

JAAF 陸上競技研究紀要

公益財団法人日本陸上競技連盟
ISSN1349-7596

**Bulletin of Studies
in Athletics of JAAF
Vol.9, 2013**



FOR ALL SPORTS OF JAPAN

「陸上競技研究紀要」

(Bulletin of Studies in Athletics of JAAF)

投稿規定

陸上競技研究紀要編集委員会

1. 投稿資格について

特に制限は設けない。

2. 投稿内容および種類について

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

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

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

3. 採否等について

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

4. 原稿の書き方について

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

英文は、A4サイズタイプ用紙を使用し、15枚以内を原則とする。

計量単位は、原則として国際単位系（m, kg, sec など）とする。

また、英文字および数字は半角とする。

5. 文献の書き方について

本文中の文献は、著者（発行年）という形式で表記する。

例）田中（1996）は —————

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

ジの順とする。

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

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

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

例）田中ら（1996 b）は，—————

6. 原稿の提出先

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

〒163-0717

東京都新宿区西新宿 2-7-1

小田急第一生命ビル 17 階

日本陸上競技連盟

「陸上競技研究紀要」編集委員会宛

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

E-mail:kiyou@jaaf.or.jp

7. 原稿の締め切り

原稿の締め切りは特に設けず，随時受理し，査読を行う。

8. その他

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

(2014年3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

2020年東京オリンピック開催が決定しました。オリンピックは全世界の人々の祭典であるとともに、国の競技力を競う最高の舞台でもあります。チームジャパンには、6年という限られた時間の中で競技力の飛躍的な向上を図り、オリンピック本番に臨むことが求められています。

そのためには、加盟団体および協力団体が手を取り合ったオールジャパン体制の構築、そして本連盟の全専門委員会を挙げての取り組みが必要となってきます。後者の取り組みにおいては、科学委員会と医事委員会が競技力向上のための直接的なサポート役を担うこととなります。

両委員会は、これまでも競技力向上に関して多大なる貢献を果たしてきました。これまでの多岐にわたるサポートに加え、東京オリンピックに向けては、暑熱環境対策という極めて重要な取り組みが加わってきます。有望種目であるマラソンと競歩は、暑さを制した者がレースを制すると言えるでしょう。

もう一つ大切な課題として、「最大力」を発揮することへのサポートをあげることが出来ます。アスリートが持つポテンシャルを高めることとともに、本番で持てる力を最大限に発揮することが大切になってきます。日本選手は、「国際大会本番に弱い」という評価を耳にすることが多いのですが、それは否定できません。本番で最大力を発揮できない原因について検証し、その解決策を考えていくことは重要であると考えます。最大力を引き出すためのキーワードとして、“ピリオダイゼーション”“精神力”“オリンピック前のピーキング”をあげることが出来ます。

本紀要の内容の充実は、本連盟における医科学サポートの充実を意味するものだと考えます。多くの研究の成果を本紀要で公表し、それらを多くのコーチが活用することで、コーチングのレベルが高まることでしょう。ひいては、それがわが国の競技力向上につながっていくものと信じます。

陸上競技研究紀要

Bulletin of Studies in Athletics of JAAF

Vol.9 2013

目 次

【原著論文】

オリンピック・世界選手権代表選手における青少年期の競技レベル
ー日本代表選手に対する軌跡調査ー

・・・・・・・・渡邊將司ほか・・・ 1

【特集企画 - いま再び、ピリオダイゼーションを問う -】

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7

【日本陸連科学委員会研究報告 第12巻(2013) 陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2012】

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 45

【エキサイティング メディカル レポート】

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 145

【大会視察・帯同報告】

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 157

オリンピック・世界選手権代表選手における青少年期の競技レベル
ー 日本代表選手に対する軌跡調査 ー

渡邊將司¹⁾ 森丘保典²⁾ 伊藤静夫²⁾ 三宅 聡³⁾ 森 泰夫³⁾ 繁田 進⁴⁾ 尾縣 貢³⁾
1) 茨城大学教育学部 2) 日本体育協会 3) 日本陸上競技連盟 4) 東京学芸大学教育学部

Childhood and adolescent performance of Olympian and World Championship athletes
– Retrospective study of international level athletes –

Masashi Watanabe¹⁾ Yasunori Morioka²⁾ Shizuo Ito²⁾ Satoshi Miyake³⁾ Yasuo Mori³⁾
Susumu Shigeta⁴⁾ Mitsugi Ogata³⁾

- 1) College of Education, Ibaraki University
- 2) Japan Sports Association
- 3) Japan Association of Athletics Federations
- 4) Faculty of Education, Tokyo Gakugei University

Abstract

This study was designed to elucidate childhood and adolescent performance levels of Olympian and World Championship athletes in track and field competition. We administered a questionnaire to 411 athletes who participated in the Olympics or World Championships during 1960–2009. Considering the secular background, we specifically examined data of 104 respondents ('subjects', 67 men) who were younger than 50 years old at the time of investigation. During elementary school, few subjects trained mainly in track and field. Moreover, more than 80% of the subjects who trained in other sports did not participate in prefectural level competitions. During the junior high school period, 39% of all respondents participated in national championships. However, the percentages of sprint and jump event competitors were high: 72% and 61%, respectively. The percentages of middle–long-distance running and throwing event competitors were low: 29% and 0%, respectively. During the high school period, more than 80% of respondents participated in national championships. Most were finalists.

I. 緒言

スポーツに取り組んでいる子どもにとって、国の代表選手になることは夢であり目標でもあろう。国際大会の最高峰と位置づけられているオリンピックや世界選手権に出場する選手の体力、技術、精神などが並外れて優れていることは想像できるが、そのような資質が子どもの頃から発揮されていたのか、つまり、オリンピックや世界選手権の代表となった選手が子どもの頃からエリートであったかどうかに関する情報は乏しい。

オーストラリアにおいて、27 競技団体で国際大会に出場経験のあるエリート選手 256 名のパフォーマンス発達のパターンについて分析した研究では、ジュニア期に国際大会に出場し、そのままシニアの国際大会に出場するような発達を示した者、つまりジュニアからシニアにかけて一貫して国内トップクラスで活躍した者が、全体の 26.8%であることを示した (Gulbin et al., 2013)。同じようにドイツでも、オリンピックや世界選手権で 10 位以内の成績を収めた 387 名のジュニア期の競技成績を調査したところ、14 歳時で国際大会出場レベルの者は 4%、

表1 対象者の年齢・種目分布

年齢(歳)	男子(67名)			女子(37名)			計
	20~29	30~39	40~49	20~29	30~39	40~49	
短距離	1	9	6	0	1	1	18
ハードル	0	1	4	0	1	0	6
中長距離	1	12	14	2	12	8	49
競歩	0	3	4	0	1	1	9
跳躍	0	7	5	0	5	1	18
投擲	0	0	0	0	1	3	4
混成	0	0	0	0	0	0	0
計	2	32	33	2	21	14	104

全国大会レベルの者は31%，地区大会レベル（日本でいう、関東や関西といった区分）の者は23%であったが、18歳時では、国際大会出場レベルの者は49%，全国大会レベルの者は32%，地区大会レベルの者は8%と割合が変化した（Güllich and Emrich, 2014）。さらにポルトガルのサッカー、バレーボール、水泳、柔道において、シニア期でナショナルチームに選抜された者のうち、16歳以下でナショナルチームに在籍していた者は、全体の3分の1程度であった（Barreiros et al., 2014）。多くのスポーツ種目においては、10代中盤以前で活躍していた者がシニア期で活躍している確率はそれほど高くはないことがわかる。その一方で、サッカーにおいては、10代中盤あたりでタレント選手の識別の可能性を示した研究が報告されている。オランダにおいて、14歳から18歳までタレント育成プログラムに参加していた選手を追跡調査し、将来、プロになれた者となれなかった者（アマチュア）との違いを分析した。ドリブルスキルでは、14～18歳の期間において、プロになれた者はアマチュアの者よりも優れた成績を収めており、14歳になるまでのスキル獲得が影響していることを示唆している（Huijgen et al., 2009）。インターバルシャトルランテストで評価した持久力においても、プロになれた者はアマチュアの者と比べて、16歳から高い数値を示すことから、15歳が重要な年齢であることを示唆している（Roescher et al., 2010）。プロ選手になることよりも国の代表選手になることの方が難しいことは容易に想像がつくが、ジュニア期に獲得すべきスキルや体力を示した興味深い研究である。このような閾値は、体力とスキルの両方を必要とする陸上競技でも存在する可能性がある。

陸上競技においてタレント選手の識別や育成に関する研究は十分に進んでいない。2003年に国際陸上競技連盟が発刊する「New Studies in Athletics」に掲載されたスペインのタレント選手の識別・育成に関する研究では、早い段階で専門種

目を絞ることは適切ではないこと、14～15歳よりも前にする識別・選抜する必要はないと述べている（Grossocordon, 2003）。スウェーデンにある有名な陸上競技クラブを対象にして行われた調査でも似たように、早期の成功よりもシニアに向けた適切な育成を強調している程度にとどまっている（Henriksen et al., 2010）。日本に目を向けてみると、世界選手権で銅メダルを2度獲得した為末大氏は、小学生期から高い身体能力を発揮しており、中学、高校、大学それぞれの世代で日本の頂点に立つという、青少年期から日本のトップクラスで活躍し続けてきた選手である（為末, 2013）。一方で、シドニーオリンピックで金メダルを獲得した高橋尚子氏は、中学生期に際立って高い競技成績はなく、高校期では全国大会出場レベルであったが、大学以降で大きく飛躍した選手である（高橋, 2001）。これらはほんの一例ではあるが、日本代表選手の青少年期の競技レベルは一樣でないことがうかがえる。

そこで本研究は、オリンピックまたは世界選手権の代表となった選手の青少年期の競技レベルを明らかにすることを目的とする。ここで得られた結果は、タレントプールの拡充や育成の充実、さらには効果的な競技または種目トランスファーに資する情報になると考えられる。

II. 方法

対象は、1960年から2009年までのオリンピックまたは世界選手権に出場した411名（男子275名、女子136名）のうち、競技者として第一線を退いている選手を中心に選出し、さらに現住所が判明している204名に「陸上競技におけるトップアスリートの軌跡調査」に関する質問紙を送付して回答を依頼した（渡邊ら, 2013）。質問紙では、小学生期、中学生期、高校生期において中心的に取り組んでいたスポーツ（競技名と実施競技数）とその時期の最高成績（国際大会出場、全国大会優勝、全国大会入賞、

表2 小学生期に中心的に取り組んでいた競技とその競技レベル

男子(67名)

競技名	実施種目数	人数(人)	割合(%)	競技成績	人数(人)	割合(%)
野球・ソフト 34名	4種目	1	1	国際大会出場	0	0
サッカー 20名	3種目	4	6	全国大会優勝	1	1
水泳 11名	2種目	15	22	全国大会入賞	0	0
陸上競技 9名	1種目	39	58	全国大会出場	2	3
ミニバス 1名	やっていない	8	12	都道府県入賞	3	4
テニス 1名				都道府県出場	6	9
空手 1名				その他	55	82
体操クラブ 1名						
バレーボール 1名						
剣道 1名						
クロスカントリースキー 1名						
合気道 1名						

女子(37名)

競技名	実施種目数	人数(人)	割合(%)	競技成績	人数(人)	割合(%)
水泳 9名	4種目	1	3	国際大会出場	0	0
バスケ 9名	3種目	3	8	全国大会優勝	1	3
陸上競技 8名	2種目	6	16	全国大会入賞	0	0
ソフトボール 3名	1種目	12	32	全国大会出場	0	0
スキー 1名	やっていない	15	41	都道府県入賞	2	5
バレエ 1名				都道府県出場	2	5
ドッジボール 1名				その他	32	86
新体操 1名						
卓球 1名						
ポートボール 1名						

表3 中学生期に取り組んでいた競技とその競技レベル

男子(67名)

競技名	人数(人)	割合(%)	競技成績	人数(人)	割合(%)
陸上競技	47	70	国際大会出場	0	0
野球・陸上	4	6	全国大会優勝	5	7
ソフトテニス	3	4	全国大会入賞	8	12
水泳	3	4	全国大会出場	14	21
陸上・サッカー	2	3	都道府県入賞	9	13
野球	2	3	都道府県出場	10	15
野球・サッカー・陸上	1	1	その他	21	31
陸上・バレーボール	1	1			
サッカー	1	1			
テニス	1	1			
剣道	1	1			
なし	1	1			

女子(37名)

競技名	人数(人)	割合(%)	競技成績	人数(人)	割合(%)
陸上競技	24	65	国際大会出場	0	0
陸上・バレーボール	3	8	全国大会優勝	3	8
卓球	3	8	全国大会入賞	4	11
バスケットボール	2	5	全国大会出場	7	19
陸上・ソフトボール	1	3	都道府県入賞	8	22
陸上・卓球	1	3	都道府県出場	5	14
ソフトテニス	1	3	その他	10	27
なし	2	5			

表4 中学生期に全国大会に出場した者の種目内訳と代表選手数に対する割合

	短距離	ハードル	中長距離	跳躍	投擲	計
優勝	2	0	1	5	0	8
入賞	5	1	4	2	0	12
出場	6	2	9	4	0	21
計	13	3	14	11	0	41
割合(%)	72	50	29	61	0	-

表5 高校生期に取り組んでいた競技とその競技レベル

男子(67名)

競技名	人数(人)	割合(%)	競技成績	人数(人)	割合(%)
陸上競技	65	97	国際大会出場	6	9
野球	1	1	全国大会優勝	19	28
水泳	1	1	全国大会入賞	20	30
			全国大会出場	12	18
			都道府県入賞	4	6
			都道府県出場	2	3
			その他	4	6

女子(37名)

競技名	人数(人)	割合(%)	競技成績	人数(人)	割合(%)
陸上競技	36	97	国際大会出場	7	19
陸上競技、バスケット・サッカー	1	3	全国大会優勝	5	14
			全国大会入賞	7	19
			全国大会出場	6	16
			都道府県入賞	5	14
			都道府県出場	2	5
			その他	5	14

表6 高校生期に全国大会に出場した者の種目内訳と代表選手数に対する割合

	短距離	ハードル	中長距離	競歩	跳躍	投擲	計
優勝・国際大会出場	11	3	7	1	13	2	37
入賞	4	0	14	4	4	1	27
出場	4	1	12	0	0	1	18
計	19*	4	33	5	17	4	82
割合(%)	111	67	67	56	94	100	-

*:このうち2名は、ハードルと中長距離種目で代表になっている

全国大会出場、県大会入賞、県大会出場、その他)を尋ねた。2012年に送付し151名から回答を得ることができたが、時代背景(全日本中学校陸上競技選手権大会がまだ開催されていなかったなど)を考慮して50歳未満の104名(男子67名、女子37名)を分析の対象とした。表1は、年齢と種目の内訳である。

集計された競技名や競技成績は、単純集計して人数と割合を学校期別に計算した。さらに、中学生期と高校生期においては、全国大会に出場した者の種目内訳と代表選手数に対する割合を計算した。データの集計には、統計ソフトウェア JMP8.0 を用いた。

III. 結果

1. 小学生期

表2には、小学生期の競技名、実施競技数、競技成績を男女別にまとめた。小学生期に陸上競技に取り組んでいた者のほとんどは他競技との掛け持ちで、陸上競技のみを専門に実施していた者は6%であった(104名中6名)。全国大会出場水準以上の成績を収めていた者は男女合わせて4名であった。女子の1名は陸上競技であったが、男子の全国大会優勝者の競技は野球で、全国大会出場レベルの2名の競技は陸上と野球であった。全体の84%(104名中87名)が都道府県大会出場水準に至っていなかった。

2. 中学生期

表3には、中学生期の競技名、実施競技数、競技成績を男女別にまとめた。男子は70%（67名中47名）、女子は65%（37名中24名）が陸上競技を中心に実施しており、他の者は、他の競技、あるいは他の競技と陸上競技を兼ねていた。全体の39%（104名のうち41名）が全国大会に出場していた。さらに、全国大会出場者のうち50%は入賞以上の成績を収めていた。

表4には、全国大会出場者の種目の内訳を示した。中長距離が最も多いが、入賞以上では短距離と跳躍種目の方が多かった。次に、代表選手数に対する割合をみると、短距離の72%、ハードルの50%、跳躍の61%が、中学生期に全国大会に出場していた。一方で、中長距離で全国大会に出場していたのは29%で、投擲は一人もいなかった。

3. 高校生期

表5には、高校生期の競技名、実施競技数、競技成績を男女別にまとめた。男子2名、女子1名を除いて全員が陸上を中心に実施していた。競技成績をみると、男子の85%（67名中57名）、女子の68%（37名中25名）が全国大会出場水準以上で、さらに、男子の67%（67名中45名）、女子の51%（37名中19名）が全国大会入賞以上の水準であった。表6には、全国大会出場者の種目の内訳を示した。特に短距離、跳躍、投擲ではほぼ100%が全国大会に出場しており、そのほとんどが入賞以上の成績を収めていた。

IV. 考察

オリンピック・世界選手権の代表選手のうち2012年に50歳未満だった104名を対象にして、小学生期から高校生期の競技レベルを分析した。

小学生期に陸上競技のみを中心に実施していた者は少なく、他の競技との掛け持ちが多かった。そのうち陸上競技で全国大会に出場していた者は104名中2名で、98%は陸上競技で全国大会には出場していなかった。小学生の全国大会は、全国小学生陸上大会（日清カップ）と全国小学生クロスカンントリーリレーのみである。これらの大会出場するためにはクラブチームや少年団に所属していることが条件となっている。陸上競技のクラブチームや少年団は、サッカーや野球などに比べて少ないこともあってか、他の競技に中心的に取り組んでいたことで陸上競技の大会に出場していなかった可能性が高い。

加えて、小学生を対象にした全国大会の歴史の浅さも影響していると考えられる。2012年に開催された日清カップは第28回大会である。その時に小学6年生だった者は昭和47年度（1972年度）生まれの者で、その学年以上の者は全体の52%（54名）を占める。おおよそ半数の者が、日清カップが開催されていなかった時期に小学生だったことも理由として挙げることができるだろう。他の競技と掛け持ちで陸上競技を中心に実施していた者の中には、市町村レベルのような比較的小さな規模の陸上競技大会に、学校代表として出場するために練習していたことを含んでいる可能性がある。質問紙で抽出することができなかった不明瞭な点については、個別のインタビューなどで明らかにする必要があるだろう。

中学生期では、全体の39%が全国大会に出場しており、そのうちの50%は入賞以上の成績を収めていた。ところが種目ごとにみると、短距離の72%、跳躍の61%が全国大会出場水準以上であったが、中長距離と投擲は中学生期に全国大会に出場している者が少なかった。ハードルに関しては、特に男子では、高校からの高さの変化が影響していると考えられる。男子の110mハードルでは、高さが高校から15.3cmも高くなるため、身長の影響は無視できない。中学生期に中長距離の選手だった者は、対象者104名のうち33名（サッカーとの掛け持ち1名を含む）で、そのうちの14名（42%）が全国大会に出場していた。中学生期から中心的に中長距離走に取り組んでいた者でも、全国大会に出場していない者の方が多いという特徴を探るにあたって、練習環境や指導者との関係などについて分析する必要がある。

高校生期では、79%（82名）が全国大会に出場し、全体の61%（64名）が全国大会で入賞していた。種目ごとにみると、短距離の83%（15名）、跳躍の94%（17名）が全国大会で入賞していた。そのうち、短距離の10名が中学生期に全国大会に出場（そのうち7名が入賞）、跳躍の12名が全国大会に出場（そのうち7名が入賞）しており、これらの種目に関しては、約45%の者が中学生期から全国入賞水準で活躍していた。ハードル、中長距離、投擲についても全国大会で入賞以上の者が50%以上を占めていた。多くの者が全国大会に出場・入賞した背景には、より良い練習環境や優れた指導者のいる高校へ進学したことが要因として考えられるが、種目のトランスファーも見逃すことはできない。高校からは、400mハードル、3000m障害、5000m、

10000m, 三段跳, 円盤投, やり投, ハンマー投といった種目加わる。すなわち, 走る距離を伸ばして成功したり, 異なる種目に取り組んで成功した例も多くあると思われるため, 種目のトランスファーについても分析する必要がある。

これらの結果をタレント選手の発掘・普及育成の観点でまとめると, 小・中学生の段階で全国トップクラスにいらなくても, 将来, 代表選手になれる可能性があるということである。短距離と跳躍では中学生期の競技成績がある程度タレント発掘の指標になるかもしれないが, 全国大会に出場していらなくても, 高校生期で全国大会に出場または入賞している者も多く存在している。中学生期の競技成績があまり高くなかったからといって中学までで辞めさせないで, 高校でも陸上競技を続けるよう, 指導者が促すことが重要である。一方で, 中学生期に活躍した選手にも十分なケアが必要である。期待するあまりに過度なトレーニングを課して慢性的な障害を負わせたり, 精神的に燃え尽きさせたりしないように注意を払うべきである。

今回の対象者の種目分布をみると, 全体の約50%が中長距離選手であったため, 結果の解釈については慎重にならなければならない。今後はアジア大会出場者も対象にして調査し, データの少ない種目の特徴を明らかにする必要がある。また, 今回の対象者は競技者として第一線を退いている選手を中心に調査したため, 30歳代以上の者がほとんどであった。今後は若い世代(現役選手)も調査の対象にしなければならないだろう。

V. まとめ

本研究は, 競技者として第一線を退いたオリンピック・世界選手権の代表選手を中心に, 青少年期の競技レベルに関するアンケートを実施し, 50歳未満の104名に焦点をあてて特徴を明らかにした。その結果, 小学生期に陸上競技を中心的に実施している者は少なかったうえに, 他の競技を実施していたとしても80%以上の者が都道府県大会出場レベルに至っていなかった。中学生期では全体の39%が全国大会出場水準であったが, 短距離と跳躍では割合が高く(それぞれ72%, 61%), 中長距離と投擲は低かった(それぞれ29%と0%)。高校期では約80%が全国大会に出場し, その多くが入賞以上の成績を収めていた。

今回の対象者は中長距離選手が約50%を占めており, またほとんどが30歳以上の者だったので,

結果の解釈には注意しなければならない。今後はアジア大会出場者や若い世代(現役選手)にも調査を広げる必要がある。

VI. 引用文献

- Barreiros A, Côté J, Fonseca AM. (2014) From early to adult sport success: Analysing athletes' progression in national squads. *Eur J Sport Sci*, 14(S1):S178-182.
- Grossocordon JG (2003) The Royal Spanish Athletics Federation programme of talent identification, development and assistance for young athletes. *New studies in Athletics*, 18(3):35-45.
- Gulbin J, Weissensteiner J, Oldenzel K, Gagné F. (2013) Patterns of performance development in elite athletes. *Eur J Sport Sci*, 13(6):605-614.
- Güllich A, Emrich E. (2014) Considering long-term sustainability in the development of world class success. *Eur J Sport Sci*, 14(S1):S383-397.
- Henriksen K, Stambulova N, Roessler KK. (2010) Successful talent development in track and field: considering the role of environment. *Scand J Med Sci Sports*. 20(S2):S122-132.
- Huijgen BC, Elferink-Gemser MT, Post WJ, Visscher C. (2009) Soccer skill development in professionals.. *Int J Sports Med*. 30(8):585-591.
- Roescher CR, Elferink-Gemser MT, Huijgen BC, Visscher C. (2010) Soccer endurance development in professionals. *Int J Sports Med*. 31(3):174-179.
- 高橋尚子 (2001) 風になった日. 幻冬舎.
- 為末 大 (2013) DAI STORY: 栄光と挫折を繰り返した天才アスリートの半生. 出版芸術社.
- 渡邊将司, 森丘保典, 伊藤静夫, 三宅 聡, 森 泰夫, 繁田 進, 尾縣 貢 (2013) 日本代表選手に対する軌跡調査 一第1報一. 公益財団法人日本陸上競技連盟.

特集企画

－ いま再び、ピリオダイゼーションを問う －

序 文

エビデンスに基づく政策が叫ばれる中、2020年東京五輪に向けての選手強化も当然スポーツ科学のエビデンスに基づいた強化策が考案されなければならない。選手強化のエビデンスとなれば、トレーニング科学が俎上に上がる。はたしてそこに、適正なエビデンスを上げることができるであろうか。

トレーニング科学では、パフォーマンス向上をめざすのが常である。つまり、パフォーマンス向上に役立つ研究が期待されることになる。しかし、それゆえに研究の方向性が単純な因果関係、要素還元主義に終始してはいないだろうか。パフォーマンス向上を目論む欲目で判断を誤ってはいないだろうか。トレーニング科学こそ、総合的、学際的な研究の方向性が追求されなければならないだろう。6年後に五輪開催を控えた今日、改めてトレーニング科学そのものを見つめ直す必要性を感じるのである。このような趣旨から、トレーニングの根幹をなす「ピリオダイゼーション」を本誌の特集テーマとして取り上げてみた。

狙いの一つは、いま改めてトレーニング理論の基本を学ぶことにある。幸い、この分野の第一人者である村木氏にトレーニング理論の基礎を執筆いただくことができた。競技パフォーマンスの基本概念およびトレーニング構成の原理としての「期分け論」の動向と背景を解説いただいた。ただし、ピリオダイゼーションとカタカナ語化されたトレーニング理論もどきとは一線を画す。論文中に次の記述がある。「トップレベルの最重要試合では、パフォーマンスは自己記録に対しマイナス数%以内であれば『上出来』、その逆のプラス数%をマークするチャンスも同等の確率として存在する。『勝負は時の運』とは、謙虚でかつ正鵠を得た表現といえる。」こうした客観的、理論的視点からの論考が重要であると改めて気付かされる。

その反面、村木氏が指摘するように、今日さまざまなトレーニング方法が魅力的なキャッチコピーをともなって巷にあふれる。その玉石混合の中からエビデンスたりうるものを選別し、あるいは再構築して行かなければならないだろう。近年特に注目を集め始めている「ブロック・ピリオダイゼーション」および「テーピング」をとりあげ、前者は青山氏に解説いただき、後者を著者が解説した。こうした斬新なトレーニング方法の可能性と課題について、読者とともに考えてみたい。これが、本特集の二番目の狙いである。

本特集三番目の狙いは、実践事例の検証である。トレーニングの有効性は実践を通して初めて検証できる。本特集では、村木氏に補遺として助走跳躍種目の実践的モデルを例示いただき、また吉田氏に跳躍競技の年間計画とその実践について具体的、詳細に解説いただいた。理論と実践をつなぐ試みの先鞭になったと思う。

まずはトレーニング理論の理解があって、そこから創意工夫が生まれ、トレーニングが実践され、そこで生まれた課題が再び理論に戻る。こうした三位一体のなかから真に有効なトレーニングが実践されることであろう。

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 - いま再び、ピリオダイゼーションを問う - 目次

年間トレーニング構成のための標準モデルとしての期分け論・・・・・・・・・・・・・・・・	10
村木征人	
トップアスリーの試合に向けた準備システムを考える・・・・・・・・・・・・・・・・	27
ーブロック・ピリオダイゼーションとはー	
青山亜紀	
トレーニング基本モデルに照らした実践的テーパリング・・・・・・・・・・・・・・・・	32
ーはたしてテーパリングは有効か？ー	
伊藤静夫，森丘保典	
コーチングレポート・・・・・・・・・・・・・・・・	41
ピリオダイゼーションの実践	
吉田孝久	

年間トレーニング構成のための標準モデルとしての期分け論

村木 征人

法政大学スポーツ健康学部

はじめに

地上最大のイベントとしてのオリンピック・パラリンピック大会への社会的関心は、2度目の東京開催(2020)も決まり、かつてないほどの高まりを見せている。すべての選手・コーチらは、オリンピックや世界選手権大会を最高の晴れ舞台とみなし、トレーニングのみならず全生活を傾注して代表選手の座の獲得と共に、本舞台での最高業績の達成を目指している。スポーツトレーニングはそのための多面的な準備過程とみなされている。具体的には、一連の選抜大会を通じ、更に本大会に向かって、個々の競技力を最高度に高める「向上性(伸び代)」と共に、そうした大会での失敗を最小限に留める高度な「安定性(歩留り)」を獲得するための準備過程でもある。しかし、目標とされるこれら2つは、論理的にも同時に成立しえない相互排他的なトレードオフ関係にある。この理由は、「向上」にはある種の変化や革新が求められる反面、「安定」には変化の抑制、即ち一定状態の維持や定常(固定)性が求められるためである。こうした関係は、選手としての多年時のライフサイクルと共に、標準的にはそれぞれ年および月周期に相当するマクロおよび、メゾ周期を更新することで達成される。

一方、こうした最重要試合の本舞台では、誰もが最高業績の達成を願い、期待することから、巷に溢れるのはピーク(又はトップ)パフォーマンスや、ピーキング、トップ(又はベスト)コンディション、もしくはトップフォーム等の魅力的なコピーである。これらは、Матвеев Л П (1965/1977) (以下、英語は Matveyev LP 1981; 独語は Matwejew LP 1972/1981; 日本語表記名はマトベーエフ 1976 またはマトヴェイエフ 1985) の先駆的研究に由来し、今日の世界標準モデルとされるスポーツトレーニングの「期分け」論を連想させる。しかし、誰もが最高業績の獲得を目指し、全力発揮で臨む主要試合で

の競技パフォーマンス(出力)の実際は、一定の歩留りでの「安定性」の指標による評価が相応しい極めて確率的な現象である。従って、これらの名称は、期待や願望を含意する魅力的な表現ではあるが、競技パフォーマンスの実態としての確率的存在を表わすものではない。むしろ、そのように誇張することによって、選手らに余計な心的ストレス過剰を生み出す可能性も無視できない。

本稿では、トレーニング論の立場から、競技パフォーマンスを生み出す母体としての「競技的状态 sport-form」と命名された基本概念と共に、トレーニング構成の原理としての「期分け論」の動向と背景を概説する。

期分け論誕生の背景

今日の国際的な標準モデルとされるトレーニング構成の原理を導出した、マトベーエフが命名した「期分け論」の革新性は、それまでの季節・気候的条件、試合日程、トレーニング計画、トレーニング課題等を期分けの原因とみなしてきた古典的概念から脱皮し、それらを期分けの重要な条件ではあるが、本質的な原因ではないとの逆転の発想に立ったことにある(図1)。

選手が試合に出て高度な競技パフォーマンスを生み出すには、適切なトレーニングを通じて諸々の要素を変化(発達・改善)させ、競技的発達の新しい段階毎に到達する最高の力を備え、高度に安定化された状態を獲得し、一定レベルに維持される必要があるとして、その新しい実践的な概念を「競技的状态(sport-form)」と命名した。この競技的状态は、「形成-維持-消失」という一連の発達周期特性を有し、その周期構造を更新することによってのみ競技パフォーマンスの相補的な向上性と安定性が補償され得るとして、トレーニング構成の原理に関する仮説モデルを提示した。また、トレーニング期分け

の本質的原因は、この競技パフォーマンスを生み出す母体としての競技的状態の発達周期特性にあるとみなしたことに始まる。

この研究の経緯と背景には、旧ソ連での原著初版「スポーツトレーニングにおける期分けの諸問題」(Matveev, 1965)に詳しい。しかし、東西冷戦時代にあつて、西側諸国(特に英語圏)へのロシア語原著初版からの正確かつ直接的な翻訳・伝播はなされず、間接的かつ断片的な紹介や解釈によって広まった。因みに、peakingやtop-formまたはtop-conditionなる表現は、オリンピック・ミュンヘン大会の翌年に発表されたマトベーエフ研究の追試として、オリンピック年での本大会出場選手らの競技パフォーマンスの動態を扱った英訳論文タイトル”Periodization, or peaking at the right time”(Krüger, 1973)に使われたのが最初である(村木, 1994)。因みに、その独語原題は、「オリンピック年における陸上競技の期分けと選手選考(Periodisierung und Selektion der Leichtathleten in Olympiajahre)」である。

その後、マトベーエフの期分け論は、旧ソ連東欧諸国のコーチ養成学部での種目横断的な専門科目の「一般スポーツトレーニング原論」(Matveev, 1977; Matwejew, 1981; Matvejev, 1981)として発展。東独でも同様の出版がなされた(Harre, 1979)。オリンピックや世界選手権で示された圧倒的なメダル獲得実績を背景に、旧ソ連の開放政策の先駆けとして国内で英訳出版されて西側欧米諸国へも頒布され、急速に広まった(Matveyev, 1981; Harre, 1982; マトヴェイエフ, 1985)。また、ロス五輪を契機に、旧ソ連東欧諸国からの西側諸国への移住者らによる類似書籍の刊行も重なった(Bompa, 1983/1994/1999)。更に、1980-90年代の北欧を中心に、食事面でのglycogen-loadingとトレーニング負荷の漸減プログラムとを連携させたtapering programでの持久系種目でのパフォーマンス効果の実証研究等によって、トレーニング構成の原理としての期分け論への関心が高まった。しかし、いずれもそれらのタイトルがキャッチコピー的に先行し、競技パフォーマンスの実態に基づいて客観的合理性が論じられたものとは言い難い。しかし、その後相次いで出版された各種の英文タイトルでは好んでpeakingやtop-formまたはtop-conditionなる表現が使用され、実践現場でも日常的に使用され、いつの間にか定着したのが現状である。また、日本では近年、「期分け」なる語が「ペ(ピ)リオダイゼーション」としてカタカナ語化され、最新のトレーニング

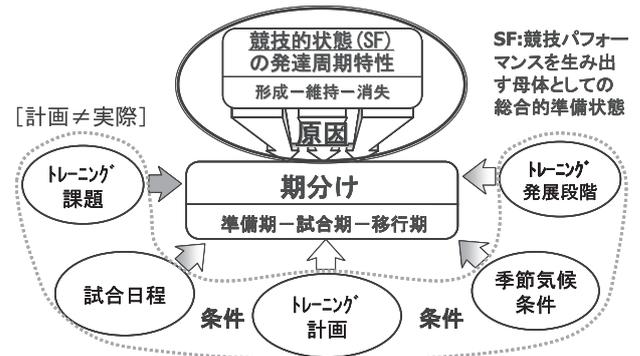


図1 期分けの本質的な原因と条件—古典的発想からの脱皮：従来からの期分けの原因と考えられてきたトレーニング課題、発達段階や計画、試合日程、季節気候的条件等は、重要な条件ではあるが本質的な原因ではないとして、競技的状態(SF)の発達周期特性を期分けの本質的原因とみなす。

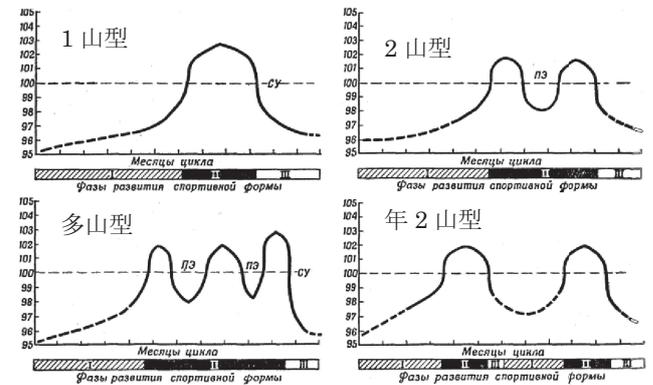


図2 年周期の記録変動の主なタイプと競技的状態の発達段階との関係(Matveev 1965:49)。初期の指標は年間記録の平均値を100%として、それを上回った期間を指す。I：形成段階(準備期)、II：維持段階(試合期)、III：一時的消失段階(移行期)

理論もどきに論じられ、再流行の兆しも感じられる(村木, 1999/2002/2008/2009; Rowbottom, 2000)。

マトベーエフが当初、「競技的状態」の唯一の総合評価指標として用いたのは、陸上競技、水泳、重量挙げ、自転車、スケート等々の客観的計測競技種目の競技記録で、個々の選手の年間平均記録を上回った期間を競技的状態にあるとみなした。その結果、年間記録の分布状態から、それぞれ1山型、2山型、多山型、そして分離2山型の4つの代表的タイプが類別され(図2)、一定の種目特性との関連性(持久系のローパワー種目では1山型への偏在とスピード筋力系のハイパワー種目での一山型以外への可能性もあること)が示された。しかし、それら

は競技的状態の発達周期特性を裏付けるもので、特定の最重要試合へのピンポイントでのピーキング問題を扱ったものではなく、オリンピックや世界選手権大会等の最重要試合での自己記録の更新確率は30%未満にとどまるとの見解が残されている。これらの分析と評価指標は、今から半世紀も前の選手を対象にしたものである。その後の20年間に急成長を遂げ、プロ選手としてフルタイムで活動するに到ったオリンピックや世界選手権大会への参加選手レベルでの競技パフォーマンスの実態を確認しておく必要がある。

競技的状態の指標—向上性（伸び代）と安定性（歩留り）

客観的計測スポーツとしての陸上競技での競技パフォーマンスの「向上性」は、選手の年間最高記録をその代表的指標とする年次推移として極めて明示的に扱うことが出来る。その一般的傾向は、緩やかなS字状曲線で知られる成長曲線の後半部分に相当し、初期の発達段階ほど年間成長率は大きく、生涯最高記録達成年に近づくにつれて急速に縮小し、いずれはゼロ成長の維持もしくはマイナス成長に転じる。生涯最高記録を基準（100%）とする相対成長でみると、種目間の違いもあるが、最初の記録から概ね10～40%の「伸び代」を持っている。こうした「伸び代」は、奇しくも世界記録の推移としてみた種目毎の系統発生的な伸び代との類似性も高い。男子の伸び代は、総てのトラック種目が+10～15%、棒高跳を除く総ての跳躍と混成競技種目では20～25%、そして残りの棒高跳を含む総ての投擲種目では40～45%に相当する。この他、より短期的な指標としては、開幕直後からシーズンベスト記録迄の比、もしくは対前年比（または前年までの対自己最高記録比）および対世界記録比なども使われる。一方、「安定性」の代表的指標には、年間もしくは当該シーズンでの試合記録のばらつき（偏差）によって評価され、個人間もしくは種目間の比較にはスケールの影響を排除した平均値と標準偏差から算出される変動係数（Coefficient of Variation: CV）を用いる。この他、年間平均記録等の一定の記録水準を超えた達成回数基準、密度基準（記録間の平均的時間間隔）および持続性基準などが用いられる。

発達過程において、両者は相反的な trade-off 関係を有し、初期ほど伸び代は大きい反面、歩留りは悪く、安定性を欠く。いわば、安定性は伸び代を犠

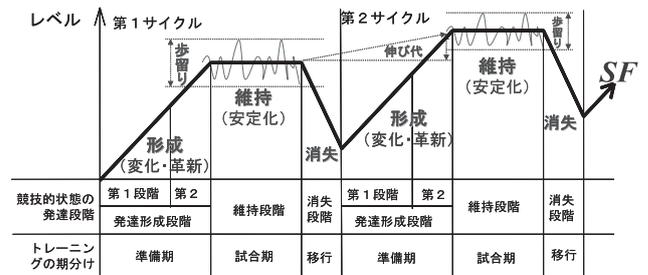


図3 競技的状態 (sport-form) の周期的発達特性と各段階に対応するトレーニングの期分け：競技的状態は、向上性（伸び代）とのトレードオフ関係にある一定水準での安定性（歩留り）の範囲内にある確率的存在である（≠ピーキング）。

性に獲得されるものでもある。こうした意味から、成熟段階に達した上級者での真の困難性は（マンネリ化を避けた安定性の維持自体もさることながら）、伸び代を代償に獲得した安定性を如何に打破し得るのかという、いわば革新的な「創造的破壊」への挑戦にあると言えよう。しかし、両者は単なる相反的な直線関係ではなく、基本的には年間を通じた適切な（試合自体も含む）トレーニングによって導かれる選手の競技的状態の「形成—維持—消失」というサイクリックな波状かつ確率的な現象である。

図3は、期分け論が目指した競技的状態の「形成—維持—消失」の発達周期と共に、それに合致したトレーニングの期分けを複数年に渡って模式的に示している。図の上段には、試合期での試合結果（記録）の波状的推移（細い波線）と共に、その振れ幅が「歩留まり」の目安として描かれている。また、競技的状態の一時的消失後、次の周期で描かれた記録変動幅との傾斜は「向上性」を意味する。発達段階にある若いジュニア選手ほど、向上性を示す線分の勾配は右肩上がりが顕著で、成熟段階に達したベテラン選手ほどその勾配は0もしくはマイナスに転ずる。

マトベーエフが当初用いたこの評価指標は、個人間ならびに複数年の記録変動状態を比較するために、当該周期での年間最高記録（SB: season-best）を100とする際の年平均記録を基準として、それを上回った期間を競技的状態にある「維持」期間とみなした。しかし、競技パフォーマンスの向上性も加味するには、前年度までの自己最高記録（PB: personal-best）を基準にする相対評価も必要となる。また、最高記録の達成を目指す実際の競技的関心からも、後者の指標が重視されるのは当然である。こうした指標は試合と共に存在し、最近では「ピー

キング」の名のもとに、人々はオリンピック大会等の最重要試合での自己最高記録の達成を目指す、実際の達成確率は現在もなお半世紀前と同じ30%未満にとどまっている。

今日のグローバルな地球規模での南北両半球に跨っての転戦もしくは室内試合を利用すれば、古典的な季節外れであっても年中試合参加は可能である。しかし、実際には、競技的状态の形成段階および一時的消失段階での試合参加はモチベーション的にも一種の破壊試験的な危険性を伴う。また、室内試合は参加規模からしても極めて限定的で、高度な安定性と持続可能な向上性の維持のためには、十分な充電期間が設けられた年1周期制が今日なお国際的な標準理論として支持されている。

向上性の維持は、発達段階にあるジュニア選手とは異なり、達成段階に到達したシニア選手ほど著しく困難になる反面、記録の安定性は高まる。このため、シニア選手が真に直面する課題は、逆説的な意味でも、変化を生み出すための安定性の打破が不可欠となる。したがって、この実現は、高度な安定性の一時的消失と形成段階での安定性の打破による再形成、もしくは抜本的な長期のリフォームによって更新される必要がある。

相対達成度から見た種目特性とピーキングの虚像

競技的状态の評価指標は当初、客観的計測種目における試合記録の年間平均記録を100として、それを上回った期間を目安に用いていた(Матвеев, 1965)。その後、この指標は、トップレベル中長距離走者を対象とした競技パフォーマンスの動態に関する研究から、当該シーズンにおけるシーズンベスト記録を基準(100%)とする偏差についての累積度数分布から検討し、これらの種目への競技的状态の新たな判定基準ゾーンにはシーズンベストの-2%を提案し(Матвеев, 1974)、種目特性に応じた設定の重要性を示唆した。ちなみにこの-2%ゾーンには、全対象者の約60%が含まれる。しかし、これらの指標は年間平均記録もしくはシーズンベスト記録を基準にしたもので、いずれも当該シーズン終了後の事後的な評価である。しかも、個々の選手の自己記録に対する相対値である達成度からみた検討は、唯一「自己記録の更新確立は全ての種目を通じて30%を超えるものではなかった」(Матвеев, 1965)との記述があるのみで、具体的な検証報告は参考文献も該当せず見出せていない。また、新たに提案されたシーズンベストの-2%とする判定基準

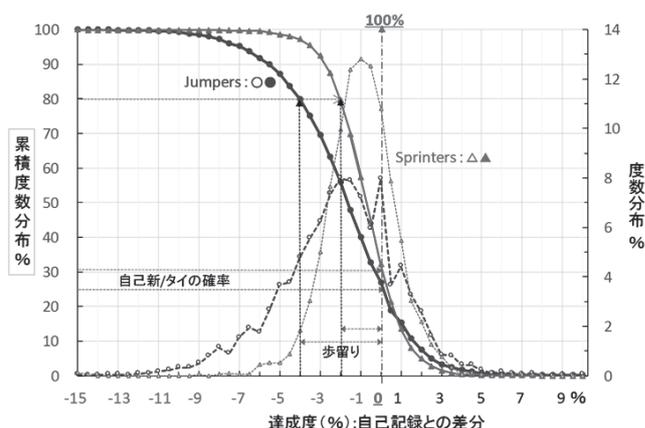


図4 世界年次10傑選手(スプリントおよび跳躍種目の全ての年間試合記録の分布(2000-05年):前年度までの自己最高記録に対する相対値差分(%)の度数分布と累積度数分布

ゾーンは、異なる運動形態と競技形式を持つフィールド競技の種目特性への考慮はなされていない。

総てのトラック及び道路競技種目では、他律的な一斉スタートで開始され、直接競争の形式でタイムを競い合う。他方、跳躍と投てき種目からなるフィールド競技は、個々の選手が自律的に試技を開始し、一定のルールに沿って重ねられた試技の最高記録によって順位が決定され、間接的な競争形式で競われる技術性の高い種目でもある。系統発生的な意味でのこれら異なる競技間での発達特性の差異は極めて大きい(村木, 1994:15-17)。したがって、競技的状态の判定指標として、一定の相対達成度を一律に設定するのは相応しい対応とはいえない。その理由は、公正な評価基準ではないと共に、種目によっては(特に技術性の高いフィールド種目では)余計な心的ストレスを生み出し、競技パフォーマンスにも悪影響を及ぼしかねないためである。

そこで筆者らは、高度化した競技記録のより最近の国際的なトップレベル選手を対象に、異なる競技部門間での同様な年間記録分布の再検討を行った(藤川ら, 2007)。図4は、前述した国際的なトップレベル選手(スプリンターとジャンパー)らの最近6年間(2000-05)の全活動記録から得られた、前年度までの自己記録に対する達成度(横軸%)に関する度数分布(右縦軸)と累積度数分布(左縦軸)を表わしている。

走種目と跳躍種目それぞれの群内での異なる年次(例えば、対象データに含まれる2度のオリンピック年の特異性—自己記録の更新確立および平均値の上昇等)での違いは全く見られず、同一集団として扱っている。しかし、両群間には分布と平均値とも

に顕著な違いが見られ、同一集団として扱うことは出来ない、それぞれに異なる評価基準を設けるべきであるのは明らかである。ちなみに、40年ほど前に査定された中距離種目のデータから設定された-2%水準での累積度数で占める割合は約80%であったので、それに相当するレベルでの相対達成度をそれぞれの累積度数分布から推定すると、スプリントおよび跳躍種目でそれぞれ-2%および-4%に相当する。

これらのデータは、対象選手らの年間における自己記録更新の確率分布を直接描写したものではないが、誰もが最大目標とする最重要試合での確率分布の普遍性は（種目特性はあるものの）、「ピーキング」と称する意味とは異なる現象であり、一定範囲内での安定性の指標としての「歩留まり」的評価に相応しい現象であることを示唆している。換言すれば、成熟段階にあるトップレベルでの最重要試合のパフォーマンスは、種目特性に応じた自己記録に対する達成度のマイナス数%以内であれば「上出来」で、その逆のプラス数%をマークするチャンスも同等の確率として在り得る。また、実際のファイナリストになるための入賞記録の分布も僅か数%未満の範囲内に留まっており、「勝負は時の運」とは、謙虚でかつ正鵠を得た表現といえる。他方、最重要試合でのそうした範囲を逸脱した結果が得られた場合には、その背後に何がしかの特異な現象、例えば大幅なマイナスの場合は身体的もしくは心的トラブル（故障やあがり）、逆に大幅なプラスの際はドーピング違反等の可能性すら憂慮され得る。しかし、個体発生上の「歩留まり」と「伸び代」の間には、特に発達段階にある若いジュニア選手ほど顕著なトレードオフ関係にあり（伸び代が大きいほど歩留まりは悪い）、達成段階にあるシニア選手とは区別して扱う必要がある。

図5は、誰もが最高業績の達成を目標に代表を目指し、4年に1度の最重要試合でもあるオリンピック大会での陸上競技の達成度の累積度数分布を競技部門別に示している（村木，1989/1994）。対象は、オリンピック大会での陸上競技への全出場者で、エントリー時の自己最高記録を100として本大会での個々の競技記録を相対値とする差分を横軸にプロットした競技部門別の全選手を100とする相対度数分布を示している。

全ての走種目でのトラック競技（マラソンを含む）は同一集団とみなされ共通の判定基準を適用し得るが、跳躍及び投擲種目のフィールド競技との間には種目特性による顕著な違いが示され、それぞれ

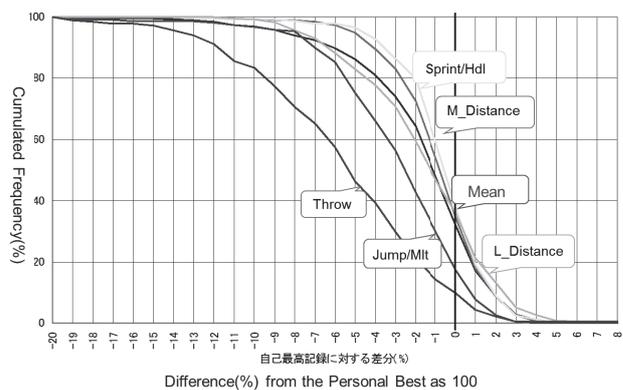


図5 オリンピック大会（1984/2004）陸上競技での相対達成度（エントリー時の自己最高記録との差分%）の累積度数分布：トラック競技とフィールド競技間での種目特性は顕著！

に相応しい評価基準の設定が必要なことは明らかである。また、そこでの自己最高記録の更新確率は「30%を越えるものではない」（MatBeeB, 1965）とする当時の結果とも概ね一致している。しかし、競技間には顕著な有意差が認められ、全てのトラック競技で35% > 跳躍競技で約20% > 投擲競技で約10%の順に顕著に低下した。奇しくもこの関係は、公式種目としての男子の世界記録の系統発生的な発達過程での初期から今日までの「伸び代」の大きさと順序（トラック種目10-15% < 跳躍種目20% < 投擲種目40-45%）とは相反的な関係が見られる。このことはまた、個体発生的な個々の選手の自己記録の年次相対記録推移でも類似の関係が見出され、「伸び代」（向上性）と「歩留り」（安定性）とがトレードオフ関係にあることを示唆している。

こうした現象は、傑出したトップアスリートらの多年次にわたる個々の経年的推移から確認し得る。以下の図は、それぞれ三段跳世界記録保持者でオリンピック（2000）及び世界選手権大会（1995/2001）の優勝者でもあるエドワーズ選手の、年次最高記録と変動係数の推移（図6）と、成熟段階（25～37才：1991～2003年）における年間記録変動を毎年の平均記録を100とする年毎の相対記録の差分を重ね合わせた結果である（図7）。

成熟段階に達したトップレベル選手らによる競技パフォーマンスのこうした確率的現象については、メダル獲得もしくは記録更新を「結果を出した証」としてひたすら勝者のピーキング虚像を賛美誇張するメディア的扱いでの皮相（かつ悲壯）的表現とは一線を画した対応が求められる。

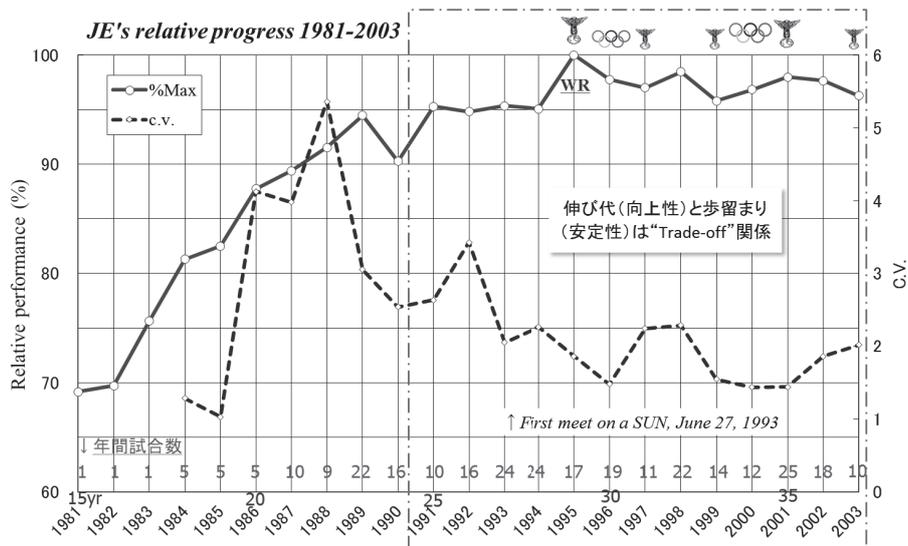


図6 J. Edwards (三段跳世界記録保持者、2000 OG、1995/2001 WC 覇者) の年次最高記録と変動係数 (C.V.) の推移:縦軸は生涯最高記録を100とする相対記録(左%)とC.V.(右)、横軸は西暦(下段)、年齢(中段)及び年間試合数(上段)

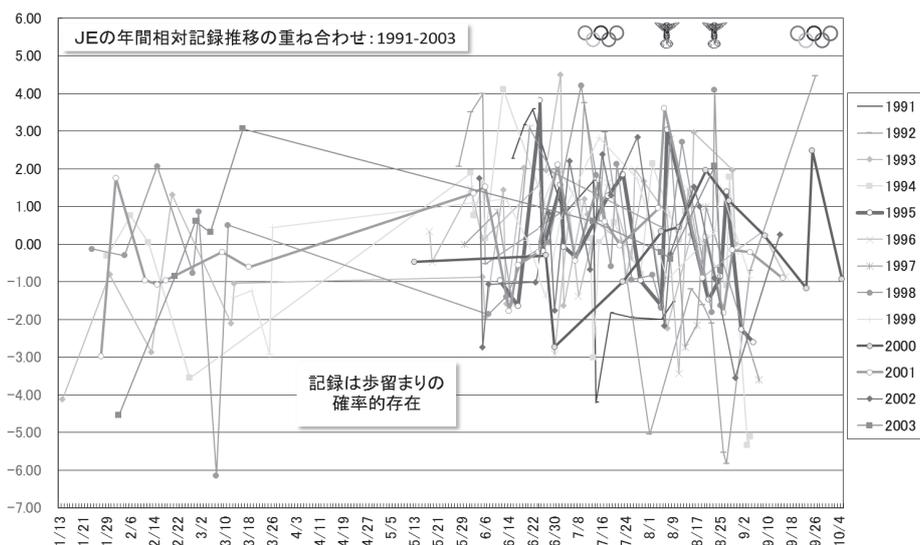


図7 J. Edwards の成熟段階 (25-37 才:1991-2003) における年間記録変動の重ね合わせ結果:横軸は年間の365日、縦軸は毎年の平均記録を100とする年毎の相対記録の差分(中央が±0値)

トレーニング計画(構成)と分析

競技パフォーマンスの発現状況は、これまで述べたように、競技的状態の発達周期特性に則して、その維持段階における一定の枠内での試合を通じて観測(計測)され、種目特性ならびに選手の発達段階に応じた達成度の確率分布として示される。トレーニング構成の原理の確立を目指す期分け論の形成過程では、選手が試合パフォーマンスを生み出す母体としての競技的状態という新たな概念を設け、その発達周期性という客観的合理性を生み出すため基本的な年間トレーニングでの構造モデルを仮説に、旧

ソ連国家選手レベルでの陸上競技、重量挙げ、自転車、スケート、ボート等の客観的計測競技種目を対象に実証的研究が重ねられた。

図8はこの年間周期での基本構造モデルを示している(Matveev 1965:110,112)。ここでは、期分け論の全景描写のため、年間(大=マクロ)周期でのトレーニング負荷の量と強度の両面での波状的变化を、運動タイプ別に表示された原図20(Matveev 1965:112)をベースに、下段にはそうした波状的变化の重ね合わせ元となる週間相当の小周期(棒グラフ)と月間相当の中周期レベルでの波状变化を原図15(Matveev 1965:110)から挿入して合成したもの

である。また、上段には、競技的状態の「形成－維持－消失」の発達周期経過を示す傾向線（点線）と維持（試合）期での試合（◆）とその記録変動（波線）および記録の「歩留まり」ゾーンを示す上下の細線については筆者（村木）が追加した。

年周期レベルでの大きな波形では、それぞれの運動タイプ毎（一般的、専門的、試合的運動）の負荷の二面性を、強度（上段：A）と量（下段：B）の指標として、年間でのそれぞれの最大値を100とする位相的推移が示されている。また下段にはメゾ周期（波状グラフ）とマイクロ周期（棒グラフ）での量と強度との位相関係が示されている。なお、横軸は年間の各月と標準的期分け区分が、縦軸は年間負荷変動での月間最大の量と強度をそれぞれ100とする相対値（%）を示している。横軸は、年間の12カ月（月順は日本の期分けの現状を考慮して12月始まりとした）、期分けの各段階と期である。図示された標準モデルが対象としたのは、基本的に導入および発達段階を終え、達成および維持段階にあるトップレベルの成人競技者である。この図の基本形は、半世紀ほど前に提示されたものとはいえ、「期分け論」の基本理念と理論体系のすべてが凝縮されている点で、今なお唯一の統合（標準）モデルとしての意義と価値あるものと思われる。

「期分け論」はまた、トレーニング構成（計画）の原理である共に、実行されたトレーニングの結果の記録と分析（検証）にも好都合であることが望ましい。両者が常に理論と実践との間の客観的合理性を高め続ける両輪関係にある限り、不要な偏見も排除され、自由な創造的進化の可能性も高まり、最高業績の持続的成長も可能となる筈である。改めてこの図を眺めてみよう。

この基本モデルの描写に際しては、相互に関連し合う以下の6つの主要原理が仮説として準備されている。それらは、①最大業績達成への最高指向性、②基本的トレーニング手段としての運動の一般性・専門性の相互関係、③負荷と回復の組織的变化による連続性、④負荷と課題の漸進性、⑤負荷の量と強度の二面性、⑥トレーニング過程の周期的発達特性である（但し、①は多年時のライフサイクルレベルでの超マクロ構造として適応）。ここでは、コーチング（トレーニング指導）面での教育学的なより上位のトレーニング原則（例えば、個別性、自覚性、主体性、自主性、視覚性等の教育学的な原理等）は背後に配置される。

これらの変化は、実践的には日々のトレーニング課業の結果が重ね合わさり、（±両面の）累積効果

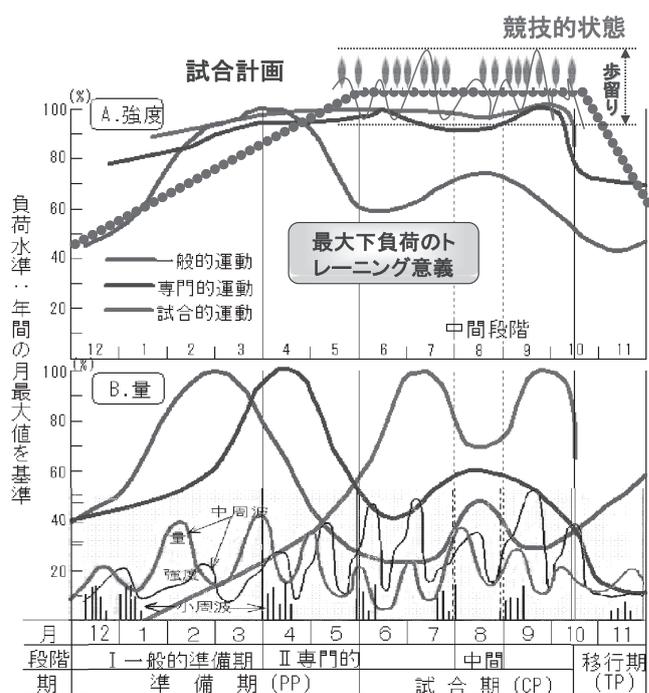


図8 基本的トレーニング手段としてのタイプ別（一般的、専門的および試合的）運動のマクロ周期における量と強度の二面性：最下段の中型の波はメゾ周期レベルでの量と強度の負荷変動モデル（但し、棒グラフはマイクロ周期）。マトベーエフの原著図 15/20 (MatBee B 1965:110, 112) をもとに、村木作図。

として、大中小の3つの周波に区分される。それらは標準的には、ライフサイクルや多年時での超マクロ、年間レベルでのマクロ周期、月間レベルでのメゾ周期、そして週間レベルでのマイクロ周期に相当する。これらの背後には、人間の生物学的な絶えざる同化および異化作用として、組織器官毎に異なる再生機能の位相性も反映されることになる一例えば、神経系および筋肥大については1ヶ月程度の比較的短期間で、骨や靭帯および持久系に関わる毛細血管の発達・再生についてはより長期な3ヶ月から半年またはそれ以上の時間が必要なように。

その根底には、「総てのカギは運動にある」とするトレーニング論上の前提的命題を理解しておく必要がある。それには（実践的には極めて当然のことであるが）、基本的なトレーニング手段としての運動はすべて、個々の選手が専門とする種目の試合運動を基準に、その基本的形態と機能の両面での相対的な類縁関係から体系的に仕分けされ、一般性・専門性の統一原理への対応関係が検討される必要がある。種目横断的な大枠での仕分けは、試合的運動¹、専門的運動²、一般的運動³の3つである。これらの関係性を「相対的」と定義する理由は、対象とす

る専門種目が異なれば、運動の一般性・専門性の類縁的仕分け関係も逆転するためである。また、個々の運動自体は当然のことながら不変的な固定したものではなく、コーチ・選手らの発明および伝承（継承）技能であり絶えず変化する。従って、運動分類の際には、連続的に変化させれば同じ形になるものを区別せず、同じ形（同類）として理解するようなトポロジー（位相幾何学）的発想での理解が重要になるであろう。

個々の運動は基本的なトレーニング「手段」として、その反復の仕方、すなわち「方法」によって、その運動の負荷の量と強度の二面性が規定され、必然的に主要なトレーニング「課題」への指（志）向性も規定されることになる。図9は、このような日々のトレーニング課業での実際の遂行レベルでの基本的「手段」⁴としての運動と、それらを繰り返し反復する「方法」⁵およびそうした活動を通じて目指し獲得される「課題・目的」⁶とが相互規定し合う関係を描写している（村木 1994, 1999）。

運動は常に不可分な全体として存在するが、観察する際には、技術面（戦術面を含む）と体力面との二つの側面が区別され、心的側面は常に両者に作用する。それらは観察者の意図と観察装置に依存し、観測されるそれぞれの側面的かつ要素的な描写もしくは観察結果に過ぎず、不可分な全体としての運動そのものを示すものではない。とはいえ、運動と競技パフォーマンスの体力面の諸要素は技術面に比べ、客観的な観察や計測が比較的容易でかつ明示的であることから、常に研究対象の中心として扱われてきた。しかし、その反面、技術面の問題や課題および体力面との統一問題には触れられてこなかった。

トレーニングの基本的手段としての運動は、波動と粒子の二重性（相補性）を有する光になぞらえ、左端の陰陽太極図を光源に見立てている。全ての運動は、体力と技術の相補的な2つの側面を有し、心

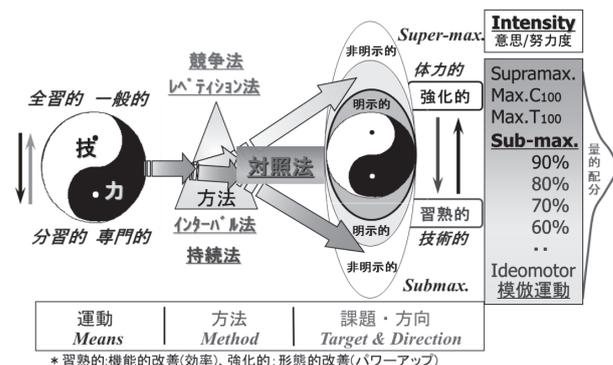


図9 トレーニングにおける基本的な手段としての運動と、その反復の方法、およびトレーニング課題（志向性）との相互規定による体力・技術の相補性：そのカギを握るのは運動のトレーニング強度であり、最終的には実施者の意思による主観的強度（努力度）に依拠する。

的側面はそれら両面を束ねる「箍（たが）」として作用することから、両者を統合する外輪になぞらえている。光源から発せられた光は電磁波として、プリズムを介して特有の有視界領域のスペクトルが明示されるように、トレーニングでは同一の運動を用いても、その反復の仕方である「方法」によって、様々なトレーニング課題への指（志）向性を持ち得ることを意味している。指向されるトレーニング課題は、既知の明示的なものだけでなく、未知の非明示的なものも含まれるが、指向性自体は主として技術面への習熟的方向と、体力面への強化的方向への2つに大別される。こうした指向性を決定付けるのは、トレーニングの実施者である選手やコーチの意図とは無関係に、運動の反復の「方法」（強度と量の二面性および量質転化）によって条件付けられる場合もある。それらのカギとなるのが、実施者の意思（意図）による主観的な運動強度（努力度）である。種々の運動での努力度と客観的出力との関係は男女差もあるが概ね一定の直線関係にあり、再現性も高いこ

- 1 試合的運動：統一的な試合で使われる運動で、試合条件がモデル化されたもの（本来的試合とは区別する）。
- 2 専門的運動：試合運動の専門的要素、部分、局面、運動形態や機能が本質的に類似するもの。
- 3 一般的運動：上記以外の多様な運動総てで、①専門種目の技術的・戦術的技能の発達の前駆条件の発達形成、②全体的作業能力の水準を高め維持する体力的前提条件の獲得、③回復過程の促進やトレーニングの単調さを破る精神的・情緒的な前提の獲得形成に用いられる。
- 4 トレーニング手段 (training means)：スポーツトレーニングにおける基本的な手段としての運動 (exercises) を指し、専門種目の試合運動を基準に全般的な発達促進のための一般的運動、専門的および試合的発達促進のための専門的運動と試合的運動とに分けられる。注) 一般には、種々のトレーニング法を行なう際に用いられる全ての援助・補助手段をさす場合が多いので要注意！
- 5 トレーニング方法 (training method)：トレーニング手段（運動）を遂行する際の反復形式を指す（例：持続法、量的および強度的インターバル法、反復法等の他、そうした際の外部刺激としての競争要因を付加する際の競争法、異なる運動の組合せ方を示す際のランダム法、ブロック法、セットおよびピラミッド法、サーキット法等が区別される）。
- 6 トレーニング種類 (training category or type)：体力、技術や戦術、またそれらの部分構成要因のような複合したスポーツ達成要因に関連したトレーニング目標に方向づけられたものを、それぞれ休カトレーニング、技術トレーニング、戦術トレーニングと称する。

とが確認されている。

運動分類のカギともなる「一般性・専門性」は旧来のトレーニング原理「全面性」「特異性」「個別性」等にも関連するが、上級者にとっての意義は一般的運動の積極回復的手段としての意義と共に、異業種交流による新たな発明発見を導く創発的意義にある。この理由は、成熟段階に達した上級選手にとっての真の挑戦は、必然的に達する高度な安定状態からの脱皮を促す創造的破壊にあるためである。他方、導入・発達段階にある選手らにとってのより重要な一般的運動の意義は、高度な専門性の基盤となる全面的発達の保障と共に、より適した種目の発見と選択、さらには多様な機能的転移や種目転換の可能性の拡大にある。個々の専門（および関連）種目毎での専門的運動（試合的運動も含む）のより詳細な分類体系化は、上級者ほど、進化する当該種目の技術性や競技パフォーマンスの兆候も見逃さず、絶えず見直す必要がある。この理由は、上級者ほど新たな運動技術やトレーニング運動自体の発明発見（創発）のチャンスも大で、実行されたトレーニングの記録と分析上の観点からも、個々の運動名称の定義・体系化と共に、「手段－方法－課題」間の相互関係を見極め、理論的かつ実証的な研究促進と実践現場との知識の共有の可能性が高まるためである（村木，2007）。

こうした体系的分類基準の理論的基礎には、個々の専門種目のための運動と競技パフォーマンスの分類のみならず、種目横断的視点からの統一的なトレーニング負荷⁷の量 (volume)⁸と強度 (intensity)⁹の両面でのグレーディング (等級) の標準化と共に、相互のトレードオフ関係、連続性および量質転化についての研究の今後の深化が期待される。

図 10 は、加速後の慣性疾走局面での全力を 100%として 10%毎にグレーディングされた努力度 (横軸) と客観的出力 (疾走速度、ピッチ、ストライド) との対応関係を示している (村木 1983)。また、左上に配置された半円状のサークルは、大転子点を移動座標系の原点として描いた足先の軌跡を重ね合わせたものである。努力度 60%では 15%ほど超過出力された状態で、低い強度ほど出力のばらつきは大きくなるもののほぼ一定の直線関係にある。疾走

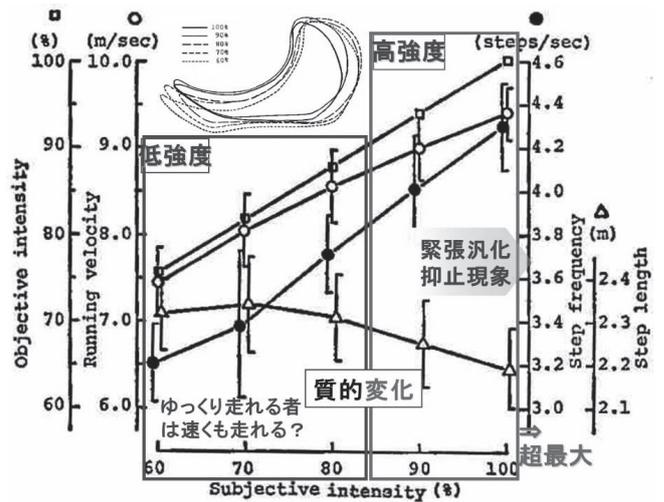


図 10 スプリント慣性走での主観的強度 (努力度) (横軸) と客観的出力 (縦軸: 疾走速度、ストライド、ピッチ、および客観的相対速度) との関係 (上段の図は、大転子点を移動座標系の原点として描いた足先の軌跡を示す。)

速度の構成要素であるピッチとストライドの関係は 80%強度を境に大きく変化し、全力に向かってストライドを縮めながらもピッチの回転数を追いつけることで (スピードの頭打ち傾向を見せながら)、全力での疾走速度を実現している。

全力疾走の際のこのスピードの頭打ち傾向が見られるピッチ・ストライド関係は、全力発揮時に特有の「抑止現象」と呼ぶもので、緊張の汎化等の力みによる内部抵抗の増大によって生まれる。しかし、60～70%強度でのピッチ・ストライド関係は逆転し、足先の軌跡もやや扁平に前後へ拡大され、高速疾走フォームからの逸脱傾向が見られる。このような条件では、運動強度が臨界出力レベルへと高まるほど、意識の集中は運動強度と出力の増大に向けられ、次第に動作的な修正やコントロール、もしくは新たな技術の習得は困難になる。従って、個々の運動の体力面でのスピード・筋力・持久力面への全力発揮による臨界出力を目指す場合には、運動修正を要しない、既に習熟した、よりシンプルな運動を用いた固有の運動技術の利用に制限される。しかし、他方では「スピード障害」もしくは「スピード (および技術) の頭打ち」として知られるように、高強

7 負荷 (load): トレーニング運動の量、強度、調整の複雑さ、心理的緊張の度合、運動間のインターバルの作用の総体を意味し、内的・外的負荷および試合負荷としても区別される。

8 量 (volume): トレーニングの様々な時間区分の間に実行された運動の数で、継続時間、回数 (回)、距離 (km)、重量の総和 (t) 等の指標が用いられる。

9 強度 (intensity): 運動に費やされる努力度合、緊張度、運動量の集中度で、運動毎に疾走スピード、使用挙上重量、トレーニング単位時間当りの運動回数等の異なる指標と共に、共通尺度には相対強度 (%) が用いられる。また、量質転化で使われる「質 (quality)」とは区別して用いる必要がある。

度での反復は急速にマイナスのトレーニング効果、ひいてはオーバートレーニング overtraining、オーバーユース overuse の障害量を比較的短期間で生じさせる危険性もある。こうした意味で、密度の高い長期の試合出場が高度なストレスを生み出す危険性は容易に推測される。

マイナスのトレーニング効果を生み出す試合やトレーニングの障害量は、トレーニング論的にはプラスのトレーニング効果である超回復 supercompensation との違いは紙一重で、直前までは大量の運動の反復による重ね合わせを必要とする点では全く同じ経過を辿ることから、表裏一体の関係にある。これらのマイナス面での危険性の回避には、次の方策が導かれる。メゾ周期レベルでの回復ミクロもしくは回復メゾの体系的な挿入と、メゾ周期レベルで使用する運動強度の広範囲な振り分けにより、中等度強度を最頻値とする正規分布型の負荷配分の確保とコントロールである。ちなみに、ハイパワー種目の典型であるスプリンターのトレーニングで、トップスピードでの全力スプリント走はどんなに多くとも実質 150 秒（全 2 時間の内の約 2%）以下に過ぎない (Osolin, 1990)。残り時間の大半は休息や積極回復に当てられ、更にその残り時間の殆どはウォームアップも含め、広範囲な最大下努力度での活動に費やされている。言い換えると、これら大量の最大下強度での運動は、技術面への志向性を高め、新たな技法の開発や習得、内部抵抗の排除等での効率改善への大きな可能性を秘めていると言える。

トレーニング構成の原理の本質は、適切なトレーニングを通じて競技的状态の発達周期特性に則り、タイミング良くその維持段階と当該シーズンとを合致させ、競技パフォーマンスの最大化（向上性）を目指すと共に、表裏一体の関係にあるオーバートレーニングを予防・回避し、選抜過程を含む当該シーズンの全期間に渡って高度な安定性を獲得することにある。しかし、両者は相互に排他的な関係にあり、それらに関する種々の要素自体も同時には強化・発達することが出来ないトレーニングの特異性により（例えば、スピード、筋力、持久力との関係、もしくは負荷の量と強度、および負荷と回復との関係のように）、一定の順序と時間的間隔での適正なトレードオフ関係が求められる（図 11）。

日々直面する実際のトレーニングでは、「習熟」と「強化」もしくは「技術」と「体力」との 2 つの相補的な側面がトレーニング課題として指（志）向され、その指向性は意図的または無意識にせよ目ま



図 11 スポーツトレーニングにおける相補性振り子：全てのカギは不可分な運動にあり、相補的關係にある多面的多義性は、絶えず振り分けることによって鮮明化され、向上性（変化と革新）が生まれるが、全体の統一性から生まれる競技パフォーマンスは、一定レベルでの安定性（維持）によって補償される。

ぐるしく切り替わり、極めて不確定性に富んだ現象であるのが実際である。その指向性を条件付けるのは、トレーニングへの課題意識（自覚性・主体性）と共に、運動強度を規定する主観的な「努力度」にある。その理由は、努力度が高いほど強化的もしくは体力面への指向性が高まり、意識は運動の客観的出力の増大へと集中するためである。その逆に、努力度を低くするほど習熟的もしくは技術面への指向性が高まり、意識は運動修正や習熟への集中へと向け易くなる。しかし、運動強度は相対的な関係でもあるので、実際には強度を大きく振り分けることによって、その最大化（超最大）と最大下での相対的な余裕（リラクセーション）が生み出され、技術の精緻化や修正もしくは新たな気付きや発見が可能になる（村木，2007）。

客観的計測競技である陸上競技の試合パフォーマンスは、常に精密な計測記録として残され、それが唯一最大の総合指標でもある。適切なトレーニングを通じて実現される競技的状态の発達周期性は、日々のトレーニングが体力と技術面への相補的な指向性で絶えず切り替わる不確定性に富んだものでありながら、概ねメゾ周期レベルでの競技的状态の把握は、オーバートレーニングを避けるためにも、テスト試合や練習試技等を通じてある程度可能である。この意味で、当該周期での試合記録の自己最高記録に対する相対値である「達成度」によって示される安定性（歩留り）と向上性（伸び代）の両面からの適正ゾーンによる評価指標は、他に代替し得ない重要性を持っている。また、安定性と向上性はト

レードオフ関係にあり、上級者にとっての真の困難さは向上性の確保（プラス成長の維持）、すなわち安定性の打破にある。

元祖期分け論は、旧ソ連圏にあったルーマニアからカナダに移住した Bompa（1983/1999）や旧ソ連解体後もウクライナでトレーニング論を継承した Platnov V（2006/2010）らの応用的著作や講演を通じて、IOC はじめ多くのスポーツ連盟（IF）の指導者養成課程での国際的な標準理論となってきた。しかし、他方では、高度に過密化したトップレベル選手の活動実態にそぐわなくなり、もはや古典となったとの批判が 1980 年代から 90 年代にかけて高まったこともある。それらの尖峰は、筋力集中方式（block system）と銘打って、専門的（特殊）筋力の養成問題を中心に新奇性をアピールした Verkhoshansky（1994, 2009）とそうした動向を支持した西独時代からのドイツスポーツ連盟の指導者向け専門誌 Leistungssport 編集長 Tschiene P からの概説的論評である（村木 1999）。また、近年では、Issurin V（2008/2010）らによる新名称”Block Periodization”としての再普及もみられる。しかし、こうした提案の多くは、期分け論の片面的かつ部分的な側面のみが強調され、種々の基本的概念規定も曖昧なまま、具体的なデータにも乏しいとの問題が残されている（村木, 1999; Korprivica, 2012; Platnov, 2006; Seiler and Tønnessen, 2009; Seiler, 2010）。これらの主なものは、相互に関係する以下の諸点である。

- ・基本的トレーニング手段としての運動分類の体系化
- ・負荷の二面性（量と強度）とグレーディング指標の統一
- ・体力（強化）面と技術（習熟）面との相補性課題への対応
- ・累積効果における量質転化および相転移（±）の見極め
- ・継続的なトレーニング記録と分析の統一による実証的検証

これらの詳細は、紙面の都合上、省略せざるを得ないが、多くは上述した「総てのカギは運動にある」とする、トレーニングの理論と実践両面の基本的な命題でもある「手段－方法－課題」間の相互関係と、その根底にある体力と技術の相補性問題についての今後の研究と実践両面での深化に期待したい。

まとめ

マトベーエフが創始したスポーツトレーニングの原理としての「期分け論」は、トップレベルスポーツにおけるトレーニング構成の原理を探求する際の国際標準理論として、今日なお世界中で高い関心を持たれている。その理論の中核概念は、適切なスポーツトレーニングを通じてのみ獲得し得る選手の「競技的状态」であり、その周期的発達特性にある。競技的状态は、トレーニングを通じて発達・維持され「心技体」の総てに関わる多面的かつ統合的な現象である。したがって、陸上競技のような計測競技での競技的状态を表す唯一の総合的指標は、精密な客観的計測がなされた試合結果（記録）である。この記録動態は、上述したように、選手やコーチらが目標とする最重要試合でのベスト記録の更新を目指す”ピーキング”願望とは異なり、一定の歩留りレベルでの、しかも種目特性を伴う『確率的な現象』である。

一方、試合自体もまた、一定の周期（年間および多年時）の枠中で、一定の選抜過程を経て当該周期のチャンピオンを決定するハイアラキー（階序）を構築すると共に、それを更新することで向上性（即ち変化）を生み出すための周期構造の形成が求められる。そうした一連の試合体系を組織・運営する連盟側にとっては、選抜過程でのチャンスの平等と選考基準の公平性の確保が必須の課題であるのは言うまでもない。こうした意味で、種々の代表選手の選抜は、記録動態の本質からして、同一試合での記録（もしくは一連の選考試合シリーズでの総合結果）で評価されるのが合理的であり、異なる試合結果の比較は極力避けるべきである。

競技記録で示される向上性（伸び代）と安定性（歩留り）は、相互排他的な相補性関係にある。言い換えれば、向上は変化を生み出す過程であり、安定は変化を避け、現状を維持する過程でもある。高記録を出した後は、誰もその状態をいつまでも維持したい（もしくはもっと頑張ればもっと伸びる）と思うのが普通である。また、その際には、試合を含め、高度に専門化されたトレーニング内容をできるだけ持続しようとする傾向にある。相対的には（心的にも）、それまで全力（もしくは最高・最大）だった記録や負荷は最大下に転ずるので、そうした傾向に流れるのも無理はない。しかし、競技的状态の発達周期特性を無視した長期間の安定性の追及（試合期の延長）は、向上性の維持や技術革新の妨げのみならず、超回復とは表裏一体のバーンアウトやオー

パートレーニングでの大きなリスクに曝すことでもある。

体力面の諸要素の改善と向上は、主要な組織や器官毎での発達の時間的差異は顕著であるにしても、比較的一定の推移が得られ予定し易く、計画的な生産過程であるのに対し、技術および戦術面での改変はよりアドホックな対極的關係の、何よりもステレオタイプ化やマンネリ化を嫌う創発的な工芸生産過程でもある。従って、そこでは、技術的な革新や「コペルニクス的転回」モデルへの気付きや発見を生み出す心的余裕、即ち最大下努力度での運動遂行の振り分けがそうした余裕やリラクゼーションを生み出す必要条件となっていることは容易に推察し得る。

こうした意味で、競技スポーツの持続的成長を目指すには、実践を通じた洞察力豊かな創造的なコーチ・選手らの思考実験での新たな理論モデルの創出と改善、そしてそれらに基づく実践コーチと選手、そして研究支援スタッフらによる絶えざる挑戦と活動の記録を通じての事後的検証やモデル実験とが両輪関係となるような、理論と実践両面での好循環の形成に期待したい。

補遺

上述したトレーニング構成（計画）の原理と実行されたトレーニング記録の分析を目的とする共通の工程分析表の具体例を、助走跳躍種目の共有モデルとして以下に例示した。

図 12 は、助走跳躍の局面構造と全習・分習的運動との関係（例：走幅跳）を示す。図中の記号はそれぞれ、S: スタート地点、M1: 第 1 マーク（スタート 6 歩目）、M2: 第 2 マーク（踏切 4 歩前）；全習的運動: a) 全助走跳躍、b) 中助走跳躍；分習的運動: c) 短助走跳躍、d) 助走走、e) 助走スタート加速局面；分習的補助的運動: g) 踏切ドリル、h) 踏切リバウンド運動を指す。

図 13 は、助走跳躍のトレーニング図式モデルを中央に配置した助走距離と疾走スピード関係図を利用して描写している。そこでの基本コンセプトは、全ての助走跳躍の主たる原動力を、助走で得た水平運動量の踏切での鉛直運動量への転換にある起こし回転モデルの誘導に置いている（助走モデルは走幅跳、三段跳、棒高跳で共通し、走高跳へはその 1/2 の歩数で対応）。マクロ周期での発達周期モデルの基本構造ブロックは、1) 一般的（リフティング系）筋力と基礎的運動スキルおよび一般持久力の養成、2) スプリント系筋力（加速力）と最大スピードの

発達およびスピード持久力の発達、3) 専門的および関連助走跳躍の専門的技術とスピード筋力の発達で、図中の矢印はそれぞれの工程手順を内包する。

表 1 および 2 は、そうしてモデル描写される助走跳躍の基本構造ブロックを運動の一般性・専門性の観点から体系的に仕分けした、基本的トレーニング手段としての運動の体系的分類仕分け表である。また、図 14 は、この運動分類仕分け表の大項目（綱・目・科）を年間のマクロトレーニング計画での工程明細項目に利用した描写例を示す。当然のことながら、実際の運動量の具体的配分は個々の選手の経験（前年までの経過）によって異なる（個別性の原則）。マトベーエフが示した標準モデルは、これらすべてを綱レベルで合算し、通年での月間最大値を目安に配分したものである。また、いかなる場合でも「計画≠実際」であり、計画ではなく、実行された結果（事実）に基づく検証（反省）が大事にされるべきである。そうすることによって、種々の気付きや発見を誘発すると共に、少なくともオーバーワークやオーバーユースもしくは運動選択面での偏住によるマイナス面からの障害や頭打ちの回避はより促進される筈である。

【参考文献】

- Bompa T (1983) Theory and Methodology of Training. Kendall/Hunt Publishing.
- Bompa T (1999) Periodization: theory and methodology of training. Human Kinetics. (邦訳: ボンパ T, 尾縣貢・青山清英監訳 (2006) 競技力向上のトレーニング戦略. 大修館書店)
- Garfield CA and Bennett HZ (1984) Peak performance: mental training techniques of the world's greatest athletes. Jeremy P. Tarcher, INC.
- 藤川健司, 佐久間康太, 谷川聡, 河合季信, 村木征人 (2007) 陸上競技跳躍種目における競技的狀態の判定ゾーンの再検討. 日本スポーツ方法学会第 18 回大会号 (p. 54)
- Harre D, Red. (1979) Trainingslehre – Einführung in die Theorie und Methodik des sportlichen Trainings. Sportverlag Berlin.
- Harre D (1982) Principles of Sports Training – Introduction to the Theory and Methods of Training. Sportverlag Berlin.
- Issurin V (2008) Block periodization versus traditional training theory: a review. J

- Sports Med Phys Fitness, 48:65-75.
- Issurin V (2010) New horizons for the methodology and physiology of training periodization. Sports Med 40 (3):189-206.
- Korprivica V (2012) Block Periodization—A Breakthrough or a Misconception. SportLogia 8(2):93-99 e-ISSN 1986-6119, www.SportLogia.com
- Krüger A (1973) Periodisierung und Selektion der Leichtathleten in Olympiajahre. Leistungssport 3(2):91-99
- Krüger A (1973) Periodization, or peaking at the right time. Track Technique 54:1720-1724.
- Lempart T (1973) Die XX Olympischen Spiele München 1972 — Probleme des Hochleistungssports. Bartels & Wernitz.
- Lempart T (1977) Probleme des Hochleistungssports — Olympische Analyse Montreal 1976. Bartels & Wernitz.
- Матвеев ЛП (1965) Проблема периодизации спортивной тренировки. Москва. (G)
- Matwejew LP (1972) Periodisierung des sportlichen Trainings. Bartels & Wernitz. (邦訳は「マトベーエフによる年間計画のたて方」と題して、陸上競技マガジン1976年5月号～1976年6月号に連載⇒改訳版は村木へ<muraki@hosei.ac.jp>)
- Матвеев ЛП, Red. (1974) Совершенство системы подготовки спортсменов. Москва.
- Матвеев ЛП, (1975) Основы спортивной тренировки. Москва.
- Матвеев ЛП (1977) Основы спортивной тренировки. Москва. (独訳版: Matwejew LP (1981) Grundlagen des sportlichen Trainings. Sportverlag Berlin. 英訳版: Matvejev LP (1981) Fundamentals of Sports Training. Progress Publishers Moscow. 邦訳版: マトヴェイエフ LP、江上訳 (1985) スポーツトレーニングの原理. 白帝社)
- 村木征人 (1989) オリンピック大会 (陸上競技) での競技達成度に関するトレーニング論的考察. In: 日本体育学会第40回大会号 (p. 584).
- 村木征人 (1994) スポーツトレーニング理論, ブックハウスHD.
- 村木征人 (1999) トレーニング期分け論の形成・発展と今日的課題. 体育学研究, 44(3):227-240.
- 村木征人 (2002) ピーキングとペリオダイゼーション. 体育の科学 52(7):522-527
- 村木征人 (2007) 相補性統合スポーツトレーニング論序説—スポーツ方法学における本質問題の探究に向けて—. スポーツ方法学研究 21(1):1-15.
- 村木征人 (2008) 体力・技術の相補性からみたトレーニング期分け論の再考. スプリント研究 18:9-22.
- 村木征人 (2009) トレーニング構成の原理としての期分け論の本質的意義. 陸上競技学会誌 7(1):50-55.
- Ozolin ES (1990) Sprint training. Soviet Sport Review, 57-59, 142-144, 195-199.
- Platonov V (2006) The basis of modern training process periodization in high-performance athletes for year preparation. (In) Research Yearbook, Medsportpress, 12(2):176-180.
- Platonov V (2010) The phenomena of supercompensation and residual training effect and their application to the process of building up exercise. (In) Proceeding of Vth International Scientific Congress "Sport, Stress, Adaptation", pp.5-18.
- Rowbottom DG, 村木訳 (2010) トレーニングの期分け. (In) ギャレット / カーケンダル編, 宮永豊 総監訳: スポーツ科学・医学大事典 スポーツ運動科学—バイオメカニクスと生理学—, pp. 423-434, 西村書店.
- 佐久間康太, 藤川健司, 谷川聡, 河合季信, 村木征人 (2007) 陸上競技短距離・障害種目における競技的状态判定基準ゾーンの再検討. 日本スポーツ方法学会第18回大会号 (p. 53)
- Seiler S, Tønnessen E (2009) Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. Sportsmedicine (sportsmed.org/2009/ss.htm) 13: 32-53.
- Steiler S (2010) What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? International Journal of Sport Physiology and Performance, 5:276-291.
- Verkhoshansky Y, Siff M (1994) Supertraining. Supertraining Inst.
- Verkhoshansky Y (1998) Organization of the training process. NSA 13(3):21-31.

Verkhoshansky Y, Siff M (2009) Supertraining 6th - Expanded ver. UAC.

Зациорский ВМ(1970) Физические качества спортсмена. Москва. 独訳版: Zaciorskij

VM(1972) Die körperlichen Eigenschaften des Sportlers. Berlin. 邦訳版: ザチオルスキー, 渡辺謙訳 (1972) スポーツマンと体力. ベースボール・マガジン社)

【補遺図表一覧】

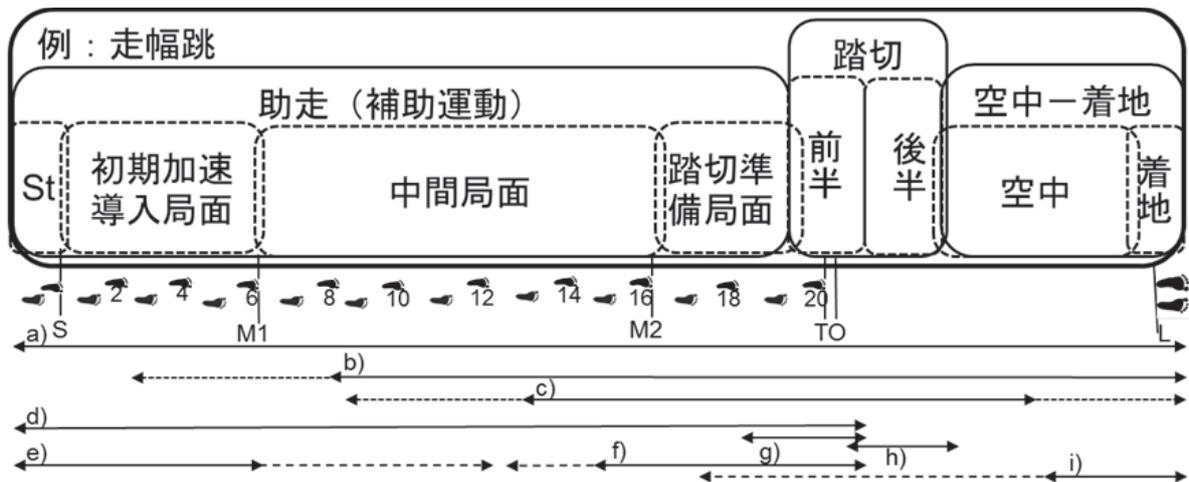


図 12 助走跳躍の局面構造と全習・分習的運動との関係(例:走幅跳) [Key] S: スタート地点、M1: 第1マーク(スタート6歩目)、M2: 第2マーク(踏切4歩前)、TO: 踏切、L: 着地; ■全習的運動: a) 全助走跳躍、b) 中助走跳躍; ■分習的運動: c) 短助走跳躍、d) 助走走、e) 助走スタート加速局面; ■分習的補助的運動: f) 連続助走踏切練習、g) 踏切ドリル、h) 踏切リバウンド運動、i) 着地運動

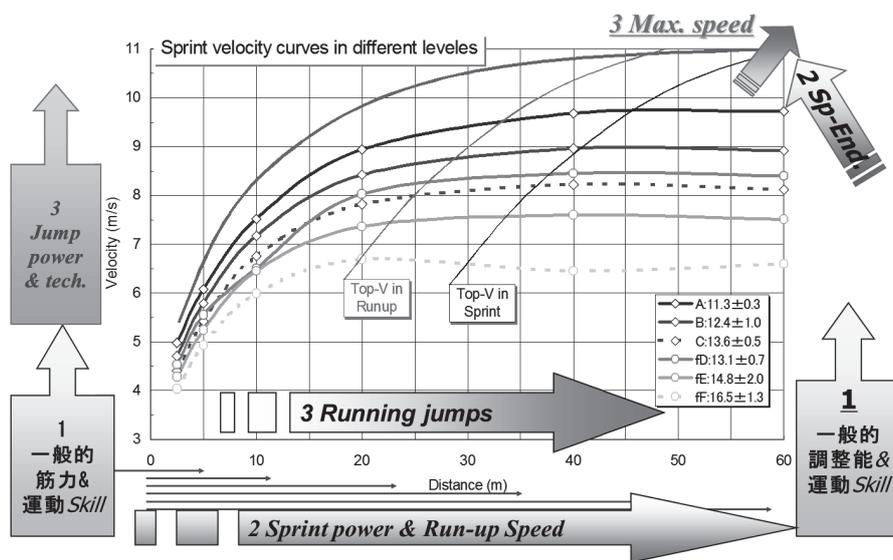


図 13 助走跳躍のトレーニング図式モデル—全ての助走跳躍の主たる原動力は、助走で得た水平運動量の踏切での鉛直運動量への転換にある(助走モデルは走幅跳、三段跳、棒高跳で共通し、走高跳へはその1/2の歩数で対応)。マクロ周期での発達周期モデルでの基本構造ブロックは、1) 一般的(リフティング系)筋力と基礎的運動スキルおよび一般持久力の養成、2) スプリント系筋力(加速力)と最大スピードの発達およびスピード持久力の発達、3) 専門的および関連助走跳躍の専門的技術とスピード筋力の発達で、図中の矢印はそれぞれの工程手順を内包する。

2014 Basic Macro/Mezo Design for Jumpers

2013-2014		December				January				February				March				April				May				June					
No. of Week		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Mon	29	6	13	20	27	3	10	17	24	31	7	14	21	28	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20
	Sun	5	12	19	26	2	9	16	23	30	6	13	20	27	6	13	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26
School Events																				←←← Tutor for Fr. →→→											
Major Meets																				4/20 GP: 兵庫	4/26 27G P.和	4/29 GP: 広島					6/6- 8Nch: 福島				
Submajor																															
Local & Test																															
Macro		一般的準備期(筋力集中ブロック)												専門的準備期(スタート技術)						試合期											
Mezo		A 導入/通常			B 通常			C 強化			通常			強化			誘導		試合		試合		R		試合		R		試合		
Micro		R			R			R			R			R			R		R		R		R		R		R		R		
助走跳躍・技術	長助走	18-22																													
		16歩																													
	中助走	14歩																													
		12歩																													
		10歩																													
	短助走	8歩																													
		6歩																													
PopUp	4歩																														
	2歩																														
関連跳躍	関連跳躍/投																														
スプリント系	助走系	Runups																													
	加速系	40-60m																													
		30-40m																													
		20-30m																													
		10-20m																													
	高速系	100+%																													
		20-40m																													
		98%																													
		90%																													
	巡航系	120-150																													
	150-200																														
	300-400m																														
Jp&Lift'g	短跳躍	<五段																													
	長跳躍	30-50m																													
	Lift'g	Dyna/Plyo																													
		Max. Str.																													
一般運動系	Buildup																														
	体操系	徒手運動系																													
		クランプ系																													
		懸垂運動系																													
	他スポーツ	球技系運動																													
		対人系運動																													
	格闘技系運動																														
持久性	全身持久運動																														
CT	Control-Tests	ct																													
	Grading	0	1	2	3	4	5																								

図 14 助走跳躍（上級）選手の標準年周期モデルの略例：表上部の諸行事および各種の試合予定については別途試合カレンダーにリンク。期分け以下のトレーニング工程表部分の詳細は、表 1 の跳躍種目における基本的トレーニング手段としての運動の体系的分類例を参照。また、各段階でのセルのハッチングの濃淡は、当該時期での相対的な重み付けの目安——実際には選手ごとの前年度実績を踏まえ（記録 / 分析）、オーバートレーニング防止を兼ねた月間総量）を計画。

表1 跳躍種目における基本的トレーニング手段としての運動の体系的分類例(略図)

綱(Order)	目(Type)	科(Exercises)	属(Variations)	基本的条件(Conditions)	
本来的試合	国際的	国際的重要試合と階序	国際:OG>Wch>AG>UG>GP	標準記録/選考基準	
	国内的	国内的重要試合と階序	国内:Nch>Trials>IC/国体	標準記録/選考基準	
		仕上/点検(テスト)用試合	上記の目標試合に準拠	個別化	
	関連種目	仕上/点検(テスト)用試合	他のスプリット/跳躍種目	個別化	
試合的運動	専門種目	長助走跳躍(16-20歩:HJ1/2)	全習的全習/全習的分習(強調)	ピット	
		中助走跳躍(12-14歩:HJ1/2)	全習的全習/全習的分習(強調)	ピット	
	関連種目	関連跳躍種目	LJ/TJ/HJ	ピット	
		スプリット/ハードル種目	100-200/Relay/110mH	トラック	
専門的運動	分習的跳躍運動	短助走跳躍(4-10歩:HJ1/2)	分習的全習/分習的分習	ピット	
		Pop up drills(2-6歩)	習熟的/強化的	トラック/芝/ピット/室内	
		短中助走関連跳躍(4-12歩)	LJ/TJ/HJ	ピット/室内	
		スプリット系運動	助走走(Track/Runway)	Run-through;w/T0	トラック/助走路;標識ハ-(有/無)
		加速疾走系(S20-60)	Submax./Max./Supramax.	負荷(有/無/軽減);直/曲	
		Max. speed疾走系(R20-40)	Submax./Max./Supramax.	負荷(有Chute/無/軽減Tow);直/曲	
		Sub-max疾走系(under90%)	Flat/Wave/Build-up	負荷(有Chute坂/無/軽減Tow);直/曲	
		長いスプリット系(150-300)	Submax/Max;Flat/Wave	負荷(有Chute坂/無)	
		ハードル疾走疾走系	Short/Long dist.	高さ(L/H);間隔(S/L)	
	模倣的運動	Takeoff-drills	Penultimate/Last-step	上肢使用の有無;踏切足/逆足;Spot/Walk/Trot	
		Sprint drills(20-30/50-80)	March/Kickup/Shake/Flip/Highknee	上肢使用の有無;習熟的/強化的	
		Hurdle drills(5-10)	LLD/TLD/OTH	上肢使用の有無;習熟的/強化的	
		走の補助補強運動	Speed-drills/Hamstrings	上肢/下肢(両足/片足/交互);屈伸/スイング	
	連続跳躍運動	Depth jumps(PV=Gym)	両/片足/交互	高/低;平地/斜面/障害	
		短い連続跳躍(5-10段)	両/片足/交互	平地/斜面/障害;負荷(無/有);Flat/High/Low	
		長い連続跳躍(20-50段)	両/片足/交互	平地/斜面/障害;負荷(無/有);Flat/High/Low	
		跳の補助補強運動	上/下肢(片足/相互);屈伸/スイング	Reactive-Explosive-Ballistic	
	一般的運動	リフティング系運動	全身のリフティング運動系	Snatch/Clean/Jerk	両/片;Submax/Max.;Normal/Reactive
			体幹運動系	Backs/Abdoms/Twists	Submax/Max.;Normal/Reactive
			下肢運動系	Squats/Lunge/Stepups/etc.	両/片;Submax/Max.;Normal/Reactive
上肢運動系			Pullups/B.P./Curls/etc.	両/片;Submax/Max.;Normal/Reactive	
投てき系運動		軽負荷投てき系(800g<)	JT/Ball	両/片;Submax/Max	
		重負荷投てき系(4kg<)	SP/MB	両/片;Submax/Max	
補助補強的運動		徒手運動系		上肢/下肢/体幹;前/後;左/右;交差	
		マシン運動系		上肢/下肢/体幹;前/後;左/右;交差	
アクロバット系運動		クランピング運動系	床運動/トランポリン運動/etc.	転回/回転/捻り/etc.	
		懸垂運動系	鉄棒/吊輪/平行棒/ロープ	翻転/回旋/回転/etc.	
調整力系運動		調整力巧緻性運動	リズム;分化;結合関係;定位;パルス;変換先取り		
他のスポーツ運動		球技系運動(Ball games)	サッカー/ラグビー/バスケット/バレー/etc.	習熟的/強化的	
	対人スポーツ運動	テニス/バドミントン/スクワッシュ/剣道/etc.	習熟的/強化的		
	格闘技系運動	空手/柔道/相撲/レスリング/ボクシング/etc.	習熟的/強化的		
	全身持久系運動	全身持久性運動	Run/Swim/Bike/Ski/Rowing	短/中/長時間	
柔軟性運動	柔軟性運動	静的/動的;PNF			
回復系運動	回復系運動	水泳/カヌー/Bike/etc.			
CT種目	専門的運動	スプリット系運動	eCS60m(CS30+RS30), 150m, 300m		
		ジャンプ系運動	St. jumps(LJ, VJ, TJ, 5J, 5Hs), Rn. jumps(TJ, 5J, 5Hs, 30mB/H)		
	一般的運動	リフティング系運動	Squat(1RM, eMax., 5time), Snatch, Clean, Bench		
		投てき系運動	両手砲丸投(F/B)		
		全身持久系運動	12分走		
[Key]	Comp. 競争法, Reps x Sets:レベティション法(回)xセット(数), Int/Cont:インターバルor持続法				
	GPP: 一般的準備期, SPP: 専門的準備期, CP: 試合期, IP: 中間段階, TP: 移行期				

表2 続・跳躍種目における基本的トレーニング手段としての運動の体系的分類例

綱(Order)	目(Type)	科(Exercises)	主たる狙いと方向				主たる方法と適正負荷			期分け配置						
			戦術面	技術面	体力面	心理面	Comp.	Reps.	xSet	Int/Cnt	GPP	SPP	CP	IP	TP	
本来的試合	国際的	国際的重要試合と階序	全て:Peak performance				○						*			
	国内的	国内的重要試合と階序	全て:Peak perf./Selection				○						*			
		仕上/点検(テスト)用試合	◎	◎	△	○	○					*	*	*		
	関連種目	仕上/点検(テスト)用試合	○	◎	◎	○	○					*	*	*		
試合的運動	専門種目	長助走跳躍(16-20歩:HJ1/2)	○	◎	○	○	1-3-6	1-3	x1-3			**	***	*		
		中助走跳躍(12-14歩:HJ1/2)	△	◎	○/◎	○	1-3-6	1-3	x1-6		*	***	***	*		
	関連種目	関連跳躍種目	△	◎	○/◎	○	1-3-6	1-3	x1-6		*	***	*	*		
		スプリント/ハードル種目	△	◎	○/◎	○	1-2	1-2	x1-3		*	***	*	*		
専門的運動	分習的跳躍運動	短助走跳躍(4-10歩:HJ1/2)		◎	○/◎			1-3	x1-6			***	**	*	**	
		Popup drills(2-6歩)		◎	○/◎	◎		5-10	x3-10			***	**	*	**	*
		短中助走関連跳躍(4-12歩)	△	○	○	○		3-9	x1-6			***	***	*	**	
	スプリント系運動	助走走(Track/Runway)	○	◎		○		1-3	x1-6			***	***	*		
		加速疾走系(S20-60)		○/◎	◎		1-3	1-3	x1-6		*	***	**	**		
		Max. speed疾走系(R20-40)		○/◎	◎			1-3	x1-3			***	**	*		
		Sub-max疾走系(under90%)		○/◎	◎	○		3-5	x1-3	Int.	***	**	*	**		
		長いスプリント系(150-300)		○/◎	◎	○	1-3	1-5	x1-5	Int.	***	*		*	*	
		ハードル疾走疾走系		○/◎	◎			5-10	x3-10	Int.	***	**		*	*	
	模倣的運動	Takeoff-drills		◎		◎		5-10	x3-10		*	***	**	***		
		Sprint drills(20-30/50-80)		◎	△	○		1-5	x3-5	<200m	***	**	*	**		
		Hurdle drills(5-10)		◎	△	○		1-5	x3-5		***	**	*	**		
		走の補助補強運動		○	◎			5-10	x3-5		***	**	*	**		
	連続跳躍運動	Depth jumps(PV=Gym)		○/◎	◎		1-3-6	1-3	x1-6		*	***	*	**		
	短い連続跳躍(5-10段)		○	◎			1-3	x3-6		**	***	*	**			
	長い連続跳躍(20-50段)		○	◎			1-3	x3-6	<300m	***	*					
	跳の補助補強運動		○	◎			5-10	x3-5		**	***	**	***			
一般的運動	リフティング系運動	全身のリフティング運動系		◎	◎	○	1-3	Bildup/Max/Dynamic			***	**	*	**	*	
		体幹運動系		○	◎		1-3	Bildup/Max/Dynamic			***	**	*	**	*	
		下肢運動系		◎	◎			Bildup/Max/Dynamic			***	**	*	**	*	
		上肢運動系		○	◎			Bildup/Max/Dynamic			***	**	*	**	*	
	投てき系運動	軽負荷投てき系(800g>)		◎	◎		1-3	1-3	x3-6		**	*	*	**	*	
		重負荷投てき系(4kg<)		◎	◎		1-3	1-3	x3-6		**	*	*	**	*	
	補助補強的運動	徒手運動系		○	◎			Bildup/Max/Dynamic			**	*		**	*	
		マシン運動系			◎			Bildup/Max/Dynamic			**	*		**	*	
	アクロバット系運動	クラブリング運動系		◎	○	○	1-3	x3-6			**	*		**	*	
		懸垂運動系		◎	○	○	1-3	x3-6			**	*		**	*	
	調整力系運動	調整力巧緻性運動		◎	◎	○	1-3	x3-6			***	**		**	*	
	他のスポーツ運動	球技系運動(Ball games)	○	◎	○		Game	15-30'	x2-3	Int.	***	*		*	***	
		対人スポーツ運動	○	◎	○	○	Game	15-30'	x2-3	Int.	***	*		*	***	
		格闘技系運動	○	◎	○	◎	Game	3-5'	x3-5	Int.	***	*		*	***	
全身持久系運動	全身持久性運動			◎	○		Interval		<45'	**	*		*	***		
柔軟性運動	柔軟性運動		◎	○	○	1-3	x3-6				*		*	*		
回復系運動	回復系運動				○						**	***	**			
CT種目	専門的運動	スプリント系運動		○	○	○	1-2	x1-2/m		*	*	CS60	CS60	*		
		ジャンプ系運動		○	○	○	1-3	x1-2/m		*	*	St5j	St6j	*		
	一般的運動	リフティング系運動		○	○	○	1-3	x1-2/m		*	*	Sq5t	Sq6t	*		
		投てき系運動		○	○	○	1-3	x1-2/m		*	*	SP	SP	*		
		全身持久系運動		○	○	○	1			*	*	-	-	*		
[Key]	Comp. 競争法, Reps x Sets:レペティション法(回)xセット(数), Int/Cont:インターバルor持続法	強度及び量の5段階スケール例									1	2	3	4	5	
	GPP:一般的準備期, SPP:専門的準備期, CP:試合期, IP:中間段階, TP:移行期															

トップアスリートの試合に向けた準備システムを考える —ブロック・ピリオダイゼーションとは—

青山 亜紀

日本女子体育大学スポーツトレーニングセンター

1. はじめに

古代ギリシアにおいて誕生したとされるスポーツトレーニングのピリオダイゼーションの問題について、最も広く周知されている理論は、旧ソ連のマトヴェイエフ (Matveev, Л.П) らによって体系化された、“マトヴェイエフ理論”とも呼ばれる伝統的なピリオダイゼーションであろう (Susulov, 2010)。しかしながら、“マトヴェイエフ理論”が確立された1960年代と比較し、現代の競技スポーツ実践に当たっては大きな変化が生じている。とりわけ、試合システムの変化に伴うトップアスリートの競技活動は、国際的な試合カレンダーの拡大や経済的なインセンティブなど様々な要因によって生じた試合期の長期化により、一つのシーズン中に多くの競技パフォーマンスのピークを達成させることが求められる状況となってきた (Susulov, 2010)。この約半世紀の間に、スポーツ科学は著しい発展を遂げ、多分野に渡る個別スポーツ科学は大きな広がりを見せている。一方、アスリートの試合に向けた準備システム開発についての国内および国際的な議論は非常に少なく、半世紀の流れの中に取り残されてしまったかのようである。各分野のスポーツ科学が個別にどれほど発展したとしても、それらの要素の統合的視点に基いた検討を行わなければ現代の競技スポーツにおける試合システムの変化に対応することは不可能であろう。

アスリートの試合に向けた準備システムは、競技パフォーマンスに直接的な結果をもたらすため、現場のコーチやアスリートの最大の課題といっても過言ではない。したがって、トレーニングの現場においても新たな準備システムの開発について、何もせずただ手を拱いていたわけではないであろう。しかしながら、この問題についての公式な発表は非常に少なく、現場のコーチたちの職人的な実践知として

とどまっている可能性が否めない。個別スポーツ科学が大きな広がりをもせたように、国内および国際的な議論の共有こそが、現代の競技スポーツの現状に即した準備システムの開発に寄与することは明白である。したがって、このテーマについて少しでも多くの情報が公開され、議論を行う機会に導くことが願われる。

本稿では、現代の競技スポーツの現状に即した、トップアスリートの試合に向けた新たな準備システムについて、近年新たに体系化されたウラジミール・イスリン (Issurin, V) による“ブロック・ピリオダイゼーション”を紹介する。2002年にイスリンによって“ブロック・ピリオダイゼーション”の概念を明確にした論文が発表されて以来 (Issurin, 2010a)、この概念は多くの言語によって翻訳され、体操競技や水泳など多種目にわたる競技スポーツにおいて多くの成功を収めている (Issurin, 2008a, 2010a)。このように“ブロック・ピリオダイゼーション”は、現代の競技スポーツにおけるトップアスリートの試合に向けた準備システムとして非常に大きな可能性を秘めている。それにもかかわらず、日本語に翻訳されていない影響からか、我が国における認知度は低い。したがって本稿では、“ブロック・ピリオダイゼーション”とはどのような概念なのか、そしてその方法論的可能性について提示することにより、現代の競技スポーツの現状に即した、トップアスリートの試合に向けた準備システムについての議論を再稼働させる契機としたい。

2. “ブロック・ピリオダイゼーション”とは何か

現代の競技スポーツの発展に伴い“マトヴェイエフ理論”における伝統的なピリオダイゼーションについては、「一つのシーズンにおいて多くの競技パフォーマンスのピークを作ることができない」とい

表1 “ブロック”の種類

種類	特徴
蓄積ブロック (Accumulation)	基礎的な運動能力(有酸素性持久力や筋力など)と技術を改善するブロック 比較的量が多く、強度が低い作業負荷を用いる
転換ブロック (Transmutation)	蓄積ブロックにおいて向上した一般的な運動能力を専門的な競技の準備(無酸素性持久力や専門的な筋持久力など)に転換するブロック
現実化ブロック (Realization)	特定の瞬間に最高のコンディションを引き出す(ピーキング)ためのブロック 完全回復、最大スピードや敏捷性の獲得、各種目の専門的な準備などが含まれる

う問題点 (Issurin, 2008a, 2008b, 2010a) が生じてきた。“ブロック・ピリオダイゼーション”は現代の競技スポーツにおける試合システムに対応すべくこの問題点を克服するために改良され、ピーキング問題について目標とする多くの試合に焦点を当てることを可能としている (Issurin, 2008a, 2010a) ことが最大の特徴である。

“ブロック・ピリオダイゼーション”についての公式な発表は、1980年代に旧ソ連の陸上競技の投てき種目のコーチであったA. ボンダルチョクによるものであるとされている。ハンマー投げ選手のための“ブロック・ピリオダイゼーション”におけるトレーニングが試みられ、1988年および1992年のオリンピックにおいて成功を収めている (Issurin, 2008a)。そして、同じく旧ソ連のカヤックナショナルチームのコーチであったイスリンは、自身が開発した“ブロック・ピリオダイゼーション”に基づくトレーニングを用いて、ソウルオリンピックおよび世界選手権 (1989, 1990年) で自国のカヤックチームを成功に導いたことを皮切りに研究を進め、この概念の体系化を図った。

2-1. “ブロック・ピリオダイゼーション”の一般原理

“ブロック・ピリオダイゼーション”に基づくトレーニングをデザインするための基本的な方法を決定するためには、以下に示す4つの一般原理を理解しておく必要がある (Issurin, 2008a, 2008b, 2010a)。

一つ目は、トレーニング計画の立案において「非常に集中し専門化された作業負荷を用いてのトレーニングを行う中間的なサイクル (メゾサイクル)」である“ブロック”を、基本単位とすること。二つ目は、身体は多くのトレーニング刺激に対し、同時に適応することに限界があるため、1つのブロック (メゾサイクル) におけるターゲットとする運動能力の数を最小にするということである。そして三つ

目は、多くの運動能力を連続的に発達させるということである。すなわち、多くの運動能力を同時に発達させるための混合トレーニングによる“伝統的なピリオダイゼーション”と違い、“ブロック・ピリオダイゼーション”によるトレーニングは、合理的に選択されたターゲットとなる運動能力を、連続的に発達させることを目的とするということである。最後に、負荷によるマイナスの相互作用を排除した、専門化されたブロック (メゾサイクル) における構成とする (Issurin, 2008a, 2008b, 2010a) ということである。

2-2. “ブロック・ピリオダイゼーション”の構造

“ブロック・ピリオダイゼーション”の構造は、非常にシンプルであることが特徴的である。表1に示したように、基本単位となる“ブロック”には、3つの種類 (Accumulation, Transmutation, Realization) が存在する。1つのブロック (メゾサイクル) の期間は、過度の疲労の蓄積を伴わず生化学的・形態的に望ましい変化を引き起こすことが可能な2~4週間で構成される。そして、図1に示したように、単一のブロック (メゾサイクル) の連結が1つのトレーニングステージを構成し、各トレーニングステージの最後に、試合 (テスト試合も含む) が来るように配置する。このトレーニングステージが複数連続することによりマクロサイクルが構成される (Issurin, 2008a, 2008b, 2010a) 構造となっている。

2-3. バックグラウンドとなる科学的概念をもとにした“ブロック・ピリオダイゼーション”のプログラミング

実際に“ブロック・ピリオダイゼーション”をプログラミングするためには、理解しておかなければならない重要な科学的概念が存在する。「累積トレーニング効果 (Cumulative training effects)」は勿論のこと、それとともに非常に重要な概念が、

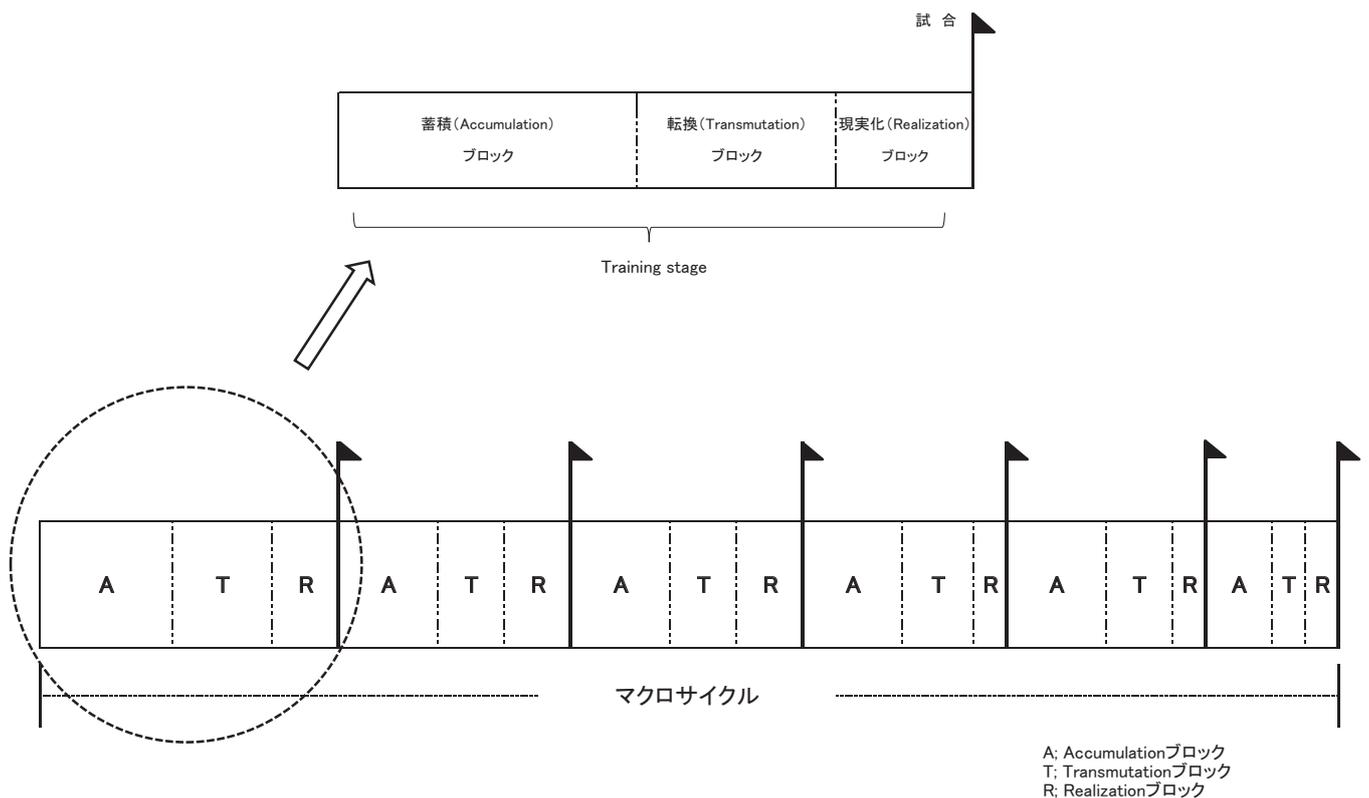


図1 ブロック・ピリオダイゼーションの構造の模式図 (Issurin, 2008a より改変)

表2 主な運動能力の残存トレーニング効果の日数 (Issurin, 2008a より改変)

主な運動能力	残存トレーニング効果の日数
有酸素性持久力	30±5
最大筋力	30±5
無酸素性持久力	18±4
筋持久力	15±5
最大スピード	5±3

「トレーニング停止後の、システムティックな作業負荷によって引き起こされた、身体の状態と運動能力の変化の維持」という現象として定義されている「残存トレーニング効果 (Residual training effect)」である (Issurin, 2008c, 2010a)。複数の運動能力を同時に高めることは不可能であり (ザチオルスキー, 2009)、マイナスの効果を引き起こす可能性も否めない。したがって“ブロック・ピリオダイゼーション”では、この「残存トレーニング効果 (Residual training effect)」を合理的に活用し、さらに「累積トレーニング効果 (Cumulative

training effects)」との相互作用を利用してブロックを連結させることとなる (Issurin, 2008c, 2010a)。表2に示したように、各運動能力のトレーニングの残存効果は異なるため、各々の「残存トレーニング効果」を合理的に利用し3つの連続的な“ブロック”を通して、トレーニングステージの最後に配置された目標となる試合において、最終的に各運動能力の総合的な向上がなされるようにプログラムすることが重要となる (Issurin, 2008a)。このように、“ブロック・ピリオダイゼーション”では各“ブロック”の目的と「残存トレーニング効果」の概念を理解したうえで、マクロサイクルをプログラミングしていかなくてはならない。

図2に示したように、蓄積 (Accumulation) ブロックは有酸素性持久力や筋力など長期のトレーニングの残存効果を持つ基礎的な運動能力をトレーニングの目標とし、転換 (Transmutation) ブロックは無酸素性持久力、専門的な筋持久力など短期の残存効果を持つ専門的な能力を目標とする。そして現実化 (Realization) ブロックでは、最終的な目標である試合に最高のコンディションを合わせるため、残存効果の非常に短い最大スピード等を配置する。したがって、隣接する“ブロック”の期間を単純に計算すると、1つのトレーニングステージの期間は約2か月となるが、実際にはこれらのブロックの単な

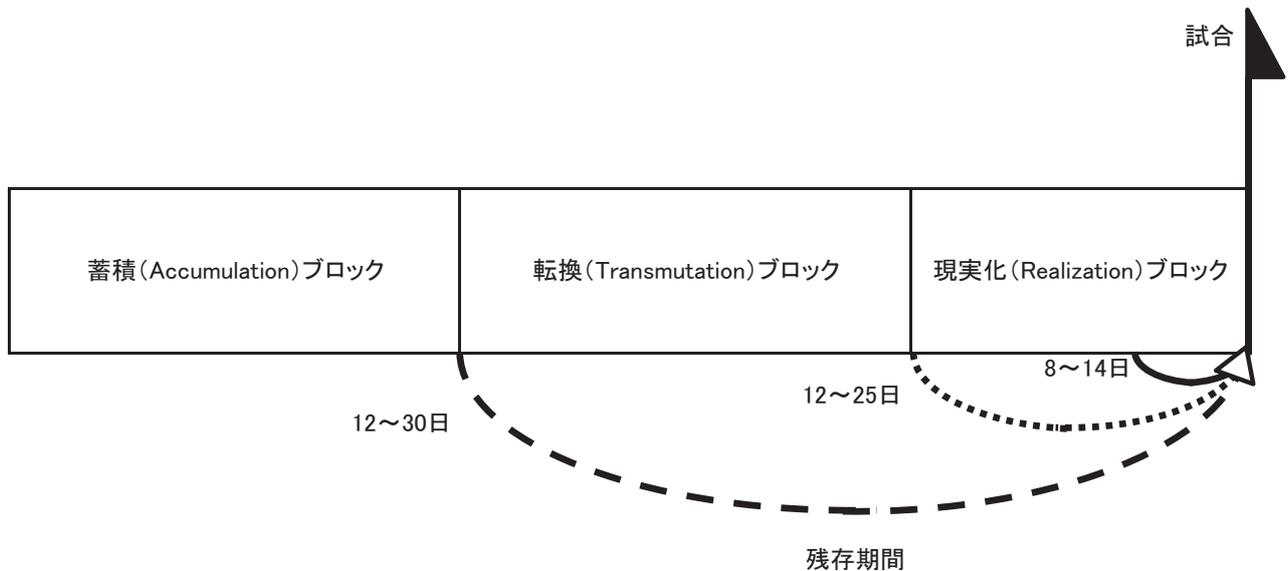


図2 残存トレーニング効果 (Residual training effects) の重ね合わせ (Issurin, 2008a より改変)

る羅列ではなく、形態的および有機的な適応が比較的多くの時間を必要とするプレシーズンにおけるトレーニングステージは約3カ月と長くなるが、重要な試合がより頻繁に配置され、複数の競技パフォーマンスのピーク達成が求められるシーズンの後半においては短く、25日程度となる。そして、マクロサイクルにおけるトレーニングステージの総数は、通常、各スポーツの特徴、試合カレンダー、重要な試合の頻度などによって、4つから7つまでと変化に富む (Issurin, 2008a, 2010a) ことになる。

2-4. トレーニングステージの連続による利点

前述したように、“ブロック・ピリオダイゼーション”は蓄積 (Accumulation)・転換 (Transmutation)・現実化 (Realization) という3つのブロックを連結させて1つの単位とする同様の構造のトレーニングステージが、複数連続することによりマクロサイクルを構成している。したがって、コーチは前のトレーニングステージからのフィードバックを比較的容易に得ることができるため、それに基づき次のトレーニングステージのプログラムを作成することが可能となるという大きな利点がある。そして、各トレーニングステージの最後には必ず試合が配置されていることにより、マクロサイクルの最後に配置される年間の最も重要な試合までに、試合に向けての準備であるピーキングプログラムを複数回検討することができる。したがって、最終的に最も有利なプログラムに改良することが可能となる (Issurin, 2008a, 2010a) ことは、非常に大きな利点といえるであろう。

3. “ブロック・ピリオダイゼーション”の今後の可能性

トレーニング計画論における主要概念である《спортивная форма (スポーツ・フォーム)》の発達周期特性に基づいている“マトヴェイエフ理論” (マトヴェイエフ, 1981, 1985) に対し“ブロック・ピリオダイゼーション”は、現代の競技スポーツにおける試合システムに対応すべく、目標とする多くの試合に焦点を当てることを可能とした理論 (Issurin, 2008a, 2010a) である。マトヴェイエフは、1つのマクロサイクル中における多くの競技パフォーマンスのピークの達成を、《疑似スポーツフォーム》という現象としてとらえ批判的な見解を示している (マトヴェイエフ, 2003; Матвеев, 2010)。《疑似スポーツフォーム》は《спортивная форма (スポーツフォーム)》の形成構造と異なり、アスリートの準備状態が最大下レベルで繰り返し更新されていくものであるという点で、《спортивная форма (スポーツフォーム)》とは大きく異なる。したがって、《疑似スポーツフォーム》を獲得したアスリートの達成可能な競技パフォーマンスのレベルは、《спортивная форма (スポーツフォーム)》を獲得しているアスリートの場合より、はるかに下回ることとなる (マトヴェイエフ, 2003; Матвеев, 2010)。このような見地から考えると、目標とする試合に焦点を当てた“ブロック・ピリオダイゼーション”では、複数のピーク達成は可能であっても、《疑似スポーツフォーム》内でのピーク獲得にとどまることとなり、より高いレベルでの記録の向上は望めない可能性を示唆しているといえ

る。一方“マトヴェイエフ理論”にもとづく伝統的なピリオダイゼーションでは、複数のピーク達成は不可能としても、真の« спортивная форма (スポーツフォーム) »の獲得により、記録向上が期待できることとなる。

しかし、試合システムが変化した現代の競技スポーツにおいては、トップアスリートの競技活動に多様性がみられる。最重要試合での最高のパフォーマンス発揮を目的とすることは勿論のこと、多数の試合において一定程度の成功を収めることを目的とする場合や、多数の試合を経済的繁栄の目的に使用するアスリートの存在もある。このように、アスリートは各アプローチ法の特徴を十分に理解したうえで、目的に応じた合理的な方法を選択していくことが必要になるだろう。また、各アプローチ法の単独使用のみならず、両アプローチ法のメリットを生かしつつ、部分的に組み合わせていく方法など、様々な可能性についても視野に入れながら検討すべきではないだろうか。

4. まとめ

陸上競技における“ブロック・ピリオダイゼーション”の実践例は非常に少なく、この概念を実際のトレーニング現場で応用するには慎重な対応が必要とされることは否めない。しかし、“ブロック・ピリオダイゼーション”における他種目での多くの実践例の中、陸上競技と同じ客観的計測競技である水泳での成功例も見られたことから (Issurin, 2010b)、非常に大きな可能性を秘めていることには違いない。しかし、種目間には要求される運動能力・試合カレンダー・競技形式などに大きな相違がみられるため、他種目での成功例を陸上競技にそのまま応用することにはリスクを伴う可能性がある。したがって、“ブロック・ピリオダイゼーション”についての多くの客観的知見を入手し、さらに陸上競技の特性を考慮に入れた検討が必要となるだろう。今後の多くの新たな研究成果を期待したい。

文献

Issurin , V. (2008a) Block periodization versus traditional theory : a review. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 48(1) : 65-75.
Issurin , V. (2008b) Block periodization Breakhtrouh in Sports Training. Ultimate

Athlete Concepts, 1-32, 37-72, 78-123.
Issurin , V. (2008c) Block periodization II .Ultimate Athlete Concepts, 68-76.
Issurin, V. (2010a) New Horizons for the Methodology and Physiology of Training Periodization. Sports Medicine, 40(3) : 189-206.
Issurin, V. (2010b) Rowing Coache' s Clinic.
MATWEJEW, L.P(1981) Grundlagen des Sportlichen Trainings. Sportverlag Berlin, 220-241.
MATVEJEV, L.P(1981) Fundamentals of Sports Trainings. Publishers Moscow, 259-288.
マトヴェイエフ : 江上修代訳 (1985) ソビエトスポーツトレーニングの原理. 白帝社 : 東京, 316-345.
Матвеев, Л.П. (2010) Теория и методика физической культуры . советский спорт : Москва, 264-268.
Susulov, F. (2010) On the Structure (Periodization) of Year Training Cycle and Fitness in Modern Sport. Teoriya I praktyika fizicheskoy kultuy, 4:11-15.
ザチオルスキー : 高松薫監訳・図子浩二訳 (2009) 筋力トレーニングの理論と実践. 大修館書店, 85-109.

トレーニング基本モデルに照らした実践的テーパリング - はたしてテーパリングは有効か? -

伊藤静夫¹⁾ 森丘保典¹⁾

1) 日本体育協会

1. はじめに

競技会に向け、すべての競技者は心身を最高の状態に準備して試合にのぞもうと努力する。おそらく古代オリンピックの時代から、その調整の善し悪しが競技成績を左右してきただろう。どのような調整の方法がよいのか。少なくとも、競技会直前までハードトレーニングを継続することはない。疲労が蓄積された状態でのぞめば、十分に実力を発揮できないからである。多くの競技者が、徐々にトレーニング負荷を落として調整する方法を採用している。調整法の呼び名はさまざまで、単に「調整」と言ってみたり「コンディショニング」あるいは「ピーキング」と言ったりする。最近では「次第にトレーニング負荷を軽減させる」様子になぞらえ、テーパリング (tapering; 先細る) という用語の使われることが多い。

呼び名は違っても、めざすところは競技会に向けて心身を最良の状態に仕上げてゆく方法という点で共通している。ただし、何をどのように調整したらよいか、その方法論は未だ手探りの状況にあると言っている。呼称が定まっていないことも、その現れであろう。

競技者はベストコンディションで競技会にのぞみたい。最高のパフォーマンスを発揮するためには、このトレーニングの最終局面がきわめて重要になってくるはずである。それにもかかわらず、スポーツの現場においても、また学術的見解においてもこの最終局面の全体像は必ずしも明瞭になっていない。休めばなぜ機能が向上するのか、休めばせっかく高めたトレーニング効果が失われないか、そうした素朴な問いにどこまで答えられるのか、それらを明らかにするのがまずはこの分野の研究に求められるところであろう。

近年、この最終局面の調整法について先の「テー

パリング」という用語を用いて、生理学的な観点からの研究が盛んに行われるようになってきた。この種の研究が進むにつれ、研究への関心は単一の生理学的因子にとどまらず、内分泌機能、免疫機能あるいは心理的因子などさまざまな分野に向けられる。否応なく、単一の分析的研究から総合的な視点をもった研究が希求されるようになる。競技能力が複合的な要素による総合的な生体機能であることを考えれば、至極当然のことと言えよう。それは、とりも直さずテーパリングをトレーニング理論という大局的な枠組みの中で捉え直すべきことを暗示していることでもあろう。

そこで本稿では、おもに陸上競技の中長距離種目を題材として、トレーニング理論の基本モデルに基づいてテーパリングの構造を再検討し、その妥当性を検討するためにこれまでの研究結果を概括してみた。はたしてテーパリングが実践的知見になり得るか、実践的立場と科学的エビデンスの両面から検証してみることにする。

2. テーパリングの実践

テーパリングの重要性に初めて言及したランナーとしては、1920年代に活躍したウルトラマラソンのアーサー・ニュートンがあげられよう (Noakes, 2001)。ニュートンは、すでにこの時代においてレース前における休養の重要性を認識しており、レースまでの準備期間として3週間は必要であると書き記している。また、1954年世界で初めて1マイル4分の壁を破ったロジャー・バニスターは、レース前の4日間を休養にあてていたといわれる。競技会を前にしてトレーニング負荷を少しずつ落として準備する方法は、陸上競技に限らず多くのスポーツにおいて古くから行われてきたものである。また、特に意図せず偶然にテーパリングを経験し、そ

表1 走種目におけるテーパリングの効果

論文	年	テーパリング 日数	パフォーマンス		VO2max
			種目	増減 %	
Houmard et al.	1989	10	トレッドミル走行テスト	↔	↔
Houmard et al.	1990	21	5km室内レース	↔	↔
Shepley et al.	1992	7	トレッドミル走行テスト	↑ 6~22	↔
McConnell et al.	1993	28	5km室内レース	↓ -1.2	↔
Flynn et al.	1994	21	トレッドミル走行テスト	↔	-
Houmard et al.	1994	7	5kmタイムトライアル	↑ 2.8	↔
Child et al.	2000	7	ハーフマラソン	↔	-
Mujika et al.	2000	6	800mレース	↔	-
Mujika et al.	2002	6	800mレース	↑ 0.4~1.9	-
Harber et al.	2004	28	8kmレース	↑ 1.1	↔
Luden et al.	2010	21	8kmレース	↑ 3	↔

れが好成績につながったという例もある。ヘルシンキオリンピックにおいて5,000m、10,000m、マラソンの3種目制覇を成し遂げたチェコのエミール・ザトペックにはこんな逸話がある。1950年のヨーロッパ選手権を前に、激しいトレーニングによって体調を崩し、2週間の入院を余儀なくされたという。ようやく退院できたのはレースのわずか二日前であったが、5,000m、10,000mの二種目制覇を達成した。このザトペックの逸話は、レース前の休息の重要性を説く事例として伝えられることとなった。おそらく、これに類するエピソードを多くの競技者は経験していることであろう。

このように、テーパリングは古くから多くの経験に裏打ちされたものとして実践されてきた。しかしそれでも、競技者にとってテーパリングを実施する際には一抹の不安がよぎることも否定できない。トレーニング負荷を軽減したり休止したりすれば、やがてはそれまでのトレーニング効果が失われ、パフォーマンスの低下を招くことも危惧されるからである。単にトレーニング負荷を軽減すればよいはずのテーパリングではあるが、上記の二律背反がその実行を難しくしているのではないだろうか。はたして、トレーニング負荷を落としてもプラスの効果を得られるのであろうか。

3. テーパリングのパフォーマンスへの効果

こうした観点からテーパリングの効果を実験的に検証した研究は、すでに1970年代から自転車、競泳、トライアスロン、スキーなどさまざまなスポーツを対象に行われてきた。そのうち、表1は陸上競技の中長距離についてのテーパリング効果を示したものである。テーパリング期間は1〜4週間とかなり幅があり、またパフォーマンス効果をみる手段としても実験的なテストから実際のレースまで多岐にわたっている。したがって、このような実験方法上の違いを考慮しなければならないが、ここであげた

11例のうちテーパリング後にパフォーマンスが低下した例は1例しかなく（テーパリング期間が4週間と例外的に長い）、それ以外はパフォーマンスが向上したものと変化がなかったものとが相半ばしている。他のスポーツ種目でも概ね同様の結果であり、テーパリング効果の実験的検証を総括すれば、テーパリングによってパフォーマンスはある程度向上することを期待してよいだろう。逆に、テーパリングによってパフォーマンスが低下する恐れは少ないとみてよい。

ただし、テーパリングのパフォーマンスへの効果については、従来の実験的成績から評価するには自ずと限界があることも認識しておきたい。テーパリング効果は、実際の競技場面、しかもめざすメジャー競技会へ向け最大限の努力を傾注したときにこそ、その真価が現れるものである。テーパリング期間やトレーニング負荷の設定方法などについて具体的な方策を比較検討した実験研究も盛んに行われているが（Bosquet L, 2007 ; Meur YL, 2012 ; Mujika I, 2004）、生体現象を個別に分析して得られた具体的な数値の情報は、以上の理由から実践的知見にはなり得ないだろう。したがって、そうした数値に拘泥する必要はない。むしろ、こうした実験的知見はテーパリングの大枠の理論的根拠を確立する上で有用になるものと考えられる。村木（1994）は、スポーツ科学とトレーニングの実践的理論との関係を次のように述べている。「スポーツ諸科学は、トレーニングの実践的体験を前提とする理論的考察に基づいた実践的理論から提起される諸問題に対して、客観的で定量的な情報を相互補完的に提供することで、真に有用なスポーツ理論の一部を形成し得るようになるであろう」。競技会に向け、あえてトレーニング負荷を低下させてゆくことで高いパフォーマンスが得られる。なぜ、そうなるのか。古くから多くの競技者が経験してきた事実から提起される素朴な疑問である。その問題提起にかなう実践的理論の構築がもとめられ、科学的研究はその裏付けとなる根拠を

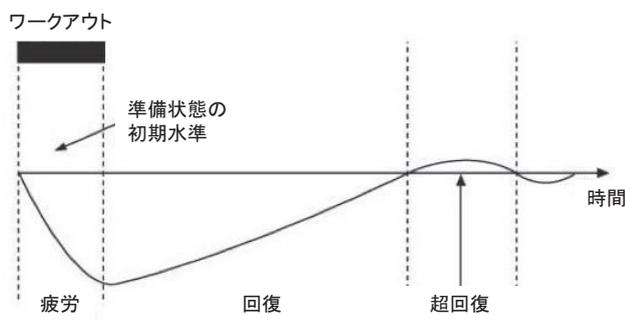


図1. 超回復モデル

提示する。そうした一連の作業によってはじめて、テーパリングと言うトレーニングの最終局面が実践にたりえる有用な理論になると考えるのである。

そこで、まずはテーパリングをトレーニング理論という枠組みの中で、どのように位置づけることができるのかを考えてみたい。

4. トレーニングの基本モデルとテーパリング

4-1 超回復モデル

図1は、トレーニングの古典的モデルとも言うべき超回復モデルの概念図である。縦軸は、トレーニング効果の状態をあらわす抽象概念であるが、具体的には、例えばエネルギー源となるグリコーゲンの蓄積量を当てはめてもよい。トレーニング刺激により貯蔵グリコーゲンは消耗し、このことはマイナスに振れた疲労にも見立てられる。次に、休息と食事によってグリコーゲンが回復し、その蓄積量は代償作用によって以前の水準をわずかに上回ることが期待できる。この、以前より少し上回った状態を「超回復」と定義した。そして、超回復の残存した累積がトレーニング効果となる。

トレーニングの超回復モデルは、トレーニング効果が現れる過程を一つのまとまった事象として概念化して提示したものである。このモデルは、生命現象の分子生物学的な解釈からも説明できる。福岡伸一(2007)の表現を借りれば、「生命とは動的平衡にある流れである」と表現し、分子レベルでの生命現象を総体的な立場から解説している。すなわち、「生体システムはその中身を絶えず入れ替えながら外見上は何ら変わらない動的平衡の流れのなかに存在する。生体の構成要素であるタンパク質が動的平衡のなかで次々に入れ替わる。そして、タンパク質はタンパク質同士の相補性によって納まるべき位置を知り、納まって行く。ただし、その相補性は固定されたものではなく、言わばわずかな間隙を持ち、そこ

へたんばく質は微妙に形を変え、欠落したところを補うかのようにふるまい動的平衡を保つ」。福岡の説明する動的平衡のダイナミズムは、ちょうどトレーニングの超回復に相通ずるものと理解できる。

さらにテーパリングの効果も、図1のイメージ通り、この超回復モデルで説明できる。テーパリングのねらいは、トレーニングによって生じた疲労を休息によって回復させ、さらに超回復を得ることによって従前のパフォーマンスレベルをさらに引き上げようとするところにある。テーパリングとは、超回復モデルの最も典型的な事例なのである。

そして、これまでの実験的検証は、研究者が意識すると否とにかかわらず、結果的にこの古典的トレーニング理論に基づいて行われていたといえよう。ただし、図1の古典的なトレーニング理論は一要因で説明するため、いきおい要素還元論にならざるを得ず、全体像が見えにくくなる。言うまでもなくトレーニング効果とりわけテーパリング効果は正負合わせ持つ複合的な結果として現れるものであり、そうした多様な側面を説明できるモデルが一方で求められてきた。

4-2 体力-疲労モデル

生体システムあるいはパフォーマンスを多面的、総合的に見ようとする動きは、むしろスポーツ科学の黎明期に盛んであった。我が国の運動生理学の生みの親とも言われる猪飼道夫(1973)は1970年代、すでにパフォーマンスをプラス要因の体力とマイナス要因の疲労で説明し、体力と疲労は表裏の関係であることを説いていた。ただし、その後のスポーツ科学は方法論として実験的検証が主流になり、いわゆる要素還元論に終始してきたことは皮肉な現象と言わなければならない。

そうした中であって、一要因で説明する従来の超回復モデルでは生体システムの多様な変化を説明するにはそぐわないという考え方から、トレーニング効果を2要因で説明しようとするモデルが提示された。Zatsiorskyら(1995)は、トレーニングによる準備状態を「体力」と「疲労」の2要因で説明するために、図2のようなモデルを提唱した。すなわち、トレーニングおよびその後の回復過程という一連のプロセスにおいて、身体の準備状態は「体力」というプラス要因と「疲労」というマイナス要因の2要因の相互作用によって決定され、その結果としてパフォーマンスが表出されると考えたのである。

さらに別の観点からも、同様の2要因モデルが提唱されている。Banisterら(1975)は、数学的な着

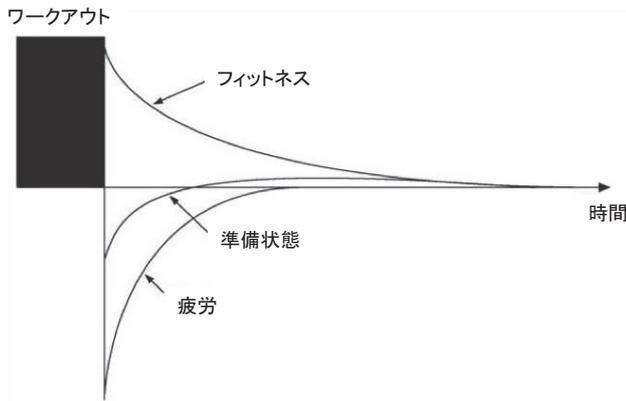


図2. フィットネス-疲労モデル
(Zatsiorsky, 1995)

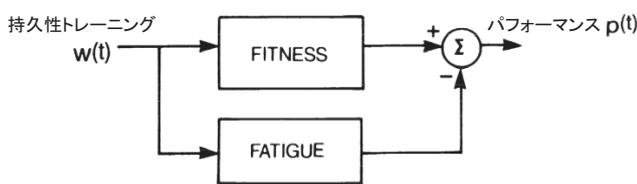


図3. トレーニングとパフォーマンスにおける2要因モデル (Morton, 1990)

想からこの2要因モデルを説明しているのである(図3; Morton, 1990)。ここでは、トレーニング刺激を入力系とし、その結果、プラス要因の「体力」とマイナス要因の「疲労」が派生し、この2要因の総和(Σ)が出力となってパフォーマンスが発現する、としている。式で表せば、

$$\text{パフォーマンス} = \text{体力} - \text{疲労}$$

期せずして、図2および図3に示された二つの2要因モデルが提示された。式にあらわせば簡潔明瞭であるが、いずれもパフォーマンスの背景として体力および疲労という正負異なるベクトルをもつ2要因を位置づけたところに特徴がある。40年以上前に猪飼が提唱したモデルに通底するものと言える。

このように、身体パフォーマンスを体力と疲労の2要因から説明する考え方は決して新しいものではないが、トレーニング効果に関してはともすればプラス要因の体力が注目されてきたことも否めない。それは、体力要因の方が研究対象として把握しやすかったことと無縁ではないだろう。しかし今日、ようやくマイナス要因である疲労への関心が高まってきた。研究方法が飛躍的に発展し、細胞レベル、遺伝子レベルで生体現象が観察できるようになり、疲労という抽象概念がさまざまに検証できるようになったからである。その典型事例がオーバートレーニングである。過剰なトレーニングがマイナスに影響することも古くから競技者の経験するところ

であったが、科学研究によってその全体像が明らかにされその存在が具体的に認識されるようになった。オーバートレーニングを防止しなければならないという明確な目的意識も生まれた。トレーニング効果と言うプラスの側面のみならずマイナス効果の回避という方向に目が向けられることになる。テーパリングに関する研究も、そうした流れの中にある。

4-3 オーバーリーチとテーパリング

エリート競技者ともなれば、極限までパフォーマンスを向上させようと努力する。反面、過剰なトレーニング負荷によってオーバートレーニングのリスクも増すことになる。つまり、トレーニング過程はプラス効果(体力)とマイナス効果(疲労)のせめぎ合いとなる。その様相をあらわすためには、やはり上記の2要因モデルが適している。

ところで、オーバートレーニングとは、過剰なトレーニングストレスによって慢性疲労に陥り、内分泌機能や免疫機能をはじめとする生体の諸機能に支障をきたし、回復までには長期の休養期間を要するものと捉えられている。当然、競技会への参加もおぼつかなくなり、せっかくのトレーニング効果もたちまち失われてしまう。しかし、オーバートレーニングに陥る前段階で回復をはかれば、一時的な機能低下にとどめておくことも可能である。この前段階の状態を、オーバートレーニングとは別にオーバーリーチングとして定義する。一時的に(2週間以内)競技成績が低下した状態ではあるが、多少なりともトレーニング現場で派生する現象であり、適切な回復処置を講ずれば比較的短期間(2週間)で回復することが期待できる。

テーパリングとは、このオーバーリーチの状態からの回復過程にほかならない。その意味で、オーバーリーチの状態と慢性疲労であるオーバートレーニングとを区別しておくことが重要になる。競技会へ向けてのテーパリングを時間軸にそって2要因モデルで表現してみたものが図4である。トレーニング負荷を高めて行けば、体力向上効果とともにそれに見合った疲労蓄積も避けられない。したがって、程度の差こそあれオーバーリーチの状態に至る。しかしこれは、その後に超回復を生み出し競技会時に高いパフォーマンスを得るためには、あえて必要とされる前段階であると理解しておきたい。ただし、そのためには適切なテーパリングによる回復期間が必須となる。そのまま高強度のトレーニングを継続すれば、疲労蓄積はさらに増大し、さらなるパフォーマンスの低下を招くだろう。またこの状態が続けば、

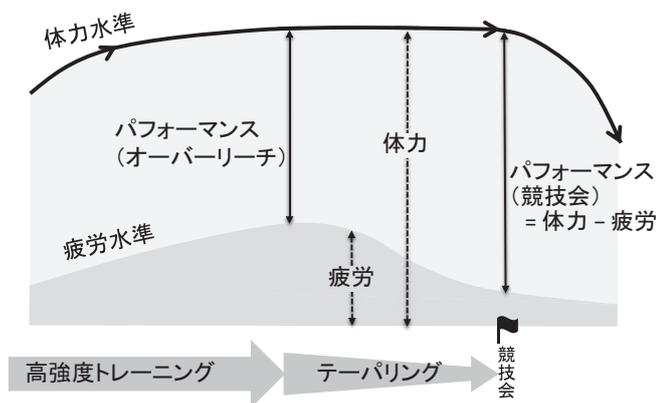


図4 テーパリング過程におけるパフォーマンス、体力、疲労の関係

やがてはオーバートレーニングに陥ることにもなりかねない。

図4のイメージに従えば、テーパリング期間での狙いは二つある。一つは、高めた体力水準をいかに長く保持できるか、二つ目は、疲労水準をいかに短時間で回復することができるか、である。この相反する課題の折り合った期間、すなわち体力と疲労の差分となるパフォーマンスが最大になったときが競技会に合致すれば、理想的なテーパリングとなる。したがってテーパリングは、単なる疲労回復手段というより、より積極的な戦略としての意味合いが強くなる。競技会への最終局面において、パフォーマンスを左右するトレーニング戦略と捉えられる。

以上、体力と疲労の2要因モデルからテーパリングを時間軸にそって構造化してみた。ただし、図4に示したテーパリングモデルがはたしてどの程度実態に即しているかは未知数であり、今後の検証を待たなければならない。再び村木の論述を援用すれば、「客観的で定量的な科学研究の情報を相互補完的に提供することで、真に有用なスポーツ理論を形成し得る」。そこで次に、体力及び疲労の2要因がテーパリングによってどのように応答するのか、これまでの研究成果を概括し、検討してみたい。

5「体力」要因

すでに述べた通り、テーパリングによる体力要因への効果は種々検討されているが、ここでは中長距離種目の代表的な体力要因である最大酸素摂取量を取りあげた。また、近年の研究から、筋線維組成がトレーニングおよびトレーニング休止によってかなりダイナミックに変化する可能性が示唆されており、これについても取り上げてみた。

5-1 最大酸素摂取量

種々のスポーツを対象にした研究報告では、テーパリングによって最大酸素摂取量が増加したというものと変化しなかったものに分かれる。例えば、トライアスロン選手を対象に2週間のテーパリングを行ったところ、ランニング(4%)および自転車(5%)のパフォーマンスが向上し、最大酸素摂取量は9.1%、無酸素性作業閾値は6%向上したという報告例がある(Zarkadas, 1995)。

一方、陸上中・長距離種目では、テーパリングによって最大酸素摂取量が向上したという報告はほとんど見られない。表1に示した研究例では、11例中7例に最大酸素摂取量の変化が報告されているが、いずれも有意な変化を認めていない。このことは、最大酸素摂取量が低下した事例も見られなかったことを意味するものでもある。テーパリングによる効果として、最大酸素摂取量は増加しないということより、トレーニング負荷を低下させているにもかかわらず、最大酸素摂取量は一定水準を保持できていることにこそ注目すべきであろう。仮にトレーニングを完全に休止(detaining)すれば、最大酸素摂取量は比較的短期間(4週間)で顕著に(10%)低下するからである(Mujika, 2000)。

最大酸素摂取量は、短期間で増加することはまずあり得ない。しかし、トレーニング停止で容易に低下する。したがって、最大酸素摂取量を一定期間維持させるためには、意図的、戦略的にテーパリングが行われなければならない。テーパリング期間としては、経験的にも実験結果から割り出しても、およそ2週間が基準となっている。トレーニング負荷の落とし方としては、量や頻度を50%程度にまで順次落として行く方法が標準的である。

しかし、こうしたスタンダードはあくまでも平均的な数値に過ぎない。実際に競技者がテーパリングを計画するとなると、自分自身のこうした持久力の消長特性、あるいはその時々々の競技者自身のコンディションを十分に理解していなければならない。ただし、実際のテーパリング中に必ずしも最大酸素摂取量の測定を行う必要はない。実際の競技会を通して得られた経験知に基づく感覚こそが重要であろう。トレーニングによって高めた自己の体力(持久力)水準をどれだけ維持できるかという感覚を、経験を通して洗練させて行くことの方が実効的であろう。

ところで、最近の研究によれば、筋繊維組成あるいは筋の収縮特性では休息自体に積極的な意味のあることが示唆されており、この点は最大酸素摂取量とかなり様相を異にする。そこで、この点について

も以下に触れておきたい。

5-2 筋繊維組成

骨格筋繊維は、収縮特性および代謝特性の違いから3種類のタイプに分類できる。すなわち、収縮速度は遅いが疲れにくいタイプⅠ繊維、収縮速度は速いが疲れやすいタイプⅡb繊維、両者の中間型のタイプⅡa繊維である。これらの筋線維のタイプ別の比率すなわち筋線維組成は、当然、筋の収縮速度や持久性に強く影響しスポーツパフォーマンスとも深くかかわってくる。瞬発力が要求される短距離走であれば、タイプⅡb繊維の比率が高いことが有利になり、持久性に優れる長距離走ではタイプⅠ繊維の比率が高いことが有利になる。従来は、こうした筋線維組成は遺伝的に決定され、トレーニングでは変化しないと考えられてきた。しかし近年の研究から、筋線維組成もトレーニングによって顕著に変わり得ることが明らかにされつつある。

とりわけ、筋力トレーニングとテーパリングの組み合わせによる興味深い結果が報告されている。Andersenら(2000)は、特にスポーツを行っていない人を対象としているが、高強度のレジスタンストレーニングを3か月間続けたのち3か月間休息をとり、その間の筋線維組成の変化を調べた(図5)。その結果、タイプⅠ繊維には変化が見られなかったが、レジスタンストレーニング後にタイプⅡa繊維が増え、タイプⅡb繊維は逆に減った。しかし興味深いことに、3か月間トレーニングを休止すると、タイプⅡa繊維の構成比が減り、その分タイプⅡb繊維の割合が増えたのである。この結果からすると、速筋線維の構成比は想像以上に流動的であり、筋力・パワー系種目では、競技会へ向けての最終局面では休息が重要な意味を持つことになる。こうした種目のテーパリングでは、疲労を軽減するためというだけでなく、筋組成の構成比を変化させるという積極的な意義が見出せる。ただしAndersenらの実験では、休息期間は3か月間と長く、休息期間にトレーニングで得られた筋力増加は次第に減少し以前の値に戻ってしまう。したがって、筋組成の変化と筋力低減との相反する2要因の折り合いのついた時点が至適なテーパリング期間ということになるだろう。

一方、長距離種目では筋線維のタイプ移行については明確な傾向は見られていない。ただし、Ludenら(2010)は長距離選手を対象に3週間のテーパリング効果を調べ、筋バイオプシーから得た単一筋線維の機能的な向上を観察している。パフォーマンスへの効果としては、8kmのクロスカントリーレース

での成績が3%向上した。テーパリング期間中の最大酸素摂取量に変化は見られない。筋機能としては、タイプⅡa繊維の断面積が7%増加し、また筋パワーではタイプⅠ繊維には変化が見られなかったがタイプⅡa繊維では11%のパワー増加が見られた。中長距離種目であれば、タイプⅡa繊維の機能向上がパフォーマンス向上に寄与する可能性は十分考えられる。

以上、筋力・パワー系種目および中長距離種目において、筋線維レベルにおけるテーパリング効果も示唆されている。中長距離種目について体力因子に関するテーパリング効果をまとめてみれば、一つは、主要な体力因子である持久力の水準を保持することである。もう一つは、筋機能向上を積極的に向上させるという可能性がある。近年、筋力トレーニングと持久性トレーニングを組み合わせることの効果が注目されているが(Leveritt, 1999; Garcia-Pallares, 2011)、以上の理由から、テーパリング期間中における両トレーニングの配分および配置がテーパリング効果に深くかかわってくるのが考えられる。この分野の今後の研究成果を注目して行きたい。

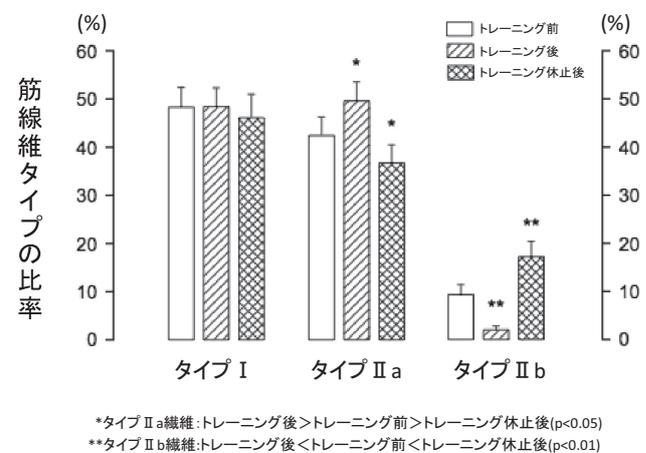


図5. レジスタンストレーニング前後およびトレーニング休止後の筋線維タイプの変化 (Andersen, 2000)

6 疲労要因

古くから、疲労はパフォーマンスの規定因子と捉えられてきたが、未だ議論の只中であってその全容は不明と言わなければならない。本稿で説明してきたパフォーマンスを体力と疲労の2要因で説明するモデルにおいても、まずは疲労本態の捉え方が問われる。言い換えると、テーパリング理論がより説得力を持つためには、さらなる疲労本態の解明が望ま

れるのである。ここでは、内分泌機能および免疫機能を疲労現象の題材にとり、テーパリング効果に関する最近の研究成果を概括しながら、その可能性を探ってみた。

6-1 内分泌機能

1990年代になって、テーパリング時の内分泌系および免疫系変化に注目した研究が見られるようになった。Costillら(1991)は、水泳選手を対象に14-21日間のテーパリングによって水泳パフォーマンスが向上(3-4%)したときのコルチゾール及びテストステロンの変化をみた。トレーニング期間中にはテストステロンが低下、コルチゾールは上昇し、テーパリングに入ると両パラメータは鏡像的に逆転し、トレーニングストレスの状況がよく反映されていることが確かめられた。その後多くの研究が重ねられ、内分泌機能、とりわけテストステロン(T)、コルチゾール(C)および両者の比(T/C)がオーバートレーニングを診断する上で有力な指標になることが明らかにされ、同時にテーパリングの重要な評価基準にもなった。また、トレーニング負荷をモニタする上でこれらのパラメータが利用されるようになっている(Mujika, 2004)。

こうした一連の研究の中でもBanfiら(1993)がイタリアのスピードスケート・ナショナルチームを対象に行ったフィールド研究はとりわけ興味深い。オリンピックを1年前に控えた年間トレーニングを追跡調査したもので、トレーニング負荷をテストステロン、コルチゾール、T/C比で継続してモニタした。注目したいのは、年間のトレーニングを通して、トレーニング負荷とこうした内分泌系パラメータの変動がよく対応していることである。そして、オリンピックを控えた1か月間前では、おそらくかなり追い込んだトレーニングによって体調を落とし(テストステロンは上がらず、コルチゾールが上昇)、そこからオリンピック本番までをテーパリング期間に当てている。残念ながら本論文では、この間の詳細が述べられていない。しかしその中のコメントで興味を引かれたのは、ベテラン選手ほどテーパリング期間での調整がうまく行われたということである。

テストステロン、コルチゾールは観血的な血液サンプルに代わり唾液サンプルによっても測定ができ、スポーツ現場でも簡便に利用できるようになったことから、今後の活用が期待される。

6-2 免疫機能

テーパリングが免疫機能に及ぼす影響を扱った研究はごく限られていたが、最近、Farhangimalekiら(2009)はエリート自転車選手を対象にテーパリング中の免疫系の変化を調べた。まず8週間の高強度のトレーニングを実施すると、骨格筋由来のサイトカイン(マイオカイン)であるインターロイキン6が顕著に上昇した。過剰な身体ストレスによって免疫機構が強く反応していることがわかる。次にその後3週間、高強度トレーニングをそのまま継続した群とトレーニング強度を軽減してテーパリングに移った群とを比較した。高強度トレーニング継続群のサイトカインはさらに上昇を続けたが、テーパリング群ではインターロイキン6も漸次低下し、テーパリングによって免疫機能が明らかに回復していることがわかる。この免疫機能の変化に呼応して、高強度トレーニング継続群では40kmのタイムトライアルの記録が頭打ちになって行ったのに対し、テーパリング群ではタイムトライアルの記録も順次伸びて行った。テーパリングはかなり短期的に免疫機能(疲労)を回復させることができるようである。そして、その免疫機能の回復はパフォーマンス向上に直接つながる可能性がある。

また、上気道感染症と運動との関係についても、近年多くの研究が報告されている。定期的な運動を行い健康や体力に自信がある人では風邪(上気道感染症)を引きにくいと言われる一方で、競技者は一般人より風邪の罹患率が高いとも言われる。運動は、免疫機能の正負両面に関係しているようである。例えばマラソンのような長時間の激運動を続けた後には、10時間以上にわたって一時的に免疫機能が低下した状態が続き、これを「オープンウィンドウ」と呼ぶ。また、運動と上気道感染の関係を調べたところ、中等度の運動実施時に最も感染リスクが低く、運動不足時には感染リスクが高くなるが、高強度の運動では最も感染リスクが高くなる。この関係はちょうどJ型のカーブを描くことでよく知られる。

競技会へ向け高強度のトレーニングが行なわれる一方、それだけ免疫機能の低下は避けがたく、最終局面での回復をはからなければならない。その回復効果は競技成績に直接かかわってくるようであり、そこにテーパリングの積極的な意義が見出せる。これまで、風邪を引いたり、熱を出したり、下痢をしたりして体調を崩すことは、いわば偶発的な事故という認識が先にたち、トレーニング計画との関連で考慮されることが少なかったのではないだろうか。内分泌機能や免疫機能、総称すれば疲労という現象

はトレーニング計画の枠外で捉えてきた。したがって、テーパリングによる疲労軽減効果の検証は必ずしも十分ではなかった。その意味で、トレーニングと疲労の関係はなかなか経験知にもなりにくかった。現在、テーパリングに関する研究は体力要因に限らず、疲労要因についてもさまざまな分野にわたり多岐に行なわれるようになってきた。こうした研究の流れの中で、トレーニングと疲労との関係性により具体的なものが見えてくるのではないだろうか。

7 おわりに

近年、テーパリングに関する優れた研究報告や総説が多く見られるようになった。この分野の代表的な研究者の一人である Mujika ら (2003) は、望ましいテーパリングの方法を表2のようにまとめている。これまでのテーパリングに関する研究結果や実戦例を総括し、いわば平均的な方法として提示したものである。こうしたレビューが、しばしば望ましいテーパリング戦略であるとして推奨されている。しかし、これらはあくまでも平均値の羅列に過ぎない。確かに、テーパリングの全体像を把握するためには有益であろう。しかし、個々の競技者がテーパリングを計画する際には、実際の競技会を通して経験した知見を集約し、またその時の競技者自身のコンディションに合わせてテーパリング戦略を練るほかに方法はないだろう。テーパリングとは、それほど微妙なさじ加減を求められるものに違いない。その前提としてスポーツ現場で是非必要になるのが、テーパリングに対する確信である。また、その確信を支える実践的理論である。

テーパリングを実践するのは、意外に難しい。そこには多岐にわたる要因が関与し、しかもプラス要因とマイナス要因が混在しているからである。体調不良で入院し、退院直後に好記録を出した「ザトベック現象」を紹介した。風邪を引いて休んだあとに自己新記録を出したというエピソードもよく聞かれる。入院しなければ、あるいは風邪を引かなければ

表2 望ましいテーパリングの方法
(Mujika I, 2003)

テーパリング戦略
フィットネス低下がないように疲労を取り除く
トレーニング強度を維持する
トレーニング量を60-90%減少させる
トレーニング頻度は80%を維持する
テーパリング期間は4~28日

なお良い記録が出たと考えるか、休んだからこそ良い記録が出たと解釈するかで意見は分かれる。当然、テーパリングに対する姿勢も大きく異なる。プラス要因とマイナス要因とをどのように見極めるかが判断の分かれ目になる。そうした意味から、パフォーマンスを「体力」と「疲労」のプラス・マイナス2要因で説明するトレーニングモデルは実践的な発想と言える。本稿では、この2要因モデルに基づいてテーパリングの構造を考えてみた(図4)。今後の課題は、このテーパリングモデルの妥当性を競技現場で得られた経験知と科学研究のエビデンスの両面から検証して行くことである。そうした一連の作業を通して、はじめて実践的理論として役に立つものになるだろう。

従来のトレーニング科学は、体力要因に重きが置かれていたように思われる。それは扱いやすく認識しやすかったからでもある。しかし種々の研究が進むにつれ、疲労要因の重要性が否応なく注目されるようになってきた。そのことは、同時にテーパリングの意義を再認識することにもつながっている。ただし、疲労要因の解析はまだ緒についた段階に過ぎない。この分野の研究が進むことによって、はじめてテーパリング理論がより具体性を帯びた実践的理論に発展することができるのであろう。

文献

- Andersen JL and Aagaard P (2000) Myosin heavy chain IIX overshoot in human skeletal muscle. *Muscle Nerve*, 23:1095-104.
- Banfi G, Marinelli M, Roi GS, Agape V (1993) Usefulness of free testosterone/cortisol ratio during a season of elite speed skating athletes. *Int J Sports Med*, 14:373-9.
- Banister EW, Calvert TW, Savage MV, Bach TM (1975) A systems model of training for athletic performance. *Aust J Sports Med*, 7:57-61.
- Bosquet L (2007) Effects of tapering on performance: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 39:1358-65.
- Child RB, Wilkinson DM, Fallowfield JL (2000) Effects of a training taper on tissue damage indices, serum antioxidant capacity and half-marathon running performance. *Int J Sports Med*, 21:325-31.
- Costill DL, Thomas R, Robergs RA, Pascoe D,

- Lambert C, Barr S, Fink WJ(1991) Adaptations to swimming training: influence of training volume. *Med Sci Sports Exerc*, 23:371-7.
- Farhangimaleki N, Zehsaz F, Tiidus PM(2009) The effect of tapering period on plasma pro-inflammatory cytokine levels and performance in elite male cyclists. *J Sports Sci and Med*, 8:600-606.
- Flynn MG, Pizza FX, Boone JB Jr, Andres FF, Michaud TA, Rodriguez-Zayas JR(1994) Indices of training stress during competitive running and swimming seasons. *Int J Sports Med*, 15:21-6.
- 福岡伸一 (2007) 生物と無生物のあいだ (講談社現代新書). 講談社
- Garcia-Pallares J and Izquierdo M(2011) Strategies to optimize concurrent training of strength and aerobic fitness for rowing and canoeing. *Sports Med*, 41:329-43.
- Harber MP, Gallagher PM, Creer AR, Minchev KM, Trappe SW(2004) Single muscle fiber contractile properties during a competitive season in male runners. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 287:R1124-31.
- Houmard JA, Costill DL, Mitchell JB, Park SH, Hickner RC, Roemmich JN(1990) Reduced training maintains performance in distance runners. *Int J Sports Med*, 11:46-52.
- Houmard JA, Scott BK, Justice CL, Chenier TC(1994) The effects of taper on performance in distance runners. *Med Sci Sports Exerc*, 26:624-31.
- Houmard JA, Kirwan JP, Flynn MG, Mitchell JB(1989) Effects of reduced training on submaximal and maximal running responses. *Int J Sports Med*, 10:30-3.
- 猪飼道夫 (1973) 体力と疲労. 猪飼道夫編, 身体運動の生理学, 杏林書林, 334-354.
- Leveritt M, Abernethy PJ, Barry BK, Logan PA(1999) Concurrent strength and endurance training. A review. *Sports Med*, 413-27.
- Luden N, Hayes E, Galpin A, Minchev K, Jemiolo B, Raue U, Trappe TA, Harber MP, Bowers T, Trappe S(2010) Myocellular basis for tapering in competitive distance runners. *J Appl Physiol*, 108:1501-9.
- McConnell GK, Costill DL, Widrick JJ, Hickey MS, Tanaka H, Gatin PB(1993) Reduced training volume and intensity maintain aerobic capacity but not performance in distance runners. *Int J Sports Med*, 14:33-7.
- Meur YL, Hausswirth C, Mujika I(2012) Tapering for competition: A review. *Science & Sports*, 27:77-87.
- Morton RH, Fitz-Clarke JR, Banister EW(1990) Modeling human performance in running. *J Appl Physiol* (1985), 1171-7.
- Mujika I, Padilla S, Pyne D, Busso T(2004) Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports Med*, 891-927.
- Mujika I and Padilla S(2003) Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Med Sci Sports Exerc*, 35:1182-7.
- Mujika I and Padilla S(2000) Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: short term insufficient training stimulus. *Sports Med*, 30:79-87.
- 村木征人 (1994) スポーツ・トレーニング理論. ブックハウス HD
- Noakes TD(2001) Lore of running. *Human Kinetics*, Shepley B, MacDougall JD, Cipriano N, Sutton JR, Tarnopolsky MA, Coates G(1992) Physiological effects of tapering in highly trained athletes. *J Appl Physiol*, 72:706-11.
- Zarkadas PC, Carter JB, Banister EW(1995) Modelling the effect of taper on performance, maximal oxygen uptake, and the anaerobic threshold in endurance triathletes. *Adv Exp Med Biol*, 393:179-86. :179-86.
- Zatsiorsky VM and Kraemer WJ(1995) Science and Practice of Strength Training. *Human Kinetics*.

コーチングレポート ピリオダイゼーションの実践

吉田 孝久
日本女子体育大学

1. 現在実践しているトレーニング計画について

トレーニング計画を立てる時、私はピリオダイゼーションを活用している。トレーニングにはさまざまな種類や方法があるが、それらをやみくもに選択しても効果が得られないからである。

ピリオダイゼーションは、マトヴェイエフ理論に代表される一般的準備期から専門的準備期を踏まえて試合期へと移行するものが一般的であるが、私はベルフォジャンスキーが提唱しているブロックトレーニングシステム（以下、BTS）を参考にトレーニングを組み立てている。私の専門は跳躍種目で、跳躍力を高めるのにパワーアップが必要となり、これを効果的に行える方法としてはBTSと呼ばれる筋力集中方式が最も効果的だと考えているからである。

BTSはトレーニングの残存効果を利用し、①ジャンプの基礎運動→②筋力トレーニング→③負荷を伴ったダイナミックな運動→④デプスジャンプ（反動的・爆発的筋力の向上）という過程を経て、跳躍に必要な脚伸展力のパワーを向上させることを目的としている。トレーニング期間や目指す内容によって大きな一つの山を作る集中方式と二つの山を作る二重集中方式があるが、私が現役時代に多用していたのは二重集中方式によるBTSであった。今は総合的な室内競技会は大阪で行われている日本ジュニア室内競技大会くらいしかないが、当時は大阪、群馬、横浜での室内競技会に加え、中国との対抗戦（天津、北京）を含めるとこの時期に3～5試合行えたので、一つ目の山に室内試合を配置し、屋外シーズンに向けた跳躍技術と専門体力の確認を行うことができたからである。現在は国内で室内競技会が実施されていないという事情もあり、じっくりとトレーニングを実施するために一つの山の集中方式で計画を立てている。

表1は現在の勤務先で提案しているトレーニングの全体プランである。週や月ごとのトレーニング計画（マイクロ周期またはメゾ周期）は、この全体プランに基づいて計画している。全てを説明するのは紙面の問題から難しいので、冬期トレーニングの導入部分について、どのようにして、またはどのような意図を持ってこれを立案しているのか説明していく。

跳躍運動に必要な主要なトレーニングの要素は、パワーとスプリント、跳躍技術だと考えている。このうちパワーは跳躍力だけでなくスプリントの向上にもつながるため最も重要視している。

パワーとは筋力とスピードの積として表されているように、パワーアップには筋力を高めることが必要である。そして筋力は筋の断面積に比例して大きくなることから、まずは筋肉をつけること（筋肥大）に焦点をあててトレーニングを開始している。また、トレーニング期の後半は、筋力を発揮するために少ない回数で重い重量を挙げていく方法がとられるが、ここで怪我をしないためには正しいフォームの習得が求められる。

筋肥大とフォーム習得という二つの課題を達成するため、トレーニング期の初期には「反復法」と呼ばれる方法で筋力トレーニングを開始している。ここではスクワット、クリーン、スナッチといったウェイト種目が中心となるが、これらを10～12回程度が挙上できる重さを用いて、正確なフォームで行うようにしている。ここでの運動はトレーニング強度が低く量が多いことが特徴で、これを約2ヶ月間（8週間）行う。そして、跳躍技術とスプリント系のトレーニングについてもこの筋力トレーニングに合わせる形でトレーニング強度が比較的低く、量が多いものを選んで行うようにしている。

ここでやっている跳躍技術は、跳躍に必要な動きづくりとその習熟を狙ったものを中心にトレーニン

グを組んでいる。私は、跳躍選手にとってこうした基礎的な動きづくりは極めて重要で、これを軽視して体力重視でトレーニングを行っていくと、力に頼った跳躍となってしまう、将来的に記録が伸びないばかりか怪我にも繋がってしまうとも考えている。具体的な内容は、バウンディングやホッピング、ポップアップスなどの連続跳躍と助走（踏切準備）から踏切りにかけての踏切ドリルのことである。技術のポイントは、地面反力を上手く受けてこれを跳躍力として利用するための軸作り、腕の使い方、腹筋の締め方などで、これらがスムーズにできるように時間をかけて実施している。

また、いろいろな動きにも対応できる調整力をつけるために専門外種目の運動を積極的に行うこともこの時期のトレーニングとして薦めている。走幅跳の選手ならば走高跳、三段跳で踏切る感覚を養ったり、ハードル走などを使って速いスピードの中で踏切る感覚を掴んだりするなどである。こうしたことがトレーニング期後半（3月頃）の専門的トレーニングを行う期間で役立つと考えている。

スプリント系の運動でも反復法に合わせた形でトレーニング強度（スピードレベル）が低く、量（距離）を稼ぐといったトレーニングを組んでいる。比較的長めのスプリントや短インターバルでのセット法を行うことで乳酸を除去する能力を高められるだけでなく、効率のよいスプリントフォームの獲得にも繋がるからである。主には200～300mの距離を使ったテンポ走が中心となるが、長めの距離を走ること自然に地面の反力をもらえる位置で接地できるようになり、スプリント持久力とともに跳躍運動でも必要となるリラックスした柔らかい走り方が身についていくと考えている。

このように、ピリオダイゼーションでのトレーニングの初期は、主要課題であるパワー（筋力）アップを中心にして、スプリント、跳躍技術の内容はパワーの要素に合わせた運動を選択して配置している。

ピリオダイゼーションの用語では、今、説明した時期のトレーニングのことを一般的準備期と呼んでいるが、ここで獲得した基礎体力を次のピリオドで専門的な体力に変換させることが試合では好成績をあげるためには必要である。BTSにあてはめると、①ジャンプの基礎運動→②筋力トレーニング→③負荷を伴ったダイナミックな運動→④デプスジャンプ（反動的・爆発的筋力の向上）というように、それぞれの時期に主要な課題を対応させていくことで専門的体力の向上とともに跳躍技術の獲得につながる

と考えている。

BTSは効率の良い計画立案に貢献しているが、これ以外にも同じトレーニングを必要以上に繰り返さないで済むため、選手が飽きることなく新鮮な気持ちでトレーニングを遂行することができるというメリットもある。一方、デメリットは傷害発生のリスクが高くなる可能性を持っていることである。トレーニング期の後半にかけてスピードを伴った連続跳躍や高所からのボックスジャンプなどトレーニング強度が高くなるため、関節や腱、靭帯などにかかる負担が大きくなるからである（そうならないためにトレーニングの初期にいろいろな運動を行っているのだが）。したがって、ジュニア期など発育過程の選手には、トレーニング強度を高めないなどの配慮も必要である。また、体重オーバーの場合も身体への負担が大きくなる。そのため、自己管理を促しながら体重のコントロールする必要があると感じている。

このほか、計画を立案してそれに沿ってトレーニングを遂行させるためにはコントロールテストを使った進捗状況の確認が重要である。測定結果から、トレーニング効果の把握だけでなく、次のステージで扱う負荷設定にも役立つからである。

今回、私が報告したのはBTSという方法だが、これ以外にもピリオダイゼーションにはさまざまなものがあると思われる。トレーニング計画に正解はないように、これからもいろいろな方法を試しながらより効果的なものを探していきたいと考えている。それにはさまざまな研究者が提唱している理論を参考にし、他のコーチが行っているトレーニング計画の実践例を共有しながら議論を深めていくことが必要であろう。

2. テーパリングの仕方について

ピリオダイゼーションの一つに、試合でのピーキングを合わせることを目的としたテーパリングがある。最近ではイスリンが提唱している「ブロックピリオダイゼーション」という概念も出てきてこれから陸上競技でも流行っていきそうな気配であるが、個人的には連続する一つ一つの試合に的を絞ったピーキングというのは難しいという印象を持っている。これから文献を読んだり、議論を重ねたりしながら、跳躍種目にも適した方法というのをも模索していきたいと考えている。

さて、これまでの経験から、私自身が行ってきた試合に向けたテーパリングの実践例を提示したい。

表2には現役時代の試合前10日間のトレーニング結果が示されている。

ここでの特徴の一つは試合の1週間前に最終の跳躍練習を入れている点である。私の場合、ここで跳べた高さプラス10cm程度が試合での記録となることが多かったため、ある意味、試合よりも集中してこの日の練習を行っていた。若い頃はここで高さを跳んでやろうと思って失敗したこともあったので、跳べない時でも深追いすることがないように、良くても悪くても跳躍本数は10本くらいに留めるようにしていた。

二つ目の特徴は、試合の5日前から試合までの練習を固定していたことである。ここから試合までは体を回復させることを中心に、助走練習などで跳躍技術の確認を目的に実施していた。4日前にスプリント系のコンディショニング、3日前にパワー系のコンディショニングを入れ、2日前はレスト、1日前に前日の刺激を入れて試合に臨むといった感じである。

私の場合はこのようなパターンであったが、試合前日にウェイトをした方が体の状態が良いという人もいたり、人によって試合前日を完全休養すると調子が良いという人もいたりする。大切なことは、個人にあった、一番いい状態で試合を迎えるための方法を見つけ出すことである。

大きな試合で結果が出せるという方程式を自分なりに作っておくことで、試合に向けて安心できる心理状態を作り出すことができるのではないかと考えている。

表2 試合前10日間のトレーニング計画（走高跳 吉田孝久 PB:2m31）

曜	負荷変動	主な練習内容
金		休養
土		スプリント(SD:30m×4, 助走練習)
日		跳躍練習(試合形式 10本以内)
月		積極休養
火		休養
水		スプリント・コンディショニング(SD:30m×4, 助走練習)
木		パワー・コンディショニング(スナッチ:60kg×10回×3セット, スピードスクワット:60kg×10回×3セット)
金		休養
土		ウォームアップ
日		試合

日本陸連科学委員会研究報告 第12巻 (2013)

陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2012

序 文

2013 年度における科学委員会の主な活動をまとめると、以下のようになる。

1. 種目別サポート活動など

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

2. ジュニア選手に関する活動

大分インターハイにおいてこれまでと同様に VTR 撮影、タイム分析及び入賞者を対象とした障害や栄養に関するアンケート調査を実施した。(本連盟科学委員会の HP に活動報告書を掲載)。本年度は調査内容を改訂し、心理面に関する項目を充実させた。

3. マラソンの暑さ対策に関する調査研究活動

リオ、東京オリンピックを見据えた暑さ対策に関する活動として、強化委（中長・マラソン部）と連携し、北海道（男女）、福岡（男子）、びわこ（男子）の各マラソンレース及び士別合宿（男子）において調査活動を行った。日本人招待選手を対象として、レース前後の体重、耳管温などを測定し、暑さに対する影響やマラソンが生体へ与える負担度等を明らかにし、夏場のマラソンにおける対応策を構築していく予定である。

4. タレントトランスファー及び発掘ワーキンググループ

東京オリンピック、ポスト東京を見据えたジュニア選手の種目転向、発掘に関するワーキンググループを設置した。強化委、普及育成委と連携し、これまでに収集されてきた体力データやトップ選手の履歴からトランスファーマップ（種目転向の道しるべ）を完成させる予定である。

2013 年度は役員改選の年となり、科学委員会のメンバー構成も若返りが図られ、強化委員会には各部署で科学スタッフが配置され、これまで以上に密接に連携した活動を精力的に行うことができた。すなわち、強化現場に密着し、個別的、実践的なデータ収集と即時的フィードバックに重点を置いた活動である。本報告書では 2011～2013 年度にかけて実施された 15 編の活動報告を掲載しているが、さらに充実した情報発信となるよう努めたい。今後は、強化委、普及育成委及び医事委と緊密な連携を図りながらリオ、東京オリンピックへ向けた戦略的かつ包括的な選手強化支援活動をより一層、充実、発展させていく予定である。最後になりましたが、科学委員会の活動に多大なご協力をいただいた関係各位に深く感謝申し上げます。次第です。

科学委員会委員長
杉田正明

平成 25 年度 科学委員会メンバー

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

※所属は平成 26 年 3 月末現在

日本陸連科学委員会研究報告 第12巻 (2013)
陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2012 目次

2012年および2013年の100mレースにおける スピード変化と最高スピード出現区間について	50
松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 小林海, 松林武生, 貴嶋孝太, 山本真帆, 綿谷貴志, 渡辺圭佑, 杉田正明	
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	56
福田厚治, 貴嶋孝太, 浦田達也, 中村力, 山本篤, 八木一平, 伊藤章	
男子ナショナルチーム・4×100mリレーの バイオメカニクスサポート研究報告(第3報)	61
広川龍太郎, 松尾彰文, 松林武生, 貴嶋孝太, 山本真帆, 高橋恭平, 渡辺圭佑, 綿谷貴志, 柳谷登志雄, 持田尚, 森丘保典, 杉田正明, 苅部俊二, 土江寛裕, 高野進	
競技会における男子400m走のレース分析	66
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	
日本一流男子110mハードル選手のレース分析	71
—2011年から2013年までのレース分析結果について— 貴嶋孝太, 谷川 聡, 櫻井健一, 安井年文, 浅見公博, 苅部俊二, 青戸慎司, 綿谷貴志, 柴山一仁, 森丘保典	
日本一流400mハードル選手のレースパターン分析	87
—2012年の国内主要大会について— 森丘保典, 貴嶋孝太, 千葉佳裕, 谷川聡, 杉田正明, 阿江通良	
2012年国内主要競技会における男女800m選手のレースパターン分析	91
門野洋介, 榎本靖士	
一流女子800m選手のレースパターンと記録の変化	96
～2012年真下選手の取り組み～ 榎本靖士, 門野洋介	
近年の走り高跳び日本一流選手の踏切動作と高校一流選手の特徴	99
—キネマティクスに着目して— 磯崎大二郎, 小山宏之	

第 96 回日本選手権男子やり投における ディーン元気選手（84.03m）と村上幸史選手（83.95m）との投てき動作の比較・・・	104
田内健二，東中陽太郎，馬渕志桜里，仰梨絵	
高校トップレベルの長距離選手（男女）における フィットネスチェックの内容と結果について-第一報-	108
杉田正明，榎本靖士，佐伯徹郎，山崎一彦，荻原知紀，原田康弘	
2012 年第 30 回オリンピック・ロンドン競技大会に出場した 競歩種目日本代表選手のコンディショニングについて・・・	114
井本岳秋，今村文男，谷内雄亮	
インターハイ陸上競技入賞選手の体調・食生活に関する 8 年間の調査（短報）・・・	130
～サプリメント摂取、スポーツ障害、 および体調・食生活状況に関するプロジェクト調査より～ 杉浦克己，酒井健介，竹並恵里，石井好二郎，鳥居俊，杉田正明	
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・・・	136
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	
2011 年インターハイ入賞選手の調査結果・・・	141
鳥居俊，石井好二郎，杉浦克己，阿江通良	

2012年および2013年の100mレースにおけるスピード変化と 最高スピード出現区間について

松尾彰文¹⁾ 広川龍太郎²⁾ 柳谷登志雄³⁾ 小林海⁴⁾ 松林武生⁵⁾ 貴嶋孝太⁵⁾ 山本真帆⁵⁾
綿谷貴志⁶⁾ 渡辺圭佑³⁾ 杉田正明⁶⁾

1) 鹿屋体育大学 2) 東海大学 3) 順天堂大学 4) 目白大学 5) 国立スポーツ科学センター
6) 鹿屋体育大学大学院 7) 三重大学

100mレースでは、最高スピードと記録との間に高い相関があることを報告してきた(松尾ら、2011)。最高スピードの到達地点をみると、30mから90mの範囲で選手により異なっている。そこで、本年度の報告書では、2012年および2013年日本選手権までのレース中のスピード変化と、最高スピード到達距離について検討した結果について報告する。

方法

2012年から2013年に国内で開催された12年度の出雲陸上、織田記念、ゴールデンングランプリ、日本選手権、南部記念、国体、13年度の織田記念、ゴールデンングランプリおよび日本選手権にて、レーザー式スピード計測装置(ラベック)を使ってレース中の疾走スピードを測定し、レースを分析した(表1)。述べ人数は男子141名、女子143名であった。2012年度では、ロンドンオリンピックの年でもあったので、代表選手の選考までの織田記念、ゴールデンング

ランプリと日本選手権では、できるだけ多くの出場選手の計測ができるように予選ラウンドから出場選手8名を対象として測定するようにした。

疾走スピードの計測にはレーザー方式をもちいた。(松尾ら、2008)。選手の背面に設置した測定装置(ラベック)によりスタートからフィニッシュまでの移動距離を1/100秒ごとに測定し、フィニッシュタイムと移動距離と時間の関係から10mごとのラップタイムを求め、10m区間ごとの平均スピードを求めた。

結果と考察

表2、表3には、男子と女子のレース分析結果として、測定した上位15位までの日付、氏名、風速、記録、最高スピードとその出現区間、スピード通減率、スタートからの10mごとの通過タイムと区間通過タイムおよび区間スピードを示した。

男子についてみるともっともよい記録は2013年織田記念決勝で桐生選手の10.03秒、レース中の最高スピードは11.65m/sであった。2013年織田記念の男子100m予選で桐生選手は10.01秒の好記録であったが、測定機器の不具合で、残念ながらスタートから35m以降のスピードデータを得ることができなかったため、この報告には含めていない。

女子では、2012年ゴールデンングランプリのFELIX選手が記録した11.22秒がもっともよい記録で、レース中の最高スピードは10.31m/sであった。日本人トップは福島選手の11.34秒、レース中の最高スピードは9.96m/sであった。福島選手が日本記録11.21秒を出したときの最高スピード10.07m/sと比べると、記録では0.13秒、最高スピードでは

表1. 対象とした大会と人数

開催月	大会	男子	女子
2012年04月	出雲陸上	6	5
2012年04月	織田記念	31	37
2012年05月	ゴールデンングランプリ	4	3
2012年06月	日本選手権	25	25
2012年07月	南部記念	13	7
2012年10月	国体	24	23
2013年04月	織田記念	18	19
2013年05月	ゴールデンングランプリ	5	5
2013年06月	日本選手権	16	19
	合計	142	143

表2 2012年度と2013年度において計測したトップ15位のレース分析結果

順位	日付	選手名	ラウンド	風速 m/s	記録 s	最高スピード		スピード 区間タイム 区間スピード	通過タイム 区間タイム 区間スピード	0m	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m	
						スピード	出現区間														
						m/s	m/s														
1	2013/04/29	桐生 祥秀	FI	2.7	10.03	11.65	40-50	8.6	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.89	1.89	2.92	3.84	4.72	5.58	6.44	7.3	8.18	9.09	10.03
										1.89	1.03	0.92	0.88	0.86	0.86	0.86	0.88	0.91	0.94		
										5.28	9.76	10.88	11.34	11.65	11.61	11.6	11.35	11.02	10.65		
2	2013/04/29	山縣 亮太	FI	2.7	10.04	11.57	50-60	7.0	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.88	1.88	2.91	3.83	4.72	5.59	6.45	7.32	8.21	9.11	10.04
										1.88	1.03	0.92	0.89	0.87	0.86	0.87	0.89	0.9	0.93		
										5.33	9.72	10.82	11.21	11.53	11.57	11.51	11.29	11.08	10.76		
3	2013/04/29	江里口 匡史	FI	2.7	10.15	11.46	50-60	8.2	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.89	1.89	2.92	3.86	4.75	5.63	6.51	7.38	8.28	9.2	10.15
										1.89	1.03	0.94	0.89	0.88	0.88	0.87	0.9	0.92	0.95		
										5.29	9.66	10.7	11.19	11.36	11.46	11.39	11.22	10.82	10.52		
4	2012/04/29	小谷 優介	R1	1.3	10.21	11.24	50-60	4.0	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.9	1.9	2.95	3.9	4.81	5.7	6.59	7.48	8.38	9.28	10.21
										1.9	1.05	0.95	0.91	0.89	0.89	0.89	0.9	0.9	0.93		
										5.25	9.55	10.53	11.01	11.19	11.24	11.21	11.17	11.04	10.79		
5	2012/04/29	大瀬戸 一馬	R1	1.3	10.23	11.18	40-50	3.4	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.92	1.92	2.96	3.9	4.81	5.7	6.6	7.5	8.39	9.3	10.23
										1.92	1.04	0.94	0.91	0.89	0.9	0.9	0.89	0.91	0.93		
										5.21	9.62	10.6	10.99	11.18	11.17	11.15	11.16	10.97	10.8		
6	2012/06/08	九鬼 巧	R1	1.3	10.23	11.28	50-60	5.6	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.92	1.92	2.97	3.9	4.81	5.7	6.58	7.47	8.38	9.29	10.23
										1.92	1.05	0.93	0.91	0.89	0.88	0.89	0.91	0.91	0.94		
										5.2	9.56	10.68	11.09	11.24	11.28	11.26	11.05	10.91	10.66		
7	2013/04/29	高瀬 慧	HE	0.9	10.23	11.28	50-60	5.1	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.92	1.92	2.96	3.9	4.8	5.7	6.58	7.47	8.38	9.3	10.23
										1.92	1.04	0.94	0.9	0.9	0.88	0.89	0.91	0.92	0.93		
										5.2	9.62	10.63	11.13	11.19	11.28	11.22	11.05	10.91	10.7		
8	2012/04/29	塚原 直貴	R1	1.3	10.25	11.13	60-70	2.3	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.9	1.9	2.95	3.9	4.82	5.72	6.62	7.52	8.42	9.33	10.25
										1.9	1.05	0.95	0.92	0.9	0.9	0.9	0.9	0.91	0.92		
										5.25	9.55	10.53	10.93	11.07	11.13	11.13	11.08	10.97	10.88		
9	2013/04/29	飯塚 翔太	HE	0.9	10.28	11.31	50-60	7.3	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.92	1.92	2.98	3.94	4.84	5.73	6.62	7.51	8.41	9.33	10.28
										1.92	1.06	0.96	0.9	0.89	0.89	0.89	0.9	0.92	0.95		
										5.21	9.4	10.52	11.02	11.24	11.31	11.25	11.08	10.89	10.48		
10	2012/04/29	高平 慎士	R1	1.3	10.29	11.18	50-60	4.7	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.94	1.94	2.99	3.93	4.85	5.75	6.64	7.54	8.44	9.35	10.29
										1.94	1.05	0.94	0.92	0.9	0.89	0.9	0.9	0.91	0.94		
										5.17	9.52	10.53	10.94	11.12	11.18	11.17	11.1	10.95	10.66		
11	2012/04/29	木村 慎太郎	R1	1.3	10.29	11.07	50-60	4.5	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.88	1.88	2.93	3.87	4.79	5.69	6.6	7.5	8.42	9.34	10.29
										1.88	1.05	0.94	0.92	0.9	0.91	0.9	0.92	0.92	0.95		
										5.31	9.54	10.63	10.9	11.07	11.07	11.03	10.9	10.83	10.57		
12	2012/10/06	本塩 遼	SF	1.4	10.31	11.13	40-50	4.1	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.91	1.91	2.97	3.92	4.84	5.74	6.64	7.54	8.45	9.37	10.31
										1.91	1.06	0.95	0.92	0.9	0.9	0.9	0.91	0.92	0.94		
										5.23	9.49	10.46	10.86	11.13	11.11	11.11	11.01	10.84	10.67		
13	2013/06/07	川面 聡大	HE	0.3	10.33	11.08	60-70	4.1	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.88	1.88	2.95	3.91	4.83	5.74	6.65	7.55	8.47	9.39	10.33
										1.88	1.07	0.96	0.92	0.91	0.91	0.9	0.92	0.92	0.94		
										5.31	9.39	10.37	10.93	10.98	10.99	11.08	10.88	10.89	10.62		
14	2012/04/29	藤久 謙司	R1	2	10.35	11.19	70-80	1.7	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.99	1.99	3.05	4.02	4.95	5.86	6.75	7.65	8.54	9.44	10.35
										1.99	1.06	0.97	0.93	0.91	0.89	0.9	0.89	0.9	0.91		
										5.03	9.42	10.35	10.73	10.98	11.16	11.16	11.19	11.15	11		
15	2012/04/29	齋藤 仁志	R1	2	10.36	11.2	60-70	2.5	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	1.95	1.95	3.03	4.01	4.94	5.85	6.75	7.65	8.54	9.44	10.36
										1.95	1.08	0.98	0.93	0.91	0.9	0.9	0.89	0.9	0.92		
										5.13	9.28	10.22	10.7	10.95	11.1	11.2	11.16	11.1	10.92		

表3 2012年度と2013年度において計測したトップ15位のレース分析結果

順位	日付	選手名	ラウンド	風速 m/s	記録 s	最高スピード		スピード 区間タイム 区間スピード	通過タイム 区間タイム 区間スピード	0m	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
						スピード	出現区間													
						m/s	m/s													
1	2012/05/06	FELIX, Allyson	FI	0.1	11.22	10.31	40-50	6.7	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	2.06	3.24	4.25	5.23	6.20	7.18	8.17	9.17	10.18	11.22
										2.06	1.18	1.01	0.98	0.97	0.98	0.99	1.00	1.01	1.04	
										4.85	8.47	9.90	10.20	10.31	10.20	10.10	10.00	9.90	9.62	
2	2012/04/29	福島 千里	FA	0.3	11.34	9.96	60-70	4.7	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	2.03	3.15	4.20	5.23	6.24	7.24	8.25	9.27	10.29	11.34
										2.03	1.12	1.05	1.03	1.01	1.00	1.01	1.02	1.02	1.05	
										4.92	8.93	9.53	9.75	9.92	9.95	9.96	9.79	9.81	9.50	
3	2012/04/29	市川 華葉	R1	1.6	11.45	9.89	40-50	3.8	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	2.06	3.22	4.28	5.31	6.32	7.33	8.34	9.37	10.40	11.45
										2.06	1.16	1.06	1.03	1.01	1.01	1.01	1.01	1.03	1.03	
										4.85	8.62	9.42	9.74	9.89	9.89	9.87	9.77	9.69	9.51	
4	2012/06/08	土井 杏南	R1	2.2	11.47	9.99	40-50	8.7	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	2.05	3.18	4.22	5.23	6.23	7.24	8.26	9.31	10.37	11.47
										2.05	1.13	1.04	1.01	1.00	1.01	1.01	1.02	1.05	1.06	
										4.88	8.86	9.61	9.90	9.99	9.89	9.78	9.58	9.37	9.12	
4	2012/04/29	渡辺 真弓	R1	1.6	11.51	9.95	40-50	7.4	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	2.08	3.23	4.28	5.29	6.30	7.31	8.33	9.36	10.43	11.51
										2.08	1.15	1.05	1.01	1.01	1.01	1.02	1.03	1.07	1.08	
										4.81	8.70	9.51	9.85	9.95	9.89	9.81	9.73	9.35	9.22	
4	2012/04/29	高橋 萌木子	R1	1.3	11.51	9.93	50-60	5.4	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	2.11	3.29	4.35	5.37	6.38	7.38	8.39	9.41	10.45	11.51
										2.11	1.18	1.06	1.02	1.01	1.00	1.01	1.02	1.04	1.06	
										4.74	8.48	9.40	9.85	9.92	9.93	9.91	9.82	9.64	9.40	
6	2012/04/29	北風 沙織	R1	1.6	11.61	9.87	40-50	10.0	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	2.02	3.17	4.22	5.24	6.25	7.28	8.33	9.40	10.48	11.61
										2.02	1.15	1.05	1.02	1.01	1.03	1.05	1.07	1.08	1.13	
										4.95	8.71	9.53	9.76	9.87	9.74	9.55	9.37	9.19	8.88	
7	2012/04/29	佐野 夢加	R1	1.6	11.62	9.8	50-60	6.9	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	2.06	3.22	4.28	5.31	6.33	7.35	8.39	9.44	10.52	11.62
										2.06	1.16	1.06	1.03	1.02	1.02	1.04	1.05	1.08	1.10	
										4.85	8.68	9.41	9.70	9.79	9.80	9.62	9.48	9.27	9.12	
8	2012/04/29	岡部 奈緒	R1	0.6	11.69	9.78	40-50	11.4	time(s) lap(s) speed(m/s)	0.00	2.00	3.17	4.23	5.26	6.28	7.31	8.34	9.42	10.54	11.69
										2.00	1.17	1.06	1.03	1.02	1.03	1.03	1.08	1.12	1.15	
										5.00	8.56	9.40	9.74	9.78	9.76	9.64	9.31			

0.11m/s ほど低い値であった。

男女ともに記録がよい場合にはレース中の最高スピードが高くなる傾向がすでに報告されているが、今回の分析結果もほぼ同様の傾向があった。

図2には、2012年と2013年におけるレース分析結果の中で、男子の上位3名のスタートからフィニッシュまでのスピード変化を示した。上位3名のデータはすべて2013年織田記念の決勝レースのものであった。3選手ともに20mから30m区間で10m/sを超え、次の30m-40m区間では11m/sを超えていた。最高スピードに達する区間をみると、桐生選手は40m-50m区間で11.65m/sに、山縣選手と江里口選手は50m-60m区間でそれぞれ11.57m/sと11.46m/sであった。そのあとの70m-80m区間までは桐生選手のスピードがもっとも高いが、80m以降の区間では山縣選手のスピードが桐生選手よりも高かった。通過タイムの差をみると80mでは、0.03秒あったが、フィニッシュでは両者の差は0.01秒になっていた。

図3には、2012年と2013年におけるレース分析結果で、女子の上位3名とFELIX選手のスピード変化を示した。FELIX選手のスピードを日本選手と比べると、10m-20mの区間では日本人選手よりも遅いが、30m以降のスピードは明らかに高く、40-50mの区間で10.31m/sの最高スピードに達していた。福島選手の日本記録11.21秒のときには10.07m/sであったのと比べると、記録が0.01秒遅いが最高スピードは0.24m/s高い値であった。11.45秒の市川選手と11.47秒の土井選手を比べてみると、最高スピードでは市川選手が9.89m/sであり、土井選手が9.99m/sとなっており、記録がよい市川選手の方が最高スピードの値が低くなっている。これらのように記録の差が少ない場合には、最高スピードに記録が比例しないこともある。これは、スタートからの加速の差や最高スピード以降のスピード低下の差によるものであろう。

図4には、男子におけるレース中の最高スピードと記録との関係を示した。参考としてすでに報告されているボルトの世界記録9.58秒、ソウルオリンピック、91年東京世界陸上や07年大阪の世界陸上を含む国内の主要な大会で測定した682例のレース分析結果から求めた回帰線を合わせて表示した。2012年度および2013年度の記録と最高スピードとの間には統計的に有意な負の比例関係 ($n=142$, $r=-0.957$, $p<0.001$) にあった。

図5は、女子におけるレース中の最高スピードと記録との関係である。ここでも男子と同様の大会で

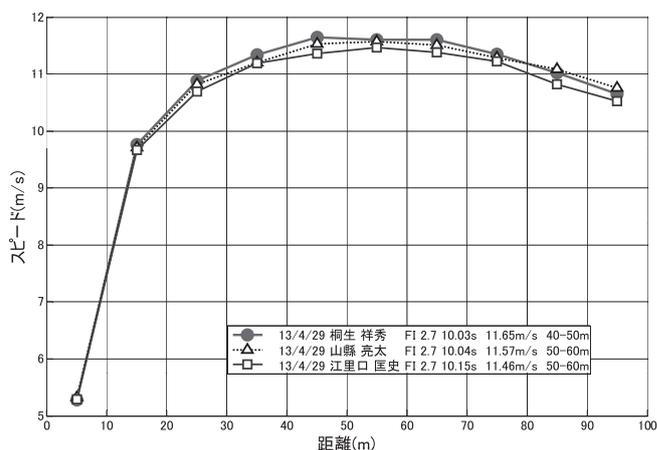


図1 男子100mにおける2012年度と2013年度で計測したデータの上位3名のスピード曲線
凡例；日付、氏名、ラウンド (FI；決勝)、風速、記録、最高スピード、最高スピード出現区間

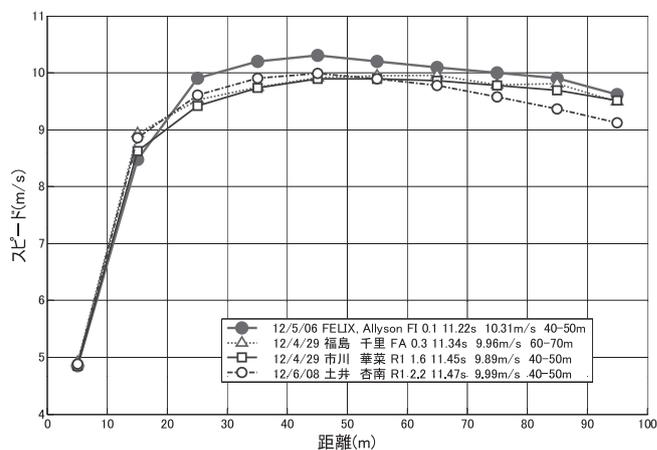


図2 女子100mにおける2012年度と2013年度で計測したデータの上位3名とFELIX選手のスピード曲線
凡例；日付、氏名、ラウンド (FI；決勝)、風速、記録、最高スピード、最高スピード出現区間

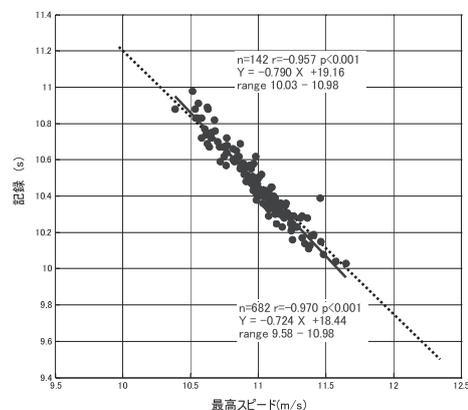


図3. 2012年と2013年、男子100mにおけるレース中の最高スピードと記録との関係
図中の点線は先行報告をもとに、9.58秒から10.98秒の682例から求めた回帰式である。

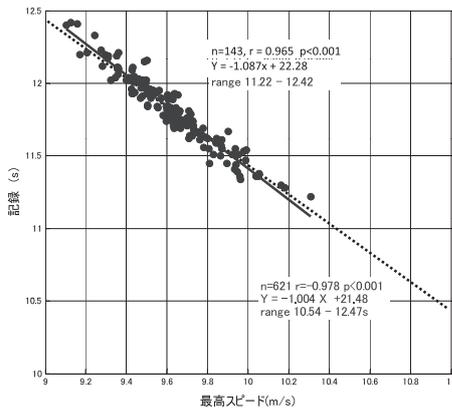


図4. 2012年と2013年、女子100mにおけるレース中の最高スピードと記録との関係
 図中の点線は先行報告をもとに、10.54秒から12.47秒の621例から求めた回帰式である。

の計621名のレース分析から求めた回帰直線を点線で示した。2012年と2013年のデータはほぼ同様の直線関係(n=143, r=-0.965, p<0.001)が得られている。

男女ともに、従来の報告とほぼ同様の傾向にあることが確認された。これらのことから、男女のそれぞれの範囲内でみると、記録は最高スピードと比例関係にあることが明らかである。一方、女子の例として挙げたように、記録の差が少ない例を比べた場合には、最高スピードと記録とが逆転する場合もある。

最高スピードの出現区間ごとに度数を男女別にみたものを表4に示した。参考として従来のデータから男子では19例の9秒台、女子では10例の10秒台の度数についてもあわせて表示した。

男子をみると9秒台レースでは、50-60m区間が最も多くて8例あり全体の42%、次いで60-70m区間が6例の32%であった。世界記録のボルト選手の場合は60-70m区間である。2012年度および2013年度をみると50-60m区間が最も多く87例の61%、次いで40-50m区間が27%であった。もっとも多い度数は9秒台も2012年度と2013年度ともに50mから60mの区間であった。9秒台の選手の方が最高スピード到達を遅らせている選手が多いとみることができるが、30mの通過タイムと記録とも相関があることとあわせて考えると9秒台では60m以降でもさらに加速できる選手が日本選手よりも多いと考えることもできる。

女子をみると10秒台レースでは50-60m区間が6例で全体の60%でもっとも多く、ついで40-50m区間が2例で20%であった。また、1988年ソウルオリンピックでの10秒54のジョイナー選手は60-

表4 最高スピード出現区間の度数分布
 男子では9秒台、女子では10秒台の分布は、海外選手である。

男子

最高スピード区間	9秒台		2012と2013	
	n	%	n	%
40m-50m	2	10.5	38	26.8
50m-60m	8	42.1	87	61.3
60m-70m	6	31.6	16	11.3
70m-80m	3		1	0.7
合計	19		142	

女子

最高スピード区間	10秒台		2012と2013	
	n	%	n	%
30m-40m			10	7.0
40m-50m	2	20.0	102	71.3
50m-60m	6	60.0	30	21.0
60m-70m	2	20.0	1	0.7
70m-80m				
合計	10		143	

70mで最高スピードに達していた(小林ら、1990)。2012年度と2013年度では40-50mが102例で71%、ついで50-60mの30例で21%であった。女子の日本選手では40-50m区間がもっとも多かった。前述の福島選手の日本記録の場合には50-60m区間であった。女子の場合では、女子の10秒台や男子よりも1区間手前で最高スピードに達している選手が多かった。しかしながら、10秒台の例数が10例であるので、さらに例数を増やしていくことで、日本選手の具体的な目標値となるであろう。

今後はさらにすでに測定したデータや今後のレースの測定でデータ数を増やしていくことや、選手内で記録と最高スピード到達区間との関連性を検討していくことで、最高スピード区間の違いが記録へおよび影響を検討できるであろう。

まとめ

2012年および2013年日本選手権までのレース中のスピード変化と、最高スピード到達距離について検討した。

1. 男子についてみるともっともよい記録は2013年織田記念決勝で桐生選手の10.03秒、レース中の最高スピードは11.65m/sであった。一方、女子ではもっとも記録がよかった日本選手は福島選手の11秒34、最高スピードは9.96m/sで

あった。

2. 最高スピードと100mの記録とは男女とも従来の報告とほぼ同様に有意に高い相関関係が認められた。
3. 最高スピード到達区間の度数分布をみると、男子では9秒台および2012年度と2013年度ともに、50-60m区間でもっとも多く、女子では、40-50m区間がもっとも多かった。

参考文献

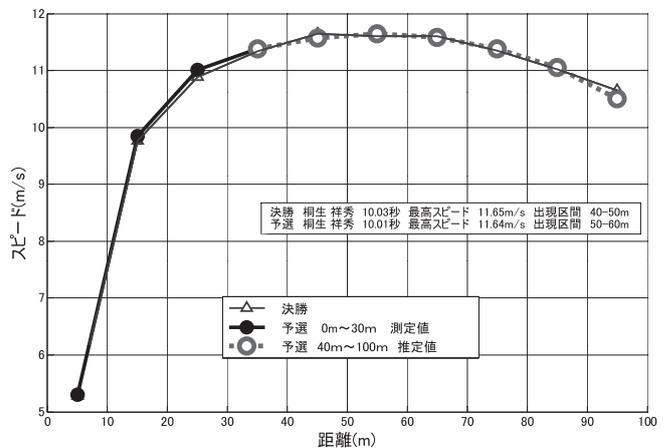
1. 阿江通良、鈴木美佐緒、宮西智久、岡田英孝、平野敬靖、世界一流スプリンターの100mレースパターンの分析-男子を中心に-、世界一流陸上競技者の技術、ベースボール・マガジン社、東京、14-28, 1994
2. 小林寛道、山下文治、走る科学、大修館書店、1990.
3. 松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、杉田正明、2008年男女1000m, 110mハードルおよび100mハードルのレース分析、陸上競技研究紀要、5、-、2009
3. 松尾彰文、広川龍太郎、柳谷登志雄、杉田正明、2009年シーズンにおける直走路種目のスピードとストライドの分析、陸上競技研究紀要、6、63-69、2010
4. 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
5. 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ステップことにみたスピード、ヒ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

追記

織田記念男子100m予選の桐生選手10.01秒の通過タイムと最高スピードの推定について

2013年4月29日、織田記念陸上競技大会にて、男子100m予選で高校生の桐生選手が10.01秒の日本歴代2位のタイムを記録した。このとき、測定装置の不具合でスタートから35mまでとフィニッシュ後5mほどの区間のデータしか得られなかった。

そこで、計測できた30mまでのデータと、100m以降のデータをもとにして40m以降の通過タイムを数学的な手法を用いて推定を試みた(Matlab、スプライン補間)。測定で得られた有効な時間-距離の値に、欠落した区間の時間を適当と思われる数値をあたえたのち、スプライン関数にて補間して距離データを得た。数種類の時間データを入れることを試みた。時間の与え方によっては、12m/sを超える最高スピード値になったこともあった。そこで、最も、決勝レースに近い最大スピード値が得られた結果を追記表1に、また、そのデータをもとに求めたスピード変化を追記図1に示した。最高



追記図1. 織田記念における男子100mでの桐生選手の予選と決勝レースの区間スピード

追記表1 織田記念における男子100mでの桐生選手の予選と決勝レースの通過タイム、区間タイムおよび区間スピード

1300429 織田記念男子100mレース分析、桐生選手の予選と決勝のラップタイム、区間平均スピード 桐生選手の予選の40m以降の通過タイムは推定値																	
氏名	ラウンド	風 m/s	記録 s	最高スピード 出現区間		遅減率 %	距離	区間平均スピード									
				m/s	出現区間			10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
桐生 祥秀	HE	0.9	10.01	11.64	50m-60m	9.8	time	1.89	2.90	3.81	4.69	5.55	6.41	7.27	8.15	9.06	10.01
							s	1.89	1.01	0.91	0.88	0.86	0.86	0.86	0.88	0.91	0.95
							m/s	5.30	9.85	11.01	11.38	11.57	11.64	11.58	11.39	11.05	10.50
桐生 祥秀	FI	2.7	10.03	11.65	40m-50m	8.6	s	1.89	2.92	3.84	4.72	5.58	6.44	7.30	8.18	9.09	10.03
							m/s	5.28	9.76	10.88	11.34	11.65	11.61	11.60	11.35	11.02	10.65
																	推定値

スピードは、11.64m/s となり、出現区間は 50 m から 60 m の区間であった。なお、桐生選手のこの付近の動作分析結果のスピードが 11.58m/s であった。これと比較しても、極端にことなる推定結果ではなかったと考えられる。しかしながら、数学的に処理したとはいえ、中間の距離データの妥当性の検証は困難であることから、この推定法でもとめた最高スピード 11.64m/s およびその出現区間 50m から 60m という値は参考資料として扱うことが妥当であると考えられる。

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

福田厚治¹⁾ 貴嶋孝太²⁾ 浦田達也³⁾ 中村力⁴⁾ 山本篤⁴⁾ 八木一平⁴⁾ 伊藤章³⁾

1) 兵庫県立大学 2) 国立スポーツ科学センター 3) 大阪体育大学 4) 大阪体育大学大学院

I. はじめに

本報告では、2012年および2013年に日本陸上競技連盟科学委員会による男子短距離選手のバイオメカニクスサポート活動として行われた対象競技会の100mにおける疾走動作の分析結果から、中間疾走時の接地時間および滞空時間、また、接地期距離および滞空期距離を中心に報告する。

II. 方法

1. 対象選手 (表1)

2012年織田記念陸上および日本選手権における男子100m上位入賞者のうち、各競技会の決勝レースにおいて分析可能であった選手のうち上位から3名ずつと2013年織田記念陸上において最もいい記録であった選手1名の延べ7名(実質6名)がおもな対象選手である(記録;10.01から10.36秒)。また、これらの日本トップクラスの選手よりもさらに競技レベルの高い選手のデータと合わせて検討するため、2007年に開催された世界陸上大阪大会の研究報告(福田ほか, 2010)において分析されている優勝および3位入賞した世界一流選手2名(9.85秒, 9.96秒)と日本代表選手2名(10.14秒, 10.20秒)についても下記の項目について新たに算出した。

2. ビデオ撮影と分析

各大会において100m直走路のスタート後の50mから60m付近を分析対象区間として、スタンド最上段より2台のハイスピードカメラを用いて毎秒200コマで選手の疾走動作を撮影した。その映像を基に疾走動作の1サイクル分について身体各部24点のデジタル化を行い、3次元DLT法を用い分析した。そのデータを矢状面上に投影して得られる2次元座標を用い、各種の項目の値を算出した。

3. 算出項目

各項目とその定義は以下のとおりである(図1参照)。

- ① 疾走速度;ランニング1サイクル(左右1歩ずつ)における身体重心の水平平均速度。分析対象区間からほぼ最高疾走速度であると考えられる。
- ② ストライド;下記の接地期距離と滞空期距離について、例えば右脚の接地期とそれに続く滞空期のそれぞれの距離を足したものを右脚によるものとする左右の平均値。また、体格差を考慮し身長比も算出した。
- ③ ピッチ;疾走速度をストライドで除した値で、1秒間あたりの歩数を示す。なお、ピッチの逆数として求めた1歩あたりの時間を本報告ではステップタイムとした。
- ④ 接地時間および滞空時間;接地の瞬間から離地までを接地期とし、その所要時間の左右の平均値を接地時間、または離地直後から接地までの身体が空中にある期間を滞空期とし、その所要時間の左右の平均値を滞空時間とした。なお、両者を合わせたものがステップタイムにあたる。
- ⑤ 接地時間率;ステップタイムのうち接地時間が占める割合の左右の平均値。
- ⑥ 接地期距離および滞空期距離;接地瞬間から離地までの接地期における身体重心の水平移動距離

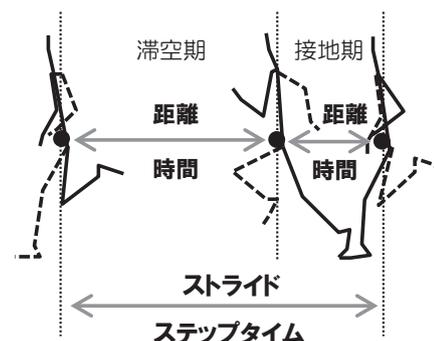


図1. 各種距離および時間の区分定義

離の左右の平均値を接地期距離，その離地から反対脚による次の接地までの滞空期における身体重心の水平移動距離の左右の平均値を滞空期距離とした．なお，両者を合わせたものがストライドにあたる．また，体格差を考慮し身長比を算出した．

- ⑦ 接地期距離率；ストライドのうち接地期距離が占める割合の左右の平均値．

なお，本報告では疾走速度とそれぞれの分析項目の関係性についてピアソンの相関係数を用い，有意水準は5%未満とした．

III. 結果と考察

本報告は，実際の競技会での100mの走運動における身体重心の移動の観点のうちその時間および距離に着目し，各算出項目について疾走速度すなわち競技レベルとの関係性を調べ，その特徴を検討したものである．対象選手は，日本および世界のトップを争う選手である．記録やその疾走速度からみても，ある程度まとまった非常に競技レベルの高い選手たちだけについてみたものであると言えるため，対象レベルの高さが異なるものやそのレベル幅を広く検討しているような研究報告などとは異なる結果となっている場合があるということを理解しておいていただきたい．なお，本報告では各選手の特徴の詳細については特に言及しない．

1. 疾走速度 (表1)

まず最高疾走速度は，競技記録と強く関係するものとして広く知られているが，今回のように非常に高く限られたレベルの選手だけについて調べた場合であっても，その関係性が非常に高かったということ述べておく (図2)．

2. ストライドおよびピッチ (表1)

次に疾走速度を構成するものとして知られているストライドおよびピッチについてである．最初に，ストライドとは単に歩幅や脚の前後への開き具合をイメージして用いられることが多い言葉であるが，方法および図1でも示したように身体重心が接地期と滞空期を合わせた1歩で移動した距離を意味するものでもあることをあらためて書き添えておく．

そのストライドは疾走速度と有意な正の相関関係がみられた (図3-a)．しかし，ストライドの身長比をみると身長のおよそ1.3倍前後の似たような値であることが示され，疾走速度との間に有意な相関関係はみられなかった (図3-b)．

また，ピッチについても疾走速度との間に有意な相関関係はみられなかった (図3-c)．今回の対象選手のピッチは皆5歩/秒前後の似通った値であったことが偶然かどうかは不明であるが，おそらく，対象選手の競技レベルが非常に高い上にその幅が比較的狭かったこと，そしてピッチ自体が非常に高い水準の値であることなどが原因ではないかと推測される．したがって，1歩に要する時間であるステップタイムも皆おおよそ0.2秒/歩前後の値であり，

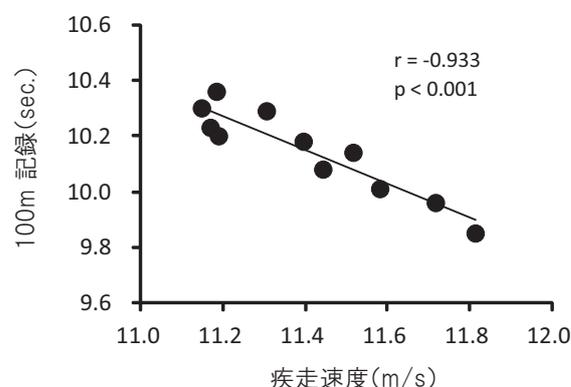


図2. 走速度と記録の関係

表1. 分析対象レースの記録および走速度，ストライド，ピッチ，ステップタイム

選手名	大会名	記録 (sec.)	走速度 (m/s)	ストライド (m/歩)	ストライド 身長比	ピッチ (歩/s)	ステップタイム (s/歩)
桐生祥秀	2013織田記念	10.01	11.58	2.32	1.32	5.00	0.200
山縣亮太	2012織田記念	10.08	11.45	2.29	1.30	5.00	0.200
江里口匡史	2012織田記念	10.18	11.40	2.28	1.34	5.00	0.200
大瀬戸一馬	2012織田記念	10.23	11.17	2.29	1.29	4.88	0.205
江里口匡史	2012日本選手権	10.29	11.31	2.32	1.36	4.88	0.205
九鬼巧	2012日本選手権	10.30	11.15	2.18	1.28	5.12	0.195
飯塚翔太	2012日本選手権	10.36	11.19	2.29	1.24	4.88	0.205
T. Gay	2007世界陸上	9.85	11.82	2.42	1.32	4.88	0.205
A. Powell	2007世界陸上	9.96	11.72	2.40	1.26	4.88	0.205
N. Asahara	2007世界陸上	10.14	11.52	2.42	1.35	4.76	0.210
N. Tsukahara	2007世界陸上	10.20	11.19	2.24	1.24	5.00	0.200

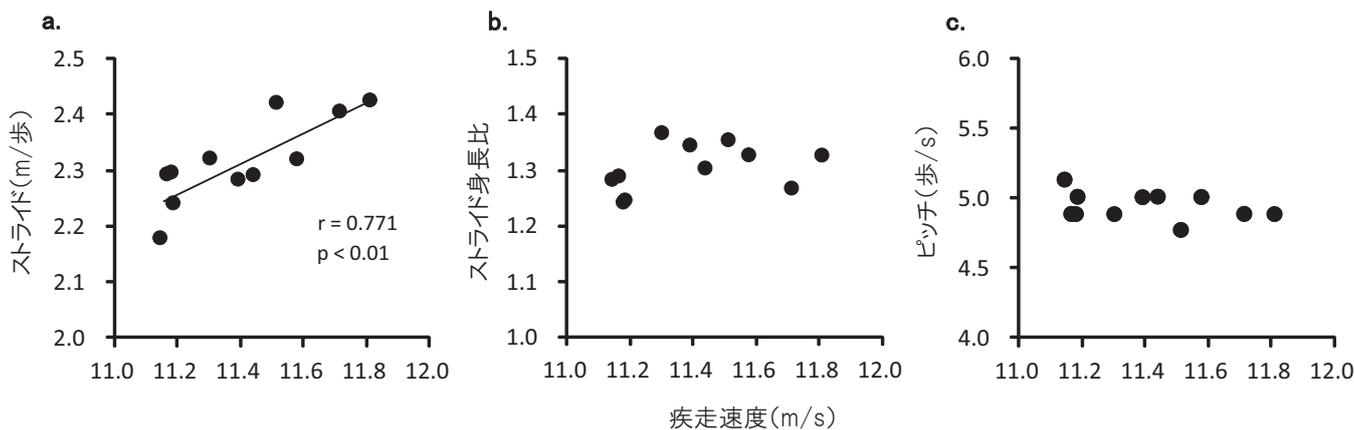


図 3. 走速度とストライドおよびピッチの関係

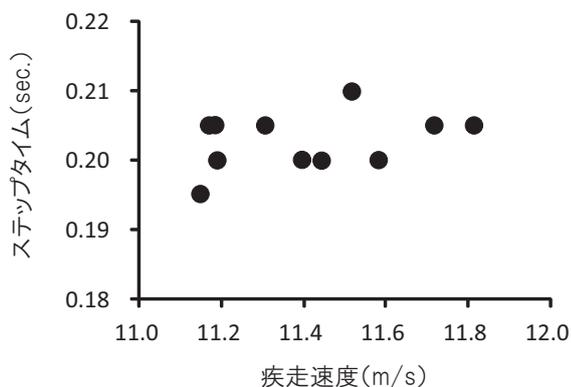


図 4. 走速度とステップタイムの関係

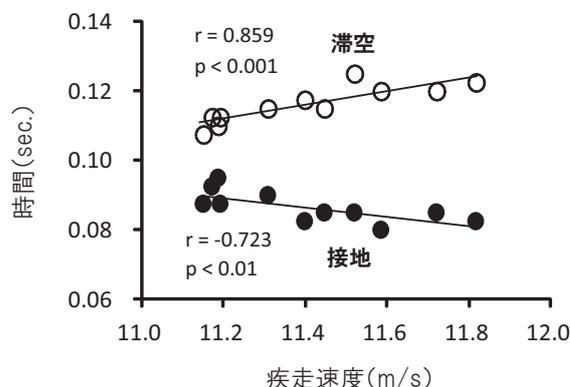


図 5. 走速度と接地時間 (●) および滞空時間 (○) の関係

疾走速度とは有意な相関関係は認められなかった (図 4)。

3. 接地時間および滞空時間 (表 2)

上記のことを踏まえて、ステップタイムの構成要素である接地時間と滞空時間を分けて調べることで、そのおよそ 0.2 秒 / 歩のステップタイムがどのような配分で構成されているのかについて検討した。接地時間は文字通り足が地面に接している時間であるが、その地面と接している部分だけでなくランニングの全体像に視点を置けば、地面に接している足の上を身体が移動していく時間とも言える。この接地時間は疾走速度との間に有意な負の相関関係がみられた (図 5: ●)。これまでのさまざまな研究でも本報告と同様に有意性の有無にかかわらず疾走速度の高い選手のほうが接地時間は短い傾向があると示されてきていることが比較的多いが、今回においてもそのような結果であったということである。

一方、滞空時間については疾走速度と正の相関関係がみられた (図 5: ○)。したがって、接地時間と滞空時間を合わせたものであるステップタイムの

うち接地時間が占める割合を表す接地時間率と疾走速度は有意な負の相関関係、相対する滞空時間率と疾走速度の間には正の相関関係がみられた (図 6)。このことは、対象選手のステップタイムが疾走速度にかかわらずだいたい皆似たような値であったことと高速度での疾走時は接地中も空中も身体の水平移動速度が高いことがその関係性に影響していると推測される。

表 2. 接地時間、滞空時間、接地時間率

選手名	接地時間 (sec.)	滞空時間 (sec.)	接地時間率 (%)
桐生祥秀 (13織田)	0.080	0.120	40.00
山縣亮太 (12織田)	0.085	0.115	42.50
江里口匡史 (12織田)	0.083	0.118	41.25
大瀬戸一馬 (12織田)	0.093	0.113	45.12
江里口匡史 (12日本)	0.090	0.115	43.90
九鬼巧 (12日本)	0.088	0.108	44.87
飯塚翔太 (12日本)	0.095	0.110	46.34
T. Gay (07世界)	0.083	0.123	40.24
A. Powell (07世界)	0.085	0.120	41.46
N. Asahara (07世界)	0.085	0.125	40.48
N. Tsukahara (07世界)	0.088	0.113	43.75

※記載を省略しているが100%から接地時間率を差し引いた値が滞空時間率にあたる

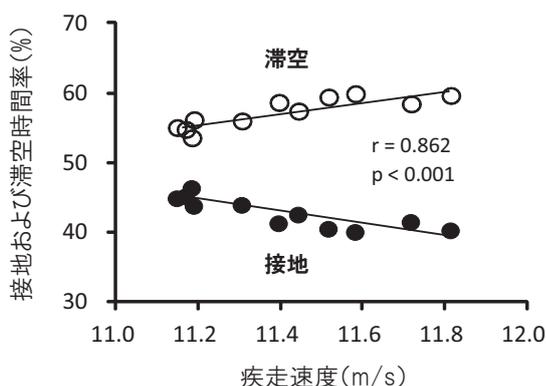


図 6. 走速度とステップタイムに対する接地時間率 (●) および滞空時間率 (○) の関係

また、先述のようにステップタイムは今回の対象選手では平均的におよそ 0.2 秒 / 歩であったが、世界一流選手など疾走速度の高い選手は接地時間率がおよそ 40% の 0.08 秒程度、一方の滞空時間率はおよそ 60% の 0.12 秒程度であった。対象選手の中で疾走速度にやや劣る日本人選手には接地時間が 46% 程度、滞空時間が 54% 程度の割合の選手もいた。これは今回のようにステップタイムおよびピッチが同じような条件下では、疾走速度が低ければ接地時間の増加と滞空時間の減少がもたらされるため、両者の比率が近づくようになっていくことによるものであると考えられる。しかしながら、今回はそれぞれの値が 50% にまでなるような選手はいなかった。1980 年代の世界および日本の一流選手について報告した宮下ほか (1986) のデータにおいては接地時間に対する滞空時間の大きさを示す滞空時間比が 1.0 程度、つまり、接地時間と滞空時間の比率が 50 : 50 あたりとなるような選手が対象男性選手 5 名中 3 名もいたことなどは近年とは異なる点である。しかし、その報告において最もレース記録がよい選手で 10.13 秒であったことからわかるよ

うに、当時は世界記録が 9.93 秒であったこと、かつ 9 秒台で走る選手は非常に少数であったこと、そして、ピッチが選手によって大きく異なっていたことなどが近年との違いに作用している可能性があると考えられる。近年の日本を含む世界的なレベルとは記録のみならずもちろん疾走速度なども異なるため、新たに検討し直していく必要があるだろう。

4. 接地期距離および滞空期距離 (表 3)

対象選手の接地期距離は平均的に 0.97m 程度であり、疾走速度との間に有意な相関関係はみられなかった (図 7-a : ●)。しかし、身長比ではおよそ 52 から 58% にわたっており、疾走速度と有意な負の相関関係がみられた (図 7-b : ●)。つまり、体格差を排除すれば疾走速度が高いほうが接地期距離は小さく、疾走速度がやや低い日本人選手の多くは身長的にもやや小柄な割には大きめの接地期距離で移動しているということであり、実際の距離としては対象選手は皆大差のない移動量となっていたということである。したがって、このように疾走速度の高い選手も低い選手も接地中の移動量が同じようであるならば、疾走速度の違いはその接地中の移動をこなす速さの違いにあたるものであり、その結果、接地時間の違いに作用していると考えられる。

疾走速度と滞空期距離については絶対値も身長比も有意な正の相関関係を示していた (図 7-a, b : ○)。これは、速い選手のほうが滞空期の移動距離が大きいことを示しており、かつ滞空時間は先述のように長いのである。本報告では選手間の競技レベル差が比較的小さかったにもかかわらず、これらのように疾走速度との関係がはっきり示されていたことは、短距離走におけるこれらの空中での出来事に大きく関係するのは身体重心の水平速度すなわち疾走速度であることを示唆していると考えられる。この滞空

表 3. 接地期距離, 滞空期距離, 接地期距離率

選手名	接地期距離 (m)	滞空期距離 (m)	接地期距離 身長比	滞空期距離 身長比	接地期距離率 (%)
桐生祥秀 (13織田)	0.917	1.401	0.52	0.80	39.56
山縣亮太 (12織田)	0.955	1.334	0.54	0.76	41.73
江里口匡史 (12織田)	0.932	1.349	0.55	0.79	40.85
大瀬戸一馬 (12織田)	0.991	1.299	0.56	0.73	43.28
江里口匡史 (12日本)	0.991	1.328	0.58	0.78	42.72
九鬼巧 (12日本)	0.991	1.186	0.58	0.70	45.52
飯塚翔太 (12日本)	0.993	1.301	0.54	0.70	43.30
T. Gay (07世界)	0.989	1.434	0.54	0.78	40.80
A. Powell (07世界)	0.984	1.419	0.52	0.75	40.94
N. Asahara (07世界)	0.965	1.453	0.54	0.81	39.91
N. Tsukahara (07世界)	0.997	1.241	0.55	0.69	44.55

※記載を省略しているが100%から接地期距離率を差し引いた値が滞空期距離率にあたる

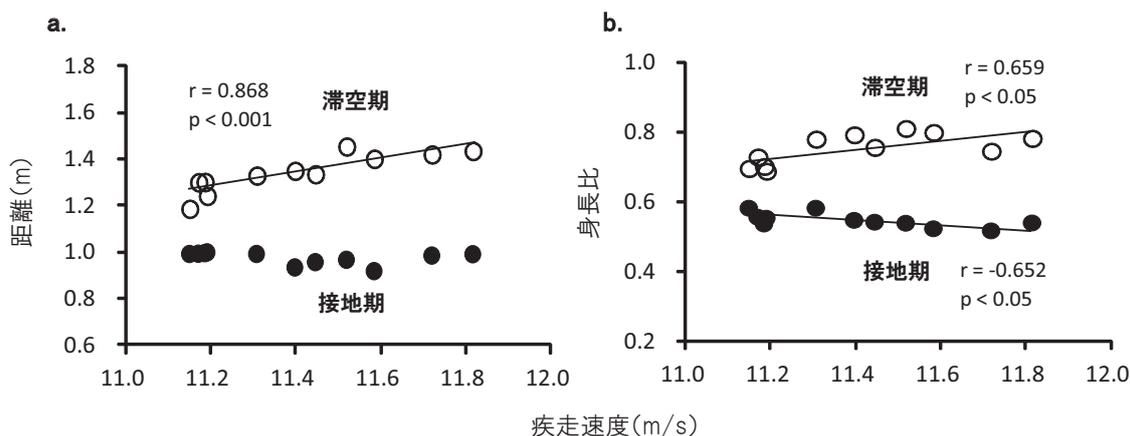


図 7. 走速度と接地期距離 (●) および滞空期距離 (○) の関係

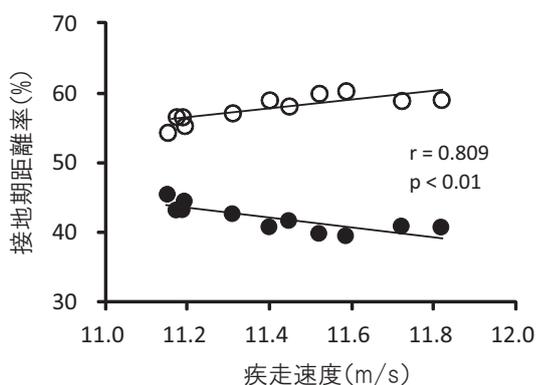


図 8. 走速度とストライドに対する接地期距離率の関係

期距離は疾走速度が高めで値の大きい選手は 1.45m 程度、疾走速度が低めで値の小さい選手は 1.2m 弱であり、宮下ほか (1986) が報告した当時の一流選手の値に比べると、近年の世界および日本の一流選手は疾走速度の進歩とともに、平均的に接地期距離は小さくなり、滞空期距離は大きくなっていることがわかる。そして、先述したように接地期距離と滞空期距離を合わせたものであるストライドに対して接地期距離の占める割合 (接地期距離率) は世界一流選手がおよそ 40%、日本人選手らには 45% 近い選手もいるなど、疾走速度の高い選手のほうがストライドが大きい割に接地中の身体重心の水平移動の大きさが小さく、空中の身体重心水平移動が大きい (図 8) ということが示されていたため、ストライドは滞空期距離に依存するということがわかる。すなわち、この滞空期距離を大きくすればストライドは大きくなるということだが、滞空期距離を大きくする主要因は例えばボール投げならリリース時のボールの初速度であり、走運動では身体が空中に放り出される離地時の身体重心水平速度、言い換えれば離地時の疾走速度である。つまり、速い選手はストライ

ドが大きいから速いというより、速いからストライドが大きいと考えるほうが基本的には適切であることを意味していると考えられる。

IV. まとめ

本報告では、対象選手らのピッチにあまり違いがなかったため、非常に競技レベルの高い選手のストライドなどについて比較的シンプルに観察することができた。その結果、近年の一流選手である対象選手においては皆ピッチが高く、その値が比較的揃っていたことや、疾走速度が高いほど滞空期距離および滞空時間は長く、接地期距離および接地時間は短くなるため、身体重心の水平移動距離および所要時間はそれぞれ接地期と滞空期の間での差が大きくなることなどが特徴的なものとして示されていた。

参考文献

- 福田厚治, 貴嶋孝太, 伊藤章, 堀尚, 川端浩一, 末松大喜, 大宮真一, 山田彩, 村木有也, 淵本隆文, 田邊智 (2010) 一流短距離選手の疾走動作の特徴 - 第 11 回世界陸上競技選手権大阪大会出場選手について - . 世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術. 日本陸上競技連盟. 39-50.
- 宮下憲, 阿江通良, 横井孝志, 橋原孝博, 大木昭一郎 (1986) 世界一流スプリンターの疾走フォームの分析. Jpn. J. Sports.Sci. 5 (12). 892-898.

男子ナショナルチーム・4×100mリレーの バイオメカニクスサポート研究報告（第3報）

広川龍太郎¹⁾ 松尾彰文²⁾ 松林武生³⁾ 貴嶋孝太³⁾ 山本真帆³⁾ 高橋恭平⁴⁾ 渡辺圭佑⁵⁾
綿谷貴志⁶⁾ 柳谷登志雄⁵⁾ 持田尚⁷⁾ 森丘保典⁸⁾ 杉田正明⁹⁾ 荻部俊二¹⁰⁾ 土江寛裕¹¹⁾
高野進¹⁾

- 1) 東海大学 2) 鹿屋体育大学 3) 国立スポーツ科学センター 4) 熊本高等専門学校
5) 順天堂大学 6) 鹿屋体育大学連携大学院 7) 横浜市スポーツ医科学センター
8) 日本体育協会 9) 三重大学 10) 法政大学 11) 城西大学

I. はじめに

2012 ロンドンオリンピックにて、日本代表男子4×100mリレーチームは決勝進出、第5位に入賞した。2000 シドニーオリンピックから続いている、オリンピックでの連続決勝進出記録を4に伸ばすことが出来た。決勝に進出する、というのは世界の上位8チームに入るということであり、また連続して進出するというのは簡単に出来ることでは無い。シドニー大会から4大会連続して決勝に残っているのは日本のみである。3大会連続にしてもトリニダード・トバゴだけである。飛ぶ鳥を落とす勢いのジャマイカも、9秒台の選手を揃える米国も、連続しては決勝進出してはいない。

常に世界上位であるためには、個人の走能力の向上は基より、バトンパスワークは常々探求されなければならない。日本代表チームは、データサポートとして、映像による動作の確認とともに、数値による定量化を行っている。そこで、2012年度にナショナルチームとして出場した4大会（静岡国際陸上/ゴールデングラプリ川崎/大阪選手権/ロンドンオリンピック）ならびに2011年度までに得られた、試合時のデータをここに述べる。

尚、日本陸連科学委員会ならびにチーム「ニッポン」マルチサポート事業では、合宿などにも同行し、データ収集ならびにフィードバックを行っている。2012年度までに得られた、パスの精度向上のための基礎データは、2012年日本スプリント学会における「ロンドンオリンピックに向けた男子4×100mリレーへの科学的サポート（松尾ら）」の資料を参考にされたい。

II. 方法

2011年度に報告した方法と、ほぼ同様である。カメラはカシオ製ハイスピードカメラEX-F1を用いた。299.7コマ/秒にて、またシャッタースピードは1/100秒を目安として環境光の状況により最良の方法で撮影した。撮影は全てスタンドで行い、キャリブレーションマークならびに走者が的確に収まる位置で撮影した。可能な限りスターターのシグナル光が写る様にした。カメラ位置などの概略図は図1の通りである。各パス区間に1ないし2名の撮影者を配置した。人員配置に余裕のある国内大会はA-Gの位置で行った。またゴールライン延長上のスタンド最上段からパンニング撮影を行い、キャリブレーションなどに用いた。ロンドンオリンピック時は最小限の人員配置で活動したため、図中ABCDFを基本位置とした。その際、AB位置からは3→4走のフォロー映像を、CD位置からは1→2走ならびに3→4走のフォロー映像を、F位置からは1→2走のフォロー映像を撮影し、データに誤差の出ない様に細心の注意を払った。また国内で行われた静岡国際陸上と大阪選手権では、ブルーゾーンからバトンパスゾーン出口から10m先まで、10mおきに計測マークを縁石に貼付し、先述のパス区間タイムや走速度算出用のキャリブレーションマークとした。マークの貼付に関しては、大会ルールに則り競技運営の妨げにならない様に行った。ロンドンオリンピックでは、マーク貼付が出来ないため、ハードル設置マークなどをキャリブレーションマークとして用い、実長換算した。

また、パスワークの出来を確認するため、機材と

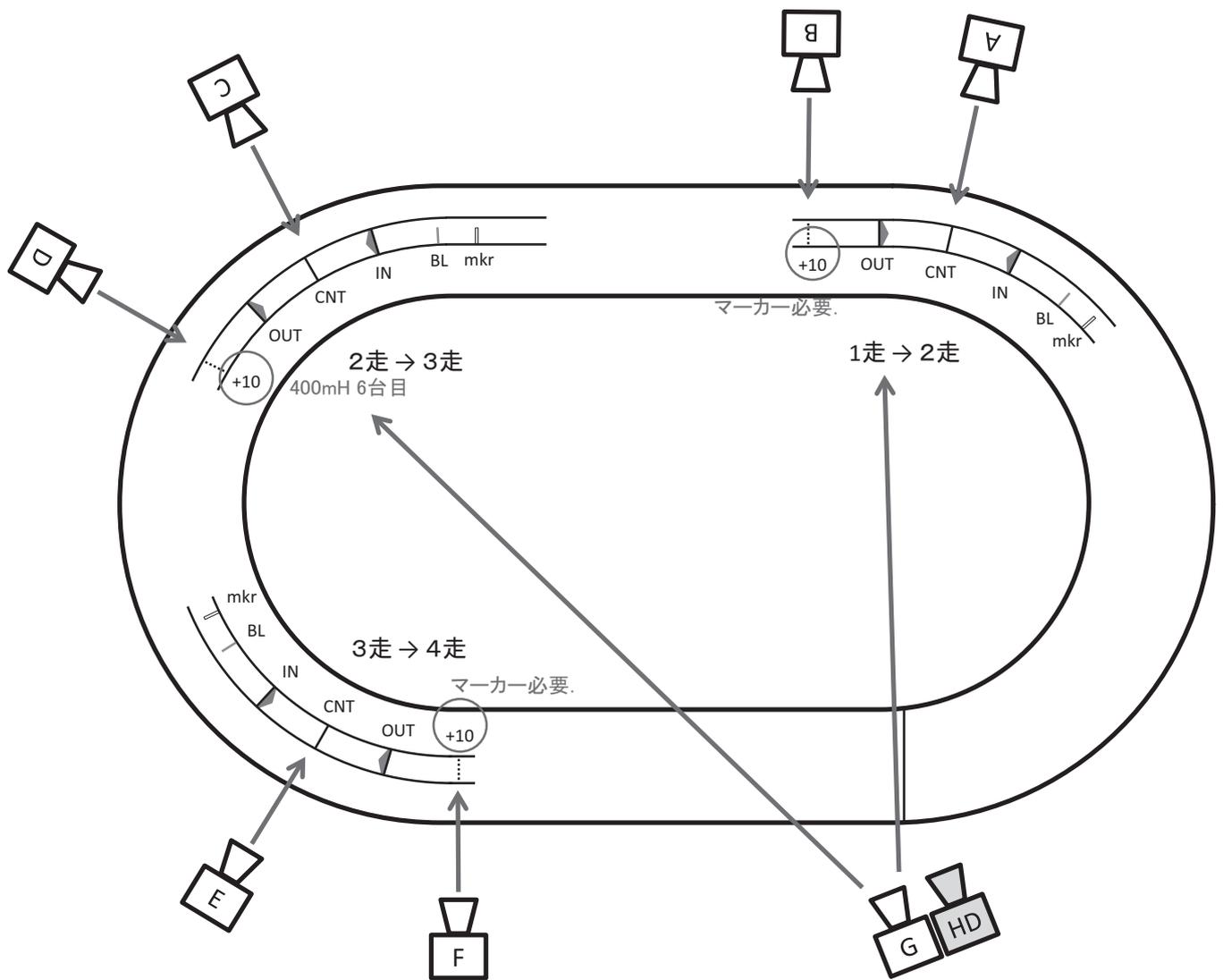


図1

人員に余裕のある時は、タイム分析用とは別にハイビジョン映像も撮影した。

パス区間タイムや走速度を算出するために Apple® 製 QuickTimePro7 を用いた。Mac 版 / Windows 版に関わらず、QuickTimePro7 は映像コマカウントが表示されるため、タイム分析や走速度の算出が容易である。2012 年最新版の QuickTime Player10.2 では、コマカウントが表示されないため、旧バージョンの QuickTime7 を用いることが望ましい。

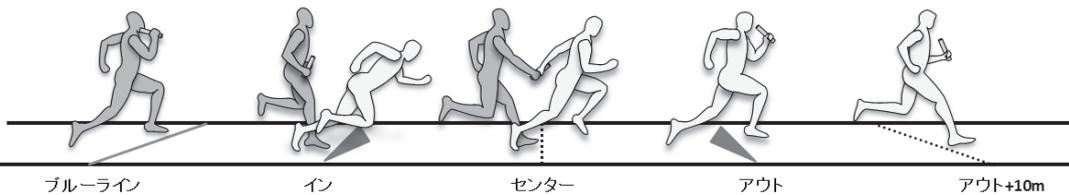
Ⅲ. フィードバックしたデータについて

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

であり、第三者が閲覧できない様になっている。

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

バトンパスタイムなどの分析区間を図2に示した。代表チームが最も重要視している指標である、「前走者ブルーゾーン通過から、次走者バトンパゾーン出口から10m先通過までの40mバトンパ時間」を中心にフィードバックした。土江寛裕・強化副部長の提唱する「パスの巧みさ+しっかり加速しているか」「3秒75で走れば38秒突破が可能」「バトンを渡す位置に影響されずに目安となる指標である」のためである。またフィードバックしたデータの一部を表1に示した。また図3はゴールタイムと40mバトンパ時間合計の相関図、図4はゴールタイムと20mバトンパ時間合計の相関図である。20mパスタイムで同じタイムでも、ゴールタイムに



- ① 40mバトンパス時間 (渡し走者ブルーライン通過 ~ 受け走者アウト+10m通過)
- ② 20mバトンパス時間 (渡し走者イン通過 ~ 受け走者アウト通過)
- ③ 受け走者の加速 30m タイム (受け走者のイン~アウト+10m通過)
- ④ 10m区間毎の走速度曲線 (渡し走者、受け走者)

(松林他、JISS科学会議、2012)

図 2

表 1

大会名など	2012 ロンドン五輪決勝		2012 ロンドン五輪予選		2012 大阪選手権Bレース		2012 大阪選手権Aレース		2012 静岡/Aチーム		2012 静岡/Bチーム		2012 川崎Aチーム		2012 川崎Bチーム	
ゴールタイム	38.35		38.07		38.83		38.71		38.69		39.08		39.03		39.57	
前走者ブルー通過から次走者アウト先10m (=40m)バトンパス時間	山縣-江里口	3.81	山縣-江里口	3.77	江里口-山縣	3.88	江里口-山縣	3.84	江里口-山縣	3.88	小谷-木村	3.98	江里口-山縣	3.88	木村-斉藤	3.95
	江里口-高平	3.82	江里口-高平	3.84	山縣-高平	3.83	山縣-高平	3.82	山縣-高平	3.82	木村-小林	3.95	山縣-高平	3.78	斉藤-小林	3.82
	高平-飯塚	3.86	高平-飯塚	3.85	高平-飯塚	3.84	高平-飯塚	3.81	高平-藤光	3.83	小林-飯塚	3.94	高平-小谷	3.93	小林-藤光	3.96
	合計	11.49	合計	11.46	合計	11.55	合計	11.47	合計	11.53	合計	11.87	合計	11.59	合計	11.74
バトンゾーン20mバトンパス時間	1→2	1.91	1→2	1.89	1→2	1.97	1→2	1.93	1→2	1.95	1→2	1.99	1→2	1.94	1→2	1.98
	2→3	1.92	2→3	1.94	2→3	1.90	2→3	1.90	2→3	1.96	2→3	1.95	2→3	1.88	2→3	1.89
	3→4	1.95	3→4	1.93	3→4	1.92	3→4	1.89	3→4	1.93	3→4	2.00	3→4	1.98	3→4	1.94
	合計	5.78	合計	5.75	合計	5.79	合計	5.72	合計	5.84	合計	5.94	合計	5.80	合計	5.80
受け走者インからアウト先10mまでの30mタイム=10m加速+30m加速タイム	2江里口	2.99	2江里口	2.99	2山縣	3.03	2山縣	3.08	2山縣	3.0163	2木村	3.1331	2山縣	3.0163	2斉藤	3.2165
	3高平	3.07	3高平	3.02	3高平	3.04	3高平	3.10	3高平	3.08	3小林	3.14	3高平	3.08	3小林	3.17
	4飯塚	3.10	4飯塚	3.033	4飯塚	3.07	4飯塚	3.10	4藤光	3.0364	4飯塚	3.20	4小谷	3.2065	4藤光	3.3367
	合計	11.15	合計	11.04	合計	11.14	合計	11.26	合計	11.27	合計	11.47	合計	11.26	合計	11.61

大会名など	2011 テグ世界権/予選		2011 アジア選/決勝		2011 アジア選/予選		2011 川崎GP/Aチーム		2011 川崎GP/Bチーム		2009 大阪GPチーム		2008 大阪GPチーム		2008-12平均	S. D.
ゴールタイム	38.66		39.18		38.92		38.78		38.94		38.33		38.94		38.81	0.37
前走者ブルー通過から次走者アウト先10m (=40m)バトンパス時間	小林-江里口	3.78	川面-江里口	3.95	小林-江里口	3.84	江里口-木村	3.93	草野-川面	3.94	我孫子-塚原	3.74	塚原-末続	3.92	3.88	0.08
	江里口-高平	3.80	江里口-高平	3.96	江里口-高平	3.83	木村-高平	3.83	川面-小林	3.90	塚原-高平	3.70	末続-高平	3.92	3.85	0.07
	高平-斉藤	3.99	高平-斉藤	3.96	高平-斉藤	3.86	高平-斉藤	3.83	小林-飯塚	3.94	高平-藤光	3.92	高平-斉藤	3.83	3.89	0.06
	合計	11.57	合計	11.87	合計	11.53	合計	11.59	合計	11.78	合計	11.36	合計	11.67	11.62	0.15
バトンゾーン20mバトンパス時間	1→2	1.89	1→2	2.01	1→2	1.95	1→2	1.97	1→2	2.01	1→2	1.88	1→2	1.88	1.95	0.05
	2→3	1.96	2→3	1.97	2→3	1.97	2→3	1.91	2→3	2.00	2→3	1.87	2→3	1.87	1.92	0.04
	3→4	2.00	3→4	2.00	3→4	1.93	3→4	1.91	3→4	2.01	3→4	2.00	3→4	2.00	1.96	0.04
	合計	5.85	合計	5.98	合計	5.85	合計	5.79	合計	6.02	合計	5.75	合計	5.75	5.83	0.09
受け走者インからアウト先10mまでの30mタイム=10m加速+30m加速タイム	2江里口	2.96	2江里口	3.08	2江里口	3.07	2木村	3.09	2川面	3.04	2塚原	2.89	2末続	3.07	3.06	0.08
	3高平	3.07	3高平	3.31	3高平	3.11	3高平	3.03	3小林	3.09	3高平	2.95	3高平	3.08	3.09	0.08
	4斉藤	3.13	4斉藤	3.13	4斉藤	3.14	4斉藤	3.11	4飯塚	3.08	4藤光	3.23	4斉藤	3.12	3.14	0.08
	合計	11.16	合計	11.62	合計	11.32	合計	11.31	合計	11.26	合計	11.13	合計	11.27	11.35	0.08

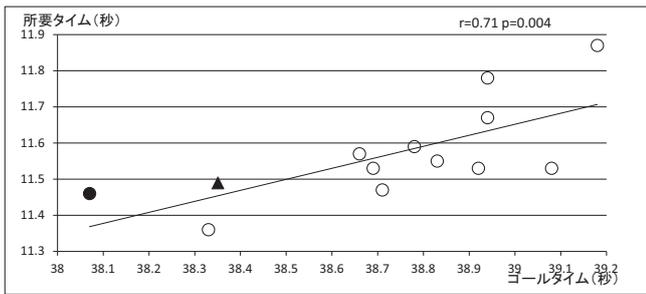


図3 ゴールタイムと40m 所要タイムの相関図

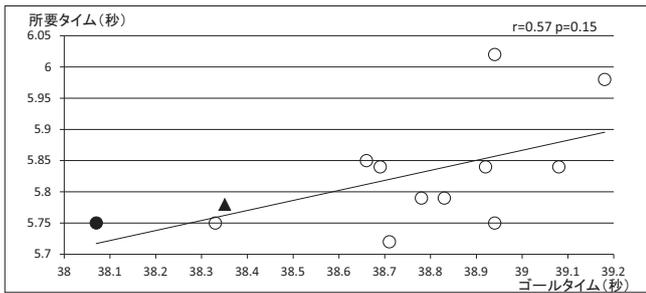


図4 ゴールタイムと20m 所要タイムの相関図
(図中●はロンドン予選、▲はロンドン決勝)

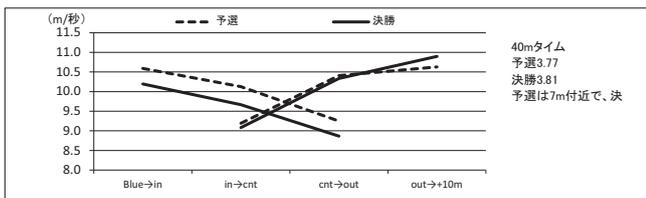


図5 山縣→江里口のバトンパススピード曲線

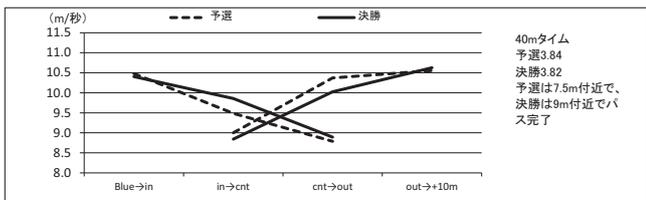


図6 江里口→高平のバトンパススピード曲線

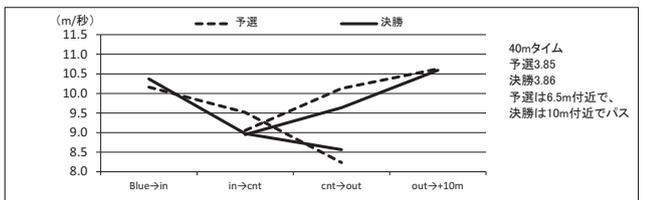


図7 高平→飯塚のバトンパススピード曲線

0.61 秒の差がある例や、40m パスタイムの方が相関係数が高いこと等から、40m 所用タイム測定的重要性が伺えた。次走者の加速をしっかり評価することが、やはり重要であろう。40m パスタイムの算出はキャリブレーションマークが必要になる等の

工夫が必要ではあるが、ナショナルチームレベルのサポートでは、40m パスタイム算出が望ましいと考える。しかしながら、トラックにキャリブレーションマークが必要なく簡易に測定できること、また過去の蓄積データが多いことなどから、20m パスタイムが不必要とは考えていない。

また、データ数が蓄積されたので、1 走→2 走、2 走→3 走、3 走→4 走の、40m のパスタイムの分散分析を行った。その結果、 $P=0.113$ であり、有意な差は認められなかった。ということは、1 走→2 走、2 走→3 走、3 走→4 走のどこの箇所でもパスタイムはあまり変わらない事を表している。選手や指導者の体感では、前走者が直線を走ってくる、また次走者の加速局面を曲線で行わなくてはならない2 走→3 走が難しいと言われるが、この区間を他の区間と変わらずタイムを出している、高平選手の巧さが、数値に表れていると思われた。

IV. パスゾーンの走スピード曲線データについて

図5-7は、メンバーが同一であった、ロンドンオリンピックの予選と決勝のスピード曲線である。映像からのパス状況と合わせて考察するが、前走者の曲線の傾きが大きい、つまり減速が大きいデータは、詰まってスピード調整しているものであった。予選・決勝ともに、受け手が挙手を開始するのは約2.5-3mである。予選ではパス終了が約6.5-7mであり、約2歩でパスは完了している。決勝はパス終了が約9-11mであった。予選よりも歩数が掛かっているが、状況としては「若干詰まって、速度調整して、渡した」であった。第2報でも述べたが、手を出している動作でのスピード低減の少ないアンダーハンドパスとは言え、あまり多くの歩数を費やすと、タイムロスに繋がるのが伺えた。過去のデータでは、2007 大阪世界選手権、2008 北京五輪、2009 ベルリン世界選手権ともに、挙手からパス完了まで約2歩で完了している。

パスゾーン出口でのスピード差は、ライバルが理想的なパスをした場合、そこだけで0.1-0.2秒前後のタイム差が出ることが考えられ、距離で言えば約1-2mの差が付く。どの様な場面でもしっかり加速し、繋げられるパスワークが重要であろう。

V. 個人のタイムについて

表2は、IAAFの公表データより集計した、国別の、その国毎の上位4名の平均タイムである。100mは

表2 4×100mリレーのための世界スプリントランキング

	2008		2009		2010		2011		2012(7月まで)	
1	JAM 37.10	9.758	JAM 37.31	9.810	JAM	9.818	JAM 37.04	9.728	JAM 36.84	9.823
2	USA	9.865	USA	9.859	USA	9.854	USA DNF	9.836	USA 37.04	9.883
3	TRI 38.06	9.993	TRI 37.62	10.003	TRI	10.068	TRI 39.01	9.983	TRI 38.12	9.978
4	GBR	10.048	GBR 38.02	10.058	FRA	10.108	GBR DNF	10.098	SKN	10.083
5	AHO	10.134	JPN 38.30	10.120	GBR	10.128	FRA 38.20	10.098	BAH	10.146
6	NGR	10.145	FRA 39.21	10.146	ITA	10.175	BRA	10.185	CAN DQ	10.148
7	FRA	10.164	BRA 38.56	10.158	NGR	10.193	CAN	10.198	RSA	10.160
8	CAN 38.66	10.183	ITA 38.54	10.165	GER	10.213	RSA	10.200	JPN 38.35	10.170
9	BRA 38.24	10.198	CUB	10.175	JPN	10.230	JPN	10.209	GBR	10.178
10	JPN 38.15	10.228	GER	10.198	RSA	10.240	ITA 38.96	10.209	FRA 38.16	10.185
11	ITA	10.230	NGR	10.238	BAH	10.244	GER	10.231	NGR	10.193
12	BAH	10.230	BAR	10.250	AUS	10.245	CUB	10.249	GER	10.219
13	GER 38.58	10.234	CAN 38.39	10.251	CAN	10.249	BAH	10.250	BRA	10.238
14	ZIM	10.271	RSA	10.280	CHN	10.275	SU	10.251	ITA	10.283
15	CHN DQ	10.278	BAH	10.294			CHN	10.284	CHN	10.316
16	RSA	10.281	CHN	10.301					AUS 38.43	10.321
17	POL	10.283								
18	SLO	10.295								
19	AUS	10.306								
20	CZE	10.309								
21	NED DQ	10.319								
ランク外							SKN 38.49	なし	NED 38.39	なし
							POL 38.50	なし		

- ・松尾ら(2012)より筆者改変
- ・100mはそのまま、200mは1/2したタイムにした。
- ・国毎に、上位4名の平均タイムを算出
- ・国名はI Oコード
- ・左寄せはオリンピックまたは世界選手権での決勝進出国
- ・グレー網掛けはメダル獲得国

そのままのタイムを、200mは1/2のタイムで評価した。過去5年間では、日本は常に上位10傑に入っている。平均タイムで9秒台を持っているのはジャマイカ、米国、トリニダード・トバゴのみで、残りは10秒台であり、接戦である。9秒台で走る黒人系選手は、単独でも大変目立つのだが、チームとして纏めて見ると、日本チームは健闘している位置に居ると思われた。個人記録が世界と変わらないと言う事は、一歩抜け出してリレーでより上位を目指すためには、バトンパスワークの練習が重要になることが伺えた。

また現在の日本チームは、銅メダルを獲得した2008年よりも平均値が高く、個々の能力が更に上がっている。日本代表チームは、更なる飛躍の位置に居ることが伺えた。

参考文献

広川龍太郎 松尾彰文 柳谷登志雄 持田尚 森丘保典 松林武生 貴嶋孝太 山本真帆 高橋恭平 渡辺圭佑 綿谷貴志 杉田正明 荻部俊二 土江寛裕 高野進 (2012) 男子ナショナルチーム・4×100mリレーのバイオメカニクスサポート報告(第2報) 陸上競技研究紀要 vol.8、35-38
 松林武生 松尾彰文 貴嶋孝太 山本真帆 広川龍太郎 (2012) 陸上競技男子4×100mリレーにおけるバトンパス技術の評価 第9回 JISS スポー

ツ科学会議
 広川龍太郎 松尾彰文 杉田正明 (2009) 男子ナショナルチーム・4×100mリレーのバイオメカニクスサポート報告 陸上競技研究紀要 vol.5、67-70
 杉田正明 広川龍太郎 松尾彰文 川本和久 高野進 阿江道良 (2007) 4×100m、4×400mリレーについて 陸上競技学会誌 vol.6 21-26
 柳谷登志雄 小山桂史 杉田正明 (2007) 男子4×100mR 決勝に見るバトンパスワーク 陸上競技マガジン 12 154-155
 杉田正明 広川龍太郎 高野進 有川秀之 川本和久 阿江道良 小林寛道 (2005) 国際グランプリ大阪大会2004の4×100mリレーバトンパス分析 陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2004 121-123
 杉田正明 杉浦雄策 林忠男 持田尚 石井好二郎 阿江道良 小林寛道 (2004) 南部記念陸上4×100mリレーのバトンパス分析 陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2003 101-106

競技会における男子 400m 走のレース分析

山本真帆¹⁾ 松尾彰文²⁾ 広川龍太郎³⁾ 柳谷登志雄⁴⁾ 松林武生¹⁾ 貴嶋孝太¹⁾
渡辺圭佑⁴⁾

1) 国立スポーツ科学センター 2) 鹿屋体育大学 3) 東海大学 4) 順天堂大学

1. はじめに

現在, 100m 走, 200m 走における走速度, ピッチおよびストライドの分析に関しては, 数多くのデータが報告されているが, 400m 走に関してはあまり報告されていない. その原因の一つには, 測定・分析の難しさがあると考えられる.

400m 走は 100m 走と違い, 直線と曲線を含む種目であるため, 分析にレーザー式の走速度測定器(広川ら, 2007)を用いることはできず, 映像を用いた分析に頼らざるを得ない. 映像を用いた 400m 走の分析方法として, 400mH 走の映像と 400m 走の映像を重ね合わせる Overlay 表示技術(持田ら, 2007)を用いた方法がある. これは 400mH のハードル位置を基準に通過タイムや区間走速度を算出するものである. 本報告では, この Overlay 表示技術を用いて, 2011 年~2012 年の日本トップレベル 400m 選手および 2009 年の世界選手権 400m 決勝 3 選手のレース分析を行なったので, その結果を報告する.

2. 対象

対象競技会は, 第 95 回日本陸上競技選手権大会(2011 年 6 月 10 日~12 日), 第 96 回日本陸上競技選手権大会(2012 年 6 月 8 日~10 日), 第 67 回国民体育大会(2012 年 10 月 5 日~9 日)および, 日本人選手との比較として, 第 12 回世界陸上競技選手権大会(2009 年 8 月 15 日~23 日)における男子 400m 走のレース分析を行なった.

対象選手は, 上記 4 大会で決勝に進出し, かつ分析可能であった選手 17 名(のべ 23 レース; 日本人選手 20 レース, 外国人選手 3 レース)とした. 記録は, 44.06 秒から 47.66 秒であり, 平均記録は 46.33 ± 0.88 秒であった.

2. 方法

2.1 撮影方法

400m 走および 400mH 走のレース映像の撮影は, 三脚に取り付けたデジタルビデオカメラ(Casio Exilim EX-F1 29.97fps)を 4 台用いて, 第一曲走路・バックストレート・第二曲走路・フィニッシュラインの各延長のスタンドから行なった. スタートピストルの閃光を撮影した後, 全選手がフィニッシュするまで追従撮影を行なった.

2.2 分析項目

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

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

通過に要したフレーム数をフレームレートで除すことで通過タイムを算出し, これを 400mH のハードル間の距離で除すことにより, 分析区間の平均走速度を算出した. 持田らの報告に倣って, 最高走速度をレース前半の走速度の代表値とし, 325-360m 区間(400mH の 9 台目から 10 台目の間)の走速度をレース後半の走速度の代表値とした(持田ら, 2007).

ピッチの算出は, 分析区間ごとに選手の足が接地する瞬間のフレーム数と, 分析区間内の歩数を読み取った. 歩数は, 左右差の影響をなくすために偶数歩とした. 各歩数に要したフレーム数を区間内の歩数で除すことにより, 区間の平均ピッチを算出した.

表1 400mH ごとの通過タイム, 区間タイムおよび区間平均走速度

選手名	記録	大会	上段:通過タイム[s]		中段:区間タイム[s]			下段:区間平均走速度[m/s]						低下率 [%]
			45m	80m	115m	150m	185m	220m	255m	290m	325m	360m	400m	
MERRITT LaShawn	44.06	世界選手権 2009.8.21	5.61	9.14	12.68	16.32	19.95	23.62	27.39	31.20	35.10	39.24	44.06	14.55
			5.61	3.54	3.54	3.64	3.64	3.67	3.77	3.80	3.90	4.14	4.82	
			8.03	9.90	9.90	9.62	9.62	9.53	9.28	9.20	8.97	8.46	8.30	
WARINER Jeremy	44.60	世界選手権 2009.8.21	5.51	8.94	12.51	16.15	19.79	23.56	27.39	31.23	35.14	39.34	44.60	18.29
			5.51	3.44	3.57	3.64	3.64	3.77	3.84	3.84	3.90	4.21	5.26	
			8.17	10.19	9.80	9.62	9.62	9.28	9.12	9.12	8.97	8.32	7.60	
QUOW Renny	45.02	世界選手権 2009.8.21	5.97	9.58	13.34	17.08	20.85	24.59	28.36	32.17	36.10	40.24	45.02	12.93
			5.97	3.60	3.77	3.74	3.77	3.74	3.77	3.80	3.94	4.14	4.78	
			7.53	9.71	9.29	9.36	9.28	9.37	9.28	9.20	8.89	8.46	8.37	
金丸祐三	45.68	日本選手権 2011.6.11	5.57	9.04	12.48	16.02	19.69	23.52	27.56	31.70	35.94	40.37	45.68	18.82
			5.57	3.47	3.44	3.54	3.67	3.84	4.04	4.14	4.24	4.44	5.31	
			8.08	10.09	10.18	9.90	9.54	9.12	8.67	8.46	8.26	7.89	7.54	
中野弘幸	45.82	岐阜国体 2012.10.8	5.81	9.34	12.98	16.72	20.52	24.32	28.19	32.13	36.20	40.54	45.82	18.46
			5.81	3.54	3.64	3.74	3.80	3.80	3.87	3.94	4.07	4.34	5.28	
			7.75	9.90	9.62	9.37	9.20	9.20	9.04	8.89	8.60	8.07	7.58	
廣瀬英行	45.84	日本選手権 2011.6.11	5.81	9.31	12.91	16.58	20.25	24.12	27.99	31.93	36.07	40.47	45.84	16.67
			5.81	3.50	3.60	3.67	3.67	3.87	3.87	3.94	4.14	4.40	5.37	
			7.75	9.99	9.71	9.54	9.54	9.04	8.89	8.89	8.46	7.95	7.45	
金丸祐三	46.18	日本選手権 2012.6.9	5.54	9.01	12.45	16.05	19.85	23.86	27.93	32.13	36.44	40.84	46.18	15.97
			5.54	3.47	3.44	3.60	3.80	4.00	4.07	4.20	4.30	4.40	5.34	
			8.12	10.09	10.18	9.71	9.20	8.74	8.60	8.33	8.13	7.95	7.49	
石塚祐輔	46.20	日本選手権 2011.6.11	5.61	9.04	12.58	16.28	20.05	24.02	28.03	32.10	36.27	40.74	46.20	16.42
			5.61	3.44	3.54	3.70	3.77	3.97	4.00	4.07	4.17	4.47	5.46	
			8.03	10.18	9.90	9.45	9.28	8.81	8.74	8.60	8.39	7.83	7.33	
杉町マハウ	46.21	岐阜国体 2012.10.8	5.64	9.18	12.81	16.55	20.32	24.22	28.26	32.40	36.60	40.94	46.21	18.46
			5.64	3.54	3.64	3.74	3.77	3.90	4.04	4.14	4.20	4.34	5.27	
			7.98	9.90	9.62	9.37	9.28	8.97	8.67	8.46	8.33	8.07	7.59	
中野弘幸	46.23	日本選手権 2012.6.9	5.84	9.54	13.25	17.12	21.05	25.03	28.96	32.90	36.97	41.11	46.23	5.65
			5.84	3.70	3.70	3.87	3.94	3.97	3.94	3.94	4.07	4.14	5.12	
			7.71	9.45	9.45	9.04	8.89	8.81	8.89	8.89	8.60	8.46	7.81	
東佳弘	46.26	日本選手権 2012.6.9	5.77	9.41	12.98	16.68	20.52	24.42	28.43	32.47	36.64	40.97	46.26	13.10
			5.77	3.64	3.57	3.70	3.84	3.90	4.00	4.04	4.17	4.34	5.29	
			7.80	9.62	9.80	9.45	9.12	8.97	8.74	8.67	8.39	8.07	7.57	
中野弘幸	46.31	日本選手権 2011.6.11	5.67	9.31	13.01	16.78	20.59	24.56	28.56	32.60	36.67	41.01	46.31	12.69
			5.67	3.64	3.70	3.77	3.80	3.97	4.00	4.04	4.07	4.34	5.30	
			7.93	9.62	9.45	9.28	9.20	8.81	8.74	8.67	8.60	8.07	7.54	
高瀬慧	46.48	岐阜国体 2012.10.8	5.57	9.01	12.51	16.05	19.69	23.52	27.59	31.77	36.14	40.64	46.48	23.70
			5.57	3.44	3.50	3.54	3.64	3.84	4.07	4.17	4.37	4.50	5.84	
			8.08	10.18	9.99	9.90	9.62	9.12	8.60	8.39	8.01	7.77	6.85	
渡邊和也	46.62	岐阜国体 2012.10.8	5.67	9.34	12.98	16.75	20.55	24.42	28.43	32.63	36.90	41.31	46.62	17.42
			5.67	3.67	3.64	3.77	3.80	3.87	4.00	4.20	4.27	4.40	5.31	
			7.93	9.54	9.62	9.28	9.20	9.04	8.74	8.33	8.19	7.95	7.53	
初木勝吾	46.83	日本選手権 2012.6.9	5.64	9.24	12.81	16.48	20.32	24.29	28.29	32.37	36.60	41.11	46.83	16.71
			5.64	3.60	3.57	3.67	3.84	3.97	4.00	4.07	4.24	4.50	5.72	
			7.98	9.71	9.80	9.54	9.12	8.81	8.74	8.60	8.26	7.77	6.99	
本塩遼	46.89	日本選手権 2012.6.9	5.61	9.24	12.85	16.62	20.52	24.59	28.73	32.90	37.17	41.54	46.89	12.24
			5.61	3.64	3.60	3.77	3.90	4.07	4.14	4.17	4.27	4.37	5.35	
			8.03	9.62	9.71	9.28	8.97	8.60	8.46	8.39	8.19	8.01	7.48	
柳澤純希	46.89	岐阜国体 2012.10.8	5.81	9.48	13.21	16.92	20.72	24.62	28.73	32.87	37.20	41.57	46.89	16.03
			5.81	3.67	3.74	3.70	3.80	3.90	4.10	4.14	4.34	4.37	5.32	
			7.75	9.54	9.37	9.45	9.20	8.97	8.53	8.46	8.07	8.01	7.53	
初木勝吾	47.02	岐阜国体 2012.10.8	5.61	9.18	12.85	16.55	20.35	24.29	28.40	32.57	36.90	41.37	47.02	20.15
			5.61	3.57	3.67	3.70	3.80	3.94	4.10	4.17	4.34	4.47	5.65	
			8.03	9.80	9.54	9.45	9.20	8.89	8.53	8.39	8.07	7.83	7.09	
渡邊和也	47.05	日本選手権 2012.6.9	5.71	9.41	13.08	16.88	20.79	24.76	28.83	33.00	37.30	41.71	47.05	12.51
			5.71	3.70	3.67	3.80	3.90	3.97	4.07	4.17	4.30	4.40	5.34	
			7.89	9.45	9.54	9.20	8.97	8.81	8.60	8.39	8.13	7.95	7.49	
安井一樹	47.13	日本選手権 2012.6.9	5.94	9.64	13.31	17.08	20.99	24.92	28.86	32.97	37.27	41.68	47.13	12.91
			5.94	3.70	3.67	3.77	3.90	3.94	3.94	4.10	4.30	4.40	5.45	
			7.58	9.45	9.54	9.28	8.97	8.89	8.89	8.53	8.13	7.95	7.33	
浦野晃弘	47.20	岐阜国体 2012.10.8	5.84	9.38	13.05	16.85	20.69	24.52	28.56	32.70	37.04	41.51	47.20	20.90
			5.84	3.54	3.67	3.80	3.84	3.84	4.04	4.14	4.34	4.47	5.69	
			7.71	9.90	9.54	9.20	9.12	9.12	8.67	8.46	8.07	7.83	7.03	
木村和史	47.38	岐阜国体 2012.10.8	6.04	9.74	13.51	17.38	21.25	25.16	29.20	33.27	37.57	41.98	47.38	15.91
			6.04	3.70	3.77	3.87	3.87	3.90	4.04	4.07	4.30	4.40	5.40	
			7.45	9.45	9.28	9.04	9.04	8.97	8.67	8.60	8.13	7.95	7.40	
廣瀬英行	47.66	日本選手権 2012.6.9	5.71	9.31	12.95	16.68	20.55	24.52	28.56	32.77	37.20	41.81	47.66	17.42
			5.71	3.60	3.64	3.74	3.87	3.97	4.04	4.20	4.44	4.60	5.85	
			7.89	9.71	9.62	9.37	9.04	8.81	8.67	8.33	7.89	7.60	6.84	

平均ストライドは、平均走速度を平均ピッチで除すことにより算出した。

走速度の低下率は、最高走速度から 325-360m 区間の走速度を引いた値を最高走速度で除すことにより求めた。

2.3 選手へのフィードバック

選手には、走速度、ピッチ、ストライドのスタートからフィニッシュまでの変化をフィードバックした。通過タイムについては、400mH のハードル位置の通過タイムを直線回帰から 50m 毎の通過タイムに換算してフィードバックした。この換算法の精度は、 ± 0.05 秒であるとすでに報告されている (持田ら, 2007)。

2.4 統計処理

2 変量間の相関関係は、ピアソンの相関係数を用いて分析した。有意水準は 5% とした。

3. 結果と考察

3.1 走速度の変化

表 1 には、400mH のハードル区間を基にした通過タイム、区間タイムおよび区間平均走速度を示した。

図 1 には、日本人選手と外国人選手の走速度の変化を示した。ほとんどの選手が、走速度は 80m 付近で最高に到達し、その後走速度はフィニッシュまで低下した。図 2 には、前半の走速度および後半の走速度とフィニッシュタイムとの関係を示した。前半の走速度の平均値は、日本人選手が 9.49 ± 0.33 m/s であり、外国人選手が 9.93 ± 0.24 m/s であった。後半の走速度の平均値は、日本人選手

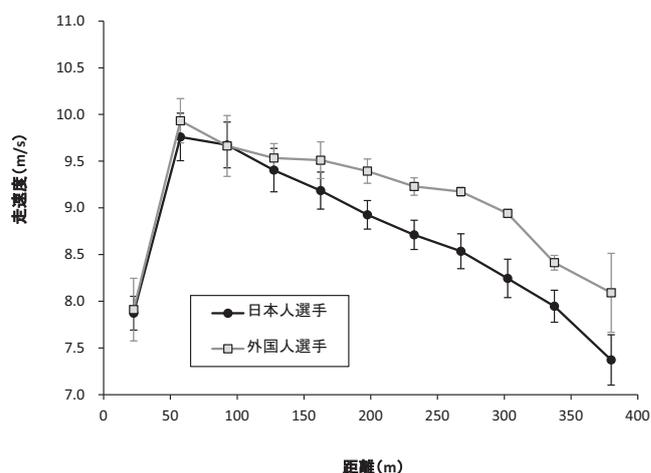


図 1 日本人選手と外国人選手の 400m レースにおける走速度の変化

が 7.95 ± 0.17 m/s であり、外国人選手が 8.41 ± 0.08 m/s であった。前半および後半の走速度ともにフィニッシュタイムと有意な相関関係が認められたが、相関関係の強さは、後半の走速度の方が強かった。100m や 200m は、最高走速度とフィニッシュタイムとの間に有意な相関関係が報告されている (沼沢ら, 1994. 松尾ら, 2011. 土江ら, 2002) ことから、短距離レースにおいてフィニッシュタイムと走速度は、切り離して考えることは難しい。400m 走についての走速度とフィニッシュタイムの関係については、持田ら (2007) が、世界トップレベルの選手 (43.18 秒 ~ 45.40 秒) に焦点をあてると、走速度とフィニッシュタイムとの関係に有意な相関関係は見られなかったと報告している。今回の分析結果が持田らの報告と一致しなかったのは、フィニッシュタイムの幅が広がったからであると考えられた。

図 3 には、走速度の低下率とフィニッシュタイム

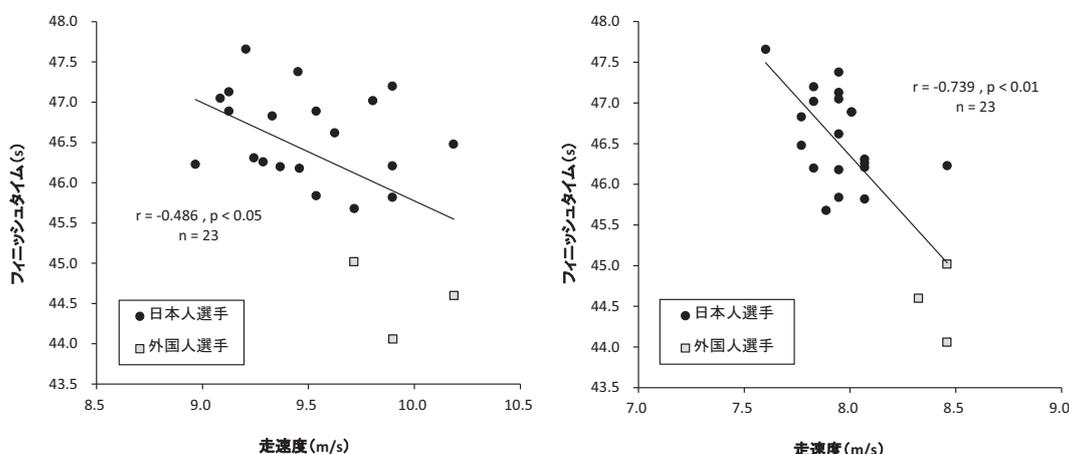


図 2 前半走速度および後半走速度とフィニッシュタイムの関係
左：前半走速度 右：後半走速度

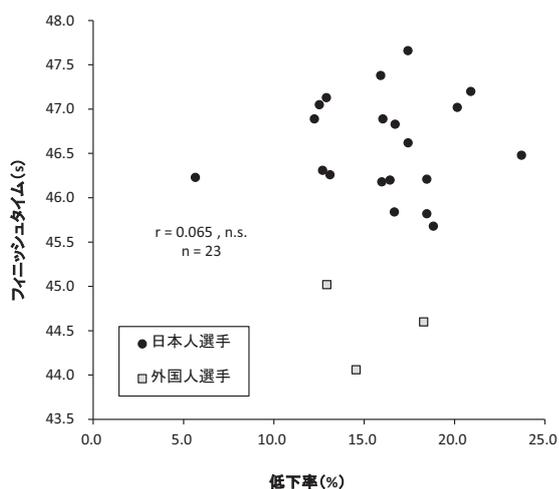


図3 走速度低下率とフィニッシュタイムの関係

との関係を示した。前半から後半への走速度の低下率は、日本人選手が $16.11 \pm 3.89\%$ であり、外国人選手が $15.25 \pm 2.75\%$ であった。日本人選手と外国人選手との間に顕著な差は認められなかった。

本報告の結果から、国内トップレベルの大会で決勝に進出するためには、16%程度の走速度の低下率で、レース後半も走速度が 8.0m/s を大きく下回らないことが、一つの目安になるだろう。また、国際大会で戦うためには、前半の走速度を維持したまま後半の走速度を高めることが重要になるだろう。

3.2. ピッチおよびストライドの変化

図4には、ピッチおよびストライドの変化を示した。ピッチは、200m付近の直線からカーブに変化する区間で少し上昇する選手もいたが、レース全体を通しては、スタートからフィニッシュにかけて減少傾向にあった。日本人選手と比べて外国人選手は、レース前半で低下したピッチがレース後半に上昇し

ていた(図4, 左)。ストライドは、日本人選手も外国人選手も $\pm 30\text{cm}$ 程度の変化量であり、ほぼ一定に保って疾走していた(図4, 右)。外国人選手は、ストライドはほぼ一定に保ったまま200m以降ピッチが高まっていた。そのため後半の走速度の維持は、ピッチの貢献が大きいと考えられた。

3.3 100mごとのスプリットタイムと記録の関係

図5には、直線回帰から推定した100m, 200m, 300mの推定通過タイムとフィニッシュタイムとの関係をそれぞれ示した。100mとフィニッシュタイムの間には、有意な相関関係は認められなかった。200mおよび300mとフィニッシュタイムの間には有意な相関関係が認められた。その関係は、300mのほうがより強い関係であった。46.0秒のフィニッシュタイムを目標とする場合の300m通過タイムの目安は、33.3秒前後となった。

44秒台で走った2選手のデータをみると、300mの通過タイムはともに32秒台前半であった。300mを32秒台前半で通過することは、44秒台を目指す上で重要になるだろう。

4. まとめ

本報告では、Overlay表示技法を用いて2011年～2012年に開催された日本選手権および国民体育大会の400m決勝に出場した選手のレース分析を行った。また日本人選手との比較として、2009年に開催された世界選手権に出場した3名の選手のレース分析を同様の方法で行った。その結果、以下のことが明らかになった。

1) 前半および後半の走速度とフィニッシュタイム

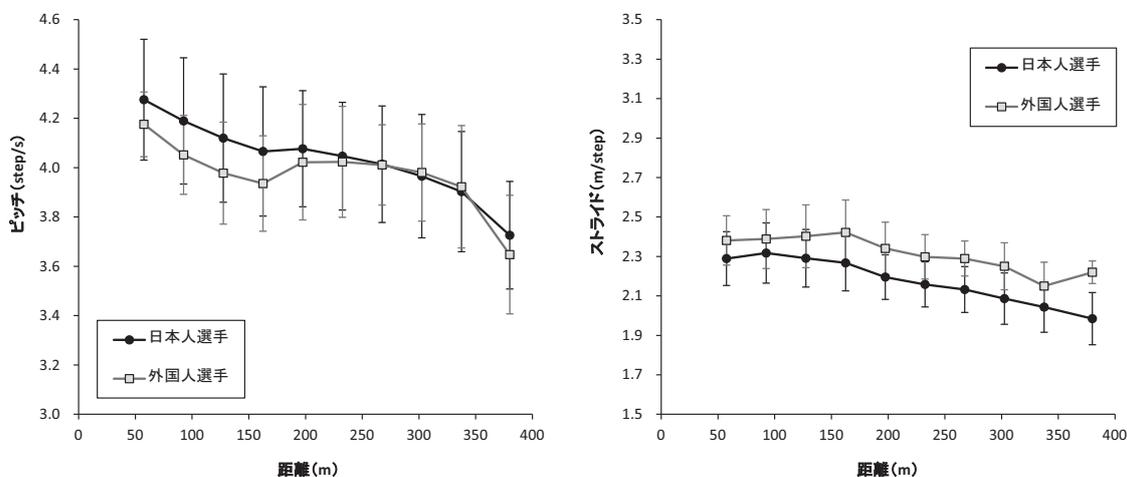


図4 日本人選手と外国人選手の400mレースにおけるピッチおよびストライドの変化
左:ピッチ 右:ストライド

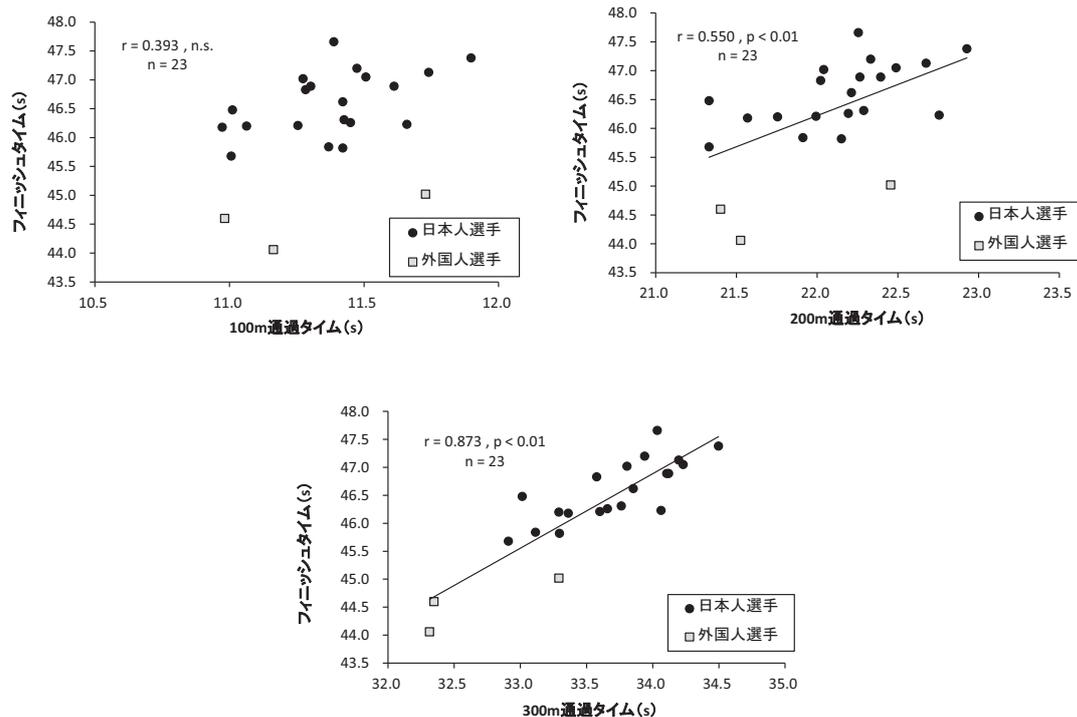


図5 100m ごとの推定通過タイムとフィニッシュタイムの関係

との間に有意な相関関係が認められた。

- 2) 前半から後半の走速度の低下率は、16%程度であった。
- 3) 外国人選手の後半の走速度の高さは、ピッチの貢献が大きい。
- 4) 300m 通過タイムとフィニッシュタイムとの間に有意な相関関係が認められた。

技研究紀要，3：9-15。

- 持田尚，杉田正明（2010）2007 世界陸上競技選手権大阪大会における決勝 400m 走レースのバイオメカニクス分析，日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班報告書，51-75。
- 沼沢秀雄，杉浦雄策（1994）200m，400m レースの時間分析，世界一流陸上競技者の技術 第3回世界陸上競技選手権大会バイオメカニクス研究班報告書，50-56。

参考文献

土江寛裕，中川博文，矢澤誠，佐々木秀幸（2002）200m 競走における 10m ごとの疾走速度とピッチ，ストライドの変化，陸上競技紀要，15：30-38。

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

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（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，日本陸上競技研究紀要，7：21-29。

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

日本一流男子 110m ハードル選手のレース分析 — 2011年から2013年までのレース分析結果について —

貴嶋孝太¹⁾ 谷川 聡²⁾ 櫻井健一³⁾ 安井年文⁴⁾ 浅見公博⁵⁾ 苅部俊二⁶⁾
青戸慎司⁷⁾ 綿谷貴志⁸⁾ 柴山一仁⁹⁾ 森丘保典¹⁰⁾

1) 国立スポーツ科学センター 2) 筑波大学 3) 国際武道大学 4) 青山学院大学 5) 立命館大学
6) 法政大学 7) 中京大学 8) 鹿屋体育大学 9) 仙台大学 10) 日本体育協会

1. はじめに

男子 110m ハードル（以下、「110mH」とする）種目に関して、これまでにレース中の走速度の変化やインターバルランタイム、ハードリングタイムの変化を中心としたレース分析が多く行われてきた (Susanka et al., 1988; 宮下, 1993; 森田ほか, 1994; 谷川, 2007; 柴山ほか, 2010). これらは世界トップレベルの選手たちの分析結果や、記録のいい選手とそうでない選手とを比較することによって、110mH レース記録に影響する要因を検討している。

日本陸上競技連盟科学委員会と国立スポーツ科学センターでは、これらの知見を参考にしながら国内の男子 110mH 選手を対象に、競技会におけるレース分析を行ってきた。その分析結果は、選手やコーチが各レースの出来ばえを評価したり、課題点の抽出やそれまでに取り組んできたことが改善されたか否かを判断したりするための資料のひとつとしてフィードバックされている。

本稿では、2011年4月から2013年6月までに国内で開催された競技会における、男子 110mH のレース分析結果について、実際に選手たちにフィードバックした内容を含めて報告する。また、国内の一流選手を対象として、彼らの3年間（または2年間）のレース記録の変化と、レース内容（レース中の走速度や各種タイム）の変化を検討しようとした。

2. 方法

2-1. 対象選手、および対象競技会

分析の対象は、国内男子 110mH 選手とした。氏名

と所属を以下に示すが、大室秀樹選手（筑波大→筑波大院）、佐藤大志選手（青学大→日立化成）、三田恭平選手（立命館大）、矢澤航選手（法政大）、和戸達哉選手（中京大→和歌山陸協）の5名（50音順）である。これらの選手たちが出場した2011年から2013年に国内で開催された11競技会で測定を実施し、のべ58レース（映像の関係や、選手がハードルに強く接触して通常の走行が遂行できなかったレースを除く）を分析の対象とした（表1）。

2-2. 測定方法、および分析項目

レース分析のためのビデオ撮影は、110mHの3台目と7台目の側方にあたる観客席スタンドに設置した2台のデジタルビデオカメラ（Exilim EX-F1, CASIO）を用いて、299.7fpsで行った。スタートピストルの閃光を映した後、各選手のハードリングの踏切脚とハードリング後の最初の着地（以下、「タッチダウン」とする）が確認できるよう、追従撮影した。

撮影した映像を基に、スタートピストルの閃光からハードルの踏切、およびタッチダウンの時間を読み取り、各測定区間に要した時間を求めた。

110mHにおける測定区間は以下のように定義した。すなわち、アプローチとはスタートから1台目のタッチダウンまでとした。1-2区間は1台目のタッチダウンから2台目のタッチダウンまで、2-3区間は2台目のタッチダウンから3台目のタッチダウンとして、以降9-10区間まで同様に定義した。ランインは10台目のタッチダウンからフィニッシュまでとした。各区間の平均疾走速度（以下、「走速度」とする）は、各区間距離を区間の時間で除すことにより求めた。また、ハードリングタイムは、各ハードリングの踏切脚が接地した瞬間からハードリング後のリード脚が接地する瞬間までの時間とした。イ

表 1. 測定競技会, 対象選手

期日	競技会名	会場	測定対象選手
2011.5.3	第45回織田幹雄記念陸上	広島広域, 広島	大室, 佐藤, 矢澤, 和戸
2011.6.10-11	第95回日本陸上競技選手権大会	熊谷, 埼玉	大室, 佐藤, 矢澤, 和戸
2011.7.10	第19回アジア陸上競技選手権大会	神戸ユニバー, 兵庫	矢澤
2012.4.29	第46回織田幹雄記念陸上	広島広域, 広島	大室, 佐藤, 三田, 矢澤, 和戸
2012.5.4	水戸招待陸上	水戸市営, 茨城	大室, 佐藤, 和戸
2012.5.6	セイコーゴールドデングランプリ(GGP)陸上	等々力, 神奈川	佐藤, 和戸
2012.6.9-10	第96回日本陸上競技選手権大会	長居, 大阪	佐藤, 三田, 和戸, 矢澤
2013.4.29	第47回織田幹雄記念陸上	広島広域, 広島	大室, 佐藤, 三田, 矢澤, 和戸
2013.5.4	水戸招待陸上	ケーズデンキスタジアム, 茨城	和戸, 矢澤
2013.5.5	セイコーゴールドデングランプリ(GGP)陸上	国立, 東京	大室, 佐藤
2013.6.8-9	第97回日本陸上競技選手権大会	味の素スタジアム, 東京	大室, 佐藤, 三田, 矢澤, 和戸

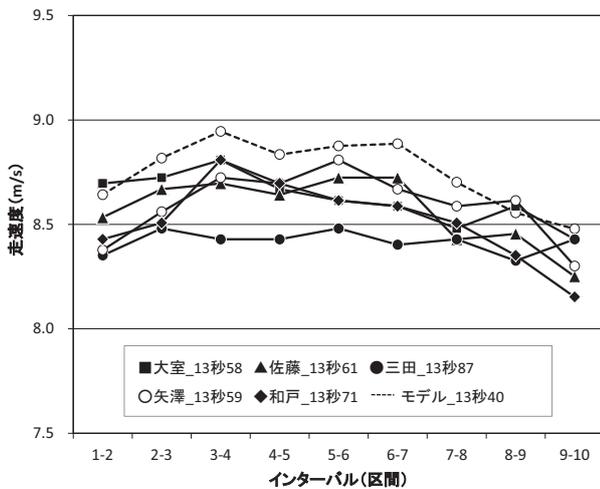


図 1. インターバル区間の走速度の変化

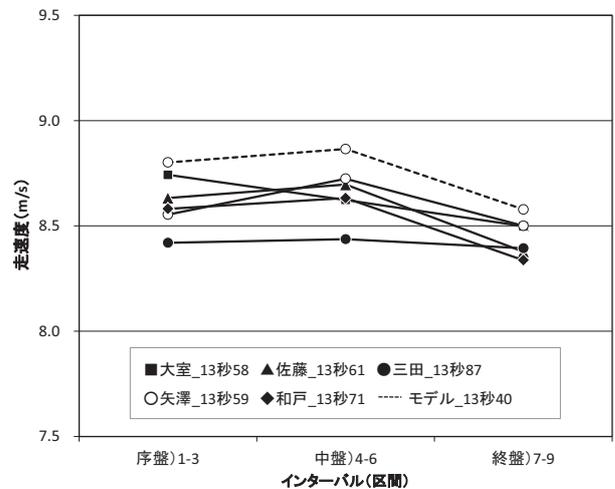


図 2. 3 区間の走速度 (平均) の変化

インターバルランタイムは、タッチダウンから次のハードリング踏切脚が接地する瞬間までの時間とした。

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% 未満とした。

なお、本稿ではアプローチとランインを除いた区間の結果を中心に報告する。

2-3. 引用データについて

対象選手たちのレースパターンやレース中の走速度を俯瞰的に比較・検討するために、110mH のモデルタッチダウタイム (宮下, 2012) を引用した。本稿では、このモデルタッチダウタイムを基に、2013 年世界陸上モスクワ大会の男子 110mH 参加標準 A 記録 (13 秒 40) をモデルレースに設定した。

3. 結果

3-1. 男子 110mH レース中の走速度変化と最高走速度

各選手のレース分析結果を表 2 から表 6 に示した。このうち、各選手の最も記録のよかったレースにおける走速度の変化を図 1 に示した。また図 2 には、10 台のハードルを基準にしてレースを序盤、中盤、終盤の 3 つの区間に分け、各区間の平均走速度の変化を示した。

なお、各図と表にはモデルレースにおける推定走速度を併記した。

13 秒 40 の記録を想定したモデルレースにおいて、走速度はレース序盤から急激に高まり、レース中盤で最高速度に達する。その後、終盤にかけて低下するような変化を示した。このモデルレースにおける最高走速度は 8.94m/s と推定された。

大室選手のレースでは、序盤から比較的高い走速度で疾走し、3-4 区間で 8.81m/s の最高走速度がみられた。その後、レース中盤から終盤にかけて走速

度が低下していくような変化を示した。

佐藤選手の走速度はレース序盤から中盤にかけて増加した。5-6区間に8.72m/sの最高走速度が出現し、その走速度を次の6-7区間まで持続していた。その後は走速度が低下していくような変化を示した。

三田選手の走速度はレース全体を通して大きな変化を示さず、序盤から終盤までほぼ一定の速度で疾走した。レース中の最高走速度は3-4区間と5-6区間に出現したが8.48m/sであった。

矢澤選手のレースは、序盤から中盤にかけて大きく走速度が増加し、5-6区間に8.81m/sの最高走速度が出現した。中盤から終盤にかけて走速度は低下していくものの、比較的緩やかであった。

和戸選手はレース序盤の走速度が高く、3-4区間に8.81m/sの最高走速度がみられた。その後はレース終盤にかけて低下するような変化を示した。

3-2. レース中の最高走速度と110mHレース記録との関係

図3には、測定したのべ58レースにおける、レース中の最高走速度とレース記録との関係を示した。レース中の最高走速度とレース記録との間には有意な負の相関関係がみられ ($r=-0.865$, $p<0.001$)、最

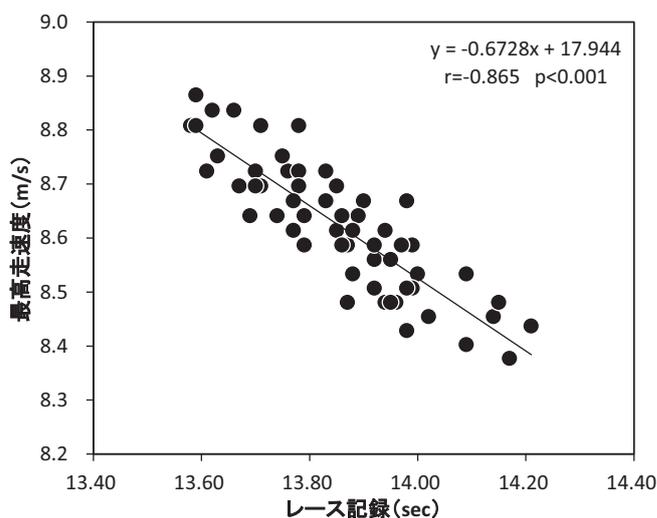


図3. レース記録と最高走速度との関係

高走速度が高いほどレース記録がいいことを示した。これまで、レース中の最高走速度はレース記録に大きく影響することが報告されているが(森田ほか, 1994; 柴山ほか, 2010)、本測定の結果はそれらを支持するものであった。

次に、レース序盤、中盤、終盤の3区間の平均タイムとレース記録との関係を図4に示した。この3区間の平均タイムとレース記録の間には、いずれも有意な正の相関関係がみられた(それぞれ、

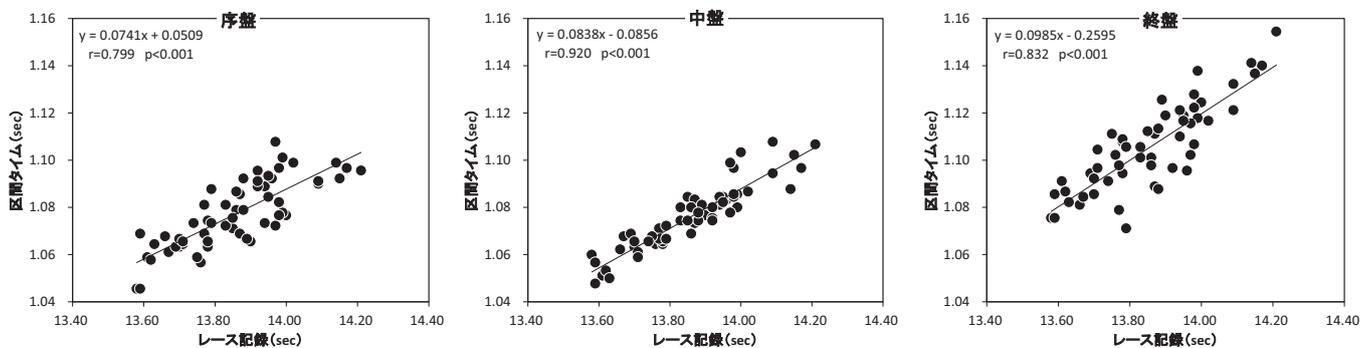


図4. レース記録と区間タイムとの関係。(左; 序盤, 中; 中盤, 右; 終盤)

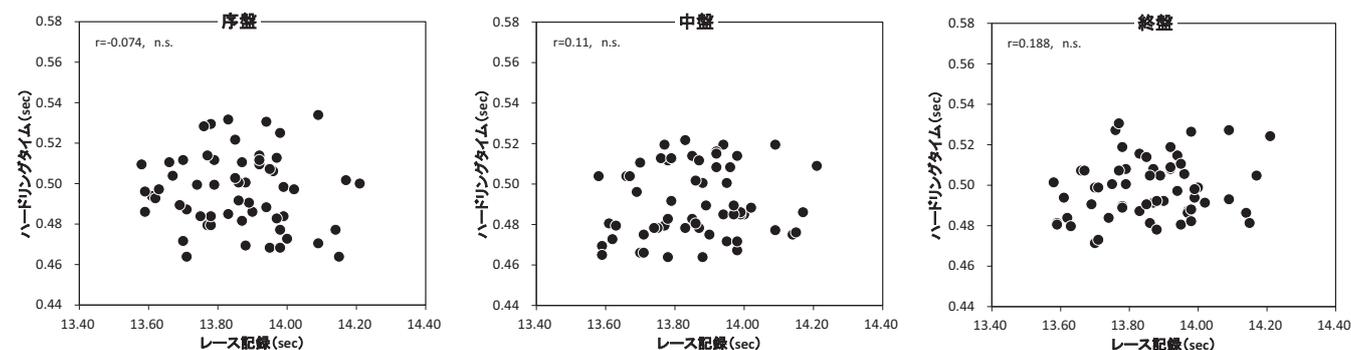


図5. レース記録とハードリングタイムとの関係。(左; 序盤, 中; 中盤, 右; 終盤)

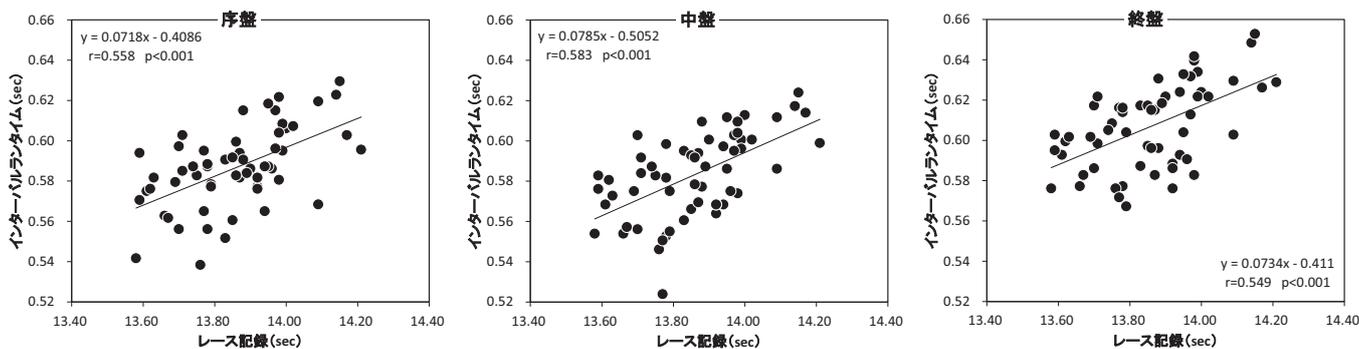


図 6. レース記録とインターバルランタイムとの関係. (左；序盤，中；中盤，右；終盤)

$r=0.799$, $p<0.001$; $r=0.920$, $p<0.001$; $r=0.832$, $p<0.001$).

区間タイムは、ハードリングタイムとインターバルランタイムで構成されるが、これらについてもレース記録との関係について検討した(図5). 今回の対象選手のハードリングタイムはレース序盤、中盤、終盤のどの区間も記録との間に相関関係はみられなかった(それぞれ、 $r=-0.074$, $r=0.11$, $r=0.188$ 図5).

図6には、各区間のインターバルランタイムとレース記録との関係を示した. レース序盤、中盤、終盤ともに、インターバルランニングタイムとレース記録との間に有意な正の相関関係がみられた(それぞれ、 $r=0.558$, $p<0.01$; $r=0.583$, $p<0.01$; $r=0.549$, $p<0.01$).

以上の結果から、区間タイムにはハードリングタイムよりも、インターバルランニングタイムのほうが影響するものと考えられた. また、レース序盤、中盤、終盤のどの区間のタイムもレース記録に影響をすることが示された.

3-3. 国内男子 110mH 選手のレース分析結果

これまでに測定したレースのうち対象選手の各年で最もよかったレースを取り上げ、各選手のレース記録の年次変化と、走速度、ハードリングタイム、インターバルランニングがどのように変化したのかについてその結果を記す.

3-3-1. 大室選手

レース記録は2011年が13秒98(日本選手権, 6/11), 2012年は13秒78(水戸招待, 5/4), 2013年は13秒58(日本選手権, 6/9)であった(表2).

図7にはこの3レースにおける走速度の変化と、レースを3区間(序盤・中盤・終盤)に分けた各区間の平均走速度の変化を示した. 2011年はレース序盤から中盤にかけて同じような走速度(平均

8.34m/s)で疾走し、その後は終盤にかけてわずかに低下した. このレースでの最高走速度は3-4区間と5-6区間に出現したが8.43m/sであった. 2012年のレースは序盤から中盤にかけて走速度が増加し、中盤から終盤にかけてはわずかに走速度が減少した. このレースでは4-5区間に8.81m/sの最高走速度がみられた. 2013年のレースでは序盤に最も高い値(平均8.74m/s)の速度で疾走し、レースが進むにしたがって徐々に低下するように変化した. このレースでの最高走速度は8.81m/sであった. レース中盤と終盤の平均走速度はそれぞれ8.62m/sと8.50m/sであったが、過去2年間のレースよりも高い値を示した.

ハードリングタイムは、2011年と2012年のいずれもレース序盤から中盤にかけてわずかに減少し(時間が短くなる)、その後はやや低下する(時間が長くなる)ように変化した(図8). 2013年は序盤から終盤まで大きな変化を示さず、ほぼ一定の値であった. 年ごとの平均ハードリングタイムは、2013年が他のレースよりもわずかに短かった(図8下).

図9にはインターバルランタイムを示した. 2011年と2012年は、レース序盤から中盤にかけてやや減少(時間が短縮)し、その後増加する(時間が長くなる)ような変化を示した(図9上). 最もレース記録のよかった2013年のレースでは、レース序盤のインターバルランタイムが最も短く、その後中盤、終盤にかけて長くなるように変化した. 特に、レース序盤のインターバルランタイムは、2011年が0.58秒であったが、2012年が0.56秒、2013年は0.54秒であり、年ごとに短縮した(図9下).

3-3-2. 佐藤選手

測定したレースのうち各年で最もよかった記録は、2011年が14秒00(織田記念陸上, 4/29), 2012年が13秒78(日本選手権, 6/9), 2013年は自己新記録の13秒61(日本選手権, 6/9)であっ

た(表3)。

佐藤選手の年ごとの走速度変化を図10(上)に示し、各区間の平均走速度の変化を図10(下)にそれぞれ示した。2011年ではレース序盤の平均走速度が最も高く(8.49m/s)、その後は中盤、終盤と低下していく変化を示した。2012年のレースでは、序盤と中盤は同じような走速度がみられ、終盤に低下した。2013年におけるレース序盤の走速度は8.63m/sで2012年とほぼ同じであったが、続く中盤の走速度は8.70m/sと増加した。その後レース終盤にはわずかに低下した。この2013年のレースの区間平均走速度は、どの区間も3年間で最も高かった。

各年のハードリングタイムと、区間平均ハードリングタイムの結果を図11(上・下)にそれぞれ示した。2011年は序盤のタイムが短く、中盤、終盤へと進むにつれて低下する(時間が長くなっていく)ように変化した。2012年のレースでは序盤から中盤にかけてはほぼ同じようなタイムであり、終盤にわずかに長くなるような変化であった。2013年では、序盤から中盤にかけて短くなり、中盤から終盤にかけてわずかに長くなるような変化であった(図11上)。区間ハードリングタイムを年ごとに比較すると、レース序盤のタイムが2011年0.48秒から2013年の0.49秒へとわずかに変化したが、中盤と終盤は序盤ほどの差はみられなかった(図11下)。

インターバルランタイムを図12(上)に示し、各区間の平均インターバルランタイムを図12(下)に示した。2011年の平均タイムはレース序盤に0.61秒で、その後は徐々に増加した(時間が長くなった)。2012年と2013年はレース序盤から中盤は同じ程度のタイムであり、中盤から終盤にはそのタイムが低下した。また、3区間のすべてにおいて2011年から2013年に向上(時間が短縮)した。

3-3-3 三田選手

三田選手は2012年の13秒87(織田記念陸上, 4/29)と2013年の13秒88(日本選手権, 6/9)の2レースの結果を報告する。

この2レースの走速度の変化を図13に示した。走速度はいずれのレースも序盤から中盤にかけてわずかに増加し、中盤から終盤にかけて減少するように変化した(図13上)。また、2012年と2013年のレース中盤にみられた最高走速度(区間平均値)はそれぞれ8.44m/sと8.51m/sであった(図13下)。

ハードリングタイムは、いずれのレースにおいても大きな変化を示さず、ほぼ一定の値であった(図

14)。3区間の平均ハードリングタイムは2レースともに0.49秒から0.51秒の範囲であり、大きな違いはみられなかった(図14下)。

2レースのインターバルランタイムについては、2レースともに序盤から中盤にかけてわずかに短縮し、中盤から終盤にかけて低下した(時間が長くなった)。2レースでの平均インターバルランタイムは0.57秒から0.60秒の範囲であり、大きな差はみられなかった(図15)。

3-3-4 矢澤選手

2011年は13秒86(日本選手権, 6/11)、2012年は13秒75(日本選手権, 6/10)、2013年は13秒59(日本選手権, 6/9)の3レース分析結果である。なお、2013年の記録は自己記録である(表5)。

図16(上)に3レースの走速度の変化を示した。2011年はレース序盤から中盤にかけてほぼ同じような走速度がみられ、終盤に低下した。2012年のレースは序盤の走速度が最も高く、その後は徐々に低下するように変化した。2013年のレースは序盤から中盤にかけて走速度が高まり、中盤から終盤にかけて低下するパターンを示した。

3区間の平均疾走速度を年ごとに比較すると、レース序盤では2012年が8.63m/sで他の2レースよりも高かった。中盤および終盤の走速度は2013年が中盤に8.72m/s、終盤には8.50m/sで疾走しており、他の2レースよりも高い値を示した(図16下)。

ハードリングタイムの変化を図17に示した。また、この結果から3区間の平均ハードリングタイム(図17下)をみると、2011年はレース中に大きな変化は示さず、ほぼ同じようなタイムであった。2012年はレース序盤と中盤は同じようなタイムであり、中盤から終盤にかけてわずかに低下する(時間が長くなる)ように変化をした。しかし、2013年は序盤から中盤にかけて短縮し、中盤から終盤にかけてわずかに長くなった。2013年のレースの中盤と終盤の平均タイムはそれぞれ0.46秒と0.48秒であったが、これは他の2レースよりも短かった。

一方、インターバルランタイムは、どのレースも序盤から中盤にかけてやや短縮し、中盤から終盤にわずかに長くなるように変化した(図18)。平均インターバルランタイムについて図18(下)に示したが、3区間ともに年ごとのインターバルランタイムには大きな違いはみられなかった。

3-3-5 和戸選手

2011年の記録は13秒95(日本選手権, 6/11)、

2012年が13秒71（ゴールデングランプリ川崎, 5/6), 2013年が14秒14（水戸招待, 5/4）であった。なお, 2012年の13秒71は自己記録である（表6）。

この3レースの走速度の変化を図19に示した。3区間の平均走速度はいずれのレースも序盤から中盤にかけて高まり, 中盤から終盤にかけて低下するレースパターンを示した（図19下）。自己記録を樹立した2012年のレースでは, 序盤, 中盤, 終盤の走速度はそれぞれ8.58m/s, 8.63m/s, 8.34m/sであり, いずれも他の年のレースよりも高かった。

ハードリングタイムの変化を図20に示した。この3レースではレース序盤から中盤にかけてほぼ一定のタイムを示し, 中盤から終盤にかけてわずかに低下する（時間が長くなる）ように変化をすることがうかがえた。年ごとの平均ハードリングタイムは3レースで大きな違いはみられなかった（図20下）。

インターバルランタイムに関して, 2011年と2012年は序盤から中盤にかけて短縮し, 中盤から終盤にかけて低下（時間が長くなる）ように変化した（図21上）。2013は序盤と中盤はほぼ同じタイムで, 終盤に低下するように変化した。3レースの中で最もレース記録のよかった2012年のレースにおける平均インターバルランタイムは, 序盤が0.60秒, 中盤が0.59秒, 終盤が0.62秒であり, すべての区間において他のレースよりも短いタイムであった（図21下）。

4. まとめ

2011年4月から2013年6月までに国内で開催された男子110mHレースについて, 国内一流男子選手5名を対象にタイム分析を実施した。その結果を, モデルタッチダウンタイムを基にして推定されたレース（ここでは, 2013年世界選手権参加標準記録の13秒40とした）のレースパターン, および走速度と比較した。また, 各選手のレース記録の年次変化に対して, 走速度やハードリングおよびインターバルランタイムがどのように変化したのかを検討しようとした。それらの結果を以下にまとめる。

- ・13秒40を想定したモデルレースの走速度は, 序盤から中盤にかけて高まり, その後は徐々に低下するような変化を示した。対象選手の多くの選手のレースパターンはこのモデルレースの変化と似ていた。
- ・レース中の最高走速度は, レース記録に大きく影響する。また, レースを3つ（序盤・中盤・終盤）に分けたそれぞれの区間平均タイムも, レース記

録に影響する。各区間タイムは, ハードリングタイムよりもインターバルランタイムの影響が大きいと考えられる。

- ・今回対象とした国内男子110mH選手の年次記録の変化には, インターバルランタイムの変化が寄与したことを示す選手が多かった。しかし, ハードリングタイムの変化（短縮）がレース記録の変化（短縮）を示す選手もみられた。

参考文献

- 宮下 憲 (1993) 110m ハードルレースに於けるモデルタッチダウンタイムに関する研究, 陸上競技研究, 14: 10-20.
- 宮下 憲 (2012) スプリント&ハードル, 陸上競技社: 東京.
- 森田正利, 伊藤 章, 沼澤秀雄, 小木曾一之, 安井年文 (1994) スプリントハードル (110mH・100mH) および男女400mHのレース分析, 世界一流陸上競技者の技術—第3回世界陸上競技選手権大会バイオメカニクス研究班報告書一, ベースボール・マガジン社: 東京. 66-91.
- 柴山一仁, 川上小百合, 谷川 聡 (2010) 2007年世界陸上競技選手権大会における男子110mハードル走および女子100mハードル走レースの時間分析, 世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術—第11回世界陸上競技選手権大会日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班報告書一, 日本陸上競技連盟: 東京. 76-85.
- Susanka P., Miskos G., Millerova V., Dostal E., Barac Frantisek. (1988) Time analysis of the sprint hurdle events at the II world Championships in Athletics. New Studies in Athletics, 2: 51-74.
- 谷川 聡 (2007) 世界トップレベルの男子110mおよび女子100mハードル競走の競技特性, 陸上競技学会誌, 6: 46-54.

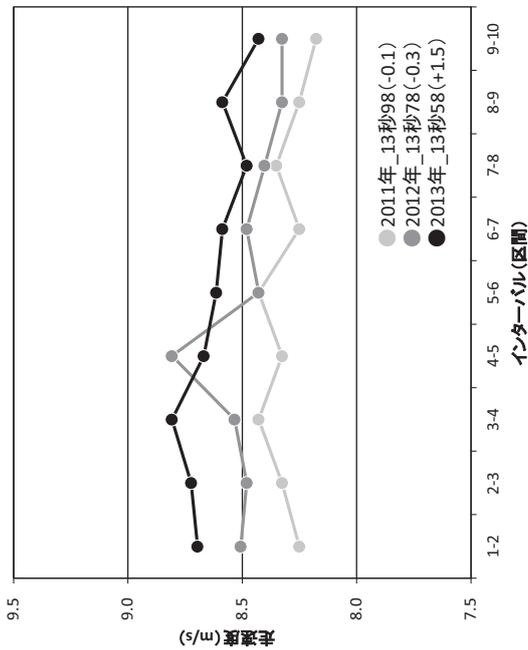


図7. レース中の走速度の変化 (大室秀樹)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

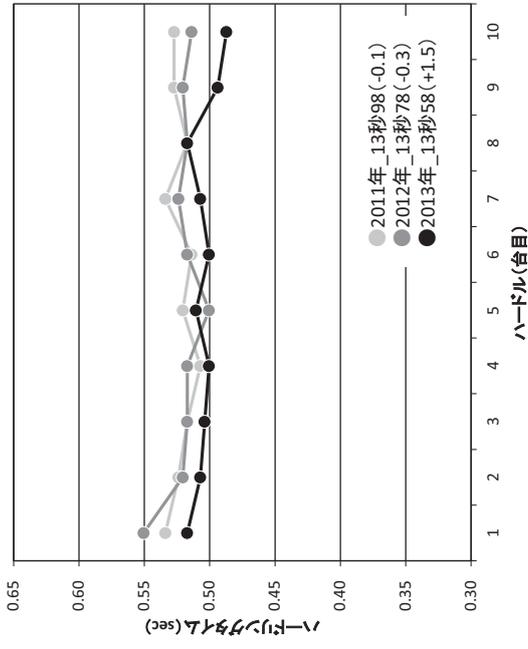


図8. レース中のハードリングタイムの変化 (大室秀樹)
上; 1 台ごと, 下; 3 区間の平均

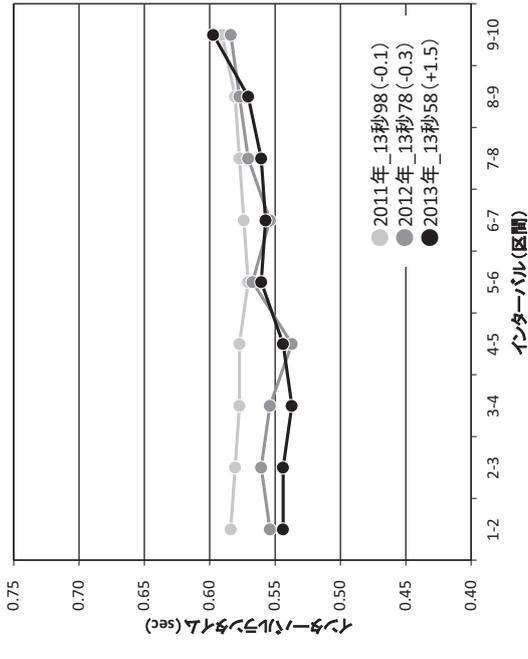


図9. レース中のインターバルランタイムの変化 (大室秀樹)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

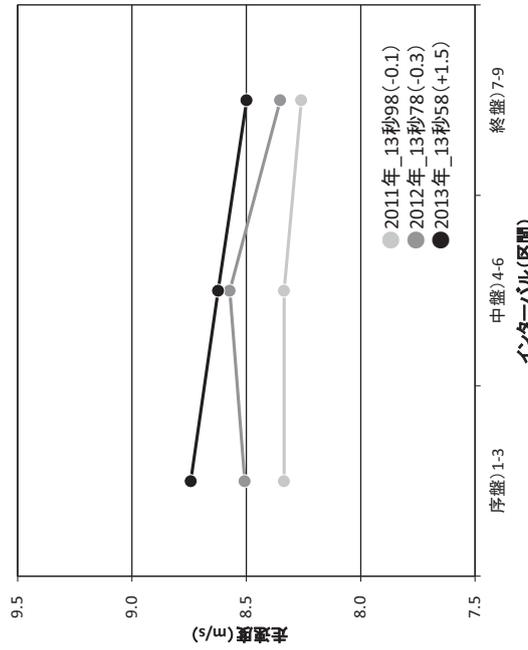


図7. レース中の走速度の変化 (大室秀樹)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

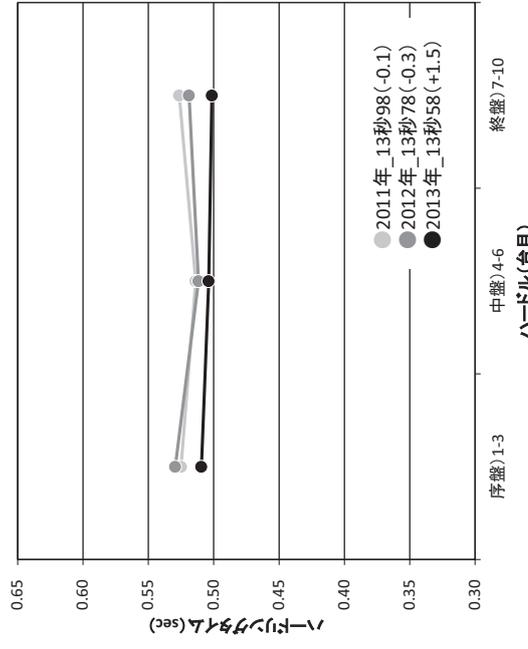


図8. レース中のハードリングタイムの変化 (大室秀樹)
上; 1 台ごと, 下; 3 区間の平均

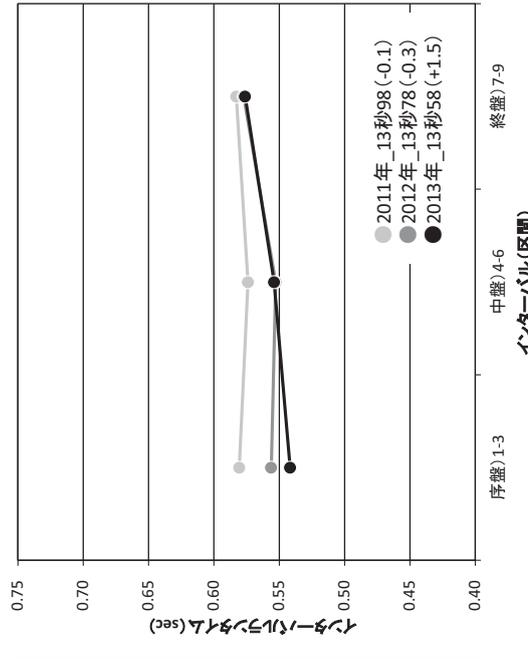


図9. レース中のインターバルランタイムの変化 (大室秀樹)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

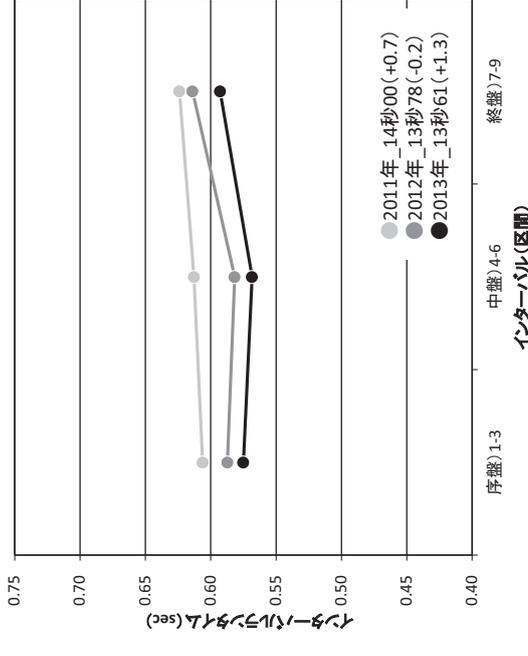
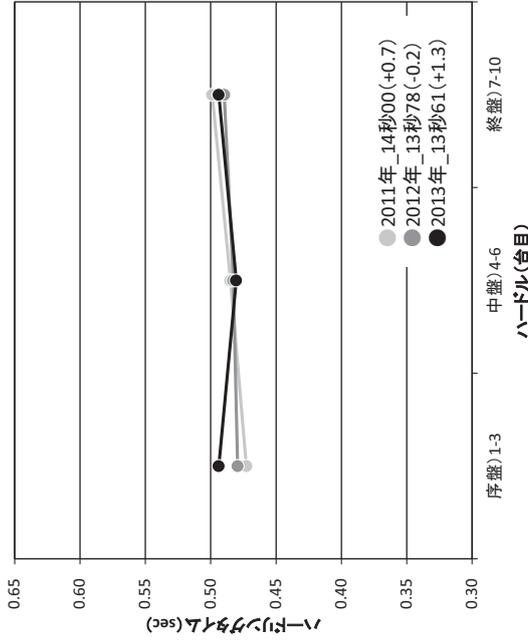
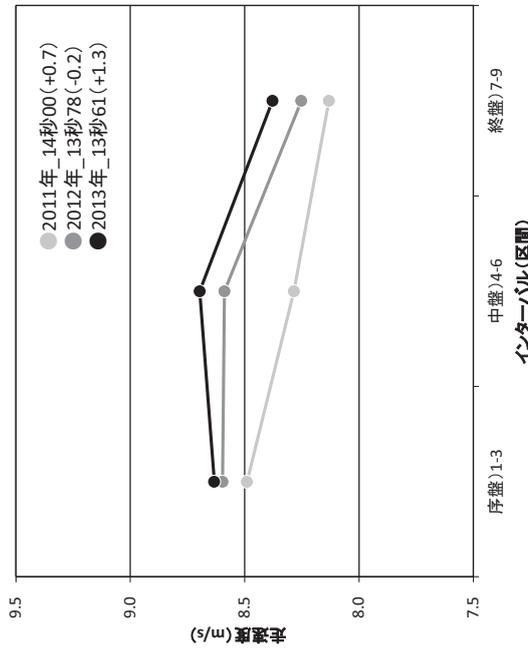
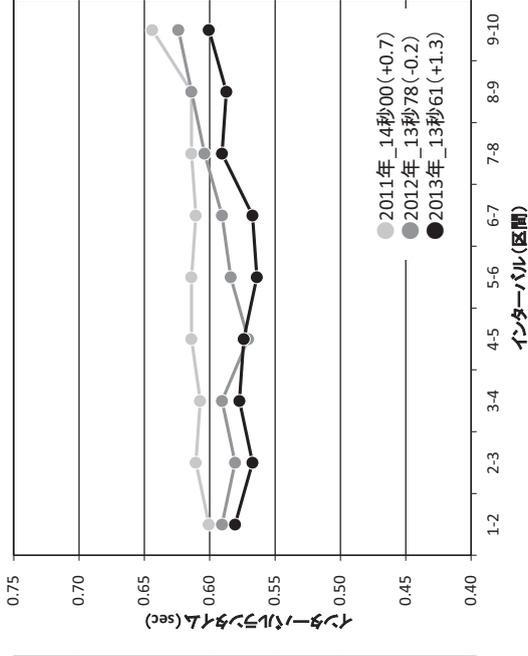
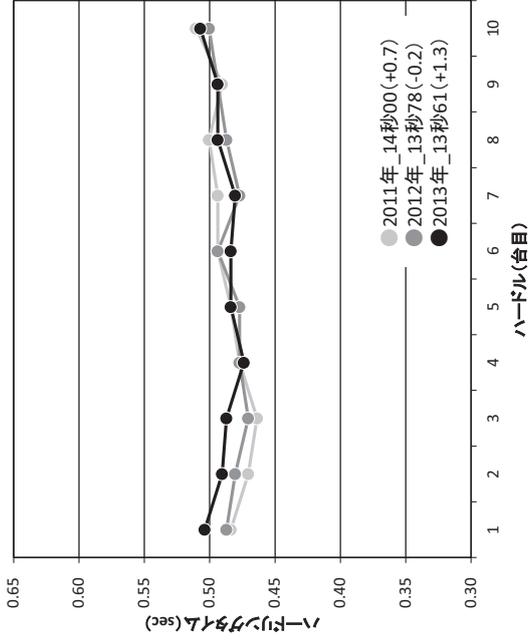
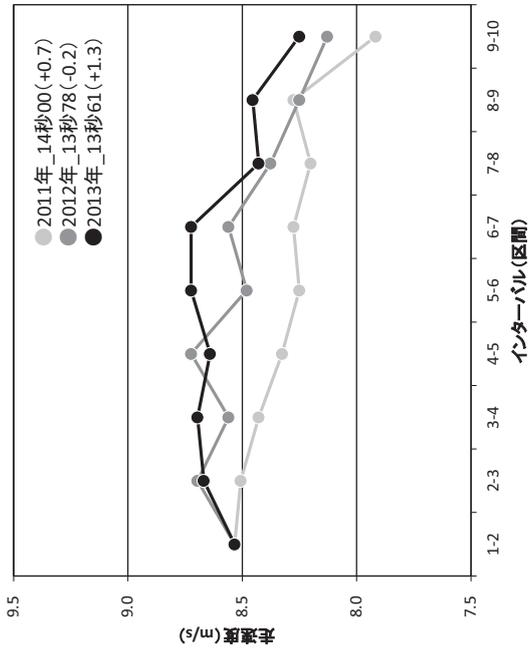


図 10. レース中の走速の変化 (佐藤大志)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

図 11. レース中のハードリングタイムの変化 (佐藤大志)
上; 1 台ごと, 下; 3 区間の平均

図 12. レース中のインターバルランタイムの変化 (佐藤大志)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

表 4. レース分析結果一覧 (三田恭平)

競技名_期日 モデル 13世果選手権 参加標準A	ラウンド	記録	風	1区間ごと										3区間の平均																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	アプローチ	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	ランイン	アプローチ	序盤)1-3	中盤)4-6	終盤)7-10					
※ 織田記念_120429	決勝B	13.87	+1.1	タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) 走速度(m/s)	2.59	3.65	4.68	4.88	5.70	6.74	7.77	8.80	9.85	10.92	11.99	13.40	2.59	1.04	1.04	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.05	1.07	1.08	1.41	2.59	1.04	1.03	1.15	1.41
				ハードル(台目)→ インターバル(区間)→	5.30	8.64	8.82	8.94	8.83	8.88	8.89	8.70	8.55	8.48	9.97	5.30	8.80	8.80	8.87	8.58	9.97	5.30	8.80	8.87	8.58	9.97	5.30	8.80	8.87	8.58	9.97		
				タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) 走速度(m/s)	2.69	3.78	4.86	5.94	7.03	8.10	9.19	10.28	11.37	12.46	13.87	2.69	1.09	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.41	2.69	1.09	1.08	1.09	1.41
日本選手権_120609	予選3組	13.92	0.0	タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	2.68	3.78	4.89	5.97	7.04	8.11	9.20	10.28	11.38	12.49	13.92	2.68	1.10	1.10	1.08	1.07	1.08	1.08	1.08	1.10	1.11	1.11	1.43	2.68	1.10	1.08	1.10	1.43	
				タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	5.11	8.30	8.28	8.45	8.56	8.51	8.43	8.43	8.33	8.25	9.78	5.11	0.51	0.51	0.52	0.51	0.51	0.51	0.51	0.52	0.52	0.52	0.52	5.11	0.51	0.52	0.52	0.52	
				タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	2.68	3.78	4.87	5.95	7.01	8.09	9.16	10.23	11.31	12.38	13.79	2.68	1.10	1.09	1.07	1.06	1.08	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.41	2.68	1.09	1.07	1.07	1.41	
日本選手権_120610	準決勝1組	13.79	+2.4	タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	2.68	3.78	4.86	5.94	7.02	8.10	9.18	10.27	11.38	12.47	13.92	2.68	1.10	1.09	1.07	1.06	1.08	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.41	2.68	1.09	1.07	1.07	1.41	
				タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	5.11	8.30	8.40	8.51	8.59	8.45	8.53	8.53	8.51	8.56	9.91	5.11	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	5.11	0.51	0.51	0.51	0.50	
				タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	2.67	3.78	4.86	5.94	7.02	8.10	9.18	10.27	11.38	12.47	13.92	2.67	1.10	1.09	1.07	1.06	1.08	1.08	1.09	1.11	1.09	1.09	1.45	2.67	1.09	1.08	1.10	1.45	
織田記念_130429	予選	13.77	+2.4	タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	2.66	3.76	4.83	5.90	6.96	8.03	9.10	10.17	11.26	12.34	13.77	2.66	1.10	1.07	1.07	1.05	1.07	1.07	1.07	1.09	1.08	1.08	1.43	2.66	1.08	1.07	1.08	1.43	
				タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	5.16	8.33	8.51	8.53	8.67	8.51	8.53	8.53	8.40	8.48	9.80	5.13	0.58	0.58	0.56	0.57	0.56	0.57	0.58	0.59	0.59	0.59	0.59	5.13	0.58	0.57	0.55	0.57	
				タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	2.70	3.80	4.90	5.97	7.03	8.11	9.19	10.28	11.39	12.48	13.92	2.70	1.10	1.10	1.07	1.06	1.08	1.08	1.09	1.11	1.09	1.09	1.44	2.70	1.09	1.07	1.10	1.44	
日本選手権_130608	予選	13.96	-0.1	タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	5.09	8.28	8.33	8.51	8.45	8.43	8.45	8.48	8.38	8.43	9.73	5.09	0.60	0.58	0.56	0.56	0.57	0.58	0.58	0.59	0.59	0.59	0.59	5.09	0.58	0.57	0.55	0.59	
				タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	2.71	3.82	4.90	5.98	7.06	8.14	9.23	10.32	11.42	12.52	13.96	2.71	1.11	1.08	1.08	1.08	1.08	1.09	1.08	1.10	1.10	1.10	1.44	2.71	1.09	1.08	1.10	1.44	
				タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	5.07	8.23	8.45	8.43	8.45	8.48	8.48	8.43	8.30	8.30	9.73	5.07	0.59	0.59	0.58	0.57	0.57	0.58	0.59	0.59	0.60	0.60	0.60	5.07	0.59	0.58	0.58	0.60	
※ 日本選手権_130609	準決勝	13.88	+1.2	タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	2.69	3.79	4.88	5.96	7.04	8.11	9.19	10.26	11.35	12.45	13.88	2.69	1.10	1.09	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08	1.09	1.09	1.09	1.43	2.69	1.09	1.07	1.09	1.43	
				タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	5.11	8.28	8.38	8.45	8.51	8.48	8.53	8.48	8.38	8.35	9.80	5.11	0.60	0.59	0.58	0.58	0.58	0.59	0.59	0.60	0.60	0.60	0.60	5.11	0.59	0.58	0.58	0.60	
				タツ子ダウンタイム(sec) 区間タイム(sec) ハードリングタイム(sec) インターバルランタイム(sec) 走速度(m/s)	2.69	3.79	4.88	5.96	7.04	8.11	9.19	10.26	11.35	12.45	13.88	2.69	1.10	1.09	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08	1.09	1.09	1.09	1.43	2.69	1.09	1.07	1.09	1.43	

※ 太字で示したレースは各年の最も記録のよかったレース(測定したもののみ)を示す

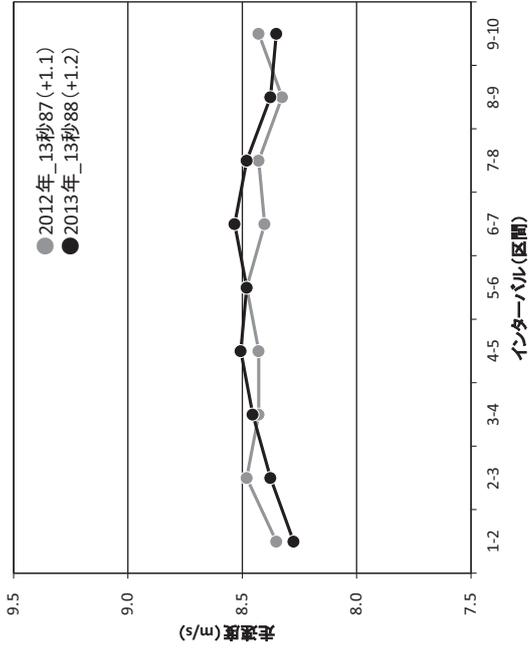


図13. レース中の走速度の変化 (三田恭平)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

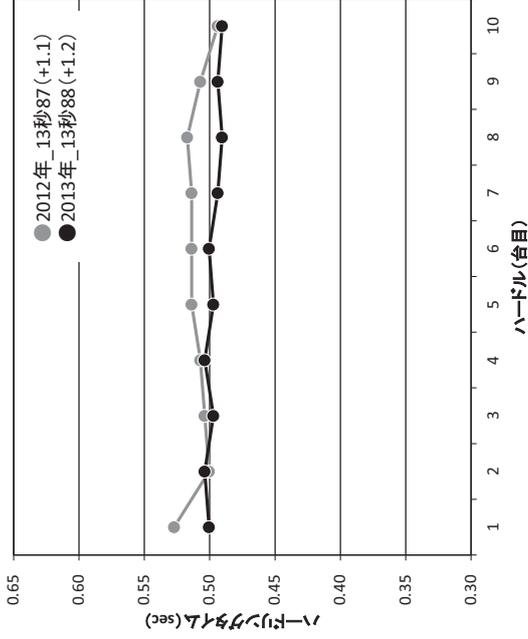


図14. レース中のハードリングタイムの変化 (三田恭平)
上; 1 台ごと, 下; 3 区間の平均

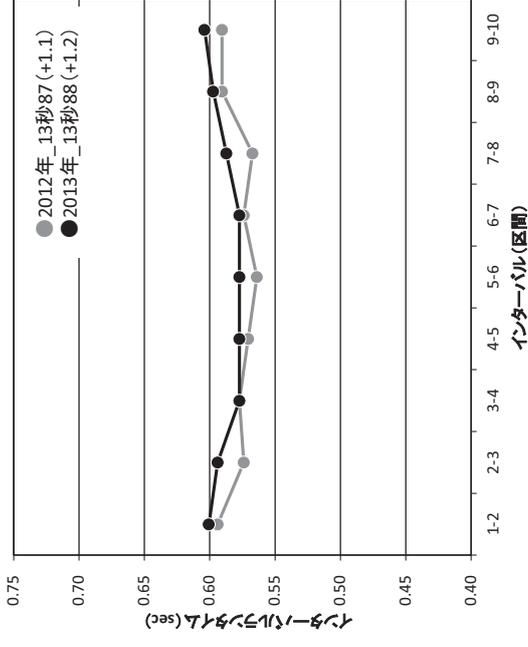


図15. レース中のインターバルタイムの変化 (三田恭平)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

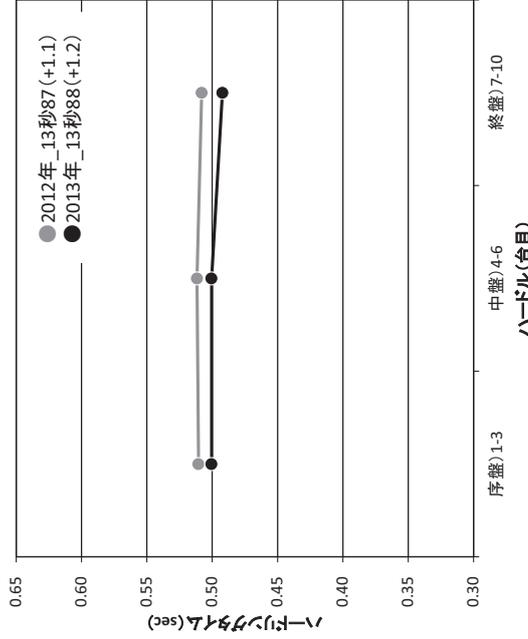


図14. レース中のハードリングタイムの変化 (三田恭平)
上; 1 台ごと, 下; 3 区間の平均

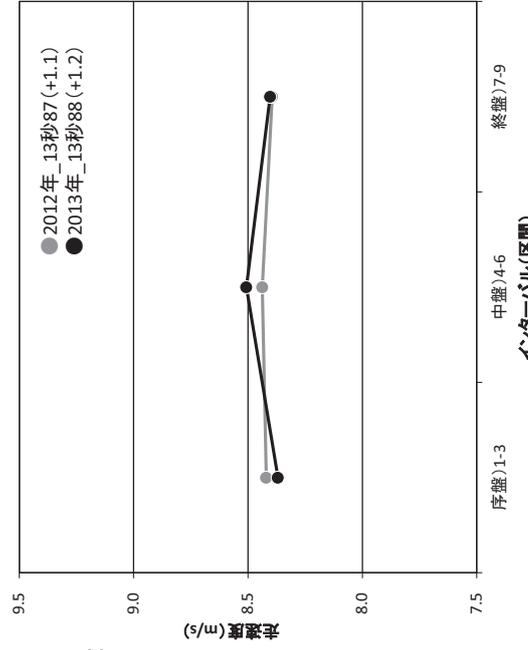


図13. レース中の走速度の変化 (三田恭平)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

表 5. レース分析結果一覧 (矢澤航)

競走名・期日 モテル 13出走権 参加権者A	ラウンド	記録(秒)	風	1区間ごと											3区間の平均																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
				1	2	2-3	3	3-4	4	4-5	5	5-6	6-7	7	7-8	8	8-9	9	9-10	10	10-11	11	11-12	12	12-13	13	13-14	14	14-15	15	15-16	16	16-17	17	17-18	18	18-19	19	19-20	20	20-21	21	21-22	22	22-23	23	23-24	24	24-25	25	25-26	26	26-27	27	27-28	28	28-29	29	29-30	30	30-31	31	31-32	32	32-33	33	33-34	34	34-35	35	35-36	36	36-37	37	37-38	38	38-39	39	39-40	40	40-41	41	41-42	42	42-43	43	43-44	44	44-45	45	45-46	46	46-47	47	47-48	48	48-49	49	49-50	50	50-51	51	51-52	52	52-53	53	53-54	54	54-55	55	55-56	56	56-57	57	57-58	58	58-59	59	59-60	60	60-61	61	61-62	62	62-63	63	63-64	64	64-65	65	65-66	66	66-67	67	67-68	68	68-69	69	69-70	70	70-71	71	71-72	72	72-73	73	73-74	74	74-75	75	75-76	76	76-77	77	77-78	78	78-79	79	79-80	80	80-81	81	81-82	82	82-83	83	83-84	84	84-85	85	85-86	86	86-87	87	87-88	88	88-89	89	89-90	90	90-91	91	91-92	92	92-93	93	93-94	94	94-95	95	95-96	96	96-97	97	97-98	98	98-99	99	99-100	100	100-101	101	101-102	102	102-103	103	103-104	104	104-105	105	105-106	106	106-107	107	107-108	108	108-109	109	109-110	110	110-111	111	111-112	112	112-113	113	113-114	114	114-115	115	115-116	116	116-117	117	117-118	118	118-119	119	119-120	120	120-121	121	121-122	122	122-123	123	123-124	124	124-125	125	125-126	126	126-127	127	127-128	128	128-129	129	129-130	130	130-131	131	131-132	132	132-133	133	133-134	134	134-135	135	135-136	136	136-137	137	137-138	138	138-139	139	139-140	140	140-141	141	141-142	142	142-143	143	143-144	144	144-145	145	145-146	146	146-147	147	147-148	148	148-149	149	149-150	150	150-151	151	151-152	152	152-153	153	153-154	154	154-155	155	155-156	156	156-157	157	157-158	158	158-159	159	159-160	160	160-161	161	161-162	162	162-163	163	163-164	164	164-165	165	165-166	166	166-167	167	167-168	168	168-169	169	169-170	170	170-171	171	171-172	172	172-173	173	173-174	174	174-175	175	175-176	176	176-177	177	177-178	178	178-179	179	179-180	180	180-181	181	181-182	182	182-183	183	183-184	184	184-185	185	185-186	186	186-187	187	187-188	188	188-189	189	189-190	190	190-191	191	191-192	192	192-193	193	193-194	194	194-195	195	195-196	196	196-197	197	197-198	198	198-199	199	199-200	200	200-201	201	201-202	202	202-203	203	203-204	204	204-205	205	205-206	206	206-207	207	207-208	208	208-209	209	209-210	210	210-211	211	211-212	212	212-213	213	213-214	214	214-215	215	215-216	216	216-217	217	217-218	218	218-219	219	219-220	220	220-221	221	221-222	222	222-223	223	223-224	224	224-225	225	225-226	226	226-227	227	227-228	228	228-229	229	229-230	230	230-231	231	231-232	232	232-233	233	233-234	234	234-235	235	235-236	236	236-237	237	237-238	238	238-239	239	239-240	240	240-241	241	241-242	242	242-243	243	243-244	244	244-245	245	245-246	246	246-247	247	247-248	248	248-249	249	249-250	250	250-251	251	251-252	252	252-253	253	253-254	254	254-255	255	255-256	256	256-257	257	257-258	258	258-259	259	259-260	260	260-261	261	261-262	262	262-263	263	263-264	264	264-265	265	265-266	266	266-267	267	267-268	268	268-269	269	269-270	270	270-271	271	271-272	272	272-273	273	273-274	274	274-275	275	275-276	276	276-277	277	277-278	278	278-279	279	279-280	280	280-281	281	281-282	282	282-283	283	283-284	284	284-285	285	285-286	286	286-287	287	287-288	288	288-289	289	289-290	290	290-291	291	291-292	292	292-293	293	293-294	294	294-295	295	295-296	296	296-297	297	297-298	298	298-299	299	299-300	300	300-301	301	301-302	302	302-303	303	303-304	304	304-305	305	305-306	306	306-307	307	307-308	308	308-309	309	309-310	310	310-311	311	311-312	312	312-313	313	313-314	314	314-315	315	315-316	316	316-317	317	317-318	318	318-319	319	319-320	320	320-321	321	321-322	322	322-323	323	323-324	324	324-325	325	325-326	326	326-327	327	327-328	328	328-329	329	329-330	330	330-331	331	331-332	332	332-333	333	333-334	334	334-335	335	335-336	336	336-337	337	337-338	338	338-339	339	339-340	340	340-341	341	341-342	342	342-343	343	343-344	344	344-345	345	345-346	346	346-347	347	347-348	348	348-349	349	349-350	350	350-351	351	351-352	352	352-353	353	353-354	354	354-355	355	355-356	356	356-357	357	357-358	358	358-359	359	359-360	360	360-361	361	361-362	362	362-363	363	363-364	364	364-365	365	365-366	366	366-367	367	367-368	368	368-369	369	369-370	370	370-371	371	371-372	372	372-373	373	373-374	374	374-375	375	375-376	376	376-377	377	377-378	378	378-379	379	379-380	380	380-381	381	381-382	382	382-383	383	383-384	384	384-385	385	385-386	386	386-387	387	387-388	388	388-389	389	389-390	390	390-391	391	391-392	392	392-393	393	393-394	394	394-395	395	395-396	396	396-397	397	397-398	398	398-399	399	399-400	400	400-401	401	401-402	402	402-403	403	403-404	404	404-405	405	405-406	406	406-407	407	407-408	408	408-409	409	409-410	410	410-411	411	411-412	412	412-413	413	413-414	414	414-415	415	415-416	416	416-417	417	417-418	418	418-419	419	419-420	420	420-421	421	421-422	422	422-423	423	423-424	424	424-425	425	425-426	426	426-427	427	427-428	428	428-429	429	429-430	430	430-431	431	431-432	432	432-433	433	433-434	434	434-435	435	435-436	436	436-437	437	437-438	438	438-439	439	439-440	440	440-441	441	441-442	442	442-443	443	443-444	444	444-445	445	445-446	446	446-447	447	447-448	448	448-449	449	449-450	450	450-451	451	451-452	452	452-453	453	453-454	454	454-455	455	455-456	456	456-457	457	457-458	458	458-459	459	459-460	460	460-461	461	461-462	462	462-463	463	463-464	464	464-465	465	465-466	466	466-467	467	467-468	468	468-469	469	469-470	470	470-471	471	471-472	472	472-473	473	473-474	474	474-475	475	475-476	476	476-477	477	477-478	478	478-479	479	479-480	480	480-481	481	481-482	482	482-483	483	483-484	484	484-485	485	485-486	486	486-487	487	487-488	488	488-489	489	489-490	490	490-491	491	491-492	492	492-493	493	493-494	494	494-495	495	495-496	496	496-497	497	497-498	498	498-499	499	499-500	500	500-501	501	501-502	502	502-503	503	503-504	504	504-505	505	505-506	506	506-507	507	507-508	508	508-509	509	509-510	510	510-511	511	511-512	512	512-513	513	513-514	514	514-515	515	515-516	516	516-517	517	517-518	518	518-519	519	519-520	520	520-521	521	521-522	522	522-523	523	523-524	524	524-525	525	525-526	526	526-527	527	527-528	528	528-529	529	529-530	530	530-531	531	531-532	532	532-533	533	533-534	534	534-535	535	535-536	536	536-537	537	537-538	538	538-539	539	539-540	540	540-541	541	541-542	542	542-543	543	543-544	544	544-545	545	545-546	546	546-547	547	547-548	548	548-549	549	549-550	550	550-551	551	551-552	552	552-553	553	553-554	554	554-555	555	555-556	556	556-557	557	557-558	558	558-559	559	559-560	560	560-561	561	561-562	562	562-563	563	563-564	564	564-565	565	565-566	566	566-567	567	567-568	568	568-569	569	569-570	570	570-571	571	571-572	572	572-573	573	573-574	574	574-575	575	575-576	576	576-577	577	577-578	578	578-579	579	579-580	580	580-581	581	581-582	582	582-583	583	583-584	584	584-585	585	585-586	586	586-587	587	587-588	588	588-589	589	589-590	590	590-591	591	591-592	592	592-593	593	593-594	594	594-595	595	595-596	596	596-597	597	597-598	598	598-599	599	599-600	600	600-601	601	601-602	602	602-603	603	603-604	604	604-605	605	605-606	606	606-607	607	607-608	608	608-609	609	609-610	610	610-611	611	611-612	612	612-613	613	613-614	614	614-615	615	615-616	616	616-617	617	617-618	618	618-619	619	619-620	620	620-621	621	621-622	622	622-623	623	623-624	624	624-625	625	625-626

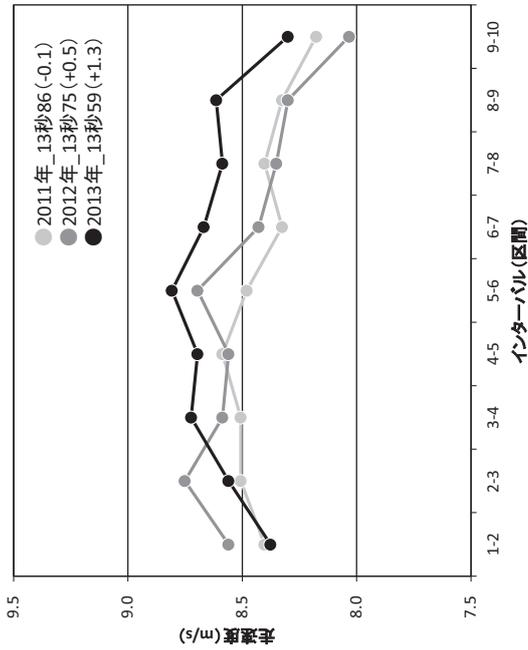


図16. レース中の走速の変化 (矢澤航)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

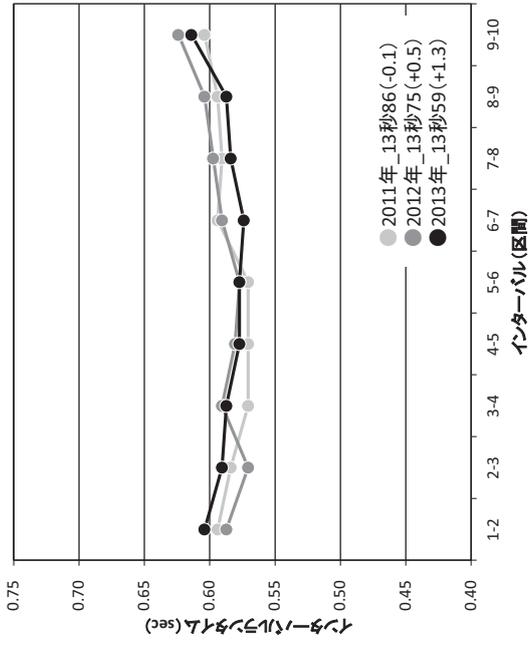
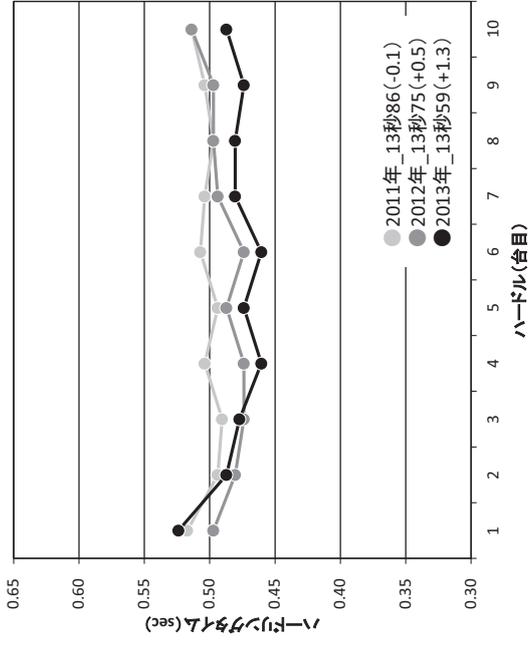


図17. レース中のハードリングタイムの変化 (矢澤航)
上; 1 台ごと, 下; 3 区間の平均

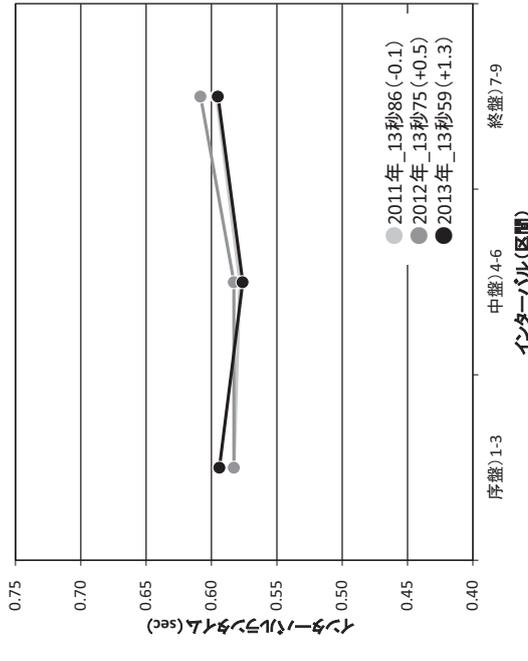
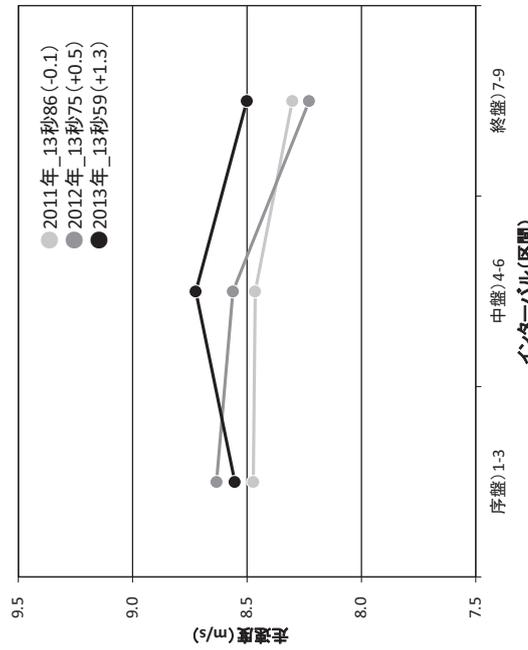


図18. レース中のインターバルランタイムの変化 (矢澤航)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

表 6. レース分析結果一覧 (和戸達哉)

競技名 期日 モテル 13世界選手権 参加標準A	ラウンド	記録(秒)	風	1区間ごと										3区間の平均					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	アプローチ	アプローチ	アプローチ			
織田記念_110503	予選	+2.4	13.97	タッチダウンタイム(sec)	3.65	4.68	5.70	6.74	7.77	8.80	9.85	10.92	11.99	13.40	ランイン	1.04	1.03	1.15	
				区間タイム(sec)	1.06	1.04	1.02	1.03	1.03	1.03	1.05	1.07	1.08	1.41					
				走速度(m/s)	5.30	8.64	8.82	8.94	8.83	8.88	8.89	8.70	8.55	8.48					9.97
				区間タイム(sec)	2.62	3.70	4.77	5.83	6.95	8.03	9.13	10.22	11.31	12.48					13.97
日本選手権_110611	準決勝	-0.1	14.09	タッチダウンタイム(sec)	0.52	1.08	1.07	1.06	1.12	1.08	1.10	1.09	1.10	1.16	1.49	0.49	0.49	0.49	
				区間タイム(sec)	0.61	0.59	0.59	0.61	0.59	0.60	0.61	0.62	0.66	0.98					
				走速度(m/s)	5.24	8.45	8.53	8.59	8.18	8.45	8.33	8.40	8.33	7.87	9.38				
				区間タイム(sec)	2.59	3.68	4.75	5.86	6.93	8.03	9.14	10.24	11.36	12.51	14.09				
※ 日本選手権_110611	決勝	-0.1	13.95	タッチダウンタイム(sec)	0.48	1.10	1.07	1.07	1.10	1.10	1.11	1.12	1.14	1.58	0.47	0.48	0.61		
				区間タイム(sec)	0.63	0.61	0.62	0.61	0.62	0.61	0.61	0.63	0.64	0.85					
				走速度(m/s)	5.31	8.33	8.53	8.28	8.51	8.30	8.25	8.33	8.13	8.01				8.85	
				区間タイム(sec)	2.59	3.68	4.77	5.85	6.91	7.99	9.09	10.19	11.29	12.44				13.95	
織田記念_120429	決勝A	+2.1	13.70	タッチダウンタイム(sec)	0.48	1.07	1.08	1.05	1.05	1.08	1.06	1.06	1.10	1.44	0.47	0.47	0.47		
				区間タイム(sec)	0.60	0.61	0.58	0.60	0.61	0.60	0.60	0.62	0.63	0.64					
				走速度(m/s)	5.33	8.28	8.53	8.61	8.40	8.59	8.45	8.38	8.13	8.13				9.36	
				区間タイム(sec)	2.55	3.64	4.71	5.75	6.80	7.86	8.93	10.00	11.09	12.22				13.71	
水戸招待_120504	決勝	-0.3	13.88	タッチダウンタイム(sec)	0.47	1.10	1.07	1.06	1.09	1.06	1.08	1.09	1.12	1.50	0.47	0.46	0.48		
				区間タイム(sec)	0.63	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.63	0.64					
				走速度(m/s)	5.38	8.43	8.51	8.81	8.70	8.61	8.59	8.51	8.35	8.15				9.38	
				区間タイム(sec)	2.59	3.68	4.76	5.82	6.89	7.98	9.07	10.19	11.30	12.45				13.98	
※ GGP川崎_120506	決勝	+0.2	13.71	タッチダウンタイム(sec)	0.48	1.09	1.08	1.05	1.07	1.09	1.09	1.12	1.11	1.53	0.48	0.47	0.49		
				区間タイム(sec)	0.61	0.61	0.59	0.60	0.63	0.60	0.63	0.63	0.66	0.66					
				走速度(m/s)	5.31	8.38	8.43	8.67	8.51	8.38	8.40	8.13	8.23	7.96				9.18	
				区間タイム(sec)	2.61	3.70	4.78	5.86	6.93	8.02	9.11	10.23	11.35	12.48				13.98	
日本選手権_120609	予選1組	+0.8	13.88	タッチダウンタイム(sec)	0.48	1.09	1.08	1.07	1.08	1.09	1.09	1.12	1.12	1.50	0.47	0.47	0.48		
				区間タイム(sec)	0.62	0.62	0.62	0.62	0.60	0.61	0.60	0.65	0.63	0.64					
				走速度(m/s)	5.26	8.40	8.43	8.51	8.48	8.38	8.40	8.15	8.15	8.13				9.34	
				区間タイム(sec)	2.59	3.66	4.75	5.81	6.87	7.95	9.00	10.09	11.12	12.32				14.26	
織田記念_130429	予選	+2.4	14.26	タッチダウンタイム(sec)	0.49	1.07	1.09	1.05	1.06	1.08	1.05	1.09	1.03	1.40	1.74	0.48	0.47	0.48	
				区間タイム(sec)	0.59	0.62	0.59	0.60	0.61	0.60	0.61	0.61	0.61	0.82					
				走速度(m/s)	5.31	8.53	8.35	8.67	8.61	8.45	8.67	8.40	8.89	8.52	8.05				
				区間タイム(sec)	2.64	3.72	4.84	5.93	7.03	8.11	9.20	10.32	11.46	12.62	14.14				
※ 水戸招待_130504	予選	+0.6	14.14	タッチダウンタイム(sec)	0.48	1.06	1.12	1.09	1.09	1.09	1.08	1.07	1.15	1.52	0.48	0.47	0.49		
				区間タイム(sec)	0.62	0.64	0.64	0.61	0.62	0.62	0.61	0.64	0.66	0.64					
				走速度(m/s)	5.20	8.45	8.13	8.38	8.35	8.40	8.45	8.15	7.96	7.92				9.22	
				区間タイム(sec)	2.60	3.93	5.15	6.34	7.46	8.60	9.71	10.83	11.97	13.13				14.68	
水戸招待_130504	決勝	-1.3	14.68	タッチダウンタイム(sec)	0.44	1.33	1.22	1.19	1.12	1.13	1.11	1.12	1.14	1.16	1.55	0.49	0.47	0.49	
				区間タイム(sec)	0.73	0.72	0.67	0.63	0.64	0.64	0.64	0.65	0.67	0.67					
				走速度(m/s)	5.29	6.85	7.48	7.69	8.13	8.06	8.20	8.18	8.01	7.87	9.06				
				区間タイム(sec)	2.63	3.74	4.82	5.91	7.02	8.11	9.22	10.32	11.45	12.63	14.15				
日本選手権_130608	予選	-0.4	14.15	タッチダウンタイム(sec)	0.47	1.11	1.08	1.09	1.11	1.09	1.10	1.10	1.13	1.18	1.52	0.47	0.48	0.48	
				区間タイム(sec)	0.65	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.63	0.63	0.65	0.68					
				走速度(m/s)	5.21	8.23	8.48	8.40	8.20	8.38	8.30	8.30	8.08	7.76	9.20				
				区間タイム(sec)	2.63	3.74	4.82	5.91	7.02	8.11	9.22	10.32	11.45	12.63	14.15				

※ 太字で示したレースは各年の最も記録のよかつたレース(測定したのみ)を示す

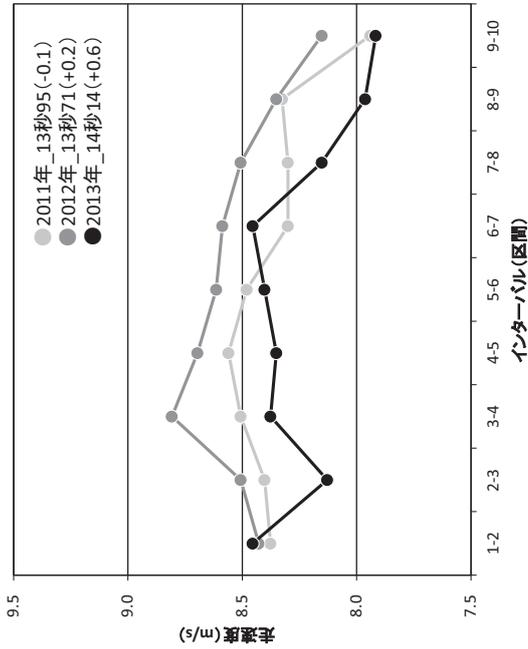


図19. レース中の走速の変化 (和戸達哉)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

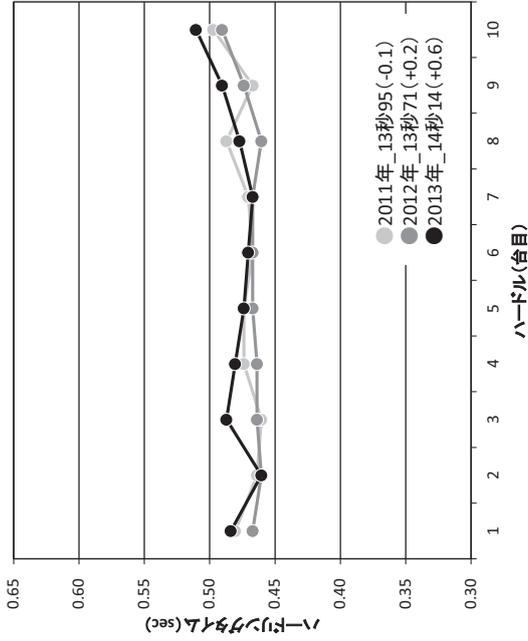


図20. レース中のハードリングタイムの変化 (和戸達哉)
上; 1 台ごと, 下; 3 区間の平均

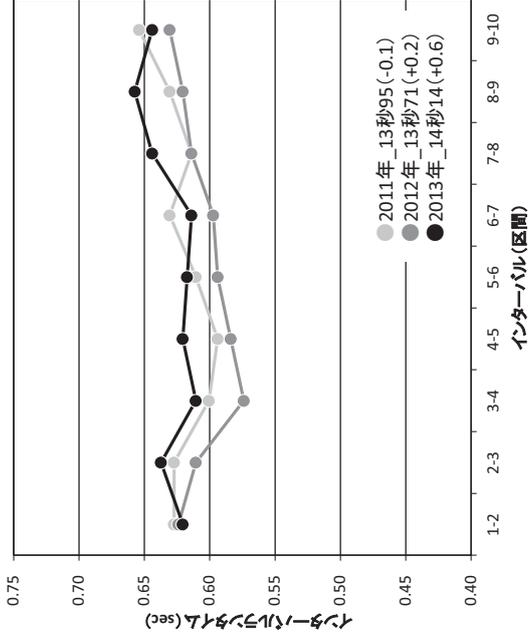


図21. レース中のインターバルランタイムの変化 (和戸達哉)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

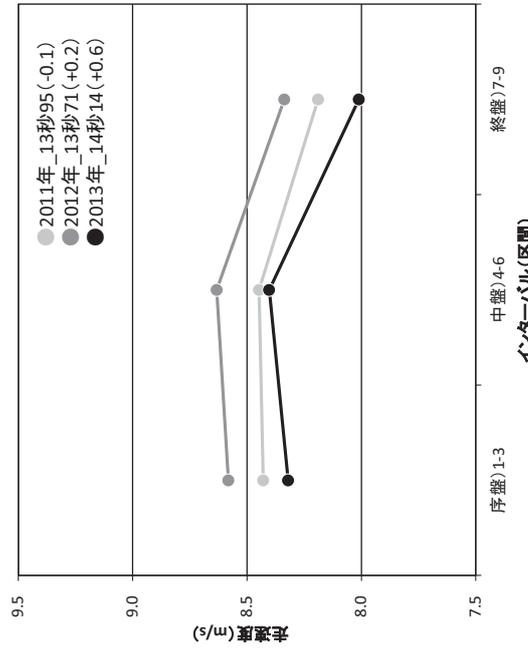


図19. レース中の走速の変化 (和戸達哉)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

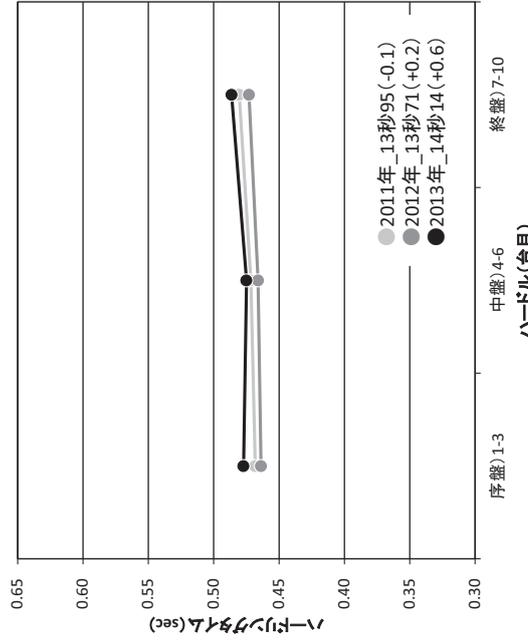


図20. レース中のハードリングタイムの変化 (和戸達哉)
上; 1 台ごと, 下; 3 区間の平均

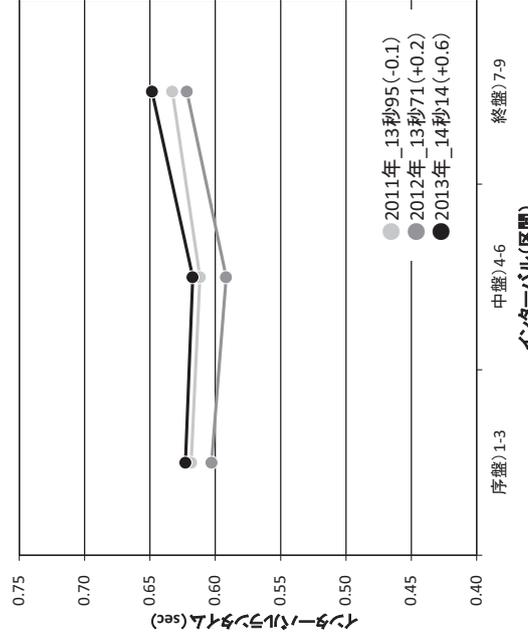


図21. レース中のインターバルランタイムの変化 (和戸達哉)
上; 1 区間ごと, 下; 3 区間の平均

日本一流 400m ハードル選手のレースパターン分析
— 2012 年の国内主要大会について —

森丘保典¹⁾ 貴嶋孝太²⁾ 千葉佳裕³⁾ 谷川聡⁴⁾ 杉田正明⁵⁾ 阿江通良⁴⁾

1) 日本体育協会 2) 国立スポーツ科学センター 3) 城西大学 4) 筑波大学 5) 三重大学

1. はじめに

する。

本稿では、2012 年シーズンに開催された国内主要大会（静岡国際陸上、日本選手権）における日本一流 400m ハードル選手のタッチダウンタイムやハードル区間の時間、速度および歩数について報告

2. 方法

複数台のデジタルビデオカメラを用いて、スタートピストルの閃光を写した後、インターバルの歩数

表 1 静岡国際陸上（男子）

氏名	順位	項目	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
岸本 鷹幸	1位	区間時間 (sec)	5.77	3.74	3.80	3.94	4.10	4.34	4.35	4.50	4.55	4.60	5.19
		通過時間 (sec)	5.77	9.51	13.31	17.25	21.35	25.69	30.04	34.54	39.09	43.69	48.88
		区間速度 (m/s)	7.80	9.36	9.21	8.88	8.54	8.06	8.05	7.78	7.69	7.61	7.71
		歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
今関 雄太	3位	区間時間 (sec)	6.22	3.89	3.90	3.99	4.15	4.15	4.29	4.49	4.60	4.70	5.38
		通過時間 (sec)	6.22	10.11	14.01	18.00	22.15	26.30	30.59	35.08	39.68	44.38	49.76
		区間速度 (m/s)	7.23	9.00	8.97	8.77	8.43	8.43	8.16	7.80	7.61	7.45	7.43
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
野澤 啓佑	4位	区間時間 (sec)	6.17	3.90	4.00	4.05	4.20	4.22	4.35	4.45	4.64	4.77	5.25
		通過時間 (sec)	6.17	10.07	14.07	18.12	22.32	26.54	30.89	35.34	39.98	44.75	50.00
		区間速度 (m/s)	7.29	8.97	8.75	8.64	8.33	8.29	8.05	7.87	7.54	7.34	7.62
		歩数		14	14	14	14	14	14	14	14	15	
記野 友晴	5位	区間時間 (sec)	6.07	3.85	3.95	4.00	4.10	4.29	4.42	4.60	4.79	4.76	5.25
		通過時間 (sec)	6.07	9.92	13.87	17.87	21.97	26.26	30.68	35.28	40.07	44.83	50.08
		区間速度 (m/s)	7.41	9.09	8.86	8.75	8.54	8.16	7.92	7.61	7.31	7.35	7.62
		歩数		13	13	13	14	14	15	15	15	15	
舘野 哲也	6位	区間時間 (sec)	6.14	3.90	3.92	3.99	4.04	4.25	4.40	4.49	4.65	4.84	5.53
		通過時間 (sec)	6.14	10.04	13.96	17.95	21.99	26.24	30.64	35.13	39.78	44.62	50.15
		区間速度 (m/s)	7.33	8.97	8.93	8.77	8.66	8.24	7.95	7.80	7.53	7.23	7.23
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	

表 2 静岡国際陸上（女子）

氏名	S5	項目	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
久保倉 里美	2位	区間時間 (sec)	6.49	4.19	4.50	4.60	4.64	4.70	4.94	5.16	5.26	5.32	6.23
		通過時間 (sec)	6.49	10.68	15.18	19.78	24.42	29.12	34.06	39.22	44.48	49.80	56.03
		区間速度 (m/s)	6.93	8.35	7.78	7.61	7.54	7.45	7.09	6.78	6.65	6.58	6.42
		歩数		15	16	16	16	16	17	17	17	17	
田子 雅	3位	区間時間 (sec)	6.77	4.44	4.50	4.55	4.65	4.80	5.11	5.14	5.22	5.31	6.08
		通過時間 (sec)	6.77	11.21	15.71	20.26	24.91	29.71	34.82	39.96	45.18	50.49	56.57
		区間速度 (m/s)	6.65	7.88	7.78	7.69	7.53	7.29	6.85	6.81	6.70	6.59	6.58
		歩数		15	15	15	15	15	16	16	16	16	
米田 知美	4位	区間時間 (sec)	6.92	4.47	4.59	4.60	4.64	4.80	4.97	5.11	5.26	5.32	6.12
		通過時間 (sec)	6.92	11.39	15.98	20.58	25.22	30.02	34.99	40.10	45.36	50.68	56.80
		区間速度 (m/s)	6.50	7.83	7.63	7.61	7.54	7.29	7.04	6.85	6.65	6.58	6.54
		歩数		15	15	15	15	16	16	16	16	17	

と10台のハードルクリアランス直後の着地が確認できるように選手を追従撮影した。撮影後、ピストルの閃光を基準に各ハードルクリアランス直後のタッチダウンタイムを読みとり、各ハードル区間に要した時間（区間時間）を求めた。ハードル区間

歩数は、ハードルクリアランス直後の先行（リード）脚の着地から逆脚の接地までを1歩目とし、次のハードルクリアランス直前の接地までの歩数とした。測定区間の平均疾走速度は、ハードル区間距離を区間時間で除すことにより求めた。

表3 日本選手権（男子）

氏名	順位	項目	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
岸本 鷹幸	1位	区間時間 (sec)	5.76	3.67	3.82	3.90	4.10	4.24	4.25	4.42	4.50	4.62	5.13
		通過時間 (sec)	5.76	9.43	13.25	17.15	21.25	25.49	29.74	34.16	38.66	43.28	48.41
		区間速度 (m/s)	7.81	9.54	9.16	8.97	8.54	8.25	8.24	7.92	7.78	7.58	7.80
		歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
中村 明彦	2位	区間時間 (sec)	6.09	3.87	4.05	4.14	4.19	4.29	4.35	4.44	4.59	4.48	4.89
		通過時間 (sec)	6.09	9.96	14.01	18.15	22.34	26.63	30.98	35.42	40.01	44.49	49.38
		区間速度 (m/s)	7.39	9.04	8.64	8.45	8.35	8.16	8.05	7.88	7.63	7.81	8.18
		歩数		13	13	13	13	14	14	14	15	15	
舘野 哲也	3位	区間時間 (sec)	6.12	3.84	3.85	3.99	4.05	4.24	4.34	4.40	4.65	4.72	5.29
		通過時間 (sec)	6.12	9.96	13.81	17.80	21.85	26.09	30.43	34.83	39.48	44.20	49.49
		区間速度 (m/s)	7.35	9.11	9.09	8.77	8.64	8.25	8.06	7.95	7.53	7.42	7.56
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	16	16	
今関 雄太	4位	区間時間 (sec)	6.19	3.95	3.97	4.14	4.23	4.24	4.24	4.29	4.44	4.52	5.29
		通過時間 (sec)	6.19	10.14	14.11	18.25	22.48	26.72	30.96	35.25	39.69	44.21	49.50
		区間速度 (m/s)	7.27	8.86	8.82	8.45	8.27	8.25	8.25	8.16	7.88	7.74	7.56
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
安部 孝駿	5位	区間時間 (sec)	6.02	3.77	3.78	3.85	4.04	4.20	4.27	4.52	4.70	4.84	5.58
		通過時間 (sec)	6.02	9.79	13.57	17.42	21.46	25.66	29.93	34.45	39.15	43.99	49.57
		区間速度 (m/s)	7.48	9.28	9.26	9.09	8.66	8.33	8.20	7.74	7.45	7.23	7.17
		歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	

表4 日本選手権（女子）

氏名	順位	項目	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
久保倉 里美	1位	区間時間 (sec)	6.59	4.34	4.47	4.57	4.70	4.80	5.04	5.11	5.07	5.16	6.13
		通過時間 (sec)	6.59	10.93	15.40	19.97	24.67	29.47	34.51	39.62	44.69	49.85	55.98
		区間速度 (m/s)	6.83	8.06	7.83	7.66	7.45	7.29	6.94	6.85	6.90	6.78	6.53
		歩数		16	16	16	16	16	17	17	17	17	
米田 知美	2位	区間時間 (sec)	6.91	4.40	4.49	4.50	4.62	4.72	4.90	5.06	5.24	5.41	6.37
		通過時間 (sec)	6.91	11.31	15.80	20.30	24.92	29.64	34.54	39.60	44.84	50.25	56.62
		区間速度 (m/s)	6.51	7.95	7.80	7.78	7.58	7.42	7.14	6.92	6.68	6.47	6.28
		歩数		15	15	15	15	16	16	16	16	17	

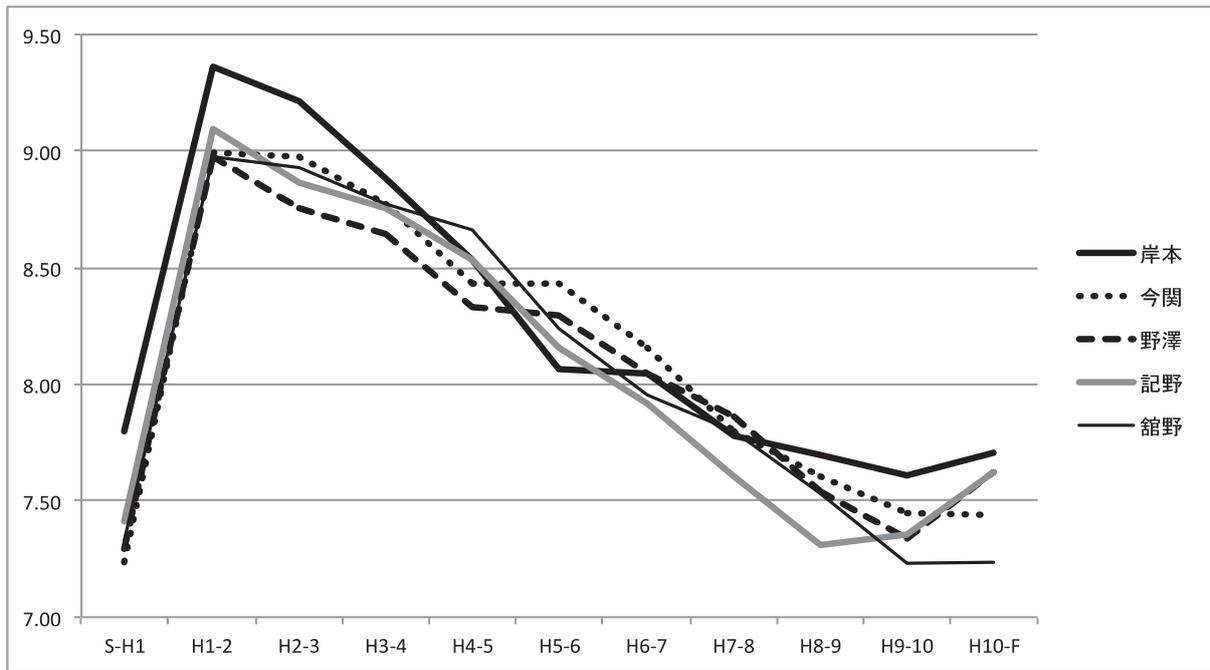


図1 静岡国際陸上 (男子)

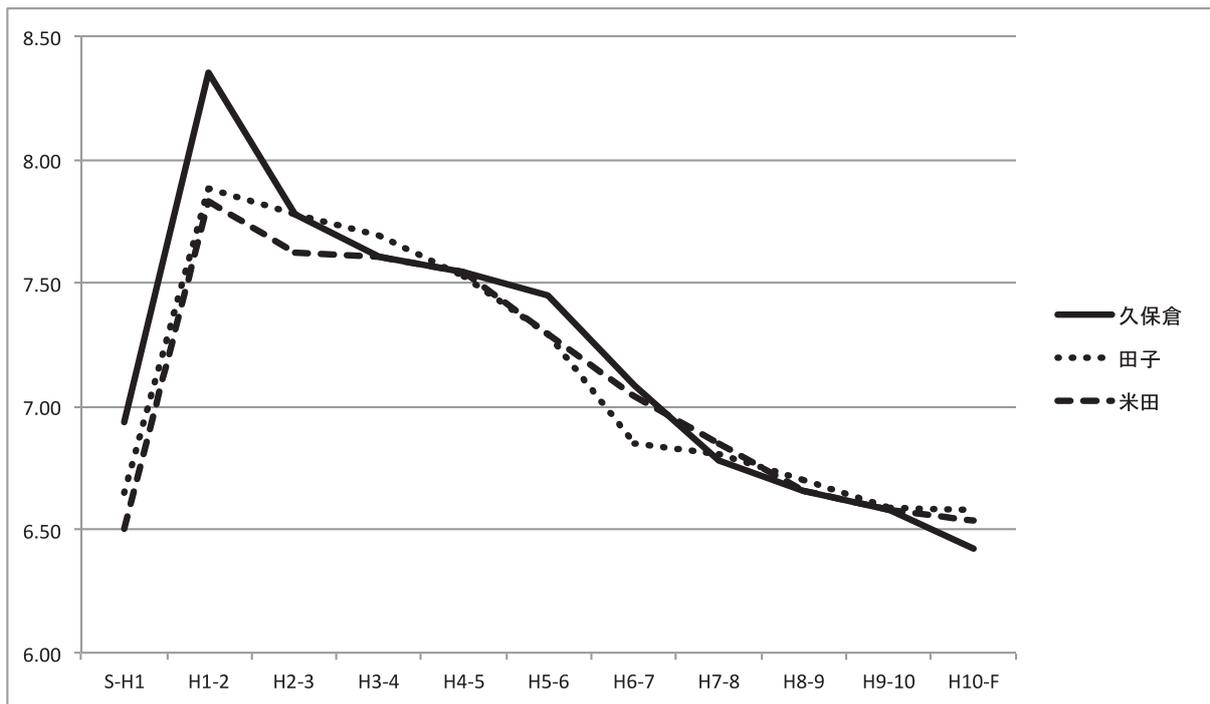


図2 静岡国際陸上 (女子)

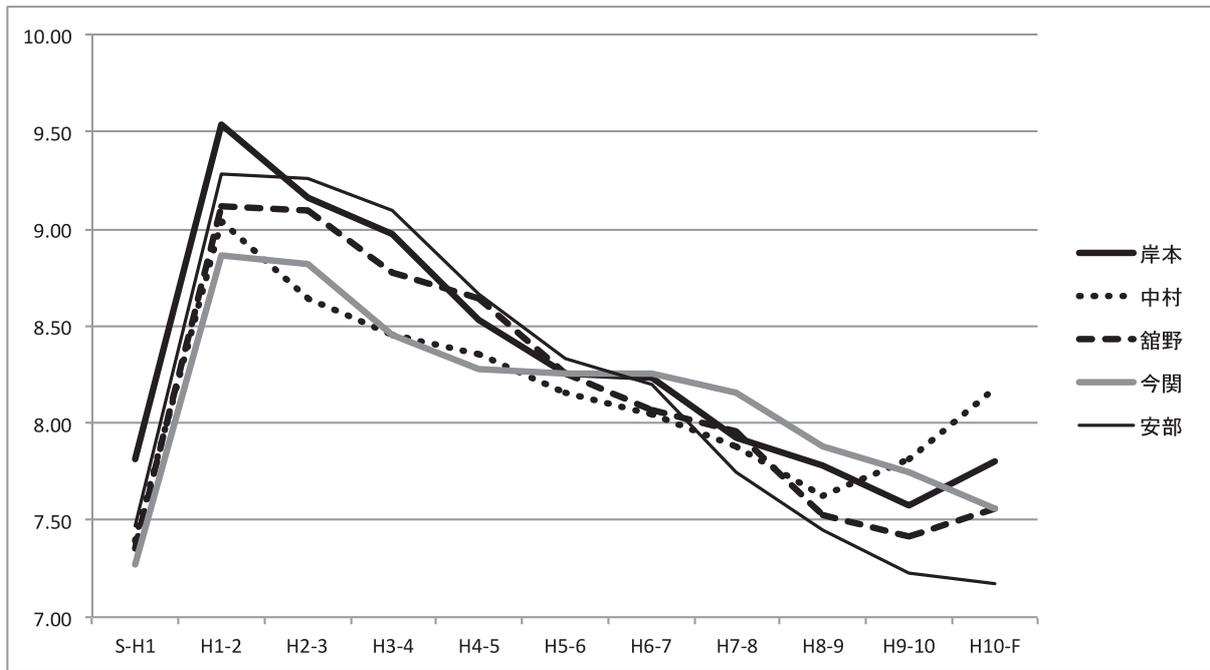


図3 日本選手権（男子）

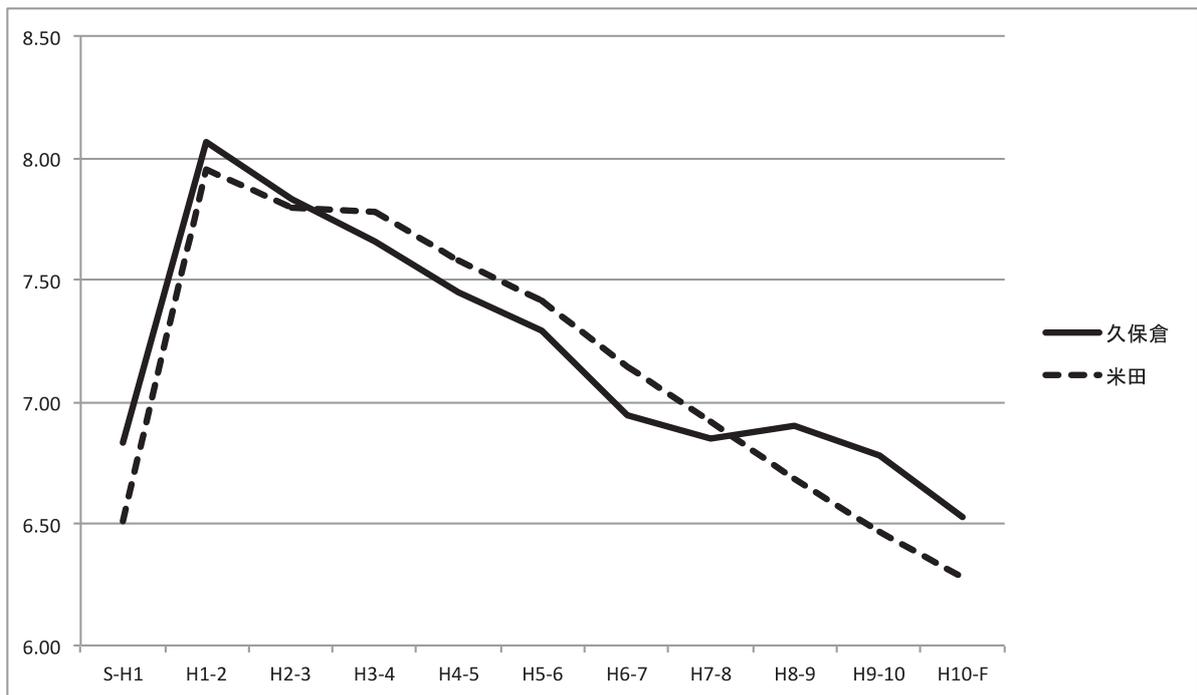


図4 日本選手権（男子）

2012年国内主要競技会における男女800m選手のレースパターン分析

門野洋介¹⁾ 榎本靖士²⁾
1) 仙台大学 2) 筑波大学

1. 目的

本報告では、2012年に行なわれた国内主要競技会における男女800m選手のレースパターンの分析結果を示すことを目的とした。

2. 方法

分析レースは、第46回織田幹夫記念国際陸上競技大会の女子800m、第28回静岡国際陸上の男子800m、第96回日本陸上競技選手権の男女800m決勝であった。

これらのレースにおいて、2台のビデオカメラを用いてスタンドからレースをVTR撮影した。スタートピストルの閃光をシャッタースピード1/60で撮影した後、シャッタースピード1/500～1/1000で選手を追従撮影した。撮影したVTR画像から100m毎の通過タイムを読み取り（但し、最初の地点はブレイクラインの120m地点とした）、通過タイムから各区間に要した時間（区間タイム）を算出し、区間距離を区間タイムで除すことにより区間平均走スピード（スピード）を算出した。また、各区間において10歩に要した時間を読み取り、1歩の平均時間の逆数をピッチ、スピードをピッチで除すことによりストライドを算出した。

3. 結果

表は、分析レースにおける上位3選手の通過タイム、区間タイム、スピード、ピッチおよびストライドについて、図はスピード、ピッチ、ストライドの変化について示したものである。

表1 静岡国際陸上男子 800m における上位 3 選手の通過タイム、区間タイム、スピード、ピッチおよびストライド

		120m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
1 横田真人 (富士通) 1:46.85	通過タイム	15.13	25.51	38.94	52.49	1:05.92	1:19.36	1:32.69	1:46.85
	区間タイム 【s】	15.13	10.38	13.43	13.55	13.43	13.45	13.33	14.16
		25.51		26.98		26.88		27.49	
	スピード 【m/s】	7.93	7.71	7.45	7.38	7.45	7.44	7.50	7.06
	ピッチ 【steps/s】	3.92	3.70	3.59	3.53	3.68	3.65	3.72	3.57
	ストライド 【m】	2.02	2.08	2.07	2.09	2.02	2.03	2.02	1.98
2 岡昇平 (順天堂大学) 1:48.65	通過タイム	15.37	25.83	39.71	53.30	1:06.98	1:20.80	1:34.69	1:48.65
	区間タイム 【s】	15.37	10.46	13.88	13.60	13.68	13.81	13.90	13.87
		25.83		27.48		27.49		27.76	
	スピード 【m/s】	7.81	7.65	7.20	7.35	7.31	7.24	7.20	7.21
	ピッチ 【steps/s】	3.77	3.51	3.41	3.41	3.48	3.46	3.55	3.79
	ストライド 【m】	2.07	2.18	2.12	2.16	2.10	2.09	2.03	1.90
3 中村康宏 (筑波大学) 1:48.75	通過タイム	15.27	25.78	39.41	53.00	1:06.62	1:20.36	1:34.33	1:48.75
	区間タイム 【s】	15.27	10.51	13.63	13.60	13.61	13.75	13.96	14.42
		25.78		27.23		27.36		28.39	
	スピード 【m/s】	7.86	7.61	7.34	7.35	7.35	7.27	7.16	6.93
	ピッチ 【steps/s】	3.72	3.51	3.33	3.29	3.41	3.41	3.43	3.44
	ストライド 【m】	2.11	2.17	2.20	2.23	2.16	2.14	2.09	2.01

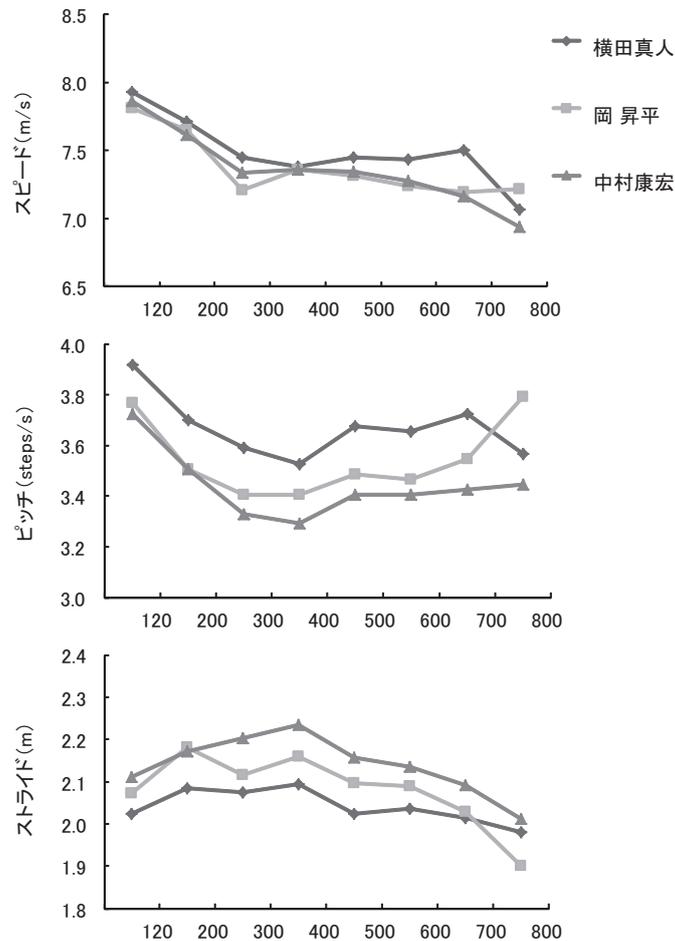


図1 静岡国際陸上男子 800m における上位 3 選手のスピード、ピッチおよびストライドの変化

表2 日本選手権男子800m決勝における上位3選手の通過タイム、区間タイム、スピード、ピッチおよびストライド

		120m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
1 横田真人 (富士通) 1:48.12	通過タイム	15.55	25.54	39.02	52.80	1:06.57	1:20.26	1:34.01	1:48.12
	区間タイム 【s】	15.55	9.99	13.48	13.78	13.76	13.70	13.75	14.11
		25.54		27.26		27.46		27.86	
	スピード 【m/s】	7.72	8.01	7.42	7.26	7.27	7.30	7.27	7.09
	ピッチ 【steps/s】	3.94	3.68	3.61	3.57	3.65	3.61	3.68	3.57
	ストライド 【m】	1.96	2.18	2.05	2.03	1.99	2.02	1.98	1.99
2 口野武史 (富士通) 1:48.36	通過タイム	15.17	25.59	39.16	52.87	1:06.70	1:20.45	1:34.19	1:48.36
	区間タイム 【s】	15.17	10.43	13.56	13.71	13.83	13.75	13.75	14.17
		25.59		27.28		27.58		27.91	
	スピード 【m/s】	7.91	7.67	7.37	7.29	7.23	7.27	7.27	7.06
	ピッチ 【steps/s】	3.92	3.55	3.48	3.48	3.51	3.44	3.53	3.44
	ストライド 【m】	2.02	2.16	2.12	2.09	2.06	2.11	2.06	2.05
3 岡昇平 (順天堂大学) 1:48.51	通過タイム	15.38	25.64	39.21	53.02	1:06.95	1:20.75	1:34.43	1:48.51
	区間タイム 【s】	15.38	10.26	13.56	13.81	13.93	13.80	13.68	14.08
		25.64		27.38		27.73		27.76	
	スピード 【m/s】	7.80	7.80	7.37	7.24	7.18	7.25	7.31	7.10
	ピッチ 【steps/s】	3.72	3.51	3.44	3.39	3.41	3.44	3.59	3.65
	ストライド 【m】	2.10	2.22	2.14	2.14	2.11	2.10	2.04	1.94

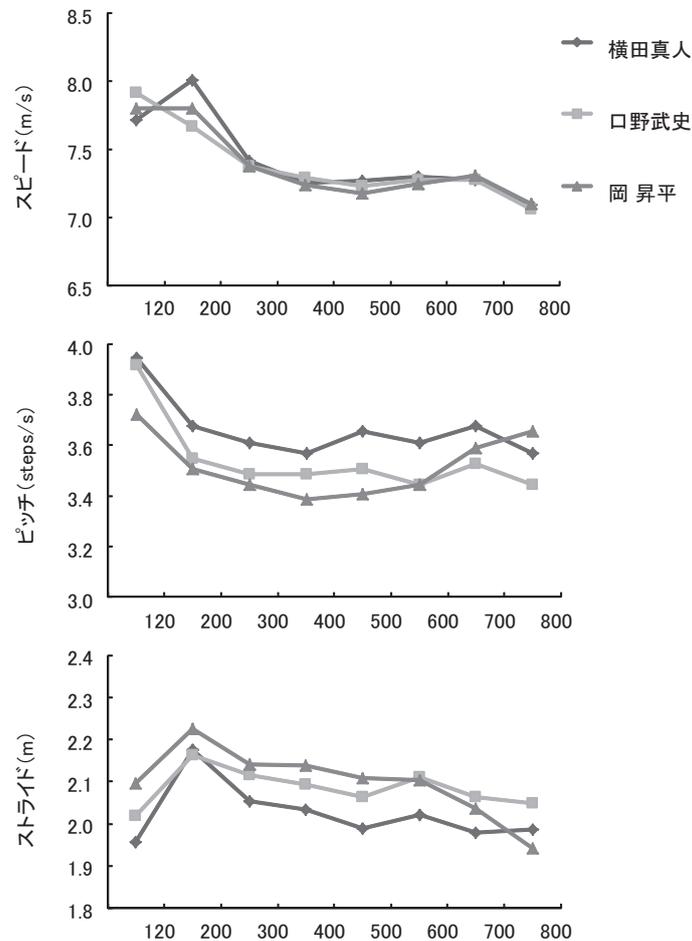


図2 日本選手権男子800m決勝における上位3選手のスピード、ピッチおよびストライドの変化

表3 織田幹夫記念国際陸上競技大会女子800mにおける上位3選手の通過タイム、区間タイム、スピード、ピッチおよびストライド

		120m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
1 T. MANOU (AUS) 2:02.86	通過タイム	17.00	28.50	43.23	58.44	1:14.22	1:30.56	1:46.61	2:02.86
	区間タイム 【s】	17.00	11.49	14.73	15.22	15.78	16.33	16.06	16.25
		28.50		29.95		32.12		32.30	
	スピード 【m/s】	7.06	6.96	6.79	6.57	6.34	6.12	6.23	6.16
	ピッチ 【steps/s】	3.53	3.22	3.22	3.14	3.07	3.06	3.12	3.15
	ストライド 【m】	2.00	2.16	2.11	2.09	2.06	2.00	1.99	1.95
2 久保瑠里子 (エディオン) 2:05.39	通過タイム	17.90	29.63	44.90	1:00.64	1:17.09	1:33.69	1:49.53	2:05.39
	区間タイム 【s】	17.90	11.73	15.27	15.74	16.45	16.60	15.84	15.86
		29.63		31.01		33.05		31.70	
	スピード 【m/s】	6.70	6.82	6.55	6.35	6.08	6.02	6.31	6.31
	ピッチ 【steps/s】	3.84	3.57	3.53	3.44	3.41	3.41	3.48	3.57
	ストライド 【m】	1.74	1.91	1.86	1.84	1.78	1.77	1.81	1.77
3 陣内綾子 (九電工) 2:06.56	通過タイム	17.93	29.86	45.08	1:00.79	1:17.18	1:33.74	1:49.95	2:06.56
	区間タイム 【s】	17.93	11.93	15.22	15.72	16.38	16.57	16.21	16.61
		29.86		30.93		32.95		32.82	
	スピード 【m/s】	6.69	6.71	6.57	6.36	6.10	6.04	6.17	6.02
	ピッチ 【steps/s】	3.92	3.63	3.61	3.55	3.57	3.62	3.57	3.55
	ストライド 【m】	1.71	1.85	1.82	1.79	1.71	1.67	1.73	1.70

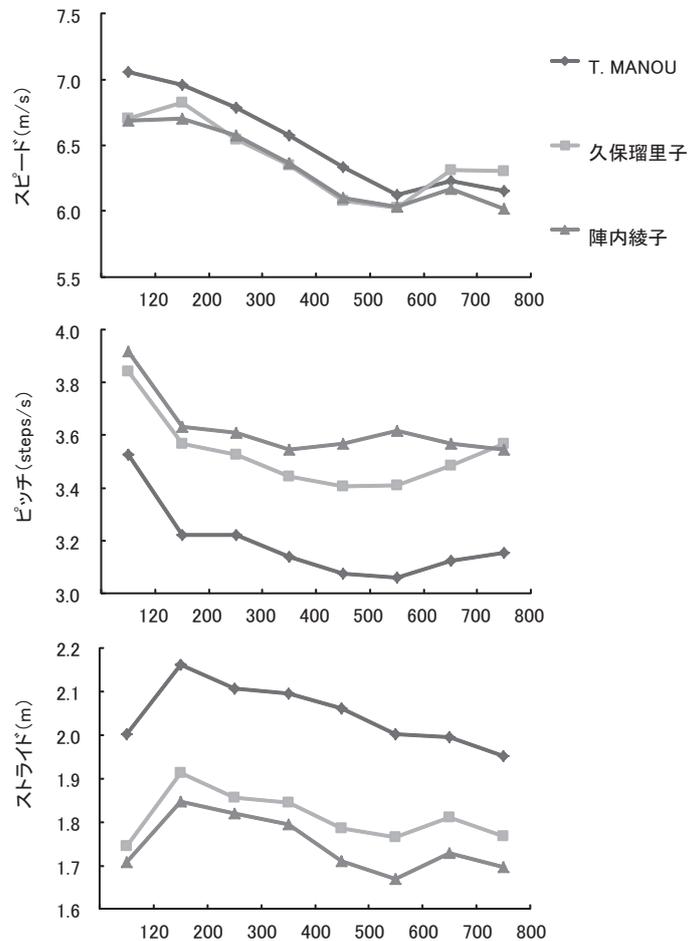


図3 織田幹夫記念国際陸上競技大会女子800mにおける上位3選手のスピード、ピッチおよびストライドの変化

表4 日本選手権女子800m決勝における上位3選手の通過タイム、区間タイム、スピード、ピッチおよびストライド

		120m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
1 久保瑠里子 (エディオン) 2:04.18	通過タイム	17.40	28.90	43.91	59.74	1:16.06	1:32.21	1:48.48	2:04.18
	区間タイム 【s】	17.40	11.49	15.02	15.83	16.32	16.15	16.27	15.70
		28.90		30.85		32.47		31.97	
	スピード 【m/s】	6.90	6.96	6.66	6.32	6.13	6.19	6.15	6.37
	ピッチ 【steps/s】	3.82	3.63	3.48	3.39	3.39	3.43	3.44	3.57
	ストライド 【m】	1.81	1.92	1.91	1.87	1.81	1.81	1.78	1.78
2 真下まなみ (筑波大学) 2:04.78	通過タイム	17.18	28.65	43.61	59.48	1:15.83	1:32.01	1:48.27	2:04.78
	区間タイム 【s】	17.18	11.46	14.96	15.87	16.35	16.18	16.27	16.51
		28.65		30.83		32.53		32.77	
	スピード 【m/s】	6.98	6.98	6.68	6.30	6.12	6.18	6.15	6.06
	ピッチ 【steps/s】	3.75	3.51	3.44	3.28	3.29	3.28	3.33	3.28
	ストライド 【m】	1.86	1.99	1.94	1.92	1.86	1.89	1.85	1.85
3 須永千尋 (資生堂) 2:04.86	通過タイム	17.40	29.43	44.88	1:00.96	1:17.19	1:32.93	1:48.99	2:04.86
	区間タイム 【s】	17.40	12.03	15.45	16.08	16.23	15.73	16.07	15.87
		29.43		31.53		31.97		31.93	
	スピード 【m/s】	6.90	6.65	6.47	6.22	6.16	6.36	6.22	6.30
	ピッチ 【steps/s】	3.75	3.41	3.35	3.35	3.41	3.39	3.41	3.53
	ストライド 【m】	1.84	1.95	1.93	1.86	1.81	1.88	1.83	1.79

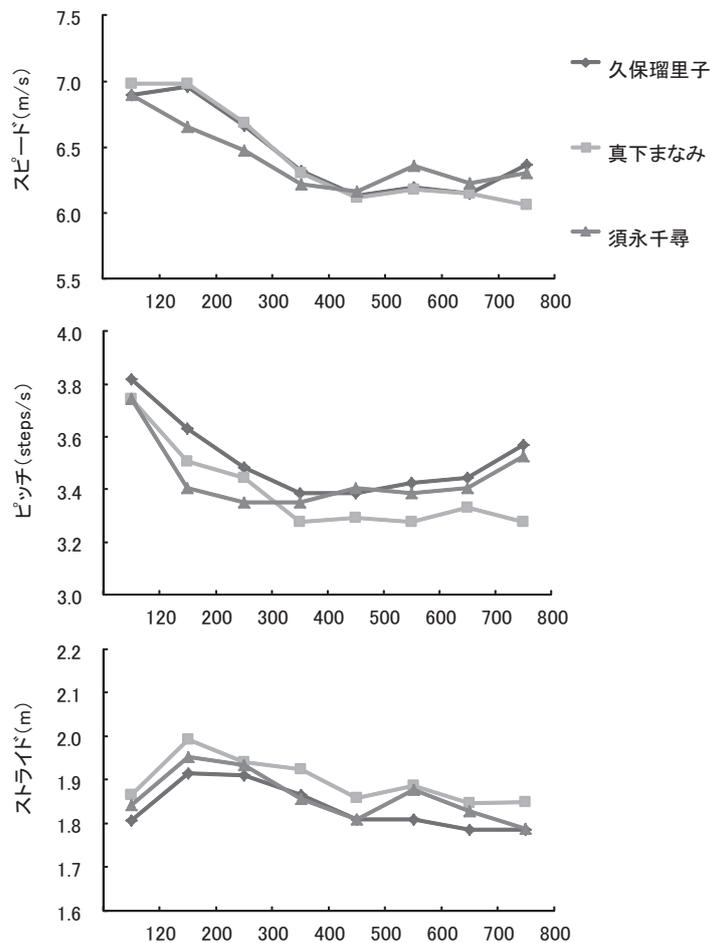


図4 日本選手権女子800m決勝における上位3選手のスピード、ピッチおよびストライドの変化

一流女子 800m 選手のレースパターンと記録の変化 ～ 2012 年真下選手の取り組み～

榎本靖士¹⁾ 門野洋介²⁾

1) 筑波大学体育系 2) 仙台大学

1. はじめに

これまで 800m レースにおけるスピード、ピッチおよびストライドを分析した結果（これらをレースパターンという）は多く報告されてきた（松尾ら, 1994; 松尾ら, 1997; 榎本ら, 2005; 門野ら, 2008). そして, そのレースパターンの情報を記録向上やレース戦略に役立てた事例も報告されている（門野と榎本, 2011). 今後の中距離走における科学的データの活用はこれらのデータの活用方法とその振り返りの蓄積が必要不可欠であると考えられる. しかし, 女子 800m 選手におけるそのような事例はこれまで報告されていない. そこで, ここでは真下選手のレース分析の結果からレースパターンの変化と記録向上との関係を検討し, さらに女子 800m の記録向上に資する基礎的知見とすることを目的とする.

2. これまでのレースパターン

対象選手の真下まなみ選手（平成 3 年 5 月 21 日生まれ）は 2012 年度筑波大学 3 年生で, これまでのベスト記録は 2011 年 5 月の関東インカレで 2 分 04 秒 95 であったが, 2012 年の関東インカレにおいて 2 分 4 秒 57 に更新していた.

表は, 今回の分析レースにおける通過タイムと 100m, 200m, および 400m ごとの通過タイムを示したものである. 100m ごとのラップタイムは, 最初が 120m, 次が 80m となっており, 200m 以降は 100m ごととなっている. 分析対象レースは, 2011 年のかわさき陸上競技フェスタ（10 月 29 日）, 2012 年の日本インカレ女子 800m 決勝（9 月 12 日）, 国体成年女子 800m 決勝（10 月 7 日）, かわさき陸上競技フェスタ（10 月 21 日）の 4 レースとした.

レースパターン変更前の例として, かわさき陸上

競技フェスタ（11 かわさき）における日本陸連強化委員会による設定レース（目標記録を到達できるようペース配分してペースメーカーをつけてレース）を示した. このとき, レース記録は 2 分 06 秒 51 であった. 真下選手は前半から積極的にスピードを出して, 2 周目はそれを維持するレース展開を得意としていた. 11 かわさきにおいて 1 周目は 59 秒 99, 2 周目は 66 秒 52 であった.

図は, 前述のレースにおける 100m ごとのスピード, ピッチ, およびストライドの変化を示したものである. 11 かわさきにおけるスピードの変化は, 120-200m 区間において最高スピードを示したのち, 漸減していたことがわかる. 最高スピードは 6.89m/s, 最低は 5.71m/s であった. とくにラスト 100m でのスピードの低下が顕著であり, ここでピッチとストライドの両方が低下していた.

3. レースパターン改善の取り組みと成果

2012 年シーズン, とくに後半シーズンにおいて, 2 分 03 秒を目標タイムに設定し, 1 周目を 59 秒前後で通過したとして, 2 周目を 64 秒で走り切ることを目標とし, ピッチを大きく低下させることがないようトレーニング課題を設定し, 課題解決するようトレーニング方法を工夫した.

2012 年日本インカレ決勝（12 日本 IC）では, 1 周目から先頭に立ったものの, タイムは 60 秒 53 と真下選手にとってはそれほど速いタイムではなかったが, 2 周目でスピードを落とさず走れ, 2 分 5 秒 01 で優勝した. 2 周目は 64 秒 48 と, 目標の 64 秒に近づいていた.

同じく 2012 年国体決勝レース（12 国体）において, 1 周目に先頭に立ち, 2 周目は独走となったが, ラスト 100m で後続の猛追があったものの, からくも逃げ切り, 2 位と 0.04 秒差ながら, シニア大会

表 真下選手の分析対象 800m レースにおける通過タイムとラップタイム

		120m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
11かわさき	通過タイム	18.10	29.71	44.61	59.99	1.15.93	1.32.33	1.49.01	2.06.51
	100mタイム	18.10	11.61	14.90	15.38	15.94	16.40	16.68	17.50
	200mタイム	29.71		30.28		32.34		34.18	
2011.10.29	400mタイム		59.99				66.52		
	通過タイム	17.43	29.23	44.89	1.00.53	1.16.18	1.32.36	1.48.51	2.05.01
	100mタイム	17.43	11.80	15.66	15.64	15.65	16.18	16.15	16.50
2012.9.12	200mタイム	29.23		31.30		31.83		32.65	
	400mタイム		60.53				64.48		
	通過タイム	17.73	29.58	45.36	1.01.13	1.16.76	1.32.89	1.48.98	2.05.25
12国体	100mタイム	17.73	11.85	15.78	15.77	15.63	16.13	16.08	16.27
	200mタイム	29.58		31.55		31.77		32.36	
	400mタイム		61.13				64.12		
2012.10.7	通過タイム	17.55	28.90	43.50	58.95	1.14.70	1.30.73	1.46.87	2.03.52
	100mタイム	17.55	11.35	14.60	15.45	15.75	16.03	16.13	16.65
	200mタイム	28.90		30.05		31.78		32.79	
2012.10.21	400mタイム		58.95				64.57		

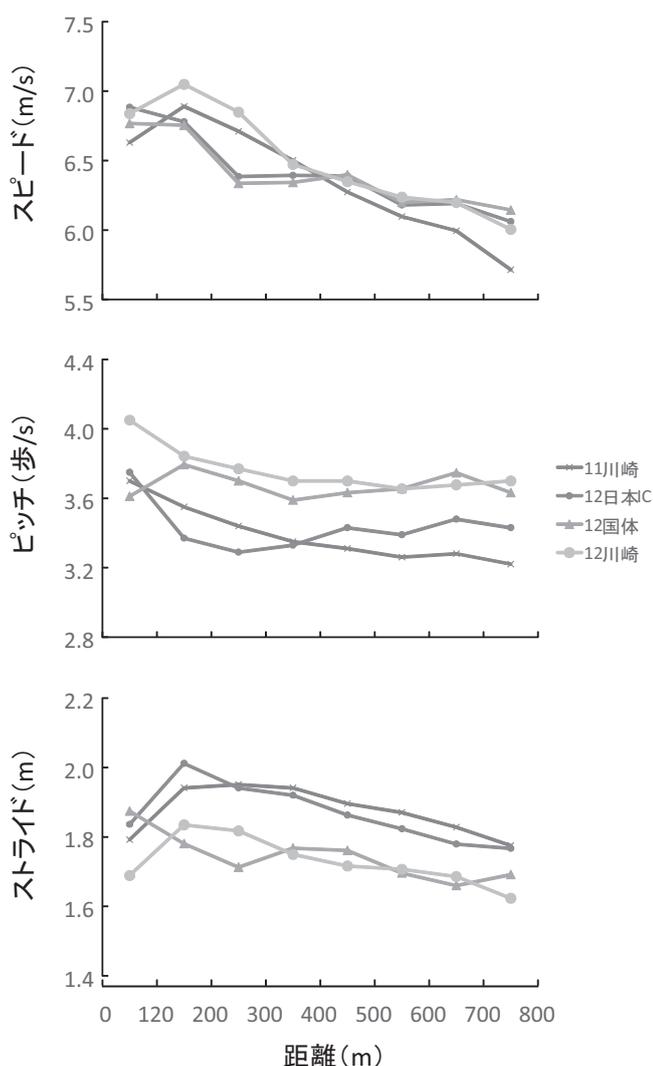


図 真下選手の分析対象レースにおけるスピード、ピッチ、およびストライドの変化

で初の全国優勝を果たした。このとき1周目は61秒13、2周目が64秒12と、1周目がやや遅かったものの、2周目は目標通りに走ることができた。

これらの2レースにおいて、ペースメーカーが不在のため、1周目がどれくらいのタイムで走れるかは気にせず、2周目のタイムに焦点をあてていた。その結果、300mから500mでスピードの低下がなくなり、ストライドは前半からあまり大きくないが、後半まで大きく低下しなくなり、ピッチも後半で高い値を維持できるようになった。すなわち、真下選手のレースパターンは、これまでの前半型から変化しつつあることを示していると言えよう。

そして、2012年のかわさき陸上競技フェスタ（12かわさき）において1周目にペースメーカーが引張ったことにより、1周目を58秒95で通過し、2周目をこれまでの取り組み通りに64秒57で走ることができ、2分03秒52の自己記録を更新できた。スピードの変化をみると、前半での高いスピード（120-200m区間で7.05m/s）が、300-400mで大きく落ちたものの、400mから700mで12日本ICおよび12国体とほぼ同じスピードで走っていたことがわかる。ピッチはレース全体を通して高く、さらにラスト100mでスピードが落ちていたが、ピッチは増大していた。かならずしも恵まれたレースでなかったものの、自身の描いたレースパターンを実践して、成果につながったことは価値があるだろう。

4. おわりに

ここでは、真下選手のレースパターンの意図的な変化が記録向上につながった例を示した。真下選手は400mを54秒台で走るスピードがあるが、後半のスピードの低下が著しかった。そこで1500mにも取り組みつつ、後半のスピード低下を抑えることを課題に取り組んだ。何よりもレースの中で2周目のスピードの低下を防ぐための走る感覚が身についたことが、ペースメーカーによって1周目のスピードが上がった時にもそのまま再現でき記録向上につながったものと推測される。すなわち、体力課題の解決ばかりでなく、実践的にレースパターンの変化を、レースを通して学習できたことが記録向上につながったのであろう。今後は、スピードが低下するであろうところ（コーナーの入り口や出口）を意識的にスピードが低下しないよう工夫することでさらなる記録向上につながることを期待して取り組んでいるところである。今後は分析もそこに焦点をあてたものを加えていく必要がある。

引用文献

- 榎本靖士, 阿江通良, 森丘保典, 杉田正明, 松尾彰文 (2005) 世界と日本の一流男子 800m 選手のレースパターンの比較. 陸上競技研究紀要, 1 : 16-22.
- 門野洋介, 榎本靖士 (2011) 2010 年日本一流男子 800m 選手のレースパターン分析—日本高校新記録のレース分析—. 陸上競技研究紀要, 7 : 30-32.
- 門野洋介, 阿江通良, 榎本靖士, 杉田正明, 森丘保典 (2008) 記録水準の異なる 800m 走者のレースパターン. 体育学研究, 53 : 247-263.
- 松尾彰文, 杉田正明, 阿江通良, 小林寛道, 岡田英孝 (1994) 中長距離決勝におけるスピード, ピッチおよびストライドについて. 佐々木秀幸, 小林寛道, 阿江通良 (監修) 世界一流陸上競技者の技術, pp. 92-111. ベースボールマガジン社, 東京.
- 松尾彰文, 杉田正明, 小林寛道, 阿江通良 (1997) アジア大会における中距離走者のスピード, ピッチおよびストライドの変化. 佐々木秀幸, 小林寛道, 阿江通良 (監修) アジア一流陸上競技者の技術, pp. 83-97. 創文企画, 東京.

近年の走り高跳び日本一流選手の踏切動作と高校一流選手の特徴 —キネマティクスに着目して—

磯崎 大二郎¹⁾ 小山 宏之²⁾

1) 京都教育大学大学院 2) 京都教育大学

1. はじめに

国内の走り高跳びは、2006年に醍醐直幸選手が2m33cmの日本記録を樹立して以降、2m30cmを超える選手は出ておらず、世界大会の標準記録を破る選手も現れていない。走り高跳びに関する基礎的資料は、2007年に大阪で第11回世界選手権が行われたため、海外選手に関するデータは揃えられた。一方、近年の国内選手に関する基礎的資料は十分でなく、トラック種目や他のフィールド種目に比べ情報が不足していると考えられる。そこで本報告では、日本一流選手12名の踏切動作のキネマティクスの特徴を報告し、合わせて2012新潟インターハイ決勝進出者および2007大阪世界陸上入賞者の特徴と比較、検討を行う。

2. 方法

2.1 分析対象者

日本一流選手は、2009、2012、2013年日本選手権および2011年アジア選手権に出場した12名（以下、日本）、高校一流選手は2012年高校総体北信越かがやき総体に出場した上位12名中、左足踏切であった10名（以下、IH）である。

2.2 分析試技

日本選手はベスト記録から95%以上の成功試技を分析し、高校IH選手は総体での最高跳躍を分析した。

2.3 撮影及びデータ処理

二台のハイスピードカメラを用いて固定撮影を行った。撮影したVTR画像から、踏切足接地の10コマ前から離地後10コマまでの身体分析点25点をビデオ動作分析システム（Frame-DIAS IV, DKH社

製）により毎コマデジタル化した。そして、2台のカメラの身体分析点とコントロールポイントの座標から、DLT法を用いて身体分析点の3次元座標を算出した。

身体分析点の3次元座標は、Wells and Winter (1980)の方法を用いて分析点毎に最適遮断周波数を決定し、バターース型デジタルフィルターを用いて平滑化した。

2.4 算出項目

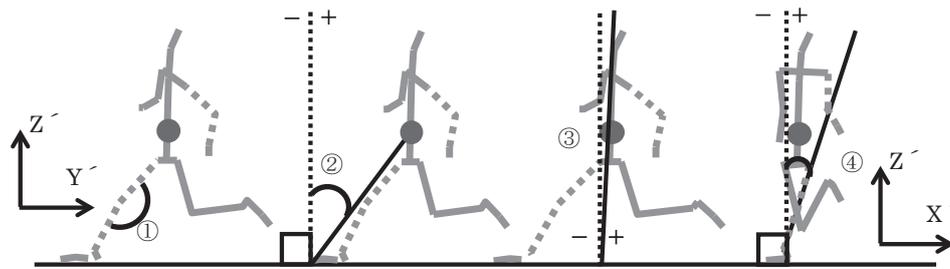
以下に示す項目を算出した。図1は角度定義を示している。

- (1) H1: 踏切足が離地する瞬間の身体重心高
- (2) H2: 離地後の身体重心の上昇高
(本報告では、離地時の鉛直速度から $V^2/2g$ の式により算出した。 $g = 9.81$)
- (3) H3: 身体重心の最大値 (H1+H2) とバーの高さとの差
- (4) 接地時間
- (5) 重心水平速度、鉛直速度
- (6) 踏切脚膝関節角度および角速度
(伸展を正、屈曲を負とする)
- (7) 足先から重心を結ぶ線分の前後傾角度 (前傾を負、後傾を正とする)
- (8) 体幹の前後傾角度
(前傾を負、後傾を正とする)
- (9) 鉛直力積

踏切中間の鉛直速度から接地時の鉛直速度を引き、体重と掛け合わせたもの (前半)。後半は、離地時の鉛直速度から中間の鉛直速度を引き、体重と掛け合わせたもの。

2.5 局面定義

踏切脚膝関節の最大屈曲時を踏切の中間とし、それ以前を踏切前半、以降を踏切後半とする。



- ①踏切脚膝関節角度(大転子と膝関節を結んだ線分と踝と膝関節が結んだ線分の成す角度)
- ②足先-重心前後傾角度(足先と重心を結んだ線分が垂線と成す角度)
- ③体幹前後傾角度(肩の midpoint と股関節の midpoint を結んだ線分が垂線と成す角度)
- ④身体の内傾角度(大転子と踝を結んだ線分が垂線と成す角度)

図1 角度定義

3. 結果および考察

表1は日本選手、IH選手および2007年世界選手権(2010)のパフォーマンスを規定する要因と日本選手のアームアクションを示している。またアームアクションのSはシングルアーム、RはランニングアームそしてDはダブルアームを示している。

3.1 パフォーマンス要因

H1は日本選手とIH選手との平均には差はみられなかった。日本選手個々のH1に注目すると、1.17~1.31mと大きな差があることがわかる。このH1の差に関して、Iiboshiら(1993)は身長のみならず、アームアクションによって生じるものであると報告している。例えば、日本選手の醍醐選手と土屋の身長差は11cmだが、醍醐選手はランニングのように

腕を前後に振り上げるランニングアームアクションを行い、腕を体幹周囲に保持するためH1が小さく身長比も64%と最も低い値を示しているのに対し、土屋選手は片腕を突き上げるシングルアームアクションのために身長比で68%と平均の値を示し、H1は同じ1.17mとなっている。日本選手と世界選手を比較すると、H1は日本選手の方が有意に小さく、約20cmもの差がみられた。世界選手は日本選手に比べ12cm身長が高いが、H1の身長比でも世界選手の方が有意に大きかった。このことから、世界選手は、身長のみならず跳躍フォームによって高いH1を獲得していることが考えられる。現に、第11回世界選手権の選手8名中、シングルアームフォームが3名、最もH1が高くなるといわれているダブルアームフォームが5名であった。

H2は日本選手の方がIH選手に比べ有意に大き

表1 各群のパフォーマンス規定要因

被験者	アーム アクション	身長(m)	体重(kg)	分析試技(m)	最大重心高(m)	H1/身長(%)	H1(m)	H2(m)	H3(m)
高張	S	1.82	66	2.24	2.24	71	1.29	0.96	0.01
醍醐	R	1.82	67	2.24	2.41	64	1.17	1.23	-0.17
戸辺	S	1.94	70	2.21	2.27	67	1.29	0.98	-0.06
衛藤	D	1.82	69	2.20	2.40	72	1.31	1.10	-0.20
土屋	S	1.71	58	2.20	2.30	68	1.17	1.14	-0.10
久保田	D	1.77	66	2.15	2.34	68	1.21	1.13	-0.19
富山	R	1.88	73	2.15	2.16	69	1.31	0.85	-0.01
江戸	D	1.82	69	2.15	2.33	69	1.25	1.08	-0.18
尾又	S	1.74	63	2.15	2.35	70	1.21	1.14	-0.20
元吉	S	1.83	67	2.15	2.20	69	1.27	0.93	-0.05
高山	D	1.73	64	2.15	2.39	70	1.20	1.19	-0.24
赤井	S	1.79	68	2.15	2.30	71	1.27	1.03	-0.15
TOP ave	-	1.81	66.7	2.18	2.31	69	1.24	1.06	-0.13
SD	-	0.06	3.7	0.04	0.08	2	0.05	0.11	0.08
IH ave	-	1.80	62.8	2.06 ^{aa}	2.16 ^{aa}	68	1.22	0.95 ^{aa}	-0.10
SD	-	0.06	5.2	0.03	0.06	2	0.04	0.08	0.06
World ave	-	1.93 ^{bb}	76 ^{bb}	2.31 ^{bb}	2.41 ^{bb}	74 ^{bb}	1.43 ^{bb}	0.98	-0.09
SD	-	0.05	7.3	0.04	0.06	1	0.05	0.08	0.04

日本-IH[a:p<0.05 aa:p<0.01] 日本-世界[b:p<0.05 bb:p<0.01]

かった。両群ではH1の平均値がほぼ同じであったことから、パフォーマンスの違いはH2によるものであることがわかる。また、日本選手と世界選手では有意な差は見られなかったが、平均では日本選手の方が8cm上回っていた。

以上のことから、日本選手は世界選手に比べH2は大きいですが、H1において大きな差があるために最大重心高は約10cmの開きがある。しかし、H1は身長や跳躍フォームに大きく影響をうけるため大きな向上は見込めないと予想される。したがって、今後H2の向上が不可欠であると考えられる。

3.2 接地時間、身体重心速度および力積

表2は、各群の接地時間、踏切接地時、中間および離地時の重心速度を示し、表3は踏切前後半の鉛直力積を示している。日本選手とIH選手では日本選手の方が踏切後半および全体の踏切時間が有意に大きかった。また世界選手とでは、世界選手の方が有意に大きい値を示した。

接地時の水平速度は日本選手と高校選手では日本選手の方が有意に大きかったが、世界選手とでは同程度であった。接地時の鉛直速度に関しては、日本選手とIH選手では有意な差は見られなかったが、世界選手では日本選手の方が有意に小さく、負の値であった。

次に、踏切前後半の力積に注目すると、日本選手はIH選手に比べ踏切前半で加えた力積が有意に大きく、一方で踏切後半の力積には有意な差は見られ

なかった。重心鉛直速度との関係を考えると、踏切中間点での鉛直速度は日本選手の方が有意に大きく、踏切前半の力積との間に正の相関($r=0.88$)が見られた。これらのことから、踏切前半局面は鉛直速度を大きくする上で重要であると考えられる。

3.3 身体の傾き

表4は各群の身体の傾きおよび踏切脚膝関節角度に関する項目を示している。接地時の身体の傾きの

表3 各群の踏切前後半の鉛直力積

被験者	踏切 力積(N·s)	
	前半	後半
高張	232.8	73.4
醍醐	297.8	78.6
戸辺	277.2	57.9
衛藤	246.6	99.3
土屋	192.5	93.1
久保田	186.1	129.7
富山	247.5	89.1
江戸	225.2	104.3
尾又	196.1	105.1
元吉	195.9	93.4
高山	248.9	99.2
赤井	316.4	28.0
TOP ave	238.6	87.6
SD	40.9	24.9
IH ave	193.0 ^{aa}	86.7
SD	34.2	20.9
World ave	-	-
SD	-	-

日本-IH[a:p<0.05 aa:p<0.01]

表2 各群の接地時間および身体重心速度

被験者	接地時間(s)			鉛直速度(m/s)			水平速度(m/s)	
	前半	後半	全体	接地	中間	離地	接地	離地
高張	0.092	0.083	0.175	-0.22	3.36	4.41	7.58	3.86
醍醐	0.059	0.089	0.149	-0.60	2.92	5.01	7.59	3.61
戸辺	0.092	0.059	0.152	-0.32	3.02	4.46	7.76	4.11
衛藤	0.086	0.079	0.165	-0.28	3.68	4.73	7.66	3.83
土屋	0.050	0.099	0.149	-0.11	3.26	4.81	7.48	4.04
久保田	0.069	0.079	0.149	0.02	3.37	4.81	7.24	3.85
富山	0.083	0.079	0.162	-0.44	3.91	4.17	7.83	4.08
江戸	0.059	0.109	0.168	-0.07	3.30	4.70	7.59	4.17
尾又	0.069	0.066	0.135	0.04	3.22	4.82	7.40	3.74
元吉	0.076	0.079	0.155	0.03	3.02	4.35	7.56	4.25
高山	0.083	0.076	0.158	-0.52	3.43	4.92	8.13	3.77
赤井	0.096	0.073	0.168	-0.48	4.26	4.59	7.79	4.05
TOP ave	0.076	0.081	0.157	-0.25	3.40	4.65	7.63	3.95
SD	0.014	0.013	0.011	0.22	0.37	0.24	0.22	0.19
IH ave	0.071	0.065 ^a	0.137 ^{aa}	-0.06	3.05 ^a	4.39 ^{aa}	7.24 ^{aa}	3.98
SD	0.010	0.010	0.016	0.24	0.32	0.18	0.32	0.30
World ave	-	-	0.171 ^b	0.04 ^b	-	4.37	7.56	3.92
SD	-	-	0.025	0.22	-	0.18	0.29	0.40

日本-IH[a:p<0.05 aa:p<0.01] 日本-世界[b:p<0.05 bb:p<0.01]

各項目において、日本選手と IH 選手の間で有意な差はなかった。また踏切中の時系列でも、有意な差がみられなかった。

世界選手と日本選手では、世界選手の方が内傾角は有意に大きく、また体幹角は有意に小さかった。奥山ら (2003) は、接地時に踏切脚を内傾させることで股関節外転筋を有効に使うことができ、最終的に鉛直速度向上に役立つと述べている。そのため、世界選手は内傾角を大きくすることで鉛直速度を大きくしていることが考えられる。

3.4 踏切脚膝関節

表 5 は踏切脚膝関節の接地時・最大屈曲時・離地時の関節角度、屈曲量、伸展量および正・負の角速度ピーク値を示している。踏切脚膝関節の屈曲量には違いが見られないが、伸展量は日本選手の方が有意に小さかった。また、角速度の正のピーク値（伸展の角速度）も日本選手の方が有意に小さく、膝をゆっくりと伸展していた。

4. まとめ

Dapena (1988) は、踏切脚が前半にエキセントリックな筋発揮、また後半ではゆっくりとしたコンセントリックな筋発揮を用いれば大きな力積を獲得し、鉛直速度を得ることができると報告している。日本選手は、接地時の水平速度が大きく、鉛直速度の平均は負の値を示していた。このことから、接地直後

に日本選手の踏切脚には大きな負荷が掛かっていると考えられる。踏切脚に大きな負荷が掛かると関節が負荷に耐えきれなくなり過度に屈曲した「つぶれた」跳躍になる可能性がある。しかし、日本選手と IH 選手の間で踏切脚膝関節の屈曲量に違いが認められなかった。このことから、日本選手の踏切脚は大きな負荷に耐えうる筋力を持ち合わせ、そしてエキセントリックな筋発揮を行うことによって踏切前半に大きな力積を獲得したと示唆される。また、踏

表 4 各群の身体の傾き

被験者	傾き(deg)		体幹角
	後傾角	内傾角	
高張	43.2	3.7	12.6
醍醐	42.1	0.2	17.6
戸辺	39.2	1.5	16.3
衛藤	44.1	4.2	17.8
土屋	43.3	2.1	17.8
久保田	40.3	1.3	13.4
富山	38.3	3.5	11.5
江戸	41.1	1.5	13.9
尾又	38.1	0.0	15.5
元吉	40.7	2.2	16.9
高山	46.5	0.3	18.5
赤井	45.6	4.4	18.5
TOP ave	41.9	2.1	15.9
SD	2.6	1.5	2.3
IH ave	39.8	2.8	15.4
SD	3.0	1.2	2.6
World ave	40.1	5.8 ^{bb}	11.2 ^{bb}
SD	2.9	2.6	3.0

日本-IH [a: p<0.05 bb: p<0.01]

表 5 各群の踏切脚膝関節角度および屈伸角速度のピーク値

被験者	踏切脚膝関節(deg)					踏切脚膝関節 角速度(deg/s)	
	接地時	最大屈曲時	離地時	屈曲量	伸展量	屈曲	伸展
高張	166.3	151.2	174.6	15.2	23.4	-341.0	550.3
醍醐	174.3	141.6	165.1	32.7	23.5	-520.5	568.6
戸辺	162.2	130.1	165.2	32.1	35.1	-657.6	874.5
衛藤	166.9	131.6	165.6	35.4	34.1	-692.9	582.5
土屋	160.7	142.9	168.1	17.9	25.2	-407.5	533.5
久保田	168.0	136.8	175.3	31.2	38.5	-715.7	737.2
富山	168.7	134.0	169.8	34.5	35.6	-627.1	743.8
江戸	161.8	135.9	170.1	25.9	34.2	-524.2	670.0
尾又	161.6	151.9	177.1	9.7	25.2	-296.6	509.0
元吉	162.4	150.7	175.1	11.7	24.4	-418.5	509.2
高山	168.8	139.5	169.7	29.4	30.3	-555.0	542.5
赤井	166.2	151.1	172.4	15.1	21.3	-403.2	400.2
TOP ave	165.7	141.4	170.7	24.2	29.2	-513.3	601.8
SD	3.9	7.8	4.0	9.2	5.7	134.7	125.0
IH ave	163.5	138.5	173.2	25.0	34.7 ^a	-573.5	731.8 ^a
SD	5.9	6.6	3.3	6.1	5.8	99.7	141.2
World ave	161.7	139.1	172.0	22.6	32.9	-	-
SD	6.7	8.5	4.3	9.8	7.0	-	-

日本-IH [a: p<0.05 aa: p<0.01]

切脚膝関節の伸展角速度が小さいことから、ゆっくりとしたコンセントリックな筋発揮をしながら脚を伸展させていると考えられ、これらのことがH2を大きくする要因であると考えられる。

世界の走り高跳び選手の平均身長は195cmとも言われ、身長に左右される種目である。実際、離地時の重心高(H1)は約20cmもの差が生じていた。H1は、身長や跳躍フォームに大きな影響をうけるため、比較的の小柄な日本選手がH1の差を埋めることは現実的に難しい。一方、世界選手と同等な鉛直速度を獲得していたことは日本が高度な踏切技術を伝えられているからではないだろうか。ただ、今後世界に通用する選手を育成するためにはさらなる技術開発が必要であり、特にH2を大きくする要因と考えられる踏切前半でのエキセントリックな筋発揮の強化と、踏切脚により大きな負荷を掛ける踏切姿勢の習得が不可欠であると推測される。

5. 文献

- 阿江通良ら (2010) 第11回世界陸上男子走高跳上位入賞者の跳躍動作のバイオメカニクスの分析. 世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術 p169-174
- Dapena, J. & Chung, C, S. (1988) Vertical and radial motions of the body during the take-off phase of high jumping. *Med. Sci, Sports Exercise* 20, 290-302.
- Iiboshi et al. (1993) Techniques of elite high jumpers at the 3rd IAAF World Championships in athletics. Abstracts of the International Society of Biomechanics, XIVth Congress, I, pp. 608-609. vol.
- 奥山良樹 (2003) 走り高跳びの3次元関節キネティクス. 筑波大学大学院修士論文
- Wells, R. P., D. A. Winter (1980) Assessment of signal and noise in the kinematics normal, pathological and sporting gaits. *Human Locomotion*, I, 92-93.

第96回日本選手権男子やり投におけるディーン元気選手(84.03m)と 村上幸史選手(83.95m)との投てき動作の比較

田内健二¹⁾ 東中陽太郎²⁾ 馬渕志桜里³⁾ 仰梨絵³⁾

1) 中京大学 2) 中京大学大学院 3) 中京大学スポーツ科学部

I. はじめに

第96回(2012年度)日本選手権は、ロンドンオリンピックの代表選考会を兼ねた大会であった。本大会は、4月にディーン元気選手が84.28mの日本歴代2位(当時)の好記録を投げたことから、男子やり投の第一人者である村上幸史選手との優勝争いが特に注目されていた。

その結果、両選手ともに80mを超える日本選手権男子やり投史上最高レベルの競争の末、ディーン選手が84.03m、村上選手が83.95m(自己新記録:当時)という記録で、ディーン選手が初優勝を決め、ロンドンオリンピックの代表を内定させた。なお、村上選手も後日オリンピック代表に選出された。

以上のような、世界トップレベルの投てきを見せた両選手の投てき動作をバイオメカニクス的に分析することは、日本のやり投の競技レベルを向上させるために貢献できる知見が得られるものと考えられる。そこで本稿では、ディーン選手の84.03mの投てき動作と村上選手の83.95mの投てき動作との比較から、両選手の投てき動作の特徴を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

1. 分析試技

分析試技は、ディーン選手については84.03mを投げた4投目、村上選手については83.95mを投げた3投目とした。

2. 撮影方法

それぞれの投てき試技を、助走路の側方および後方に設置したデジタルビデオカメラ(HVR-AJ1, Sony)を用いて、毎秒60フィールド、露出時間1/1000秒で撮影した。また、助走路の中央、ファ

ウルラインより後方6m地点を原点とし、縦6m×横4m×高さ2.5mの画角を設定し、合計9カ所にキャリブレーションポール(マーク間隔0.5m)を立てた。本稿では、投てき方向をy軸、y軸に対して左右方向をx軸、鉛直方向をz軸とした右手系の静止座標系を設定した。

3. 分析方法

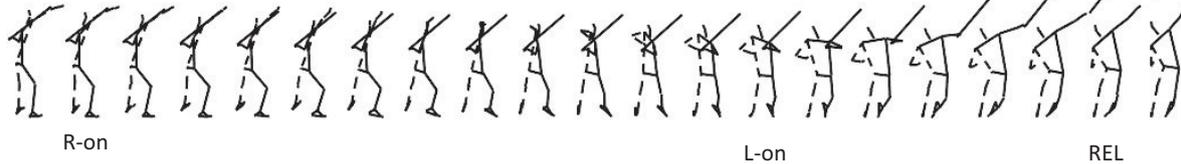
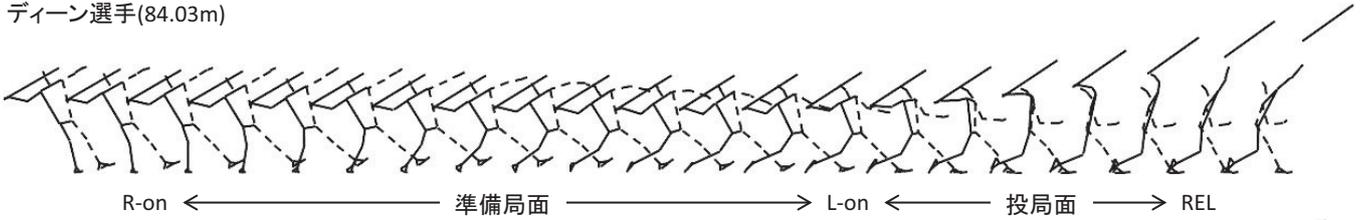
2台のカメラによって撮影された映像をPCに取り込み、動作解析ソフト(Frame-DIAS II, ディケイエイチ)を用いて、やり(グリップ、先端)および身体各分析点(23点)を毎秒60フィールドでデジタル化した。デジタル化された座標値を3次元DLT法により実長換算し、やりおよび身体分析点の3次元座標を求めた。2方向からの画像の同期は、やりのリリース時点のコマ数を合わせることで行った。算出された3次元座標は8Hzのバターワース型のデジタルフィルタにより平滑化した。

4. 分析項目

本稿では、各データを算出するにあたり、最終的なクロスステップ後の右足接地(R-on)、左足接地(L-on)およびやりのリリース(REL)の各イベントを設定し、右足接地から左足接地までを準備局面、左足接地からリリースまでを投局面とした(図1)。分析項目は、以下の項目とした。

- 1) 局面時間: 準備局面および投局面の経過時間
- 2) リリース速度: リリース時のグリップ速度
- 3) リリース角度: 矢状面内におけるリリース速度ベクトルとy軸とがなす角
- 4) 姿勢角: 矢状面内におけるグリップと先端とを結んだ線分とy軸とがなす角
- 5) 迎え角: 姿勢角からリリース角を減じた角度
- 6) リリース高: リリース時のグリップの高さ
- 7) 助走速度: 身体重心速度

ディーン選手(84.03m)



村上選手(83.95m)

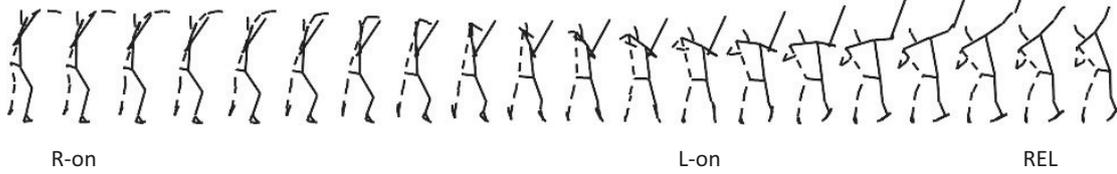
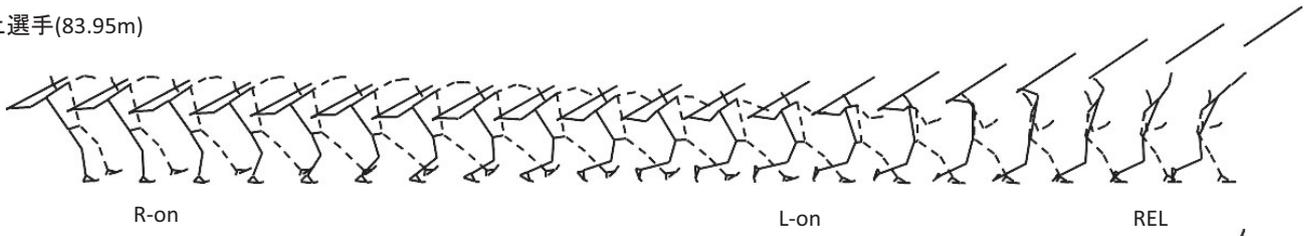


図1 ディーン選手および村上選手における投動作のスティックピクチャ (時間間隔は1/60秒)

- 8) 上肢の機能的長さ：右肩と右手との距離
- 9) 上肢の角速度：肩に対するグリップの相対速度を
上肢の機能的長さで除した値

ら、ディーン選手は相対的に低い軌道、村上選手は高い軌道でやりを投射したことがうかがえる。なお、やりの最適ナリリース角は34度前後、迎え角

III. 結果および考察

図1にディーン選手および村上選手における投動作のスティックピクチャを示し、表1にやり投の基礎的パラメータを示した。投てき記録は、ディーン選手が84.03m、村上選手が83.95mとわずか8cmの差であった。動作時間をみると、準備局面についてはディーン選手が若干長く(1/60秒)、投局面については両選手ともに同じ0.1秒であった。やりのリリース速度は、両者ともにほぼ同じ値であった。やりの投てき距離は、リリース速度との間に高い正の相関関係が認められており(Murakami, et al., 2003)、投てき距離がほぼ同じ両選手のリリース速度が類似した値になることは当然のことである。各成分速度をみると、ディーン選手は若干前方向の速度が、村上選手は上方向の速度がそれぞれ高いことから、リリース角ではディーン選手はやや低く、村上選手の方がより高い値となっていた。このことか

表1 ディーン選手および村上選手におけるやり投の基礎的パラメータ

	ディーン	村上
記録 (m)	84.03	83.95
動作時間		
準備局面 (s)	0.200	0.183
投局面 (s)	0.100	0.100
リリース速度速度		
左(-)右(+)方向 (m/s)	3.9	0.2
前方向 (m/s)	24.2	23.9
上方向 (m/s)	15.1	15.7
合成 (m/s)	28.8	28.6
リリース高 (m)	1.83	1.88
リリース角 (度)	32.0	33.3
姿勢角 (度)	33.6	34.1
迎え角 (度)	1.6	0.8

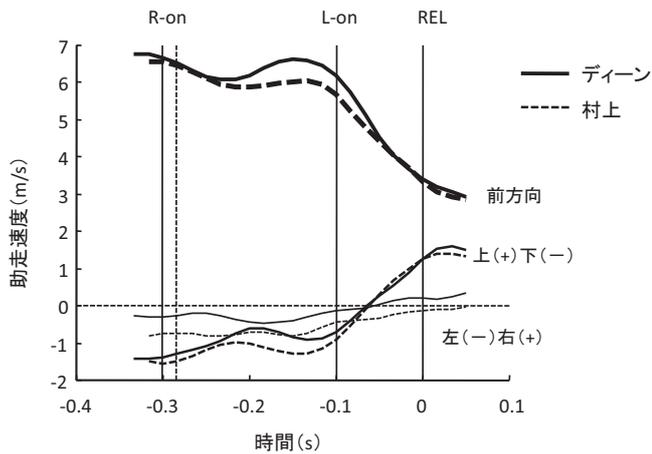


図2 ディーン選手および村上選手における助走速度

は0度に近いことであると報告されている(前田ら, 1997) ことから, 両選手ともにその最適な角度に近い値でやりを投射させていたと考えられる。

図2にディーン選手および村上選手における助走速度を示した。両選手ともにR-on時に一旦助走速度が減少し, ディーン選手についてはL-onに向けてもう一度加速して, 村上選手は速度をキープしてL-onを迎えていた。また, 両者ともにL-on後は急激に助走速度を減速させていたが, これは, 投局面において両選手ともに助走で得た運動エネルギーを効果的にやりに伝達した結果であると考えられる。助走速度と投てき記録との間には, 高い正の相関関係が認められている(Murakami, et al., 2003)。田内ら(2012)は, 80m以上の投てき記録を有する世界トップレベルの選手におけるL-on時の助走速度の平均値は6.1m/sであることを報告している。このことについて両選手の値をみると, ディーン選手は世界トップレベルの平均値と同程度であり, 村

上選手は若干遅い速度であったことがわかる。

ここで, 図1に示した後方からのスティックピックアップをみると, ディーン選手のグリップの位置は, 投てき方向に対して大きく右回旋した位置にあり, それと比較して村上選手はほぼまっすぐの位置にあった。つまり, ディーン選手がより体幹を捻った状態でR-onを迎えていたことがわかる。このやりの構えの位置に代表される体幹の捻り具合が, 今大会における両選手の投てき動作の大きな相違点であると考えられる。初心者レベル(40m台)から世界トップレベル(80m以上)のやり投競技者を対象にした研究では, 競技レベルの高い選手ほどR-on時にグリップが捻りの位置にあることが報告されている(田内ら, 2012)。R-on時にグリップがより捻りの位置にあることのメリットは, L-on時にグリップをより後方に位置づけられ, やりの加速距離を増大させられること, 捻り戻しによって体幹や肩周りの筋群の出力を増大させられること, などがあげられる。このような観点からすれば, ディーン選手は村上選手と比較して, 体幹の捻り戻し動作の効果をより有効に利用してやりを加速させていたことが推察される。一方, 村上選手については, 世界選手権で銅メダルを獲得した2009年の競技会(世界選手権直後のスーパー陸上)において82.41mを記録した投てき動作をみると(図3), 今大会の投てき動作と比較してグリップがより捻りの位置にあることが理解できよう。このことから, 村上選手は分析試技あるいは今大会に限ってグリップが捻りの位置になかった可能性が考えられる。ただし, 村上選手は体幹の捻り戻し動作の効果を有効に利用していなかったかもしれないが, 今大会で83.95mという当時の自己新

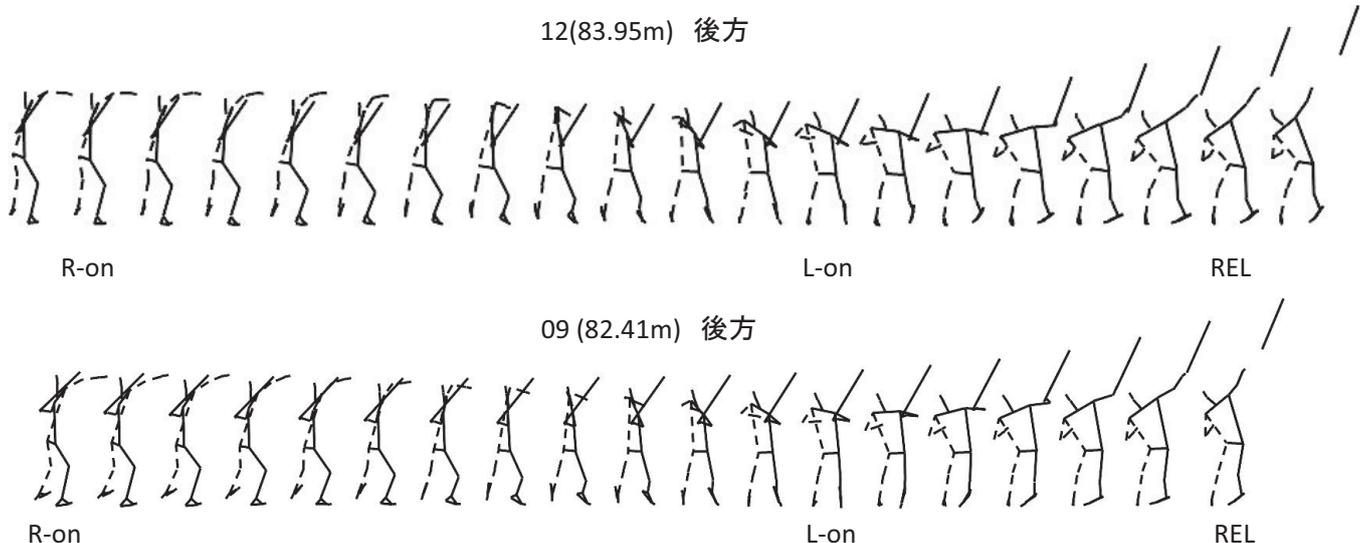


図3 村上選手における投てき動作の2012年(83.95m)と2009年(82.41m)との比較

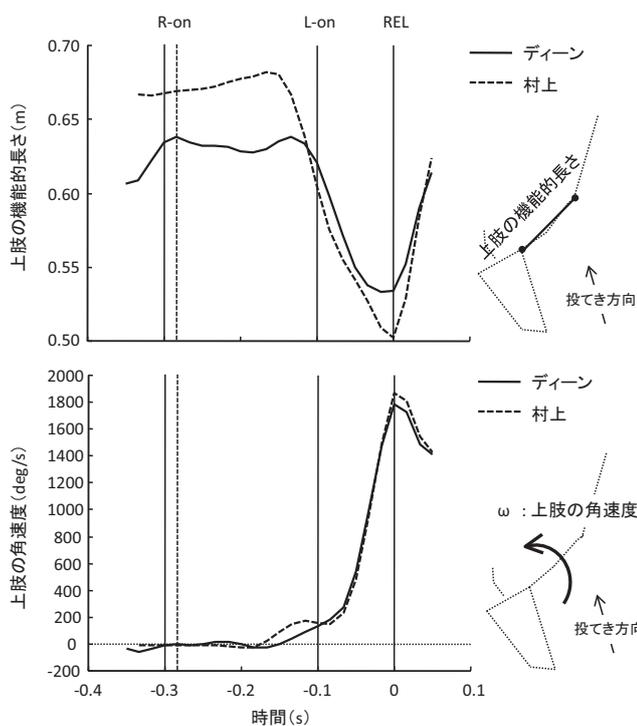


図4 ディーン選手および村上選手における上肢の機能的長さおよび角速度

記録をマークしている。このことは、体幹の捻り戻し動作の効果ではない別の動作要因によってやりを大きく加速させていたことを示唆している。

上述してきた内容から、ディーン選手と村上選手との間では投てき距離にはほぼ差がない（≒リリース速度に差がない）にもかかわらず、投てき動作では大きな相違点があることが明らかとなった。このことから、互いに別々の戦略で同じやりのリリース速度を生み出した可能性が考えられる。

やりは最終的に手の末端からリリースされることから、リリース速度を高めるには手の末端の速度を高める必要がある。投動作時に右肩を中心にして右手の末端をみると、3次元的に上肢が回旋動作を行うことによって速度が高められている。回旋運動の末端の速度は、回旋半径と角速度の積で決まるが、このことをやりの投動作に置き換えると、回旋半径は右肩と右手との距離（上肢の機能的長さ）、角速度は文字通り上肢の角速度（腕振り速度）ということになる。そこで本稿では、上肢の機能的長さと上肢の角速度という観点から両者の比較を試みた。その結果、上肢の機能的長さについては、両者ともにL-on前からRELにかけて短くなっていたが、R-onからL-on直前までは村上選手の方が長く、L-onからRELまではディーン選手の方が長かった。一方、上肢の角速度については、両者ともにL-onから急激に高まっていたが、村上選手の方がディーン

ン選手よりも速い角速度でRELを迎えていた。このことは、投局面においてディーン選手は上肢をより伸展位に保ちながら腕振りを行っていたのに対して、村上選手は上肢をコンパクトに折りたたみ、より速い速度で腕を振っていたことを示している。つまり、ディーン選手は回旋半径優位型、村上選手は角速度優位型で上肢の回旋動作を行い、ほぼ同じ手の末端速度を生み出していたと特徴づけられよう。

IV. まとめ

今年度の日本選手権男子やり投は、ディーン選手と村上選手が80mを大きく超える世界トップレベルの投てきを行って会場を大いに盛り上げた。両者の投てき距離の差がわずか8cmであることから、やり投の基礎的パラメータには両者の大きな違いは認められなかった。しかしながら、投動作をみると、ディーン選手は体幹の捻りと捻り戻し動作を強調し、上肢の回旋半径を大きく保った腕振りの投げを行っていたのに対して、村上選手はやりを直線的に構え、上肢の速い腕振りを強調した投げを行っていたという、対照的な投てき技術を行っていたことが明らかとなった。

参考文献

- Murakami, M., Tanabe, S., Ishikawa, M., Isolehto, J., Komi, P. V. and Ito, A. (2006) Biomechanical analysis of the javelin at the 2005 IAAF World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics* 21: 67-80.
- 前田正登, 野村治夫, 柳田泰義, 宮垣盛男 (1997) 人間の動きを考慮に入れたヤリの最適条件. *デサントスポーツ科学* 17: 270-277.
- 田内健二, 藤田善也, 遠藤俊典 (2012) 男子やり投げにおける投てき動作の評価基準. *バイオメカニクス研究* 16(1) : 2-11.

高校トップレベルの長距離選手（男女）における フィットネスチェックの内容と結果について-第一報-

杉田正明¹⁾ 榎本靖士²⁾ 佐伯徹郎³⁾ 山崎一彦⁴⁾ 荻原知紀⁵⁾ 原田康弘³⁾
 1) 三重大学 2) 筑波大学 3) 日本女子体育大学 4) 福岡大学 5) 北九州市立高校
 6) 日本オリンピック委員会

はじめに

高校生のトップレベルの長距離選手を対象とした体力測定およびフィードバックのための測定合宿を2009年度から実施してきている。野口純正氏によると、2010年に男子5000メートルで14分以内の選手数はケニア136名、エチオピア28名に対して日本は153名であり、このことから長距離の選手層は世界一といえそうである。2012年度では5000mで13分台を記録した男子高校生は9名のほり、2012年度までの高校歴代でも45名が13分台を記録している。我が国の高校長距離界のトップレベルの選手は同年代での世界トップレベルにあるといえ、こうしたレベルの選手達の体力レベルを把握し、さらに縦断的に追跡していくことは、競技成績との関連性やジュニア期およびその後のトレーニングの在り方を検討する上で貴重な資料となることが考えられる。そこで、これまでの4年間の結果をまとめることとした。まずは、平均値の提示と測定値の概観を目的とするため、主なデータの提示を行うことを目的とした。

測定方法

対象者は、表1に示すとおり、体力測定（アスリートチェック）に参加した選手は、4年間で合計74名（男子38名、女子36名）となった。対象者のレベルは、男子が1500mを3分40秒台、5000m13分台、10000m28分台、女子は1500mを4分10秒台、3000m9分10秒以内、5000m15分台の記録（あるいは限りなく近い記録）を有する者ばかりであり、いずれも高校トップレベルの長距離選手であるといえる。

測定時に16歳と17歳だった選手は、便宜上16-17歳としてまとめ、測定時に18歳だった選手は、18歳としてまとめて処理を行った。測定は、2009年度は、2010年2月15日から17日、2010年度は、2011年2月14日～16日、2011年度は、2012年2月13日～14日、2012年度は2013年2月12日～13日にて行った。いずれも千葉国際クロスカントリー大会直後に国立スポーツ科学センターにて合宿スタイルで実施した。

表1 アスリートチェックにおける陸上競技長距離ジュニア測定対象者

	2010年		2011年		2012年		2013年		4年分	
	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
16-17歳	3	4	5	6	3	6	1	2	12	18
18歳	7	5	6	3	7	4	6	6	26	18
合計	10	9	11	9	10	10	7	8	38	36

測定項目は、表2に示すとおりである。メディカル、フィットネスおよびスキルの観点から詳細にそれぞれの測定を行った。有酸素性を診るトレッドミルを用いた最大下速度の走行（乳酸カーブテスト）では、ほぼ毎年、走速度等にアレンジを加えて行った。これは、測定による危険性の回避や測定結果の信頼性、妥当性を考慮したためである。

2009年度の方法は、3分走行、1分休息を1ステージとして5ステージとし、走速度は、男子が240、270、300、330、360 m/min、女子が210、240、270、300、330 m/minとした。2010年度は、以下のように変更して実施した。3分走行、1分休息を1ステージとして疲労困憊まで実施した。走速度は、男子が250、280、310、340、370、400 m/min、女子が240、260、280、300、320、340 m/min。2011年度は4分走行、2分休息として以下の5ステージとした。走速度は、男子が260、290、320、350、380 m/min、女子が250、270、290、310、330 m/min。さらに、2012年度の測定では、これをさらに変更して以下のとおりで実施した。4分走行、1分休息を1ステージとして最高5ステージ実施。走速度は、男子が270、300、330、360、390 m/min、女子が260、280、300、320、340 m/min。

全ての測定は、国立スポーツ科学センターの施設において、当センターのスタッフ、器材・装置を用いて行われたものである。

結果

形態、等速性筋力、乳酸カーブテスト及び運動能力（ジャンプ能力、メディスンボール投げ）の各測定項目の平均値を表3、表4に示した。対象者数は男子16-17歳が12名、18歳は26名、女子の16-17歳が18名、18歳は18名であるが、測定項目によっては実施できなかった者もいたため、各項目でn数が異なっている。

乳酸カーブテストは、各年度で走行速度、走行時間、休息時間が異なるため、2mmolや4mmol時の走速度の結果の取り扱いには注意が必要である。本稿では、第一報としてこれまでの測定内容や方法、測定結果の記録をまとめることに重きを置いたため、形態、筋力、呼吸循環系機能および運動能力についての詳細な考察、解説については、今後に行うこととしたい。図1～4には、乳酸カーブテスト時の体重あたり酸素摂取量、血中乳酸濃度、心拍数および主観的運動強度の全対象者の推移を示した。特に特筆されるのは、男子では、体重あたり酸素摂取量が、80mlを超える者が16-17歳、18歳で複数みられ、同じく女子で70mlを超える者が複数みられたことである。乳酸カーブテストは、最大下での短時間での走行であるため、この測定時には最大酸素摂取量は出現していない可能性があると考えられる。実際の最大酸素摂取量は成人選手のレベルと同等か

表2. アスリートチェック（陸上競技長距離ジュニア）実施項目一覧（2012年度）

分野	分類	測定項目	測定機器	測定・フィードバック内容	プロトコル・コメント等	測定場所
メディカル	診察	内科、整形外科、歯科			派遣前チェック項目	クリニック
	検査	血液・尿、心電図、胸部X線、視力			派遣前チェック項目	クリニック
	整形外科的チェック	アライメント、関節弛緩性、タイトネス			派遣前チェック項目	クリニック
フィットネス	形態計測	身長	身長体重計	身長		クリニックor体力科学実験室
		形態計測	BLS	上腕囲、前腕囲、大腿囲、下腿囲、臍位、股囲、上肢長、下肢長	派遣前チェック項目	体力科学実験室
		身体組成	BODPOD	体脂肪率、除脂肪体重	派遣前チェック項目	体力科学実験室
		筋形態	MRI	筋横断面積	大腿部(右脚)、体幹	MRI室
	筋力	等速性膝伸屈屈曲筋力	Biodex	最大トルク(左右)	180deg/s×3回→60deg/s×2回(標準プロトコル)	体力科学実験室
	ジャンプ能力	反動ジャンプ	マットスイッチ	跳躍高	腕振りなし	バイメカハード室
		リバウンドジャンプ	マットスイッチ	RJ index、接地時間、跳躍高	腕振りなし	バイメカハード室
		立五段跳	メジャー	跳躍距離		NTC陸上競技場
	投能力	メディスンボール投げ	リボンロッド	投てき距離	前方投げ・後方投げ 男子4kg、女子3kg	NTC陸上競技場
	有酸素性能力	乳酸カーブテスト	トレッドミル、Vmax、LactatePro、テレメーター	各ステージの体重あたり酸素摂取量(最後1分間の平均)、心拍数、血中乳酸濃度、RPE 2mM、4mM時の走速度	4分走行、1分休息を1ステージとして最高5ステージ実施。 走速度： 男子 270,300,330,360,390m/min 女子 260,280,300,320,340m/min	運動前、休息中および運動終了後に指先より採血。 運動終了直後、3分後、5分後に乳酸を測定。3分後に値が低下していたら、5分後は省略。
スキル	走動作	走動作分析	VICON			陸上実験場

表3. 高校生長距離トップレベル(男子)選手の形態および体力測定 of 平均値

男子		16-17歳(n=12)					18歳(n=26)							
		平均 M	標準偏差 SD	最大値 max	最小値 min	n	平均 M	標準偏差 SD	最大値 max	最小値 min	n			
形態	基本的体格	身長 [cm]	169.9	4.2	175.8	161.8	12	169.7	4.7	177.9	161.8	26		
		体重 [kg]	54.6	4.8	60.9	46.4	12	54.7	3.6	61.2	49.0	26		
	形態計測(ボディラインスキャナ)	上腕圍(60%部位) [cm]	右	22.7	1.2	24.4	20.3	12	22.8	1.1	24.3	20.6	25	
			左	22.9	1.2	24.5	20.4	12	22.9	1.1	24.4	20.5	25	
		前腕圍(30%部位) [cm]	右	20.9	1.2	22.8	18.5	12	21.3	1.0	23.0	19.4	25	
			左	21.1	1.1	22.6	19.1	12	21.2	0.9	22.7	19.5	25	
		大腿圍(50%部位) [cm]	右	46.3	2.3	49.3	42.5	12	46.1	1.9	48.8	42.6	25	
			左	46.3	2.3	49.4	42.6	12	46.2	1.8	49.9	43.3	25	
		下腿圍(30%部位) [cm]	右	34.3	1.7	36.3	30.7	12	34.5	1.3	36.8	32.6	25	
			左	34.6	1.6	36.9	31.5	12	34.6	1.4	37.0	32.6	25	
		脛位腹圍 [cm]		70.4	2.6	74.6	66.5	12	70.9	2.5	76.4	66.3	25	
		股圍 [cm]		86.2	2.9	90.6	81.0	12	86.1	2.1	92.6	82.5	25	
		上肢長 [cm]	右	72.3	2.6	76.1	66.9	12	71.4	2.2	75.7	66.1	25	
			左	71.5	2.6	75.4	67.1	12	70.8	2.4	76.3	65.0	25	
		下肢長 [cm]	右	86.0	3.5	92.1	79.0	12	85.4	3.8	91.7	77.7	25	
左	86.3		3.4	92.0	79.7	12	85.4	3.8	91.3	78.2	25			
体脂肪率・空気置換法(BODPOD)	体脂肪率 [%]	9.4	2.4	11.9	5.6	9	10.1	3.1	16.8	5.0	17			
	除脂肪体重 [kg]	50.7	4.3	56.6	44.4	9	49.6	3.2	56.9	43.7	19			
機能	等速性筋力発揮(Biodex) 膝関節60deg/s	伸展 [Nm]	右	142.8	28.1	183.0	96.0	11	141.7	28.6	188.0	72.0	25	
			左	153.9	29.0	206.0	108.0	11	142.8	27.1	200.0	92.0	26	
		屈曲 [Nm]	右	78.8	18.2	97.0	40.0	11	75.4	13.5	93.0	45.0	25	
			左	76.7	18.0	95.0	30.0	11	72.2	17.7	118.0	36.0	26	
		伸展/体重 [Nm/kg]	右	2.6	0.4	3.2	1.9	8	2.6	0.5	3.3	1.7	18	
			左	2.9	0.5	3.6	2.3	8	2.6	0.4	3.2	1.8	19	
		屈曲/体重 [Nm/kg]	右	1.4	0.3	1.7	0.8	8	1.3	0.3	1.8	0.8	18	
			左	1.3	0.3	1.6	0.6	8	1.3	0.3	2.1	0.6	19	
		左/右比 [%]	伸展	109.1	16.3	131.0	86.0	11	101.9	15.1	128.0	77.0	25	
			屈曲	97.7	15.2	135.0	75.0	11	93.3	11.8	117.0	74.0	25	
		屈/伸比 [%]	右	55.2	9.2	76.0	42.0	11	54.2	9.0	83.0	43.0	25	
			左	50.4	11.9	72.0	24.0	11	50.8	9.3	72.0	29.0	26	
		膝関節180deg/s	伸展 [Nm]	右	98.5	16.4	119.0	72.0	11	97.7	13.2	127.0	74.0	25
				左	101.8	18.7	138.0	77.0	11	100.6	13.2	135.0	85.0	26
			屈曲 [Nm]	右	57.9	12.8	74.0	33.0	11	56.7	8.2	73.0	37.0	25
	左			57.5	11.6	74.0	36.0	11	52.4	8.2	67.0	33.0	26	
	伸展/体重 [Nm/kg]		右	1.79	0.23	2.20	1.44	8	1.78	0.21	2.30	1.40	18	
			左	1.89	0.35	2.60	1.59	8	1.80	0.19	2.20	1.40	19	
	屈曲/体重 [Nm/kg]		右	0.96	0.23	1.40	0.66	8	1.00	0.16	1.30	0.65	18	
			左	1.00	0.22	1.30	0.70	8	0.92	0.15	1.20	0.60	19	
	左/右比 [%]		伸展	104.3	15.0	136.0	88.0	11	103.6	11.8	133.0	86.0	25	
			屈曲	100.4	11.2	123.0	83.0	11	92.5	13.4	130.0	58.0	25	
	屈/伸比 [%]		右	59.5	13.4	82.0	35.0	11	58.5	9.4	78.0	42.0	25	
			左	57.3	11.2	79.0	37.0	11	52.4	7.6	72.0	39.0	26	
	乳酸カーブテスト		2mmol/l時	走速度 [m/min]	308.0	12.2	326.0	286.0	11	308.5	13.2	333.0	280.0	24
				心拍数 [bpm]	174.3	7.1	183.0	168.0	4	171.1	6.8	180.0	159.0	11
				主観的運動強度 [なし]	11.3	2.4	13.0	8.0	4	11.0	1.9	14.0	7.0	11
		4mmol/l時	走速度 [m/min]	337.9	13.1	352.0	320.0	10	339.3	10.3	360.0	320.0	24	
			心拍数 [bpm]	186.3	7.8	196.0	179.0	4	183.0	6.3	191.0	171.0	11	
			主観的運動強度 [なし]	12.5	2.5	15.0	9.0	4	11.9	2.6	16.0	7.0	11	
		ピーク値	酸素摂取量 [l/min]	4.299	0.440	4.880	3.690	11	4.086	0.362	4.660	3.440	24	
			酸素摂取量/体重 [ml/kg/min]	78.27	4.99	86.30	66.30	11	74.93	4.96	84.50	65.90	24	
			換気量 [l/min]	142.0	16.3	169.5	119.3	7	135.0	19.5	160.9	106.1	11	
			心拍数 [beat/min]	193.0	6.6	204.0	183.0	11	192.8	5.8	203.0	176.0	24	
			血中乳酸濃度 [mmol/l]	7.2	2.0	10.8	3.9	11	7.7	2.1	12.3	4.2	24	
			主観的運動強度	16.1	3.2	20.0	10.0	11	15.8	2.4	19.0	9.0	24	
		運動能力	垂直ジャンプ	垂直跳び・腕振り有り [cm]										
				垂直跳び・腕振り無し [cm]	33.9	4.6	42.6	26.5	11	34.5	4.8	46.8	27.5	26
				垂直跳び・腕振り反動無し [cm]										
	リバウンドジャンプ		跳躍高 [cm]	33.0	3.9	39.0	26.1	11	33.5	3.8	39.5	26.6	26	
			接地時間 [msec]	150.7	13.6	175.0	133.0	11	154.0	13.5	188.0	135.0	26	
	腕振り無し		RJ Index [なし]	2.219	0.393	2.715	1.634	11	2.192	0.329	2.845	1.618	26	
			立ち幅跳び [m]											
			立ち5段跳び [m]	11.5	1.0	13.1	10.3	8	11.1	0.7	12.9	9.4	18	
	メディシンボール投げ	両手下手投げ(4kg) [m]	8.7	1.0	10.3	6.9	8	8.5	0.8	9.7	6.7	19		
後方		8.2	1.4	10.0	5.9	8	7.6	1.0	9.1	6.0	19			

それ以上のかなり高い値になることが推察され、優れた呼吸循環機能を有していることがうかがえる。今後もこうした測定を継続実施しながら、高校トップレベルの長距離選手の特徴を詳細に検討するとともに、体力と競技力の関係性やトレーニングとの関連性などについて、縦断的に検討を加えていきたいと考えている。

謝辞

本測定を行うに当たり、国立スポーツ科学センターの鈴木康弘研究員をはじめ、多くのスタッフの皆様大変お世話になりました。記して感謝の意を表します。

表4. 高校生長距離トップレベル(女子)選手の形態および体力測定 of 平均値

女子			16-17歳(n=18)					18歳(n=18)					
			平均 M	標準偏差 SD	最大値 max	最小値 min	n	平均 M	標準偏差 SD	最大値 max	最小値 min	n	
形態	基本的体格	身長 [cm]	156.8	4.1	162.7	150.7	18	157.5	3.9	167.7	150.6	18	
		体重 [kg]	41.9	4.5	48.2	32.2	18	43.7	3.6	49.8	32.9	18	
	形態計測(ボディラインスキャナ)	上腕圍(60%部位) [cm]	右	19.8	1.3	22.2	17.5	17	20.2	1.4	21.9	17.2	17
			左	20.1	1.3	22.2	17.4	17	20.7	1.5	22.5	17.3	17
		前腕圍(30%部位) [cm]	右	17.7	1.1	19.7	15.5	17	18.2	1.0	19.8	15.4	17
			左	18.1	1.2	19.8	15.5	17	18.6	1.0	19.8	15.6	17
		大腿圍(50%部位) [cm]	右	42.5	2.3	45.4	36.4	17	43.1	1.8	45.8	38.4	17
			左	42.4	2.5	45.7	36.5	17	42.9	1.8	45.8	38.2	17
		下腿圍(30%部位) [cm]	右	31.6	2.0	34.7	27.7	17	31.6	1.5	34.0	27.5	17
			左	32.0	1.9	35.1	28.0	17	32.0	1.6	35.1	28.0	17
		臍位腹圍 [cm]		65.5	3.6	72.5	56.8	17	65.7	2.9	71.3	59.8	17
		殿圍 [cm]		82.1	3.9	89.3	75.4	17	82.6	2.4	86.0	75.7	17
		上肢長 [cm]	右	66.2	2.4	70.0	62.6	17	66.5	2.1	70.3	62.4	17
			左	65.3	2.6	69.4	61.3	17	65.5	1.9	68.3	61.6	17
		下肢長 [cm]	右	79.0	2.9	83.3	74.7	17	79.1	2.6	84.1	73.1	17
左	78.7		2.5	82.6	75.9	17	78.8	2.4	82.4	73.3	17		
体脂肪率・空気置換法(BODPOD)	体脂肪率 [%]	8.2	2.3	12.2	5.0	14	13.6	3.5	21.4	9.2	13		
	除脂肪体重 [kg]	38.2	3.8	44.4	31.4	14	37.1	3.0	40.6	28.9	13		
機能	等速性筋力発揮(Biodex) 膝関節60deg/s	伸展 [Nm]	右	99.2	23.2	132.0	46.0	18	104.2	15.2	131.0	76.0	18
			左	104.6	19.2	133.0	56.0	17	104.8	14.4	138.0	77.0	18
		屈曲 [Nm]	右	50.0	11.7	62.0	19.0	18	49.8	8.4	63.0	37.0	18
			左	50.7	11.2	64.0	21.0	17	49.0	8.6	61.0	33.0	18
		伸展/体重 [Nm/kg]	右	2.4	0.4	2.9	1.3	14	2.3	0.2	2.8	2.0	13
			左	2.5	0.3	2.8	1.5	13	2.3	0.2	2.6	2.0	13
		屈曲/体重 [Nm/kg]	右	1.2	0.2	1.5	0.5	14	1.1	0.2	1.5	0.9	13
			左	1.2	0.2	1.5	0.6	13	1.1	0.2	1.4	0.8	13
		左/右比 [%]	伸展	104.2	8.9	122.0	87.0	17	100.8	8.0	118.0	89.0	18
			屈曲	101.4	12.5	135.0	82.0	17	98.7	12.2	128.0	82.0	18
		屈/伸比 [%]	右	50.7	7.8	68.4	34.0	18	48.1	7.2	63.0	40.0	18
			左	48.2	6.1	59.0	36.0	17	47.2	7.5	58.0	30.0	18
	膝関節180deg/s	伸展 [Nm]	右	63.8	10.6	80.0	39.0	18	65.6	9.8	84.0	43.0	18
			左	67.1	9.2	85.0	47.0	17	64.9	8.5	84.0	46.0	18
		屈曲 [Nm]	右	34.7	7.3	45.0	18.0	18	33.7	5.6	44.0	24.0	18
			左	33.5	7.7	45.0	17.0	17	33.1	7.5	48.0	14.0	18
		伸展/体重 [Nm/kg]	右	1.49	0.20	1.77	1.06	14	1.46	0.14	1.72	1.30	13
			左	1.55	0.13	1.71	1.30	13	1.45	0.12	1.61	1.20	13
		屈曲/体重 [Nm/kg]	右	0.85	0.16	1.10	0.49	14	0.74	0.14	1.00	0.60	13
			左	0.81	0.18	1.00	0.46	13	0.71	0.18	0.90	0.30	13
		左/右比 [%]	伸展	104.4	10.7	131.0	90.0	17	99.6	7.0	110.0	88.0	18
			屈曲	95.9	11.8	115.0	71.0	17	99.1	21.0	138.0	50.0	18
		屈/伸比 [%]	右	54.4	8.1	68.0	38.0	18	52.1	10.2	72.0	39.0	18
			左	50.1	10.1	68.0	33.0	17	51.4	11.8	73.0	25.0	18
乳酸カーブテスト	2mmol/l時	走速度 [m/min]	283.1	14.1	310.0	258.0	15	284.1	18.0	320.0	243.0	14	
		心拍数 [bpm]	169.8	11.0	184.0	154.0	6	170.8	7.8	183.0	161.0	6	
		主観的運動強度 [なし]	12.8	1.8	15.0	11.0	6	12.3	3.1	16.0	7.0	6	
	4mmol/l時	走速度 [m/min]	298.1	20.0	330.0	240.0	15	303.8	14.5	335.0	283.0	15	
		心拍数 [bpm]	180.2	11.9	195.0	163.0	6	180.1	10.0	195.0	168.0	7	
		主観的運動強度 [なし]	15.5	1.2	17.0	14.0	6	14.4	2.1	17.0	12.0	7	
	ピーク値	酸素摂取量 [l/min]	2.823	0.355	3.380	2.180	16	2.960	0.296	3.420	2.280	15	
		酸素摂取量/体重 [ml/kg/min]	68.60	8.97	86.10	48.70	16	67.94	5.74	75.50	57.30	15	
		換気量 [l/min]	97.2	11.1	119.0	82.3	10	90.2	9.1	101.5	74.1	6	
		心拍数 [beat/min]	191.9	10.2	207.0	175.0	16	188.5	7.4	200.0	175.0	15	
		血中乳酸濃度 [mmol/l]	9.0	2.7	14.3	3.5	16	8.3	2.9	12.7	4.7	15	
		主観的運動強度	16.9	1.4	19.0	14.0	16	17.3	1.4	19.0	15.0	15	
運動能力	垂直ジャンプ	垂直跳び・腕振り有り [cm]											
		垂直跳び・腕振り無し [cm]	26.7	2.8	31.3	21.8	18	26.7	3.1	34.7	21.2	16	
		垂直跳び・腕振り反動無し [cm]											
	リバウンドジャンプ 腕振り無し	跳躍高 [cm]	27.4	5.5	36.5	15.2	18	26.8	2.7	32.4	23.5	16	
		接地時間 [msec]	159.2	19.6	215.0	135.0	18	158.3	17.1	200.0	139.0	16	
	RJ Index [なし]	1.747	0.401	2.451	0.904	18	1.707	0.207	2.081	1.336	16		
	水平ジャンプ	立ち幅跳び [m]											
		立ち5段跳び [m]	9.0	0.5	9.7	8.3	14	8.9	0.7	10.0	7.8	11	
メディシンボール投げ	両手下手投げ(3kg) [m]	前方	5.7	1.1	7.6	3.4	14	6.0	0.8	6.9	4.6	13	
	後方	5.1	0.8	7.0	4.0	14	5.8	1.2	8.0	3.7	13		

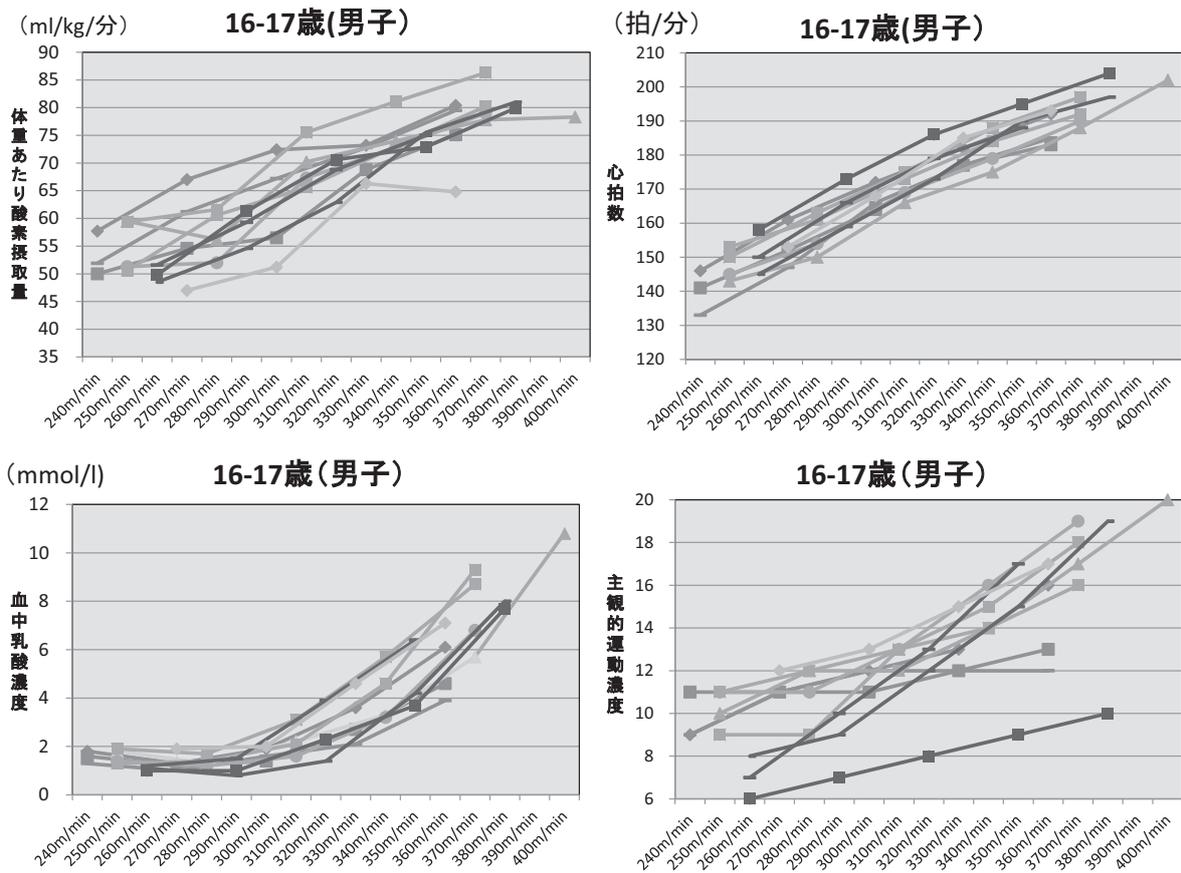


図1 最大下速度における血中乳酸濃度、酸素摂取量、心拍数及びRPEの推移（男子16-17歳）

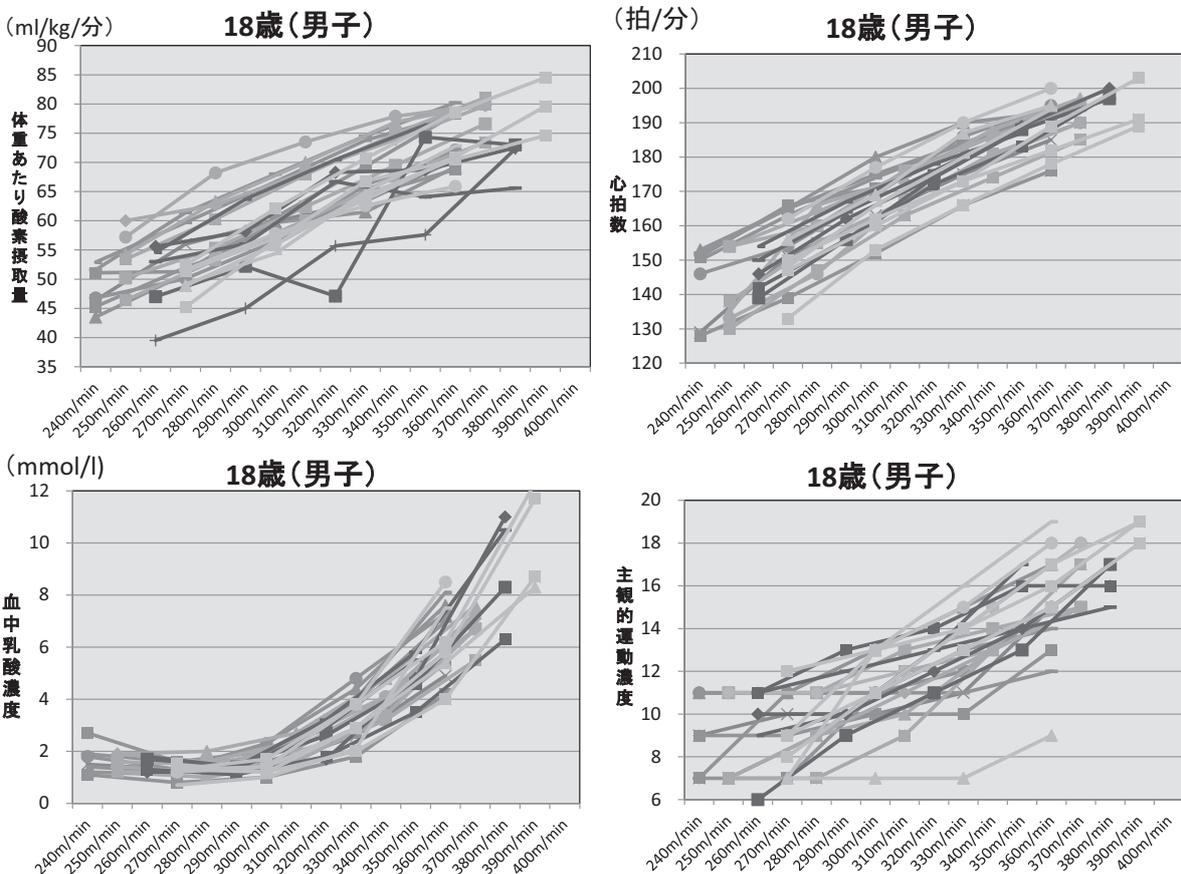


図2 最大下速度における血中乳酸濃度、酸素摂取量、心拍数及びRPEの推移（男子18歳）

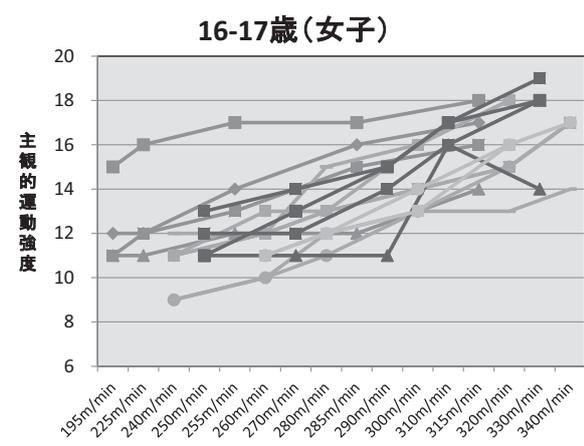
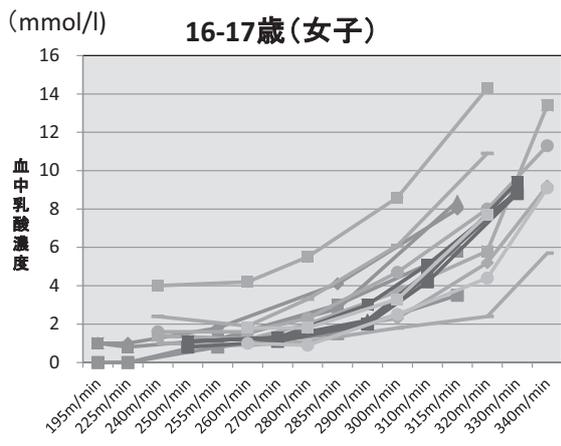
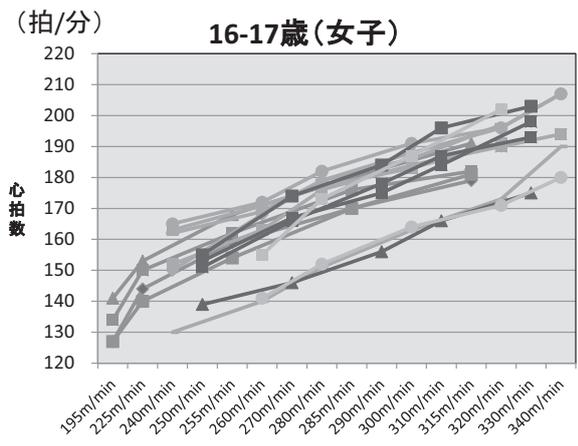
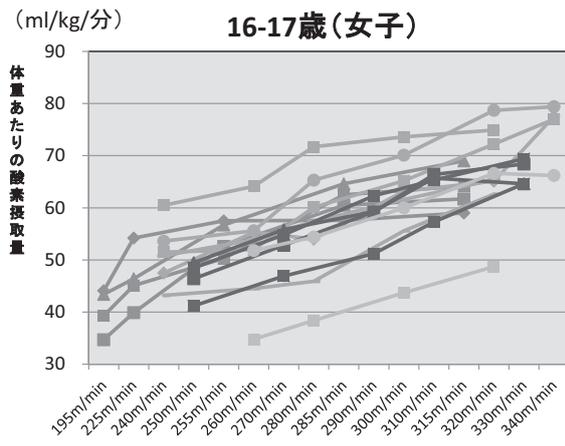


図3 最大下速度における血中乳酸濃度、酸素摂取量、心拍数及びRPEの推移 (女子16-17歳)

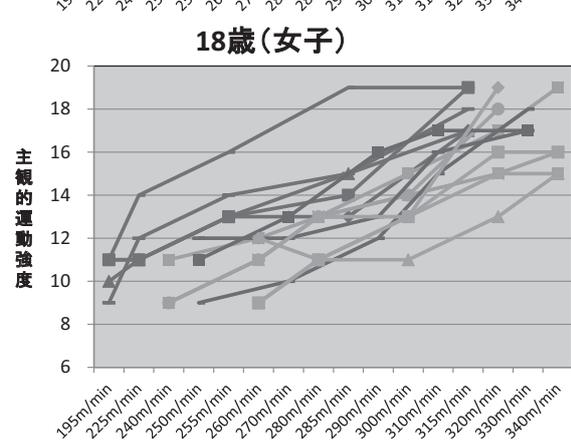
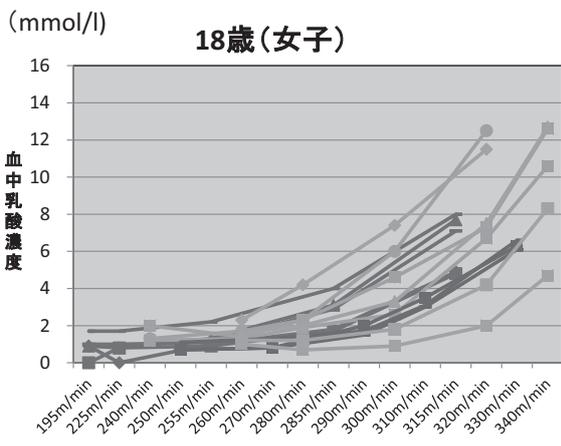
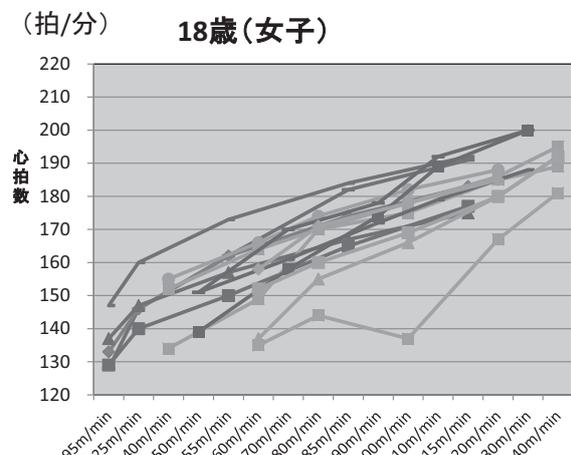
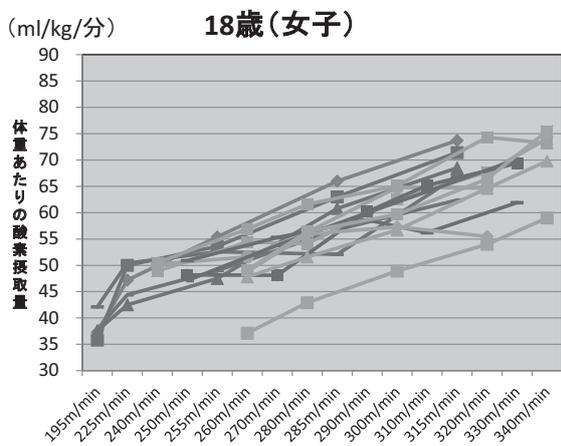


図4 最大下速度における血中乳酸濃度、酸素摂取量、心拍数及びRPEの推移 (女子18歳)

2012年 第30回オリンピック・ロンドン競技大会に出場した 競歩種目日本代表選手のコンディショニングについて

井本岳秋¹⁾ 今村文男²⁾ 谷内雄亮³⁾

1) 株式会社イズラシ 2) 富士通陸上競技部 3) 石川県金沢市立栗崎小学校教諭

要 旨

日本陸上競技連盟科学委員会は、2012年8月3日から12日までの10日間、イギリスの首都で開催された第30回オリンピック・ロンドン競技大会（以下、本大会と略記）に参加した競歩種目日本代表選手男・女9人中の5人を対象に、同年6月25日から本大会までトレーニングする様子を紹介し、とくにコンディショニングの視点から競技成績の評価を試みた。

- ① 男子20kmWで、藤澤 勇選手は1時間21分48秒：18位、西塔拓己選手は1時間22分43秒：25位、鈴木雄介選手は1時間23分53秒：36位だった。
- ② 男子50kmWで、森岡紘一朗選手は3時間43分14秒：10位、山崎勇喜選手は歩型違反で失格し、谷井孝行選手は健康上の理由から途中棄権した。
- ③ 女子20kmWで、瀧瀬真寿美選手は1時間28分41秒：11位、川崎真裕美選手は1時間30分20秒：18位、大利久美選手は1時間33分50秒：37位だった。
- ④ 以上の競技成績を踏まえて、①西塔拓己選手、②鈴木雄介選手、③森岡紘一朗選手、④川崎真裕美選手、⑤大利久美選手のコンディショニングを解説する。
- ⑤ 西塔拓己選手は、五輪遠征前10日間の国内生活において睡眠時間は5時間49分±23分、ロンドン11日間では7時間07分±14分だった。彼は国内生活で睡眠時間が短く、ロンドンでは就寝時間が遅かった。

20kmWの大会前記録は1時間21分01秒で、本大会では-1分42秒遅れ、達成率は97.9%だった。

遅れの原因は2012年7月13日バルセロナ世

界ジュニア選手権大会終了後の1週間に一日20km以上の練習を4回行い、また本大会までの22日間に一日も休養しなかった。この間に体温は直線的に上昇し、本大会4日前は最高温度(36.11℃)を記録した。

選手村ではトレーニングする生活を優先し、本来の安全な調整法をうまく表現できなかったように思われた。

- ⑥ 鈴木雄介選手は2013年3月10日、20kmWで1時間18分34秒の日本新記録を樹立し、同年7月2日発表の2013年世界20傑の2位である。一方、2012年の本大会では「腹筋がケイレンするアクシデントに見舞われ」、コンディショニングはよくなかったと思われる。不調の原因は、本大会の38日前と28日前に、それぞれ一日40kmと38kmの練習を行い、この辺りの週間練習量は147kmに到達していながら一日も休養しなかった。大会直前になって76km/週まで練習量を減らしたが体重減少に歯止めがきかずスタミナ不足に陥ったものと考えられる。本大会朝の体温は36.87℃を記録し、観察期間中の最高温度に達していた。
- ⑦ 森岡紘一朗選手の過去50kmW四大会前1か月間の練習量と競技成績との関係を検討した。2010年アジア大会545km/月、2011年日本選手権547km/月、2011年テグ世界選手権大会581km/月、2012年ロンドン五輪520km/月だった。本大会前の練習量が最も少なく、大会当日の体温も低く心拍数も少なくなっていた。逆に体重は増加傾向を示し休養十分、ロンドンに17日間滞在し時差問題は解消していた。このような好条件が整い、本大会で自己最高記録が達成できたと確信している。

森岡選手はランニングコンピュータを装着して、本大会50kmWに挑んだ。3時間43分14

秒に費やされた消費エネルギーは4,210 kcalと推定され、合計心拍数は36,100拍、最高心拍数は172 bpm、平均心拍数は160.1 ± 4.1 bpmだった。

- ⑧ 川崎真裕美選手の20kmW自己ベスト記録は1時間28分49秒で、本大会の達成率は98.3%だった。

2011年テグ世界陸上の大会前39日間の心拍数は53.2 ± 2.0 bpmだったが、本大会当日は46 bpmであり、テグ大会前の平均値よりも7 bpm低い値を示した。睡眠時間8時間、体温36.67°C、体重51.65 kgだった。

ロンドン滞在中の練習量と体重の関係を7月25日から8月2日までの9日間（A期間）と8月3日から11日までの9日間（B期間）を比較した。A期間の練習量は16.78 ± 5.47 km、体重は52.18 ± 0.30 kgで、体重は減少しなかった。B期間はそれぞれ12.56 ± 6.19 km、51.58 ± 0.19 kgで、練習量がA期間より少ないのに体重は減少していた。

A期間は朝練習と午後練習の間に朝食と昼食を摂っていて、休息時間も長い。B期間は午前練習と午後練習の間に昼食だけであり、A期間より明らかに休息時間も短い。

その後8月7日から4日間は一日1回の練習になり長い休息時間が生まれた。心拍数が下がり体重が安定した状態になったことが、本大会で持っている力を十分発揮できた一つの理由である。

- ⑨ 大利久美選手の20kmW自己ベスト記録は1時間29分11秒で、本大会の達成率は95.0%だった。

睡眠時間は1か月前から週単位で長くなっており、大会前1週間は8時間24分 ± 19分だった。体重は2週間前46.24 ± 0.45kgから1週間前45.58 ± 0.39kgに-0.66kg減少して、本大会前の1か月間に休養することはなかった。

彼女は6月下旬に左アキレス腱痛による練習不足を7月になって取り戻そうとして努力されたと思われる。しかし、最後の2週間は体重減少に歯止めがきかず、心身ともに疲れていたように感じられた。

20kmW日本代表選手男・女4人の練習量を比較すると、5週前から2週間までの間で大利選手が最も多かった。

2012年8月末、合宿先で再会し彼女にロンドン滞在中の様子を尋ねた。すると「時差問題

の解決のために早期にロンドンに移動したのは私には不都合だった」と述べられ、ロンドン・セントメリーと選手村に17日間滞在している間に体調不良が進行し心身ともに不安だったと思われる。疲労がかさむと、練習量を少なくしても、睡眠時間を長くとっても回復の効果は本大会に反映されなかった。

- ⑩ 本大会20kmWに出場した男子2人、女子2人、合計4人の練習量と競技成績との関係を検討した。本大会の競技成績は5週間の練習量と有意な負の相関関係（ $r = -0.936$ ）が認められ、練習量が多くなれば競技成績も悪くなる傾向を示した。また、女子選手2人の練習量は、男子選手2人よりも多かった。

これから学ぶことは、オリンピックをはじめ国際大会前の最終調整期間（約1か月）の女子選手の練習量は男子選手を上回らない方が望ましい。また、現在確立しているとは言えない週1回の完全休養の日を明確に設けることが望ましいと考えられる。

- ⑪ 谷内雄亮選手は、2012年4月から保健体育の教諭の道に進まれた。競歩の競技生活をあきらめ32歳で引退した理由は練習中の膝の故障が長引いたのが原因だった。しかし、教員生活で基礎体力は向上し、わずか数か月で故障知らずの体質に変わっていた。

谷内さんは14年間に及ぶ競技生活を振りかえり、以下のことを学んだと言及された。

競歩の競技者はその競技適性に必要なトレーニングだけをする傾向にある。むしろ競歩に適さない違う筋肉をつけるのが競歩選手にとってマイナスというイメージを持っていた。その結果、競技生活が長くなればなるほど基礎体力は低下し怪我をしやすい体質になっていた事を、現役を引退し膝の故障が治ってから気づいた。

日頃からバドミントン、バスケットボール、バレーボール、卓球など他のスポーツに親しむことは、競歩の競技力向上を支える有力なトレーニング方法と言える。

I はじめに

日本陸上競技連盟科学委員会は、2012年8月3日（土）から12日（日）までの10日間、イギリスの首都で開催された第30回オリンピック・ロンドン競技大会に出場した競歩種目日本代表選手のトレーニングする生活を、同年6月25日から本大会

まで観察し、とくにコンディショニングの視点から競技成績の評価を試みた。

II 方法

対象者：本大会に参加された競歩種目日本代表選手の身体的特徴は表1に示すとおり、男子6人、女子3人、合計9人である。西塔選手は大学生で、それ以外の人は社会人だった。

表1 競歩種目日本代表選手の身体的特徴

種目	氏名	年齢	身長	体重	BMI
		(歳)	(cm)	(kg)	(kg/m ²)
男子20kmW	藤澤 勇	25	164	54	20
	西塔拓己	19	169	56	20
	鈴木雄介	25	169	56	20
男子50kmW	森岡紘一朗	26	184	65	19
	山崎勇喜	28	176	63	20
	谷井孝行	29	166	57	21
女子20kmW	瀧瀬真寿美	25	161	45	17
	川崎真裕美	32	167	52	19
	大利久美	27	160	45	18

調査項目、運動量の分類：本調査は2009年度の本報告書¹⁾と同様の形式で行った。事前に内定している日本代表選手に対して2012年6月25日から本大会まで、毎日、起床時の①心拍数(bpm:拍/分)、②口腔温度(℃)、③体重(kg)ならびに④練習量(km/日)、⑤滞在先などを記入できる調査用紙を配布した。データ入力のためにパソコンを用いる選手は、統計ソフトExcelの様式に従って、日々のデータを入力してもらい、後日、電子メールの添付資料として、科学委員会の著者宛に送信してもらった。

体温は少数以下2桁までを表示できる婦人体温計を用いて、ベッドレストの状態でも口腔温度を測定した。なお、医学・生理学上は身体深部の温度(直腸温度等)の測定をもって体温と定義するが、本稿では起床時の口腔温度を用いて、便宜上「体温」と呼ぶことにした。1分間の心拍数は触診、電子血圧計や時計(POLAR社製のランニングコンピュータ)等を使って各自統一した方法で測定した。体重は100gもしくは10g単位の精度で表示できる同一の体重計を用い、各自でそれぞれ測定した。

練習量はⅠ:早朝(起床から朝食前までの間)、Ⅱ:午前(朝食後から昼食前までの間)、Ⅲ:午後(昼食後から夕食前までの間)に分けて、それぞれ歩行距離を練習量(km/日)として記載してもらった。報告された距離の誤差は1回の練習で約10m以内

と推定され、信頼性は高いものと思われる。

なお、同じ距離のトレーニングでも、設定タイムの差によって運動強度は異なるが、本研究では過去の評価実績から考えて、積算距離のみを指標としても、十分評価に耐えうる信頼性があると確信して検討を試みた。

III 結果と考察

①競技成績について

本大会における競技成績は表2に示すとおりである。

表2 本大会における競歩種目日本代表選手の競技成績

種目と日程	氏名	ロンドン五輪大会の記録	
		(記録)	(順位)
男子20kmW (2012年8月4日)	藤澤 勇	1時間21分48秒	18
	西塔拓己	1時間22分43秒	25
	鈴木雄介	1時間23分53秒	36
男子50kmW (2012年8月11日)	森岡紘一朗	3時間43分14秒	10
	山崎勇喜	記録なし	失格
	谷井孝行	記録なし	途中棄権
女子20kmW (2012年8月11日)	瀧瀬真寿美	1時間28分41秒	11
	川崎真裕美	1時間30分20秒	18
	大利久美	1時間33分50秒	37

競歩3種目にフルエントリー(1種目3人)した日本勢は、男・女とも20kmWでは失格者を出さなかった事は高く評価できる。

50kmWでは森岡紘一朗選手が3時間43分14秒で10位だった。山崎勇喜選手は「ベント・ニー」と「ロス・オブ・コンタクト」の結果、18kmあたりで赤カードを受けた²⁾と記載がある。また谷井孝行選手は体調不良のため38kmあたりで途中棄権された。専門誌には軽い気胸の恐れがあったと記載されていた²⁾。

②本大会のトップ選手と日本人選手の成績について
種目ごとの成績は表3(男子20kmW)、表4(男子50kmW)、表5(女子20kmW)に、それぞれ示すとおりである。

男子20kmWではDing Chen(中国)が1時間18分46秒の五輪新記録で優勝した。藤澤 勇選手は1時間21分48秒:18位で、優勝者とのタイム差は-3分02秒だった。

男子50kmWはSergey Kiryapkin(ロシア)が3時間35分59秒の五輪新記録で優勝した。森岡紘一

表3 男子 20kmW の成績

順位	名前	国籍	記録	備考
1	Ding Chen	中国	1時間18分46秒	五輪新
2	Erick Barrondo	グアテマラ	1時間18分57秒	
3	Zhen Wang	中国	1時間19分25秒	
18	藤澤 勇	日本	1時間21分48秒	
25	西塔拓己	日本	1時間22分43秒	
36	鈴木雄介	日本	1時間23分53秒	シーズンベスト

朗選手は3時間43分14秒：10位で、優勝者とのタイム差は-7分15秒だった。しかし、森岡選手は自己記録を1分31秒更新する日本歴代2位の記録で、日本人五輪同種目の最高記録だった。また、日本との時差が7時間から8時間あるヨーロッパ遠征で日本人が自己記録を更新した例は近年みられず、今回の森岡選手の記録は高く評価すべきである。

表4 男子 50kmW の成績

順位	名前	国籍	記録	備考
1	Sergey Kiryapkin	ロシア	3時間35分59秒	五輪新
2	Jared Tallent	豪州	3時間36分53秒	自己新
3	Tianfeng Si	中国	3時間37分16秒	自己新
10	森岡紘一郎	日本	3時間43分14秒	自己新
-	谷井孝行	日本	途中棄権	
-	山崎勇喜	日本	失格	

女子 20kmW は Elena Lashmanova (ロシア) が1時間25分02秒の世界新記録で優勝した。瀧瀬真寿美選手は1時間28分41秒：11位で、優勝者とのタイム差は-3分39秒だった。瀧瀬選手は自己の日本記録(1時間28分03秒)には及ばなかったものの、本大会では日本人歴代2位の記録であり、また日本人の五輪同種目で最高順位だった²⁾。

表5 女子 20kmW の成績

順位	名前	国籍	記録	備考
1	Elena Lashmanova	ロシア	1時間25分02秒	世界新
2	Olga Kaniskina	ロシア	1時間25分09秒	シーズンベスト
3	Shenjje Qieyang	中国	1時間25分16秒	地域新(アジア)
11	瀧瀬真寿美	日本	1時間28分41秒	
18	川崎真裕美	日本	1時間30分20秒	
37	大利久美	日本	1時間33分50秒	

競技成績について総括すると、日本人競歩選手はこれまで長い間、欧州の大会において自己記録更新や五輪同種目最高順位等が容易に達成でなかった。その背景には、従来の旅行日程が短く時差問題が解決できなかったのが一つの要因と考えられる。この時差問題にこだわる理由は、競歩の競技時間が他の種目に比べて非常に長く、体内時計のリズムと現地生活時間の違いはなおざりにできないからであ

る。

例えば1週間の欧州遠征では2日間は出国と帰国の移動日に充てられ、残る4～5日で身体が現地の生活に慣れるはずもなく、時差問題は解消できない状況だった。

これに対して、本大会の日本人競歩選手は2012年7月25日にロンドンに到着し、現地に10日から2週間以上滞在し、時差問題(体内時計のくずれ)は解消され「順化」していたものと考えられる。

本大会では、日本人競歩選手がすべて良好な競技成績を収めたとは言えないが、時差問題を意識して早めに移動計画を立案された関係者の努力があったものと考えられる。

③西塔拓己選手について

西塔拓己選手は当時19歳で日本代表競歩選手の中では最年少の大学生だった。本大会における男子20kmWの成績は1時間22分43秒：25位だった。

表6 西塔拓己選手のコンディショニング表

滞り場所	期 間	日数	睡眠時間	体温	心拍数	体重
				(°C)	(bpm)	(kg)
川崎市	2012/6/29~7/5	7日間	5時間45分±17分	35.75±0.21	52.0±3.2	59.96±0.25
バルセロナ	2012/7/6~13	8日間	7時間05分±18分	35.47±0.25	49.7±1.6	59.89±0.15
川崎市	2012/7/14~22	9日間	5時間49分±23分	35.83±0.14	49.3±2.2	59.80±0.35
ロンドン	2012/7/24~8/3	11日間	7時間07分±14分	35.89±0.15	50.3±2.0	59.81±0.18

コンディショニングは、表6に示すとおりである。彼は大学のある埼玉県川崎市に居住し、そこを起点に2012年7月13日に成田空港からスペイン・バルセロナに派遣され、世界ジュニア選手権の男子10,000 mWで4位(40分19秒10)に入賞している。同年7月17日にスペインから帰国し、川崎市で8日間を過ごしている。つぎに同年7月24日に成田空港を出発しイギリス・ロンドンに10日間滞在した後、8月4日に本大会男子20kmWに出場している。

表6と図1で分かるように、彼は国内の生活で毎日午前4時40分に起床し、平均睡眠時間は5時間45分±17分から5時間49分±23分の間であり、アスリートとしては睡眠時間が極めて短い。これに対して、海外では7時間5分±18分から7時間7分±14分を確保しており、国内・外の生活環境の変化によって睡眠時間は大きく左右され、両者の間に有意な差が認められた。

また、表7の練習時期、頻度をみると、川崎市にいるときは早朝練習に重点がおかれ、昼間はほとんど行っていない。この理由は、学生生活中心のトレーニングパターンに由来するものである。したがって、

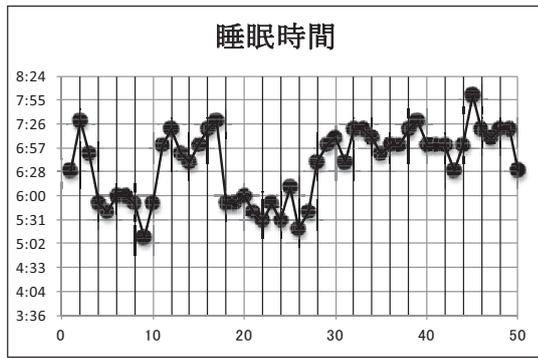


図1 西塔拓己選手の睡眠時間の推移（睡眠時間6時間以下のところは、国内生活による）

20kmWを午前中に練習するのは「日曜日」だけであった。

このように、国内の学生生活の中では睡眠不足の問題はあるものの、オーバートレーニングになりにくい競技生活といえる。

なお、現在の大学生の身分で再び国際大会に派遣されるのであれば、一日も早く現地に向けて旅行される方が睡眠不足のリスクは少なくなると考えられる。

表7 西塔拓己選手の練習時期、頻度

滞り場所	期間	日数	早朝練習	午前練習	午後練習
鶴ヶ島	2012/6/29 2012/7/5	7日間	6	1	2
バルセロナ	2012/7/6 2012/7/12	7日間	7	6	1
鶴ヶ島	2012/7/14 2012/7/22	9日間	9	0	5
ロンドン	2012/7/24 2012/8/3	11日間	11	3	6
34日間			33(57.8%)	10(17.5%)	14(24.6%)

西塔選手のトレーニングするパターンは図2に示すとおりである。日数(x軸)をみると、30日以内に早朝練習6.0kmを6日間行っており、平均すると5日間に1回の割合でとり入れている。しかし30日から40日までの間(本大会前の10日間)に練習量を6.0kmまで減らした日は一日もなく、むしろ全体重は増加していた。

図3をみるとx軸の20日から30日にかけて体重が59.60kgまで下がった日が4回みられるが、練習量を6.0kmまで減らすと2~3日で60.00kg以上に回復していた。ところが、本大会3日前には体重が59.50kgまで低下し、大会当日は60.00kgを超えることはなかった。むしろ体重は日数の経過とともに有意に負の相関関係を示し減り続ける傾向を示していた。

本大会終了後の2012年8月の強化合宿で西塔選手に面談する機会を得た。本大会の選手村に於ける生活の様子を聞くと、「最後の1週間はいつもの大会前の練習パターンと違っていた。周囲には世界中

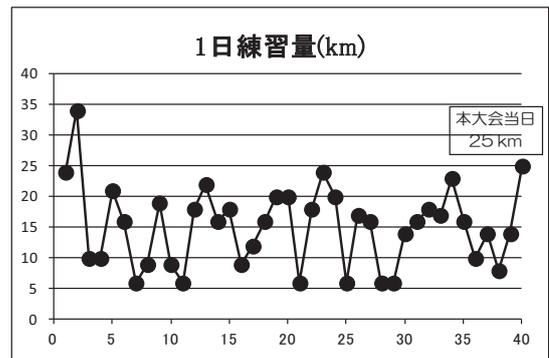


図2 西塔拓己選手の練習量の推移（ロンドンにはx軸の30日から滞在し、40日に本大会男子20kmWに出場している。その日に25kmを歩いているのは、早朝練習で5kmを練習したからである。

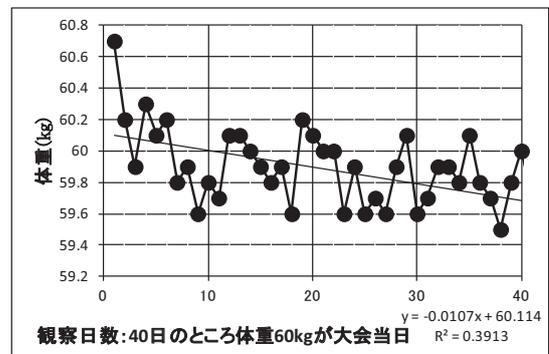


図3 西塔拓己選手の起床時の体重推移
体重は本大会(x軸の40日)に向けて有意に低下傾向を示している。

の有名選手がたくさんいたので、練習しないといけないと過敏に反応して、十分な休養が取れなかった」と述べておられたのが印象的だった。

④鈴木雄介選手について

鈴木雄介選手のコンディショニングは表8に示すとおりである。大会前36日間の睡眠時間は平均7時間40分±34分であり、最短で7時間、最長で9時間を満たしていた。

各測定項目の平均値を6週間前から1週間間隔で集計し、レース当日のデータと比較した。各週の平均体温は本大会に近づくにつれ上昇傾向を示し、レース当日は正常範囲でありながらも観察期間中の最高温度(36.87℃)に到達していた。心拍数は3週間前に一旦低値を示しているが、その後、体温と同様に上昇傾向が認められ、大会当日は高い心拍数(54bpm)に達していた。これに対して、練習量は本大会に向けて漸次減少する傾向が認められたにもかかわらず、体重は図4に示すとおり、経過日数に

表 8 鈴木雄介選手のコンディショニング表

時期	例数	体温 (°C)	心拍数 (bpm)	体重 (kg)	練習量 (km)
大会6週間前	4	36.47±0.15	50±3	58.22±0.33	130
大会5週間前	7	36.38±0.25	51±4	58.16±0.59	147
大会4週間前	4	36.40±0.10	52±2	57.91±0.23	103
大会3週間前	7	36.52±0.09	50±3	57.62±0.22	98
大会2週間前	7	36.59±0.12	52±3	57.91±0.39	85
大会1週間前	7	36.64±0.09	54±2	57.29±0.24	76
2013年8月4日	1	36.87	54.0	57.05	24
レース後1週間	7	36.52±0.21	52±2	56.94±0.51	0

対して有意に負の相関関係を示し、不完全な休養の状態が示唆された。

2011年のテグ世界選手権大会（韓国）の鈴木選手の成績をみると、1時間21分39秒（8位入賞）³⁾であり、本大会記録（1時間23分53秒：36位）は-2分14秒も遅れたことになる。また心拍数はテグ大会で平均51.3±4.5 bpmであった³⁾ものが、本大会のレース当日の心拍数は54 bpmを示していた。

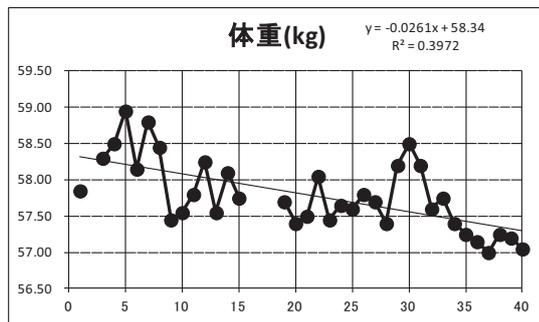


図 4 鈴木雄介選手の体重推移、x 軸：40 日がレース当日の体重 (57.05kg)

一般に運動中の心拍数は起床時の心拍数に基づいて相対的に変化すると考えられる。したがって起床時の心拍数が高くなればなるほど運動中の心拍数も比例して高くなる傾向を示す。また、同時に体温（筋温）も高くなるので運動中は心・肺持久力への影響だけでなく、筋収縮活動に必要な酵素活性の至適温度を一定に維持できず、作業効率が悪くなり疲労感が増す傾向を示す。

鈴木選手について、専門誌には「レース中盤には腹筋がケイレンするアクシデントにも見舞われ」⁴⁾との記載があり、本大会のコンディショニング指標（高体温）との関連性が示唆された。

なお、2013年7月2日判明分の20kmW世界20傑のランキングで鈴木選手は同年3月10日に1時間

18分34秒（日本新記録）を記録し2位⁵⁾につけている。

これだけの実力がありながら、本大会では不調だったわけである。その原因は図5に示すx軸の2日目（38日前）と12日目（28日前）にそれぞれ一日練習量が40kmと38kmに及び、またこの間の練習量は週あたり147kmに及んでいた。

一日練習量40kmの内容は午前中30kmと夕方10km、38kmの内容は午前中30kmと夕方8kmだった。40kmの練習を始める前とその翌朝の心拍数と体温を比較すると、46→50 bpm（増加率8%）、36.46→36.59°C（0.36%）にそれぞれ上昇していた。また38kmでは50→52 bpm（3.8%）、36.21→36.36°C（0.41%）にそれぞれ上昇していた。この頃よりあまり練習量が多くなっても心拍数は50 bpmを下回る事がなくなり、本大会までこの状態は続いた。つまり、40日間のトレーニング期間中に休養したのは移動日を含む1～2日であり、この不完全な休養の取り方によって図4の体重減少に歯止めがきかず、不調の背景を示唆する結果だった。

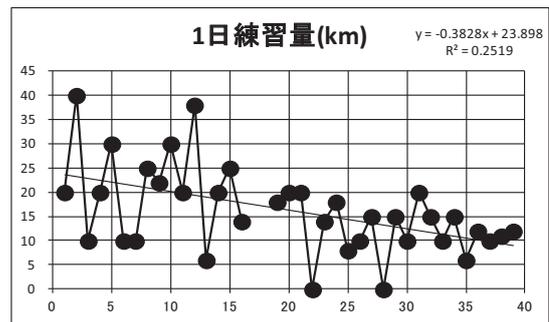


図 5 鈴木雄介選手の練習量の推移（練習日数16～17日目は記入漏れ）

⑤森岡紘一朗選手について

本大会50kmWにPolar社製のランニングコンピュータを装着して出場した森岡選手の周回（2km）時間、歩行速度、心拍数（bpm）の推移は、表9（基本情報）、図6（歩行速度）、図7（平均心拍数）、図8（合計心拍数）に、それぞれ示すとおりである。

表9をみると、スタートして1周を9分06秒で通過するが、2周から20周まで8分50秒前後を維持していた。しかし21周から25周まで再び9分台になりゴールしていた。

図6をみると、転機になったのが15周（30km）を過ぎた辺りと思われる。そして18周（36km）に最高速度に達したが、21周（42km）には9分以上かかるようになり速度は落ちていった。

平均心拍数（表 7）は 18 周以降、歩行速度の低下とともに減少する傾向が認められたが、所要時間の延長によって合計心拍数（表 8）は増加していった。

いいかえると 20 周（40km）以降、歩型の乱れにより力を伝達する効率（スキル）が徐々に低下したと考えられる。その結果、歩幅が狭くなり歩数が増えざるをえなくなり身体負担度は一層厳しい状況になったのではないかと推察される。

表 9 森岡紘一朗選手のランニングコンピュータを装着した 50kmW の基本情報一覧

周回 (1周 2km)	距離 (km)	累積時間	ラップ タイム	最大心拍数 (bpm)	平均心拍数 (bpm)	合計心拍数 (bpm)
1	2	9.06	9.06	162	153	1415
2	4	17.54	8.48	165	160	1413
3	6	26.46	8.52	162	158	1422
4	8	35.42	8.55	171	156	1404
5	10	44.35	8.53	160	156	1404
6	12	53.27	8.52	159	156	1391
7	14	1.02.20	8.52	160	155	1395
8	16	1.11.12	8.52	159	155	1382
9	18	1.20.03	8.50	159	156	1391
10	20	1.28.55	8.51	162	159	1431
11	22	1.37.45	8.50	163	159	1417
12	24	1.46.37	8.52	162	159	1417
13	26	1.55.31	8.53	162	158	1422
14	28	2.04.22	8.51	164	161	1435
15	30	2.13.13	8.50	165	162	1444
16	32	2.22.10	8.56	165	160	1453
17	34	2.30.57	8.47	169	164	1448
18	36	2.39.43	8.46	172	169	1492
19	38	2.48.33	8.49	172	168	1498
20	40	2.57.39	8.56	170	165	1485
21	42	3.06.33	9.04	167	163	1494
22	44	3.15.38	9.04	170	164	1503
23	46	3.24.47	9.09	168	163	1507
24	48	3.34.02	9.14	166	162	1512
25	50	3.43.14	9.12	166	161	1525

専門誌には、そのような厳しい条件の中、さらに他の選手を 14 位から 11 位まで追い抜き孤軍奮闘の様子²⁾が記載されていた。

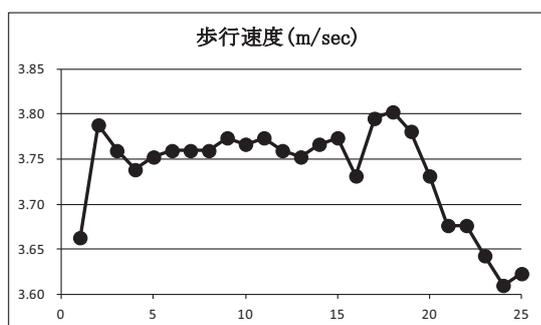


図 6 森岡紘一朗選手の周回毎の歩行速度の推移：
x 軸は周数、y 軸は歩行速度 (m/sec)

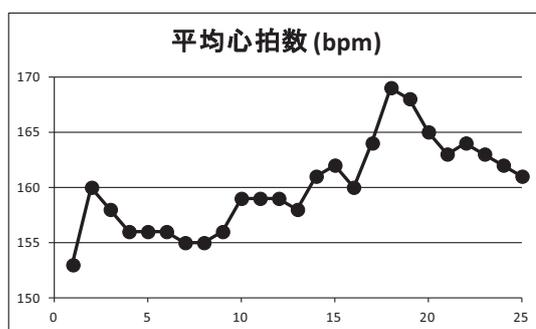


図 7 森岡紘一朗選手の周回毎の平均心拍数の推移
(x 軸は周数、y 軸は平均心拍数 (bpm))

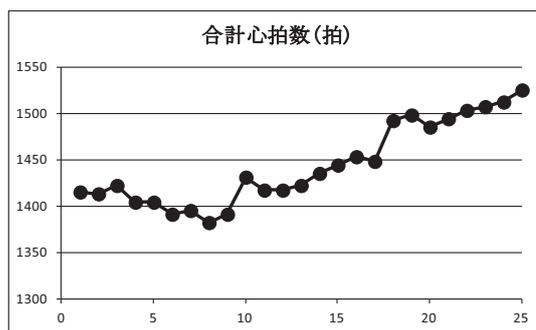


図 8 森岡紘一朗選手の周回毎の合計（累積）心拍数の推移（x 軸は周数、y 軸は周回毎の合計心拍数（拍）を示す

表 10 森岡紘一朗選手のコンディショニング表

項目	体温	心拍数	体重	練習量
時期	(°C)	(bpm)	(kg)	(km/週)
大会7週間前	36.26±0.03	46.75±3.30	67.65±0.27	96
大会6週間前	36.50±0.05	47.43±1.72	67.20±0.97	158
大会5週間前	36.43±0.06	45.50±2.59	66.89±0.28	210
大会4週間前	36.53±0.11	47.14±2.54	66.64±0.35	150
大会3週間前	36.01±0.57	47.14±2.12	66.86±0.30	116
大会2週間前	36.48±0.05	45.14±1.86	67.08±0.34	152
大会1週間前	36.49±0.07	44.00±1.63	67.12±0.25	102
大会当日	36.52	44	67.25	50

また、テレビ映像ではゴールした直後、救護を受ける森岡選手の様子が伝わり感銘を受けた。

森岡選手のコンディショニングは表 10 に示すとおりである。その特徴は、大会 5 週間前の週間練習量が 210km/週、4 週間前と 3 週間前が 150km/週と 116km/週になり、5 週間前よりそれぞれ -50km/週、-94km/週減少した。この 2 週間にわたる練習量の制限によって、大会 3 週間前の平均体温は 36.01 ± 0.57°C まで下がり 4 週間前より平均 0.52°C 低下していた。

大会 2 週間前には、再び 152km/週まで増加し体

温も平均 0.47℃上昇したが、心拍数は平均すると低下傾向に、また体重は増加傾向に転じていた。

森岡選手の滞在先をみると、本大会 4 週間前まで志賀高原で高所トレーニングを行った後、3 週間前には千葉県の居住地に帰省して 5 日間を過ごし、その後ロンドンに向け出国したのが本大会から遡って 17 日も前のことである。著者がもっとも驚いたのは、森岡選手が居住地に戻ってこられてから 4 日間の平均体温が 35.55 ± 0.05℃、平均心拍数が 45.8 ± 2.0 bpm を記録していたことである。

2012 年 7 月 25 日、ロンドンに到着して 2 日後の体温と心拍数は 36.66℃、47 bpm を記録していることを考えると、国内の住み慣れた居住地で数日間を過ごしたことの意義はとても大きいと思われる。

ロンドン滞在中に一日の最長練習量は 2012 年 7 月 30 日の「35km」を 1 回だけ、またそれ以降 20 ~ 25km を 3 回経験しているが、後は表 10 に示すとおり大会 2 週間前：152km/週、1 週間前：102km/週と顕著な練習量の減少を認めた。

以上の結果、本大会当日の心拍数は 44 bpm を記録し、体重は微増 (67.25kg) しており、休養十分な環境の下で時差問題は解消していたので、自己最高記録がもたらされたと確信している。

表 11 を基に、四大会の 2 週間隔の練習量と競技成績との関係を検討したものが図 9 である。2010 年から 2011 年までの 3 大会と 2012 年本大会を比較すると、過去 3 大会の共通点は大会前 3 ~ 4 週間の練習量が本大会より多かったことが一目瞭然であ

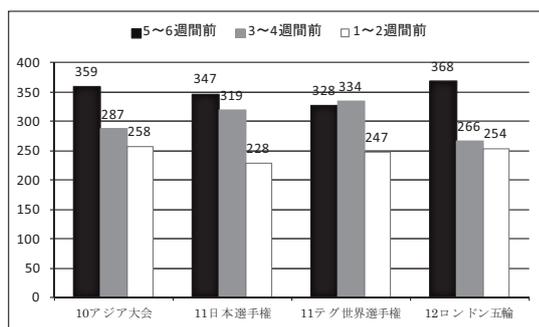


図 9 森岡紘一朗選手の四大会の記録と練習量の関係 (x 軸の数字は年度および大会名、y 軸は練習量 : km)。各大会前の 2 週間毎の練習量を比較すると、ロンドン五輪で自己最高記録をだした時、3 ~ 4 週間前と 1 ~ 2 週間前の練習量がほぼ同じだった。つまり、大会 1 か月前から週間 130km もしくはそれ以下の練習量で過ごすことが重要である。

表 11 森岡紘一朗選手の過去の 50kmW の成績と練習量の比較 (1 行目の数字は西暦、大会名、記録「時間 : 分 : 秒」を示す)

週数	10アジア大会 34741	11日本選手権 大会34445	11世界選手権大 会34621	12ロンドン五輪 大会34314
大会前6週	213	165	146	158
大会前5週	182	182	183	210
大会前4週	130	147	180	150
大会前3週	157	172	154	116
大会前2週	147	130	145	152
大会前1週	111	98	102	102
6週合計(km)	940	894	910	888
大会前1か月(km)	545	547	581	520

る。いいかえると、50kmW で自分自身の力量を十分に発揮するための備えは、「大会前 1 か月間は最終調整の期間」と考えるべきであり、この間に 1 日 35km を超える長い距離の練習は絶対に避けなければならないと考えられる。

また、競技適性が完成された競歩選手ほど、基礎体力の維持・向上が疎かになりがちであることと、練習量を制限された選手生活は精神的にも不安を与えかねない。

そのための対策は、ヒトの骨 206 個に対して約 630 本あるといわれる骨格筋の鍛え方を見直し、高速歩行に必要な身体能力を高めていかなければならないと考えている。

競歩選手の基礎体力トレーニングの考え方について、後述の「谷内雄亮選手の手記」が参考になると思われる。

なお、森岡選手が本大会 50kmW で 3 時間 43 分 14 秒の間に要した消費エネルギーは 4,210 kcal と推定され、この間の合計心拍数は 36,100 拍、最高心拍数は 172 bpm、平均心拍数は 160.1 ± 4.1 bpm だった。

今後、50kmW において 40km 以降のスピードを 2.0km あたり 8 分台に維持し、世界大会の上位を狙うためには、練習量の調節や現行の体力づくりだけでは不十分である。レースに必要な消費エネルギー約 4,000kcal 以上を如何にして身体に蓄えるかが課題である。対策を明確に言えば、まず筋肉量を増やすこと。つぎに栄養学的なエネルギー戦略といわれている「カーボローディング」の手法は効果がないので、日常的に高タンパク質食をすすめる。レース中は水分補給だけでなく、食塩や高栄養素の補給が必要で、栄養学的なサポート対策が急務である。

⑥川崎真裕美選手について

表 12 川崎真裕美選手のコンディショニング表

項目	睡眠時間	体温	心拍数	体重	練習量
時期	(時間:分)	(°C)	(bpm)	(kg)	(km/週)
大会7週間前	7時間00分±0分	36.36±0.06	47.6±2.8	51.56±0.25	108
大会6週間前	7時間17分±34分	37.04±0.81	56.5±7.7	51.68±0.14	78
大会5週間前	7時間00分±0分	36.71±0.18	51.3±1.0	51.91±0.10	136
大会4週間前	7時間00分±0分	36.66±0.16	48.8±1.7	52.02±0.19	126
大会3週間前	7時間50分±23分	36.54±0.13	48.2±0.5	51.93±0.31	92
大会2週間前	8時間00分±0分	36.56±0.15	44.9±1.5	52.21±0.21	118
大会1週間前	7時間56分±11分	36.76±0.17	44.1±1.5	51.54±0.19	72
大会当日	8時間	36.67	46	51.65	26
大会後1週間	6時間55分±35分	36.59±0.16	49.6±1.3	51.33±0.38	0

川崎真裕美選手の 20kmW 自己ベスト記録は 1 時間 28 分 49 秒である。結果は表 2 に示すとおり 1 時間 30 分 20 秒 : 18 位で、達成率は 98.3% だった。

専門誌には、五輪 3 大会連続出場で「現状の 100% を出す」という目標を掲げて全力を尽くした⁴⁾と記載されていた。

コンディショニングは表 12 に示すとおりである。睡眠時間は大会 7 週間前から 4 週間前まで約 7 時間で推移していたが、3 週間前から大会当日まで、約 8 時間を確保していた。

体温は大会 6 週間前に 3 日間発熱し 38.50°C を示したが、その後は回復した。体温の変化は基本的には性周期の特徴をよく反映しており、オーバートレーニングで見られるような高体温のリスクは認められなかった。

2011 年テグ世界陸上のコンディショニング表³⁾をみると、大会前 39 日間の平均心拍数は 53.2 ± 2.0 bpm であり、最小値でも 50 bpm だった。しかし、本大会前の心拍数は数週間前から低下傾向を示し、また、大会当日はテグ大会前の平均値より 7 bpm も低い 46 bpm だった。

練習量の推移は表 12 と図 10 に示すとおりである。6 週間前と 3 週間前には体調を崩し練習量は少なくなっていた。5 週間前には最も多く練習し、週単位で少しずつ減少する傾向が認められた。

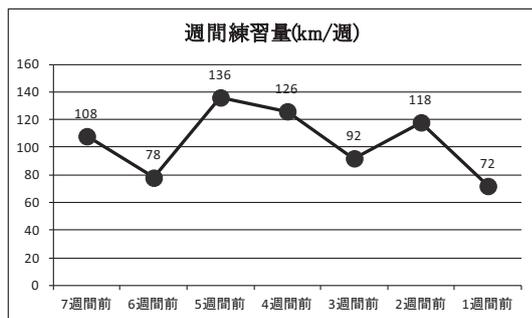


図 10 川崎真裕美選手の本大会前の週間練習量の推移

表 13 川崎真裕美選手のロンドン滞在中の体重、練習量

日程	曜日	場所	体重(kg)	練習量(km)			合計
				朝練習	午前練習	午後練習	
2012/7/25	水	千葉～ロンドン	51.50			10	10
2012/7/26	木	ロンドン		10		10	20
2012/7/27	金	ロンドン	52.35	8		10	18
2012/7/28	土	ロンドン	52.35	10		15	25
2012/7/29	日	ロンドン	52.35	10		10	10
2012/7/30	月	ロンドン	52.25	10		8	18
2012/7/31	火	ロンドン	52.45	10		10	20
2012/8/1	水	ロンドン	52.15			10	10
2012/8/2	木	ロンドン	52.05		15	5	20
2012/8/3	金	ロンドン	51.85		10	5	15
2012/8/4	土	ロンドン	51.85		10		10
2012/8/5	日	ロンドン	51.65			10	10
2012/8/6	月	ロンドン	51.35		10	8	18
2012/8/7	火	ロンドン	51.45		10		10
2012/8/8	水	ロンドン	51.45		8		8
2012/8/9	木	ロンドン	51.65		10		10
2012/8/10	金	ロンドン	51.35	6			6
2012/8/11	土	本大会	51.65	6		20	26

本大会当日のコンディショニング(表 12)をみると、睡眠 8 時間、体温 36.67°C、心拍数 46 bpm、体重 51.65 kg、練習量の欄に「26 km」と記載されているのは本大会当日の朝練習 6km と試合 20km の合計値である。

表 13 は川崎選手のロンドン滞在中の体重と練習量を時間帯別に示したものである。2012/8/2 の下に「ライン」を引いたのは、彼女の体重が 8 月 2 日まで 52kg 以上あったものが、8 月 3 日から 51kg で推移するようになったからである。

この 8 月 2 日までの 9 日間を A 期間、8 月 3 日から大会当日までの 9 日間を B 期間とすると、A 期間は一日練習量が 16.78 ± 5.47 km、体重は 52.18 ± 0.30 kg だった。B 期間はそれぞれ 12.56 ± 6.19 km、51.58 ± 0.19 kg だった。つまり、A 期間は練習量が多いにもかかわらず体重が 52kg 台を維持したが、B 期間は練習量が少ないのに体重は 51 kg 台に減少した。

生活の様子を A 期間と B 期間で比較すると、A 期間は朝練習と午後練習の間に朝食と昼食を摂っていて、休憩時間も長い。B 期間は午前練習と午後練習を行い、この間の食事は昼食だけであり、休憩時間も A 期間より明らかに短い。

このように、少ない練習量でも練習する時間帯を変更することによって、体重を意図して軽減されたことがポイントだったように思われる。

さらに 8 月 7 日以降は一日 1 回の練習であったことから実質 20 時間以上も休息したことになり、体重が安定し「現状の 100% をだす」⁴⁾条件が整ったものと考えられる。

表 14 大利久美選手のコンディショニング表

項目	睡眠時間	体温	心拍数	体重	練習量
時期	(時間)	(℃)	(bpm)	(kg)	(km/週)
大会6週間前	7時間11分±27分	36.45±0.31	59.0±2.9	46.02±0.21	93
大会5週間前	7時間53分±37分	36.22±0.18	62.4±2.3	45.76±0.30	152
大会4週間前	7時間04分±57分	35.55±0.14	62.7±1.4	46.16±0.34	129
大会3週間前	7時間35分±53分	36.59±0.17	58.3±2.1	46.26±0.39	100
大会2週間前	7時間48分±33分	36.28±0.28	55.4±1.6	46.24±0.45	121
大会1週間前	8時間24分±19分	36.19±0.13	55.0±2.0	45.58±0.39	75
大会当日	8時間35分	36.45	56	45.45	25
大会後1週間		36.47±0.10	59.3±2.9	44.65	12

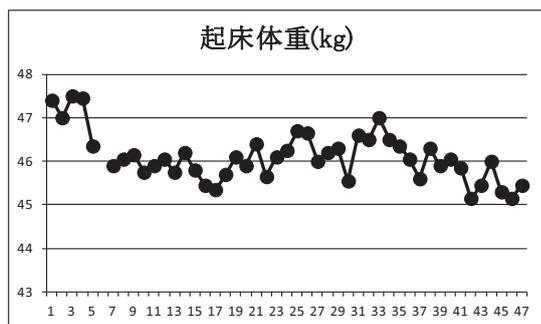


図 11 大利久美選手の体重推移 大会前 1 週間に最低値を示す日が多かった。

⑦大利久美選手について

大利久美選手の 20kmW 自己ベストは 1 時間 29 分 11 秒を出しているものの、本大会は -3 分 39 秒遅れ、達成率は 95.0% だった。

大利選手のコンディショニングは表 14 に示すとおりである。睡眠時間は 1 か月前から週単位で長くなっており、大会前 1 週間は 8 時間 24 分 ± 19 分だった。体温、心拍数、体重は 1 か月前から徐々に低下する傾向が認められた。とくに図 11 に示したように 2 週間前の体重 46.24 ± 0.45kg から 1 週間前 45.58 ± 0.39kg まで -0.66kg 減少していた。

各週の練習頻度は表 15 に示すとおりである。基本的に朝練習はほとんど実施する習慣がなく、午前と午後に練習するパターンが中心である。4 ~ 3 週間前は練習頻度が一日減っているのは移動日にあたり、休養とは言えない一日だったと思われる。

図 12 は本研究の対象となった 20kmW 男・女 4 人の週間練習量を 1 日当り (km/日) に換算して示した。男女 4 人を比較すると、5 週間前から 2 週間まで大利選手 (●印) が最も多い練習量だった。これに対して、大会前 1 週間は練習量をやや少なくしているが、図 11 で見られるように大会前は体重減少に歯止めがきかない状態になっていた。

この本大会前の体重減少が意図的か、それとも自然にそうなったのか本人確認はしていないが、いず

表 15 大利久美選手の 6 週間の練習頻度と練習量

項目	朝練習	午前練習	午後練習	週間頻度	練習量
時期	(回)	(回)	(回)	(回)	(km/週)
大会6週間前	0	5	7	7	93
大会5週間前	0	7	7	7	152
大会4週間前	1	5	5	6	129
大会3週間前	3	3	5	6	100
大会2週間前	0	6	6	6	121
大会1週間前	0	5	4	6	75
大会当日	1		1		25
大会後1週間	1	0	1	2	12

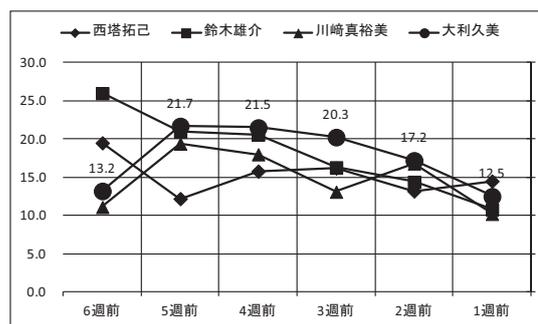


図 12 20kmW に出場した日本人選手の大会前の各週の練習量 (km/日)

れにしろスタミナ問題が懸念され由々しい事態であったことに変わりはない。

問題は練習量の多さだけでなく、練習する時間帯のリスクがかかっていると思われる。先に述べた川崎選手は朝練習と午後練習の間に朝食と昼食を摂っていて体重は安定していた報告がある。これに対して、大利選手は表 15 に示すとおり朝練習をほとんど行わず、午前と午後の練習が中心であった。このため食事は昼食だけになり、練習と練習の間の休息时间も短い。

つまり大利選手は、川崎選手で体重減少が顕著な B 期間の練習法が観察期間中の大半を占めていたことになる。今後は、大利選手のスタミナ問題が懸念され、この問題を解決しなければならない。対策として単純ではあるが、午前の練習をやめ朝練習に切り替え、朝食と昼食を摂ってから午後の練習をすればよいと考えられる。

専門誌には、「2012 年 6 月下旬に左アキレス腱に痛みを感じ、1 週間ほどトレーニングを中断。7 月からはしっかりと歩き込んだ…」⁴⁾ と記載されていた。

しかし、本大会に挑んだ感想としては、「途中から身体も動かなくなっていて、呼吸も苦しくなった」⁴⁾

と記載されていた。

本大会終了後の2012年8月の強化合宿で再会し、彼女にロンドン滞在中の様子を尋ねた。彼女は「時差問題の解決のために早期にロンドンに移動したのは私には不都合だった」と述べられ、本大会に向けて日々厳しい身体条件に追い込まれている様子がうかがわれ、17日間のロンドン・セントメリーと選手村の滞在は、過酷だったように思われた。

⑧男・女20kmW選手の大会前練習量の多さは競技成績を悪くする

本大会20kmWに日本から男・女ともそれぞれ3人が出場し、このうちコンディショニング表を提出された女子2人、男子2人、合計4人のデータを集計して練習量と競技成績との関係を検討した。

表16と図13にそれぞれ示したように、5週間の練習量は女子選手2人の方が男子選手2人よりも多かった。この傾向は、2011年テグ世界選手権出場の日本代表選手の報告³⁾と同じだった。

この女子選手の練習量の多さの良し悪しの問題に言及するには、少し勇気がある。かつて女子マラソン選手が男子と同等もしくは男子以上に練習量を積み上げ、世界的に優秀な成績をおさめてきた伝統と実績があるからである。

表16 本大会20kmWに出場した男・女4選手の大会前週間練習量(km/週)とその合計値(km/5週)

性別	女子		男子	
	川崎	大利	西塔	鈴木
週数				
5	136	152	90	147
4	126	129	101	123
3	92	100	124	90
2	118	121	81	78
1	72	75	102	91
合計(km)	544	577	498	529

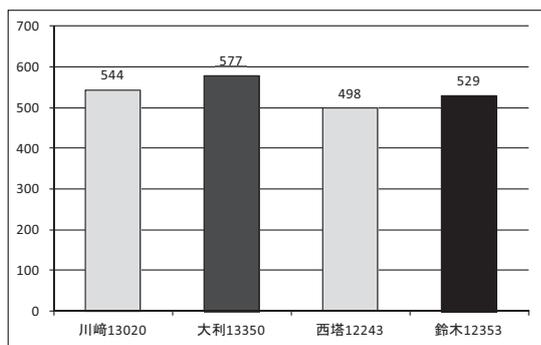


図13 本大会20kmWに出場した日本人競歩選手の大会前5週間の練習量(x軸の選手名に続く数字は本大会の記録:時分秒)

字は本大会の記録:時分秒)

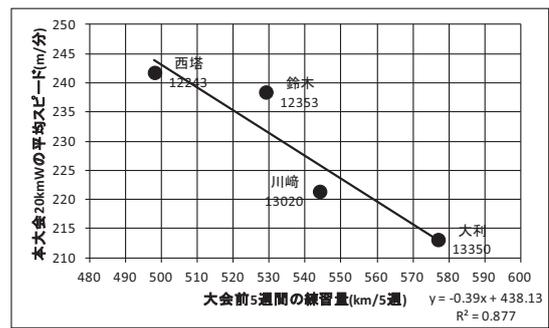


図14 日本人選手の男女20kmWにおける大会前の練習量と記録(スピード)について

男女とも5週間の練習量が少ない方が競技成績もよかった

しかし、図14に示したように、本大会前5週間の練習量が多くなればなる程、競技成績(図のy軸は20kmWの平均スピードをm/分で表示)は悪くなる傾向を示し、この両者の間に有意な負の相関関係($r = -0.936$; $p < 0.001$)が認められた。

この法則から考えられることは、西塔選手と大利選手の5週間の練習量の差は79kmであり、これらの距離を意図的にコントロールすることはあまり困難ではない。

つまり現在、最終調整の段階で確立しているとは言えない週1回の完全休養の日を等間隔に設けるだけでも、また20kmWの選手が週100kmを超える練習量を1か月前から控えるなど、単純な試みから始めれば、大会直前の体調不良の問題から脱出できる突破口になると考えられる。

このような試みを繰り返し行うことで、森岡紘一朗選手が経験したように、大会前に早朝体温が下がり、心拍数が減少し、体重の増加傾向から考えてスタミナ十分な状態が出来上がり、日本との時差8時間の環境の下に17日間滞在し自己新記録を更新する機会に恵まれる可能性がある。

また、図14の解析結果から最低限守るべきルールは、一般的な医学・生理学的情報から考えても、女子は男子に比べて血液中の赤血球やヘモグロビン濃度が低く、明らかに酸素輸送系の能力は劣っていると考えられる。つまり、オリンピックをはじめ国際大会前の調整期間(約4~5週間)の運動量に関して、女子は男子の運動量を超えないことが望ましいと考えられる。

もし、この法則が守られないならば、日本の女子

競歩選手には怪我や故障による健康被害のリスクが増加し、選手生活する期間（競技寿命）が男子より短縮する可能性が考えられる。

くり返し申し上げるが、例え大会前1週間の練習量をどれだけ少なくしても、また睡眠を毎日8時間以上とっても、4～5週間前から積み上げられた身体の疲労感を直前に回避する手段、方法はなく、コンディショニングは不成立に終わると言及しても間違いない。

⑨ある競歩選手が故障を理由に引退した後に気づいた、競技生活中の基礎体力強化の重要性について

本文は、男子20kmWで1時間22分59秒、50kmWで3時間52分37秒の記録を持つ谷内雄亮（やちゆうすけ）さんにまとめていただいた内容です。2012年はロンドン五輪開催の年だったにもかかわらず、谷内さんはその前の年から膝の故障に悩まされ日本代表選手の選考に残れず、年齢32歳にして第二の人生への岐路に立たされました。2012年4月から地元石川県で保健体育の教諭をされていて、現役時代には気づかなかった「競歩選手の基礎体力強化の必要性」について延々と語られています。

以下の内容は、2012年夏季競歩強化合宿（長野県志賀高原）や2013年冬季競歩強化合宿（宮崎市青島）においても、若い選手を前にお話いただいた内容をまとめていただきました。

以下に、ほぼ原文どおりの内容で掲載することをお許しいただきましたので、感謝の意を込めて本報告書に掲載いたします。

私は一昨年（2011年）、志賀高原の夏期競歩強化合宿中に右膝を痛めました。練習中に膝が痛くなったのは初めての経験で、最初は少し休んだら治るだろうという考えで5日程休みましたが一向に良くなり、結局翌年（2012年：ロンドン五輪の年）の3月までともに歩くことさえできませんでした。

医師の診断は、右膝半月板とその付近にある外側副靭帯が膝を伸展する際に擦れて炎症が起きていて痛みが出ているとの事でした。その間、自宅の石川県から東京都のJISS（国立スポーツ科学センター）に治療のため通いました。JISSの医師からは、右臀部の筋力が左に比べて落ちてしていると指摘され、その為のリハビリテーションを毎日行いました。また、治療効果をあげるためにステロイドやヒアルロン酸の注射も行い、できる事は何でもしました。しかし、あらゆる最先端の治療を施しましたが膝の症

状は良くなり、改善しませんでした。

そのため、2012年2月の日本選手権六甲アイランド20km競歩大会・同年3月の全日本競歩能美大会にも出場できず、それでも4月の日本選手権50km競歩大会までには何とか治して、ロンドン五輪の出場権を得たいと思っていました。しかし、3月中旬にまだ正常に歩けない状態だったので、オリンピック出場の夢を諦めて、競歩も辞めようと決断しました。そして当時勤めていた会社を2012年3月末日に退社し、同年4月から保健体育の教師になることを目指しました。

新しい人生のスタートは「石川県立羽松高等学校昼間定時制」への勤務でした。本校は石川県羽咋市にあり、自宅の金沢市内から輪島市方面に向かって約40kmの所にあります。

学校は、午前9時15分から午後12時45分まで4限授業を行い、生徒は放課後、部活動やアルバイトなどを行い、それぞれ有意義な時間を過ごします。

全校生徒数は60人程で、1学年15人前後です。少ない学年は6人しかいない学年もあります。

その中で体育の授業は教員2人態勢でバドミントン・卓球・バスケットボールを中心に行っています。生徒の人数が少ないため教員も一緒になって体を動かしています。

私はバレーボール部の副顧問をしていますので、週2～3日は部活動をしています。ただ、いつも出席してくる生徒は2～3人しかいないので、ここでも私が中に入って生徒と一緒に練習メニューをこなします。このようにして、本校は平成24年度（2012年）石川県・北信越大会で優勝し、全国定時制通信制総合大会にも出場しました。

この学校に赴任して最初に驚いたことは、生徒のバドミントンの上手さでした。細かいルールも把握していて、逆に私が生徒に教わるくらいでした。彼らは高校4年間、部活動はほとんどバドミントンばかりしているので上達するはずでした。

一方、私自身もスポーツはなんでもこなせるし、運動神経は良いと思っていたので、バドミントンでも高校生を相手に負けないと思っていましたが、実際試合をすると勝てなくて悔しい思いをしています。

バドミントンという競技は私が思っていた以上にタフな競技で瞬発力も必要ですが、休むことなく前後左右に動くので体力も必要です。私の場合、体力とくに持久力には自信があるので問題ないのです。

が、素早い動きに対応できず苦戦していました。バレーボールやバスケットボール、卓球にもそれぞれ競技特性があって、私が今まで積み上げてきた競歩では経験できない動きや体の使い方を多く経験しませぬ。

私は大学に入ってから今日まで14年間、競歩ばかりしてきました。むしろ競歩しかしてなかったといつても過言ではありません。その結果、私はこの14年間、競歩に必要な動きや筋力ばかりを求めてやってきましたので、それによって一般的に必要な筋力や瞬発力は低下していたものと考えられます。しかし、本校の生活で体育の時間は一日に2～3時間ありますし、また部活動や放課後に生徒と運動したりする中で自然と今まで使つてこなかった部分が強化され総合的な筋力も瞬発力も着いたと思ひます。

思えば2011年8月の競歩強化合宿で右膝を痛め、翌年の3月までろくな練習もできませんでした。しかも2012年3月中旬に入ってから競歩は全くしなくなりなりましたが、5月に石川県選手権があるので10,000m走に出場することにして週1回の頻度で学校から自宅まで約40kmを走つて帰り、日曜日には金沢のクラブチームの練習会に参加をしてインターバルを中心に行っていました。

その結果、記録は35分05秒と自己ベストより2分以上遅かったですが、練習期間の短さを考えるとまづまづかなと思ひました。

そしてこの一週間後に新潟で北陸実業団選手権があります。本当は出場する予定はなかったのですが、これに出場しないと2012年9月の全日本実業団選手権に出場できないという事なので急遽出場を決めました。今回の全日本実業団選手権の出場で10回目となり、これにより記念品と10万円が頂けるという事で、記録とか順位とかではなく賞金を目的に、足が痛くても絶対に出場したいと思ひていました。

石川県選手権が終わつて2日後に約2か月ぶりに競歩をしました。最初は全く体が動かず、歩きもしつくりこなかったですが、膝が痛くならないように、ゆっくり感覚を思い出しながら40分程度歩きました。その次の日に30分程度ストローし、右膝が痛くないのを確認してから100mWを27～25秒ペースで10本、1000mWを4分20秒で1本、それぞれ全力で歩きました。

大会2日前に2000mをまた全力で歩きタイムは8分43秒でした。この時、膝に少し違和感がありま

距離 (m)	ラップタイム
1,000	4分17秒
2,000	4分20秒
3,000	4分20秒
4,000	4分20秒
5,000	4分15秒
記録	21分32秒65

図17 2012年、北陸選手権にける谷内雄亮選手の5,000m競歩の記録

したが痛みはなかったです。

当時、幸いにも北陸地区は速い選手がいないので歩き切つたら全日本の出場権はほぼ獲得できる状況でした。最初は無難に歩き切れればいよいよと思ひていましたが、私は今まで日本の上位にいたプライドがあり、出るからには負けたくないという気持ちが試合前に生まれ、行けるところまで1000mWを4分20秒で押して行こうと決めました。ラップは図17のとおりで、成績は21分32秒65で優勝しました。

正直に言えば、たった3回だけの練習でこんなタイムは出ないと思ひていました。2011年夏以降、怪我をしてからもまともに練習してなかったので、ゴールしてからもしばらく優勝したことが信じられませんでした。そして膝のことは忘れていたくらい全く痛みや違和感もなく歩いていました。

その後、膝に痛みが出たことはありません。完治したのです。

2011年8月から2012年3月まで、ほとんど練習はできず体力も筋力も低下し、精神的にも追い詰められ最悪の状態でした。1か月くらい、なにも練習しない日が続き、4月から週2回程度走る練習と週5日の体育の授業や部活動で体を動かしたただけでなぜ思つた以上に歩けたのか？なぜ膝が完治したのか？疑問に思ひました。

おそらく、体育の授業でバドミントンやバスケットボール、卓球、バレーボールなど部活動をして、今まで使わなかった筋肉を使うことにより、基礎体力が徐々に着いたのではないかと思ひました。

私は競歩の競技生活をやっていた頃、基礎体力のなさを、井本先生（筆者）に指摘されてきました。先生はジムにある一般的な器具でいいからウエイトトレーニングをやりなさいとアドバイスを受けていましたが、実際はたまに行つてちょっとだけする程度で私が一番苦手な「継続」という面では全然でき

なかったと思います。

それが、たった1か月、週5日の体育の授業と部活動で、生徒と一緒に走ったり、跳んだり、投げたりする生活の中で気づかないうちに基礎体力が向上し、競歩の好記録へ繋がったものと思います。また自分の弱かった体幹や臀部も強化され膝の痛みもなくなりました。

まとめますと、① 競技者はその専門競技に必要なトレーニングだけをする傾向にあります。② 私自身も、現役のときは一般的な競歩のトレーニングしか取り組んでなかったと思います。③ むしろ違う筋肉をつけるのが専門種目にとってマイナスというイメージを持っていたのかもしれませんが。④ それによって、競歩の競技生活が長くなればなるほど基礎体力は低下し怪我をしやすい体質になっていた事を、今回、膝が治ってから気づきました。⑤ 今では、怪我は全くしていません。⑥ 競歩はもちろん、走る種目での記録も伸びてきました。⑦ 以上の経験を踏まえて、これからの私の役割は、私がこのような経験をした事を若い選手に伝えて行くことが重要だと思っています。

IV まとめ

第30回オリンピック・ロンドン競技大会の陸上競技は、2012年8月3日から12日までの10日間、イギリスの首都ロンドンで開催された。本大会に参加した競歩種目日本代表選手男女9人のうち5人(男子3人、女子2人)を対象に、2012年6月25日から本大会までトレーニングする生活を観察し、とくにコンディショニングの視点から競技成績の評価を試みた。

- ① 男子20 kmW で、藤澤 勇選手は1時間21分48秒：18位、西塔拓己選手は1時間22分43秒：25位、鈴木雄介選手は1時間23分53秒：36位だった。
- ② 男子50kmW で、森岡紘一朗選手は3時間43分14秒：10位、山崎勇喜選手は歩型違反で失格し、谷井孝行選手は健康上の理由から途中棄権した。
- ③ 女子20kmW で、瀧瀬真寿美選手は1時間28分41秒：11位、川崎真裕美選手は1時間30分20秒：18位、大利久美選手は1時間33分50秒：37位だった。
- ④ 以上の成績を踏まえて、①西塔拓己選手、②

鈴木雄介選手、③森岡紘一朗選手、④川崎真裕美選手、⑤大利久美選手たちのコンディショニングを解説する。

- ⑤ 西塔拓己選手は、本大会の遠征前10日間、国内生活において毎日午前4時40分に起床し、睡眠時間は5時間49分±23分だった。これに対してロンドン11日間では午前7時に起床し、7時間7分±14分だった。彼は国内で睡眠時間が非常に短い傾向を示し、ロンドンでは就寝時間が遅かったと思われる。

20kmWの大会前記録は1時間21分01秒で、本大会では-1分42秒遅れ、達成率は97.9%だった。

遅れの原因は2012年7月13日バルセロナ世界ジュニア選手権大会終了後の1週間に一日20km以上の練習を4回行い、また本大会を迎えるまでの22日間に一日も休養しなかった。この間に体温は直線的に上昇し、本大会4日前には最高温度(36.11℃)を記録した。

また選手村ではトレーニングする生活を優先し、本来の安全な調整法が実施できなかったように思われる。

今後、国際大会で活躍するためには、国内の練習パターンを海外でも崩さないようにすることが大切である。

- ⑥ 鈴木雄介選手は2013年3月10日、20kmWで1時間18分34秒の日本新記録を樹立し、同年7月2日発表の2013年世界20傑の2位である。

一方、2012年の本大会では「腹筋がケイレンするアクシデントにも見舞われ」、コンディショニングはよくなかったと思われる。不調の原因は、本大会の38日前と28日前に、それぞれ一日40kmと38kmの練習を行い、この間の週間練習量は147kmに到達していながら一日も休養しなかったことである。この結果、練習量を大会直前になって76km/週まで減らしたが体重減少に歯止めがきかずスタミナ不足に陥ったものと考えられる。本大会の朝の体温は36.87℃を記録し、観察期間中の最高温度だった。

- ⑦ 森岡紘一朗選手の過去50kmW四大会の成績と各大会前1か月間の練習量の関係を検討した。2010年アジア大会545km/月、2011年日本選手権547km/月、2011年テグ世界選手権大会581km/月、2012年ロンドン五輪520km/月だった。本大会前の練習量が最も少なく、大会

当日の早朝体温は低く、心拍数も少なかった。逆に体重は増加傾向を示し休養十分、ロンドンに17日間滞在して時差問題は解消していた。このような好条件が整い、本大会で自己最高記録を達成できたと確信している。

森岡選手はランニングコンピュータを装着して、本大会50km Wに挑んだ。3時間43分14秒に費やされた消費エネルギーは4,210 kcalと推定され、合計心拍数は36,100拍、最高心拍数は172 bpm、平均心拍数は160.1 ± 4.1 bpmだった。

- ⑧ 川崎真裕美選手の20kmW ベスト記録は1時間28分49秒で、本大会の達成率は98.3%だった。

2011年テグ世界陸上の大会前39日間の心拍数は53.2 ± 2.0 bpmだったが、本大会当日は46 bpmであり、テグ大会前の平均値よりも7 bpm低い値を示し、睡眠時間8時間、体温36.67°C、体重51.65 kgだった。

ロンドン滞在中の体重と練習量を7月25日から8月2日までの9日間(A期間)と8月3日から11日までの9日間(B期間)を比較した。A期間は一日練習量が16.78 ± 5.47 km、体重は52.18 ± 0.30 kgだったが、体重は減少しなかった。B期間はそれぞれ12.56 ± 6.19 km、51.58 ± 0.19 kgで、練習量が少ないのに体重は減少した。

A期間の条件は朝練習と午後練習の間に朝食と昼食を摂っていて、休息時間も長い。B期間は午前練習と午後練習の間に食事は昼食だけであり、A期間より明らかに休息時間も短い。

その後8月7日から4日間は一日1回の練習になり20時間以上休息時間が生まれた。心拍数が下がり体重が安定した状態になったことが目標とした記録に対する達成率が高かった理由と考えられる。

- ⑨ 大利久美選手の睡眠時間は1か月前から週単位で長くなっており、大会前1週間は8時間24分 ± 19分だった。体重は2週間前46.24 ± 0.45kgから1週間前45.58 ± 0.39kgまで、-0.66kg減少して、本大会前の1か月間に休養は一日もなかった。

日本代表20kmW選手、男女4人の練習量を比較すると、5週前から2週間までの間で大利選手が最も多かった。

彼女は2012年6月下旬の左アキレス腱痛による練習不足を7月になって取り戻そうとして

努力をされたと思われる。しかし、最後の2週間は体重減少に歯止めがきかず、心身ともに疲れていたように感じられた。

問題は、練習量の多さだけでなく、練習する時間帯がかかわっていた。大利選手は朝練習をほとんど行わず、午前と午後の練習が中心であった。このため練習と練習の間の食事は昼食だけで休息時間も短かった。このような時間帯の練習を長期に繰り返すと体重減少が顕著にあらわれ不調になりやすい。今後は、午前練習を朝練習に変更する必要があると考えられる。

- ⑩ 本大会20kmWに出場した男子2人、女子2人、合計4人の事前の練習量と競技成績との関係を検討した。本大会の競技成績は5週間の練習量と有意な負の相関関係($r = -0.936 : p < 0.001$)が認められた。また、5週間の練習量は女子選手2人の方が男子選手2人よりも多かった。

これから学ぶことは、オリンピックをはじめ国際大会前の最終調整段階(約1か月)では、女子選手は男子選手の練習量を上回らないことが望ましい。

また、現在確立しているとは言えない「週1回の完全休日」をすべての選手に義務づけることが望ましいと考えられる。

- ⑪ 谷内雄亮選手は、2012年4月から保健体育の教諭になられた。引退の理由は練習中に右膝の故障が長引いたのが原因だったが、わずか数か月の教員生活で基礎体力は向上し、故障知らずの体質に変わっていた。競歩の競技生活14年間を振りかえり、以下のことを学んだと言及された。

競歩の競技者はその競技適性に必要なトレーニングだけをする傾向にある。私も現役の頃は一般的な競歩の基礎トレーニングしか取り組まなかった。むしろ競歩に適さない違う筋肉をつけるのが競歩種目にとってマイナスというイメージを持っていた。その結果、競技生活が長くなればなるほど基礎体力は低下し怪我をしやすい体質になっていた事を、現役を引退し膝の故障が治ってから気づいた。今では、怪我なく競歩はもちろん、走る種目での記録も伸びてきた。

この教訓は、日頃からバドミントン、バスケットボール、バレーボール、卓球などに加え、長距離走にも親しむことは、競歩の競技力向上を支える有力なトレーニング方法といえる。

V あとがき

日本を代表する競歩選手のコンディショニングに関する調査依頼を受けてから数年が経過しました。

毎年、国際大会の前に日本代表選手に調査表を配り、起床時間、体温、心拍数、練習量等の記載をしていただき、競技成績との関連性を検討してきました。

本調査が長年にわたり続けられてきた背景は、同意していただいた選手の方々の協力はもとより、ひとえに富士通陸上競技部の今村文男氏のご尽力によります。今村氏は、選手と私の間をとり持って情報提供に奔走していただきました。心より感謝いたします。

国際派遣される選手に起床時の体温や心拍数、練習量を毎日測定し記録に残す作業は、単純ではあるが根気のいる仕事であり、「このような調査をするからコンディショニングが悪くなる」といわれたら返す言葉もないと恐れていました。

しかし、調査を続けていくうちに気がついたことがあります。あまりいい記録が出せなかった選手の情報ほど、貴重なものではありません。つまり「失敗からつぎなる戦略を学びとる事」ができて、とてもデータが大切と感じました。

鈴木雄介さんが本大会のレース中に腹筋がケイレンしたと聞き、後でデータをみますと大会当日の体温が最も高かったように、大利久美さんが体調不良のあまり「ロンドン滞在が長すぎた」と感じられたこと、森岡紘一朗さんが自己最高記録をだしながらも意識もうろうとしてゴールされたこと、西塔拓己さんが選手村で世界の有名選手をみて練習に専念したこと、これらすべての現象がコンディショニングデータから説明できることが分かりました。

本調査を総括しますと、①いかなる状況においても普段から毎週1回の休日を益として設けること。②大きな大会は1か月前から調整期間と認識すること。③調整期間において、女子の練習量は男子を超えないこと。④平時の心拍数や体温、体重を把握し、客観的に身体状況を予見する能力が選手に求められる。⑤一日に2度練習する場合は、早朝と午後に振り分けて行い、朝食と昼食をとって長く休養する方が、身体は消耗しにくい。⑥競技適性を求めて練習に専念するのではなく、基礎体力を高めるために、ごく普通の運動やスポーツと身近に接する方が、競歩の競技力向上につながる。⑦50kmWで日本人が世界と戦うためには、4,000 kcal以上を蓄える高度なエネルギー戦略(高栄養素の備蓄)が必要である。

そのためには、まず基礎体力を向上させ筋肉量を増やすこと。⑧国際大会遠征前に一旦、居住地に戻ることはとても重要である。⑨体重を軽くして大会に臨むのではなく、体重を増やしてスタミナを温存する。

選手の方々のトレーニング記録に対して、後から「良し悪し」の評価を第三者がすれば角が立つこともわかります。しかし、多くの情報をフィードバックすることで、新たな競技力向上への取り組みのきっかけにつながれば幸いです。

あとがきの①～⑨までのコメントを徐々に理解し、今後のトレーニング方法を模索しながら、国際大会に強い日本人競歩選手の育成を望みます。

著者より

VI 参考文献

- 1) 井本岳秋ほか: 2008年 第29回北京オリンピック大会に出場した競歩種目日本代表選手のコンディショニングについて. 陸上競技研究紀要5: 71-83, 2009
- 2) 月刊陸上競技(講談社). 46(11), 2012
- 3) 井本岳秋ほか: 第3回世界陸上競技選手権(Daegu)大会に出場した競歩種目日本代表選手のコンディショニングについて. 陸上競技研究紀要8:89-96, 2012
- 4) 月刊陸上競技(講談社). 46(10), 2012
- 5) 月刊陸上競技(講談社). 2013年8月号 別冊第1付録52, 2013

インターハイ陸上競技入賞選手の体調・食生活に関する8年間の調査(短報) ～サプリメント摂取、スポーツ障害、 および体調・食生活状況に関するプロジェクト調査より～

杉浦 克己¹⁾ 酒井 健介²⁾ 竹並 恵里³⁾ 石井 好二郎⁴⁾ 鳥居 俊⁵⁾ 杉田 正明⁶⁾
1) 立教大学 2) 城西国際大学 3) 東京大学大学院 4) 同志社大学 5) 早稲田大学
6) 三重大学

1. はじめに

陸連科学委員会では、2004年からインターハイ入賞者に対し、サプリメント摂取、スポーツ障害および体調・食生活状況に関する調査を行っている^{1,2)}。本報告では、そのうちの体調・食生活状況について、2004～2012年の8年分(2009年は実施せず)を分析した結果を示す。

2. 対象

各調査年度における対象者数と性別の分布は図1の通りである。

3. 食事環境

「食事は毎日しっかり摂っていますか」という質問に対する回答を、男女別に朝食・昼食・夕食・間食を「毎日食べる」者の割合で図2に示す。朝食を「毎日食べる」者の割合は、男子選手に比べ女子選手で高い傾向であった。間食を「毎日食べる」者の割合は、女子選手に比べ男子選手で高い傾向であった。

4. 体調

普段の体調について、22項目の体調に関する項目を3件法(選択肢は、1: はい、2: どちらともいえない、3: いいえ)で回答してもらった。22項目は以下のとおりである。

- cond 1: 低血圧である
- cond 2: 下痢気味である
- cond 3: 口内炎が起きやすい

- cond 4: カゼを引きやすい
- cond 5: アレルギーがある
- cond 6: 体調を崩しやすい
- cond 7: 慢性的疲労感を感じる
- cond 8: イライラすることがある
- cond 9: 練習・試合中に集中力に欠ける
- cond 10: 立ちくらみをよく起こす
- cond 11: めまいをすることがある
- cond 12: バテやすい
- cond 13: 疲れがとれにくい
- cond 14: 太りやすい
- cond 15: ストレスがたまっている
- cond 16: 気分にもらがある
- cond 17: 不眠気味である
- cond 18: 過食気味である
- cond 19: 筋肉痛を起こしやすい
- cond 20: 腰痛もちである
- cond 21: ケイレン・足つりを起こしやすい
- cond 22: ケガをしやすい

これら22項目を最尤法にて因子分析を行い、スクリープロットの減衰状況から1因子構造を決定した。その後、因子負荷量0.4以上の項目を選定した結果、以下の11項目が抽出された(寄与率32.6%、cronbach's α =0.831)。

- cond 7: 慢性的疲労感を感じる
- cond 8: イライラすることがある
- cond 9: 練習・試合中に集中力に欠ける
- cond 12: バテやすい
- cond 13: 疲れがとれにくい
- cond 14: 太りやすい
- cond 15: ストレスがたまっている
- cond 16: 気分にもらがある
- cond 17: 不眠気味である
- cond 18: 過食気味である
- cond 19: 筋肉痛を起こしやすい

そこで、この11項目の合計得点で解析を行い、

種目別（図 3-a）では、有意差が確認され、全体では競歩選手の主観的体調が中長距離選手に比べ低値を示した（二元配置分散分析）。性別（図 3-b）では、有意差が確認され、女子選手の主観的体調が男子選手に比べて低値を示した（二元配置分散分析）。

5. 食生活

食生活に関連する 19 項目の質問に対し、3 件法（選択肢は、1: はい、2: どちらともいえない、3: いいえ）で回答してもらった。19 項目は以下のとおりである。

- habit 1: 好き嫌いがある
- habit 2: ハンバーガーやフライドポテトをよく食べる
- habit 3: スナック菓子やポテトチップスをよく食べる
- habit 4: チョコレートやケーキをよく食べる
- habit 5: カップラーメンやインスタント食品をよく食べる
- habit 6: ジュースや炭酸飲料を 1 日何回も飲む
- habit 7: アイスcreamをほとんど毎日食べる
- habit 8: ファーストフードをよく利用する
- habit 9: お腹一杯になればいいという食事をする
- habit 10: 食事を丼物や麺類だけで済ませてしまう
- habit 11: 食事が不規則で食べ方にムラがある
- habit 12: おかずを残すことが良くある
- habit 13: 小食である
- habit 14: 野菜は嫌いなのでほとんど食べない
- habit 15: とんかつ・ショウガ焼きなどの豚肉料理をよく食べる
- habit 16: 唐揚げ・カツ・てんぷらなどをよく食べる
- habit 17: 食欲があり、2 人前以上簡単に食べてしまう
- habit 18: 夕食をたっぷり食べる
- habit 19: 肉は脂がのったものが好きだ

これら 19 項目（3 件法）を最尤法にて因子分析を行い、スクリープロットの減衰状況から 2 因子構造を決定した。その後、因子負荷量 0.4 以上の項目を選定した結果、以下の 11 項目が抽出された（寄与率 37.7%、cronbach's $\alpha=0.720$ 、 $\alpha=0.737$ ）。

因子抽出された項目（因子 1: ジャンクフード因子）

habit 2: ハンバーガーやフライドポテトをよく食べる habit 3: スナック菓子やポテトチップスをよく食べる habit 4: チョコレートやケーキをよく食べる habit 5: カップラーメンやインスタント食品をよく食べる habit 6: ジュースや炭酸飲料を 1 日何回も飲む habit 8: ファーストフードをよく利用する

因子抽出された項目（因子 2: がっつり食事因子）

habit 15: とんかつ・ショウガ焼きなどの豚肉料理をよく食べる habit 16: 唐揚げ・カツ・てんぷらなどをよく食べる habit 17: 食欲があり、2 人前以上簡単に食べてしまう habit 18: 夕食をたっぷり食べる habit 19: 肉は脂がのったものが好きだ

そこで、この 11 項目の合計得点で解析を行った。

各調査年度における競技種目別の抽出食生活総得点（因子 1: ジャンクフード因子、図 4-a.）では、競技種目別で有意差が確認され、全体では投擲選手が中長距離選手、障害選手、競歩選手に比べ低値（ジャンクフードが多い）を示した（二元配置分散分析）。中長距離選手は、短距離選手、投擲選手、混成選手に比べて有意な高値（ジャンクフードが少）を示した。

各調査年度における性別の抽出食生活総得点（因子 1: ジャンクフード因子、図 4-b.）では、性別で有意差が確認され、女子選手の主観的食生活は男子選手に比べ良好であった（二元配置分散分析）。調査時期による差は確認されなかった。

各調査年度における競技種目別の抽出食生活総得点（因子 2: がっつり食事因子、図 5-a.）では、競技種目別で有意差が確認され、全体では投擲選手が短距離選手、中長距離選手、競歩選手に比べ低値（がっつり系の食事傾向）を示した（二元配置分散分析）。

各調査年度における性別の抽出食生活総得点（因子 2: がっつり食事因子、図 5-b.）では、性別で有意差が確認され、女子選手の主観的食生活は男子選手に比べ良好であった（二元配置分散分析）。調査時期による差は確認されなかった。

6. まとめ

①調査年度による経年的変化は認められなかった。

- ②調査項目によっては、性別・種目によって統計的な有意差が認められ、性別では女性、種目では中長距離が比較的健全のようではあるものの、この差は、学校の環境、指導者の方針、種目的な性格によって決まる部分が多い可能性がある。
- ③本調査は、トップ選手同士での調査なので、施設や教育のレベルは高いことが考えられる。一般高校生やインターハイ予選落ちチームなどと比較しないと大きな差は認められないことが予想される。
- ④しかし、短距離、中長距離以外の種目では、さらに綿密な食生活指導が必要であろう。
- ⑤食生活ガイドラインは作成できるが、栄養摂取量がわからないので、やや一般論的なものになることが予想される。

参考文献

- 1) 仲尾ら (2008) 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 - 科学委員会プロジェクト研究 : 2004 ~ 2007 年度全国高校お総合体育大会での調査結果 -. 陸上競技紀要, 4, 85-88.
- 2) 鳥居ら (2010) インターハイ入賞選手に対するスポーツ障害に関する質問紙調査. 陸上競技紀要, 6, 148-152.

		男子	女子	総計
2004年	N	59	49	108
	%	54.6	45.4	100.0
2005年	N	34	24	58
	%	58.6	41.4	100.0
2006年	N	32	30	62
	%	51.6	48.4	100.0
2007年	N	37	49	86
	%	43.0	57.0	100.0
2008年	N	51	50	101
	%	50.5	49.5	100.0
2010年	N	66	63	129
	%	51.2	48.8	100.0
2011年	N	59	46	105
	%	56.2	43.8	100.0
2012年	N	41	32	73
	%	56.2	43.8	100.0
総計	N	379	343	722
	%	52.5	47.5	100.0

$\chi^2(7)=5.41, p=0.61$

図1 各調査年度における対象者の性別分布

(朝食)		2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2010年	2011年	2012年	総計
男子	N	60	32	33	35	47	70	59	41	377
	%	95.2	88.9	97.1	83.3	82.5	97.2	95.2	91.1	91.7
女子	N	60	27	30	58	53	71	51	35	385
	%	98.4	96.4	93.8	98.3	100.0	98.6	98.1	97.2	98.0
総和	N	120	59	63	93	100	141	110	76	762
	%	96.8	92.2	95.5	92.1	90.9	97.9	96.5	93.8	94.8
(昼食)		2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2010年	2011年	2012年	総計
男子	N	63	36	34	42	55	72	62	43	407
	%	100.0	100.0	100.0	100.0	96.5	100.0	100.0	95.6	99.0
女子	N	61	28	32	58	53	72	51	36	391
	%	100.0	100.0	100.0	98.3	100.0	100.0	98.1	100.0	99.5
総和	N	124	64	66	100	108	144	113	79	798
	%	100.0	100.0	100.0	99.0	98.2	100.0	99.1	97.5	99.3
(夕食)		2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2010年	2011年	2012年	総計
男子	N	63	36	34	42	57	71	62	45	410
	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
女子	N	61	28	32	58	53	72	50	36	390
	%	100.0	100.0	100.0	98.3	100.0	100.0	96.2	100.0	99.2
総和	N	124	64	66	100	110	143	112	81	800
	%	100.0	100.0	100.0	99.0	100.0	100.0	98.2	100.0	99.6
(間食)		2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2010年	2011年	2012年	総計
男子	N	10	9	6	7	14	16	12	8	82
	%	16.4	25.7	18.2	17.1	25.0	22.9	19.4	17.8	20.3
女子	N	9	3	3	8	5	11	7	1	47
	%	15.0	10.7	9.7	13.8	9.6	15.3	13.5	2.8	12.1
総和	N	19	12	9	15	19	27	19	9	129
	%	15.7	19.0	14.1	15.2	17.6	19.0	16.7	11.1	16.3

*：統計的有意差 (chi-square test)

図2. 男女別の朝食・昼食・夕食・間食を「毎日食べる」者の割合

	2004年			2005年			2006年			2007年			2008年		
	N	Mean	± SD												
短距離	27	27.33	± 5.70	20	25.85	± 3.96	13	28.08	± 3.20	24	25.71	± 5.26	28	26.93	± 5.62
中長距離	25	25.76	± 4.59	13	28.46	± 5.11	16	27.75	± 4.78	17	25.59	± 6.37	15	25.73	± 4.53
跳躍	26	25.88	± 5.33	9	27.44	± 4.39	15	26.40	± 4.36	20	26.50	± 5.14	19	27.89	± 4.58
投擲	16	25.88	± 4.81	7	25.29	± 4.54	9	25.56	± 5.94	11	23.45	± 6.46	24	26.67	± 4.82
障害	11	26.18	± 5.00	8	26.13	± 4.64	9	24.33	± 3.87	10	26.10	± 4.28	11	25.82	± 5.00
混成	5	26.40	± 7.20	1	22.00	± .	4	28.25	± 5.19	2	26.50	± 6.36	3	27.00	± 2.65
競歩	11	24.64	± 4.72	4	25.50	± 6.14				11	23.27	± 5.64	5	24.40	± 4.62
総和	121	26.12	± 5.13	62	26.52	± 4.54	66	26.77	± 4.52	95	25.37	± 5.51	105	26.64	± 4.88

	2010年			2011年			2012年			総計		
	N	Mean	± SD	N	Mean	± SD	N	Mean	± SD	N	Mean	± SD
短距離	44	26.30	± 4.61	33	27.09	± 4.89	17	29.00	± 2.50	206	26.87	4.79 ab
中長距離	20	28.45	± 3.91	21	28.76	± 4.82	16	27.19	± 5.50	143	27.18	5.00 a
跳躍	23	27.74	± 4.90	13	26.15	± 4.47	10	28.60	± 4.43	135	26.96	4.78 ab
投擲	26	25.04	± 5.79	19	24.63	± 6.70	12	27.08	± 5.14	124	25.51	5.54 ab
障害	17	26.65	± 3.43	14	27.36	± 3.18	8	27.00	± 4.69	88	26.28	4.11 ab
混成	5	23.40	± 6.02	7	26.29	± 1.98	5	22.40	± 5.55	32	25.44	4.96 ab
競歩	7	25.57	± 5.32	4	25.75	± 4.35	8	25.50	± 6.16	50	24.74	5.09 b
総和	142	26.51	± 4.84	111	26.81	± 4.94	76	27.25	± 4.87	778	26.46	4.95

競技種目別; $p=0.011$, 調査時期; $p=0.854$, 競技種目別 x 調査時期; $p=0.941$

図 3-a. 各調査年度における競技種目別の抽出体調総得点

	Male			Female			ALL		
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD
2004年	61	27.18	± 4.57	61	25.00	± 5.43	122	26.09	± 5.12 ns
2005年	36	27.08	± 4.53	28	25.64	± 4.52	64	26.45	± 4.55
2006年	34	27.41	± 4.29	32	26.09	± 4.73	66	26.77	± 4.52
2007年	39	25.79	± 5.56	57	25.09	± 5.46	96	25.38	± 5.48
2008年	56	26.88	± 5.07	51	26.37	± 4.72	107	26.64	± 4.89
2010年	72	27.86	± 4.49	71	25.03	± 4.84	143	26.45	± 4.86
2011年	63	28.13	± 4.65	51	25.29	± 4.82	114	26.86	± 4.91
2012年	44	27.09	± 5.34	36	27.06	± 4.67	80	27.08	± 5.02
総計	405	27.27	± 4.81	387	25.57	± 4.97	792	26.44	± 4.96

性別; $p<0.001$, 調査時期; $p=0.474$, 性別 x 調査時期; $p=0.276$

図 3-b. 各調査年度における性別の抽出体調総得点

	2004年			2005年			2006年			2007年			2008年		
	N	Mean	± SD												
短距離	28	15.64	± 3.03	20	14.70	± 3.40	13	16.69	± 3.28	26	15.81	± 2.58	30	14.90	± 3.48
中長距離	25	16.44	± 1.78	13	16.85	± 1.34	16	16.06	± 2.21	17	17.12	± 1.54	14	16.43	± 2.17
跳躍	26	15.00	± 2.14	9	15.78	± 2.68	15	14.67	± 2.87	21	16.14	± 2.29	19	15.95	± 2.91
投擲	15	15.27	± 2.71	7	13.71	± 4.35	9	14.33	± 4.15	11	14.45	± 2.94	24	14.88	± 2.58
障害	11	17.00	± 0.89	8	15.13	± 3.04	9	15.67	± 2.40	11	16.36	± 2.11	11	14.73	± 4.31
混成	6	16.00	± 2.37	1	18.00		4	17.00	± 2.00	3	16.00	± 1.73	3	12.33	± 5.13
競歩	11	16.09	± 2.39	4	16.25	± 1.71				11	16.18	± 1.25	5	16.00	± 1.00
総和	122	15.80	± 2.38	62	15.40	± 3.02	66	15.64	± 2.95	100	16.06	± 2.27	106	15.25	± 3.13

	2010年			2011年			2012年			総計		
	N	Mean	± SD	N	Mean	± SD	N	Mean	± SD	N	Mean	± SD
短距離	44	15.64	± 2.60	33	15.52	± 2.80	17	16.00	± 2.40	211	15.54	± 2.92 ab
中長距離	21	17.57	± 0.98	21	16.81	± 1.47	16	17.00	± 1.10	143	16.80	± 1.63 c
跳躍	23	16.17	± 2.01	13	16.54	± 2.03	11	15.45	± 2.46	137	15.70	± 2.41 abc
投擲	26	14.08	± 3.85	19	14.37	± 3.27	12	15.50	± 2.15	123	14.59	± 3.19 a
障害	17	15.24	± 2.86	14	16.64	± 1.39	8	15.63	± 4.10	89	15.82	± 2.77 bc
混成	5	15.80	± 1.92	8	14.25	± 3.65	5	15.80	± 2.28	35	15.40	± 2.91 ab
競歩	7	17.57	± 0.79	4	15.25	± 2.06	8	15.63	± 2.77	50	16.18	± 1.89 bc
総和	143	15.78	± 2.77	112	15.72	± 2.63	77	15.96	± 2.40	788	15.71	± 2.69

競技種目別; $p<0.001$, 調査時期; $p=0.471$, 競技種目別 x 調査時期; $p=0.644$

図 4-a. 各調査年度における競技種目別の抽出食生活総得点 (因子 1: ジャンクフード因子)

	Male			Female			ALL			
	N	Mean	± SD	N	Mean	± SD	N	Mean	± SD	
2004年	63	15.57	± 2.73	60	16.02	± 1.93	123	15.79	± 2.37	ns
2005年	36	14.83	± 3.31	28	16.18	± 2.37	64	15.42	± 2.99	
2006年	34	15.35	± 3.14	32	15.94	± 2.76	66	15.64	± 2.95	
2007年	42	15.19	± 2.46	59	16.66	± 1.91	101	16.05	± 2.26	
2008年	55	14.69	± 3.30	53	15.75	± 2.82	108	15.21	± 3.11	
2010年	72	14.79	± 3.24	72	16.79	± 1.71	144	15.79	± 2.77	
2011年	63	15.16	± 2.80	52	16.46	± 2.16	115	15.75	± 2.60	
2012年	45	14.98	± 2.72	36	17.17	± 1.11	81	15.95	± 2.41	
総計	410	15.07	± 2.97	392	16.39	± 2.14	802	15.71	± 2.68	

性別; $p < 0.001$, 調査時期; $p = 0.442$, 性別 x 調査時期; $p = 0.197$

図 4-b. 各調査年度における性別の抽出食生活総得点 (因子 1: ジャンクフード因子)

	2004年			2005年			2006年			2007年			2008年		
	N	Mean	± SD												
短距離	28	11.46	± 2.49	20	10.90	± 2.85	13	11.69	± 2.59	26	11.92	± 2.74	30	11.63	± 2.63
中長距離	25	11.60	± 2.55	13	12.85	± 2.58	16	11.63	± 2.78	17	13.12	± 2.15	15	11.40	± 3.29
跳躍	26	11.50	± 2.30	9	11.67	± 2.24	15	11.67	± 1.99	21	11.29	± 3.21	19	12.21	± 2.74
投擲	15	11.00	± 2.42	7	10.43	± 2.51	9	10.78	± 3.03	10	10.70	± 3.40	24	10.79	± 2.73
障害	11	12.18	± 2.44	8	10.25	± 2.76	9	11.78	± 2.44	11	11.91	± 2.59	11	11.91	± 2.30
混成	6	12.33	± 2.16	1	10.00		4	12.25	± 2.75	3	10.33	± 2.31	3	9.00	± 2.65
競歩	11	10.91	± 1.92	4	11.75	± 0.96				11	12.09	± 2.47	5	11.00	± 3.81
総和	122	11.50	± 2.36	62	11.32	± 2.62	66	11.59	± 2.49	99	11.84	± 2.79	107	11.44	± 2.80

	2010年		2011年		2012年		総計		
	N	Mean ± SD	N	Mean ± SD	N	Mean ± SD	N	Mean ± SD	
短距離	44	12.20 ± 2.43	33	12.36 ± 2.22	17	11.94 ± 2.86	211	11.84 ± 2.55	b
中長距離	21	12.24 ± 2.47	21	12.05 ± 2.44	16	12.06 ± 2.82	144	12.08 ± 2.62	b
跳躍	23	12.04 ± 2.14	13	9.92 ± 2.10	11	12.00 ± 2.19	137	11.58 ± 2.46	ab
投擲	26	9.35 ± 2.92	19	10.21 ± 2.76	12	11.33 ± 2.42	122	10.44 ± 2.78	a
障害	17	11.53 ± 2.83	14	11.07 ± 2.37	8	12.50 ± 2.20	89	11.63 ± 2.49	ab
混成	5	12.00 ± 2.35	8	11.00 ± 1.85	5	9.00 ± 1.87	35	10.97 ± 2.35	ab
競歩	7	13.71 ± 1.50	4	11.25 ± 1.26	8	11.13 ± 2.70	50	11.70 ± 2.35	b
総和	143	11.65 ± 2.71	112	11.36 ± 2.45	77	11.66 ± 2.59	788	11.55 ± 2.60	

競技種目別; $p < 0.001$, 調査時期; $p = 0.560$, 競技種目別 x 調査時期; $p = 0.310$

図 5-a. 各調査年度における競技種目別の抽出食生活総得点 (因子 2: がっつり食事因子)

	Male			Female			ALL			
	N	Mean	± SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD	
2004年	62	11.23	± 2.39	61	11.79	± 2.30	123	11.50	± 2.35	ns
2005年	36	10.94	± 2.54	28	11.61	± 2.82	64	11.23	± 2.67	
2006年	34	10.41	± 2.12	32	12.84	± 2.26	66	11.59	± 2.49	
2007年	41	10.56	± 2.88	59	12.75	± 2.35	100	11.85	± 2.78	
2008年	56	10.66	± 2.65	53	12.15	± 2.78	109	11.39	± 2.81	
2010年	72	11.07	± 2.82	72	12.18	± 2.52	144	11.63	± 2.72	
2011年	63	10.54	± 2.49	52	12.48	± 1.96	115	11.42	± 2.45	
2012年	45	11.22	± 2.78	36	12.42	± 2.22	81	11.75	± 2.60	
総計	409	10.86	± 2.60	393	12.27	± 2.41	802	11.55	± 2.61	

性別; $p < 0.001$, 調査時期; $p = 0.931$, 性別 x 調査時期; $p = 0.106$

図 5-b. 各調査年度における性別の抽出食生活総得点 (因子 2: がっつり食事因子)

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

宮崎志帆¹⁾ 石井好二郎²⁾ 山崎史恵³⁾ 鳥居 俊⁴⁾ 杉浦克己⁵⁾ 持田尚⁶⁾ 杉田正明⁷⁾
阿江通良⁸⁾

1) 京都栄養医療専門学校 2) 同志社大学 3) 新潟医療福祉大学 4) 早稲田大学
5) 明治製菓(株) 6) 公益財団法人横浜市体育協会 7) 三重大学 8) 筑波大学

本報告では、2004～2012年度全国高等学校総合体育大会(インターハイ)陸上競技の入賞選手におけるサプリメント摂取状況を種目により分析した結果を示す。

方法

1. 対象

前報と同様、2004～2011年度全国高等学校総合体育大会(インターハイ)陸上競技の入賞した選手を対象とした。対象者には、本調査の目的を文章により説明し、了解を得た上で無記名式アンケートを実施した。アンケートは郵送によって回収し、回答の得られた738名(男子379名、女子359名)を分析対象とした。

2. 調査内容

前報と同様に本調査のアンケート用紙は石井ら(2005)が作成したものをを使用した。

フェースシートとして対象者の性別、学年、身長、体重、競技年数および競技歴を記述させた。競技歴には時期、専門種目および過去のサプリメント摂取状況について質問し、それぞれ設定した選択肢より回答を得た。

なお、本調査では「サプリメント」をスポーツドリンクなどを除く三大栄養素およびビタミン・ミネラルを含む錠剤・粉剤・液剤とした。

3. 群分け

現在の専門種目より、以下の5群に分類した。なお、他種目競技者(例:短距離と跳躍)については、それぞれの群に属させた。

- ①短距離群: 100m、200m、400m、男子110mH、女子100mH、400mH、400mR、1600mR
- ②中・長距離群: 800m、1500m、女子3000m、男子5000m、女子3000mW、男子5000mW、男子3000mSC
- ③跳躍群: 走り高跳び、走り幅跳び、男子三段跳び、

表1. 対象者の身体的特徴

		学年(年)		身長(cm)		体重(kg)		BMI(kg/cm ²)		競技年数(年)	
全選手	(n= 738)	2.7 ±	0.6	169.1 ±	8.1	59.6 ±	12.8	20.7 ±	3.3	5.7 ±	2.0
男子選手	(n= 379)	2.7 ±	0.6	174.7 ±	5.6	65.9 ±	12.4	21.5 ±	3.6	5.5 ±	2.1
短距離	(n= 126)	2.7 ±	0.53	174.9 ±	5.17	63.4 ±	5.0	20.7 ±	1.49	5.8 ±	2.1
中長距離	(n= 95)	2.8 ±	0.42	171.3 ±	5.16	56.3 ±	5.0	19.1 ±	1.3	5.6 ±	2.3
跳躍	(n= 75)	2.7 ±	0.52	176.7 ±	5.31	64.3 ±	5.0	20.9 ±	2.26	5.9 ±	1.7
投擲	(n= 68)	2.8 ±	0.4	176.2 ±	5.79	85.3 ±	14.8	26.7 ±	4.62	4.4 ±	1.8
混成	(n= 15)	2.7 ±	0.49	178.7 ±	3.32	69.9 ±	5.4	21.7 ±	1.47	5.8 ±	2.5
女子選手	(n= 359)	2.6 ±	0.6	163.0 ±	5.5	52.8 ±	9.1	19.9 ±	2.9	5.9 ±	2.0
短距離	(n= 141)	2.5 ±	0.64	162.6 ±	5.18	51.0 ±	4.5	19.5 ±	1.64	6.4 ±	1.8
中長距離	(n= 81)	2.6 ±	0.58	159.4 ±	4.13	45.5 ±	4.8	18.1 ±	1.58	5.4 ±	2
跳躍	(n= 59)	2.6 ±	0.62	166.7 ±	5.09	52.8 ±	5.3	18.9 ±	1.62	6.2 ±	1.9
投擲	(n= 58)	2.7 ±	0.54	165.2 ±	5.25	67.1 ±	10.3	24.3 ±	3.53	4.9 ±	2.2
混成	(n= 20)	2.4 ±	0.68	164.3 ±	5.15	52.6 ±	5.0	19.8 ±	2.07	5.9 ±	1.5

表2. サプリメント摂取経験

		人数(%)				χ^2 検定
		現在摂取群	摂取中止群	摂取未経験群	無回答	
全選手	(n= 738)	459 (62.2%)	148 (20.1%)	118 (16.0%)	13 (1.8%)	
男子選手	(n= 379)	236 (62.3%)	76 (20.1%)	61 (16.1%)	6 (1.6%)	p<0.05
短距離	(n= 126)	79 (62.7%)	25 (19.8%)	19 (15.1%)	3 (2.4%)	
中長距離	(n= 95)	69 (72.6%)	13 (13.7%)	13 (13.7%)	0 (0.0%)	
跳躍	(n= 75)	32 (42.7%)	21 (28.0%)	22 (29.3%)	0 (0.0%)	
投擲	(n= 68)	44 (64.7%)	15 (22.1%)	6 (8.8%)	3 (4.4%)	
混成	(n= 15)	12 (80.0%)	2 (13.3%)	1 (6.7%)	0 (0.0%)	
女子選手	(n= 359)	223 (62.1%)	72 (20.1%)	57 (15.9%)	7 (1.9%)	p<0.05
短距離	(n= 141)	81 (57.4%)	39 (27.7%)	20 (14.2%)	1 (0.7%)	
中長距離	(n= 81)	64 (79.0%)	7 (8.6%)	8 (9.9%)	2 (2.5%)	
跳躍	(n= 59)	33 (55.9%)	11 (18.6%)	14 (23.7%)	1 (1.7%)	
投擲	(n= 58)	34 (58.6%)	12 (20.7%)	9 (15.5%)	3 (5.2%)	
混成	(n= 20)	11 (55.0%)	3 (15.0%)	6 (30.0%)	0 (0.0%)	

表3. 専門種目と現在摂取しているサプリメント (男子選手; 複数回答)

	人数(%)				
	短距離(n=79)	中長距離(n=69)	跳躍(n=32)	投擲(n=44)	混成(n=12)
プロテイン	31 (39.2%)##	23 (33.3%)##	11 (34.4%)##	38 (86.4%)	3 (25.0%)##
クレアチン	29 (36.7%)***	7 (10.1%)	9 (28.1%)	6 (13.6%)	1 (8.3%)
コラーゲン	6 (7.6%)	4 (5.8%)	2 (6.3%)	2 (4.5%)	0 (0.0%)
アミノ酸	36 (45.6%)	28 (40.6%)	19 (59.4%)	14 (31.8%)	6 (50.0%)
カルシウム	9 (11.4%)	13 (18.8%)	8 (25.0%)	7 (15.9%)	0 (0.0%)
鉄	22 (27.8%)***	39 (56.5%)##	5 (15.6%)**	1 (2.3%)**	2 (16.7%)*
マルチミネラル	7 (8.9%)	5 (7.2%)	2 (6.3%)	2 (4.5%)	1 (8.3%)
ビタミンA	4 (5.1%)	2 (2.9%)	5 (15.6%)**	0 (0.0%)	1 (8.3%)
ビタミンB	13 (16.5%)	4 (5.8%)	3 (9.4%)	1 (2.3%)	2 (16.7%)
ビタミンC	16 (20.3%)	16 (23.2%)	8 (25.0%)	2 (4.5%)	1 (8.3%)
ビタミンD	6 (7.6%)	2 (2.9%)	3 (9.4%)	0 (0.0%)	1 (8.3%)
ビタミンE	8 (10.1%)	3 (4.3%)	3 (9.4%)	0 (0.0%)	1 (8.3%)
マルチビタミン	11 (13.9%)	13 (18.8%)	4 (12.5%)	2 (4.5%)	2 (16.7%)
糖質	4 (5.1%)	4 (5.8%)	4 (12.5%)	3 (6.8%)	1 (8.3%)
知らされていない	1 (1.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
覚えていない	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
その他	7 (8.9%)	7 (10.1%)	5 (15.6%)	2 (4.5%)	1 (8.3%)

* p<0.05, ** p<0.01 : vs 中長距離
p<0.05, ## p<0.01 : vs 投擲

男子棒高跳び

- ④投擲群: 砲丸投、円盤投、やり投げ、男子ハンマー投
- ⑤混成群: 男子八種競技、女子七種競技
対象の学年、身体的特徴、および競技年数を種目別に示す (表1)。

4. 分析

アンケートの各項目について、差の検定を行い、対象者が選択した割合を比べた。また、クロス集計では、 χ^2 検定を使用した。統計解析にはSPSS statistics 19 for Windows (IBM, 東京) を用いて統計的有意水準は5%未満とした。

5. 結果

サプリメントの摂取経験を表2に示す。男女とも種目によって摂取経験に差が認められ (p<0.05)、現在摂取していると回答したものの割合は全体で459名 (62.2%) であった。

また、現在摂取しているサプリメントの種類では、男女とも各群での有意差はみられなかったが、アミノ酸の摂取率が高かった。男子は、投擲群のプロテイン摂取率 (38名、86.4%) および中長距離群の鉄摂取率 (39名、56.5%) が他群と比較して有意に高かった。また、短距離群はクレアチン摂取率 (29名、36.7%) が中長距離群、投擲群に比べ有意に高かった。女子でも投擲群のプロテイン摂取率 (26名、

表 4. 専門種目と現在摂取しているサプリメント（女子選手；複数回答）

	短距離(n=81)	中長距離(n=64)	跳躍(n=33)	投擲(n=34)	人数(%)
プロテイン	25 (30.9%)##	22 (34.4%)##	12 (36.4%)##	26 (76.5%)	2 (18.2%)##
クレアチン	13 (16.0%)	2 (3.1%)	8 (24.2%)*	5 (14.7%)	1 (9.1%)
コラーゲン	9 (11.1%)	4 (6.3%)	2 (6.1%)	2 (5.9%)	0 (0.0%)
アミノ酸	32 (39.5%)	29 (45.3%)	13 (39.4%)	10 (29.4%)	5 (45.5%)
カルシウム	9 (11.1%)	12 (18.8%)	4 (12.1%)	0 (0.0%)	1 (9.1%)
鉄	34 (42.0%)***	50 (78.1%)##	14 (42.4%)***	2 (5.9%)**	7 (63.6%)##
マルチミネラル	6 (7.4%)	6 (9.4%)	2 (6.1%)	0 (0.0%)	1 (9.1%)
ビタミンA	3 (3.7%)	0 (0.0%)	1 (3.0%)	1 (2.9%)	0 (0.0%)
ビタミンB	12 (14.8%)	6 (9.4%)	8 (24.2%)	3 (8.8%)	1 (9.1%)
ビタミンC	15 (18.5%)	17 (26.6%)	10 (30.3%)	5 (14.7%)	2 (18.2%)
ビタミンD	3 (3.7%)	1 (1.6%)	1 (3.0%)	1 (2.9%)	0 (0.0%)
ビタミンE	6 (7.4%)	4 (6.3%)	4 (12.1%)	2 (5.9%)	0 (0.0%)
マルチビタミン	14 (17.3%)	17 (26.6%)#	3 (9.1%)	1 (2.9%)*	1 (9.1%)
糖質	4 (4.9%)	2 (3.1%)	3 (9.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
知らされていない	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
覚えていない	1 (1.2%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (2.9%)	1 (9.1%)
その他	5 (6.2%)	6 (9.4%)	6 (18.2%)	1 (2.9%)	1 (9.1%)

* p<0.05, ** p<0.01 : vs 中長距離
p<0.05, ## p<0.01 : vs 投擲

表 5. 専門種目と現在サプリメントを摂取している目的（男子選手；複数回答）

	短距離(n=79)	中長距離(n=69)	跳躍(n=32)	投擲(n=44)	人数(%)
体重増量	3 (3.8%)##	0 (0.0%)##	1 (3.1%)##	11 (25.0%)	0 (0.0%)##
減量	2 (2.5%)	3 (4.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
筋肉増量	23 (29.1%)***	6 (8.7%)##	13 (40.6%)***	35 (79.5%)**	4 (33.3%)#
瞬発力向上	29 (36.7%)**	4 (5.8%)	12 (37.5%)**	24 (54.5%)**	4 (33.3%)
持久力向上	3 (3.8%)**	14 (20.3%)	1 (3.1%)*	3 (6.8%)	1 (8.3%)
疲労回復	61 (77.2%)##	44 (63.8%)	27 (84.4%)##	21 (47.7%)	8 (66.7%)
アンチオキシダント	1 (1.3%)	1 (1.4%)	1 (3.1%)	1 (2.3%)	0 (0.0%)
貧血予防・改善	9 (11.4%)**	37 (53.6%)	4 (12.5%)**	1 (2.3%)**	0 (0.0%)**
コンディショニング維持	38 (48.1%)	33 (47.8%)	13 (40.6%)	14 (31.8%)	7 (58.3%)
疾病予防	2 (2.5%)	0 (0.0%)	2 (6.3%)	1 (2.3%)	0 (0.0%)
活力向上	7 (8.9%)	5 (7.2%)	2 (6.3%)	1 (2.3%)	1 (8.3%)
安眠	0 (0.0%)	1 (1.4%)	0 (0.0%)	1 (2.3%)	0 (0.0%)
不足栄養素の補給	15 (19.0%)	10 (14.5%)	5 (15.6%)	1 (2.3%)	0 (0.0%)
その他	0 (0.0%)	1 (1.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)

* p<0.05, ** p<0.01 : vs 中長距離
p<0.05, ## p<0.01 : vs 投擲

76.5%) は他群と比較して有意に高かった。また、鉄の摂取率は中長距離群 (50名、78.1%) で最も有意に高く、次いで跳躍群 (14名、42.4%)、短距離群 (34名、42.0%) と女子では高い摂取率であった (表 3, 4)。

サプリメントの摂取目的は、男子の投擲群を除いて、男女とも疲労回復と回答した者の割合が最も多く、60%を超えており、次いでコンディショニング維持と回答した者の割合が多かった。また、投擲群では男女とも筋肉増量と回答した者の割合 (男子 35名、80% : 女子 24名 : 71%) が他群に比べて最も高かった。さらに、男女ともに中長距離群は貧血予防・改善と回答した者の割合 (男子 37名 54% : 女子 49名 77%)、が男子では他群、女子では混成

を除く他群と比較して有意に高かった (表 5, 6)。

サプリメントや栄養・食事についての情報は得られているかについては、十分得られていると回答した者の割合は男女とも約半数であった (表 7)。また、サプリメントに関する情報は何かから得るかについては、男女とも指導者と答えたものの割合が最も高く、種目による有意差は見られなかった (表 8, 9)。

6. まとめ

本調査では、多くの高校生スポーツ選手にもサプリメント使用が広まっていることがわかった。また、日本代表選手を対象とした 10 代の選手の摂取割合 (65.4%) とほぼ同じであった¹⁾。

サプリメントの種類および摂取目的に種目間での

表 6. 専門種目と現在サプリメントを摂取している目的（女子選手；複数回答）

	短距離(n=81)	中長距離(n=64)	跳躍(n=33)	投擲(n=34)	混成(n=11)	人数(%)
体重増量	3 (3.7%)##	0 (0.0%)##	0 (0.0%)##	8 (23.5%)	1 (9.1%)	
減量	7 (8.6%)	0 (0.0%)	4 (12.1%)*	1 (2.9%)	0 (0.0%)	
筋肉増量	14 (17.3%)##	11 (17.2%)##	5 (15.2%)##	24 (70.6%)	0 (0.0%)##	
瞬発力向上	16 (19.8%)	3 (4.7%)	7 (21.2%)	10 (29.4%)	1 (9.1%)	
持久力向上	7 (8.6%)	12 (18.8%)	1 (3.0%)	1 (2.9%)	0 (0.0%)	
疲労回復	54 (66.7%)	44 (68.8%)	24 (72.7%)	21 (61.8%)	8 (72.7%)	
アンチオキシダント	1 (1.2%)	1 (1.6%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
貧血予防・改善	34 (42.0%)***##	49 (76.6%)##	12 (36.4%)***	1 (2.9%)**	5 (45.5%)#	
コンディショニング維持	33 (40.7%)	33 (51.6%)	11 (33.3%)	9 (26.5%)	6 (54.5%)	
疾病予防	2 (2.5%)	3 (4.7%)	2 (6.1%)	1 (2.9%)	0 (0.0%)	
活力向上	9 (11.1%)	4 (6.3%)	6 (18.2%)	2 (5.9%)	1 (9.1%)	
安眠	1 (1.2%)	1 (1.6%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
不足栄養素の補給	15 (18.5%)	10 (15.6%)	6 (18.2%)	7 (20.6%)	3 (27.3%)	
その他	2 (2.5%)	1 (1.6%)	2 (6.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	

* p<0.05, ** p<0.01 : vs 中長距離
p<0.05, ## p<0.01 : vs 投擲

表 7. サプリメントや栄養・食事についての情報は得られているか

		十分得られている	あまり得られていない	ほとんど得られていない	どちらともいえない	無回答	人数(%)
全選手	(n= 738)	327 (44.3%)	210 (28.5%)	22 (3.0%)	161 (21.8%)	18 (2.4%)	
男子選手	(n= 379)	183 (48.3%)	103 (27.2%)	13 (3.4%)	70 (18.5%)	10 (2.6%)	
短距離	(n= 126)	66 (52.4%)	34 (27.0%)	3 (2.4%)	19 (15.1%)	4 (3.2%)	
中長距離	(n= 95)	42 (44.2%)	27 (28.4%)	1 (1.1%)	23 (24.2%)	2 (2.1%)	
跳躍	(n= 75)	32 (42.7%)	23 (30.7%)	5 (6.7%)	15 (20.0%)	0 (0.0%)	
投擲	(n= 68)	35 (51.5%)	15 (22.1%)	3 (4.4%)	11 (16.2%)	4 (5.9%)	
混成	(n= 15)	8 (53.3%)	4 (26.7%)	1 (6.7%)	2 (13.3%)	0 (0.0%)	
女子選手	(n= 359)	144 (40.1%)	107 (29.8%)	9 (2.5%)	91 (25.3%)	8 (2.2%)	
短距離	(n= 141)	42 (29.8%)	50 (35.5%)	3 (2.1%)	42 (29.8%)	4 (2.8%)	
中長距離	(n= 81)	46 (56.8%)	18 (22.2%)	0 (0.0%)	16 (19.8%)	1 (1.2%)	
跳躍	(n= 59)	25 (42.4%)	13 (22.0%)	3 (5.1%)	17 (28.8%)	1 (1.7%)	
投擲	(n= 58)	25 (43.1%)	17 (29.3%)	2 (3.4%)	12 (20.7%)	2 (3.4%)	
混成	(n= 20)	6 (30.0%)	9 (45.0%)	1 (5%)	4 (20.0%)	0 (0.0%)	

表 8. サプリメントに関する情報は何かから得るか（男子選手；複数回答）

	短距離(n=126)	中長距離(n=95)	跳躍(n=75)	投擲(n=68)	混成(n=15)	人数(%)
指導者	73 (58%)	63 (66%)	44 (59%)	42 (62%)	9 (60%)	
友人(先輩・後輩)	43 (34%)	37 (39%)	25 (33%)	31 (46%)	5 (33%)	
保護者	24 (19%)	24 (25%)	12 (16%)	13 (19%)	4 (27%)	
兄弟	4 (3%)	2 (2%)	3 (4%)	4 (6%)	0 (0%)	
サプリメント販売ショップ	16 (13%)	14 (15%)	14 (19%)	14 (21%)	1 (7%)	
サプリメントメーカー	26 (21%)	21 (22%)	15 (20%)	17 (25%)	2 (13%)	
雑誌	29 (23%)	20 (21%)	14 (19%)	13 (19%)	2 (13%)	
本	13 (10%)	4 (4%)	6 (8%)	7 (10%)	1 (7%)	
広告・パンフレット	13 (10%)	13 (14%)	11 (15%)	9 (13%)	1 (7%)	
テレビ	8 (6%)	4 (4%)	4 (5%)	3 (4%)	3 (20%)	
インターネット	16 (13%)	13 (14%)	12 (16%)	19 (28%)	2 (13%)	
得られていない	4 (3%)	0 (0%)	5 (7%)	0 (0%)	1 (7%)	
その他	5 (4%)	5 (5%)	1 (1%)	3 (4%)	2 (13%)	

表 9. サプリメントに関する情報は何かから得るか (女子選手; 複数回答)

	短距離(n=141)	中長距離(n=81)	跳躍(n=59)	投擲(n=58)	混成(n=20)	人数(%)
指導者	90 (71%)	56 (59%)	36 (48%)	39 (57%)	11 (73%)	
友人(先輩・後輩)	37 (29%)	20 (21%)	12 (16%)	16 (24%)	4 (27%)	
保護者	46 (37%)	25 (26%)	15 (20%)	11 (16%)	7 (47%)	
兄弟	4 (3%)	2 (2%)	1 (1%)	4 (6%)	1 (7%)	
サプリメント販売ショップ	25 (20%)	16 (17%)	14 (19%)	12 (18%)	0 (0%)	
サプリメントメーカー	28 (22%)	14 (15%)	13 (17%)	10 (15%)	1 (7%)	
雑誌	7 (6%)	11 (12%)	8 (11%)	11 (16%)	4 (27%)	
本	5 (4%)	11 (12%)	1 (1%)	5 (7%)	2 (13%)	
広告・パンフレット	17 (13%)	17 (18%)	6 (8%)	11 (16%)	1 (7%)	
テレビ	15 (12%)	10 (11%)	2 (3%)	7 (10%)	1 (7%)	
インターネット	14 (11%)	15 (16%)	7 (9%)	6 (9%)	1 (7%)	
得られていない	6 (5%)	2 (2%)	3 (4%)	3 (4%)	2 (13%)	
その他	7 (6%)	5 (5%)	3 (4%)	0 (0%)	0 (0%)	

差が見られることから、競技種目の特性に応じてサプリメント選択が行われていることが推測された。これらは、それぞれの競技特性より問題解決のための情報や知識を得ている可能性が考えられる。ただ、選手は食事や栄養素に関心を寄せれば寄せるほど食生活に対する不安が焦りとなり、サプリメント使用に駆り立てられているという報告²⁾もある。しかし、サプリメント等の情報は十分に得られていると回答した者は約半数であり、多くの選手で情報が十分でないと考えていることが推測された。これらのことから、選手のサプリメントへの関心は、性、競技種目、競技レベル、チーム等様々であり、関心やニーズを把握した上で、使用目的や含有成分の働きなどを明確にし、食事との関係を考えさせる教育も必要である。

また、大学陸上長距離選手の87%は中学、高校生の時期にサプリメント摂取を開始し、そのうち68%が指導者からすすめられているとの報告がある³⁾。さらに、女子選手は男子選手に比べ、指導者をはじめとする他者への依存が高いとの報告⁴⁾もある。本調査において、サプリメントに関する情報を約半数の者が指導者から得ているという回答であった。

このことから、サプリメントの使用は、中学、高校の時期に指導者など他者の勧めをきっかけに始める選手が多いため、サプリメント摂取に関する指導や情報提供は、選手ならびに指導者や保護者などへも行う必要があると考えられた。

7. 参考文献

1) 亀井明子ら, 日本代表選手のサプリメント使用の現状—20歳以上の選手と20歳未満の選手の

比較—, 栄養改善学会, 66(5) 274 (2008) .

2) 田口素子, 適切な使用法について, 現場におけるサプリメント利用状況と諸問題, 臨床スポーツ医学, 19(10), 1135-1139 (2002)

3) 中西美恵子ら, 大学陸上長距離選手におけるサプリメント摂取状況, 体力科学, 52, 631-638 (2003)

4) 飯田貴子, ジェンダーから見た女性競技者を取り囲むトラブル, 体育の科学 51(5), 364-367, (2001) .

2011年インターハイ入賞選手の調査結果

鳥居 俊¹⁾ 石井好二郎²⁾ 杉浦克己³⁾ 阿江通良⁴⁾
1) 早稲田大学 2) 同志社大学 3) 立教大学 4) 筑波大学

緒言

科学委員会では、インターハイ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生のトップ選手たちがどのような生活習慣やトレーニング、傷病既往であるかを知ることができる点である。また、競技レベルが時代とともに向上するにつれて、トレーニングプランや傷病既往も変化すると考えられる。その意味では、このような調査を継続し、時代変化を観察することが重要である。

本稿では、2011年度に開催されたインターハイ大会での入賞選手に対する調査結果を報告する。

対象と方法

2011年度のインターハイ大会において入賞した各種目の選手に回答を依頼し、提出のあった105名の結果を分析した。対象の性別、学年、種目を表1に示す。なお、3名で種目の回答がなかったため、種目別の分析では102名が対象となる。

表1 回答者の性別と種目

種目	男子	女子
短距離	15	18
中長距離	13	6
障害	4	5
跳躍	10	3
投擲	10	9
混成	2	5
競歩	2	0
合計	56	46

結果

学年別の人数を表2に示す。男女とも3年生が最も多いが、女子では1、2年生の割合が男子より高い(図1)。

競技年数は男女とも6年が最も多く、最長で10年であった(図2)。性別、種目別の身長、体重を表3に示す。身長は男子では混成、投擲で高く、女

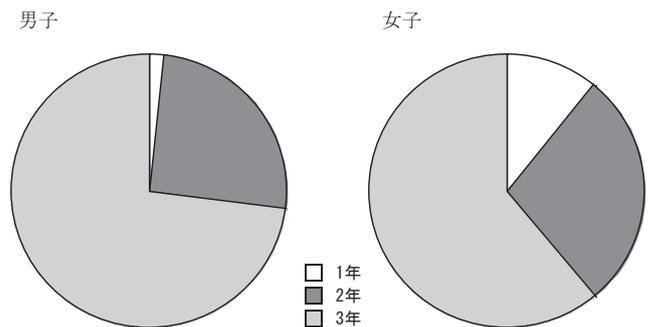


図1 性別・学年別の割合

表2 回答者の学年

学年	男子	女子
1年生	1	5
2年生	15	13
3年生	43	28
合計	59	46

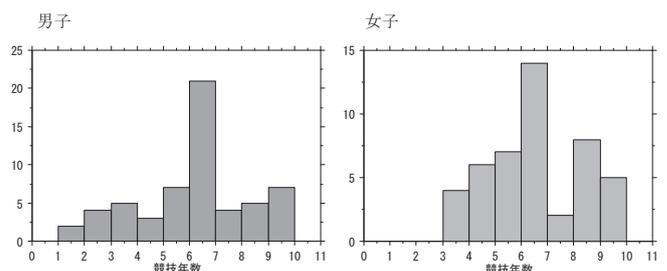


図2 競技年数の分布

表3 種目別の選手の体格

種目	男子		女子	
	身長(cm)	体重(kg)	身長(cm)	体重(kg)
短距離	173.7±5.4	62.5±4.7	159.4±4.4	49.6±3.7
中長距離	170.9±3.8	53.3±4.2	160.0±2.4	43.5±1.7
障害	173.7±3.0	60.5±5.4	163.4±4.0	50.6±3.4
跳躍	175.4±4.6	64.2±3.3	169.0±2.0	53.0±1.0
投擲	178.3±4.0	88.5±10.2	165.2±5.6	70.3±12.8
混成	178.5±3.5	67.0±8.5	162.0±3.5	55.6±6.9
競歩	167.5±5.0	54.0±2.8	—	—
全体	174.1±5.1	64.6±12.9	162.0±5.0	53.8±10.8

子では跳躍、投擲で高い。

以下、傷病既往についての回答を分析した結果を示す。貧血の既往は図3のように、男子で13.6%、女子で19.6%と女子でやや高いものの有意差はなかった。オーバートレーニングの既往は男子で14%、女子で15%となり、差がなかった。

筋損傷(肉離れ)は男子で44.8%、女子で39.1%に、腱損傷は男子で24.6%、女子で22.2%に、疲労骨折は男子で24.6%、女子で23.9%に既往があった。これらにはいずれも男女差がなかった。疲労骨折既往について種目別にみると、短距離で9名、投擲で6名、障害で4名、中長距離と跳躍で各々3名であり、今年度は短距離と投擲で多く見られた。

女子選手における無月経は約25%に既往が見られた。内訳を見ると、短距離、中長距離とも1/3に既往があった。

考察

2011年度の調査結果における高校生陸上競技のトップレベルの選手の体格を見ると、短距離、中長距離では日本人の平均値¹⁾とさほど変わらない身長である。もちろん、身長と記録との相関はないと考えられるが、海外の選手と戦っていく中で、体格

差を越える技術の獲得が必要となる。

傷病既往については、以前に4大会をまとめた結果を報告した²⁾が、大会ごとに参加者がある程度異なるため、異なった結果が見られる場合がある。今回では疲労骨折が中長距離以外の種目でも多く見られた点、無月経も短距離で1/3に見られた点である。これらの結果から、疲労骨折も無月経も中長距離以外では少ないという固定観念を持たず、選手が痛みを訴えた場合に疲労骨折も念頭におくこと、女子選手ではコンディション評価として月経状態を考慮することが示唆される。

調査の分析の際に常に念頭におくべきことは、この大会に傷病のために参加できなかった、あるいは入賞できなかった選手が存在することであり、傷病の実態がこの調査で全て把握できたわけではない。

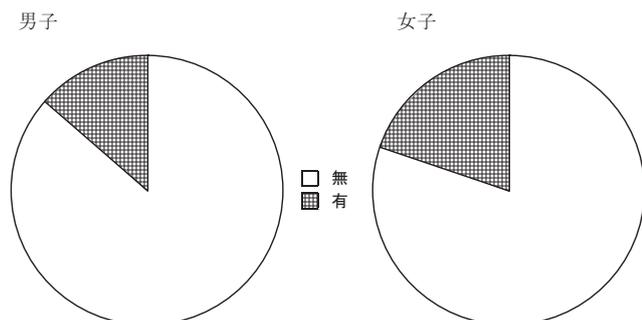


図3 貧血既往の有無

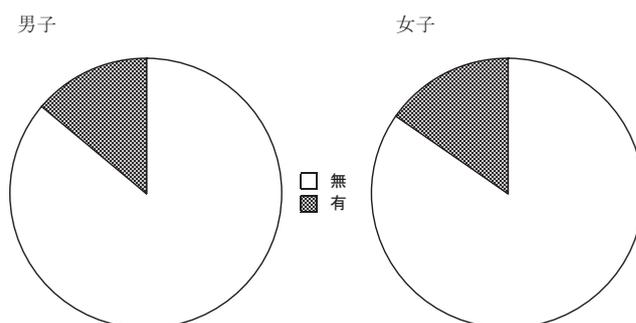


図4 オーバートレーニングの既往の有無

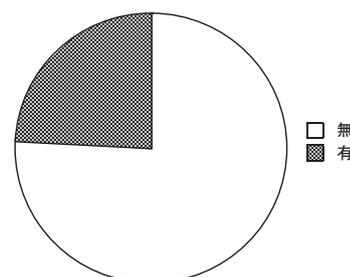


図5 無月経の既往

かし、継続して調査を行い、結果を集積することで実態に迫ることができると考えている。

また、今後大学生の選手を対象にした同様の調査や、中学生に対する調査も企画されており、幅広い年代の陸上競技選手の健康管理に資することが期待される。

最後に、調査に協力してくださったインターハイ入賞選手に感謝する。

参考文献

- 1) 文部科学省：学校保健統計調査報告．
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001038310&cycode=0>, 2012.
- 2) 鳥居俊、阿江通良、石井好二郎、杉浦克己：インターハイ入賞選手に対するスポーツ障害に関する質問紙調査．陸上競技研究紀要6：148-152, 2010.

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

2011 年アジア選手権大会	148
鳥居俊	
2012 年第 14 回 IAAF 世界ジュニア選手権大会	150
前澤克彦	
2012 年世界ハーフマラソン	154
難波聡	

2011年アジア選手権大会

鳥居 俊

早稲田大学スポーツ科学学術院

2011年アジア選手権大会は7月7日より10日まで、神戸市のユニバーシアード記念競技場で行われた。医事委員会では、日本選手団チームに帯同するメディカルメンバーと競技場、選手村などで対応する大会運営側のメディカルメンバーを構成し大会を支えた。本稿では日本選手団チームに帯同した活動について報告する。

(1) 日本選手団の構成、選手村

選手は総勢89名（男子選手49名、女子選手40名）であった。国際大会への参加が少ない選手も多く、ベテラン選手だけでなく若い選手が多い選手団であった。

選手村はJR三宮駅に近い神戸三宮東急インであり、繁華街で便利な場所であった。5日～11日の間、選手村として選手やスタッフの宿泊に使用された。

(2) 会場

ユニバーシアード記念競技場は日本選手団の選手村から離れており、シャトルバスで移動をしたが、道路混雑時は40分～50分を要することがあった。

(3) メディカルスタッフとサポート体制

国内開催のため、医事運営に多数のドクターが必要であり、日本選手団チーム専属のチームドクターは1名、トレーナーは4名（男性2名、女性2名）であった（図1）。

選手村の中で、陸連本部と同じ階で近接した場所に選手村医務室、トレーナールームが設定された（図2）。医務室は客室の1室であるが、非常に広く



図2 日本選手団選手村内の表示



図1 メディカルスタッフ



図3 医務室内部

(図3)、トレーナールームとも隣接しているため情報連絡がしやすくなっていた。

競技期間中、メディカルスタッフは競技場に行き、サブトラックのトレーナーテント(図4)での選手のサポートや競技場内で選手の競技中の動きの点検などを行った。また、競技会中に発生した傷病に対して、携帯電話を通じて常に連絡をとり対応できる体制を考えたが、チームドクターは1名であったため、シャトルバスでの移動中の相談や競技場に滞在中に選手村での診察や相談要請に対応できないことがあった。

(4) 選手のコンディション把握

2010年度より、代表選手には1週間1回のコンディション情報の提出を求め、メディカルスタッフ内で情報共有し選手の状態の把握とより迅速で適切なサポートの構築に活用していた。本大会代表選手においても、選手全員ではなかったものの大部分で



図4 サブトラック内のトレーナーテント



図5 競技場内医務室(医事委員会櫻庭医師、岩本トレーナー)

コンディション情報の提出があり、コンディションの把握、コミュニケーションに有用だった。

大会直前では6/27, 7/4, 入村時にコンディション情報の提出を求めた。

(5) 会期中の対応

18例に対して、相談や診察を行った。

会期中に発生した急性外傷では、スパイクによる挫創が1件、肉離れが2件であった。前者は浅い創であり、消毒のみの対応で済んだ。肉離れの2件はいずれも短距離選手に発生したものであり、受傷後のレースの参加に対してコーチと相談し、結局欠場することになった。大会終了後、国立スポーツ科学センターにおいてMRIで検査を行い、世界選手権への出場の可否を検討した。なお、2009年の大阪世界選手権の際、外国人選手村に超音波断層装置があり、筋・腱障害の診断に非常に好評であったので、本大会でも事前に準備を予定すれば有用であったはずである。

大会以前より保有する疾患に対する対応では、腰痛、膝関節痛に対する内服薬の処方、さらに会期中に悪化したため局所麻酔剤の関節内注射も行った。なお、女子選手の月経随伴症状に対する鎮痛剤処方も数名あった。

内科疾患では、選手村到着時に高熱を出しており、他の選手への感染を防止するため当該選手の個室で診察などの対応をした例もあった。競技場でのウォーミングアップ中に過呼吸発作をおこした1例は、競技場内の医務室(図5)に搬送し経過観察により沈静化し、レースに参加できた。

ドーピング検査については、待機中に選手村より電話での相談がくるなどで、選手にほとんど同伴できず、結果的にコーチが同伴し対応することがほとんどであった。

全体を通してチームドクター1名の体制であったため、移動中に電話があったり、会場で選手村より要請があったりで、全ての要請に応えられなかった。会場と選手村と1名ずつ帯同できると理想的であった。

(6) 結び

国内開催の国際大会であり、若手の選手にとっては小規模ながら国際大会参加の経験になったはずである。最終的に、大きな事故や傷病発生がなく、肉離れの2名の途中欠場のみで終了することができた。

2012年第14回 IAAF 世界ジュニア選手権大会

前澤克彦

順天堂大学医学部附属浦安病院

1 はじめに

第14回 IAAF 世界ジュニア選手権大会が、2012年7月10日より7月15日までの6日間、スペイン第2の都市バルセロナで開催された。会場には1992年のバルセロナオリンピックのメイン会場となった Olympic Stadium (Estadi Olympic Lluís Companys de Montjuic) が使用された(図1-A, B)。7月5日に成田で結団式が行われ、翌7月6日に渡航し、高校生の一部は7月14日に帰国、本隊は7月18日に帰国した。本大会の日本代表チームドクターとして筆者が帯同しメディカルサポートを行ったので、大会の概要を含め報告する。

2 選手団

選手団は、外山幸男(日本陸連理事)団長、原田康弘(日本陸連強化副委員長・ジュニア育成部長)監督、山崎一彦(日本陸連強化委員・ジュニア育成部副部長・U21 エリート担当)ヘッドコーチと各担当コーチ10名、トレーナー2名、ドクター1名、鈴木一弘競技委員、渉外担当(日本陸連事務局)2

名のスタッフ計19名と男子選手27名(うち1名は負傷辞退)、女子選手15名の総勢61名により構成された。選手のうち男子9名、女子11名が高校生であった。オフィシャルサプライヤー(NIKE)1名と近畿日本ツーリスト添乗員1名も選手団に帯同した。

3 渡航前準備

6月下旬に派遣選手が決定されたが、内1名はコンディション不良により遠征直前にメンバーからはずれたため、残りの41名の選手に対し、文書によるメディカルアンケートを実施した。アンケート上、TUEの申請を要する選手はいなかったが、6月中旬から下旬にかけて怪我をした選手が2名存在した(足関節捻挫、肘関節捻挫)。直接検診は、渡航前日の7月5日、結団式のあとに全選手に対しおこなった。

4 渡航および宿泊

選手団は2隊に分かれて(ロンドン経由とフラ



図1-A Olympic Stadium (外観)



図1-B Olympic Stadium

ンクフルト経由) 現地入りしたが、これらの経路では棒高跳びの pole の輸送に許可が出なかったため、コーチ1名がシンガポール経由でその輸送を担当した。今回の大会への参加国は170か国であり、10のホテルがチームホテルとして用意され、日本チームにはOlympic Stadiumから約6Kmに位置する、Hotel Silken Diagonalがチームホテルに指定された。同ホテルにはイタリア、韓国、Hong Kong、サウジアラビアなどのチームが宿泊し、Olympic Stadiumおよび練習場(Mar Bella Stadium)へは、シャトルバス(1時間に1本、4往復程度/日)での移動となった。

選手にはツインの、スタッフにはシングルの部屋があてがわれた。別個に用意してもらったジュニアスイートタイプの部屋をトレーナールームとして活用し、その部屋にはマッサージベッドを2台並べ、トレーナーによるマッサージやストレッチなどの施術のほか、持ち込みの補食(レトルト食品30個、カップ麺48個、エネルギー食数十個)の提供の場とした(図2)。ミネラルウォーターは、ロビー奥に設置された大会デスクから毎日提供され、不足することはなかった。各室のトイレやシャワー、アメニティー、ベッドメイキングは通常のホテル仕様であり、不快を感じることはなかった(贅沢でさえあった)。ホテル内に洗濯室の設置がなかったため、徒歩数分のコインランドリーへ出向くか、(多くは)室内での洗濯となった。食事は、3食ともホテル地下の宴会場にてビュッフェタイプで提供された。パンやパスタの主食とともに、肉や魚、ハム、野菜、果物(メロン、パイナップル、スイカ、バナナ、リンゴ)、ヨーグルトの副食が並んでいたが、ミルクやジュースの類は朝のみしか提供されず、昼と夜はミネラルウォーターのみ提供された。3食とも、し

かも大会期間中、ほぼ同じ内容であったこと、ボリュームさに欠けていたことなどから、選手からはやや不満の声が聞かれた。しかし、生野菜等を食しても食あたりにならない安全な食事環境であったこと、電子レンジが2台用意され、それをレトルト食品用に自由に使用できたこと、カップ麺用の熱湯の注文に気軽に対応してもらえたことは大変感謝すべきことと思われた。また、Diagonal大通りを挟んだ向かいには大規模ショッピングセンターがあったため、食の不足分はそこで補うことが可能であり、治安も比較的良い新市街のホテルであったことから、滞在先としては非常に好条件であったと思われた。

5 大会運営および会場環境

今大会も、モーニングセッション(9:00~13時過ぎ)とアフタヌーンセッション(18時~22時近く)とに分けられていたが、その間隔は比較的大きく、しかも、その間隔時間内はウォームアップ場(Pau Negre)も含め会場すべてのエリアが閉鎖されたため、すべての選手はシャトルバスを利用してホテルへ一旦戻ることを余儀なくされた。

大会前日には、Olympic Stadiumの全てのエリアが時間限定で公開されたため、その時間を利用して、Technical Information Center(TIC)、Mixed Zone、Post Event Area、医務室等の所在やその動線の確認が行えた(図3)。

大会期間前の練習場としては、Mar Bella Stadium(図4)と投てき種目専用のSerrahima Stadiumが時間限定で提供され、日本チームも7月7日と8日の両日、その地で練習をおこなった(往復にはシャトルバスを利用)。表1に準備期間および



図2 トレーナールーム

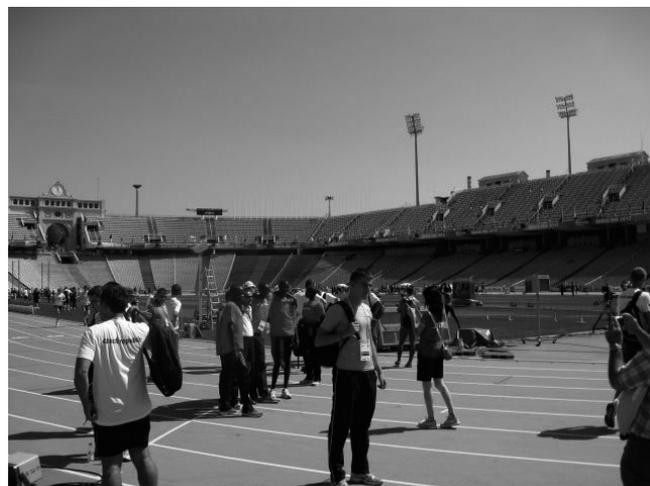


図3 大会前日の視察

表1 天候と WBGT

	午前					午後					場所
	時刻	天気	WBGT	気温	湿度	時刻	天気	WBGT	気温	湿度	
7月7日	—	—	—	—	—	17:30	晴れ	25	25.7	77	Mar Bella *
7月8日	10:00	晴れ	22.2	23.1	75	17:45	晴れ	23.4	25.4	64	
7月9日	—	—	—	—	—	12:30	晴れ	24	28.1	39	Pau Negre **
7月10日	10:30 ⁽¹⁾	曇り	25.2	26.5	69	19:30 ⁽²⁾	晴れ	27	28.1	67	Olympic Stadium ***
7月11日	9:30 ⁽³⁾	晴れ	25.3	25.7	68	19:30 ⁽⁴⁾	晴れ	22.2	24.2	63	Olympic Stadium
7月12日	10:00 ⁽⁵⁾	晴れ	24.5	29	44	19:00 ⁽⁶⁾	曇り	23.6	25.2	66	Olympic Stadium
7月13日	9:00 ⁽⁷⁾	曇り	25.2	26.2	77	21:00	曇り	24.1	25.7	75	Olympic Stadium
7月14日	—	—	—	—	—	18:30	曇り	22.7	24.5	60	Olympic Stadium
7月15日	—	—	—	—	—	19:30 ⁽⁸⁾	曇り	21.3	23.7	65	Olympic Stadium

(1) 男子1500m 予選 (2) 女子3000m 決勝 (3) 男子10000mW 決勝 (4) 男子100m 準決勝 (5) 男子200m 予選 (6) 男子200m 準決勝

(7) 女子10000mW 決勝 (8) 女子1500m 決勝

* 練習場 * ウォーミングアップ場 * スタジアム(観覧席)

大会期間中の現地の天候を示した。全般的に、天候は晴れ～曇り、気温は25～28℃、湿度は60～70%と安定しており、WBGTも25を大きく超えることはほとんどなく、比較的穏やかな環境の中での大会となった。

6 医療活動

前述のように、リレー種目と投擲種目への出場予定選手各1名が怪我を抱えていたため、期間中、その回復状態のチェックをおこなった。結局、投擲種目の1名は出場したものの、リレー種目の1名は本来の状態までには回復せずメンバーからはずれた。2名とも症状は悪化しておらず、帰国後の競技活動への支障は生じていないものと推測する。

選手からのマッサージやストレッチの要求は、種目に関わらず、腰から大腿二頭筋に至る部分に関するものがほとんどであり、これらの要求に対しては、出場する種目の内容やその日程を十分に鑑みの上で、トレーナー2人により綿密なスケジュールが立てられた。また、大会期間中、マッサージベッドの1台をウォームアップ場のテント内に持ち込み、そ

こでも選手への対応が行われた。

女子長距離系種目に出場した選手がレース終了後、医務室に収容された。ゴール後、更衣室までの歩容が不安定であったため、係員が半ば強制的に医務室に連れて行ったものと思われる。収容時、体温;38.9℃、脈拍;110回/分、血圧;100mmHgであり、熱中症の診断で氷嚢と扇風機によるクーリングが施行された。経過中、解熱剤を服用させられそうになったが、これは拒否した。しばらく経過観察したのち、自前の体温計にて体温を再測定し、36℃まで低下したこと、本人は元気であることを進言したところ、血圧、脈拍も正常であったため、収容から約30分で退出の許可が出た。医務室には個室が4つ確保され、それぞれにベッドが1つずつ設置されていた。訪室時、2～3名が収容されており、ドクター1名と看護師?数名が部屋を行き来していた。比較的テキパキとした対応であった。

少数のチーム選手やスタッフからの頭痛や倦怠感、便秘症、口内炎の訴えはあったものの、大きく体調を崩した者、怪我をした者はいなかった。

7 ドーピングコントロール

日本チームの競技会外検査(00CT)は大会前日の7月9日に行われた。同日の朝食中、シャペロン1名が朝食会場に現れ、対象となった選手名をスタッフに告げた。対象となったのは、男子2名と女子1名の計3名であり、いずれも長距離系種目に出場する選手であった。ロビーで、シャペロンによるAccreditation Cardと顔写真による本人確認がおこなわれたが、その際、シャペロンは学生証の顔写真を使用し、検査会場へのパスポートの携行は通達しなかった。その後、選手3名、コーチ1名と筆者、および同ホテルに滞在中のカタールの選手とコーチ各1はシャペロンの乗用車に乗せられ、検査会場(Hotel H10 Marina、チームホテルの1つ)へと向



図4 大会までの練習場 (Mar Bella Stadium)

かった。OOCTは血液検査（スピッツ3本/名）のみが行われたが、その際、DCOよりパスポートを提示するよう何度も繰り返し言われたが、その都度、迎えに来たシャペロンが弁明していた。採血は幾分高齢の男性医師？1人により行われたが、手元が怪しかったと選手からの評判は悪く、選手3名に対する採血で1回の失敗があった。

競技会内検査（ICT）の実施数は不明であるが、今回の大会期間中、日本チームには検査対象になった者はいなかった。PEAでのシャペロンの動きを見る限り、実施数自体、かなり少なかったものと推測される。大会前日夕方に開かれたTechnical Meetingの席上、ドーピング検査（ICT）にはパスポートの提示が必須とアナウンスされた（コピーでは不可）。そのため、出場機会のある選手は会場にパスポートを持参しなければならず、選手やコーチは、管理上、多大なストレスを感じたものと推測され、security上の問題も大きかったと思われる。

7月13日、男子10000mWで日本ジュニア新記録が樹立された（決勝4位）。TICに赴き、ドーピングコントロールの自己申請を行なったところ、申請後ほどなく受理され、その後の検査の運営もスムーズであった。Doping Control Centerは競技場内、更衣室を出て20mくらいの場所に設置されていた。その時のセンター内は、検査中の選手が1名、検査待ちが2名いたが、広い待合スペースが確保されていたこともあり閑散とした印象の中、ライブモニターを見ながらの比較的快適な待ち時間であった。検査の手順には問題なく、プライバシーの保護に関しても問題はないようであった。

8 成績

銀メダル1（男子400mH）、銅メダル1（男子4×100mR、ジュニア日本新記録）の他、4位×1（男子10000mW）、6位×1（男子10000M）、7位×3（男子110mH、男子10000M、男子4×400mR）、8位×2（女子3000M、女子10000mW）と6種目で入賞を果たし、7名がPrivate Bestを記録した（図5-A、B）。

コンディションチェックシートの配布は、選手全員に対し均一に、現地到着の翌日と大会前日の2回に施行した。本来であれば、2回目のチェックは個々の試合スケジュールに合わせて行なうべきであるが、上記のような措置としたため、実際には第1回目のチェックと第2回目のチェックの間が2日しか空いておらず、選手によっては試合の9日前と7日前のチェックとなってしまうていた。コンディショ



図5-A 男子400mH 銀メダル！

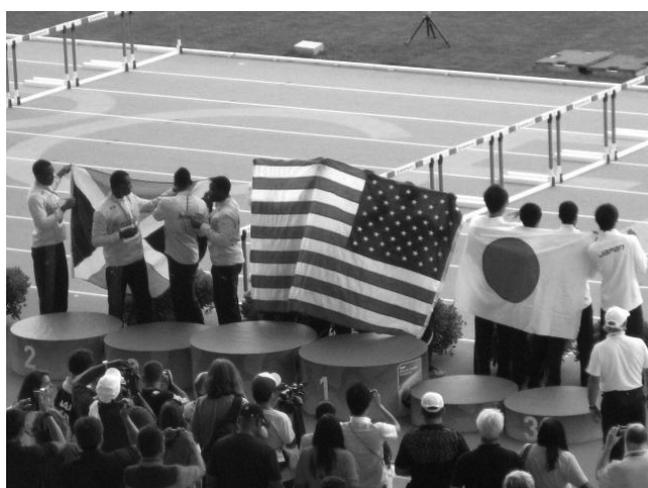


図5-B 男子4×100mR 銅メダル！

ンの把握としては不十分であり、また、コンディションと成績との比較も不可能であり、大いに検討すべき点と思われた。

9 総括

今回のIAAF世界ジュニア選手権は、気候に恵まれた西欧の大都市での開催であったため、大きく体調を崩した選手やスタッフは認められず、選手はそれなりのコンディションでレースに臨み、無事に帰国することができた。

文中の役職は2012年7月当時のものです。ご了承ください。

2012年世界ハーフマラソン

難波 聡
埼玉医科大学病院

開催地：ブルガリア・カバルナ

開催日：2012/10/06

帯同期間：2012/09/30～2012/10/08（9日間）

往路：成田～ロンドン～ウィーン～（バス60分）
～ブラチスラバ（2泊・30時間）

ブラチスラバ～ウィーン～ヴァルナ～（バス90分）
～Lighthouse Golf&Spa Resort（4泊）

復路：Lighthouse Golf&Spa Resort～ヴァルナ～
ウィーン～フランクフルト～成田

選手団構成：団長（三宅副会長）・監督（河野匡）・
男子監督（佐藤）・女子監督（山下）・ドクター（難波）
・トレーナー（吉住）・陸連事務局（大嶋・秋和）
・男子選手5名（岡本・川内・宇賀地・木原・宮脇）
・女子選手5名（杉原・宮内・伊藤・田中・加藤）
・支援コーチ（長門・小柳）

開催地のカバルナは黒海西岸に面する小さな町。
ブルガリア第三の年で空港を備えるヴァルナから約
60km離れている。温暖な気候であるが、10月初旬
には朝晩は15℃前後にやや冷え込む一方日中は日
差しが出て25℃近くまで気温が上昇し、寒暖の差
はやや大きかった。

宿泊先に指定されたLighthouse Golf&Spa Resort

は、カバルナの西側12km、海拔180mの台地上に造
成されたゴルフ場内にあり、参加全チームの宿泊先
となった。5階建てのアパートメント型の建物が並
ぶ。到着日には各国への部屋の割り当てもなされて
おらず、急遽割り当てられた部屋数ベッド数とも大
幅に不足するという事態であったが、交渉により当
日中に部屋は確保でき、1人部屋または2人部屋と
なった。洗濯機、掃除機、キッチン、電子レンジな
どを備え、広さは十分、まずまず清潔。慣れればお
おむね快適に過ごせる。滞在型あるいは分譲型のリ
ゾートホテルの未入居部分を選手村として使用した
ようだ。

ただし完全に周囲から孤立した施設であり、近く
に商業施設も繁華街も全くなく、公共交通機関もな
く、気晴らしの買い物や名所見物もできない。練習
も基本的にはゴルフ場内の道路およびカート通路を
用いるようにとのことで、「幽閉された」感があった。
海側に急傾斜の崖を下っていけば、黒海にまで走っ
て達することができ、走りやすい道路も存在したが、
安全面の不安と急傾斜の脚への負担の懸念から、実
際にそこまで進出した選手は少なかったようだ。



選手のコンディション・使用薬剤などについては出発前のメディカルアンケートにて把握につとめた。体調面ではおおむね問題なかったが、女子選手の1名がメプチンエアー[®]メプチン錠[®](β刺激剤)を数ヶ月前まで時々用いており、山澤委員長から監督に連絡、注意をしていただいた。本人は問題となる薬剤との認識はなかったようであり、監督は吸入薬の使用自体を把握していなかったようである。レース前日までの医務活動は、女子選手2名にレース直前内服用のロキソニン[®](+セルベックス[®])を渡したのと、ハウスダストによると思われるアレルギー性鼻炎・結膜炎症状が出てきた女子選手に持参のアレジオン[®]の内服許可を出したのみであった。

なおドーピングコントロールの方は、レース2日前の午後に男子選手1名がpre-competition testに指名された。尿検査のみで本人はほっとしていた。採血時に低血圧症状を起こしたことがあるとのことである。他にはUSA女子1名、CHINA男子1名女子1名が指名されていた。レース前日の午前中にもpre-competition testは行われたようである。

レース前日午後にはテクニカルミーティングに出席し、医務についてはDr. Dolleからの短い説明を聞いたが、特に他国からも質問は出なかった。

今回のコースは比較的平坦なT字型の5kmコースを4周+α、という設定で、給水はゼネラルテーブル1ヶ所、スペシャル1ヶ所で4回通れる。折り返しが1周に3回ある。

レース日も同様の気候コンディション。9時半スタートの女子の結果は、8、9、12、15、19位(出走60名・完走59名)で団体3位。鎮痛剤の処方を要した2名がチーム内下位となった。上位6位まで

のケニア・エチオピア3人ずつとは大きな差が付いてしまったが、イギリスとの争いを制して銅メダルを確保した。USAがふるわなかったのが意外であった。団体メダル獲得国から各国2名ずつドーピング検査に指名された。1名はゴール直後より下痢症状を訴え、ロペミン[®]、ビオスリー[®]を服用しながらの検査となり、水分もなかなか摂取できず、したがって1回で規定量(90ml)もクリアできず、つらそうであった。

一方、11時スタートの男子の結果は、21、29、35、58、67位(出走86名・完走78名)とふるわず、団体9位であった。1名は前日夜から下腹部痛、頻回便。レース中も腹部の不快感と悪心が続いていたとのこと。同室の1名も当日朝から下痢。手持ちの市販ビオフェルミン[®]を内服して出走し、序盤は好調だったものの下腹部痛が増強しペースダウン。17km付近でコース上のトイレへ駆け込み、さらにゴール後は嘔吐。帰棟後も嘔吐、下痢の連続。水を飲むとすぐ下す状態であった。昼食摂取不可能であり、私がドーピング検査終了して帰棟後、16時より自室で脱水と判断して点滴静注(ラクテックG500ml)を施行した。処方はタケプロン[®]1錠、セルベックス[®]、ビオフェルミンR[®]。

レース当日夜間より、コーチ1名が37℃台の発熱、右下腹部痛(鼠蹊部痛)を認め、鼠径ヘルニア、虫垂炎の可能性があると考えた。ただし腹膜炎症状は軽度で帰国可能と判断した。フロモックス[®]、ロキソニン[®]、セルベックス[®]処方。帰国後、精巣上体炎と診断されたとのことであった。また帰国行路中に下痢症状が増悪した選手はいなかった。



今回、レース日の下痢症状が特に男子の成績がふるわなかった原因となった。選手本人に聞いてみても、感染性の胃腸炎には十分注意していたようであり、原因・感染源などは不明である。アジア諸国への遠征時にしばしば見られるようにスタッフを含めた多人数の下痢症状とは発症パターンが異なるため、単に感染性の下痢とは片付けられないと思われる。世界大会出場に伴う緊張感という心理的要因に加え、外国での食生活の相違により腸内細菌叢が変化し、腸粘膜が過敏になったのが相補的に作用してしまったと考えられる。

またレース前からの選手・コーチからレース前に腸炎症状に関しての相談はなく、帯同ドクターの役割として、レース後の対応のみにとどまったことは残念であった。



大会視察・帯同報告

大会視察・帯同報告 目次

2012年ヨーロッパ陸上競技選手権大会 視察レポート	160
杉林孝法	
ロンドンオリンピック大会報告記	163
有川秀之, 本田陽	

2012年ヨーロッパ陸上競技選手権大会 視察レポート

杉林 孝法
金沢星稜大学人間科学部

2012年6月末、フィンランド・ヘルシンキにおいてヨーロッパ陸上競技選手権大会が開催され、全日程を視察した。その際の模様や感想をレポートする。

1. 2012年ヘルシンキ大会概要

期間：2012年6月27日～2012年7月1日
場所：ヘルシンキ・オリンピックスタジアム
参加国数，出場人数：52か国，1342人
開催年について：前回の2010年バルセロナ大会までは4年に一度の開催であったが、今回からは隔年開催となっている。なお、今後は2014年チューリヒ大会，2016年アムステルダム大会が予定されている。



ヘルシンキ オリンピック・スタジアム

2. 大会結果について — 出控え組と活躍組，オリンピックではどうなる？—

この時期のヘルシンキは日が長く、多くの日が晴れたため競技にとって良いコンディションであった。しかし天候が変わりやすく、夕立に見舞われて気温が急激に落ちることもあった。選手も観客も雨具を常備していたことが印象的であった。



ラビレニ選手（フランス）の跳躍

今大会はオリンピックの1か月前の大会であったため、選手、国によって様々な位置づけで捉えられていたようであった。つまり、オリンピック前の重要試合として集中度を上げて挑むか、あるいは“出控え”か、である。特に開催国イギリスの有力選手の多くがオリンピック本番に向けて本大会を回避していた。表1は各国のメダル獲得数上位10各国をまとめたものである。出控えムードの中にあって、男子で特に目立った活躍をみせたのはドイツとフランスである。ドイツは走幅跳のバイエル選手(8.34mで優勝)，棒高跳のオットー選手(5.92mで2位)，砲丸投のストール選手(21.58mで優勝)，フランスは100mのルメートル選手(10.09秒で優勝)，棒高跳のラビレニ選手(5.97mで優勝)らのオリンピックでのメダル有力候補選手が素晴らしい仕上がりをみせていた。女子を見てみると、ウクライナが他を寄せ付けず計14個のメダルを獲得した。三段跳のサラドゥハ選手(14.98mで優勝)は今季世界最高記録であった。

一方、今大会はオリンピックのエントリー締め切り前であるため、代表選考会を兼ねている国もあった。例えばチェコの10種競技がそうである。チェ

表 1. 各国のメダル獲得数

Rank	Nation	Men				Women				Total			
		Gold	Silver	Bronze	Total	Gold	Silver	Bronze	Total	Gold	Silver	Bronze	Total
1	Germany	4	3	2	9	2	3	2	7	6	6	4	16
2	Russia	2	2	2	6	3	2	4	9	5	4	6	15
3	France	3	3	4	10	2	1	1	4	5	4	5	14
4	Ukraine		2	1	3	4	5	5	14	4	7	6	17
5	Turkey	1	1	1	3	3	1		4	4	2	1	7
6	Great Britain & NI	3	1	1	5		2		2	3	3	1	7
7	Czech Republic	2			2	1	1	1	3	3	1	1	5
8	Netherlands	2	2		4		1		1	2	3	0	5
9	Norway	1		1	2		1	1	2	1	1	2	4
9	Spain		1	2	3	1			1	1	1	2	4

コ陸連関係者によると、8045点で6位に食い込んだ37歳のロマン・シェブルレ選手が4度目のオリンピック代表に選ばれたそうである。

ところで、ヨーロッパ選手権が隔年開催になったことで、今後もオリンピックイヤーと必ず重なることになる(2016年アムステルダム大会)。日程にもよるが、そこではまた今回のような出控えが起こると予想される。これは、ただでさえ大きなストレスがかかる競技会が続く現在の競技カレンダーでは避けられないことである。大会主催者としてはヨーロッパ最高峰としての格式と重みを維持したいところだと思うが、選手にとっては競技会の戦略的な選択が益々重要になってくるだろう。

3. 表彰式について

—新たなスタイルとなるか?—

大会全般にわたって、盛り上げ方の工夫がなされていた。アナウンサーによる節度のある煽り、大会ハイライト映像のスクリーンでの放送、マスコットの着ぐるみ等、おなじみのものも十分活用されていたが、今大会で特筆すべきは表彰式であろう。

今大会は、5日間という近年のヨーロッパ選手では最も短い期間で開催され、過密日程であった。そのためもあって、通常はスタジアム内で行われる表彰式が、今回はスタジアム外に設置されたイベントパークの一角で行われた。競技終了後の夜10時半前後から順次行われたこと、またスタジアムからの動線上に表彰台、国旗掲揚台、スクリーンが設置されていたこともあり、帰り際の選手、チーム関係者、観客、通行人の一部がそこに留まって表彰を楽しんでいた。今大会の組織委員会の方の話では、選手と関係者からは肯定的な意見をもらっているとのこと



レース後、選手に駆け寄るマスコットのAppy君



イベントパークに設置された表彰用特設ステージ

であった。実際に表彰式をみていると、スタジアム式よりも距離が近いので選手の表情をはっきりと見ることができ、親しみやすさを感じた。選手もよりリラックスしていたようであった。プレゼンターにセバスチャン・コー氏(現ロンドン・オリンピック組織委員会会長)やセルゲイ・ブブカ氏(現IOC理事)が登場すると、大きな拍手が沸き起こった。

しかし、その場に立ち会う観客数で言うならば、

スタジアム式とは比較にならない。今回のイベントパーク式では数百人かせいぜい千人といったところだろう。また、表彰式というセレモニーが競技中にとどき挟まれることによって醸成される、ある種の緊張感とムードに思い入れがある私としては、寂しさも感じた。

ロンドンオリンピック大会報告記

有川秀之¹⁾ 本田陽²⁾
1) 埼玉大学 2) 中京大学

【はじめに】

第30回オリンピック競技大会の陸上競技が2012年8月3日から12日までの9日間、英国のロンドンにおいて、世界201カ国から選手2231名（男子1160名、女子1071名）が参加して開催された。今回のオリンピック大会は、嘉納治五郎団長と大森兵蔵監督、男子短距離三島弥彦選手、男子マラソン金栗四三選手の4名で、初めて日本選手団として参加した第5回大会、1912年ストックホルムオリンピックから丁度100年目の節目の大会に、陸上競技選手団として河野洋平団長、高野進監督以下24名の役員（全競技225名）、男子28名、女子18名の計46名の選手（全競技293名）、合計71名（日本選手団全競技518名）が派遣された。

【大会の内容】

高野監督のもと、陸上競技チームの目標は、メダル1、入賞5以上を掲げ大会に臨んだ。しかしながら、IAAF（国際陸上競技連盟）から7月27日に発表されたエントリーリストのオリンピック資格記録（資料1参照）によれば、男子ハンマー投室伏選手が5番目、男子400mハードル岸本選手が7番目、男子50km競歩山崎選手が9番目、女子10000m福士選手が6番目の4名しか1ケタのランキングに入っていないことからみると、目標を達成することは、厳しい戦いであることは予想できた。なお、ランキング20位までをみると男女とも10種目ずつ入っており、難しいことではあるが大舞台でなんとかパーソナルベストやシーズンベストを出すことで順位をあげ、入賞することを願っていた。

結果は、男子ハンマー投室伏選手が銅メダル、男子400mリレーが5位、男子マラソン中本選手が6位に入賞したが、チーム目標には到達できなかった。メダル獲得や入賞した選手は、やはりランキングを

あげての成績であり、大変立派な結果であった。さらに、延べ47種目に参加する中、パーソナルベストが4種目（男子100m山縣選手、男子50km競歩森岡選手、女子5000m・10000m新谷選手）、シーズンベストが14種目（シーズン初レースを2種目含む）という記録結果とともに、大会前の五輪資格ランキングと比較し同順位以上の種目が27種目（57%）あり、コンディションやレース展開という側面から、半数以上の種目で持っている力を発揮し、よく健闘したことが伺える。

また、選手全員がスタートラインに立てたことは、前回の北京オリンピックの反省を生かし、医事委員会と綿密な連携をとりながら調整を進めたことによるものと考えられる。さらにJOCマルチサポート事業種目に男子ハンマー投、男子やり投、男子400mリレー、女子マラソンが選定され、強化が進められたことも大きな財産となったことは間違いない。

【選手村での生活】

日本選手団として9階建のアパートメント1棟（36部屋）と、隣の棟にJOC本部役員室と数部屋が用意され、陸上競技には、男性用として7～9階に7部屋、女性用として2階に4部屋、その内、男女1部屋ずつは他競技団体との共有で割り当てられた。各部屋は、基本的にツインで3ベッドルーム、2つのトイレ・バスルーム、リビングにはオリンピック放送が見られるテレビがあり、さらに無料でインターネットにつなげることができた。選手村へは、競技開始日に合わせて種目ごとに入村し、今回最後までチームとしての行動を取り、競技が終わった選手も応援やサポートとして最終日まで残ったため、競技期間後半は、競技日程を考慮して、人の入れ替えながら部屋の移動を行なった。ただし、閉会式当日に競技が開催された男子マラソンの選手は、他競技もほとんど終了して選手村全体が騒々しく、気に

なったのではないだろうかと感じられた。

居住環境としては、オリンピック開催期間の後半に入ってきた陸上競技は、JOC本部が気になった問題を前半に解決していただいたようで、不自由はなかった。ただ、無料でランドリーサービスを行っていたが、入村した当初の頃は、洗濯物全部（ランドリーバックごと）が紛失したり、一部がなくなったりしたこともあったが、後半は問題がなかったようである。

食堂については、一度に500名が入れるメインダイニングホールが、24時間営業で行われていた。英国、ヨーロッパ、カリブ、アジアなど地域別のコーナーがあり、様々な民族・文化に対応した食品があり、バラエティに富んでいた。ただ、夜10時過ぎるとアジア系を含み一部のコーナーが閉まるのが残念であった。しかしながら、選手は、選手村から徒歩で約20分のところにあるマルチサポートハウスの食事を利用することも多く、問題なく対応できた。また、選手村の数か所に軽食が取れる出店（もちろん無料）があり、サンドイッチ、コーヒー、サラダなど提供され、朝食には十分であった。

輸送関係では、メインダイニングホールに近い所に輸送モールがあり、練習会場としてオリンピックスタジアムのウォームアップ場までバスで10分、また別の練習会場までバスで20分であり、計画通りであった。さらにバスが混雑して乗れなかったり、バスを長く待ったりというストレスもなく、全く問題がなかった。

競技会場の雰囲気は、陸上競技の人気は高くスタジアムが常に満員となり、安くない入場料を払ってくる観客は、家族連れを除き低年齢や中・高校生は少なく、目の肥えた人ばかりのようであった。そのことは、自国の選手やトップの選手はもちろんのこと、最終競技者がゴールするまで、大きな声援をおくっていたことから、スポーツ文化の深さを感じ取ることができた。

気候については、陸上競技が開始された頃は、天候が不順で20度前後の気温で1日に数回雨が降るといった状況であり、特に女子マラソンの時は、気温も寒く雨量も多かった。しかしながら、後半は、朝晩は涼しく日中は25度を超えることもあり、英国らしい天候もあった。

選手村以外にスタッフ用の宿舎として、JOCが手配してくれたクイーン・メアリー大学（Queen Mary College）もあり、跳躍・混成・男子マラソンコーチら4名が滞在した。クイーン・メアリー大学は選手村のあるストラットフォード駅（Stratford）か

ら地下鉄で一つ目の駅（Mile End）で、選手村からはシャトルバスが20～30分おきに運行しており、15分ほどで到着する距離であった。

宿舎は学生寮の一人部屋を使用し、住宅街の中に位置する簡素なキャンパス内には食堂やコインランドリー、コンビニエンスストアなどがあり快適な環境であった。大学近辺には深夜まで営業しているコンビニエンスストアのような店や飲食店も多数あり、競技終了が遅くなった場合も便利であった。

【大会直前の調整合宿地】

選手村に入る直前は、中長距離・マラソン・競歩ブロックは、ヒースロー空港から車で約30分のところにあるセントメリー（St. Mary's）大学において、短距離・ハードル・混成ブロックは、ドイツのフランクフルト空港近くのノイ・イーゼンブルク（Neu Isenberg）競技場において調整合宿を行った。なお、ハンマー投の室伏選手は、IOC委員の選挙の関係もあり、早くから選手村に入村し、選手村と（JOCと提携した）ラフバラ大学を行き来しながら調整合宿を行い、跳躍種目の棒高跳や他の投てき選手は、直接選手村へ入村した。

中長距離・ロード種目を中心とした直前合宿地のセントメリー大学では、宿泊には学生寮が準備され、広いスペースではなかったが個室で、ベッド、机、シャワー・トイレなどが設置されており、さらに大学側から新たにネット環境も整えていただいた。食事については、女子マラソンマルチサポート事業も含めて、日本からの栄養士・調理士の対応により、大学のカフェテラスやその厨房を借りて、日本と変わらない環境で提供することができ好評であった。練習環境としては、大学内に6レーンの柔らかめの全天候トラック、芝生グラウンド、低酸素実験室、



セントメリー

ウェイトルームがあった。また、近隣にいくつも大きな公園があり、長距離走にとっては、問題ない環境であった。さらに、マルチサポート事業の関連で、各選手にはコンディションマットレス「エアウィーブ」を貸与した。また、酸素カプセル、ポータブルサウナ、高酸素低酸素吸入器、湯船などを備えたリラックスルームも整えることができ、女子マラソンマルチサポート担当者として準備にあたった長沼祥吾氏の苦勞が実ったと感じられた。

一方、短距離を中心としたドイツ・フランクフルト近郊のノイ・イーゼンブルク (Neu Isenburg) での直前合宿は、2003年パリ世界選手権以降、ヨーロッパで国際大会が開催される際(2004年アテネ五輪、2005年ヘルシンキ世界選手権、2006年アテネワールドカップ、2009年ベルリン世界選手権等)には短距離陣を中心に事前調整合宿を行った町であり、当時からの選手やスタッフにとってはなじみの深い場所である。男女の短距離陣(男子400mH陣を含む)は7月23日に、女子ハードル陣(木村文子選手、久保倉里美選手)は7月25日にフランクフルト入りし、男子短距離と女子ハードル陣は7月31日に、女子短距離は8月3日にオリンピック選手村に移動した。男子400mHの中村明彦選手と十種競技の右代啓祐選手は7月27日にフランクフルト入りし、中村選手は7月31日、右代選手は8月3日にそれぞれ選手村入りした。



ノイイーゼンブルク競技場

地元自治体の運動公園内の陸上競技場(サッカー場も兼ねる)は地域スポーツクラブが管理・運営しており、ノイ・イーゼンブルク市体育局と地元クラブのご厚意により7月23日から8月2日まで日本陸上競技選手団が占有使用することができた。直線8レーン・周回6レーンのコンパクトで質素な競技場はレーンの改修工事(ウレタン製走路の張り替

え)が日本選手団到着の直前までかかり実際に使用できるか心配されたが、棒高跳びのピットも含む全てのフィールド練習場(投てき競技を除く)が問題なく使用できた。ウェイト場は陸上競技場に隣接する体育館の中にあり、週末など体育館が閉まる際には管理人が特別に鍵を開けてくれるなどの対応してもらえた。ウェイトの重量がやや不足がちであったが、短距離が中心の合宿であったため特に大きな問題はなかった。唯一十種競技の右代選手に関しては重量が十分でなかったため、ドイツ陸連に依頼し、30kmほど離れたマインツ市のドイツ陸連強化センターのウェイト場を使用することができた。投てき練習用には競技場の横に投てき専用の芝生広場があり、砲丸・円盤・ハンマーのサークルが設置されていた。

宿舎は以前から使用しているホテルで、食事や部屋の環境共に快適であった。ホテルから競技場までは車で5分、徒歩20分程度の距離で、選手は現地で借りたレンタカーでの輸送、スタッフは徒歩での移動であった。

ヨーロッパ内での飛行機の移動では棒高跳用のポールを輸送できる便が極端に少ないため、右代選手の十種競技で使用するポールは日本陸連の平野了氏が車に積んでロンドンの選手村まで輸送することとなった。一人で7~8時間車を運転し、ドーバー海峡の地下トンネルを通過してイギリス・ロンドンの選手村までポールを輸送していただいた平野氏の労力に感謝したい。

ドイツは気候的には日本とイギリスの間で、猛暑の日本から肌寒いイギリスに移動する前の調整場所(気温・湿度調整、時差調整)として、短距離を中心とした種目には適切であったと思われる。また、競技場、宿舎共にゆったりとした環境であったため、選手村に入る前の調整合宿としては良い環境であったといえる。

【最後に】

4年に一度のオリンピック大会であり、心身共に万全のコンディションでなければ、世界レベルでの戦いは当然困難となる。そのため、選手が100パーセントのパフォーマンスを発揮できるよう、今回同様に、今後もチームジャパンとして連携してサポート環境を整える手段・方法を蓄積し、次のオリンピックも取り組む必要がある。

資料1 ロンドンオリンピック結果分析

No.	種目	氏名	PB	SB	五輪資格		競技成績			順位	PB達成率(%)			SB達成率(%)		
					記録	ランク	予選	準決勝	決勝		予選	準決勝	決勝	予選	準決勝	決勝
1	100m	江里口 匡史	10.07	10.18	10.14	28	10.30	-	-	32	97.8	-	-	98.8	-	-
2	100m	山縣 亮太	10.08	10.08	10.08	19	10.07	10.10	-	14	100.1	99.8	-	100.1	99.8	-
3	200m	高瀬 慧	20.42	20.42	20.42	21	20.72	20.70	-	18	98.6	98.6	-	98.6	98.6	-
4	200m	飯塚 翔太	20.45	20.45	20.45	25	20.81	-	-	36	98.3	-	-	98.3	-	-
5	200m	高平 慎士	20.22	20.56	20.49	37	20.57	20.77	-	19	98.3	97.4	-	100	99.0	-
6	400m	金丸 祐三	45.16	45.47	45.23	28	46.01	-	-	28	98.2	-	-	98.8	-	-
7	4*100mR	山縣・江里口・高平・飯塚・(九)	38.03	38.69	38.66	15	38.07	-	38.35	5	99.9	-	99.2	101.6	-	100.9
8	4*400mR	高瀬・金丸・東・中野	3:00.76	3:01.04	3:01.04	14	3:03.86	-	-	13	98.3	-	-	98.5	-	-
9	800m	横田 真人	1:46.16	1:46.19	1:46.19	44	1:48.48	-	-	34	97.9	-	-	97.9	-	-
10	5000m	佐藤 悠基	13:23.57	13:28.79	13:25.53	41	13:38.22	-	-	27	98.2	-	-	98.8	-	-
11	10000m	岸本 鷹幸	27:38.25	27:57.07	27:57.07	28	-	28.44.06	-	22	-	-	96.2	-	-	97.3
12	400mH	中村 明彦	48.41	48.41	48.41	7	DQ	-	-	-	0	-	-	0	-	-
13	400mH	館野 哲也	49.38	49.38	49.38	32	DQ	-	-	-	0	-	-	0	-	-
14	400mH	山本 聖途	49.49	49.49	49.49	36	49.95	-	-	26	99.1	-	-	99.1	-	-
15	棒高跳	室伏 広治	5.62	5.62	5.60	31	NM	-	-	-	0	-	-	0	-	-
16	ハンマー投	ダイーン 元氣	84.86	72.85	81.24	5	78.48	78.71	-	3	92.5	-	92.8	107.7	-	108.0
17	やり投	村上 幸史	84.28	84.28	84.28	17	82.07	79.95	-	10	97.4	-	94.9	97.4	-	94.9
18	やり投	右代 啓祐	83.95	83.95	83.95	19	77.80	-	-	24	92.7	-	-	92.7	-	-
19	十種競技	鈴木 雄介	8073	8037	8073	27	-	7842	-	20	-	-	97.1	-	-	97.6
20	20km競歩	藤澤 勇	1:20:06	-	1:21:13	33	-	1:23:53	-	36	-	-	95.5	-	-	100.0
21	20km競歩	西塔 拓己	1:20:12	1:20:38	1:20:38	17	-	1:21:48	-	18	-	-	98.0	-	-	98.6
22	20km競歩	森岡 紘一郎	1:21:01	1:21:01	1:21:01	28	-	1:22:43	-	25	-	-	97.9	-	-	97.9
23	50km競歩	山崎 勇喜	3:44:45	3:45:22	3:44:45	13	-	3:43:14	-	10	-	-	100.7	-	-	101.0
24	50km競歩	谷井 孝行	3:40:12	3:41:47	3:41:47	9	-	DQ	-	-	-	-	0	-	-	0
25	50km競歩	藤原 新	3:43:56	3:43:56	3:43:56	11	-	DNF	-	-	-	-	0	-	-	0
26	マラソン	山本 亮	2:07:48	2:07:48	2:07:48	14	-	2:19:11	-	45	-	-	91.8	-	-	91.8
27	マラソン	中本 健太郎	2:08:44	2:08:44	2:08:44	19	-	2:18:34	-	40	-	-	92.9	-	-	92.9
28	マラソン		2:08:53	2:08:53	2:08:53	21	-	2:11:16	-	6	-	-	98.2	-	-	98.2

資料1 ロンドンオリンピック結果分析

No.	種目	氏名	PB	SB	五輪資格		競技成績			順位	PB達成率(%)			SB達成率(%)		
					記録	ランク	予選	準決勝	決勝		予選	準決勝	決勝	予選	準決勝	決勝
1	100m	福島 千里	11.21	11.34	11.24	32	11.41	-	-	28	98.2	-	-	99.4	-	-
2	200m	福島 千里	22.89	23.12	23.12	48	24.14	-	-	48	94.8	-	-	95.8	-	-
3	4*100mR	土井・市川・福島・佐野・(高橋)	43.39	43.79	43.39	12	44.25	-	-	15	98.1	-	-	99.0	-	-
4	5000m	新谷 仁美	15.13.12	15.17.92	15.13.12	15	15.10.20	-	-	18	100.3	-	-	100.8	-	-
5	10000m		31.28.26	31.28.26	31.28.26	12		30.59.19	101.6	9			101.6			101.6
6	5000m	吉川 美香	15.15.33	15.33.48	15.31.78	37	15.16.77	-	-	23	99.8	-	-	101.8	-	-
7	10000m		31.28.71	31.28.71	31.28.71	13		31.47.67	99.0	16			99.0			99.0
8	5000m	福士加代子	14.53.22	15.18.46	15.18.46	27	15.09.31	-	-	17	98.2	-	-	101.0	-	-
9	10000m		30.51.81	31.43.25	30.54.29	6		31.10.35	99	10			99			101.8
10	100mH	木村 文子	13.04	13.04	13.04	36	13.75	-	-	37	94.8	-	-	94.8	-	-
11	400mH	久保倉 里美	55.34	55.98	55.34	20	55.85	56.25	-	20	99.1	98.4	-	100.2	99.5	-
12	棒高跳	我孫子 智美	4.40	4.40	4.40	38	4.25	-	-	19	96.6	-	-	96.6	-	-
13	やり投	海老原 有希	62.36	62.36	62.36	18	59.25	-	-	16	95.0	-	-	95.0	-	-
14	20km競歩	大利 久美	1:29:11	1:29:48	1:29:11	12		1:33:50	95.0	37			95.0			95.7
15	20km競歩	淵瀬 真寿美	1:28:03	1:30:36	1:30:36	21		1:28:41	99.3	11			99.3			102.2
16	20km競歩	川崎 真裕美	1:28:49	1:30:51	1:30:25	19		1:30:20	98.3	18			98.3			100.6
17	マラソン	重友 梨佐	2:23:23	2:23:23	2:23:23	10		2:40:06	89.6	79			89.6			89.6
18	マラソン	木崎 良子	2:26:32	-	2:26:32	32		2:27:16	99.5	16			99.5			100.0
19	マラソン	尾崎 好美	2:23:30	2:24:14	2:23:56	16		2:27:43	97.1	19			97.1			97.6

陸上競技研究紀要 第9巻

編集後記

平成25(2013)年度「陸上競技研究紀要」第9巻をお届けします。本号は、原著論文1編、「日本陸連科学委員会研究報告」の論文15編、「エキサイティング メディカル レポート」3編と「大会視察・帯同報告」2編、および本号から新たな企画として加えた特集「いま再び、ピリオダイゼーションを問う」から構成されています。

2020年の東京オリンピック・パラリンピックの開催が決定し、本誌編集時には折しもソチ五輪開催中で、世の中は五輪応援ムード一色に盛り上がっていました。こうした国民の応援は、選手にとってもとても心強く、また励みになることでしょう。しかしながら、ときにそうした応援が過剰になっている状況も否めないところです。ひいきの引き倒しになっていると言うわけです。本来、冷静でありたい報道機関やスポーツ界の指導的立場の人ですら度を越す状況も垣間見られます。

それでは、スポーツ科学はどうでしょうか。こうしたムードと一線を画し、客観的な立場でいられるでしょうか。

トレーニング科学は、特に理論と実践の融合を強く意識しなければならない学問領域の一つだと言えましょう。しかしそこに、単純な因果関係で納得してしまう風潮はないだろうか。パフォーマンス向上を目論む故に、欲目で判断を誤ってしまう危険性がありはしないか。あたかも、節度を欠いた五輪応援のように。

今号では、そうした趣旨から「いま再び、ピリオダイゼーションを問う」というテーマで特集が組まれています。実践の立場から跳躍競技のピリオダイゼーションを紹介した吉田氏は、「トレーニング計画に正解はない、いろいろな試行錯誤から効果的方法を探して行かなければならない」と述べています。誠に、理論と実践の間を地道に粘り強く往復する努力が何より大切なことと思えます。

それは、本誌が一貫してめざしてきたことでもあり、読者とともに考えて行きたいテーマでもあります。是非、読者にはご意見、ご叱正を多数お寄せください。それをもとに、第二、第三の特集企画に生かして行きたいと願っています。

2014年3月1日

文責 伊藤静夫

陸上競技研究紀要第9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)、尾縣 貢
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) 森 泰夫、佐藤峻一、額田 潤

「陸上競技研究紀要」第9巻

2014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
