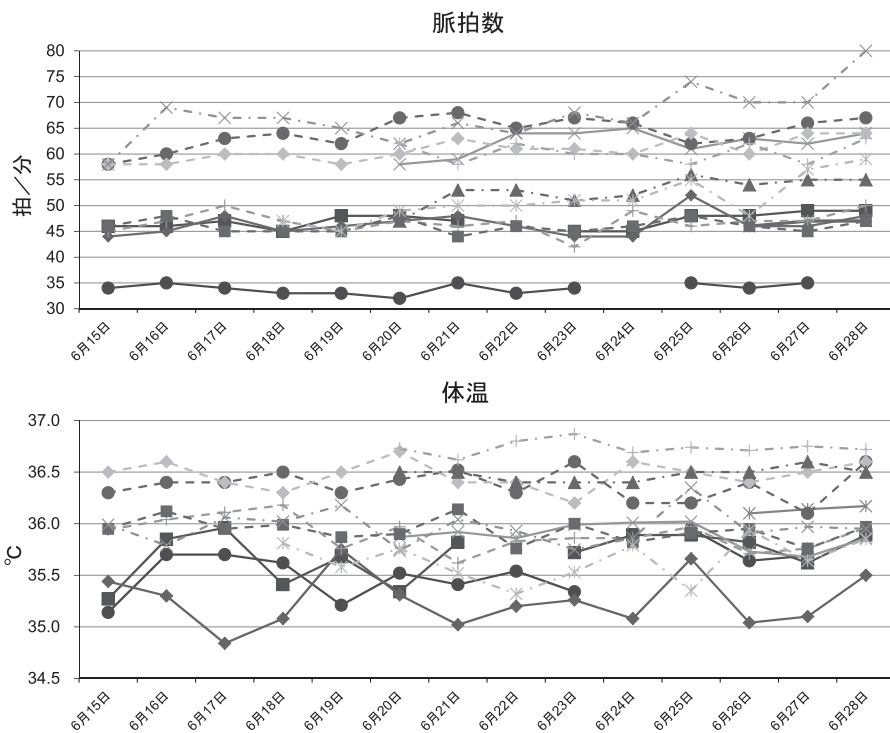


図5. 志賀高原競歩代表合宿における起床時測定結果の例（脈拍数、体温）。

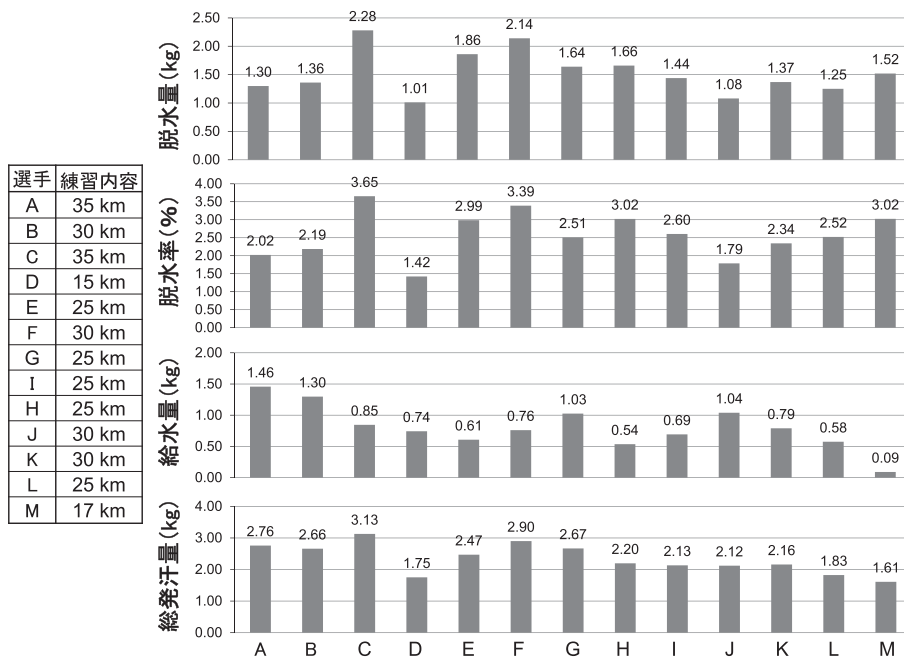


図 6. 志賀高原競歩代表合宿における練習時の測定結果の例

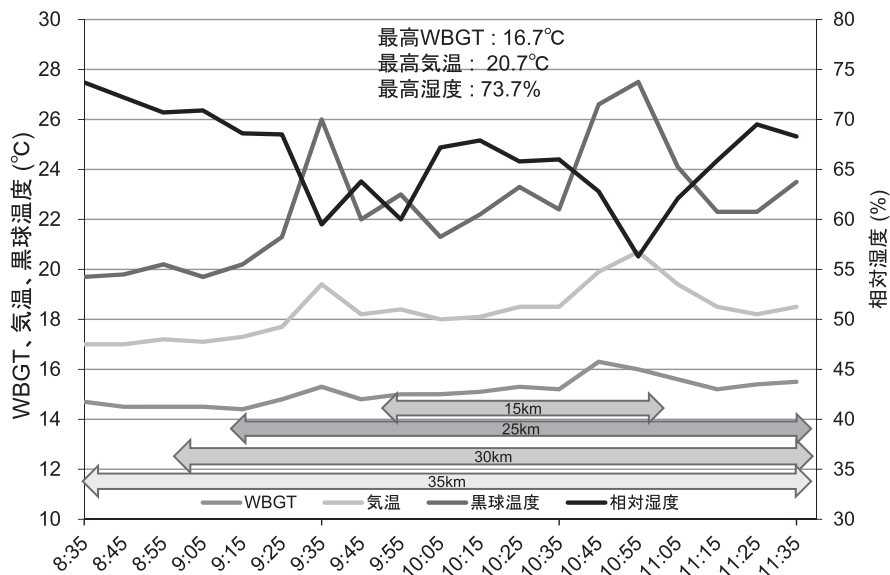


図 7. 志賀高原競歩代表合宿における練習時の環境



図 8. 志賀高原競歩代表合宿における測定の様子。左：体重測定、右：給水量測定

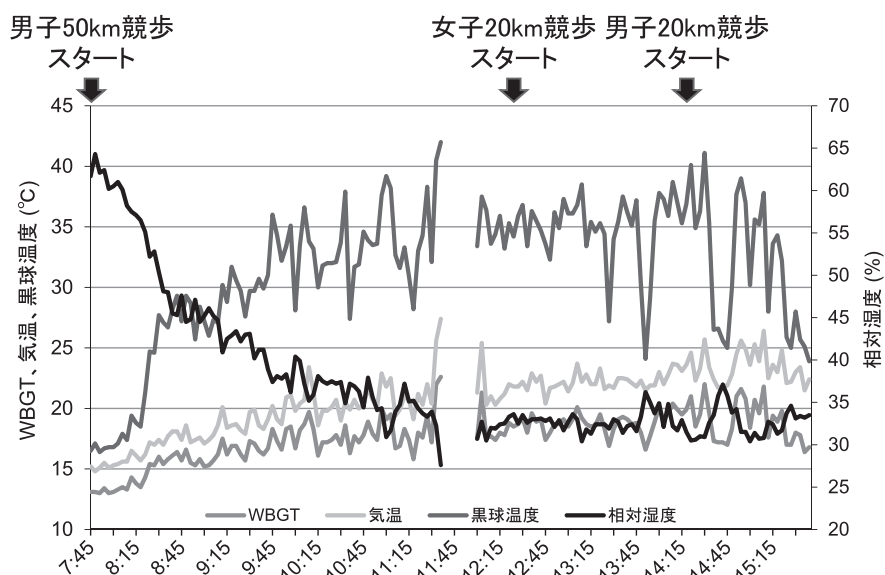


図9. ロンドン世界陸上 男子 50km 競歩、男子 20km 競歩、女子 20km 競歩における環境

ス中盤から終盤では温暖な環境であった。4時間弱の競技中の総発汗量は3kg以上に及んだ。脱水率が0.5%に抑えられていた選手では十分な量の給水を摂取できていたが、一方、脱水率が3%を超えた選手では相対的に給水量が十分ではなかった。

3. 志賀高原競歩代表合宿、および、千歳競歩代表合宿における測定

図5に志賀高原競歩代表合宿における起床時測定結果の例を示した。選手の日々の測定結果は、当日午前のうち各選手にフィードバックしスタッフ間で情報共有した。

練習時の測定結果の例(6月27日午前練習)を図6に、その際の環境を図7に示した。また、測定の様子を図8に示した。期間中のポイント練習で同様の測定を実施し、当日のうち各選手にフィードバックしスタッフ間で情報共有した。

4. ロンドン世界陸上における測定

起床時測定のデータは、事前合宿において継続測定してきたデータと比較し、各選手のコンディショニングを把握する客観的指標とした。

レース中の環境を図9に示した。男子50km競歩レース中の平均値は、気温19.2°C、相対湿度42%、黒球温度29.7°C、WBGT16.7°Cであった。女子20km競歩レース中の平均値は、気温22.3°C、相対湿度33%、黒球温度34.9°C、WBGT18.8°Cであった。男子20km競歩レース中の平均値は、気温23.4°C、相対湿度33%、黒球温度31.7°C、WBGT18.9°Cであった。

これらの測定結果から、レースや練習中の環境は刻一刻と変化することが分かる。高温・多湿となる暑熱環境下において高いパフォーマンスを発揮するためには、レース中の脱水と深部体温の上昇を抑えることがカギとなるが、脱水の程度には選手個人の個人差が大きく認められることが示唆される。脱水によるパフォーマンス低下を最小限に食い止めるためには、選手個人の脱水の傾向を捉え、練習時から適切な量および組成の水分を補給することが必須となる。このような給水対策に加え、クーリング方法など選手個々の身体特性に応じた暑熱対策を確立していく必要がある。今後は、これまでに蓄積してきたデータに加え、暑熱環境下における合宿や練習時のデータを蓄積し、夏季のレース前に暑熱環境順化を獲得してコンディションを高める具体策について、現場に還元できる資料を提供していく予定である。

【謝辞】

本調査の実施にご協力、ご尽力を頂きました選手、スタッフ、関係者の皆様に感謝申し上げます。

【文献】

- 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.
- 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．北海道マラソンにおける調査について．陸上競技研究紀要10：150-158，

- 2015.
- 3) 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: 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. 陸上競技研究紀要 10: 146-149, 2015.
 - 4) 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.
 - 5) Baker LB, Ungaro CT, Barnes KA, Nuccio RP, Reimel AJ, Stofan JR: Validity and reliability of a field technique for sweat Na⁺ and K⁺ analysis during exercise in a hot-humid environment. *Physiol Rep* 2;2(5): e12007, 2014.

2017 年国民体育大会における競歩種目の前額面内下胴キネマティクス

三浦康二¹⁾ 永原 隆²⁾ 渡辺圭佑³⁾

1) 日本スポーツ振興センター 2) 鹿屋体育大学 3) 岐阜県スポーツ科学センター

1. 目的

陸上競技・競歩において特徴的な技術とされる肩甲帯と骨盤の前額面内の回転 (Murray ほか, 1983 ; Payne と Payne, 1981) について 3 次元分析が行われ, 支持期中盤における回復脚側股関節を持ち上げるような下胴の前額面内における角加速度が大きな歩行速度に関係していたことが報告されている (三浦ほか, 2014 ; Hoga-Miura et al., 2016). そのため, 過去の本報告書においては下胴の全額面内キネマティクスについて報告が行われてきている (三浦ほか, 2015, 2016, 2017).

本報告では, 2017 年 10 月に開催された国民体育大会陸上競技 (以下, 国体) の競歩種目に出場し, 上位に入った少年競技者のレース終盤盤における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, 国体少年男子 5000mW・成年女子 5000mW (10 月 9 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 レーンの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 240fps で撮影した。

撮影した競技者のうち, 少年男子の上位 2 名及び成年女子に出場した少年選手の上位 2 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 60fps でデジタル化した。また, 実長換算は不可能であったが, 1 レーンの 200m スタートライン両端をそれぞれデジタル化することで水平校正マーカーとした。

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, 水平校正用の 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 (1 階微分), 角加速度 (2 階微分) を算出した。

算出したデータは, 右足接地から右足接地から離地までを右足支持期として, 右接地時点を 0%, 右足つま先の離地時点を 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右足支持期下胴角速度を図 1 に示し, 角加速度を図 2 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

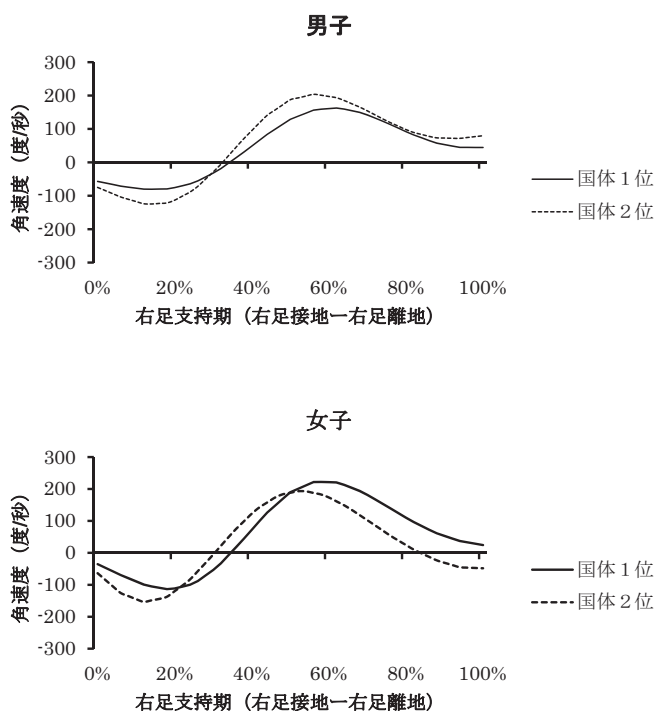


図 1 前額面内の下胴角速度

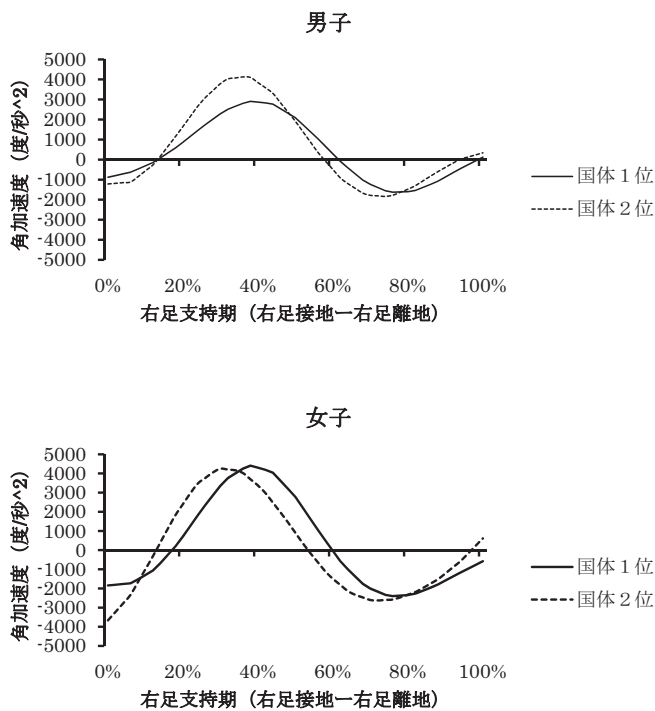


図2 前額面内の下脛角加速度

角速度，角加速度を示している．また，右足支持期では，正の値は下脛の回復（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ている．

参考文献

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.

三浦 康二ほか (2015) 2014年第15回世界ジュニア陸上選手権男女10000mにおける上位者の前額面内下脛キネマティクス変化．日本陸連科学委員会研究報告 陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2014, 13, 131-136.

三浦 康二ほか (2016) 2015年和歌山国体競歩種目における男女U19競技者の前額面内下脛キネマティクス．日本陸連科学委員会研究報告 陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2015, 14, 83-86.

三浦 康二ほか (2017) 2016年世界U20選手権及び全日本実業団における競技者の前額面内下脛キネマティクス．日本陸連科学委員会研究報告 陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2016, 15, 136-137.

Hoga-Miura, K., et al. (2016) A three-

dimensional kinematic analysis of men's 20-km walking races using an inverted pendulum model. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*, 175(7-8), 297-307.

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.

男子走幅跳選手の助走における踏切4歩前からの接地位置および助走スピードの分析 - 日本ランキング上位選手の事例 -

柴田篤志¹⁾ 小山宏之²⁾
1) 筑波大学大学院 2) 京都教育大学

1. はじめに

水平方向の跳躍種目である走幅跳（三段跳も含）では、助走において2個のマーカーの使用がルール上許可されている。その2個のマーカーの使用方法は選手およびコーチの戦略によって異なるが、第1マークを助走のスタート位置に、踏切4（5）歩前の位置に第2マークを設置し、助走の確認を行う選手やコーチは多い。2017年度、日本陸上競技連盟科学委員会の跳躍担当は、男子走幅跳の強化スタッフより踏切4歩前からの接地位置の評価の依頼を受け、国内の主要競技会において従来の助走スピードの測定に加えて、固定カメラを用いた踏切4歩前からの接地位置のデータの収集を行い、助走スピードデータとともにコーチおよび選手へのフィードバックを行った。そこで本稿では、2017年日本ランキング上位男子走幅跳競技者を対象として、助走スピードデータおよび踏切4歩前からの接地位置およびストライドのデータから、本年度の競技会における助走スピードおよび踏切前の接地位置に関する特徴について報告することを目的とした。

2. 方法

2.1. 対象者

対象者は強化対象選手を中心とした日本ランキング上位選手6名（自己記録:8.04±0.05m）であり、分析試技は第51回織田幹雄記念国際陸上競技大会、セイコーゴールデングラプリ陸上2017川崎、第101回日本陸上競技選手権大会、第30回南部忠平記念陸上競技大会および第72回国民体育大会における各対象者の成功試技の内、シーズン最高記録に対する達成率が90%以上の試技（追い風参考記録を含む）とした。なお、表1に各対象者の情報を示した。

2.2. データ収集

各競技会における対象者の全ての試技をスタンドに設置した1台のハイスピードカメラ（Panasonic社製、LUMIX FZ-300）を用いて踏切板先端から助走路側11.0m地点（三段跳の13m踏切板先端）までを撮影範囲とし（図1）、毎秒120コマで固定撮影した。また、全ての試技で助走路前方のスタンドに設置したレーザー式速度測定装置（JENOPTIK製、LDM301C）を用いて対象者の助走中の1/100秒毎の位置情報を得た。

表1 分析対象者

選手	分析試技数	PB (m)	SB (m)	分析記録 (m)	SBに対する達成率 (%)
下野 伸一郎	13	8.11	8.00	7.72±0.23 (8.05w-7.26)	96.5±2.9
山川 夏輝	19	8.06	8.06	7.58±0.16 (7.82-7.28)	94.1±2.0
橋岡 優輝	21	8.05	8.05	7.77±0.17 (8.07w-7.46)	96.6±2.2
小田 大樹	16	8.04	8.04	7.58±0.15 (7.83-7.33)	94.3±1.8
城山 正太郎	10	8.01	7.97	7.63±0.20 (7.91-7.32)	95.8±2.6
嶺村 鴻汰	15	7.95	7.74	7.53±0.10 (7.67-7.29)	97.3±1.3

2.3. データ処理

対象者の全ての分析試技について、踏切4歩前から踏切にかけての各歩の接地時の支持脚つま先をビデオ動作分析システム（DKH社製，Frame-DIAS V）によりデジタル化し、競技会前に撮影した4点のコントロールポイント（踏切板の両端2点および助走路側11.0m地点2点）を用いて各歩のつま先の座標値を得た。この際、踏切板の左先端を原点とし、助走路方向をy方向、進行方向に対して右方向をx方向とした。また、レーザー式速度測定装置によって得た対象者の位置情報はButterworth low-pass digital filterを用いて平滑化し、平滑化後の位置情報を時間微分することで助走速度を算出した。

2.4. 算出項目

- (1) 各歩の接地位置：各歩の支持脚つま先のy座標
- (2) 各歩のストライド：各歩の支持脚つま先のy座標の差
- (3) 助走最高速度：助走開始から踏切までの間における助走速度の最大値
- (4) 助走最高速度出現地点：助走最高速度の出現地点
- (5) 踏切地点速度：踏切地点（ファールライン）での助走速度
- (6) 助走速度変化率：（踏切線地点速度 -

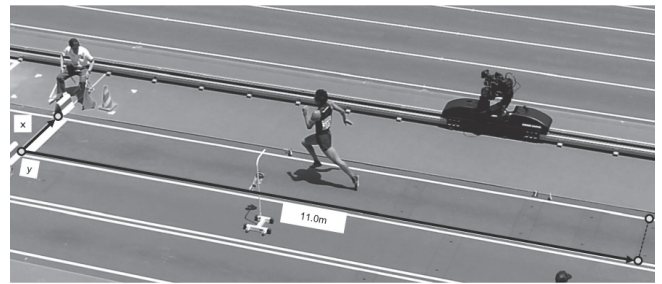


図 1 撮影設定

助走最高速度) / 助走最高速度 × 100

3. 結果および考察

表2は対象選手の助走速度に関するパラメータの平均値と標準偏差、各パラメータと跳躍距離の相関係数を示している。

助走最高速度は小田選手を除く5選手に跳躍距離と有意な正の相関がみられ、踏切地点速度にも3選手で跳躍距離と正の相関がみられた。これまでの先行研究においても、助走における最高速度と跳躍距離の間に正の相関関係があることが報告されているが（小山ほか，2011），選手個人の1年間のパフォーマンスをみても、助走における最高速度は跳躍距離に影響を与えていたと考えられる。一方、その中でも、下野選手や橋岡選手のように非常に相関が強い選手や、山川選手や嶺村選手

表2 助走速度に関する項目

	助走最高速度 (m/s)	助走最高速度 出現地点 (m)	踏切地点速度 (m/s)	助走速度 変化率 (%)
下野 伸一郎	10.34±0.23 r=0.93**	5.95±0.30 r=0.11	9.68±0.26 r=0.95**	-6.4±0.9 r=0.54
山川 夏輝	10.23±0.17 r=0.50*	6.46±0.66 r=0.28	9.61±0.21 r=0.34	-6.1±1.2 r=-0.06
橋岡 優輝	10.15±0.14 r=0.90**	5.73±0.60 r=0.31	9.50±0.17 r=0.86**	-6.3±0.89 r=0.33
小田 大樹	10.40±0.11 r=0.26	6.42±0.68 r=0.15	9.65±0.18 r=-0.02	-7.2±1.4 r=-0.21
城山 正太郎	10.49±0.13 r=0.76**	7.19±0.74 r=-0.14	9.62±0.13 r=0.67*	-8.3±0.9 r=0.02
嶺村 鴻汰	10.41±0.12 r=0.62*	6.55±0.41 r=0.22	9.73±0.15 r=0.42	-6.5±0.8 r=-0.05
全選手の平均	10.31±0.19 r=0.32**	6.31±0.73 r=-0.09	9.62±0.21 r=0.35**	-6.7±1.2 r=0.12

* p<0.05,**p<0.01

のように相関が比較的弱い選手，相関がない選手もいたことから，日本ランキング上位に相当する競技レベルにおいては跳躍距離の獲得には技術的な要素も大きく影響していたことが推察され，踏切準備から踏切にかけての技術について考えていくことも重要となる．なお，後述する図6で対象とした過去の世界大会入賞選手（ $8.25 \pm 0.16\text{m}$ ）の踏切3歩前の助走スピードは $10.50 \pm 0.29\text{m/s}$ と報告されており，本報告で対象とした選手より大きい最高スピードで助走をしていた．

表3は各選手および対象とした全選手の踏切4歩前から踏切接地までの接地位置と各歩のストライドの平均値と標準偏差を示している．4歩前から踏切までの接地位置をみると，全選手のデータからは踏切接地位置と跳躍距離に有意な負の相関がみられたが，その他の項目では跳躍距離と有意な関係性はみられなかった．特に，今回の対象選手が第2マークを設置していた踏切4歩前の位置と記録との間に関係はなく，試技全体をみた場合には，記録が良かった試技において踏切4歩前を全体的に狭いストライドまたは広いストライドで助走していることはなかった．さらに，各選手個人でみた場合の4歩前の位置（平均）は，下野選手9.00m，山川選手8.82m，橋岡選手9.18m，小田選手9.70m，城山選手9.23m，嶺村選手8.99mであり，小田選手は特に踏切板から遠い位置であったものの，その他の選手は9.00m前後の位置であった．

図2および図3は各選手の踏切4歩前および踏切1歩前における接地位置と跳躍距離の関係を示している．6選手の中で接地位置と記録の間に関係性がみられたのは橋岡選手のみであり，4歩前，1歩前のどちらにおいても，跳躍距離との間に有意な負の相関がみられた．ただし，踏切4歩前の位置については，記録が低かった3試技の影響が強く（下位3試技の接地位置が他の試技より極めて踏切板から遠

いため），その試技を除くと相関関係は認められなかった（ $r=-0.07, N.S.$ ）．すなわち，橋岡選手は記録の良し悪しに関わらず，踏切4歩前では同程度の位置に接地し，1歩前の位置が踏切板により近かった跳躍で跳躍記録が良い傾向があったといえる．なお，踏切1歩前の位置は近い試技において記録が良かったが，その距離は踏切板から2.0m以上の距離であった．

その他の5選手では接地位置と跳躍距離に有意な相関はみられなかった．つまり，踏切板からより遠くに接地した試技（踏切前のストライドが広い試技）で記録が出ない，または踏切板により近い試技（踏切前のストライドが狭い試技）で記録が出やすいなどといった特徴はみられなかった．なお，6選手のうち，下野選手，橋岡選手，小田選手，城山選手は（全ての試技ではないが）ある一定の範囲で踏切4歩前の位置が収まる傾向にあり，その幅は約40cmであった．また，下野選手および城山選手の1歩前では有意な相関はないが，記録が良い試技において1歩前の接地位置が踏切板から遠い傾向もみられた．

表2で確認したように，記録と助走スピードの相関の強さは選手によって大小はあるものの，大部分の選手は助走スピードの高い試技で良い記録が出る傾向にあった．この助走スピードは踏切前4歩前および1歩前の距離に影響を与えると考えられることから，図4および図5には各選手の助走スピードと踏切4歩前および1歩前の接地位置の関係を示した．踏切4歩前では，有意な相関がみられたのは山川選手だけであり，山川選手は助走スピードが高い試技では踏切4歩前の位置が踏切板から遠かった．助走最高スピードは踏切4歩前以降に出ていることから（表2），山川選手は踏切4歩前の時点でより踏切板から遠い地点を大きなストライドで走りこみながら，助走スピードも高い試技において記録が出ていたことが推察される．また，その他の選手で相関が

表3 踏切4歩前からの接地位置およびストライド

	接地位置 (m)					ストライド (m)			
	4歩前	3歩前	2歩前	1歩前	踏切	4-3歩前	3-2歩前	2-1歩前	1歩前 - 踏切
下野 伸一郎	9.00±0.24	6.56±0.19	4.40±0.16	2.09±0.09	0.05±0.02	2.45±0.10	2.15±0.07	2.31±0.08	2.04±0.09
山川 夏輝	8.82±0.33	6.52±0.27	4.47±0.19	2.13±0.12	0.10±0.06	2.31±0.10	2.04±0.11	2.34±0.12	2.03±0.09
橋岡 優輝	9.18±0.19	6.73±0.20	4.52±0.17	2.16±0.10	0.07±0.04	2.45±0.07	2.21±0.07	2.36±0.09	2.09±0.08
小田 大樹	9.70±0.18	7.20±0.16	4.84±0.14	2.43±0.11	0.12±0.05	2.50±0.06	2.36±0.04	2.40±0.09	2.32±0.13
城山 正太郎	9.23±0.15	6.86±0.17	4.65±0.15	2.20±0.13	0.09±0.07	2.37±0.07	2.22±0.05	2.44±0.07	2.11±0.11
嶺村 鴻汰	8.99±0.30	6.67±0.25	4.47±0.21	2.20±0.15	0.12±0.06	2.32±0.11	2.21±0.07	2.27±0.09	2.08±0.11
全選手の平均	9.15±0.37	6.75±0.31	4.55±0.22	2.20±0.16	0.09±0.06	2.40±0.12	2.19±0.12	2.35±0.11	2.11±0.14
跳躍距離との相関	$r=-0.06$	$r=-0.09$	$r=-0.13$	$r=-0.16$	$r=-0.49^{**}$	$r=0.05$	$r=0.01$	$r=-0.02$	$r=0.01$

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

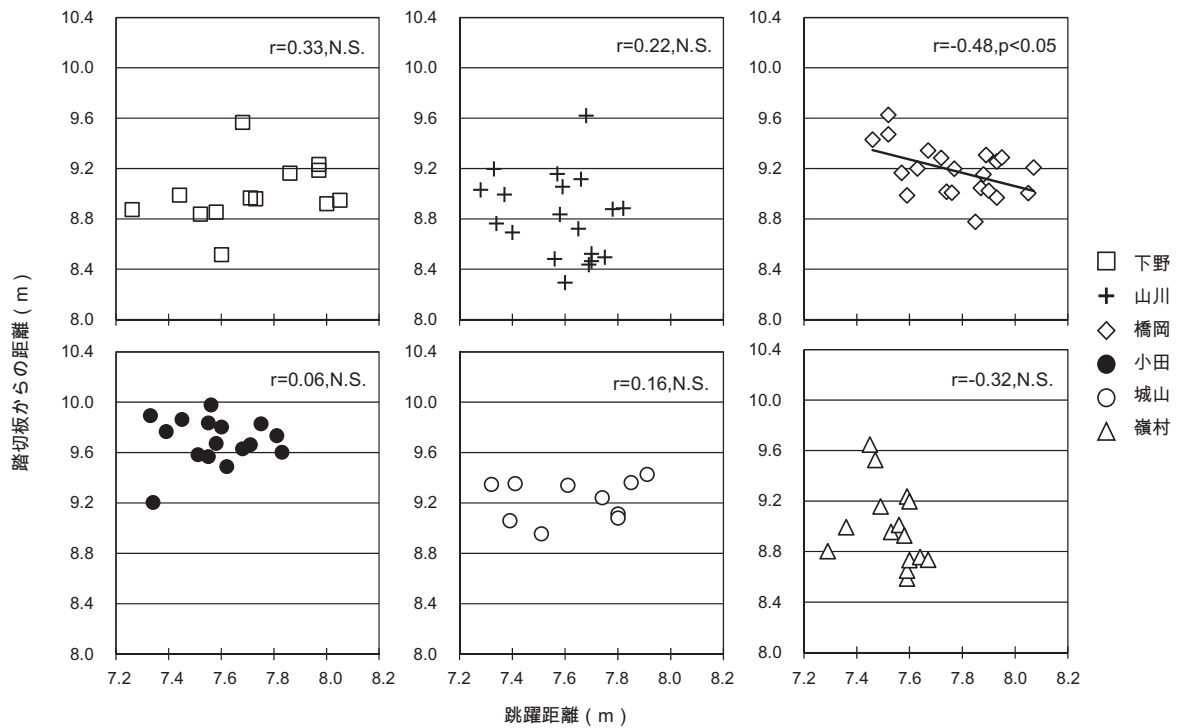


図 2 踏切 4 歩前の接地位置と記録の関係

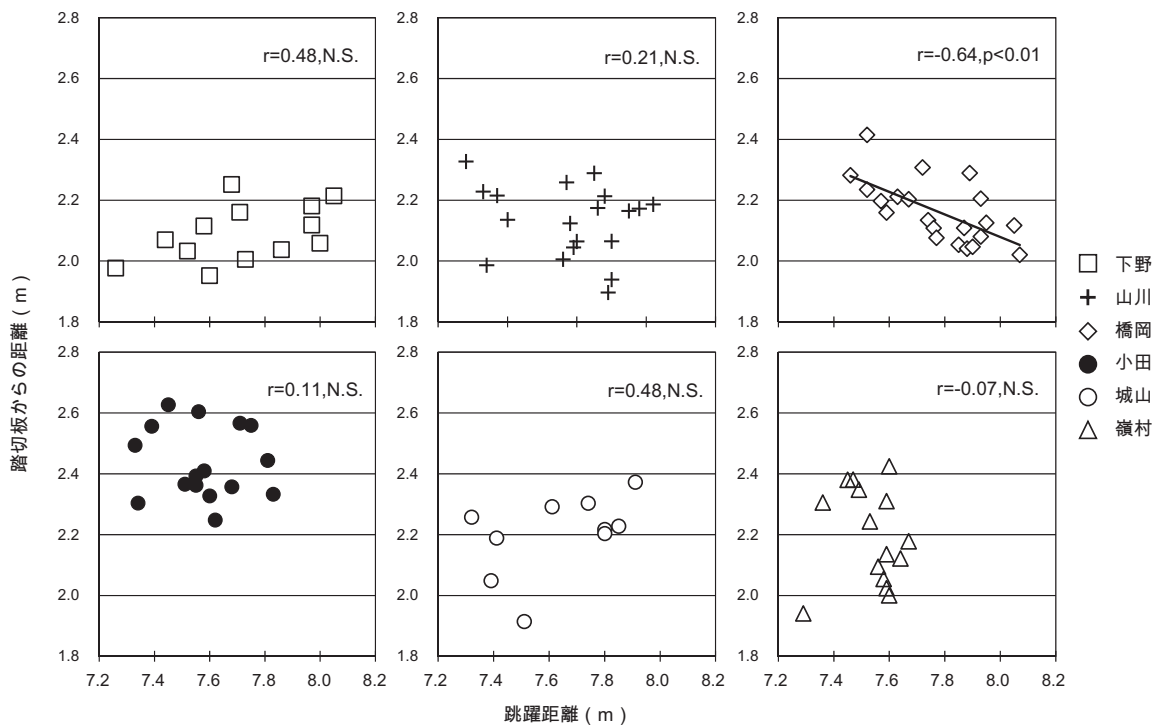


図 3 踏切 1 歩前の接地位置と記録の関係

なかったことから、助走スピードの大小に関わらず、4 歩前の接地位置は前述したようにおおよそ安定しており、4 歩前までにある程度のストライド調整が行われており、その中で大きな助走スピードで踏切に向かっていく試技で記録が良かったことが示唆される。なお、踏切 1 歩前の位置と助走スピードの関係では下野選手は正の相関、橋岡選手は負の相関が

みられた。両選手ともに助走スピードと記録の間に非常に強い相関がみられた選手であり、下野選手は 2.10 ~ 2.20m 程度の踏切 1 歩前の位置から高いスピードで踏み切りに入った時、橋岡選手は 2.10m 程度の踏切 1 歩前の位置から高いスピードで踏み切りに入った時に記録が出ていたと言える。

ここまで踏切 4 歩前および 1 歩前の接地位置に着

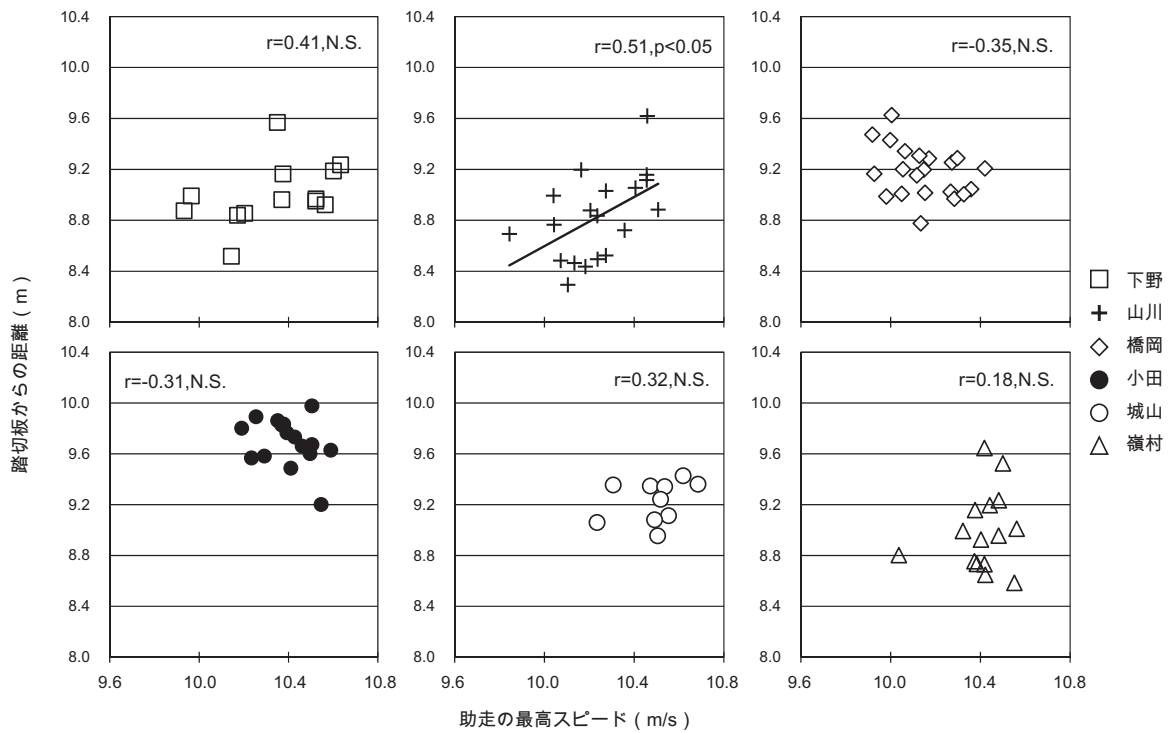


図 4 踏切 4 歩前の接地位置と助走スピードの関係

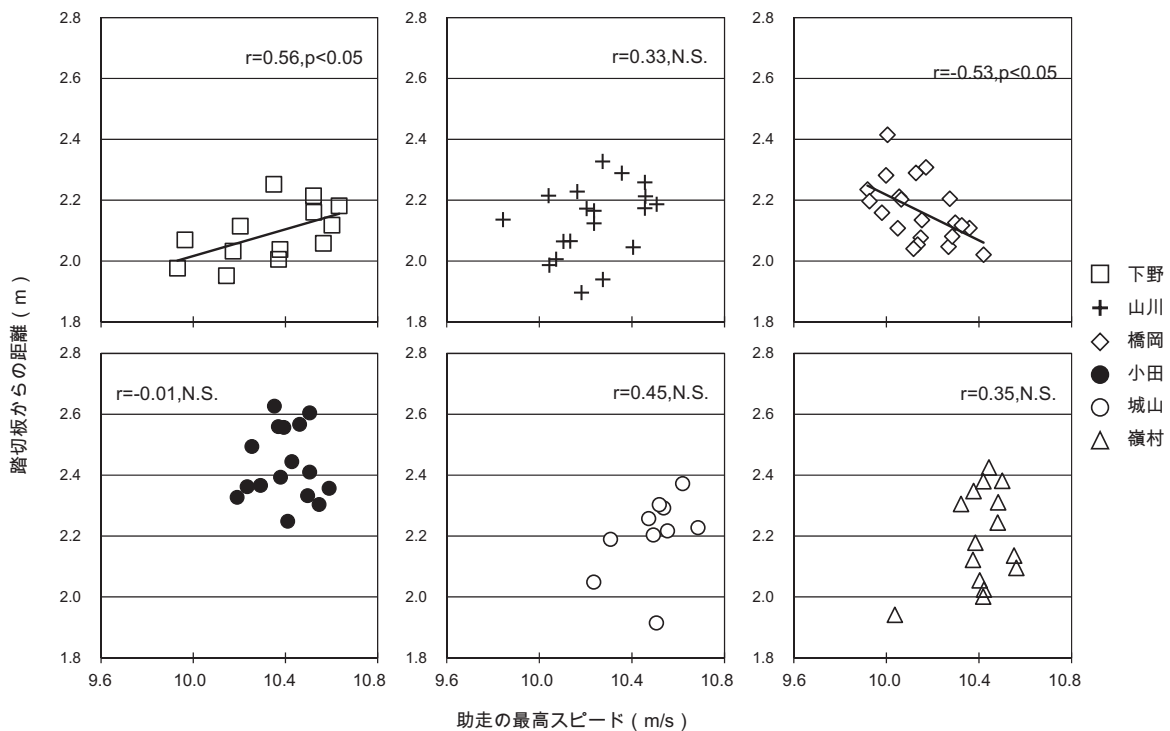


図 5 踏切 1 歩前の接地位置と助走スピードの関係

目したが、全試技の平均から各選手の踏切前の局面におけるストライドに着目してみると (表 3), すべての選手で踏切 2 歩前から 1 歩前, さらに 1 歩前から踏切にかけて「長-短」のストライドパターンがみられ, 世界一流選手 (Hay and Nohara, 1990: 小山ほか, 2010) や, 日本一流選手 (伊藤ほか, 2009) を対象とした研究の結果と共通した特徴がみ

られた. なお, 各歩のストライドと跳躍距離の関係については, 全選手のデータからは接地位置と同様に跳躍距離との有意な関係はみられなかった.

図 6 には各選手の踏切 3 歩前からのストライドの平均値と参考データとして, 過去に開催された 2007 年世界選手権大阪大会 (小山ほか, 2010), 2009 年世界選手権ベルリン大会 (Mendoza et

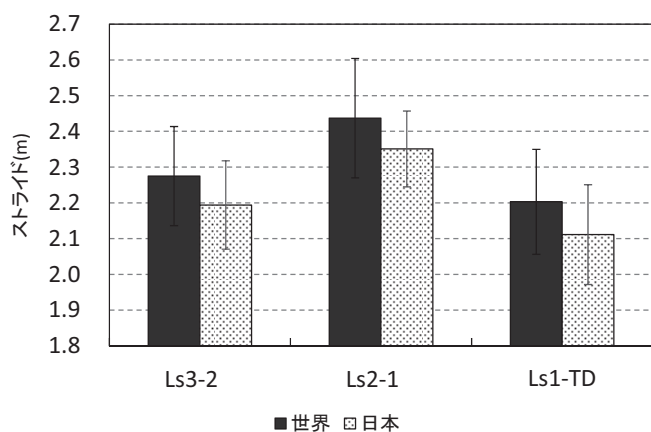


図 6 世界大会入賞選手および 2017 年日本ランキング上位選手の踏切 3 歩前からのストライド

al, 2009), 2011 年世界選手権テグ大会 (Woo et al., 2012) において入賞した選手 (8.25 ± 0.16m) の踏切 3 歩前からのストライドの平均値を示している。今回対象とした日本ランキング上位選手と世界大会入賞選手を比較すると、ストライドの変化パターンは類似していたものの、各ストライドともに世界大会入賞選手よりも小さな値であった。踏切前の局面におけるストライドには助走スピードなどの要因も大きく影響すると考えられるが、世界大会入賞選手の分析試技の平均記録が 8.25m であることから、今回の対象選手が世界大会で確実に入賞できる 8.20m 以上を記録するためには、すでに述べたように高いスピードでの助走に加えて、踏切準備においてはピッチアップを強調してスピードを高めるよりも、スピードに応じたストライドを確保する中で、ピッチの向上を意識していく必要があると考えられる。

4. まとめ

本稿は日本ランキング上位男子走幅跳選手を対象に、踏切 4 歩前から踏切にかけての接地位置、ストライドおよび助走スピードの特徴について報告することが目的であった。

科学委員会では、2017 年度から踏切 4 歩前からの接地位置の情報を初めて収集した。対象とした選手全体での共通した特徴を見出すには至らなかったものの、ランキング上位選手の現状を示す情報を提示することができた。これらの情報は、対象選手が縦断的にパフォーマンスの変化を評価していくこと、また他の選手においても踏切 4 歩前の位置を基準にした踏切前のストライドの評価に利用できると考えられる。次年度以降も継続的に情報を収集する

とともに、対象選手の競技レベルの幅を広げ、よりコーチングにも利用できる情報を提示していきたい。

参考文献

- 1) Hay, J. G. and Nohara, H. (1990) Techniques used by elite long jumpers in preparation for takeoff. *Journal of Biomechanics*, 23 (3), 229-239.
- 2) 伊藤信之, 阿江通良, 小山宏之, 村木有也, 関子浩二, 松尾彰文, 山田真由美, 平野裕一 (2009) 日本一流走幅跳選手における踏切準備動作. *陸上競技学会誌*, 7, 8-17.
- 3) 小山宏之, 村木有也, 吉原 礼, 永原 隆, 柴山一仁, 大島雄治, 高本恵美, 阿江通良 (2010) 走幅跳のバイオメカニクスの分析, 世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術, 財団法人日本陸上競技連盟, 154-164.
- 4) Mendoza, L., Nixdorf, E., Isele, R., Günther, C. (2009) Biomechanical Analysis of the Long Jump Men and Women Final. *Scientific Research Project Biomechanical Analyses at 12 IAAF World Championship, Berlin, 2009 Final Report Long Jump*.
- 5) Woo, S. Y., Kim, Y. W., Nam, K. J., I, Sar. (2011) Biomechanical Analysis of the Long Jump Men and Women Final. *Scientific Research Project Biomechanical Analyses at the 13 IAAF World Championship, Daegu, 2011 Final Report Long Jump*.

男子走幅跳選手の助走最高スピードと記録の関係 - 日本ランキング上位選手の縦断的測定結果の報告 -

小山宏之¹⁾ 柴田篤志²⁾ 久保理英³⁾

1) 京都教育大学 2) 筑波大学大学院 3) 花園高等学校

1. はじめに

日本陸上競技連盟科学委員会の跳躍担当では、走幅跳の跳躍距離を決定する大きな要因の一つである助走スピードに関する各種のパラメータについて、強化対象選手を中心としてコーチや選手に継続的にフィードバックを重ねてきている。2017年度においても、各試合の助走スピードの測定値をもとにした跳躍の評価および、縦断的測定結果から目標記録に対して必要になると予測される助走最高スピードの提示を選手ごとに行った。そこで本稿では、2017年度に行ったフィードバックデータを基に、強化対象選手の助走スピードデータと記録の関係の現状について報告する。

2. 方法

対象は2017年度男子走幅跳強化対象選手5名であり(表1)、2017年度の測定試合は、第51回織田幹雄記念国際陸上競技大会、セイコーゴールデングラプリ陸上2017川崎、第101回日本陸上競技選手権大会、第30回南部忠平記念陸上競技大会および第72回国民体育大会であった。表1に2017年度の試合も含めた対象選手のこれまでの測定試合を示

している。分析はファールの試技も含めて全て行っているが、結果で提示したものは有効試技の結果のみである(追参を含む)。なお、一部日本陸上競技連盟科学委員会以外での活動結果も含んでいる。

表1に示した各競技会において、助走路前方のスタンドに設置したレーザー式速度測定装置(JENOPTIK製, LDM301C)を用いて対象者の助走中の1/100秒毎の位置情報を得た後、助走スピードを算出した。なお、本報告では助走スピードに関するパラメータの中で、助走における最高スピードについて提示する。

3. 結果および考察

図1~5は助走スピードと記録の関係について、選手ごとに示している。なお、各図において過去の測定値として示した比較データは、2001年から2015年に科学委員会として測定した780跳躍(7.01~8.57m)の分析結果であり、7.00mから0.20mごとに記録別群分けを行い、各群における平均および標準偏差、最低および最高スピードを抽出したものである。

全ての選手において助走最高スピードと記録の間には強い相関関係が観察され、いずれの選手におい

表1 分析対象者および各対象者の測定試合

選手	PB (m)	分析試技数	分析記録範囲 min-max (m)	2010			2011			2012			2013			2014			2015			2016					2017								
				兵庫	NCH	国体	NCH	織田	NCH	織田	NCH	国体	織田	NCH	国体	兵庫	NCH	IH	U18	国体	織田	GGP	個人ch	NCH	南部	IH	U20	国体	織田	GGP	個人ch	NCH	南部	国体	
下野 伸一郎	8.11	65	7.08 - 8.05	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
山川 夏輝	8.06	32	7.13 - 7.92																																
橋岡 優輝	8.05	48	6.76 - 8.07w													○	○	○	○	○	○	○			○	○			○	○	○	○	○	○	
小田 大樹	8.04	34	7.13 - 7.85													○	○	○	○	○	○	○					○	○	○	○	○	○	○	○	○
城山 正太郎	8.01	40	6.94 - 7.96													○	○	○	○	○	○	○					○	○	○	○	○	○	○	○	○

兵庫: 兵庫リレーカーニバル, NCH: 日本選手権, 国体: 国民体育大会, 織田: 織田記念陸上, U20: U20日本選手権, U18: U18日本選手権
 南部: 南部記念陸上, 個人ch: 日本学生個人選手権, IH: 全国高校陸上, GGP: ゴールデングラプリ

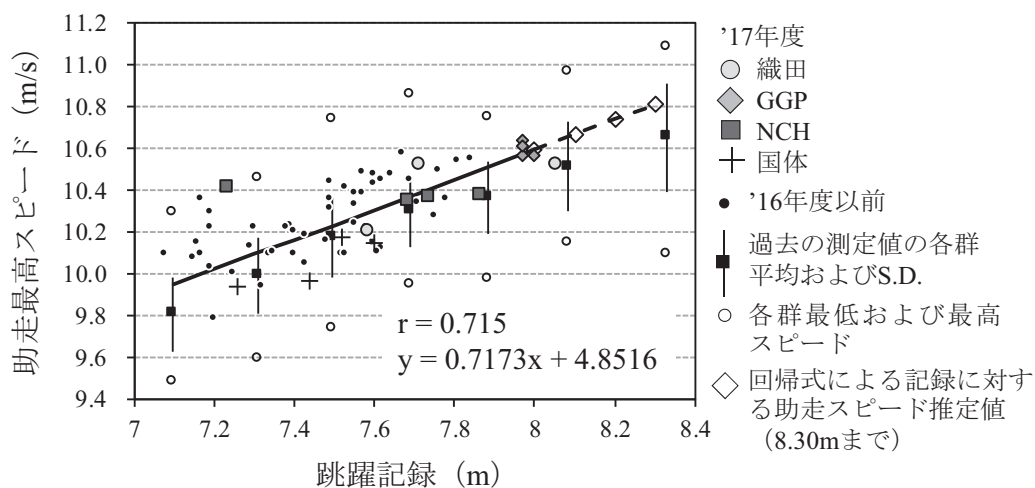


図1 下野選手の助走最高スピードと記録の関係

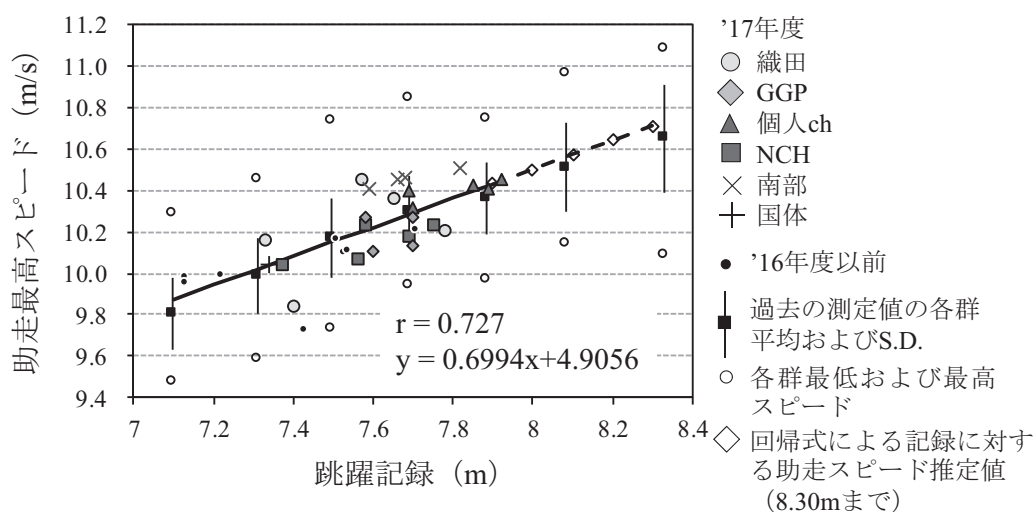


図2 山川選手の助走最高スピードと記録の関係

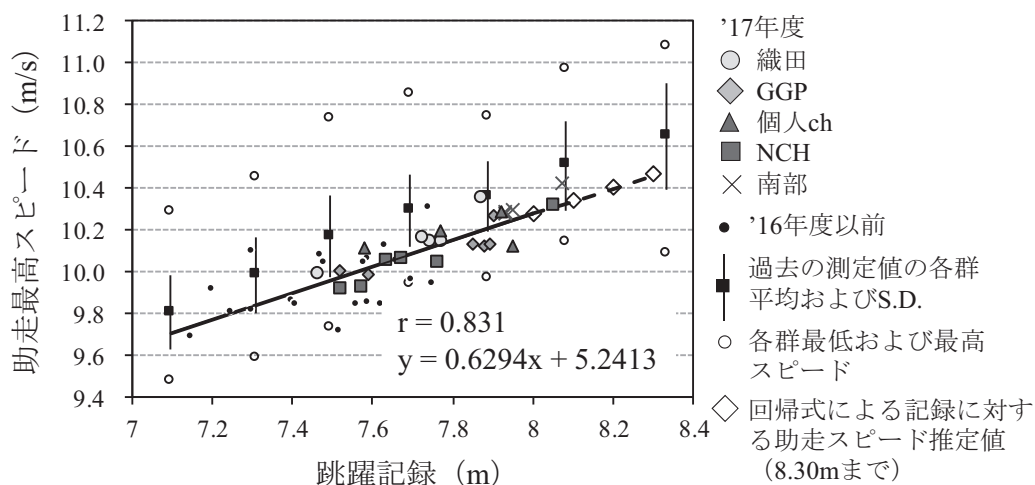


図3 橋岡選手の助走最高スピードと記録の関係

でも高いスピードで助走できていることが跳躍距離の獲得に関係していた。

各選手の最高スピードと記録の関係の分布、回帰直線の位置を比較すると、同程度の記録を獲得する

のに、より低いスピードで獲得している選手（橋岡選手）、より高いスピードで獲得している選手（小田選手、城山選手）、その間に位置し、過去の平均と比較的類似した傾向を持つ選手（下野選手、山川

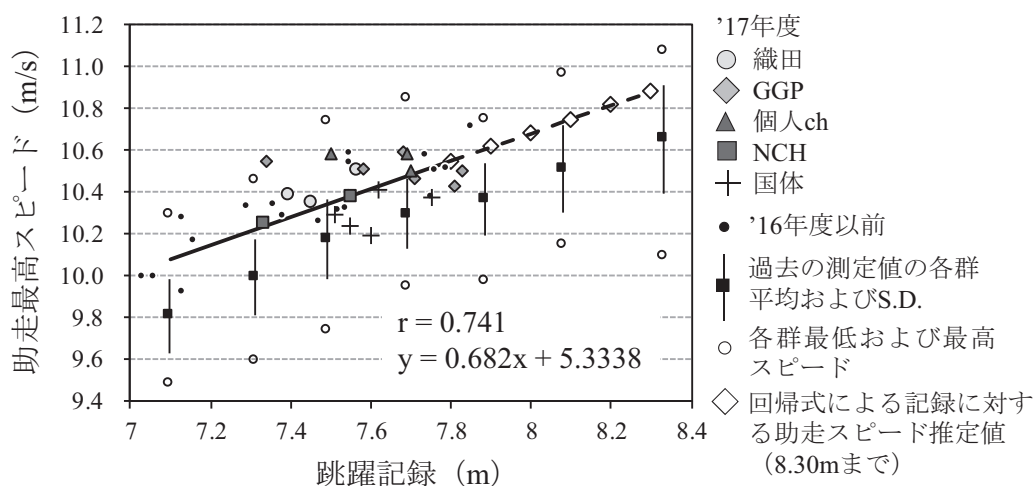


図4 小田選手の助走最高スピードと記録の関係

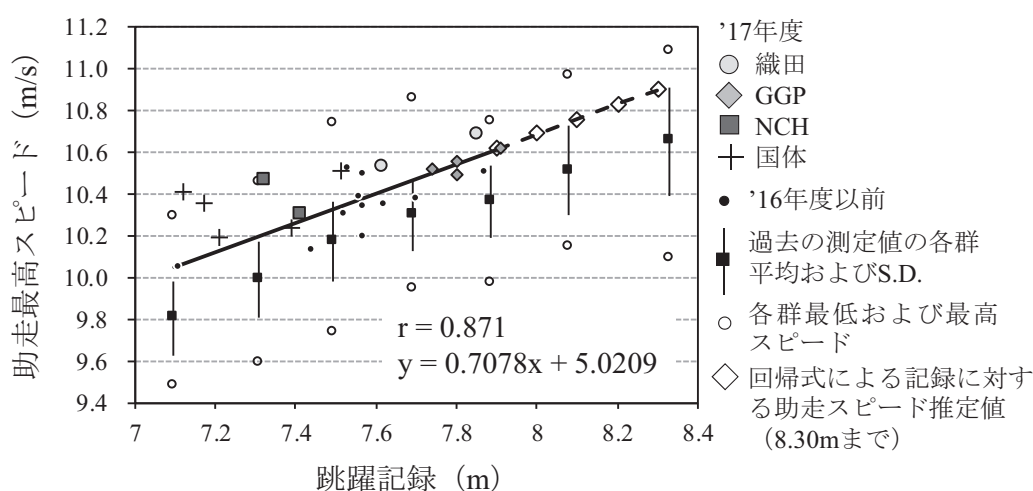


図5 城山選手の助走最高スピードと記録の関係

選手), というように, 選手による特徴が観察された.

なお, 2016年度までも同様の方法で助走最高スピードと記録の関係についてフィードバックをしてきているが, 2016年度までの時点で測定データ数が多かった選手では, 2017年度の測定結果を加えて作成した回帰直線と2016年度までのものがほぼ重なることが確認できている. そして, 測定データ

数が最も多く, 2017年度に8.00m前後の跳躍を複数行った下野選手の助走最高スピードは, 2016年度までのデータから予測された記録に対する助走スピードの値にほぼ一致していた.

このようなことから考えると, 継続的なデータの収集によってある程度のデータ数が揃い両者の関係性を評価できている選手については, 得られた回帰

表2 各選手の助走最高スピードと跳躍距離の関係から推定した8.10mから8.30mの記録に対する助走最高スピード

	PB (m)	過去の分析記録の最長 (m)	8.10m		8.20m		8.30m	
			推定助走最高スピード (m/s)	推定値以上の試技数	推定助走最高スピード (m/s)	推定値以上の試技数	推定助走最高スピード (m/s)	推定値以上の試技数
下野 伸一郎	8.11	8.05	10.66	2	10.73	1	10.81	0
山川 夏輝	8.06	7.92	10.57	0	10.64	0	10.71	0
橋岡 優輝	8.05	8.07w	10.34	3	10.40	2	10.47	0
小田 大樹	8.04	7.85	10.75	0	10.81	0	10.88	0
城山 正太郎	8.01	7.96	10.75	3	10.82	2	10.90	1

*推定値(スピード)以上の試技数にはフェールで超えていた場合の試技も含む

式から外挿することで、今後の距離の向上のために必要となるであろう助走スピードを予測できる可能性が考えられる。

表2は、図1～5で示した助走最高スピードと跳躍距離の関係から推定した、8.10～8.30mを跳躍するために必要になると予測される推定助走最高スピードと、過去の測定試技で各跳躍距離に対する推定助走最高スピードを超えていた試技の数を示している。

各選手の自己ベストの跳躍を測定できていないため限られた範囲での比較になるが、山川選手と小田選手は測定試技の中で推定助走最高スピードを超えていた試技はなかった。一方で、下野選手、橋岡選手は8.10mおよび8.20mの推定助走最高スピードを超えていた試技があり、城山選手は8.30mの推定助走最高スピードをも超えていた試技が少ない試技数ではあるが見られた。しかし、それらの試技は下野選手はいずれもファール、橋岡選手は3本中2本が追参、城山選手はファールまたは追参かつ着地までできない失敗試技であった。

4. まとめ

これまでの継続的なデータの測定を通じて、各選手に対する記録と助走スピードの関係が明らかになってきており、記録達成に向けて目標とすべき助走最高スピードを提示できる段階になってきている。そして、公認の範囲内ではないという条件付きであるが、世界大会で入賞できる記録レベルの助走スピードがでている選手が複数いることも明らかとなった。

今後も継続的に情報を収集し、様々な選手が活用できる助走スピードの標準値、そして個々の選手に応じた目標値の提案と跳躍の評価を実施していきたい。

男子三段跳選手の助走スピードと各歩の跳躍距離から見た現状分析
- 日本ランキング上位選手と世界大会出場海外選手との比較 -

小山宏之¹⁾ 柴田篤志²⁾ 久保理英³⁾

1) 京都教育大学 2) 筑波大学大学院 3) 花園高等学校

1. はじめに

日本陸上競技連盟科学委員会の跳躍担当では、10年以上に渡って三段跳の助走スピードの継続的な測定の実施に加え、2016年度よりホップ、ステップ、ジャンプの各歩の距離の評価を行い、強化対象選手を中心としてコーチや選手に継続的にフィードバックを重ねてきている。

男子では2016年リオデジャネイロ五輪の出場に続き、2017年は山本選手がロンドン世界選手権に出場した。大会では予選敗退となったが、続くユニバーシアードでは銅メダルを獲得し、東京オリンピックでの日本選手入賞およびメダル獲得に向けて、科学委員会として強化委員会とより密接に連携し、データの測定と活用を実施していくことが重要になると考えられる。そこで本稿では、2017年度にフィードバックを行ったデータを基に、男子強化対象選手の現状について助走スピードおよび各歩の跳躍距離の観点から報告する。

2. 方法

対象は2017年度男子三段跳強化対象選手5名であり(表1)、2017年度の測定試合は、第51回織田幹雄記念国際陸上競技大会、セイコーゴールデングラプリ陸上2017川崎、第101回日本陸上競技選手権大会、第16回世界陸上競技選手権大会であった。表1に2017年度の試合も含めたこれまでの測定試合を示している。分析はファールの試技も含めて全て行っているが、結果で提示したものは有効試技の結果のみである(追参を含む)。なお、一部日本陸上競技連盟科学委員会以外での活動結果も含んでいる。

表1に示した各競技会において、助走路前方のスタンドに設置したレーザー式速度測定装置(JENOPTIK製, LDM301C)を用いて対象者の助走中の1/100秒毎の位置情報を得た後、助走スピードを算出した。また、ホップ、ステップおよびジャンプの各歩の跳躍距離は、スタンド上方に設置したビデオ

表1 分析対象者および各対象者の測定試合

選手	PB (m)	分析 試技数		分析記録 範囲 min - max (m)	2011		2012		2013		2014		2015			2016			2017					
					NCH	織田	アジアch	織田	NCH	NCH	IH	織田	NCH	GGP	織田	GGP	NCH	U20	織田	NCH	U20	織田	GGP	NCH
山本 凌雅	16.87	S	37	15.21 - 16.91w																				
		D	21	15.65 - 16.91w																				
長谷川 大悟	16.88	S	47	14.81 - 16.88	○	○	○	○	○															
		D	10	14.81 - 16.88																				
原田 睦希	16.27	S	12	14.82 - 16.27																				
		D	12	14.82 - 16.27																				
許田 悠貴	16.21	S	8	14.90 - 16.20																				
		D	6	14.90 - 16.20																				
山下 航平	16.85	S	15	15.26 - 16.13																				
		D	15	15.26 - 16.13																				

NCH:日本選手権, 織田:織田記念陸上, U20:U20日本選手権, アジアch:アジア選手権
WCH:世界選手権, NIC:日本学生陸上競技対校選手権大会, IH:全国高校陸上, GGP:ゴールデングラプリ
表内の「S」は助走スピードの測定, 「D」はホップ・ステップ・ジャンプの跳躍距離の測定を示す

オカメラ (Panasonic 社製, LUMIX FZ-300) の映像から算出した. 撮影方法は¹⁾ 小山ら (2017) と同様の方法で行った. なお, 本報告で示す助走スピードに関するパラメータは, 助走における最高スピードについて提示する.

3. 結果および考察

図1は山本選手の助走スピードと記録の関係を示している. なお, 図内に比較データとして過去の測定値を示しているが, 2001年から2016年に科学委員会として測定した658跳躍 (14.54~18.21m) の分析結果であり, 15.00mから0.25mごとに記録別

群分けを行い, 各群における平均および標準偏差, 最低および最高スピードを抽出したものである.

山本選手の跳躍を大学入学後の2014年から毎年複数試合を測定してきているが, 測定記録の平均は $15.68 \pm 0.30\text{m/s}$ (2014年), $15.77 \pm 0.35\text{m}$ (2015年), $16.23 \pm 0.21\text{m}$ (2016年), $16.34 \pm 0.44\text{m}$ (2017年) と向上を続けている. 2016年までの測定試技の最高記録は16.40mであったが, 世界選手権に出場した2017年では16.91wを筆頭に, 16.87m, 16.72mなど, 16.60m以上も複数あり非常に高いレベルの跳躍を多く行えたシーズンであった.

図1からわかるように, 山本選手では助走最高スピードと跳躍距離に非常に強い正の相関関係が見

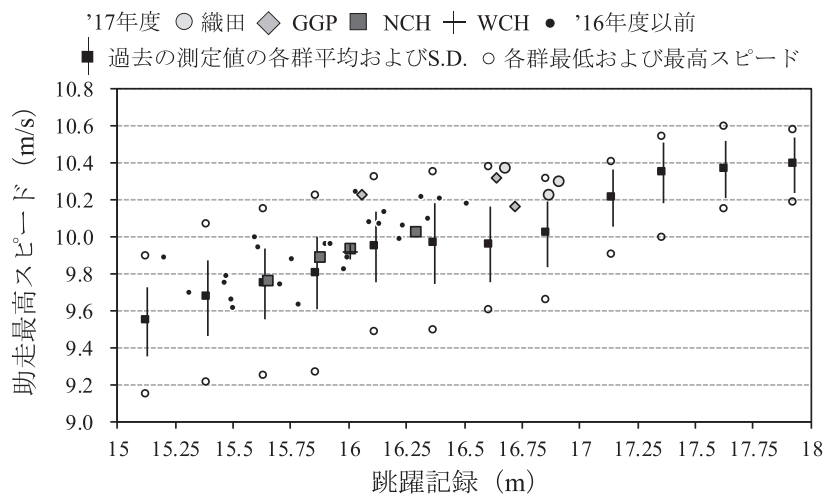


図1 山本選手の助走最高スピードと記録の関係

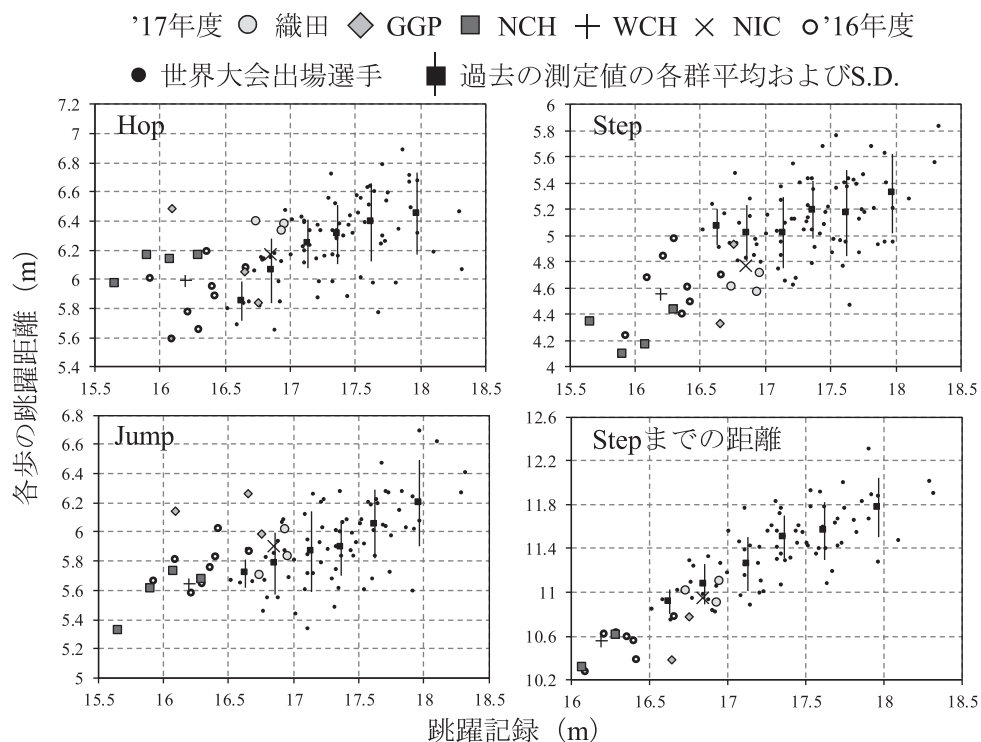


図2 山本選手の各歩の距離と跳躍距離の関係

られ ($r=0.836$), 記録の向上と合わせて助走最高速度が高まっており, 特に2017年の16.60~16.90mの跳躍の助走速度は2016年までと比較して非常に高かったことがわかる. 一方で, 16.01mであったロンドン世界選手権の助走最高速度は9.92m/sであり, 記録の良かった織田記念やゴールデングランプリと比較すると低い速度であった.

助走最高速度を全体の平均で見た場合, 図1からわかるように16m台跳躍の助走最高速度は記録に関わらず10.0m/s程度であるが, 17.0m以上になると16m台の速度より高く, 10.2~10.4m/s程度で推移している. 2017年の山本選手の16.60~16.90mの跳躍の助走最高速度の値を

見ると, 10.27 ± 0.08 m/sであり, 過去の17m台の選手と同程度の速度であった. なお, 2017年の16.60m以上の測定試技は5試技あったが, その中で3試技は追風参考の中での跳躍であった.

図2は山本選手のホップ, ステップ, ジャンプおよびホップとステップの距離を合計したステップまでの距離と記録の関係を示している. 比較対象として示した世界大会に出場した海外選手のデータは, ²⁾IAAF (2015), ³⁾Korea Society of Sport Biomechanics (2011), ⁴⁾Luisら (2011), ⁵⁾Haraldら (1997), ⁶⁾阿江ら (1994)のデータを用い, 全てのデータの提示に加えて, 16.50mから0.25mごとに記録別群分けを行い, 群ごとの平均値も示した. なお, これらの図で示したホップの距離および

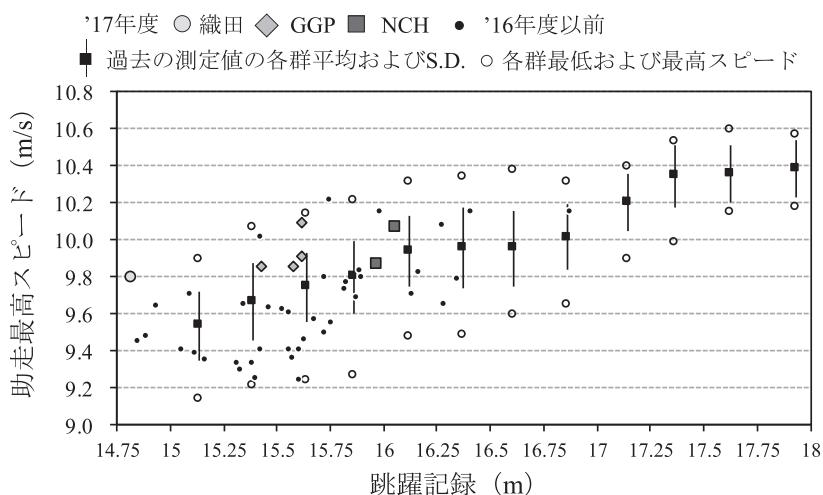


図3 長谷川選手の助走最高スピードと記録の関係

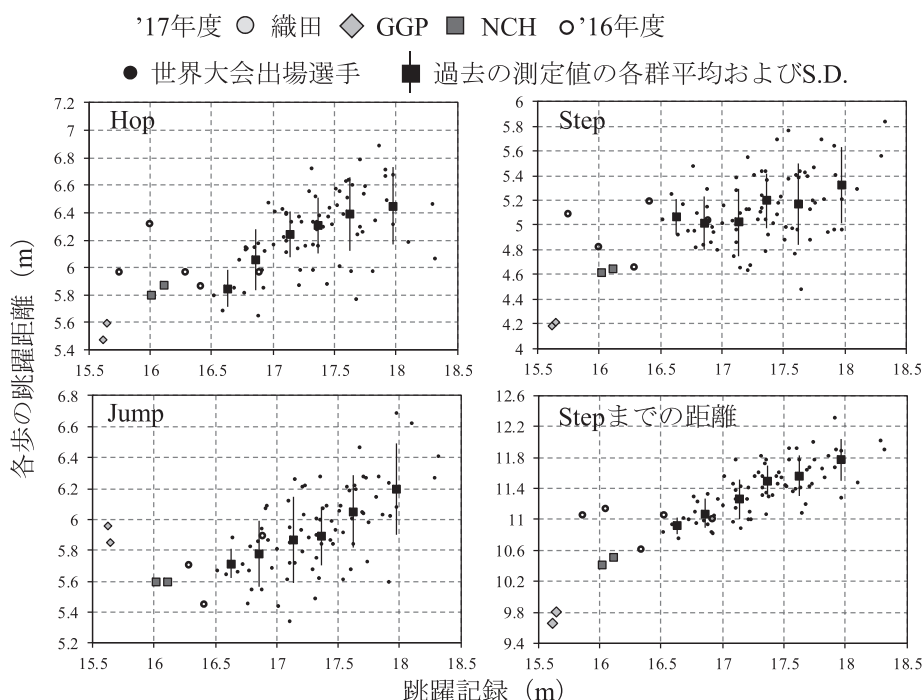


図4 長谷川選手の各歩の距離と跳躍距離の関係

記録のデータは踏切でのロスを加えたものを用いている。

はじめに16m台前半の記録であった2016年の山本選手の特徴を見ると、ホップの距離は平均で $5.89 \pm 0.21\text{m}$ であり、世界大会出場選手の16m台後半の跳躍と同程度の跳躍が多かった。しかし、ステップの距離は短く、世界大会出場者の中で最も記録の低い16m台後半の群の跳躍でも5m程度はあるのに対し、4m台中盤の跳躍が多かった。その結果、跳躍距離と非常に強い正の相関があるステップまでの距離は10m台中盤であった。世界大会出場者の跳躍から考えると、16m台後半から17mを超えるにはステップまでの距離で11.0～11.2m程度は必要であると予想され、2016年では0.50m以上は足りない状況

であった。一方で、山本選手のジャンプの距離は非常に大きく、世界大会出場選手の17m台の跳躍と遜色ない距離がすでに獲得できていた。

2017年は記録を大きく伸ばしたシーズンであり、2016年と比較すると、特に記録の良かった織田記念ではホップの距離が非常に大きく($6.37 \pm 0.04\text{m}$)、このホップの距離は世界大会における17m台中盤の跳躍の平均と同程度の距離であった。一方で、ステップの距離は2016年と変化は見られず短いものであったが、ホップ距離の獲得によってステップまでの距離は2016年に比べて大きく伸び、世界大会出場選手の16m台後半の跳躍の平均までは距離が伸びてきていた。そして、山本選手の強みであるジャンプの距離は2016年と同様に大きい距離

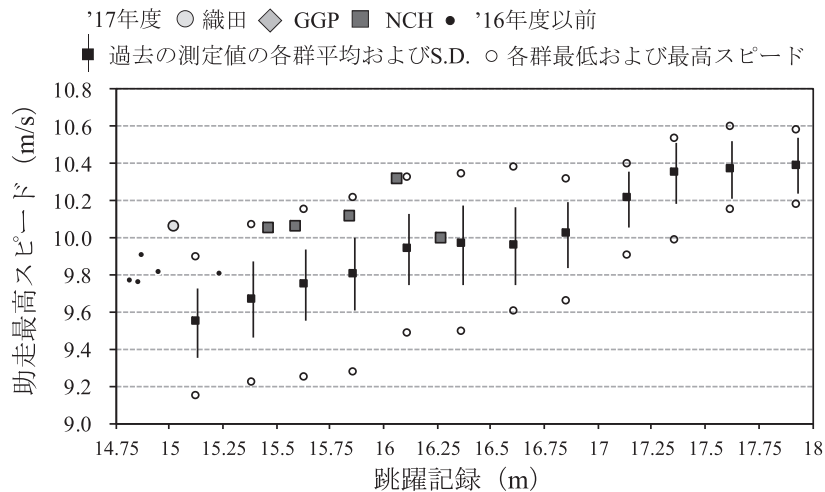


図5 原田選手の助走最高スピードと記録の関係

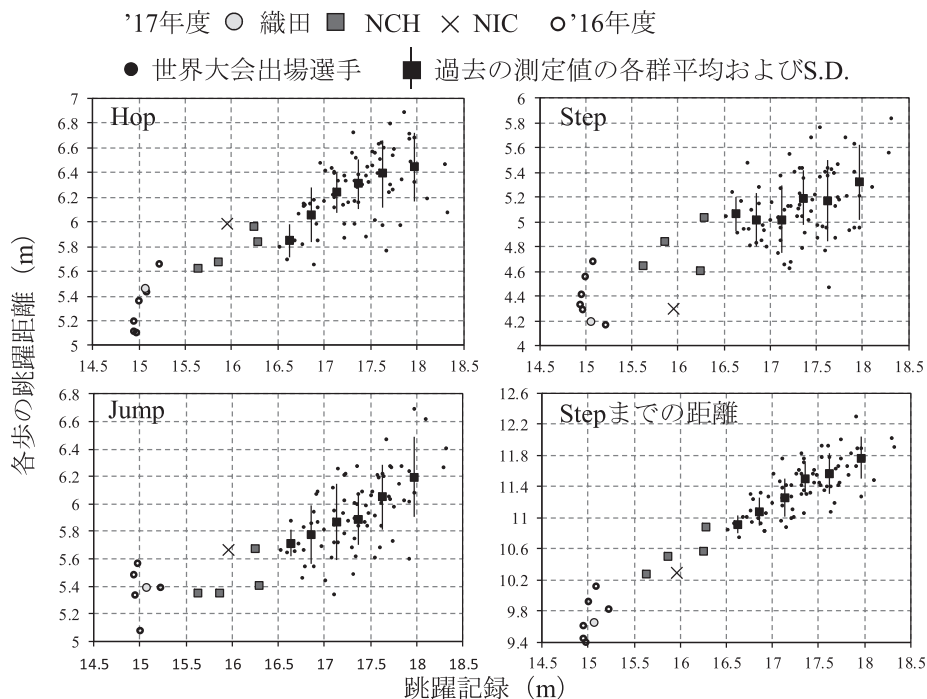


図6 原田選手の各歩の距離と跳躍距離の関係

を獲得しており、ステップまでの距離を稼ぎながらジャンプの距離を維持することで2017年の記録の大きな伸びが達成されていた。詳細な動作分析ができていないため予想となるが、2017年の記録の良かった跳躍の助走スピードは、2016年までに比べて高いものであった(図1)ことを踏まえると、2017年ではより高い助走スピードを生かして積極的に距離を稼ぐホップを行っていたこと、より大きなホップからのステップにおいて、ジャンプで距離を獲得するためにスピードの維持ができていたことが考えられる。

他の強化選手の現状について、図3～10に長谷川選手、原田選手、許田選手、山下選手の助走スピードと記録の関係、ホップ、ステップ、ジャンプおよ

びホップとステップの距離を合計したステップまでの距離と記録の関係を資料として提示する。

4. まとめ

今回提示したデータは、シーズン中のフィードバックに加え、シーズン終了後の合宿でも提示し、現状の確認を選手やコーチと直接行った。例えば、山本選手が17mを安定して超えていくためには、山本選手の強みであるジャンプの距離は維持しながら、ステップの距離を少しでも獲得していく跳躍が必要になると予想され、選手はその現状を理解しながら次の段階への戦略を立てているものと思われる。また、今回結果を示したそれぞれの選手におい

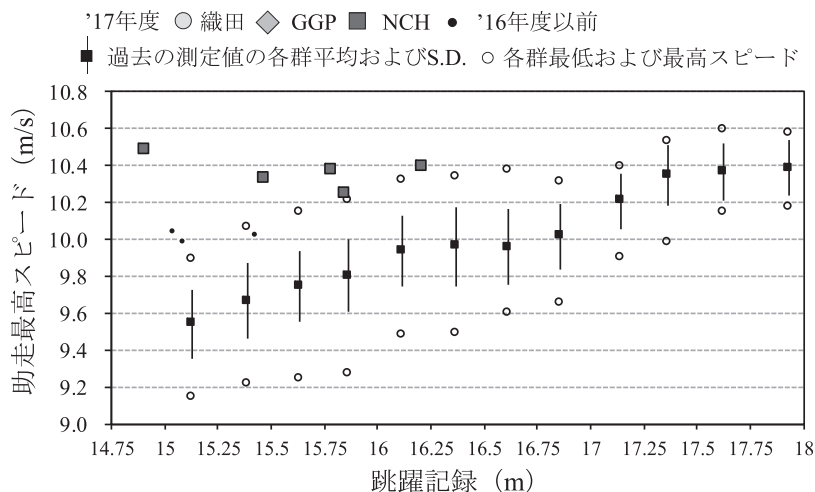


図7 許田選手の助走最高スピードと記録の関係

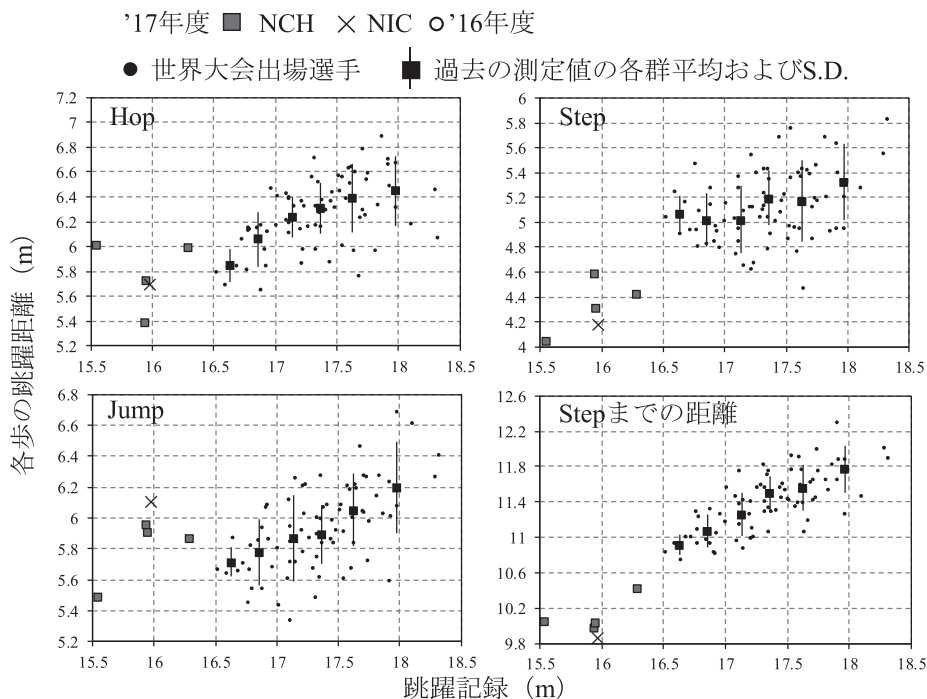


図8 許田選手の各歩の距離と跳躍距離の関係

でもデータに基づき現状の確認を行い、各選手はそれぞれの方向性をもって2018年シーズンを迎えていくと考えている。

科学委員会の跳躍担当としては、2018年も継続的にデータの測定とフィードバックを行うが、試合後はその結果をできるだけ素早く提示し、選手やコーチが狙いとしているパフォーマンスに対する現状を確認し、評価できる体制をこれまで以上に整えていくことが重要であると考えている。そして、強化対象選手だけでなく、様々な選手が活用できる助走スピードの標準値、各歩の跳躍距離の目標値の提案を実施していきたい。

5. 参考文献

- 1) 小山宏之, 柴田篤志, 柳谷登志雄, 安藤格之助, 渡辺圭佑, 山元康平, 高松潤二, 2016 U20 世界選手権における男女三段跳の分析, 日本陸連科学委員会研究報告 第15巻, 138-145, 2017.
- 2) IAAF, 15TH IAAF WORLD CHAMPIONSHIPS, TRIPLE JUMP MEN FINAL, JUMP ANALYSIS, 2015, <https://media.aws.iaaf.org/competitiondocuments/pdf/4875/AT-TJ-M-f----.RS5.pdf?v=917066980>
- 3) Korean Society of Sport Biomechanics, Biomechanical Analysis of Triple Jump Men - Final, 81-90, 2011, <http://www.jaaf.or.jp/>

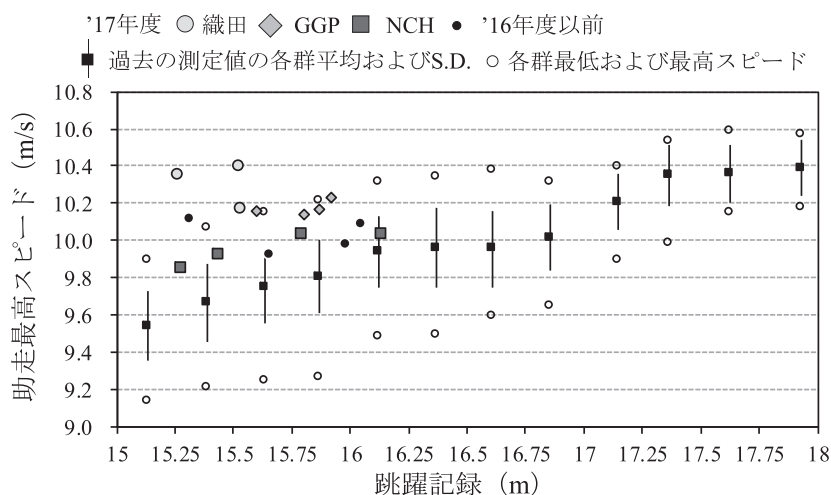


図9 山下選手の助走最高スピードと記録の関係

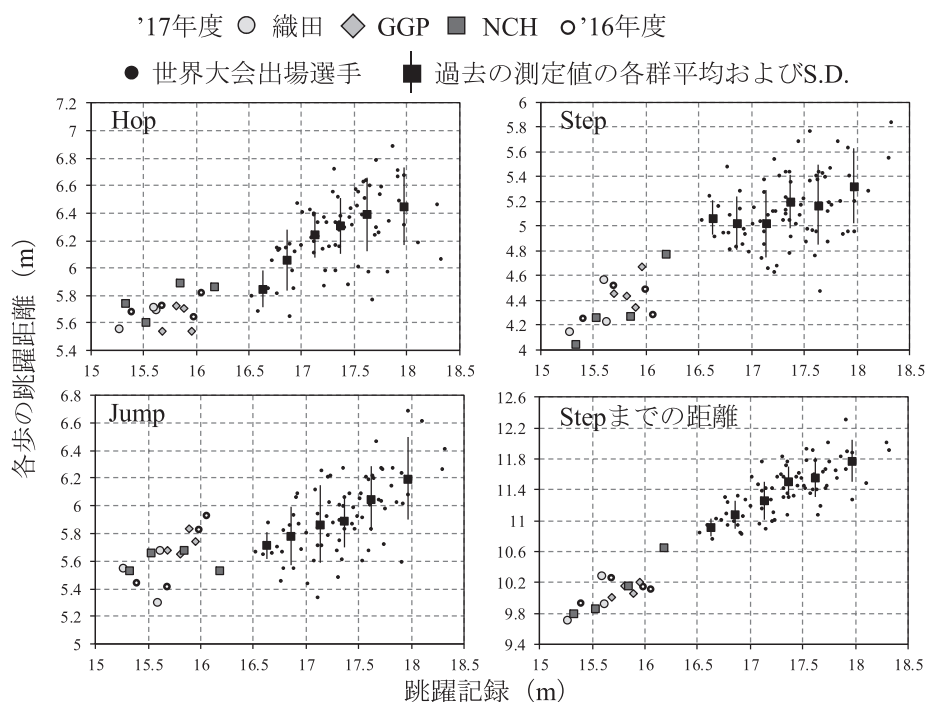


図10 山下選手の各歩の距離と跳躍距離の関係

t-f/pdf/Daegu2011.pdf

- 4) Luis Mendoza, Eberhard Nixdord, Biomechanical Analysis of the Horizontal Jumping Events at the 2009 IAAF World Championships in Athletics, *New Studies in Athletics*, 26, 3-4, 25-60, 2011.
- 5) Harald Muller, Helmar Hommel, Biomechanical Research Project at the Vith World Championships in Athletics, Athens 1997: Preliminary Report, *New Studies in Athletics*, 12, 2-3, 43-73, 1997.
- 6) 阿江通良, 深代千之, 山本恵美, 伊藤信之, 斎藤望, 男子三段跳の踏切に関するバイオメカニクスの分析, 世界一流競技者の技術, ベースボールマガジン社, 152-166, 1994.

2017年全国高等学校総合体育大会入賞選手のアンケート調査 — 相対年齢効果や運動・スポーツ歴に注目して —

森丘保典¹⁾ 須永美歌子²⁾ 貴嶋孝太³⁾ 真鍋知宏⁴⁾ 山本宏明⁵⁾ 酒井健介⁶⁾ 杉田正明²⁾
 1) 日本大学スポーツ科学部 2) 日本体育大学体育学部 3) 大阪体育大学体育学部
 4) 慶應義塾大学スポーツ医学研究センター 5) 北里大学メディカルセンター
 6) 城西国際大学薬学部

はじめに

日本陸連科学委員会では、これまで全国高等学校総合体育大会の入賞選手を対象にアンケート調査を実施してきた。この調査の意義は、高校トップ選手たちの運動・スポーツ歴、生活・食習慣（サプリメント摂取）、心身のコンディショニング、傷病既往などを知ることができる点にある。

本稿では、2017年度に開催されたインターハイ入賞選手における相対年齢効果の影響や運動・スポーツ歴などについて報告する。

対象と方法

2017年度全国高等学校総合体育大会の陸上競技入賞選手（以下、IH入賞者）に対して本調査の目的を文書により説明、了解を得た上で無記名式アンケートを実施し、分析可能な回答が得られた168名（男子は1年生3名、2年生17名、3年生61名の計81名、女子は1年生8名、2年生30名、3年生49名の計87名）を対象とした（表1）。

結果と論議

全国大会出場者の生まれ月分布は、小・中学校期においては偏りが大きく、高校期以降にまでその影響が残存する傾向にあることが指摘されており、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、将来性のある才能の早期のドロップアウトなどが懸念されている（森丘、2015）。IH入賞者の生まれ月分布を3ヶ月毎の割合で比較したところ、男女ともいわゆる早生まれ（1月～3月生まれ）の割合が低い傾向がみられたことから（表2）、高校トップレベルの競技者においても相対年齢効果の影響が残る傾向にあることが

表2 分析対象者の生まれ月分布

	男子(%)	女子(%)
4～6月生まれ	29.6	24.1
7～9月生まれ	29.6	29.9
10～12月生まれ	27.2	29.9
1～3月生まれ	13.6	16.1

表1 分析対象者の特徴

	学年(年)	身長(cm)	体重(kg)	競技開始年齢(歳)	
男子(n=81)	平均値±標準偏差	2.7 ± 0.5	175.9 ± 5.6	68.5 ± 17.3	12.6 ± 2.0
	最大値	3	187	116	16
	最小値	1	165	52	7
女子(n=87)	平均値±標準偏差	2.5 ± 0.7	162.3 ± 4.8	53.5 ± 9.0	12.4 ± 1.6
	最大値	3	173	85	16
	最小値	1	148	36	9

表3 多様なスポーツ経験に対する肯定感

	男子(%)	女子(%)
大変役に立った	32.9	42.9
役に立った	38.6	40.0
どちらともいえない	22.9	14.3
役に立たなかった	5.7	2.9
全く役に立たなかった	0.0	0.0

表4 子どものころの運動遊び頻度

	男子(%)	女子(%)
よく遊んでいた	81.8	86.3
普通	16.9	12.5
あまり遊んでいなかった	1.3	1.3

示された。

表3は、多様な運動・スポーツ経験に対する肯定感を示したものである。男子の7割以上、女子の6割以上が肯定的な回答（「大変役に立った」および「役に立った」）をしているが、米国のオリンピック代表選手における肯定的な回答（「自身の競技発達（とても）貢献した」）の割合が約9割であったこと（Riewald et al., 2014）に比べるとやや低い傾向にあるといえるだろう。この点については、競技発達の途上にあるジュニア選手とシニア選手との相違や、いわゆるシーズン制を基盤した複数種目実施を奨励・ルール化している米国との競技環境の相違による影響なども考慮しながら比較検討する必要があるだろう。

表4は、子どものころの運動遊び頻度を示したものである。男女ともに8割以上が「よく遊んでいた」と回答し、「あまり遊んでいなかった」と回答した者は2%未満であった。渡邊ほか（2015）は、陸上競技の日本代表選手（以下、日本代表）の小学校期の運動遊び頻度において、男子の86%、女子の88%が「よく遊んでいた」と回答し、「あまり遊んでいなかった」と回答した者は2%程度であったことを報告しており、IH入賞者も同様に傾向にあったといえる。

表5は、小学校期の運動有能感の傾向を示したものである。男子は、「速かった（高かった）と思う」と回答する割合が短距離走、跳能力、持久走、投能力の順に高かったが、女子は、短距離走、持久走、跳能力、投能力の順であり、全体的に女子の方が男子に比べて運動有能感を感じている割合が高い傾向にあった。渡邊ほか（2015）は、日本代表の小学校

表5 小学校期の運動有能感

		男子(%)	女子(%)
短距離走	速かったと思う	62.8	83.9
	普通だと思う	23.1	11.5
	遅かったと思う	14.1	4.6
持久走	速かったと思う	46.2	64.4
	普通だと思う	30.8	27.6
	遅かったと思う	23.1	8.0
跳能力	高かったと思う	57.7	49.4
	普通だと思う	28.2	41.4
	低かったと思う	14.1	9.2
投能力	高かったと思う	33.3	39.1
	普通だと思う	47.4	28.7
	低かったと思う	19.2	32.2

表6 競技開始の動機（内的要因）

	男子(%)	女子(%)
自分にあった競技だと思ったから	54.3	54.0
楽しそうで面白そうだったから	42.0	48.3
ただなんとなく	22.2	18.4
うまくなれそうだったから	14.8	17.2
かっこよくみえたから	13.6	20.7
自分を鍛えるのに良い競技だと思ったから	11.1	8.0
一流選手になれると思ったから	3.7	3.4
その他	8.6	10.3

※複数回答可

期の運動有能感を種目別に分析しており、短距離、ハードル、跳躍の選手は70%以上の者が短距離走能力と跳躍能力が「高かった」と回答したが、投能力に関しては「普通だった」という回答が最も多かったことを報告している。本調査においても、男女ともに6割以上が「普通だと思う」または「低かったと思う」と回答していることから、投能力に関しては日本代表と同様の傾向にあったといえるだろう。

表6は、陸上競技を始める動機（内的要因）の傾向を示したものである。男女ともに「自分にあった競技だと思ったから」の比率が最も高く、次いで「楽しそうで面白そうだったから」であったが、第3位が男子は「ただなんとなく」であるのに対して、女子は「かっこよくみえたから」であった。また、表7は、陸上競技を始める動機（外的要因）の傾向を示したものであるが、男女ともに「指導者やコーチにすすめられて」の比率が最も高かった。また、第2位は、男子が「先輩や友人にすすめられて」であるのに対して、女子は「母親にすすめられて」であった。渡邊ほか（2015）は、日本代表が陸上競技を始

表7 競技開始の動機（外的要因）

	男子(%)	女子(%)
指導者やコーチにすすめられて	30.9	35.6
先輩や友人にすすめられて	23.5	20.7
父親にすすめられて	19.8	16.0
学校の先生にすすめられて	19.8	19.5
特にきっかけはない	18.5	16.1
直接、試合をみて	14.8	9.2
母親にすすめられて	13.6	26.4
兄弟にすすめられて	9.9	13.8
テレビ、新聞、雑誌などの情報によって	8.6	6.9
親戚にすすめられて	2.5	1.1
その他	6.2	3.4

※複数回答可

めたきっかけとして、中学校期では「仲間に誘われたから」、「陸上競技に魅力を感じたから」、「親・教師など周りの人に勧められたから」などの回答が多く、高校期では「新しい指導者に誘われたから」や「陸上競技に魅力を感じたから」などが上位であったことを報告している。これらの結果は、外発的動機づけに関連する「指導者や家族・友人からの勧誘・推奨」と、内発的動機づけに関連する「陸上競技自体の魅力（楽しさ）」を感じさせることが、陸上競技の開始や継続に寄与することを示唆しているといえる。

おわりに

日本代表の多くは、中学校期の全国レベル大会の出場率は4割程度に留まるものの、高校期には約8割が全国レベル大会に出場し、約6割が入賞していることから、陸上競技の適性や最適種目を見極めるのは高校期以降が望ましいと考えられている。その意味で、今回の調査対象であるIH入賞者は、今後、日本の陸上競技界を担う大切なタレントであり、彼等の競技環境や指導・トレーニング方法の最適化だけでなく、日本陸連としての競技者育成・強化システムの最適化するべく、継続的な実態調査によるエビデンスの蓄積を図っていくことが求められるといえるだろう。

参考文献

- 森丘保典（2015）タレントトランスフォーマ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—。陸上競技研究紀要，10：51-55。
- Riewald, S. (Ed). (2014) The Path to Excellence:

A View on the Athletic Development of U.S. Olympians Who Competed from 2000-2012. Colorado Springs: USOC.

渡邊將司，森丘保典，伊藤静夫，三宅聡，繁田進，尾縣貢（2015）日本代表選手の青少年期における運動遊び経験およびトレーニング環境—日本代表選手に対する軌跡調査—。陸上競技研究紀要，11：4-15。

2017年度 全国高等学校総合体育大会 陸上競技入賞者におけるサプリメント摂取状況

酒井 健介¹⁾ 須永 美歌子²⁾ 貴嶋 孝太³⁾ 森丘 保典⁴⁾ 真鍋 知宏⁵⁾ 山本 宏明⁶⁾
杉田 正明⁷⁾

- 1) 城西国際大学 薬学部 2) 日本体育大学 児童スポーツ教育学部 3) 大阪体育大学 体育学部
4) 日本大学 スポーツ科学部 5) 慶應義塾大学 スポーツ医学研究センター
6) 北里大学 メディカルセンター 7) 日本体育大学 体育学部

1. はじめに

本稿では、2017年度全国高等学校総合体育大会陸上競技入賞者を対象に実施した「高校生陸上競技選手における体調・食生活・心身の状況、スポーツ障害及びサプリメント摂取に関する調査」から、サプリメント摂取状況に関する結果を報告する。

2. 方法

対象者および調査票

2017年度全国高等学校総合体育大会陸上競技入賞者424名を対象に、石井らの作成した調査票(石井, 2005)を一部改編したものを配布した。配布した調査票は選手の特性に関する項目(5項目)、過去の運動歴に関する項目(3項目)、体調・食生活に関する項目(11項目)、心身のコンディショニングに関する項目(1項目)、スポーツ障害に関する項目(16項目)、サプリメントに関する項目(8項目)から構成されている。回収は郵送法により行い、169名(39.9%)の回収を得た(男子選手82名、女子選手87名)。

解析

回収した調査票のうち、未記入を確認したものについては、当該箇所のみを欠損扱いとしそのまま解析対象とした。また複数種目での競技実施が確認された選手に関しては、それぞれの種目で入賞したものととして扱った。離散変数についてはクロス集計の後カイ二乗検定を行い、連続変数については一元配置分散分析を施し、群間の比較はTukey's testにより検定した。等分散性が確認されない連続変数に

関しては、Kruskal-Wallisの検定を行い、群間の比較はMann-Whitney検定にボンフェローニの不等式で調整を行い実施した。サプリメントに関する項目については、性別および競技種目別に解析した。サプリメント摂取状況(摂取・非摂取)と障害の有無については性別にクロス集計を行った。体調・食生活に関する項目(11項目)の1つ、日常的に感じる愁訴に関しては、構成される下位23項目中の該当する項目の合計得点(最小:0~最大:23)を体調得点とした。毎日摂取する食品群に関しては、穀類、肉類、魚類、色の濃い野菜類、果物類、乳製品の6つの食品群のうち、該当する項目の合計得点(最小:0~最大:6)を食品構成得点とし、また11の下位項目から構成される望ましくない食習慣に関しては、該当する項目の合計得点を食習慣得点とし(最小:0~最大:11)、それぞれの得点に関してサプリメントの摂取状況(摂取・非摂取)を独立変数とした t -検定を施した。統計解析にはSPSS Windows Ver. 12.0を用い、危険率5%未満を有意水準とした。

3. 結果および考察

対象者の特性を表1に示す。男子選手の平均身長では、投擲選手が競歩選手に比べて有意な高値を示し、平均体重については男女いずれも投擲選手が他の選手に比べ有意な高値を示した。競技歴に関しては中学生時には、ほとんどの選手が既に競技を始めているが、小学生での競技実施は対象者の約半数程度に留まり、また男子選手においては投擲、混成、競歩の競技実施者の割合が低値を示した。

表2に、競技種目別・性別のサプリメント摂取

表 1 対象者の特性

		全数	短距離	中長距離	跳躍	投擲	障害	混成	競歩	p-value
		男子選手:n=87 女子選手:n=94	男子選手:n=16 女子選手:n=25	男子選手:n=22 女子選手:n=20	男子選手:n=20 女子選手:n=19	男子選手:n=18 女子選手:n=20	男子選手:n=2 女子選手:n=2	男子選手:n=4 女子選手:n=6	男子選手:n=5 女子選手:n=2	
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	
平均学年	男子	2.7 ± 0.5	2.6 ± 0.5	2.8 ± 0.5	2.8 ± 0.4	2.7 ± 0.7	3.0	3.0	2.8 ± 0.4 ^{ns}	0.840
	女子	2.5 ± 0.7	2.4 ± 0.8	2.6 ± 0.6	2.4 ± 0.7	2.6 ± 0.5	3.0	2.5 ± 0.8	3.0	0.575
平均身長, cm	男子	175.7 ± 5.7	174.6 ± 5.7 ^{ab}	173.2 ± 5.3 ^{ab}	177.1 ± 5.3 ^{ab}	180.2 ± 4.6 ^b	173.8 ± 1.1 ^{ab}	176.4 ± 3.4 ^{ab}	169.4 ± 3.1 ^a	<0.001
	女子	162.5 ± 4.7	162.3 ± 4.6	159.9 ± 4.5	163.7 ± 4.2	163.7 ± 5.2	160.5 ± 2.1	165.5 ± 4.0	159.5 ± 0.7 ^{ns}	0.047
平均体重, kg	男子	67.9 ± 16.8	63.8 ± 5.2 ^a	56.4 ± 12.6 ^a	64.3 ± 5.3 ^a	94.6 ± 12.9 ^b	64.5 ± 7.8 ^a	63.0 ± 2.7 ^a	55.6 ± 2.7 ^a	<0.001
	女子	53.2 ± 8.6	51.3 ± 3.8 ^a	45.5 ± 4.0 ^a	51.8 ± 3.8 ^a	66.2 ± 7.5 ^b	47.0 ± 1.4 ^a	53.5 ± 4.1 ^a	46.5 ± 4.9 ^a	<0.001
平均競技年数, 年	男子	6.1 ± 2.1	7.1 ± 2.0	6.0 ± 2.0	6.5 ± 2.1	4.7 ± 1.9	7.5	6.3 ± 0.5	5.0 ± 1.2	0.016
	女子	6.1 ± 2.0	6.5 ± 2.0	6.4 ± 2.1	6.5 ± 2.2	4.9 ± 1.5	6.0	5.3 ± 0.8	7.0 ± 2.8	0.090
		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
小学生時 競技経験あり	男子	38 (43.7)	10 (62.5)	9 (40.9)	13 (65.0)	4 (22.2)	1 (50.0)	1 (25.0)	0 (0.0)	0.031
	女子	51 (54.3)	15 (57.7)	11 (52.4)	11 (57.9)	10 (50.0)	1 (50.0)	2 (33.3)	1 (50.0)	0.964
中学生時 競技経験あり	男子	81 (93.1)	16 (100.0)	20 (90.9)	19 (95.0)	16 (88.9)	2 (100.0)	4 (100.0)	4 (80.0)	0.730
	女子	92 (97.9)	25 (96.2)	19 (90.5)	18 (94.7)	20 (100.0)	2 (100.0)	6 (100.0)	2 (100.0)	0.824

表 2 競技種目別・性別サプリメント摂取状況

		現在摂取している		過去に摂取していたが現在は摂取していない		摂取したことがない	
		n	(%)	n	(%)	n	(%)
全数	男子	50	(75.0)	13	(15.9)	19	(23.2)
	女子	50	(52.6)	19	(20.0)	26	(7.4)
短距離	男子	9	(60.0)	2	(13.3)	4	(26.7)
	女子	15	(57.7)	5	(19.2)	6	(23.1)
中長距離	男子	15	(75.0)	4	(20.0)	1	(5.0)
	女子	16	(76.2)	0	(0.0)	5	(23.8)
跳躍	男子	6	(33.3)	3	(16.7)	9	(50.0)
	女子	6	(31.6)	5	(26.3)	8	(42.1)
投擲	男子	13	(72.2)	2	(11.1)	3	(16.7)
	女子	7	(36.8)	7	(36.8)	5	(26.3)
障害	男子	1	(50.0)	0	(0.0)	1	(50.0)
	女子	1	(50.0)	1	(50.0)	0	(0.0)
混成	男子	3	(75.0)	1	(25.0)	0	(0.0)
	女子	4	(66.7)	0	(0.0)	2	(33.3)
競歩	男子	3	(60.0)	1	(20.0)	1	(20.0)
	女子	1	(50.0)	1	(50.0)	0	(0.0)

男子選手: $\chi^2=15.0, p=0.242$ 女子選手: $\chi^2=18.3, p=0.107$

状況を示した。男子選手で 75.0% が、女子選手で 57.7% の選手が現在サプリメントを使用していると回答した。宮崎らの 2004 年度から 2012 年度までの同大会入賞者を対象にした報告では、男子選手で 62.3%, 女子選手で 62.1% のサプリメント使用が認められ (宮崎, 2013), 男子選手では増加傾向, 女子選手では減少傾向にあることが確認された。種目別では跳躍男女および投擲女子選手の摂取割合が低い傾向にあった。一方, 摂取経験が無い選手は男子選手で 23.2%, 女子選手で 7.4% であった。宮崎らの報告では男子選手 16.1%, 女子選手 15.9% であったことから (宮崎, 2013), 女子選手のサプ

リメント摂取機会の増加しているもののその使用の定着が必ずしも高くないことが示唆される。また, 具体的に摂取しているサプリメントの種類を表 3 に示した (表 3-1: 男子選手の結果, 表 3-2: 女子選手)。男女ともにプロテイン (男子選手 52.7%, 女子選手 52.9%), クレアチン (男子選手 29.1%, 女子選手 19.6%), アミノ酸 (男子選手 44.1%, 女子選手 43.1%), 鉄 (男子選手 21.8%, 女子選手 35.3%), マルチビタミン (男子選手 10.9%, 女子選手 15.7%) の使用率が高かった。女子選手ではカルシウムおよびビタミン C の使用率も 10% を越えていた (それぞれ 11.8%)。男子選手におけるプロテインの使用は

表 3-1 男子選手における競技種目別サプリメント摂取状況とその主観的効果（成分別）

		全数		短距離		中長距離		跳躍		投擲		障害		混成		競歩		p-value
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	
プロテイン	使用	29	(52.7)	5	(50.0)	5	(29.4)	5	(62.5)	12	(92.3)	0	(0.0)	1	(33.3)	1	(33.3)	0.027
	効果	8	(11.8)	0	(0.0)	1	(4.8)	3	(27.3)	4	(26.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.145
クレアチン	使用	16	(29.1)	2	(20.0)	4	(23.5)	2	(25.0)	6	(46.2)	0	(0.0)	2	(66.7)	0	(0.0)	0.396
	効果	9	(13.2)	1	(8.3)	3	(14.3)	1	(9.1)	3	(20.0)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0.892
コラーゲン	使用	2	(3.6)	1	(10.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(100.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	<0.001
	効果	1	(1.5)	1	(8.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.578
アミノ酸	使用	25	(44.6)	3	(30.0)	7	(41.2)	5	(55.6)	6	(46.2)	1	(100.0)	0	(0.0)	3	(100.0)	0.187
	効果	13	(19.1)	1	(8.3)	6	(28.6)	2	(18.2)	2	(13.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(50.0)	0.413
カルシウム	使用	8	(14.5)	2	(20.0)	0	(0.0)	1	(12.5)	2	(15.4)	1	(100.0)	1	(33.3)	1	(33.3)	0.097
	効果	2	(2.9)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(6.7)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0.172
鉄	使用	12	(21.8)	3	(30.0)	7	(41.2)	0	(0.0)	1	(7.7)	0	(0.0)	1	(33.3)	0	(0.0)	0.161
	効果	7	(10.3)	0	(0.0)	5	(23.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(25.0)	1	(25.0)	0.105
マルチミネラル	使用	2	(3.6)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(15.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.349
	効果	1	(1.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(6.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.732
ビタミンA	使用	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
ビタミンB	使用	1	(1.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(7.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.772
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
ビタミンC	使用	5	(9.1)	2	(20.0)	1	(5.9)	0	(0.0)	1	(7.7)	1	(100.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.042
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
ビタミンD	使用	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
ビタミンE	使用	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
マルチビタミン	使用	6	(10.9)	0	(0.0)	3	(17.6)	0	(0.0)	2	(15.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(33.3)	0.505
	効果	2	(2.9)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(13.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.296
糖質(炭水化物)	使用	2	(3.6)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(15.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.349
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
知らされていない	使用	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
覚えていない	使用	2	(3.6)	1	(10.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(7.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.812
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
その他	使用	4	(7.1)	1	(10.0)	1	(5.9)	1	(11.1)	1	(7.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.988
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—

表 3-2 女子選手における競技種目別サプリメント摂取状況とその主観的効果（成分別）

		全数		短距離		中長距離		跳躍		投擲		障害		混成		競歩		p-value
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	
プロテイン	使用	27	(52.9)	8	(53.3)	6	(37.5)	2	(33.3)	7	(87.5)	1	(100.0)	2	(50.0)	1	(100.0)	0.232
	効果	7	(10.0)	2	(10.0)	1	(6.3)	0	(0.0)	3	(20.0)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0.598
クレアチン	使用	10	(19.6)	4	(26.7)	2	(12.5)	3	(50.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0.319
	効果	7	(10.0)	3	(15.0)	1	(6.3)	2	(18.2)	1	(6.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.846
コラーゲン	使用	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
アミノ酸	使用	22	(43.1)	7	(46.7)	6	(37.5)	4	(66.7)	1	(12.5)	1	(100.0)	3	(75.0)	0	(0.0)	0.208
	効果	8	(11.4)	1	(5.0)	4	(25.0)	3	(27.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.151
カルシウム	使用	6	(11.8)	2	(13.3)	2	(12.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(100.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0.116
	効果	2	(2.9)	1	(5.0)	1	(6.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.920
鉄	使用	18	(35.3)	6	(40.0)	8	(50.0)	1	(16.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(50.0)	1	(100.0)	0.138
	効果	11	(15.7)	3	(15.0)	4	(25.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(50.0)	2	(50.0)	1	(50.0)	0.043
マルチミネラル	使用	3	(5.9)	1	(6.7)	0	(0.0)	2	(33.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.122
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
ビタミンA	使用	2	(3.9)	2	(13.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.544
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
ビタミンB	使用	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
ビタミンC	使用	6	(11.8)	3	(20.0)	1	(6.3)	1	(16.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0.731
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
ビタミンD	使用	1	(2.0)	1	(6.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.874
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
ビタミンE	使用	2	(3.9)	1	(6.7)	1	(6.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.969
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
マルチビタミン	使用	8	(15.7)	2	(13.3)	3	(18.8)	1	(16.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(50.0)	0	(0.0)	0.469
	効果	5	(7.1)	0	(0.0)	3	(18.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(50.0)	0	(0.0)	0.006
糖質(炭水化物)	使用	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
知らされていない	使用	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
覚えていない	使用	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
その他	使用	1	(2.0)	0	(0.0)	1	(6.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.897
	効果	3	(4.3)	1	(5.0)	2	(12.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.652

表 4-1 男子選手における競技種目別サプリメント摂取目的とその主観的効果

		全数		短距離		中長距離		跳躍		投擲		障害		混成		競歩		p-value		
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)			
体重増量	目的	8	(14.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(25.0)	6	(46.2)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.010
	効果	1	(1.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(9.1)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.511
減量	目的	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
筋肉増量	目的	25	(44.6)	5	(50.0)	2	(11.8)	5	(55.6)	13	(100.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	<0.001
	効果	6	(8.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(18.2)	4	(26.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.082
瞬発力向上	目的	18	(32.7)	4	(40.0)	4	(23.5)	2	(25.0)	6	(46.2)	0	(0.0)	2	(66.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.459
	効果	8	(11.8)	0	(0.0)	2	(9.5)	2	(18.5)	3	(20.0)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.615
持久力向上	目的	2	(3.6)	0	(0.0)	1	(5.9)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(33.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.167
	効果	2	(2.9)	0	(0.0)	1	(4.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(25.0)	1	(25.0)	0.213
疲労回復	目的	32	(58.2)	5	(50.0)	11	(64.7)	5	(62.5)	5	(38.5)	1	(100.0)	2	(66.7)	3	(100.0)	3	(100.0)	0.461
	効果	15	(22.1)	2	(16.7)	7	(33.3)	1	(9.1)	2	(13.3)	0	(0.0)	1	(25.0)	2	(50.0)	2	(50.0)	0.468
抗酸化作用	目的	3	(5.5)	1	(10.0)	1	(5.9)	0	(0.0)	1	(7.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.966
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
貧血予防・改善	目的	7	(12.7)	1	(10.0)	6	(35.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.063
	効果	4	(5.9)	0	(0.0)	4	(19.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.147
コンディショニング維持	目的	15	(27.3)	2	(20.0)	5	(29.4)	0	(0.0)	4	(30.8)	1	(100.0)	1	(33.3)	2	(66.7)	2	(66.7)	0.207
	効果	1	(1.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(9.1)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.511
疾病予防	目的	4	(7.3)	1	(10.0)	2	(11.8)	0	(0.0)	1	(7.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.937
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
活力向上	目的	2	(3.6)	0	(0.0)	1	(5.9)	0	(0.0)	1	(7.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.937
	効果	1	(1.5)	0	(0.0)	1	(4.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.893
安眠	目的	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
不足栄養素の補給	目的	11	(20.0)	3	(30.0)	2	(11.8)	1	(12.5)	3	(23.1)	1	(100.0)	0	(0.0)	1	(33.3)	1	(33.3)	0.341
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
その他	目的	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	8	(11.8)	1	(8.3)	2	(9.5)	0	(0.0)	3	(20.0)	0	(0.0)	1	(25.0)	1	(25.0)	1	(25.0)	0.654

表 4-2 女子選手における競技種目別サプリメント摂取目的とその主観的効果

		全数		短距離		中長距離		跳躍		投擲		障害		混成		競歩		p-value		
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)			
体重増量	目的	4	(7.8)	1	(6.7)	1	(6.3)	0	(0.0)	2	(25.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.628
	効果	2	(2.9)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(13.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.273
減量	目的	3	(5.9)	1	(6.7)	1	(6.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.722
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
筋肉増量	目的	14	(27.5)	4	(26.7)	2	(12.5)	1	(16.7)	4	(50.0)	1	(100.0)	2	(50.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.221
	効果	4	(5.7)	1	(5.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(13.3)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.393
瞬発力向上	目的	10	(19.6)	3	(20.0)	1	(6.3)	2	(33.3)	3	(37.5)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.581
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
持久力向上	目的	4	(7.8)	1	(6.7)	2	(12.5)	0	(0.0)	1	(100.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.031
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
疲労回復	目的	34	(66.7)	10	(66.7)	11	(68.8)	6	(100.0)	3	(37.5)	1	(100.0)	2	(50.0)	1	(100.0)	1	(100.0)	0.269
	効果	11	(15.7)	1	(5.0)	5	(31.3)	3	(27.3)	2	(13.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.293
抗酸化作用	目的	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
貧血予防・改善	目的	20	(39.2)	6	(40.0)	10	(62.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	3	(75.0)	1	(100.0)	1	(100.0)	0.009
	効果	13	(18.6)	3	(15.0)	3	(37.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(50.0)	2	(50.0)	1	(50.0)	1	(50.0)	0.019
コンディショニング維持	目的	14	(27.5)	5	(33.3)	3	(18.8)	2	(33.3)	0	(0.0)	1	(100.0)	2	(50.0)	1	(100.0)	1	(100.0)	0.112
	効果	1	(1.4)	1	(5.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.864
疾病予防	目的	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
活力向上	目的	2	(3.9)	0	(0.0)	1	(6.3)	0	(0.0)	1	(12.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.822
	効果	1	(1.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(6.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.715
安眠	目的	2	(3.9)	1	(6.7)	1	(6.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.969
	効果	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
不足栄養素の補給	目的	11	(21.6)	6	(40.0)	4	(25.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.273
	効果	1	(1.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.010
その他	目的	1	(2.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(16.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.265
	効果	6	(8.6)	3	(15.0)	1	(6.3)	2	(18.2)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.594

表5 競技種目別・性別サプリメント摂取中止理由

		不要と感じた (効果を感じない)		面倒になった		身体異常を發した (アレルギー等)		治療を優先させた		目的が達成された		期間限定使用		理由なし		その他	
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
全数	男子	6	(42.9)	2	(14.3)	1	(7.1)	0	(0.0)	2	(14.3)	1	(7.1)	0	(0.0)	2	(14.3)
	女子	4	(33.3)	1	(8.3)	1	(8.3)	1	(8.3)	1	(8.3)	2	(16.7)	2	(16.7)	0	(0.0)
短距離	男子	2	(100.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
	女子	1	(2.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(2.5)	2	(5.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
中長距離	男子	3	(50.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(16.7)	1	(16.7)	0	(0.0)	1	(16.7)
	女子	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
跳躍	男子	1	(50.0)	1	(50.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
	女子	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(33.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(66.7)	0	(0.0)
投擲	男子	0	(0.0)	1	(33.3)	1	(33.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(33.3)
	女子	2	(50.0)	1	(25.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
障害	男子	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
	女子	1	(100.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
混成	男子	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
	女子	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
競歩	男子	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(100.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
	女子	4	(50.0)	1	(12.5)	1	(12.5)	1	(12.5)	1	(12.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)

男子選手: $\chi^2=41.4, p=0.081$ 女子選手: $\chi^2=27.5, p=0.491$

競技種目間で有意差を確認し ($p=0.027$), 短距離 (50.0%), 跳躍 (62.5%), 投擲 (92.3%) 選手での高い使用率が確認された。宮崎らの2004年度から2012年度までの9年間のサプリメント使用報告に比べると (宮崎, 2013), 男子選手においてはビタミンBおよびCの使用率低下が, 女子選手ではコラーゲンおよびビタミンBの使用率低下が認められた。また同表には, 過去および現在使用しているサプリメントの摂取により「効果」を感じた選手の割合を示した。効果を実感していると回答した選手は男子選手で34.4%, 女子選手で61.5%であった。使用率の高いサプリメントは, 同様に効果を感じている選手の割合も高い結果を示したが, 男女におけるマルチビタミン, 女子選手におけるカルシウム, ビタミンCに関しては, 効果を感じる選手の割合は低値を示した。一方, サプリメントの摂取目的別に主観的に感じる効果について検討したところ, 男子選手では筋肉増量で8.8%, 瞬発力向上で11.8%, 疲労回復で22.1%, その他で11.8%の選手が効果を感じていた。一方女子選手では, 疲労回復で15.7%, 貧血予防・改善で18.6%の選手が効果を感じていると回答した。男子選手に比べ女子選手の方が効果を感じる選手の割合が高かった理由の一つに, 貧血予防・改善に対する効果を実感しやすいことが推測される。

IOCは「サプリメントには必須栄養素 (ビタミンやミネラル, タンパク質やアミノ酸) が含まれる製品や, ハーブ類や植物性の製品, また健康の保持増進やスポーツパフォーマンスの最適化に貢献する製品など幅広い製品が含まれる。」と定義している (IOC, 2017) が, わが国では, 「サプリメント」に

関する明確な定義が示されていない。また, その効果 (本来は薬機法および食薬区分の観点から「効果」という表記は適切ではないが) や安全性に関する情報は, 国立研究開発法人 医薬基盤・健康・栄養研究所が「健康食品」の安全性・有効性情報として発信しているものの, スポーツに特化したものとは言い難い現状にある。オーストラリアでは国立スポーツ研究所 (AIS) が, サプリメントおよびスポーツフーズをその含有成分の科学的根拠と安全性, 合法性そしてスポーツパフォーマンスへの効果に基づきA~Dの4段階に分類している。最もエビデンスレベルの高いAにはスポーツフーズと医学的サプリメント, パフォーマンスサプリメントが含まれている。スポーツフーズにはスポーツドリンクやスポーツバー, ホエイプロテインなど含まれ, 医学的サプリメントには鉄サプリメントやカルシウムサプリメント, マルチビタミンやマルチミネラルなどが含まれ, パフォーマンスサプリメントにはカフェインや β -アラニン, クレアチンなどが含まれている (AIS)。本調査結果で使用率が高く, また効果を感じている選手の多いサプリメントは, いずれもAIS分類におけるAに属するものであった (ビタミンCはカテゴリーBに属する)。

一方で, 過去にはサプリメントを摂取していたが現在は摂取していない選手を対象としたサプリメント摂取中止理由に関する結果を表5に示した。男女とも効果を実感できないためサプリメント摂取を不要と考える選手の割合が最も高かった (男性選手: 42.9%, 女子選手33.3%)。また男女それぞれ1名ではあるものの, サプリメント摂取に伴い身体異常を

表6 競技種目別・性別サプリメント摂取に対する考え

		積極的に摂取すべき		食事で不足する栄養素のみ摂取すべき		パフォーマンス向上に役立つもののみ摂取すべき		できるだけ摂取すべきでない		絶対に摂取すべきでない		自分の考えに あたるものはない	
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
全数	男子	13	(15.5)	15	(17.9)	37	(44.0)	10	(11.9)	0	(0.0)	9	(10.7)
	女子	10	(11.0)	28	(30.8)	34	(37.4)	17	(18.7)	0	(0.0)	2	(2.2)
短距離	男子	0	(0.0)	5	(35.7)	6	(42.9)	2	(14.3)	0	(0.0)	1	(7.1)
	女子	4	(16.0)	8	(32.0)	9	(36.0)	3	(12.0)	0	(0.0)	1	(4.0)
中長距離	男子	5	(23.8)	5	(23.8)	9	(42.9)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(9.5)
	女子	3	(15.0)	5	(25.0)	6	(30.0)	6	(30.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
跳躍	男子	2	(10.0)	2	(10.0)	8	(40.0)	4	(20.0)	0	(0.0)	4	(20.0)
	女子	1	(5.3)	6	(31.6)	8	(42.1)	4	(21.1)	0	(0.0)	0	(0.0)
投擲	男子	3	(16.7)	2	(11.1)	8	(44.4)	3	(16.7)	0	(0.0)	2	(11.1)
	女子	1	(5.6)	6	(33.3)	6	(33.3)	4	(22.2)	0	(0.0)	1	(5.6)
障害	男子	1	(50.0)	0	(0.0)	1	(50.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
	女子	0	(0.0)	1	(50.0)	1	(50.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
混成	男子	1	(25.0)	0	(0.0)	3	(75.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
	女子	1	(20.0)	1	(20.0)	3	(60.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
競歩	男子	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
	女子	4	(50.0)	1	(12.5)	1	(12.5)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)

男子選手: $\chi^2=41.4, p=0.081$ 女子選手: $\chi^2=27.5, p=0.491$

表7 サプリメント摂取状況別のサプリメント摂取に対する考え

		積極的に摂取すべき		食事で不足する栄養素のみ摂取すべき		パフォーマンス向上に役立つもののみ摂取すべき		できるだけ摂取すべきでない		絶対に摂取すべきでない		自分の考えに あたるものはない	
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
男子	摂取	14	(26.4)	5	(9.4)	28	(52.8)	4	(7.5)	0	(0.0)	2	(7.1)
	非摂取	1	(2.9)	11	(32.4)	9	(26.5)	6	(17.6)	0	(0.0)	7	(20.6)
女子	摂取	9	(19.6)	14	(30.4)	19	(41.3)	4	(8.7)	0	(0.0)	0	(0.0)
	非摂取	2	(4.2)	14	(29.2)	17	(35.4)	13	(26.5)	0	(0.0)	2	(4.2)

男子選手: $\chi^2=23.4, p<0.001$ 女子選手: $\chi^2=12.3, p=0.032$

感じる選手が確認された。

サプリメントの摂取に関しては様々な考えがある。表6には競技種目別・性別のサプリメント摂取に対する考えについて示した。「絶対に摂取すべきでない」と回答した選手は存在しなかったが、「積極的に摂取すべき」と考える選手と「できるだけ摂取すべきでない」と考える選手は同程度であった。男女ともに大半の選手は状況や目的に応じて摂取することを推奨する考えを有していた。また、現在のサプリメントの摂取状況別に解析したところ(表7)、男女いずれも現在摂取している選手ほどサプリメント摂取に肯定的であることが示され、統計的有意差も確認された(男子: $p<0.001$, 女子: $p=0.032$)。表8にはサプリメント摂取状況別の障害の発症割合および体調得点, 食品構成得点, 食習慣得点の結果を示した。障害に関して統計的有意差を示したのは、男子選手における疲労骨折の発症割合がサプリメント非摂取者で有意な高値を示し、女子選手においては無月経がサプリメント摂取者で有意な高値を示した。サプリメント摂取と障害発症の因果関係については本調査では明らかとすることはで

きない。一方、サプリメントの摂取が体調および食生活に及ぼす影響に関して、女子選手においてはサプリメントを摂取している選手の食品構成数がサプリメントを摂取していない選手に比べて有意な高値を示した。女子選手においては貧血の予防・改善を目的にサプリメントを使用する選手の割合も高く、またその効果を実感する選手も多かったこと(表4-2)を鑑みても、サプリメントの摂取を体調管理の一環として考えている選手が多いことが推察される。

近年のスポーツ科学の進展は、サプリメントの摂取がスポーツパフォーマンスに貢献することを示しているものの(Thomas DT, 2016)、国際陸上競技連盟は2007年の声明で、「ある種のサプリメントはパフォーマンスに貢献するものの、食事こそが重要でありスポーツサプリメントが食事の代わりをするものではなく、また若年選手は使用すべきではない」ことを発表し(IAAF, 2007)、2013年の声明においても引き続き同様の内容を記した(IAAF, 2013)。2010年のIOCスポーツ栄養に関する声明(IOC, 2010)や2017年のIOCサプリメント部会の発した

表8 サプリメント摂取状況別の障害・体調・食生活

	男子				p-value	女子				
	摂取		非摂取			摂取		非摂取		p-value
	n	(%)	n	(%)		n	(%)	n	(%)	
貧血	13	(24.5)	5	(24.5)	0.183	13	(27.1)	17	(30.4)	0.301
オーバートレーニング	13	(25.5)	7	(20.6)	0.401	14	(29.8)	9	(20.5)	0.217
無月経	—	—	—	—	—	19	(39.6)	10	(20.0)	0.028
筋損傷(肉離れ)	27	(50.9)	11	(32.4)	0.068	26	(53.1)	18	(35.3)	0.056
腱の損傷・炎症	16	(30.8)	10	(30.0)	0.580	16	(34.8)	13	(36.5)	0.258
疲労骨折	8	(15.1)	13	(36.1)	0.021	14	(28.6)	14	(28.0)	0.563
骨折	23	(45.1)	15	(42.9)	0.507	13	(27.1)	16	(31.4)	0.403
	Mean ± SD		Mean ± SD			Mean ± SD		Mean ± SD		
体調得点	3.1 ± 2.8		2.5 ± 2.6		0.314	3.0 ± 2.9		3.4 ± 3.3		0.576
食品構成得点	4.3 ± 1.1		3.9 ± 1.4		0.144	4.0 ± 1.4		3.4 ± 1.2		0.028
食習慣得点	2.0 ± 2.0		1.6 ± 1.7		0.433	1.1 ± 1.2		1.6 ± 2.5		0.433

声明も同様の内容となる (IOC, 2017). 実際に若年スポーツ選手のサプリメントの摂取の是非については議論されることが多いが, いかなる目的のための使用であっても, 少なくともサプリメントの使用の前に食生活や栄養素等摂取状況について専門家に評価を求めることが望ましい (Braun H, 2009). また, サプリメントの摂取は同時にドーピングのリスクも高める. アンチドーピングコード掲載の禁止薬物が, 製品の食品成分表に記載されないままサプリメントに混入されていた事例も報告されており, サプリメントの使用に関しては安全面から慎重性を期す必要があることは言うまでもない.

表9にはサプリメントや栄養・食事に関する情報の入手状況についての結果を示した. 男女ともに半数以上の選手が十分に得られていると回答した. また表10にはサプリメントのみならず栄養・食事に関する情報の入手先に関する結果を示した. 指導者が男女ともに最も高かった (男子選手: 52.9%, 女子選手: 58.3%). 続いてインターネットが高値を示した. 宮崎らの2004年度から2012年度までの同大会入賞者を対象にした報告では, インターネットからの情報入手は男女ともに10%前後であった. 保護者, 友人, サプリメント販売店およびサプリメントメーカーからの情報入手は宮崎らの報告と同様に高い数値を示した (宮崎, 2013). また, サプリメントや栄養・食事に関する相談相手に関する結果を表11に示した. 男子選手で62.2%, 女子選手で80.2%

に相談者がいることが示された. 相談相手も, 情報入手先と同様に指導者 (男子選手: 36.8%, 女子選手: 42.7%) と家族 (男子選手: 19.5%, 女子選手: 36.5%), 友人 (男子選手: 19.5%, 女子選手: 9.4%) が高値を示した. 一方で, 主治医 (男子選手: 2.3%, 女子選手: 1.0%) や栄養士 (男子選手: 4.6%, 女子選手: 6.3%) といった専門家が低い値を示した. Nieper は英国高校陸上選手を対象とした調査で, 75%以上の選手がスポーツ栄養士に不定期であるが接触していることを報告している (Nieper, 2005). わが国においても公認スポーツ栄養士が制度化されたものの, 選手からの接触あるいは相談といった側面からは十分に活かされていないことが示唆される. 高校生年代のスポーツ選手においては陸上競技に関わらず, 指導者の影響力が大きい. しかしながらサプリメントに関してその効果や安全性に関して十分な知識を有しているのかについては, 個人差が大きいことが推測される. 禁止薬物に関してはスポーツドクターやスポーツファーマシストなどの専門家に相談することも望まれる.

まとめ

- ・本調査対象者のうち, 男子選手で75.0%が, 女子選手で57.7%の選手が現在サプリメントを使用していた
- ・使用サプリメントの種類として, プロテイン (男

表9 競技種目別・性別 サプリメントや栄養・食事に関する情報入手

		十分得られている		あまり得られていない		全く得られていない		どちらとも言えない	
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
全数	男子	43	(51.8)	25	(30.1)	2	(2.4)	13	(15.7)
	女子	47	(51.6)	17	(18.7)	4	(4.4)	23	(25.3)
短距離	男子	4	(30.8)	7	(53.8)	0	(0.0)	2	(15.4)
	女子	15	(60.0)	5	(20.0)	1	(4.0)	4	(16.0)
中長距離	男子	14	(66.7)	4	(19.0)	0	(0.0)	3	(14.3)
	女子	11	(55.0)	4	(20.0)	3	(15.0)	2	(10.0)
跳躍	男子	9	(45.0)	8	(40.0)	1	(5.0)	2	(10.0)
	女子	8	(42.1)	4	(21.1)	0	(0.0)	7	(36.8)
投擲	男子	10	(55.6)	3	(16.7)	1	(5.6)	4	(22.2)
	女子	6	(33.3)	4	(22.2)	0	(0.0)	8	(44.4)
障害	男子	1	(50.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(50.0)
	女子	1	(50.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(50.0)
混成	男子	3	(75.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
	女子	4	(80.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	#####
競歩	男子	2	(40.0)	2	(40.0)	0	(0.0)	1	(12.5)
	女子	2	(100.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)

男子選手: $\chi^2=14.1, p=0.723$ 女子選手: $\chi^2=20.0, p=0.334$

表10 競技種目別・性別 サプリメントや栄養・食事に関する情報入手先

		全数		短距離		中長距離		跳躍		投擲		障害		混成		競歩		p-value
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	
指導者	男子	46	(52.9)	8	(50.0)	15	(68.2)	9	(45.0)	10	(55.6)	1	(50.0)	2	(50.0)	1	(20.0)	0.562
	女子	56	(58.3)	17	(65.4)	15	(71.4)	8	(42.1)	9	(45.0)	2	(100.0)	4	(66.7)	1	(50.0)	0.303
友人	男子	21	(24.1)	2	(12.5)	5	(22.7)	7	(35.0)	2	(11.1)	2	(100.0)	1	(25.0)	2	(40.0)	0.084
	女子	16	(16.7)	5	(19.2)	4	(19.0)	2	(10.5)	4	(20.0)	0	(0.0)	1	(16.7)	0	(0.0)	0.946
保護者	男子	21	(24.1)	4	(25.0)	4	(18.2)	5	(25.0)	6	(33.3)	0	(0.0)	1	(25.0)	1	(20.0)	0.924
	女子	27	(28.1)	7	(26.9)	5	(23.8)	7	(36.8)	5	(25.0)	1	(50.0)	2	(33.3)	0	(0.0)	0.884
兄弟	男子	2	(2.3)	0	(0.0)	1	(4.5)	0	(0.0)	1	(5.6)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.874
	女子	2	(2.1)	0	(0.0)	1	(4.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(16.7)	0	(0.0)	0.206
サプリメント販売店	男子	10	(11.5)	3	(18.8)	2	(9.1)	5	(25.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.217
	女子	10	(10.4)	2	(7.7)	0	(0.0)	6	(31.6)	1	(5.0)	1	(50.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.011
サプリメントメーカー	男子	11	(12.6)	2	(12.5)	2	(9.1)	4	(20.0)	2	(11.1)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0.829
	女子	18	(18.8)	3	(11.5)	7	(33.3)	3	(15.8)	2	(10.0)	0	(0.0)	1	(16.7)	2	(100.0)	0.029
雑誌	男子	5	(5.7)	2	(12.5)	1	(4.5)	1	(5.0)	1	(5.6)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.910
	女子	4	(4.2)	1	(3.8)	2	(9.5)	1	(5.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.824
本	男子	3	(3.4)	1	(6.3)	0	(0.0)	2	(10.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.573
	女子	5	(5.2)	1	(3.8)	1	(4.8)	0	(0.0)	2	(10.0)	0	(0.0)	1	(16.7)	0	(0.0)	0.691
広告・パンフレット	男子	7	(8.0)	3	(18.8)	1	(4.5)	2	(10.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(20.0)	0.422
	女子	7	(7.3)	2	(7.7)	4	(19.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(50.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.037
テレビ	男子	8	(9.2)	2	(12.5)	0	(0.0)	3	(15.0)	1	(5.6)	1	(50.0)	0	(0.0)	1	(20.0)	0.196
	女子	9	(9.4)	3	(11.5)	2	(9.5)	2	(10.5)	2	(10.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.976
インターネット	男子	37	(42.5)	7	(43.8)	7	(31.8)	8	(40.0)	8	(44.4)	2	(100.0)	1	(25.0)	4	(80.0)	0.303
	女子	35	(36.5)	7	(26.9)	10	(47.6)	9	(47.4)	5	(25.0)	1	(50.0)	3	(50.0)	0	(0.0)	0.419
得られていない	男子	6	(6.9)	0	(0.0)	1	(4.5)	2	(10.0)	3	(16.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.523
	女子	2	(2.1)	1	(3.8)	1	(4.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.903
その他	男子	5	(5.7)	0	(0.0)	2	(9.1)	1	(5.0)	1	(5.6)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(20.0)	0.718
	女子	3	(3.1)	1	(3.8)	0	(0.0)	1	(5.3)	1	(5.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.955

子選手 52.7%, 女子選手 52.9%), クレアチン (男子選手 29.1%, 女子選手 19.6%), アミノ酸 (男子選手 44.1%, 女子選手 43.1%), 鉄 (男子選手 21.8%, 女子選手 35.3%), マルチビタミン (男子選手 10.9%, 女子選手 15.7%) の使用率が高かつ

た

- ・2004～2012年度と比べて男子選手においてはビタミンBおよびCが、女子選手ではコラーゲンおよびビタミンBの使用率低下が認められた
- ・サプリメント使用に伴い、その効果を実感する選

表 11 競技種目別・性別 サプリメントや栄養・食事に関する相談相手

		全数		短距離		中長距離		跳躍		投擲		障害		混成		競歩		p-value
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	
相談者の存在	男子	51	(62.2)	10	(71.4)	14	(66.7)	12	(60.0)	10	(62.5)	2	(100.0)	2	(50.0)	1	(20.0)	0.425
	女子	73	(80.2)	22	(88.0)	17	(85.0)	15	(78.9)	11	(61.1)	2	(100.0)	4	(80.0)	2	(100.0)	
指導者	男子	32	(36.2)	7	(43.8)	8	(36.4)	5	(25.0)	8	(44.4)	2	(100.0)	1	(25.0)	1	(20.0)	0.394
	女子	41	(42.7)	13	(50.0)	11	(52.4)	8	(42.1)	5	(25.0)	2	(100.0)	2	(33.3)	0	(0.0)	
学校教員(保健教員)	男子	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	—
	女子	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	
主治医	男子	2	(2.3)	1	(6.3)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(5.6)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.782
	女子	1	(1.0)	0	(0.0)	1	(4.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	
栄養士	男子	4	(4.6)	0	(0.0)	3	(13.6)	0	(0.0)	1	(5.6)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.380
	女子	6	(6.3)	3	(11.5)	1	(3.6)	0	(0.0)	1	(5.0)	0	(0.0)	1	(16.7)	0	(0.0)	
家族	男子	17	(19.5)	3	(18.8)	5	(22.7)	4	(20.0)	4	(22.2)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0.919
	女子	35	(36.5)	10	(38.5)	6	(28.6)	11	(57.9)	7	(35.0)	0	(0.0)	1	(16.7)	0	(0.0)	
友人	男子	17	(19.5)	1	(6.3)	5	(22.7)	5	(25.0)	2	(11.1)	2	(100.0)	1	(25.0)	1	(20.0)	0.076
	女子	9	(9.4)	4	(15.4)	2	(9.5)	0	(0.0)	2	(10.0)	0	(0.0)	1	(16.7)	0	(0.0)	
その他	男子	1	(1.1)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(25.0)	0	(0.0)	0.002
	女子	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	

手は男子選手で 34.4%，女子選手で 61.5% であった

- 主要な効果として男子選手では筋肉増量 (8.8%)，瞬発力向上 (11.8%)，疲労回復 (22.1%)，女子選手では，疲労回復 (15.7%)，貧血予防・改善 (18.6%) であった
- サプリメントや栄養・食事に関する情報入手は指導者が男女ともに最も高かった (男子選手：52.9%，女子選手：58.3%)
- 男子選手で 62.2%，女子選手で 80.2% にサプリメントや栄養・食事に関する相談相手がいた
- 栄養・食事に関する相談相手として主治医 (男子選手：2.3%，女子選手：1.0%) や栄養士 (男子選手：4.6%，女子選手：6.3%) といった専門家が低い割合を示した

参考文献

Australian Institute of Sport. Supplements. https://www.ausport.gov.au/ais/sports_nutrition/supplements/classification

Braun H, Koehler K, Geyer H, Kleiner J, Mester J, Schanzer W. (2009) Dietary supplement use among elite young German athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 19(1):97-109.

Nutrition for athletics: The 2007 IAAF Consensus Statement (2007) <https://www.iaaf.org/about-iaaf/documents/medical>

International Olympic Committee Expert Group Statement on Dietary Supplements in Athletes (2017) https://stillmed.olympic.org/media/Document%20Library/OlympicOrg/News/2017/05/2017-05-09-IOC-Expert-Group-Statement-on-Dietary-Supplements-and-Elite-Athletes-eng.pdf#_ga=2.242187521.241613481.1508988661-1497758786.1414391830

olympic.org/media/Document%20Library/OlympicOrg/News/2017/05/2017-05-09-IOC-Expert-Group-Statement-on-Dietary-Supplements-and-Elite-Athletes-eng.pdf#_ga=2.242187521.241613481.1508988661-1497758786.1414391830

IOC Consensus Statement on Sports Nutrition 2010. (2011) *J Sport Sci*, 29(S1): S3-S4

石井 好二郎, 鳥居 俊, 杉浦 克己 (2005) 2004 年度全国高等学校総合体育大会入賞陸上競技選手におけるサプリメント摂取状況. *陸上競技研究紀要*, 1: 95-102

Nieper A (2005) Nutritional supplement practices in UK junior national track and field athletes. *Br J Sports Med*, 39(9):645-9

Nutrition for ATHLETICS; A practical guide to eating and drinking for health and performance in track and field. (2013) <https://www.iaaf.org/about-iaaf/documents/medical>

Thomas DT, Erdman KA, Burke LM (2016) American College of Sports Medicine Joint Position Statement. *Nutrition and Athletic Performance. Med Sci Sports Exerc*, 48(3), 543-68.

宮崎 志帆, 石井 好二郎, 山崎 史恵, 鳥居 俊, 杉浦 克己, 持田 尚, 杉田 正明, 阿江 通良 (2013) 高校生トップレベル陸上競技選手におけるサプリメント摂取状況の種目による分析. *陸上競技研究紀要*, 9: 136-140

2017年全国高等学校総合体育大会入賞選手を対象としたアンケート調査 —食生活とコンディションの関連性について—

須永 美歌子¹⁾ 貴嶋 孝太²⁾ 森丘 保典³⁾ 真鍋 知宏⁴⁾ 山本 宏明⁵⁾
酒井 健介⁶⁾ 杉田 正明⁷⁾

- 1) 日本体育大学児童スポーツ教育学部 2) 大阪体育大学体育学部 3) 日本大学スポーツ科学部
4) 慶應義塾大学スポーツ医学研究センター 5) 北里大学メディカルセンター
6) 城西国際大学薬学部 7) 日本体育大学体育学部

1. はじめに

アスリートのコンディションを整え、競技パフォーマンスを向上させるためには、毎日のトレーニングと食事によってエネルギーの出納バランスがとれていることが非常に重要となる。しかしながら、近年、アスリートにおいてエネルギー不足によるコンディション低下が問題となっている。

アメリカスポーツ医学会では1997年に女性アスリートに多く発症する健康障害として、摂食障害、無月経、骨粗鬆症を女性アスリートの三主徴(Female athlete triad; FAT)と定義づけた¹⁾。さらに、2007年には、利用可能エネルギー不足(摂食障害の有無は問わない)、視床下部性無月経、骨粗鬆症が三主徴であると変更されている²⁾。女性アスリートの三主徴は、それぞれ単独ではなく相互に関連しているが、特に利用可能エネルギー不足がトリガーとなって月経機能の低下や低骨密度状態に陥る。さらに、国際オリンピック委員会(IOC)は、2004年にスポーツにおける相対的エネルギー不足(Relative Energy Deficiency in Sport; RED-S)に関するコンセンサスを発表しており、女性アスリートだけでなく、男性アスリートにおいても相対的エネルギー不足は、様々な健康問題を誘発し、スポーツパフォーマンスの低下につながることを示している⁴⁾(図1)。

十分なエネルギー量を食事から摂取できない状態で激しいトレーニングに取り組むことがRED-Sや女性アスリートの三主徴が引き起こされる主要因であることは明らかであり、それらの予防および改善のためには、食事によるエネルギー量の確保が最も重要であることが指摘されている⁴⁾。本稿では、高校

生トップアスリートを対象に食生活とコンディションについて実態調査を行い、その関連性について検討した結果について報告する。

2. 方法

2017年度全国高等学校総合体育大会(インターハイ)の陸上競技入賞選手424名を対象に質問紙を用いて調査を実施し、有効な回答が得られた169名(男子82名、女子87名)を対象とした。回収率は、39.9%であった。

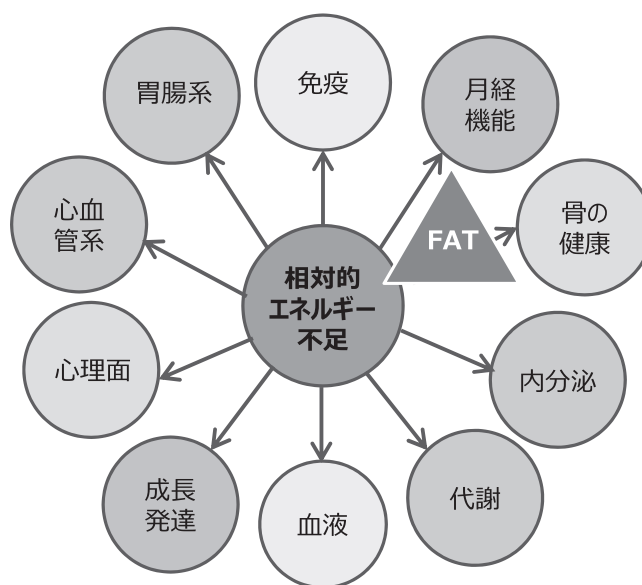


図1 相対的エネルギー不足から生じる健康問題
(文献3)より引用改変)

表1 食事の頻度

	朝食	昼食	夕食	間食
毎日摂る	157	166	165	42
時々摂る	8	1	2	98
毎日摂らない	2	0	0	27
無回答	4	2	2	2

3. 結果および考察

3-1. 食事環境について

朝食、昼食、夕食のそれぞれについて、摂取頻度を調査したところ、99.5%が三食を毎日摂っていることがわかった(表1)。2014年に文部科学省が実施した「睡眠を中心とした生活習慣と子供の自立等との関係性に関する調査」では、「朝食を毎日食べる」と回答した割合が高校生では81.9%であった⁵⁾。このことから、一般の高校生に比べて朝食摂取頻度は高いといえる。

間食については、「毎日摂る」または「時々摂る」を合わせると140名であり全体の82.8%であった。アスリートは、運動習慣のない者に比べて、エネルギー消費量が非常に高いため、三食の食事だけではエネルギー摂取量がエネルギー需要量に満たないこともある。したがって、間食を摂っているのは補食としての意味合いが強いのではないかと考えられる。相対的エネルギー不足を予防するためにも三食に加えて間食を摂ることは、非常に有用である。本調査では、エネルギー摂取量の調査を行っていないが、食事摂取頻度からみると、インターハイ入賞者は利用可能エネルギーの確保ができていない可能性が高いと考えられた。

3-2. コンディション(体調)について

睡眠に関する調査結果を図2に示した。睡眠が「充分にとれている」と回答した者は122名であり全体の72%であった。一方、「不足気味」と回答した者は46名であり、全体の27%であった。2014年に文部科学省が実施した「睡眠を中心とした生活習慣と子供の自立等との関係性に関する調査」では、「寝る時間が十分だと思うか」との質問に対し、31.5%の高校生が「十分ではない」と回答している⁵⁾。したがって、睡眠不足を自覚している割合は、インターハイ入賞者と一般の高校生とほぼ同様であった。Fullagarら⁶⁾は、睡眠の質および量の減少は、

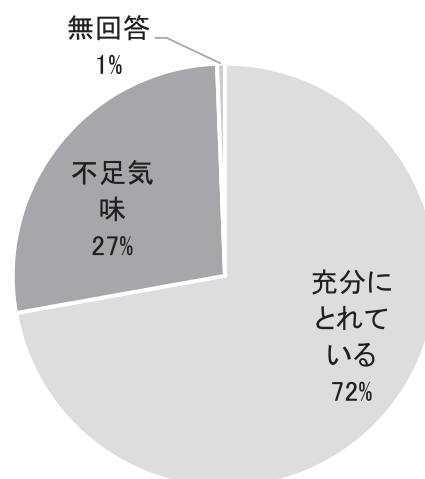


図2 睡眠について

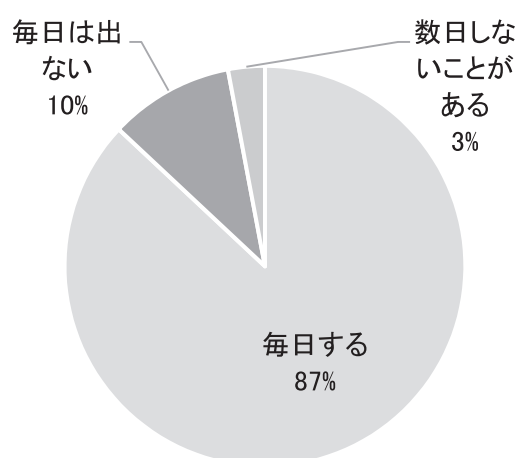


図3 排便について

自律神経系の不均衡を招き、オーバートレーニング症候群に似た症状を誘発する可能性があることや炎症性サイトカインの増加によって免疫系の機能不全を促進する可能性があることを示唆している。睡眠とパフォーマンスに関連があることは多く示されており、睡眠時間を十分にとれるような生活習慣を身に付けることが望ましい。

排便に関する調査結果を図3に示した。全体では「毎日する」が87%、「毎日は出ない」が10%、「数日しないことがある」3%であった。しかし、男女別にみると、男子では「毎日する」が93.9%、「毎日は出ない」が6.1%、「数日しないことがある」0%であったのに対して、女子は「毎日する」が80.5%、「毎日は出ない」が13.8%、「数日しないことがある」5.8%であった。南ら⁷⁾は、高校生を対象に、排便回数及び食生活や食物摂取量に関する意識についてアンケート調査を行ったところ、毎日排便のある割合は、男子(54%)に比べて女子(27%)のほうが低いという結果を報告している。一

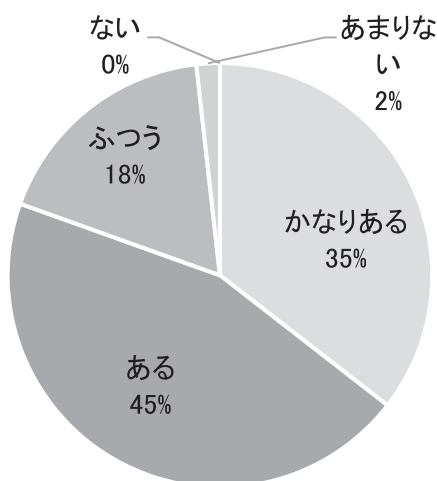


図4 食欲について

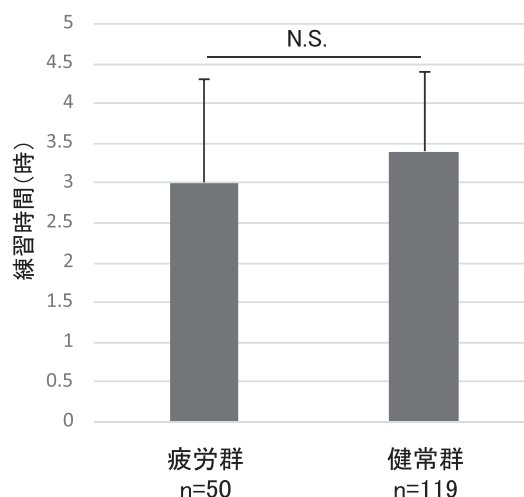


図5 疲労群と健常群の練習時間の比較

般の高校生と比較すると、毎日排便の習慣がある割合は男女ともに高い割合を示したが、女子に便秘傾向がみられるという点に関しては、同様の結果を示した。

食欲に関する調査結果を図4に示した。食欲が「かなりある」35%、「ある」45%、「ふつう」18%、「あまりない」2%であった。このことから、食欲については、ほぼ全員が問題がないことが示された。一方、食欲があまりないと回答した者に関しては、調査タイミングが8月であったことから、暑さによって食欲低下を引き起こした可能性があると考えられた。

普段の体調で気になる点については、「疲れがとれにくい」(29.6%)が最も多く、続いて「アレルギーがある」(23.7%)、「イライラすることがある」(22.5%)などが挙げられ、身体的な不調だけでなく、精神的な不調もみられた(表2)。そこで、疲れがとれにくいと回答した者(疲労群:50名)とそうでない者(健常群:119名)の練習時間の比較を行った。その結果、練習時間は疲労群3.0±1.3時間、健常群3.4±1.0時間であり、両群に有意な差は認められなかった(図5)。さらに、睡眠に関する調査との関連性をみると、疲労群で睡眠が不足しているという回答した割合は32%、健常群では24.4%であった。本調査の結果だけでは、疲れがとれにくい原因について特定することは難しいが、障害予防のためにも適切なコンディション管理を行う必要があると考えられた。

3-3. 食習慣および食嗜好について

食習慣に関しては、毎日食べる食品について調査を行った。「穀物(ごはん・パン・麺)を毎食食べる」と回答した割合が最も高く97.6%であった(表3)。

表2 普段の体調で気になる点

	n=169	(人)	(%)
疲れがとれにくい	50	29.6	
アレルギーがある	40	23.7	
イライラすることがある	38	22.5	
立ちくらみをよく起こす	35	20.7	
腰痛もちである	35	20.7	
気分がムラがある	34	20.1	
怪我をしやすい	31	18.3	
バテやすい	29	17.2	
筋肉痛を起こしやすい	27	16.0	
ストレスがたまっている	24	14.2	
めまいをすることがある	23	13.6	
太りやすい	23	13.6	
慢性的疲労感を感じる	22	13.0	
ケイレン・足つりを起こしやすい	19	11.2	
下痢気味である	17	10.1	
不眠気味である	17	10.1	
口内炎ができやすい	14	8.3	
風邪を引きやすい	9	5.3	
体調を崩しやすい	8	4.7	
練習・試合中に集中力に欠ける	8	4.7	
低血圧である	6	3.6	
過食気味である	4	2.4	
太りたくないのに吐いてしまう	1	0.6	

一方、「魚を毎日食べる」と回答した割合が18.3%と最も低かった。また、「乳製品を毎日食べる」割合は、71.6%と一般の高校生と比較して高い割合を示した。原田らは、高校生を対象に食物摂取頻度と不定愁訴の関連について検討し、主食と乳製品を多

表3 食習慣について

	(人)	(%)
穀物(ごはん・パン・麺)を毎食食べる	165	97.6
肉を毎日食べる	125	74.0
魚を毎日食べる	31	18.3
色の濃い野菜を毎日食べる	112	66.3
果物(果汁ジュース含む)を毎日食べる	98	58.0
乳製品を毎日食べる	121	71.6

表4 食嗜好について

	(人)	(%)
好き嫌いがある	69	40.8
ジュースや炭酸飲料を1日何回も飲む	35	20.7
チョコレートやケーキをよく食べる	33	19.5
食欲があり2人前以上簡単に食べてしまう	31	18.3
スナック菓子やポテトチップスをよく食べる	23	13.6
カップラーメンやインスタント食品をよく食べる	20	11.8
小食である	18	10.7
ファーストフードをよく利用する	15	8.9
食事が不規則で食べ方にムラがある	14	8.3
野菜は嫌いなのでほとんど食べない	12	7.1
おかずを残すことがよくある	10	5.9

く摂っている生徒の方がイライラや立ちくらみを感じていないと報告している。本調査において乳製品を毎日食べると回答した者(乳製品摂取群:121名)とそうでない者(乳製品非摂取群:48名)でイライラを感じている割合を比較したところ、乳製品摂取群17.4%、乳製品非摂取群16.7%と差はなかった。また、立ちくらみに関しても乳製品摂取群22.3%、乳製品非摂取群16.7%と関連性はみられなかった。また、食嗜好については、「好き嫌いがある」という回答が最も多く、40.8%を占めた(表4)。

4. まとめ

本研究では、インターハイ入賞者を対象に食生活とコンディションに関するアンケート調査を実施し、それらの関連性について検討した。

1. インターハイ入賞者は99.5%が三食を毎日摂っており、欠食頻度が低く、規則正しい食習慣を有した。
2. 睡眠不足を自覚している割合は27%であり、一般の高校生とほぼ同様であった。
3. 毎日排便の習慣がある割合は、一般の高校生と比較すると男女ともに高い割合を示したが、女子に便秘傾向がみられるという点に関しては、同様の結果を示した。

4. 普段の体調で気になる点については、「疲れがとれにくい」が最も高い割合を示した。疲れがとれにくいと回答した者とそうでない者の練習時間の比較を行った結果、両群に有意な差は認められなかった。

コンディションに影響を与える要因は食事環境や食習慣のみならず、多くの因子が相互に関連する。しかしながら、食事から摂取した栄養素がからだを作り、エネルギーとなることは明らかであり、規則正しい食習慣を身に付けることはアスリートにとって望ましい。エネルギー不足の状態は、短期間で回復することは難しく、思春期を迎える前からの予防が非常に重要となってくる。体重や体脂肪率の変動を目安に食事量を調整し、良いコンディションを維持しながら、トレーニングに取り組むことが競技力向上にも有効であるといえる。

参考文献

- 1) Otis CL, Drinkwater B, Johnson M, Loucks A, Wilmore J.: American College of Sports Medicine position stand. The Female Athlete Triad. Med Sci Sports Exerc. 29(5), 1997
- 2) Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, Sanborn CF, Sundgot-Borgen J, Warren MP: American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. Med. Sci. Sports Exerc. 39, 1867-1882, 2007
- 3) Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, Meyer N, Sherman R, Steffen K, Budgett R, Ljungqvist A.: The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). Br J Sports Med. 48(7), 491-497, 2014
- 4) De Souza MJ, Nattiv A, Joy E, Misra M, Williams NI, Mallinson RJ, Gibbs JC, Olmsted M, Goolsby M, Matheson G: Expert Panel. 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad: 1st International Conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana, May 2013. Br. J. Sports Med., 48(4), 289,

2014

- 5) 文部科学省, 睡眠を中心とした生活習慣と子供の自立等との関係性に関する調査, http://www.mext.go.jp/a_menu/shougai/katei/1357460.htm, 2014 (参照日: 2018年1月10日)
- 6) Fullagar HH, Skorski S, Duffield R, Hammes D, Coutts AJ, Meyer T. Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med.* 45(2):161-86. 2015
- 7) 南 夏代, 平井 和子, 武副 礼子, 岡本 佳子, 高校生の排便頻度と食生活に関する意識調査, *栄養学雑誌*, 49 (6), 307-314, 1991
- 8) 原田 昭子, 矢埜 みどり, 岸田 恵津, 大瀬良知子, 高校生の食物摂取状況と不定愁訴との関連, *日本食生活学会誌*, 22 (3), 213-221, 2011

2017年全国高等学校総合体育大会入賞選手を対象としたアンケート調査 —ストレス対処能力SOCについて—〈途中経過報告〉

山本 宏明¹⁾ 須永 美歌子²⁾ 貴嶋 孝太³⁾ 森丘 保典⁴⁾
真鍋 知宏⁵⁾ 酒井 健介⁶⁾ 杉田 正明⁷⁾

1) 北里大学メディカルセンター 2) 日本体育大学児童スポーツ教育学部

3) 大阪体育大学体育学部 4) 日本大学スポーツ科学部

5) 慶應義塾大学スポーツ医学研究センター 6) 城西国際大学薬学部 7) 日本体育大学体育学部

1. はじめに

日本陸上競技連盟科学委員会では、効果的な強化育成と選手の健康管理、パフォーマンス発揮に貢献することを目的に、高校生世代においてトップに位置する選手を対象とした包括的な調査を実施している。2017年は全国高等学校総合体育大会（インターハイ）の陸上競技において入賞を果たした選手全員を対象に、過去の運動経験、体調、食生活、心身の状態、スポーツ障害、サプリメント使用等についてのアンケート調査を実施。このうち心理的側面においては、ストレス対処能力（Sense of Coherence：SOC）についての調査を行った。

本稿では、2017年の活動報告として調査背景および使用したSOCに関する説明、研究の方法、得られた結果の一部（対象者全体のスコア）について記す。

1.1 エリートアスリートはストレス対処能力に優れているのか？

アスリートとしてトップレベルの成績を残すためには身体的にも技術的にも抜きんできた能力を身に付ける必要があり、一部の例外的選手を除けば、負荷の大きい練習を長期間に渡って継続することではじめてその水準に至ることができる。このため、高い競技成績をあげるエリートアスリートは必然的に厳しい鍛錬に耐えることができる精神力、忍耐力が備わっていると一般的には信じられている。

一方、エリートアスリートの精神的な耐久力、言い換えるとストレス対処能力を調べた研究は十分とは言えず、彼らが本当に高いストレス対処能力・健康保持能力を持っているのかどうかは分かっていない。

今回対象としたインターハイ陸上競技入賞選手は、結果への重圧や周囲からの期待、慢性的かつ高強度の運動による身体的ストレスなど、一般の生徒が通常の生活で曝露しないような高い心理的・身体的負荷に対処しながら競技を行い、好成績をあげているものと推測される。今回の調査で用いたSOC（Sense of Coherence）は、このように負荷に曝されながら心身の健康を維持し、成長を続けていくための能力を評価するにあたり有用な概念と考えられている。

1.2 ストレス対処能力概念SOC（Sense of Coherence）について

SOCは“首尾一貫感覚”と直訳され、社会ストレス研究者であり健康社会学者であるAaron Antonovsky（1923～95、ユダヤ系米国人）が体系化した健康生成論の中核となる概念である。^{1) 2)} 健康生成論は、現在も主流である疾病生成論の対極に位置する理論と捉えると理解しやすい。すなわち、疾病生成論では「疾病はいかにして生じるのか」「危険要因（risk factor）は何か」と考えを進めていくのに対し、「健康はいかにして回復、保持、増進されるのか」「健康要因（salutary factor）は何か」との観点に立って研究し、人間の健康の支援と強化を図ろうとする理論である。^{5) 6) 7)}

健康生成論の理解を助ける象徴的な出来事として、以下のエピソードが知られている。^{5) 7)} Antonovskyは1970年代初頭、イスラエルの更年期女性を対象に、強制収容所への収監経験が心身の健康に及ぼす悪影響について検討するプロジェクトに参加した。ユダヤ人虐殺という過酷な経験を経て強制収容所から生還した群は、一定の年月が経過した時点でも健康状態が不良である割合が高かったが、

表1 対象者の性別ごとの学年割合

	全体	男子	女子
1年生	12 (7.2%)	3 (3.8%)	9 (10.5%)
2年生	47 (28.3%)	17 (21.3%)	30 (34.9%)
3年生	107 (66.5%)	60 (75.0%)	47 (54.7%)
全体	166 (100%)	80 (100%)	86 (100%)

表2 インターハイ陸上競技入賞者のSOCスコア平均値 (SD)

	n	SOC average	(SD)
男子全体	80	42.58	(7.37)
女子全体	86	44.37	(7.27)
全体	166	43.51	(7.34)

一方で同じ経験をしていても健康状態を良好に保ち、むしろその経験を成熟の糧として明るく前向きな生活を送っている群がいることに注目した。健康生成論の観点から、極めて強いストレスやトラウマに耐えて、心身の健康保持に成功している人々に共通して存在する健康要因を研究し、見出されたのがストレス対処能力概念 (Sense of Coherence) である。

SOCは、自身の生きている世界は“筋道が通っている” (coherent) という感覚であり、次の三つの感覚から構成される。第一は“把握可能感” (sense of comprehensibility)、第二は“処理可能感” (sense of manageability)、第三は“有意味感” (meaningfulness) である。把握可能感は自分の置かれている状況が理解できるという感覚、処理可能感は「何とかなる」という感覚、有意味感はストレスへの対処のしがいも含めて、やりがいや生きがいを感じられるという感覚を指す。⁵⁾⁶⁾ Antonovskyは1987年の著書でSOC尺度 (29項目尺度と13項目短縮版) を提案²⁾、日本語版を山崎らが作成し妥当性を検証した。⁵⁾

1.3 今回の調査の目的

今回の研究は、陸上競技において国内最高水準の競技成績をあげた高校生のSOCスコアを把握し、一般の高校生と比較してストレス対処力が高いという仮説を検証することを第一の目的とした。また、SOC値とスポーツ関連障害 (オーバートレーニングや疲労骨折など) との関係を検証することを第二の目的とした。さらに、アスリートを対象とした大規模なSOCの調査はほとんどないため、今回の調査で得られたデータは今後行われる研究の比較対象とし

ても高い価値を持つと考えた。

2 方法

2.1 研究方法

質問紙を用いた無記名アンケート調査を横断的に行った。本調査は性別、学年、過去の競技歴や運動経験、食生活およびサプリメントの使用、運動に関連した障害歴などについて包括的に行ったアンケートの一部として、健康保持およびストレス対処概念であるSense of Coherence (SOC) を測定した。SOCは日本語版13項目5件法版SOCスケール³⁾を用いた。

2.2 対象

2017年度全国高等学校総合体育大会 (インターハイ、2017年7月29日から8月2日の日程で山形県にて開催) の陸上競技入賞選手424名を対象に質問紙を配布した。SOCに関して完全な回答を得られたのは166名 (男子80名、女子86名) であり、有効回答率は39.2%であった。

3 結果と考察

3.1 対象者について

SOCの全項目への回答を得られたのは166名 (男子80名、女子86名) であった。性別と学年の内訳を (表1) に示した。全体では1年生が12人 (7.2%)、2年生が47人 (28.3%)、3年生が107人 (66.5%) であった。性別ごとに学年比を見ると差異があり、男子では1年生 (3.8%)、2年生 (21.3%)、3年生 (75.0%)、女子は1年生 (10.5%)、2年生 (34.9%)、

3年生(54.7%)と、男子の方が学年が上がるごとに入賞者が増える傾向が強く見られた。

1999;5 :825-832.

3.2 対象者のSOCスコア

対象者(インターハイ陸上競技入賞者)のSOCスコア(13項目5件法版)の平均値および標準偏差(SD)を(表2)に示す。全体(n=166)のSOCスコア平均値(SD)は43.51(7.34)であり、男子全体(n=80)のSOCスコア平均値は42.58(7.37)、女子全体(n=86)では44.37(7.27)であった。男子全体と女子全体のSOCスコア間に有意差はなかった($p = 0.117$)。

戸ヶ里らが進学校である難関私立高校の全校生徒(約1500名)を対象に2007年から2010年にかけて行った調査^{4) 5)}においては、学年と時期による変動はあるものの、SOCスコア平均値は男子で37.29~40.57、女子で35.27~36.88であった。単純な比較はできないが、男女ともに今回調査対象としたインターハイ入賞者群の方が高い可能性がある。今後、男女別、学年ごとの統計的検討を行っていく予定である。

さらに、SOCスコアとオーバートレーニングおよび疲労骨折の既往との関連についても検証を行っていきたいと考えている。

4 文献

- 1) Antonovsky A. Health, Stress, and Coping : New Perspective on Mental and Physical Well-Being. Jossey-Bass, 1979.
- 2) Antonovsky A. Unraveling the Mystery of Health: How People Manage Stress and Stay Well. San Francisco: Jossey-Bass. 1987. (山崎善比古, 吉井清子, 監訳. 健康の謎を解く—ストレス対処と健康保持のメカニズム. 東京: 有信堂高文社. 2001)
- 3) 戸ヶ里泰典, 山崎善比古, 13項目5件法版 Sense of Coherence Scaleの信頼性と因子的妥当性の検討. 民族衛生, 71, 168-182, 2005
- 4) 戸ヶ里泰典, 高校生におけるSOCの変動とその要因. 思春期学, 33, 21-28. 2015
- 5) 山崎善比古, 戸ヶ里泰典, 坂野純子, 編 ストレス対処能力SOC. 有信堂高文社, 2008
- 6) 山崎善比古, 戸ヶ里泰典, 編 思春期のストレス対処力SOC—親子・追跡調査と提言. 有信堂高文社, 2011
- 7) 山崎善比古, 健康への新しい見方を理論化した健康生成論と健康保持能力概念SOC. Qual Nurs

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

第 22 回 アジア陸上競技選手権大会帯同報告	254
金子晴香, 真鍋知宏	
第 22 回アジア陸上競技選手権食事調査報告	258
金子晴香, 真鍋知宏, 常友綾二, 岩本広明, 宮澤那緒, 松尾信之介, 山澤文裕	
U20 世界陸上競技選手権大会 (2016 / ビドゴシチ) 帯同報告	263
鎌田浩史	
第 16 回 IAAF 世界陸上競技選手権大会帯同報告	267
鳥居俊, 田畑尚吾	
第 16 回 IAAF 世界陸上競技選手権大会における選手のコンディション把握について	273
田畑尚吾, 鳥居俊, 常友綾二	
世界選手権ロンドン大会参加後調査	279
鳥居俊, 田畑尚吾, 常友綾二, 宮澤那緒, 砂川祐輝, 山澤文裕	
男子長距離走選手の骨代謝マーカーの年間変化—トレーニングの変化、 疲労骨折発生との関係	282
鳥居俊, 山澤文裕	
2017 年度の DXA 測定結果	286
鳥居俊	
陸上競技ジュニア・ユース選手のスポーツ外傷・障害調査における 疲労骨折に関する検討	289
—全日本中学校陸上競技選手権大会・全国中学校駅伝大会の調査— 田原圭太郎, 鎌田浩史, 山澤文裕	

第22回 アジア陸上競技選手権大会帯同報告

金子晴香^{1),2)} 真鍋知宏^{1),3)}

- 1) 公益財団法人日本陸上競技連盟医事委員会 2) 順天堂大学医学部整形外科
3) 慶應義塾大学スポーツ医学研究センター

1 はじめに

アジア陸上競技選手権大会は2年に1度開催され、今年第22回大会がインド・ブバネーシュワルにおいて2017年7月6日(木)～9日(日)の日程で開催された。本大会は当初、2017年6月1日からインド・ラーンチーでの開催予定であったが、開催3ヶ月前に変更となった。アジア選手権はアジアのトップを決める大会であり、またその優勝者が同年の世界選手権への出場権利(標準記録突破と同等)を獲得できる重要な大会である。本大会は派遣選手数が50名を超えることとインドでの開催ということで、内科・整形外科の医師2名体制で帯同することとなった。

2 選手団

選手団は、男子選手22名、女子選手32名、スタッフ23名の総勢77名により構成され、添乗員1名が帯同した。代表発表後、5名の選手が外傷や障害等の理由により派遣中止(欠場)となった(上記

人数に含まない)。メディカルメンバーは、内科・整形外科の医師2名およびトレーナー3名の体制であった(図1)。

3 渡航前準備

2017年6月6日代表発表以降、代表選手の胃腸炎および外傷や障害について主に対策を行った。渡航先がインドということで、メディカルアンケートにはA型肝炎の予防接種歴に対する質問を加えた。

前回4年前のインド・プネーでのアジア選手権において胃腸炎の多発が報告されていたため、胃腸炎対策を十分に行った。まず、選手に下痢症の予防として、田口委員に作っていただいたパンフレットを配布した。パンフレットには水や食事、手洗いに対する注意喚起のほか、持参可能なフリーズドライ食品やレトルト食品、消毒剤や調理器具に関する情報を載せていただいた。また、チーム荷物に胃腸炎発生時に備え、OS-1(280ml ペットボトルと500ml用のパウダー)やおかゆ等の補食、サランラップの準備、ドクターズバックには入っていない次亜塩素酸水の準備等を行った。ドクターズバックでは、胃腸炎関係の薬剤の増量を行った。渡航が2隊に分かれるため、先発隊がドクターズバックを持って行き、後発隊は必要最低限の医薬品類を入れるポーチを携帯した。前回インドへの遠征経験のある2選手より、メディカルアンケートで胃腸炎対策について質問があり、補食の持参等の指示を与えた。

代表決定後行われた日本選手権混成において、代表選手2名に外傷が発生したとの報告をNFRであった医事委員より受け、JISSおよび選手の地元の病院での検査結果を医師・トレーナーの連携のもと確認し、当大会に出場可能な判断となった。また、決定した54名の選手に対して行ったメディカルアンケートを渡航11日前に回収した(一部欠場の選手



図1 メディカルスタッフ

を含む)。障害やケアが必要な部位を有するシニア選手は多かったが、渡航前の確認の必要となる外傷や障害のある選手は上記混成選手を含め、5名であった。このうち3名は日本選手権に出場しており、日本選手権でのパフォーマンスに問題はなく、当大会出場可能であると判断した。その他の2名は渡航前にJISSで障害部位の精査し、当大会までのケアについて担当医師や各選手のトレーナーからの情報を渡航前に取得した。日本選手権後、日本選手権での外傷または他の障害により、4名の選手が欠場となった。

4 渡航および現地の状況

渡航は7月2日出発と7月3日出発の2隊に分かれた。前泊は必要な選手・スタッフのみ行き、前泊地でのミーティング等は行われなかった。成田空港チェックイン時、補食や水などを持参したために持参荷物の重量が超過している選手が3割程度みられ、約2倍の重量超過という選手も数人見られた。両隊とも成田集合後のミーティングにおいて、食事や水の摂り方についての注意を行った。

成田を出発後、インド・デリーにて1泊した。後発隊の長距離のみインド・デリーのホテル街で朝のジョギングを行った。安全の問題はなかったが、野犬が数匹おり走行に支障があった。デリー宿泊地のホテルは外資系のビジネスホテルであり、インドのカレー等の料理のほか、西洋系の料理もあるバイキングであり、皿やスプーンやフォークの衛生状態も保たれている印象であったが、ウォーターサーバーに入っている水の摂取は控えるように指導した。翌日、空路でブバネーシュワルへ向かった。

ブバネーシュワルはオリッサ州の州都であるが、観光地ではなく、道路の舗装等も十分ではなく、インドでは神聖とされている牛以外にも道路上に野犬も多く、外の安全や衛生環境は必ずしも良いもので

はなかった。空港からホテル、その後ホテルからのすべての移動は、指定されたバスとなり、バスには警察官が同乗し、ほぼ毎回警察の先導がついて移動した。また、ホテルより外出は禁止されており、不自由ではあったが、その分安全であった。

ホテルは4つ星程度のホテルであり、医薬系会社のカンファレンス等も行われている環境のホテルであり、居室・食事面含めて衛生上の問題はまったくなかった。韓国チームも同じホテルに宿泊しており、食堂にカップラーメンを持参する姿も見られた。部屋はツインの部屋が用意され、バスタブおよびシャワーがあり、湯も十分に使用可能であった。

食事は、インド料理が中心のバイキングであったが、日本風や韓国風のアレンジをしてくれ、よく対応してくれるレストランであり、食器等の衛生面も問題なかった。生の果物や野菜、ヨーグルトも医師と渉外スタッフが試したが衛生面や体調に問題はなかったが、積極的に選手に勧めることはしなかった。多くの選手・スタッフは現地の料理と持参したインスタント料理の双方を混ぜて食べているようであったが、前回のインドでの胃腸炎の多発の情報により、過度にインドの料理、水に対する恐怖感から、持参したインスタント食品を使用し、食堂から提供される料理をほとんど食べていない人もいた。今回は衛生状態も良かったことから、持参した日本食のみでは栄養面の偏りや添加物による影響が考えられ、現地の料理を選択して食べた方が体調管理に適していた可能性も考えられた。

競技場はバスで20分ほどのところに位置していた。警察の先導による移動のため、練習時間を前日に詳しく取り決め、決めた時間のバスに必ず乗る必要があった（バス乗車毎に誰が乗ったかの記録を警察に提出する必要があった）。競技会場にはメインスタジアム（図2）、これに隣接するサブトラック（図3）、メインスタジアムを挟んでサブトラックの反対側に投擲練習場（図4）があり、投擲練習



図2 メインスタジアム



図3 サブトラック日本選手団テント

場以外の移動は動線が近くスムーズに行えた。サブトラックには各国選手団に割り当てられたテントがあり（図3）、水や氷（ブロック）の提供があった。また、サブトラックにはメディカルルームや食事や飲み物を用意しているアスリートラウンジ、ウエイトトレーニングエリアがあった。会場は3ヶ月程度で工事を行ったとの情報であったが、トイレ等は新設されたものであり、衛生的に管理されていた。

練習及び試合の行われる時間帯である午前中から昼に近くなると気温28.5℃、湿度88.3%、WBGT28.4℃、午後2時頃は気温32.8℃、湿度66.1%、WBGT31.5℃、夜は気温25.8℃、湿度87.4%、WBGT25.4℃であった。熱中症対策に関しては、水分摂取に注意を促し、また、スタッフの指導のもと無駄な時間をサブトラックで過ごさずホテルに帰るように促した。しかし、他国に比べ、日本は暑い時間帯に練習している印象があった。また、雨季に入っていたため、突然スコールのような豪雨が降ることがあり、競技が30分ほど中断されたこともあった。

5 医療活動

ホテルではトレーナールーム用に部屋が1つ確保され、ベッドを3台並べての施術が可能であった。ドクターバックもトレーナールームに置き、診察や治療は主にトレーナールームで行った。渡航前に外傷や障害で問題があった選手の確認をトレーナールーム、または練習中にサブトラックで行い、試合前のケアの方法等に関して医師・トレーナー間で確認した。試合前のコンディションチェックアンケートで問題のある選手に対して、医師・トレーナー間で確認して、ケアを行った。出場不能な選手はいなかった。試合当日は、真鍋がメインスタジアム、金子がサブトラックに分かれて選手の状態を把握した。期間中のべ40件の事例に対して対応した。こ



図4 投擲練習場

のうち内科症例は23件（15人）、整形外科および外科症例が17件であった。内科症例のうち5名のみが急性胃腸炎であったが、持参食品のみしか食べていない人も含まれた。急性胃腸炎の発症は77名中わずかに5名であり、前回インド遠征に比べ、発生率は大幅に少なかった。渡航6日目に2名が急性胃腸炎に加え、38度以上の発熱を認め、部屋を隔離したが、大事には至らなかった。

整形外科および外科症例の内訳は、大会期間中に起こった外傷7件、慢性障害およびその悪化10件であった。うち5名の選手には帰国後の精査を指示した。精査をJISSまたは陸連医事委員が診察予定の場合は情報の共有を行った。

6 ドーピングコントロール

ドーピングコントロールルームはスタジアムメインスタンド側1階のメダルセレモニールームの隣にあった。2つの作業室しかなく、検査対象選手が多くなると待ち時間が長くなる傾向にあった。今大会のアンチ・ドーピング代表は香港の理学療法士サイモン先生、医事代表は山澤医事委員長であった。シャペロンはインド国内の医学部生とのことであった。今大会で使用している検査キットはVERSAPAK社のものであり、山澤先生によると1998年まで日本国内でも使用していたそうである。今回は日本選手のメダル獲得者が少なかったせいも、検査対象者として通告を受けたのは2選手だけであった。また、男子棒高跳びでアジアU20新記録が樹立され、当該選手は主催者であるアジア陸連の費用負担により検査を受けた。作業室が2つだけであったことと、DCOが不慣れであったことなどから、思いの外検査に時間を要した。

7 総括

前々回4年前の大会であるインド・プネーの帯同報告書を見て、衛生環境を心配し戦々恐々として大会に向かったが、今大会の衛生環境は比較的保たれており、医学的に大きな問題なく大会を終えることができた。直前の大会開催日程の変更等により日本選手権直後という状況となり、さらに、インドという高温多湿の環境のもとコンディション作りも容易ではなかった。大会成績は以前の大会に比べやや低く、銀メダル5個、銅メダル9個の計14個のメダル獲得となった。

派遣前に選手情報を医事委員会メンバー間で共有

していたことや派遣後、JISS や医事委員会の医師の関連施設で精査予定の選手の情報提供等、大会前後でも選手のフォローを行え、メディカルサポートとしてはトレーナーも含め、連携したサポートができたと考える。また、内科医・整形外科医各1名という体制で適切なサポートを行うことが出来た。競技会場への出発時間とホテルへの戻り時間をうまくずらすことによって、ホテルに残る選手に対しても迅速に対応することが可能であった。

食事の面では、派遣準備によって選手やスタッフの不安をある程度取り除き遠征を開始できたが、衛生面の不安から、慣れないレトルト食品で体調を崩す選手・スタッフもいたため、食事の取り方に関するアナウンスも今後アジア諸国の派遣大会において、さらに重要になると考えられる。また、OS-1 のペットボトルを 280ml と小さめのものにし、500ml のペットボトル水に溶解するパウダーを準備したが、いずれも選手には好評であった。

ドーピングコントロールについては、顔馴染みの担当者がいたこともあり、不明な点があった際には直接確認することも出来て、待ち時間の割にはストレスを感じなかった。

アジア選手権は比較的過酷な環境で開催されることが多いが、世界を目指す選手にとって意義のある大会と考える。2018 年のアジア大会はインドネシアにおいて開催される予定であり、今回の暑熱対策が役立つかも知れない（なお、次回のアジア選手権開催地は現時点で未定）。メディカルスタッフとして適切な情報と技術を提供し、アジアの頂点を決める大会において、選手が成果を上げることができるようサポートしていければと考える。

第22回アジア陸上競技選手権食事調査報告

金子晴香^{1),2)} 真鍋知宏^{1),3)} 常友綾二⁴⁾ 岩本広明⁴⁾ 宮澤那緒⁴⁾ 松尾信之介^{4),5)}
山澤文裕^{1),6)}

- 1) 公益財団法人日本陸上競技連盟医事委員会 2) 順天堂大学医学部整形外科
3) 慶應義塾大学スポーツ医学研究センター
4) 公益財団法人日本陸上競技連盟医事委員会トレーナー部 5) 大阪学院大学
6) 丸紅健康開発センター

1. はじめに

第22回アジア陸上競技選手権はインド・ブバネーシュワルで行われた。インドは水事情が日本に比べ悪く、4年前のインド・ブネーにて開催されたアジア選手権において日本チーム内の胃腸炎の多発が報告されていたため、今回の大会は事前に胃腸炎対策を十分に行い出発した。大会中腹痛や下痢は多発しなかったが、今後同様の地域に遠征することを考え、食事とコンディショニングに関する情報を収集しておくことは大切である。本報告の目的は、帰国後行ったアンケートをもとに、今回大会の選手およびスタッフの食事状況についてまとめ、今後の遠征に必要な情報を収集することにある。

2. 方法

第22回アジア陸上競技選手権より帰国後、大会参加選手54名にアンケート協力をメールにて依頼し、Google Formsを用いて記名式Webアンケート調査を行った。アンケートは13問からなり、質問3, 4, 6, 10, 13を複数回答可とした。アンケートは集計し、SPSS ver20を用いて $p < 0.05$ を有意とし、 χ^2 検定を用いて解析した。

3. 結果

選手52名よりアンケートを回収し、回収率は96.3%であった。

質問1「食事をどのように取りましたか？」については、ほとんどホテルの食事と回答した人が

19.2%、ホテルの食事と持参した食事のミックスと回答した人が51.9%、ほとんど持参した食事と回答した人が28.8%であった(図1a)。

質問2「ホテルの食事をどれくらい取りましたか？」については、毎食と回答した人は50.0%、1日1~2回と回答した人は17.3%、2~3日に1回と回答した人は25.0%、全く食べていないと回答した人は4人で7.7%であった(図1b)。質問1でほとんど持参した食事と回答した人の66.7%は2~3日に1回はホテルの食事をとっていた。

質問3「ホテルの食事で何をとりましたか？」については、米・ナン、鶏肉・魚料理、カレー等よく加熱された食材をそれぞれ90.4%、75.0%、73.1%の人が選択していた(図2a)。

質問4「日本から持参した食物の種類は何ですか？」については、ご飯を持ってきた人は86.5%、スープや味噌汁、エナジーバー、おかずとなるレトルト・フリーズドライ食品を持ってきた人はそれぞれ約6割程度であった(図2b)。

質問5「体重の変化はありましたか？」については、減った選手が、53.8%、変わらない選手が40.4%、わからないと回答した選手が5.8%であり、増えた選手はいなかった(図1c)。

質問6「インドに入って体調が悪くなりましたか？」については、体調に変化がなかった選手は76.9%、腹痛・下痢のあった選手は11.5%であった(図2c)。

質問7「通常の試合前と比較して便通に変化はありましたか？」については、変化なしと回答した選手は61.5%、便秘と回答した選手は13.5%、軟便および下痢と回答した選手はそれぞれ15.4%、9.6%であった(図1d)。

質問8「水道水をどれくらい口にしていましたか？」については、全く口にしていないと回答した選手が90.4%、歯磨きに使用した選手が3.8%、歯ブラシをゆすいだと回答した選手が5.8%であった(図1e)。

質問9「食器をどのように使用しましたか？」については、食器にラップを巻いたと回答した選手は25.0%、紙皿、紙コップを用いた選手は7.7%、アルコール除菌した選手は48.1%、そのまま使用した選手は19.2%であった(図1f)。

質問10「不足していたと思う栄養素はありますか？」については、ビタミンが75.0%の選手が不足していたと回答し、続いてミネラル(53.8%)、食物繊維(48.1%)と回答した選手が多かった(図2d)。

質問11「現地のコンディションは難しかったですか？」については、まったく難しくなかったと回答した選手は11.5%、50%と回答した選手は46.2%であった。一方、100%難しかったと回答した選手は3.8%であった(図1g)。

質問12「食事が競技パフォーマンスに影響しましたか？」については、まったく難しくなかったと回答した選手は30.8%、50%と回答した選手は28.8%であった。一方、100%難しかったと回答した選手は3.8%であった(図1h)。

質問13「帰国後、体調が悪くなりましたか？」について、69.2%の選手は体調に変化はなかったと回答した。一方、腹痛や下痢と回答した選手は21.2%であった(図2e)。

インド滞在中の体調で腹痛・下痢を起こしたかや便通の変化は、どのように食事をとったかや、ホテルの食事をどれくらいとったか、水道水の使用や食器の扱いによって有意な差はなかった($p=0.697 \sim 0.963$)。ホテルの食事や水道水の使用が帰国後の腹痛や下痢発生に関係はしていなかった(それぞれ $p=0.511, 0.112$)。また、現地のコンディションと食事や水道水の使用は有意な関係はなかった(それぞれ $p=0.411, 0.868$)。

4. 考察

大会中、水以外のホテルの居室・食事面の衛生上の問題はなかったため、滞在中の腹痛・下痢の発生は11.5%であり、インド以外の国に遠征した時の発生率7~9%^{1), 2)}よりはやや多いものの、旅行者下痢症は20~50%に起こるともいわれており^{3), 4)}、その発生率と比べると低かった。前回イン

ド・ブネーに帯同したときは8割以上の選手に症状があったとされており、衛生環境ごとに違った結果が生じることが考えられた。今回の大会では衛生環境がよかった点に加え、前回の大会の経験をいかし、日本から持参する食品や、手洗いや消毒等の情報を事前に提供していたことも発生率を下げた可能性があるが、その程度は分からない。

前回のインドでの胃腸炎の多発の情報により、過度にインドの料理、水に対する恐怖感から、持参したインスタント食品を使用し、ホテルの食堂で提供される料理をほとんど食べていない選手は28.8%に及んだ。今回は衛生状態も良かったことから、体調管理面に関して、インスタント食品と現地の料理のどちらが体調管理に有効であったか、単純には比較をできない。有意な差はなかったが、ほとんど持参した食事と回答した選手の現地でのコンディションは50%以上難しかったと答える人が多い傾向であり、また、食事が競技のパフォーマンスに影響したかの質問も50%以上影響したと答える人が多い傾向にあった。今回持参したような簡易な調理で食べられる日本から持参した食事を食べなれていない人も多いためと考えられ、そのために体調を崩す選手もいた可能性がある。日本代表レベルの選手にとって海外への遠征する機会は多く、現地の食事と持参する食事のバランスや体調を整える工夫等、チームとしても各個人としても備えていく必要がある。

5. まとめ

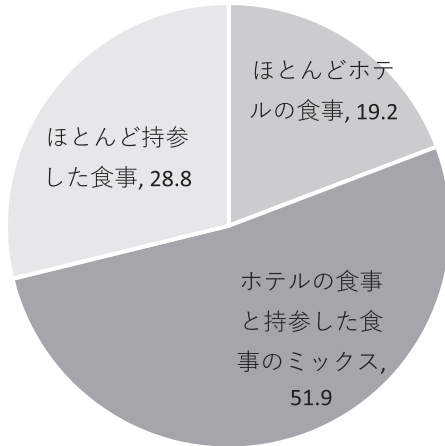
第22回アジア陸上競技選手権大会後のアンケートについて報告した。今後もこのような報告を集積し、遠征中の適した食事環境の整備に役立てたい。

参考文献

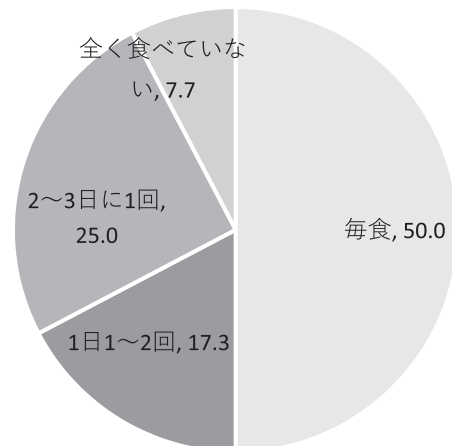
- 1) 加藤穰 (2016) 世界競歩チーム選手権 帯同報告. 陸上競技研究紀要, 12:177-178.
- 2) 鳥居俊, 村上博之, 田村佑実保 (2016) 第31回オリンピックリオデジャネイロ大会チームドクター帯同報告. 陸上競技研究紀要, 12:168-171.
- 3) Stefen, R., M. Rickenbach, U. Willhelm, et al. (1987) Health problems after travel to developing countries. J. Infect. Dis, 156:84-91.
- 4) 山澤文裕 (2004) 海外遠征で注意を要する感染

図1アンケート結果 単回答問題

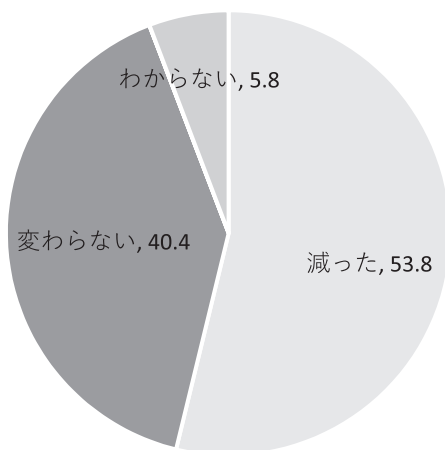
a 質問1「食事をどのように取りましたか？」



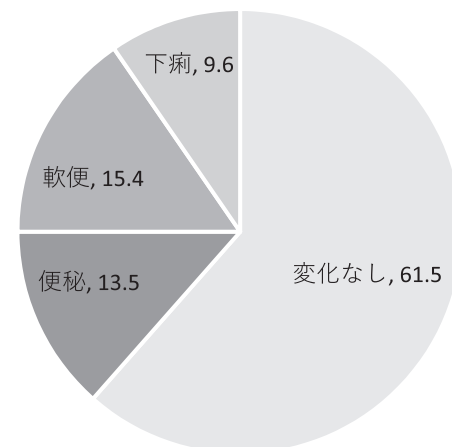
b 質問2「食事をどれくらい取りましたか？」



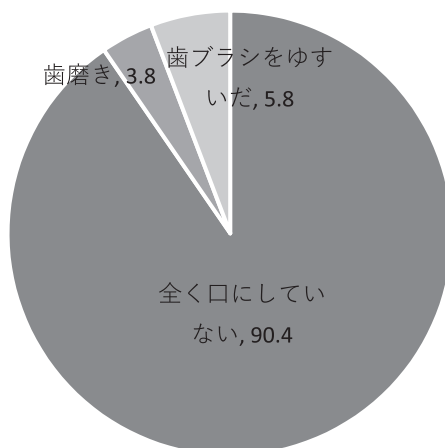
c 質問5「体重の変化はありましたか？」



d 質問7「通常の試合前と比較して便通に変化はありましたか？」



e 質問8「水道水をどれくらい口にしていますか？」



f 質問9「食器をどのように使用しましたか？」

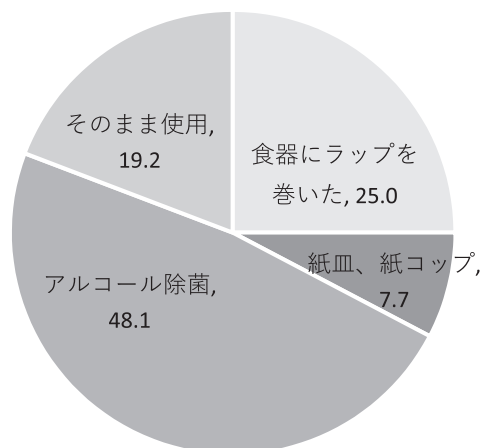
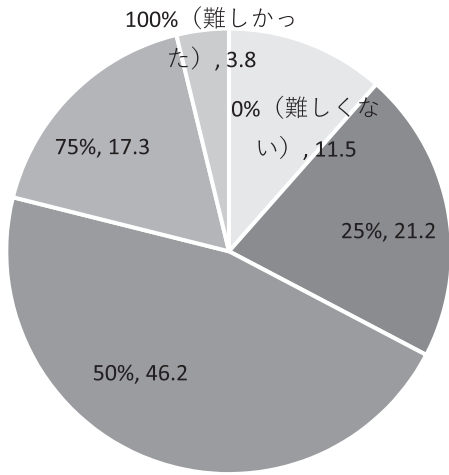


図1 つづき

g 質問11「現地のコンディションは難しかったですか？」



h 質問12「食事が競技パフォーマンスに影響しましたか？」

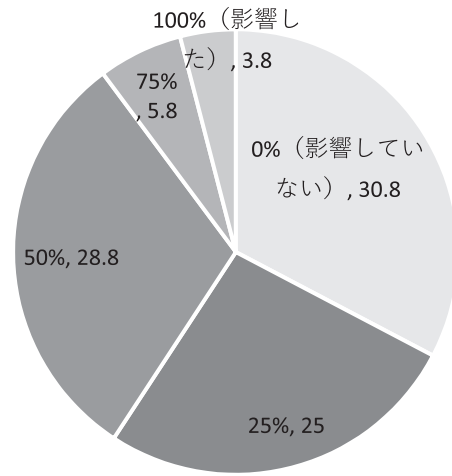
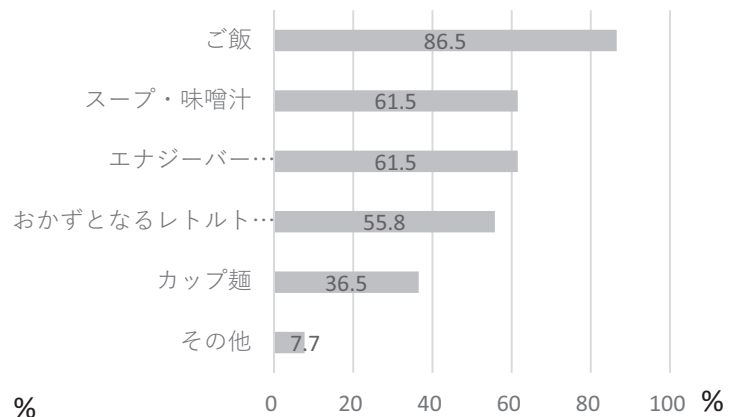
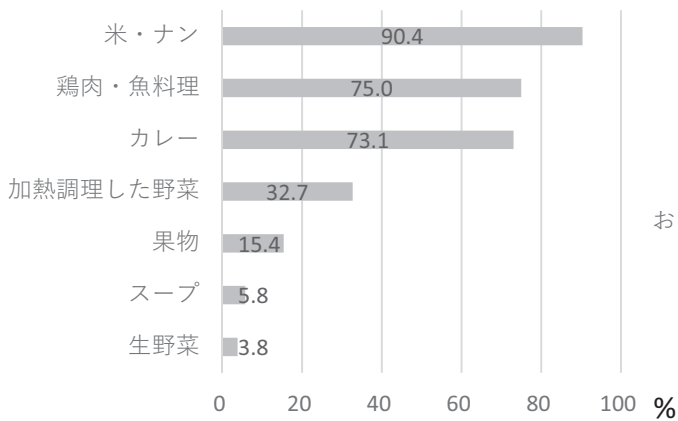
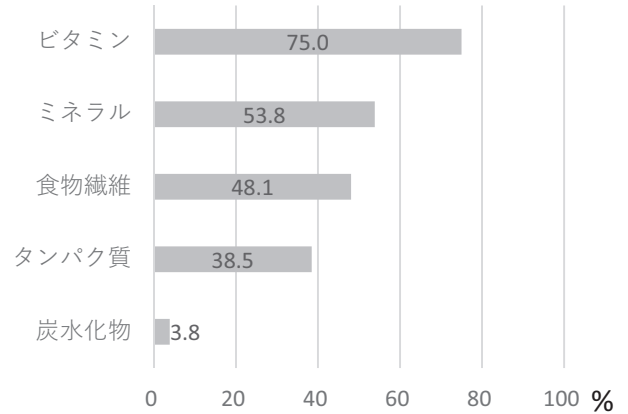
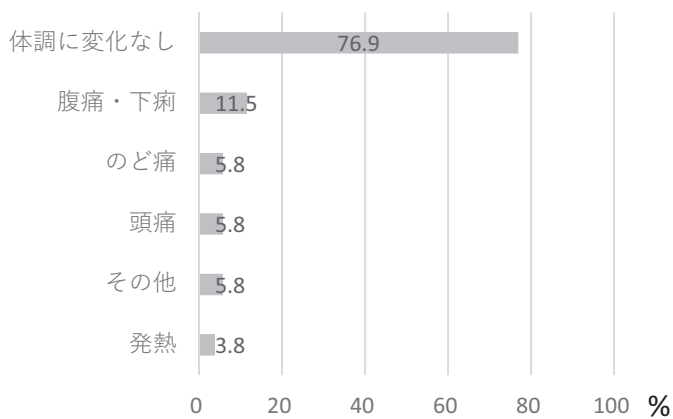


図2 アンケート結果 複数回答肢問題

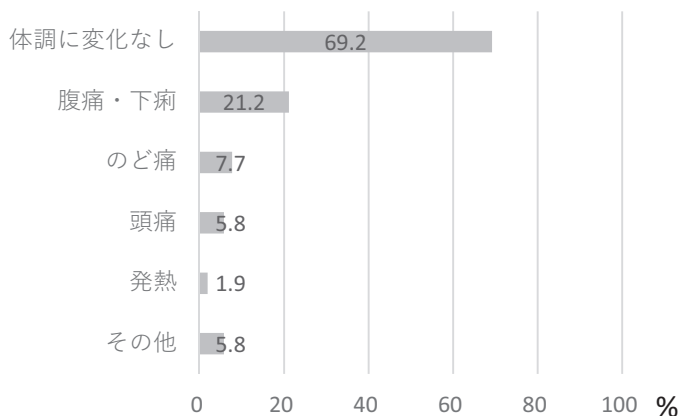
a 質問3 「ホテルの食事では何をとりましたか？」 **b** 質問4 「日本から持参した食物の種類は何ですか？」



c 質問6 「インドに入って体調が悪くなりましたか？」 **d** 質問10 「不足していたと思う栄養素はありますか？」



e 質問13 「帰国後、体調が悪くなりましたか？」



U20 世界陸上競技選手権大会 (2016 / ビドゴシチ) 帯同報告

鎌田浩史

日本陸上競技連盟医事委員

【はじめに】

2016年U20世界陸上競技選手権大会が2016年7月19日より7月24日までの5日間、ポーランドのビドゴシチで開催された。今回、この大会に帯同してメディカルサポートを行ったので報告する。

選手団は男子選手30名、女子選手14名、スタッフ12名、合わせて56名で構成された。メディカルサポートとしては、1名の医師および男女1名ずつ2名のアスレティックトレーナーが帯同した。

当初この大会はロシア・カザンで開催される予定であったが、ロシア内における組織的ドーピング問題により、急遽開催地が変更し、2008年に大会実績があるこの地が開催地に決定した。ちなみにこの大会に出場する資格は1997年1月1日以降に出生した選手となっていた。

【渡航まで】

ポーランドは先進国でもあり、環境に関しては感染症拡大などはなかった。ホテルなどの宿舎、食事などの衛生面でも問題の少ない地域であることを確認した。もちろん、遠征時における通常の衛生管理(水、食事など)には十分気を配る必要がある。幸いに気候も良く、極端な環境への対策は必要ないという印象であった。

持参医薬品の準備に関しては、JISS上東薬剤師に依頼しまとめていただいた。今回は、特殊な地域(下痢や脱水の多い地域)ではなかったため、通常の薬品一式を準備することとした。

派遣前に選手のコンディショニングに関する調査を行った。医事委員会、トレーナー、監督、強化、事務局との連携が非常に良く、事前にさまざまな情報を収集することができた。直前にはアジアジュニアも行われていたため、そこに出場した選手に関しては、帯同した医師、トレーナーから情報を引継ぐ

ことができたためスムーズであった。

気になったものとして、内転筋肉ばなれ、足関節靭帯損傷、肘内側側副靭帯障害、下腿の痛み(疲労骨折疑い)のある選手があげられた。いずれも、監督、トレーナー、関わっている医師とも早々に連絡を取ることができ、大会までに行うべき対応についてまとめることができた。

通常通りのメディカルアンケートを実施した。これは、派遣前の選手の状態を把握するだけでなく、使用している薬品、サプリメント、アレルギー、既往歴なども確認することができ、非常に重要である。コンディショニング的には、先述の症状以外には大きな問題を抱えている選手はいなかった。

使用している薬剤、サプリメントはいつも悩まされる。ジュニアであるため多くは指導者や保護者から渡されているものが多く、把握が困難なものがある。今回は高校生が少なかったためある程度自分で把握できるものであったが、ユンケル皇帝顆粒、キョーレオピンなど、種類によっては含有される成分にドーピング違反に該当するものがあり、(幸いに今回は問題なかったが)十分な確認が必要である。

【出発前から渡航】

選手団は7月13日に成田市内のホテルで結団式を行った(翌7月14日に渡航、7月26日に帰国)。結団式では今までのジュニアでの日本選手をまとめたモチベーションビデオが上映され、一気に気分が高揚した。その後選手団役員紹介・選手団紹介があった。メディカルサイドからは体調管理、サプリメント、衛生状態、などについて説明を行った。個人的には何度となくジュニアに帯同していることもあり、監督、コーチ陣、トレーナーとはコミュニケーションが十分にとれ、積極的に情報交換できる環境にあった。

ポーランドの直行便がないため往路はフランクフ



ルト経由であった。12時間程度のフライトであったが、以前に比べて座席や間取りに余裕があるのか窮屈な印象が少なかった。選手からも苦痛や不調を訴える声はなかった。経由地のフランクフルトで1泊したが、選手たちはさっそく体を動かさずじっと環境になれるように準備を始めていたが、想像以上に涼しく戸惑っている印象があった。

翌日にポーランドのビドゴシチへ空路にて向かった。機体が小さいため昨日のうちにチーム荷物とポールは陸路送られていたが、医薬品のバッグは肌身離さず持っていた。

【環境・ホテル・会場】

ビドゴシチは人口約37万人で今までに世界ジュニア、クロスカントリーの実績実績がある。穏やかで安全な街で、路面電車が大きな交通手段となっている。水路も発達しており非常にきれいで落ち着いていた。

日本選手団が使用したホテルは以前より大会などに使われていた様（以前の大会で宿泊を経験したコーチもいた）で食事、衛生面、室内など行き届いている印象であった。食事はビュッフェ形式であり、バランスを取りやすい食事が提供され、毎日少しずつ内容が変わっていた。いつものことながら、生野菜、果物、生物には注意するように指示を出していたが、食事や水にて腹部症状のでた選手はいなかった。

ホテル周囲の環境も良く、選手たちが朝練などを



行うには安全であった。ただし、路面は石畳も多く、走る路面を考える必要があるところがあり足場には注意が必要であった。

会場まではシャトルバスで15分程度。シャトルバスだけではなく路面電車でも会場へ向かうことができたためストレスはなかった。サブグラウンドには室内練習場もあり、雨風をしのぎながら練習できる環境にあった。大会期間中を通じて、WBGTは20-24℃程度、湿度30-60%、小雨が降ると涼しく、少し肌寒かった。

ホテルではいつものように一室をトレーナールームとして使用し、時間を決めてケアにあたった。

【大会期間中医務活動】

出国前より問題を抱えていた選手を特に注意深く確認しながら医務活動を行った。

いずれの選手も、トレーナーのストレッチ、ケア、テーピングなどにより回復傾向を示し、コー





チと相談しながら試合に出場することができた。特に心配されていた選手は、消炎鎮痛剤、局所注射、テーピングのもと出場したが、ベストの状態ではなかったため、期待された成績を収めることはできなかった。もちろん出場後に関しては、最大限のアフターケアを行い帰国後の指示やドクターに引き継ぐこととなった。

試合中に起こったケガとして、足関節捻挫を受傷した選手がいた。投擲の踏み込みにてひねってしまい、投擲ができない状況となっていた。メディカルスタッフとしてこのような急性発症の際に悩むところであり、競技場内に入ってよいか困ってしまった。最終的には、中には入らず外から指示を出しながら、救急処置を行っている会場内のメディカルスタッフに依頼して応急処置をしてもらった。しかし、後で確認すると、しかるべき手続きを踏んで許可をいただければ競技場内でのケアは問題なことが分かった。ルールを十分に理解していればもう少し選手のプラスになる活動ができた可能性があり、非常に残念であった。

選手と10日程度一緒にいるとコミュニケーションが取れるようになってくるのがうれしかった。慣れてくると、抱えている障害や問題を伝えてくれるようになり、トレーナーや関係者ともDiscussionできる様になった。中には、疼痛を長い間自覚しながらも、病院受診なく障害についても安易に考えている選手がいた。選手にはコーチと相談の上医療機関を受診ししかるべき対処方法について検討する必要があると説明することができ、選手も納得してくれた。

今回も監督のご配慮で、『陸上競技ジュニア選手のスポーツ外傷・障害調査：インターハイ出場選手調査報告～第1報（2014年度版）～』を配布し、同年代の陸上選手が抱えている問題点について改めて整理し、選手たちに認識してもらえるように指導することができた。2017年には～第2報（2016年度版）～も刊行され、今後も積極的に啓蒙と指導をしていきたいと考えている。



さらに、医事委員会のプロジェクトとして実施している『時差症候群に対する対策』のアンケートも実施した。選手には負担のかかるアンケートではあったが、時差対策に結びつく貴重な調査であり、選手は快く対応してくれた。数日分を除いてほぼ100%の回収率であった。今後、医事委員よりまとめて報告する予定である。

【ドーピングコントロール】

大会前日に大会前検査が行われた。朝ジョギングをしている最中に長距離選手5人に対してコールがありそのままホテルに設置されたステーションにて、血液採取が行われた。すぐに採血が行われる状況となったが、自分の把握しているルールでは、運動終了後2時間待機する必要があると認識していたため、DCOに確認してもらい（選手には申し訳なかったが）2時間待機の上で実施をお願いした。血液検査初めての選手ばかりであったが全員問題なく検査を実施することができた。

大会開催中の検査は、入賞者を中心に行われており、日本選手では男性2名、女性1名に対して検査が行われた。さらに、4x100mRではU20アジア記録タイがでたため、われわれより申請の上この4人に検査を行ってもらった。

競技場に設置されたDoping Control Stationは雑然としていて、人の往来が多かった。十分な説明もなく、また、DCOも分かりづらく、誰に何を言ったらよいのか分からない状態であった。選手に尿意があってもブースが少ないためすぐに対応してもらえなかったが、選手が苦痛を感じるようになったため、報告し検査を要求した。検査が開始され滞りなく済んだものの、選手に後で聞くと、尿検査時に検査員がよく見ていなかったとのこと・・・若干不慣れなコントロールであったものと思われる。

【大会成績】

本大会の成績は、4x100mR ではU20 アジア記録タイで銀メダル、110mH (99.0 cm) では古谷拓夢選手がU20 アジア記録で銅メダル、その他 14 選手が入賞を果たす優秀な結果であった。残念ながら入賞を逃した中でも自己記録更新を成し遂げた選手も多く、充実した大会であったと思われる。

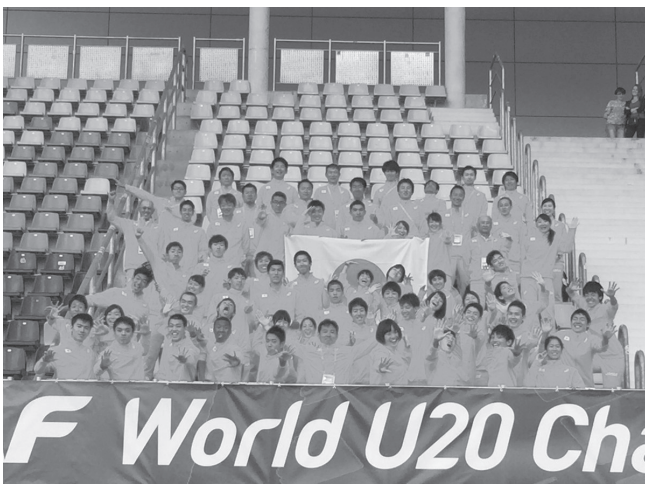


ついて早急に報告し、選手の安全な育成と強化、教育につとめていくことが望ましいと考える。そのためには、陸連事務局、強化、医事の連携を強くし、コミュニケーションを取り続ける必要がある。

【まとめ】

ジュニアの大会では、事前に選手のコンディションの状態が把握しづらく毎回戸惑うところである。事前のメディカルアンケートだけでは把握できないことや、選手がなかなか申告しない障害の状況を把握することが必要になる。今回は直前に行われたアジアジュニアの情報や、積極的にメディカルサポートを行っている選手が多かったためか比較的事前に情報を収集することができ、対応は十分であったかと思われる。ただし、中には以前より抱えている障害に対して、認識やケアが十分でない選手もいることから、さらに積極的なアプローチが必要かと考える。

また、陸連で実施している『ジュニア選手のスポーツ外傷・障害調査』『時差症候群に対する対策』に



第16回 IAAF 世界陸上競技選手権大会帯同報告

鳥居俊¹⁾ 田畑尚吾¹⁾

1) 公益財団法人日本陸上競技連盟医事委員会委員

1. はじめに

第16回 IAAF 世界陸上競技選手権大会は、2017年8月4日から13日までの10日間にかけて、イギリス・ロンドンで開催された。大会及び事前合宿におけるメディカルサポートについて報告する。

2. 選手団の構成

尾縣専務理事が団長、伊東強化委員長が監督を務め、選手団は役員32名(男性29名, 女性3名)、選手48名(男子34名, 女子14名)であった。メディカルスタッフは、医師2名(整形外科:鳥居, 内科:田畑)、トレーナー3名(男性2名; 常友, 砂川, 女性1名; 宮澤)に加えて、事前合宿地に医師田原と男性トレーナー松尾の体制だった。

3. 代表決定～派遣前

3月17日にマラソン代表(男子3名, 女子3名)、4月20日に競歩代表(男子6名, 女子1名)が決定し、日本選手権終了後の6月26日に、男子15名(短距離4名, 障害4名, 跳躍4名, 混成2名)、女子長距離4名がトラック&フィールドの代表として決定した。7月12日に男子2名(障害)、女子1名(投擲)、7月18日に男子1名(長距離)が代表に追加

された。7月25日には4×100mR及び4×400mRが出場権を獲得し、代表候補選手として、男子6名の派遣が決定した。また、7月27日から28日にかけて、IAAFからのInvitationで男子1名(投擲)、女子4名(障害2名, 投擲2名)が代表となった。

派遣前のコンディションチェックの手段として、例年通りのメディカルアンケートを実施し、現在の怪我や疾病の状態や内服薬・サプリメントなどに関する情報を収集した。また、今回新たな試みとして、LINE@ (ラインアット) を用いた週間コンディションチェックを実施した。LINE@でJAAFメディカルのアカウントを作成し、代表選手を登録し、一斉送信機能を用いて、コンディションに関するアンケートを実施した。従来は事前合宿地や選手村におけるコンディションチェックは紙ベースで実施していたこともあり、例年回収率の悪さが課題となっていたが、本大会では、事前合宿地到着日、選手村入村日、レース2日前のコンディションチェックもLINE@からアンケートのURLを送信し、スマートフォンからweb上で回答できる形式としたことで、いずれのタイミングにおいても、選手全員からデータを回収することができた(回収率100%)。アンケート結果を直ちにエクセル化し、メディカルスタッフ、強化委員長及び担当コーチの間で情報共有し、選手のコンディションの把握に努めた。スコアが低い選手や、痛みがある選手に対しては、メディカルスタッフから直接本人もしくはコーチに連絡をとり、最新の状況を聴取した。週間コンディションチェックは7月10日から開始されたが、マラソン・競歩に関しては、代表決定から3～4ヶ月が経過したタイミングであり、今後は代表決定直後より随時コンディションチェックが開始できるような体制づくりが必要と感じた。

また、今回はJISSでの派遣前のメディカルチェックがなかったため、気になる箇所の画像チェックや血液検査が行えなかった選手もいた。全選手をまと

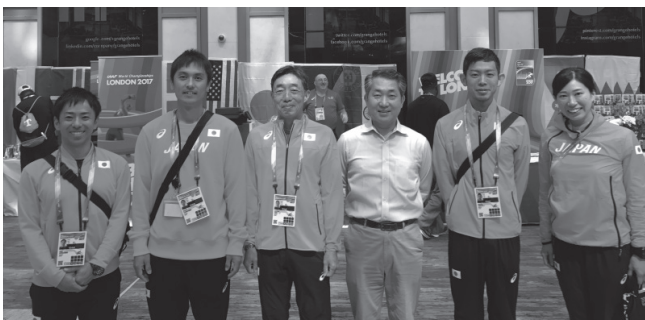


図1 メディカルスタッフと山澤医事委員長

めて診察する機会がなく、鳥居が国内の合宿地に直接足を運び、選手のコンディション確認を行った(競歩@千歳, 短距離@山梨)。7月28日には、英国大使館にて壮行会が開催され、その場で選手のコンディションの最終確認ができたが、女子選手の参加は投擲の1名のみで、直前に問題発生の多い長距離の代表選手は不参加であり、チェックができなかった。その他、メディカルサポートマニュアルも作成し、現地での注意事項について選手に情報提供を行った。

ドクターズバックは事前合宿地用と選手村用で2セット手配した。通常のセットに加え、エピネフリン添加キシロカイン、弾性包帯の大型(17.5cm幅)を追加した。持参薬に関しては、一般名、製品名、形状、用量、個数について、事前に規定のフォームに記入し、大会側へ申請した。また、世界陸上にチームドクターとして帯同するにあたって、イギリスのGeneral Medical Council (GMC) に登録が必要であるとのメールがあり、医師免許証の英語版、大学の卒業証明書の英語版などの提出を求められたが、事務局に確認してもらったところ、日本から持参する薬を使用するだけであれば登録は不要であることが分かり(イギリス国内で処方箋を出すのであればGMC登録が必要)、手続きはせずに済んだ。

4. 渡航及び現地の状況

選手団の第一陣は、7月28日午前羽田空港から出国し、12時間のフライトを経て、同日16時過ぎにロンドン・ヒースロー空港へ到着した。ロンドンは緯度が高く、日本に比べて10℃以上気温が低く、特に朝晩は冷え込み、12～13℃前後まで気温が下がるため、夏季の大会ではあるが、暑さの心配はなかった。日中は18～20℃程度まで気温が上がる日が多かったが、天候が非常に変わりやすく、にわか雨が降る日も多かった。

事前合宿地は2ヶ所に分かれており、短距離・ハ-



図2 英国大使館での壮行会

ドル・跳躍はブルネル大学、長距離・マラソン・競歩はセントメリー大学で練習をおこなった。いずれもロンドン西部の郊外に位置し、ヒースロー空港からバスで30分程度の距離にあり、敷地内にトラックとトレーニング施設があり、各ブロックで練習・調整を行った。居住環境も衛生面などは問題なく、いずれの合宿地においても、シダックスの管理栄養士・調理師が帯同し、日本食を作り、バイキング形式で選手・スタッフに3食提供した(セントメリー



図3 ブルネル大学の宿舎



図4 セントメリー大学の宿舎



図5 事前合宿での食事

ではスタッフは朝食のみカフェテリアで食べた)。ほとんどのマラソン選手がレース前にカーボローディングをしていたため、その期間は別メニューを作ってもらうなど、適宜対応がなされた。

以後、他種目の選手も徐々に事前合宿地に入り、8月1日以降、選手村のホテルに移動した。日本チームが宿泊した Grange St. Paul's はロンドン中心部に位置する5つ星ホテルで、周囲の治安も良く、ホテル内では快適に過ごすことができた。地下1階にトレーナールームを設置し、医学的な処置や診察も、基本的にはトレーナールームで実施した。ホテル内に大会側の医務室があったが、日本チームは使用しなかった。選手村での食事は、3食ホテルのバイキングを利用した。洋食中心のメニューで、品数も豊富だった。

メイン会場のオリンピック・スタジアムは、選手村のホテルからバスで40分程度とやや移動に時間を要したが、収容人数60,000人のスタジアムは連日満席だった。スタジアムと隣接する形でサブト



図6 選手村のホテル



図7 ホテルでの食事

ラック（ウォームアップ場）があり、チームテントはフィールド内に設置された。その他に Newham に Training Venue（トラック、室内練習場、投擲練習場）があり、練習場として利用した。いずれもバス移動（30～60分間隔）であったが、大会側から公共交通機関の利用券“Oyster Card”が配布され、バスや電車の利用も可能であった。

5. 現地での医療活動

1) 整形外科的疾患

事前合宿地での新たな外傷発生はなかった。大会前から保有していた障害に対しての内服を継続している選手はいたが、新たに内服処方を要する選手はなかった。また、直前に国内での合宿中にハムストリング起始腱損傷、足関節部腱鞘炎がそれぞれ長距離選手で発生し、事前合宿地で診察し、前者に対しては内服治療を開始しレースまで継続したが、後者は国内合宿中に連絡を受けて内服や外用剤治療を行ってきた結果、練習中の疼痛はほぼ消失していた。

大会中の外傷では、男子200m選手が予選後から右ハムストリングの張りを訴え、決勝では後半に疼痛のためスピードを上げられなかった。直後に診察、後日サブトラックに設置されたメディカルルームで超音波検査を受けた。結果、右ハムストリングの1型損傷と起始腱障害（これは慢性・急性変化の可能性もあり）の診断となった。

短距離・リレーの選手の1名で、腰痛のためパフォーマンス低下があり、診察により腰椎分離症が疑われ、中学時に強い腰痛既往があったことから分離症症状の増悪と考えた。

これまでも膝水腫既往のある女子投擲選手が、試合の翌日より膝の腫脹を訴え、翌々日可動域制限



図8 大会中のスタジアムの様子

が強まったため診察，穿刺により 30 cc の関節液を排出，局麻剤とヒアルロン酸注入をしたが，伸展制限は改善せず，半月損傷によるロッキングを疑った．帰国後の精査・治療を薦めた．

十種競技選手の 1 名は，1 日目の午前の 3 種目終了時に膝痛を訴え診察したところ，腓腹筋外側頭の疲労性損傷と考えられ，ロキソニンの内服で午後の種目に臨んだ．2 日目も内服を継続し，膝蓋腱痛も現れたが，最終種目まで競技を行うことができた．

2) 内科的疾患

本大会における最大の内科的問題は，選手村の一つ，The Tower Hotel におけるノロウイルス胃腸炎の集団発生である．8 月 7 日（大会 4 日目）にボツワナ選手が胃腸炎のため欠場を余儀なくされ，SNS を通じて情報が拡散された．8 月 9 日には緊急のメディカルミーティングが開催され，経過と感染拡大予防のための対応法について，大会のメディカルチームから説明がなされた．同日の段階で，The

Tower Hotel に宿泊しているドイツ，カナダ，プエルトリコなどの選手団を中心に，突然の嘔吐・下痢をきたした選手が 40 名発生し，その一部は検査でノロウイルスが確認された．イギリス国内のルールで，発症者は 48 時間の隔離が必要なため，ノロウイルス胃腸炎と診断された者は，AD カードに情報が登録され，スタジアムに入場できないよう規制されるとのことであった．前述のボツワナの選手のケースでは，病原菌を確定するための検査は実施されなかったようだが，臨床症状と周囲の状況から感染性胃腸炎と診断された経緯があり，隔離の必要性があったのか，議論的となった（大会側の救済措置により隔離解除後に 200m の予選が行われ，決勝進出を果たしたが，400m 決勝は隔離期間内であり棄権）．幸い日本チームでは感染性胃腸炎を疑う症状をきたした選手・スタッフはいなかったが，サブトラックや練習場では他国の選手とトイレを共用せざるを得ない状況であったため，手洗いと消毒を徹



図 9 ハムストリング損傷の診察



図 11 サブトラックのトイレに急遽設置された手洗い場



図 10 膝関節の穿刺



図 12 発熱と右下腹部痛の選手の診察

底するよう呼びかけた。

日本選手団の内科的疾患としては、男子短距離選手1名が個人種目出場後に腹痛、発熱をきたし、診察上、右下腹部に限局した圧痛と反跳痛を認め、急性虫垂炎が疑われたため、LVFX内服による加療を要した。抗菌薬開始後は、腹部症状も数日で軽快し、解熱したため、抗菌薬は5日間で終了し、リレーには出場することができた。

レース直後の対応としては、男子マラソン選手1名がゴール直後に極度の疲労と手足のしびれのため、起立困難となり、救護所に車椅子で搬送された。グリコーゲン枯渇による低血糖症状が疑われ、コーラなどの清涼飲料水を1500ml程度飲み、症状は軽快した。回復後に簡易血糖が測定され、160mg/dl前後と低血糖はなかった。

同様に、男子20km競歩選手1名もレース終盤からふらつき症状がみられ、ゴール直後に倒れ、過呼吸発作をきたし、担架で救護所に搬送された。搬送直後は意識レベルの低下（GCS：E3V2M6）と、過呼吸に伴う血圧上昇、モニター上は洞性頻拍を認めたが、5分程度で呼吸状態も安定し、意識も回復し、会話可能となった。レースの時間帯は気温20℃、湿度40%であったが、日差しが強く、日陰が少なく直射日光を受けるコースであり、熱中症と脱水によるふらつきであったと推測された。救護所で直腸温の測定が試みられたが、選手の抵抗が強くうまく測れていない様子だった。またこの選手は以前から練習で追い込むと過呼吸発作を起こすことがあるとのことで、メンタル的なサポートの必要性を感じた。ホテルに戻ったあとも嘔吐、軽度の頭痛がみられ、安静と水分補給で経過をみたが、バイタルは安定しており、翌日には症状経過し予定通りの帰国となった。

事前合宿中には、男子障害選手1名がロンドン入り直後に38℃台の熱発と咽頭痛をきたし、ウイルス性咽頭炎の診断で内服加療を要した。以後、速やかに解熱したが、数日間は隔離対応とした。選手村入村時には症状は軽快しており、レースには予定通り参加した。その他、軟便・食思不振（1名）、胃部不快感（2名）など見られたがいずれも軽症で、数日間の対症療法で症状消失したため、いずれの選手もレースには問題なく参加することができた。

貧血関連の問題としては、長距離の女子選手1名が、6月の血液検査でフェリチン11ng/mlと普段より低値であったが、その後高地トレーニングをした後のフォローができないままロンドン入りしてしまつたと、コーチから相談を受けた。ドクターズ

バックに鉄剤があれば処方してほしいとの希望があったが、携行医薬品に鉄剤は含まれておらず、鉄剤を内服中の女子マラソンの選手から分けてもらう形となった。長距離・マラソン・競歩では、貧血及び鉄欠乏のリスクが高い一方で、不必要な鉄剤を長期継続しているケースもあり、派遣前のメディカルチェックがない場合にも、直近の血液検査の結果を確認できるような体制を作ることが必要であると感じた。

6. ドーピング・コントロール

OOCTに関しては、長距離（女子4名）・マラソン（男子3名、女子3名）・競歩（男子5名、女子1名）のほぼ全員が、ホテル内のドーピング検査室で血液検査を実施された。検査対象の選手が到着する前から、検査員が対象者の名前の書かれた通告書をスタッフに見せてくることが多く、ドーピング検査があることは事前に把握できるケースがほとんどだった。医師が不在の時間帯では、コーチに付き添いをお願いした。

本大会期間中のICTの対象者は、短距離（男子3名）、マラソン3名（男子2名、女子1名）、障害1名（男子1名、女子1名）であった。スタジアムではミックス・ゾーンから控え室に移動する途中にシャペロンが待機しており、控え室の隣室がステーションとなっていた。ICT対象者のセレクト方法に関する詳細は不明だが、順位ではなく、国や選手で選ばれている印象を受けた。決勝種目だけでなく、予選終了後に通告され検査を受けた選手も複数名いた。

サブトラックでは、Athletics Integrity Unitが主催するアンチ・ドーピングに関するアウトリーチのブースがあり、通報制度などに関する意識調査のためのアンケートが実施されていた（チームメイトがドーピング違反をしているところを発見したらどうするか？内部通報した競技者をどう思うか？等）。

7. IAAF メディカルアンケート

8月3日にメディカル・ブリーフィングが開催され、大会期間中のメディカルサポートについての説明会があり、その際にIAAFの研究の一環として、出場選手に対して、参加前のメディカルチェックに関するアンケートへの協力依頼があった。アンケートは個人情報、大会参加前の健康診断、自己ケ

アの3部で構成されており、全30問、回答時間は4-5分で、QRコードから日本語版のwebアンケートにアクセスができるシステムであった。トレーナールームにQRコードを掲示し、またLINE@を通じて選手へULRを送信し、任意で回答をお願いした。

8. 競技成績

本大会のメダル獲得及び入賞は、男子200m入賞1名(7位)、男子4×100mR 銅メダル、男子50km競歩 銀メダル・銅メダル・入賞1名(5位)であった。国別のメダルテーブルでは28位だった(計3, 銀1, 銅2)。今回の日本チームは初出場の選手も多く、若手中心の選手層であり、今回の経験をもとに、2019年の世界陸上ドーハ大会、そして2020年の東京オリンピックでも活躍してくれることを期待したい。

9. 総括

世界陸上ロンドン大会では、整形外科的及び内科的な諸問題の発生はあったものの、出場予定選手は全員試合に参加し、完走することができた。コンディションチェックにおいても新たな試みとしてLINE@を導入し、従来よりも迅速かつ効率的なコンディション把握が可能となった。メディカルスタッフ間でもLINEグループが作成され、諸連絡の伝達やファイルの共有のために頻用された。今後も選手のメディカルサポートにおいて、こうしたコミュニケーションツールの有用性は増していくものと思われる。また、メディカルチームとして選手のコンディションの問題をより早期に把握し対応していくためには、選手・コーチとの関係性の構築が不可欠であ

り、それと同時にコンディションチェックの有用性についてのデータをアピールしていくことも重要であると感じた。



図13 4×100m リレーメンバー (銅メダル)



図14 50km 競歩メンバー (銀メダル, 銅メダル, 5位入賞)

第16回 IAAF 世界陸上競技選手権大会における選手のコンディション把握について

田畑尚吾 鳥居俊 常友綾二
公益財団法人日本陸上競技連盟医事委員会

1. はじめに

第16回 IAAF 世界陸上競技選手権大会は、2017年8月4日から13日までの10日間にかけて、イギリス・ロンドンで開催された。日本陸連医事委員会では、オリンピック、世界選手権、アジア大会では、参加選手へのメディカルサポートの一環として、コンディションチェックを継続して実施しており、今回の世界選手権で9回目となった2009年開始当初のコンディションチェックは紙媒体がベースであり、回収率の低さが課題となっていたが、その後電子メールでの回答、webでの回答へと進化し、今回LINE@（ラインアット）を用いたコンディションチェックを導入した。実施方法とその結果、および運用方法などについて、従来との変更点も含め報告する。

2. 選手団およびメディカルスタッフ

今大会の日本選手団は、役員32名（男性29名、女性3名）、選手48名（男子34名、女子14名）であった。メディカルスタッフは、医師2名（整形外科：鳥居、内科：田畑）、トレーナー3名（男性2名；常友、砂川、女性1名；宮澤）に加えて、事前合宿地に医師田原と男性トレーナー松尾の体制だった。

3. 代表決定～派遣前のコンディションチェック

3月にマラソン代表、4月に競歩代表が決定し、日本選手権終了後にトラック&フィールドの代表が決定した。その後、7月末にかけてIAAFからのInvitationも含め、追加での代表が決定するという流れであった。代表決定後～現地入りするまでに、競技によっては数ヶ月の期間が開いてしまうため、その間の選手のコンディションの把握が極めて重要となる。

選手のコンディションチェックの第一段階とし

て、従来通りのメディカルアンケートを実施した。代表決定した選手にメディカルアンケートを送付し、整形外科的および内科的疾患の既往、現在の怪我の有無とその状況などコンディションに関わる情報と、アンチ・ドーピング対策として内服薬・サプリメントの摂取状況の確認などを行った（図1）。アンケート用紙の回収方法としては、選手が記入後に陸連事務局にFAXで提出し、PDF化したものを強化委員長、医事委員長、帯同メディカルスタッフで共有する形式であった。今回はJISSでの派遣前のメディカルチェックがなかったため、鳥居ドクターが国内の合宿地に直接足を運び、選手のコンディション確認を行った（競歩@千歳、短距離@山梨）。

渡航までの期間のコンディションを把握するために、今回も週間コンディションチェックを実施したが、本大会では、LINE@でJAAFメディカルのアカウント（図2）を作成し、代表選手とメディカルスタッフをユーザー登録した。

Googleフォームで作成したwebアンケートのURLをLINE@で登録選手へ一斉送信し、選手がクリックでwebアンケートへのアクセスができる形式とした（アンケート内容は図3参照）。アンケート結果（スプレッドシート）の閲覧権限はメディカルスタッフのみが有することとした。選手がアンケート入力し送信した際に、googleメールに通知がくるように設定し、アンケート結果を随時エクセルにまとめ、メディカルスタッフの間で情報共有した。未送信の選手に対しては、LINE@の管理者よりLINEで個別にメッセージを送り、アンケートの提出を促した。

7月10日（1回目）から週間コンディションチェックを開始し、ロンドンへの渡航まで毎週月曜日（7月17日：2回目、24日：3回目）にアンケートを実施し、選手のコンディションの把握に努めた。アンケートで“傷害あり”と回答した選手は、1回目：8名、2回目：11名、3回目：8名であったが、い

ロンドン世界陸上選手権大会 メディカルアンケート

記入日 年 月 日

名前	(男・女)	所属
出場種目	記録 (PB):	日付: 年 月
海外遠征経験 (有・無) 国名:	場所:	大会名:
ドーピング検査経験 (有・無)	使用可能薬物リストの所持 (有・無)	
身長 cm	体重 kg	生年月日 年 月 日 () 歳
連絡先 電話番号 自宅	携帯	
E-mail 自宅	携帯	
専任コーチ 名前	連絡先 (携帯電話)	

.....以下のアンケート記入者名 ().....

1. 整形外科的内容
 現在、競技や練習に支障のある怪我及び、過去1年間で競技・練習を休まなければならなかった怪我を全て記入してください。

時期	内容	休んだ期間	現在の状態
例 2015.11	右足関節捻挫	3週間	テーピングを巻いて練習をしている。
1			
2			
3			

2. 内科的内容
 過去1年間で競技・練習を休まなければならなかった病気を全て記入してください。

時期	内容	休んだ期間	現在の状態
例 2015.7	貧血	1ヶ月	薬剤を使用し定期的に検査している。
1			
2			
3			

3. 通常、服用する (もしくは、携帯している) 薬品を記入してください。

症状	商品名	成分
例 生理痛	パファリンA	アセチルサリチル酸・ダイブプロフェン(合成ロコカール)
1		
2		
3		

4. ドーピング禁止物質を治療目的で使用する場合 (TUE) を行っている。 (有・無)
 (気管支ぜんそく吸入薬などが対象になります。)

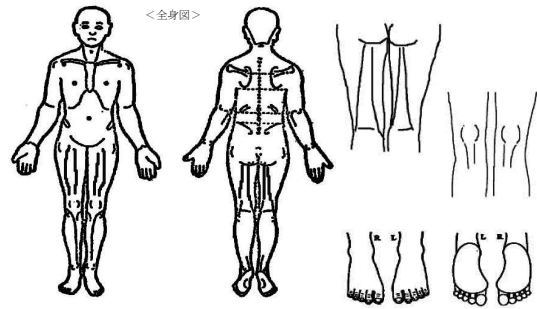
*喘息で吸入薬、内服薬などを使用している場合は、大会前、チームドクターに連絡してください。
 *これまでに喘息の症状の出た事のある選手は、必ずチームドクターに連絡してください。

5. 普段、使用しているサプリメント・栄養補助食品があったら記入してください。

日本語名	英語名	成分
例 アミノバイタルPND	—	アミノ酸・ビタミン
1		
2		
3		
4		

名前 () 所属 ()

6. 現在、競技はできるが気になる箇所 (けが・体調など) があれば、下記の全身図に気になる部位を○印を記し、いつ頃からどのような状態かを記入してください。
 (テーピングを使用している、超音波をあてると調子が良いなど)



7. 現在、治療中の病気、または定期的を受診している病気はありますか?
 疾患名 () 病院名 () 医師氏名 ()
8. 今回の遠征に専属トレーナーの方は帯同されますか? (Yes / No)
 また、普段コンディショニングや治療 (マッサージ・鍼治療など) に通院している方は、差し支えない範囲で結構ですので、以下のフォームにご記入してください。
 ※また、コンディショニングに関してコメントがあれば記入してください (自由にお書き下さい)
 担当者氏名 () (医療機関名:)
 連絡先: TEL () ()
 ; E-mail ()
 <自由記入欄>
9. 何かのアレルギーはありますか?
 (有・無) → 食物 () ・薬物 () ・その他 (花粉など) ()
10. 下記の予防接種について、わかる範囲でお答えください。
 麻疹ワクチン 接種済み 接種していない わからない 罹患した
 風疹ワクチン 接種済み 接種していない わからない 罹患した
 おたふくかぜワクチン 接種済み 接種していない わからない 罹患した
 A型肝炎ワクチン 接種済み 接種していない わからない 罹患した
 破傷風ワクチン 接種済み 接種していない わからない 罹患した
11. 女性の方のみ記入してください
 定期的な生理の有無 (無・有) → 無の場合、最後の生理はいつですか (年 月)
 生理痛の有無 (無・有) → (きつい、あまりきつくない、月によって違う)
 日常生活に支障がある (無・有)
 競技に支障がある (無・有)
 大会期間中に重なる可能性 (無・有)
 ※ 対処法 ()
12. 帯同ドクター及びトレーナーに対する要望があれば、下記または別紙に自由記載してください。

図 1. 日本陸連メディカルアンケート

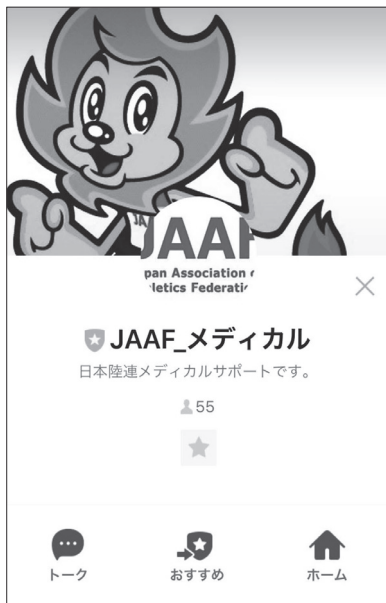


図 2. JAAF メディカルアカウント (LINE@)

れも“練習への支障はなし”と回答していた。メディカルスタッフで把握していない傷害についての報告があった選手や、スコアが低い選手に対してはその都度メディカルスタッフから直接本人もしくはコーチに連絡を取り、最新の状況を聴取した。3回の週

間コンディションチェックはいずれも 100% の回収率であったが、マラソンや競歩の代表選手は 3 月～4 月に決定しており、今後は代表決定した選手から随時週間コンディションチェックを開始できるような体制を作っていく必要があると感じた。

4. 現地 (事前合宿および大会期間中) でのコンディションチェック

ロンドンに移動後は、事前合宿地到着日、選手村入村日、試合 2 日前にコンディションチェックを実施した (図 4)。事前合宿地も選手村のホテルも Wi-Fi 環境が整っていたため、週間コンディションチェックと同様、LINE@ を介して web アンケートを実施した。アンケート内容は、週間コンディションチェックの内容と大きく変わらないが、選手と直接コンタクトが取れる状況であったため、より簡略化した内容とした (図 5)。結果に関しては、派遣前と同様にエクセルにまとめ、強化委員長、医事委員長、メディカルスタッフおよび各ブロックの代表コーチと情報を共有した。未提出の選手には LINE メッセージおよび直接声かけをして提出を促し、事

1. 氏名

※以下、10段階評価

- 練習強度(とても弱い～とても強い)
- 練習意欲(まったくない～とてもある)
- パフォーマンス達成度(これまでになく悪い～これまでになく良い)
- 寝付き(とても悪い～とても良い)
- 寝起き(とても悪い～とても良い)
- 食欲・食事量(とても少ない～十分である)
- 便通(とても悪い～とても良い)
- 疲労感(とても強い～まったくない)
- 全般的体調(とても悪い～とても良い)
- 今の自信と気持ちの安定感(大変落ち込んでいる～自信あり)

※以下、選択および記述式

- 傷害部位の痛み・張り:なし, あり(練習に支障なし), あり(練習に支障あり)
- 痛み・張りの部位はどこですか?:記述式
- 病院へ通院していますか?:していない, している(整形外科), している(内科・その他)
- 薬は飲んでいますか?:飲んでいない, 飲んでいる(報告済み), 飲んでいる(未報告)
- 薬は何のために飲んでいますか?:記述式
- 薬は何を飲んでいますか?:記述式

※女性のみ

- 月経(生理)はきていますか?:あり, なし

図 3. 週間コンディションチェックでのアンケート項目

※ 入力日または前回入力後からのコンディションを、項目ごとに自己評価する。1点はこれまでになく悪い、弱い、痛いなどで、10点はこれまでになく良い、強いとし、日頃と変わらない場合は5点とするよう、冒頭に説明あり。

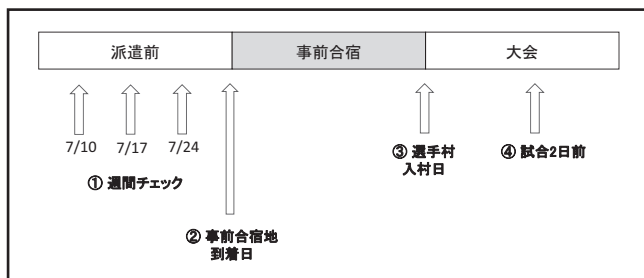


図 4. コンディションチェックのタイミング

前合宿地到着日、選手村入村日、試合2日前いずれのタイミングにおいても、回収率は100%であった。紙媒体を用いた場合と比較し、データ回収に要する時間や労力も軽減され、今後も主要競技会でのコンディションチェックにおいて有用であると思われる。

5. コンディションチェックの結果

初回の週間チェックの段階で代表が決定しており、事前合宿を経由して選手村入りした32名の選手に関して、全6回のコンディションチェックにおける平均スコアを図6に示す。世界選手権ということもあり国際大会の経験が豊富な選手も多かったため、全体的には試合に向けて体調や気持ちをピークに持っていくことができている印象を受けた。現地入り後には練習強度を減らし、疲労を軽減させるこ

1. 氏名

※以下、10段階評価もしくは記述式

- 練習強度(とても弱い～とても強い)
- 練習意欲(まったくない～とてもある)
- パフォーマンス達成度(低い～高い)
- 睡眠(悪い～良い)
- 食欲(ない～ある)
- 便通(悪い～良い)
- 疲労感(強い～軽い)
- 疲労がある場合、どこに疲労がありますか?:記述式
- 全般的体調(悪い～良い)
- 傷害部位の痛み(試合に支障あり～痛みなし)
- 痛みがある場合、どこに痛みがありますか?:記述式
- 今の自信と気持ちの安定感(落ち込んでいる～自信あり)

図 5. 現地コンディションチェックでのアンケート項目

とで、パフォーマンスの達成度や体調関連のスコアが上昇している傾向があった。ロンドン到着時には環境変化や時差のためか練習意欲や便通、食欲のスコアが一時的に低下したが、事前合宿での日本食の提供や時差ボケの解消に伴い、現地でのスコアは全体的に安定化した。

また参加後調査における選手の自己評価でのパフォーマンス達成度(0～100%)と、試合2日前の最終のコンディショニングチェックのスコアとの関連を図7に示す(参加後調査の詳細は鳥居ドクターの参加後調査のレポート参照)。試合2日前の練習意欲、パフォーマンス達成度のみならず、食欲と便通のスコアも、試合での自覚的なパフォーマンスの

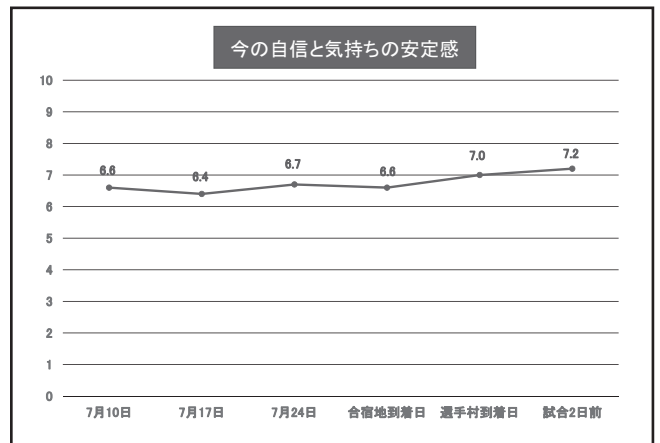
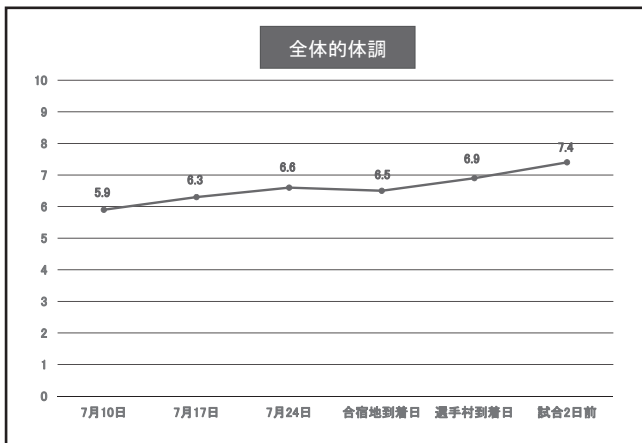
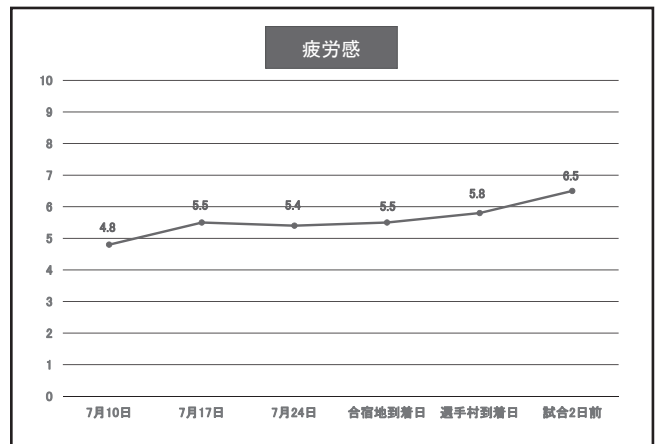
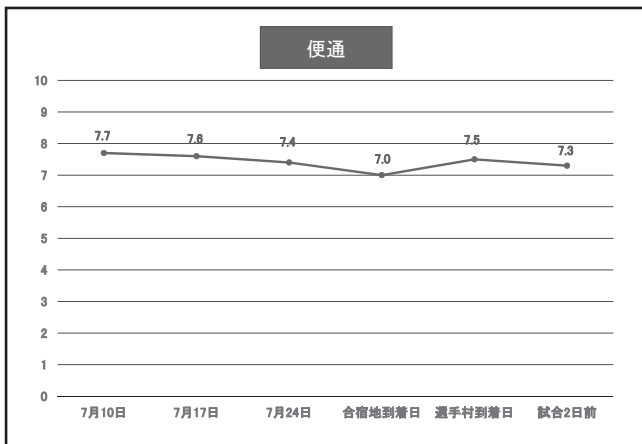
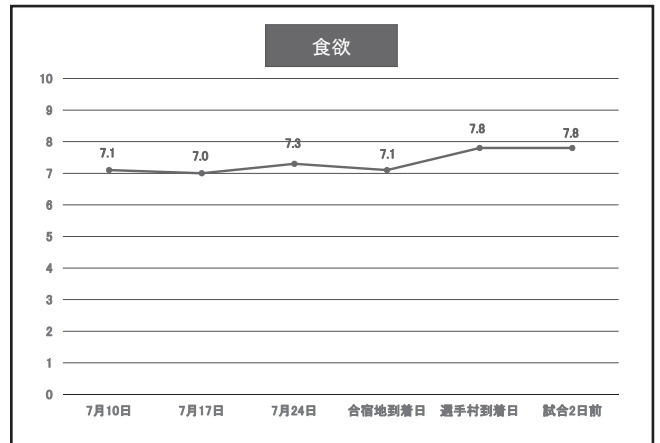
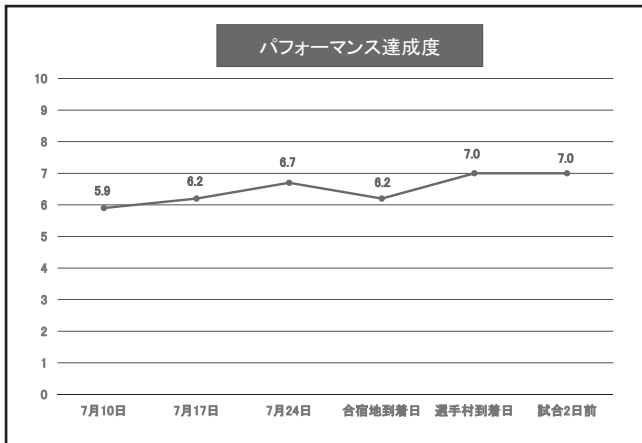
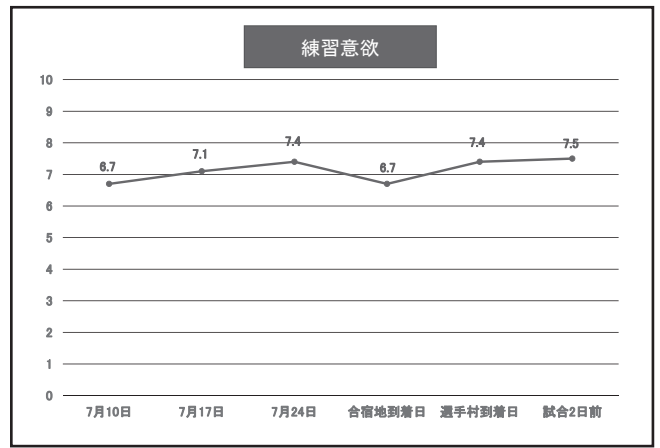
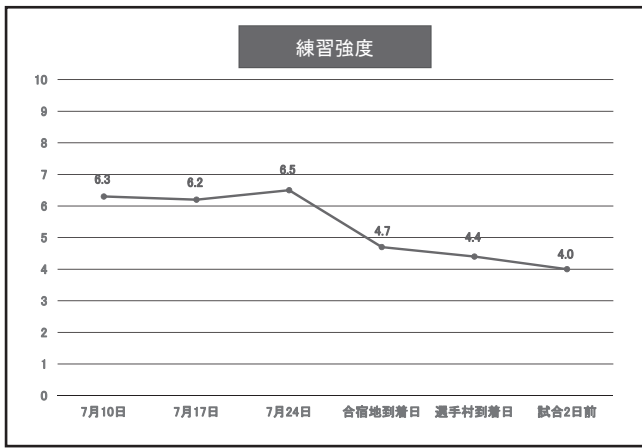


図 6. アンケート平均スコアの時系列

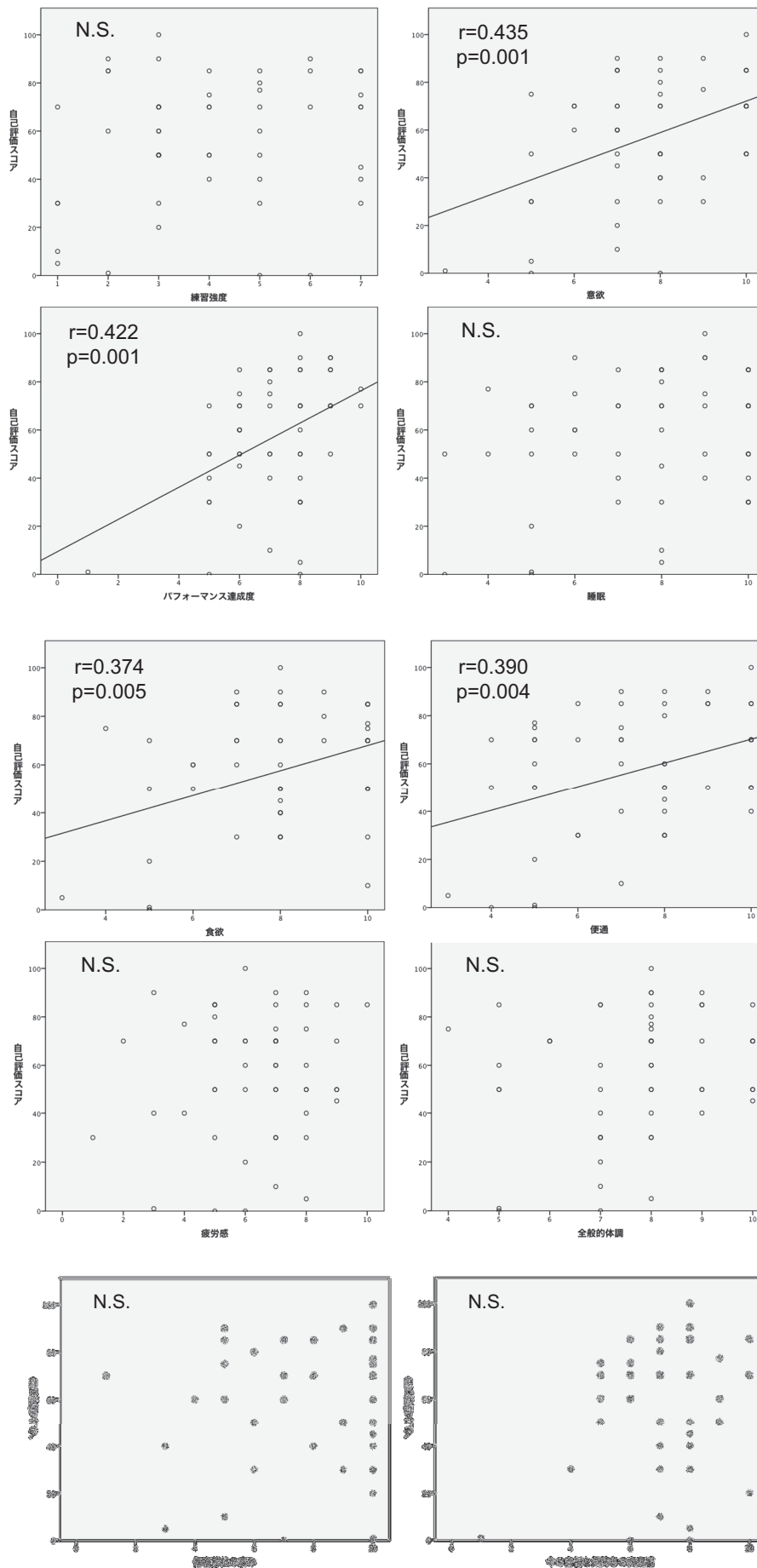


図7. 参加後調査でのパフォーマンス達成度の自己評価 (%) と試合2日前のコンディションチェックの結果との関係。(SPSSでPearson相関係数を算出し、 $p < 0.05$ を有意とした.)

達成度と正の相関関係を示しており、試合直前の食事や排便状況が良いほど、試合でのパフォーマンス達成度が高い、という興味深い結果が得られた。食欲も便通も現地到着後に一時的に平均スコアが低下したことを考慮すると、時差調整や環境馴化のために事前合宿を行い、日本食を提供したことは、それらのスコアを回復させ、パフォーマンスを向上させるために有用であったと考えられる。食欲と便通のスコアは腸と脳を含む全身臓器との連関の指標となると思われる。その他の指標に関しては、自覚的なパフォーマンスの達成度との相関はみられなかった。

6. 本法の限界

LINE@を用いたコンディションチェックは、多くの選手が日常的にLINEを使用していることもあり、選手からのレスポンスは早く、派遣前も現地でも全選手からアンケートを回収することができたが、選手およびメディカルスタッフがスマートフォンユーザーであることと、現地（事前合宿地および選手村）での通信環境が整っていることなど、いくつかの条件が揃っていないと導入は難しい。ロンドンは大都市であり、今回は問題なく運用ができたが、今後、発展途上国などWi-Fi設備が整っていない地域で本法を運用するのは難しいかもしれない。また本法でも毎回数名はアンケートが未提出でメディカルスタッフからの催促を要した状況があり、選手側のコンディションチェックに対する意識を高めていく必要性も感じられた。さらに、LINEはアカウントの乗っ取りや成りすまし被害も報告されており、メッセージングアプリケーションやSNSを介してデータ回収を行う際には、個人情報の管理に十分な注意を払う必要がある。

7. 総括

競技会のメディカルサポートにおいて、選手の怪我や体調不良を早期に把握し対応することは、メディカルスタッフの責務である。日本陸連医事委員会では、これまでも様々な手法を用いて、選手のコンディション把握に努めてきたが、本大会では新たにLINE@でメディカルチームのアカウントを作成し、LINEを通じてのwebアンケート実施を試みた。結果的にはスタッフの労力も軽減され、回収率も毎回100%を達成することができ、非常に有用であった。今後は、代表決定した競技から随時コンディショ

ンチェックを実施できる体制を作ること、また試合でのパフォーマンスレベルをより鋭敏に反映する項目を増やしていくことが課題であると感じた。

世界選手権ロンドン大会参加後調査

鳥居 俊^{1) 2)} 田畑尚吾¹⁾ 常友綾二¹⁾ 宮澤那緒¹⁾ 砂川祐輝¹⁾ 山澤文裕^{1) 3)}

1) 公益財団法人日本陸上競技連盟医事委員会 2) 早稲田大学スポーツ科学学術院

3) 丸紅健康開発センター

世界選手権ロンドン大会は2017年8月に開催されたが、日本選手団は7月末よりロンドン郊外に2か所の事前合宿地を設定し、時差調査や気候に順応して大会に臨んだ。渡航前から継続的な治療を行いながら参加した選手の他、直前に新たな受傷があり、国内で画像検査し事前合宿地で診察を行って方針を決めた選手もあった（詳細は別記）。

大会でのパフォーマンス達成度

選手自身が今大会で達成できたと申告した数値は0%から100%で、平均56%であった。性別に分けた分布を図1に示す。男子50km競歩の3名は90～

100%と自己評価も極めて高かった。

次に、性別、種目群別に本人申告の達成度の平均値を図2に示す。男子競歩、男子短距離、女子障害の達成度が高かったが、これらの平均値でも60～70%程度であり、国際大会で100%の達成には遠かった。

パフォーマンス低下の原因に身体的問題があった割合は、男子で62%、女子で38%であった（図3）。身体的問題のうち、整形外科的問題は男子で66%、女子で50%であり、残りは内科的問題であった（図4）。整形外科的問題として、ハムストリグ損傷やコンディショニング不良が6件（男子4件、女子2件）、膝痛2件（男子）、アキレス腱痛2件（男子）、その

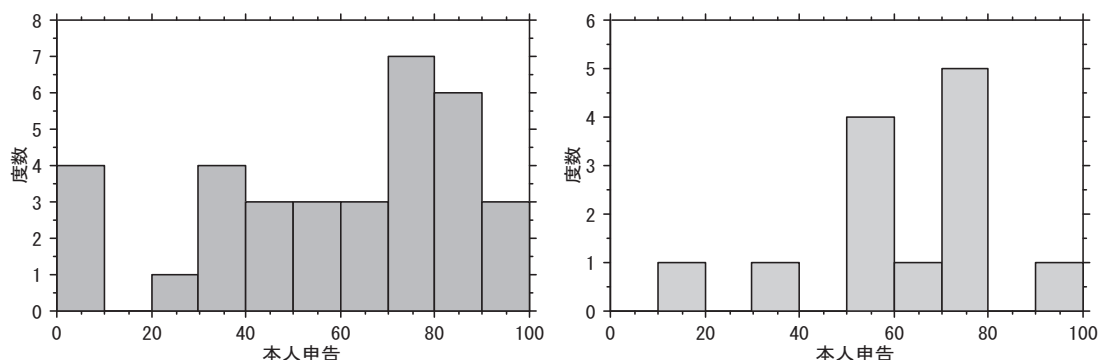


図1 本人申告のパフォーマンス達成度の分布（左；男子、右；女子）

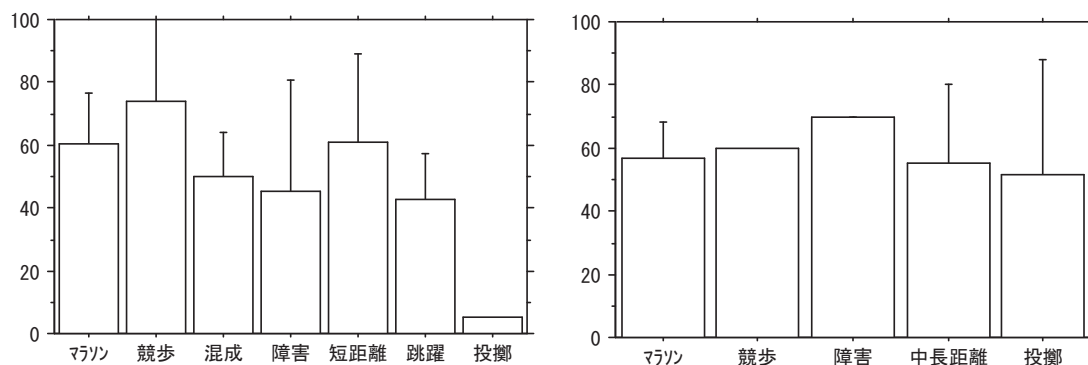


図2 性別、種目群別の達成度

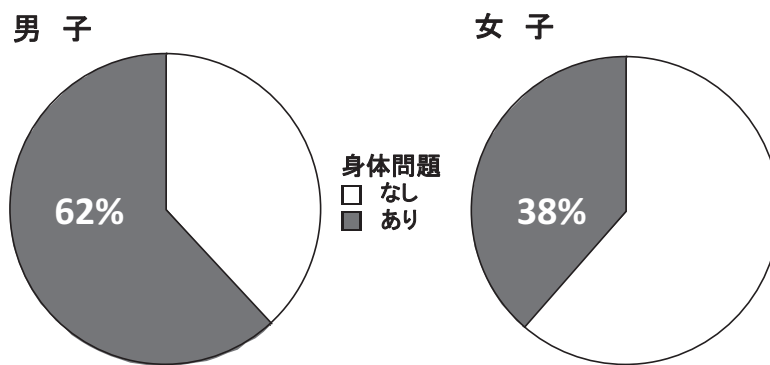


図3 身体的問題ありの割合

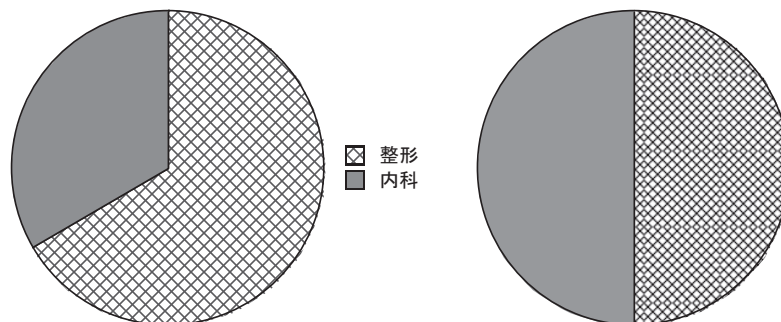


図4 身体的問題の内訳 (男子、女子)

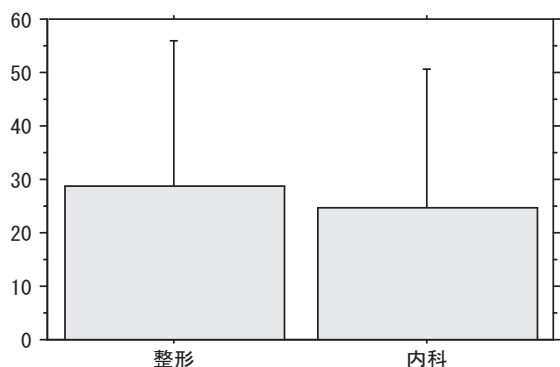


図5 身体的問題の種別による低下の程度

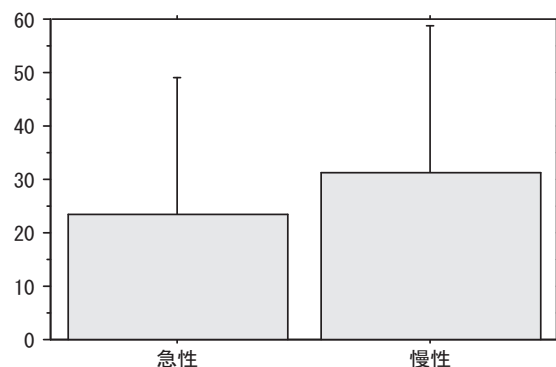


図6 問題発生経過による低下の程度

他に背部痛、頸部障害、腓骨筋腱障害、ハムストリング起始腱障害が各1件(全て男子)であった。このうち、直前の発生が4件、大会期間中の発生が1件あった。それ以外は慢性経過の、選手によっては数年来の問題であった。内科的問題は主に呼吸器症状の風邪3件、腹痛や嘔吐など消化器症状2件、その他不整脈、自律神経症状、血液検査異常が各1件であった。8月とはいえ気温が低く、事前合宿地や選手村での発熱のケースもあり、直前の練習・調整がうまくいかなかったと考えられる。

整形外科的問題、内科的問題のパフォーマンス低下の割合は各々30%、25%程度であった(図5)。一方、急性発生の問題と慢性経過の問題によるパフォーマンス低下の割合は図6のように慢性経過の方がやや高かったが、有意差はなかった。

考察

世界選手権ロンドン大会において、男子の約6割、女子の約4割で身体的な問題によるパフォーマンス低下が申告された。整形外科的問題の半数以上は慢性経過の問題であり、パフォーマンス低下も30%程度であることから、大会時のみならず日常からの治療や管理が重要であると考えられた。一方、急性の問題は、今回出場辞退やレース欠場はなかったものの、パフォーマンスへの影響は25%程度と少なくなかった。呼吸器、消化器の急性疾患については、渡航による疲労、時差、気候変化などの要因が背景となって発生していると考えられ、体調管理、疲労管理を考えていく必要がある。幸い、他の選手への感染はなかった。これらの問題に対するメディカルス

スタッフの対応についても調査では意見を求めたが、否定的な意見はなくほぼ十分な対応であったとの意見であった。国内での合宿、競技会から大会期間まで、効率的な継続的対応によりパフォーマンス低下をできる限り低くすることが今後もメディカルスタッフの使命である。調査結果をもとに考えていきたい。

男子長距離走選手の骨代謝マーカールの年間変化—トレーニングの変化、疲労骨折発生との関係

鳥居 俊^{1) 2)} 山澤文裕^{1) 3)}

1) 公益財団法人日本陸上競技連盟医事委員会 2) 早稲田大学スポーツ科学学術院
3) 丸紅健康開発センター

これまで、長距離走のトレーニングが骨代謝や骨密度に及ぼす影響について、女子選手を対象とした研究が多く行われてきた¹⁻⁴⁾。女子長距離走選手では低骨密度を示す例が多く、その原因究明のため研究が実施されていた。しかし、男子持久性競技選手でも同様に低骨密度が見られることも知られるようになった⁵⁻⁷⁾が、男子長距離走選手の骨代謝状態に関する検討は少ない。疲労骨折は男子選手にも多数発生しており⁸⁾、男子選手の疲労骨折予防に関する研究が必要である。著者らは昨年度、日本陸上競技連盟医事委員会の研究として、高校生から社会人までの男子長距離走選手の骨代謝マーカールに関する年齢の影響、年間変化について報告した⁹⁾。引き続き今年度も、年間のトレーニング内容の変化に対する骨代謝状態の変化を検討した結果や疲労骨折発生との関係について報告する。

対象

箱根駅伝上位の大学で選手として出場するレベルの選手12名とニューイヤー駅伝出場の男子長距離走チームに所属する選手13名を対象とした。選手からは走行距離とランニング障害、特に疲労骨折発

生の有無について回答を求めた。

骨代謝状態を評価するために午前中に採血を行い、骨形成マーカールとして骨型アルカリフォスファターゼ (BAP) と酒石酸抵抗性酸フォスファターゼ (TRACP-5) を測定した (測定は検査会社に依頼)。同時に身体ストレスのマーカールとして遊離テストステロンも測定した。また、DXA装置により全身骨量、腰椎骨密度の測定も行った。

測定時期は4月、7月、9月、11月であり、それぞれトラックシーズンの序盤、同終盤で夏合宿準備期、ロードシーズンへの移行期、ロードシーズン中盤という位置づけである。

結果

遊離テストステロンの変化は図1のように、4月に比べて7月以降ほぼ全選手が低めの値に分布するように推移した。この変化は、この1年間に疲労骨折を発生した選手とそうでない選手との間で違いはなかった。

骨形成マーカール BAP の変化を図2に示す。2名を除き、比較的lowな値で推移しており、時期による変動も1名を除き少なかった。

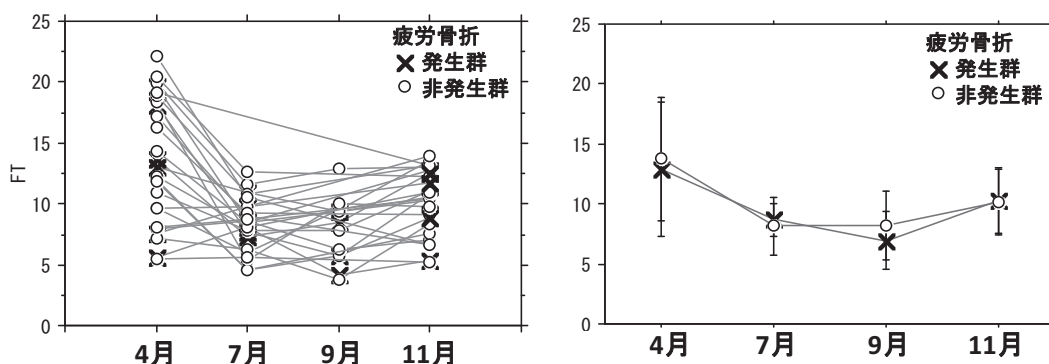


図1 遊離テストステロンの変化 (左; 全選手、右; 疲労骨折発生による群分け)

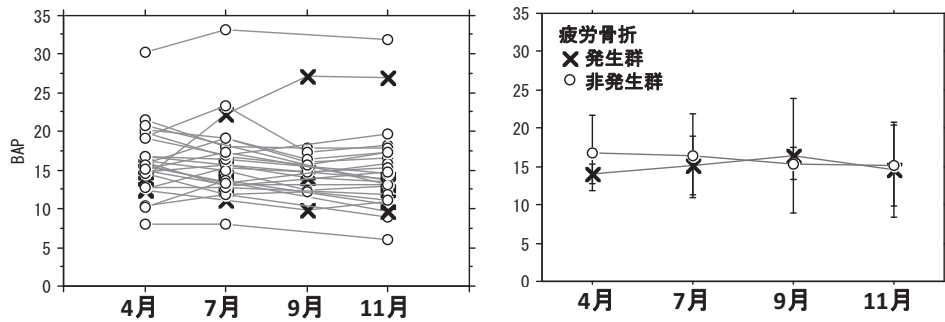


図2 骨形成マーカー (BAP) の変化 (左 ; 全選手、右 ; 疲労骨折発生による群分け)

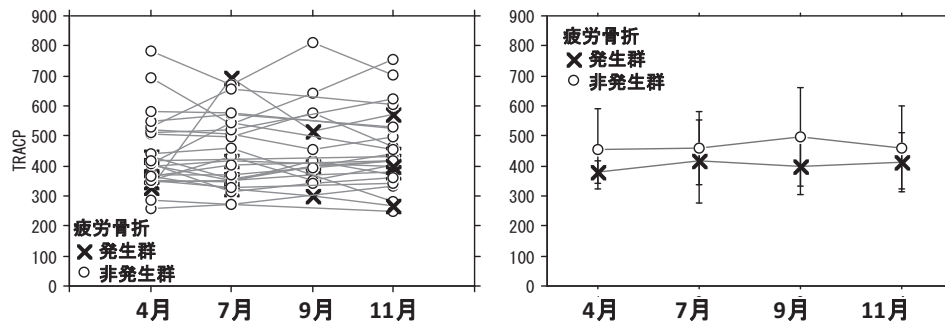


図3 骨吸収マーカー (TRACP) の変化 (左 ; 全選手、右 ; 疲労骨折発生による群分け)

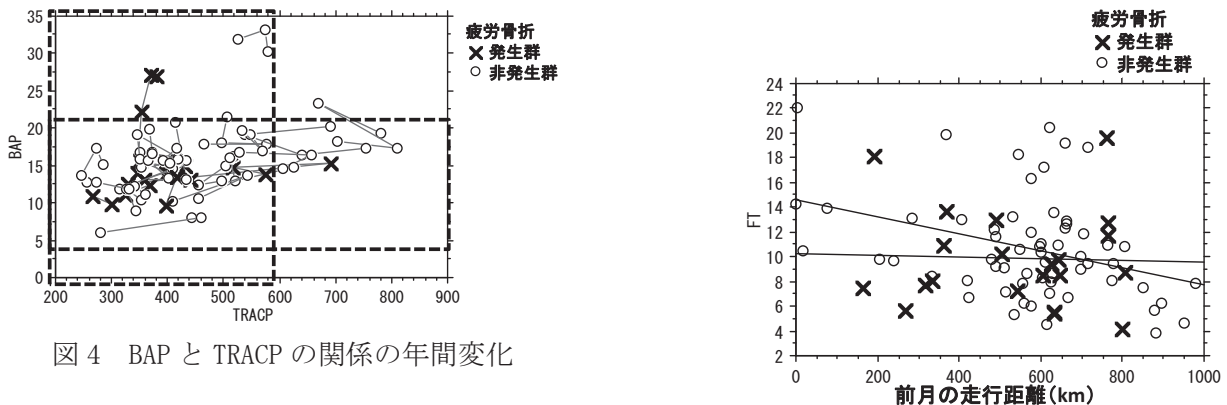


図4 BAP と TRACP の関係の年間変化

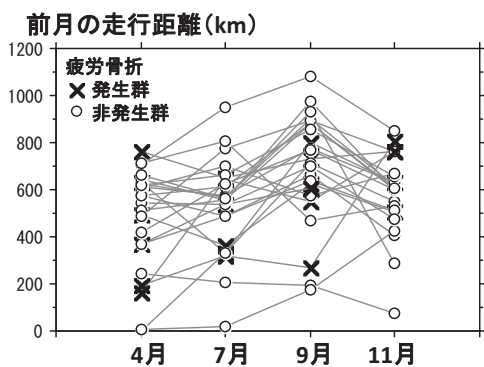


図5 前月の走行距離

図6 前月の走行距離と遊離テストステロンとの関係

を考慮して、対象選手の年間の変化を検討した。図4にBAPとTRACPの関係が年間を通してどのように変化しているかを示した。図中の点線はそれぞれのマーカーの成人男性正常範囲である。多くの選手で2つのマーカーとも正常範囲に収まっており、TRACPが正常範囲を越えた選手が5名、BAPが正常範囲を越えた選手が4名であり、両マーカーとも正常範囲を越えた選手は1名であった。このうち、疲労骨折発生群はBAPで1名が、TRACPで1名が正常範囲を越えたのみであり、逆に集団の中では低めの位置に存在していた。

練習量(走行距離)は検討したマーカーの変化と関連する可能性があるため、測定の前月の走行距離の推移を図5に示した。8月(図では9月)の走行

骨吸収マーカー TRACP の変化を図3に示す。時期による明らかな変化はなかったが、疲労骨折発生の有無により有意差があり、疲労骨折発生群で低くなった。

個々のマーカーの変化に対して、BAPとTRACPの関連(カップリング)のようなマーカー間の関連性

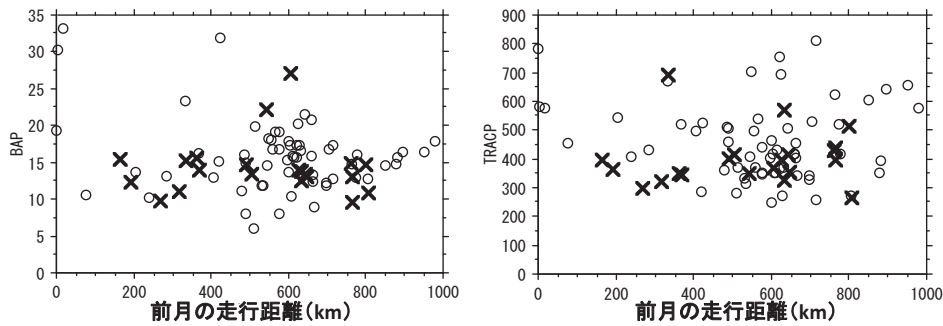


図7 前月の走行距離と骨代謝マーカ－との関係

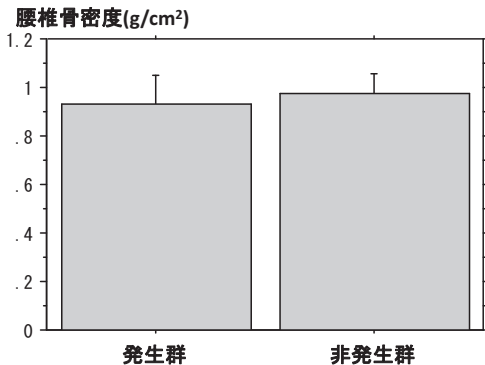


図8 疲労骨折発生と腰椎骨密度との関係

距離がそれ以前の2回より有意に多くなっていた。練習量とマーカ－との関連を検討したところ、図6に示すように測定の前月の走行距離と遊離テストステロンとの間には弱い有意な正の相関がみられ、走行距離が長かった選手で遊離テストステロンが低くなっていた（この関係は疲労骨折発生群でさらに弱い関係であった）。前月の走行距離とBAP、TRACPとの関係も検討したが、いずれも相関は見られず(図7)、走行距離が多いことで骨代謝が亢進するという関係は見られなかった。

最後に、骨密度と疲労骨折発生との関係を検討したが、腰椎骨密度は疲労骨折発生者で低い傾向($p=0.09$)にあったが、体重あたりの全身骨量には差がなかった(図8)。

考察

今年度の検討では、男子長距離走選手の競技シーズンの推移と骨代謝マーカ－や疲労骨折発生との関係に注目した。月間走行距離は学生も夏休みとなる8月で有意に多くなっており、秋がそれを上回る結果にはなっていない。ただし、質問はしていないが、トラックシーズンとロードシーズンで練習強度、特にスピードの設定に違いがあったと考えられる。

男性ホルモンは4月と比較して7月以降低値で推移したが、骨代謝マーカ－には明らかな変動が見られなかった。特に骨吸収マーカ－は練習量と関連して増加すると推測していたが、そのような結果にはならず、練習と休養とのバランスが保たれていた結果かもしれない。骨代謝マーカ－と疲労骨折発生有無との関係について、女性を対象とした先行研究では骨吸収マーカ－が疲労骨折発生と関連して高値となること示されている^{2,3)}が、本研究では逆の結果となった。疲労骨折の結果、練習量が減った影響を受けていることも考慮して年間の推移を検討したが、図4のように疲労骨折発生群の分布はどちらかという集団の中で骨代謝が低めとなっていた。従って、男性の疲労骨折予防を立案する場合に骨代謝マーカ－の意義が異なると考えられ、図7に示したように骨密度との関連は女性と同様に想定する必要はある。

本研究は予め決定していたタイミングで測定を行ったため、疲労骨折発生時期に一致した骨代謝マーカ－変化を見ることは不可能であった。ただ、疲労骨折発生に合わせて測定を行う場合には、非発生の選手もそのたびに比較群として測定を行う必要が生じ、測定の時期がランダムになってしまうと考えられる。疲労骨折を骨代謝マーカ－から予測できるかどうかについては否定的な先行研究が多い^{10,11)}。本研究のように、骨代謝マーカ－の年間変動について詳細に検討した報告は少なく^{12,13)}、今後トレーニングや栄養、休養に関する情報をさらに詳細に収集することで疲労骨折予防につながる知見を得られるようにしたい。

近年、女性アスリートに対するサポートや研究が注目され、研究支援も活発になっているが、男性アスリートの障害予防に関する研究も同等に行っていく必要がある。

参考文献

- 1) Barrack MT, Van Loan MD, Rauh MJ, et al.: Physiologic and behavioral indicators of energy deficiency in female adolescent runners with elevated bone turnover. *Am J Clin Nutr* 92:652-659, 2010.
- 2) 若松健太、桜庭景植、土屋陽祐ほか：大学女子スポーツ選手における疲労骨折と骨代謝マーカーとの関係－骨吸収マーカー” TRACP-5b” に着目して－. *日臨スポ会誌*:119-124, 2013.
- 3) 桜庭景植、若松健太、窪田敦之ほか：女子長距離ランナーと骨粗鬆症・疲労骨折～骨代謝マーカーおよび骨質関連マーカーを中心に～. *日臨スポ会誌* 23:561-564, 2013.
- 4) Barrack MT, Gibbs JC, De Souza MJ, et al.: Higher incidence of bone stress injuries with increasing female athlete triad-related risk factors. *Am J Sports Med* 42:949-958, 2014.
- 5) Hind K, Truscott JG, Evans JA: Low lumbar spine bone mineral density in both male and female endurance runners. *Bone* 39:880-885, 2006.
- 6) 鳥居 俊：大学生男子長距離走選手の全身骨塩量の縦断的变化. *日本整形外科スポーツ医学会雑誌* 26:319-323, 2007.
- 7) Barrack MT, Fredericson M, Tenforde AS, et al.: Evidence of a cumulative effect for risk factors predicting low bone mass among male adolescent athletes. *Br J Sports Med* 51:200-205, 2017.
- 8) 日本陸上競技連盟：陸上競技ジュニア選手のスポーツ外傷・障害調査 インターハイ出場選手調査報告～第1報（2014年度版）～. 日本陸上競技連盟, 2015.
- 9) 鳥居俊、山澤文裕：男子長距離走選手における骨代謝マーカー値とその年間変動. *陸上競技研究紀要* 12:193-195, 2016.
- 10) Ruohola JP, Mulari M, Haataja RI, et al.: Can elevated serum TRACP-5b levels predict stress fractures? A cohort study. *Scand J Surg* 98: 239-243, 2009.
- 11) Yanovich R, Evans RK, Friedman E, et al.: Bone turnover markers do not predict stress fracture in elite combat recruits. *Clin Orthop Relat Res* 471:1365-1372, 2013.
- 12) Bennell KL, Malcolm SA, Brukner PD, et al.: A 12-month prospective study of the relationship between stress fractures and bone turnover in athletes. *Calcif Tissue Int* 63:80-85, 1998.
- 13) Sheehan KM, Murphy MM, Reynolds K, et al.: The response of a bone resorption marker to marine recruit training. *Mil Med* 168:797-801, 2003.

2017年度のDXA測定結果

鳥居 俊

公益財団法人日本陸上競技連盟医事委員会

2017年度（1月末まで）に国立スポーツ科学センターにおいて測定したDXAには種目別のメディカルチェック時のもの、ジュニア選手のメディカルチェック時のものなどがある。

今年度はジュニア選手の測定結果を中心に紹介する。

対象

2017年度にDXA測定を行ったジュニア選手（ダイヤモンドアスリートを含む）は66名であり、男子40名、女子26名であった。種目別には、短距離（ハードルを含む）が19名（男子11名、女子8名）、中距離が4名（男女2名ずつ）、長距離が16名（男子11名、女子5名）、競歩が1名（女子）、跳躍が9名（男子6名、女子3名）、投擲が15名（男子8名、女子7名）、混成が2名（男子）であった。

結果

全身骨密度は投擲、跳躍、混成、短距離で高く、中距離、長距離、競歩で低くなっていた（図1）。腰椎骨密度もほぼ同様であったが、高い種目と低い種目の差が大きくなっていた（図2）。表1, 2に骨密度の成人比（%）を示す。全身骨密度で見ると、

表1 全身骨密度の成人比%

種目\性別	男子	女子
短距離	112.7±5.4%	111.0±6.7%
中距離	101.0±2.8%	107.5±10.6%
長距離	106.7±5.1%	103.6±9.6%
競歩		100.0%
跳躍	118.3±3.6%	117.3±7.6%
投擲	118.6±7.9%	117.9±7.1%
混成	115.5±5.0%	

表2 腰椎骨密度の成人比%

種目\性別	男子	女子
短距離	104.5±8.8%	106.3±11.7%
中距離	85.0±5.7%	87.5±0.7%
長距離	89.5±4.0%	83.8±15.0%
競歩		80.0%
跳躍	111.0±8.9%	111.0±14.1%
投擲	118.1±15.2%	125.3±8.8%
混成	112.0±5.7%	

いずれの種目も100%を越えているが、疲労骨折リスクとの関連が高い腰椎骨密度では中・長距離と競歩で80%台であり、シニアに至るまでにもう少し増加させたい。

図3に種目別に腰椎骨密度成人比の全選手の分布を示す。80%未満は成人であれば骨量減少、70%未満は骨粗鬆症と判定される値である。長距離の女

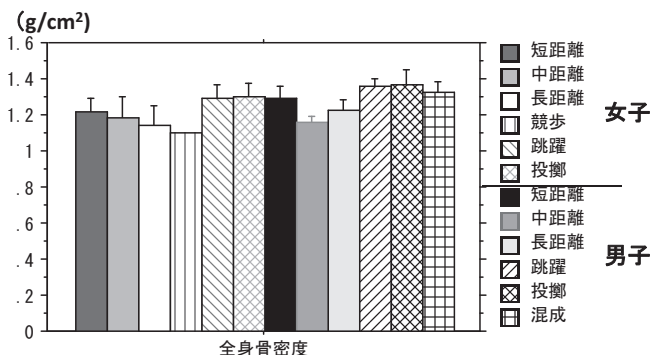


図1 全身骨密度の比較

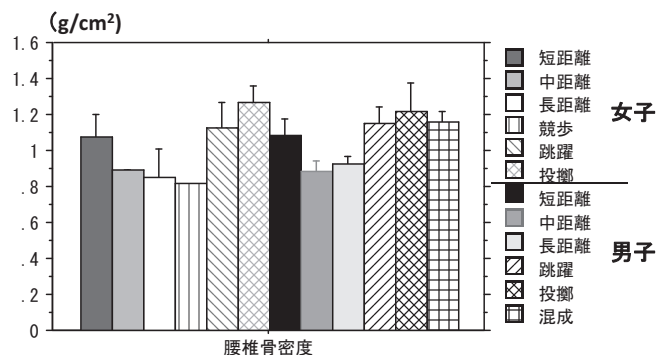


図2 腰椎骨密度の比較

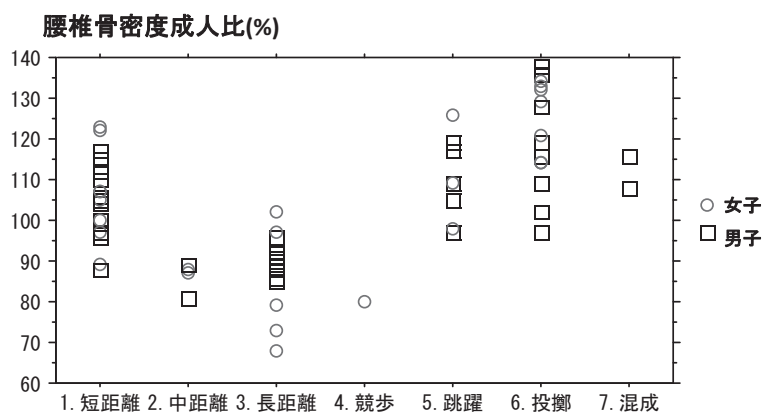


図3 腰椎骨密度の種目別分布

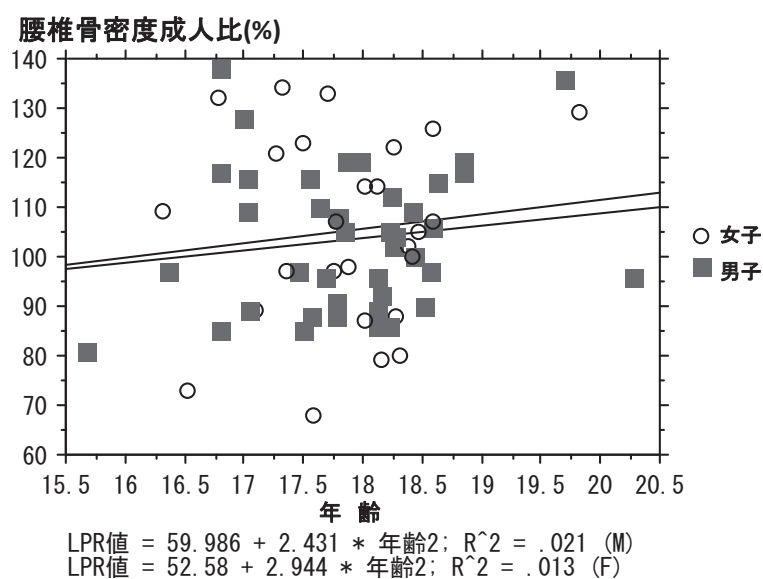


図4 年齢と腰椎骨密度成人比との関係

子で80%以下に3名の選手がおり、うち1名は68%と著しく低値である。この選手は17歳で150.4 cm、体重は34.4 kgである。このような低値を示す選手の多くは初経発来遅延や無月経を有している。

年齢を生年月日から小数2桁まで算出し、腰椎骨密度成人比との関係を検討したところ、図4のように男子では比較的年少の選手で十分に骨密度が高くなっていないことが示された。

ダイヤモンドアスリートを中心に2015年度から測定できた6名の変化を図5に示す。四角のマークは男子選手、丸いマークは女子選手である。全身骨量や骨密度は全選手で増加が見られた。全身除脂肪量(筋量+内臓重量)は増加していた選手と著変ない選手が見られた。体重に対する下肢筋量の割合(%)は4名の選手で減少傾向であった。

考察

ジュニア選手のメディカルサポートでは、発育完

了後のシニア選手と異なり、発育段階の評価や発育が問題なく進むことの観察も含まれる。本稿の分析対象であるジュニア選手やダイヤモンドアスリートは主に高校生であり、年齢は大部分が17～18歳であった。従って、多くは発育の終了時期に相当していると考えられる。15～16歳の選手は8名おり、そのうち数名が低い骨密度を示していた。骨量獲得は最大身長増加時期の約1年後に最大となり¹⁾、その前後3～4年で最も多く、その時期を過ぎると十分な骨量にならないまま発育を完了してしまうことになる。長距離走選手では中学生時期から多い練習を続けると、結果として低い骨量・骨密度に留まってしまうことが年長の選手の結果の分析により明らかになっている。また、瞬発系の選手では、骨密度が低い、言い換えると骨強度が低い状態で高い負荷が加わることで疲労骨折や腰椎分離症などの骨傷がおこりやすくなることが想定される。ジュニア期の選手の身体は発育途上の骨格を有している可能性を考えて²⁾、評価とそれに基づくトレーニング内容の

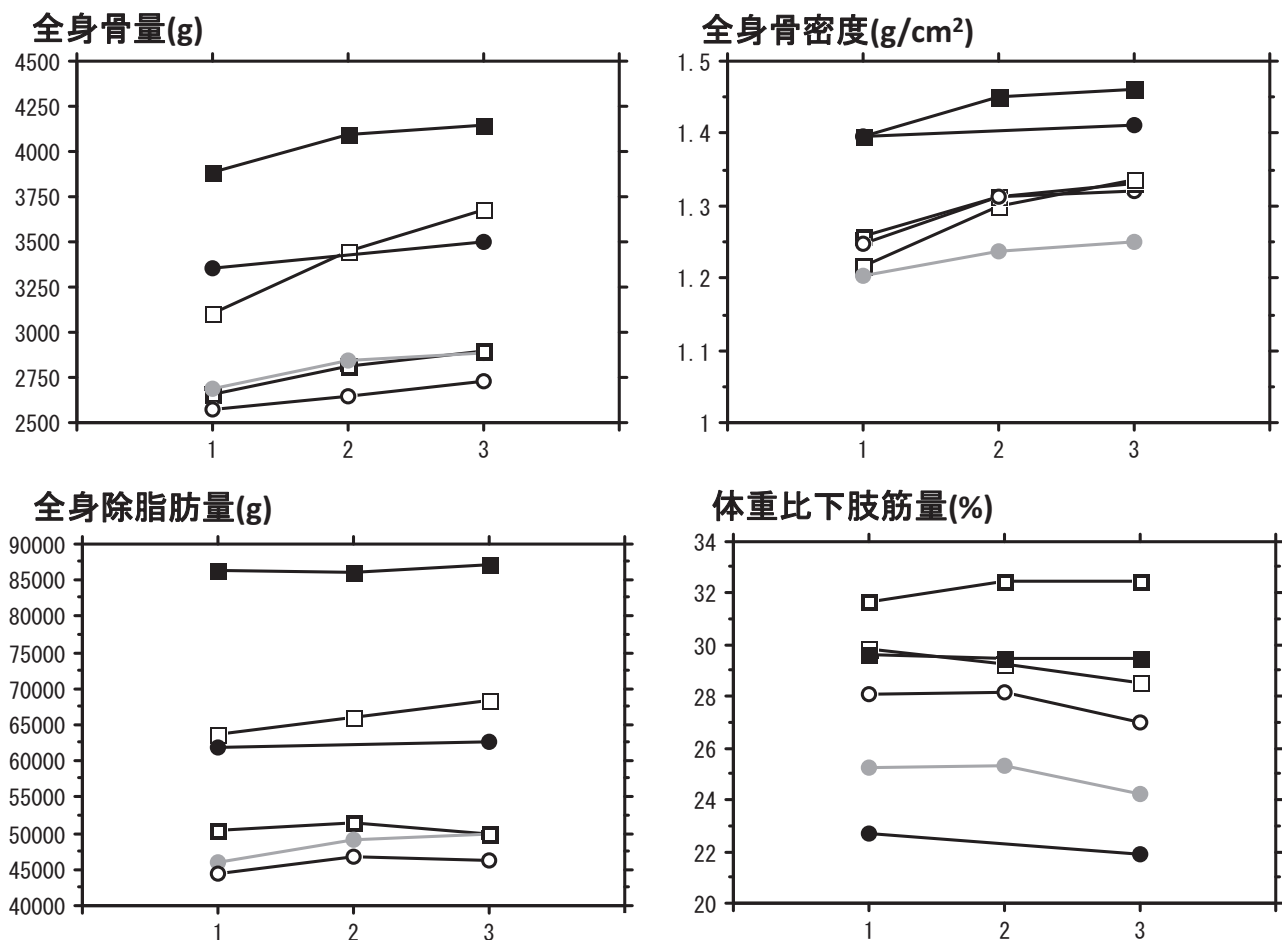


図5 2015年度から2017年度まで測定できた6名の変化

調整が求められる。

3年間のDXA結果を検討できた6名の選手では全身骨量の増加は見られたものの、除脂肪量、特に体重比下肢筋量の増加が予想外に少なかった。既に身体組成的に完成された身体であれば問題ないが、今後記録の変化とも合わせて観察していく必要がある。

高校生より年少の選手の測定は現時点で行われていないが、身体発育の最も著しい時期であり、トレーニング負荷の功罪が敏感に表れやすい中学生期の選手の測定を行うことも今後必要である。インターハイや高校駅伝に参加した選手が競技を開始した時期はほぼ半数が中学1年生であり、インターハイ選手では小学4～6年生も合計すると25%近くになる³⁾。医事委員会では現在、中学生陸上競技選手に対する調査結果を分析しているが、発育途上の選手たちは目の前の大会で結果を出すだけでなく、その先のシニア期に花開くことができる健全な身体づくりを念頭においてトレーニングを考えてほしいと思う。

参考文献

- 1) 鳥居 俊、岩沼聡一朗、飯塚哲司：日本人健康男子中学生における身長、除脂肪量、骨量の最大増加時期．発育発達研究 70：11-16，2016.
- 2) 鳥居 俊：高校長距離走新入部員の腰椎骨密度は発育段階により異なる．日小整会誌 24:205-209，2015.
- 3) 日本陸上競技連盟：陸上競技ジュニア選手のスポーツ外傷・障害調査～第2報（2016年度版）～．日本陸上競技連盟，2017.

陸上競技ジュニア・ユース選手のスポーツ外傷・障害調査における 疲労骨折に関する検討 —全日本中学校陸上競技選手権大会・全国中学校駅伝大会の調査—

田原 圭太郎¹⁾²⁾ 鎌田 浩史¹⁾³⁾ 山澤 文裕¹⁾⁴⁾

- 1) 公益財団法人日本陸上競技連盟医事委員会 2) 多摩総合医療センター 整形外科
3) 筑波大学医学医療系 整形外科 4) 丸紅健康開発センター

背景

日本陸上競技連盟医事委員会では2013年よりジュニア世代への外傷・障害調査を行い、調査内容を「陸上競技ジュニア選手のスポーツ外傷・障害調査 第1報・第2報⁴⁾⁵⁾」として冊子を作製し配布した。外傷・障害の中でも疲労骨折の治療期間は短くなく、練習の制限を余儀なくされることから、その予防は重要である。内山(2003)はスポーツにおける疲労骨折の調査を行い、種目では陸上競技が最多であったと報告している⁷⁾。我々は高校生陸上競技選手における疲労骨折の調査を全国高等学校総合体育大会(インターハイ)と全国高等学校駅伝競走大会(高校駅伝)に対して行い、その結果を昨年の陸上競技研究紀要で報告⁶⁾したが、今回中学生において同様の調査を行ったのでその結果を報告する。

対象と方法

2016年度全日本中学校陸上競技選手権大会(全中)と2016年度全国中学校駅伝大会(中学駅伝)に出場した全選手にアンケート形式で質問を行い回答が得られた1183名を対象とした。全中出場選手は781名、中学駅伝出場選手は402名であった。性別は全中では男性395名、女性353名、記載なし33名、中学駅伝では男性208名、女性176名、記載なし18名であった。全中の種目別の内訳は、短距離298名(男性144名、女性142名、記載なし12名)、中長距離139名(男性89名、女性44名、記載なし6名)、走り幅跳び・走り高跳び・棒高跳び(跳躍)87名(男性51名、女性27名、記載なし9名)、投擲37名(男性13名、女性22名、記載

なし2名)、混成11名(男性6名、女性5名)であった。

調査項目は身長と体重よりbody mass index(BMI)を算出し、疲労骨折の有無、疲労骨折した部位(部位は複数記入可能)、疲労骨折の発症時期、オーバートレーニング症候群の自覚症状の有無、練習の休日の日数、食事制限の有無を調査し、女性では初経発来の有無、無月経の有無も調査した。無月経の定義は3カ月以上月経がない状態とし、アンケートに明記した。オーバートレーニング症候群の自覚症状とは、疲労が十分に回復しないまま運動を続け、慢性疲労状態におちいり、疲れやすい、全身倦怠感、睡眠障害、食欲不振、体重減少、集中力の欠如などがみられた場合に自覚症状ありとし、アンケートに定義を記載した。

統計はt検定、カイ二乗検定またはFisherの正確確率検定を用い、有意水準を5%とした。

結果

全中と中学駅伝の結果を分けて報告する。

<全中>

疲労骨折は18.5%にみられ、性別の内訳は男性23.1%女性14.3%であり、男性は女性より疲労骨折が有意に多かった(p=0.006)(表1)。種目別では、

表1 疲労骨折の発症頻度(全中・インターハイ)

	中学(全中)	高校(インターハイ)
男女	18.5%	16.1%
男	23.1%	15.1%
女	14.3%	17.4%

表2 種目別の疲労骨折発症頻度（全中・インターハイ）

	中学（全中）		高校（インターハイ）	
短距離	21.7%	男 26.9% 女 18.0%	17.7%	男 17.5% 女 18.1%
中・長距離	20.4%	男 21.9% 女 14.7%	17.6%	男 15.1% 女 20.8%
跳躍	17.1%	男 17.9% 女 19.2%	14.4%	男 13.3% 女 16.7%
投擲	10.3%		10.6%	
混成	11.1%		21.8%	

表3 種目別の疲労骨折好発部位（全中）

種目	主な疲労骨折発症部位
短距離(n=249)	足の甲・足のゆび(30.6%) 背骨(16.1%) 骨盤(16.1%) すね(12.9%)
中長距離(n=113)	すね(33.3%) 足の甲・足のゆび(29.2%)
跳躍(n=70)	足の甲・足のゆび(61.5%) 背骨(23.1%)
投擲(n=29)	疲労骨折3名（骨盤、ふともも、足の甲・足のゆび）
混成(n=9)	疲労骨折1名（足の甲・足のゆび）

短距離 21.7%，中長距離 20.4%，跳躍 17.1%，投擲 10.3%，混成 11.1%であり，特に短距離男子では 26.9%と疲労骨折の割合が高かった（表 2）．各種目における主な疲労骨折部位は，短距離では足の甲・足のゆび 30.6%，背骨 16.1%，骨盤 16.1%，すね 12.9%，中長距離ではすね 33.3%，足の甲・足のゆび 29.2%，跳躍では足の甲・足のゆび 61.5%，背骨 23.1%であった．投擲と混成は全体の人数が投擲 29 名・混成 9 名と少なく，疲労骨折が投擲では骨盤，ふともも，足の甲・足のゆびの各 1 名で，混成では足の甲・足のゆびの 1 名のみであった（表 3）．疲労骨折の発症時期は，中学 2 年が 38.9%，中学 1 年が 25.0%，中学 3 年が 22.2%であった．疲労骨折の有無における各項目の検討では，BMI，オーバートレーニング症候群の自覚症状の有無，練習の休日の有無，食事制限において有意な差はみられなかった．

<中学駅伝>

疲労骨折は 20.7%にみられ，性別の内訳は男性 21.5%，女性 20.1%であり，性別での有意差はなかった（表 4）．疲労骨折の部位はすねと足の甲・足のゆびが各々 34.7%であり，性別での違いは特にみられなかった．疲労骨折の発症時期は，中学 2 年が 45.5%，中学 1 年が 40.9%，中学 3 年が 9.1%であった．

食事制限は女性が 19.5%で食事制限をしており，

表4 疲労骨折の発症頻度（中学駅伝・高校駅伝）

	中学駅伝	高校駅伝
男女	20.7%	32.9%
男	21.5%	32.1%
女	20.1%	34.0%

表5 疲労骨折既往の有無と BMI（中学駅伝男子）

	疲労骨折既往あり	疲労骨折既往なし	P値
BMI	17.3±0.2	18.0±0.1	0.017

BMI単位：kg/m²

男性は 13.9%であった．女子選手の 32.1%に無月経の既往があった．疲労骨折の有無における各項目の検討では，疲労骨折を発症した男子選手では疲労骨折を発症していない男子選手と比べて BMI が有意に低かった（p=0.017）（表 5）．特に，一般的にやせと判定される BMI18.5 未満の男子選手では 26.0%に疲労骨折が発症しており，BMI18.5 以上の男子選手の 10.4%と比較して，BMI18.5 未満の選手に疲労骨折が有意に多くみられた（p=0.029）（図 1）．

練習の休みが週 2 日以上の子選手の疲労骨折の割合は 10.0%であり，練習の休日がない選手・休日が週 1 日の選手の疲労骨折の割合の 24.6%・

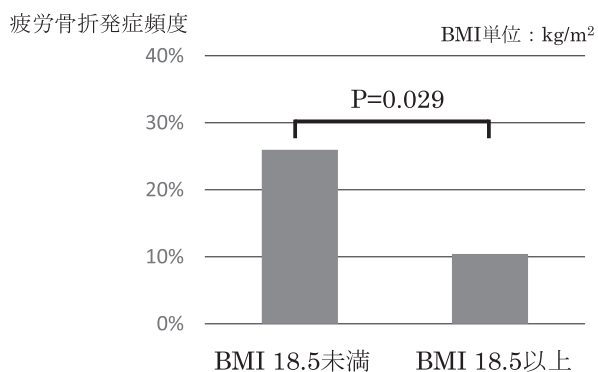


図1 BMIによる疲労骨折発症頻度 (中学駅伝男子)

22.0%と比較して疲労骨折が少ない傾向であった ($p=0.062 \cdot p=0.083$) (図2).

考察

昨年の陸上競技研究紀要で報告した高校生の疲労骨折調査⁶⁾もふまえて考察する。

インターハイでの高校生の調査では、疲労骨折の頻度は全体で16.1%にみられ、今回報告した全中での調査の方が頻度は高かった。インターハイの疲労骨折の調査では性別の内訳は男性15.1%女性17.4%であり、高校生と比較して中学生では特に男性において頻度が高かった(表1)。性別と種目別でみると、短距離男子では26.9%と割合が高く、特に中学生男子の短距離選手では疲労骨折に注意を要する必要がある(表2)。対象は異なるが、高校生の疲労骨折既往の割合が低いということは、中学時代に疲労骨折を発症した競技レベルの高い選手は高校で活躍できていない可能性が示唆される。中学駅伝での疲労骨折の頻度は高校駅伝の疲労骨折の頻度と比べ男女とも少なかった(表4)。中学生の種目別の疲労骨折の好発部位は、短距離では足の甲・背骨、長距離は足の甲やすね、跳躍は足の甲・背骨が多く、インターハイでの高校生の調査とほぼ同様の結果であった。中学生においてもこれらの部位の痛みが続く場合は医療機関への受診が推奨される。

疲労骨折の有無における各項目の検討では、中学駅伝の調査において疲労骨折を発症した男子選手は発症していない男子選手と比較してBMIが有意に低く、BMI18.5未満の痩せている選手では26.0%に発症していた。女性アスリートにおいて「エネルギー不足」「無月経」「骨粗鬆症」の3徴候が着目されているが、その主因は「相対的摂取エネルギー不足状態」によると考えられている³⁾。高校駅伝の調査でも男子選手に食事制限が疲労骨折のリスクとなる可能性が示されており、男性においても摂取エネルギー

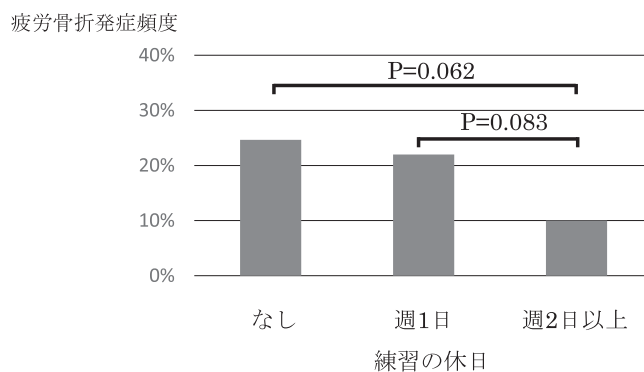


図2 練習の休日による疲労骨折発症頻度 (中学駅伝)

ギー不足によるやせ体型は疲労骨折の要因のひとつと考えられる。近年、痩せている騎手は生物学的活性を有するテストステロン値と骨密度が低かったという報告¹⁾があり、女性と同様に男性においても「エネルギー不足」「ホルモン異常」「骨粗鬆症」が関与している可能性があり、今後さらなる研究を行っていく必要がある。

練習の休みが週2日以上の子選手の疲労骨折の割合は10.0%であり発症が少ない傾向であった。高校駅伝の調査でも練習の休みがない選手に疲労骨折が多かったことから、長距離では走行距離の問題もあるが、練習の休日を適度に設ける必要があると考える。

高校駅伝の調査において中学時代の無月経が疲労骨折のリスクとなっていたが、今回の中学駅伝女子選手の32.1%に無月経の既往がみられており、今後高校生になり練習量が増えた時に疲労骨折を発症する可能性がある。一般的に日本人女性の初経発来の平均は12~13歳であり、その後骨密度は12~15歳で著しく増加する。無月経は骨密度の増加を妨げる²⁾ことから、中学時代の無月経は骨密度が最も増加する時期にその増加を妨げる可能性がある。中学生は月経が安定しないこともある時期ではあるが、骨密度増加の著しい時期であることも念頭に置き、中学生の月経異常への介入も必要になってくると考える。

なお、これらの調査は選手によるアンケートのため、記載された内容に関してはより医学的な調査、検討および評価が必要であると考えられる。例えば、BMIはアンケート調査時のものであり、疲労骨折をおこした際のBMIではないことが本研究の限界である。

今後調査を続行し、より正確なデータを収集するとともに、好発部位による疲労骨折の早期発見、適正な練習量や練習内容、適切な食事摂取、女性にお

ける月経異常など、疲労骨折予防に努めることが日本陸上競技の競技力向上にもつながると考える。

最後に、これらのアンケート調査報告は全国高等学校体育連盟, 日本中学校体育連盟の御協力のもと、スポーツ振興くじ助成金を受けて実施されました。御協力頂きました多くの皆様にこの場を借りて深謝致します。

まとめ

1. 中学生を対象とした大規模な外傷・障害調査を基に疲労骨折につき検討を行った。
2. 種目別での疲労骨折好発部位は中学生と高校生で大きな相違はなかった。
3. 疲労骨折の発症時期は中学2年生が最も多かった。
4. 疲労骨折の予防には、練習の休日や適切な食事摂取が肝要であり、女性では月経異常にも注意する必要がある。

参考文献

- 1) Dolan E, McGoldrick A, Davenport C (2012)
An altered hormonal profile and elevated rate of bone loss are associated with low bone mass in professional horse racing jockeys. *J Bone Miner Metab*, 30(5) : 534 – 542
- 2) 目崎 登 (2006) 女性アスリートのスポーツ障害. *関節外科*, 25 : 204-208.
- 3) 難波 聡 (2016) 女性アスリートと骨障害. *日本臨床スポーツ医学会誌*, 24 (3) : 377-381.
- 4) 日本陸連医事委員会 (2015) 陸上競技ジュニア選手のスポーツ外傷・障害調査 ～第1報(2014年度版)～ 日本陸上競技連盟
- 5) 日本陸連医事委員会 (2017) 陸上競技ジュニア選手のスポーツ外傷・障害調査 ～第2報(2016年度版)～ 日本陸上競技連盟
- 6) 田原 圭太郎, 鎌田 浩史, 山澤 文裕 (2017)
陸上競技ジュニア選手のスポーツ外傷・障害調査における疲労骨折に関する検討. *陸上競技研究紀要*, 179 – 181.
- 7) 内山 英司 (2003) 疲労骨折の疫学. *臨床スポーツ医学* 20 (増刊) : 92 – 98.

誰もが世界一になれるわけでもない
誰もが日本代表になれるわけでもない
それでも人はスポーツをする
昨日の自分に追い越されないために
明日の自分を追い越すために
スポーツに鍛えられた人生は
勝っても負けても きっと負けない

スポーツは、自分を超越するためにある。

スポーツくじ



スポーツくじ (toto・BIG) の収益は、日本のスポーツを
育てるために使われています。

陸上競技研究紀要 第13巻

編集後記

2017年度「陸上競技研究紀要」第13巻をお届けします。投稿論文としては、原著論文2篇、資料3篇です。また、科学委員会から「日本陸連科学委員会研究報告 第16巻(2017) 陸上競技の医科学サポート研究」の論文16篇、医事委員会から「エキサイティング・メディカル・レポート」9篇を掲載しました。いずれの論文も、来る2020年東京オリンピックへ向けて貴重な情報となるでしょう。本年度の特集企画では、「ジュニア競技者育成と相対年齢効果」というテーマを取り上げました。近年のスポーツ科学研究の中で世界的に注目されている研究テーマの一つとして「若い競技者の育成」に関するものをあげることができます。古くて新しいテーマがありますが、昨年度は「若い競技者の育成モデルをめぐる世界の動向」をとりあげ、今回の特集はいわばその続編にあたるものです。

本紙編集作業を進めるさなか、折しも平昌オリンピックが開催されており、連日、日本選手の活躍で日本中が沸き立っていました。我が国のメダル獲得数は、金メダル4個で世界の11番目、メダル総数は13個で長野オリンピックの10個を抜いて史上最多のメダル獲得となりました。

そのメダル獲得競争でトップになったのが、金メダル14個、メダル総数39個のノルウェーでした。やはり、同国の前回ソチ大会で獲得した26個を上回る史上最多のメダル獲得数となりました。このノルウェーの活躍について、興味深い新聞記事を目にしました。「メダル最多ノルウェー、躍進の理由 遊びの延長で冬競技」というタイトルの朝日新聞の記事です。ノルウェー・オリンピック委員会の冬季競技責任者によれば、「継続した取り組みが成果につながった。大きな特徴は『子供に特定のスポーツだけをやらせない』こと。スキーで言えば、北欧の気候から雪と自然に親しむ環境がある。子供たちは遊びの延長で冬季スポーツを始め、夏の競技を含め、成長する中で自分に合った競技を選択していく」とのことです。日本選手では、スピードスケートで活躍した高木美帆選手がちょうどこのモデルに当てはまるでしょう。彼女は、子どもの頃サッカーやヒップホップダンスを楽しみ、また高い能力を発揮していたとのこと。実際、オリンピック後のインタビューでも、子どもの頃にいろいろなスポーツを体験したことが今のスピードスケートに良い結果をもたらしたのではないかと、という実感を語っています。

できるだけ早い時期に才能を見出し専門的なトレーニングを徹底するという方法と、幼少年期にはさまざまな運動やスポーツを体験して基礎を培いながら次第に専門化して行くというやり方があります。この二つの方略は相反し、個人の中では両立はできません。これまで、両者はいずれも成功モデルとして捉えられ、せめぎ合ってきました。実際には、両方向性の選択は、親や指導者、あるいは競技団体や国の方針など選手を取り巻く環境に大きく依存することになります。そして21世紀以降、ジュニア競技者育成に関する国の政策として、多くの国が前者から後者へとモデルチェンジしていることを昨年度と今年度の本誌特集号で紹介してきました。先のノルウェー・オリンピック委員会の冬季競技責任者が朝日新聞に語ったことも、まさにこのパラダイムシフトを如実に物語っているのではないかと想像できます。若い頃にはいろいろなスポーツを経験することがその後の人生に良い効果を与え、エリート競技者にとっては一見回り道のようにも、かえって効率的なようです。ジュニア競技者育成に関するこうした理論的背景がトレーニング現場に適用され、その成果がオリンピックなどハイパフォーマンスの檜舞台で結実し始めた、2020年東京オリンピックを間近に控えた今日、ちょうどそのような過渡期に当たっているのかも知れません。

2018年3月
文責 伊藤静夫

【陸上競技研究紀要第13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】

磯貝美奈子、八幡賢司、粳田竜之助、山口和也

「陸上競技研究紀要」第13巻

2018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

JAAF Japan Association of
Athletics Federations

Bulletin of Studies in Athletics of JAAF