公益財団法人日本陸上競技連盟

陸上競技研究紀要

Vol.20, 2024

JAAF
Japan Association of Athletics Federations

Bulletin of Studies in Athletics of JAAF

contents

特集企画
WA ワールドランキングのリザルトスコアとプレイシングスコアとの関係からみた各種目における課題
原著論文
研究資料
報告
日本陸連科学委員会研究報告
日本陸連医事委員会
エキサイティングメディカルレポート

写真提供：フォート・キシモト

「陸上競技研究紀要」
（Bulletin of Studies in Athletics of JAAF）
投稿規定

陸上競技研究紀要編集委員会

１．投稿資格について
特に制限は設けない．

２．投稿内容および種類について
投稿内容は陸上競技についての理論と実践に関するもので，内容に応じて，総説，原著，研究資料，実践報告（指導法および指導記録の報告），文献紹介に分類される．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，日本語に続けて英文のタイトル，著者，所属をつけ，総説および原著には英文要約（150 語以内）もつけなければならない．
（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
本文は，A4 判縦置き横書きとし，1 頁に横 42 文字×縦 38 字で約 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すること．
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（発行年または online）という形式で表記する．
例１）　田中（1996）は　------
例２）　文部科学省（online）は　------
文献は，原則として，本文最後に著者名の ABC 順で記載する．書誌データの記載方法は，著者名（発行年），論文名，誌名，巻（号），ページの順とする．
例）吉原　礼，武田　理，小山宏之，阿江通良 (2006)　女子棒高跳選手の跳躍動作 のバイオメカニクス的分析．陸上競技研究紀要，2：58-64.
伊藤　宏（1992）　陸上競技の発育・発達．陸上競技指導教本―基礎理論編―．　日本陸上競技連盟編，大修館書店，55-72.
同一著者，同発行年の文献を複数引用した場合は発行年の後に a,b,c　をつける．
例）　田中ら（1996ｂ）は，――――
WEB サイトや WEB サイトに掲載されている PDF ファイルなどを引用文献とする場合は，著者名（発行年）WEB ページの題目，URL，(参照日)と表記する．発行年やファイル名が特定できない場合は（著者名，online）と表記する．
例）日本陸上競技連盟（online）陸上競技ヒストリー，http://www.jaaf.or.jp/history/syoushi/，（参照日 2020 年 7 月 24 日）

原稿の書き方および，文献の書き方の詳細は，「体育学研究」投稿の手引に準ずる．

６．原稿の提出先
投稿原稿は電子データ（本文は MS Word，図表は MS　Power Point や Excel 等）で作成し，下記へ E-mail の添付ファイルとして送付する．
日本陸上競技連盟
「陸上競技研究紀要」編集委員会宛て
E-mail：kiyou@jaaf.or.jp

７．原稿の締め切り
原稿の締め切りは特に設けず，随時受理し，査読を行う．ただし、2024 年度版は，2025 年 1 月 13 日（月）とする．

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

（2024 年 8 月 26 日　改訂）

陸上競技研究紀要
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20　2024

目　　次

【特集企画】
WA ワールドランキングのリザルトスコアと
プレイシングスコアとの関係からみた各種目における課題　・・・・・・・・・・・・・・・2

【原著論文】
陸上競技観戦動機尺度の検討と観戦者の特性
・・・・・小田美幸ほか・・21

【研究資料】
二次出版：高校生陸上競技選手の疲労骨折、月経機能障害、摂食障害の既往と関連因子
・・・・・山本宏明ほか・・31

陸上競技 U20 オリンピック育成競技者における食品群別摂取状況と栄養補給状況の現状
・・・・・東郷将成ほか・・42

【報告】
陸上競技の迷惑撮影対策に関するヒアリング調査結果の報告
・・・・・山元康平ほか・・50

【日本陸連科学委員会研究報告　第 23 巻（2024）陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2024】
・・・・・・・・・・・・・・・57

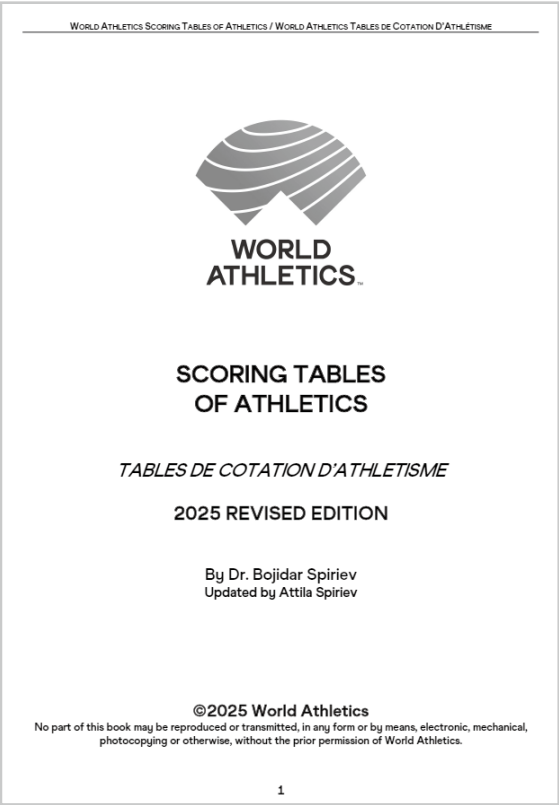
【エキサイティング　メディカル　レポート】　・・・・・・・・・・・・・・・203

表紙写真
上から順に　北口 榛花、サニブラウン アブデルハキーム、桐生 祥秀、
三浦 龍司、赤松 諒一、村竹 ラシッド、鈴木 優花

企画テーマ：WA ワールドランキングのリザルトスコアとプレイシングスコアとの関係からみた各種目における課題

はじめに

世界陸連（World Athletics: WA）は，2021 年に開催された東京五輪から，標準記録突破者に加えて，出場上限枠（ターゲットナンバー）に至るまでのワールドランキング上位者に出場権を与えるというルールを適用してきた．ワールドランキングは，各競技会での公式記録を得点化したリザルトスコアと順位を得点化したプレイシングスコアを合算したパフォーマンススコアとして示し，そのパフォーマンススコアの特定期間内における各競技者の上位５つの平均値をもって，ランキング化している．リザルトスコアは WA が公認している得点表（図 1：2025 年に改訂）を用いて得点化されている．一方，プレイシングスコアは，五輪および世界選手権を筆頭に地域競技会まで 10 段階にカテゴライズされた競技会の順位に振られているスコア(表 1)であり，獲得した順位に従って得点化される．なお，競技会カテゴリの詳細は，WA の説明ページを参照されたい．


WORLD ATHLETICS SCORING TABLES OF ATHLETICS / WORLD ATHLETICS TABLES DE COTATION D'ATHLÉTISME

WORLD ATHLETICS

SCORING TABLES OF ATHLETICS

TABLES DE COTATION D'ATHLETISME

2025 REVISED EDITION

By Dr. Bojidar Spiriev
Updated by Attila Spiriev

©2025 World Athletics
No part of this book may be reproduced or transmitted, in any form or by means, electronic, mechanical, photocopying or otherwise, without the prior permission of World Athletics.

1

図１　WA によるスコアリングテーブル

近年，コロナ禍の影響によって，イレギュラーな国際スケジュールで競技会が開催されてきたが，先に述べた 21 年東京五輪以降，22 年オレゴン世界選手権，23 年ブタペスト世界選手権，24 年パリ五輪において，WA はワールドラキングを利用して出場権者を決定してきた．また，この期間に開催された 23 年バンコクアジア選手権，23 年杭州アジア大会においても，日本陸連ではワールドランキングを利用して日本代表を選出してきている．このようにワールドランキングは，重要な国際大会への出場権を獲得するために，年々その重要度が増しており，ランキングを高めるために必要な情報を改めて整理する必要があると考えられる．

ご存じの通り，カテゴリの高い競技会に出場するためには，相応の高い競技力が求められる．したがって，ワールドラキングが高い競技者ほど，当然リザルトスコアは高くなると同時に，高いカテゴリの競技会に出場できるため，プレイシングスコアもより高く獲得できることになる．したがって，根本的には自らのパフォーマンス（公式記録）を高めることが必要不可欠ではあるが，リザルトスコアに対するプレイシングスコアが妥当なレベルか否かを把握することは競技者にとって，極めて重要な情報であると考えられる．なぜならば，同一のリザルトスコアであっても，プレイシング

表１　各競技会カテゴリにおけるプレイシングポイント

Place	OW	DF	GW	GL	A	B	C	D	E	F
1st	375	240	200	170	140	100	60	40	25	15
2nd	330	210	170	145	120	80	50	35	21	10
3rd	300	185	150	130	110	70	45	30	18	5
4th	270	170	140	120	100	60	40	25	15	
5th	250	155	130	110	90	55	35	22	12	
6th	230	145	120	100	80	50	30	19	10	
7th	215	135	110	90	70	45	27	17		
8th	200	125	100	80	60	40	25	15		
9th	130	90	70	60						
10th	120	80	60	50						
11th	110	70	50	45						
12th	100	60	45	40						
13th	95									
14th	90									
15th	85									
16th	80									

スコアの高低によって，ランキングが変わってしまうからである．

そこで本企画では，各種目におけるリザルトスコアとプレイシングスコアとの関係を明らかにし，そこから導き出せるワールドラキングへの対応策を模索することを大きなテーマとして設定することとした．

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 4-7, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,4-7,2024

短距離・ハードルにおけるリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

柴山 一仁[1)]　遠藤 俊典[2)]　森丘 保典[3)]　宮代 賢治[4)]
1）仙台大学　2）青山学院大学　3）日本大学　4）日本文化大學

1. はじめに

図１～５は，2024 年 11 月 5 日時点のワールドランキングをもとに，短距離・ハードルの各種目における１位からターゲットナンバー（TN：短距離走種目は 48 名,ハードル種目は 40 名)以下 10 名までと，日本人選手トップ 10 名のリザルトスコアとプレイシングスコアの関係（リザルトスコア＋プレイシングスコア＝パフォーマンススコア）を示したものである．図中の ES は参加標準記録に相当するリザルトスコアを示しており，TN は各種目の TN 順位におけるリザルトスコアおよびプレイシングスコアを示している．ここで各スコアは，ワールドランキングの表記に倣い上位５レースの平均値を用いた．なお，実際の 100m と 200m，100mH，110mH におけるリザルトスコアには風速の影響も反映されているが，本稿では風速については考慮せず，リザルトスコアを取り扱うこととする．

また，短距離・ハードルの各種目におけるリザルトスコアおよびプレイシングスコアをもとに，世界大会における決勝進出，準決勝進出，出場の目安となるスコアの作成を試みた．例として，男女の 100m 走では，ランキング上位８名中６名がパリオリンピック決勝に進出しており，ランキング上位 24 名中 18 名が準決勝に進出している．種目によってばらつきはあるものの，他の種目でも概ね同様の傾向を示すことから,ランキング 1-8 位を決勝進出，ランキング 9-24 位を準決勝進出，各種目における TN-10 位（100m，200m，400m は 38-48 位，110mH，100mH，400mH は 30-40 位）を世界大会出場の目安として分析を行った．この値を参照することによって五輪や世界陸上といった国際競技会に出場する，ラウンドを１つクリアする，入賞するといったそれぞれの目標値に対するパフォーマンススコア，さらにはその中身（リザルトスコアとプレイシングスコアのバランス）を算段していくための有益な情報となることが期待できる．なお，本稿はトラックシーズン終了後の 2024 年 11 月 5 日時点のワールドランキングをもとにしており，パリオリンピックの結果がランキングに大きく影響していることに注意が必要である．

2. 獲得スコアの目安

表は，各種目の決勝進出，準決勝進出，出場の目安となるリザルトスコアおよびリザルトスコア相当の記録，プレイシングスコアとパフォーマンススコアについて示したものである．世界大会で決勝進出を目指す場合，1-8 位の値に基づくと，5 レースの平均でリザルトスコア相当の記録の最小値（男子 100m：9.97s，男子 200m：20.25s，男子 400m：44.50s，男子 110mH：13.17s，男子 400mH：48.24s，女子 100m：11.01s，女子 200m：22.58s，女子 400m：50.47s，女子 100mH：12.55s，女子 400mH：54.33s）よりも良い記録で走り，かつプレイシングスコアは平均値（男子 100m：177pts，男子 200m：170pts，男子 400m：177pts，男子 110mH：182pts，男子 400mH：178pts，女子 100m：179pts，女子 200m：160pts，女子 400m：179pts，女子 100mH：187pts，女子 400mH：171pts）以上の獲得を目指す必要がある．ほとんどの種目でプレイシングスコア 170pts 以上が必要であることを踏まえると，GL カテゴリ以上の試合で上位入賞する必要がある．このことは，入賞水準に到達している選手たちは高い競技会カテゴリにおけるレースに積極的に参加し，同水準のライバルたちとしのぎを削って五輪をむかえていることを示唆するものであろう．

続いて準決勝進出の目安となる 9-24 位の値に基づくと，5 レースの平均でリザルトスコア相当の記録の最小値（男子 100m：10.16s，男子 200m：20.52s，男子 400m：45.40s，男子 110mH：13.48s，男子 400mH：49.11s，女子 100m：11.22s，女子

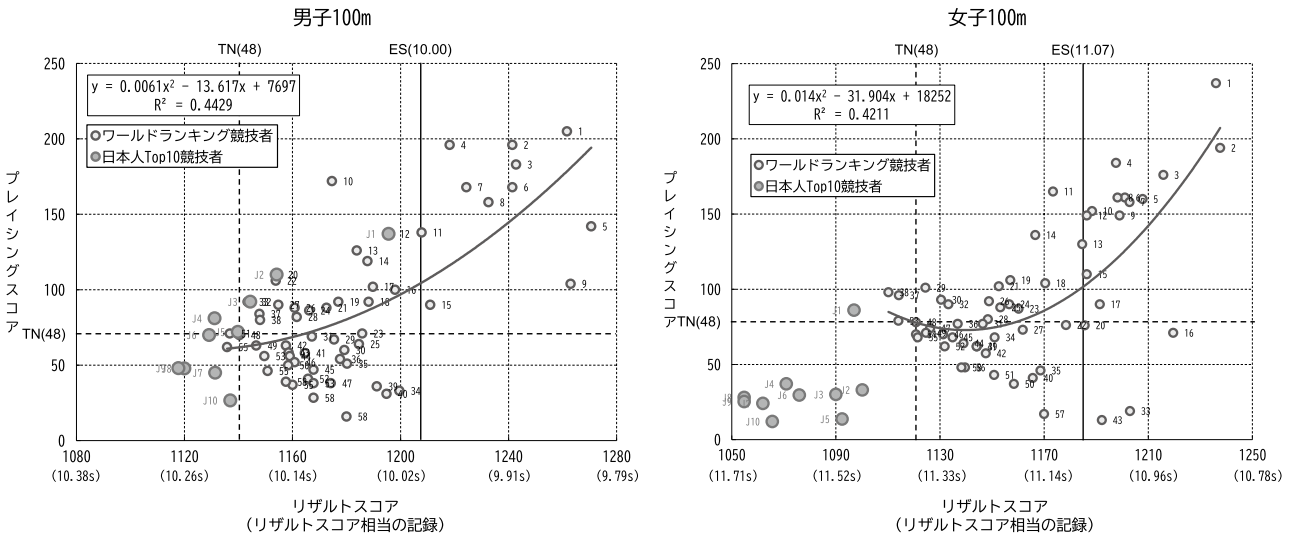


図 1　男子 100m（左図）および女子 100m（右図）におけるリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

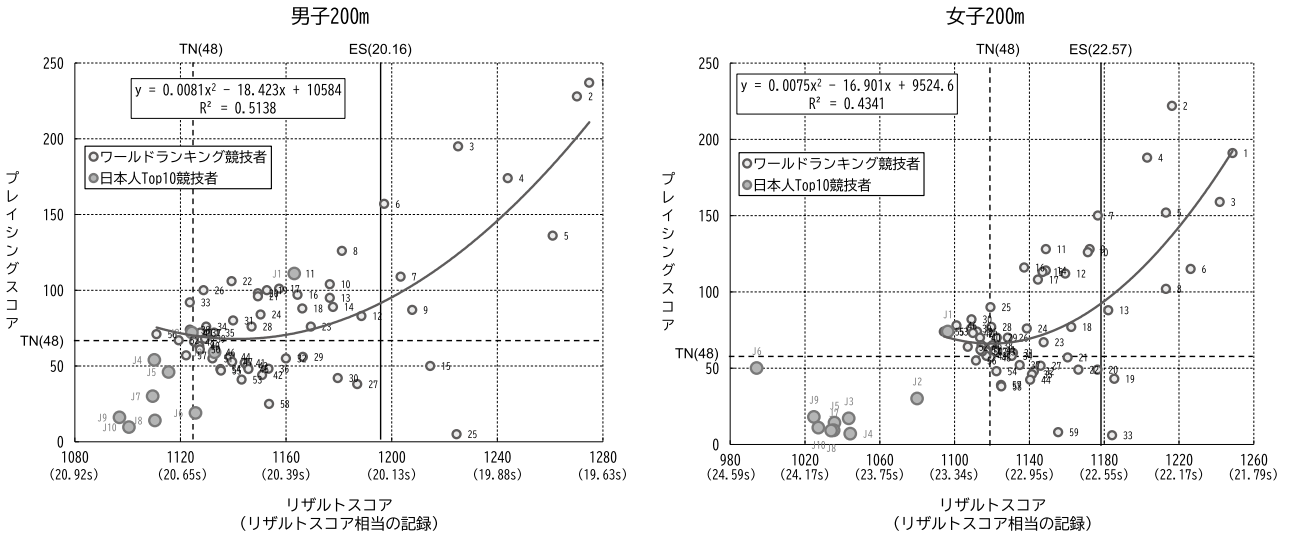


図 2　男子 200m（左図）および女子 200m（右図）におけるリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

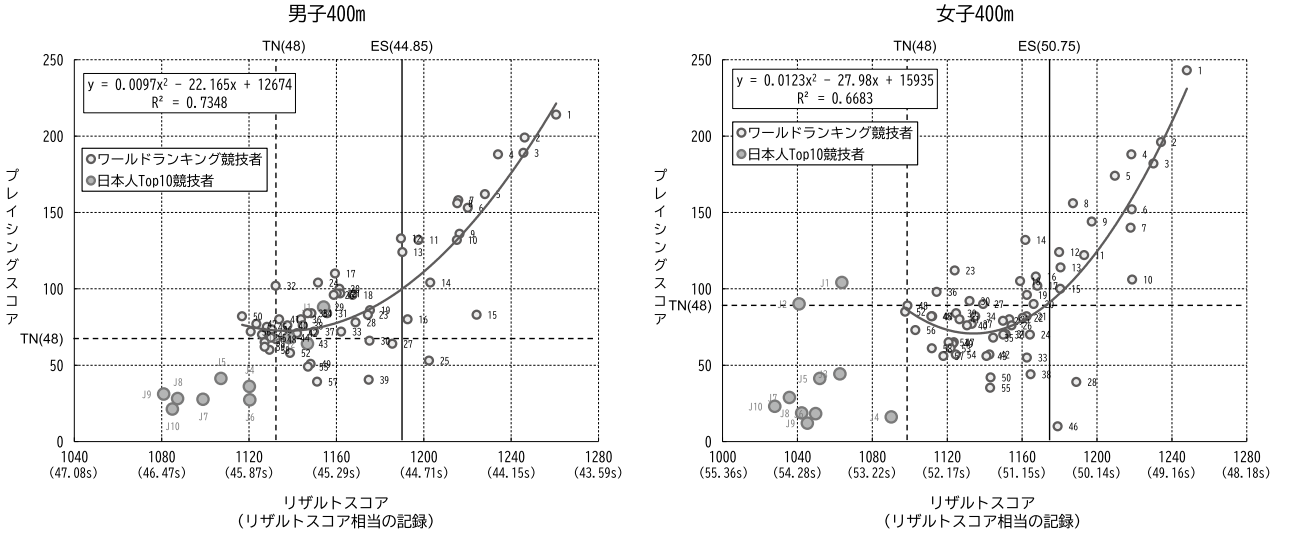


図 3　男子 400m（左図）および女子 400m（右図）におけるリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

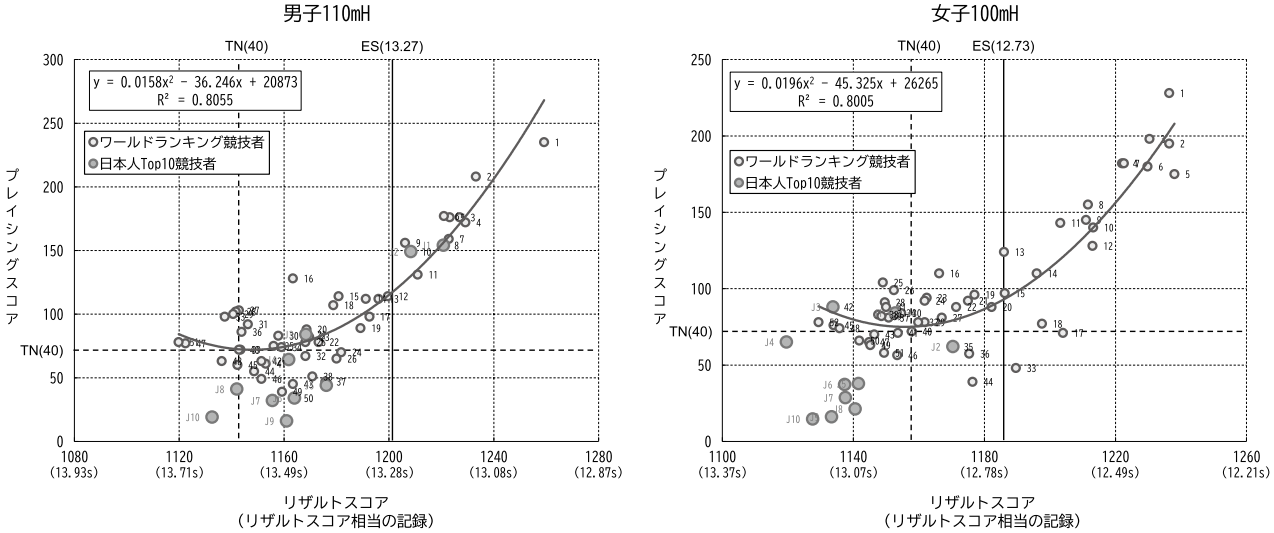


図 4　男子 110mH（左図）および女子 100mH（右図）におけるリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

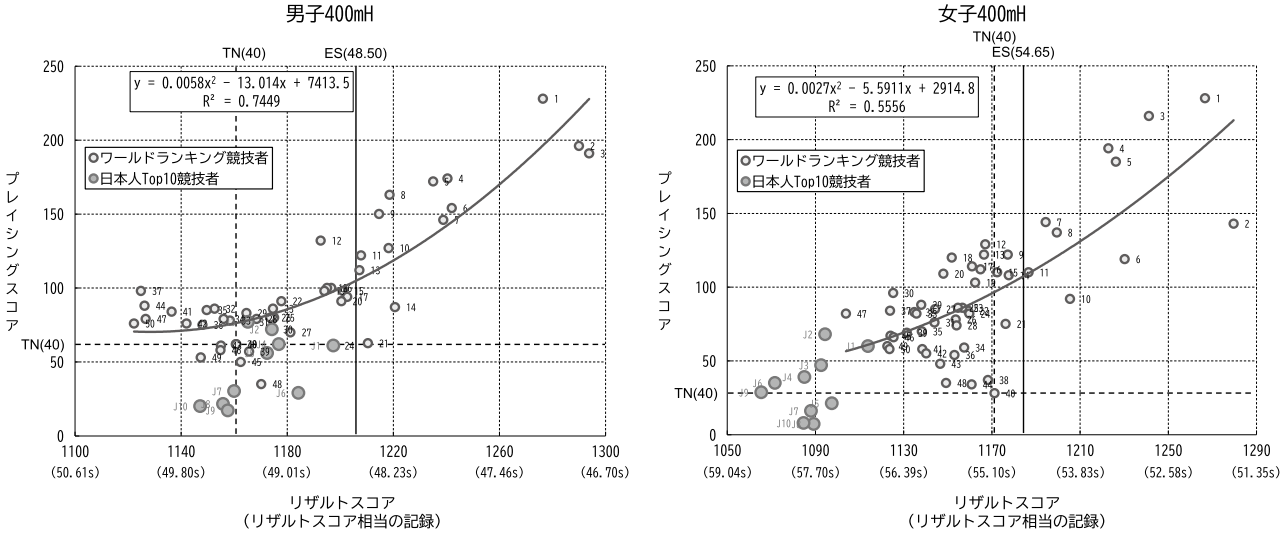


図 5　男子 400mH（左図）および女子 400mH（右図）におけるリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

表　短距離ハードル各種目の決勝進出，準決勝進出，出場の目安となるリザルトスコア，プレイシングスコアとパフォーマンススコア

男子		M100m			M200m			M400m			M110mH			M400mH		
		1-8位	9-24位	38-48位	1-8位	9-24位	38-48位	1-8位	9-24位	38-48位	1-8位	9-24位	30-40位	1-8位	9-24位	30-40位
上段:リザルトスコア 下段:リザルトスコア相当の記録(秒)	平均値	1242	1188	1165	1232	1169	1136	1233	1184	1140	1230	1186	1154	1254	1201	1156
		9.90	10.06	10.12	19.93	20.33	20.54	44.24	44.94	45.58	13.13	13.36	13.53	47.57	48.59	49.48
	最大値	1271	1263	1195	1275	1215	1151	1261	1224	1175	1259	1211	1176	1294	1221	1174
		9.82	9.84	10.04	19.66	20.03	20.45	43.85	44.37	45.07	12.98	13.23	13.41	46.81	48.21	49.12
	最小値	1218	1154	1140	1181	1139	1124	1215	1152	1123	1221	1163	1137	1219	1175	1125
		9.97	10.16	10.20	20.25	20.52	20.62	44.50	45.40	45.83	13.17	13.48	13.62	48.24	49.11	50.10
プレイシングスコア	平均値	177	108	54	170	92	58	177	106	68	182	107	72	178	101	76
	最大値	205	172	80	237	111	74	214	136	80	235	156	98	228	150	98
	最小値	142	71	31	109	50	44	153	80	40	154	70	47	146	61	57
パフォーマンススコア	平均値	1418	1296	1218	1402	1260	1194	1410	1289	1208	1413	1293	1226	1432	1301	1231
	最大値	1466	1367	1228	1511	1294	1197	1474	1352	1220	1504	1362	1240	1504	1364	1246
	最小値	1390	1252	1210	1307	1234	1191	1371	1255	1199	1374	1251	1214	1381	1258	1222
女子		W100m			W200m			W400m			W100mH			W400mH		
		1-8位	9-24位	38-48位	1-8位	9-24位	38-48位	1-8位	9-24位	38-48位	1-8位	9-24位	30-40位	1-8位	9-24位	30-40位
上段:リザルトスコア 下段:リザルトスコア相当の記録(秒)	平均値	1212	1179	1141	1217	1159	1117	1221	1172	1132	1228	1188	1160	1233	1168	1144
		10.95	11.10	11.28	22.20	22.76	23.17	49.62	50.85	51.86	12.43	12.72	12.93	53.11	55.16	55.93
	最大値	1238	1220	1192	1249	1185	1140	1248	1219	1179	1238	1213	1190	1280	1205	1171
		10.83	10.91	11.04	21.89	22.51	22.95	48.96	49.67	50.67	12.36	12.54	12.71	51.66	53.99	55.07
	最小値	1198	1153	1110	1177	1137	1101	1187	1124	1099	1212	1162	1148	1194	1148	1124
		11.01	11.22	11.42	22.58	22.98	23.33	50.47	52.07	52.72	12.55	12.91	13.01	54.33	55.80	56.58
プレイシングスコア	平均値	179	112	62	160	91	65	179	106	66	187	106	74	171	105	67
	最大値	237	165	98	222	128	78	243	144	89	228	145	88	228	129	96
	最小値	158	71	13	102	43	42	140	70	10	155	71	48	119	75	28
パフォーマンススコア	平均値	1391	1290	1204	1377	1250	1181	1399	1277	1197	1417	1294	1234	1408	1273	1211
	最大値	1473	1348	1208	1439	1300	1185	1491	1341	1208	1464	1356	1238	1494	1299	1221
	最小値	1359	1246	1198	1315	1214	1176	1343	1234	1187	1366	1253	1229	1336	1241	1199

単位:points

200m：22.98s，女子400m：52.07s，女子100mH：12.91s，女子400mH：55.80s）よりも良い記録で走り，かつプレイシングスコアは平均値（男子100m：108pts，男子200m：92pts，男子400m：106pts，男子110mH：107pts，男子400mH：101pts，女子100m：112pts，女子200m：91pts，女子400m：106pts，女子100mH：106pts，女子400mH：105pts）以上の獲得を目指す必要がある．種目によって若干の差はあるものの，100pts以上のプレイシングスコア獲得を目指すことにより，準決勝進出の目安となるパフォーマンススコアをクリアできると考えられる．Bカテゴリの競技会における優勝者のプレイシングスコアが100ptsであることから，ナショナルチャンピオンシップスで優勝水準にあること，Bカテゴリ以上の競技会に出場し，上位入賞を目指すことが重要となるだろう．

最後に，出場の目安となるTN-10位の値に基づくと，5レースの平均でリザルトスコア相当の記録の最小値（男子100m：10.20s，男子200m：20.62s，男子400m：45.83s，男子110mH：13.62s，男子400mH：50.10s，女子100m：11.42s，女子200m：23.33s，女子400m：52.72s，女子100mH：13.01s，女子400mH：56.58s）よりも良い記録で走り，かつプレイシングスコアは平均値（男子100m：54pts，男子200m：58pts，男子400m：68pts，男子110mH：72pts，男子400mH：76pts，女子100m：62pts，女子200m：65pts，女子400m：66pts，女子100mH：74pts，女子400mH：67pts）以上の獲得を目指す必要がある．ここで，TN-10位では，パフォーマンススコアの最大値と最小値の差が1-8位，9-24位と比較して小さいことから，出場圏付近では1ptが非常に大きい意味を持つといえる．Cカテゴリの競技会における優勝者のプレイシングスコアが60ptsであることから，Cカテゴリ以上の試合出場を可能な限り増やすとともに，出場した試合において高い記録で上位入賞を獲得していくことが重要である．

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 8-10, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,8-10,2024

中距離種目におけるリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

榎本 靖士[1)]
1）筑波大学

１．中距離種目におけるワールドランキング

中距離種目（男女 800 mと 1500 m）は 2025 年に開催される東京世界選手権エントリーのためのターゲットナンバーは 56 とトラック種目のなかでは最も多い。エントリースタンダードは男子 800 mで 1 分 44 秒 50、女子 800 mで 1 分 59 秒 00、男子 1500 mで 3 分 33 秒 00、女子 1500 mで 4 分 01 秒 50 と極めて高水準となっている。女子 1500 mでは田中希実選手（ニューバランス）がスタンダードを突破しているものの、その他の種目では日本記録よりもスタンダードが高い状態である。そのため、日本選手が世界選手権の出場を目指すためにはワールドランキングによる出場を検討しておく必要がある。

図１は、ワールドランキング 70 位（各国 3 人）までの男女 800 mにおけるプレイシングスコアとリザルトスコアの関係を示したものである。プロットにはランキングの横も示している。男女とも全体には正の相関関係がみられるものの、上位者は右上方に位置し、間隔も大きいが、下位者は左下方に集中し、下位集団を取り上げると相関関係はみられないことがわかる。この時点においてではあるが、ランク 56 位前後は男女ともリザルトスコアが 1100 から 1150 の範囲、プレイシングスコアが 50 から 100 あたりに分布している。表 1 に示したようにリザルトスコアから記録をみると、男子 800 mでは 1100 は 1 分 47 秒 46、1150 は 1 分 45 秒 78 であり、女子 800 mでは同様に 2 分 03 秒 55、2 分 00 秒 71 である。現在の日本人トップ選手ではこれらの記録は十分に狙える記録である。一方、プレイシングスコアの 100 は､競技会カテゴリ B（コンチネンタルツアーシルバー）で優勝、あるいはカテゴリ A（コンチネンタルツアーゴールド）で 4 位以上が必要となる。国内で数レース開催されるカテゴリ C（コンチネンタルツアーブロンズ）において優勝はプレイシングスコア 60 であるので、現実的にはリザルトスコア 1100 の記録でカテゴリ C レースで優勝を目指すことが確率的に高いように考えられる。

図２は、ワールドランキング 70 位（各国 3 人）までの男女 1500 mにおけるプレイシングスコアとリザルトスコアの関係を示したものである。男子では 800 mと同様に直線的な分布をしており、上位集団は右上方で点在し、下位集団は左下方で混在している。この時点でのランク 56 位はリザルトスコアが 1100 から 1150 の間に、プレイシングスコアが 50 から 100 の間あたりに分布している。リザルトスコアから記録をみると、1100 は 3 分 40 秒 52、1150 は 3 分 36 秒 82 である（表 1)。800 mと同様に日本トップ選手はカテゴリ C レースで優勝を目指すこと、B 以上のレースで日本記録に挑戦し、プレイシングスコアも獲得することでターゲットナンバーに入る可能性のあるパフォーマンススコアを獲得することができる。

２．女子 1500 mにおけるプレイシングスコアとリザルトスコアの関係

図２における女子 1500 mのプレイシングスコア

表１　中距離種目におけるリザルトスコアに対する記録

リザルトスコア	男800	女800	男1500	女1500
1100	1:47.46	2:03.55	3:40.52	4:13.48
1150	1:45.78	2:00.71	3:36.82	4:07.04

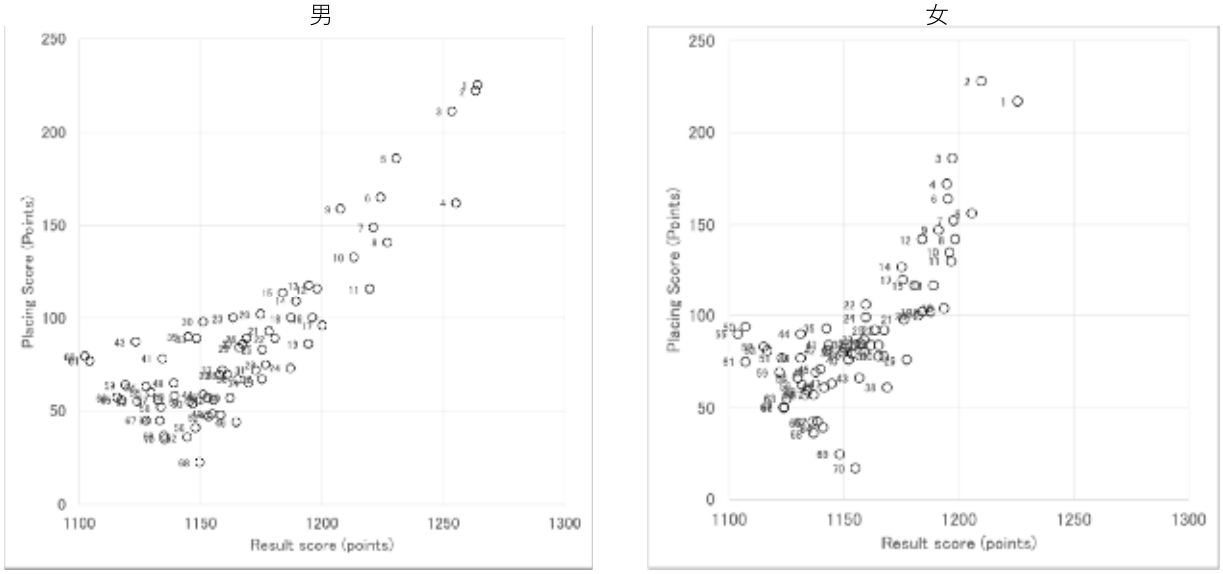


図１　男女 800 mにおけるリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

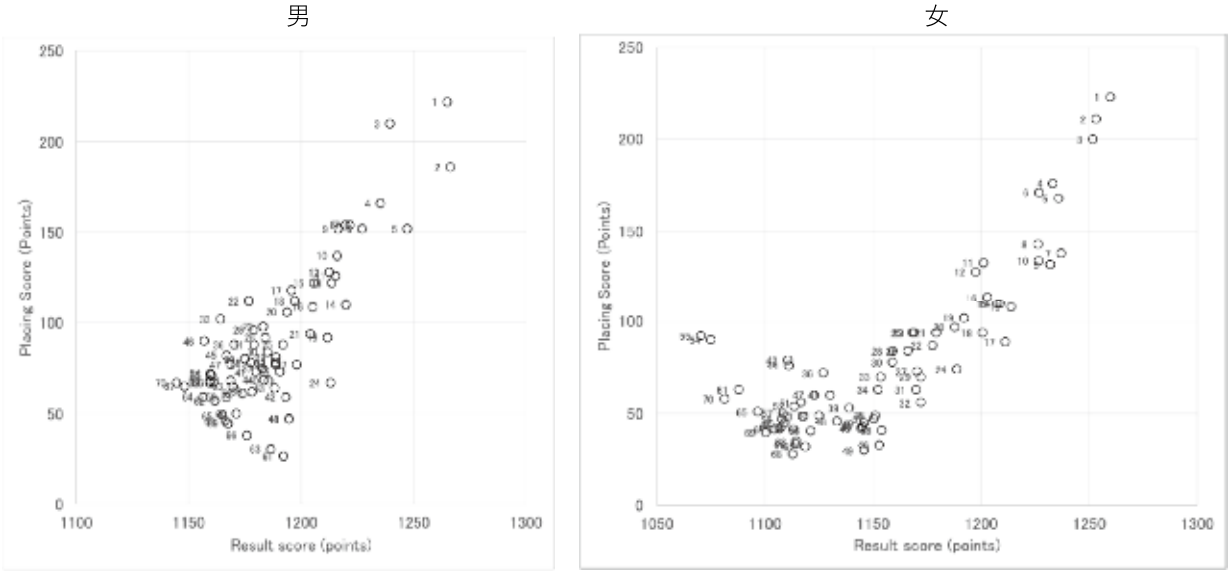


図２　男女 1500 mにおけるリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

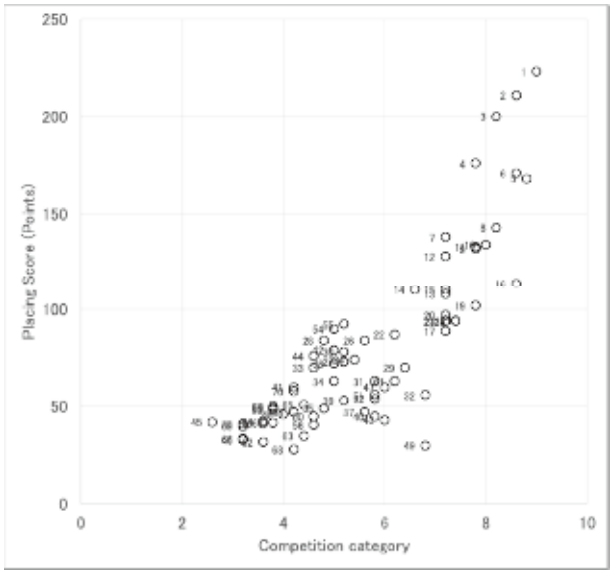


図３　女 1500 mにおける競技会カテゴリとプレイシングスコアの関係

とリザルトスコアの関係は、上位集団はやはり右上方に直線的に点在しているものの、下位集団は男子1500 mと異なり、２次曲線にフィットする分布となっている。すなわち、リザルトスコア 1150 以下に着目すると負の相関関係になっていることがわかる。女子 1500 mにおいてリザルトスコア 1150 は 4 分 07 秒 04 である。1100 は 4 分 13 秒 48、1050 は 4 分 20 秒 07 である。この時点ではあるが、記録的には 4 分 20 秒以内でプレイシングスコア 100 を獲得できればターゲットナンバーに入るスコアとなっている。

図３は、女子 1500 mにおける競技会カテゴリとプレイシングスコアの関係を示したものである。競技会カテゴリは、OW を 10、DF を 9、GW を 8、GL を 7、A を 6、B を 5、C を 4、D を 3、E を 2、F を１として、５レースの平均値とした。OW はオリンピックおよび世界選手権、DF はダイアモンドリーグファイナル、GW は世界室内やダイヤモンドリーグ、GL は地域選手権（アジア選手権）など、A、B、C、D は順にコンチネンタルツアーゴールド、シルバー、ブロンズ、チャレンジャーなど、E、F は国際陸連が認めた国際大会、国内大会となっている。上位集団は競技会カテゴリの高いところで、プレイシングスコアを大きく獲得していることがわかる。一方、競技会カテゴリが 6 以下の集団では、５あたりにピークのある上に凸の 2 次曲線がフィットする分布となっている。B はコンチネンタルツアーシルバーと国内選手権（日本選手権）が含まれる。女子 1500 mでは競技会カテゴリ B をピークとして高くても、低くてもプレイシングスコアが獲得しにくいことを示している。この傾向は他の男子 1500 mや男女 800 mでもみられる。すなわち、中距離ではカテゴリーの高い大会では記録を出すチャンスがあるもののプレイシングスコアを獲得しにくく、またカテゴリーの低い大会ではプレイシングスコアがそもそも低いため、世界選手権のターゲットナンバーに入るためにはカテゴリ B あたりの大会で良い記録と良い順位を目指すことが戦略的に有効であると考えられる。

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 11-15, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,11-15,2024

跳躍種目におけるリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

小山 宏之[1)]　苅山 靖[2)]
1）京都教育大学　2）山梨学院大学

１．パリ五輪の参加資格からみる跳躍種目でのリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

図１および２はパリ五輪参加のためのワールドランキング有効期間終了時（2024 年６月 30 日時点）における，跳躍各種目の 100 位までリザルトスコアとプレイシングスコアの関係について示している．両者の関係を考える材料として，ランキング１～10 位（G1），11 ～ 20 位（G10），21 ～ 30 位（G20），31 ～ 40 位（G30）というようにランキング 10 位ごとに平均値を出しプロットしている（◆）．

また，図には実線および点線で右下がりの斜線を引いているが，この線は実線がランキング 20 位のパフォーマンススコアのライン，点線がランキング 30 位のラインを示している．パリ五輪のターゲットナンバー（TN）は 32 であり，東京世界陸上の TN は 36 であるが，１つの目安として 30 位ラインのスコアを見ると，種目間で多少のばらつきはあるが，1200 ポイントを超える程度のスコアが必要になっている（なっていた）ことがわかる．

全体の関係としては，いずれの種目においてもランキングがあがるほどリザルトスコアとプレイシングスコアが高くなっている．つまり，より記録上位の選手は高いカテゴリの競技会にエントリーでき，高いプレイシングスコアを獲得していたことを示す．一方で，五輪参加のボーダーに近い 30 位ライン前後のグループのリザルトスコアとプレイシングスコアの獲得状況に着目すると，パリ五輪時では種目によって異なる様相を示していた．例えば，男子走幅跳（図１右上）を見ると，G30 と G20 ではリザルトスコアにそれほど相違はないが，プレイシングスコアで G20 がより大きいポイントを獲得している傾向にあった(同様の傾向として,女子走高跳など)．一方で，男子棒高跳では（図１右下），G30 と G20 の間でプレイシングスコアにそれほど相違はなかったが，リザルトスコアにおいては G20 がより高いポイントを獲得している傾向にあった．

また，G20 のプレイシングスコアを種目間で比較すると，女子走幅跳（図２右上）や女子走高跳（図２左下)のように 100 ポイントに近い(B ランク１位，A ランク４位相当)種目から,男子棒高跳(図１右下)や女子棒高跳（図２右下）のように 70 ポイント前後（B ランク３位，C ランク１位相当）の種目も見られた．つまり，いずれの種目においても記録を高めてリザルトスコアを獲得していくことは必須であるが，参加のボーダー付近においては，高いカテゴリの競技会に出場することでのスコアの獲得がより効いていた種目と，競技会のカテゴリはそれほど高くなくとも，高い記録を揃えることでのリザルトスコアの獲得がより効いていた種目があったと考えられる．

２．オレゴン世界選手権からパリ五輪までの参加ボーダー付近のスコアの変化

表１は男子跳躍種目における，オレゴン世界選手権，ブタペスト世界選手権，パリ五輪の参加のためのワールドランキング有効期間終了時のスコアについて，TN の順位のスコアおよび G20 のスコアを示したものであり，表２は同様のデータを女子について示したものである．この表からパフォーマンススコアの推移を見ると，ほぼ全ての種目において，オレゴン，ブタペスト，パリの順にパフォーマンススコアが上がっていることがわかる．また，G20 についてはリザルトスコアとプレイシングスコアも示しているが，男女走幅跳，三段跳，走高跳では，リザルトスコアはほぼ変わっていないが，プレイシングスコアは大きくなっており，プレイシングスコアの変化がパフォーマンススコアの増加に影響が大きかったと言える．特に女子走幅跳ではオレゴンの 63 ポイント（C ランク１位相当）からパリの 94 ポイント（B ランク 1-2 位相当）のように大きく変化

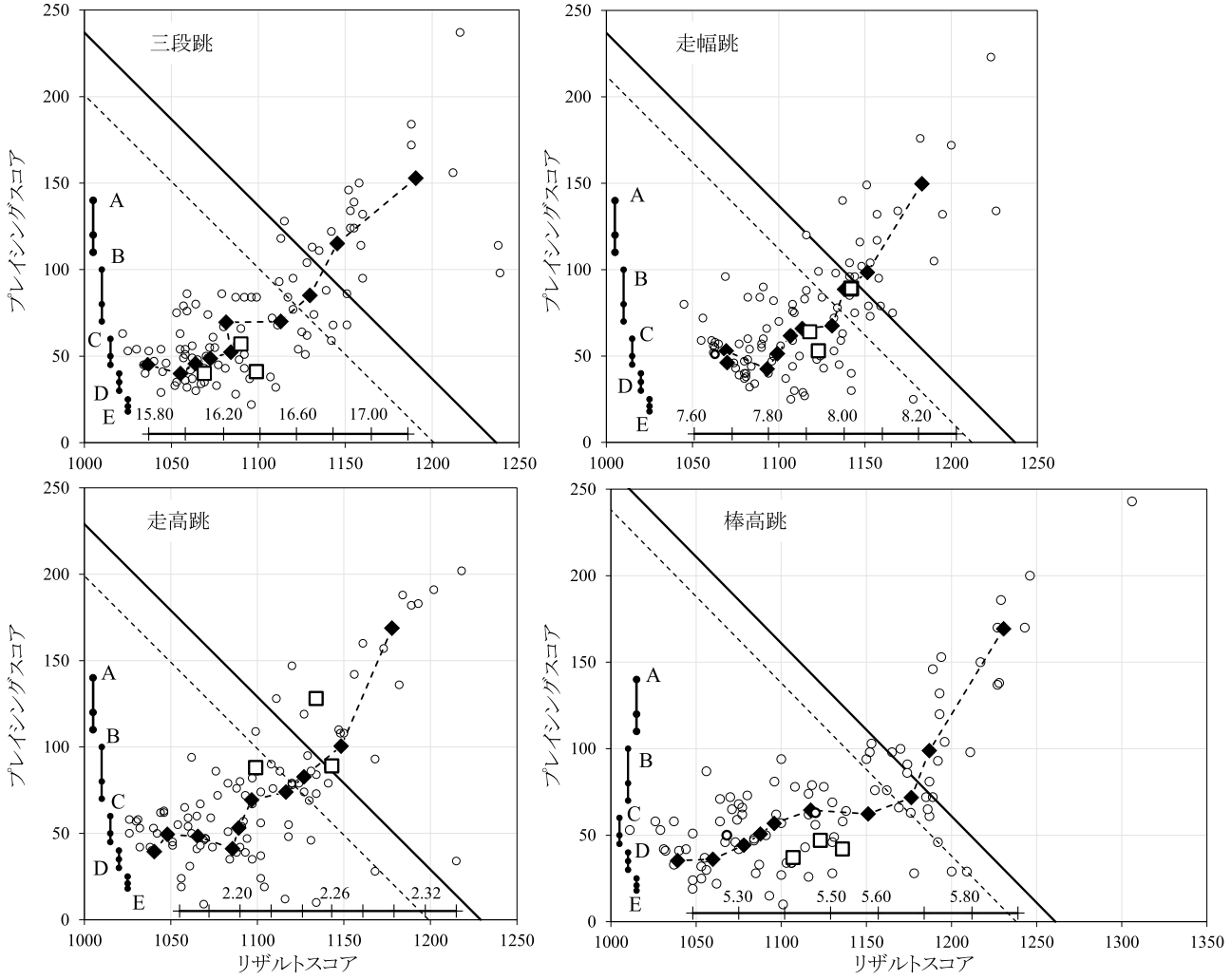


図１　男子跳躍種目における，パリ五輪参加のためのワールドランキング有効期間終了時のリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

※◆はランキング 10 位ごとの平均値

※プレイシングスコアのＡ～Ｅは競技会カテゴリーごとの１位～３位のスコア

※リザルトスコアの┼┼は各スコアに対する記録,

※□は日本の上位３選手のスコア

※斜線の━━はランキング 20 位，- - -は 30 位のパフォーマンススコアを示すライン

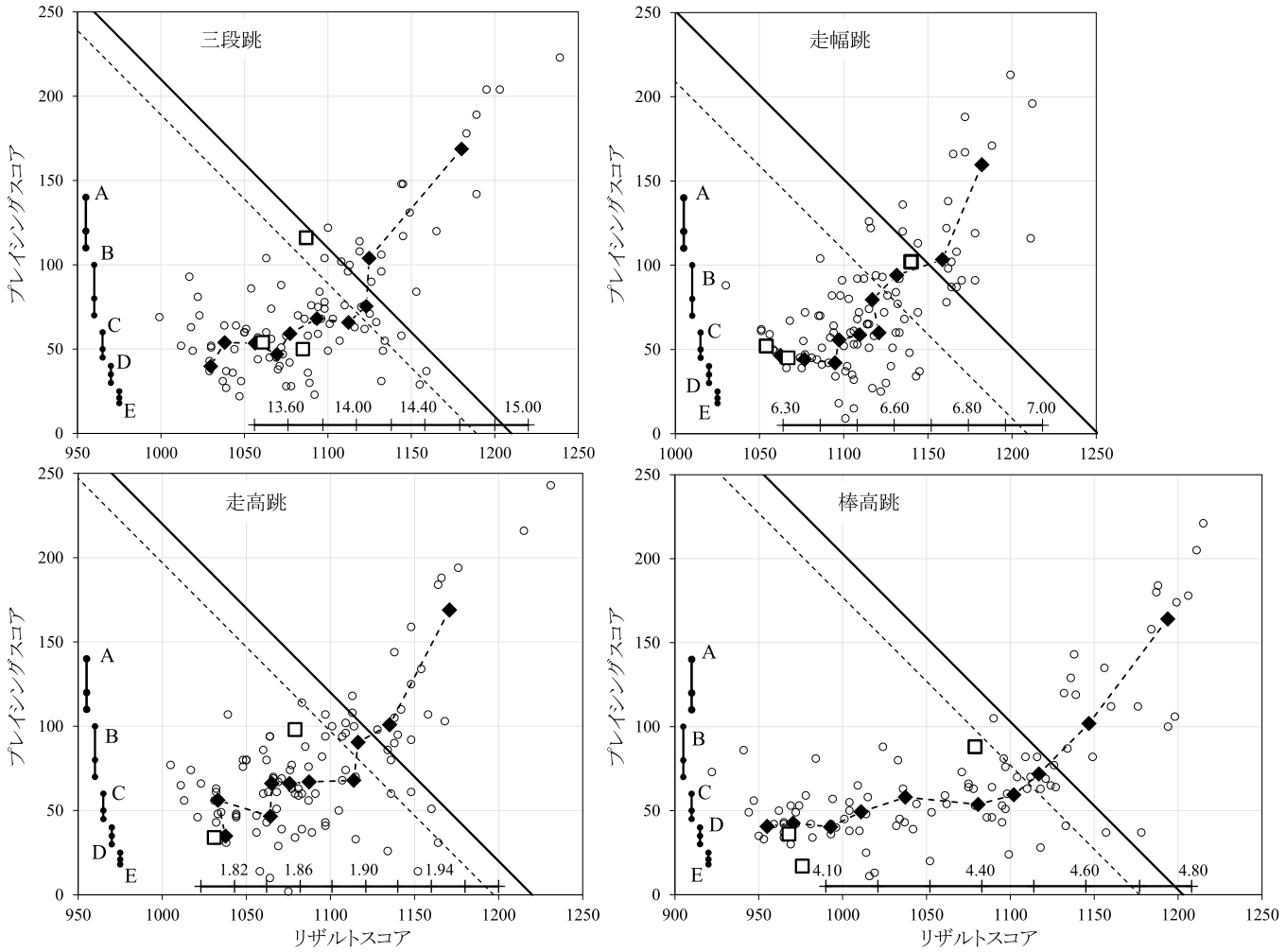


図２　女子跳躍種目における，パリ五輪参加のためのワールドランキング有効期間終了時のリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

※◆はランキング 10 位ごとの平均値

※プレイシングスコアのＡ～Ｅは競技会カテゴリーごとの１位～３位のスコア

※リザルトスコアの┼┼は各スコアに対する記録,

※□は日本の上位３選手のスコア

※斜線の━━はランキング 20 位，- - -は 30 位のパフォーマンススコアを示すライン

表 1　男子跳躍種目における，オレゴン世界陸上，ブダペスト世界陸上，パリ五輪参加のためのワールドランキング有効期間終了時のパフォーマンススコアの比較

		オレゴンWC	ブダペストWC	パリOR
MHJ	G20	1198（1133, 65）	1200（1130, 70）	1210（1127, 83）
	TN	1168	1170	1199
MPV	G20	1232（1157, 75）	1221（1161, 60）	1248（1176, 72）
	TN	1201	1192	1235
MLJ	G20	1199（1132, 67）	1210（1138, 72）	1227（1138, 89）
	TN	1186	1189	1204
MTJ	G20	1203（1132, 71）	1184（1117, 67）	1215（1130, 85）
	TN	1177	1160	1190

※G20はランキング21位から30位の平均
※括弧内の数値は左側がリザルトスコア，右側がプレイシングスコア
※TNはターゲットナンバーの順位のスコア（オレゴン，パリ，32位；ブダペスト，36位）

表 2　女子跳躍種目における，オレゴン世界陸上，ブダペスト世界陸上，パリ五輪参加のためのワールドランキング有効期間終了時のパフォーマンススコアの比較

		オレゴンWC	ブダペストWC	パリOR
WHJ	G20	1182（1110, 72）	1174（1110, 64）	1207（1116, 91）
	TN	1156	1153	1195
WPV	G20	1171（1107, 64）	1177（1108, 69）	1189（1117, 72）
	TN	1145	1153	1174
WLJ	G20	1190（1127, 63）	1204（1127, 76）	1225（1131, 94）
	TN	1172	1189	1204
WTJ	G20	1167（1103, 64）	1179（1118, 61）	1198（1123, 75）
	TN	1140	1154	1184

※G20はランキング21位から30位の平均
※括弧内の数値は左側がリザルトスコア，右側がプレイシングスコア
※TNはターゲットナンバーの順位のスコア（オレゴン，パリ，32位；ブダペスト，36位）

表 3　男女跳躍種目における，ワールドランキング 20 位台を踏まえたリザルトスコアと対応記録（5 試合の平均値）

種目	リザルトスコア	対応記録	種目	リザルトスコア	対応記録
MHJ	1143	2.26	WHJ	1121	1.90
	1135	2.25		1111	1.89
	1126	2.24		1101	1.88
MPV	1184	5.70	WPV	1114	4.50
	1171	5.65		1111	4.49
	1157	5.60		1099	4.45
MLJ	1149	8.05	WLJ	1141	6.65
	1138	8.00		1130	6.60
	1127	7.95		1119	6.55
MTJ	1143	16.80	WTJ	1128	14.10
	1130	16.68		1117	14.00
	1122	16.60		1107	13.90

※網掛けのスコアが表1および2のG20のスコアを踏まえた値
※参考値として，前後の記録とスコアも表記した

している種目も見られた．一方で，男女棒高跳ではリザルトスコアの変化の方がパフォーマンススコアの増加に影響している傾向が見られた．前項の図 1 および 2 の結果から，パリ五輪参加のボーダーにおいてプレイシングスコアの獲得がより効いていた種目が多かったことを指摘したが，過去の大会からの推移を見た場合においてもボーダーにかかるプレイシングスコアの重要性が高まっていることが推察される．

ここまでの議論を踏まえると，種目間での各スコアの獲得傾向の相違が見られた理由や，同様の傾向が今後の国際大会でも見られるかについては示すことはできてはいないが，今後もそれぞれの種目の各スコアの動向に注目しながら，スコアの獲得に対する戦略を考えていく必要があろう．最後に，表 3 は表 1 および 2 の G20 のリザルトスコアを踏まえて，ワールドランキングでの参加に安全圏となるであろうランキング 20 位台を目指した，各種目での目標リザルトスコアと記録，およびその前後の記録でのリザルトスコアを示している．本稿の内容が国際大会参加に向けた戦略の立て方の材料の 1 つとなれば幸いである．

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 16-19, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,16-19,2024

投てき種目におけるリザルトスコアとプレイシングスコアの関係

田内 健二[1)]　　西山 佳歩[1)]
1）中京大学

１．リザルトスコアとプレイシングスコアとの関係からみた投てき種目の目標値

図１～４は，2024 年 10 月 22 日時点におけるワールドラキングを基にして，投てき各種目の 43 位（東京世界選手権のターゲットナンバー“36”の 120%）までのリザルトスコアとプレイングスコアとの関係を示したものである．なお，43 位までに日本選手が入っていない場合は，日本最上位選手を加えてある．すべての種目において，両者は二次曲線に最もフィットする関係にあることが明らかになった．このことは，リザルトスコアが高い選手ほど，より高いカテゴリの競技会にエントリーできるために，より高いプレイシングスコアを獲得していることを示すものである．したがって，WAのワールドランキング制度は，いわゆる強い選手ほどより高いパフォーマンススコア（リザルトスコア＋プレイシングスコア）を獲得しやすい制度であるといえる．

このことを前提にして，各種目においてターゲットナンバーに入るために重要なことは，まずは最低限必要なリザルトスコアを獲得すること，次に同じリザルトスコアであれば，より高いプレイシングスコアを獲得することであろう．今回提示した図１～４は，このことを評価するために役立つ情報を与えてくれる．

まず，最低限必要なリザルトスコア（＝二次曲線最下部付近の X 軸の値）についてみると，種目間で多少のばらつきはあるが，おおよそ 1040 ～ 1100 ポイントが必要であるということがわかる．このことから，表１に各種目の最低限必要なリザルトスコアに対応した記録を示した．日本選手においては，5 試合の平均記録がこの水準にいくことをまずは目標としたい．現状においては，男女のやり投ではこの水準を超える選手は複数名存在している．一方，他の種目についても男女砲丸投以外の種目では，高い水準ではあるが決して不可能な記録ではないと考えられる．

次に，同じリザルトスコアであれば，どの程度がより高いプレイシングスコアといえるのかを考える

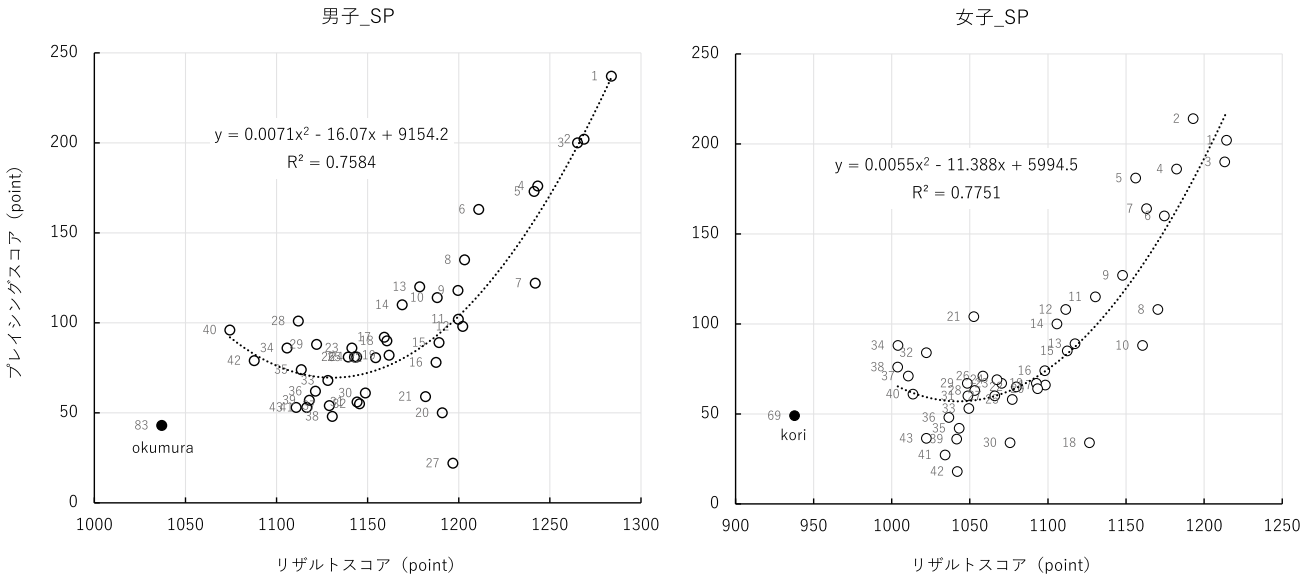


図１　男女砲丸投におけるリザルトスコアとプレイシングスコアとの関係

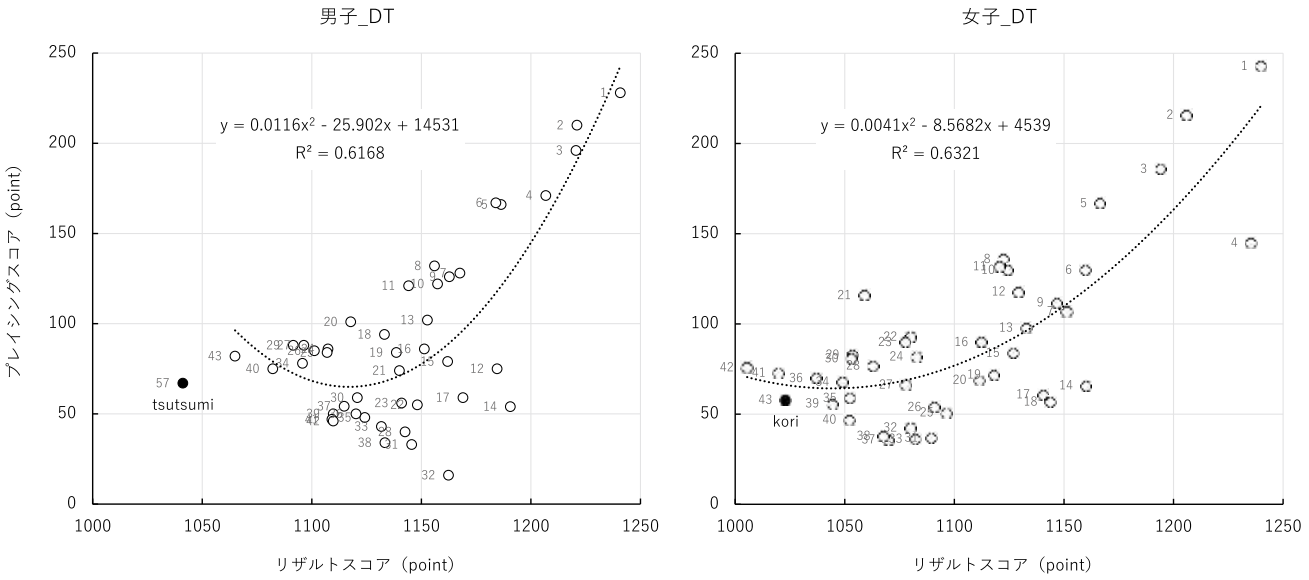


図２　男女円盤投におけるリザルトスコアとプレイシングスコアとの関係

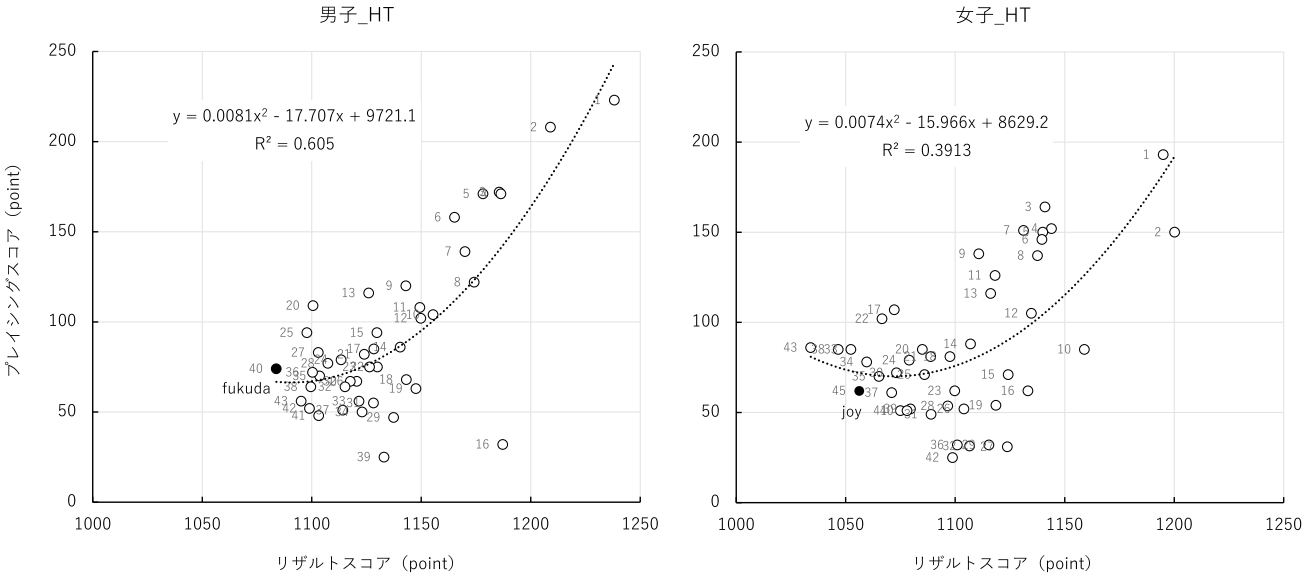


図３　男女ハンマー投におけるリザルトスコアとプレイシングスコアとの関係

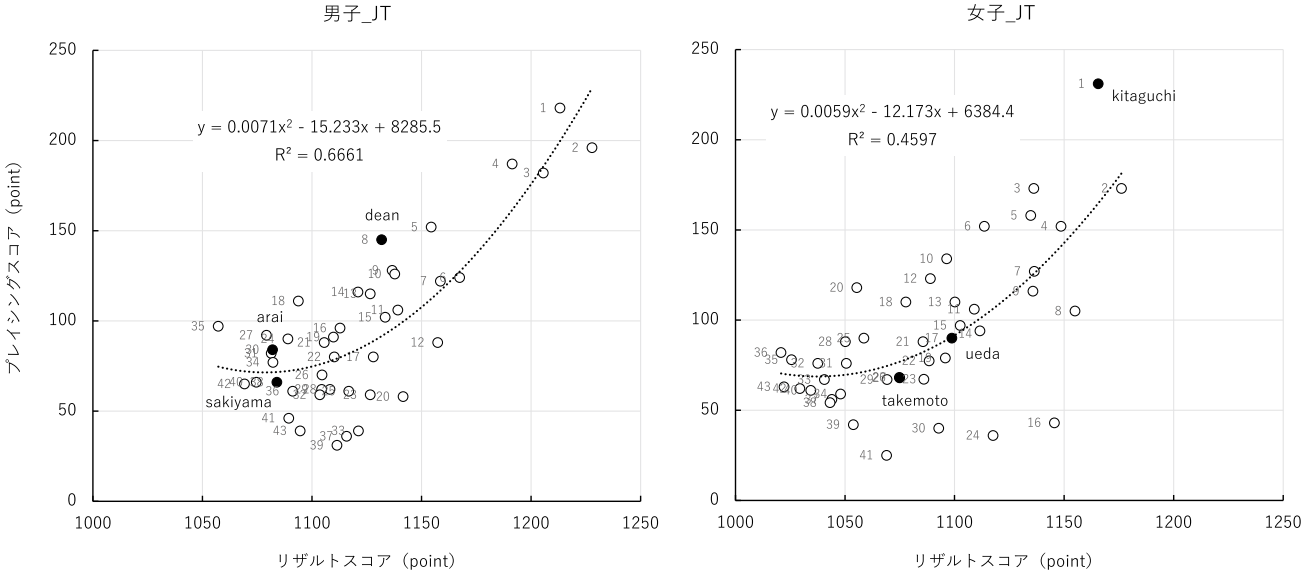


図４　男女やり投におけるリザルトスコアとプレイシングスコアとの関係

表１　各種目における最低限必要なリザルトスコアおよびそれに対応した記録（5 試合の平均値）

男子	最低限必要な リザルトスコア	対応記録	女子	最低限必要な リザルトスコア	対応記録
SP	1100	**19.65m**	SP	1100	**18.28m**
DT	1100	**62.13m**	DT	1050	**58.82m**
HT	1100	**73.36m**	HT	1050	**67.30m**
JT	1075	**78.13m**	JT	1040	**57.93m**

必要がある．このことについて，各種目のグラフ内に描かれた二次曲線上に位置する選手は，自身のリザルトスコアに対して妥当なプレイシングスコアを獲得している選手であると評価できる．したがって，二次曲線の上側に位置した選手は，同様のリザルトスコアに対してより高いプレイシングスコアを獲得した選手であり，下側に位置した選手は反対にリザルトスコアに対して妥当なプレイングポイントを獲得していない選手であると評価できる．このことから，先に示した最低限必要なリザルトスコアの場合，おおよそ 60 ～ 70 ポイント（＝二次曲線最下部付近の Y 軸の値）以上のプレイシングスコアを獲得しなければならいということになる．この 60 ～ 70 ポイントというのは，競技会カテゴリでいえばＣカテゴリの優勝（60 ポイント）以上に相当する．したがって，世界大会におけるターゲットナンバー内を目指すためには，相応のリザルトスコアを有した状態でＣカテゴリ以上の試合にエントリーし，その試合において良い記録と順位を獲得する必要があると解釈することができる．

２．ディーン元気選手におけるリザルトスコアおよびプレイシングスコアの獲得事例

ディーン選手は，2012 年ロンドン五輪に出場後，長らく国際舞台から遠ざかっていたが，10 年ぶりのシニア世界大会となる 2022 年オレゴン世界選手権に出場し，続くブダペスト世界選手権，およびパリ五輪に出場した選手である．図 5 に，ディーン選手における世界大会 (2021 年～ 2024 年) エントリー有効期間内のリザルトスコア，およびプレイシングスコアの変遷を示した．2021 年（東京五輪期）から 2024 年（パリ五輪期）にかけて，年々プレイシングスコアが上がっており，特に，2024 年は 2023 年よりもリザルトスコアは低くなっているにも関わらず，プレイシングポイントは増加していた．このような獲得状況に至った経緯を以下に解説してみたい．

ディーン選手は，コロナ禍であった 2020 年に無観客で開催されたゴールデングランプリにおいて，8 シーズンぶりに 84.05 m という世界トップレベルの記録を投げ，2021 年に延期された東京五輪への出場を目指せる位置にいた．しかし，結果として東京五輪には出場できず，その原因の１つにはワールドランキングによるエントリーが初めて採用されたことが挙げられる．このとき，ターゲットナンバーに入るための具体的なポイントを予測することが難しく，彼は 1200 ポイント程度が必要であると考えていたようであった．これに対して 2021 年シーズンの前半において思うようなポイントを獲得できなかったことから，ワールドランキングの順位での出場よりも，標準記録（85.00m）を突破しての出場を優先することに方向転換することになった．そのため，日本選手権など，エントリー締切間近の試合において必要以上に記録を意識しすぎたため，かえって本来の力を発揮できず，標準記録を突破することなく，ワールドランキングの順位でもわずかなポイント差で落選してしまった．なお，勝負の世界に「たられば」はないが，手堅くリザルトスコアとプレイシングスコアを獲得していれば，十分にターゲットナンバー内に入る可能性はあったと思われる．

このような苦い経験を踏まえた上で，2022 年シーズンでは，ワールドランキングの順位，特にプレイシングスコアの獲得を意識して，より高い競技会カテゴリへのエントリーを積極的に行った．その結果，2021 年と比較して 2022 年ではプレイシングポイントを大きく増加させることができ（図 5），余裕を持ってワールドラキングの順位でのオレゴン世界選手権への出場を果たすことができた．このオレゴン大会においてファイナリストになったことから，翌 2023 年シーズンでは競技会カテゴリの高いダイアモンドリーグへのエントリーを試みた結果，2 試合のＧＷカテゴリへの出場が実現し，2023 年シーズンのプレイシングスコアの増加を果たすことがで

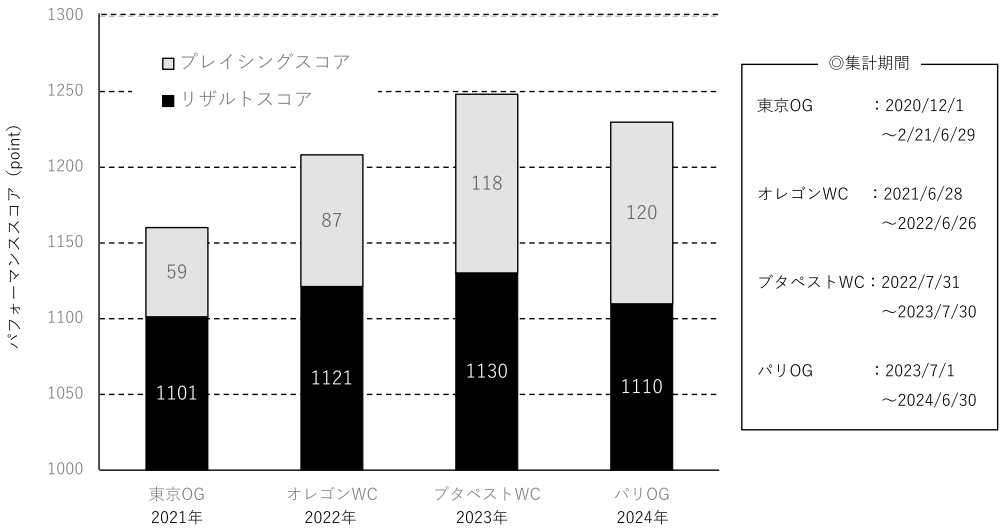


図５　ディーン選手におけるリザルトスコアおよびプレイシングスコアの変遷

表２　ディーン選手における出場競技会のカテゴリの変遷

	OW	DF	GW	GL	A	B	C	D	E	F	計
2021年					1	1	4			5	11
2022年	2※				1	3	2	1		7	16
2023年	1		2	1	2	3	1	1		2	13
2024年	1	1	3		1	2	1			1	10

※22年のOWの2試合は，オレゴン世界選手権の予選，決勝を示す．

きた．さらに，ワールドラキングの上位者は，より高い競技会カテゴリへのエントリーが優先的に行われることから，2024 年シーズンではリザルトスコアとしては 2023 年よりも低くなったが，プレイシングスコアは増加させることができ，パリ五輪の出場へとつながった（図 5）．上述してきた 2021 年から 2024 年シーズンまでに出場した競技会カテゴリを振り返ると，表 2 に示したように 2021 年ではＣカテゴリ中心であったものが，2022 年ではＢ以上，そして 2024 年ではＧＷ中心に変化してきたことがわかる．このことは，ディーン選手が高い水準でリザルトスコアを残せたという実力ありきではあるが，2021 年の反省を活かして，2022 年以降はリザルトスコアに加えてプレイシングスコアの獲得をかなり意識してきた成果であるともいえる．

以上のことから，より多くの日本選手が世界に通用するリザルトスコアを獲得し，同じリザルトスコアであれば，プレイシングスコアにおいて他国選手よりも優位なワールドラキングの順位を獲得できるように，本稿が少しでも役立てられれば幸いである．

まとめにかえて

今回の特集では、2022年オレゴン世界選手権から出場資格として導入されたワールドランキングについて、種目ごとに分析を行った。世界陸連の方針では、世界選手権のターゲットナンバーに対し、半数を標準記録で、残り半数をワールドランキングによって選出することを想定している。そのため、近年では種目によって標準記録が極めて高い水準となり、それを突破して出場することは、入賞が期待されるレベルに達していると言える。すなわち、入賞を目指すのであれば、標準記録をクリアすることが妥当な基準となる。一方で、世界選手権への出場をきっかけに飛躍する選手もおり、これは日本の継続的な強化において重要な要素である。もし入賞が見込める選手のみを派遣する方針になれば、国際大会で活躍する選手の育成に支障をきたす可能性がある。世界選手権での真剣な戦いを通じて自らの競技力を省み、学ぶ機会を得ることは非常に価値が高く、その経験がさらなる成長につながることが期待される。

本特集では、ワールドランキングを構成するパフォーマンススコアをリザルトスコアとプレイシングスコアの観点から分析し、とくにターゲットナンバー付近の順位における分布に焦点を当てて考察した。どの種目においてもランキング上位の選手は、ダイヤモンドリーグなどの国際大会で好記録を残し、リザルトスコアとプレイシングスコアの両方が高い傾向にある。しかし、ターゲットナンバー付近の選手層はそれらのスコアの混在が見られる。分析の結果、いずれの種目でもパフォーマンススコア（平均）で1150～1200を目標とすることが望ましいと示された。

この目標を達成するためには、概ね1100程度のリザルトスコア（記録）をカテゴリーC以上の大会で達成し、かつ上位入賞して60以上のプレイシングスコアを獲得する必要がある。ここで問題となるのは、長距離以外の種目では5試合の平均が評価対象となるため、カテゴリーC以上の大会に5試合以上出場し、安定して実力を発揮することが求められる点である。

カテゴリーC以上の大会に5試合以上出場することは国内のみでは難しい。アジア選手権やアジア室内競技大会などの日本陸連派遣大会に出場できる、あるいは国内ではゴールデングランプリ（カテゴリーA）や日本選手権（カテゴリーB）に出場できれば、あと3試合のカテゴリーC以上の大会に出場することで計画を立てられる。しかし、アジア選手権やゴールデングランプリに出場できない選手、または該当種目が実施されない選手にとっては、国内大会のみで目標となるパフォーマンススコアを獲得することが極めて困難になる。そのため、海外遠征を計画的に行い、年間を通した試合計画を慎重に立てることが重要である。

特に中距離種目では、レベルの高いレースに出場することで好記録を狙う戦略が考えられてきたが、たとえ出場して記録を更新できたとしても、レベルの高い大会では上位入賞が難しく、プレイシングスコアを得ることが困難となる。一方、国内のカテゴリーCやDの大会では上位に入れるものの、記録水準が低いためリザルトスコアが低く、結果パフォーマンススコアの目標値に届かないというジレンマがある。特に中距離種目ではこのバランスが難しいが、今回の分析を通じて、どの種目においてもカテゴリーの高い大会にコンディションを整えて出場し、好記録と上位入賞を戦略的に狙うことが必要であると示された。

本特集が、今後世界選手権への出場を目指す選手やコーチにとって有益な資料となれば幸いである。

陸上競技研究紀要編集委員会
委員長　榎本　靖士

【原著論文】

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 21-30, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,21-30,2024

陸上競技観戦動機尺度の検討と観戦者の特性

小田 美幸[1)]　紺田 俊[2)]　冨山 浩三[3)]
1) 四国大学　経営情報学部　経営情報学科　2) 徳島大学　総合科学部　社会総合科学科
3) 大阪体育大学　スポーツ科学部　スポーツ科学科

An Examination of the Track and Field Spectator Motivation Scale and Spectator Characteristics

Miyuki Oda[1)] Shun Konda[2)] Kozo Tomiyama[3)]
1) Department of Management and Information Science, Faculty of Management and Information Science, Shikoku University
2) Department of Integrated Arts and Social Sciences, Faculty of Integrated Arts and Sciences, Tokushima University
3) Departmemt of Sport Sciences, Osaka University of Health and Sport Sciences, School of Sport Sciences

Abstracts
The purpose of this study was to create track and field Spectator Motivation Scale and to compare spectator characteristics among the four segments using gender and number of times (first-time spectator, two or more times) as segmentation variables.
As a result, four factors were extracted as the constructs of the track and field Spectator Motivation Scale: Attachment to Competition and Athletes, Interaction, Drama, and Characteristics of Athletes. Comparison of the spectator motivation scale among the four segments revealed that female first-time spectators had significantly lower competition and athlete attachment factors than male two-time or more spectators and female two-time or more spectators, and significantly lower drama factors than male first-time spectators, indicating that spectator motivation differed among the segments.

1. 緒言

これまで日本陸上競技連盟（以下､日本陸連）は、「トップアスリートの活躍によって国民に勇気をあたえること」､「青少年の健全な育成に寄与すること」を重視し、競技力向上と競技人口の拡大に重きを置いていた。しかし、少子高齢化に伴い今後は若い競技者の減少が予想されることから、多世代がアクティブなライフスタイルを送る｢ウェルネス陸上｣の実現を掲げ、アスレティックファミリー（競技会参加者・審判・指導者）やファンの拡大に取り組んでいる（日本陸連, 2017)。国内における陸上競技大会（以下、陸上大会）は、日本グランプリシリーズ（以下、GP シリーズ）が 2018 年から開催されており、選手にとっては獲得ポイントを争う場であると同時に、一般の人々に対して陸上競技の観戦機会を提供している（日本陸連, online)。2023 年度には GP シリーズとして認定されるための加盟条件が更新され、GP シリーズのグレードが 3 段階設けられた。また、グレードにより賞金の設定が義務付けられ､選手の競技力向上のための環境整備に加えて、観客動員やエンターテインメント性のある大会運営が求められるようになった。各大会の開催にあたってはこれまで以上に集客と収益の増加が求められるようになり､主催者にとって観戦者獲得のために｢観戦者はなぜ、その大会を観戦するのか｣の解明が重要になっている。

観戦型スポーツイベントにおいては、観戦客が増加すればチケット販売による収益が向上し、スポンサーシップの価値も高まることから（Snelgrove et al., 2008)、観戦動機に着目した研究（Funk et al., 2001；Funk et al., 2009；Madrigal, 2006；

Sloan et al., 1987；Trail and James, 2001；Wann, 1995）が進められてきた。しかしながらその対象はチケット収入やスポンサー収入が運営に大きな影響をもたらすようなプロスポーツを対象とした研究が多く、チームスポーツの競技が多い傾向にある。個人競技であるゴルフの観戦者を対象にしたRobinson et al.（2004）はチームスポーツの研究を参考にしながら観戦動機を測定しているが、スポーツ観戦者の動機はスポーツ種目間の差異がある（Madrigal and Howard, 1995）ことから、観戦対象となる競技によって観戦動機測定尺度も異なるものが必要となる。

また、観戦者獲得のためのマーケティング戦略を展開する上でマーケット・セグメンテーションは有効な手段であり（藤本・原田，2001）、観戦動機（前田ほか，2014；高田ほか，2008）、経験価値（齋藤ほか，2010）、性別と観戦者のファンタイプ（和田ほか，2022）などといったセグメンテーション変数に関する研究が行われている。陸上競技観戦者に関する研究はチームスポーツを対象とした研究と比較してまだ研究の積み重ねが十分とはいえないことから、今後観戦者の獲得を目指して基礎的なセグメンテーション変数を定めて観戦者を細分化し、その特性を把握することが求められる段階にあるといえる。以上のことから、本研究は、陸上競技観戦者の観戦動機尺度を作成するとともに、性別と観戦回数を用いたセグメンテーションを行いセグメント間で観戦動機を比較することで、陸上競技観戦者の特性を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の手順

本研究では、以下の3つのステップで研究を進めた。まず陸上競技の観戦動機因子の作成のため先行研究を参考に測定項目の選定を行った後に予備調査1を実施し、陸上競技観戦動機に追加する陸上競技観戦特有の項目の検討を行った。次に、予備調査1で作成した観戦動機尺度を用いて予備調査2を行い、追加項目を含めた尺度の信頼性の確認を行った。最後に、予備調査1及び2で作成した陸上競技観戦動機の確認的因子分析を行い尺度の信頼性と妥当性を検証し、さらにセグメンテーション変数をもとに陸上競技観戦者の細分化を行った。分析には、IBM SPSS Statistics 29とIBM SPSS Amos28を使用した。

なお、本研究は大阪体育大学研究公正委員会研究倫理審査部会の承認を得て実施した。

3. 陸上競技観戦動機因子の検討

本研究の目的である、陸上競技観戦動機尺度の作成を目指して、スポーツ観戦動機に関する研究を参考に、先行研究で用いられている研究に共通している因子を表1に示した。「(代理的)達成」、「審美性」、「社会性・交流」、「エキサイトメント」、「逃避・脱出」、「ドラマ性」、「選手愛着」、「地域の誇り・愛着」、「エンターテインメント」、「家族」、「競技愛着」因子は先行研究で共通している観戦動機因子である。また、「健全な環境」因子の項目は陸上競技においても当てはまる可能性が高いと判断し、本研究でも採用することにした。次に先行研究を参考に陸上競技の競技特性に適切な項目の選定、ワーディングの修正を行った。項目の選定、修正はスポーツマネジメントを専門とする研究者3名で行い、合計46項目を選定した。翻訳が必要な項目に関しては、スポーツマネジメントを専門とする研究者4名（1名は留学経験あり）によって翻訳を行い、項目の妥当性を確認した。

4. 予備調査1

4－1. 調査対象および方法

関東と関西に位置する2つの体育系大学の陸上競技部の学生を対象としたオンライン調査を実施した。調査方法は、陸上競技部の担当者にQRコードの印刷された調査票の配布を依頼し、オンラインで回答を得た。調査時期は2022年の8月から9月の間に実施し、配布から回収まで2週間の期間を設けた。全体で146部回収し、有効回答数は120部であった（有効回答率82.1%）。

調査項目は個人的属性、陸上競技観戦動機項目46項目、陸上競技観戦の魅力に関する自由記述項目である。質問「あなたは、陸上競技観戦において、以下のそれぞれの項目についてどの程度そう思いますか」に対して、「1. 全くそう思わない」から「5. 非常にそう思う」の5段階リッカートタイプ尺度を用いた。また、陸上競技特有の観戦動機項目の検討のため、「野球やサッカーといったチームスポーツではなく、陸上競技のように記録を競う競技を観戦する理由や、その魅力は何だと思いますか」に対して、自由記述で回答をしてもらった。分析方法は、先行研究をもとに作成した観戦動機尺度について探索的因子分析を実施し、Cronbachのα係数を用いて信頼性の確認を行うとともに、自由記述で得られた回答については、スポーツマネジメントを専門と

表１　因子別・スポーツ観戦動機尺度の先行研究（本研究で参考にした文献）

因子名	文献
（代理的）達成	Sloan(1989), Trail and James(2001), Funk et al.(2001), Funk et al.(2002), Funk et al.(2004), Funk et al.(2009), Mahony et al.(2002), Won and Kitamura(2006), Madrigal(2006), 高田ほか(2008), Snelgrove et al.(2008), 井上・竹内(2013)
審美性	Wann(1995), Trail and James(2001), 仲澤ほか(2014), Funk et al.(2001), Funk et al.(2002), Funk et al.(2009), Mahony et al.(2002), Madrigal(2006), Snelgrove et al.(2008), 井上・竹内(2013)
社会性 交流	Wann(1995), Trail and James(2001), Funk et al.(2001), Funk et al.(2002), Funk et al.(2004), Funk et al.(2009), Won and Kitamura(2006), 高田ほか(2008), Snelgrove et al.(2008), 井上・竹内(2013)
エキサイトメント	Sloan(1989), Wann(1995), Funk et al.(2001), Funk et al.(2002), Funk et al.(2004), Funk et al.(2009), 井上・竹内(2013)
逃避・脱出	Wann(1995), Trail and James(2001), Funk et al.(2004), Funk et al.(2009), Won and Kitamura(2006), Snelgrove et al.(2008), 井上・竹内(2013)
ドラマ性	Trail and James(2001), 仲澤ほか(2014), Funk et al.(2001), Funk et al.(2002), Funk et al.(2004), Mahony et al.(2002), Won and Kitamura(2006), 高田ほか(2008)
選手愛着	仲澤ほか(2014), Funk et al.(2001), Funk et al.(2002), Funk et al.(2004), Mahony et al.(2002), Won and Kitamura(2006), Madrigal(2006), 高田ほか(2008)
地域の誇り/愛着	仲澤ほか(2014), Funk et al.(2001), Funk et al.(2002), Funk et al.(2004), Mahony et al.(2002), Won and Kitamura(2006), 高田ほか(2008)
エンターテインメント	Sloan(1989), Wann(1995), Funk et al.(2002), Funk et al.(2004), Won and Kitamura(2006), Snelgrove et al.(2008)
家族	Wann(1995), Trail and James(2001), Funk et al.(2002), Funk et al.(2004), Won and Kitamura(2006), 高田ほか(2008)
競技愛着	仲澤ほか(2014), Funk et al.(2001), Funk et al.(2002), Funk et al.(2004), Mahony et al.(2002), 高田ほか(2008)
大会環境	Funk et al.(2002), Funk et al.(2004)

する研究者３名で内容的妥当性の確認をし、追加項目の検討を行った。

4－2．予備調査１の結果

個人的属性は、男性 73 名（60.8％）、女性 46 名（38.3％）、その他１名（0.8％）、1 年生 40 名（33.3％）、2 年生 28 名（23.3％）、3 年生 29 名（24.2％）、4 年生 19 名（15.8％）、大学院生４名（3.3％）であった。

探索的因子分析を行う前に、回答の偏りについて確認を行うために、全項目の歪度および尖度について確認を行った。歪度、尖度ともに絶対値１を超えている（村上，2006）5 項目は除外し、41 項目で探索的因子分析（最尤法、プロマックス回転）を行った。因子負荷量の基準は .40 以上（小塩，2018）とし、基準値に満たない項目は都度削除し、分析を繰り返した結果、3 因子 13 項目となった。内的一貫性を示すα係数は .71 ～ .88 となり、一般的な基準値である .70（Nunnally and Bernstein, 1994）を満たす結果であった。先行研究を参考に、第１因子を「競技・選手愛着」、第２因子を「交流」、第３因子を「ドラマ性」と命名した（表 2）。

次に、追加項目の検討を行った。自由記述から得られた回答を元に８項目を作成し、「1 つの会場で複数の種目をみることができる」といった陸上競技特有の因子であることから「競技特性」と命名した（表 3）。

5．予備調査２

5－1．調査対象および方法

2022 年 10 月１日～２日に新潟県長岡市にあるデンカビックスワンスタジアムで開催された

表２　陸上競技観戦動機尺度の探索的因子分析と信頼性

	1	2	3
競技・選手愛着　α=.88			
陸上競技の熱狂的なファンである	.91		
ほかの競技スポーツよりも、陸上競技を応援している	.82		
私は選手のファンである	.79		
陸上競技大会を追いかけることが好きである	.71		
私が陸上競技大会を観戦する最大の理由は、一番好きな選手を応援したいからである	.62		
私は選手個人を応援している	.54		
交流　α=.82			
陸上競技大会を観戦するとき、他の観客やファンとの交流を楽しんでいる		.80	
陸上競技大会では、近くに座っている人たちと話をするのが好きだ		.73	
私が陸上競技大会を観戦するのは、交流の機会があるからだ		.69	
陸上競技大会は、人と交流する良い機会である		.63	
私が陸上競技大会を観戦するのは、友人と充実した時間を過ごすためである		.52	
ドラマ性　α=.71			
私は一方的な試合よりも競った試合展開を望む			.79
私は大差のつく試合よりも接戦の方が楽しい			.65

ATHLETICS CHALLENGE CUP 2022を対象とした。調査方法として、大会主催者が指定した体調管理アプリ内の「お知らせ」セクションにグーグルフォームのURLを記載し、オンライン調査を実施した。体調管理アプリに登録している時点で観戦の意思があると判断し、大会開催2週間前から大会終了後1週間まで回答することができるように設定した。その結果、140部回収し、有効回答数は123部（有効回答率87.9%）であった。

調査項目は、予備調査1で得られた観戦動機尺度4因子21項目を設定し、α係数を用いて信頼性の確認を行った。また、予備調査1と同様に陸上競技観戦特有の項目に関する自由記述欄を設けた。

5－2．予備調査2の結果

性別は、男性65名（52.8%）、女性58名（47.2%）、年代は、10代1名（0.8%）、20代7名（5.7%）、30代13名（10.6%）、40代39名（31.7%）、50代46名（37.4%）、60代17名（13.8%）であった。

観戦動機尺度のα係数は、競技･愛着因子（.81）、交流因子（.87）、ドラマ性因子（.55）、競技特性因子（.82）となり、予備調査1で新たに追加した競技特性因子において信頼性を確認することができた。ドラマ性因子で基準値の.70を下回る結果となったが、α係数は項目数が少なくなると係数が小さくなるという特徴があり、再検討が必要とされる.50（小塩，2018）を上回っていることから許容される範囲内であると判断し研究を進めた。また、陸上競技観戦特有の項目に関する自由記述では、予備調査で得られた内容と同義の記述内容が得られたため、項目の追加はなかった。

表３　自由記述を元に作成した追加項目（競技特性因子）

項目
勝敗が分かりやすい
ルールが分かりやすい
選手個人の努力や技術が競技に反映されやすい
個人の頑張っている姿をみることができる
選手一人一人のパフォーマンスをみることができる
0.01秒や１cmという差を競っているところが魅力である
１つの会場で複数の種目をみることができる
複数の種目が開催されているため飽きない

6．本調査

6－1．調査対象および方法

2023年6月4日に大阪市にあるヤンマースタジアム長居で開催された第107回日本陸上競技選手権

表 4　陸上競技観戦動機尺度の信頼性および妥当性

	M	SD	AVE	CR
競技・選手愛着　α=.83			.51	.81
陸上競技の熱狂的なファンである	3.65	1.01		
ほかの競技スポーツよりも、陸上競技を応援している	3.88	1.09		
私は選手のファンである	3.73	1.14		
陸上競技大会を追いかけることが好きである	3.22	1.14		
交流　α=.87			.56	.86
陸上競技大会を観戦するとき、ほかの観客やファンとの交流を楽しんでいる	2.63	1.05		
陸上競技観戦では、近くに座っている人たちと話をするのが好きだ	2.49	0.94		
私が陸上競技大会を観戦するのは、交流の機会があるからだ	2.55	1.05		
陸上競技観戦は、人と交流する良い機会である	3.30	1.06		
私が陸上競技大会を観戦するのは、友人と充実した時間を過ごすためである	2.89	1.13		
ドラマ性　α=.78			.68	.81
私は一方的な試合よりも競った試合展開を望む	3.85	0.98		
私は大差のつく試合よりも接戦の方が楽しい	3.95	0.89		
競技特性　α=.89			.57	.91
勝敗が分かりやすい	4.31	0.89		
ルールが分かりやすい	4.00	0.93		
選手個人の努力や技術が競技に反映されやすい	4.05	0.94		
個人の頑張っている姿をみることができる	4.22	0.80		
選手一人一人のパフォーマンスをみることができる	4.24	0.86		
1つの会場で複数の種目をみることができる	4.44	0.83		
0.01 秒や1cm という差を競っているところが魅力である	4.25	0.89		
複数の種目が開催されているため、飽きない	4.14	0.87		

大会の観戦者を対象とした。調査方法は、調査員が観戦席で調査趣旨を説明し質問紙を直接配布、回収する方法をとった。調査用紙は 390 部回収し、有効回答数は 245 部（有効回答数 62.8%）であった。調査項目は、個人的属性、本大会の観戦回数、学校部活動やクラブチームでの陸上競技経験（現在も含む）、観戦人数、予備調査によって確認された観戦動機尺度 4 因子 21 項目を設定した。

はじめに、確認的因子分析を行い、尺度の信頼性および妥当性の確認を行った。モデル適合度の基準は Hair et al.（2005）の、χ^2/df（2.00 ≦基準値 ≦ 3.00）、GFI（基準値≧ .90）、CFI（基準値≧ .90）、RMSEA（基準値≦ .08）を用いた。その後、観戦者の特性を明らかにするため、予備調査 2 で確認された陸上競技観戦動機尺度を用いて、性別（男性・女性）と観戦回数（初観戦者・2 回以上観戦者）に基づく一元配置分散分析を実施し、セグメント間の比較を行った。調査項目は日本陸連の担当者と事前に内容を確認し、倫理的配慮について検討した。

6－2．本調査の結果

6－2－1．個人的属性

性別は男性 152 名（62.0%）、女性 93 名（38.0%）、年齢は、10 代 12 名（4.9%）、20 代 26 名（10.6%）、30 代 29 名（11.8%）、40 代 65 名（26.5%）、50 代 64 名（26.1%）、60 代 37 名（15.1%）、70 代 12 名（4.9%）であった。陸上競技経験は、145 名（59.2%）が経験者であった。本大会の観戦回数は、初観戦 120 名（49.0%）、2 ～ 3 回 68 名（27.8%）、4 ～ 9 回 46 名（18.8%）、10 回以上 11 名（4.5%）であった。

表 5　因子間相関の平方と AVE

	1	2	3	4
1. 競技・選手愛着	.51	.52	.02	.20
2. 交流	.52	.56	.10	.14
3. ドラマ	.15	.10	.68	.57
4. 競技特性	.44	.14	.57	.56

†対角線から左下半分は相関係数，右上には相関係数の平方を表示し，
対角線には各因子の AVE を示した。

6－2－2. 尺度の信頼性と妥当性

予備調査で得られた陸上競技観戦動機尺度の確認的因子分析を行った。その結果、モデル適合度は基準値を満たさない結果となったため、修正指標を参考に項目の削除を行った。「私が陸上大会を観戦する最大の理由は、一番好きな選手を応援したいからである」、「私は選手個人を応援している」の 2 項目を削除し、4 因子 19 項目で再度分析した結果、χ^2/df=2.54、GFI=.87、CFI=.90、RMSEA ＝ .08 となり GFI のみ基準値を満たさない結果となった。しかし、その他の指標は基準値を満たしており、GFI も基準値である .90 に近い値であることから許容範囲内と判断し分析を進めた。次に、構成概念の妥当性を検証するため AVE と CR を算出した。収束的妥当性を示す AVE は .51 ～ .68 と Fornell and Larcer（1981）の基準値 .50 を上回った（表 4)。因子間相関の平方と AVE を比較したところ、競技・選手愛着因子と交流因子間、ドラマ性と競技特性間において因子間相関の平方が AVE よりも高い値を示した(表 5)。そのため Anderson and Gerbing(1988) の手法を用いて、因子間相関を 1.00 に制約したモデルと因子間相関を許容するモデルの χ^2 を比較した。その結果、因子間相関を許容するモデルの方が制約したモデルよりも統計的に優れていることが明らかとなった（$\Delta\chi^2$ 競技・選手愛着および交流 =185.45, Δ df=1, $p < .001$; $\Delta\chi^2$ ドラマ性および競技特性 =71.96, Δ df=1, $p < .001$)。したがって、要因間に弁別的妥当性があることが示唆された。構成概念の信頼性を示す CR は .81 ～ .91 と Bagozzi and Yi(1988)の基準値 .70 を上回った。α 係数も .78 ～ .89 となり基準値を上回ったことから、尺度の信頼性と妥当性が確認された（表 4)。

6－2－3. 観戦者のセグメンテーションによる比較

次に、性別と観戦回数（初観戦・2 回以上）でセグメンテーションを行った（表 6)。①男性・初観戦者は全体の 24.9％で年代は 40 代・50 代が多く、職業は、自営業（13.1％）・学生（11.5％）の割合が高かった。陸上競技経験者は 60.7％で、平均観戦人数は 2.0 人であった。②男性・2 回以上は全体の 37.1％と最も多いセグメントであった。平均年齢は 52.0 歳と最も高く、陸上競技経験者も 64.8％と割合が高かった。また観戦人数は 1 人と回答した人が 52.7％と半数以上であり、平均観戦人数も 1.7 人と最も少なかった。③女性・初観戦者は全体の 24.1％で平均年齢が 42.5 歳と最も低く、他セグメントと比較すると 10 代（10.2％）の割合が最も高く、職業も、パート・アルバイト（16.9％)、学生（15.3％)、専業主婦（15.3％）の割合が高い傾向にあった。陸上競技経験者は 45.8％と最も低く、平均観戦人数は 2.6 人と最も多かった。④女性・2 回以上は全体の 13.9％で最も割合が低いセグメントであった。平均年齢は 48.0 歳で、職業は③女性・初観戦者と同様に、パート・アルバイト（23.5％)、専業主婦（14.7％）の割合が高い傾向であった。陸上競技経験者は 64.7％と「男性・2 回以上」の次に高く、平均観戦人数は 2.1 人であった。

次に一元配置分散分析によって、観戦動機のセグメント間の比較を行った（表 7)。競技・選手愛着、ドラマ性因子において、有意差が認められた。多重比較の結果、競技・選手愛着因子において、男性・2 回以上（3.82)、女性・2 回以上（3.88）が女性・初観戦（3.33）より有意に平均値が高かった。ドラマ性においては、男性・初観戦者（4.17）が女性・初観戦者（3.75）より有意に平均値が高い結果となった。効果量を示す η^2 は η^2= 0.01 が小さく、η^2= 0.06 が中程度、η^2= 0.14 が大きいとされているため（Cohen, 1988)、「競技・選手愛着」の効果量が大きく、「ドラマ性」は中程度、それ以外の変数に関しては小さい結果となった。

7. 考察および結論

本研究の目的は、陸上競技の観戦動機尺度を作成

表６　性別と観戦回数によるセグメンテーションの結果

	①男性・初観戦 n=61/245　(24.9%)	②男性・２回以上 n=91/245 (37.1%)	③女性・初観戦 n=59/245 (24.1%)	④女性・２回以上 n=34/245 (13.9%)
年代	平均年齢：43.6歳	平均年齢：52.0歳	平均年齢＝42.5歳	平均年齢＝48.0歳
10代	4 (6.6%)	1 (1.1%)	6 (10.2%)	1 (2.9%)
20代	10 (16.4%)	8 (8.8%)	5 (8.5%)	3 (8.8%)
30代	9 (14.8%)	8 (8.8%)	7 (11.9%)	5 (14.7%)
40代	16 (26.5%)	15 (16.5%)	24 (40.7%)	10 (29.4%)
50代	14 (23.0%)	28 (30.8%)	15 (25.4%)	7 (20.6%)
60代	6 (9.8%)	24 (26.4%)	1 (16.9%)	6 (17.6%)
70代	2 (3.3%)	7 (7.7%)	1 (1.7%)	2 (5.9%)
職業				
正社員・正職員	36 (59.0%)	53 (58.2%)	24 (40.7%)	15 (44.1%)
契約社員・派遣社員	1 (1.6%)	2 (2.2%)	5 (8.5%)	1 (2.9%)
自営業	8 (13.1%)	8 (8.8)	2 (3.4%)	1 (2.9%)
会社経営・経営者	2 (3.3%)	4 (4.4%)	0	1 (2.9%)
パート・アルバイト	3 (4.9%)	8 (8.8%)	10 (16.9%)	8 (23.5%)
学生	7 (11.5%)	3 (3.3%)	9 (15.3%)	1 (2.9%)
専業主婦(夫)	0	0	9 (15.3%)	5 (14.7%)
無職・その他	3 (4.9%)	13 (14.3%)	0	2 (5.9%)
無回答	1 (1.6%)	0	0	0
陸上経験者	37 (60.7%)	59 (64.8%)	27 (45.8%)	22 (64.7%)
観戦人数	平均人数：2.0人	平均人数：1.7人	平均人数：2.6人	平均人数：2.1人
1人	20 (32.8%)	48 (52.7%)	9 (15.3%)	6 (17.6%)
2人	27 (44.3%)	32 (35.2%)	27 (45.8%)	23 (67.6%)
3～5人	14 (23.0%)	10 (11.0%)	20 (33.9%)	4 (11.8%)
6人以上	0	1 (1.1%)	3 (5.1%)	1 (2.9%)

表７　陸上競技観戦動機の一元配置分析と多重比較の結果

	①男性初観戦 n=61		②男性2回以上 n=91		③女性初観戦 n=59		④女性2回以上 n=34		F値	多重比較	η^2
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD			
競技・選手愛着	3.51	0.87	3.82	0.85	3.33	0.92	3.88	0.76	5.11^{**}	②>③**、④>③**	.600
交流	2.75	0.80	2.76	0.91	2.66	0.82	2.82	0.74	0.33	n.s.	.004
ドラマ性	4.17	0.73	3.90	0.94	3.75	0.83	3.78	0.75	3.01^{*}	①>③*	.036
競技特性	4.15	0.67	4.24	0.65	4.20	0.65	4.18	0.70	0.21	n.s.	.003

$p<.05^{*}$ $p<.01^{**}$

し、性別と観戦回数を用いたセグメンテーションを行い、セグメント間の比較を通じて観戦者の特性を明らかにすることであった。陸上競技観戦動機は、「競技・選手愛着」、「交流」、「ドラマ性」、「競技特性」の4因子が確認された。チームスポーツを対象にした研究（Funk et al.,2001, 2002, 2004；Mahony et al., 2002；仲澤ほか, 2014；高田ほか, 2008）では、競技愛着と選手愛着はそれぞれ因子として抽出されているが本研究では一つの因子として収束した。陸上競技は個々の選手が競い合うため、出場選手自体が競技全体の魅力を引き出す大きな役割を果たしている。そのため、選手の個別的なパフォーマンスと競技全体の魅力が強く結びついていることが考えられる。競技特性因子は陸上競技観戦特有の因子であり、陸上競技観戦のプロダクトとしての特徴と捉えることができる。一方で、日本陸連が取り組みを強化しているエンターテインメント性に関わる因子は抽出されなかった。近年の大会では、決勝種目における選手紹介や大型ビジョンの活用など、場内演出に注力しているが、陸上競技は複数の種目が同時に実施されるため、観戦者の注目を集めることが難しいという課題がある。JリーグやBリーグはハーフタイムにショーや観戦者参加型のイベントなどを実施しているが、陸上競技は選手の競技以外に観戦者が楽しめる機会が十分に提供されていないことが考えられる。そのため、あらかじめスケジュールにショーやイベントを開催する時間を設定することが必要である。時間の確保が難しい場合には、会場内限定でスマートフォンを使用し、優勝記録を予想する企画の実施を提案する。観戦者の興味を競技に集めることは、観戦意欲を高め、エンターテインメント性を強化することが期待できる。

次に、陸上競技観戦者の特性は陸上競技経験者が多い結果となった。菅原（2019）は、プロ・実業団スポーツリーグを対象に学齢期（小学～大学）のスポーツの実施経験は成人期（23歳～58歳）における当該スポーツの直接観戦に有意な相関があることを明らかにしている。このことからチームスポーツに限らず、個人種目であってもその影響が本研究でも示唆された。本研究の対象とした大会では、小学生の部を同日開催していた。対象となった大会以外においても、トップ選手以外のレース（小・中・高校生の部など）を同日開催している大会は多くある。日本陸連や大会主催者は今後もこのような取り組みを続けることは競技者育成の視点からも必要である。

セグメント間における観戦動機の比較結果では、まず女性・初観戦者は競技・選手愛着因子の平均値が男性・女性2回以上の観戦者と比較し有意に低く、ドラマ性因子も平均値は低いことが示された。調査実施日の最初のプログラムに小学生の100mが開催されていたことからこのセグメントには小学生の保護者や家族、知り合いが出場しているといった選手と近しい関係にある人が含まれている可能性がある。さらに平均観戦人数が最も多いことから、誰かに誘われたから観戦に来たといった外的要因によって観戦行動をとっている人が多いことが想定され、競技や選手に対してロイヤルティが低い傾向にあると考えられる。また、陸上競技経験者も少ないことから、競技に関する知識が乏しいことも想定される。このセグメントには、選手のプロフィールやこれまでの成績、各種目のルールなど、初めての観戦者が競技の見所を把握できるような情報を提供することが、観戦を楽しめるきっかけになると考える。次に、ドラマ性において男性・初観戦者と女性・初観戦者の間で有意差が認められた。また、男性・初観戦者は4つのセグメント間で最も高い平均値を示した。このことは、男性・初観戦者が競技のドラマ性に対して特に敏感であることを示唆している。大会主催者にとって、レース展開をコントロールすることは不可能であるが、競技力向上と選手層の厚みを増すことによって、不確実性が高く、接戦を繰り広げられることが期待できる。日本陸連は2014年度から、国際大会での活躍が期待される次世代の競技者を育成する「ダイヤモンドアスリート制度」を導入している。2024年のパリオリンピックでは、この制度の修了生である女子やり投げ選手がフィールド種目初のメダルを獲得した。このように世界で活躍できる選手を育成することは、日本陸上界の競技力の底上げだけでなく、観戦の楽しさを高めることに繋がると考える。

8. 研究の限界と今後の展望

本研究は、観戦者の特性をセグメントごとに比較することで明らかにしたが、各セグメントのサンプル数には課題が残る。セグメントの特徴をより詳細に把握するために、調査方法の再検討が必要である。調査対象とした大会では、小学生のレースが同日開催されたため、観戦者の中に選手の親族が含まれている可能性が示唆された。親族であるかどうかという点は、観戦動機に影響を与えることが考えられるため、選手との関係性に関する質問項目の設定が今後の課題として挙げられる。さらに、陸上大会は、

走る・跳ぶ・投げるといった複数の種目が同時に行われるという特徴がある。陸上競技観戦者の関心は単一種目に限らず、複数の種目にわたる可能性が高く、観戦動機も応援している種目によって異なる可能性がある。特にGPシリーズでは、大会によって種目を限定（短距離種目のみ、長距離種目のみ等）して開催されることがある。このため、今後は大会ごとの比較を行うことで、各大会の特性に基づいた観戦者増加のためのマーケティング戦略の策定に貢献できると考える。

本研究では、陸上競技観戦動機尺度を作成し、観戦者の特性を踏まえた観戦者獲得のためのマーケティング戦略を提案した。新規観戦者や継続的な観戦者の増加は、スポーツ組織にとって重要な収入源の確保に繋がる。安定したチケット収入が得られることで、スポンサー収入やグッズ収入の増加が期待され、得られた利益を選手強化費や競技の普及活動に活用することが可能になる。今後も陸上競技の観戦者研究を進めることは、アスレティックファミリーやファンの拡大に不可欠であると考える。

付記

本研究は、日本スポーツマネジメント学会の「日本スポーツマネジメント学会2022年度研究助成」を受けて実施しました。

引用文献

Anderson, J.C. and Gerbing, D.W. (1988) Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. Psychological Bulletin, 103:411-423.

Bagozzi, R. P. and Yi, Y. (1988) On the evaluation of structural equation models. Journal of the academy of marketing science, 16: 74-94.

Cohen, J. (1988) Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Fornell, C. and Larcker, D. F. (1981) Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. Journal of marketing research, 18(1): 39-50.

藤本淳也・原田宗彦 (2001) 潜在的観戦者のマーケット・セグメンテーションに関する研究：特に観戦意図に注目して．大阪体育大学紀要，32：1-11.

Funk, D. C. and James, J. (2001) The psychological continuum model: A conceptual framework for understanding an individual's psychological connection to sport. Sport management review, 4(2): 119-150.

Funk, D. C., Mahony, D. F. and Ridinger, L. L. (2002) Characterizing consumer motivation as individual difference factors: Augmenting the sports interest inventory (SII) to explain level of spectator support. Sport Marketing Quarterly, 11(1)：33-43.

Funk, D. C., Ridinger, L. L. and Moorman, A. M. (2004) Exploring origins of involvement: Understanding the relationship between consumer motives and involvement with professional sport teams. Leisure Sciences, 26(1): 35-61.

Funk, D. C., Filo, K., Beaton, A. A. and Pritchard, M. (2009) Measuring the motives of sport event attendance: Bridging the academic-practitioner divide to understanding behavior. Sport Marketing Quarterly, 18(3): 126-138.

Hair, J. F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R. E.and Tatha (2005) Multivariate data analysis (5th ed).Upper saddle River.

井上尊寛・竹内洋輔 (2013) フィギュアスケート観戦者における観戦動機に関する研究．法政大学スポーツ健康学研究，4：11-17.

Madrigal, R. (2006) Measuring the multidimensional nature of sporting event performance consumption. Journal of Leisure Research, 38(3): 267-292.

Madrigal, R. and Howard, D.R. (1995, Jane) The development of the FANDIM scale and its potential application to understanding sport spectators. Paper presented at the meeting of the North American Society for Sport Management, Athens, GA, USA.

仲澤眞・吉田政幸・岩村聡 (2014) Ｊリーグ観戦者の動機因子 Ｊリーグの導入期における二次的データの検証．スポーツマネジメント研究，6(1)：17-35.

Mahony, D. F., Nakazawa, M., Funk, D. C., James, J. D. and Gladden, J. M. (2002) Motivational factors influencing the

behaviour of J. League spectators. Sport Management Review, 5(1): 1-24.
村上宣寛(2006)心理尺度のつくり方. 北大路書房.
日本陸上競技連盟 (2017) JAAF VISION 2017, https://www.jaaf.or.jp/pdf/about/jaaf-vision-2017.pdf (参照日 2024 年 7 月 17 日)
日本陸上競技連盟 (2023) https://www.jaaf.or.jp/news/article/19291/?category=2 (参照日 2024 年 7 月 17 日)
日本陸上競技連盟 (online) 日本シリーズについて, https://www.jaaf.or.jp/gp-series/2023/outline/ (参照日 2024 年 7 月 17 日)
Nunnally, J. C., Bernstein, I. H. and Berge, J. M. T. (1994). Psychometric Theory (Vol. 3) McGraw-Hill.
小塩真司 (2018) SPSS と AMOS による心理・調査データ解析:因子分析・共分散構造分析まで.東京図書.
齋藤れい・原田宗彦・広瀬盛一 (2010) スポーツ観戦における経験価値尺度開発および J リーグ観戦者の分類. スポーツマネジメント研究, 2(1):3-17.
Sloan, L.R. (1989) The motives of sports fans. In J.H.Goldstein (Ed.), Sports, games, and play: Social and psychological viewpoints (2nd ed.): 175-240.
Sloan, L. R., Bates, S., Davis, W. and Schwieger, P. K. (1987) Are sports' appeal and sports' consequences derived from the same fan motives? Support for the achievement seeking needs. In meeting of the Midwestern Psychological Association, Chicago, IL.
Snelgrove, R., Taks, M., Chalip, L. and Green, B. C. (2008) How visitors and locals at a sport event differ in motives and identity. Journal of Sport & Tourism, 13(3): 165-180.
菅原尚子 (2019) 学齢期のスポーツ参画経験と成人期以降の直接観戦行動の関係:スポーツ観戦経験と対象種目の実施経験間の持ち越し効果の比較. スポーツ科学研究, 16:62-78.
Trail, G. T. and James, J. D. (2001) The motivation scale for sport consumption: Assessment of the scale's psychometric properties. Journal of Sport behavior, 24(1):108-127.
高田一慶・原田宗彦・備前嘉文 (2008) わが国の球技系トップリーグ観戦者に関する研究:クラスター分析を用いた観戦者の分類. スポーツ産業学研究, 18(1):25-42.
Wann, D. L. (1995) Preliminary validation of the sport fan motivation scale. Journal of Sport and Social Issues, 19(4): 377-396.
和田由佳子・松岡宏高・藤本淳也 (2022) 性別とファンのタイプによるスタジアム来場者のセグメンテーション:ジャパンラグビートップリーグに着目して. スポーツマネジメント研究, 14(2):3-17.
Won, J. U. and Kitamura, K. (2006) Motivational factors affecting sports consumption behavior of K-league and J-league spectators. International Journal of sport and Health Science, 4: 233-251.

【研究資料】

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 31-41, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,31-41,2024

二次出版：高校生陸上競技選手の疲労骨折、月経機能障害、摂食障害の既往と関連因子
Prevalence and associated factors of stress fractures, menstrual dysfunction, and eating disorders in high school athletes

山本 宏明[1)]　渡邊 將司[2)]　須永 美歌子[3)]　森丘 保典[4)]　酒井 健介[5)]　杉田 正明[3)]
1) 北里大学メディカルセンター　2) 茨城大学　3) 日本体育大学　4) 日本大学　5) 城西国際大学

要旨

目的：若年アリートにおける疲労骨折（stress fractures ： SF)、月経機能障害（menstrual dysfunction ： MD)、摂食障害（eating disorders ： ED）は重要な課題である。国内の高校生陸上競技選手が経験しているSF､MD､EDの頻度を明らかにし、それらに関連する因子を把握することを目的に本研究を行った。

方法：日本陸上競技連盟主催の選抜合宿に参加した高校生陸上競技選手1,199名（男性608名、女性591名）を対象とした横断研究。

結果：男女選手の約4人に1人がSFの既往を申告した。さらに、1週間の練習時間の長さ、競技種目（短距離、中距離、跳躍、混成）がSF既往の関連因子として特定された。

女性競技者の約3人に1人がMDの既往を申告しており、長距離選手は、短距離、投擲、跳躍の選手よりも有意にMDを経験する頻度が高かった。さらに、MD既往に関連する因子として、ED既往があること、種目として長距離が特定された。ED既往は男女差なく低頻度で申告され、長距離は短距離や跳躍よりも有意に高頻度であった。

結論：国内高校陸上競技選手の約4分の1がSFを経験し、女性競技者の約3分の1がMDを経験している。SF、MD、EDの相互の関連、ならびに競技種目とトレーニング時間との関連は考慮すべき事柄である。

注記：本論文は、Sports Psychiatry誌に英文で最初に報告された研究、Prevalence and associated factors of stress fractures, menstrual dysfunction, and eating disorders in high school athletes. H. Yamamoto, M. Watanabe, M. S. Sunaga, Y. Morioka, K. Sakai, and M. Sugita. Sports Psychiatry. 2024;1-10. https://doi.org/10.1024/2674-0052/a000076 に基づいている。同論文を国内陸上競技関係者に提供することを目的に、忠実に日本語訳した二次出版である。引用を行う場合には上記原典を確認の上で引用のこと。二次出版にあたり、International committee of medical journal editors: ICMJEの定めるAcceptable Secondary Publicationの全条件を遵守した。

はじめに

アスリートの心身の健康を守ることは喫緊の国際的課題である。国際オリンピック委員会は、2019年にアスリートのメンタルヘルスに関するコンセンサス・ステートメント[1]を、2023年にメンタルヘルス行動計画[2]を提示し、対策の必要性を強調している。摂食障害（eating disorders ： ED)、無月経、骨粗鬆症からなる女性アスリートの三主徴は、1992年のYeagerらの報告[3]や1997年のAmerican College of Sports Medicineによる提言[4]などにおいて、女性アスリートの健康を脅かす重大な脅威として提唱された。それ以来、アスリートの生命とパフォーマンスを脅かす問題として、EDと三主徴に関して多くの勧告や声明が出されている[4-6]。2007年の米国スポーツ医学会の勧告では、EDの有無にかかわらず、視床下部性月経機能障害と低エネルギー利用能（low energy availability ： LEA）を背景とする骨の健康障害として、三主徴の病理学的レベルを再定義している[7]。国際オリンピック委員会の2014年の声明によると、LEAは男性でも女性でも起こりうるものであり、スポーツにおける相対的エネルギー欠乏（Relative Energy Deficiency in Sport：REDs）につながるものとされ

ている［8］。2018年にREDsに関するIOCコンセンサスが更新されて以来、男性アスリートを対象とした報告が徐々に増加している［9］。2021年の「男性アスリートにおける三主徴に関するコンセンサス・ステートメント」によると、LEAとREDsは、男女両方のアスリートにとって重要な問題と位置付けられている［10-12］。IOCは、REDsに関する2023年のコンセンサス・ステートメントを更新し、臨床評価と調査方法を提案した［13］。声明の中で提示されたREDsの調査方法として推奨される項目には、疲労骨折歴、自己申告による月経歴、摂食障害歴が含まれている。アスリートの摂食障害対策は国際的に要請されており、研究者や各国競技統括団体に実態調査が求められている［1, 2, 8］。しかし、日本におけるスポーツ選手のSF、MD、EDの実態調査は少ない。特に、10代後半の高校生アスリートを対象とした調査は少なく、どの競技種目がハイリスクであるかについてのエビデンスは不足している。男女高校生は骨量がピークに達する過程にあり［14, 15］、同時にSFやEDの好発年齢にある［16］。持久系競技だけでなく、審美系競技、体重制競技、空中系競技もEDのリスクが高いが［17-20］、特に若いアスリートに関する研究は不足している。

長距離ランナーのSFには、大きく分けて2つの要因（骨にかかる荷重負荷を変化させる要因、骨の耐荷重能力）が関連していると報告されており、前者にはバイオメカニクス的要因、トレーニング要因などが含まれ、後者には遺伝的要因、栄養状態、内分泌状態などが含まれる［21］。陸上競技には、持久系種目、スプリント系種目、跳躍系種目、投擲系種目、混成種目など様々な特徴をもつ種目がある。種目間の比較から、SF、MD、EDの発症率が高い競技を知ることができるかもしれない。さらに、高校陸上競技選手のSF、MD、EDに関連する因子を見つけることができるかもしれない。我々は、このような臨床的疑問に答えるために、ハイレベルな高校陸上競技を対象とした横断調査を計画した。

方法

この横断研究は、任意の質問紙調査のデータを用いた。対象は、日本陸上競技連盟が2021年から2023年にかけて日本で開催した計7回の選抜強化合宿に参加した高校生である。全員が日本国籍であった。全選手には、個人的かつ内密にアンケートに回答する機会が提供された。調査票はMicrosoft Forms（Microsoft Corporation, One Microsoft Way, Redmond, WA, U.S.A.）を使用して作成し、参加者は調査説明文書に記載されたQRコードをスマートフォンで読み取って回答した。

競技者は、1）短距離種目（ハードルを含む400m以下）、2）中距離種目（800～1500m）、3）長距離種目（ハードル、競歩を含む3000～5000m以上）、4）跳躍種目（走り幅跳び、三段跳び、走り高跳び、棒高跳び）、5）投擲種目（やり投げ、ハンマー投げ、砲丸投げ、円盤投げ）、6）混成種目（男子八種競技、女子七種競技）の6種目に分類された。重複を避けるため、複数の競技に出場している者は、最も得意とする競技を選択するよう求めた。駅伝に代表されるロードレースに特化した選手は、今回の対象には含まれなかった。

調査には、身長、体重、高校卒業後の競技レベル、EDの既往歴、SFの既往歴、MDの既往歴（3ヶ月以上の無月経、または月経未初来）、1週間の練習時間などのデータが含まれた。骨の健康に関するデータは質問票から得た。骨密度の直接測定は困難であったため、骨の健康状態は骨密度ではなく、疲労骨折の既往から調べた。本調査では、3つの病歴（SF、ED、MD）がすべて存在する症例を女性アスリートの三主徴疑い“probable triad”とした。

倫理的配慮

研究参加者は、参加しないことによって不利益を被ることがないことを保証され、自由意志に基づいてアンケートが行われた。茨城大学教育学部研究倫理委員会（許可番号21P1900）の承認を得た。すべての方法はヘルシンキ宣言に基づいた。研究への同意は、アンケート回答時に参加者から確認することで得た。

統計解析

統計解析は、JMP Pro version 17 software for Windows（SAS Institute Inc., Cary, NC, U.S.A.）を用いて行った。収集したデータの要約には記述統計量を用いた。平均値と標準偏差が所見の提示に用いられた。連続変数が等しく分布している場合はStudentのt検定を、等しく分布していない場合はWelchのt検定を用いた。分割表に対するFisherの正確検定（両側）をカテゴリー変数間の関係の検定に用い、2群間の比較には有意水準を$P < 0.05$とした。6つの競技種目におけるデータの同等性の検討には、カテゴリー変数間の検定にFisherの

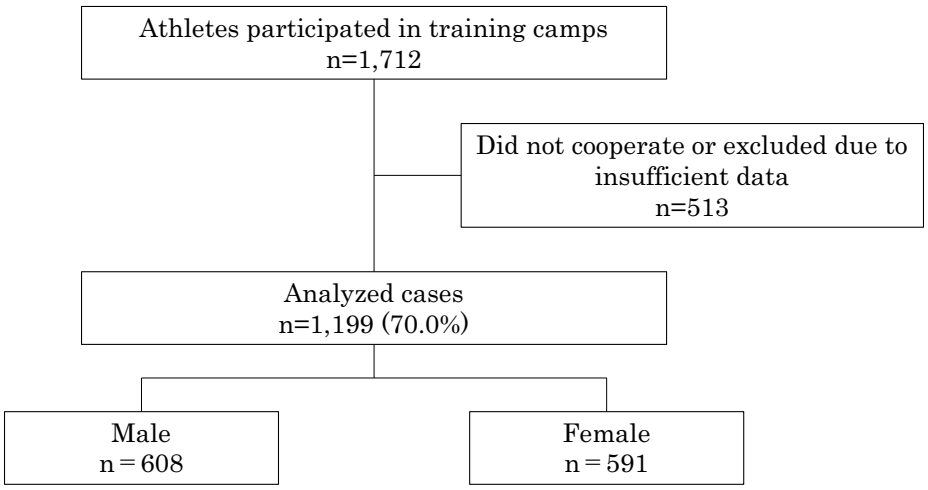


Figure 1. Flow chart for selecting participants

Table 1. Characteristics of male and female athletes (n = 1,199) in the study

	Male (n = 608)	**Female (n = 591)**	***P***
Age (year), mean (SD)	17.01 (0.57)	17.04 (0.58)	*0.38*
BMI (kg/m^2), mean (SD)	21.8 (3.3)	20.5 (2.5)	*< 0.0001*
Weight (kg), mean (SD)	65.4 (11.0)	53.4 (7.4)	*< 0.0001*
Height (cm), mean (SD)	173.1 (5.8)	161.1 (5.2)	*< 0.0001*
Training (hour/week), mean (SD)	14.8 (4.0)	15.0 (3.9)	*0.46*
Rest, day/week, mean (SD)	1.39 (0.65)	1.35 (0.69)	*0.13*
History of stress fractures, n (%)	144 (23.7)	137 (23.2)	*0.84*
History of menstrual dysfunction, n (%)	-	201 (34.0)	-
History of eating disorders, n (%)	10 (1.6)	20 (3.4)	*0.064*
Probable Triad , n (%)	-	4 (0.7)	-

Abbreviations: SD, standard deviation; BMI, body mass index.

Probable triad, previous stress fracture, menstrual dysfunction, and eating disorder.

正確検定（両側）を使用した。連続変数については、分散が不等であったため、ノンパラメトリック法であるKruskal-Wallis検定を用いた。有意水準はP ＜ 0.05とした。ペア比較検定は、6種目間で同等性を示さなかった項目について実施された。一対比較は、6つのグループに15の組み合わせが含まれていたため、有意水準としてP＜0.0033を用いて、BonferroniのP値で補正した。連続変数にはWilcoxon検定を用いた。カテゴリー変数にはFisherの正確検定（両側）を用いた。単変量および多変量ロジスティック回帰分析を用いて、SFおよびMDに関連する因子を分析した。単変量ロジスティック回帰分析で有意（P ＜ 0.05）であった因子については、多変量ロジスティック回帰分析を用いて潜在的交絡因子を調整した。

結果

対象者の選択

この研究に含まれるケースのフローチャートをfigure 1に示す。この研究には 1,712 人の対象者が含まれた。非参加者とデータが欠落しているケースを除外すると、1,199 人（70.0%）の対象者が含まれた（男性 608 人、女性 591 人）。

対象者の特徴

Table 1に対象者の特徴を示す。年齢、1 週間の練習時間、1 週間の休息日数、SFの既往歴、EDの既往歴は男女間に有意差はなかった。BMI（Body mass index)、体重、身長には有意差があった。女性競技者のMD既往は201人（34.0%）で、そのうち10 人（1.7%）は一度も月経を経験していなかった。

Table 2. Specialty and competition level of athletes

		Competition level			
	Overall	National	Regional	Prefectural	City
Male	608 (100)	180 (29.6)	318 (52.3)	93 (15.3)	17 (2.8)
Specialty					
Sprinting	227 (37.3)	61 (33.9)	127 (39.9)	34 (36.6)	5 (29.4)
Middle-distance	27 (4.4)	5 (2.8)	14 (4.4)	6 (6.5)	2 (11.8)
Long-distance	46 (7.6)	9 (5.0)	29 (9.1)	6 (6.5)	2 (11.8)
Jumping	166 (27.3)	57 (31.7)	81 (25.5)	25 (26.7)	3 (17.7)
Throwing	121 (19.9)	45 (25.0)	55 (17.3)	17 (18.3)	4 (23.5)
Combined	21 (3.5)	3 (1.7)	12 (3.8)	5 (5.4)	1 (5.9)
Female	591 (100)	233 (39.4)	276 (46.7)	69 (11.7)	13 (2.2)
Specialty					
Sprinting	238 (40.3)	107 (45.9)	96 (34.8)	31 (44.9)	4 (30.8)
Middle-distance	30 (5.1)	11 (4.7)	16 (5.8)	3 (4.4)	0 (0.0)
Long-distance	38 (6.4)	17 (7.3)	17 (6.2)	3 (4.4)	1 (7.7)
Jumping	142 (24.0)	53 (22.8)	71 (25.7)	17 (24.6)	1 (7.7)
Throwing	108 (18.3)	38 (16.3)	56 (20.3)	9 (13.0)	5 (38.5)
Combined	35 (5.9)	7 (3.0)	20 (7.3)	6 (8.7)	2 (15.4)

Reported as n (% of each competition level)

日本の初経年齢の平均は 12.2 歳 [22] であり、15 歳－17 歳で初経の発来していないものを初経遅延とする定義が 2017 年から用いられている [23]。一般における初経遅延の正確な割合は判明していない。

専門種目と競技レベル

Table2 に、調査対象選手の専門種目と競技レベルを示す。調査に協力した選手の競技レベルは、全国大会出場(男性 29.6%、女性 39.4%、P = 0.0004)、地域大会出場（男性 52.3％、女性 46.7％、P = 0.057)、都道府県大会出場（男性：15.3％、女性：11.7%、P = 0.076)、市町村大会出場（男性：2.8%、女性：2.2%、P = 0.059）であった。2022 年の全国高等学校体育連盟登録者数によると、全国大会レベルの選手は 3.6%、地域大会レベルの選手は 35.4%であった [24]。研究参加者の大半（男性 81.9%、女性 86.1%）は全国レベルまたは地域大会レベルの選手であり、この研究が国内のハイレベルな高校生競技者を対象としていることを示している。男女を比較すると、女性のほうが national レベルの選手が多かった。被験者全体の性別比率(608: 591）には差がなく（P=1.00)、専門ごとの選手数の比率には有意差はなかった（P=0.22)。

競技種目別の特徴

Table 3 に競技種目別の選手の特徴を示す。SF 既往は、短距離は投擲よりも有意に多かった。ED 既往は、長距離において短距離や跳躍よりも有意に多かった。BMI は投擲において他の競技よりも有意に高く、短距離は長距離や中距離よりも有意に高く、混成競技では長距離や中距離よりも有意に高く、跳躍では長距離走や中距離走よりも有意に高かった。トレーニング時間は投擲において、長距離、中距離、短距離、跳躍よりも有意に長かった。

種目別男性競技者の特徴

SF 既往は、短距離は投擲よりも有意に多かった。ED 既往は種目間の有意差はなかった。BMI は、投擲で他の種目より有意に高く、短距離は長距離および中距離より有意に高く、混成種目は長距離および中距離より有意に高く、跳躍は長距離および中距離より有意に高かった。トレーニング時間は投擲が長距離および中距離より有意に長かった。

種目別女性競技者の特徴

SF 既往は種目別の有意差はなかった。MD 既往は、長距離において、短距離、投擲、跳躍より有意に多かった。ED 既往は、長距離において、短距離、投擲、跳躍より有意に多かった。SF、MD、ED の全ての既往のある（三主徴疑い）は長距離のみで確認された。

Table 3. Characteristics of athletes by event specialty

	Sprinting (n = 465)	Middle-distance (n = 57)	Long-distance (n = 84)	Jumping (n = 308)	Throwing (n = 229)	Combined (n = 56)	Overall (n = 1199)	*P*
Overall								
History of stress fractures	133 (28.6)	14 (24.6)	17 (20.2)	71 (23.1)	31 (13.5)	15 (26.8)	281 (23.4)	*0.001**
History of eating disorders	9 (1.9)	0 (0.0)	8 (9.5)	6 (2.0)	6 (2.6)	1 (1.8)	30 (2.5)	*0.016†*
BMI, kg/m2, mean (SD)	20.3 (1.4)	19.1 (1.4)	19.1 (1.7)	20.3 (1.6)	25.5 (3.7)	20.9 (1.4)	21.2 (3.0)	*< 0.0001 ‡*
Training, hour/week, mean (SD)	14.6 (3.4)	14.1 (3.8)	14.3 (3.5)	14.4 (3.4)	16.1 (5.2)	15.8 (5.1)	14.9 (4.0)	*0.005§*
Male								
History of stress fractures	68 (30.0)	5 (18.5)	9 (19.6)	41 (24.7)	17 (14.1)	4 (19.1)	144 (23.7)	*0.03||*
History of eating disorders	4 (1.8)	0	0	1 (0.6)	4 (3.3)	1 (4.8)	10 (1.6)	*0.32*
BMI, kg/m^2, mean (SD)	20.8 (1.4)	19.5 (1.2)	19.2 (1.8)	20.7 (1.7)	26.6 (3.9)	21.2 (1.3)	21.8 (3.3)	*< 0.0001 ¶*
Training, hour/week, mean (SD)	14.4 (3.5)	13.5 (3.7)	13.7 (3.9)	14.7 (3.4)	16.4 (5.0)	14.7 (5.5)	14.8 (4.0)	*0.0005 ⁑*
Female								
History of stress fractures	65 (27.3)	9 (30.0)	8 (21.1)	30 (21.1)	14 (13.0)	11 (31.4)	137 (23.2)	*0.05*
History of eating disorders	5 (2.1)	0	8 (21.1)	5 (3.5)	2 (1.9)	0	20 (3.4)	*0.0003††*
BMI, kg/m^2, mean (SD)	19.8 (1.2)	18.7 (1.5)	18.9 (1.6)	19.8 (1.3)	24.2 (3.0)	20.6 (1.4)	20.5 (2.5)	*< 0.0001 ‡‡*
Training, hour/week, mean (SD)	14.8 (3.3)	14.6 (3.8)	14.9 (3.0)	14.4 (3.5)	15.8 (5.2)	16.4 (4.9)	15.0 (3.9)	*0.17*
History of menstrual dysfunction	72 (30.3)	15 (50.0)	25 (65.8)	43 (30.3)	31 (28.7)	15 (42.9)	201 (34.0)	*0.0002§§*
Probable Triad	0	0	4 (10.5)	0	0	0	4 (0.7)	*< 0.0001 ////*

Abbreviations: SD, standard deviation; BMI, body mass index. Probable triad, previous stress fractures, menstrual dysfunction, and eating disorders.

Reported as n (%) unless otherwise specified.

*P < 0.0001 between throwing and sprinting.

†P = 0.0016 between long-distance and sprinting. P = 0.0032 between long-distance and jumping.

‡P < 0.0001 between throwing and the others, sprinting and long-distance, sprinting and middle-distance, combined and middle-distance, combined and long-distance, jumping and middle-distance, jumping and long-distance.

§P = 0.0005 between throwing and jumping. P = 0.0014 between throwing and sprinting. P = 0.0064 between throwing and long-distance. P = 0.024 between throwing and middle-distance.

|| P = 0.0001 between throwing and sprinting.

¶P < 0.0001 between throwing and the others, sprinting and long-distance, sprinting and middle-distance, combined and middle-distance, combined and long-distance, jumping and middle-distance, jumping and long-distance.

⁑P = 0.0001 between sprinting and throwing. P = 0.0003 between long-distance and throwing events.

††P = 0.0001 between long-distance and sprinting. P = 0.0003 between long-distance and throwing. P = 0.001 between long-distance and jumping.

‡‡P < 0.0001 between throwing and the others, combined and long-distance, combined and middle-distance, sprinting and middle-distance. P = 0.0001 between middle-distance and jumping. P = 0.0004 between long-distance and sprinting. P = 0.001 between long-distance and jumping. P = 0.002 between sprinting and combined.

§§P < 0.0001 between long-distance and sprinting, long-distance and throwing. P = 0.0001 between long-distance and jumping.

////P < 0.0001 between long-distance and throwing. P = 0.0003 between long-distance and sprinting. P = 0.0017 between long-distance and jumping.

Table 4. Univariate / multivarariate logistic regression analysis of factors related to history of stress fractures. (n = 1,199)

				Univariate logistic regression analysis			Multivariate logistic regression analysis		
	n	History of stress fractures	Non-stress fractures	Crude OR	95% CI	*P*	Adjusted OR	95% CI	*P*
Overall	1199	281 (23.4)	918 (76.6)						
Sex									
Male	608	144 (23.7)	464 (76.3)	1.00	reference				
Female	591	137 (23.2)	454 (76.8)	0.97	0.744-1.270	*0.84*			
Event specialty									
Sprinting	465	**133 (28.6)**	**322 (71.4)**	**2.56**	**1.667-3.928**	***< 0.0001****	**3.56**	**1.939-6.520**	***< 0.0001****
Middle-distance	57	**14 (24.6)**	**43 (75.4)**	**2.08**	**1.020-4.238**	***0.044****	**3.10**	**1.286-7.493**	***0.012****
Long-distance	84	17 (20.2)	67 (79.8)	1.62	0.843-3.114	*0.15*	2.23	0.959-5.164	*0.063*
Jumping	308	**71 (23.1)**	**237 (76.9)**	**1.91**	**1.205-3.038**	***0.0059****	**2.51**	**1.335-4.733**	***0.0043****
Combined	56	**15 (26.8)**	**41 (73.2)**	**2.34**	**1.158-4.716**	***0.018****	**2.88**	**1.281-6.459**	***0.011****
Throwing	229	31 (13.5)	198 (86.5)	1.00	reference		1.00	reference	
Training, hour/week, mean [SD] (per 1)		**15.6 [4.2]**	**14.6 [3.9]**	**1.06**	**1.026-1.094**	***0.0005****	**1.08**	**1.042-1.116**	***< 0.0001****
Rest, day/week, mean [SD] (per 1)		1.35 [0.7]	1.38 [0.6]	0.94	0.770-1.151	*0.56*			
BMI, kg/m^{2,} mean [SD] (per 1)		**20.8 [2.6]**	**21.3 [3.1]**	**0.95**	**0.899-0.994**	***0.029****	1.02	0.947-1.096	*0.61*
History of eating disorders	30	11 (36.7)	19 (63.3)	1.93	0.906-4.101	*0.088*			
History of menstrual dysfunction	201	51 (25.4)	150 (74.6)	1.20	0.807-1.789	*0.37*			

Reported as n (%) unless otherwise specified.
Abbreviations: SD, standard deviation; OR, odds ratio; CI confidence interval; BMI, body mass index.
A multivariate logistic regression analysis was used after adjustment for Event specialty, Training and body mass index.
*Data with P-value < 0.05 and 95% confidence interval not crossing 1 are shown in bold.

Table 5. Univariate / Multivariate logistic regression analysis of factors related to history of menstrual dysfunction. (n = 591)

				Univariate logistic regression analysis			Multivariate logistic regression analysis		
	n	History of menstrual dysfunction	Non-menstrual dysfunction	Crude OR	95% CI	*P*	Adjusted OR	95% CI	*P*
Overall	591	201 (34.0)	390 (66.0)						
Event specialty									
Sprinting	238	72 (30.3)	166 (69.8)	1.08	0.653-1.776	*0.77*	0.85	0.434-1.679	*0.65*
Middle-distance	30	**15 (50.0)**	**15 (50.0)**	**2.48**	**1.084-5.686**	***0.032****	1.99	0.723-5.485	*0.18*
Long-distance	38	**25 (65.8)**	**13 (34.2)**	**4.78**	**2.169-10.517**	***< 0.0001****	**2.87**	**1.082-7.606**	***0.034****
Jumping	142	43 (30.3)	99 (69.7)	1.08	0.622-1.869	*0.79*	0.84	0.413-1.729	*0.64*
Combined	35	15 (42.9)	20 (57.1)	1.86	0.847-4.099	*0.13*	1.55	0.649-3.700	*0.32*
Throwing	108	31 (28.7)	77 (71.3)	1.00	reference		1.00	reference	
Training, hour/week, mean [SD] (per 1)		15.3 (3.7)	14.7 (4.0)	1.04	0.993-1.082	*0.10*			
Rest, day/week, mean [SD] (per 1)		1.3 (0.7)	1.4 (0.7)	0.86	0.667-1.102	*0.24*			
BMI, kg/m^2, mean [SD] (per 1)		**20.2 (2.4)**	**20.7 (2.5)**	**0.93**	**0.856-0.998**	***0.043****	0.95	0.853-1.053	*0.31*
History of eating disorders	20	**13 (65.0)**	**7 (35.0)**	**3.78**	**1.485-9.640**	***0.005****	**2.92**	**1.015-8.423**	***0.047****
History of stress fractures	137	51 (37.2)	86 (62.8)	1.20	0.807-1.789	*0.37*			

Reported as n (%) unless otherwise specified.
Abbreviations: SD, standard deviation; OR, odds ratio; CI confidence interval; BMI, body mass index.
A multivariate logistic regression analysis was used after adjustment for Event specialty, body mass index and history of eating disorders.
*Data with P-value < 0.05 and 95% confidence interval not crossing 1 are shown in bold.

BMI は、投擲は他の競技よりも有意に高く、短距離は長距離および中距離よりも有意に高く、混成競技では長距離、中距離、短距離よりも有意に高く、跳躍では長距離および中距離よりも有意に高かった。トレーニング時間は競技間での有意差はなかった。

男女競技者の SF 既往に関連する要因

Table 4 に、男性および女性競技者の SF 既往に関連する要因の分析を示す。単変量ロジスティック回帰分析により、SF 既往と有意に関連する要因として次のものが特定された：〔種目（投擲を基準として）、短距離（粗オッズ比［Crude OR］2.56、95% 信頼区間［CI］1.667-3.928)、中距離走 (Crude OR 2.08、95% CI 1.020-4.238)、跳躍 (Crude OR 1.91、95% CI 1.205-3.038)、混成競技 (Crude OR 2.34、95% CI 1.158-4.716)〕、1 週間あたりのトレーニング時間 (per1) (Crude OR 1.06、95% CI 1.026-1.094)、および BMI (Crude OR 0.95、95% CI 0.899-0.994)。性別、週あたりの休息日、ED 既往、および MD 既往は有意な関連因子ではなかった。

多変量ロジスティック回帰分析により、SF 既往と関連する以下の因子が特定された：〔種目（投擲を基準として)、短距離（調整オッズ比［Adjusted OR］3.56、95% CI 1.939 ～ 6.520)、中距離 (Adjusted OR 3.10、95% CI 1.286 ～ 7.493)、跳躍 (Adjusted OR 2.51、95% CI 1.335 ～ 4.733)、混成競技 (Adjusted OR 2.88、95% CI 1.281 ～ 6.459)〕、および 1 週間あたりのトレーニング時間 (per1) (Adjusted OR 1.08、95% CI 1.042 ～ 1.116)。BMI は有意な関連因子として特定されなかった。

女性競技者の MD 既往関連因子

Table 5 に、女性競技者の MD 既往の関連因子分析を示す。単変量ロジスティック回帰分析により、MD 既往と有意に関連する因子として次の因子が特定された：〔種目（投擲を基準として）、中距離 (Crude OR 2.48、95% CI 1.084-5.686)、長距離 (Crude OR 4.78、95% CI 2.169-10.517)〕、BMI (per1) (Crude OR 0.93、95% CI 0.856-0.998)、および ED 既往 (Crude OR 3.78、95% CI 1.485-9.640)。週あたりのトレーニング時間、週あたりの休息日、および SF 既往は有意な関連因子ではなかった。

多変量ロジスティック回帰分析により、MD 既往と関連する次の要因が特定された：〔種目（投擲を基準として）、長距離 (Adjusted OR 2.87、95% CI 1.082-7.606)〕、および ED 既往 (Adjusted OR 2.92、95% CI 1.015-8.423)〕。中距離、BMI は有意な関連因子として特定されなかった。

考察

日本の高校陸上競技選手を対象としたこの研究では、次の 3 つの点が明らかになった。

1. SF: 男女ともに約 4 人に 1 人の選手が SF 既往を申告しており、週のトレーニング時間の長さと種目（短距離、中距離、跳躍、混成競技）が関連要因であることが確認された。

2. MD: 女性選手の約 3 人に 1 人が MD 既往を申告しており、種目では長距離が短距離 / 投擲 / 跳躍よりも有意に高頻度で経験していた。MD 既往に関

連する要因として、ED 既往があることと長距離種目であることが特定された。

3. ED: ED 既往は性差なく低頻度で申告され、長距離では短距離や跳躍よりも有意に高頻度で経験していた。

1. SF

これまでのところ、日本の高校陸上競技選手における障害発生率と SF 関連因子に焦点を当てた研究は十分に存在しない。SF の発生には、骨に加わる荷重を変化させる要因（factors modifying the load applied to the bones）と、骨の耐荷重能力（load resistance ability of the bones）が影響する。前者には、床反力、加速度、衝撃の大きさと頻度、トレーニング時間と強度が含まれ、後者には、食事、栄養状態、ホルモン、月経状態が含まれる [21]。Bennell らは、111 名の男女陸上競技選手（17 ～ 26 歳）を対象に 1 年間の前向き研究を実施し、発生部位は異なるものの、性別や種目に関連した差はなく、SF 発生率は 21.1％であったと報告している [25]。Bennell らは、同じ集団の女性を対象にレトロスペクティブな分析を行い、SF を経験したアスリートは MD の既往歴がある可能性が高いと報告した [25]。Nattiv らはアメリカの大学生陸上競技とクロスカントリー選手の男女 211 人を前向きに追跡調査し、34 人が 5 年間の調査期間中に 61 件の bone stress injury を経験したことを報告している。また、女性アスリートの 23％が月経困難症および / または無月経を調査期間中に経験していた [26]。日本のデータでは、Nose らが 390 名の様々な競技の国際大会レベル女性アスリート（そのうち 103 名が陸上競技）（平均年齢 20.9 歳）を調査し、36 名が 3 か月以内に新たな SF を発症したことを報告している [27]。彼女らの報告では、年代別にみると 10 代競技者のほうが女性アスリートの三主徴に関連する SF のリスクが 20 代競技者よりも高かった。加えて、10 代競技者の SF リスクを高める因子として、初経年齢、トレーニング時間、SF の既往、疲労骨折累積リスクスコア [27] を報告している。Osuga らは日本の女性大学生アスリート 2321 名に対して調査を行い、SF の既往が持久系種目（26.4％）、技術系（8.7％）、重量階級制（11.3％）、球技（16.5％）、パワー系（21.7％）、審美系（24.5％）、であったことを報告している [28]。

本研究では、男性 23.7％、女性 23.2％が SF 既往を申告しており、日本のハイレベル高校生陸上競技アスリートの 4 分の 1 近くが SF を経験していることが示された。SF に性差がなかったことは Bennell らの報告と一致し、性別にかかわらず SF に注意すべきであることは重要な事柄であると考える。

トレーニング時間の長さが SF 既往の関連因子として認められたことは Warden ら [21] や Nose[27] らの報告内容とも矛盾しない。長いトレーニング時間は高校生陸上競技者にとっても SF と関連する重要なファクターとみなすことができる。本研究では、競技種目の違いが SF 既往の頻度の関連因子として認められた。頻度が低かった投擲を基準とすると、短距離、中距離、跳躍、混成競技が有意な関連因子として示された。本調査においては、競技における最大加速度や接地衝撃の大きい種目が SF の経験頻度を高めるとの結果が示された。

一方で、本調査では週あたりの休息日の日数、ED 既往、MD 既往は SF 既往の有意な関連因子とは認められなかった。休息日は骨の微細な損傷の修復に影響するが、調査対象となった高校生競技者の休日数は男女差なく週に 1.4 日（± 0.7）程度と少なく、ばらつきも小さく、等しく勤勉にトレーニングをする集団であったために有意差が表れなかったのかもしれない。日本のハイレベル高校生陸上競技選手において、他のスポーツと掛け持ちする者は比較的少ないものと思われることも、SF の高い経験率と関係するかもしれない。

本調査で SF 既往に対する ED 既往および MD 既往との相関が確認されなかったことは Bennell[25] らや Nattiv[26] らの報告とは一致しない。ED と MD が骨量や骨質に影響する重要な要因であることは疑いないが、今回の対象となった高校生陸上競技者では、MD などの骨の耐荷重能力に関わる要因に比べて、骨に加わる荷重を変化させる要因の影響が大きかったものと考える。今回の調査対象とならなかった競技のうち、骨量や骨質への負の影響が想定されるもの（例えば痩身や低体重が要請される女性の新体操や器械体操、バレエ、そしてマラソンや駅伝などのロードレース）においては、骨の耐荷重能力に関わる要因が大きく影響するかもしれない。

２． ＭＤ

高校生女性競技者全体の 34％が 3 か月間以上の MD を経験していることは、無視できない問題である。Osuga らの日本の女性大学生アスリート (n=1929) 調査では、調査時点での無月経が非アスリート群（1.8％）に対して持久系種目（11.6％）、瞬発系（3.8％）であった。[28] 単純比較はできないが、この数字と比べても高い水準の MD 既往が

確認された。女性高校生陸上競技者のMD既往に対する関連因子としてED既往が特定されたことは、EDによってLEAが生じ、LEAがMDを生じさせる仕組みに矛盾しない[29]。LEAは黄体化ホルモン(LH)の周期的分泌を抑制し、MDを生じる。加えて、MD既往に対して長距離種目を競技していることが関連因子となることが明らかになったことは重要な事実である。

Dambacherらは女子大学長距離ランナー287人を対象とした調査を行い、162人(56.5%)にMDがあり、40.8% (n = 117) が Disordered Eating Screening Assessment (DESA-6) による disordered eating が40.3% (n=107) であったことを報告している[30]。長距離種目を競技することがMDを発生させる詳細な機序は過去の研究において明らかになっていない。長距離走に最適化した身体機能を求めてトレーニングを行うことは、軽量化や体脂肪率の低さ、長時間の持続的運動を介してMDの発生率を高めるのかもしれない。

３． ＥＤ

我々の調査において、全体のED既往(2.5%)はSFや女性競技者のMDと比べて低い水準の数値であった。Nicholsらは、競技による交絡を調整した女子高校生アスリート170人における有病率は、月経不順 (23.5%)、低骨密度 (21.8%)、食行動障害(18.2%)、女性アスリートの三主徴 (1.2%) であったと報告している。彼女らは食行動障害の調査にthe eating disorder examination questionnaire (EDE-Q) を用いている [31]。Cobbらは、18～39歳の週平均5時間練習するレクリエーションレベルのランナー85人を調査し、MD既往 (28%)、ED症状 (18%)、と報告した [32]。我々の研究データ〔MD既往 (34.0%)、SF既往 (23.2%)、ED既往 (3.4%)、三主徴疑い (0.7%)〕を比べると、MDに関する数値は過去の報告と大きな差はない。一方で、ED既往の申告率の低さが目立つ。ED経験割合が実際に低頻度である可能性は否定できないが、恥ずかしさによる申告回避やEDを自覚していないために自己申告数値が低く表れている可能性は考え得る。EDの無自覚については、日本におけるREDsやアスリートのEDに対する認識の低さが関係しているかもしれない。Tsukaharaらによれば、米国のスポーツ医師の77.6%が競技者のREDs検査を行っていたのに対して、日本のスポーツドクターは17.5%にとどまっていた。米国の医師の98.3%がLEAを疑いEDの検査を行っていたのに対して、日本の医師は36.7%であったと報告されている[33]。

EDについては、以下のような背景を考える必要がある。

１、意図的な過少申告。一般にアスリートは競技中止を命じられることを恐れたり、恥ずかしいと感じてEDを隠す場合がある。

２、アスリートに十分なEDの知識がなく、無自覚のために治療支援を利用しない可能性。

３、発達期であることに加えて学業やトレーニングのプレッシャーに晒される中で意図せずエネルギー不足に陥っている可能性。

これらを踏まえて、この年齢層に対するＥＤおよび栄養（LEAの兆候としてのMDを含む）に関する情報提供と教育は不可欠であるといえる。

本調査において、低頻度ながらもED既往に男女差がなかったことも重要な知見である。一般的に、EDの95%は女性に発症する [34] 。Borgenらは、様々なスポーツをする15～39歳の男女1,620人のアスリートを対象に調査を行い、男女比較で女性の方がEDのリスクが高いことを報告している[17]。Hagmarらは、2002年と2004年のオリンピックに参加した223人のアスリート(男性125人、女性98人)を調査し、男性 (1.7%) よりも女性 (8.9%) の方が有意にEDの既往が多かったと報告している[35]。本研究の結果がこれら既存報告と異なったことの理由は現時点では不明である。一方で、男性アスリートにおけるEDの存在に対する関心は高まっており[17,18]、高校生陸上競技においてEDが女性に限定したものではないと認識することは重要な意義があると考える。

ED既往の頻度が、長距離において短距離や跳躍よりも有意に高かったことも、特に注意を払うべき種目が特定されたという点で意義が大きい。

本調査は日本陸上競技連盟科学委員会によって実施され、多くの高校生競技者の協力を得ることができた。共通する就学状況にあるハイレベルな競技者集団を対象とした調査は貴重である。非競技者や異なる競技との比較ではなく、同カテゴリーで陸上競技に取り組む選手間の比較を行うことで、各種目に共通する問題と種目により差異のある問題について確認することができた。

この研究には４つの限界がある。第１に、本研究は横断的デザインであるため、結果の因果関係を決定することが不可能であり、カテゴリー間の比較や対象集団における有病率のオッズ比の推定に得られ

る結論が限定される。第２に、データは後方視的自己報告であるため、参加者の質問の解釈、回答の誠実さ、正確に思い出す能力によって、想起バイアスや報告バイアスがかかる可能性がある。ED、MD、SF に関する質問は、羞恥心や病気に対する無自覚のため、過少報告の可能性がある。したがって、実際の有病率は報告された有病率よりも大きいかもしれない。しかし、本研究内で行う性別や種目間の比較においては、バイアスの影響を同程度に受けるため、結果の妥当性は保たれると考える。第３に、４つの跳躍種目（走り幅跳び、三段跳び、走り高跳び、棒高跳び）を一つのカテゴリーにして調査を行ったことによる限界がある。主に水平方向の跳躍を行う走り幅跳び／三段跳びは、反重力方向に跳躍を行う走り高跳び／棒高跳びとは、厳密には異なる競技特性がある。この特性の違いを本調査で確認することはできない。第４に、対象群における長距離競技者が少なかったことが挙げられる。調査期間中に開催された強化合宿において本調査を行ったが、駅伝をはじめ長距離走を専門とする競技者に調査を依頼できる機会が乏しく、長距離の研究協力者が少なかった。本研究の結果を受けて、長距離競技者への調査の重要性は一層高まったものと考える。

本研究では、日本の高校生陸上競技選手は SF と MD の既往率が明らかになった。また、これらと競技種目、トレーニング時間、ED との関連を考慮する必要があることが示された。

得られた情報をもとに、今後のさらなる研究と対策に関する検討が望まれる。

謝辞

この研究のために時間を割いてくださった高校生競技者の皆様、ならびに本研究実施に協力してくださった陸上競技関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

文献

1. Claudia L Reardon CL, Hainline B, Aron CM, Baron D, Baum AL, Bindra A, et al. Mental health in elite athletes: International Olympic Committee consensus statement (2019). Br J Sports Med. 2019;53(11):667-699. doi: 10.1136/bjsports-2019-100715
2. International Olympic Committee. Available from: https://stillmed.olympics.com/media/Documents/News/2023/07/Mental-Health-Action-Plan-2023.pdf?_ga=2.157218108.603289532.1704538659-1195996332.1704538659 [Accessed 5th Jan 2024].
3. Yeager KK, Agostini R, Nattiv A, Drinkwater B. The female athlete triad: disordered eating, amenorrhea, osteoporosis. Med Sci Sports Exerc. 1993 Jul;25(7):775-7. doi: 10.1249/00005768-199307000-00003.
4. Otis CL, Drinkwater B, Johnson M, Loucks A, Wilmore J, et al. American College of Sports Medicine position stand. The Female Athlete Triad. Med Sci Sports Exerc. 1997 May;29(5):i-ix. doi: 10.1097/00005768-199705000-00037.
5. West RV. The female athlete. The Triad of disordered eating, amenorrhoea and osteoporosis. Sports Med. 1998 Aug;26(2):63-71. doi: 10.2165/00007256-199826020-00001.
6. IOC Medical Commission Working Group Women in Sport. Chair: Sangenis P. Position Stand on the female athlete triad. https://stillmed.olympics.com/media/Document%20Library/OlympicOrg/IOC/Who-We-Are/Commissions/Medical-and-Scientific-Commission/EN-Position-Stand-on-the-Female-Athlete-Triad.pdf?_ga=2.195571883.603289532.1704538659-1195996332.1704538659 [Accessed 5th Jan 2024].
7. Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, Sanborn CF, Sundgot-Borgen J, Warren MP; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. Med Sci Sports Exerc. 2007 Oct;39(10):1867-82. doi: 10.1249/mss.0b013e318149f111.
8. Joy E, De Souza MJ, Nattiv A, Misra M, Williams NI, Mallinson RJ, et al. 2014 female athlete triad coalition consensus statement on treatment and return to play of the female athlete triad. Curr Sports Med Rep. 2014 Jul-Aug;13(4):219-32. doi: 10.1249/JSR.0000000000000077.
9. Mountjoy M, Borgen SJ, Burke L, Ackerman

KE, Blauwet C, Constantini N, et al. International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2018 Jul 1;28(4):316-331. doi: 10.1123/ijsnem.2018-0136.
10. Fredericson M, Kussman A, Misra M, Barrack MT, De Souza MJ, Kraus E, et al. The Male Athlete Triad-A Consensus Statement From the Female and Male Athlete Triad Coalition Part II: Diagnosis, Treatment, and Return-To-Play. Clin J Sport Med. 2021 1st Jul;31(4):349-366. doi: 10.1097/JSM.0000000000000948.
11. De Souza MJ, Strock NCA, Ricker EA, Koltun KJ, Barrack M, Joy E, et al. The Path Towards Progress: A Critical Review to Advance the Science of the Female and Male Athlete Triad and Relative Energy Deficiency in Sport. Sports Med. 2022 Jan;52(1):13-23. doi: 10.1007/s40279-021-01568-w. Epub 2021 19th Oct.
12. Cupka M, Sedliak M. Hungry runners - low energy availability in male endurance athletes and its impact on performance and testosterone: mini-review. Eur J Transl Myol. 2023 Apr 11;33(2):11104. doi: 10.4081/ejtm.2023.11104.
13. Mountjoy M, Ackerman KE, Bailey DM, Burke LM, Constantini N, Hackney AC, et al. 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). Br J Sports Med. 2023 Sep;57(17):1073-1097. doi: 10.1136/bjsports-2023-106994.
14. Theintz G, Buchs B, Rizzoli R, Slosman D, Clavien H, Sizonenko P, et al. Longitudinal monitoring of bone mass accumulation in healthy adolescents: evidence for a marked reduction after 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects. J Clin Endocrinol Metab. 1992 Oct;75(4):1060-5. doi: 10.1210/jcem.75.4.1400871.
15. Bachrach LK. Acquisition of optimal bone mass in childhood and adolescence. Trends Endocrinol Metab. 2001 Jan-Feb;12(1):22-8. doi: 10.1016/s1043-2760(00)00336-2.
16. Misra M, Klibanski A, Anorexia nervosa and osteoporosis. Rev Endocr Metab Disord. 2006 Jun;7(1-2):91-9. doi: 10.1007/s11154-006-9005-1.
17. Sundgot-Borgen J, Torstveit MK. Prevalence of eating disorders in elite athletes is higher than in the general population. Clin J Sport Med. 2004 Jan;14(1):25-32. doi: 10.1097/00042752-200401000-00005.
18. Gorrell S, Nagata JM, Hill KB, Carlson JL, Shain AF, Wilson J, et al. Eating behavior and reasons for exercise among competitive collegiate male athletes. Eat Weight Disord. 2021 Feb;26(1):75-83. doi: 10.1007/s40519-019-00819-0. Epub 2019 28th Nov.
19. Thiemann P, Legenbauer T, Vocks S, Platen P, Auyeung B, Herpertz S. Eating disorders and their putative risk factors among female German professional athletes. Eur Eat Disord Rev. 2015 Jul;23(4):269-76. doi: 10.1002/erv.2360. Epub 2015 31st Mar.
20. Reinking MF, Alexander LE. Prevalence of Disordered-Eating Behaviors in Undergraduate Female Collegiate Athletes and Nonathletes. J Athl Train. 2005 Mar;40(1):47-51.
21. Warden SJ, Davis IS, Fredericson M. Management and prevention of bone stress injuries in long-distance runners. J Orthop Sports Phys Ther. 2014 Oct;44(10):749-65. doi: 10.2519/jospt.2014.5334. Epub 2014 Aug 7.
22. Hinobayashi T, Shimizu M, Onishi K, Kanazawa T, Akai S, Minami T. Menarcheal age among Japanese schoolgirls in 2011. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/pub/pdfpreview/pacjpa/77/0_77_2PM-068.jpg [Accessed 5th Jan 2024].
23. Shozu M, Ishikawa H, Horikawa R, Sakakibara H, Izumi S, Ohba T, et al. Nomenclature of primary amenorrhea: A proposal document of the Japan Society of Obstetrics and Gynecology committee for the redefinition of primary amenorrhea. J Obstet Gynaecol Res. 2017 Nov;43(11):1738-1742. doi: 10.1111/jog.13442. Epub 2017 17th Aug.

24. All Japan High School Athletic Federation. Available from: https://www.zen-koutairen.com/f_regist.html [Accessed 5th Jan 2024] .
25. Bennell KL, Malcolm SA, Thomas SA, Wark JD, Brukner PD. The incidence and distribution of stress fractures in competitive track and field athletes. A twelve-month prospective study. Am J Sports Med. 1996 Mar-Apr;24(2):211-7. doi: 10.1177/036354659602400217.
26. Nattiv A, Kennedy G, Barrack MT, Abdelkerim A, Goolsby MA, Arends JC, et al. Correlation of MRI grading of bone stress injuries with clinical risk factors and return to play: a 5-year prospective study in collegiate track and field athletes. Am J Sports Med. 2013 Aug;41(8):1930-41. doi: 10.1177/0363546513490645. Epub 2013 Jul 3.
27. Nose-Ogura S, Yoshino O, Dohi M, Kigawa M, Harada M, Hiraike O, et al. Risk factors of stress fractures due to the female athlete triad: Differences in teens and twenties. Scand J Med Sci Sports. 2019 Oct;29(10):1501-1510. doi: 10.1111/sms.13464. Epub 2019 Jun 9.
28. Osuga Y, Nose S. Current status of abnormal menstrual cycles in athletes and factors influencing amenorrhea. Acta Obstetrica et Gynaecologica Japonica. 2016 Apr;68(4) supplement:4-15. https://w-health.jp/femaleathletes/document/pdf/160329_reseach.pdf [Accessed 5th Jan 2024]
29. Cabre HE, Moore SR, Smith-Ryan AE, Hackney AC. Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): Scientific, Clinical, and Practical Implications for the Female Athlete. Dtsch Z Sportmed. 2022;73(7):225-234. doi: 10.5960/dzsm.2022.546. Epub 2022 Nov 1.
30. Dambacher L, Pritchett K, Pritchett R, Larson A. Risk of Low Energy Availability, Disordered Eating, and Menstrual Dysfunction in Female Collegiate Runners. J Athl Train. 2023 Dec 20. doi: 10.4085/1062-6050-0454.23. Online ahead of print.
31. Nichols JF, Rauh MJ, Lawson MJ, Ji M, Barkai HS. Prevalence of the female athlete triad syndrome among high school athletes. Arch Pediatr Adolesc Med. 2006 Feb;160(2):137-42. doi: 10.1001/archpedi.160.2.137.
32. Cobb KL, Bachrach LK, Greendale G, Marcus R, Neer RM, Nieves J, et al. Disordered eating, menstrual irregularity, and bone mineral density in female runners. Med Sci Sports Exerc. 2003 May;35(5):711-9. doi: 10.1249/01.MSS.0000064935.68277.E7.
33. Tsukahara Y, Nose-Ogura S, Kinoshita S, Nakamura H, Koshimizu T, Gleason CN. Differences in screening and treating relative energy deficiency in sport between the United States of America and Japan. J Sports Med Phys Fitness. 2024 Feb;64(2):175-182. doi: 10.23736/S0022-4707.23.15302-3. Epub 2023 Nov 28.
34. Espíndola CR, Blay SL. Bulimia and binge eating disorder: systematic review and metasynthesis. Trends in Psychiatry and Psychotherapy. 2006;28(3):265-275.
35. Hagmar M, Hirschberg AL, Berglund L, Berglund B. Special attention to the weight-control strategies employed by Olympic athletes striving for leanness is required. Clin J Sport Med. 2008 Jan;18(1):5-9. doi: 10.1097/JSM.0b013e31804c77bd.

【研究資料】

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 42-49, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,42-49,2024

陸上競技U20オリンピック育成競技者における食品群別摂取状況と栄養補給状況の現状

東郷 将成[1,2)]　浜野 純[1,3)]　大畑 好美[1,4)]　鈴木 いづみ[1,5)]　澤野 千春[1,6)]　真鍋 知宏[1,7)]
1) 日本陸上競技連盟医事委員会スポーツ栄養部　2) 旭川市立大学短期大学部
3)FC町田ゼルビア　4) 森永製菓株式会社　5) とちぎスポーツ医科学センター
6) ワコール女子陸上競技部　7) 慶應義塾大学スポーツ医学研究センター

Ⅰ 緒言

陸上競技選手が，競技能力を向上させるためには質の高い練習やトレーニングを継続する必要がある．質の高い練習やトレーニングを継続するには，休息や食事を含めた生活習慣の管理を行いながら，競技に求められる身体を獲得しなければならない．身体づくりは，日々の生活において食事で補給するエネルギーと競技の練習によって消費するエネルギーのバランスをコントロールする必要がある．エナジーアベイラビリティー(energy availability: EA)は，総エネルギー摂取量から練習によるエネルギー消費量を差し引き，除脂肪量(fat free mass: FFM)で除したものと定義されている．競技を行っているアスリートは，EAが低い状態が続くことによる相対的エネルギー不足(relative energy deficiency in sport: REDs)によってさまざまな症状や状態に陥ることが報告されている（Mountjoy et al., 2014)．REDsは，2014年に国際オリンピック委員会の合同声明において提唱された概念(Mountjoy et al., 2014）であり，2023年に発表されたコンセンサスではEAが低下すると女性だけでなく男性も，内分泌，エネルギー代謝，骨代謝などのさまざまな生理機能が阻害され，パフォーマンスにも影響を及ぼすことが示されている（Mountjoy et al., 2023)．このことから，EAの低下が継続されることによって生じるREDsは，全ての陸上競技選手にとって健康障害やパフォーマンスの低下の要因となることから，日々の生活においてエネルギーバランスをコントロールする必要がある．

日本陸上競技連盟医事委員会スポーツ栄養部（以下日本陸連スポーツ栄養部）は，これまでに陸上競技選手および指導者，医事委員，トレーナー，実業団栄養士，大学陸上部に関わる栄養士などさまざまな対象者に対して，食事・栄養に関する情報発信や合宿支援活動,栄養講習会などの活動を行ってきた．EAの低下やREDsによって生じる陸上競技選手への不利益は，日本陸連スポーツ栄養部でも問題視をしており，これまでの啓発活動として，「アスリートのエネルギー不足予防10か条」,「疲労骨折予防10か条」,「アスリートの貧血対処7か条」を提示してきた(日本陸上競技連盟医事委員会スポーツ栄養部, online)．しかし，日本人陸上競技選手を対象とした栄養補給状況および日々の練習やトレーニングにおけるエネルギー消費量を調査した研究は少なく，実態を把握できていないことから適切な栄養サポートにつながっていないのが現状である．特に，発達段階で陸上競技を実施しているジュニア期の陸上競技選手は，日々の生活や練習に伴うエネルギー消費に加えて，成長に必要なエネルギーや栄養を補給する必要があることから，生体におけるエネルギーや栄養素の要求度が高い傾向にあり，エネルギー不足や栄養不足による弊害も問題視されている．これらの背景から，日本人陸上競技選手へより具体的な支援を行うためには，陸上競技選手の食品群別摂取状況および栄養補給状況，練習やトレーニングなどの身体活動状況を把握することに加えて，発達段階であるジュニア期の陸上競技選手の実態を把握する必要がある．日本陸連スポーツ栄養部は，陸上競技U20オリンピック育成競技者の実態を把握する上で必要な測定項目である日常生活や練習・トレーニングを含めたエネルギー消費量と食品群別摂取状況および栄養補給状況を含めたエネルギー摂取量および栄養素摂取量のうち，エネルギー摂取量および栄養素摂取量の調査を行う機会を得ることができた．

本研究の目的は，陸上競技U20オリンピック育成競技者を対象に，食品群別摂取状況および栄養補給状況の調査を実施し，現状を把握することとした．

Ⅱ 方法

1. 調査の概要

調査は，陸上競技のU20オリンピック育成競技者および指導者に向けて2024年1月にメールにて食品群別摂取状況および栄養補給状況の調査実施に関する連絡を行った．同意を得た選手は，2024年1月22日～2月16日の期間でインターネット経由での食品群別摂取状況および栄養補給状況の調査を実施した．食品群別摂取状況および栄養補給状況の調査はインターネット経由で各選手が入力を行った．調査項目は，性別，年齢，競技種目，身体組成，食品群別摂取状況を調査し，食品群別摂取状況から栄養補給状況を解析した．なお，全ての調査の回答が得られた選手を対象とし，得られた体重および体脂肪率から除脂肪体重を算出した．

2. 対象者

対象選手は，陸上競技（短距離種目，跳躍種目，中距離種目，長距離種目，投擲種目，混成）を実施している男女計70名とした．調査対象となる選手は，「U20オリンピック育成競技者」であり，日本陸上競技連盟が定める19歳以下でインターハイ優勝レベルかつ日本代表クラスの選手であった．食品群別摂取状況および栄養補給状況の調査は，インターネット経由で2024年1月22日～2月16日(25日間）の期間で実施した．回答状況は，2月16日時点で70名中32名（回答率45.7%）と回答率が低い傾向であった．そのため,調査期間を3月15日(計53日間）まで延長し，1名の選手の入力不備を除外した計58名（回答率82.8%）から回答を得ることができた．各競技種目は，短距離種目および跳躍種目（以下短距離・跳躍），中距離種目および長距離種目（以下中距離･長距離),投擲種目および混成（以下投擲･混成）の3つの競技種目グループに分けた．回答を得た58名の内訳は，男子28名，女子30名と男女の比率が凡そ1:1であった．競技種目グループ別の人数の内訳としては，短距離・跳躍グループが28名（男子11名，女子17名），中距離・長距離グループが15名（男子8名，女子7名），投擲・混成グループが15名（男子9名,女子6名）であった．

3. 食品群別摂取状況および栄養補給状況の調査

食品群別摂取状況および栄養補給状況の調査には，食物摂取頻度調査を用いて実施した．食物摂取頻度調査とは，選手に一定期間中の食品の摂取頻度を尋ねる調査法であり，一定期間の摂取した食べ物や食品，調理方法などの頻度を回答し，得られた習慣的な食品群別摂取状況から栄養補給状況を解析することができる．本調査対象者は，陸上競技選手であったことから，競技者用食物摂取頻度調査（Food Frequency Questionnaire for Japanese Athletes: FFQJA）（Ishikawa-Takata et al., 2021）として，開発された栄養計算ソフトWellness21（株式会社トップビジネスシステム社製）を用いて，調査を実施した．調査に協力した選手は，1週間あたりの平均的な食事を思い出し，インターネットで回答を行った．

4. 倫理的配慮

本研究は，ヘルシンキ宣言の倫理規範を遵守して行った．本研究の対象者には，メールでの添付文書にて本調査の説明を行い，理解を得た対象者から調査を実施し，調査の回答をもって同意とした．調査対象者への連絡は利益相反を考慮して，日本陸上競技連盟事務局から指導者や対象となる選手へ連絡を行った．また，選手の個人情報保護に配慮し，本研究で得た全てのデータは個人を特定できない形式で管理した．

5. データ処理

調査に対して全ての回答が得られた男子選手28名，女子選手30名のデータ分析を行い，身体組成，食品群別摂取状況，栄養補給状況の結果を得ることができた．食品群別摂取状況および栄養補給状況の結果は，1日あたりの摂取量を示した．また，栄養補給状況の結果のうち，エネルギー，たんぱく質，炭水化物の項目については，選手ごとで1日あたりの体重1kgあたりの数値を算出し，示した．得られた結果は，男子選手，女子選手に分けたうえで，競技種目グループ別に分けて分析を行った．全ての値は，中央値，四分位範囲，平均値，標準偏差，最大値，最小値を示した．四分位範囲は25%から75%の範囲とし，本文では中央値（四分位範囲）で示した．

Ⅲ 結果

1. 身体組成

男子選手および女子選手の競技種目グループ別の身体組成の結果を表1，2に示す．男子選手および女子選手の体重，体脂肪率，除脂肪体重において共通することは，男子選手，女子選手それぞれの全体と比較して，短距離・跳躍グループは同程度，中距離・長距離グループは低値傾向，投擲・混成グルー

表 1　男子選手の競技種目別の身体組成

	男子全体（28名）						男子短距離・跳躍（11名）						男子中距離・長距離（8名）						男子投擲・混成（9名）					
	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値
年齢（歳）	18.0	18.0-18.0	17.8	0.5	18.0	16.0	18.0	18.0-18.0	17.8	0.4	18.0	17.0	18.0	18.0-18.0	17.9	0.3	18.0	17.0	18.0	18.0-18.0	17.7	0.7	18.0	16.0
身長（cm）	176.5	172.8-180.0	176.4	5.0	185.0	166.0	177.0	175.5-181.0	178.2	3.6	184.7	173.0	172.0	170.0-172.3	171.1	2.3	174.0	166.0	179.6	178.0-182.0	178.8	4.7	185.0	168.0
体重（kg）	64.4	59.3-70.5	68.5	14.5	114.0	51.0	64.7	63.5-65.5	64.7	2.4	70.0	61.0	57.0	54.0-57.0	55.6	3.0	60.0	51.0	86.0	72.0-90.0	84.6	14.8	114.0	64.0
BMI（kg/m^2）	20.7	19.3-22.6	21.9	4.1	36.0	17.2	20.6	19.6-20.8	20.4	1.0	22.6	19.1	18.9	18.4-19.7	19.0	1.2	20.8	17.2	26.0	22.7-28.3	26.4	4.3	36.0	20.7
体脂肪率（%）	8.5	7.0-12.0	10.4	5.6	29.5	5.0	9.0	8.0-10.5	9.2	2.2	13.0	5.2	6.5	5.2-7.5	7.0	2.3	12.0	5.0	15.0	7.0-20.0	14.8	7.6	29.5	6.0
除脂肪体重（kg）	59.3	54.2-65.6	60.7	9.0	82.5	44.9	58.9	56.9-60.6	58.8	3.0	65.1	53.7	53.3	50.9-54.2	51.7	3.4	54.6	44.9	70.4	67.0-75.0	71.0	7.2	82.5	60.2

四分位範囲（25%-75%）

表 2　女子選手の競技種目別の身体組成

	女子全体（30名）						女子短距離・跳躍（17名）						女子中距離・長距離（7名）						女子投擲・混成（6名）					
	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値
年齢（歳）	18.0	17.0-18.0	17.6	0.7	19.0	16.0	18.0	17.0-18.0	17.5	0.5	18.0	17.0	17.0	17.0-18.0	17.3	0.7	18.0	16.0	18.0	18.0-18.8	18.3	0.5	19.0	18.0
身長（cm）	163.5	159.7-168.8	163.9	5.9	173.7	151.0	166.8	163.0-170.0	166.2	4.1	173.0	157.0	155.0	154.8-158.5	156.4	3.4	162.5	151.0	166.0	163.5-168.9	165.9	5.2	173.7	157.0
体重（kg）	53.8	49.5-60.0	56.0	10.2	80.0	41.0	54.0	53.0-57.5	55.1	4.2	65.0	47.7	43.0	43.0-45.2	44.5	3.0	51.0	41.0	72.5	68.9-77.3	72.3	6.1	80.0	62.0
BMI（kg/m^2）	19.9	18.9-21.0	20.8	3.2	29.4	16.4	19.8	19.3-20.5	19.9	1.0	22.8	18.4	17.9	17.6-18.9	18.2	1.2	20.2	16.4	26.1	24.6-28.8	26.3	2.5	29.4	22.7
体脂肪率（%）	18.0	15.3-19.0	19.0	6.1	38.0	5.0	17.4	15.0-18.0	16.9	2.5	23.8	13.0	17.7	16.0-18.5	15.8	4.6	19.0	5.0	28.5	24.6-31.3	28.4	5.8	38.0	20.0
除脂肪体重（kg）	45.5	42.0-49.6	44.9	5.4	54.0	34.8	45.9	43.9-47.2	45.7	2.9	51.0	39.4	36.3	35.5-38.8	37.4	2.4	42.0	34.8	51.1	49.6-52.9	51.4	1.8	54.0	49.6

四分位範囲（25%-75%）

プは高値傾向であった．

2. 食品群別摂取状況

男子選手および女子選手の競技種目グループ別の1日あたりの食品群別摂取状況の結果を表3，4に示す．1日あたりの食品群別摂取状況は，男子選手，女子選手ともに穀類，豆類，魚介類，肉類は一定量摂取していることがうかがえた．乳類は女子の短距離・跳躍グループを除いては一定量摂取していることがうかがえた．その一方で，男子選手，女子選手ともに野菜類と果実類の摂取量が少ない傾向にあった．男子選手全体と女子選手全体との比較では，穀類の摂取量は，男子選手が女子選手よりも多い傾向がみられた．また，野菜類，果実類，藻類，魚介類，肉類，卵類の摂取量は，女子選手全体が男子選手全体よりも多い傾向がみられた．し好飲料類は，男子選手全体が女子選手全体よりも摂取量が多い傾向にあった．

3. 栄養補給状況

男子選手および女子選手の競技種目グループ別の1日あたりの栄養補給状況の結果を表5，6に示す．1日あたりのエネルギー摂取量は，男子選手では中距離・長距離グループが，女子選手では短距離・跳躍グループが他の競技種目グループと比較して少ない傾向にあった．その一方で，1日あたりの体重1kgあたりのエネルギー摂取量を比較すると，男子選手の投擲・混成グループが他の競技種目グループと比較して最も低値であり，女子選手の中距離・長距離グループが最も高い傾向にあり，短距離・跳躍グループと投擲・混成グループは同程度のエネルギー摂取量となった．1日あたりのたんぱく質は男子選手，女子選手ともに一定量の摂取ができていたことがうかがえた．1日あたりのカルシウムの摂取量は，男子選手の投擲・混成グループ，女子選手の中距離・長距離グループが一定量の摂取量であったものの，それ以外の男女の競技種目グループでは摂取量が少ない傾向にあった．また，1日あたりの鉄の摂取量は，女子選手の中距離・長距離グループが一定量の摂取量であったものの，男女ともにその他の競技種目グループでは摂取量が少ない傾向であった．

Ⅳ 考察

本研究の目的は，陸上競技U20オリンピック育成競技者を対象に，食品群別摂取状況および栄養補給

表３　男子選手の競技種目別の１日あたりの食品群別摂取状況

		男子全体（28名）						男子短距離・跳躍（11名）						男子中距離・長距離（8名）						男子投擲・混成（9名）					
		中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値
穀類	(g/日)	717.3	634.0-845.0	810.1	388.9	2408.0	277.2	774.0	690.8-863.4	796.5	248.4	1376.0	283.8	661.0	616.1-740.1	732.9	232.0	1307.2	519.0	713.8	619.2-973.7	895.2	578.4	2408.0	277.2
いも及びでん粉類	(g/日)	9.5	0.0-25.8	18.8	27.3	103.2	0.0	6.3	0.0-15.9	17.5	28.7	103.2	0.0	0.0	0.0-20.9	8.9	11.6	25.8	0.0	25.8	0.0-38.7	29.3	31.5	103.2	0.0
砂糖及び甘味料	(g/日)	0.0	0.0-1.1	5.1	13.6	68.8	0.0	0.0	0.0-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0-5.3	4.3	5.7	17.2	0.0	0.0	0.0-17.2	11.9	21.6	68.8	0.0
豆類	(g/日)	38.6	16.8-69.6	50.3	43.5	163.2	0.0	18.9	11.1-62.5	38.3	35.8	120.4	0.0	51.5	23.9-75.2	61.4	45.9	163.2	17.2	34.4	16.8-103.2	55.2	46.3	137.6	0.0
種実類	(g/日)	0.0	0.0-0.0	0.3	0.6	2.2	0.0	0.0	0.0-0.0	0.3	0.7	2.2	0.0	0.0	0.0-0.3	0.4	0.7	2.2	0.0	0.0	0.0-0.0	0.1	0.3	1.1	0.0
野菜類	(g/日)	116.0	57.1-297.4	190.3	189.5	881.5	10.5	86.0	43.5-190.1	149.9	153.1	539.2	31.5	116.7	30.5-186.6	125.1	101.9	306.5	10.5	294.3	89.4-373.5	297.6	237.9	881.5	59.1
果実類	(g/日)	54.6	20.1-87.6	91.3	110.0	457.4	0.0	50.4	19.1-72.6	88.5	125.5	457.4	0.0	50.4	20.0-87.6	76.6	88.4	295.6	0.0	67.6	33.6-218.6	107.9	104.6	269.0	0.0
きのこ類	(g/日)	4.2	0.0-12.6	14.2	27.6	137.6	0.0	4.2	0.0-6.3	7.7	14.4	51.6	0.0	8.5	0.0-18.1	13.3	15.2	42.0	0.0	4.2	0.0-17.2	22.9	42.3	137.6	0.0
藻類	(g/日)	0.4	0.0-1.0	0.8	1.1	4.3	0.0	0.4	0.1-1.4	0.8	0.8	2.6	0.0	0.2	0.0-1.1	0.9	1.4	4.3	0.0	0.2	0.0-0.9	0.7	1.0	3.4	0.0
魚介類	(g/日)	33.6	10.4-61.5	59.0	80.5	303.0	0.0	33.6	10.3-62.0	54.7	65.8	229.1	0.0	33.6	8.9-45.2	37.3	36.8	123.6	0.0	16.8	16.8-70.4	83.7	112.2	303.0	0.0
肉類	(g/日)	110.4	74.3-295.9	200.5	215.6	1079.2	0.0	128.9	85.6-332.3	264.8	283.3	1079.2	46.2	95.1	31.0-131.0	106.7	91.6	292.4	0.0	117.9	86.6-335.4	205.4	161.8	507.4	0.0
卵類	(g/日)	37.5	10.5-91.3	57.4	60.0	258.0	0.0	31.5	15.8-64.1	43.6	37.0	107.0	0.0	21.5	10.5-37.4	29.4	26.2	86.0	0.0	107.5	43.0-129.0	99.1	79.2	258.0	0.0
乳類	(g/日)	168.7	86.3-305.3	259.3	270.2	1042.5	0.0	159.1	63.0-403.9	287.4	300.9	941.4	17.2	172.0	148.7-201.8	168.3	61.3	252.2	56.7	128.6	94.0-481.6	305.7	320.4	1042.5	0.0
油脂類	(g/日)	11.6	6.3-17.7	11.8	8.5	34.4	0.0	12.6	9.5-18.2	13.7	7.3	25.7	0.0	7.4	1.6-13.3	7.9	6.7	19.2	0.0	8.6	6.4-21.2	12.8	10.2	34.4	0.0
菓子類	(g/日)	33.6	2.4-69.7	55.1	86.7	447.2	0.0	46.2	26.3-63.8	44.9	23.3	80.6	10.5	1.6	0.0-21.5	20.3	34.8	106.9	0.0	47.3	0.0-117.5	98.4	136.3	447.2	0.0
し好飲料類	(g/日)	275.2	105.0-860.0	496.5	510.6	2150.0	0.0	430.0	105.0-860.0	595.0	589.9	2150.0	0.0	275.2	170.6-698.8	410.4	343.7	965.0	0.0	210.0	105.0-860.0	452.7	510.4	1294.3	0.0
調味料香辛料類	(g/日)	27.4	15.7-49.9	31.8	20.8	79.3	0.0	22.9	14.4-33.6	27.5	19.8	74.5	0.0	26.6	22.9-35.3	31.1	14.1	57.4	15.7	27.4	25.4-60.1	37.5	25.1	79.3	0.0

四分位範囲（25%-75%）

表４　女子選手の競技種目別の１日あたりの食品群別摂取状況

		女子全体（30名）						女子短距離・跳躍（17名）						女子中距離・長距離（7名）						女子投擲・混成（6名）					
		中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値
穀類	(g/日)	631.0	483.9-718.7	628.9	224.4	1244.0	191.0	579.0	430.0-667.8	535.1	173.1	770.2	191.0	617.6	514.0-698.2	647.8	188.2	1043.6	449.0	855.0	728.5-946.4	872.7	201.8	1244.0	618.8
いも及びでん粉類	(g/日)	12.8	6.3-25.4	18.9	14.8	63.0	0.0	12.6	6.3-25.8	16.9	13.2	45.0	0.0	18.9	15.8-38.4	28.1	19.5	63.0	6.3	12.6	12.6-17.3	13.7	4.4	19.2	6.3
砂糖及び甘味料	(g/日)	0.0	0.0-4.2	2.8	5.4	17.2	0.0	0.0	0.0-4.2	2.8	5.5	17.2	0.0	0.0	0.0-6.4	4.3	6.1	17.2	0.0	0.0	0.0-0.0	1.4	3.1	8.4	0.0
豆類	(g/日)	42.8	25.2-66.2	51.2	39.1	154.4	0.0	40.8	21.2-59.6	49.7	43.8	154.4	0.0	51.6	43.7-76.0	58.9	23.1	96.3	25.2	30.5	22.1-47.6	46.1	38.8	128.8	14.3
種実類	(g/日)	0.0	0.0-0.0	0.6	1.7	8.6	0.0	0.0	0.0-0.0	0.6	2.0	8.6	0.0	0.0	0.0-0.5	0.8	1.5	4.3	0.0	0.0	0.0-0.8	0.4	0.6	1.6	0.0
野菜類	(g/日)	154.9	95.7-226.9	190.9	136.4	590.7	12.6	155.7	90.0-227.7	194.2	148.9	590.7	12.6	191.1	150.6-254.1	208.7	97.9	390.4	70.1	129.6	65.9-176.4	161.0	133.0	434.3	36.1
果実類	(g/日)	134.4	54.9-222.2	147.3	103.5	378.4	0.0	127.8	50.4-217.8	138.1	93.5	318.0	0.0	166.8	78.1-220.1	163.1	117.4	378.4	0.0	142.9	81.4-230.6	155.3	110.1	325.2	0.0
きのこ類	(g/日)	7.4	0.0-12.8	14.6	22.7	103.2	0.0	8.4	0.0-12.8	17.4	27.4	103.2	0.0	8.4	0.0-19.2	12.5	14.4	40.7	0.0	3.2	0.0-11.0	8.9	12.3	34.4	0.0
藻類	(g/日)	0.9	0.3-1.5	1.1	1.0	4.3	0.0	0.5	0.2-1.3	0.8	0.7	2.6	0.0	1.3	1.1-2.5	1.8	1.3	4.3	0.0	0.8	0.4-1.6	1.0	0.7	2.2	0.4
魚介類	(g/日)	52.7	24.7-77.5	66.2	63.8	302.5	0.0	50.4	23.1-87.5	72.2	77.0	302.5	0.0	58.8	56.9-69.4	75.7	43.5	179.6	38.9	37.8	25.2-41.0	38.3	18.6	74.5	16.8
肉類	(g/日)	133.9	82.9-193.6	165.6	149.6	767.0	0.0	133.1	63.0-145.7	152.9	167.9	767.0	0.0	149.4	91.1-266.2	186.1	132.8	419.6	18.9	139.5	102.3-203.2	177.5	101.7	382.7	89.2
卵類	(g/日)	53.5	31.6-93.9	66.9	43.3	172.0	21.0	43.0	25.8-85.5	60.1	44.0	172.0	21.0	128.5	64.0-129.0	94.9	44.9	129.0	21.0	48.3	42.6-61.4	53.5	17.6	86.0	32.0
乳類	(g/日)	170.8	77.8-265.2	173.7	121.2	457.7	0.0	89.8	71.8-207.7	127.4	100.5	365.4	0.0	188.8	171.4-287.0	226.9	99.1	403.6	78.9	236.0	188.4-317.4	242.5	138.9	457.7	8.4
油脂類	(g/日)	11.7	4.2-17.0	13.8	11.1	45.0	0.0	12.7	4.2-23.1	15.6	13.2	45.0	0.0	10.5	4.2-15.9	11.8	9.0	29.7	2.1	10.7	9.1-12.1	11.0	3.3	17.0	6.3
菓子類	(g/日)	29.9	12.4-41.8	52.4	73.8	361.2	0.0	31.5	10.5-38.1	51.4	81.4	361.2	0.0	27.5	25.7-34.7	27.3	12.6	43.1	0.0	73.1	6.9-144.9	84.4	80.5	205.4	1.1
し好飲料類	(g/日)	105.0	0.0-254.4	182.0	216.7	860.0	0.0	105.0	0.0-430.0	214.4	260.7	860.0	0.0	105.0	0.0-157.5	98.2	100.1	267.5	0.0	160.0	105.0-258.5	188.0	138.8	430.0	0.0
調味料香辛料類	(g/日)	29.3	20.0-51.5	34.1	19.5	71.9	2.5	27.4	18.0-46.6	33.1	21.1	71.9	2.5	37.5	29.4-55.1	40.1	17.5	63.5	10.3	29.3	21.8-32.8	30.0	14.4	57.6	10.8

四分位範囲（25%-75%）

表５　男子選手の競技種目別の１日あたりの栄養補給状況

	男子全体（28名）						男子短距離・跳躍（11名）						男子中距離・長距離（8名）						男子投擲・混成（9名）					
	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値
エネルギー (kcal/日)	2452	2013-3028	2759	1309	7968	1284	2491	2199-2918	2748	995	5157	1284	1928	1740-2560	2154	623	3167	1306	2654	2143-3557	3309	1774	7968	1981
(kcal/kg/日)	37.3	30.8-43.9	40.8	18.1	110.7	18.8	39.5	34.4-44.7	42.2	14.0	73.7	20.7	35.0	32.4-43.3	38.5	10.1	55.6	25.6	31.2	29.7-41.5	41.3	26.2	110.7	18.8
たんぱく質 (g/日)	85.7	61.3-117.9	110.4	77.7	364.0	39.4	81.2	63.1-121.6	116.7	86.5	364.0	54.4	61.8	50.3-98.2	72.2	27.6	118.9	39.4	107.1	79.7-165.8	136.7	83.2	336.4	61.7
(g/kg/日)	1.3	1.0-1.8	1.6	1.1	5.2	0.5	1.3	1.0-1.9	1.8	1.2	5.2	0.8	1.2	1.0-1.7	1.3	0.4	2.1	0.8	1.4	1.2-1.9	1.7	1.2	4.7	0.5
脂質 (g/日)	70.2	48.5-96.5	76.9	37.3	191.6	23.5	75.2	51.6-95.6	78.7	29.9	136.7	40.4	46.1	30.9-70.6	54.8	28.5	104.9	23.5	85.2	66.8-100.0	94.5	42.0	191.6	39.0
炭水化物 (g/日)	361.0	315.5-469.0	432.4	210.1	1317.2	173.5	400.9	355.4-465.9	419.1	132.1	715.8	173.5	336.0	311.4-379.9	362.3	94.8	557.2	233.3	356.2	316.5-519.1	510.9	312.0	1317.2	289.7
(g/kg/日)	6.1	4.8-7.2	6.5	3.0	18.3	2.8	6.3	5.4-7.3	6.4	1.9	10.2	2.8	6.1	5.6-6.9	6.5	1.6	9.8	4.6	4.6	3.7-6.8	6.4	4.5	18.3	3.0
たんぱく質エネルギー比 (%)	13.8	11.8-16.9	15.3	5.1	31.2	10.1	14.2	12.3-17.8	15.7	4.9	28.2	10.1	12.4	11.8-14.2	13.1	1.9	16.9	10.7	13.7	12.0-16.9	16.7	6.4	31.2	11.5
脂質エネルギー比 (%)	24.5	20.3-30.1	25.0	6.2	35.5	12.5	26.5	20.4-31.4	26.1	5.8	34.6	18.3	20.7	17.9-23.7	22.0	6.9	35.5	12.5	27.7	21.8-29.3	26.5	5.0	33.5	17.7
炭水化物エネルギー比 (%)	65.8	56.7-70.1	63.4	9.1	80.5	44.3	59.1	55.5-69.0	61.9	7.8	73.8	49.8	70.5	65.8-73.6	68.5	8.8	80.5	51.4	64.6	58.4-66.1	60.7	9.0	71.9	44.3
食物繊維総量 (g/日)	20.6	16.9-24.7	24.0	16.6	101.1	8.5	20.7	17.4-23.6	22.1	9.3	45.8	8.5	17.9	15.3-23.2	19.7	6.8	33.6	10.4	23.4	17.9-27.1	30.1	25.6	101.1	10.9
カルシウム (mg/日)	575	388-779	696	461	2211	223	590	380-698	671	437	1608	223	478	353-549	475	150	774	284	794	656-1194	923	557	2211	254
鉄 (mg/日)	5.8	4.6-8.0	7.3	4.7	24.8	2.3	5.6	4.7-6.7	6.9	3.9	15.5	2.6	5.2	4.1-6.7	5.4	2.1	9.4	2.3	7.1	5.9-9.3	9.5	6.1	24.8	3.3
レチノール活性当量 (μg/日)	400	263-1081	859	1105	5552	51	328	235-509	818	1511	5552	51	331	127-671	545	556	1709	59	1048	414-1913	1187	731	2094	384
ビタミンB_1 (mg/日)	1.04	0.70-1.45	1.37	1.08	4.99	0.45	1.02	0.75-1.53	1.44	1.13	4.57	0.45	0.89	0.64-1.27	0.94	0.37	1.43	0.48	1.34	0.82-2.14	1.67	1.30	4.99	0.48
ビタミンB_2 (mg/日)	1.22	1.06-1.78	1.65	1.10	5.16	0.57	1.13	1.07-1.43	1.66	1.14	4.14	0.87	0.98	0.69-1.26	1.03	0.40	1.75	0.57	1.88	1.36-2.55	2.20	1.18	5.16	1.02
ビタミンC (mg/日)	65	40-121	116	162	875	24	45	34-79	75	74	292	26	69	40-106	174	269	875	31	86	62-147	114	75	289	24
ビタミンD (μg/日)	7.3	4.7-10.7	11.5	14.0	57.3	0.3	8.6	2.9-9.7	9.1	9.6	36.4	0.3	7.0	3.8-7.7	6.9	5.2	18.6	0.7	9.8	5.0-14.1	18.5	19.9	57.3	4.5
食塩相当量 (g/日)	5.7	4.7-8.9	7.3	6.2	35.9	1.2	5.7	4.0-8.1	6.1	2.7	10.4	1.8	5.2	4.7-5.9	5.4	1.9	9.3	2.3	6.3	5.4-13.1	10.5	9.7	35.9	1.2

四分位範囲（25%-75%）

表６　女子選手の競技種目別の１日あたりの栄養補給状況

	女子全体（30名）						女子短距離・跳躍（17名）						女子中距離・長距離（7名）						女子投擲・混成（6名）					
	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値	四分位範囲	平均	標準偏差	最大値	最小値
エネルギー (kcal/日)	2246	1744-2718	2330	832	4265	824	1985	1641-2530	2144	886	4265	824	2653	1784-2953	2427	666	3317	1544	2619	2372-2896	2746	663	4036	1924
(kcal/kg/日)	39.8	30.5-52.0	42.7	16.5	73.8	15.8	37.4	29.3-47.7	39.2	16.1	73.5	15.8	63.6	40.7-68.8	55.2	16.3	73.8	30.3	38.6	30.2-42.6	38.1	8.4	51.7	28.1
たんぱく質 (g/日)	83.6	67.4-113.8	96.5	45.6	239.7	21.2	74.3	58.1-107.5	88.7	48.6	239.7	21.2	110.7	80.4-132.7	109.7	36.2	167.8	62.9	88.3	77.5-106.1	103.4	41.7	191.2	66.9
(g/kg/日)	1.6	1.1-2.3	1.8	0.9	4.1	0.4	1.5	1.0-2.1	1.6	0.8	4.0	0.4	2.5	1.9-3.1	2.5	0.9	4.1	1.2	1.3	1.0-1.7	1.4	0.6	2.5	0.8
脂質 (g/日)	62.4	41.8-93.3	74.5	44.8	226.9	12.9	63.9	37.7-91.2	74.1	52.1	226.9	12.9	65.5	58.8-92.3	77.8	33.9	144.3	32.9	57.8	55.7-85.5	71.8	31.3	130.0	35.4
炭水化物 (g/日)	348.2	256.6-383.0	340.8	114.1	611.5	162.3	288.6	241.8-354.6	300.6	94.1	540.8	162.3	346.9	256.5-356.3	346.1	118.7	611.5	238.6	420.5	387.0-524.8	448.3	85.8	572.0	341.4
(g/kg/日)	5.7	4.9-7.3	6.2	2.2	13.4	2.6	5.1	4.2-6.6	5.5	1.9	10.1	2.6	8.1	5.5-8.5	7.8	2.7	13.4	5.2	6.2	5.0-7.3	6.2	1.3	7.9	4.9
たんぱく質エネルギー比 (%)	16.1	13.3-18.9	16.4	4.0	25.3	10.3	15.4	12.1-19.1	16.3	4.4	24.8	10.3	16.3	16.1-19.4	18.1	3.5	25.3	13.9	14.7	12.3-16.4	14.7	2.6	18.9	11.7
脂質エネルギー比 (%)	27.6	19.6-32.4	27.4	8.6	47.9	13.5	28.1	24.2-35.9	28.4	9.0	47.9	13.5	31.5	23.1-33.4	28.7	8.2	40.9	15.4	21.3	17.4-27.6	22.9	6.1	32.4	16.5
炭水化物エネルギー比 (%)	58.0	52.8-69.0	60.1	10.7	80.0	33.1	57.0	51.4-66.1	59.1	11.6	80.0	33.1	53.1	52.5-62.9	57.3	9.7	73.7	43.7	68.4	61.3-70.4	66.2	6.2	73.7	56.7
食物繊維総量 (g/日)	20.3	17.7-25.3	21.5	7.1	36.5	7.4	18.6	14.0-23.4	19.9	7.5	36.5	7.4	23.3	19.5-29.0	23.8	6.2	32.5	13.8	20.5	20.0-24.0	23.5	5.6	35.4	19.6
カルシウム (mg/日)	546	414-671	547	230	1184	33	448	293-642	480	208	819	33	667	517-747	651	167	936	429	585	447-630	617	279	1184	304
鉄 (mg/日)	6.3	5.1-9.6	7.9	4.3	21.2	1.0	6.2	4.6-8.9	7.1	4.4	21.2	1.0	11.5	6.8-13.2	10.5	4.3	17.6	4.6	5.9	5.8-6.5	6.8	2.1	11.4	5.1
レチノール活性当量 (μg/日)	508	400-1095	1269	1769	8111	65	476	340-635	951	1808	8111	65	2438	789-4103	2524	1788	5084	361	423	409-1090	705	463	1399	269
ビタミンB_1 (mg/日)	1.07	0.73-1.38	1.19	0.66	3.17	0.27	1.06	0.72-1.16	1.08	0.65	3.17	0.27	1.14	0.83-1.81	1.38	0.67	2.61	0.65	1.02	0.86-1.31	1.25	0.61	2.53	0.72
ビタミンB_2 (mg/日)	1.29	0.98-1.73	1.49	0.77	4.10	0.19	1.14	0.86-1.65	1.32	0.83	4.10	0.19	1.97	1.42-2.30	1.92	0.58	2.87	1.18	1.33	1.14-1.43	1.49	0.58	2.74	0.99
ビタミンC (mg/日)	102	72-148	111	59	271	16	101	69-151	108	60	271	16	113	95-157	130	44	210	86	76	71-113	97	64	222	16
ビタミンD (μg/日)	9.1	5.6-13.2	11.7	10.3	55.1	0.9	9.7	4.8-15.1	12.4	12.5	55.1	0.9	11.8	8.4-13.4	13.4	7.4	30.5	8.0	8.7	6.4-9.3	7.9	1.7	9.4	5.4
食塩相当量 (g/日)	5.8	4.0-8.4	6.1	2.7	11.3	0.4	5.2	3.9-7.3	5.8	2.9	11.3	0.4	6.7	5.5-8.1	6.6	1.9	8.9	3.2	5.5	4.2-8.9	6.5	2.8	10.6	3.3

四分位範囲（25%-75%）

状況の調査を実施し,現状を把握することであった.その結果，陸上競技U20オリンピック育成競技者男女合計58名の身体組成，食品群別摂取状況および栄養補給状況を調査することができた.

本調査では，食品群別摂取状況および栄養補給状況に加えて，基礎資料となるべく各競技種目の身体組成を合わせて調査した．身体組成では，体脂肪率および除脂肪体重が男女ともに中距離・長距離グループの選手が低い傾向にあり，投擲・混成グループの選手が高い傾向であった．このことから，日々の練習やトレーニングを行うことで競技種目に好ましい体格に近づいていったことがうかがえる．目標とする身体組成を獲得するには食事からの栄養補給と練習やトレーニングによる消費のバランスによって作り上げられる.本調査においては,練習やトレーニングによるエネルギー消費量の調査ができていないため，食事を管理したことによって得られた身体組成なのか，練習やトレーニングによるものなのかは論ずることができないものの，陸上競技U20オリンピック育成競技者という競技レベルの高い選手の身体組成における基礎資料を得ることができたと推察される.

陸上競技選手が競技を継続するためには，練習やトレーニングにおいて消費したエネルギーの補給に加えて，競技に求められる身体をつくるためのエネルギーや栄養素を確保する必要があることから，身体活動量などを考慮し体格に見合ったエネルギーを確保する必要がある．日本人の食事摂取基準2020年版（以下食事摂取基準）では，年齢が15～17歳で身体活動レベルがⅢの1日あたりの体重1kgあたりの推定エネルギー必要量は，エネルギー蓄積分を考慮して計算したところ男子で52.8 kcal/kg/日,女子で49.4 kcal/kg/日であった（厚生労働省，2019）．本調査で得られた1日あたりの体重1kgあたりのエネルギー摂取量は，男子選手全体で37.3（30.8-43.9）kcal/kg/日（短距離・跳躍グループ：39.5(34.4-44.7)kcal/kg/日,中距離･長距離グループ:35.0（32.4-43.3）kcal/kg/日,投擲･混成グループ：31.2（29.7-41.5）kcal/kg/日），女子選手全体で39.8（30.5-52.0）kcal/kg/日（短距離・跳躍グループ:37.4（29.3-47.7）kcal/kg/日，中距離・長距離グループ：63.6（40.7-68.8）kcal/kg/日，投擲･混成グループ:38.6（30.2-42.6）kcal/kg/日）であり，女子選手の中距離・長距離グループを除いた全てのグループが食事摂取基準の推定エネルギー必要量よりも低い値を示した（厚生労働省，2019）．本調査の対象者は，日本国内でも競技能力の高い選手を対象としていたことから，練習やトレーニングの強度も高く，時間も長いことが推測され，エネルギー消費量も高いことが考えられる.このことから，必要なエネルギー量の確保が食事からできていない可能性が考えられる．その一方で，1日あたりの体重1kgあたりのたんぱく質の摂取量は，男子選手全体で1.3(1.0-1.8)g/kg/日（短距離･跳躍グループ:1.3（1.0-1.9）g/kg/日，中距離･長距離グループ:1.2（1.0-1.7）g/kg/日，投擲・混成グループ：1.4（1.2-1.9）g/kg/日),女子選手全体で1.6(1.1-2.3)g/kg/日（短距離・跳躍グループ：1.5（1.0-2.1）g/kg/日，中距離・長距離グループ：2.5（1.9-3.1）g/kg/日，投擲・混成グループ：1.3（1.0-1.7）g/kg/日）であった．国際陸上競技連盟合意声明2019において，スポーツ選手のたんぱく質摂取の推奨量は1日あたりの体重1kgあたり1.3～1.7g/kg/日であることが示されている（Burke et al.，2019）．このことから，骨格筋を作るために求められるたんぱく質の摂取量については，男子選手の中距離・長距離グループを除いて推奨量に達していることが示された．食品群別摂取状況は，男子選手，女子選手ともに穀類，豆類，魚介類，肉類は令和4年度国民健康栄養調査（厚生労働省，2024）における15～19歳の平均的な摂取量とほぼ同量もしくは上回っており,極端な不足はみられなかった．その一方で，野菜類と果実類の摂取量が少なく，健康日本21（第三次）（厚生労働省，2023）で目標とされる摂取量（野菜摂取量350g/日，果物摂取量200g/日）を下回っていた．また，女子選手全体は男子選手全体よりも野菜類，果実類，藻類，魚介類，肉類，卵類の摂取量が多い傾向がみられた．肉類に対しての魚介類の摂取割合は男子選手が30%，女子選手が40%と肉類よりも少ない傾向だった．男子選手および女子選手ともに，肉類の摂取は多い傾向にあり，選手は筋量を維持するために肉類をはじめとした主菜の摂取を意識していることがうかがえる．しかし，穀類の摂取は,15～19歳の平均的な摂取量と同程度（厚生労働省，2024）であるものの，陸上競技選手は身体活動量が高いため，運動量に対しての主食の摂取量の不足に伴って，菓子類・し好飲料の摂取量につながっている可能性も否定できない．このことから，補食を加味した戦略的なエネルギー補給計画を立てていく必要があるといえる．陸上競技選手においては，カルシウムの不足は疲労骨折などのケガ，鉄の不足は貧血に伴う競技パフォーマンスの低下のリスクとなるため，不足に陥らないための摂取が求められる．乳類は，男子選手と女子選手の短距離・

跳躍グループを除いた競技種目グループで令和4年度国民健康栄養調査（厚生労働省，2024）における15～19歳の平均的な摂取量を上回っていた．また，微量栄養素の補給状況では，1日あたりのカルシウム摂取量が男子選手全体で575(388-779)mg/日（短距離・跳躍グループ：590（380-698）mg/日，中距離・長距離グループ：478（353-549）mg/日，投擲・混成グループ：794（656-1194）mg/日），女子選手全体で546（414-671）mg/日（短距離・跳躍グループ：448（293-642）mg/日，中距離・長距離グループ：667（517-747）mg/日，投擲・混成グループ：585（447-630）mg/日）であった．1日あたりのカルシウムにおける食事摂取基準の推奨量は，男性の15～17歳で800 mg/日，女性の15～17歳で650 mg/日であり（厚生労働省，2019），男子の投擲・混成グループは推奨量に近しい摂取量であり，女子の中距離・長距離グループは推奨量に達していたものの，それ以外の男女の競技種目グループでは摂取量が少ない傾向であった．また，1日あたりの鉄の摂取量が男子選手全体で5.8（4.6-8.0）mg/日（短距離・跳躍グループ：5.6（4.7-6.7）mg/日，中距離・長距離グループ：5.2（4.1-6.7）mg/日，投擲・混成グループ：7.1（5.9-9.3）mg/日），女子選手全体で6.3（5.1-9.6）mg/日（短距離・跳躍グループ：6.2（4.6-8.9）mg/日，中距離・長距離グループ：11.5（6.8-13.2）mg/日，投擲・混成グループ：5.9（5.8-6.5）mg/日）であった．1日あたりの鉄における食事摂取基準の推奨量は，男性の15～17歳で10 mg/日，女性の15～17歳で10.5（月経なしは7.0）mg/日であり（厚生労働省，2019），鉄の摂取量は，女子の中距離・長距離グループが推奨量に達しているものの，それ以外の男女の競技種目グループでは摂取量が少ない傾向にあった．日本陸連スポーツ栄養部は，これまで「疲労骨折予防10か条」，「アスリートの貧血対処7か条」の提示に伴って，陸上競技選手の1日あたりのカルシウムの目標量を1000mg/日程度，鉄の目標量を15.0mg/日程度としてきた（日本陸上競技連盟医事委員会スポーツ栄養部，online）．調査対象者の平均摂取量と日本陸上競技連盟医事委員会スポーツ栄養部（online）が示している目標量を比較したところ，カルシウム，鉄のいずれの栄養素の摂取量も目標量には到達していなかった．このことから，U20オリンピック育成競技者においても，疲労骨折や貧血のリスクがある状態で競技に臨んでいることが推察される．カルシウムの多い食品は，牛乳やヨーグルト，チーズなどの乳製品，納豆や豆腐の大豆製品，フィッシュアーモンドなどがあげられ，鉄の多い食品は，牛赤身肉，カツオやマグロなどの魚介類，ほうれん草や小松菜などの青菜，納豆や高野豆腐などの大豆製品があげられる．食品群別摂取量においては，乳類は一定量の摂取がみられるものの陸上競技選手ということを加味するとさらなる摂取が必要であることがうかがえ，大豆製品が含まれる豆類や魚介類の摂取量は低い傾向にあった．このことから，これらの食品を主菜に取り入れることは難しくても，副菜などで取り入れることにより，カルシウムや鉄の効率的な補給につなげられるかもしれない．加えて，骨や血液を作り出すにはエネルギーやたんぱく質の摂取も求められる．たんぱく質量は男子選手の中距離・長距離グループを除いて全てのグループにおいて国際陸上競技連盟合意声明2019（Burke et al.，2019）で示されている推奨量に達していることを考えると3食の食事に加えて，補食からエネルギーとカルシウム，鉄などの栄養素を補給することができないかを検討していく必要がある．

本研究の限界点として，陸上競技のU20オリンピック育成競技者に対してインターネット経由での食品群別摂取状況および栄養補給状況の調査を実施した．調査期間を延長して，約83%の選手の食事・栄養調査を実施することができたが，各競技種目の回答数にはやや偏りがあり，回答者が少ない競技種目もみられた．今後は各競技種目で評価ができるように対象者数の増加や経時的な経過を観察する必要があるといえる．また，各競技種目に特化した食事や栄養に関する情報提供やサポートを提案していく必要があるといえる．本調査の対象者は陸上競技選手であったことから，競技者用食物摂取頻度調査(FFQJA)として，開発された栄養計算ソフトを用いた．回答者は過去の食事を思い出して記入していること，栄養計算システムの性質から過小評価および過大評価していることも推察されることから，潜在的に栄養状態に問題を抱えている選手がいる可能性は否定できない．調査の結果では各項目において，最大値と最小値の間にも大きな差があった．このことから，調査を行った選手の中には，エネルギー摂取量が過剰となる可能性もある．そのため，選手への栄養サポートを行う際には栄養調査を実施し，選手個々人の食品群別摂取状況および栄養補給状況を把握した上でサポートを行う必要がある．また，調査を行った陸上競技選手はEAの低下やREDsの可能性も考えられるが，評価するためにはエネルギー消費量の算出が必要不可欠である．このことから，日常生活と練習・トレーニング時のエネルギー消費量

の算出をどのように調査すべきかを検討する必要がある．今後は，対象者数の増加を目指し，身体組成，食品群別摂取状況，栄養補給状況に加えて，日常生活と練習・トレーニング時の身体活動状況，睡眠時間などの休息状況の調査を行うことで，より詳細な結果を得ることができるといえる．

Ⅴ 結論

本研究の目的は，陸上競技U20オリンピック育成競技者を対象に，食品群別摂取状況および栄養補給状況の現状を把握するために調査を行った．本研究の調査対象者数は少なく，各競技種目を細分化して分析するまでに至らなかった．そのため，得られたデータは本調査における限定的な結果であるものの，陸上競技U20オリンピック育成競技者は，たんぱく質供給源となる食品をある程度確保できておりたんぱく質は一定量摂取できていた．その一方で，カルシウム，鉄については推奨される量に達しておらず，豆類，魚介類，野菜類，果実類の摂取量が少ないことに起因する可能性が示唆された．これらの課題の改善には，3食の食事に加えて，摂取量が少ない食品群を用いて補食からエネルギーとカルシウム，鉄などの栄養素を補給することが解決策であることがうかがえた．以上のことから，本調査によって，限定的ではあるものの陸上競技U20オリンピック育成競技者という日本国内でも競技力の高い選手の身体組成，食品群別摂取状況および栄養補給状況の基礎資料を得ることができたといえる．

文献

Burke, L. M., Castell, L. M., Casa, D. J., Close, G. L., Costa, R. J. S., Desbrow, B., Halson, S. L., Lis, D. M., Melin, A. K., Peeling, P., Saunders, P. U., Slater, G. J., Sygo, J., Witard, O. C., Bermon, S., & Stellingwerff, T. (2019). International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 29(2), 73-84. https://doi.org/10.1123/ijsnem.2019-0065

Ishikawa-Takata, K., Okamoto, K., & Taguchi, M. (2021). Development and validation of a food frequency questionnaire for Japanese athletes (FFQJA). Journal of the International Society of Sports Nutrition, 18(1), 34. https://doi.org/10.1186/s12970-021-00433-5

厚生労働省（2019），日本人の食事摂取基準（2020年版）策定検討会報告書，https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586553.pdf（参照日2025年1月11日）

厚生労働省（2023），健康日本21（第三次）について～栄養・食生活関連を中心に～，https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/001122156.pdf(参照日2025年1月11日)

厚生労働省（2024），令和4年国民健康・栄養調査結果の概要，https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/001296359.pdf（参照日2025年1月11日）

日本陸上競技連盟（online）日本陸上競技連盟医事委員会スポーツ栄養部，https://www.jaaf.or.jp/about/resist/nourishment/（参照日2025年1月11日）

Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., Meyer, N., Sherman, R., Steffen, K., Budgett, R., & Ljungqvist, A. (2014). The IOC consensus statement: beyond the female athlete triad-relative energy deficiency in sport (RED-S). British Journal of Sports Medicine, 48(7), 491-497. http://dx.doi.org/10.1136/ bjsports-2014-093502

Mountjoy, M., Ackerman, K. E., Bailey, D. M., Burke, L. M., Constantini, N., Hackney, A. C., Heikura, I. A., Melin, A., Pensgaard, A. M., Stellingwerff, T., Sundgot-Borgen, J. K., Torstveit, M. K., Jacobsen, A. U., Verhagen, E., Budgett, R., Engebretsen, L., & Erdener, U. (2023). 2023 International Olympic Committee’s (IOC) consensus statement on relative energy deficiency in sport (REDs). British Journal of Sports Medicine, 57(17), 1073-1097. https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-106994

【報告】

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 50-56, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,50-56,2024

陸上競技の迷惑撮影対策に関するヒアリング調査結果の報告

山元 康平[1)]　森 健一[2)]　渡部 慶子[3)]　肥田埜 里枝[3)]
1）福井工業大学　2）武蔵大学　3）公益財団法人日本陸上競技連盟

1. はじめに

日本陸上競技連盟（以下、日本陸連）では、アスリートが安心して競技に取り組めるより良い環境づくりを目指し、迷惑撮影（被写体に了解を得ずひそかに撮影を行うこと（隠し撮り）のみならず、高性能カメラを使用して性的目的の撮影をすることを指す。）を撲滅する対策に取り組んでいる。具体的には、多くの競技会において迷惑撮影防止に関する啓蒙活動や見回り、撮影制限等に取り組むとともに、日本陸連ホームページの『陸上安全ナビ』ページ内に、『迷惑撮影』に関するページを開設し、迷惑撮影に関する情報公開や啓蒙を行っている(日本陸連、online)。さらに、指導者等を対象に、迷惑撮影に関する実態調査を実施し、迷惑撮影の現状把握と情報共有に取り組んでいる（山元、2024)。

本報告では、2024 年 3 月に日本陸連公認コーチ資格の有資格者を対象に実施した迷惑撮影に関する調査結果から、陸上競技における迷惑撮影の現状について報告するとともに、迷惑撮影への対策について情報共有を行うことを目的とした。

2. 調査方法の概要

本調査は日本陸連公認コーチ資格の有資格者（公認スタートコーチ、公認ジュニアコーチ、公認コーチ）を対象に、2024 年 3 月に実施した。回答数は 555（男性 481、女性 70、無回答 4）であった。年齢は 10 代 1 名（0.2％)、20 代 40 名（7.2％)、30 代 66 名（11.9％)、40 代 161 名（29.0％)、50 代 181 名(32.6%)、60 代以上 106 名(19.1%)であった。また、陸上競技への関わり方については、小学校教諭 19 名（3.4%)、中学校教諭 82 名（14.8%)、高等学校・高等専門学校教諭 108 名（19.5%)、小学生クラブコーチ 142 名（25.6%)、中学生クラブコーチ 53 名 (9.5%)、高校生クラブコーチ 8 名 (1.4%)、一般クラブコーチ 21 名（3.8%)、大学チームコーチ 16 名(2.9%)、実業団チームコーチ 16 名(2.9%)、その他 90 名（16.2%）であった。

表 1 は質問項目を示したものである。「はい・いいえ」等の選択式の質問とともに、自由記述形式の質問項目を設定し、具体的な内容について調査した。

3. 結果

(1) 競技会における迷惑撮影の実態と対策

問 1「競技会においてご自身のチームの選手が迷惑撮影の被害にあった経験はありますか。(保護者からの相談を含む)」について、13.5%が「ある」と回答した。表 2 は、迷惑撮影の具体例（問 2）を示したものである。短距離種目のスタートやゴールなどの競技中だけでなく、招集所やレース後の移動中の撮影、駅伝大会での迷惑撮影の事例、更衣中の被害、写真や動画のネットへの掲載や販売などの事例がみられた。問 3「警察や主催者には相談しましたか。」について、主催者に報告・相談が 45.5%、警察に対応を依頼が 16.7%、直接自身でその場で対応が 13.6%、特に何もしていないが 12.1%であった。問 4「ご自身のチームの選手が被害にあわないために意識していることや心掛けていることはありますか。」について、48.3% が「ある」と回答した。表 3 は、被害にあわないために意識していることの例(問 5)を示したものである。「ユニフォームやウェアの対策」が最も多く（約 40%)、「選手や保護者への注意喚起」「不審者への警戒」に関する回答も多かった（約 30%)。練習等の競技会以外の場面では、「1 人で行動させない」といった行動に関する注意や、「更衣室を利用させる」「更衣用テントを使用する」といった更衣に関する注意、「部外者を立ち入らせない」といった回答がみられた。図 1 および 2 は、問 6「競技会において迷惑撮影等不審者の被害に遭いやすいと感じる世代」問 7「競技会において迷惑

表１　アンケートの質問項目

No.	質問項目
1	競技会においてご自身のチームの選手が迷惑撮影の被害にあった経験はありますか。（ 保護者からの相談を含む ）
2	問１で 「ある」と回答された方に質問です。それはどのような内容でしたか。具体的な事例を可能な範囲でご記入ください。
3	問１で「ある」と回答された方に質問です。警察や主催者には相談しましたか。また警察・主催者への相談の他に実施した対応があればご記入ください。
4	ご自身のチームの選手が被害にあわないために意識していることや心掛けていることはありますか。
5	問４で「ある」と回答された方に質問です。それはどのような対策ですか？可能な範囲でご記入ください。
6	競技会において迷惑撮影等不審者の被害に遭いやすいと感じる世代はありますか。
7	競技会において迷惑撮影など不審者が多いと感じる種目
8	競技以外（表彰式など）での迷惑撮影や不審者が多いと感じる場面があれば、ご記入ください。
9	練習時やクラブ活動（競技会以外）にご自身のチームの選手が被害にあった経験はありますか。
10	問9で「ある」と回答された方に質問です。それはどのような内容でしたか。具体的な事例を可能な範囲でご記入ください。
11	問9で「ある」と回答された方に質問です。警察には相談しましたか。　また警察への相談の他に実施した対応があればご記入ください。
12	練習時やクラブ活動（競技会以外）においてご自身のチームの選手が被害にあわないために意識していることや心掛けていることはありますか。
13	問12で「ある」と回答された方に質問です。それはどのような対策ですか？可能な範囲でご記入ください。
14	発信した写真が、第三者によって悪用（加工して拡散など）される事例もあります。選手のSNSやチームのHPへ掲載した写真が悪用されたご経験はありますか。
15	選手のSNSやチームのHPへの画像掲載について注意をしていることはありますか。
16	問15で「ある」と回答された方、具体的な内容をご記入ください。
17	問14の事例の他、第3者（選手や公式情報を含む）が掲載した選手の写真が悪用される場合もあります。ご自身の選手がSNSやWEBサイトで被害にあったことはありますか。
18	問17で「ある」と回答された方、具体的な内容をご記入ください。
19	アスリートを支える立場であるスポーツ関連団体が協力し、スポーツ界全体で取り組んでいる「アスリートへの写真・動画による性的ハラスメント防止の取り組みについて」ご存じですか？ ※スポーツ関連団体：公益財団法人日本オリンピック委員会、公益財団法人日本スポーツ協会、公益財団法人日本障がい者スポーツ協会、一般社団法人大学スポーツ協会、公益財団法人全国高等学校体育連盟、公益財団法人日本中学校体育連盟、独立行政法人日本スポーツ振興センターなど
20	迷惑撮影報告フォームを活用したことがありますか。
21	迷惑撮影等相談窓口を知っていますか。あるいは活用したことがありますか。https://www.jaaf.or.jp/ethic/ihaho.html
22	問21で「活用したことがある」と回答された方、ご意見やご感想、改善してほしい点をご記入ください。
23	ユニフォームに関するルールの解釈についてご存知ですか。https://www.jaaf.or.jp/news/article/17826/
24	ご自身のチームで選手がユニフォームを選択できる環境を整えていらっしゃいますか？
25	迷惑撮影対策について競技運営側に求めることがあれば記載ください。
26	その他、ご自由に書きください。

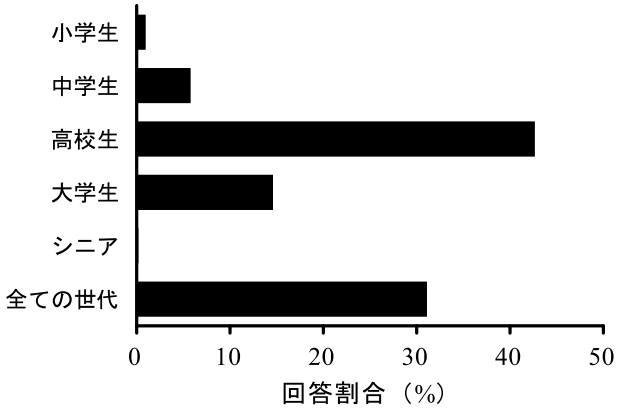


図１　競技会において迷惑撮影等不審者の被害に遭いやすいと感じる世代

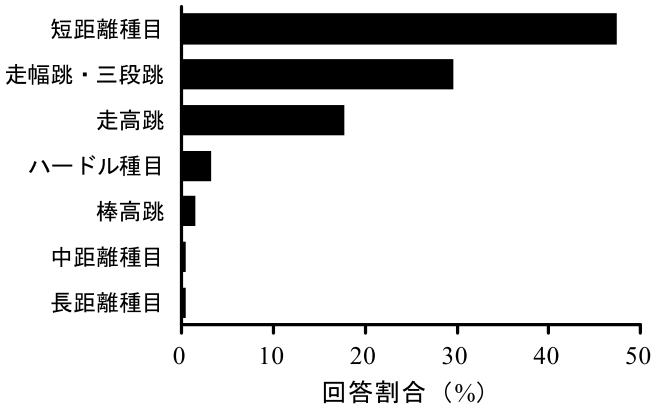


図２　競技会において迷惑撮影など不審者が多いと感じる種目

表２　競技会における迷惑撮影の具体例（問 2）

スタート地点の動画やスタート時のフォーム、ゴール後の様子をズームで動画撮影され、販売されていた。
ゴール後選手が集まっているところを場外（ゲート扉の外側）から 手のひらに収まる小型カメラを握りながら撮影していた。
選手が疲れて倒れているところの胸元や股間部分を撮影され公開された。
選手のゴール後にスタート地点まで移動する際に背後につけ、臀部を撮影。
女子選手の競技終了時にカメラで後を追いかけるように撮影している。
招集所近辺で盗撮をしていた。
選手が着替えをしているところを、離れた場所から撮影していた。 選手が気付き声をあげたところ、去っていった。
駅伝大会にて、ゴール後に倒れ込んだ選手を低いアングルから撮影をした男性がいた。 すぐに近くにいた競技役員が取り押さえ、警察を呼んだ。この男性は様々な大会に行っては盗撮を繰り返していた。
選手の知名度が上がるにつれて、ネット上にアップされる競技中の画像が増えた。
大会競技場にて女子生徒が同じ部活の男子生徒保護者に本人の了解を得ず撮影された。
ユニフォームのブルマー姿を写真に撮らせてほしい、そしてそのブルマーを売ってほしいと言われた。

表３　競技会において被害にあわないために意識していること（問 5）

ゴール後にすぐにTシャツなどを着用する。ユニフォームのまま競技場外を歩かない。
テント設営の場所に注意する（盗撮されない場所に設置する）。
ユニフォームに透過防止の素材を使用する。
表彰時に上着を着るよう指導している。
陸協で「一眼レフ」を使用した撮影を認めていない。会場の見回りをして疑わしい人物に注意している。
更衣室の使えない競技場に行く場合は、更衣用の小さいテントを持って行くようにしている。
大会時の撮影時は許可書を携帯することを保護者等に周知させている。
動線を確認し、速やかに移動させる。
練習時の撮影禁止をさせている。
撮影場所がきちんと制限されている競技会でのみセパレートユニフォームでの出場を可としている。
トイレや更衣室には複数で行かせる。
競技会への入場を、生徒保護者及びその関係者に限定している。 入場の際は、名簿に生徒の所属校と観戦者名を書かせている。 また、盗撮及び関係者機関との連携をしている旨を、プログラムに記載し、観客席にも掲示している。

撮影など不審者が多いと感じる種目」の回答割合を示したものである。世代では高校生年代が特に高い傾向がみられた。種目では短距離（主にスタート地点）が最も高く、次いで走幅跳・三段跳、走高跳が高かった。問 8「競技以外（表彰式など）での迷惑撮影や不審者が多いと感じる場面」では、表彰式が最も多く（21.9%）、次いでウォーミングアップエリア（18.7%）、待機場所（12.3%）、フィニッシュ付近（7.0%）、チーム控室（3.2%）、トイレ（2.6%）であった。

(2) 競技会以外における迷惑撮影の実態と対策

問 9「練習時やクラブ活動（競技会以外）にご自身のチームの選手が被害にあった経験はありますか。」について、3.2%が「ある」と回答した。表 4 は、迷惑行為の具体例（問 10）を示したものである。「練習中に一般の方が練習場に入り、撮影等をしていた。」「外部から覗いていたり、写真や動画を撮影された。」「練習場のトイレにて盗撮があった。」「公園内の周回走を行っている際、見知らぬ男性がカメラで選手を撮影していた。」などの事例がみら

表 4　競技会以外の迷惑行為の具体例（問 10）

練習中に一般の方が練習場に入り、撮影等をしていた。
外部から覗いていたり、写真や動画を撮影された。
練習場のトイレにて盗撮があった。
公園内の周回走を行っている際、見知らぬ男性がカメラで選手を撮影していた。
練習に行く途中に付きまとわれた。
撮影等ではないが、女子選手がしつこく声をかけられた。
個人練習をしていた際にわいせつな行為をされた（陳列）。

表 5　競技会以外で被害にあわないために意識していることの例（問 13）

関係者以外グラウンド等への立入制限（禁止）
できるだけ選手の周りに大人が張り付くようにしている。 カメラなど持っている人に近づかない。チーム関係者なのか問いただす。駄目なら警察へ通報。 怪しい動きなどあれば、すぐにチーム関係者に報告するようにし、情報を共有するようにしている。 外部から見えない場所での活動(屋内や敷地内) 自分のクラブに限らず、一緒に競技場を使用している他のチームと連携する。 迷惑行為に遭遇した時の早期連絡。
陸上競技場の利用しやすい更衣室が開放されていなかったので、利用できるよう何度も交渉した。
小学生男女問わずあまり1人で行動させないようにしている。トイレは大人がつく。
いくつもの事例を紹介し、現実として起きた行為を認識してもらう。 休憩中にリラックスしている時の姿勢や体勢など気をつけている。 女性コーチから指導や対策の指導を女児に行う。
Tシャツを透けにくい色にしたり、一般の方がいる場では軽装にさせない。 露出が多い服装はやめてもらうよう話をしている。 ユニフォームで練習しない。 女子生徒の練習着について、雨天時には透けたりするので、黒のシャツを着るように伝えています。 小学生はまだ意識が足りないので、露出が多い選手や、補強運動ではだけたりする時には、 サイズが合った物を着るように注意をしている。 丈の長いまたは大きいTシャツや上着の着用をする。ストレッチ中は人目から反対を向くようする。 ユニフォームの下着はユニフォームと同色にする。 テントなど視界を遮る物を用意する。
保護者のお当番さんに見てもらっている。保護者同士の挨拶を心掛けている。

れた。問 11「警察には相談しましたか。」について、42.1％（19 件中 8 件）が警察に相談していた。問 12「練習時やクラブ活動（競技会以外）においてご自身のチームの選手が被害にあわないために意識していることや心掛けていることはありますか。」について、32.4％が「ある」と回答した。表 5 は、被害にあわないために意識していることの例（問 13）を示したものである。【選手の服装・着替え】更衣室での着替えの徹底･露出の多い服装はしない、【選手･保護者への情報提供･注意喚起】単独行動はせず、不審な状況があれば報告するよう指導、【指導者の注意・配慮】関係者以外は立入禁止・周囲に不審者らしき人がいないか監視、【その他】練習メニューによる場所の管理。（校外から見えない場所で練習）などの事例がみられた。

(3) SNS 等の利用における迷惑行為の実態と対策

問 14「選手の SNS やチームの HP へ掲載した写真が悪用されたご経験はありますか。」について､2.7％が「ある」と回答した。問 15「選手の SNS やチームの HP への画像掲載について注意をしていることはありますか。」について、44.0％が「ある」と回答した。表 6 は、SNS やチームの HP への画像掲載について注意していることの例（問 16）を示したものである。【個人が特定されない配慮】個人が特定されるようなものは載せない。画質を落とす。【選手・保護者への承認 / 確認】選手の同意がないものは掲載しない。【掲載内容の選定】肌が露出しているものは載せない。【掲載・投稿の制限】SNS に写真を載せることは極力控える、などの事例がみられた。問 17「選手が SNS や WEB サイトで被害にあったことはありますか。」について、2.9％が「ある」と回答した。表 7 は、SNS や WEB サイトでの被害の例（問 18）を示したものである。「表彰式の写真を無断で SNS に投稿された。」「画質の良い写真を拡大されて、切り取られ掲載された。」「生徒が SNS に投稿したユニフォーム姿の写真が、アダルトサイトに無断転用された。」「動画共有サイトに映像がアップされて卑猥なコメントや性的なコメントが複数投稿された。」などの事例がみられた。

表 6　SNS やチームの HP への画像掲載について注意していることの例（問 16）

SNSやホームページに載せる写真を選手、保護者やスタッフに確認してもらっている。 他の選手などが映らないように心がけている。
画質を落として掲載するようにしている。
顔は出さない。できるだけ個人の特定ができないようにする。
使用する場合必ず同意書を取る。また、顔などは加工する場合もある。
女子の写真は足や胸元など拡大して確認、必要に応じて画像加工や切り抜きなどしている。
男子生徒の写真や動画を使っている。
練習および大会での携帯の使用を禁止している。
なるべく悪用できないように画像を小さくしたりぼかしたり特定できないようにしている。
個人（学校）が特定されるような情報をアップしない。 賞状やウエアに氏名や学校名などが記載されている画像は掲載しない。
特に所属選手が出場した大会名で検索するなどして、何か問題が無いか確認するようにしている。
クラブ会員のみ見れるサイトでクラブ活動のお知らせ等する。
SNSやホームページ等を使用していない。
競技中の写真投稿をいっさいやめた。 しかし、保護者や卒業生からは、応援に行かなかった時等の結果や走りを知ることが出来ず、 非常に残念であるとの声が多い。
写真を共有フォルダやSNSへアップロードしない、もしくは選手にもさせない。 写真のやりとりは個別のデータ転送のみ。
保護者には、掲載を控えるよう依頼している。選手には、掲載をしないよう指導している。
保護者等に練習時の撮影はご遠慮いただいてる。
基本的に部活動関係でのSNSへの書き込みなどは慎むよう注意している。

表 7　SNS や WEB サイトでの被害の例（問 17）

表彰式の写真を無断でSNSに投稿された。
画質の良い写真を拡大されて、切り取られ掲載された。
生徒がSNSに投稿したユニフォーム姿の写真が、アダルトサイトに無断転用された。
女子ユニフォームがネットオークションに出品されており、 陸上部のホームページから写真が流用されていた。
動画共有サイトに映像がアップされて卑猥なコメントや性的なコメントが複数投稿された。

表 8　迷惑撮影対策について競技運営側に求めること（問 25）

運営側だけでは人手が足りないので迷惑撮影を取り締まる専属の人員、または警備の手配。 費用面も含めて補助してほしい。
ルール違反を犯した場合の具体的で厳重な処置を大会要項に記載してもらいたい。
迷惑撮影が多い世代の競技会には警察OB・OGの方にご協力頂き巡回をしてもらいたい。
観客からの通報が一番発見につながるので、運営と観客が連携できるように工夫をして欲しい。
注意するべき状況を知りたい。実際どのような被害があるかを知りたい。
小中高校生向けのユニフォームの規格を統一することが必要。
競技の審判をしている際、選手は審判に相談にくるので、 結局現場からスタンドに注意をしたりする必要があり、競技に支障が出始めている。
保護者、一般の撮影許可を試合規模の大小にかかわらず統一してほしい。 試合の様子を撮ってもらって確認したい選手もいると思うのでその場合どのように 周りは解釈すればいいのか。許可されている、されていないをどう見極めるのかを検討してほしい。
保護者が撮影していても迷惑撮影をしていると報告されたことがある。 カメラの中身を確認してもらい容疑は晴れたが、スタッフ保護者選手共に皆で嫌な思いをした。 自分が競技していた頃の動画は残っていないため、思い出作りのために撮影はさせてあげたい。
迷惑撮影対策が非常に大切なのは理解できるが、保護者やチーム関係者が撮影する権利は確保してほしい。 例えば走高跳の撮影の時に他種目の撮影制限エリアからカメラを向けたい場合があるが、 そこは何らかの方法で許可できるようにしてほしい。
何でもかんでも撮影NGはよくないと思う。撮影している事自体が卑劣な行為と思われる状況はよくない。

(4) 迷惑撮影等の防止に関する情報について

問 19「アスリートを支える立場であるスポーツ関連団体が協力し、スポーツ界全体で取り組んでいる「アスリートへの写真・動画による性的ハラスメント防止の取り組みについて」ご存じですか？」について、89.0%が「ある」と回答した。問 20「迷惑撮影報告フォームを活用したことがありますか」について、2.7%が「ある」と回答した。問 21「迷惑撮影等相談窓口を知っていますか。あるいは活用したことがありますか。」について、「知らな

表 9　その他自由意見の例（問 26）

マーシャルとは別にあえて不審者にわかるように盗撮や迷惑行為を専門とする 審判部署があると言うことが分かるようにして欲しい。
警察との連携をもっと強化してほしい。独自に盗撮者を確保しても、 その後の警察の対応が甘い。
審判員不足が深刻で、なかなか迷惑撮影対策まで人員がまわせない。
大会運営側が対応しなければならない、としないでほしい。 大会運営側が悪い、となってしまう。
日本陸連やスポ協など、注意しろ！と言うばかりでなく、 具体的な施策や支援をしてほしい。 具体的には、監視システムに対する費用の補助や援助など。
各大会参加の際、チーム受付で啓発チラシを1枚配布してもらえれば、 保護者が監視の目として役立つことが出来ると思う。
競技会によっては、保護者に写真を撮ることを認めている大会があり、主催者側にも、指導者等から「許可をして欲しい」という申し出が多くある。 「お子さんを被害から守る」ということで理解してもらっているが、 小学生の保護者には理解が進んでいないように感じる。
競技会で審判をする事がありますが、迷惑撮影の対策を強化してきているので、 かなり浸透してきていると思う。
競技のライブ配信が主流になっているが、陸連や学連が主催の大会においても、 走る前の控えベンチの様子、走った後のスパイクを脱ぐところまで カメラが追いかけていることは問題である。
自身のチームは男性が多いことと、様々な年代がいるもののどちらかというと 年齢層が高いので、対策を講じておらず、また選手自身が気をつけれるので、 特には注意喚起等をおこなってはいない。
インターネットの掲示板である特定の競技場は盗撮しやすい場所だという 書き込みがあり、実際にその情報をもとに来た者から盗撮の被害にあった。
撮影することが悪なのか、転用や投稿が悪なのか、その辺りがあいまいであったり、罰則や取り締まりが不十分なために、競技団体や主催者頼みの対応策になっており、十分な対応になっていないと感じる。 また、オフィシャルとして競技団体や主催が撮影したものの中にも、 配慮に欠けるものが多くある。
迷惑撮影は問題だが、一方で自分が撮影された画像や動画を必要としている選手もいる。人数が揃ったチームならチーム関係者が撮影できるが、ほぼ選手本人のみで参加している場合はSNS等にアップされたコンテンツも本人にとっては大切な記録になる。
SNS等にコンテンツが豊富にあることは陸上競技の魅力発信に大きく寄与していると思う。あまりに締め付けが厳しい結果、盛り上がりに欠けたり、観戦を敬遠する流れが大きくなれば本末転倒だと思う。 誰もが観戦できるわけではなく、近年はWEB配信の機会も増えたが、それでも地方大会などでは配信が無い方が当たり前。その場合、選手の家族やチーム関係者が撮影した記録は本人にとってもその家族にとっても貴重。 選手を守るのは当然として、一部の迷惑行為者とその他大多数の関係者を結果的に同列に扱うことは、いずれこの競技そのものの未来を縮小させることにならないだろうかと危惧している。

い」42.7%、「知っているが活用したことはない」56.6%、「活用したことがある」0.7% であった。問 23「ユニフォームに関するルールの解釈についてご存知ですか。」について、67.6%が「知っている」と回答した。問 24「ご自身のチームで選手がユニフォームを選択できる環境を整えていらっしゃいますか？」について、57.5%が「選択できる環境を整えている」と回答した。

(5) その他：運営への要望等

表 8 は、問 25「迷惑撮影対策について競技運営側に求めることがあれば記載ください」の例を示したものである。また、表 9 は、問 26 その他自由意見の例を示したものである。「競技会における撮影や公開のルールの明確化」（約 40%）および「競技会における巡回や取り締まりの強化」（約 30%）に関する回答が多かった。「ルールの明確化」について、ルールの厳格化を求める意見が多い一方で、指導者や保護者の撮影に配慮を求める意見も少なくなかった。また、「取り締まりの強化」について、巡回の強化や警察との連携を求める意見が多かったが、人手不足や経費の問題、迷惑撮影の判断基準等の具体的な問題に関する意見もみられた。さらに、「注意喚起や通報フォーム等による観客との連携」「実際の被害状況や問題となる場面に関する情報共有」といった観客等が協力できる環境の構築に関する意見や「公式の配信の映像にも配慮が必要な場面がある」等の指摘もみられた。

4. おわりに

調査の結果、回答者のうち10%強が競技会および競技会以外における迷惑撮影の被害経験があり、そのうち、半数程度が主催者や警察に相談していた。約半数程度の指導者が競技会において自身のチームの選手が被害にあわないために意識をしていた。また、67.6%がユニフォームに関するルールの解釈について知っており、57.5%がユニフォームの選択性を取り入れているという結果になった。さらに、主催者側で取締や警察との連携の強化や厳罰化の必要性、保護者や観客の協力の必要性、被害の低年齢化への懸念、指導者や保護者の撮影に配慮を求める意見等もみられた。

今回の調査から、迷惑撮影等に関する指導者や運営が実際に感じている問題や対策の実態について示すことができた。今後は、指導者、アスリート、競技会運営および日本陸連が相互に協力し、陸上界全体のより良い環境づくりに向けて協力して組んでいくことが必要であると考えられる。陸上安全ナビ(日本陸連、online）では迷惑撮影に対して、「陸上界では、この行為を許さない、また未然に防ぎ、根絶させていくことを目指しています」「迷惑撮影の存在を、まずはみんなで認知しよう」「みんなで選手を守っていく」というメッセージを発信し、その根絶に取り組んでいる。本報告を踏まえ、日本陸連指導者養成委員会では、指導者が感じている課題に寄り添い、アスリートのみならず、指導者にとっても安全・安心な環境を作っていけるようサポートをしていきたい。

5. 附記

本報告は公益財団法人日本陸上競技連盟安全・安心プロジェクトによる迷惑撮影対策に関するヒアリング調査結果から作成をした。

6. 参考資料

日本陸上競技連盟（online）陸上安全ナビ～すべてのアスリートが安心して競技に取り組める環境を目指して～ https://www.jaaf.or.jp/safety-navi/（参照日：2025年1月31日）

山元康平（2024）迷惑撮影対策に関するヒアリング調査結果の報告．陸連時報，2024（24）：231.

日本陸連科学委員会研究報告　第23巻（2024）

陸上競技の医科学サポート研究　REPORT2024

序　　文

2024 年度における科学委員会の主な活動は、①国内パフォーマンス分析サポート（含・U20/U18 選手)、②コンディション・暑さ対策（マラソンおよび競歩)、③育成年代アンケート調査、④ U20 オリンピック育成競技者研修合宿（体力測定）などであった。

JSC からの外部予算も活用しながら、各種目、専門分野ごとに担当者を配置し、総勢 20 名の委員会メンバーのもと、強化現場のニーズを汲み取りながら、本年度も上記に示した諸活動を展開することができた。

大会関係の皆様方にお世話になりながら、精力的な活動を展開してくれた本委員会委員及び協力班員の尽力のおかげで、本年度は 21 編（昨年度 18 編）の活動報告を掲載することができた。その分野ごとの内訳は、短距離 2 本、長距離障害 2 本、ハードル 3 本、跳躍 4 本、投擲 4 本、混成 2 本、競歩 1 本、調査 3 となり、広範囲かつ多岐にわたる科学的支援・調査活動が展開できたことがうかがい知れる。8 月に行われたパリオリンピックにおいて日本勢は、金 1、入賞 10（プレイシングテーブル 15 位）を果たし、これまでとは違ってさまざまな種目から入賞者が出たことや、大舞台で自己新記録を達成する選手がみられたことなど素晴らしい活躍を見せてくれた。これらの背景に科学的支援活動が何らかの形で役立っているとするならば嬉しく思う。

これらはこれまでの知見とともにいずれも今後に役立つデータとして集積され活用されていくであろう。引き続き、強化現場のニーズに寄り添いながら個別的、実践的なデータ収集と即時フィードバックに重点を置いた活動とともにトップからジュニア選手までを対象とした調査研究活動を展開していく予定である。本年度も科学委員会の研究活動報告会（オンライン）を 1 回実施したが、本活動報告書と併せて選手の育成・強化に関わる全ての方々の新たな気づきや想像力の想起に役立つ科学情報となるようこれからも努めていきたい。

今夏に開催される東京世界陸上に向けての支援活動を踏まえながら、今後も強化委員会、指導者養成委員会並びに医事委員会等関連の委員会の先生方と緊密な連携を図りながら、選手強化・育成のための支援活動をより一層、充実させていく予定である。

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

科学委員会委員長
杉田正明

2024年度　科学委員会メンバー

杉田　正明	日本体育大学
高松　潤二	流通経済大学
森丘　保典	日本大学
松林　武生	国立スポーツ科学センター
三浦　康二	株式会社大塚製薬工場
丹治　史弥	東海大学
山本　宏明	北里大学メディカルセンター
岡崎　和伸	大阪公立大学
奥野　真由	久留米大学
酒井　健介	城西国際大学
渡邊　將司	茨城大学
苅山　　靖	山梨学院大学
浅田佳津雄	株式会社ウェザーニューズ
久保田　潤	独立行政法人日本スポーツ振興センター
須永美歌子	日本体育大学
髙橋　恭平	熊本学園大学
山中　　亮	新潟食料農業大学
貴嶋　孝太	大阪体育大学
小山　宏之	京都教育大学
瀧川　寛子	中部学院大学

※所属は2025年3月現在

日本陸連科学委員会研究報告　第 23 巻（2024）

陸上競技の医科学サポート研究　REPORT2024　目次

ナッソー世界リレーおよびパリオリンピックにおける・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・62
4 × 100m リレー日本代表チームのレース分析
髙橋恭平，松林武生，山中亮，小林海，大沼勇人

2023 年度および 2024 年度における男子 4 × 400m リレー日本代表チームのレース分析　・・66
山中亮，松林武生，髙橋恭平，小林海，大沼勇人

落合晃選手の男子 800 m 日本記録樹立に至るまでの・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・70
2023 年度および 2024 年度のレース分析
丹治史弥，関慶太郎，土橋康平，佐藤公一郎，後藤晴彦

第 107 回日本選手権 10000m における上位入賞者のステップ変数分析　・・・・・・・・・・・74
後藤晴彦，黒﨑渥矢，山手勇一，杉田正明

2024 年シーズンにおける国内外一流男子 110m ハードル走選手のレース分析・・・・・・・77
柴山一仁，貴嶋孝太，杉本和那美，森丘保典

2024 年シーズンの国内外一流女子 100 mハードルのレース分析　・・・・・・・・・・・・・94
貴嶋孝太，柴山一仁，杉本和那美，森丘保典

2024 年シーズンにおける男女 400m ハードル走のレース分析・・・・・・・・・・・・・・・ 106
杉本和那美，森丘保典，貴嶋孝太，柴山一仁

日本一流棒高跳競技者と世界一流棒高跳競技者の・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 120
跳躍に関するキネマティクス変数の比較
景行崇文，植松倫理，廣田元輝，石川稜将，杉浦澄美，福地修也，高松潤二，小山宏之

日本一流男子走高跳競技者における踏切動作のキネマティクス的特徴・・・・・・・・・・ 127
杉浦澄美，柴田篤志，景行崇文，小山宏之

2024 年日本陸上競技選手権大会における　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 134
男子三段跳上位入賞者のキネマティクスの特徴
柴田篤志，景行崇文，杉浦澄美，小山宏之

日本一流女子走高跳競技者における踏切動作のキネマティクス的特徴・・・・・・・・・・ 141
杉浦澄美，柴田篤志，景行崇文，小山宏之

アツオビン・アンドリュー選手における投てき動作の変化・・・・・・・・・・・・・・・・・ 147
2023 年の 61.95m と 2024 年の 69.38m との比較
瀧川寛子，高松潤二，加藤忠彦，塩内裕与

国内女子砲丸投競技者における回転投法の投動作・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 151
加藤忠彦，山本大輔，前田奎，牧野瑞輝，山下直紀，庄司一眞，安藤優香，中嶋日向子，
瀧川寛子

日本人やり投選手における個人内の記録差に影響するキネマティクス・・・・・・・・・・ 156
：2 名の選手を対象とした事例報告
牧野瑞輝，山本大輔，加藤忠彦，前田奎，庄司一眞，瀧川寛子

女子やり投げ北口榛花選手における投てき動作の特徴・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 163
―海外選手との比較―
瀧川寛子，牧野瑞輝，加藤忠彦

2024 年シーズンにおける十種競技選手のパフォーマンス分析　・・・・・・・・・・・・・ 169
松林武生，笠井信一，後藤晴彦，小泉潤，庄司一眞，眞鍋芳明

2024 年シーズンにおける七種競技選手のパフォーマンス分析　・・・・・・・・・・・・・ 177
松林武生，笠井信一，後藤晴彦，小泉潤，庄司一眞，眞鍋芳明

日本人男子競歩選手におけるランニング中の地面反力のフォースプラットフォーム・・・ 182
による計測値と重心加速度・全身角運動量による推定値との比較
三浦康二，松林武生，景行崇文，後藤晴彦，杉田正明，佐藤高嶺，高橋直己，川向哲弥，
今村文男，谷井孝行

高校陸上競技選手の運動経験の状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 190
－ 2023 年度高校陸上競技選手を対象にした質問紙調査－
渡邊將司

高校陸上競技選手の体調・食習慣の状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 193
－ 2023 年度高校陸上競技選手を対象にした質問紙調査－
酒井健介

高校女子陸上競技選手の月経の状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 199
－ 2023 年度高校陸上競技選手を対象にした質問紙調査－
須永美歌子

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 62-65, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,62-65,2024

ナッソー世界リレーおよびパリオリンピックにおける 4 × 100m リレー日本代表チームのレース分析

髙橋 恭平[1)]　松林 武生[2)]　山中 亮[3)]　小林 海[4)]　大沼 勇人[5)]
1）熊本学園大学　2）国立スポーツ科学センター　3）新潟食料農業大学　4）東洋大学
5）神戸女子大学

１．はじめに

世界陸上競技選手権大会 4 × 100m リレーにおいて，男子日本代表チームは 2001 年エドモントン大会以降 2023 年ブダペスト大会まで 12 大会連続出場を果たした．一方，女子日本代表チームは，2022 年オレゴン大会において 2011 年テグ大会以来の出場で 11 年ぶりの日本新記録（43.33 秒）を樹立している．オレゴン大会では，男女揃っての 4 × 100m リレー日本代表チーム出場が 11 年ぶりのことであった．しかしながら，2023 年ブダペスト大会で女子日本代表チームの出場は果たせなかった．

2024 年はオリンピックイヤーで，8 月のパリオリンピック出場権獲得に向け，5 月ナッソーで行われた世界リレーへ男女共に 4 × 100m リレー日本代表チームが出場した．男子は 38.45 秒で決勝 4 位（予選 38.10 秒）となり，オリンピック出場権を獲得した．一方，女子は予選 44.16 秒（レペチャージ 43.63 秒）であった．パリオリンピックの 4 × 100m リレーには男子日本代表チームが 10 大会連続の出場を果たした．前回 2021 年東京大会の決勝において途中棄権であったが，パリ大会では 37.78 秒で決勝 5 位（予選 38.06 秒）に入賞した．

本研究では，2024 年シーズンにおける男子および女子 4 × 100m リレー日本代表チームのレース分析結果について検証することを目的とする．特に，バハマ・ナッソーで開催された世界リレーおよびフランス・パリで開催されたオリンピックにおける 4 × 100m リレーに着目した．

２．方法

２－１．対象競技会

対象競技会は，次の 2 競技会とし，レース測定および分析を行った．

・ナッソー 2024 世界リレー(2024 年 5 月 4 日～ 5 日)（以下，ナッソー世界リレー）
・パリ 2024 オリンピック(2024 年 8 月 1 日～ 11 日)（以下，パリオリンピック）

２－２．対象レースのリレー・オーダー

対象レースのリレー・オーダーは次のとおりである．

・ナッソー世界リレー男子予選
1 走：サニブラウンアブデルハキーム　2 走：柳田大輝　3 走：上山紘輝　4 走：三輪颯太
・ナッソー世界リレー男子決勝
1 走：山本匠真　2 走：柳田大輝　3 走：上山紘輝　4 走：三輪颯太
・ナッソー世界リレー女子予選およびレペチャージ
1 走：三浦愛華　2 走：鶴田玲美　3 走：青野朱李　4 走：山形愛羽
・パリオリンピック男子予選
1 走：サニブラウンアブデルハキーム　2 走：柳田大輝　3 走：桐生祥秀　4 走：上山紘輝
・パリオリンピック男子決勝
1 走：坂井隆一郎　2 走：サニブラウンアブデルハキーム　3 走：桐生祥秀　4 走：上山紘輝

２－３．測定方法

4 × 100m リレーレースの測定は，液晶デジタルビデオカメラ Lumix（DC-GH6 および DC-GH5S, Panasonic, JAPAN）を 3 ～ 4 台用いて，主に競技場内の観覧スタンドから映像をハイスピード撮影することで実施された．カメラの撮影速度は 239.76fps（≒ 240fps）とした．4 × 100m リレーレースの撮影地点は 1-2 走と 2-3 走，3-4 走のバトンパスを分析するため，先行研究（小林ら，2017；小林ら，

表１．ナッソー世界リレーおよびパリオリンピック男子４×100m リレーにおける各走者の 100m 自己ベストタイムとバトン 100m ラップタイム，バトン 40m タイム，利得タイム

競技会・年・ラウンド		2024世界リレー 予選	2024世界リレー 決勝	2024オリンピック 予選	2024オリンピック 決勝	2023ﾌﾞﾀﾞﾍﾞｽﾄ世界陸上 予選	2023ﾌﾞﾀﾞﾍﾞｽﾄ世界陸上 決勝	2019ﾄﾞｰﾊ世界陸上 決勝
国名		日本	日本	日本	日本	日本	日本	日本
記録［秒］		38.10	38.45	38.06	37.78	37.71	37.83	37.43 NR
組		4	-	1	-	1	-	-
順位		1	4	4	5	3	5	3
走者	1走	サニブラウン	山本	サニブラウン	坂井	坂井	坂井	多田
	2走	柳田	柳田	柳田	サニブラウン	柳田	柳田	白石
	3走	上山	上山	桐生	桐生	小池	小池	桐生
	4走	三輪	三輪	上山	上山	サニブラウン	サニブラウン	サニブラウン
100m自己ベスト［秒］	1走	9.97	9.97	9.96	10.02	10.02	10.02	10.07
	2走	10.02	10.02	10.02	9.96	10.02	10.02	10.19
	3走	10.13	10.13	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98
	4走	10.24	10.24	10.13	10.13	9.97	9.97	9.97
	平均	10.09	10.09	10.02	10.02	10.00	10.00	10.05
バトン100mラップタイム［秒］	1走	10.21	10.49	10.29	10.41	10.36	10.43	10.25
	2走	9.13	9.28	9.35	8.85	9.05	9.03	9.04
	3走	9.39	9.33	9.24	9.16	9.21	9.16	9.19
	4走	9.37	9.36	9.19	9.36	9.09	9.21	8.95
バトン40mタイム［秒］	1-2走	3.71	3.83	3.84	3.80	3.76	3.73	3.74
	2-3走	3.76	3.72	3.84	3.67	3.75	3.77	3.71
	3-4走	3.87	3.85	3.79	3.78	3.76	3.84	3.70
	平均	3.78	3.80	3.82	3.75	3.76	3.78	3.72
利得タイム［秒］	2走	-0.89	-0.74	-0.67	-1.11	-0.97	-0.99	-1.15
	3走	-0.74	-0.80	-0.74	-0.82	-0.77	-0.82	-0.79
	4走	-0.87	-0.88	-0.94	-0.77	-0.88	-0.76	-1.02
	合計	-2.50	-2.42	-2.35	-2.70	-2.62	-2.57	-2.96

2018)に倣い測定者を配置した.ナッソー世界リレーの撮影地点は,フィニッシュライン付近,1 コーナーおよび 3 コーナー付近，バックスタンド中央付近の計 4 地点であった.パリオリンピックの撮影地点は，1 コーナーおよび 2 コーナー，4 コーナー付近の計 3 地点であった．各撮影地点から各レーンのテークオーバーゾーンの開始線と終了線を静止画撮影し，分析の校正点とした．また，男子４×100m リレーでは，テークオーバーゾーン（30m）に加えてテークオーバーゾーン終了線から 10m 延長した地点（テークオーバーゾーン後 +10m）までの 40m 区間のバトンタイムを指標としており（小林ら，2017；小林ら，2018)，2-3 走のテークオーバーゾーン後 +10m は 400m ハードル 6 台目を校正点とした．しかしながら，1-2 走と 3-4 走のテークオーバーゾーン後 +10m はグラウンドマークがないため，開始線や終了線などのグラウンドマークから位置情報を計算し，各レーンのテークオーバーゾーン後 +10m を推定した.

各測定者はレース前カメラのシャッタースピード 1/250 秒で準備し，スターターの閃光を撮影した後シャッタースピード 1/1000 秒に変え，レースに出場している全チーム(レーン)が入る画角でフィニッシュまでパンニング撮影した.

なお，本研究で用いた映像の一部は，国立スポーツ科学センターと協働した研究活動において，もしくは国立スポーツ科学センタースポーツ医・科学研究事業において収集された.

２－４．分析方法

映像分析には映像再生・編集ソフト（QuickTimePro7，Apple，USA およびオープンソースソフトウェア Kinovea）によるフレーム表示機能を用い，まず，全撮影地点から撮影した映像においてスターターのピストル閃光をゼロフレームに編集し，各校正点を対象選手のトルソー通過フレーム数を求めた．分析項目は，バトン 100m ラップタイムとバトンタイム（広川ら，2016；小林ら，2018)，利得タイムとした（小林ら，2019).

２－４－１．バトン 100m ラップタイム

バトンを持つ選手を基準に，当該選手のトルソーが校正点を通過した瞬間のフレーム数から算出した.

２－４－２．バトンタイム

女子は 30m のテークオーバーゾーンの通過に要した時間を算出した.一方,男子はテークオーバーゾーン後 +10m までの 40m 通過に要した時間を算出した.

２－４－３．利得タイム

リレーメンバー各々の 100m 自己ベスト記録（各競技会時点）からバトン 100m ラップタイムを引いたタイムを算出した.

３．結果および考察

表 1 は男子４×100m リレーにおけるナッソー世界リレー予選および決勝，パリオリンピック予選および決勝の日本代表チームの分析結果である.

日本記録（37.43 秒：2019 ドーハ世界陸上）時の走者の 100m 自己記録平均値は 10.05 秒で，本研究

表２．ナッソー世界リレー女子４×100m リレーにおける各走者の 100m 自己ベストタイムとバトン 100m ラップタイム，バトン 40m タイム，利得タイム

競技会・年・ラウンド		2024世界リレー 予選	2024世界リレー レペ	2022ｵﾚｺﾞﾝ世界陸上 予選
国名		日本	日本	日本
記録 [秒]		44.16	43.68	43.33 NR
組		1	1	1
順位		7	6	7
走者	1走	三浦	三浦	青木
	2走	鶴田	鶴田	君嶋
	3走	青野	青野	兒玉
	4走	山形	山形	御家瀬
100m自己ベスト [秒]	1走	11.45	11.45	11.51
	2走	11.44	11.44	11.36
	3走	11.53	11.53	11.35
	4走	11.46	11.46	11.46
	平均	11.47	11.47	11.42
バトン100m ラップタイム [秒]	1走	11.86	11.71	11.77
	2走	10.55	10.47	10.37
	3走	10.84	10.74	10.39
	4走	10.91	10.76	10.81
バトン30mタイム [秒]	1-2走	3.23	3.25	3.18
	2-3走	3.29	3.23	3.24
	3-4走	3.40	3.32	3.24
	平均	3.31	3.27	3.22
利得タイム [秒]	2走	-0.89	-0.97	-0.99
	3走	-0.69	-0.79	-0.96
	4走	-0.55	-0.70	-0.65
	合計	-2.13	-2.46	-2.60

における対象レースでは 10.02 ～ 10.09 秒であった．日本記録時の利得タイムに着目すると，2 走の白石選手の -1.15 秒および 4 走のサニブラウン選手の -1.02 秒をはじめ，平均値も -2.96 秒と顕著に高かったことが明らかになっている（小林ら，2019）．一方，ナッソー世界リレー予選では -2.50 秒，決勝では -2.42 秒で，パリオリンピック予選では -2.35 秒，決勝では -2.70 秒であった．特に，パリオリンピック予選の上山選手（-0.94 秒）と決勝のサニブラウン選手（-1.1 秒）は顕著に高く，オリンピックという大舞台において高いパフォーマンスを発揮できていたことが示唆される．バトン 40m タイムは，日本記録時が全バトン区間で 3.7 秒台（平均値 3.72 秒）であったのに対し，ナッソー世界リレー決勝（平均値 3.80 秒）とパリオリンピック予選（平均値 3.82 秒）を除いては，平均値 3.7 秒台であった．特に，パリオリンピック決勝の 2 走サニブラウン選手から 3 走桐生選手へのタイムが 3.67 秒で顕著に高かった．小林ら（2019）の 40m バトンタイムの分析によると，世界大会におけるメダル獲得国をはじめ各国のバトンパスの技術が向上していることから，日本代表チームは 3.70 秒のバトンパスが求められることも示唆している．先述した通り，パリオリンピック決勝におけるサニブラウン選手から桐生選手への 40m バトンタイムが 3.67 秒であったため，今後の日本代表チームに期待したい．

表 2 は女子４×100m リレーにおけるナッソー世界リレー予選およびレペチャージの日本代表チームの分析結果である．

日本記録（43.33 秒：2022 オレゴン世界陸上）時の走者の 100m 自己記録平均値は 11.42 秒で，本研究における対象レースでは 11.47 秒であった．日本記録時の利得タイムに着目すると，2 走の青木選手の -0.99 秒および 3 走の君嶋選手の -0.96 秒をはじめ，平均値も -2.60 秒と顕著に高かったことが明らかになっている（髙橋ら，2022）．それに対して，ナッソー世界リレー予選では -2.13 秒，レペチャージでは -2.46 秒であった．レペチャージにおける鶴田選手の利得タイム（-0.97 秒）は顕著に高く，世界リレーという大舞台において高いパフォーマンスを発揮できていたことが示唆される．また，日本記録時のバトン 30m タイムは平均値 3.22 秒で，特に，1 走青木選手から 2 走君嶋選手へのバトンタイム 3.18 秒は顕著に高かった．小林ら（2019）は，世界大会予選通過のためのバトンタイムの目標値が 3.2 秒台前半であることを指摘している．それに対して，ナッソー世界リレー予選では平均値 3.31 秒，レペチャージでは平均値 3.27 秒であった．髙橋ら（2022）は，ドーハ世界選手権決勝で 7 位入賞したイタリアについて言及している．走者の 100m 自己記録平均値は 11.36 秒で，日本とほぼ同等の走力を持つイタリアは，予選のバトン 30m タイム 3.12 秒～ 3.30 秒（平均値 3.20 秒），フィニッシュタイム 42.90 秒で決勝進出している（決勝では同メンバーでバトン 30m タイム 3.04 秒～ 3.39 秒（平均値 3.21 秒），フィニッシュタイム 42.98 秒）．これらを考慮すると，日本代表チームにおける個々の走力を高めていくことはもちろんだが，バトンパスの技術に関しても改善の余地を残していると考えられる．今後，42 秒台の日本記録更新に期待したい．

参考文献

広川龍太郎，松林武生，小林海，髙橋恭平，松尾彰文，柳谷登志雄，土江寛裕，苅部俊二，杉田正明（2016）男子ナショナルチーム・4 × 100m リレーのバイオメカニクスサポート研究報告（第 6 報）―2016 リオオリンピック決勝上位チームの傾向など―．陸上競技研究紀要，12：104-110.

小林海，大沼勇人，吉本隆哉，岩山海渡，髙橋恭平，松林武生，広川龍太郎，松尾彰文，土江寛裕，苅部俊二（2017）日本代表男子 4 × 100m リレーのバイオメカニクスサポート～ 2017 ロンドン世界選手権における日本代表と上位チームとの比較～．陸上競技研究紀要，13：183-189.

小林海，髙橋恭平，山中亮，渡辺圭祐，大沼勇人，

吉本隆哉，丹治史弥，山本真帆，松林武生，広川龍太郎，土江寛裕（2018）日本代表男子４×100mリレーのバイオメカニクスサポート～2018ジャカルタアジア大会の分析結果と過去のレースとの比較～．陸上競技研究紀要，14：175-179.
小林海，髙橋恭平，大沼勇人，山中亮，渡辺圭祐，松林武生，広川龍太郎，土江寛裕（2019）日本代表男子4×100mリレーのバイオメカニクスサポート～2019年の国際大会における日本代表リレーチームの分析結果について～.陸上競技研究紀要，15：172-180.
髙橋恭平，小林海，山中亮，大沼勇人，松林武生，綿谷貴志（2022）オレゴン世界選手権における男子および４×100mリレー日本代表チームのレース分析．陸上競技研究紀要，18：129-132.

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 66-69, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,66-69,2024

2023年度および2024年度における男子4×400 mリレー日本代表チームのレース分析

山中 亮[1)]　松林 武生[2)]　髙橋 恭平[3)]　小林 海[4)]　大沼 勇人[5)]
1）新潟食料農業大学　2）国立スポーツ科学センター　3）熊本学園大学　4）東洋大学
5）神戸女子大学

1．はじめに

2024年8月に，フランス国のパリで開催されたオリンピック大会（以下；パリ五輪）の男子4×400 mリレー予選において，日本代表チーム（中島佑気ジョセフ選手，川端魁人選手，佐藤風雅選手，佐藤拳太郎選手）は，オレゴン世界陸上競技選手権大会（以下；オレゴン世界選手権）において記録した日本記録（2分59秒48）を更新した．さらに決勝においては，予選の結果を上回り，アジア新記録となる2分58秒33で6位入賞を果たした．

本研究では，パリ五輪の男子4×400 mリレー決勝および予選レースにおける日本代表チームのラップタイムに関する分析結果を報告するとともに，2024年にバハマ国のナッソーで開催された世界リレー大会（バハマ世界リレー）および2023年にハンガリー国のブダペストで開催された世界陸上競技選手権大会（ブダペスト世界選手権）の予選レースの分析結果を報告し，2022年のオレゴン世界選手権における日本代表チームの分析結果（山中ら 2022）と比較する．

2．方法

2-1．分析対象

本研究における男子4×400 mリレーの日本代表チームの分析対象レースは以下の通りであった。

・2024年パリ五輪（決勝および予選）
・2024年バハマ世界リレー（決勝および予選）
・2023年ブダペスト世界選手権（予選）

2-2．撮影方法

通過タイム分析には，先行研究（山中ら 2022，小林ら 2019，小林ら 2018，小林ら 2017）に倣い，サンプリングレートを59.94 fpsに設定した2台のデジタルビデオカメラ（DC-GH5S，Panasonic，Japan，もしくは，DC-GH6，Panasonic，Japan）を用いた．2台のビデオカメラの配置として，2走者以降の400 m通過と20 mのテークオーバーゾーン内の区間タイム（20 mバトンタイム）や次走者のテークオーバーゾーン後半10 mの走速度を分析するために，ゴールラインの延長線上付近に1台のカメラを配置した．もう1台は，1-2走のバトン受け渡し地点（1走400 m通過）および2走者以降の200 m通過を主に撮影するために，バックスタンドの200 m地点の延長線上付近に配置した．パリ五輪においては，ゴールラインの延長線上付近に配置した一台のカメラのみとした．

全てのレース映像はスタート時のスターターの閃光を撮影した後，パンニング方式で先頭の選手を撮影し続け，どの地点のカメラからでも200 mおよび400 mのラップタイムを補完できるように，先頭の選手が分析地点を通過してから，最後の選手が分析地点を通過するまで撮影画角を固定した．

なお、本研究で用いた映像の一部は、国立スポーツ科学センターと協働した研究活動において、もしくは国立スポーツ科学センタースポーツ医・科学研究事業において収集された．

2-3．分析方法と分析項目

映像分析には動画再生および編集ソフト(QuickTimePro7，Apple，USA，もしくは，オープンソースソフトウエアKinovea，https://www.kinovea.org/）を用い，スターターの閃光をフレーム番号0として，各分析地点をトルソーが通過したフレーム番号を求めた．その後，通過フレーム番号と撮影時のfpsの逆数との積から通過タイムを求めた．得られた通過タイムから200 mと400 mそれぞれのラップタイム，200 mごとのトップチームとのタイム差を算出した．また，上述の項目に加えて

表１　パリ五輪、バハマ世界リレー、ブダペスト世界選手権に出場した日本代表選手におけるシーズンベストタイム（400 m-SB）とその平均値

競技会・ラウンド	記録 [分:秒]	順位	1走 [秒]	2走 [秒]	3走 [秒]	4走 [秒]	平均 [秒]
パリ五輪	**2:58.33**	**6**	**Yuki Joseph NAKAJIMA**	**Kaito KAWABATA**	**Fuga SATO**	**Kentaro SATO**	
決勝			**45.16**	**45.77**	**45.61**	**45.21**	**45.44**
パリ五輪	**2:59.48**	**4**	**Yuki Joseph NAKAJIMA**	**Kaito KAWABATA**	**Fuga SATO**	**Kentaro SATO**	
予選			**45.16**	**45.77**	**45.61**	**45.21**	**45.44**
バハマ世界リレー	3:01.20	4	Kentaro SATO	Fuga SATO	Yuki Joseph NAKAJIMA	Kaito KAWABATA	
決勝			45.21	45.61	45.16	45.77	45.44
バハマ世界リレー	3:00.98	1	Kentaro SATO	Yudai NISHI	Fuga SATO	Kaito KAWABATA	
予選			45.21	-	45.61	45.77	45.53
ブダペスト世界選手権	3:00.39	5	Nauhiro JINUSHI	Fuga SATO	Kentaro SATO	Yuki Joseoh NAKAJIMA	
予選			45.58	44.88	44.77	45.04	45.07
オレゴン世界選手権	2:59.51	4	Fuga SATO	Kaito KAWABATA	Julian Jrummi WALSH	Yuki Joseph NAKAJIMA	
決勝			45.40	45.73	45.27	45.51	45.48

表２　パリ五輪、バハマ世界リレー、ブダペスト世界選手権に出場した日本代表選手における 400 m および前後半の 200 m のラップタイム

競技会 ラウンド	記録 [分:秒]	順位	1走 [秒] 0-400 m [秒]		2走 [秒] 0-400 m [秒]		3走 [秒] 0-400 m [秒]		4走 [秒] 0-400 m [秒]	
			0-200 m [秒]	200-400 m [秒]	0-200 m [秒]	200-400 m [秒]	0-200 m [秒]	200-400 m [秒]	0-200 m [秒]	200-400 m [秒]
パリ五輪	**2:58.33**	**6**	**45.30**		**44.54**		**44.42**		**44.07**	
決勝			**-**	**-**	**20.49**	**24.05**	**20.66**	**23.76**	**20.78**	**23.29**
パリ五輪	**2:59.48**	**4**	**45.31**		**44.60**		**44.60**		**44.97**	
予選			**-**	**-**	**20.40**	**24.20**	**20.65**	**23.95**	**21.26**	**23.71**
バハマ世界リレー	3:01.20	4	46.15		45.10		44.91		45.05	
決勝			-	-	21.29	23.81	21.41	23.50	21.42	23.63
バハマ世界リレー	3:00.98	1	45.51		45.53		44.90		45.04	
予選			-	-	20.85	24.67	20.97	23.93	21.29	23.75
ブダペスト世界選手権	3:00.39	5	46.43		44.33		44.81		44.82	
予選			-	-	20.86	23.47	21.32	23.49	21.35	23.47
オレゴン世界選手権	2:59.51	4	45.63		45.28		43.98		44.63	
決勝			-	-	20.90	24.38	20.30	23.68	20.90	23.72

20 m のテークオーバーゾーンタイム（20 m バトンタイム）とテークオーバーゾーン後半 10 m 区間の次走者の走速度を求めた．

３．結果および考察

表 1 には，分析対象とした競技会レースが開催された年度における 400 m 走のシーズンベストタイム（400 m-SB）を示した．また，オレゴン世界選手権に出場した日本代表選手の 400 m-SB も参考値として示した．その結果，日本代表チームがアジア新記録でパリ五輪 6 位入賞を果たせたのは，400 m 走の個人の走力がキーポイントとなったと考えられる．実際に，オレゴン世界選手権に参加した日本代表選手の 400 m-SB（45.48 秒）よりも，パリ五輪に参加した日本代表選手の 400 m-SB（45.44 秒）の平均値の方がやや優れていた．

表 2 には，分析対象レースにおける 400 m および前後半の 200 m のラップタイムを示した．また，参考値として，オレゴン世界選手権の日本代表チームの分析結果を示した（山中ら 2022）．その結果，400 m のラップタイムは，パリ五輪の予選よりも決勝において，全走者で短縮された．このことから，予選から決勝までの期間（2 日間）で競技パフォーマンスを高めることができた 4 選手の調整力の高さもうかがえる．特に，第 4 走者である佐藤健太郎選手の決勝レースにおける 400 m のラップタイム（44.07 秒）は非常に優れていたことが明らかとなった．また，2 走者以降の前後半の 200 m ラップタイムについては，パリ五輪の決勝レースを，パリ五輪予選レースやオレゴン世界選手権時のデータと比較したところ，前半の 200 m を短いもしくは同程度のラップタイムで通過したとしても，後半の 200 m のラップタイムが全体的に優れていたことが明らかとなった．一方，パリ五輪でメダルを獲得するために必要であったタイムは 2 分 55 秒 83（第 3 位：イギリス代表チーム）であり，日本代表チームとの間には，2.50 秒の差があった．単純計算とはなるが，そのタイムを記録するためには，一人当たり 0.6 秒ほどのラップタイムの短縮が求められる．

表 3 には，分析対象レースにおけるテークオーバーゾーン 20 m のバトンパスタイムを，表 4 には

表 3　パリ五輪、バハマ世界リレー、ブダペスト世界選手権に出場した日本代表選手におけるテークオーバーゾーン 20 m のバトンパスタイム

競技会・ラウンド	順位	1-2走 [秒]	2-3走 [秒]	3-4走 [秒]	平均 [秒]
パリ五輪 決勝	**6**	**-**	**2.55**	**2.57**	**(2.56)**
パリ五輪 予選	**4**	**2.51**	**2.59**	**2.58**	**2.56**
バハマ世界リレー 決勝	4	3.00	2.66	2.64	2.77
バハマ世界リレー 予選	1	2.54	2.62	2.49	2.55
ブダペスト世界選手権 予選	5	2.60	2.55	2.67	2.61
オレゴン世界選手権 決勝	4	2.52	2.52	2.62	2.55

表 4　パリ五輪、バハマ世界リレー、ブダペスト世界選手権に出場した日本代表選手における次走者のテークオーバーゾーン後半 10m 区間の走速度

競技会・ラウンド	順位	1-2走 [m/秒]	2-3走 [m/秒]	3-4走 [m/秒]	平均 [m/秒]
パリ五輪 決勝	**6**	**-**	**7.86**	**8.18**	**(8.02)**
パリ五輪 予選	**4**	**8.10**	**7.99**	**7.84**	**7.98**
バハマ世界リレー 決勝	4	6.38	7.49	7.54	7.14
バハマ世界リレー 予選	1	7.49	7.99	8.10	7.86
ブダペスト世界選手権 予選	5	8.16	7.59	7.31	7.69
オレゴン世界選手権 決勝	4	7.31	8.44	7.99	7.91

次走者のテークオーバーゾーン後半 10m 区間の走速度を示した．また，参考値として，オレゴン世界選手権の日本代表チームの分析結果を示した（山中ら 2022）．その結果，テークオーバーゾーン 20 m のバトンパスタイムは，バハマ世界リレーの決勝における分析結果を除いて，2.55-2.61 秒の範囲内に収まっており，オレゴン世界選手権の決勝における分析結果と同等の数値となっていることから，安定したバトンパスが実施できていることがうかがえる．一方，テークオーバーゾーン後半 10m 区間の次走者の走速度の平均値は，パリ五輪の決勝および予選において，オレゴン世界選手権の決勝レース時における分析結果よりも高い値を示した．先行研究（小林ら 2019）で示されているように，次走者が加速した状態でバトンを受け取ることができればラップタイム短縮に寄与する可能性が考えられていることや，テークオーバーゾーンでの円滑なバトンパスが次走者のスムーズな加速に繋がると考えられていることから，日本代表チームがアジア新記録でパリ五輪 6 位入賞を果たした背景には，個の走力の向上だけではなく，スムーズな加速を伴うことができたバトンパスも一つの要因となると考えられる．

4．まとめ

2024 年に行われたパリ五輪の男子 4 × 400 m リレーにおける分析結果と，2024 年バハマ世界リレー，2023 年ブダペスト世界選手権およびオレゴン世界選手権の分析結果とを比較した結果，以下のことが明らかとなっ．

・パリ五輪において，日本代表チームがアジア新記録で 6 位入賞という成績を残した背景には，①日本代表チームの選手の 400 m ラップタイムで示される個の走力が優れていたこと，②スムーズな加速を伴ったバトンパスができていたこと，が要因となると考えられる．

文献

山中亮,小林海,髙橋恭平,松林武生,大沼勇人(2022)オレゴン世界選手権における男子4×400mリレー日本代表チームのレース分析.陸上競技研究紀要,18：133-136.

小林海，山中亮，大沼勇人，髙橋恭平，山本真帆，松林武生，広川龍太郎，山村貴彦（2019）2019年シーズンにおける男子4×400mリレーのレース分析～横浜世界リレーとドーハ世界選手権緒分析結果について～．陸上競技研究紀要，15：181-190.

小林海，高橋恭平，山中亮，渡辺圭祐，松林武生，広川龍太郎（2018）2018年シーズンにおける男子4×400 mリレーのレース分析～ジャカルタアジア大会と日本選手権リレーの分析結果について～．陸上競技研究紀要，14：180-184.

小林海，山中亮，高橋恭平，松林武生，広川龍太郎，松尾彰文，杉田正明（2017）日本選手権リレーにおけるU18男女混合4×400 mリレーのレース分析．陸上競技研究紀要，13：190-196.

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 70-73, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,70-73,2024

落合晃選手の男子 800 m 日本記録樹立に至るまでの 2023 年度および 2024 年度のレース分析

丹治 史弥[1)]　関 慶太郎[2)]　土橋 康平[3)]　佐藤 公一郎[4)]　後藤 晴彦[5)]
1) 東海大学　2) 日本大学　3) 北海道教育大学　4) 東海大学大学院
5) 国立スポーツ科学センター

１．目的

2024 年 7 月 31 日に福岡・博多の森陸上競技場にて開催された第 77 回全国高等学校総合体育大会（以下，2024 IH）男子 800 m 決勝において，落合晃選手（滋賀学園高）が 1 分 44 秒 80 の日本新記録を樹立した．10 年前の 2014 年 5 月 11 日に川元奨選手（当時日本大学）が 1 分 45 秒 75 の日本記録を樹立（その後，2021 年 7 月 17 日に当時環太平洋大学の源裕貴選手が日本タイ記録をマーク）して以来のことであった．日本陸上競技連盟科学委員会では，2023 年度に実施された第 76 回全国高等学校総合体育大会（以下，2023 IH）から 2024 年度に実施された 2024 IH まで計 4 大会（計 9 レース）において落合選手のレースの分析を行ってきた．そこで本報告では，2023 IH から 2024 IH までの計 4 大会におけるレース分析結果から落合選手の走スピード，ステップ長およびピッチがどのように変化をしてきたのか明らかにする．

２．方法

２-１．対象競技会および対象レース

対象競技会は，2023 IH（札幌市厚別公園競技場，北海道），第 39 回静岡国際陸上競技大会（小笠山総合運動公園静岡スタジアム，静岡；以下，静岡），第 108 回日本陸上競技選手権大会（デンカビッグスワンスタジアム，新潟；以下，NCA）および 2024 IH（博多の森陸上競技場，福岡）であった．それらの競技会のうち，2023 IH，静岡および 2024 IH は決勝，NCA は予選のレースをそれぞれ分析対象とした．

２-２．撮影方法

レース映像の収集には撮影速度を 59.94 fps に設定したデジタルビデオカメラ（DMC-FZ300, Panasonic, Japan; HC-VX985M, Panasonic, Japan および DC-GH5S, Panasonic, Japan）を 2023 IH，静岡および 2024 IH では 2 台，NCA では 4 台用いて撮影をした．スタートの閃光または発煙を撮影後，全選手をカメラ画角内に収めながら追従撮影をした．撮影はすべて競技場スタンドから実施した．2023 IH，静岡および 2024 IH における撮影位置はフィニッシュライン延長線上と 200m 通過ライン延長線上であり，NCA ではそれらの撮影位置に加えて 100 m 通過ライン延長線上および 300 m 通過ライン延長線上であった．

２-３．分析方法

それぞれのレース分析は，スタートの閃光後 120 m および 200 m 以降 100 m ごとの地点を通過する際のコマ数を映像から読み取った．コマ数から通過タイムを算出し，その後各区間における所要時間および走スピードを算出した．各区間の最初および最後の接地が行われたコマ数およびその区間の歩数を読み取り，ピッチおよびステップ長を算出した．つまり，ピッチは区間の歩数を最初および最後の接地が行われたコマ数から算出される時間で除すことで算出し，ステップ長は走スピードをピッチで除すことによって算出した．

３．結果および考察

落合選手の 2023 IH，静岡，NCA および 2024 IH における分析対象レースのタイムはそれぞれ 1 分 47 秒 92，1 分 46 秒 54，1 分 45 秒 82 および 1 分 44 秒 80 であった．また，それぞれのレースの各区間

表 1. 落合晃選手の第 76 回全国高等学校総合体育大会決勝，第 39 回静岡国際陸上競技大会，第 108 回日本陸上競技選手権大会予選および第 77 回全国高等学校総合体育大会決勝レースにおける分析結果

大会名		120m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
	通過タイム	16.02	25.99	39.21	52.83	1:06.95	1:20.17	1:33.89	1:47.92
	区間タイム100m	16.02	9.98	13.21	13.62	14.12	13.22	13.72	14.03
2023全国高校総体	400m		52.83				55.09		
2023. 8. 5	スピード m/s	7.18	8.52	7.57	7.34	7.08	7.56	7.29	7.13
	ステップ長 m	1.93	2.20	2.09	2.08	2.00	2.05	1.98	1.97
	ピッチ steps/s	3.72	3.88	3.62	3.53	3.54	3.69	3.68	3.61
	通過タイム	15.25	25.23	38.41	51.92	1:05.93	1:19.61	1:33.09	1:46.54
	区間タイム100m	15.25	9.98	13.18	13.51	14.01	13.68	13.48	13.45
2024静岡国際	400m		51.92				54.62		
2024. 5. 3	スピード m/s	7.54	8.52	7.59	7.40	7.14	7.31	7.42	7.44
	ステップ長 m	2.02	2.17	2.13	2.13	2.06	2.09	2.05	2.04
	ピッチ steps/s	3.74	3.92	3.57	3.48	3.47	3.50	3.61	3.65
	通過タイム	15.40	25.39	38.79	52.25	1:05.43	1:18.41	1:32.07	1:45.82
	区間タイム100m	15.40	9.99	13.40	13.46	13.18	12.98	13.66	13.74
2024日本選手権予選	400m		52.25				53.57		
2024. 6. 29	スピード m/s	7.47	8.51	7.46	7.43	7.59	7.70	7.32	7.28
	ステップ長 m	1.98	2.18	2.09	2.07	2.07	2.08	2.00	2.00
	ピッチ steps/s	3.76	3.90	3.58	3.58	3.67	3.70	3.67	3.64
	通過タイム	15.63	25.48	38.32	51.38	1:04.64	1:18.29	1:31.74	1:44.80
	区間タイム100m	15.63	9.84	12.85	13.06	13.26	13.65	13.45	13.06
2024全国高校総体	400m		51.38				53.42		
2024. 7. 31	スピード m/s	7.36	8.64	7.78	7.66	7.54	7.33	7.44	7.66
	ステップ長 m	1.98	2.20	2.14	2.12	2.07	2.01	2.03	2.03
	ピッチ steps/s	3.71	3.93	3.64	3.60	3.65	3.64	3.66	3.78

における走スピード，ステップ長およびピッチの結果を表 1 に示した．また，図 1 に走スピード，図 2 にステップ長および図 3 にピッチの結果をまとめた．

2023 IH，静岡および NCA における 120-200 m 区間から 300-400 m 区間の走スピードはほぼ同等であったが，2024 IH における 120-200 m 区間から 300-400 m 区間の走スピードは高い値（>7.6 m/s）であった．とりわけ，レース中に走スピードの最高値が示される 120-200 m 区間において 2024 IH では 8.13 m/s であり，2023 IH，静岡および NCA（8.01-8.02 m/s）よりも高い値となった．この区間において 2023 IH に比べて，静岡ではステップ長の増大が示されたがピッチの低下が示された．一方，NCA では 2023 IH に比べて，ピッチの増大（120-200 m 区間および 300-400 m 区間）とステップ長の維持が確認された．2024 IH ではこの区間において静岡と同程度のステップ長と他のレースよりも高いピッチ（>3.6 steps/s）が示された．

2023 IH および静岡は 400-500 m 区間で大きく走スピードを低下させており，その後ラストスパートを発揮している．一方，NCA および 2024 IH は大きな走スピードの減少（>7.2 m/s）をしないままラストスパートを発揮している．NCA および 2024 IH は 400 m 通過後もピッチが 3.6 steps/s を下回ることなく走行を維持していた．ステップ長も 2024 IH においては 2.0 m を下回ることなく走行を

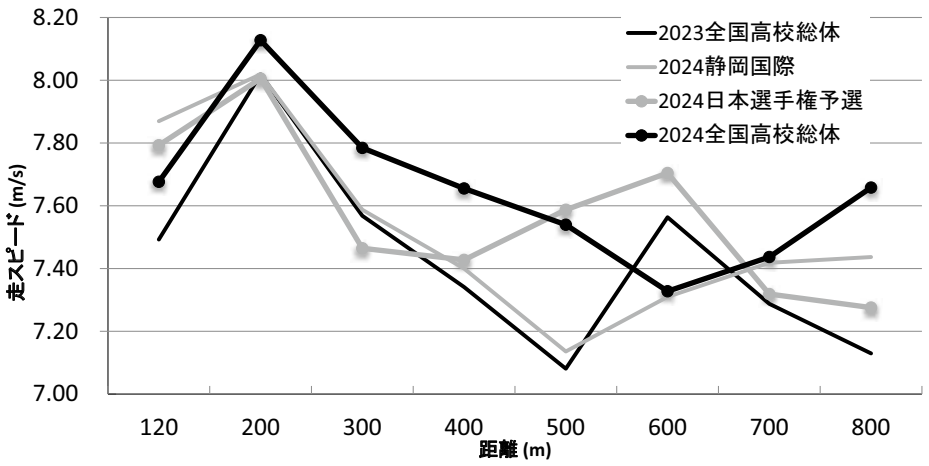


図 1.　落合選手の第 76 回全国高等学校総合体育大会決勝， 第 39 回静岡国際陸上競技大会， 第 108 回日本陸上競技選手権大会予選および第 77 回全国高等学校総合体育大会決勝レースにおける走スピードの変化

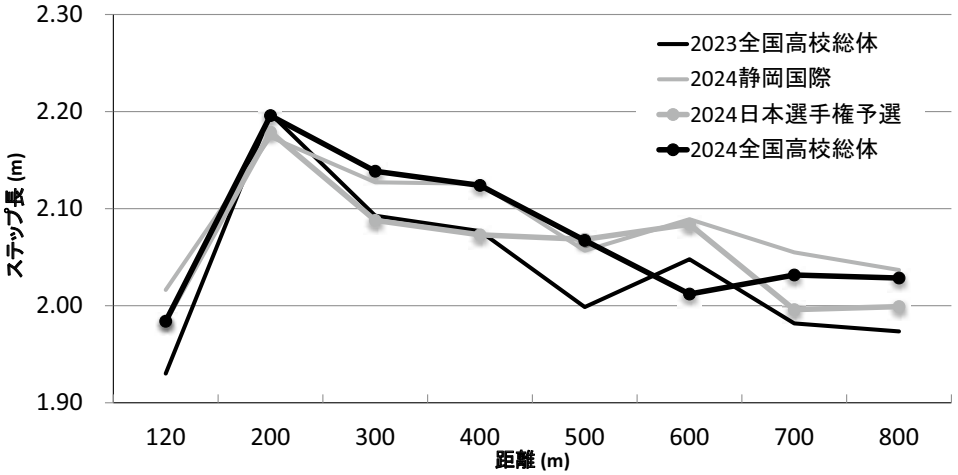


図 2.　落合選手の第 76 回全国高等学校総合体育大会決勝， 第 39 回静岡国際陸上競技大会， 第 108 回日本陸上競技選手権大会予選および第 77 回全国高等学校総合体育大会決勝レースにおけるステップ長の変化

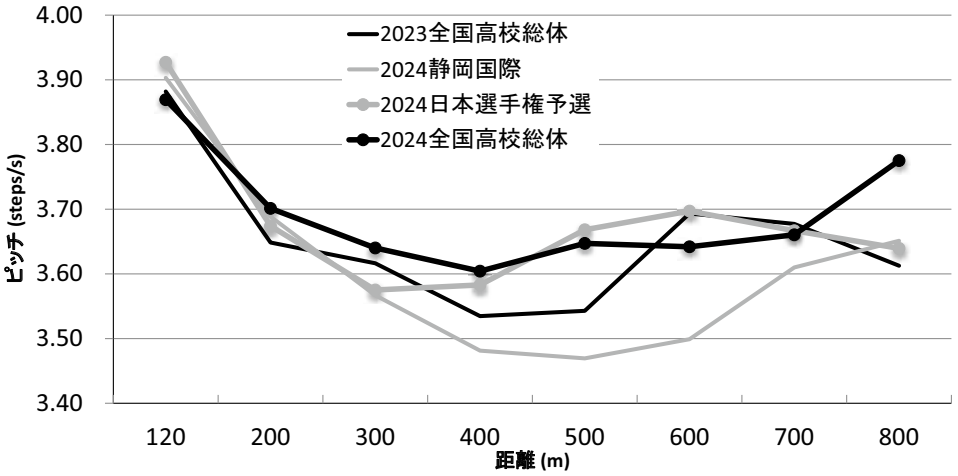


図 3.　落合選手の第 76 回全国高等学校総合体育大会決勝， 第 39 回静岡国際陸上競技大会， 第 108 回日本陸上競技選手権大会予選および第 77 回全国高等学校総合体育大会決勝レースにおけるピッチの変化

維持しており，技術的および体力的な向上が伺えた．

800 mはタイムや各区間の走スピードがレース展開に影響を受けやすい競技種目であるが，落合選手は積極的に先頭を走行するレースを展開するため，落合選手のレース中の意図を反映した分析ができたと推察される．2024 IHはレース序盤から他の選手が非常に速いレースを展開したことや，レース終盤まで競う選手がいたことも日本新記録の樹立に大きな影響を及ぼしたと考えられるが，レース分析の結果，2024年の主要競技会においていくつかの意図を持ってレースに出走していた可能性が示された．それらの実際のレースにおける挑戦が2024 IHにおける日本新記録の樹立に貢献したと推察された．

４．まとめ

本報告では，落合選手の2023 IH，静岡，NCAおよび2024 IHにおけるレース分析を実施し，走スピード，ステップ長およびピッチの変化について考察した．2024 IHのレースでは，120-200 m区間から300-400 m区間の走スピードが高く（7.6 m/s）維持され，またその後大きく走スピードを低下させることなく（7.3 m/s），ラストスパートが発揮され，フィニッシュまで走スピードを再び増加させていた．2024年のレースではいくつかの意図を持ったステップ長やピッチの変化が見られ，それらの実戦での挑戦が2024 IHでの日本新記録の樹立に貢献した可能性が示された．

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 74-76, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,74-76,2024

第107回日本選手権10000mにおける上位入賞者のステップ変数分析

後藤 晴彦[1)]　黒﨑 渥矢[2)]　山手 勇一[2)]　杉田 正明[3)]
1) 国立スポーツ科学センター　2) 日本体育大学大学院　3) 日本体育大学

1. はじめに

2023年12月10日に国立競技場で行われた第107回日本陸上競技選手権大会10000mでは，男子で複数の日本新記録が樹立され，女子でも日本歴代10位以内に入る好タイムが複数記録された．本稿では，本競技会にて上位に入った選手の走速度およびステップ変数の推移について報告する．

2. 方法

1) 対象者

男女ともに上位3選手を分析対象とした．対象者および競技結果は表1の通りであった．

2) 映像の撮影

バックストレート中央の9レーン外側に，ハイスピードカメラ（LUMIX DC-GH5S, Panasonic, Japan）を光軸が選手の進行方向と垂直になるように設置し，239.76fpsにて側方から各周回の映像を撮影した．

3) 映像の分析

先行研究（上野ら，2020）を参考に，2，5，8，11，14，17，20，23，25周目（それぞれ750，1950，3150，4350，5550，6750，7950，9150，9950m地点）を分析の対象とし，動作分析ソフト（Frame-DIAS Ⅴ，Q’sfix，Japan）に取り込んで各地点での走速度およびステップ変数（接地時間，滞空時間，ステップ頻度，ステップ長）を算出した．

接地時間［sec］は接地から離地までのフレーム数を，滞空時間［sec］は離地から次の接地までのフレーム数を，それぞれフレームレートで除して算出した．さらに，接地時間と滞空時間の合計の逆数をステップ頻度［step/sec］とした．併せて，各選手の離地直前のフレームにおけるつま先位置をデジタイズし，競技開始前に走路上にマークした前後8mおよび左右2レーン分の点を較正点として，2次元DLT法によって実座標値を取得してステップ長［m］を算出した（後藤ら，2020；上野ら，2020）．

映像内の連続する4ステップ（2サイクル分）における平均値を各ステップ変数の代表値とし，ステップ頻度とステップ長の積を各地点における走速度［m/sec］とした．

3. 結果

男子10000mの各地点における走速度およびステップ変数の推移を図1. A-Eに，女子10000mの各地点における走速度およびステップ変数の推移を図

表1. 対象者および競技結果

種目	順位	対象者	記録	備考
男子10000m	1位	塩尻　和也	27分09秒80	日本新記録
	2位	太田　智樹	27分12秒53	日本新記録
	3位	相澤　晃	27分13秒04	日本新記録
女子10000m	1位	廣中　璃梨佳	30分55秒29	
	2位	高島　由香	30分57秒26	日本歴代6位
	3位	小海　遥	30分57秒67	日本歴代7位

2. A-E に示した.

参考文献

1. 後藤　晴彦，鳥居　俊（2020）国内一流長距離選手の 5000m 走における接地パターン．トレーニング科学，32（2）：73-80.
2. 上野　弘聖，黒崎　渥矢，丹治　史弥，栗原　俊，杉田　正明（2020）2020 年度日本選手権大会長距離種目における男女 5000m および 10000m のレース分析．陸上競技研究紀要，16：136-140.

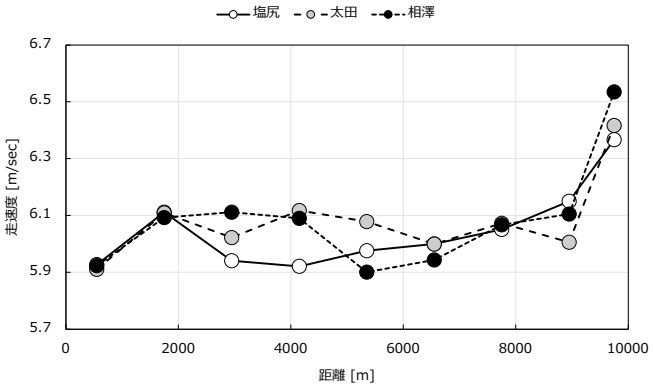


図 1-A. 男子 10000m における走速度の推移

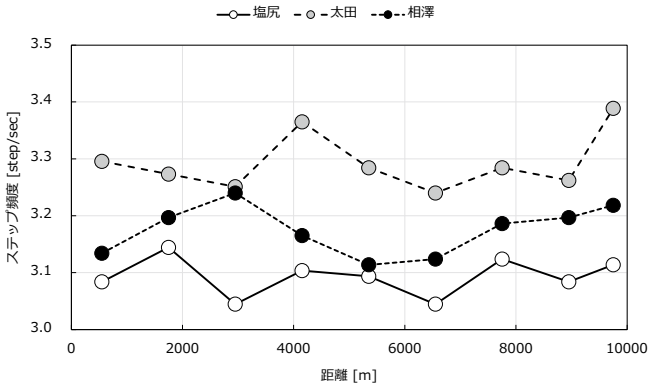


図 1-B. 男子 10000m におけるステップ頻度の推移

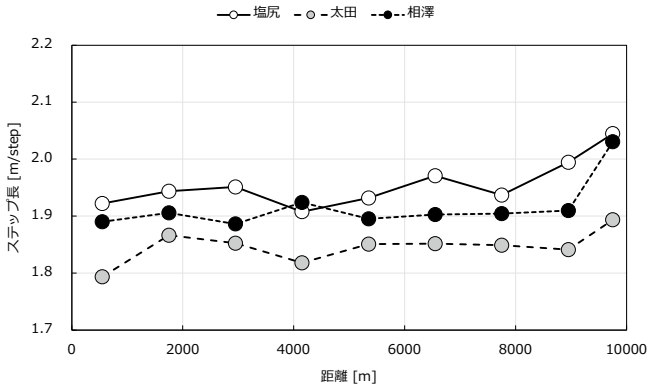


図 1-C. 男子 10000m におけるステップ長の推移

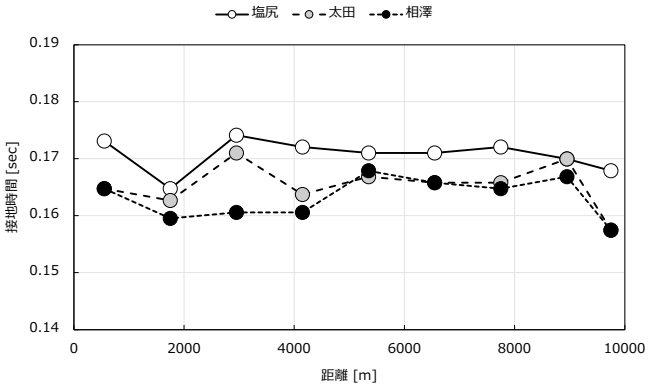


図 1-D. 男子 10000m における接地時間の推移

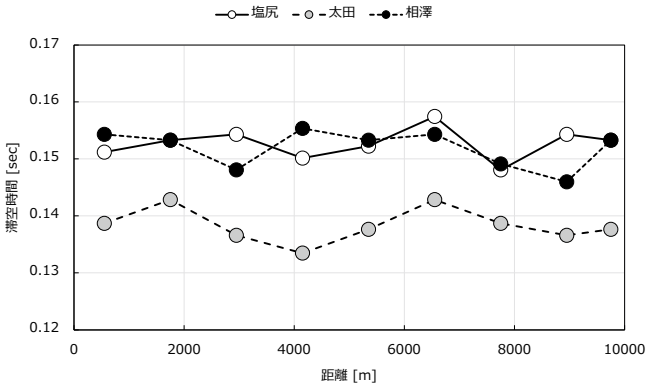


図 1-E. 男子 10000m における滞空時間の推移

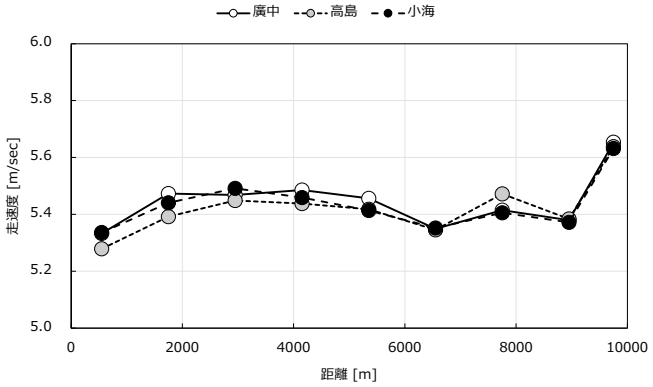


図 2-A. 女子 10000m における走速度の推移

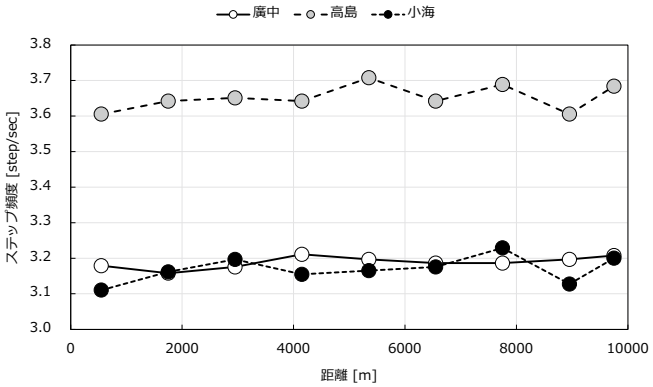


図 2-B. 女子 10000m におけるステップ頻度の推移

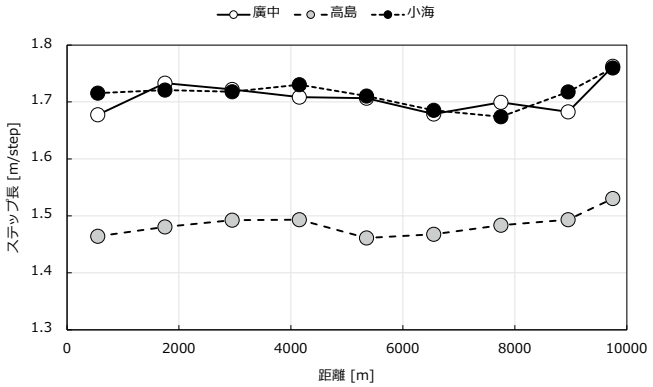


図 2-C. 女子 10000m におけるステップ長の推移

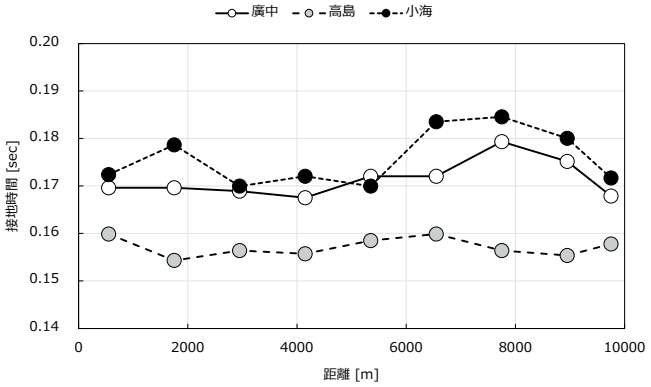


図 2-D. 女子 10000m における接地時間の推移

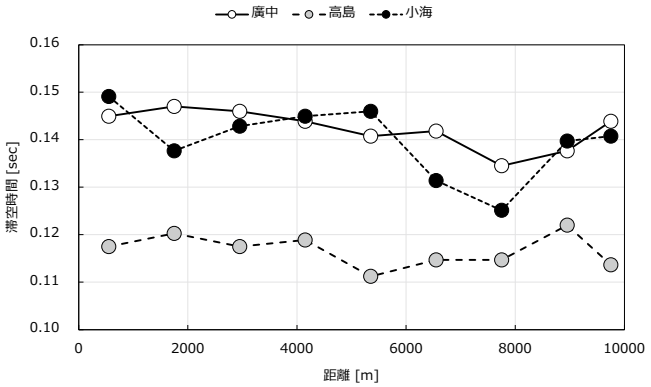


図 2-E. 女子 10000m における滞空時間の推移

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 77-93, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,77-93,2024

2024年シーズンにおける国内外一流男子110mハードル走選手のレース分析

柴山 一仁[1)]　貴嶋 孝太[2)]　杉本 和那美[3)]　森丘 保典[4)]
1) 仙台大学　2) 大阪体育大学　3) 弘前大学　4) 日本大学

1. はじめに

2024年シーズンにおける男子110mH走では，パリオリンピックに村竹ラシッド選手（JAL），泉谷駿介選手（住友電工），高山峻野選手（ゼンリン）の3名が出場し，村竹選手が決勝に進出して5位入賞という素晴らしい成績を収めた．2025年の東京世界陸上においても，活躍が期待される種目である．ハードル走では，レース展開の特徴を明らかにするために，ハードル間に要した時間を計測してレース評価の指標として用いるレース分析が行われてきた（柴山ほか，2023；2024）．本稿では，2024年シーズンに国内外で開催された主要競技会におけるレース分析結果について報告する．

2. 方法

2.1　対象競技会および分析対象者

分析対象とした競技会は以下の7大会とし，参加した男子選手のべ69名を分析対象者とした．

① 第58回織田幹雄記念国際陸上競技大会（4月29日，ホットスタッフフィールド広島・広島）
② 第11回木南道孝記念陸上競技大会（5月12日，ヤンマースタジアム長居・大阪）
③ セイコーゴールデングランプリ陸上2024東京（5月19日，国立競技場・東京）
④ 布勢スプリント2024（6月2日，ヤマタスポーツパーク・鳥取）
⑤ 第108回日本陸上競技選手権大会（6月30日，デンカビッグスワンスタジアム・新潟）
⑥ 第40回U20日本陸上競技選手権大会（6月30日，デンカビッグスワンスタジアム・新潟）
⑦ 第33回オリンピック競技大会(8月4日～8日，パリ・フランス)

2.2 分析方法

2.2.1　レース分析

上記競技会におけるレースを，複数台の高速度ビデオカメラを用いて239.7fpsでパンニング撮影した．スタートピストルの光が映像に写り込んだ瞬間を基準として，各カメラの映像を同期して分析を行った．撮影した映像から，各選手が10台のハードルを越える前の踏切脚接地と，越えた後のリード脚接地のコマを読み取り，所要時間を算出した．このとき，各ハードルの踏切脚接地からリード脚接地までの時間をハードリングタイム，リード脚接地から次のハードルの踏切脚接地までの時間をインターバルランタイムとし，2つの和を区間タイムと定義した．また，スタートシグナルから1台目ハードル後のリード脚接地までをアプローチ区間，10台目ハードル後のリード脚接地からフィニッシュライン通過までをランイン区間とし，同様にタイムを算出した．

ハードル間の距離である9.14mを各区間タイムで除することによって，各区間の平均スピードを算出した．このとき，尾縣（1999）を参考に，アプローチ区間では着地側の距離として1.6mを加えた15.32mを区間距離とし，ランイン区間では1.6mを減じた12.42mを区間距離として平均区間スピードを算出した．また，区間スピード，ハードリングタイムおよびインターバルランタイムは，前半（1台目から4台目ハードルまで），中盤（4台目から7台目ハードルまで），後半（7台目から10台目ハードルまで）の各局面における平均値を算出した．

2.2.2　足跡分析

各ハードル前後の踏切脚とリード脚の支持期における支持脚つま先と，コントロールポイント4点を動作分析システム（DKH社製，Frame-DIAS Ⅵ）を用いてデジタイズした．撮影した映像における実空間座標値が既知のコントロールポイント（110mHおよ

び100mHにおけるハードル設置地点）を用いて，2次元DLT法により各歩の接地時のつま先の2次元座標値を得た．2次元座標値は，進行方向右向きをx，進行方向をyとした．得られた座標値から，踏切脚のつま先とハードルのy座標値の差を踏切距離，ハードルとリード脚のつま先のy座標値の差を着地距離とし，踏切距離と着地距離の和をハードリング距離とした．

3. 結果および考察

表1から表4，表6，表7，表9から表11は，分析対象とした各レースにおけるタッチダウンタイム，区間タイム，インターバルランタイム，ハードリングタイムおよび区間スピードについて示したものである．また，表5と表8は，分析対象とした2レース（セイコーゴールデングランプリ陸上2024東京，第108回日本陸上競技選手権大会）における足跡分析の結果について示したものである．

図1は，村竹選手のオリンピックにおける3レース（決勝13.21秒，準決勝13.26秒，予選13.22秒）と，日本選手権決勝（13.07秒）における区間スピード，ハードリングタイム，インターバルランタイムの各局面の平均値について，パリオリンピックで3位以内に入賞した選手（レース記録平均13.06秒）の平均値とあわせて示したものである．オリンピックの3レースに関して，予選と決勝はほぼ同程度のレース記録であり，前半，中盤，後半の全ての局面で，平均区間スピードに大きな変化は見られなかった．このとき，予選では他の2レースと比較すると中盤以降の局面でハードリングタイムが長く，インターバルランタイムが短い傾向を示した．一方，準決勝では他の2レースと比較して前半局面でインターバルランタイムが長いことにより，平均区間スピードが小さい傾向を示した．また，日本選手権決勝では，オリンピックの3レースと比較して，全ての局面でハードリングタイムが短いことにより平均区間スピードが高い傾向を示した．

オリンピックで3位以内に入賞した選手の平均値と村竹選手のオリンピックの3レースを比較すると，平均区間スピードに全ての局面で同程度の差が生じていた．同様にオリンピック3位入賞選手の平均値と村竹選手の日本選手権の決勝を比較すると，平均区間スピードは前半局面ではオリンピック3位入賞選手が大きかったものの，中盤以降の局面では村竹選手の方が大きかった．オリンピック，日本選手権に共通して，村竹選手の方がオリンピック3位入賞選手よりもハードリングタイムが長く，インターバルランタイムが短い傾向にあった．

図2は，泉谷選手のオリンピック予選（13.27秒）および準決勝（13.32秒）における区間スピード，ハードリングタイム，インターバルランタイムの各局面の平均値について，パリオリンピックで8位以内に入賞した選手の平均値とあわせて示したものである．前半と後半では準決勝の方が平均区間スピードがやや大きく，中盤では予選のほうがインターバルランタイムが短いことによって平均区間スピードが大きかった．

オリンピックで8位以内に入賞した選手の平均値と泉谷選手のオリンピックの2レースを比較すると，泉谷選手の方が全ての局面で平均区間スピードが低く，ハードリングタイムが長く，インターバルランタイムが短い傾向を示した．

図3は，高山選手のオリンピック予選（13.46秒）と，日本選手権決勝（13.31秒）の2レースにおける区間スピード，ハードリングタイム，インターバルランタイムの各局面の平均値について，パリオリンピックで8位以内に入賞した選手の平均値とあわせて示したものである．オリンピックの予選では，日本選手権決勝と比較して特に前半から中盤にかけての区間平均スピードが低い傾向を示した．このとき，オリンピックの予選では前半から中盤にかけて区間平均スピードが増加したのに対して，日本選手権決勝では前半から後半にかけて区間平均スピードが漸減した．

高山選手のオリンピックの予選レースとオリンピック入賞選手の平均値を比較すると，高山選手の方が全ての局面で平均区間スピードが低く，ハードリングタイムが長く，インターバルランタイムが短い傾向を示した．

4. まとめ

本報告では，これまでのレース分析とあわせて足跡分析の結果についても示すことができた．今後これらの知見を蓄積し，パフォーマンスとの関係について検討していくことで，新たな競技力向上への示唆を得ることが期待される．

参考文献

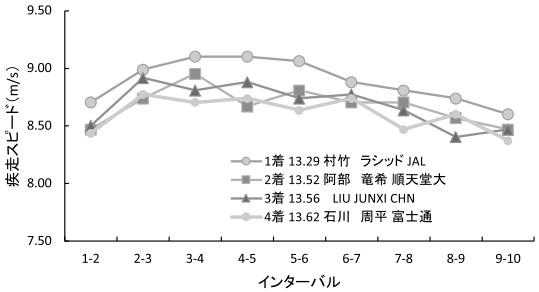
尾縣貢（1999）T&Fサイエンス講座　ハードルレース中のスピード変化．陸上競技マガジン，49(13)：196-197.

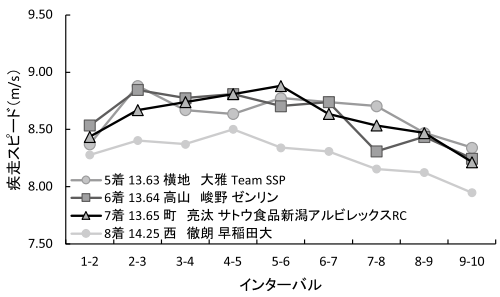
柴山一仁，貴嶋孝太，杉本和那美，森丘保典，櫻井健一，苅部俊二，金子公宏，谷川聡，山崎一彦(2023) 2022年シーズンにおける男子110mハードル走のレース分析．陸上競技研究紀要，18：137-149.
柴山一仁，貴嶋孝太，杉本和那美，森丘保典，櫻井健一，苅部俊二，金子公宏，谷川聡，山崎一彦(2024) 2023年シーズンにおける男子110mハードル走のレース分析．陸上競技研究紀要，19：100-112.

表 1　レース分析結果（2024 年 4 月 29 日 _ 織田記念 _ 男子 110mH A 決勝）

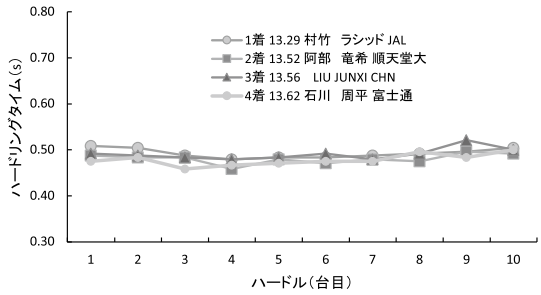
順位	選手名	所属	記録	風	ハードル 区間	1st app	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	 run-in
1	村竹　ラシッド	JAL	13.29	−0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.64	3.69	4.71	5.71	6.72	7.73	8.75	9.79	10.84	11.90	13.29
					区間タイム（秒）	2.64	1.05	1.02	1.00	1.00	1.01	1.03	1.04	1.05	1.06	1.39
					インターバルランタイム（秒）		0.55	0.53	0.53	0.52	0.53	0.54	0.55	0.55	0.56	
					ハードリングタイム（秒）		0.51	0.50	0.49	0.48	0.48	0.48	0.49	0.49	0.50	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.80	8.70	8.99	9.10	9.10	9.06	8.88	8.81	8.74	8.60	8.94
2	阿部　竜希	順天堂大	13.52	−0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.65	3.73	4.78	5.80	6.85	7.89	8.94	9.99	11.06	12.14	13.52
					区間タイム（秒）	2.65	1.08	1.05	1.02	1.05	1.04	1.05	1.05	1.07	1.08	1.38
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.56	0.56	0.58	0.57	0.57	0.58	0.57	0.59	
					ハードリングタイム（秒）		0.49	0.48	0.48	0.46	0.48	0.47	0.48	0.48	0.50	0.49
					区間スピード（m/秒）	5.77	8.47	8.74	8.95	8.67	8.81	8.70	8.70	8.57	8.47	8.98
3	LIU JUNXI	CHN	13.56	−0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.64	3.72	4.74	5.78	6.81	7.85	8.90	9.95	11.04	12.12	13.56
					区間タイム（秒）	2.64	1.08	1.03	1.04	1.03	1.05	1.04	1.06	1.09	1.08	1.44
					インターバルランタイム（秒）		0.59	0.54	0.56	0.55	0.55	0.56	0.57	0.57	0.58	
					ハードリングタイム（秒）		0.49	0.49	0.48	0.48	0.48	0.49	0.48	0.49	0.52	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.80	8.50	8.92	8.81	8.88	8.74	8.77	8.64	8.40	8.47	8.63
4	石川　周平	富士通	13.62	−0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.63	3.71	4.75	5.80	6.85	7.90	8.95	10.03	11.09	12.18	13.62
					区間タイム（秒）	2.63	1.08	1.04	1.05	1.05	1.06	1.05	1.08	1.06	1.09	1.44
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.58	0.58	0.58	0.58	0.57	0.58	0.58	0.59	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.48	0.46	0.47	0.47	0.48	0.48	0.50	0.48	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.84	8.44	8.77	8.70	8.74	8.64	8.74	8.47	8.60	8.37	8.65
5	横地　大雅	Team SSP	13.63	−0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.68	3.78	4.80	5.86	6.92	7.96	9.00	10.05	11.13	12.23	13.63
					区間タイム（秒）	2.68	1.09	1.03	1.05	1.06	1.04	1.05	1.05	1.08	1.10	1.40
					インターバルランタイム（秒）		0.58	0.54	0.56	0.55	0.53	0.55	0.56	0.58	0.58	
					ハードリングタイム（秒）		0.51	0.51	0.49	0.50	0.51	0.51	0.50	0.49	0.50	0.52
					区間スピード（m/秒）	5.71	8.37	8.88	8.67	8.64	8.77	8.74	8.70	8.47	8.34	8.87
6	高山　峻野	ゼンリン	13.64	−0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.58	3.65	4.68	5.73	6.76	7.81	8.86	9.96	11.04	12.15	13.64
					区間タイム（秒）	2.58	1.07	1.03	1.04	1.04	1.05	1.05	1.10	1.08	1.11	1.49
					インターバルランタイム（秒）		0.58	0.55	0.56	0.56	0.56	0.57	0.59	0.60	0.61	
					ハードリングタイム（秒）		0.51	0.50	0.49	0.48	0.48	0.49	0.48	0.51	0.48	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.94	8.54	8.85	8.77	8.81	8.70	8.74	8.31	8.44	8.25	8.34
7	町　亮汰	サトウ食品新潟アルビレックスRC	13.65	−0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.63	3.72	4.77	5.82	6.85	7.88	8.94	10.01	11.09	12.20	13.65
					区間タイム（秒）	2.63	1.08	1.05	1.05	1.04	1.03	1.06	1.07	1.08	1.11	1.45
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.59	0.58	0.56	0.56	0.58	0.59	0.60	0.62	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.48	0.47	0.47	0.48	0.47	0.48	0.48	0.48	0.49
					区間スピード（m/秒）	5.82	8.44	8.67	8.74	8.81	8.88	8.64	8.54	8.47	8.22	8.59
8	西　徹朗	早稲田大	14.25	−0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.73	3.83	4.92	6.01	7.08	8.18	9.28	10.40	11.53	12.68	14.25
					区間タイム（秒）	2.73	1.10	1.09	1.09	1.08	1.10	1.10	1.12	1.13	1.15	1.58
					インターバルランタイム（秒）		0.61	0.60	0.60	0.59	0.60	0.61	0.61	0.61	0.64	
					ハードリングタイム（秒）		0.51	0.50	0.49	0.49	0.49	0.50	0.49	0.51	0.52	0.51
					区間スピード（m/秒）	5.62	8.28	8.40	8.37	8.50	8.34	8.31	8.15	8.12	7.95	7.89

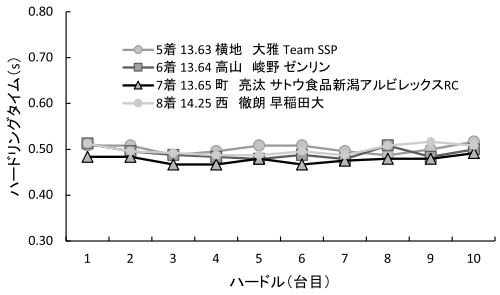
区間スピード



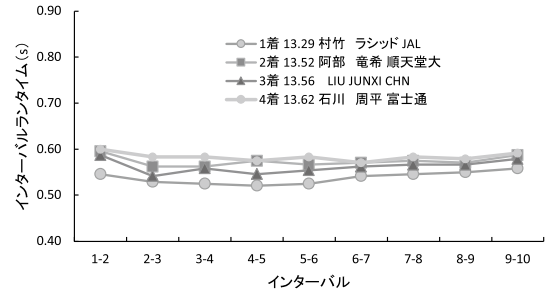


ハードリングタイム





インターバルランタイム



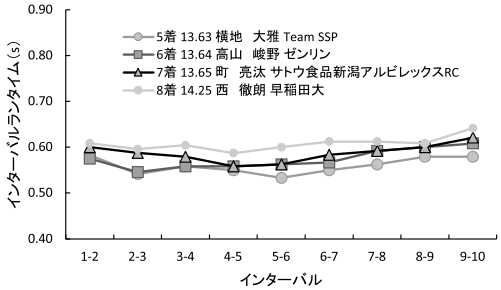
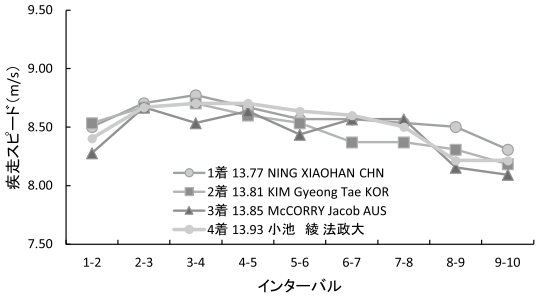
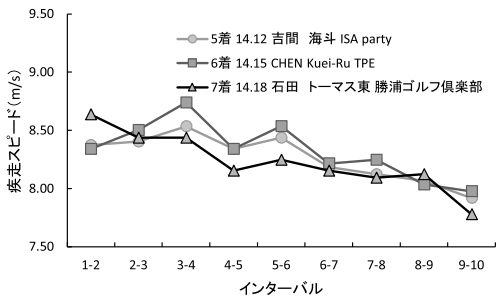


表 2　レース分析結果（2024 年 4 月 29 日 _ 織田記念 _ 男子 110mH B 決勝）

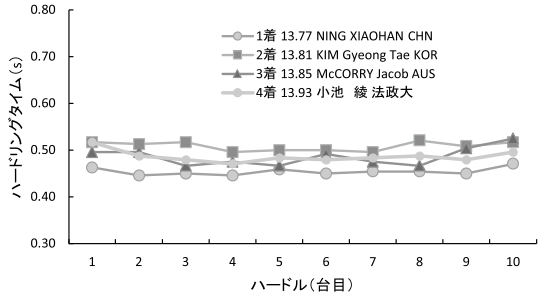
順位	選手名	所属	記録	風	ハードル区間	app	1st 1-2	2nd 2-3	3rd 3-4	4th 4-5	5th 5-6	6th 6-7	7th 7-8	8th 8-9	9th 9-10	10th run-in
1	NING XIAOHAN	CHN	13.77	−0.7	タッチダウンタイム（秒）	2.65	3.73	4.78	5.82	6.87	7.94	9.00	10.08	11.15	12.25	13.77
					区間タイム（秒）	2.65	1.08	1.05	1.04	1.05	1.07	1.07	1.07	1.08	1.10	1.52
					インターバルランタイム（秒）		0.63	0.60	0.60	0.60	0.62	0.61	0.62	0.63	0.63	
					ハードリングタイム（秒）		0.46	0.45	0.45	0.45	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.47
					区間スピード（m/秒）	5.78	8.50	8.70	8.77	8.67	8.57	8.57	8.54	8.50	8.31	8.17
2	KIM Gyeong Tae	KOR	13.81	−0.7	タッチダウンタイム（秒）	2.63	3.70	4.76	5.81	6.87	7.94	9.03	10.13	11.23	12.34	13.81
					区間タイム（秒）	2.63	1.07	1.05	1.05	1.06	1.07	1.09	1.09	1.10	1.12	1.47
					インターバルランタイム（秒）		0.56	0.54	0.55	0.56	0.57	0.60	0.57	0.59	0.60	
					ハードリングタイム（秒）		0.52	0.51	0.52	0.50	0.50	0.50	0.50	0.52	0.51	0.52
					区間スピード（m/秒）	5.82	8.54	8.67	8.70	8.60	8.54	8.37	8.37	8.31	8.19	8.46
3	McCORRY Jacob	AUS	13.85	−0.7	タッチダウンタイム（秒）	2.65	3.76	4.81	5.88	6.94	8.03	9.09	10.16	11.28	12.41	13.85
					区間タイム（秒）	2.65	1.10	1.05	1.07	1.06	1.08	1.07	1.07	1.12	1.13	1.44
					インターバルランタイム（秒）		0.61	0.59	0.60	0.59	0.59	0.59	0.60	0.62	0.60	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.50	0.47	0.48	0.47	0.49	0.48	0.47	0.50	0.53
					区間スピード（m/秒）	5.77	8.28	8.67	8.54	8.64	8.44	8.57	8.57	8.15	8.09	8.62
4	小池　綾	法政大	13.93	−0.7	タッチダウンタイム（秒）	2.75	3.84	4.89	5.94	6.99	8.05	9.11	10.19	11.30	12.41	13.93
					区間タイム（秒）	2.75	1.09	1.05	1.05	1.05	1.06	1.06	1.08	1.11	1.11	1.52
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.58	0.58	0.57	0.58	0.58	0.59	0.63	0.62	
					ハードリングタイム（秒）		0.52	0.49	0.48	0.47	0.48	0.48	0.48	0.49	0.48	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.57	8.40	8.67	8.70	8.70	8.64	8.60	8.50	8.22	8.22	8.18
5	吉間　海斗	ISA party	14.12	−0.7	タッチダウンタイム（秒）	2.65	3.74	4.83	5.90	7.00	8.08	9.20	10.32	11.45	12.61	14.12
					区間タイム（秒）	2.65	1.09	1.09	1.07	1.10	1.08	1.12	1.13	1.13	1.15	1.51
					インターバルランタイム（秒）		0.58	0.57	0.57	0.58	0.57	0.60	0.60	0.61	0.63	
					ハードリングタイム（秒）		0.52	0.51	0.52	0.50	0.52	0.51	0.52	0.53	0.53	0.53
					区間スピード（m/秒）	5.78	8.37	8.40	8.54	8.34	8.44	8.19	8.12	8.06	7.92	8.22
6	CHEN Kuei-Ru	TPE	14.15	−0.7	タッチダウンタイム（秒）	2.67	3.77	4.84	5.89	6.98	8.05	9.17	10.28	11.41	12.56	14.15
					区間タイム（秒）	2.67	1.10	1.08	1.05	1.10	1.07	1.11	1.11	1.14	1.15	1.59
					インターバルランタイム（秒）		0.63	0.62	0.60	0.62	0.61	0.63	0.63	0.65	0.66	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.47	0.45	0.45	0.48	0.46	0.49	0.48	0.48	0.48
					区間スピード（m/秒）	5.74	8.34	8.50	8.74	8.34	8.54	8.22	8.25	8.04	7.98	7.80
7	石田　トーマス東	勝浦ゴルフ倶楽部	14.18	−0.7	タッチダウンタイム（秒）	2.67	3.73	4.81	5.90	7.02	8.13	9.25	10.38	11.50	12.68	14.18
					区間タイム（秒）	2.67	1.06	1.08	1.08	1.12	1.11	1.12	1.13	1.13	1.18	1.51
					インターバルランタイム（秒）		0.58	0.59	0.59	0.60	0.60	0.60	0.60	0.61	0.63	
					ハードリングタイム（秒）		0.53	0.48	0.50	0.49	0.52	0.51	0.52	0.53	0.51	0.54
					区間スピード（m/秒）	5.74	8.64	8.44	8.44	8.15	8.25	8.15	8.09	8.12	7.78	8.25

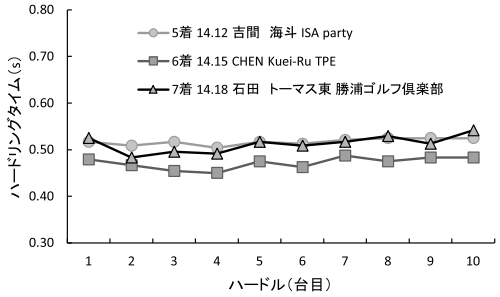
区間スピード



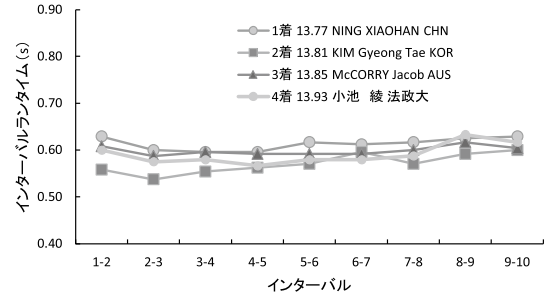


ハードリングタイム





インターバルランタイム



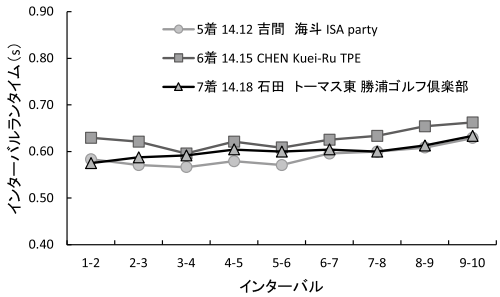
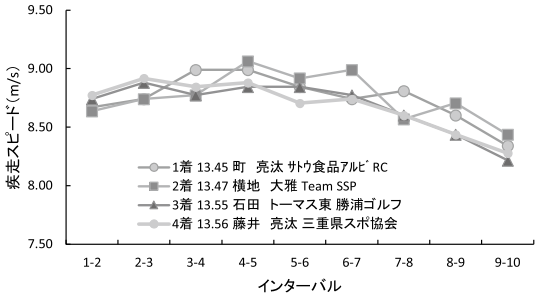
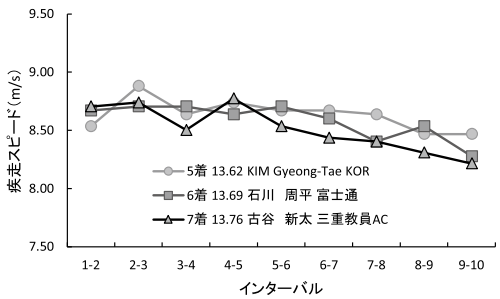


表 3　レース分析結果（2024 年 5 月 12 日 _ 木南記念 _ 男子 110mH 決勝）

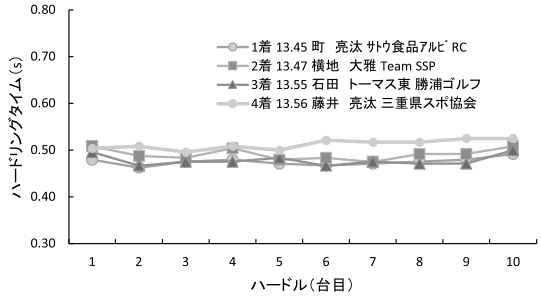
順位	選手名	所属	記録	風	ハードル区間	1st app	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run-in
1	町　亮汰	ｻﾄｳ食品ｱﾙﾋﾞ RC	13.45	+0.9	タッチダウンタイム（秒）	2.63	3.68	4.73	5.74	6.76	7.79	8.84	9.88	10.94	12.03	13.45
					区間タイム（秒）	2.63	1.05	1.05	1.02	1.02	1.03	1.05	1.04	1.06	1.10	1.42
					インターバルランタイム（秒）		0.59	0.57	0.54	0.55	0.57	0.58	0.56	0.58	0.60	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.46	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.48	0.48	0.49
					区間スピード（m/秒）	5.84	8.67	8.74	8.99	8.99	8.85	8.74	8.81	8.60	8.34	8.77
2	横地　大雅	Team SSP	13.47	+0.9	タッチダウンタイム（秒）	2.67	3.73	4.78	5.82	6.83	7.85	8.87	9.93	10.98	12.07	13.47
					区間タイム（秒）	2.67	1.06	1.05	1.04	1.01	1.03	1.02	1.07	1.05	1.08	1.40
					インターバルランタイム（秒）		0.57	0.56	0.54	0.53	0.54	0.54	0.58	0.56	0.58	
					ハードリングタイム（秒）		0.51	0.49	0.48	0.50	0.48	0.48	0.48	0.49	0.49	0.51
					区間スピード（m/秒）	5.74	8.64	8.74	8.77	9.06	8.92	8.99	8.57	8.70	8.44	8.85
3	石田　トーマス東	勝浦ゴルフ	13.55	+0.9	タッチダウンタイム（秒）	2.60	3.64	4.67	5.71	6.75	7.78	8.82	9.88	10.97	12.08	13.55
					区間タイム（秒）	2.60	1.05	1.03	1.04	1.03	1.03	1.04	1.06	1.08	1.11	1.47
					インターバルランタイム（秒）		0.58	0.55	0.57	0.55	0.57	0.57	0.59	0.61	0.61	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.47	0.48	0.48	0.48	0.47	0.48	0.47	0.47	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.90	8.74	8.88	8.77	8.85	8.85	8.77	8.60	8.44	8.22	8.44
4	藤井　亮汰	三重県スポ協会	13.56	+0.9	タッチダウンタイム（秒）	2.58	3.63	4.65	5.68	6.71	7.76	8.81	9.87	10.95	12.06	13.56
					区間タイム（秒）	2.58	1.04	1.03	1.03	1.03	1.05	1.05	1.06	1.08	1.10	1.50
					インターバルランタイム（秒）		0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.55	0.56	0.58	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.51	0.50	0.51	0.50	0.52	0.52	0.52	0.53	0.53
					区間スピード（m/秒）	5.93	8.77	8.92	8.85	8.88	8.70	8.74	8.60	8.44	8.28	8.27
5	KIM Gyeong-Tae	KOR	13.62	+0.9	タッチダウンタイム（秒）	2.59	3.66	4.69	5.75	6.80	7.85	8.90	9.96	11.04	12.12	13.62
					区間タイム（秒）	2.59	1.07	1.03	1.06	1.05	1.05	1.05	1.06	1.08	1.08	1.50
					インターバルランタイム（秒）		0.56	0.54	0.57	0.55	0.56	0.57	0.56	0.57	0.57	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.51	0.49	0.49	0.49	0.50	0.48	0.50	0.51	0.51
					区間スピード（m/秒）	5.91	8.54	8.88	8.64	8.74	8.67	8.67	8.64	8.47	8.47	8.28
6	石川　周平	富士通	13.69	+0.9	タッチダウンタイム（秒）	2.62	3.68	4.73	5.78	6.83	7.88	8.95	10.03	11.10	12.21	13.69
					区間タイム（秒）	2.62	1.05	1.05	1.05	1.06	1.05	1.06	1.09	1.07	1.10	1.48
					インターバルランタイム（秒）		0.59	0.58	0.58	0.57	0.58	0.58	0.58	0.58	0.62	
					ハードリングタイム（秒）		0.49	0.46	0.48	0.47	0.49	0.47	0.49	0.50	0.49	0.49
					区間スピード（m/秒）	5.85	8.67	8.70	8.70	8.64	8.70	8.60	8.40	8.54	8.28	8.38
7	古谷　新太	三重教員AC	13.76	+0.9	タッチダウンタイム（秒）	2.64	3.69	4.74	5.81	6.85	7.93	9.01	10.10	11.20	12.31	13.76
					区間タイム（秒）	2.64	1.05	1.05	1.08	1.04	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.45
					インターバルランタイム（秒）		0.56	0.57	0.59	0.57	0.59	0.59	0.59	0.60	0.61	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.49	0.48	0.49	0.48	0.48	0.49	0.50	0.50	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.80	8.70	8.74	8.50	8.77	8.54	8.44	8.40	8.31	8.22	8.56

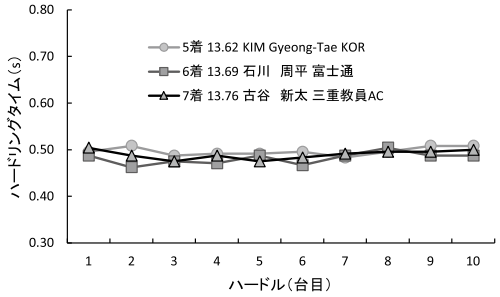
区間スピード



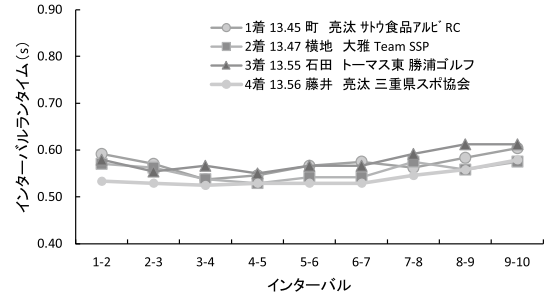


ハードリングタイム





インターバルランタイム



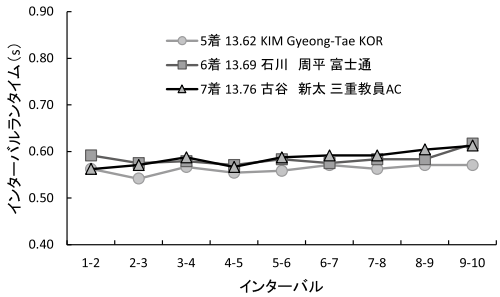
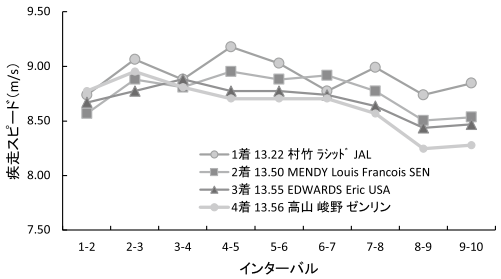
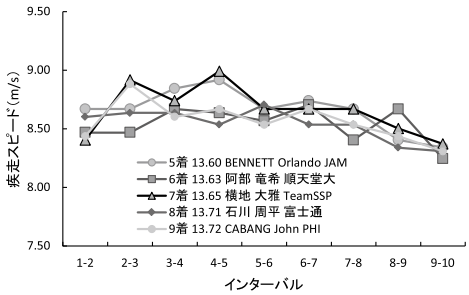


表 4　レース分析結果（2024 年 5 月 19 日 _ セイコー GGP_ 男子 110mH）

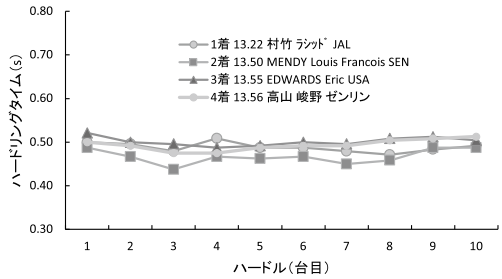
順位	選手名	所属	記録	風	ハードル 区間	1st app	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run-in
1	村竹 ﾗｼｯﾄﾞ	JAL	13.22	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.60	3.65	4.65	5.68	6.68	7.69	8.73	9.75	10.80	11.83	13.22
					区間タイム（秒）	2.60	1.05	1.01	1.03	1.00	1.01	1.04	1.02	1.05	1.03	1.39
					インターバルランタイム（秒）		0.55	0.53	0.52	0.51	0.53	0.56	0.55	0.56	0.54	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.50	0.48	0.51	0.49	0.49	0.48	0.47	0.48	0.49
					区間スピード（m/秒）	5.89	8.74	9.06	8.88	9.18	9.03	8.77	8.99	8.74	8.85	8.93
2	MENDY Louis Francois	SEN	13.50	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.68	3.75	4.78	5.82	6.84	7.87	8.89	9.93	11.01	12.08	13.50
					区間タイム（秒）	2.68	1.07	1.03	1.04	1.02	1.03	1.03	1.04	1.08	1.07	1.42
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.59	0.57	0.56	0.56	0.58	0.58	0.59	0.58	
					ハードリングタイム（秒）		0.49	0.47	0.44	0.47	0.46	0.47	0.45	0.46	0.49	0.49
					区間スピード（m/秒）	5.71	8.57	8.88	8.81	8.95	8.88	8.92	8.77	8.50	8.54	8.74
3	EDWARDS Eric	USA	13.55	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.63	3.68	4.73	5.75	6.80	7.84	8.88	9.94	11.03	12.10	13.55
					区間タイム（秒）	2.63	1.05	1.04	1.03	1.04	1.04	1.05	1.06	1.08	1.08	1.45
					インターバルランタイム（秒）		0.55	0.55	0.54	0.55	0.54	0.55	0.55	0.57	0.58	
					ハードリングタイム（秒）		0.52	0.50	0.50	0.49	0.49	0.50	0.50	0.51	0.51	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.83	8.67	8.77	8.88	8.77	8.77	8.74	8.64	8.44	8.47	8.59
4	高山 峻野	ゼンリン	13.56	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.56	3.60	4.62	5.66	6.71	7.76	8.81	9.88	10.98	12.09	13.56
					区間タイム（秒）	2.56	1.04	1.02	1.04	1.05	1.05	1.05	1.07	1.11	1.10	1.47
					インターバルランタイム（秒）		0.55	0.55	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.60	0.59	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.49	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49	0.50	0.51	0.51
					区間スピード（m/秒）	5.99	8.77	8.95	8.81	8.70	8.70	8.70	8.57	8.25	8.28	8.43
5	BENNETT Orlando	JAM	13.60	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.64	3.70	4.75	5.78	6.81	7.86	8.91	9.96	11.05	12.15	13.60
					区間タイム（秒）	2.64	1.05	1.05	1.03	1.03	1.05	1.05	1.05	1.09	1.10	1.45
					インターバルランタイム（秒）		0.58	0.59	0.57	0.56	0.59	0.58	0.58	0.60	0.61	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.48	0.49	0.49
					区間スピード（m/秒）	5.80	8.67	8.67	8.85	8.92	8.67	8.74	8.67	8.40	8.34	8.54
6	阿部 竜希	順天堂大	13.63	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.61	3.69	4.77	5.83	6.88	7.95	9.00	10.09	11.14	12.25	13.63
					区間タイム（秒）	2.61	1.08	1.08	1.05	1.06	1.07	1.05	1.09	1.05	1.11	1.38
					インターバルランタイム（秒）		0.59	0.58	0.56	0.57	0.55	0.55	0.57	0.56	0.60	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.49	0.50	0.49	0.49	0.51	0.50	0.52	0.49	0.51
					区間スピード（m/秒）	5.86	8.47	8.47	8.67	8.64	8.57	8.70	8.40	8.67	8.25	9.00
7	横地 大雅	TeamSSP	13.65	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.67	3.76	4.78	5.83	6.85	7.90	8.95	10.01	11.08	12.18	13.65
					区間タイム（秒）	2.67	1.09	1.03	1.05	1.02	1.05	1.05	1.05	1.08	1.09	1.48
					インターバルランタイム（秒）		0.58	0.54	0.55	0.53	0.56	0.55	0.56	0.59	0.59	
					ハードリングタイム（秒）		0.51	0.51	0.49	0.50	0.48	0.50	0.50	0.50	0.49	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.74	8.40	8.92	8.74	8.99	8.67	8.67	8.67	8.50	8.37	8.42
8	石川 周平	富士通	13.71	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.62	3.68	4.74	5.80	6.87	7.92	8.99	10.06	11.16	12.26	13.71
					区間タイム（秒）	2.62	1.06	1.06	1.06	1.07	1.05	1.07	1.07	1.10	1.10	1.45
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.60	0.58	0.59	0.58	0.58	0.60	0.60	0.60	
					ハードリングタイム（秒）		0.49	0.46	0.46	0.48	0.48	0.47	0.50	0.48	0.50	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.85	8.60	8.64	8.64	8.54	8.70	8.54	8.54	8.34	8.31	8.56
9	CABANG John	PHI	13.72	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.62	3.70	4.73	5.79	6.85	7.92	8.97	10.04	11.13	12.23	13.72
					区間タイム（秒）	2.62	1.08	1.03	1.06	1.05	1.07	1.05	1.07	1.08	1.10	1.50
					インターバルランタイム（秒）		0.58	0.57	0.58	0.57	0.58	0.58	0.61	0.61	0.61	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.50	0.46	0.48	0.48	0.49	0.48	0.46	0.48	0.49
					区間スピード（m/秒）	5.85	8.44	8.88	8.60	8.67	8.54	8.67	8.54	8.44	8.31	8.31

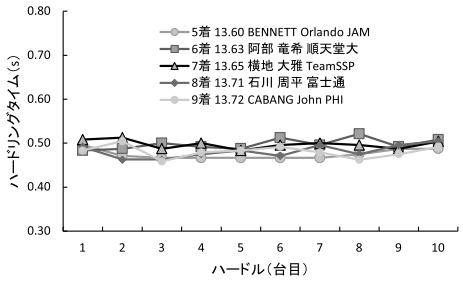
区間スピード



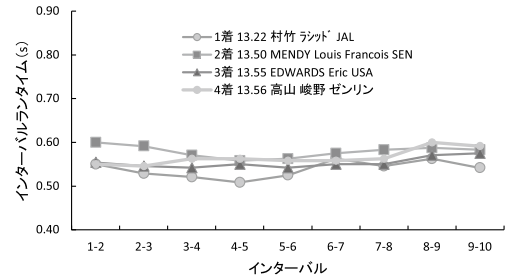


ハードリングタイム





インターバルランタイム



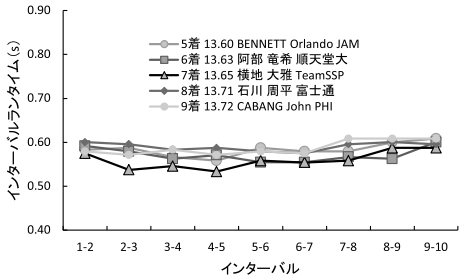
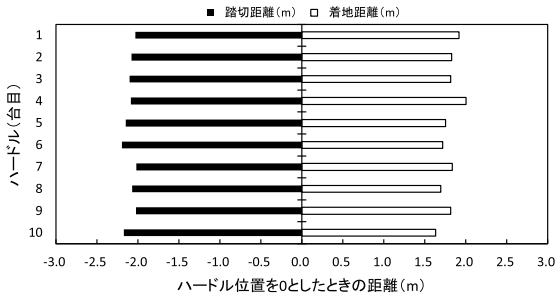


表 5　足跡分析結果（2024 年 5 月 19 日 _ セイコー GGP_ 男子 110mH）

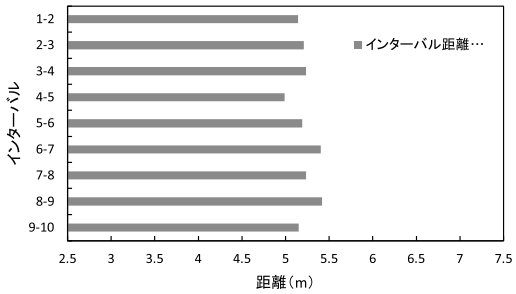
順位	選手名	所属	記録	風	ハードル / 区間	1st 1-2	2nd 2-3	3rd 3-4	4th 4-5	5th 5-6	6th 6-7	7th 7-8	8th 8-9	9th 9-10	10th
1	村竹 ﾗｼｯﾄﾞ	JAL	13.22	−0.6	ハードリング距離(m)	3.95	3.91	3.92	4.09	3.90	3.91	3.85	3.77	3.84	3.81
					踏切距離(m)	2.03	2.08	2.10	2.09	2.15	2.19	2.02	2.07	2.02	2.17
					着地距離(m)	1.92	1.83	1.82	2.00	1.75	1.72	1.83	1.70	1.82	1.63
					インターバル距離(m)	5.14	5.21	5.24	4.99	5.19	5.40	5.24	5.42	5.15	
					ハードル接触の有無	△	△	×		△	△	△			△
2	MENDY Louis Francois	SEN	13.50	−0.6	ハードリング距離(m)	3.68	3.55	3.74	3.91	3.80	3.85	3.69	3.72	3.88	3.75
					踏切距離(m)	1.95	2.01	2.12	2.18	2.21	2.21	2.09	2.09	2.07	2.15
					着地距離(m)	1.73	1.55	1.62	1.73	1.59	1.64	1.59	1.63	1.81	1.60
					インターバル距離(m)	5.40	5.48	5.34	5.20	5.34	5.41	5.46	5.44	5.18	
					ハードル接触の有無		△				△	△	△	△	△
3	EDWARDS Eric	USA	13.55	−0.6	ハードリング距離(m)	3.76	3.75	4.01	3.79	3.92	3.98	3.86	3.80	3.85	3.80
					踏切距離(m)	2.07	2.13	2.40	2.28	2.29	2.27	2.22	2.33	2.28	2.29
					着地距離(m)	1.69	1.62	1.61	1.51	1.63	1.71	1.64	1.47	1.57	1.51
					インターバル距離(m)	5.32	5.12	5.24	5.34	5.24	5.21	5.17	5.39	5.28	
					ハードル接触の有無				△	△			△		

注）空欄：接触なし，△：接触があったもののハードルは倒れなかった。×：接触してハードルが倒れた。

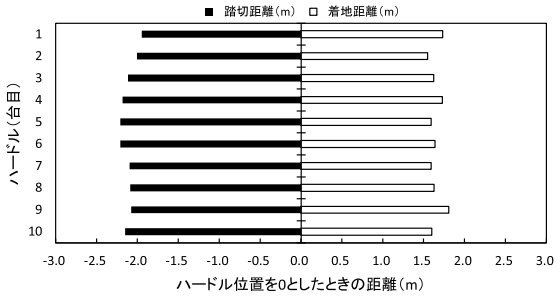
1着 13.22 村竹 ﾗｼｯﾄﾞ JAL　　ハードリング距離の内訳



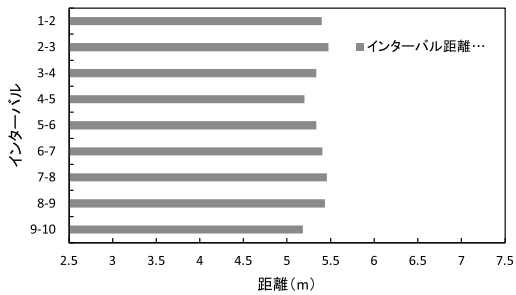
1着 13.22 村竹 ﾗｼｯﾄﾞ JAL　　インターバル距離



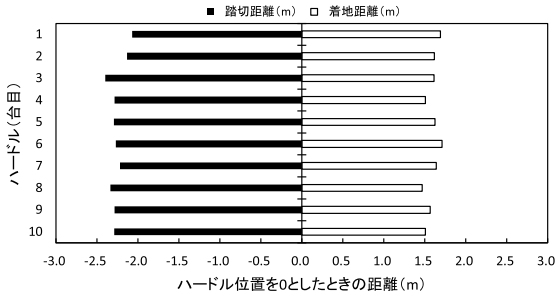
2着 13.5 MENDY Louis Francois SEN ハードリング距離の内訳



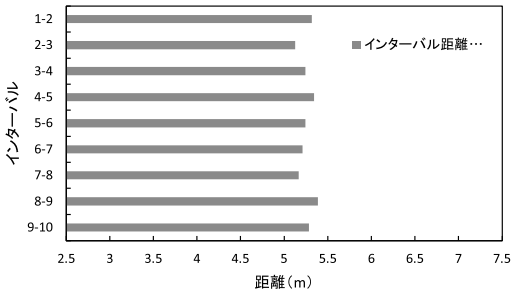
2着 13.5 MENDY Louis Francois SEN インターバル距離



3着 13.55 EDWARDS Eric USA　　ハードリング距離の内訳



3着 13.55 EDWARDS Eric USA　　インターバル距離



参考）各距離の説明

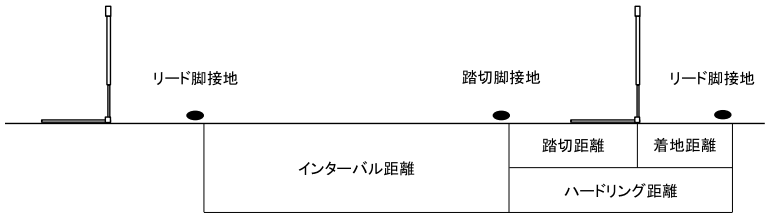
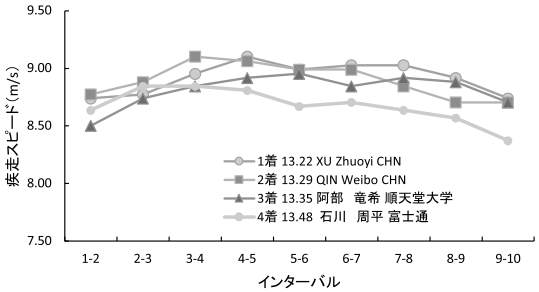
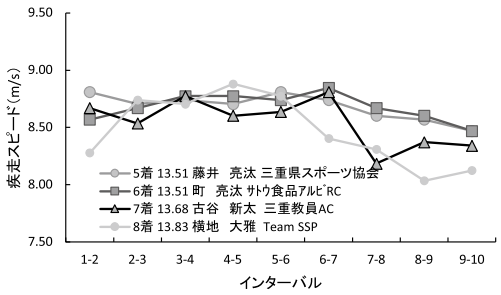


表 6　レース分析結果（2024 年 6 月 2 日 _ 布勢スプリント _ 男子 110mH_A 決勝）

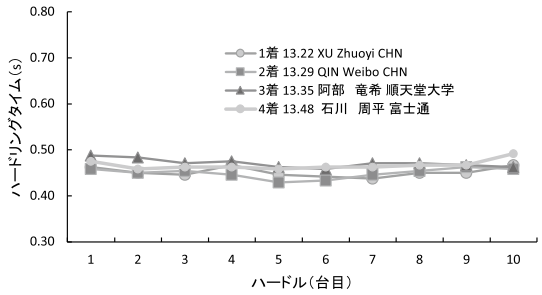
順位	選手名	所属	記録	風	ハードル区間	app	1st 1-2	2nd 2-3	3rd 3-4	4th 4-5	5th 5-6	6th 6-7	7th 7-8	8th 8-9	9th 9-10	10th run-in
1	XU Zhuoyi	CHN	13.22	+1.3	タッチダウンタイム（秒）	2.61	3.65	4.70	5.72	6.72	7.74	8.75	9.76	10.79	11.83	13.22
					区間タイム（秒）	2.61	1.05	1.04	1.02	1.00	1.02	1.01	1.01	1.03	1.05	1.39
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.60	0.55	0.56	0.58	0.58	0.56	0.58	0.58	
					ハードリングタイム（秒）		0.46	0.45	0.45	0.47	0.45	0.44	0.44	0.45	0.45	0.47
					区間スピード（m/秒）	5.87	8.74	8.77	8.95	9.10	8.99	9.03	9.03	8.92	8.74	8.96
2	QIN Weibo	CHN	13.29	+1.3	タッチダウンタイム（秒）	2.60	3.64	4.67	5.68	6.68	7.70	8.72	9.75	10.80	11.85	13.29
					区間タイム（秒）	2.60	1.04	1.03	1.00	1.01	1.02	1.02	1.03	1.05	1.05	1.44
					インターバルランタイム（秒）		0.59	0.58	0.56	0.58	0.58	0.57	0.58	0.59	0.59	
					ハードリングタイム（秒）		0.46	0.45	0.45	0.45	0.43	0.43	0.45	0.45	0.46	0.46
					区間スピード（m/秒）	5.89	8.77	8.88	9.10	9.06	8.99	8.99	8.85	8.70	8.70	8.63
3	阿部　竜希	順天堂大学	13.35	+1.3	タッチダウンタイム（秒）	2.63	3.70	4.75	5.78	6.81	7.83	8.86	9.89	10.92	11.97	13.35
					区間タイム（秒）	2.63	1.08	1.05	1.03	1.03	1.02	1.03	1.03	1.03	1.05	1.38
					インターバルランタイム（秒）		0.59	0.58	0.56	0.56	0.56	0.56	0.55	0.56	0.59	
					ハードリングタイム（秒）		0.49	0.48	0.47	0.48	0.46	0.46	0.47	0.47	0.47	0.46
					区間スピード（m/秒）	5.83	8.50	8.74	8.85	8.92	8.95	8.85	8.92	8.88	8.70	8.98
4	石川　周平	富士通	13.48	+1.3	タッチダウンタイム（秒）	2.57	3.63	4.66	5.69	6.73	7.78	8.83	9.89	10.96	12.05	13.48
					区間タイム（秒）	2.57	1.06	1.03	1.03	1.04	1.05	1.05	1.06	1.07	1.09	1.43
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.57	0.57	0.58	0.59	0.59	0.59	0.60	0.60	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.47	0.47	0.49
					区間スピード（m/秒）	5.97	8.64	8.85	8.85	8.81	8.67	8.70	8.64	8.57	8.37	8.69
5	藤井　亮汰	三重県スポーツ協会	13.51	+1.3	タッチダウンタイム（秒）	2.61	3.65	4.70	5.74	6.79	7.83	8.88	9.94	11.00	12.08	13.51
					区間タイム（秒）	2.61	1.04	1.05	1.05	1.05	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.43
					インターバルランタイム（秒）		0.53	0.54	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.54	0.56	
					ハードリングタイム（秒）		0.53	0.51	0.51	0.52	0.52	0.51	0.52	0.53	0.53	0.52
					区間スピード（m/秒）	5.87	8.81	8.70	8.74	8.70	8.81	8.74	8.60	8.57	8.47	8.71
6	町　亮汰	ｻﾄｳ食品ｱﾙﾋﾞRC	13.51	+1.3	タッチダウンタイム（秒）	2.63	3.70	4.75	5.80	6.84	7.88	8.92	9.97	11.03	12.11	13.51
					区間タイム（秒）	2.63	1.07	1.05	1.04	1.04	1.05	1.03	1.05	1.06	1.08	1.40
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.59	0.56	0.56	0.57	0.56	0.58	0.58	0.58	
					ハードリングタイム（秒）		0.51	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48	0.47	0.48	0.48	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.82	8.57	8.67	8.77	8.77	8.74	8.85	8.67	8.60	8.47	8.89
7	古谷　新太	三重教員AC	13.68	+1.3	タッチダウンタイム（秒）	2.61	3.66	4.73	5.78	6.84	7.90	8.93	10.05	11.14	12.24	13.68
					区間タイム（秒）	2.61	1.05	1.07	1.04	1.06	1.06	1.04	1.12	1.09	1.10	1.44
					インターバルランタイム（秒）		0.57	0.58	0.55	0.58	0.58	0.56	0.61	0.59	0.60	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.49	0.50	0.49	0.48	0.48	0.48	0.50	0.50	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.87	8.67	8.54	8.77	8.60	8.64	8.81	8.19	8.37	8.34	8.61
8	横地　大雅	Team SSP	13.83	+1.3	タッチダウンタイム（秒）	2.65	3.75	4.80	5.85	6.88	7.92	9.01	10.11	11.25	12.37	13.83
					区間タイム（秒）	2.65	1.10	1.05	1.05	1.03	1.04	1.09	1.10	1.14	1.13	1.46
					インターバルランタイム（秒）		0.61	0.57	0.56	0.55	0.56	0.60	0.60	0.60	0.61	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.49	0.48	0.49	0.48	0.48	0.48	0.50	0.53	0.52
					区間スピード（m/秒）	5.78	8.28	8.74	8.70	8.88	8.77	8.40	8.31	8.04	8.12	8.51

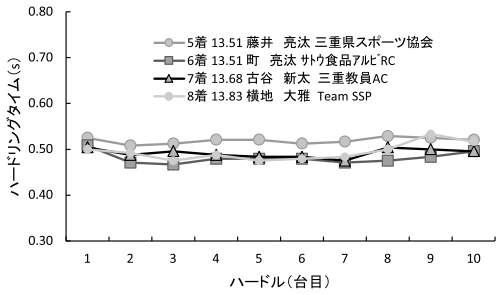
区間スピード



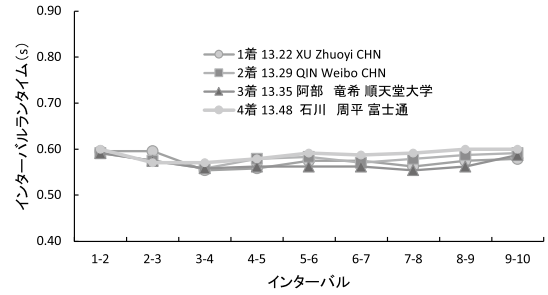


ハードリングタイム





インターバルランタイム



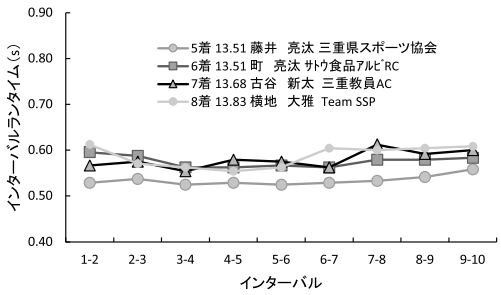
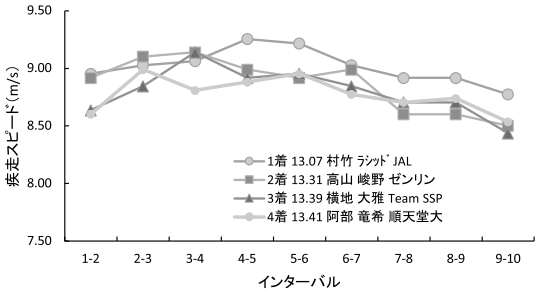
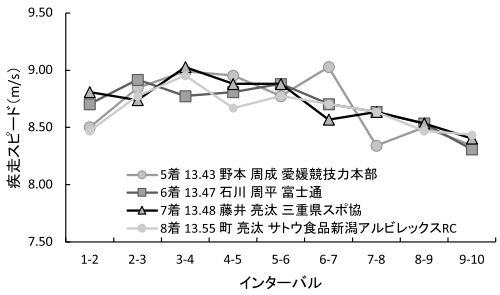


表 7　レース分析結果（2024 年 6 月 30 日 _ 日本選手権 _ 男子 110mH 決勝）

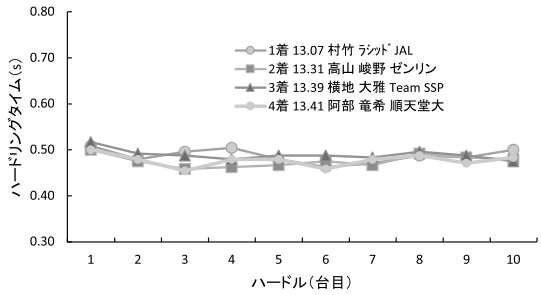
順位	選手名	所属	記録	風	ハードル 区間	app	1st 1-2	2nd 2-3	3rd 3-4	4th 4-5	5th 5-6	6th 6-7	7th 7-8	8th 8-9	9th 9-10	10th run-in
1	村竹 ﾗｼｯﾄﾞ	JAL	13.07	+0.2	タッチダウンタイム（秒）	2.58	3.60	4.61	5.62	6.60	7.60	8.61	9.63	10.66	11.70	13.07
					区間タイム（秒）	2.58	1.02	1.01	1.01	0.99	0.99	1.01	1.03	1.03	1.04	1.37
					インターバルランタイム（秒）		0.54	0.52	0.50	0.51	0.53	0.54	0.54	0.54	0.54	
					ハードリングタイム（秒）		0.51	0.48	0.50	0.50	0.48	0.46	0.47	0.49	0.48	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.95	8.95	9.03	9.06	9.26	9.22	9.03	8.92	8.92	8.77	9.07
2	高山 峻野	ゼンリン	13.31	+0.2	タッチダウンタイム（秒）	2.56	3.59	4.59	5.59	6.61	7.63	8.65	9.71	10.78	11.85	13.31
					区間タイム（秒）	2.56	1.03	1.00	1.00	1.02	1.03	1.02	1.06	1.06	1.08	1.46
					インターバルランタイム（秒）		0.55	0.55	0.54	0.55	0.55	0.55	0.57	0.58	0.60	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.48	0.46	0.46	0.47	0.48	0.47	0.49	0.48	0.48
					区間スピード（m/秒）	5.98	8.92	9.10	9.14	8.99	8.92	8.99	8.60	8.60	8.50	8.51
3	横地 大雅	Team SSP	13.39	+0.2	タッチダウンタイム（秒）	2.64	3.70	4.73	5.73	6.76	7.78	8.81	9.86	10.91	12.00	13.39
					区間タイム（秒）	2.64	1.06	1.03	1.00	1.03	1.02	1.03	1.05	1.05	1.08	1.39
					インターバルランタイム（秒）		0.57	0.55	0.52	0.54	0.53	0.55	0.55	0.56	0.61	
					ハードリングタイム（秒）		0.52	0.49	0.49	0.48	0.49	0.49	0.48	0.50	0.49	0.48
					区間スピード（m/秒）	5.80	8.64	8.85	9.14	8.92	8.95	8.85	8.70	8.70	8.44	8.91
4	阿部 竜希	順天堂大	13.41	+0.2	タッチダウンタイム（秒）	2.64	3.70	4.72	5.76	6.79	7.81	8.85	9.90	10.95	12.02	13.41
					区間タイム（秒）	2.64	1.06	1.02	1.04	1.03	1.02	1.04	1.05	1.05	1.07	1.39
					インターバルランタイム（秒）		0.58	0.56	0.56	0.55	0.56	0.56	0.56	0.58	0.59	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.48	0.45	0.48	0.48	0.46	0.48	0.49	0.47	0.48
					区間スピード（m/秒）	5.80	8.60	8.99	8.81	8.88	8.95	8.77	8.70	8.74	8.54	8.91
5	野本 周成	愛媛競技力本部	13.43	+0.2	タッチダウンタイム（秒）	2.52	3.59	4.63	5.64	6.66	7.70	8.72	9.81	10.89	11.98	13.43
					区間タイム（秒）	2.52	1.08	1.03	1.02	1.02	1.04	1.01	1.10	1.08	1.10	1.45
					インターバルランタイム（秒）		0.58	0.53	0.53	0.55	0.55	0.53	0.58	0.58	0.57	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.49	0.50	0.48	0.48	0.50	0.48	0.52	0.50	0.53
					区間スピード（m/秒）	6.09	8.50	8.85	8.99	8.95	8.77	9.03	8.34	8.50	8.34	8.59
6	石川 周平	富士通	13.47	+0.2	タッチダウンタイム（秒）	2.55	3.60	4.63	5.67	6.71	7.74	8.79	9.85	10.92	12.02	13.47
					区間タイム（秒）	2.55	1.05	1.03	1.04	1.04	1.03	1.05	1.06	1.07	1.10	1.45
					インターバルランタイム（秒）		0.59	0.56	0.58	0.57	0.56	0.58	0.58	0.59	0.60	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.46	0.47	0.46	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48	0.50
					区間スピード（m/秒）	6.00	8.70	8.92	8.77	8.81	8.88	8.70	8.64	8.54	8.31	8.55
7	藤井 亮汰	三重県スポ協	13.48	+0.2	タッチダウンタイム（秒）	2.58	3.62	4.66	5.68	6.70	7.73	8.80	9.86	10.93	12.02	13.48
					区間タイム（秒）	2.58	1.04	1.05	1.01	1.03	1.03	1.07	1.06	1.07	1.09	1.46
					インターバルランタイム（秒）		0.53	0.53	0.51	0.53	0.53	0.55	0.55	0.55	0.56	
					ハードリングタイム（秒）		0.51	0.50	0.52	0.50	0.50	0.50	0.52	0.51	0.52	0.53
					区間スピード（m/秒）	5.94	8.81	8.74	9.03	8.88	8.88	8.57	8.64	8.54	8.40	8.49
8	町 亮汰	サトウ食品新潟アルビレックスRC	13.55	+0.2	タッチダウンタイム（秒）	2.61	3.69	4.73	5.75	6.81	7.85	8.90	9.96	11.04	12.12	13.55
					区間タイム（秒）	2.61	1.08	1.04	1.02	1.05	1.04	1.05	1.06	1.08	1.08	1.43
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.56	0.54	0.58	0.56	0.58	0.59	0.59	0.60	
					ハードリングタイム（秒）		0.49	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.47	0.49	0.48
					区間スピード（m/秒）	5.86	8.47	8.77	8.95	8.67	8.77	8.70	8.64	8.47	8.44	8.69

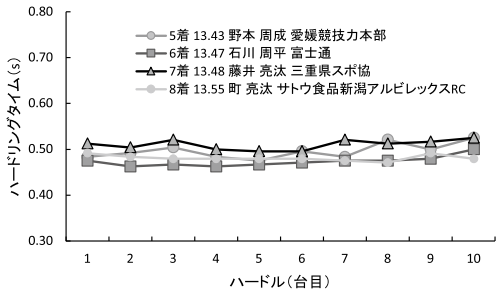
区間スピード



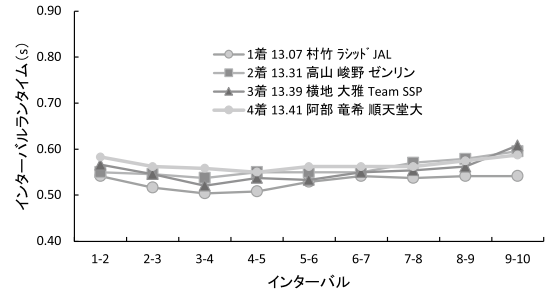


ハードリングタイム





インターバルランタイム



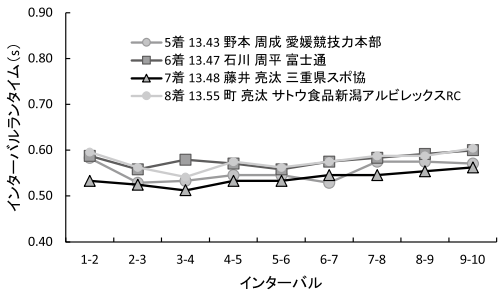
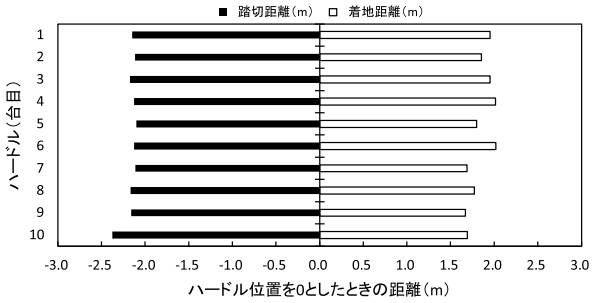


表 8　足跡分析結果（2024 年 6 月 30 日 _ 日本選手権 _ 男子 110mH 決勝）

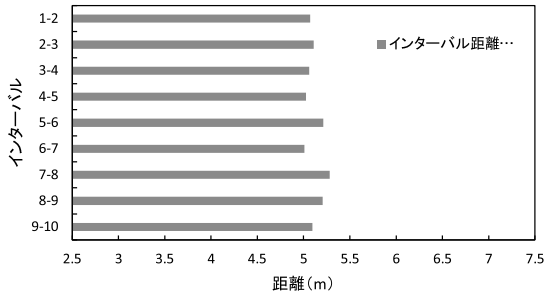
順位	選手名	所属	記録	風	ハードル区間	1st 1-2	2nd 2-3	3rd 3-4	4th 4-5	5th 5-6	6th 6-7	7th 7-8	8th 8-9	9th 9-10	10th
1	村竹 ﾗｼｯﾄﾞ	JAL	13.07	+0.2	ハードリング距離(m)	4.10	3.97	4.13	4.14	3.90	4.15	3.80	3.94	3.83	4.07
					踏切距離(m)	2.15	2.12	2.17	2.13	2.10	2.13	2.11	2.17	2.16	2.38
					着地距離(m)	1.95	1.85	1.95	2.01	1.80	2.02	1.69	1.78	1.67	1.69
					インターバル距離(m)	5.07	5.11	5.06	5.03	5.21	5.01	5.28	5.21	5.10	
					ハードル接触の有無	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2	高山 峻野	ゼンリン	13.31	+0.2	ハードリング距離(m)	3.99	3.96	3.85	3.90	3.88	3.91	3.85	3.79	3.86	3.63
					踏切距離(m)	2.07	2.13	2.04	2.13	2.12	2.15	2.22	2.20	2.25	2.10
					着地距離(m)	1.91	1.83	1.82	1.77	1.75	1.76	1.63	1.59	1.61	1.53
					インターバル距離(m)	5.10	5.27	5.19	5.24	5.24	5.16	5.31	5.30	5.43	
					ハードル接触の有無	△		△	△	△	△	△	△	△	△
3	横地 大雅	Team SSP	13.39	+0.2	ハードリング距離(m)	3.86	3.83	4.01	3.94	3.91	3.92	3.84	3.91	3.76	3.89
					踏切距離(m)	2.14	2.17	2.20	2.09	2.11	2.17	2.13	2.18	2.13	2.16
					着地距離(m)	1.71	1.67	1.81	1.85	1.80	1.74	1.71	1.73	1.63	1.73
					インターバル距離(m)	5.26	5.27	5.25	5.17	5.17	5.26	5.25	5.28	5.35	
					ハードル接触の有無	△	△	△	×	×	×	△	△	△	△

注）空欄：接触なし，△：接触があったもののハードルは倒れなかった。×：接触してハードルが倒れた。

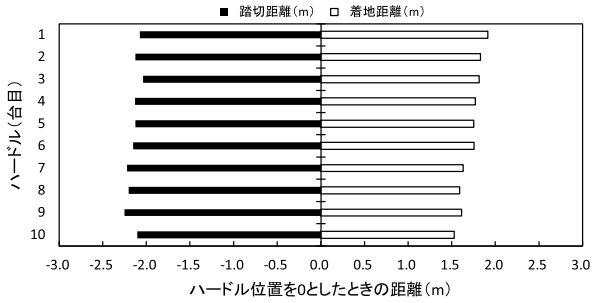
1着 13.07 村竹 ﾗｼｯﾄﾞ JAL　　ハードリング距離の内訳



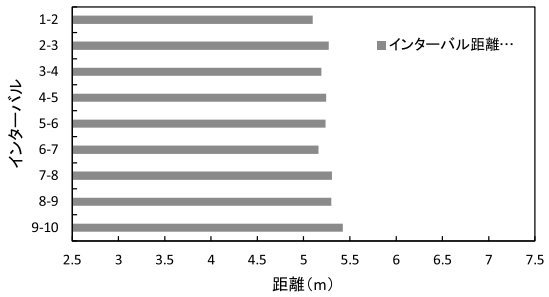
1着 13.07 村竹 ﾗｼｯﾄﾞ JAL　　インターバル距離



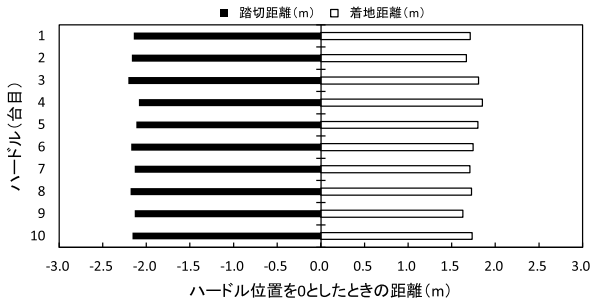
2着 13.31 高山 峻野 ゼンリン　　ハードリング距離の内訳



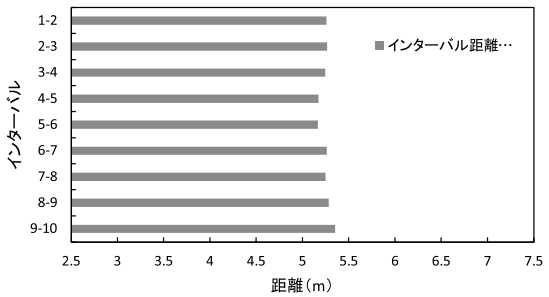
2着 13.31 高山 峻野 ゼンリン　　インターバル距離



3着 13.39 横地 大雅 Team SSP　　ハードリング距離の内訳



3着 13.39 横地 大雅 Team SSP　　インターバル距離



参考）各距離の説明

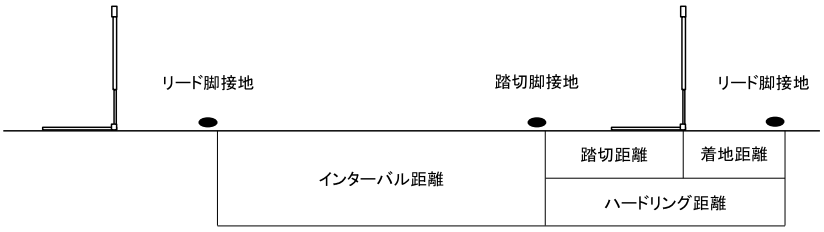
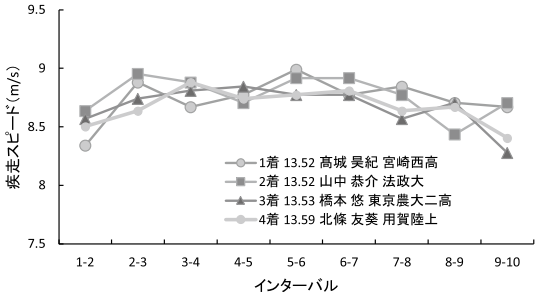
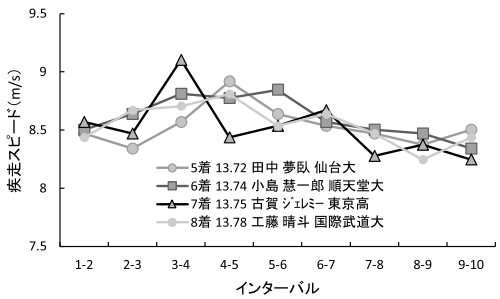


表 9　レース分析結果（2024 年 6 月 30 日 _U20 日本選手権 _ 男子 110mH（0.991m）決勝）

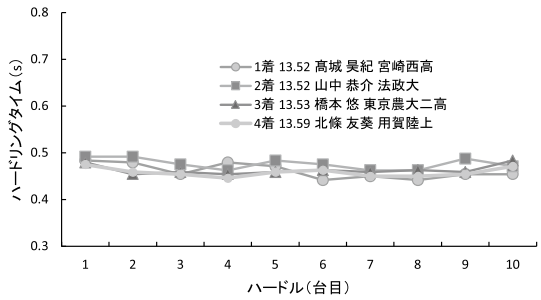
順位	選手名	所属	記録	風	ハードル区間	app	1st 1-2	2nd 2-3	3rd 3-4	4th 4-5	5th 5-6	6th 6-7	7th 7-8	8th 8-9	9th 9-10	10th run-in
1	髙城 昊紀	宮崎西高	13.52	+0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.64	3.73	4.76	5.82	6.86	7.88	8.92	9.95	11.00	12.05	13.52
					区間タイム（秒）	2.64	1.10	1.03	1.05	1.04	1.02	1.04	1.03	1.05	1.05	1.47
					インターバルランタイム（秒）		0.62	0.58	0.58	0.57	0.58	0.59	0.59	0.60	0.60	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.48	0.45	0.48	0.47	0.44	0.45	0.44	0.45	0.45
					区間スピード（m/秒）	5.81	8.34	8.88	8.67	8.77	8.99	8.77	8.85	8.70	8.67	8.47
2	山中 恭介	法政大	13.52	+0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.68	3.73	4.75	5.78	6.83	7.86	8.88	9.93	11.01	12.06	13.52
					区間タイム（秒）	2.68	1.06	1.02	1.03	1.05	1.03	1.03	1.04	1.08	1.05	1.46
					インターバルランタイム（秒）		0.57	0.55	0.57	0.57	0.55	0.56	0.58	0.60	0.58	
					ハードリングタイム（秒）		0.49	0.49	0.48	0.46	0.48	0.48	0.46	0.46	0.49	0.47
					区間スピード（m/秒）	5.73	8.64	8.95	8.88	8.70	8.92	8.92	8.77	8.44	8.70	8.50
3	橋本 悠	東京農大二高	13.53	+0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.60	3.66	4.71	5.75	6.78	7.82	8.86	9.93	10.98	12.08	13.53
					区間タイム（秒）	2.60	1.07	1.05	1.04	1.03	1.04	1.04	1.07	1.05	1.10	1.45
					インターバルランタイム（秒）		0.61	0.59	0.58	0.58	0.58	0.58	0.60	0.59	0.62	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.45	0.46	0.45	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.48
					区間スピード（m/秒）	5.90	8.57	8.74	8.81	8.85	8.77	8.77	8.57	8.70	8.28	8.59
4	北條 友葵	用賀陸上	13.59	+0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.65	3.73	4.78	5.81	6.86	7.90	8.94	10.00	11.05	12.14	13.59
					区間タイム（秒）	2.65	1.08	1.06	1.03	1.05	1.04	1.04	1.06	1.05	1.09	1.45
					インターバルランタイム（秒）		0.62	0.60	0.58	0.59	0.58	0.59	0.61	0.60	0.62	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.46	0.45	0.45	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.47
					区間スピード（m/秒）	5.78	8.50	8.64	8.88	8.74	8.77	8.81	8.64	8.67	8.40	8.55
5	田中 夢臥	仙台大	13.72	+0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.65	3.73	4.83	5.90	6.92	7.98	9.05	10.13	11.22	12.30	13.72
					区間タイム（秒）	2.65	1.08	1.10	1.07	1.03	1.06	1.07	1.08	1.09	1.08	1.42
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.62	0.59	0.58	0.60	0.61	0.61	0.60	0.59	
					ハードリングタイム（秒）		0.51	0.48	0.48	0.48	0.45	0.46	0.46	0.47	0.49	0.49
					区間スピード（m/秒）	5.77	8.47	8.34	8.57	8.92	8.64	8.54	8.47	8.37	8.50	8.72
6	小島 慧一郎	順天堂大	13.74	+0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.69	3.76	4.82	5.86	6.90	7.93	9.00	10.08	11.15	12.25	13.74
					区間タイム（秒）	2.69	1.08	1.06	1.04	1.04	1.03	1.07	1.08	1.08	1.10	1.49
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.60	0.59	0.60	0.60	0.62	0.62	0.63	0.65	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.48	0.46	0.45	0.44	0.43	0.45	0.45	0.45	0.45
					区間スピード（m/秒）	5.70	8.50	8.64	8.81	8.77	8.85	8.57	8.50	8.47	8.34	8.34
7	古賀 ｼﾞｪﾚﾐｰ	東京高	13.75	+0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.61	3.68	4.75	5.76	6.84	7.91	8.97	10.07	11.16	12.27	13.75
					区間タイム（秒）	2.61	1.07	1.08	1.00	1.08	1.07	1.05	1.10	1.09	1.11	1.48
					インターバルランタイム（秒）		0.57	0.58	0.55	0.60	0.58	0.58	0.61	0.60	0.61	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.50	0.50	0.45	0.49	0.50	0.47	0.50	0.50	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.87	8.57	8.47	9.10	8.44	8.54	8.67	8.28	8.37	8.25	8.40
8	工藤 晴斗	国際武道大	13.78	+0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.64	3.73	4.78	5.83	6.87	7.94	9.00	10.08	11.18	12.27	13.78
					区間タイム（秒）	2.64	1.08	1.05	1.05	1.04	1.07	1.06	1.08	1.11	1.08	1.51
					インターバルランタイム（秒）		0.57	0.55	0.56	0.55	0.55	0.56	0.57	0.59	0.58	
					ハードリングタイム（秒）		0.52	0.52	0.50	0.49	0.49	0.52	0.50	0.51	0.52	0.50
					区間スピード（m/秒）	5.80	8.44	8.67	8.70	8.81	8.54	8.64	8.47	8.25	8.44	8.21

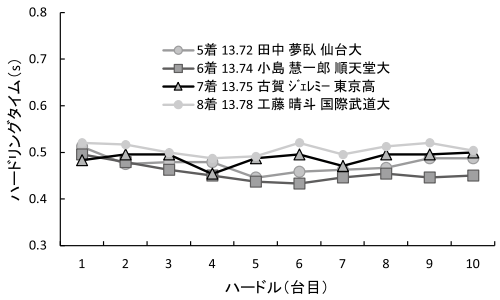
区間スピード



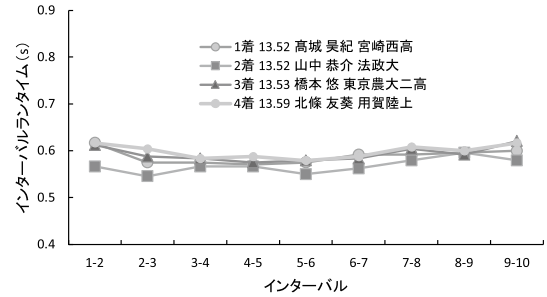


ハードリングタイム





インターバルランタイム



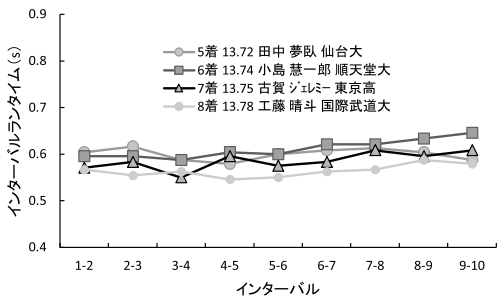
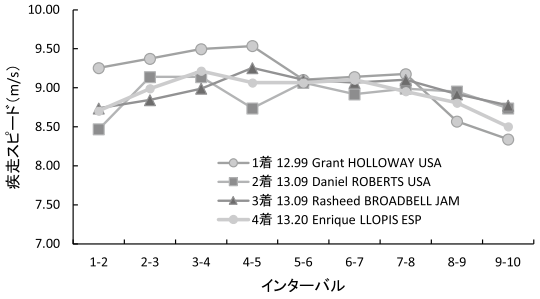
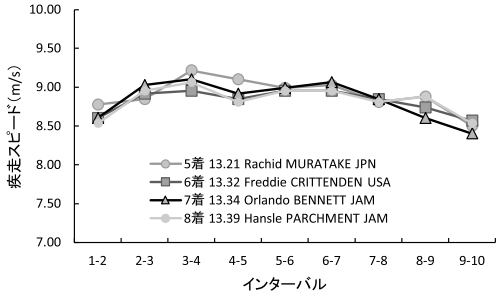


表 10　レース分析結果（2024 年 8 月 8 日 _ パリ五輪決勝 _ 男子 110mH）

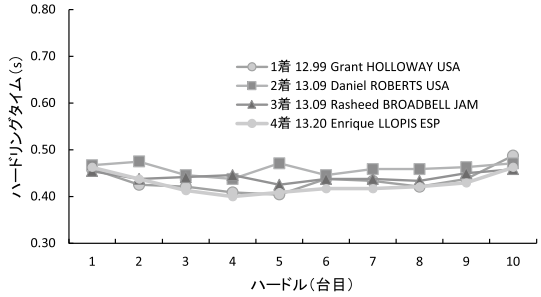
順位	選手名	所属	記録	風	ハードル 区間	1st app	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run-in
1	Grant HOLLOWAY	USA	12.99	-0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.46	3.45	4.43	5.39	6.35	7.35	8.35	9.35	10.41	11.51	12.99
					区間タイム（秒）	2.46	0.99	0.98	0.96	0.96	1.00	1.00	1.00	1.07	1.10	1.48
					インターバルランタイム（秒）		0.56	0.55	0.55	0.55	0.57	0.57	0.58	0.63	0.61	
					ハードリングタイム（秒）		0.46	0.43	0.42	0.41	0.40	0.44	0.43	0.42	0.44	0.49
					区間スピード（m/秒）	6.22	9.26	9.37	9.50	9.54	9.10	9.14	9.18	8.57	8.34	8.38
2	Daniel ROBERTS	USA	13.09	-0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.45	3.53	4.53	5.53	6.58	7.59	8.61	9.63	10.65	11.70	13.09
					区間タイム（秒）	2.45	1.08	1.00	1.00	1.05	1.01	1.03	1.02	1.02	1.05	1.39
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.55	0.56	0.58	0.56	0.57	0.56	0.56	0.58	
					ハードリングタイム（秒）		0.47	0.48	0.45	0.44	0.47	0.45	0.46	0.46	0.46	0.47
					区間スピード（m/秒）	6.24	8.47	9.14	9.14	8.74	9.06	8.92	8.99	8.95	8.74	8.91
3	Rasheed BROADBELL	JAM	13.09	-0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.55	3.60	4.63	5.65	6.64	7.64	8.65	9.65	10.68	11.72	13.09
					区間タイム（秒）	2.55	1.05	1.03	1.02	0.99	1.00	1.01	1.00	1.03	1.04	1.37
					インターバルランタイム（秒）		0.61	0.59	0.57	0.56	0.57	0.57	0.57	0.58	0.58	
					ハードリングタイム（秒）		0.45	0.44	0.44	0.45	0.43	0.44	0.44	0.43	0.45	0.46
					区間スピード（m/秒）	6.00	8.74	8.85	8.99	9.26	9.10	9.06	9.10	8.92	8.77	9.07
4	Enrique LLOPIS	ESP	13.20	-0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.59	3.64	4.65	5.65	6.65	7.66	8.67	9.69	10.73	11.80	13.20
					区間タイム（秒）	2.59	1.05	1.02	0.99	1.01	1.01	1.00	1.02	1.04	1.08	1.40
					インターバルランタイム（秒）		0.61	0.60	0.59	0.60	0.59	0.59	0.60	0.61	0.61	
					ハードリングタイム（秒）		0.46	0.44	0.41	0.40	0.41	0.42	0.42	0.42	0.43	0.46
					区間スピード（m/秒）	5.92	8.70	8.99	9.22	9.06	9.06	9.10	8.95	8.81	8.50	8.87
5	Rachid MURATAKE	JPN	13.21	-0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.59	3.63	4.66	5.65	6.66	7.68	8.69	9.73	10.75	11.83	13.21
					区間タイム（秒）	2.59	1.04	1.03	0.99	1.00	1.02	1.01	1.04	1.03	1.08	1.38
					インターバルランタイム（秒）		0.55	0.54	0.51	0.53	0.53	0.53	0.54	0.54	0.56	
					ハードリングタイム（秒）		0.50	0.49	0.50	0.48	0.48	0.49	0.48	0.50	0.49	0.51
					区間スピード（m/秒）	5.92	8.77	8.85	9.22	9.10	8.99	9.03	8.81	8.88	8.50	8.99
6	Freddie CRITTENDEN	USA	13.32	-0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.58	3.64	4.67	5.69	6.72	7.74	8.76	9.80	10.84	11.91	13.32
					区間タイム（秒）	2.58	1.06	1.03	1.02	1.03	1.02	1.02	1.03	1.05	1.07	1.41
					インターバルランタイム（秒）		0.58	0.56	0.56	0.56	0.55	0.55	0.56	0.58	0.58	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.49	0.46	0.46	0.47	0.47	0.47	0.48	0.47	0.49
					区間スピード（m/秒）	5.94	8.60	8.92	8.95	8.85	8.95	8.95	8.85	8.74	8.57	8.80
7	Orlando BENNETT	JAM	13.34	-0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.55	3.61	4.62	5.63	6.65	7.67	8.68	9.71	10.77	11.86	13.34
					区間タイム（秒）	2.55	1.06	1.01	1.00	1.03	1.02	1.01	1.03	1.06	1.09	1.48
					インターバルランタイム（秒）		0.58	0.56	0.56	0.57	0.55	0.56	0.58	0.59	0.60	
					ハードリングタイム（秒）		0.48	0.48	0.45	0.45	0.46	0.46	0.45	0.46	0.47	0.49
					区間スピード（m/秒）	6.02	8.60	9.03	9.10	8.92	8.99	9.06	8.85	8.60	8.40	8.38
8	Hansle PARCHMENT	JAM	13.39	-0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.60	3.67	4.69	5.70	6.73	7.75	8.78	9.81	10.84	11.91	13.39
					区間タイム（秒）	2.60	1.07	1.02	1.01	1.04	1.02	1.02	1.04	1.03	1.07	1.48
					インターバルランタイム（秒）		0.60	0.58	0.56	0.58	0.55	0.56	0.57	0.58	0.61	
					ハードリングタイム（秒）		0.47	0.47	0.45	0.45	0.46	0.47	0.46	0.47	0.45	0.46
					区間スピード（m/秒）	5.90	8.54	8.95	9.06	8.81	8.95	8.95	8.81	8.88	8.54	8.41

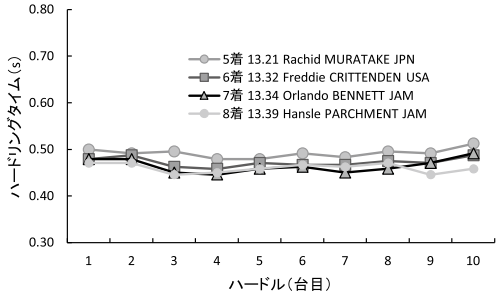
区間スピード



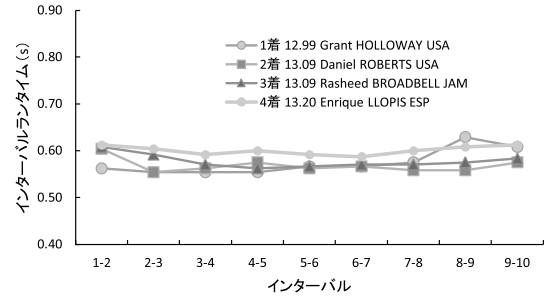


ハードリングタイム





インターバルランタイム



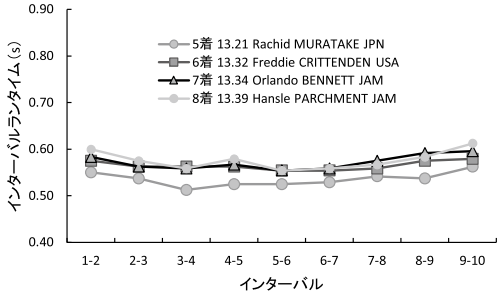
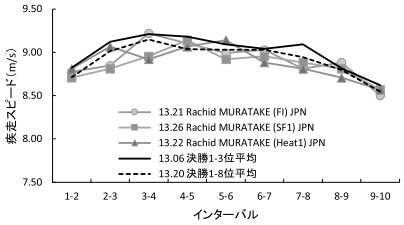
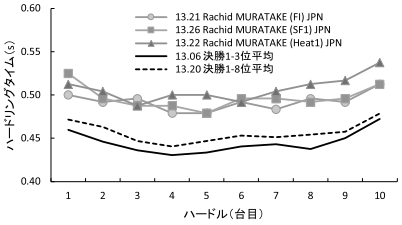


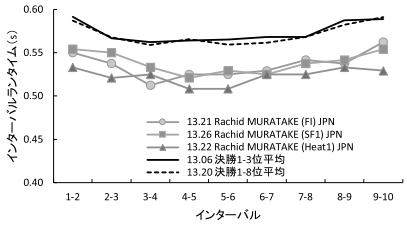
表 11　レース分析結果（パリ五輪日本人選手 _ 男子 110mH）

選手名	所属	記録	風	ハードル 区間	1st app	2nd 1–2	3rd 2–3	4th 3–4	5th 4–5	6th 5–6	7th 6–7	8th 7–8	9th 8–9	10th 9–10	run-in
Rachid MURATAKE (FI)	JPN	13.21	−0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.59	3.63	4.66	5.65	6.66	7.68	8.69	9.73	10.75	11.83	13.21
				区間タイム（秒）	2.59	1.04	1.03	0.99	1.00	1.02	1.01	1.04	1.03	1.08	1.38
				インターバルランタイム（秒）		0.55	0.54	0.51	0.53	0.53	0.53	0.54	0.54	0.56	
				ハードリングタイム（秒）		0.50	0.49	0.50	0.48	0.48	0.49	0.48	0.50	0.49	0.51
				区間スピード（m/秒）	5.92	8.77	8.85	9.22	9.10	8.99	9.03	8.81	8.88	8.50	8.99
Rachid MURATAKE (SF1)	JPN	13.26	+0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.60	3.65	4.68	5.70	6.70	7.73	8.75	9.78	10.82	11.88	13.26
				区間タイム（秒）	2.60	1.05	1.04	1.02	1.00	1.03	1.02	1.03	1.04	1.07	1.38
				インターバルランタイム（秒）		0.55	0.55	0.53	0.52	0.53	0.53	0.54	0.54	0.55	
				ハードリングタイム（秒）		0.53	0.50	0.49	0.49	0.48	0.50	0.50	0.49	0.50	0.51
				区間スピード（m/秒）	5.90	8.70	8.81	8.95	9.14	8.92	8.95	8.88	8.81	8.57	9.02
Rachid MURATAKE (Heat1)	JPN	13.22	+0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.58	3.62	4.63	5.65	6.66	7.66	8.69	9.73	10.78	11.85	13.22
				区間タイム（秒）	2.58	1.04	1.01	1.03	1.01	1.00	1.03	1.04	1.05	1.07	1.37
				インターバルランタイム（秒）		0.53	0.52	0.53	0.51	0.51	0.53	0.53	0.53	0.53	
				ハードリングタイム（秒）		0.51	0.50	0.49	0.50	0.50	0.49	0.50	0.51	0.52	0.54
				区間スピード（m/秒）	5.93	8.81	9.06	8.92	9.06	9.14	8.88	8.81	8.70	8.57	9.04
Shunsuke IZUMIYA (SF3)	JPN	13.32	+0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.60	3.61	4.65	5.70	6.73	7.76	8.79	9.82	10.86	11.94	13.32
				区間タイム（秒）	2.60	1.01	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03	1.05	1.08	1.38
				インターバルランタイム（秒）		0.53	0.55	0.53	0.53	0.53	0.54	0.54	0.55	0.54	
				ハードリングタイム（秒）		0.54	0.48	0.50	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.50	0.53
				区間スピード（m/秒）	5.89	9.06	8.74	8.77	8.88	8.85	8.85	8.92	8.74	8.50	8.98
Shunsuke IZUMIYA (Heat4)	JPN	13.27	+0.3	タッチダウンタイム（秒）	2.58	3.63	4.67	5.69	6.72	7.74	8.75	9.80	10.83	11.91	13.27
				区間タイム（秒）	2.58	1.06	1.03	1.02	1.03	1.02	1.02	1.05	1.03	1.08	1.36
				インターバルランタイム（秒）		0.55	0.54	0.53	0.53	0.50	0.51	0.53	0.54	0.55	
				ハードリングタイム（秒）		0.50	0.51	0.50	0.49	0.51	0.52	0.51	0.51	0.50	0.53
				区間スピード（m/秒）	5.95	8.64	8.85	8.95	8.85	8.99	8.99	8.74	8.85	8.47	9.15
Shunya TAKAYAMA (Heat5)	JPN	13.46	+0.7	タッチダウンタイム（秒）	2.55	3.61	4.65	5.68	6.72	7.75	8.80	9.85	10.93	12.02	13.46
				区間タイム（秒）	2.55	1.07	1.04	1.03	1.03	1.04	1.05	1.05	1.08	1.09	1.44
				インターバルランタイム（秒）		0.58	0.56	0.55	0.54	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	
				ハードリングタイム（秒）		0.48	0.49	0.48	0.49	0.49	0.50	0.49	0.49	0.50	0.51
				区間スピード（m/秒）	6.02	8.57	8.81	8.85	8.85	8.81	8.74	8.67	8.50	8.40	8.61
決勝1-3位 平均		13.06	−0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.49	3.53	4.53	5.52	6.52	7.53	8.54	9.54	10.58	11.64	13.06
				区間タイム（秒）	2.49	1.04	1.00	0.99	1.00	1.01	1.01	1.01	1.04	1.06	1.42
				インターバルランタイム（秒）		0.59	0.57	0.56	0.56	0.57	0.57	0.57	0.59	0.59	
				ハードリングタイム（秒）		0.46	0.45	0.44	0.43	0.43	0.44	0.44	0.44	0.45	0.47
				区間スピード（m/秒）	6.15	8.82	9.12	9.21	9.18	9.09	9.04	9.09	8.81	8.62	8.79
決勝1-8位 平均		13.20	−0.1	タッチダウンタイム（秒）	2.55	3.60	4.61	5.61	6.62	7.63	8.65	9.67	10.71	11.78	13.20
				区間タイム（秒）	2.55	1.05	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02	1.04	1.07	1.42
				インターバルランタイム（秒）		0.59	0.57	0.56	0.57	0.56	0.56	0.57	0.58	0.59	
				ハードリングタイム（秒）		0.47	0.46	0.45	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.48
				区間スピード（m/秒）	6.02	8.71	9.01	9.15	9.03	9.03	9.03	8.94	8.79	8.55	8.73

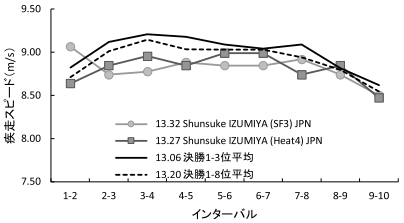
村竹ﾗｼｯﾄﾞ選手

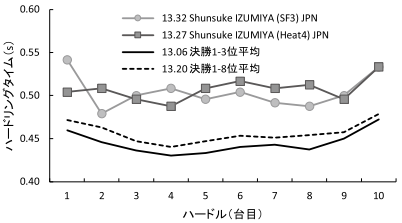


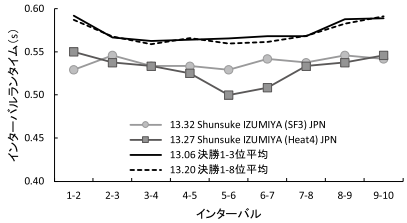




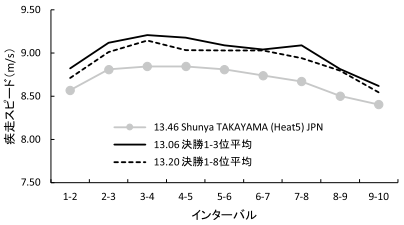
泉谷駿介選手

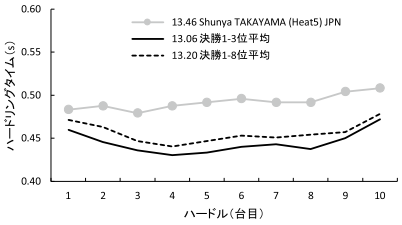


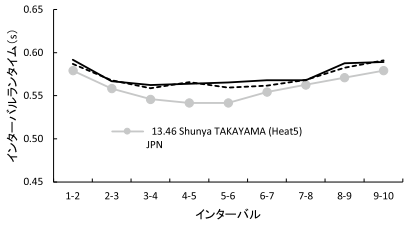




高山峻野選手







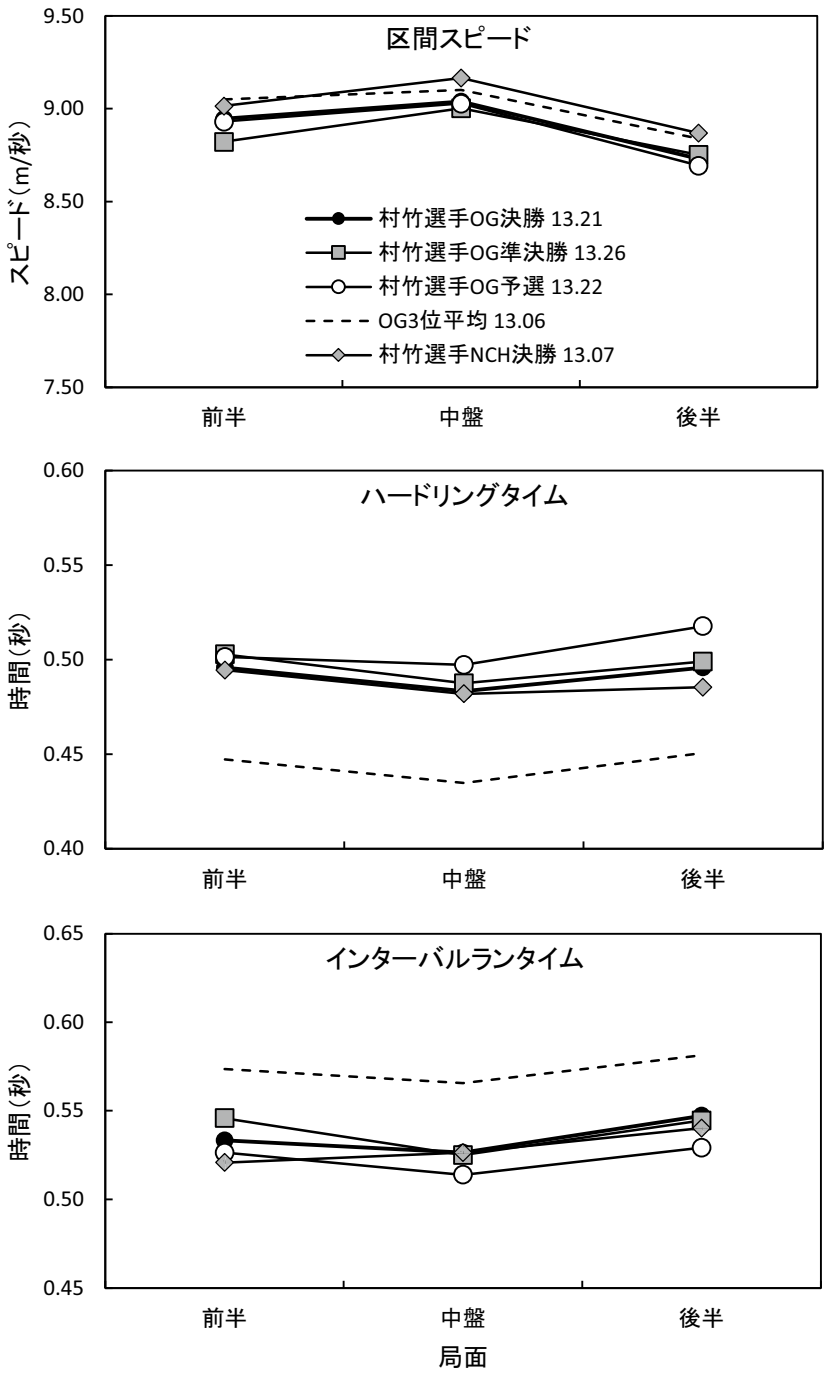


図１　泉谷選手の日本選手権と世界選手権におけるレース分析結果

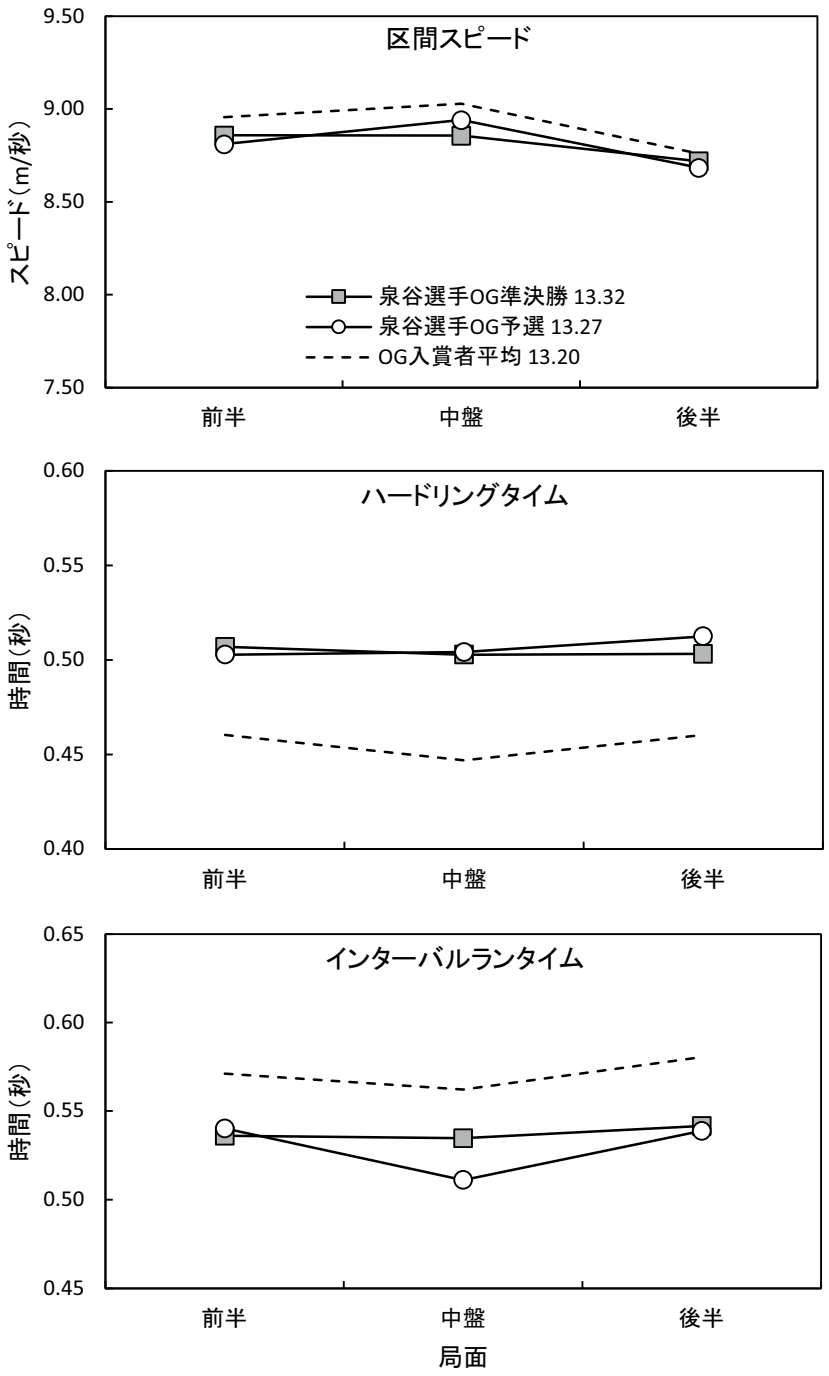


図２　泉谷選手の日本選手権とオリンピックにおけるレース分析結果

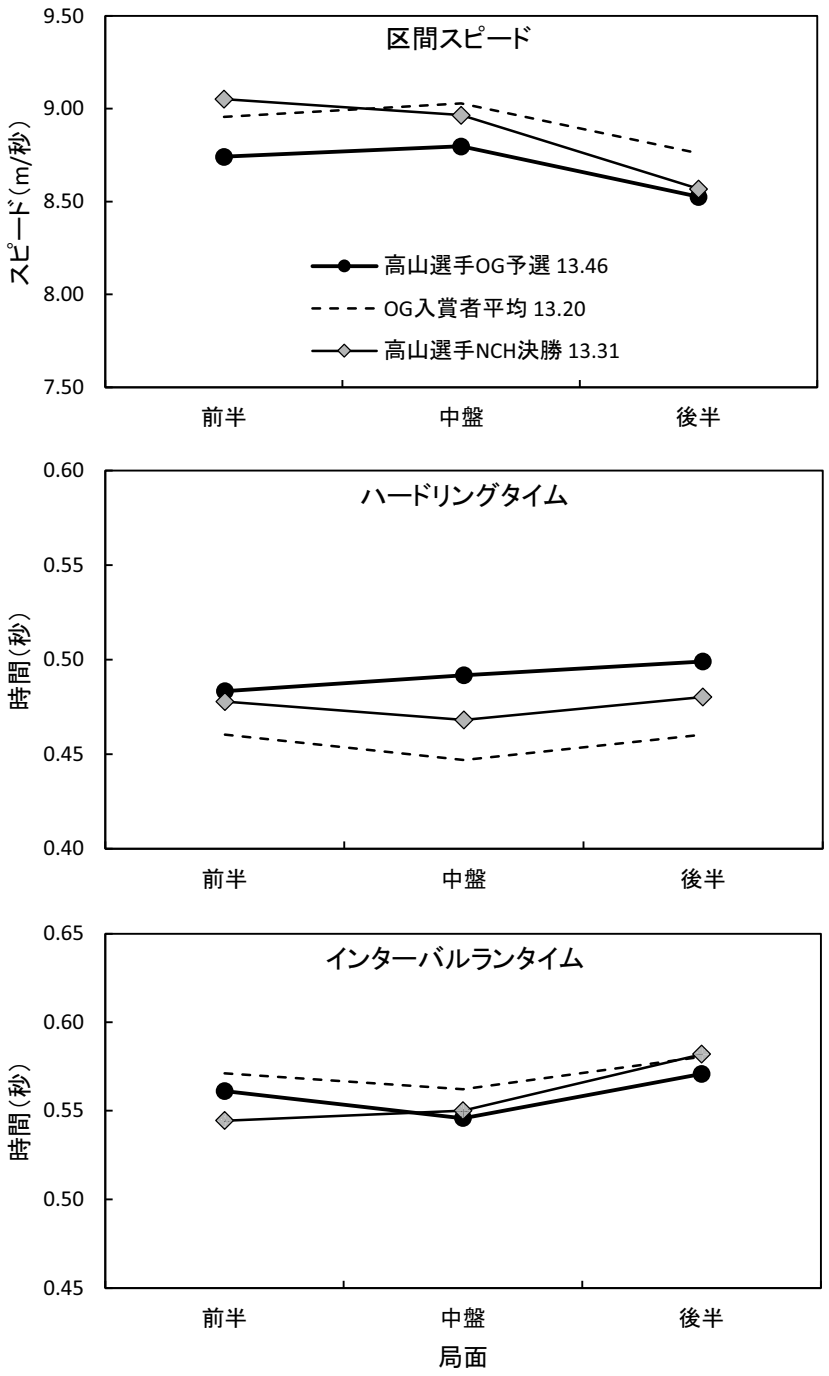


図３　高山選手の日本選手権とオリンピックにおけるレース分析結果

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 94-105, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,94-105,2024

2024年シーズンの国内外一流女子100 mハードルのレース分析

貴嶋 孝太[1)]　柴山 一仁[2)]　杉本 和那美[3)]　森丘 保典[4)]
1）大阪体育大学　2）仙台大学　3）弘前大学　4）日本大学

1. はじめに

第33回オリンピック競技大会の陸上競技女子100 mハードル（以下,「100 mH」とする）は8月7日に予選，8日に敗者復活ラウンド（Repechage Round)，9日に準決勝，10日に決勝の各レースが行われた．本大会には福部真子選手（日本建設工業）と田中佑美選手（富士通）が日本代表として出場し，2選手ともに準決勝まで駒を進める活躍を見せた．昨年の世界選手権に引き続いて，今年も国内女子トップ選手たちが世界レベルに近づいていることを実感できるシーズンであった．

日本陸連科学委員会では，公認競技会における国内の女子100 m Hの選手を対象にレース分析を行っているが，本稿では2024年シーズンに国内で開催された主要競技大会およびオリンピックパリ大会における女子100 m Hのレース分析結果を報告する．

2. 方法

2-1. 分析対象選手，及び対象競技会

分析の対象は，国内外女子100 m H選手のべ73名であった．また対象選手が出場した以下の大会を分析対象競技会とした．

- 第58回織田幹雄記念国際陸上競技大会（2024年4月29日，エディオンスタジアム広島・広島）
- 第11回木南道孝記念陸上競技大会（2024年5月11日，ヤンマースタジアム長居・大阪）
- セイコーゴールデングランプリ陸上2024（2024年5月19日，日産スタジアム・神奈川）
- 布勢スプリント2024（2024年6月2日，鳥取県立布勢総合運動公園陸上競技場・鳥取）
- 第108回日本陸上競技選手権大会（2024年6月30日，デンカビッグスワンスタジアム・新潟）
- 第40回U20日本陸上競技選手権大会（2024年6月30日，デンカビッグスワンスタジアム・新潟）
- 第77回全国高等学校陸上競技対校選手権大会（2024年8月1日，博多の森・福岡）
- 第33回オリンピック競技大会（2024年8月9日・10日，パリ・フランス）

2-2. 測定方法，及び分析項目

分析対象競技会におけるレース分析のためのビデオ撮影は，観客席スタンドに設置した複数台のデジタルビデオカメラを用いて行った(239.7fps)．レースがスタートする瞬間の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）が確認できるように追従撮影した．

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時，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算出した．またハードル走における測定区間は以下のように定義した．アプローチはスタートから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までとして，以降9-10区間まで同様に定義した．またランインは10台目のタッチダウンからフィニッシュまでとした．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．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．さらに各区間の平均疾走速度（以下,「疾走速度」とする）は，各ハードル間の距離を疾走するのに要した区間タイム（インターバルランタイムとハードリングタイムの合計）で除すことにより算出した．

3. 結果と考察

2024年に行われた各レースにおけるタッチダウ

ンタイム，区間タイム，インターバルランタイム，ハードリングタイム，及び疾走速度の分析結果を表1から表8にそれぞれ示した．また各レースのアプローチとランインを除く区間の疾走速度の変化，インターバルランタイムの変化，及びハードリングタイムの変化を図1から図8にそれぞれ示した．

対象者の100mH記録の範囲は12秒33から14秒04であった．レース中の走速度の変化のしかたは，概ねどの選手もスタート後に疾走速度が高まり，レース序盤から中盤にかけて最高疾走速度が出現し，最高疾走速度が出現した後に速度が低下しながらフィニッシュした．

パリオリンピック競技大会における，田中佑美選手（表9と図9）と福部真子選手（表10と図10）のレース分析結果を，同決勝のレース分析結果と併せて示した．これまでにハードルレースの記録の良い選手ほど，レース中の最高走速度が高いことや，高い走速度をできるだけ維持することが報告されている（森田ほか，1994；川上ほか，2004；杉浦ほか，2006；柴山ほか，2010；杉本ほか，2012；貴嶋ほか，2016）が，日本代表の両選手はともに決勝7名の平均値および上位3名平均値と比べて，疾走速度が低いことがうかがえた．

4. まとめ

2024年に開催された国内外の女子100ｍＨのレース分析結果を報告した．これまでに報告されているパフォーマンス分析結果報告それらの結果を以下にまとめる．

・2024年シーズンでは8競技会，のべ73レースの分析を実施した．対象者の100mH記録の範囲は，12秒33から14秒04であった．
・レース中の疾走速度は，概ねどの選手も同じような変化のしかたを示す．オリンピック決勝進出者の疾走速度は高かった．

5. 引用・参考文献

川上小百合，宮下憲，志賀充，谷川聡（2004）女子100mハードル走のモデルタッチダウンタイムに関する研究．陸上競技紀要，17：3-11.

貴嶋孝太，山元康平，柴山一仁，杉本和那美，櫻井健一，千葉佳裕，森丘保典（2016）日本一流男子110mハードル選手および女子100ｍハードル選手のレース分析．―2015年度主要競技会の分析結果について―．陸上競技研究紀要，12：111-117

森田正利，伊藤章，沼澤秀雄，小木曽一之，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－．ベースボール・マガジン社，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－，日本陸上競技連盟，76-85.

杉本和那美，榎本靖士，森丘保典，貴嶋孝太，松尾彰文（2012）100ｍハードルにおけるハードルサイクルおよびステップごとにみた疾走速度の変化．陸上競技研究紀要，8：1-8.

杉浦絵里，宮下憲，安井年文，一川大輔（2006）女子100ｍハードル走における13秒台競技者のレースパターンに関する一考察，陸上競技研究，64：12-21.

表 1. 2024.04.29_織田記念＿女子 100mH　A 決勝レース分析結果

選手名	所属	記録	風	ハードル→ 区間→	1st app.	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run in.
田中佑美	富士通	13.00	-0.1	タッチダウンタイム(秒)	2.61	2.61	3.65	4.65	5.66	6.66	7.66	8.66	9.70	10.75	11.80
				区間タイム(秒)		1.04	1.01	1.01	0.99	1.00	1.00	1.04	1.05	1.04	1.20
				インターバルランタイム(秒)		0.62	0.62	0.62	0.61	0.62	0.62	0.66	0.65	0.63	0.80
				ハードリングタイム(秒)		0.42	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.38	0.40	0.42	0.40
				走速度(m/秒)		8.18	8.42	8.42	8.56	8.49	8.49	8.15	8.09	8.15	8.71
福部真子	日本建設工業	13.09	-0.1	タッチダウンタイム(秒)	2.62	2.62	3.67	4.71	5.72	6.74	7.75	8.75	9.79	10.84	11.91
				区間タイム(秒)		1.06	1.04	1.01	1.02	1.01	1.00	1.04	1.05	1.07	1.18
				インターバルランタイム(秒)		0.61	0.61	0.58	0.59	0.58	0.58	0.63	0.63	0.65	0.74
				ハードリングタイム(秒)		0.45	0.43	0.43	0.43	0.43	0.42	0.41	0.42	0.42	0.43
				走速度(m/秒)		8.06	8.15	8.42	8.35	8.42	8.49	8.15	8.09	7.96	8.91
Shaw Danielle	AUS	13.13	-0.1	タッチダウンタイム(秒)	2.64	2.64	3.68	4.70	5.71	6.72	7.72	8.76	9.78	10.85	11.92
				区間タイム(秒)		1.03	1.03	1.00	1.02	1.00	1.03	1.03	1.07	1.07	1.21
				インターバルランタイム(秒)		0.60	0.61	0.58	0.60	0.58	0.63	0.61	0.66	0.63	0.77
				ハードリングタイム(秒)		0.43	0.42	0.43	0.42	0.42	0.41	0.42	0.41	0.43	0.44
				走速度(m/秒)		8.22	8.28	8.49	8.35	8.49	8.22	8.28	7.96	7.96	8.68
大松由季	CDL	13.26	-0.1	タッチダウンタイム(sec)	2.64	2.64	3.69	4.72	5.76	6.78	7.81	8.86	9.93	10.99	12.06
				区間タイム(sec)		1.05	1.03	1.03	1.03	1.03	1.05	1.07	1.06	1.08	1.20
				インターバルランタイム(sec)		0.61	0.59	0.62	0.60	0.60	0.63	0.63	0.61	0.63	0.76
				ハードリングタイム(sec)		0.44	0.44	0.42	0.43	0.43	0.42	0.43	0.45	0.44	0.43
				走速度(m/s)		8.09	8.22	8.22	8.28	8.28	8.09	7.96	8.02	7.90	8.77
田中陽夏莉	富士山の銘水	13.28	-0.1	タッチダウンタイム(秒)	2.67	2.67	3.72	4.75	5.79	6.82	7.85	8.89	9.94	11.00	12.09
				区間タイム(秒)		1.05	1.03	1.03	1.03	1.03	1.04	1.05	1.06	1.08	1.19
				インターバルランタイム(秒)		0.62	0.61	0.63	0.63	0.62	0.63	0.64	0.65	0.68	0.78
				ハードリングタイム(秒)		0.43	0.43	0.41	0.40	0.41	0.41	0.41	0.41	0.40	0.42
				走速度(m/秒)		8.09	8.22	8.22	8.22	8.28	8.15	8.09	8.02	7.84	8.80
清山ちさと	いちご	13.29	-0.1	タッチダウンタイム(秒)	2.65	2.65	3.74	4.77	5.80	6.82	7.84	8.88	9.92	10.99	12.08
				区間タイム(秒)		1.08	1.03	1.03	1.02	1.03	1.04	1.03	1.08	1.08	1.21
				インターバルランタイム(秒)		0.66	0.62	0.62	0.61	0.63	0.63	0.63	0.67	0.65	0.78
				ハードリングタイム(秒)		0.43	0.42	0.41	0.41	0.40	0.41	0.41	0.41	0.43	0.43
				走速度(m/秒)		7.84	8.22	8.28	8.35	8.28	8.15	8.22	7.90	7.84	8.67
青木益未	七十七銀行	13.34	-0.1	タッチダウンタイム(秒)	2.66	2.66	3.71	4.75	5.78	6.82	7.84	8.88	9.95	11.04	12.14
				区間タイム(秒)		1.05	1.03	1.03	1.03	1.03	1.04	1.07	1.08	1.10	1.20
				インターバルランタイム(秒)		0.58	0.59	0.57	0.58	0.57	0.59	0.61	0.62	0.63	0.72
				ハードリングタイム(秒)		0.48	0.44	0.47	0.45	0.46	0.45	0.46	0.47	0.47	0.48
				走速度(m/秒)		8.09	8.22	8.22	8.22	8.28	8.15	7.96	7.84	7.72	8.73
芝田愛花	エディオン	13.47	-0.1	タッチダウンタイム(秒)	2.71	2.71	3.77	4.84	5.88	6.90	7.92	8.99	10.05	11.14	12.25
				区間タイム(秒)		1.06	1.07	1.04	1.02	1.03	1.07	1.06	1.09	1.11	1.22
				インターバルランタイム(秒)		0.61	0.62	0.60	0.58	0.60	0.65	0.63	0.65	0.66	0.75
				ハードリングタイム(秒)		0.45	0.45	0.44	0.43	0.43	0.42	0.43	0.44	0.45	0.47
				走速度(m/秒)		7.99	7.96	8.15	8.35	8.28	7.96	8.02	7.78	7.66	8.63

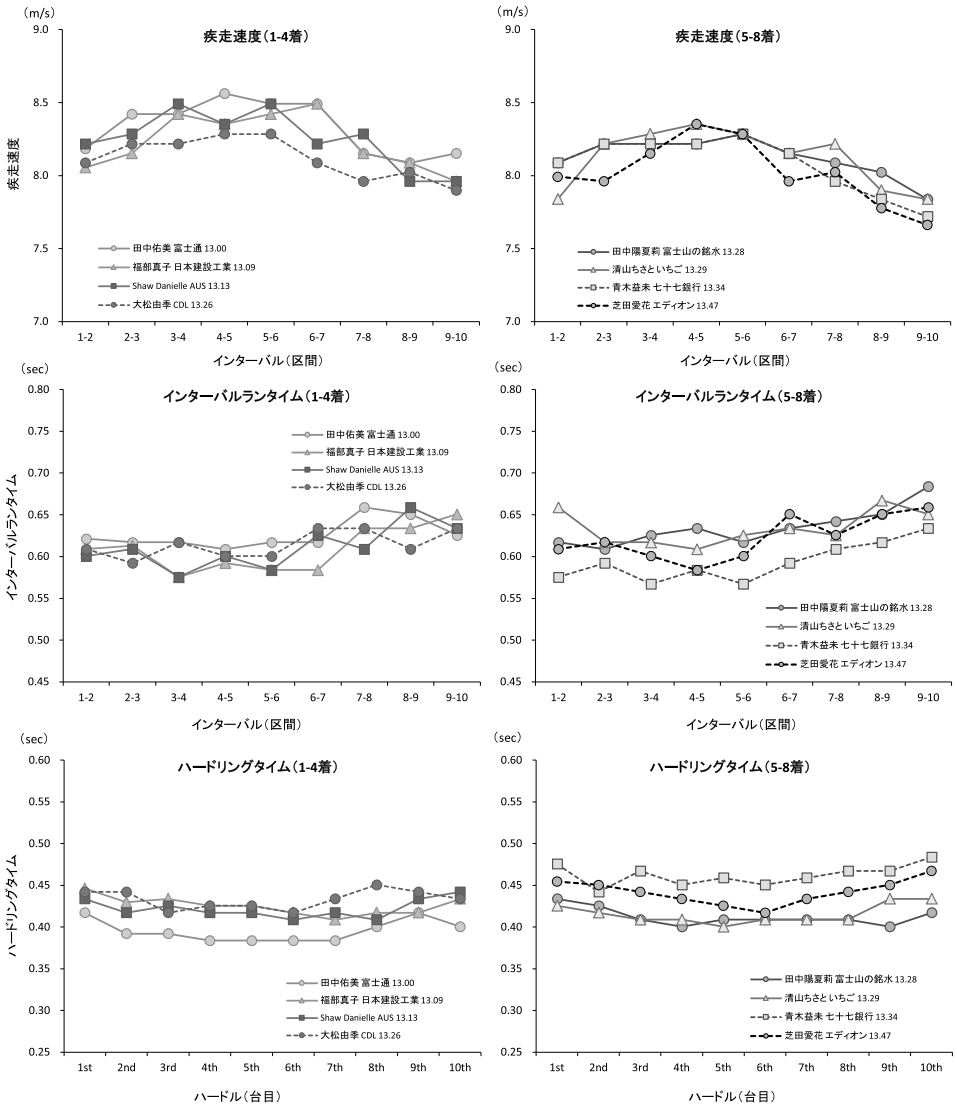


図 1. 疾走速度（上），インターバルランニングタイム（中），ハードリングタイム（下）

表 2. 2024.04.29_織田記念＿女子 100mH　B 決勝レース分析結果

選手名	所属	記録	風	ハードル→ 区間→	1st app.	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run in.
ZHANG Bo-Ya	TPE	13.36	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.63	2.63	3.69	4.75	5.79	6.85	7.89	8.96	10.01	11.08	12.15
				区間タイム（秒）		1.06	1.06	1.04	1.06	1.04	1.07	1.05	1.07	1.07	1.21
				インターバルランタイム（秒）		0.64	0.63	0.60	0.64	0.62	0.65	0.62	0.63	0.64	0.80
				ハードリングタイム（秒）		0.42	0.43	0.44	0.42	0.43	0.42	0.43	0.43	0.43	0.42
				走速度(m/秒)		8.02	8.02	8.15	8.02	8.15	7.96	8.09	7.96	7.96	8.65
中島ひとみ	長谷川体育施設	13.45	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.69	2.69	3.76	4.83	5.88	6.91	7.96	9.00	10.06	11.12	12.23
				区間タイム（秒）		1.08	1.07	1.05	1.03	1.05	1.04	1.06	1.06	1.11	1.22
				インターバルランタイム（秒）		0.62	0.63	0.62	0.60	0.63	0.62	0.64	0.63	0.68	0.77
				ハードリングタイム（秒）		0.46	0.43	0.43	0.43	0.42	0.43	0.42	0.43	0.43	0.45
				走速度(m/秒)		7.90	7.96	8.09	8.28	8.09	8.15	8.02	8.02	7.66	8.60
本田怜	順天堂大	13.56	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.70	2.70	3.79	4.86	5.94	7.00	8.07	9.13	10.22	11.30	12.40
				区間タイム（秒）		1.08	1.08	1.08	1.06	1.07	1.07	1.08	1.08	1.10	1.16
				インターバルランタイム（秒）		0.63	0.63	0.63	0.61	0.61	0.62	0.63	0.63	0.66	0.71
				ハードリングタイム（秒）		0.45	0.44	0.44	0.45	0.46	0.45	0.45	0.46	0.44	0.45
				走速度(m/秒)		7.84	7.90	7.90	8.02	7.96	7.96	7.84	7.84	7.72	9.08
鎌田咲季	グリーンクロス	13.60	-0.6	タッチダウンタイム（sec）	2.73	2.73	3.82	4.88	5.95	7.02	8.07	9.13	10.19	11.29	12.38
				区間タイム（sec）		1.09	1.06	1.07	1.07	1.05	1.06	1.07	1.09	1.09	1.22
				インターバルランタイム（sec）		0.65	0.63	0.66	0.65	0.63	0.65	0.66	0.69	0.68	0.81
				ハードリングタイム（sec）		0.44	0.43	0.41	0.42	0.42	0.41	0.41	0.40	0.42	0.41
				走速度(m/s)		7.78	8.02	7.96	7.96	8.09	8.02	7.96	7.78	7.78	8.60
LUI Lai Yiu	HKG	13.61	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.75	2.75	3.83	4.86	5.92	6.95	8.00	9.08	10.14	11.24	12.35
				区間タイム（秒）		1.08	1.03	1.06	1.03	1.05	1.08	1.07	1.09	1.11	1.26
				インターバルランタイム（秒）		0.64	0.61	0.65	0.60	0.63	0.66	0.63	0.66	0.68	0.81
				ハードリングタイム（秒）		0.43	0.43	0.41	0.43	0.42	0.42	0.43	0.43	0.43	0.45
				走速度(m/秒)		7.90	8.22	8.02	8.28	8.09	7.90	7.96	7.78	7.66	8.30
紫村仁美	リタジャパンAC	13.69	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.71	2.71	3.80	4.86	5.93	7.00	8.05	9.13	10.22	11.35	12.47
				区間タイム（秒）		1.08	1.07	1.07	1.07	1.05	1.08	1.09	1.13	1.12	1.22
				インターバルランタイム（秒）		0.64	0.63	0.64	0.63	0.62	0.65	0.66	0.69	0.67	0.77
				ハードリングタイム（秒）		0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.44	0.45	0.45
				走速度(m/秒)		7.84	7.96	7.96	7.96	8.09	7.90	7.78	7.49	7.60	8.61
玉置菜々子	スズキ	13.70	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.69	2.69	3.80	4.88	5.96	7.04	8.11	9.18	10.29	11.38	12.49
				区間タイム（秒）		1.10	1.08	1.08	1.08	1.07	1.08	1.10	1.09	1.11	1.21
				インターバルランタイム（秒）		0.67	0.64	0.65	0.66	0.65	0.66	0.68	0.66	0.68	0.77
				ハードリングタイム（秒）		0.43	0.44	0.43	0.43	0.42	0.42	0.43	0.43	0.43	0.44
				走速度(m/秒)		7.72	7.84	7.90	7.84	7.96	7.90	7.72	7.78	7.66	8.66
鈴木美帆	長谷川体育施設	13.75	-0.6	タッチダウンタイム（秒）	2.79	2.79	3.89	4.95	6.02	7.10	8.17	9.25	10.34	11.44	12.54
				区間タイム（秒）		1.10	1.07	1.07	1.08	1.07	1.08	1.09	1.10	1.09	1.21
				インターバルランタイム（秒）		0.64	0.63	0.65	0.65	0.64	0.67	0.66	0.68	0.65	0.77
				ハードリングタイム（秒）		0.46	0.44	0.42	0.43	0.43	0.42	0.43	0.43	0.44	0.44
				走速度(m/秒)		7.72	7.96	7.96	7.90	7.96	7.84	7.78	7.72	7.78	8.66

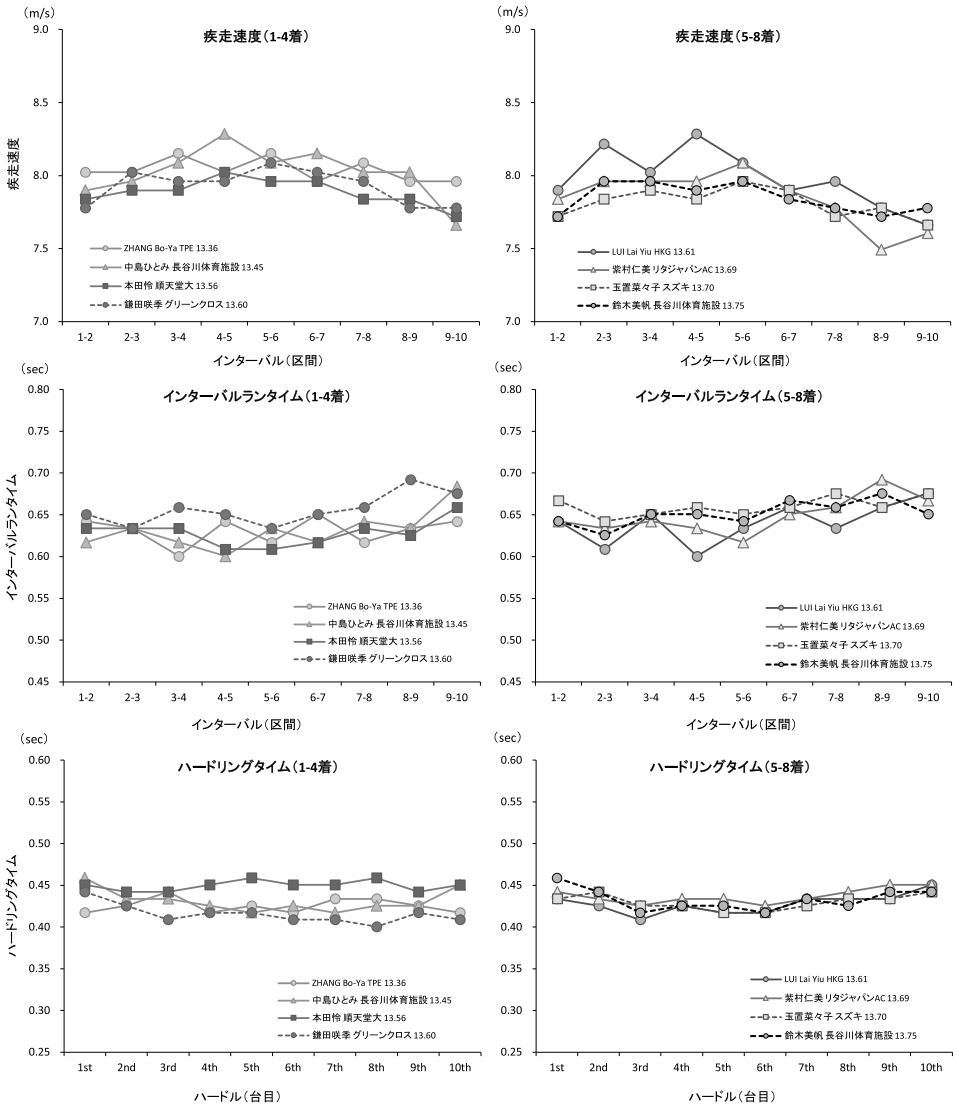


図 2. 疾走速度（上），インターバルランニングタイム（中），ハードリングタイム（下）

表 3. 2024.05.12_ 木南記念 _ 女子 100mH　決勝レース分析結果

選手名	所属	記録	風	ハードル→ 区間→	1st app.	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run in.
WU Yanni	CHN	12.86	+0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.62	2.62	3.63	4.62	5.60	6.58	7.57	8.57	9.58	10.61	11.67
				区間タイム(秒)		1.01	0.99	0.98	0.98	0.99	1.01	1.01	1.03	1.06	1.19
				インターバルランタイム(秒)		0.57	0.58	0.57	0.58	0.58	0.58	0.60	0.61	0.64	0.74
				ハードリングタイム(秒)		0.44	0.41	0.41	0.40	0.41	0.42	0.40	0.41	0.43	0.45
				走速度(m/秒)		8.42	8.60	8.67	8.71	8.60	8.46	8.42	8.28	7.99	8.82
福部真子	日本建設工業	12.92	+0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.59	2.59	3.62	4.62	5.61	6.61	7.61	8.63	9.65	10.69	11.75
				区間タイム(秒)		1.03	1.00	0.99	1.00	1.00	1.02	1.03	1.04	1.05	1.17
				インターバルランタイム(秒)		0.58	0.57	0.57	0.60	0.59	0.61	0.60	0.62	0.62	0.73
				ハードリングタイム(秒)		0.45	0.43	0.42	0.40	0.41	0.41	0.43	0.42	0.43	0.45
				走速度(m/秒)		8.25	8.49	8.60	8.49	8.49	8.35	8.28	8.15	8.09	8.94
SHAW Danielle	AUS	12.98	+0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.60	2.60	3.64	4.67	5.66	6.66	7.67	8.68	9.71	10.73	11.79
				区間タイム(秒)		1.03	1.03	0.99	1.01	1.01	1.01	1.02	1.03	1.06	1.19
				インターバルランタイム(秒)		0.62	0.60	0.57	0.61	0.60	0.60	0.60	0.61	0.64	0.76
				ハードリングタイム(秒)		0.42	0.43	0.42	0.40	0.40	0.41	0.42	0.42	0.41	0.43
				走速度(m/秒)		8.22	8.25	8.60	8.42	8.46	8.39	8.32	8.28	8.06	8.80
紫村仁美	リタジャパン	13.11	+0.2	タッチダウンタイム(sec)	2.63	2.63	3.68	4.70	5.72	6.74	7.75	8.78	9.83	10.89	11.95
				区間タイム(sec)		1.06	1.02	1.01	1.02	1.01	1.03	1.06	1.05	1.06	1.16
				インターバルランタイム(sec)		0.61	0.59	0.60	0.60	0.58	0.60	0.64	0.63	0.63	0.74
				ハードリングタイム(sec)		0.45	0.43	0.42	0.42	0.43	0.43	0.42	0.43	0.43	0.43
				走速度(m/s)		8.06	8.32	8.39	8.32	8.39	8.28	8.06	8.09	8.02	9.02
寺田明日香	ジャパンクリエイト	13.15	+0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.59	2.59	3.67	4.70	5.69	6.71	7.73	8.75	9.80	10.87	11.97
				区間タイム(秒)		1.08	1.03	1.00	1.02	1.02	1.02	1.05	1.07	1.11	1.18
				インターバルランタイム(秒)		0.64	0.59	0.58	0.61	0.61	0.62	0.65	0.65	0.68	0.73
				ハードリングタイム(秒)		0.43	0.43	0.42	0.40	0.41	0.40	0.40	0.42	0.42	0.44
				走速度(m/秒)		7.90	8.28	8.53	8.35	8.35	8.32	8.12	7.93	7.69	8.93
大松由季	CDL	13.25	+0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.59	2.59	3.64	4.69	5.72	6.76	7.80	8.84	9.89	10.96	12.05
				区間タイム(秒)		1.05	1.06	1.03	1.04	1.04	1.04	1.05	1.07	1.10	1.20
				インターバルランタイム(秒)		0.60	0.61	0.59	0.61	0.60	0.60	0.60	0.62	0.66	0.75
				ハードリングタイム(秒)		0.44	0.45	0.44	0.43	0.43	0.44	0.45	0.45	0.44	0.45
				走速度(m/秒)		8.12	8.06	8.25	8.18	8.18	8.15	8.12	7.96	7.75	8.78
芝田愛花	エディオン	13.35	+0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.69	2.69	3.76	4.79	5.81	6.83	7.86	8.90	9.96	11.04	12.15
				区間タイム(秒)		1.07	1.03	1.02	1.02	1.03	1.04	1.06	1.08	1.11	1.20
				インターバルランタイム(秒)		0.60	0.59	0.59	0.60	0.60	0.62	0.63	0.66	0.66	0.75
				ハードリングタイム(秒)		0.46	0.45	0.43	0.43	0.43	0.42	0.43	0.43	0.45	0.45
				走速度(m/秒)		7.96	8.22	8.35	8.32	8.28	8.15	8.02	7.84	7.69	8.75
田中陽夏莉	富士山の銘水	13.35	+0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.63	2.63	3.71	4.75	5.79	6.82	7.86	8.91	9.98	11.05	12.15
				区間タイム(秒)		1.08	1.04	1.05	1.03	1.04	1.05	1.07	1.07	1.10	1.20
				インターバルランタイム(秒)		0.65	0.63	0.64	0.62	0.65	0.63	0.66	0.66	0.69	0.77
				ハードリングタイム(秒)		0.43	0.41	0.40	0.40	0.40	0.41	0.41	0.41	0.41	0.43
				走速度(m/秒)		7.87	8.18	8.12	8.28	8.15	8.12	7.93	7.93	7.72	8.78

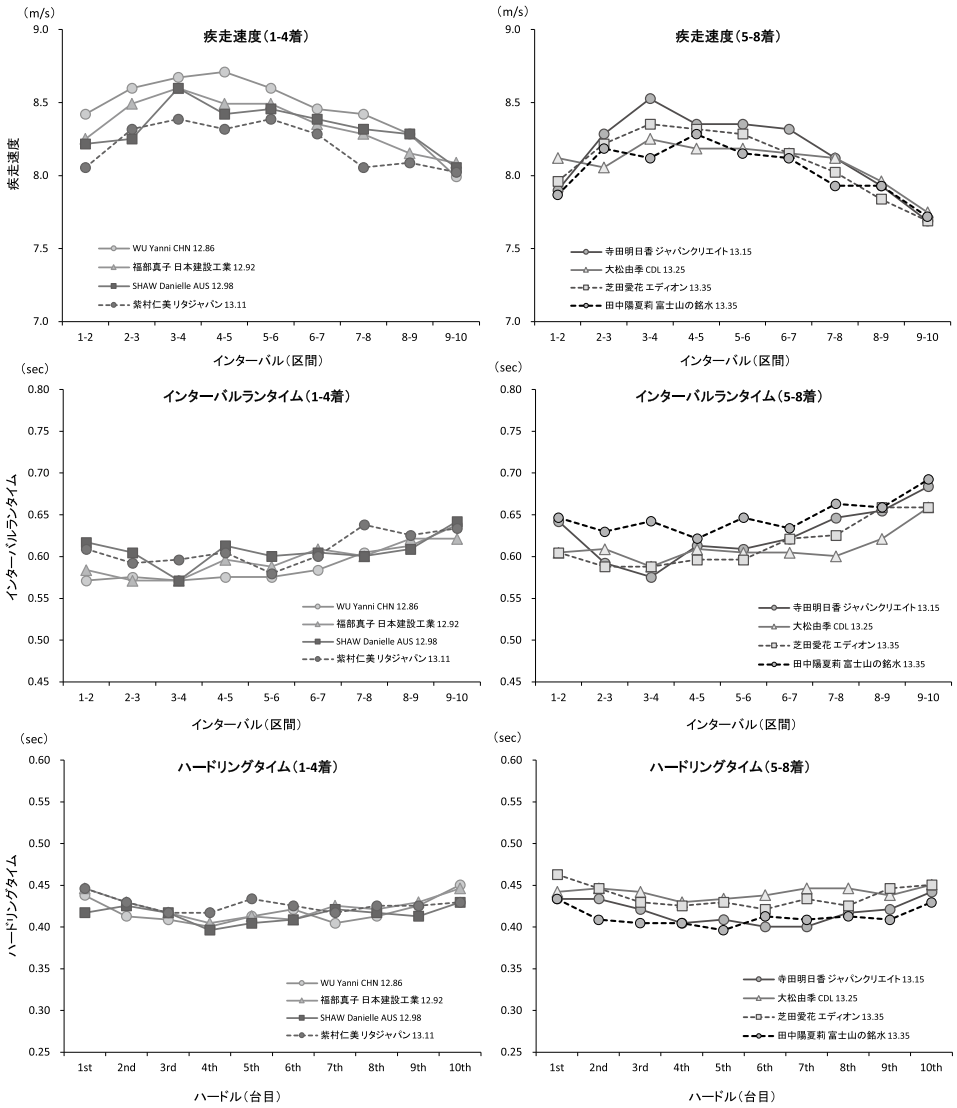


図 3. 疾走速度（上），インターバルランニングタイム（中），ハードリングタイム（下）

表 4. 2024.05.19_GGP_女子 100mH　決勝レース分析結果

選手名	所属	記録	風	ハードル→ 区間→	1st app.	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run in.
WU Yanni	CHN	12.80	-0.6	タッチダウンタイム(秒)	2.60	2.60	3.62	4.64	5.62	6.59	7.57	8.56	9.58	10.60	11.64
				区間タイム(秒)		1.03	1.01	0.98	0.97	0.98	0.99	1.02	1.02	1.04	1.16
				インターバルランタイム(秒)		0.61	0.59	0.55	0.56	0.58	0.59	0.61	0.60	0.62	0.74
				ハードリングタイム(秒)		0.42	0.43	0.43	0.41	0.40	0.40	0.40	0.42	0.42	0.43
				走速度(m/秒)		8.28	8.39	8.67	8.75	8.67	8.56	8.35	8.35	8.18	9.03
田中佑美	富士通	12.90	-0.6	タッチダウンタイム(秒)	2.60	2.60	3.63	4.64	5.63	6.65	7.65	8.65	9.66	10.70	11.74
				区間タイム(秒)		1.03	1.01	0.99	1.02	1.00	1.00	1.01	1.04	1.04	1.16
				インターバルランタイム(秒)		0.62	0.60	0.60	0.64	0.59	0.59	0.62	0.64	0.63	0.74
				ハードリングタイム(秒)		0.41	0.40	0.39	0.38	0.41	0.40	0.39	0.40	0.41	0.42
				走速度(m/秒)		8.25	8.46	8.60	8.32	8.49	8.53	8.39	8.18	8.15	9.06
福部真子	日本建設工業	13.00	-0.6	タッチダウンタイム(秒)	2.62	2.62	3.66	4.68	5.67	6.67	7.67	8.69	9.71	10.75	11.81
				区間タイム(秒)		1.04	1.01	1.00	1.00	1.01	1.01	1.03	1.04	1.06	1.19
				インターバルランタイム(秒)		0.60	0.58	0.57	0.59	0.59	0.60	0.61	0.61	0.64	0.77
				ハードリングタイム(秒)		0.45	0.43	0.43	0.41	0.42	0.41	0.42	0.43	0.42	0.42
				走速度(m/秒)		8.15	8.39	8.53	8.53	8.46	8.39	8.28	8.18	8.02	8.84
HARRISON Michelle	CAN	13.01	-0.6	タッチダウンタイム(sec)	2.67	2.67	3.70	4.70	5.71	6.70	7.70	8.72	9.76	10.81	11.86
				区間タイム(sec)		1.03	1.00	1.01	0.99	1.00	1.01	1.04	1.05	1.06	1.15
				インターバルランタイム(sec)		0.61	0.58	0.61	0.58	0.60	0.61	0.64	0.63	0.63	0.72
				ハードリングタイム(sec)		0.43	0.41	0.40	0.41	0.40	0.40	0.40	0.42	0.43	0.43
				走速度(m/s)		8.22	8.53	8.39	8.56	8.49	8.39	8.18	8.09	8.06	9.15
KEREKES Greta	HUN	13.08	-0.6	タッチダウンタイム(秒)	2.63	2.63	3.69	4.72	5.73	6.74	7.74	8.77	9.81	10.86	11.92
				区間タイム(秒)		1.06	1.03	1.01	1.01	1.01	1.03	1.04	1.06	1.06	1.16
				インターバルランタイム(秒)		0.62	0.58	0.58	0.58	0.58	0.61	0.62	0.62	0.61	0.71
				ハードリングタイム(秒)		0.44	0.45	0.43	0.42	0.42	0.42	0.42	0.44	0.45	0.45
				走速度(m/秒)		8.02	8.25	8.42	8.46	8.46	8.28	8.18	8.06	8.02	9.05
OMATSU Yuki	CDL	13.11	-0.6	タッチダウンタイム(秒)	2.61	2.61	3.66	4.71	5.73	6.76	7.78	8.81	9.84	10.89	11.96
				区間タイム(秒)		1.06	1.05	1.03	1.02	1.02	1.03	1.03	1.06	1.06	1.15
				インターバルランタイム(秒)		0.63	0.62	0.58	0.58	0.59	0.60	0.59	0.63	0.63	0.71
				ハードリングタイム(秒)		0.43	0.43	0.44	0.44	0.43	0.43	0.44	0.43	0.43	0.44
				走速度(m/秒)		8.06	8.12	8.28	8.32	8.32	8.25	8.25	8.06	7.99	9.11
青木 益未	七十七銀行	13.49	-0.6	タッチダウンタイム(秒)	2.76	2.76	3.81	4.83	5.87	6.88	7.96	9.03	10.08	11.15	12.24
				区間タイム(秒)		1.05	1.03	1.03	1.01	1.08	1.06	1.05	1.08	1.09	1.25
				インターバルランタイム(秒)		0.58	0.58	0.58	0.55	0.63	0.58	0.59	0.62	0.62	0.76
				ハードリングタイム(秒)		0.47	0.45	0.45	0.47	0.45	0.49	0.46	0.46	0.47	0.48
				走速度(m/秒)		8.12	8.28	8.22	8.39	7.87	7.99	8.09	7.90	7.81	8.41

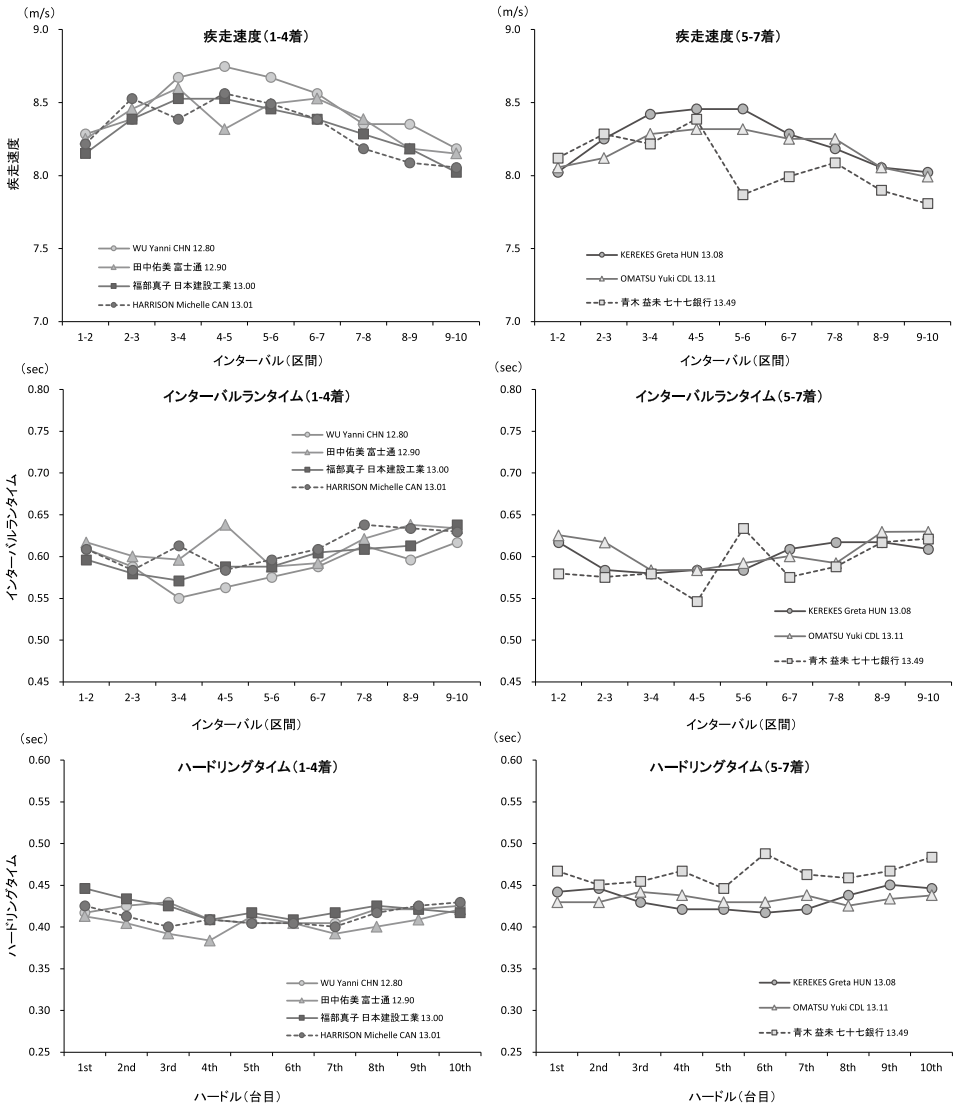


図 4. 疾走速度（上），インターバルランニングタイム（中），ハードリングタイム（下）

表 5. 2024.06.30_ 日本選手権 _ 女子 100mH　決勝レース分析結果

選手名	所属	記録	風	ハードル→ 区間→	1st app.	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run in.
福部真子	日本建設工業	12.86	-0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.61	2.61	3.63	4.65	5.63	6.63	7.62	8.63	9.64	10.67	11.72
				区間タイム(秒)		1.03	1.01	0.98	1.00	1.00	1.00	1.02	1.03	1.05	1.14
				インターバルランタイム(秒)		0.57	0.59	0.56	0.59	0.58	0.58	0.60	0.60	0.63	0.72
				ハードリングタイム(秒)		0.45	0.42	0.42	0.40	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.43
				走速度(m/秒)		8.28	8.39	8.64	8.53	8.53	8.49	8.35	8.28	8.12	9.18
田中佑美	富士通	12.89	-0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.61	2.61	3.64	4.65	5.65	6.64	7.61	8.61	9.63	10.66	11.71
				区間タイム(秒)		1.03	1.01	1.00	1.00	0.97	1.00	1.02	1.03	1.05	1.18
				インターバルランタイム(秒)		0.62	0.61	0.60	0.60	0.57	0.63	0.64	0.63	0.66	0.77
				ハードリングタイム(秒)		0.41	0.40	0.40	0.40	0.40	0.38	0.38	0.39	0.39	0.40
				走速度(m/秒)		8.28	8.42	8.49	8.53	8.78	8.49	8.32	8.28	8.09	8.91
寺田明日香	ジャパンクリエイト	12.91	-0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.61	2.61	3.66	4.66	5.67	6.66	7.66	8.67	9.68	10.71	11.77
				区間タイム(秒)		1.05	1.01	1.01	0.99	1.00	1.01	1.01	1.03	1.06	1.14
				インターバルランタイム(秒)		0.63	0.57	0.61	0.59	0.60	0.60	0.61	0.63	0.65	0.72
				ハードリングタイム(秒)		0.41	0.43	0.40	0.40	0.40	0.41	0.40	0.40	0.40	0.42
				走速度(m/秒)		8.12	8.46	8.46	8.56	8.53	8.42	8.39	8.25	8.02	9.21
大松由季	CDL	13.15	-0.2	タッチダウンタイム(sec)	2.63	2.63	3.67	4.69	5.71	6.74	7.77	8.80	9.84	10.90	11.98
				区間タイム(sec)		1.03	1.03	1.02	1.03	1.03	1.03	1.05	1.06	1.08	1.17
				インターバルランタイム(sec)		0.59	0.59	0.59	0.60	0.60	0.60	0.62	0.62	0.64	0.71
				ハードリングタイム(sec)		0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.44	0.44	0.46
				走速度(m/s)		8.22	8.28	8.32	8.28	8.28	8.25	8.12	8.06	7.87	8.96
清山ちさと	いちご	13.17	-0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.66	2.66	3.71	4.73	5.74	6.77	7.78	8.81	9.84	10.92	12.00
				区間タイム(秒)		1.05	1.02	1.02	1.03	1.01	1.03	1.03	1.08	1.07	1.17
				インターバルランタイム(秒)		0.63	0.61	0.62	0.63	0.60	0.62	0.62	0.67	0.63	0.74
				ハードリングタイム(秒)		0.42	0.40	0.40	0.39	0.41	0.41	0.42	0.41	0.44	0.44
				走速度(m/秒)		8.12	8.35	8.35	8.28	8.42	8.25	8.22	7.87	7.93	8.94
紫村仁美	リタジャパン	13.21	-0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.64	2.64	3.70	4.73	5.76	6.77	7.81	8.84	9.89	10.96	12.04
				区間タイム(秒)		1.06	1.04	1.02	1.02	1.03	1.03	1.06	1.07	1.08	1.17
				インターバルランタイム(秒)		0.59	0.61	0.59	0.60	0.61	0.60	0.63	0.64	0.65	0.73
				ハードリングタイム(秒)		0.47	0.43	0.43	0.42	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.44
				走速度(m/秒)		8.06	8.18	8.32	8.35	8.22	8.25	8.06	7.96	7.87	8.98
中島ひとみ	長谷川体育施設	13.23	-0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.66	2.66	3.71	4.73	5.76	6.77	7.81	8.85	9.91	10.96	12.06
				区間タイム(秒)		1.05	1.02	1.03	1.01	1.03	1.04	1.06	1.06	1.10	1.17
				インターバルランタイム(秒)		0.60	0.59	0.61	0.59	0.62	0.62	0.63	0.63	0.66	0.72
				ハードリングタイム(秒)		0.45	0.43	0.42	0.43	0.41	0.42	0.43	0.43	0.43	0.45
				走速度(m/秒)		8.09	8.32	8.25	8.39	8.22	8.15	8.06	8.06	7.75	8.96
芝田愛花	エディオン	13.29	-0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.66	2.66	3.70	4.72	5.74	6.75	7.78	8.82	9.87	10.96	12.08
				区間タイム(秒)		1.05	1.02	1.02	1.01	1.03	1.04	1.05	1.09	1.12	1.21
				インターバルランタイム(秒)		0.60	0.59	0.60	0.60	0.62	0.63	0.61	0.67	0.67	0.74
				ハードリングタイム(秒)		0.44	0.43	0.42	0.41	0.41	0.42	0.43	0.42	0.45	0.47
				走速度(m/秒)		8.12	8.35	8.35	8.39	8.28	8.15	8.12	7.81	7.58	8.67

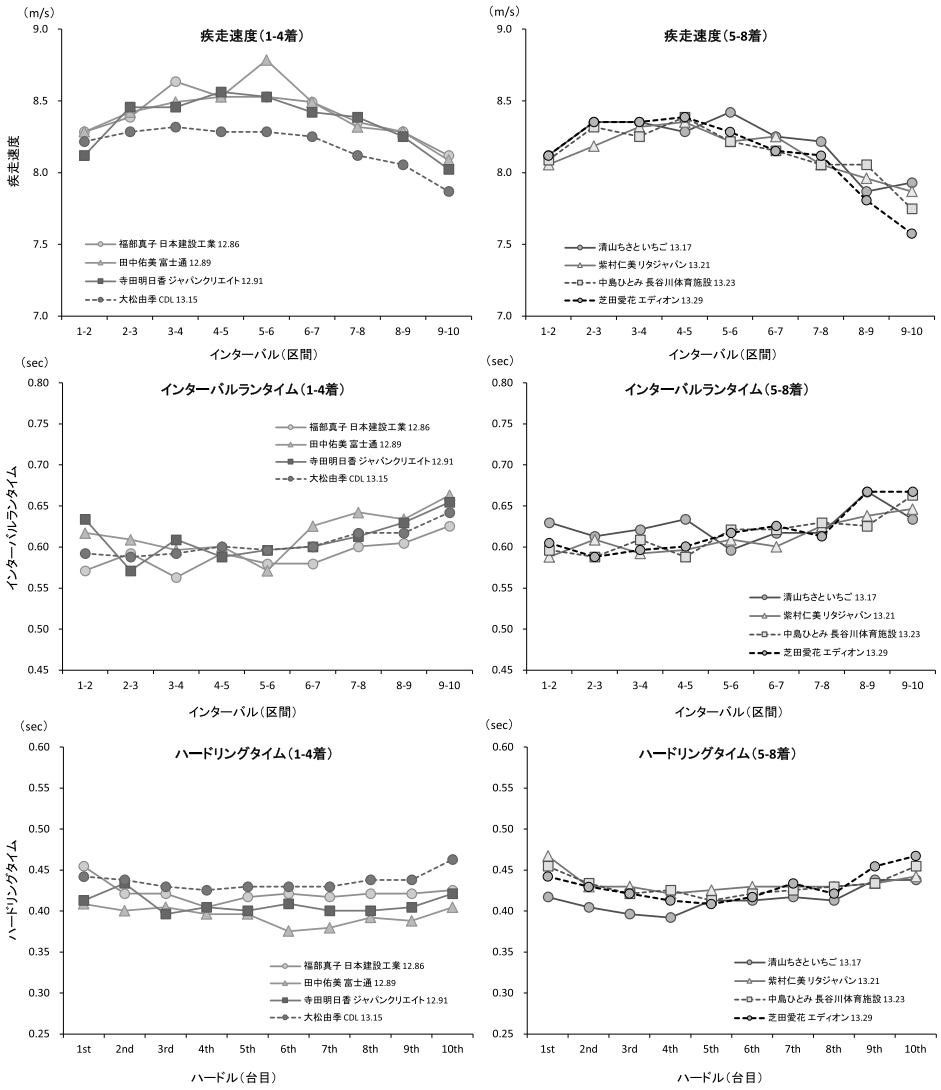


図 5. 疾走速度（上），インターバルランニングタイム（中），ハードリングタイム（下）

表 6. 2024.06.30_U20 日本選手権 _ 女子 100mH　決勝レース分析結果

選手名	所属	記録	風	ハードル→ 区間→	1st app.	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run in.
髙橋亜珠	筑波大	13.36	+0.4	タッチダウンタイム（秒）	2.66	2.66	3.73	4.80	5.84	6.89	7.93	8.98	10.05	11.10	12.20
				区間タイム（秒）		1.07	1.06	1.05	1.05	1.03	1.06	1.06	1.06	1.09	1.16
				インターバルランタイム（秒）		0.63	0.62	0.60	0.60	0.58	0.63	0.63	0.61	0.66	0.71
				ハードリングタイム（秒）		0.45	0.45	0.44	0.45	0.45	0.43	0.43	0.45	0.43	0.45
				走速度(m/秒)		7.93	7.99	8.12	8.09	8.22	8.06	7.99	8.06	7.78	9.02
林美希	早稲田大	13.40	+0.4	タッチダウンタイム（秒）	2.64	2.64	3.71	4.76	5.77	6.81	7.85	8.90	9.96	11.07	12.17
				区間タイム（秒）		1.06	1.05	1.01	1.04	1.03	1.06	1.06	1.12	1.09	1.23
				インターバルランタイム（秒）		0.65	0.64	0.60	0.64	0.63	0.65	0.64	0.70	0.64	0.80
				ハードリングタイム（秒）		0.42	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.42	0.41	0.45	0.43
				走速度(m/秒)		7.99	8.09	8.42	8.15	8.22	8.06	8.06	7.60	7.78	8.51
仮屋愛優	東京高	13.47	+0.4	タッチダウンタイム（秒）	2.64	2.64	3.70	4.74	5.79	6.83	7.87	8.94	10.00	11.09	12.21
				区間タイム（秒）		1.06	1.04	1.05	1.04	1.04	1.07	1.06	1.09	1.12	1.26
				インターバルランタイム（秒）		0.61	0.58	0.62	0.60	0.61	0.63	0.62	0.63	0.67	0.81
				ハードリングタイム（秒）		0.45	0.46	0.43	0.44	0.43	0.43	0.44	0.46	0.45	0.45
				走速度(m/秒)		8.02	8.15	8.09	8.18	8.15	7.96	8.02	7.78	7.58	8.35
谷中天架	大分雄城台高	13.59	+0.4	タッチダウンタイム（sec）	2.66	2.66	3.75	4.80	5.89	6.93	8.02	9.09	10.16	11.27	12.37
				区間タイム（sec）		1.09	1.04	1.09	1.04	1.09	1.07	1.08	1.10	1.11	1.22
				インターバルランタイム（sec）		0.65	0.59	0.67	0.60	0.66	0.62	0.63	0.65	0.65	0.76
				ハードリングタイム（sec）		0.44	0.45	0.42	0.45	0.43	0.45	0.45	0.45	0.46	0.45
				走速度(m/s)		7.78	8.15	7.81	8.15	7.81	7.93	7.90	7.72	7.66	8.64
小寺彩貴	順天堂大	13.64	+0.4	タッチダウンタイム（秒）	2.68	2.68	3.77	4.83	5.89	6.92	7.98	9.05	10.14	11.27	12.38
				区間タイム（秒）		1.09	1.05	1.06	1.03	1.06	1.07	1.09	1.12	1.11	1.26
				インターバルランタイム（秒）		0.67	0.63	0.64	0.61	0.64	0.65	0.68	0.69	0.67	0.82
				ハードリングタイム（秒）		0.42	0.43	0.42	0.43	0.42	0.42	0.41	0.43	0.44	0.44
				走速度(m/秒)		7.78	8.09	7.99	8.22	8.02	7.96	7.78	7.58	7.63	8.33
別所みゆ	大社高	13.87	+0.4	タッチダウンタイム（秒）	2.69	2.69	3.79	4.88	5.97	7.04	8.12	9.23	10.36	11.47	12.61
				区間タイム（秒）		1.10	1.08	1.09	1.07	1.08	1.11	1.13	1.11	1.15	1.26
				インターバルランタイム（秒）		0.66	0.65	0.66	0.63	0.66	0.69	0.69	0.66	0.70	0.80
				ハードリングタイム（秒）		0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.42	0.43	0.45	0.45	0.45
				走速度(m/秒)		7.75	7.84	7.78	7.96	7.84	7.66	7.55	7.66	7.41	8.35
神園弥優	敦賀高	13.88	+0.4	タッチダウンタイム（秒）	2.72	2.72	3.82	4.92	6.02	7.11	8.20	9.33	10.44	11.56	12.69
				区間タイム（秒）		1.10	1.10	1.10	1.09	1.09	1.13	1.12	1.11	1.13	1.19
				インターバルランタイム（秒）		0.61	0.61	0.62	0.61	0.61	0.67	0.64	0.63	0.67	0.70
				ハードリングタイム（秒）		0.49	0.48	0.48	0.48	0.48	0.45	0.48	0.48	0.47	0.48
				走速度(m/秒)		7.75	7.75	7.72	7.78	7.81	7.55	7.60	7.63	7.49	8.84
鳥丸沙葵	岡山商科大	13.97	+0.4	タッチダウンタイム（秒）	2.82	2.82	3.94	5.01	6.06	7.12	8.20	9.29	10.38	11.51	12.65
				区間タイム（秒）		1.12	1.07	1.05	1.06	1.08	1.09	1.09	1.13	1.15	1.32
				インターバルランタイム（秒）		0.67	0.64	0.62	0.65	0.67	0.66	0.65	0.70	0.71	0.89
				ハードリングタイム（秒）		0.45	0.43	0.43	0.41	0.41	0.43	0.44	0.42	0.44	0.43
				走速度(m/秒)		7.60	7.96	8.12	7.99	7.84	7.81	7.81	7.55	7.41	7.98

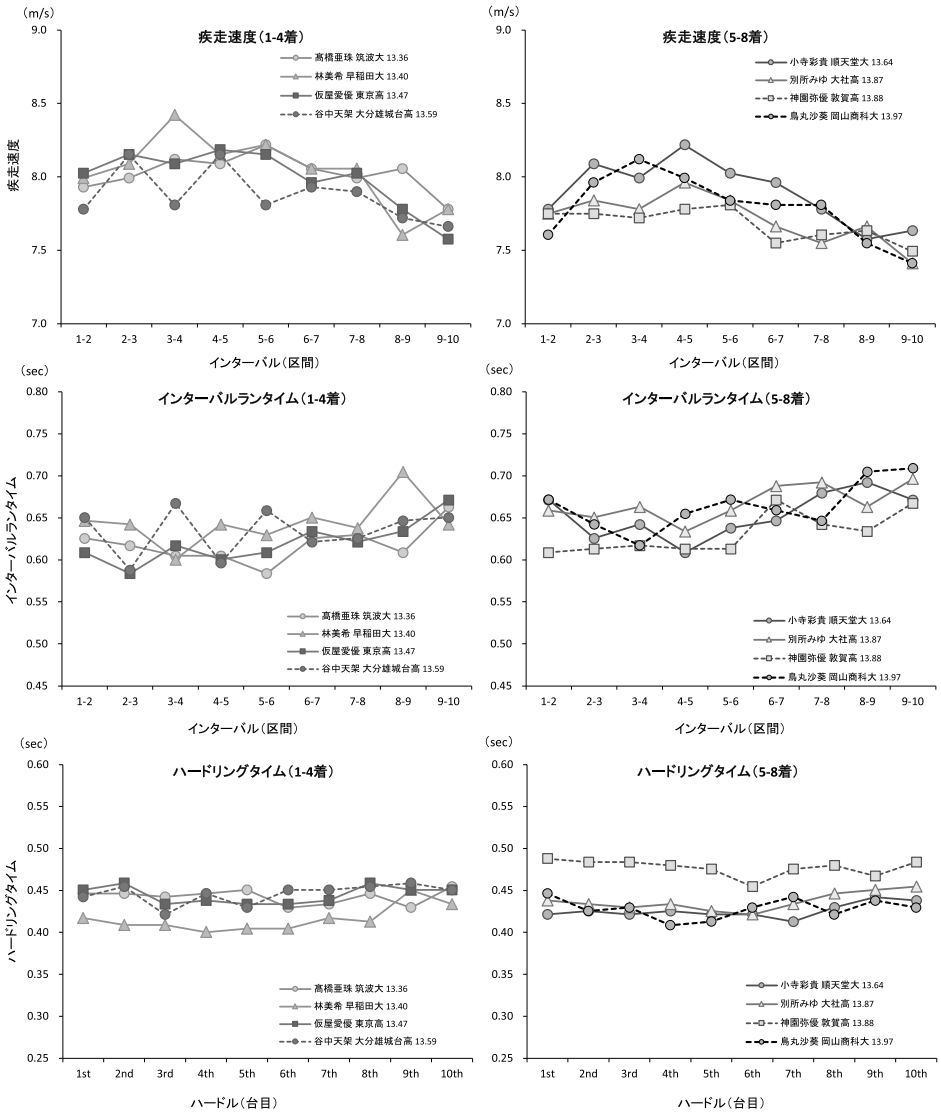


図 6. 疾走速度（上），インターバルランニングタイム（中），ハードリングタイム（下）

表 7. 2024.08.01_インターハイ _女子 100mH　決勝レース分析結果

選手名	所属	記録	風	ハードル→ / 区間→	1st app.	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run in.
横山　涼葉	共愛学園・群馬	13.42	+1.0	タッチダウンタイム（秒）	2.62	2.62	3.65	4.69	5.73	6.76	7.80	8.85	9.95	11.03	12.15
				区間タイム（秒）		1.03	1.04	1.04	1.03	1.04	1.06	1.09	1.08	1.13	1.27
				インターバルランタイム（秒）		0.63	0.64	0.64	0.63	0.65	0.65	0.68	0.65	0.71	0.84
				ハードリングタイム（秒）		0.41	0.40	0.40	0.40	0.40	0.41	0.42	0.43	0.42	0.43
				走速度(m/秒)		8.22	8.18	8.18	8.28	8.15	8.06	7.78	7.87	7.55	8.29
神園　弥優	敦賀・福井	13.53	+1.0	タッチダウンタイム（秒）	2.62	2.62	3.70	4.77	5.83	6.89	7.96	9.02	10.11	11.20	12.33
				区間タイム（秒）		1.08	1.06	1.06	1.06	1.08	1.06	1.09	1.10	1.13	1.20
				インターバルランタイム（秒）		0.62	0.61	0.60	0.60	0.63	0.62	0.65	0.66	0.68	0.73
				ハードリングタイム（秒）		0.46	0.45	0.46	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	0.47
				走速度(m/秒)		7.84	7.99	7.99	8.06	7.90	8.06	7.81	7.75	7.55	8.74
谷中　天架	大分雄城台・大分	13.54	+1.0	タッチダウンタイム（秒）	2.66	2.66	3.71	4.76	5.81	6.86	7.90	8.99	10.07	11.18	12.30
				区間タイム（秒）		1.05	1.06	1.05	1.04	1.04	1.09	1.08	1.11	1.12	1.24
				インターバルランタイム（秒）		0.60	0.63	0.61	0.60	0.60	0.65	0.63	0.65	0.65	0.78
				ハードリングタイム（秒）		0.45	0.43	0.44	0.45	0.44	0.44	0.46	0.46	0.47	0.46
				走速度(m/秒)		8.12	8.06	8.09	8.15	8.15	7.81	7.84	7.69	7.58	8.47
仮屋　愛優	東京・東京	13.70	+1.0	タッチダウンタイム（sec）	2.65	2.65	3.70	4.75	5.81	6.87	7.93	9.01	10.12	11.26	12.40
				区間タイム（sec）		1.06	1.05	1.05	1.06	1.06	1.08	1.11	1.14	1.14	1.30
				インターバルランタイム（sec）		0.63	0.61	0.61	0.63	0.63	0.64	0.66	0.69	0.66	0.83
				ハードリングタイム（sec）		0.42	0.44	0.44	0.43	0.44	0.45	0.44	0.45	0.48	0.47
				走速度(m/s)		8.06	8.09	8.09	8.02	7.99	7.84	7.69	7.47	7.47	8.05
後藤　若奈	大分舞鶴・大分	13.78	+1.0	タッチダウンタイム（秒）	2.72	2.72	3.79	4.86	5.96	7.03	8.10	9.19	10.29	11.39	12.52
				区間タイム（秒）		1.07	1.08	1.10	1.07	1.07	1.09	1.10	1.11	1.13	1.26
				インターバルランタイム（秒）		0.62	0.65	0.66	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.70	0.83
				ハードリングタイム（秒）		0.45	0.43	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.42	0.43
				走速度(m/秒)		7.93	7.90	7.72	7.96	7.93	7.81	7.75	7.69	7.55	8.34
別所　みゆ	大社・島根	13.83	+1.0	タッチダウンタイム（秒）	2.69	2.69	3.77	4.85	5.93	7.00	8.08	9.17	10.29	11.42	12.57
				区間タイム（秒）		1.09	1.08	1.07	1.07	1.08	1.09	1.12	1.12	1.15	1.26
				インターバルランタイム（秒）		0.65	0.65	0.65	0.65	0.66	0.66	0.69	0.68	0.71	0.80
				ハードリングタイム（秒）		0.44	0.43	0.43	0.42	0.42	0.43	0.43	0.45	0.44	0.47
				走速度(m/秒)		7.81	7.87	7.93	7.93	7.84	7.81	7.58	7.58	7.38	8.31
松田　晏奈	長崎日本大学・長崎	13.94	+1.0	タッチダウンタイム（秒）	2.71	2.71	3.78	4.85	5.92	6.99	8.08	9.20	10.34	11.48	12.69
				区間タイム（秒）		1.07	1.07	1.07	1.07	1.09	1.12	1.14	1.14	1.21	1.25
				インターバルランタイム（秒）		0.60	0.61	0.61	0.62	0.63	0.66	0.65	0.65	0.72	0.75
				ハードリングタイム（秒）		0.47	0.45	0.46	0.45	0.45	0.46	0.49	0.49	0.48	0.50
				走速度(m/秒)		7.93	7.96	7.93	7.93	7.81	7.60	7.44	7.47	7.05	8.38
大久保　碧	大阪女学院・大阪	14.04	+1.0	タッチダウンタイム（秒）	2.68	2.68	3.81	4.90	6.00	7.07	8.15	9.25	10.36	11.50	12.73
				区間タイム（秒）		1.13	1.10	1.09	1.08	1.08	1.09	1.11	1.14	1.23	1.31
				インターバルランタイム（秒）		0.69	0.65	0.64	0.63	0.64	0.65	0.68	0.70	0.79	0.84
				ハードリングタイム（秒）		0.44	0.45	0.45	0.45	0.44	0.45	0.44	0.44	0.44	0.47
				走速度(m/秒)		7.52	7.75	7.78	7.90	7.87	7.78	7.63	7.47	6.93	7.99

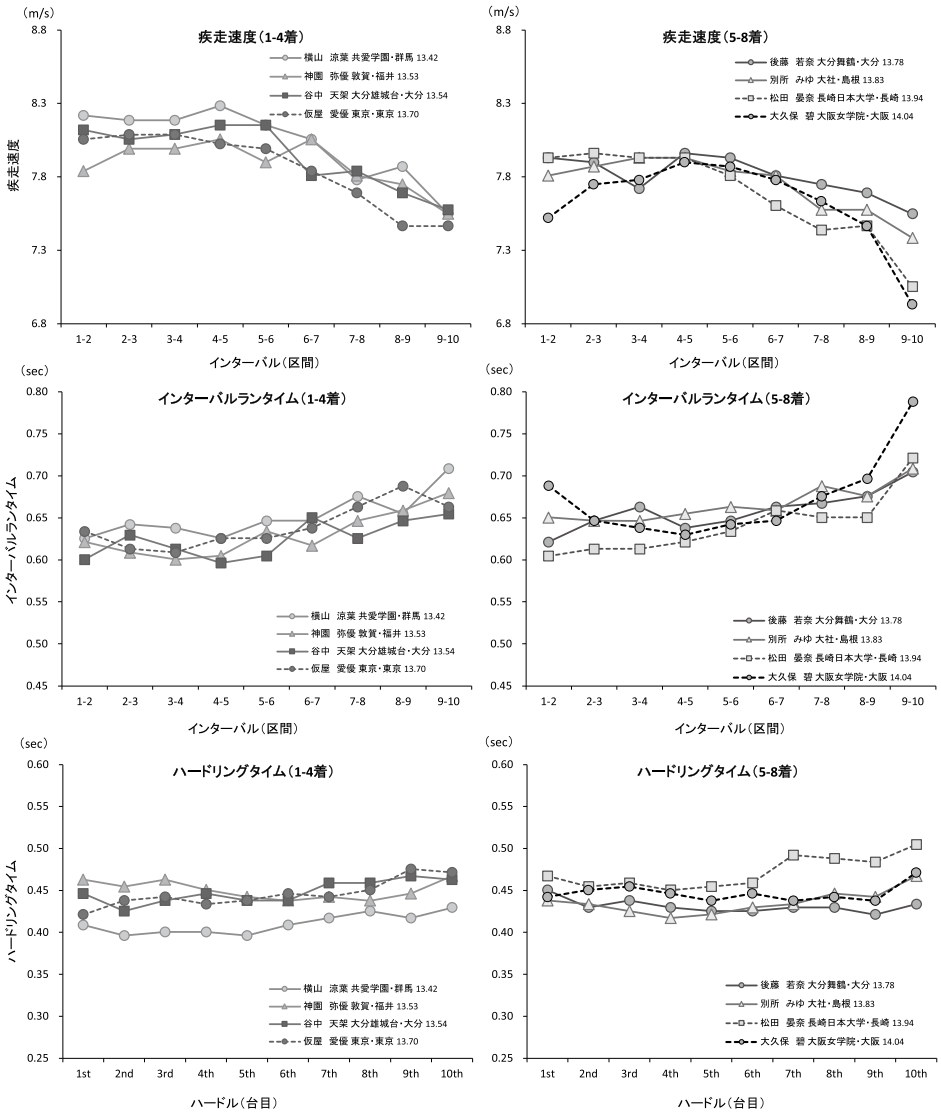


図 7. 疾走速度（上），インターバルランニングタイム（中），ハードリングタイム（下）

表 8. 2024.08.10_Olympic Games@Paris_W100mH　決勝レース分析結果

選手名	所属	記録	風	ハードル→ 区間→	1st app.	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run in.
Masai RUSSELL	USA	12.33	-0.3	タッチダウンタイム(秒)	2.53	2.53	3.55	4.56	5.52	6.48	7.44	8.38	9.34	10.29	11.27
				区間タイム(秒)		1.02	1.01	0.96	0.96	0.97	0.94	0.96	0.96	0.97	1.06
				インターバルランタイム(秒)		0.60	0.59	0.54	0.56	0.57	0.53	0.55	0.55	0.57	0.66
				ハードリングタイム(秒)		0.42	0.42	0.42	0.40	0.40	0.41	0.40	0.40	0.40	0.41
				走速度(m/秒)		8.32	8.39	8.90	8.86	8.78	9.06	8.90	8.90	8.75	9.86
Cyréna SAMBA-MAYELA	FRA	12.34	-0.3	タッチダウンタイム(秒)	2.55	2.55	3.57	4.55	5.51	6.46	7.40	8.36	9.31	10.27	11.27
				区間タイム(秒)		1.01	0.98	0.96	0.95	0.95	0.96	0.95	0.96	0.99	1.07
				インターバルランタイム(秒)		0.59	0.55	0.55	0.54	0.55	0.56	0.55	0.55	0.59	0.65
				ハードリングタイム(秒)		0.42	0.43	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.42
				走速度(m/秒)		8.39	8.64	8.90	8.94	8.98	8.86	8.94	8.86	8.56	9.77
asmine CAMACHO-QUIN	PUR	12.36	-0.3	タッチダウンタイム(秒)	2.55	2.55	3.55	4.51	5.46	6.41	7.36	8.30	9.28	10.27	11.26
				区間タイム(秒)		1.00	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.97	0.99	0.99	1.10
				インターバルランタイム(秒)		0.62	0.58	0.58	0.59	0.58	0.58	0.61	0.61	0.59	0.72
				ハードリングタイム(秒)		0.38	0.38	0.37	0.36	0.36	0.37	0.36	0.38	0.40	0.38
				走速度(m/秒)		8.49	8.86	8.90	8.98	8.98	8.98	8.75	8.56	8.60	9.52
Nadine VISSER	NED	12.43	-0.3	タッチダウンタイム(sec)	2.54	2.54	3.55	4.52	5.46	6.42	7.37	8.33	9.31	10.30	11.32
				区間タイム(sec)		1.01	0.97	0.95	0.96	0.95	0.96	0.98	0.99	1.02	1.11
				インターバルランタイム(sec)		0.61	0.58	0.56	0.58	0.57	0.58	0.60	0.60	0.62	0.70
				ハードリングタイム(sec)		0.40	0.39	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.40	0.40	0.41
				走速度(m/s)		8.42	8.75	8.98	8.90	8.94	8.86	8.71	8.56	8.32	9.46
Grace STARK	USA	12.43	-0.3	タッチダウンタイム(秒)	2.56	2.56	3.59	4.55	5.53	6.48	7.46	8.42	9.38	10.35	11.33
				区間タイム(秒)		1.03	0.96	0.99	0.95	0.98	0.96	0.96	0.97	0.98	1.10
				インターバルランタイム(秒)		0.58	0.50	0.56	0.50	0.55	0.52	0.53	0.54	0.55	0.67
				ハードリングタイム(秒)		0.44	0.45	0.43	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
				走速度(m/秒)		8.28	8.86	8.60	8.98	8.67	8.90	8.82	8.75	8.67	9.56
Devynne CHARLTON	BAH	12.56	-0.3	タッチダウンタイム(秒)	2.60	2.60	3.61	4.58	5.54	6.53	7.49	8.47	9.45	10.44	11.44
				区間タイム(秒)		1.01	0.98	0.96	0.99	0.96	0.98	0.98	1.00	1.00	1.12
				インターバルランタイム(秒)		0.59	0.56	0.55	0.61	0.55	0.58	0.58	0.59	0.59	0.70
				ハードリングタイム(秒)		0.42	0.42	0.40	0.38	0.41	0.40	0.40	0.40	0.41	0.42
				走速度(m/秒)		8.42	8.71	8.90	8.56	8.82	8.71	8.71	8.53	8.49	9.42
Alaysha JOHNSON	USA	12.93	-0.3	タッチダウンタイム(秒)	2.57	2.57	3.58	4.58	5.68	6.73	7.75	8.73	9.71	10.70	11.72
				区間タイム(秒)		1.01	1.01	1.10	1.05	1.02	0.98	0.98	0.99	1.03	1.21
				インターバルランタイム(秒)		0.58	0.59	0.68	0.55	0.58	0.56	0.58	0.60	0.62	0.78
				ハードリングタイム(秒)		0.43	0.42	0.43	0.49	0.45	0.42	0.40	0.39	0.41	0.42
				走速度(m/秒)		8.39	8.46	7.72	8.12	8.32	8.71	8.67	8.60	8.28	8.71
Ackera NUGENT	JAM	DNF		タッチダウンタイム(秒)											
				区間タイム(秒)											
				インターバルランタイム(秒)											
				ハードリングタイム(秒)											
				走速度(m/秒)											

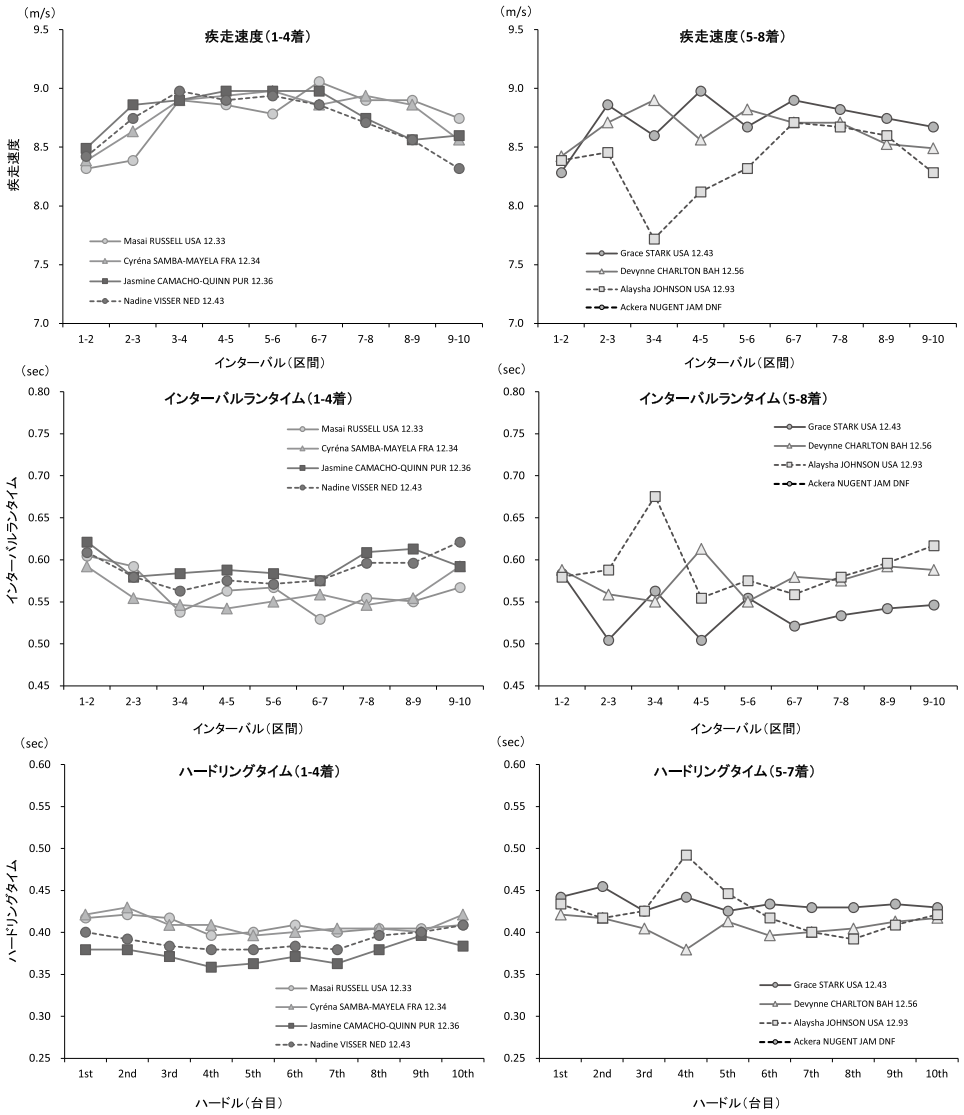


図 8. 疾走速度（上），インターバルランニングタイム（中），ハードリングタイム（下）

表 9. 2024.08.08,09_Olympic Games@Paris_W100mH　レース分析結果

選手名	所属	記録	風	ハードル→ 区間→	1st app.	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run in.
Yumi TANAKA	JPN	12.91	+0.5	タッチダウンタイム(秒)	2.58	2.58	3.60	4.61	5.58	6.58	7.60	8.62	9.62	10.67	11.72
(Semi-Final)				区間タイム(秒)		1.02	1.01	0.98	0.99	1.02	1.02	1.01	1.05	1.04	1.19
				インターバルランタイム(秒)		0.61	0.61	0.58	0.61	0.63	0.62	0.60	0.66	0.63	0.79
				ハードリングタイム(秒)		0.41	0.39	0.39	0.38	0.38	0.40	0.41	0.39	0.41	0.40
				走速度(m/秒)		8.32	8.46	8.71	8.56	8.35	8.32	8.46	8.09	8.15	8.79
Yumi TANAKA	JPN	12.89	-0.2	タッチダウンタイム(秒)	2.59	2.59	3.61	4.61	5.61	6.60	7.61	8.62	9.64	10.67	11.72
(Repechage-Round)				区間タイム(秒)		1.02	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.03	1.05	1.17
				インターバルランタイム(秒)		0.60	0.60	0.61	0.61	0.62	0.63	0.63	0.64	0.65	0.77
				ハードリングタイム(秒)		0.42	0.40	0.38	0.38	0.39	0.39	0.39	0.40	0.40	0.40
				走速度(m/秒)		8.32	8.53	8.53	8.53	8.46	8.39	8.35	8.22	8.12	8.97
Final Top3		12.34		タッチダウンタイム(秒)	2.54	2.54	3.55	4.54	5.50	6.45	7.40	8.35	9.31	10.28	11.26
				区間タイム(秒)		1.01	0.99	0.96	0.95	0.95	0.95	0.96	0.97	0.98	1.08
				インターバルランタイム(秒)		0.61	0.58	0.56	0.56	0.57	0.55	0.57	0.57	0.58	0.68
				ハードリングタイム(秒)		0.41	0.41	0.40	0.39	0.39	0.39	0.39	0.40	0.40	0.40
				走速度(m/秒)		8.40	8.63	8.90	8.93	8.91	8.97	8.86	8.77	8.64	9.72
Final Top8		12.48		タッチダウンタイム(秒)	2.56	2.56	3.57	4.55	5.53	6.50	7.47	8.43	9.40	10.38	11.37
				区間タイム(秒)		1.01	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97	0.98	1.00	1.11
				インターバルランタイム(秒)		0.60	0.57	0.57	0.56	0.56	0.56	0.57	0.58	0.59	0.70
				ハードリングタイム(秒)		0.42	0.42	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40	0.41	0.41
				走速度(m/秒)		8.39	8.67	8.70	8.76	8.78	8.87	8.79	8.68	8.52	9.47

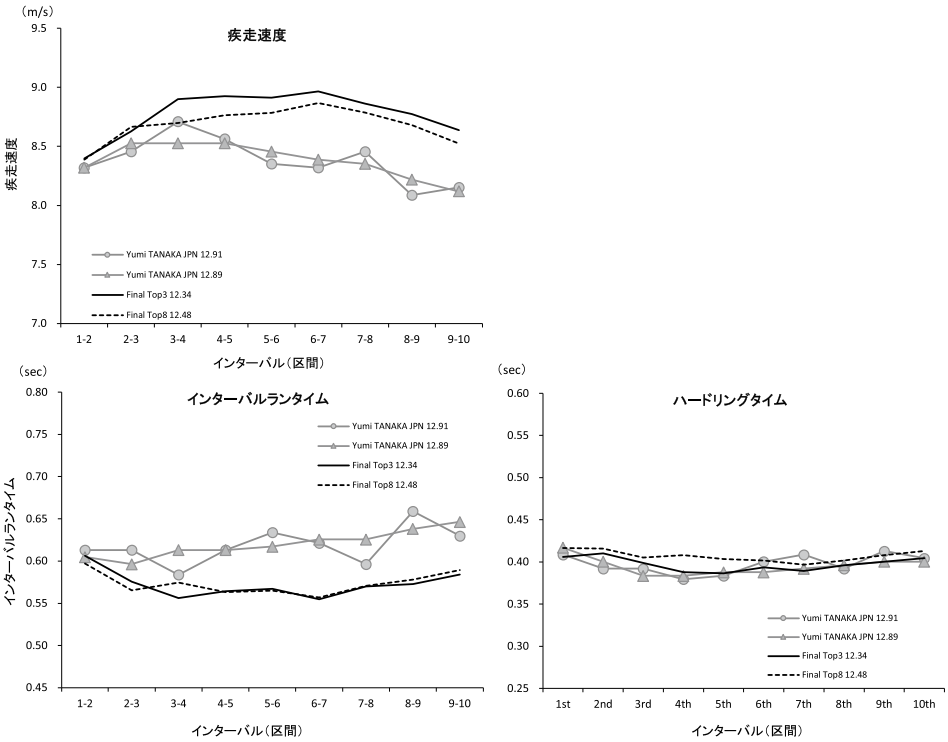


図 9. 疾走速度（上），インターバルランニングタイム（中），ハードリングタイム（下）

表 10. 2024.08.08,09_Olympic Games@Paris_W100mH　レース分析結果

選手名	所属	記録	風	ハードル→ 区間→	1st app.	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run in.
Mako FUKUBE	JPN	12.89	-0.7	タッチダウンタイム(秒)	2.56	2.56	3.60	4.61	5.61	6.61	7.62	8.63	9.65	10.69	11.74
(Semi-Final)				区間タイム(秒)		1.04	1.01	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.04	1.06	1.15
				インターバルランタイム(秒)		0.60	0.57	0.57	0.57	0.58	0.58	0.58	0.61	0.63	0.70
				ハードリングタイム(秒)		0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.44	0.43	0.43	0.45
				走速度(m/秒)		8.15	8.42	8.53	8.49	8.42	8.39	8.39	8.18	8.06	9.14
Final Top3		12.34		タッチダウンタイム(秒)	2.54	2.54	3.55	4.54	5.50	6.45	7.40	8.35	9.31	10.28	11.26
				区間タイム(秒)		1.01	0.99	0.96	0.95	0.95	0.95	0.96	0.97	0.98	1.08
				インターバルランタイム(秒)		0.61	0.58	0.56	0.56	0.57	0.55	0.57	0.57	0.58	0.68
				ハードリングタイム(秒)		0.41	0.41	0.40	0.39	0.39	0.39	0.39	0.40	0.40	0.40
				走速度(m/秒)		8.40	8.63	8.90	8.93	8.91	8.97	8.86	8.77	8.64	9.72
Final Top8		12.48		タッチダウンタイム(秒)	2.56	2.56	3.57	4.55	5.53	6.50	7.47	8.43	9.40	10.38	11.37
				区間タイム(秒)		1.01	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97	0.98	1.00	1.11
				インターバルランタイム(秒)		0.60	0.57	0.57	0.56	0.56	0.56	0.57	0.58	0.59	0.70
				ハードリングタイム(秒)		0.42	0.42	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40	0.41	0.41
				走速度(m/秒)		8.39	8.67	8.70	8.76	8.78	8.87	8.79	8.68	8.52	9.47

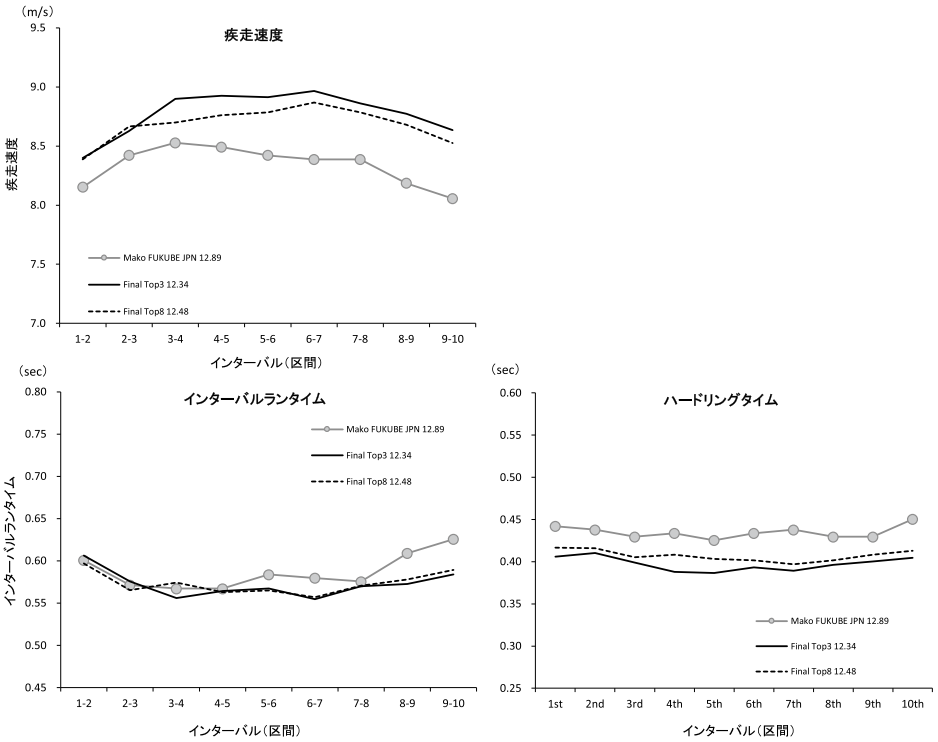


図 10. 疾走速度（上），インターバルランニングタイム（中），ハードリングタイム（下）

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 106-119, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,106-119,2024

2024年シーズンにおける男女400mハードル走のレース分析

杉本 和那美[1)]　森丘 保典[2)]　貴嶋 孝太[3)]　柴山 一仁[4)]
1）弘前大学　2）日本大学　3）大阪体育大学　4）仙台大学

1. はじめに

2024年シーズンは，第33回オリンピック競技会（以下，オリンピック）がフランス・パリで開催された．男子400mHでは小川大輝選手（東洋大）と筒江海斗選手（ST-WAKO），豊田兼選手（慶応義塾大）の3名が出場した．豊田選手は第108回日本陸上競技選手権大会（以下，日本選手権）において，日本歴代3位となる47.99秒の大会新記録で優勝を，筒江選手は木南記念において48.58秒の日本歴代9位の記録で優勝を果たし，日本歴代10傑に今シーズンで4名の選手が名を連ねるハイレベルなシーズンであった．

女子400mHでは，日本選手権において山本亜美選手（立命館大）が56.60秒で4連覇を果たした．昨年度，高校記録を更新した瀧野未来選手（現，立命館大）が佐賀国民スポーツ大会において56.81秒の自己ベストで優勝し，U20日本歴代2位の記録であった．

日本陸上競技連盟科学委員会では，公認競技会における男女400mH走の区間タイムや区間速度，歩数などを用いてレース分析が行われてきた(杉本ほか，2022；杉本ほか，2023)．本稿では，2024年シーズンに開催された主要競技会における分析結果について報告する．

2. 方法

2-1. 分析対象選手，および対象競技会

分析の対象は，国内外の男女400mH選手のべ76名（男子：44名，女子：32名）であった．対象選手たちが出場した以下の6大会を分析対象競技会とした．

① 第39回静岡国際陸上競技大会（5月3日，エコパスタジアム・静岡）
② 第11回木南道孝記念陸上競技大会（5月12日，ヤンマースタジアム長居・大阪）
③ セイコーゴールデングランプリ陸上2024東京（5月19日，国立競技場・東京）：男子のみ
④ 第108回日本陸上競技選手権大会（6月27日～30日，デンカビッグスワンスタジアム・新潟）
⑤ 第40回U20日本陸上競技選手権大会（6月27日～30日，デンカビッグスワンスタジアム・新潟）
⑥ 第33回オリンピック競技会(8月1日～11日，パリ・フランス)

2-2. 測定方法，および分析項目

上記競技会におけるレース分析のためのビデオ撮影は，観客席スタンドに設置した複数台のデジタルビデオカメラを用いて行った（59.94fps）．スタートピストルの閃光を映した後，インターバルの歩数と10台のハードルクリアランス直後の着地（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．撮影後，スタートピストルの閃光を基準に各ハードルのタッチダウンタイム（以下，「通過タイム」とする）を読み取り，各測定区間に要した時間を求めた．

400mHレースにおける測定区間定義は，Startから第1ハードル（H1）までの区間をS-H1とし，以下ハードル間をH1-2，H2-3，H3-4，H4-5，H5-6，H6-7，H7-8，H8-9，H9-10，最終ハードル（H10）からFinishをH10-Fとした．また，トレーニングや試合の際にチェックポイントとして頻繁に用いられ，ペース配分の評価に役立てることができる（宮下，1991）とされている第5ハードル（185m地点），第8ハードル（290 m地点）を基準として，Startから第5ハードルまでの185m区間をレース前半区間（以下，S-H5），第5ハードルから第8ハードルまでの105m区間をレース中盤区間（以下，H5-8），

表１　対象競技会における男子 400m ハードル決勝の平均記録

No.	日付	大会名	記録 (sec)	
			平均	(最小値 － 最大値)
1	5月3日	第39回静岡国際陸上競技大会	49.43	(48.92 － 49.94)
2	5月12日	第11回木南道孝記念陸上競技大会	49.33	(48.58 － 49.94)
3	5月19日	セイコーゴールデングランプリ陸上2024東京	49.58	(48.36 － 52.09)
5	6月28日	第108回日本陸上競技選手権大会	49.08	(47.99 － 49.48)
6	6月28日	第40回U20日本陸上競技選手権大会	50.67	(49.77 － 51.68)
7	8月5日	第33回オリンピック競技会（2024パリ）	51.44	(49.77 － 51.68)

※オリンピック競技会は予選に出場した日本人の記録

第８ハードルから Finish までをレース後半区間(以下，H8-F）とした（森丘ら，2000；森丘ら，2007）．各測定区間の平均疾走速度は，区間距離を区間タイムで除すことにより求めた．S-H5 から H5-8 にかけての疾走速度の低下率（以下，H5-8 低下率）は，次式にて算出した．

H5-8 低下率（%）＝［1-H5-8 速度 / S-H5 速度］× 100

また，S-H5 タイムが，400m ハードル記録（以下，記録）に占める割合を %S-H5 として求めた．

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．

3. 結果

①男子 400mH

各競技会の決勝における記録の平均，最小値および最大値を表１に示した．最も平均記録が良かった（小さかった）競技会は，第 108 回日本陸上競技選手権大会（49.08 秒）で,最も良い記録（最小値）は，同協議会で豊田選手がマークした 47.99 秒であった．

表２から表７に各競技会における通過タイム，区間タイム，区間速度および各区間の歩数を示した．加えて，各競技会における区間速度の変化を図１から図６に示した．概ねどの選手も区間速度が S-H1，H1-2 と大きくなり，H1-2 において最高区間速度が出現した．最高区間速度が出現した後，速度は低下しながらフィニッシュするように変化した．ハードル間の歩数は，13 ～ 18 歩であった．

今シーズン，自己ベスト記録を出しオリンピック日本代表選手として出場した豊田選手，筒江選手，小川選手と日本歴代１位の為末大選手と２位の成迫健児選手（森丘ら，2000），６位の岸本鷹幸選手（森丘ら，2013）とともに各区間タイムと区間速度，ペース配分指標を表８に示した．S-H5 で最も区間タイムが小さかった選手は日本記録を持つ為末選手の 20.94 秒，%S-H5 においても 43.7％で最も小さかった．為末選手の区間速度は S-H5 が 8.83m/s で，H5-8 が 8.41m/s となり，H5-8 低下率は 4.8% であった．今シーズン，最も記録が良かった豊田選手は，区間タイムにおいて S-H5 が 21.00 秒，H5－8 が 12.58 秒，%S-H5 が 43.8％，H5-8 低下率が 5.3% であり，為末選手と比べるとレース前半は 0.06 秒の差で日本記録ペースであったが，レース中盤での速度低下がやや大きかった．森丘ら（2007）は，2007 年に大阪で開催された世界陸上で為末選手や成迫選手がメダルを獲得するためのペース配分指標を作成した．その結果を表８の下段に示した．記録 47.29 秒は，今年のオリンピックにおいて３位の記録が 47.26 秒であり，現在の世界大会でもメダルを獲得する可能性のある記録と言える．図７は，森丘ら（2007）が作成した H8 までのペース配分による類型化に表８の６選手を当てはめたものである．為末選手，成迫選手，豊田選手，岸本選手はハイペース低下型，筒江選手はハイペース維持型，小川選手はイーブンペース型に分類された．

②女子 400mH

各競技会の決勝における記録の平均，最小値および最大値を表９に示した．最も平均記録が良かった（小さかった）競技会は，第 108 日本陸上競技選手権大会（58.04 秒）で，同大会で優勝した山本亜美選手（立命館大）がマークした 56.06 秒が日本人選手で最も良い記録であった．

表 10 から表 13 に通過タイム，区間タイム，区間速度および各区間の歩数の分析結果を示した．各競技会における区間速度の変化を図８から図 11 に示

した．概ねどの選手も区間速度がS-H1，H1-2と大きくなり，H1-2において最高区間速度が出現した．最高区間速度が出現した後，速度は低下しながらフィニッシュするように変化するが，U20日本選手権においてはH10-F区間が1つ前の区間より速度が大きくなる傾向がみられた．ハードル間の歩数は，15～19歩であった．

4. 引用，参考文献

森丘保典，杉田正明，松尾彰文，岡田英孝，阿江通良，小林寛道（2000）陸上競技男子400 mハードル走における速度変化特性と記録との関係．体育学研究，45：414‐421.

森丘保典，榎本靖士，山崎一彦，杉田正明，阿江通良（2007）一流男子400 mハードル選手のレースパターンの類型化について―世界陸上大阪大会の決勝レース展望ー．陸上競技学会誌，6：55‐59.

森丘保典，貴嶋孝太，千葉佳裕，谷川聡，杉田正明，阿江通良（2013）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―．陸上競技研究紀要，9：87‐90.

杉本和那美，森丘保典，貴嶋孝太，柴山一仁（2022）2021年シーズンにおける男女400mハードル走のレース分析．陸上競技研究紀要，17：167-184.

杉本和那美，森丘保典，貴嶋孝太，柴山一仁（2023）2022年シーズンにおける男女400mハードル走のレース分析．陸上競技研究紀要，18：161-174.

表 2　2024.05.03　第 39 回静岡国際陸上 男子 400mH 決勝　レース分析結果

選手名	所属	記録	区間→	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
筒江　海斗	(ｽﾎﾟｰﾂﾃｸﾉ和広)	48.92	通過タイム（sec）	6.01	9.68	13.51	17.38	21.37	25.46	29.66	34.03	38.66	43.43	48.92
			区間タイム（sec）	6.01	3.67	3.83	3.87	3.99	4.09	4.20	4.37	4.63	4.77	5.49
			区間速度（m/s）	7.49	9.54	9.14	9.04	8.77	8.56	8.33	8.01	7.56	7.34	7.29
			歩数		13	13	13	13	14	14	14	15	15	
豊田 兼	(慶應義塾大)	48.96	通過タイム（sec）	5.86	9.51	13.30	17.15	21.14	25.28	29.55	34.00	38.62	43.43	48.96
			区間タイム（sec）	5.86	3.65	3.79	3.85	3.99	4.14	4.27	4.45	4.62	4.81	5.53
			区間速度（m/s）	7.68	9.59	9.23	9.09	8.77	8.45	8.20	7.87	7.58	7.28	7.23
			歩数		13	13	13	13	13	13	13	15	15	
出口 晴翔	(ゼンリン)	48.97	通過タイム（sec）	6.06	9.88	13.73	17.67	21.71	25.98	30.20	34.60	39.04	43.73	48.97
			区間タイム（sec）	6.06	3.82	3.85	3.94	4.04	4.27	4.22	4.40	4.44	4.69	5.24
			区間速度（m/s）	7.43	9.16	9.09	8.88	8.66	8.20	8.29	7.95	7.88	7.46	7.63
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
児玉　悠作	(ノジマ)	49.36	通過タイム（sec）	5.92	9.63	13.43	17.33	21.42	25.59	29.93	34.42	39.07	43.84	49.36
			区間タイム（sec）	5.92	3.71	3.80	3.90	4.09	4.17	4.34	4.49	4.65	4.77	5.52
			区間速度（m/s）	7.60	9.43	9.21	8.97	8.56	8.39	8.06	7.80	7.53	7.34	7.25
			歩数		13	13	13	14	14	15	15	15	15	
小川 大輝	(東洋大)	49.73	通過タイム（sec）	6.04	9.94	13.95	18.07	22.31	26.56	30.90	35.29	39.86	44.54	49.73
			区間タイム（sec）	6.04	3.90	4.01	4.12	4.24	4.25	4.34	4.39	4.57	4.68	5.19
			区間速度（m/s）	7.45	8.97	8.73	8.50	8.25	8.24	8.06	7.97	7.66	7.48	7.71
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
山内 大夢	(東邦銀行)	49.74	通過タイム（sec）	6.12	9.91	13.81	17.85	22.01	26.26	30.53	35.00	39.57	44.31	49.74
			区間タイム（sec）	6.12	3.79	3.90	4.04	4.16	4.25	4.27	4.47	4.57	4.74	5.44
			区間速度（m/s）	7.35	9.23	8.97	8.66	8.41	8.24	8.20	7.83	7.66	7.38	7.35
			歩数		13	13	14	14	14	14	15	15	15	
PENG Ming Yang	(TPE)	49.82	通過タイム（sec）	5.96	9.61	13.31	17.17	21.15	25.41	29.71	34.32	39.14	44.14	49.82
			区間タイム（sec）	5.96	3.65	3.70	3.86	3.98	4.26	4.30	4.61	4.82	5.00	5.69
			区間速度（m/s）	7.55	9.59	9.46	9.07	8.79	8.22	8.14	7.59	7.26	7.00	7.03
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
中井 脩太	(渡辺パイプ)	49.94	通過タイム（sec）	6.09	9.88	13.68	17.58	21.57	25.78	30.10	34.70	39.41	44.31	49.94
			区間タイム（sec）	6.09	3.79	3.80	3.90	3.99	4.21	4.32	4.60	4.71	4.90	5.62
			区間速度（m/s）	7.39	9.23	9.21	8.97	8.77	8.31	8.10	7.61	7.43	7.14	7.11
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	

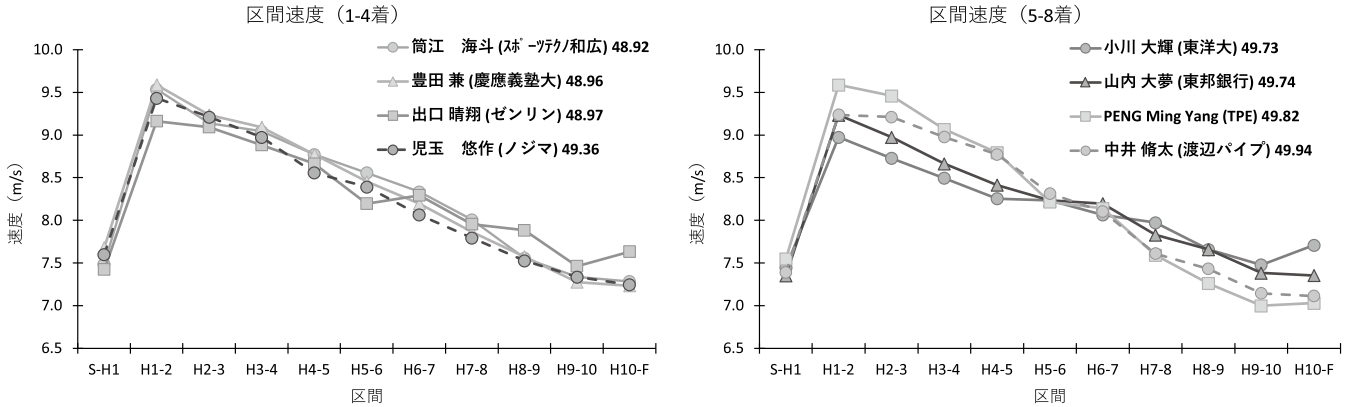


図 1　区間速度の変化（静岡国際 男子 400mH ）

表 3　2024. 05. 12　第 11 回木南道孝記念陸上 男子 400mH 決勝　レース分析結果

選手名	所属	記録	区間→	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
筒江　海斗	(スポーツテクノ和広)	48.58	通過タイム（sec）	6.04	9.78	13.56	17.38	21.35	25.41	29.65	33.95	38.47	43.16	48.58
		PB	区間タイム（sec）	6.04	3.74	3.78	3.82	3.97	4.06	4.24	4.30	4.52	4.69	5.42
			区間速度（m/s）	7.45	9.36	9.26	9.16	8.82	8.62	8.25	8.14	7.74	7.46	7.38
			歩数		13	13	13	13	14	14	14	15	15	
出口 晴翔	(ゼンリン)	48.83	通過タイム（sec）	6.09	9.81	13.63	17.55	21.55	25.86	30.16	34.50	38.97	43.58	48.83
			区間タイム（sec）	6.09	3.72	3.82	3.92	4.00	4.31	4.30	4.34	4.47	4.61	5.25
			区間速度（m/s）	7.39	9.41	9.16	8.93	8.75	8.12	8.14	8.06	7.83	7.59	7.62
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
XIE Zhiyu	(CHINA)	49.15	通過タイム（sec）	6.14	9.81	13.63	17.55	21.55	25.79	30.11	34.48	39.11	43.83	49.15
			区間タイム（sec）	6.14	3.67	3.82	3.92	4.00	4.24	4.32	4.37	4.63	4.72	5.32
			区間速度（m/s）	7.33	9.54	9.16	8.93	8.75	8.25	8.10	8.01	7.56	7.42	7.52
			歩数		13	13	13	13	13	14	14	14	14	
児玉　悠作	(ノジマ)	49.20	通過タイム（sec）	5.91	9.61	13.43	17.33	21.40	25.61	29.91	34.37	38.96	43.74	49.20
			区間タイム（sec）	5.91	3.70	3.82	3.90	4.07	4.21	4.30	4.46	4.59	4.78	5.46
			区間速度（m/s）	7.61	9.46	9.16	8.97	8.60	8.31	8.14	7.85	7.63	7.32	7.33
			歩数		13	13	13	14	14	15	15	15	15	
小川 大輝	(東洋大)	49.22	通過タイム（sec）	6.02	9.83	13.71	17.63	21.69	25.89	30.15	34.52	39.04	43.76	49.22
			区間タイム（sec）	6.02	3.81	3.88	3.92	4.06	4.20	4.26	4.37	4.52	4.72	5.46
			区間速度（m/s）	7.48	9.19	9.02	8.93	8.62	8.33	8.22	8.01	7.74	7.42	7.33
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
小田 将矢	(豊田自動織機)	49.80	通過タイム（sec）	5.91	9.64	13.51	17.50	21.64	25.86	30.23	34.82	39.49	44.26	49.80
			区間タイム（sec）	5.91	3.73	3.87	3.99	4.14	4.22	4.37	4.59	4.67	4.77	5.54
			区間速度（m/s）	7.61	9.38	9.04	8.77	8.45	8.29	8.01	7.63	7.49	7.34	7.22
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
山内 大夢	(東邦銀行)	49.87	通過タイム（sec）	6.07	9.84	13.80	17.87	22.07	26.33	30.68	35.20	39.81	44.48	49.87
			区間タイム（sec）	6.07	3.77	3.96	4.07	4.20	4.26	4.35	4.52	4.61	4.67	5.39
			区間速度（m/s）	7.41	9.28	8.84	8.60	8.33	8.22	8.05	7.74	7.59	7.49	7.42
			歩数		13	13	14	14	14	14	15	15	15	
CHEN Jian Rong	(TPE)	49.96	通過タイム（sec）	6.19	10.09	14.06	18.10	22.22	26.49	30.80	35.24	39.77	44.64	49.96
			区間タイム（sec）	6.19	3.90	3.97	4.04	4.12	4.27	4.31	4.44	4.53	4.87	5.31
			区間速度（m/s）	7.27	8.97	8.82	8.66	8.50	8.20	8.12	7.88	7.73	7.19	7.54
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	16	

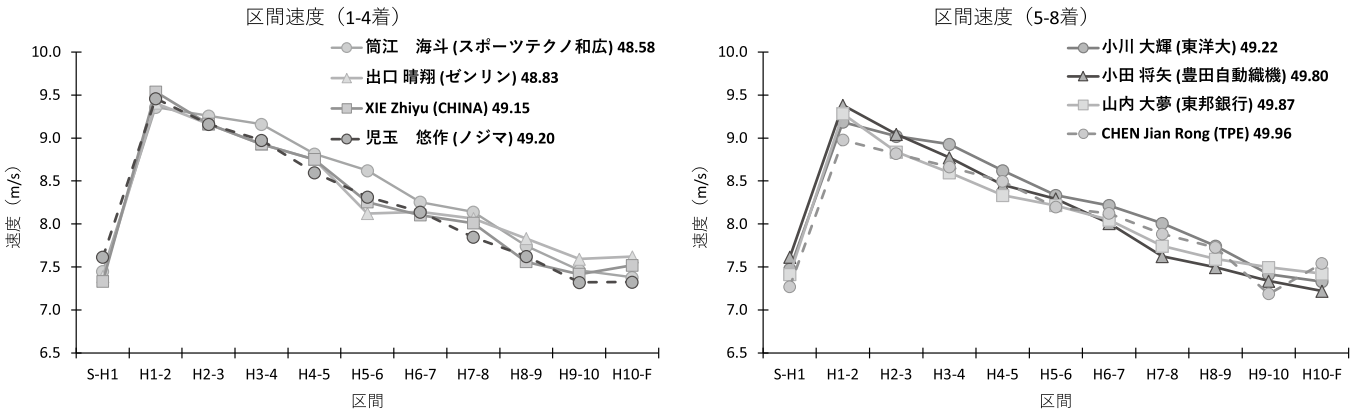


図 2　区間速度の変化（木南記念 男子 400mH ）

表 4　2024.05.19　セイコーゴールデングランプリ陸上 2024 東京 男子 400mH 決勝　レース分析結果

選手名	所属	記録	区間→	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
豊田　兼	(慶応義塾大)	48.36	通過タイム（sec）	5.94	9.74	13.61	17.58	21.64	25.73	29.90	34.20	38.59	43.16	48.36
			区間タイム（sec）	5.94	3.80	3.87	3.97	4.06	4.09	4.17	4.30	4.39	4.57	5.20
			区間速度（m/s）	7.58	9.21	9.04	8.82	8.62	8.56	8.39	8.14	7.97	7.66	7.69
			歩数		13	13	13	13	13	13	13	15	15	
出口　晴翔	(ゼンリン)	48.91	通過タイム（sec）	6.01	9.81	13.66	17.55	21.59	25.88	30.20	34.63	39.12	43.71	48.91
			区間タイム（sec）	6.01	3.80	3.85	3.89	4.04	4.29	4.32	4.43	4.49	4.59	5.20
			区間速度（m/s）	7.49	9.21	9.09	9.00	8.66	8.16	8.10	7.90	7.80	7.63	7.69
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
筒江　海斗	(ST-WAKO)	48.92	通過タイム（sec）	5.99	9.69	13.46	17.28	21.25	25.36	29.71	34.13	38.76	43.48	48.92
			区間タイム（sec）	5.99	3.70	3.77	3.82	3.97	4.11	4.35	4.42	4.63	4.72	5.44
			区間速度（m/s）	7.51	9.46	9.28	9.16	8.82	8.52	8.05	7.92	7.56	7.42	7.35
			歩数		13	13	13	13	14	14	14	15	15	
XIE　Zhiyu	(CHN)	49.16	通過タイム（sec）	6.09	9.91	13.76	17.68	21.69	25.93	30.30	34.82	39.36	43.91	49.16
			区間タイム（sec）	6.09	3.82	3.85	3.92	4.01	4.24	4.37	4.52	4.54	4.55	5.25
			区間速度（m/s）	7.39	9.16	9.09	8.93	8.73	8.25	8.01	7.74	7.71	7.69	7.62
			歩数		13	13	13	13	14	14	14	14	14	
MUKHOBE Wiseman Were	(KEN)	49.30	通過タイム（sec）	5.79	9.58	13.38	17.20	21.29	25.58	29.91	34.30	38.86	43.66	49.30
			区間タイム（sec）	5.79	3.79	3.80	3.82	4.09	4.29	4.33	4.39	4.56	4.80	5.62
			区間速度（m/s）	7.77	9.23	9.21	9.16	8.56	8.16	8.08	7.97	7.68	7.29	7.11
			歩数		14	14	13	15	15	15	15	15	15	
小川　大輝	(東洋大)	49.31	通過タイム（sec）	6.04	9.91	13.81	17.77	21.84	26.11	30.51	35.00	39.56	44.18	49.31
			区間タイム（sec）	6.04	3.87	3.90	3.96	4.07	4.27	4.40	4.49	4.56	4.62	5.14
			区間速度（m/s）	7.45	9.04	8.97	8.84	8.60	8.20	7.95	7.80	7.68	7.58	7.78
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
児玉　悠作	(ノジマT&FC)	49.57	通過タイム（sec）	5.92	9.71	13.60	17.50	21.59	25.74	30.11	34.70	39.32	44.11	49.57
			区間タイム（sec）	5.92	3.79	3.89	3.90	4.09	4.15	4.37	4.59	4.62	4.79	5.46
			区間速度（m/s）	7.60	9.23	9.00	8.97	8.56	8.43	8.01	7.63	7.58	7.31	7.33
			歩数		13	13	13	14	14	15	15	15	15	
BANOCZY Arpad	(HUN)	50.62	通過タイム（sec）	6.09	9.98	13.85	17.87	22.01	26.28	30.80	35.49	40.29	45.16	50.62
			区間タイム（sec）	6.09	3.89	3.87	4.02	4.14	4.27	4.52	4.69	4.80	4.87	5.46
			区間速度（m/s）	7.39	9.00	9.04	8.71	8.45	8.20	7.74	7.46	7.29	7.19	7.33
			歩数		14	14	14	14	14	15	15	15	16	
黒川　和樹	(住友電工)	52.09	通過タイム（sec）	5.87	9.58	13.43	17.38	21.45	25.74	30.26	35.04	39.92	45.33	52.09
			区間タイム（sec）	5.87	3.71	3.85	3.95	4.07	4.29	4.52	4.78	4.88	5.41	6.76
			区間速度（m/s）	7.67	9.43	9.09	8.86	8.60	8.16	7.74	7.32	7.17	6.47	5.92
			歩数		13	13	13	13	14	15	15	16	16	

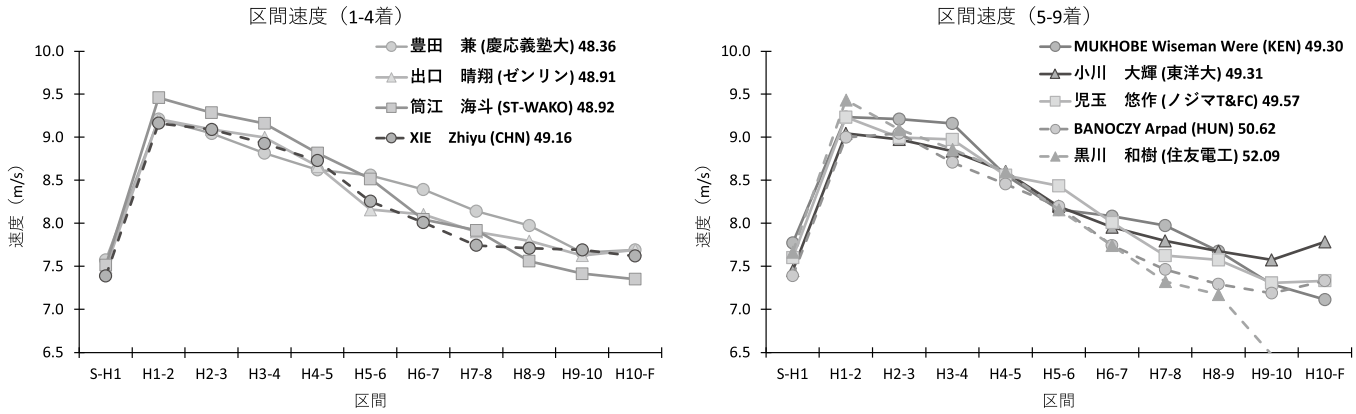


図 3　区間速度の変化（GGP 男子 400mH ）

表 5　2024. 06. 28　第 108 回日本陸上競技選手権大会 男子 400mH 決勝　レース分析結果

選手名	所属	記録	区間→	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
豊田　兼	(慶応義塾大)	47.99	通過タイム（sec）	5.84	9.54	13.28	17.08	21.00	25.06	29.30	33.58	38.05	42.59	47.99
		PB	区間タイム（sec）	5.84	3.70	3.74	3.80	3.92	4.06	4.24	4.28	4.47	4.54	5.40
			区間速度（m/s）	7.71	9.46	9.36	9.21	8.93	8.62	8.25	8.18	7.83	7.71	7.41
			歩数		13	13	13	13	13	13	13	15	15	
小川　大輝	(東洋大)	48.70	通過タイム（sec）	6.04	9.88	13.76	17.80	21.86	25.99	30.23	34.60	39.06	43.58	48.70
		PB	区間タイム（sec）	6.04	3.84	3.88	4.04	4.06	4.13	4.24	4.37	4.46	4.52	5.12
			区間速度（m/s）	7.45	9.11	9.02	8.66	8.62	8.47	8.25	8.01	7.85	7.74	7.81
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
筒江　海斗	(ST－WAKO)	49.08	通過タイム（sec）	6.11	9.86	13.70	17.52	21.49	25.64	29.93	34.33	38.94	43.63	49.08
			区間タイム（sec）	6.11	3.75	3.84	3.82	3.97	4.15	4.29	4.40	4.61	4.69	5.45
			区間速度（m/s）	7.36	9.33	9.11	9.16	8.82	8.43	8.16	7.95	7.59	7.46	7.34
			歩数		13	13	13	14	14	14	15	15	15	
児玉　悠作	(ノジマT&FC)	49.28	通過タイム（sec）	5.94	9.68	13.45	17.37	21.45	25.63	29.93	34.40	38.97	43.74	49.28
			区間タイム（sec）	5.94	3.74	3.77	3.92	4.08	4.18	4.30	4.47	4.57	4.77	5.54
			区間速度（m/s）	7.58	9.36	9.28	8.93	8.58	8.37	8.14	7.83	7.66	7.34	7.22
			歩数		13	13	13	14	14	15	15	15	15	
井上　駿太	(法政大)	49.30	通過タイム（sec）	5.97	9.68	13.46	17.42	21.39	25.53	29.80	34.30	38.97	43.74	49.30
			区間タイム（sec）	5.97	3.71	3.78	3.96	3.97	4.14	4.27	4.50	4.67	4.77	5.54
			区間速度（m/s）	7.54	9.43	9.26	8.84	8.82	8.45	8.20	7.78	7.49	7.34	7.22
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
出口 晴翔	(ゼンリン)	49.40	通過タイム（sec）	6.01	9.73	13.51	17.38	21.37	25.74	30.10	34.63	39.24	43.99	49.40
			区間タイム（sec）	6.01	3.72	3.78	3.87	3.99	4.37	4.36	4.53	4.61	4.75	5.39
			区間速度（m/s）	7.49	9.41	9.26	9.04	8.77	8.01	8.03	7.73	7.59	7.37	7.42
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
小田　将也	(豊田自動織機)	49.44	通過タイム（sec）	5.94	9.61	13.41	17.27	21.29	25.43	29.76	34.27	38.94	43.81	49.44
			区間タイム（sec）	5.94	3.67	3.80	3.86	4.02	4.14	4.33	4.51	4.67	4.87	5.61
			区間速度（m/s）	7.58	9.54	9.21	9.07	8.71	8.45	8.08	7.76	7.49	7.19	7.14
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
山本　竜大	(SEKI A.C.　)	49.48	通過タイム（sec）	6.14	9.94	13.81	17.82	21.86	26.03	30.30	34.73	39.41	44.13	49.48
			区間タイム（sec）	6.14	3.80	3.87	4.01	4.04	4.17	4.27	4.43	4.68	4.72	5.36
			区間速度（m/s）	7.33	9.21	9.04	8.73	8.66	8.39	8.20	7.90	7.48	7.42	7.47
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	

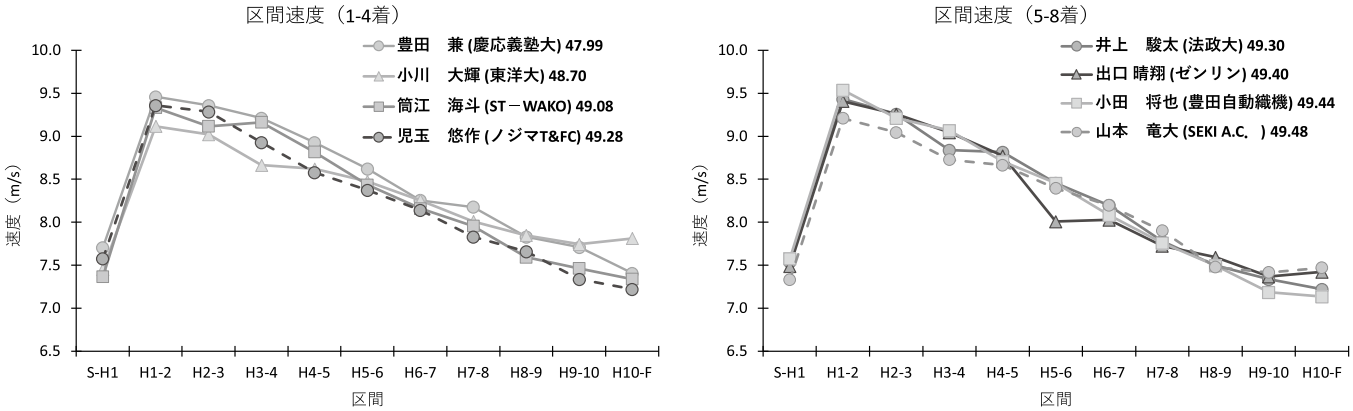


図 4　区間速度の変化（日本選手権男子 400mH ）

表 6　2024.06.28　第 40 回 U20 日本陸上競技選手権大会 男子 400mH 決勝　レース分析結果

選手名	所属	記録	区間→	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
菊田 響生	(法政二高)	49.77	通過タイム（sec）	5.97	9.88	13.98	18.08	22.31	26.63	31.03	35.44	39.91	44.54	49.77
			区間タイム（sec）	5.97	3.91	4.10	4.10	4.23	4.32	4.40	4.41	4.47	4.63	5.23
			区間速度（m/s）	7.54	8.95	8.54	8.54	8.27	8.10	7.95	7.94	7.83	7.56	7.65
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	15	
権田　浬	(早稲田大)	50.20	通過タイム（sec）	6.24	10.24	14.21	18.35	22.56	26.84	31.23	35.64	40.31	45.01	50.20
			区間タイム（sec）	6.24	4.00	3.97	4.14	4.21	4.28	4.39	4.41	4.67	4.70	5.19
			区間速度（m/s）	7.21	8.75	8.82	8.45	8.31	8.18	7.97	7.94	7.49	7.45	7.71
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
酒井　大和	(中央大)	50.38	通過タイム（sec）	6.01	9.88	13.86	17.92	22.11	26.43	30.76	35.20	39.84	44.68	50.38
			区間タイム（sec）	6.01	3.87	3.98	4.06	4.19	4.32	4.33	4.44	4.64	4.84	5.70
			区間速度（m/s）	7.49	9.04	8.79	8.62	8.35	8.10	8.08	7.88	7.54	7.23	7.02
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	15	
橋本　悠	(東京農大二高)	50.49	通過タイム（sec）	6.07	9.98	13.95	18.08	22.26	26.53	30.90	35.42	40.04	44.84	50.49
			区間タイム（sec）	6.07	3.91	3.97	4.13	4.18	4.27	4.37	4.52	4.62	4.80	5.65
			区間速度（m/s）	7.41	8.95	8.82	8.47	8.37	8.20	8.01	7.74	7.58	7.29	7.08
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
渕上　翔太	(早稲田大)	50.64	通過タイム（sec）	6.11	9.98	13.98	18.12	22.22	26.46	30.76	35.20	39.77	44.64	50.64
			区間タイム（sec）	6.11	3.87	4.00	4.14	4.10	4.24	4.30	4.44	4.57	4.87	6.01
			区間速度（m/s）	7.36	9.04	8.75	8.45	8.54	8.25	8.14	7.88	7.66	7.19	6.66
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
三柳　遥暉	(同志社大)	50.88	通過タイム（sec）	6.14	10.01	13.98	18.03	22.19	26.49	31.00	35.57	40.27	45.15	50.88
			区間タイム（sec）	6.14	3.87	3.97	4.05	4.16	4.30	4.51	4.57	4.70	4.88	5.71
			区間速度（m/s）	7.33	9.04	8.82	8.64	8.41	8.14	7.76	7.66	7.45	7.17	7.01
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
橋本　諒生	(順天堂大)	51.30	通過タイム（sec）	6.24	10.31	14.38	18.55	22.92	27.33	31.83	36.37	40.99	45.71	51.30
			区間タイム（sec）	6.24	4.07	4.07	4.17	4.37	4.41	4.50	4.54	4.62	4.72	5.54
			区間速度（m/s）	7.21	8.60	8.60	8.39	8.01	7.94	7.78	7.71	7.58	7.42	7.22
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
川上　大智	(観音寺総合高)	51.68	通過タイム（sec）	6.27	10.28	14.28	18.39	22.61	26.96	31.48	36.14	40.91	45.95	51.68
			区間タイム（sec）	6.27	4.01	4.00	4.11	4.22	4.35	4.52	4.66	4.77	5.04	5.31
			区間速度（m/s）	7.18	8.73	8.75	8.52	8.29	8.05	7.74	7.51	7.34	6.94	7.54
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	17	

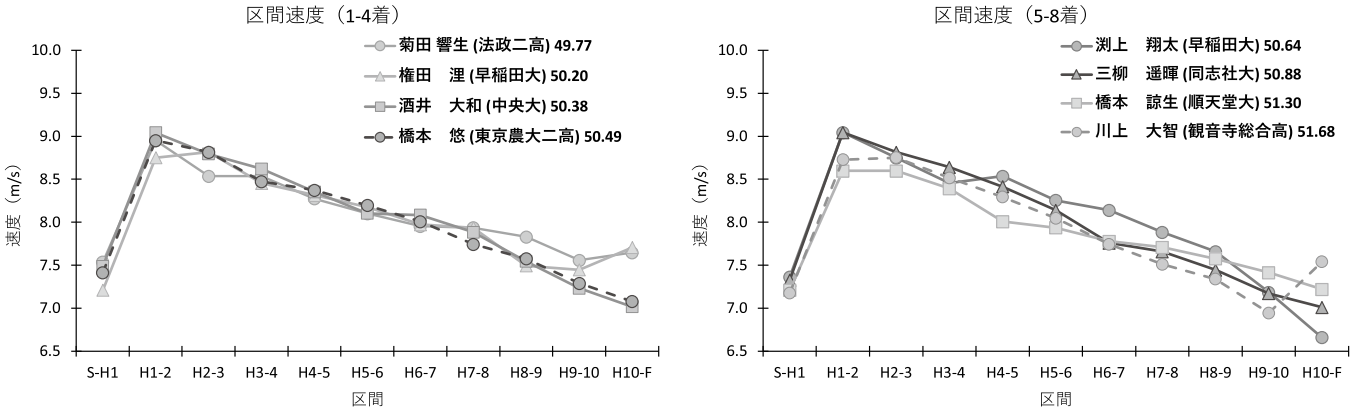


図 5　区間速度の変化（日本選手権男子 400mH ）

表 7　2024.08.05　第 33 回オリンピック競技会（2024 パリ）男子 400mH　レース分析結果

予選1組

選手名	所属	記録	区間→	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
Daiki OGAWA	(JPN)	50.21	通過タイム（sec）	6.11	9.99	13.86	17.87	22.00	26.27	30.64	35.24	39.97	44.83	50.21
			区間タイム（sec）	6.11	3.88	3.87	4.01	4.13	4.27	4.37	4.60	4.73	4.86	5.38
			区間速度（m/s）	7.36	9.02	9.04	8.73	8.47	8.20	8.01	7.61	7.40	7.20	7.43
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	

予選3組

選手名	所属	記録	区間→	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
Kaito TSUTSUE	(JPN)	50.50	通過タイム（sec）	5.99	9.69	13.46	17.33	21.39	25.71	30.16	34.97	39.84	44.81	50.50
			区間タイム（sec）	5.99	3.70	3.77	3.87	4.06	4.32	4.45	4.81	4.87	4.97	5.69
			区間速度（m/s）	7.51	9.46	9.28	9.04	8.62	8.10	7.87	7.28	7.19	7.04	7.03
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	

予選5組

選手名	所属	記録	区間→	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
Ken TOYODA	(JPN)	53.62	通過タイム（sec）	6.04	9.92	13.96	18.02	22.17	26.58	31.11	35.85	40.79	46.05	53.62
			区間タイム（sec）	6.04	3.88	4.04	4.06	4.15	4.41	4.53	4.74	4.94	5.26	7.57
			区間速度（m/s）	7.45	9.02	8.66	8.62	8.43	7.94	7.73	7.38	7.09	6.65	5.28
			歩数		13	13	13	13	13	15	15	15	15	

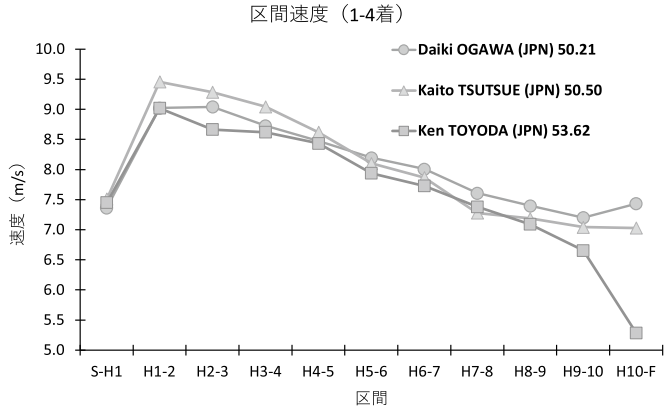


図 6　区間速度の変化（パリオリンピック男子 400mH ）

表８　日本歴代記録者の各区間タイム、区間速度およびペース配分指標

日本歴代	名前	年月日	記録 (sec)	S-H5 (sec)	S-H5 (m/s)	H5-8 (sec)	H5-8 (m/s)	S-H8 (sec)	H8-F (sec)	H8-F (m/s)	%S-H5 (%)	H5-8低下率 (%)
1位	為末　大	2001/8/10	47.89	20.94	8.83	12.48	8.41	33.42	14.47	7.60	43.7	4.8
2位	成迫　健児	2006/5/6	47.93	21.11	8.76	12.66	8.29	33.77	14.16	7.77	44.0	5.4
3位	豊田　兼	2024/6/28	47.99	21.00	8.81	12.58	8.35	33.58	14.41	7.63	43.8	5.3
6位	岸本　鷹幸	2012/6/9	48.41	21.25	8.71	12.91	8.13	34.16	14.25	7.72	43.9	6.6
9位	筒江　海斗	2024/5/12	48.58	21.35	8.67	12.60	8.33	33.95	14.63	7.52	43.9	3.8
17位	小川　大輝	2024/6/28	48.70	21.86	8.46	12.74	8.24	34.6	14.1	7.80	44.9	2.6
指標	為末　大		47.29	20.55	9.00	12.34	8.51	32.89	14.4	7.64	43.5	5.4
	成迫　健児		47.29	20.84	8.88	12.50	8.47	33.34	13.95	7.89	44.1	5.4

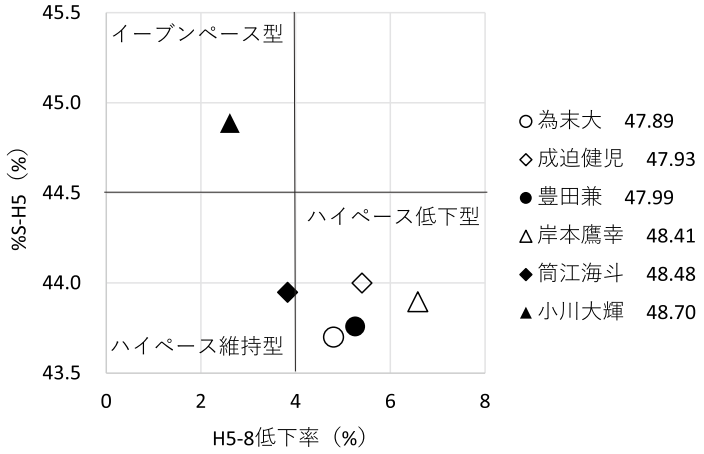


図７　H8 までのペース配分による類型化

表９　対象競技会における女子 400m ハードル決勝の平均記録

No.	日付	大会名	記録 (sec) 平均	記録 (sec) (最小値 ー 最大値)
1	5月3日	第39回静岡国際陸上競技大会	57.33	(54.78 ー 58.54)
2	5月12日	第11回木南道孝記念陸上競技大会	58.22	(55.72 ー 59.23)
3	6月30日	第108回日本陸上競技選手権大会	58.04	(56.60 ー 59.01)
4	6月30日	第40回U20日本陸上競技選手権大会	59.31	(58.02 ー 1.00.35)

表 10　2024. 05. 03　第 39 回静岡国際陸上 女子 400mH 決勝　レース分析結果

選手名	所属	記録	区間→	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
MO JIADIE	(CHN)	54.78	通過タイム（sec）	6.47	10.59	14.78	19.12	23.61	28.29	33.23	38.32	43.48	48.78	54.78
			区間タイム（sec）	6.49	4.10	4.19	4.34	4.49	4.68	4.94	5.09	5.16	5.30	6.00
			区間速度（m/s）	6.96	8.54	8.35	8.06	7.80	7.48	7.09	6.88	6.78	6.60	6.67
			歩数		15	15	15	16	16	17	17	17	17	
Bing Portia	(NZL)	56.08	通過タイム（sec）	6.91	11.49	16.17	20.89	25.64	30.35	35.09	39.94	45.01	50.25	56.08
			区間タイム（sec）	6.91	4.58	4.68	4.72	4.75	4.71	4.74	4.85	5.07	5.24	5.83
			区間速度（m/s）	6.51	7.64	7.48	7.42	7.37	7.43	7.38	7.22	6.90	6.68	6.86
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	16	16	
山本 亜美	(立命館大)	57.16	通過タイム（sec）	6.72	11.11	15.68	20.32	25.09	29.98	34.98	40.14	45.46	50.88	57.16
			区間タイム（sec）	6.72	4.39	4.57	4.64	4.77	4.89	5.00	5.16	5.32	5.42	6.28
			区間速度（m/s）	6.70	7.97	7.66	7.54	7.34	7.16	7.00	6.78	6.58	6.46	6.37
			歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	
宇都宮 絵莉	(長谷川体育施設)	57.62	通過タイム（sec）	6.51	10.81	15.32	19.84	24.47	29.43	34.57	39.91	45.30	50.95	57.62
			区間タイム（sec）	6.51	4.30	4.51	4.52	4.63	4.96	5.14	5.34	5.39	5.65	6.67
			区間速度（m/s）	6.91	8.14	7.76	7.74	7.56	7.06	6.81	6.55	6.49	6.19	6.00
			歩数		15	15	15	15	16	16	17	17	17	
南澤　明音	(松本土建)	57.94	通過タイム（sec）	6.81	11.24	15.85	20.54	25.28	30.05	35.04	40.27	45.61	51.25	57.94
			区間タイム（sec）	6.81	4.43	4.61	4.69	4.74	4.77	4.99	5.23	5.34	5.64	6.69
			区間速度（m/s）	6.61	7.90	7.59	7.46	7.38	7.34	7.01	6.69	6.55	6.21	5.98
			歩数		15	16	16	16	16	16	17	17	18	
梅原 紗月	(住友電工)	57.99	通過タイム（sec）	6.77	11.33	15.98	20.72	25.59	30.53	35.52	40.67	46.05	51.60	57.99
			区間タイム（sec）	6.77	4.56	4.65	4.74	4.87	4.94	4.99	5.15	5.38	5.55	6.39
			区間速度（m/s）	6.65	7.68	7.53	7.38	7.19	7.09	7.01	6.80	6.51	6.31	6.26
			歩数		16	16	17	17	17	17	17	18	18	
松岡 萌絵	(中央大)	58.49	通過タイム（sec）	6.94	11.58	16.42	21.22	26.13	31.11	36.24	41.54	46.81	52.27	58.49
			区間タイム（sec）	6.94	4.64	4.84	4.80	4.91	4.98	5.13	5.30	5.27	5.46	6.22
			区間速度（m/s）	6.48	7.54	7.23	7.29	7.13	7.03	6.82	6.60	6.64	6.41	6.43
			歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	
イブラヒム　愛紗	(成洋産業)	58.54	通過タイム（sec）	6.64	10.89	15.38	20.09	25.01	30.03	35.14	40.37	45.90	51.82	58.54
			区間タイム（sec）	6.64	4.25	4.49	4.71	4.92	5.02	5.11	5.23	5.53	5.92	6.72
			区間速度（m/s）	6.78	8.24	7.80	7.43	7.11	6.97	6.85	6.69	6.33	5.91	5.95
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	16	17	

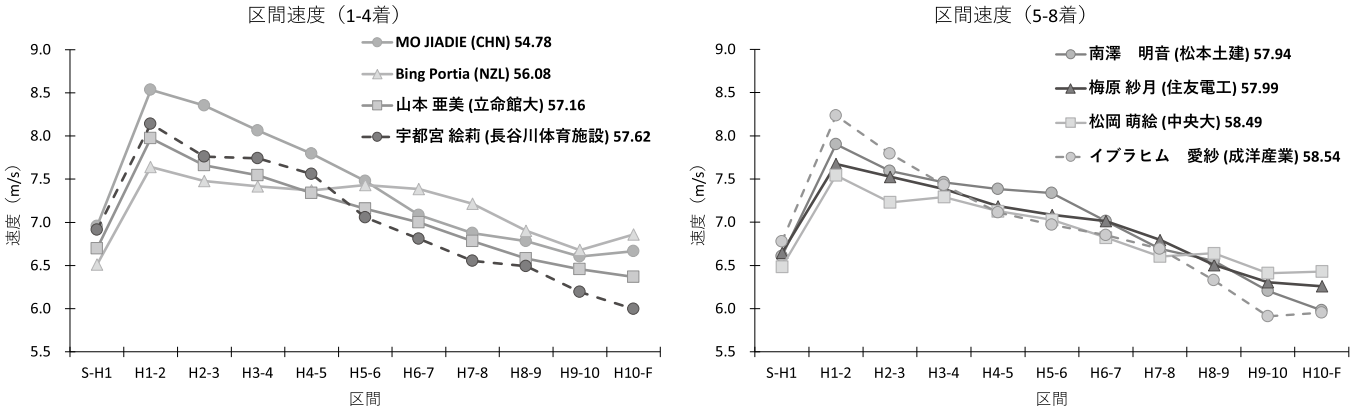


図 8　区間速度の変化（静岡国際 女子 400mH ）

表 11　2024. 05. 12 第 11 回木南道孝記念陸上 女子 400mH タイムレース決勝　レース分析結果

選手名	所属	記録	区間→	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
BING Portia	(NEWZEALAND)	55.72	通過タイム（sec）	6.84	11.28	15.73	20.29	24.94	29.63	34.38	39.22	44.39	49.70	55.72
			区間タイム（sec）	6.84	4.44	4.45	4.56	4.65	4.69	4.75	4.84	5.17	5.31	6.02
			区間速度（m/s）	6.58	7.88	7.87	7.68	7.53	7.46	7.37	7.23	6.77	6.59	6.64
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	16	16	
宇都宮　絵莉	(長谷川体育施設)	57.30	通過タイム（sec）	6.61	11.04	15.58	20.19	24.89	29.88	34.98	40.17	45.53	50.98	57.30
			区間タイム（sec）	6.61	4.43	4.54	4.61	4.70	4.99	5.10	5.19	5.36	5.45	6.32
			区間速度（m/s）	6.81	7.90	7.71	7.59	7.45	7.01	6.86	6.74	6.53	6.42	6.33
			歩数		15	15	15	15	16	16	17	17	17	
梅原　紗月	(住友電工)	58.07	通過タイム（sec）	6.81	11.34	15.98	20.72	25.64	30.65	35.69	40.87	46.26	51.75	58.07
			区間タイム（sec）	6.81	4.53	4.64	4.74	4.92	5.01	5.04	5.18	5.39	5.49	6.32
			区間速度（m/s）	6.61	7.73	7.54	7.38	7.11	6.99	6.94	6.76	6.49	6.38	6.33
			歩数		16	16	17	17	17	17	17	18	18	
南澤　明音	(松本土建)	58.24	通過タイム（sec）	6.87	11.39	16.00	20.57	25.33	30.18	35.24	40.47	45.90	51.48	58.24
			区間タイム（sec）	6.87	4.52	4.61	4.57	4.76	4.85	5.06	5.23	5.43	5.58	6.76
			区間速度（m/s）	6.55	7.74	7.59	7.66	7.35	7.22	6.92	6.69	6.45	6.27	5.92
			歩数		15	16	15	16	16	16	17	17	17	
大久保　光	(ファンアンドランAC)	58.92	通過タイム（sec）	6.72	11.18	15.82	20.60	25.59	30.70	35.92	41.24	46.75	52.35	58.92
			区間タイム（sec）	6.72	4.46	4.64	4.78	4.99	5.11	5.22	5.32	5.51	5.60	6.57
			区間速度（m/s）	6.70	7.85	7.54	7.32	7.01	6.85	6.70	6.58	6.35	6.25	6.09
			歩数		15	15	15	16	16	17	17	17	17	
伊藤　明子	(セレスポ)	59.06	通過タイム（sec）	6.47	10.84	15.45	20.27	25.14	30.16	35.29	40.66	46.26	52.04	59.06
			区間タイム（sec）	6.47	4.37	4.61	4.82	4.87	5.02	5.13	5.37	5.60	5.78	7.02
			区間速度（m/s）	6.96	8.01	7.59	7.26	7.19	6.97	6.82	6.52	6.25	6.06	5.70
			歩数		15	15	16	16	16	16	17	17	17	
横田　華恋	(KAGOTANI)	59.22	通過タイム（sec）	6.72	11.23	15.87	20.64	25.56	30.66	35.77	41.02	46.53	52.42	59.22
			区間タイム（sec）	6.72	4.51	4.64	4.77	4.92	5.10	5.11	5.25	5.51	5.89	6.80
			区間速度（m/s）	6.70	7.76	7.54	7.34	7.11	6.86	6.85	6.67	6.35	5.94	5.88
			歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	18	
辻井　美緒	(大阪教育大)	59.23	通過タイム（sec）	6.82	11.26	15.95	20.85	25.88	31.13	36.35	41.62	47.21	52.94	59.23
			区間タイム（sec）	6.82	4.44	4.69	4.90	5.03	5.25	5.22	5.27	5.59	5.73	6.29
			区間速度（m/s）	6.60	7.88	7.46	7.14	6.96	6.67	6.70	6.64	6.26	6.11	6.36
			歩数		15	15	16	16	17	17	17	18	18	

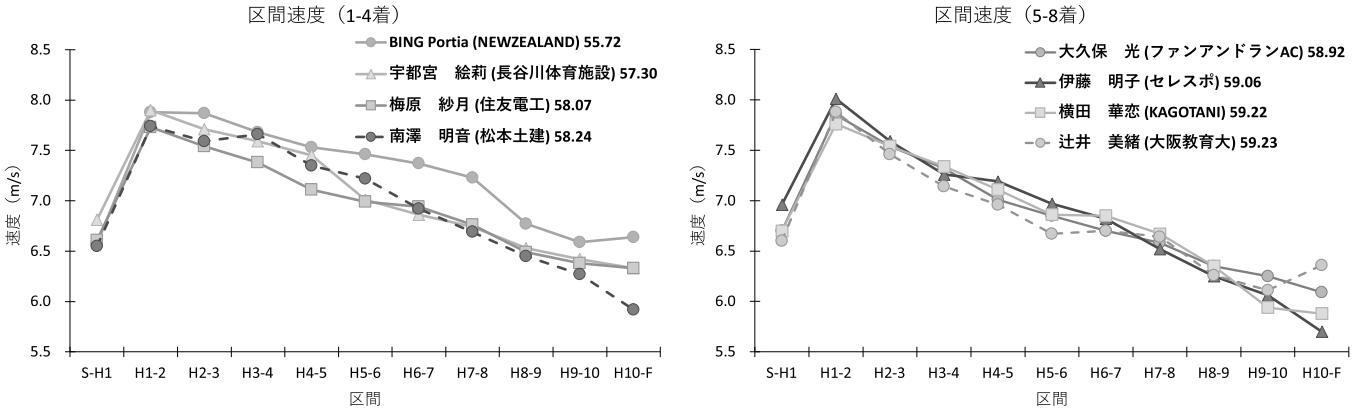


図 9　区間速度の変化（木南記念 女子 400mH ）

表 12　2024.06.30 第 108 回日本陸上競技選手権大会 女子 400mH 決勝　レース分析結果

選手名	所属	記録	区間→	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
山本 亜美	(立命館大)	56.60	通過タイム（sec）	6.81	11.24	15.71	20.24	24.86	29.62	34.55	39.62	44.86	50.27	56.60
			区間タイム（sec）	6.81	4.43	4.47	4.53	4.62	4.76	4.93	5.07	5.24	5.41	6.33
			区間速度（m/s）	6.61	7.90	7.83	7.73	7.58	7.35	7.10	6.90	6.68	6.47	6.32
			歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	
梅原 紗月	(住友電工)	57.38	通過タイム（sec）	6.74	11.24	15.82	20.50	25.26	30.16	35.20	40.31	45.65	51.18	57.38
			区間タイム（sec）	6.74	4.50	4.58	4.68	4.76	4.90	5.04	5.11	5.34	5.53	6.20
			区間速度（m/s）	6.68	7.78	7.64	7.48	7.35	7.14	6.94	6.85	6.55	6.33	6.45
			歩数		16	16	16	16	17	17	17	18	18	
松岡 萌絵	(中央大)	57.61	通過タイム（sec）	6.81	11.36	15.97	20.69	25.53	30.53	35.60	40.79	46.03	51.48	57.61
			区間タイム（sec）	6.81	4.55	4.61	4.72	4.84	5.00	5.07	5.19	5.24	5.45	6.13
			区間速度（m/s）	6.61	7.69	7.59	7.42	7.23	7.00	6.90	6.74	6.68	6.42	6.53
			歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	
益子　芽里	(中央大)	58.07	通過タイム（sec）	6.77	11.24	15.78	20.52	25.36	30.33	35.54	40.87	46.46	52.05	58.07
			区間タイム（sec）	6.77	4.47	4.54	4.74	4.84	4.97	5.21	5.33	5.59	5.59	6.02
			区間速度（m/s）	6.65	7.83	7.71	7.38	7.23	7.04	6.72	6.57	6.26	6.26	6.64
			歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	
南澤　明音	(松本土建)	58.26	通過タイム（sec）	6.71	11.19	15.72	20.32	25.16	30.10	35.27	40.54	45.91	51.47	58.26
			区間タイム（sec）	6.71	4.48	4.53	4.60	4.84	4.94	5.17	5.27	5.37	5.56	6.79
			区間速度（m/s）	6.71	7.81	7.73	7.61	7.23	7.09	6.77	6.64	6.52	6.29	5.89
			歩数		15	15	15	16	16	17	17	17	17	
大久保　光	(フィンアンドラン)	58.65	通過タイム（sec）	6.71	11.11	15.75	20.54	25.39	30.53	35.80	41.14	46.61	52.22	58.65
			区間タイム（sec）	6.71	4.40	4.64	4.79	4.85	5.14	5.27	5.34	5.47	5.61	6.43
			区間速度（m/s）	6.71	7.95	7.54	7.31	7.22	6.81	6.64	6.55	6.40	6.24	6.22
			歩数		15	15	15	16	16	17	17	17	17	
辻井　美緒	(大阪教育大)	58.73	通過タイム（sec）	6.77	11.31	15.88	20.59	25.41	30.46	35.67	41.01	46.51	52.22	58.73
			区間タイム（sec）	6.77	4.54	4.57	4.71	4.82	5.05	5.21	5.34	5.50	5.71	6.51
			区間速度（m/s）	6.65	7.71	7.66	7.43	7.26	6.93	6.72	6.55	6.36	6.13	6.14
			歩数		16	16	16	16	17	17	17	18	18	
宇都宮　絵莉	(長谷川体育施設)	59.01	通過タイム（sec）	6.61	10.98	15.52	20.12	24.89	29.93	35.20	40.61	46.08	51.85	59.01
			区間タイム（sec）	6.61	4.37	4.54	4.60	4.77	5.04	5.27	5.41	5.47	5.77	7.16
			区間速度（m/s）	6.81	8.01	7.71	7.61	7.34	6.94	6.64	6.47	6.40	6.07	5.59
			歩数		15	15	15	15	16	16	17	17	17	

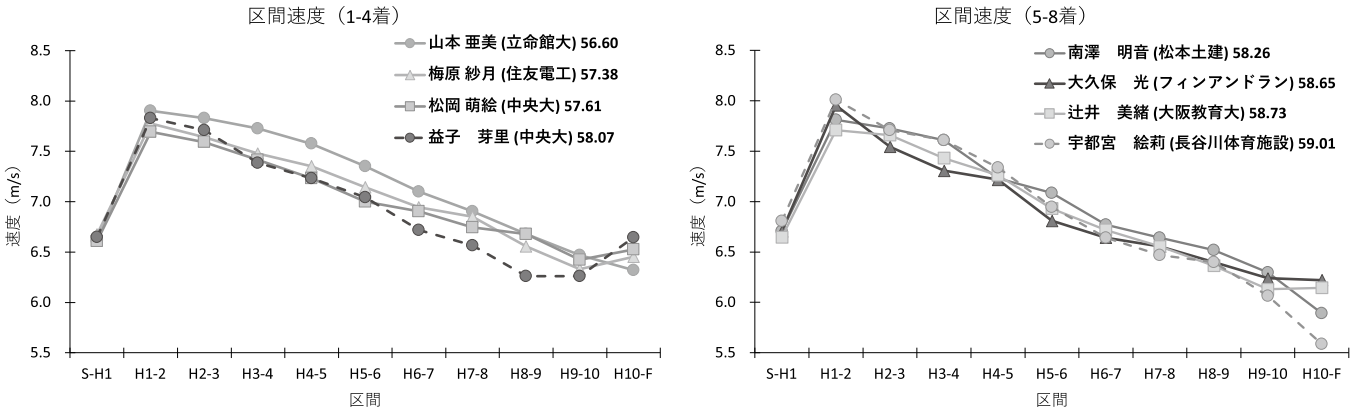


図 10　区間速度の変化（日本選手権女子 400mH ）

表 13　2024.06.30 第 40 回 U20 日本陸上競技選手権大会 女子 400mH 決勝　レース分析結果

選手名	所属	記録	区間→	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
平木　陽	(大阪成蹊大)	58.02	通過タイム（sec）	6.67	11.24	15.88	20.62	25.49	30.46	35.57	40.91	46.28	51.85	58.02
			区間タイム（sec）	6.67	4.57	4.64	4.74	4.87	4.97	5.11	5.34	5.37	5.57	6.17
			区間速度（m/s）	6.75	7.66	7.54	7.38	7.19	7.04	6.85	6.55	6.52	6.28	6.48
			歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	18	
矢島　杏紀	(所沢西高)	58.58	通過タイム（sec）	6.91	11.56	16.35	21.09	25.89	30.80	35.90	41.14	46.65	52.25	58.58
			区間タイム（sec）	6.91	4.65	4.79	4.74	4.80	4.91	5.10	5.24	5.51	5.60	6.33
			区間速度（m/s）	6.51	7.53	7.31	7.38	7.29	7.13	6.86	6.68	6.35	6.25	6.32
			歩数		16	16	16	16	17	17	17	18	18	
畠山　このみ	(立命館慶祥高)	58.7	通過タイム（sec）	6.74	11.28	15.95	20.80	25.76	30.80	36.04	41.41	46.98	52.65	58.70
			区間タイム（sec）	6.74	4.54	4.67	4.85	4.96	5.04	5.24	5.37	5.57	5.67	6.05
			区間速度（m/s）	6.68	7.71	7.49	7.22	7.06	6.94	6.68	6.52	6.28	6.17	6.61
			歩数		16	16	17	17	17	17	17	17	17	
田中　美優	(駒大高)	58.86	通過タイム（sec）	6.94	11.48	16.18	20.85	25.69	30.70	35.92	41.21	46.70	52.35	58.86
			区間タイム（sec）	6.94	4.54	4.70	4.67	4.84	5.01	5.22	5.29	5.49	5.65	6.51
			区間速度（m/s）	6.48	7.71	7.45	7.49	7.23	6.99	6.70	6.62	6.38	6.19	6.14
			歩数		16	16	16	16	16	17	17	17	18	
加藤　充悟	(成田高)	59.68	通過タイム（sec）	6.91	11.51	16.18	20.95	25.86	30.93	36.24	41.71	47.41	53.29	59.68
			区間タイム（sec）	6.91	4.60	4.67	4.77	4.90	5.07	5.31	5.47	5.71	5.87	6.39
			区間速度（m/s）	6.52	7.60	7.49	7.34	7.14	6.90	6.60	6.40	6.13	5.96	6.26
			歩数		17	17	17	17	17	17	17	17	19	
坂本　紗季	(福大大濠高)	1.00.01	通過タイム（sec）	7.07	11.85	16.65	21.49	26.58	31.65	37.10	42.68	48.28	53.95	1.00.01
			区間タイム（sec）	7.07	4.78	4.80	4.84	5.09	5.07	5.45	5.58	5.60	5.67	6.06
			区間速度（m/s）	6.36	7.32	7.29	7.23	6.88	6.90	6.42	6.27	6.25	6.17	6.60
			歩数		15	15	16	16	17	17	17	17	17	
原田　エミリー	(筑波大)	1.00.29	通過タイム（sec）	6.91	11.44	16.02	20.79	25.71	30.96	36.34	41.98	47.76	53.65	1.00.29
			区間タイム（sec）	6.91	4.53	4.58	4.77	4.92	5.25	5.38	5.64	5.78	5.89	6.64
			区間速度（m/s）	6.51	7.73	7.64	7.34	7.11	6.67	6.51	6.21	6.06	5.94	6.02
			歩数		16	16	17	17	18	18	19	19	19	
福島　波暖	(東大阪大敬愛高)	1.00.35	通過タイム（sec）	7.06	11.83	16.75	21.79	26.88	32.02	37.27	42.73	48.28	53.92	1.00.35
			区間タイム（sec）	7.06	4.77	4.92	5.04	5.09	5.14	5.25	5.46	5.55	5.64	6.43
			区間速度（m/s）	6.37	7.34	7.11	6.94	6.88	6.81	6.67	6.41	6.31	6.21	6.22
			歩数		17	17	17	17	17	17	18	18	18	

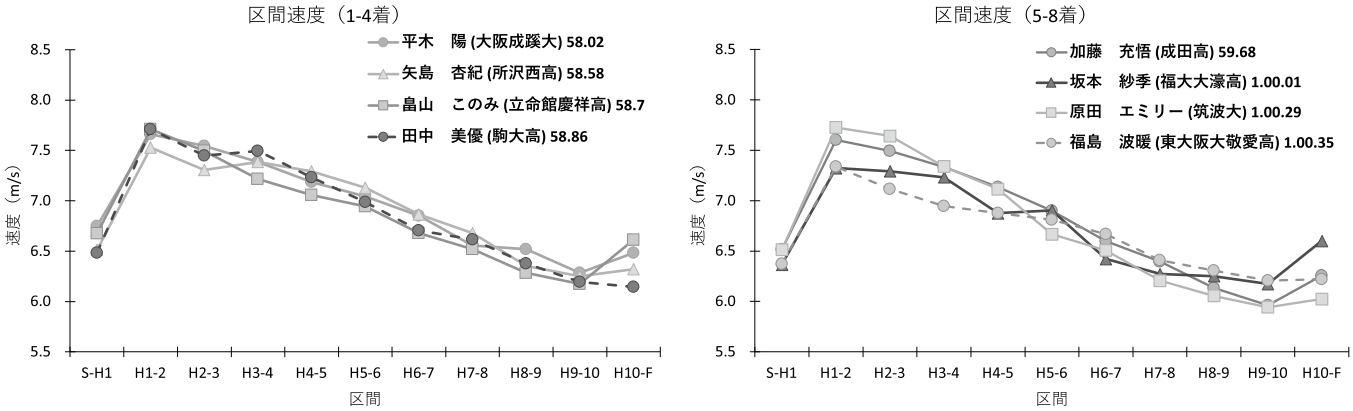


図 11　区間速度の変化（U20 日本選手権女子 400mH ）

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 120-126, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,120-126,2024

日本一流棒高跳競技者と世界一流棒高跳競技者の跳躍に関するキネマティクス変数の比較

景行 崇文[1)]　植松 倫理[2)]　廣田 元輝[2)]　石川 稜将[2)]　杉浦 澄美[3)]　福地 修也[2)]
高松 潤二[4)]　小山 宏之[5)]
1）国立スポーツ科学センター　2）筑波大学大学院　3）筑波大学体育系　4）流通経済大学
5）京都教育大学

１．はじめに

近年，女子棒高跳では日本記録が更新され，男子棒高跳ではU20世界選手権で上位入賞を果たすなど国内において棒高跳界の注目は高まりつつある．ただし，依然として日本棒高跳界の競技水準は世界と大きな差がある現状に鑑みると，日本棒高跳界が世界に近づく一歩として，日本一流棒高跳競技者と世界一流競技者との差を具体的に知ることは重要であろう．

そこで本報告では，跳躍に関する基礎的なキネマティクス変数を日本一流棒高跳競技者と世界一流棒高跳競技者で比較することを目的とした．

２．方法

対象者は，2024年日本陸上競技選手権大会の男女棒高跳決勝で8位入賞した計16名であった．分析試技は，各競技者の最終有効試技とした．なお，男女ともに最大重心高が高かった競技者順にラベリングした．

跳躍の様子は，競技場の観客席上段に設置した2台のカメラ（GH-5s 2台，Panasonic社製；フレームレート120 fps，露光時間 1/1000 s）を用いて撮影した．2台のカメラは，踏切足接地時で同期した．ボックス奥の上縁中点を原点として，助走の進行方向をY軸の正方向,鉛直上向きをZ軸の正方向,Y軸とZ軸の外積をX軸の正方向と定義した(図1)．キャリブレーションは，X軸方向に7.0 m，Y軸方向に10.0 m,Z軸方向に7.0 mの範囲で行った(図1)．男子棒高跳決勝の標準誤差は，X軸で0.014 m，Y軸で0.019 m，Z軸で0.010 mであった．女子棒高跳決勝の標準誤差は,X軸で0.019 m,Y軸で0.017 m,Z軸で0.009 mであった．踏切2歩前からバークリアランスまでを撮影し,動作解析ソフト(Frame-DIAS Ⅵ，Q’s fix社製）を用いて，撮影した映像上の身体分析点23点を120Hzで手動デジタイズした．デジタイズすることで算出した各カメラ映像上の身体分析点の2次元座標値を用いて，3次元DLT法により，身体分析点の実空間上の3次元座標値を算出した．残差分析法（Wells and Winter, 1980）によって最適遮断周波数（6.00 - 13.08 Hz）を決定し，4次のButterworth型ローパスフィルターを用いて，身体分析点の3次元座標値を平滑化した．平滑化した3次元座標値および阿江（1996）の身体部分慣性係数を用いて，競技者の身体を頭部・体幹・左右の上腕・前腕・手・大腿・下腿・足からなるセグメントリンクモデルにモデル化することで，跳躍動作を分析した．なお，本報告で用いた映像は国立スポーツ科学センタースポーツ医・科学研究事業において収集された．

跳躍に関する基礎的なキネマティクス変数として，先行研究（Kageyuki et al., 2020；Schade et al., 2004;高松，1998;武田ほか，2006;武田ほか，2007）で検討されている下記のキネマティクス変数①～⑤を算出した．

①最大重心高：身体重心の座標値Z成分の最大値を，最大重心高と定義した（図2)．

②グリップ高：突っ込みからポールリリースまでにおけるボックス最下点の中央から，上グリップまでの距離をポール弦長とし，ポール突っ込み時のポール弦長をグリップ高と定義した（図2)．

③抜き：グリップ高からボックスの深さ0.2mを差し引いた距離を有効グリップ高とし，最大重心高から有効グリップ高を差し引いた高さを抜

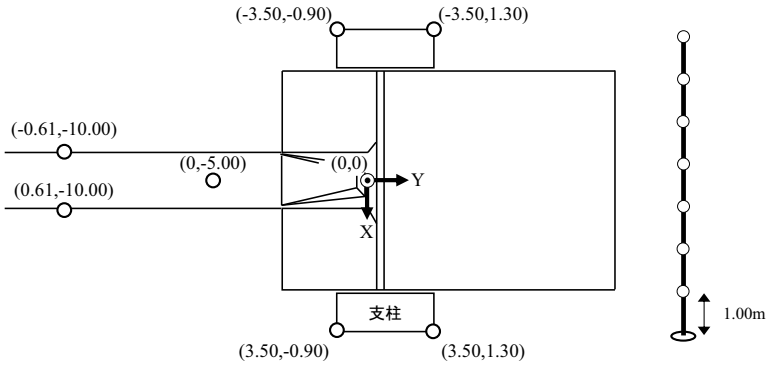


図１　コントロールボリューム

きと定義した（図 2）.

④ポール湾曲量：グリップ高からポール弦長を差し引いた距離をポール湾曲量と定義し，その最大値をポール最大湾曲量と定義した.

⑤ポール湾曲率：グリップ高に対するポール湾曲量をポール湾曲率と定義し，以下の式より算出した．加えて，ポール湾曲率の最大値をポール最大湾曲率と定義した.

$$\text{ポール湾曲率} = \frac{\text{ポール湾曲量}}{\text{グリップ高}} \times 100$$

各変数の平均値と標準偏差（以下,「SD」と略す）を算出した．男女世界一流棒高跳競技者の各変数は Schade et al.（2004）より引用し，日本一流棒高跳競技者と世界一流棒高跳競技者の平均値の差は Mann-Whitney の U 検定を用いて検討した．日本一流棒高跳競技者と世界一流棒高跳競技者の差の大きさは効果量を用いて検討した．有意水準は 5% とした.

３．結果

図 3 には，男子棒高跳決勝で入賞した日本一流男性棒高跳競技者 8 名の跳躍動作をスティックピクチャーで示した．全ての対象者は右手が上握り手となる姿勢で跳躍した.

表 1 には，日本一流男性棒高跳競技者と世界一流男性棒高跳競技者の跳躍に関するキネマティクス変数を示した．日本一流男性棒高跳競技者の最大重心高は 5.48 ± 0.15 m，グリップ高は 4.82 ± 0.10 m，抜きは 0.86 ± 0.22 m，ポール最大湾曲量は 1.45 ± 0.13 m，ポール最大湾曲率は 30.08 ± 2.49 % であった．世界一流男性棒高跳競技者と比較して日本一流男性棒高跳競技者は最大重心高，グリップ高，抜きが有意に低かった（表 1）.

図 4 には，女子棒高跳決勝で入賞した日本一流女性棒高跳競技者 8 名の跳躍動作をスティックピクチャーで示した．全ての対象者は右手が上握り手となる姿勢で跳躍した.

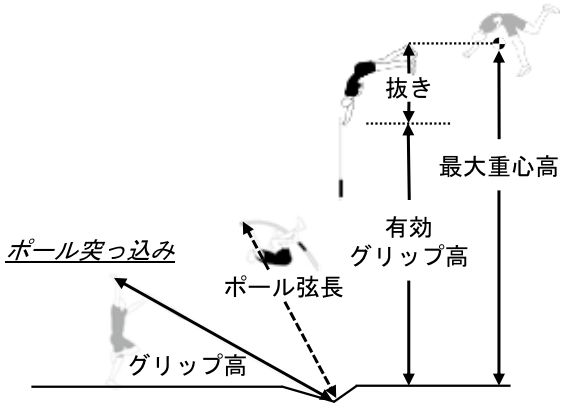


図２　跳躍に関するキネマティクス変数

表 2 には，日本一流女性棒高跳競技者と世界一流女性棒高跳競技者の跳躍に関するキネマティクス変数を示した．日本一流女性棒高跳競技者の最大重心高は 4.13 ± 0.16 m，グリップ高は 4.15 ± 0.08 m，抜きは 0.19 ± 0.11 m，ポール最大湾曲量は 1.17 ± 0.10 m，ポール最大湾曲率は 28.13 ± 2.47 % であった．世界一流女性棒高跳競技者と比較して日本一流女性棒高跳競技者は最大重心高，グリップ高，抜きが有意に低かった（表 2）．一方，世界一流女性棒高跳競技者と比較して日本一流女性棒高跳競技者はポール最大湾曲量が有意に大きく，ポール最大湾曲率が有意に高かった（表 2）.

４．考察

本報告は跳躍に関する基礎的なキネマティクス変数を日本一流棒高跳競技者と世界一流棒高跳競技者で比較することを目的として，2024 年日本選手権の男女棒高跳決勝の動作分析を行った．その結果，世界一流棒高跳競技者と比較して男女ともに日本一流棒高跳競技者は最大重心高，グリップ高，抜きが有意に低いことが明らかとなった（表 1 および 2）.

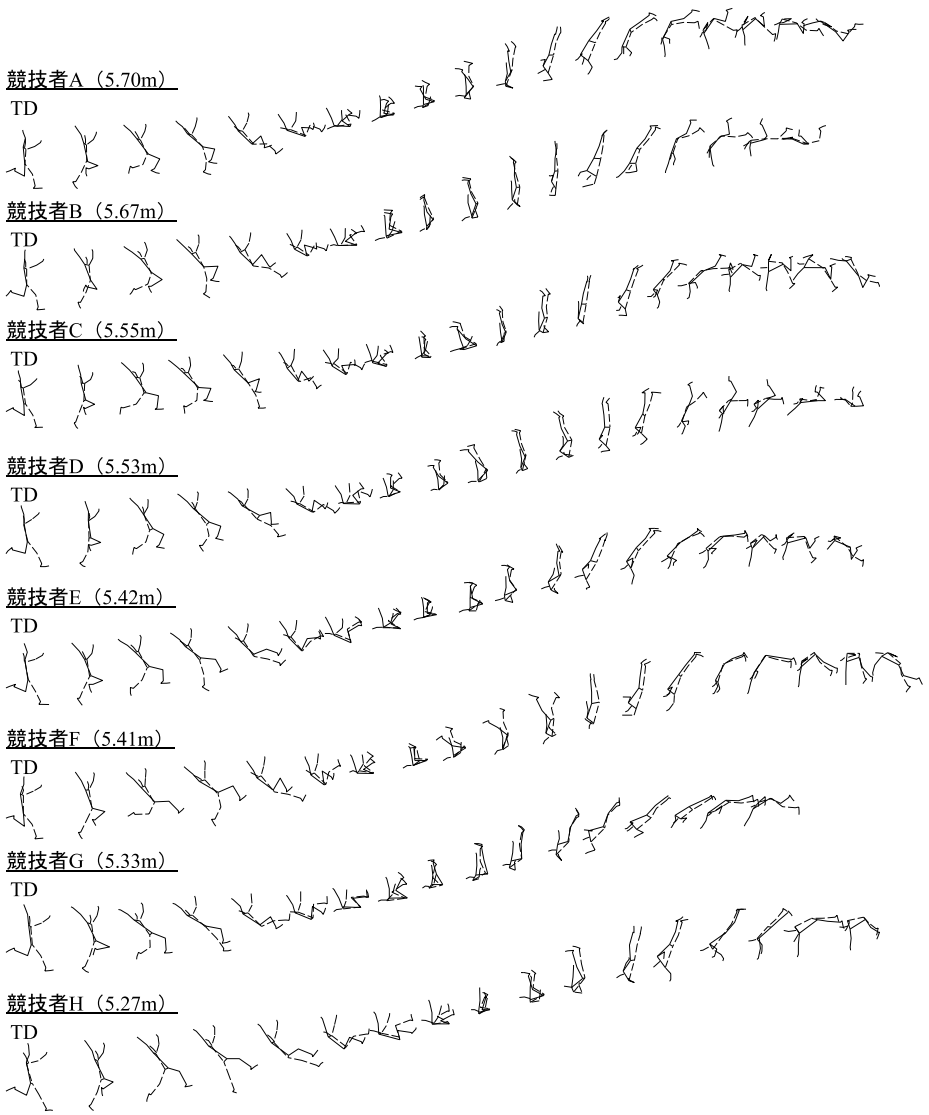


図３　日本一流男性棒高跳競技者の跳躍動作
踏切足接地時（TD）を基準にして，0.1s ごとのスティックピクチャーを図示
実線は右半身，破線は左半身，（）内は記録した最大重心高

表１　日本一流男性棒高跳競技者の跳躍に関するキネマティクス変数

変数	競技者								平均±SD	世界一流 平均±SD	p	効果量
	A	B	C	D	E	F	G	H				
最大重心高（m）	5.70	5.67	5.55	5.53	5.42	5.41	5.33	5.27	5.48±0.15	5.93±0.09	< 0.01	3.56
グリップ高（m）	4.79	4.70	4.79	4.79	4.93	4.78	5.02	4.77	4.82±0.10	5.00±0.07	< 0.01	2.84
抜き（m）	1.11	1.16	0.97	0.94	0.69	0.84	0.51	0.70	0.86±0.22	1.13±0.05	< 0.01	2.67
ポール最大湾曲量（m）	1.38	1.49	1.44	1.42	1.35	1.56	1.69	1.28	1.45±0.13	1.40±0.15	n.s.	-1.24
ポール最大湾曲率（%）	28.72	31.64	30.12	29.66	27.31	32.69	33.75	26.78	30.08±2.49	28.00±2.80	n.s.	-1.69

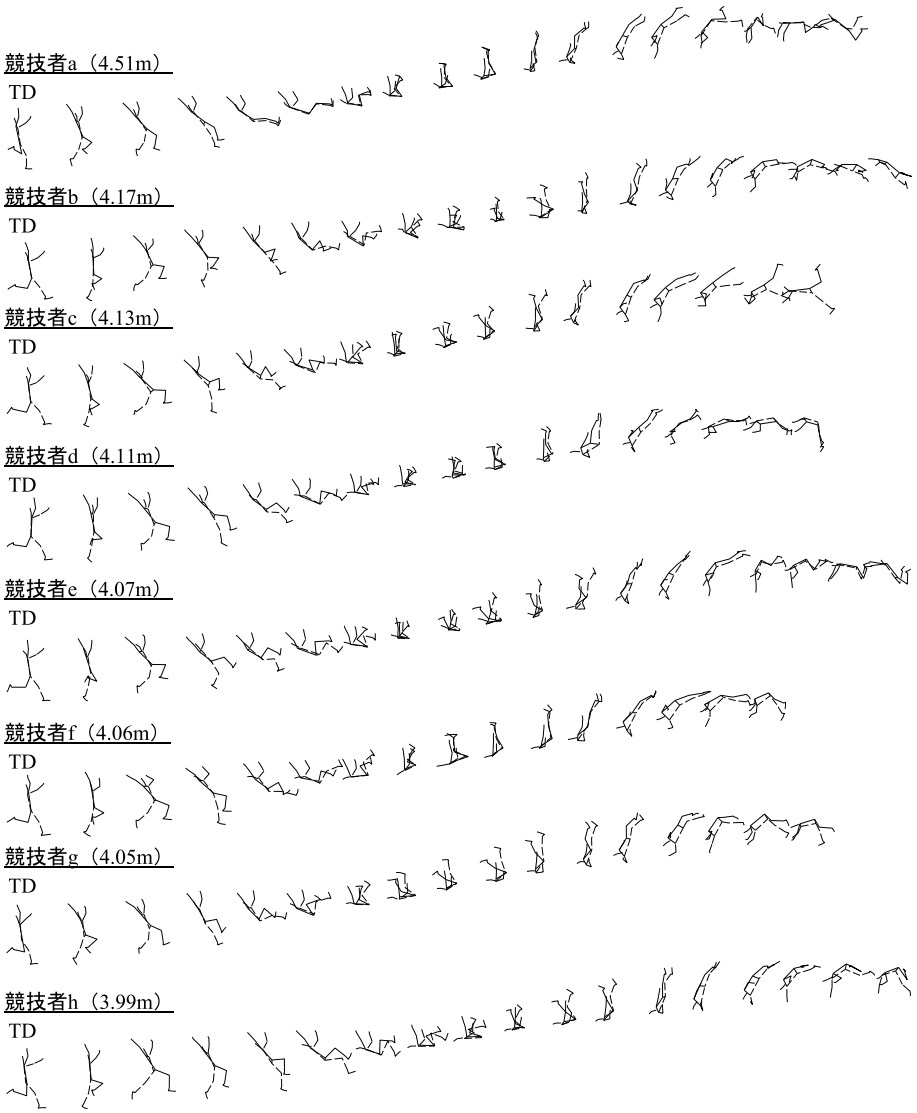


図 4　日本一流女性棒高跳競技者の跳躍動作
踏切足接地時（TD）を基準にして，0.1s ごとのスティックピクチャーを図示
実線は右半身，破線は左半身，（）内は記録した最大重心高

表 2　日本一流女性棒高跳競技者の跳躍に関するキネマティクス変数

変数	競技者								平均±SD	世界一流 平均±SD	p	効果量
	a	b	c	d	e	f	g	h				
最大重心高（m）	4.51	4.17	4.13	4.11	4.07	4.06	4.05	3.99	4.13±0.16	4.58±0.08	< 0.01	3.47
グリップ高（m）	4.30	4.13	4.13	4.17	4.16	4.12	4.01	4.16	4.15±0.08	4.25±0.09	< 0.05	2.31
抜き（m）	0.41	0.24	0.20	0.13	0.11	0.14	0.24	0.03	0.19±0.11	0.53±0.10	< 0.01	3.47
ポール最大湾曲量（m）	1.25	1.04	1.11	1.06	1.36	1.14	1.19	1.20	1.17±0.10	1.03±0.15	< 0.05	-2.05
ポール最大湾曲率（%）	28.98	25.04	26.97	25.31	32.64	27.74	29.59	28.80	28.13±2.47	24.14±3.60	< 0.05	-2.22

そこで以下では，世界との差を埋めるための要素を性別ごとに検討する．

日本一流男性棒高跳競技者について

先述の通り，世界一流男性棒高跳競技者と比較して日本一流男性棒高跳競技者は最大重心高，グリップ高，抜きが有意に低かった（表 1）．最大重心高は有効グリップ高と抜きから構成される(村木，1982)．加えて，グリップ高と抜きの効果量は同程度であったこと（表 1）も踏まえると，世界へ近づくために日本一流男性棒高跳競技者にはグリップ高と抜きの両者を高めることが求められるであろう．

今日では大きく変形する弾性ポールが広く普及しており，ポールが大きく曲がることでポール下端周りにおける競技者 - ポール系全体の慣性モーメントが小さくなり，ポールが立ちやすくなることから，高い位置を握って跳躍できる点が弾性ポールを用いるメリットとして考えられている（Hay，1993；景行ほか，2020b；木越ほか，2007)．ただし，ポール最大湾曲量とポール最大湾曲率は日本一流男性棒高跳競技者と世界一流男性棒高跳競技者との間で有意な差は認められなかった(表 1)．これは裏を返すと，世界一流男性棒高跳競技者は高い位置を握ってもポールを立てることができることを示唆している．ポールが起きやすくなるためには,先述の通り,ポール下端周りにおける系全体の慣性モーメントが小さくなることが有効である.そして,系全体の慣性モーメントが小さくなるためには,“ポールが大きく曲がること”と“身体が伸びた姿勢になって身体重心がポール下端に近づくこと”が寄与すると考えられる．よって，日本一流男性棒高跳競技者は世界一流男性棒高跳競技者と比較して同じくらいポールが大きく曲がっていたこと（表 1）を踏まえると，ポールが立つ技術の習得が重要であると考えられる．ただし，海外の競技者と比較して一般的に日本人棒高跳競技者は形態が小さいため，形態の大きな海外競技者の技術を日本人競技者がそのまま導入することは難しい可能性があり，日本人の形態に適した優れた技術の習得や検討が今後求められるであろう．

一方，淵本（1992）は，ポールには復元するのに必要以上のエネルギーが蓄えられていたことを報告し，この過剰に蓄積されたエネルギーを超過弾性エネルギーと定義している．この超過弾性エネルギーは競技者の身体をより上方に跳ね上げる能力を指し，超過弾性エネルギーが大きいほど抜きが高く，競技者の体重に対してポールが硬いほど超過弾性エネルギーが大きいことが報告されている（淵本，1992)．世界一流男性棒高跳競技者は日本一流男性棒高跳競技者と比較して抜きが高かったことから(表 1)，本研究の結果は日本一流男性棒高跳競技者がより硬いポールを用いることの必要性を示唆している．また，ポールが完全に復元する時点（ポールストレート）付近で身体重心最大鉛直速度は出現し，身体重心最大鉛直速度が高い競技者ほど最大重心高が高いことが報告されている（高松，1998；景行ほか，2020a)．加えて，身体重心最大鉛直速度が高い競技者はポール伸展局面における身体重心鉛直速度増加量が大きいことが報告されている（景行ほか，2020a)．ただし，身体重心最大鉛直速度とポール伸展局面におけるボックス反力鉛直成分の力積との間に有意な相関関係は認められなかった（景行ほか，2020a)．これらの結果を踏まえると，抜きの向上にはポール復元時の反発を競技者が上手く受け止め，鉛直上向きの運動へと繋げることが重要であると考えられる．ポール復元時の反発を受け止めることに関して，上半身の筋群が共収縮して固めること(stabilizing) の重要性が示されているほか (Frère et al.，2012a)，ポール伸展局面における身体重心鉛直速度増加量が大きい競技者は，ポール湾曲局面における体幹部の後方回転が大きい（より水平位になっていた）ことが報告されている（景行ほか，2020a)．すなわち，ポールが復元を開始する時にはボックス反力の作用線上に身体重心を位置させる身体操作が有効であると考えられ，ポールが立ちながらもポール復元時の反発を上手く受け止められるような技術の習得と検討が今後求められるであろう．

以上を踏まえると,日本一流男性棒高跳競技者は,“①高い位置を握ってもポールが立つ技術の習得によるグリップ高の向上”ならびに“②硬いポールを曲げてポールの反発を強くしながらもその反発をもらう技術の習得による抜きの向上”が今後期待される．

日本一流女性棒高跳競技者について

続いて，日本一流女性棒高跳競技者に着目する．世界一流女性棒高跳競技者と比較して日本一流女性棒高跳競技者は最大重心高，グリップ高，抜きが有意に低かった（表 2)．そのため，世界へ近づくためには日本一流女性棒高跳競技者もグリップ高と抜きの両者を高めることが求められるであろう．ただし，男性棒高跳競技者とは異なり，女性棒高跳競技者はグリップ高の効果量と比較して抜きの効果量が大きかったことは特筆すべき点である（表 2)．先述の通り，超過弾性エネルギーが大きいほど抜きが

高く，競技者の体重に対してポールが硬いほど超過弾性エネルギーが大きいことが報告されている（淵本，1992）．加えて，世界一流女性棒高跳競技者と比較して日本一流女性棒高跳競技者はポール最大湾曲量が有意に大きく，ポール最大湾曲率が有意に高かった（表2）．これらを踏まえると，日本一流女性棒高跳競技者が用いるポールは柔らかすぎる可能性が考えられる．Schade et al.（2004）は，世界一流男性棒高跳競技者と比較して世界一流女性棒高跳競技者はポール最大湾曲量が小さく，ポール最大湾曲率も低かったことを報告している．さらにSchade et al.（2004）は，世界一流女性棒高跳競技者は世界一流男性棒高跳競技者と比較して踏切足離地直後の身体重心周りにおける角運動量の増大が顕著であったことを報告している．踏切直後に意図せぬタイミングで身体が後方回転してしまう現象は振られる（passive swing）と呼ばれ，ポールの湾曲に負の影響があると考えられている．よって，Schade et al.（2004）は，世界一流男性棒高跳競技者と比較して世界一流女性棒高跳競技者はポールが硬すぎること，肩関節周りや身体前面の筋力ならびにそれら筋群のエネルギー貯蓄能力が低いことをポールの湾曲が小さかった要因として挙げている．踏切足離地以降，ポールに作用する力はグリップを介して身体に作用することから，上半身の筋力や動作の重要性は研究・現場問わず言及されており（Frère et al.，2012b），より硬いポールの使用を目指したトレーニングが女性競技者には特に求められるであろう．なお，一般的に，男性と比較して女性は肩幅が狭く（リオード・フェイゲンバウム，2018），肩関節周りや身体前面の筋力ならびにそれら筋群のエネルギー貯蓄能力には解剖学的な影響も含まれる．そのため，Schade et al.（2004）は，世界一流女性棒高跳競技者の技術は世界一流男性棒高跳競技者の低い跳躍をそのまま当てはめたものではなく，跳躍の戦略やポールの弾性との関わり方がそもそも性別で異なっている可能性を示唆している．したがって，動作や体力の観点から男女の棒高跳競技者で何が共通し異なるかを検討することは，女性棒高跳競技者のパフォーマンス向上に資する可能性があることから，女性競技者を対象とした研究や分析も今後必要になるであろう．

以上を踏まえると，日本一流女性棒高跳競技者は，“①高い位置を握ってもポールが立つ技術の習得によるグリップ高の向上”ならびに“②硬いポールを曲げてポールの反発を強くしながらもその反発をもらう技術の習得による抜きの向上”が今後期待される．そして，日本一流女性棒高跳競技者は後者の必要性が高いと考えられる．

５．まとめ

本報告では，2024年日本選手権の男女棒高跳決勝で8位入賞した16名を対象に動作分析を行った．

その結果，世界一流棒高跳競技者と比較して，男女ともに日本一流棒高跳競技者は最大重心高，グリップ高，抜きが有意に低かった．一方，世界一流男性棒高跳競技者と比較して日本一流男性棒高跳競技者はポール最大湾曲量とポール最大湾曲率が同程度であった．それに対し，世界一流女性棒高跳競技者と比較して日本一流女性棒高跳競技者はポール最大湾曲量が有意に大きく，ポール最大湾曲率も有意に高かった．これらの結果は，“①高い位置を握ってもポールが立つ技術の習得によるグリップ高の向上”ならびに“②硬いポールを曲げてポールの反発を強くしながらもその反発をもらう技術の習得による抜きの向上”が男女に共通して求められることを示唆している．

参考文献

阿江通良（1996）日本人幼少年およびアスリートの身体部分慣性係数．Japanese Journal of Sports Science，15(3)：155-162.

Frère，J.，Göpfert，B.，Hug，F.，Slawinski，J. and Tourny-Chollet，C.（2012a）Catapult effect in pole vaulting: Is muscle coordination determinant?. Journal of Electromyography and Kinesiology，22（1）: 145-152.

Frère，J.，Göpfert，B.，Slawinski，J.，and Tourny-Chollet，C.（2012b）Effect of the upper limbs muscles activity on the mechanical energy gain in pole vaulting. Journal of Electromyography and Kinesiology，22(2): 207-214.

Hay，J. G.（1993）The biomechanics of sports techniques（4th edition）. New Jersey: Prentice Hall.

淵本隆文（1992）スポーツ用具に注入されるエネルギーを測る―棒高跳ポールの場合―．Japanese Journal of Sports Sciences，11(3)：188-193.

景行崇文・松林武生・浅井武・大山卞圭悟・木越清信（2020a）棒高跳における身体重心の最大鉛直

速度へ影響を及ぼす力学的要因.陸上競技学会誌, 18：17-26.
景行崇文・松林武生・浅井武・大山卞圭悟・木越清信（2020b）棒高跳におけるポールの曲がりと両グリップの動きとの関係. 体育学研究, 65：415-426.
Kageyuki, T., Matsubayashi, T., Yamamoto, T., Kobayashi, F., Asai, T., Ohyama-Byun, K., and Kigoshi, K. (2020) Mechanical Factors Influencing Bending of Pole in Pole Vault. International Journal of Sport and Health Science, 18：134-143.
木越清信・小林史明・下嶽進一郎（2007）棒高跳におけるグリップに影響を及ぼす技術的要因 - 日本人競技者はグリップ高を高めるために何をすべきか？ - . 陸上競技学会誌, 6：89-94.
リオード・フェイゲンバウム（2018）年齢差・性差とレジスタンスエクササイズへの影響.篠田邦彦・岡田純一監修, ストレングストレーニング＆コンディショニング第4版. ブックハウス・エイチディ, pp. 149-170.
村木征人（1982）棒高跳. 大石三四郎および浅田隆夫　編著　現代スポーツコーチ実践講座2 陸上競技（フィールド）. ぎょうせい, pp. 380-443.
Schade, F., Arampatzis, A., Bru ¨ggemann, G.-P., and Komi, P. V. (2004) Comparison of the men’s and the women’s pole vault at the 2000 Sydney Olympic Games. Journal of Sports Sciences, 22(9): 835-842.
高松潤二（1998）棒高跳のポール支持局面の跳躍動作に関するバイオメカニクス的研究：最大重心高増大のための技術的要因. 筑波大学博士（体育科学）学位論文
武田理・村木有也・小山宏之・阿江通良（2006）男子棒高跳における重心水平速度変化およびポール湾曲度. 陸上競技研究紀要, 2：144-146.
武田理・小山宏之・吉原礼・阿江通良（2007）エネルギー変換率からみた男子棒高跳選手の跳躍技術に関するバイオメカニクス的分析. 陸上競技研究紀要, 3：16-24.
Wells, R.P. and Winter, D.A. (1980) Assessment of signal noise in the kinematics of normal, pathological and sporting gaits. Human Locomotion, 1: 36-41.

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 127-133, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,127-133,2024

日本一流男子走高跳競技者における踏切動作のキネマティクス的特徴

杉浦 澄美[1)]　柴田 篤志[2)]　景行 崇文[3)]　小山 宏之[4)]
1）筑波大学　2）新潟医療福祉大学　3）国立スポーツ科学センター　4）京都教育大学

1. はじめに

近年，国内の男子走高跳では，2019年に戸邉直人氏によって13年ぶりに日本記録が更新され，2024年8月に開催されたパリ五輪では赤松諒一氏が五輪日本人最高記録の2m31で5位入賞を果たすなど，競技レベルが高まりつつある．しかし，近年の国内男子走高跳競技者に関する基礎的資料は少ない．本報告では，2024年日本陸上競技選手権大会およびU20日本選手権大会の男子走高跳において上位に入賞した競技者の基礎的なキネマティクス変数について報告する．

2. 方法

2-1　分析対象者および分析対象試技

分析対象者は，2024年日本陸上競技選手権大会の男子走高跳で1～4位に入賞した4名，およびU20日本陸上競技選手権大会の男子走高跳で2位までに入賞した2名の計6名で，各対象者の最も記録の高い試技を対象試技とした．

2-2　データ収集およびデータ処理

跳躍の様子をマットの右後方および左後方の観客席上段に設置した2台のハイスピードカメラ(LUMIX GH5s, Panasonic社製；フレームレート240 fps, 露光時間1/1600-1/800 s）を用いて固定撮影した．撮影範囲は踏切2歩前からバークリアまでとし，キャリブレーション範囲はバーの中点を原点として左右5 m，助走路方向に5 mとした．試技の撮影前にキャリブレーション範囲内の計測点にキャリブレーションポールを立てて撮影した．なお，この撮影は日本陸上競技連盟科学委員会の活動として行われたものである．

撮影したVTR画像から，踏切2歩前接地の10コマ前から踏切足離地の10コマ後までの身体分析点23点をビデオ動作分析システム（Frame DIAS Ⅴ,Q's fix社製）を用いてデジタイズを行った．2台のカメラの同期は，足の接地あるいは離地のコマを用いて行った．2台のカメラから得られた身体分析点とコントロールポイントの2次元座標値から，3次元DLT法を用いて身体分析点の3次元座標を算出した．3次元座標はバーの中点を原点とし，地面と水平かつバーと平行の軸をX軸，地面と水平かつバーと垂直に交わる軸をY軸，鉛直軸をZ軸とする右手座標系を静止座標系と定義した．Y軸は原点からマットへ向かう向きを正とした．コントロールポイントの3次元座標値と計算値との標準誤差は，X軸で0.005 m，Y軸で0.006 m，Z軸で0.008 mであった．身体分析点の座標はWells and Winter（1980）の方法を用いて分析点ごとに最適遮断数周波数（7.2-12.0 Hz）を決定し，4次のButterworth low-pass digital filterを用いて平滑化した．

2-3　算出項目

身体分析点の3次元座標から，阿江（1996a）の身体部分慣性係数を用いて部分および全身の重心座標を算出した．身体重心の座標値と，身体分析点の座標値を用いて，以下の項目を算出した．

① 身体重心の変位

H0：踏切足接地時における身体重心のZ軸座標値と定義した．

H1：踏切足離地時における身体重心のZ軸座標値と定義した．

H2：空中における身体重心の上昇高で，次の式より算出した．

$$H2 = \frac{VCGV_{TO}}{2g}$$

ここで，$VCGV_{to}$は踏切足離地時における身体重心の鉛直速度を示し，gは重力加速度9.81 m/s^{2}を示す．

最大重心高：H1とH2との和と定義した．

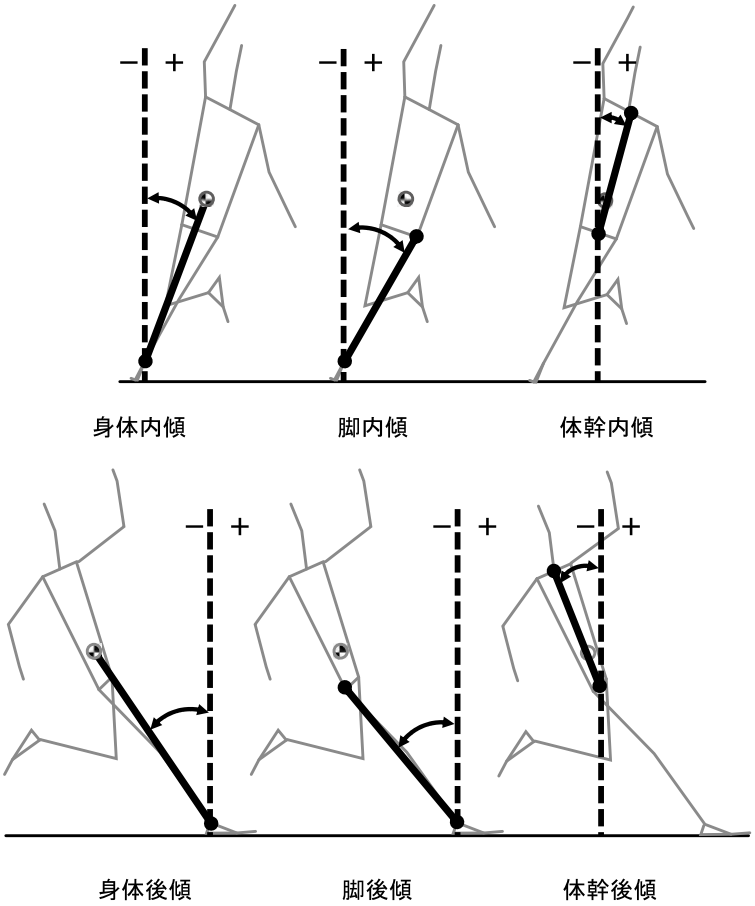


図１　後傾角度と内傾角度の定義

H3：最大重心高とバーの高さとの差と定義した．

② 身体重心の速度：身体重心の変位を時間微分することで身体重心速度を算出し，身体重心速度のＺ軸成分を鉛直速度，Ｘ軸成分とＹ軸成分を合成した成分を水平速度とした．

③ 踏切位置：踏切接地時の踏切足つま先とバーとのＹ軸方向の距離と定義した．

④ 踏切脚の関節角度

膝関節角度：踏切脚の大腿と下腿のなす角度と定義した．

股関節角度：両股関節の中点から両肩関節の中点へ向かうベクトルと大腿のなす角度と定義した．

足関節角度：踵から足先に向かうベクトルと下腿のなす角度と定義した．

なお，伸展および底屈を正，屈曲および背屈を負とした．

⑤ 踏切脚膝関節平均伸展角速度：踏切後半における膝関節伸展量を踏切後半の時間で除すことで算出した．

⑥ 踏込角度および踏切角度：踏切足接地時点における身体重心速度ベクトルが水平面となす角度を踏込角度，踏切足離地時点における身体重心速度ベクトルが水平面となす角度を踏切角度と定義した．

⑦ 身体，脚，体幹の内傾角度および後傾角度

踏切局面における身体重心速度ベクトルの水平成分（静止座標系のＸおよびＹ成分の合成ベクトル）をＹ’軸，地面に水平かつＹ’軸に直行する軸をＸ’軸，鉛直軸をＺ軸とする右手系の移動座標系を定義した．身体重心と踏切脚足関節を結んだ線分，踏切脚股関節と踏切脚足関節を結んだ線分，両肩中点と両股関節中点を結んだ線分をＹ’－Ｚ平面に投影し，鉛直軸となす角度をそれぞれ全身，踏切脚，体幹の後傾角とし，正を後傾，負を前傾とした．また，これらの線分をＸ’－Ｚ平面に投影し，鉛直軸となす角度をそれぞれ全身，踏切脚，体幹の内傾角とし，正を内傾，負を外傾とした．（図 1）

2-4　局面定義

踏切脚膝関節の最大屈曲時点を踏切の中間とし，それ以前を踏切前半，以降を踏切後半とした．

3. 結果および考察

本報告の目的は，2024 年日本陸上競技選手権大

表 1　身体重心高と踏切位置

	身体重心高（m）						踏切位置（m）
	記録	接地（H0）	離地（H1）	H2 *	H3 *	最大 *	
赤松	2.25	0.88	1.30	0.99	-0.04	2.29	-1.20
衛藤	2.25	0.88	1.29	1.12	-0.16	2.41	-1.08
真野	2.20	0.87	1.24	1.16	-0.20	2.40	-1.30
長谷川	2.20	0.80	1.25	1.09	-0.14	2.34	-1.31
永瀬（U20）	2.09	0.87	1.23	1.02	-0.16	2.25	-1.12
中村（U20）	2.09	0.85	1.24	0.97	-0.12	2.21	-1.32
mean	2.18	0.86	1.26	1.06	-0.14	2.32	-1.22
SD	0.07	0.03	0.03	0.07	0.05	0.07	0.10

*;離地時の身体重心鉛直速度から推定.

表 2　身体重心速度

	身体重心水平速度（m/s）			身体重心水平速度変化量（m/s）			身体重心鉛直速度（m/s）			身体重心鉛直速度変化量（m/s）			踏込角度（deg）	踏切角度（deg）
	接地	離地	中間	前半	後半	全体	接地	離地	中間	前半	後半	全体		
赤松	7.22	4.29	4.68	-2.54	-0.39	-2.93	-0.05	4.40	3.95	4.00	0.45	4.45	-0.4	45.7
衛藤	7.17	3.63	4.72	-2.45	-1.09	-3.54	-0.43	4.68	3.40	3.83	1.28	5.11	-3.4	52.2
真野	7.87	4.53	5.16	-2.70	-0.63	-3.34	0.14	4.78	3.60	3.46	1.18	4.64	1.0	46.5
長谷川	7.33	3.86	4.60	-2.73	-0.74	-3.47	-0.05	4.62	3.54	3.59	1.08	4.67	-0.4	50.1
永瀬（U20）	7.41	4.55	5.10	-2.31	-0.55	-2.86	0.18	4.47	3.70	3.52	0.77	4.30	1.4	44.5
中村（U20）	7.76	4.29	4.96	-2.81	-0.66	-3.47	-0.50	4.36	3.35	3.85	1.01	4.86	-3.7	45.5
mean	7.46	4.19	4.87	-2.59	-0.68	-3.27	-0.12	4.55	3.59	3.71	0.96	4.67	-0.9	47.4
SD	0.26	0.34	0.21	0.17	0.21	0.27	0.26	0.15	0.20	0.20	0.28	0.26	2.0	2.8

表 3　踏切時間

	踏切時間（sec）		
	全体	前半	後半
赤松	0.158	0.104	0.054
衛藤	0.150	0.083	0.067
真野	0.129	0.075	0.054
長谷川	0.167	0.096	0.071
永瀬（U20）	0.129	0.075	0.054
中村（U20）	0.167	0.100	0.067
mean	0.150	0.089	0.061
SD	0.016	0.012	0.007

表 4　踏切脚の関節角度

	膝関節角度（deg）					膝関節平均角速度（deg/s）		股関節角度			足関節角度		
	接地	最小	離地	屈曲量	伸展量	屈曲	伸展	接地	最小	離地	接地	最小	離地
赤松	166.7	131.9	164.5	34.8	32.6	334.6	517.5	144.9	143.2	171.6	117.0	87.0	127.9
衛藤	165.5	142.3	174.2	23.2	31.9	279.5	476.1	140.1	140.1	174.6	121.7	94.2	123.6
真野	173.3	139.0	164.5	34.3	25.5	457.3	472.2	146.9	146.9	166.9	129.2	90.8	127.8
長谷川	164.0	143.0	175.5	21.0	32.5	218.8	457.7	138.2	138.2	176.5	104.0	94.5	135.9
永瀬（U20）	171.3	155.7	174.1	15.6	18.4	208.0	340.7	148.1	148.1	171.9	110.4	99.6	126.8
中村（U20）	170.2	136.9	172.6	33.3	35.7	333.0	532.8	144.8	139.9	174.8	99.6	88.7	118.6
mean	168.5	141.5	170.9	27.0	29.4	305.2	466.2	143.8	142.7	172.7	113.7	92.5	126.8
SD	3.3	7.3	4.6	7.5	5.8	84.0	61.9	3.5	3.7	3.1	10.2	4.2	5.2

表 5　後傾角度と内傾角度

	接地時の後傾角度（deg）			離地時の後傾角度（deg）			接地時の内傾角度（deg）			離地時の内傾角度（deg）		
	身体	脚	体幹	身体	脚	体幹	身体	脚	体幹	身体	脚	体幹
赤松	39.9	44.0	16.6	-4.7	4.3	-0.1	-2.7	1.7	11.1	-0.2	0.7	-4.9
衛藤	40.4	45.9	13.6	-1.6	5.8	6.4	-3.2	2.3	8.8	1.8	1.0	-5.4
真野	38.3	44.0	16.9	-2.0	6.3	4.1	-1.9	1.5	15.0	0.7	-0.6	5.3
長谷川	42.4	49.6	15.3	-4.3	4.6	-0.7	-0.3	5.1	13.4	1.8	1.4	0.7
永瀬（U20）	37.4	43.7	15.0	-2.1	7.3	-3.1	-1.2	4.5	9.5	1.0	-0.5	-1.6
中村（U20）	41.2	46.6	15.4	-7.3	1.3	-1.8	-1.4	6.3	8.3	1.9	2.5	0.7
mean	39.9	45.6	15.5	-3.7	4.9	0.8	-1.8	3.6	11.0	1.2	0.8	-0.9
SD	1.7	2.1	1.1	2.0	1.9	3.3	1.0	1.8	2.5	0.8	1.1	3.7

会および U20 日本陸上競技選手権大会における男子走高跳で上位に入賞した選手の跳躍に関する基礎的なキネマティクス変数を報告することであった．以降では,跳躍高に関連する項目ついて考察を加える．

走高跳の記録は，踏切足離地時における身体重心高（H1），踏切足離地後の空中における身体重心の上昇高（H2）最大重心高とバーの高さとの差（H3）から構成される（表 1）．このうち，H2 は競技者が跳び上がった実質的な跳躍高であり，記録向上のためにはこれを高めることが課題となる．H2 は，踏切足離地時における身体重心の鉛直速度によって決定され（2-3 ①参照），踏切足離地時における身体重心の鉛直速度は，踏切足接地時における身体重心の鉛直速度と，踏切中における身体重心の鉛直速度の変化量によって決定される（Hay,1993）．そして，踏切中における身体重心の鉛直速度の変化量は，踏切中に身体重心に作用した力積，すなわち身体重心に作用した力の大きさとその作用時間によって力学的に決定される．

踏切足接地時における身体重心の鉛直速度を見ると,平均値は-0.12±0.26 m/s で負の値を示した(表 2)．踏切足接地時における身体重心の鉛直速度が負の方向に大きい場合，この下方向の速度を踏切初期で受け止めてから上方向に変えるために，踏切中における身体重心の鉛直速度の変化量を大きくする必要がある．このため，踏切足接地時における身体重心の鉛直速度の負の値を小さくする（踏込角度を小さくする）ことが，踏切脚への負担を減らし，踏切足離地時における身体重心の鉛直速度の獲得に有効であることが指摘されている（村木，1982；阿江，1992；深代，1990）．個別の値を見ると，赤松選手と長谷川選手は -0.05 m/s で値が小さく，真野選手（0.14 m/s）と永瀬選手（0.18 m/s）では正の値を示していた．上述の指摘を踏まえると，特に真野選手と永瀬選手は身体重心を上昇させながら踏切を開始しており，H2 獲得に対して合理的な踏切開始時の条件を整えていたと解釈できる．一方，衛藤選手（-0.43 m/s）と中村選手（-0.50 m/s）では，特

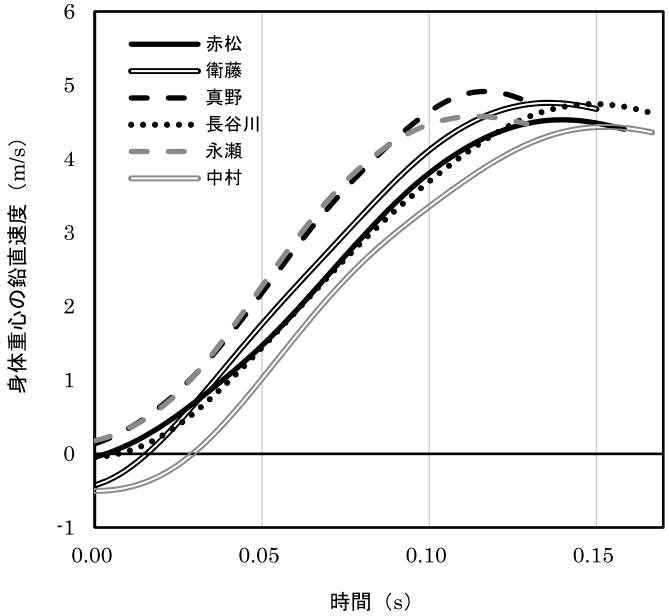


図２　踏切における身体重心鉛直速度の変化

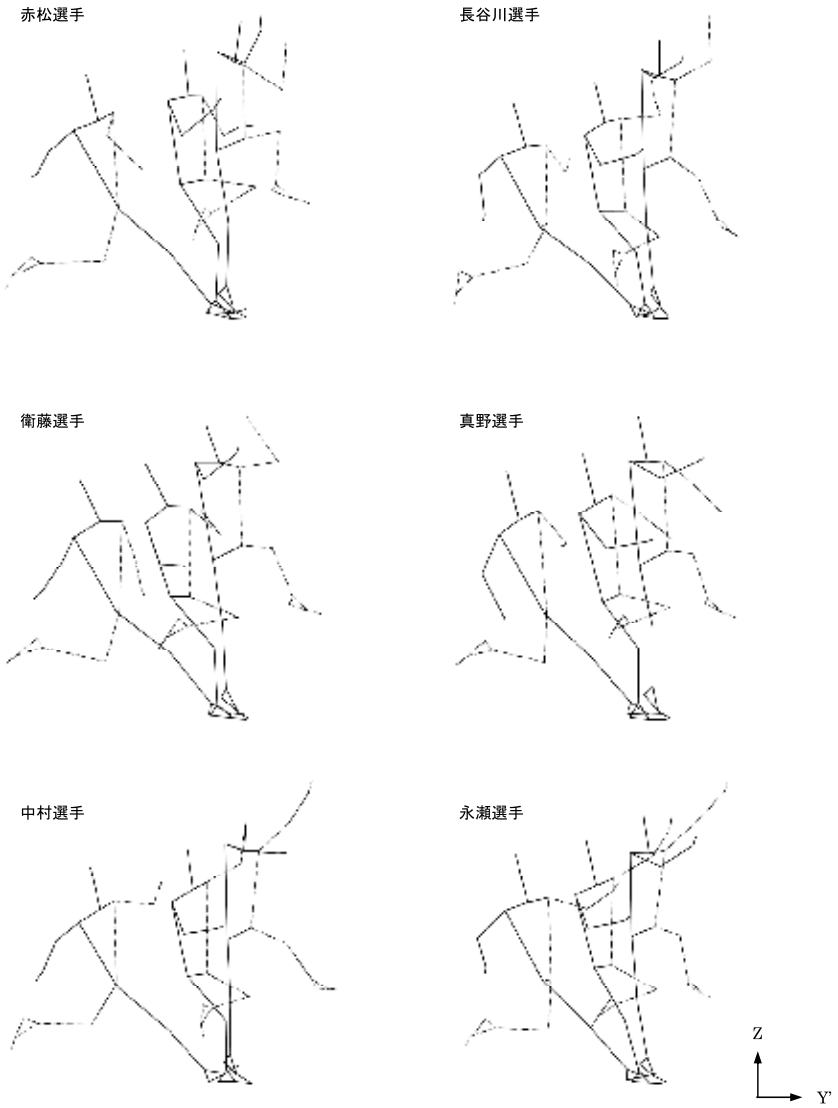


図３　対象者の跳躍動作

（右踏切の選手は左踏切に変換した．左から，接地時点，中間時点，離地時点の姿勢を示す.）

に大きな負の値を示していた．また，踏切中における身体重心の鉛直速度の変化量は，衛藤選手（5.11 m/s）が対象者の中で最も大きく，中村選手（4.86 m/s）も平均値（4.67 m/s）を上回っていた．この結果から，衛藤選手と中村選手は，踏切足接地時の身体重心の鉛直速度が負の方向に大きく，これを受け止めてから上方向に変えるために，踏切中における身体重心の鉛直速度の変化量が大きくなったことがうかがえる．しかし，衛藤選手の H2 は，踏切足接地時における身体重心の鉛直速度が正の値であった永瀬選手よりも 10 cm 大きい．また，世界一流男子走高跳競技者を対象とした近年の研究(Nicholson et al., 2018;Nicholson et al., 2019）によると，踏切足接地時の身体重心の鉛直速度は -0.06 m/s から -0.90 m/s（平均 -0.52 m/s）と報告されている．これらを踏まえると，必ずしも力学的に合理な踏切開始時の条件を整えることだけが走高跳の踏切において H2 増大につながるとは限らないことが推察される．

そこで以降では，踏切開始時の要因に類似の特徴が認められたシニア選手と U20 選手について，踏切中の変数を比較し H2 の差に影響した要因について検討する．具体的には，踏切足接地時における身体重心の鉛直速度が正の値であった真野選手と永瀬選手，負の値であった衛藤選手と中村選手の 2 組について検討する．

3-1. 真野選手と永瀬選手との比較

真野選手と永瀬選手では，H2 で 14 cm，踏切足離地時の身体重心の鉛直速度にして 0.31 m/s の差があった（表 1，表 2）．また，踏切中における身体重心の鉛直速度の変化を比較すると（図 2），約 0.090 s 時点以降，真野選手が永瀬選手を上回っていた．踏切中における身体重心の鉛直速度の変化量は，踏切全体および踏切後半において真野選手（4.64 m/s と 1.18 m/s）が永瀬選手（4.30 m/s と 0.77 m/s）と比較して大きかった．対して,踏切全体(0.129 s)と踏切後半(0.054 s)の時間は両者で同じであった．つまり，真野選手は永瀬選手と比較して，踏切中，特に，踏切脚の膝関節が伸展していく踏切後半において，同じ時間でより大きな鉛直速度を獲得していた．このことから，踏切後半において真野選手は永瀬選手よりも大きな力を地面に対して作用させていたことが推察される．踏切の約 60% 時以降では，膝関節の伸展や足関節の底屈による関節トルクパワー（関節トルクと関節角速度の内積）の発揮が鉛直速度の獲得に貢献することが示唆されている（戸邉ほか，2019）．スティックピクチャ（図 3）を比較すると，真野選手が永瀬選手よりも踏切脚の屈曲伸展を行っている様子が見受けられる．また，踏切脚の関節角度について表 4 をみると，真野選手が永瀬選手と比較して，膝関節の伸展量と平均伸展角速度および足関節の底屈量が大きかった．したがって，真野選手は永瀬選手と比較して踏切脚を大きな範囲で素早く伸展しており，両者の踏切後半での身体重心の鉛直速度の差には，踏切脚の積極的な伸展による力発揮の違いが影響していた可能性がある．

3-2. 衛藤選手と中村選手との比較

衛藤選手と中村選手では，H2 で 15 cm，踏切足離地時の身体重心の鉛直速度にして 0.32 m/s の差があった（表 1，表 2）．また，踏切中における身体重心の鉛直速度は踏切局面全体を通じて衛藤選手が中村選手を上回っていた（図 2）．踏切中における身体重心の鉛直速度の変化量は，踏切全体および踏切後半において衛藤選手（5.11 m/s と 1.28 m/s）が中村選手（4.86 m/s と 1.01 m/s）と比較して大きかった．対して,踏切全体の時間は衛藤選手（0.150 s）が中村選手（0.167 s）と比較して短く，踏切後半の時間は同じ（0.067 s）であった．したがって，真野選手と永瀬選手との比較の場合と同様に，衛藤選手は中村選手と比較して，踏切中，特に踏切脚の膝関節が伸展していく踏切後半において，同じ時間でより大きな鉛直速度を獲得しており，より大きな力を地面に対して作用させていたことが推察される．一方，膝関節の伸展量と平均伸展角速度は，中村選手が衛藤選手と比較して大きかった（表 4）．つまり，中村選手は踏切脚の膝関節を大きな範囲で素早く伸展していたが，踏切後半における身体重心の鉛直速度の獲得が小さかったことになる．踏切脚を含め身体全体が伸展する踏切後半局面では，伸展範囲の大きさや伸展スピードだけでなく，伸展する方向が鉛直速度の獲得に影響をおよぼしていることが指摘されている（杉浦ほか，2021）．スティックピクチャ（図 3）を比較すると，中村選手は中間時点から踏切足離地時点にかけてやや前方に跳び出しているのに対し，衛藤選手は真上に跳び出している様子が見受けられる．また，身体の後傾角度について表 5 をみると，踏切足接地時においては両者の差は 0.8 deg と小さいが，踏切足離地時においては中村選手（-7.3 deg）が衛藤選手（-1.6 deg）と比較して負の値が大きく，身体が前傾していた．したがって，中村選手は踏切中の身体が前方へ起き上がる範囲が大きく，踏切後半において伸展方向が前方

向になってしまうことで，鉛直速度の獲得が小さくなった可能性がある．なお，後傾した身体を前方へ起こすもとになるのは助走で得られた運動量(阿江，1996b)，すなわち踏切足接地時の身体重心の水平速度である．中村選手は衛藤選手と比較して，踏切足接地時において身体重心の水平速度が大きく（表2)，これが踏切中の身体の前方への起き上がりを助長したのかもしれない．

4. まとめ

本報告では，2024年日本陸上競技選手権大会およびU20日本選手権大会の男子走高跳において上位に入賞した競技者の基礎的なキネマティクス変数について報告した．また，踏切足接地時における身体重心の鉛直速度に共通の特徴が認められた2組のシニア選手とU20選手について踏切中の変数を比較した．その結果，いずれもシニア選手はU20選手と比較して，踏切後半における身体重心の鉛直速度が大きかった．したがって，踏切後半における身体重心の鉛直速度の増大が，走高跳における跳躍高の向上に向けた課題となることが示唆された．

なお，本報告において取り上げたシニア選手が記録向上の過程においてU20選手のキネマティクス変数を通過したのかは不明であり，U20選手のキネマティクス変数が記録向上とともに比較対象としたシニア選手に近づくかどうかはわからない．したがって，男子走高跳における記録向上に向けた課題を明確にするためには，今後も継続的にデータを収集していく必要がある．

参考文献：

阿江道良（1992）5．跳のバイオメカニクス．日本陸上競技連盟編，陸上競技指導教本基礎理論編．大修館書店，p．47．

阿江通良（1996a）日本人幼少年およびアスリートの身体部分係数．Japanese Journal of Sports Science，15（3)：155-162．

阿江通良（1996b）陸上競技の高く跳ぶ動作と遠く跳ぶ動作 -How they jump- ．バイオメカニズム学会誌，20：57-62．

深代千之（1990）跳ぶ科学．大修館書店，pp．66-67．

Hay，J．G．（1993）The Biomechanics of Sports Techniques（4th ed.)．Benjamin Cummings，p．442．

村木征人（1982）フィールド競技の特性．大石三四郎・浅田隆夫編，現代スポーツコーチ実践講座 2 -陸上競技フィールド．ぎょうせい，p.281．

Nicholson，G.，Bissas，A．and Merlion，S．（2018）High jump Men’s -2017 IAAF World Championships Biomechanical report．https://worldathletics.org/about-iaaf/documents/research-centre，(accessed 2024-12-27)

Nicholson，G.，Bennet，T.，Bissas，A．and Merlion，S．（2019）Men’s high jump -2018 IAAF World Indoor Championships Biomechanical Report．https://worldathletics.org/about-iaaf/documents/research-centre，(accessed 2024-12-27)

柴田篤志，杉浦澄美，苅山靖，清水悠，奥野哲弥，澤田尚吾，小山宏之（2020）日本トップレベルの女子走高跳競技者における踏切動作のキネマティクス的特徴．陸上競技研究紀要，15：251-256．

杉浦澄美，柴田篤志，小山宏之，長澤涼介（2019）日本トップレベルの女子走高跳競技者における踏切動作のキネマティクス的特徴．陸上競技研究紀要，14：191-196．

杉浦澄美，柴田篤志，小山宏之，尾縣貢，木越清信（2021）女子走高跳における鉛直速度の獲得に影響をおよぼす踏切局面の技術的要因.体育学研究，66：827-839．

戸邉直人，苅山靖，林陵平，木越清信，尾縣貢（2019）走高跳の踏切局面における下肢3関節の力・パワー発揮特性．体育学研究，64：625-635．

Wells，R．P．and Winter，D．A．（1980）Assessment of signal and noise in the kinematics normal，pathological and sporting gaits．In：Human Locomotion 1（Proceedings of the first biannual conference of the Canadian Society of Biomechanics)．pp．92-93．

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 134-140, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,134-140,2024

2024年日本陸上競技選手権大会における男子三段跳上位入賞者のキネマティクスの特徴

柴田 篤志[1)]　景行 崇文[2)]　杉浦 澄美[3)]　小山 宏之[4)]
1）新潟医療福祉大学　2）国立スポーツ科学センター　3）筑波大学　4）京都教育大学

1. はじめに

男子三段跳の現在の日本記録は1986年に樹立された17.15 mであり30年以上更新されておらず，フィールド種目としては最古の日本記録となっている．また，2024年に開催されたパリ五輪，2025年に開催される東京2025世界陸上競技選手権大会においても参加標準記録は17.22 mに設定されている．一方で，2024年パリ五輪における出場者の自己最高記録が18.18 m－16.85 mの範囲であったことや決勝進出ラインが16.79 mであったことから，日本人競技者も日本記録と同程度の17 m近いパフォーマンスを安定して発揮することができれば世界大会への出場および決勝進出の可能性があるといえる．

三段跳は助走からの連続したホップ，ステップ，ジャンプそれぞれの跳躍の合計距離を競う種目である．国内の男子三段跳競技者を対象とした研究では，助走スピードについての報告が多く（小山ほか，2006；小山ほか，2007），U20競技者を対象とした各歩の跳躍距離の報告がわずかにあるのみである（小山ほか，2017）．一方で，国内の女子三段跳競技者を対象とした研究では，女子三段跳競技者が14 m以上の記録を目指すために必要な各歩の跳躍距離や助走の最高スピードの目標値の提案（柴田ほか，2019），ホップからジャンプにかけての各歩における跳躍動作についての検討などが行われている（築野ほか，2011；築野ほか，2012）．また，女子三段跳では2023年度に日本記録が24年ぶりに更新され，日本記録を更新した競技者の助走スピードおよび各歩の跳躍距離の変化も報告されている（柴田ほか，2024）．

世界の一流競技者のキネマティクス的特徴については，世界選手権出場者の各歩の跳躍における特徴が報告されている（Tucker et al.，2018）．このことから，国内における男子三段跳の競技力向上のためには，現在の日本人男子三段跳競技者の跳躍の特徴を，安定して17m以上の跳躍を行う世界一流競技者との比較から明らかにすることが重要になると考えられる．

そこで，本報告では2024年日本陸上競技選手権大会において男子三段跳で上位に入賞した競技者の各歩の踏切におけるキネマティクスの特徴を世界選手権入賞レベルの競技者との比較から明らかにすることを目的とした．

2. 方法

2. 1. 対象者および分析試技

本研究の対象者は2024年日本陸上競技選手権大会の男子三段跳で6位までに入賞した競技者であり，各対象者の最も記録の良い試技を分析試技とした．

2. 2. データ収集

全ての分析試技を競技場の観客席上段に設置した2台のハイスピードカメラ（LUMIX DC-GH6, Panasonic社製）を用いて240fpsで固定撮影した．撮影範囲はホップの踏切1歩前から砂場の助走路側の端までとし，ホップからジャンプまでの跳躍動作を助走路前方および助走路後方から撮影した．競技会の試技撮影前にキャリブレーションポールを撮影範囲内の計測地点に順に立てて撮影した．なお，この撮影は日本陸上競技連盟科学委員会の活動として行われたものであり，競技会主催者に撮影許可を得た上でデータ収集を行った．

2. 3. データ処理

分析試技のホップ，ステップ，ジャンプそれぞれの踏切接地（Touch down；TD）の15コマ前から踏

切離地（Toe-off; TO）の10コマ後までの身体分析点23点をビデオ動作分析システム（Frame-DIAS Ⅴ，Q’sfix社製）を用いてデジタイズした．なお，2台のカメラの同期には各歩の踏切接地コマを用いた．そして，2台のカメラから得られた身体分析点とコントロールポイントの座標から，3次元DLT法を用いて身体分析点の3次元座標を得た．3次元座標は進行方向右向きをx軸，進行方向をy軸，鉛直方向をz軸とした．身体分析点の座標はWells and Winter（1980）の方法を用いて分析点ごとに最適遮断数周波数を決定し，4次のButterworth low-pass digital filterを用いて3.6－6.0 Hzで平滑化した．

2.4. 算出項目

2.4.1. 跳躍距離に関する変数

各跳躍における支持脚つま先の座標値を用いて，柴田ほか（2019）を参考に跳躍距離に関連する以下の項目を算出した．

(1) 踏切損失距離

ファールラインからホップにおける支持脚つま先までのy軸方向の距離を踏切損失距離とした．

(2) 実測距離

公式記録に踏切損失距離を加算した距離を実測距離とした．

(3) 各歩（ホップ・ステップ・ジャンプ）の跳躍距離

ホップおよびステップの跳躍距離は各歩における支持脚つま先間のy軸方向の距離とし，ジャンプ距離は実測距離からホップおよびステップの跳躍距離を減算した距離とした．

(4) ホップーステップ距離

ホップーステップ距離はホップにおける支持脚つま先からジャンプにおける支持脚つま先間のy軸方向の距離とした．

(5) 各歩の跳躍比

実測距離に対する各歩の跳躍距離の割合を各歩の跳躍比とした．

(6) ホップーステップ比

ホップの跳躍距離に対するステップの跳躍距離の割合をホップーステップ比とした．

2.4.2. キネマティクス変数

身体分析点の3次元座標から，阿江（1996）の身体部分慣性係数を用いて身体重心座標を算出した．身体分析点の座標値および身体重心の座標値を用いて以下の項目を算出した．

(7) 身体重心速度

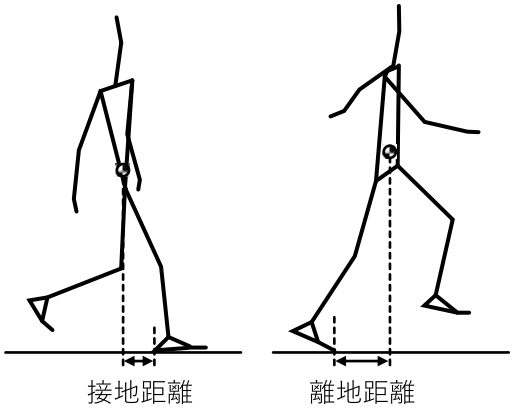


図1 接地距離および離地距離

身体重心の座標値を時間微分することで身体重心の水平および鉛直速度を算出した．各跳躍におけるTDとTOの身体重心速度の差を身体重心速度の変化量とした．

(8) 跳躍角度

各歩のTOにおける身体重心速度ベクトルが水平面となす角度を跳躍角度とした．

(9) 踏切時間

各歩における支持期の時間を踏切時間とした．

(10) 接地距離および離地距離

各歩のTDにおける身体重心と支持足の踵の水平距離を接地距離，TOにおける身体重心と支持足のつま先の水平距離を離地距離とした（図1）．

3. 結果および考察

3.1 各歩の跳躍距離と跳躍比

表1は各対象者の公式記録および実測距離，各歩の跳躍距離およびホップーステップ距離を示したものである．表2は各対象者の各歩の跳躍比とホップーステップ比を示したものである．

ホップの跳躍距離をみると全ての競技者が6.0 mを超えており，小田選手のホップ距離が6.45 mと最も大きかった．世界選手権入賞者の平均値が6.03±0.17 mであったことから，本報告における日本人選手はホップ距離が大きい傾向にあったといえる．

一方で，ステップ距離をみると安立選手のステップ距離は5.14 mと世界選手権入賞者と比較しても同程度の距離であったが，その他の選手のステップ距離は4.0 m台にとどまっており，より大きなステップ距離を獲得することも17 m台の跳躍に近づくためには課題になるといえるであろう．さらに，ホップとステップの合計であるステップまでの距離をみると安立選手のステップまでの距離は11.49 m

表１　公式記録，実測距離および各歩の跳躍距離

競技者	公式記録 (m)	踏切ロス (m)	実測距離 (m)	各歩の距離（m） ホップ	ステップ	ジャンプ	ステップまでの距離(m)
安立 選手	16.70 +0.4	0.10	16.80	6.35	5.14	5.32	11.49
山下 選手	16.26 +0.6	0.15	16.41	6.10	4.95	5.36	11.05
水野 選手	16.11 +0.4	0.12	16.23	6.30	4.79	5.14	11.09
小田 選手	16.11 +0.5	0.13	16.24	6.45	4.15	5.65	10.59
荒木 選手	15.96 +0.4	0.13	16.09	6.06	4.29	5.74	10.35
伊藤 選手	15.90 +0.7	0.19	16.09	6.17	4.85	5.07	11.02
Mean±SD	16.17±0.26	0.14±0.03	16.31±0.25	6.24±0.14	4.69±0.36	5.38±0.24	10.93±0.37
2017 WCH	17.24±0.27	0.06±0.05	17.30±0.28	6.03±0.17	5.19±0.22	6.08±0.18	11.22±0.21

表２　各歩の跳躍比とホップーステップ比

競技者	跳躍比率 (%) ホップ	ステップ	ジャンプ	ホップ・ステップ比 (%)
安立 選手	37.8	30.6	31.6	80.9
山下 選手	37.2	30.2	32.6	81.2
水野 選手	38.8	29.5	31.7	76.1
小田 選手	39.7	25.5	34.8	64.3
荒木 選手	37.7	26.7	35.7	70.8
伊藤 選手	38.3	30.1	31.5	78.6
Mean±SD	38.3±0.8	28.8±1.9	33.0±1.6	75.3±6.0
2017 WCH	34.9±1.1	30.0±0.9	35.2±0.8	86.1±5.1

と世界選手権入賞の平均値である 11.22 ± 0.21 m を上回っており，ステップまでの距離としてはすでに 17 m を超える水準にあると考えられる．さらに，山下選手，水野選手および伊藤選手もステップまでの距離が 11.0 m を超えていることから，ステップまでの跳躍距離では 17 m 近くの跳躍ができるような距離を獲得できていたと考えられる．

ジャンプ距離をみると小田選手および荒木選手が 5.5 m を超えていた．一方で，世界選手権入賞者の平均値は 6.0 m を超えていたことから，日本人選手全体の傾向としてジャンプ距離は小さいと考えられる．また，日本人選手の中ではジャンプ距離が大きかった小田選手，荒木選手はステップ距離が他の日本人選手と比較して小さい傾向がみられ，その結果としてステップまでの距離が他の選手と比較して小さかった．このことからも，ジャンプ距離のさらなる獲得を目指す必要はあるものの，そのためにステップ距離を抑えるという戦略は合計の跳躍距離向上のためには最適ではない可能性がある．

各跳躍の比率をみると全ての日本人選手のホップ比率が 37 % を超えており，Hay（1992）の分類をもとにすると全選手がホップ型に該当した．これに対して，世界選手権入賞者はホップとジャンプの比率が同程度でありバランス型の跳躍を行っていた．日本人選手は世界選手権入賞者と比較すると，ホップの比率が平均で 3.4 % 大きく，ジャンプの比率が 2.2 % 小さかった．また，ホップ距離に対するステップ距離の比率であるホップーステップ比も日本人選手で小さい傾向がみられた．これらのことから，日本人選手が 17 m 台の跳躍を目指していくためには，ホップ距離をわずかに抑えつつステップ距離を大きくすることを目指すことが有効である可能性がある．日本記録を更新した女子競技者の事例では，助走スピードが向上したことでホップの距離を同程度

表 3　各歩における身体重心の水平速度と変化量

競技者	水平速度（m/s）								
	ホップ			ステップ			ジャンプ		
	TD	TO	⊿TD-TO	TD	TO	⊿TD-TO	TD	TO	⊿TD-TO
安立 選手	10.11	9.25	-0.86	8.96	8.03	-0.93	7.85	6.54	-1.31
山下 選手	9.78	8.97	-0.81	8.73	7.94	-0.80	7.75	6.53	-1.22
水野 選手	9.89	8.99	-0.90	8.68	8.04	-0.64	7.78	6.29	-1.49
小田 選手	9.73	8.74	-0.98	8.48	7.96	-0.52	7.96	6.67	-1.30
荒木 選手	10.00	9.41	-0.59	8.98	8.62	-0.36	8.48	7.55	-0.93
伊藤 選手	10.01	9.47	-0.54	9.07	8.15	-0.93	7.66	6.94	-0.72
Mean±SD	9.92±0.14	9.14±0.26	-0.78±0.16	8.82±0.20	8.12±0.23	-0.70±0.21	7.91±0.27	6.75±0.41	-1.16±0.26
2017 WCH		9.28±0.35			8.16±0.37			6.73±0.48	

表 4　各歩における身体重心の鉛直速度

競技者	鉛直速度（m/s）					
	ホップ		ステップ		ジャンプ	
	TD	TO	TD	TO	TD	TO
安立 選手	-0.14	2.92	-2.52	2.42	-1.84	2.64
山下 選手	-0.84	2.87	-2.30	2.35	-2.13	2.63
水野 選手	-0.61	3.02	-2.56	2.33	-1.61	3.11
小田 選手	-0.20	3.21	-2.38	1.97	-1.57	2.87
荒木 選手	-0.25	2.61	-2.15	1.89	-1.58	2.30
伊藤 選手	-0.52	2.70	-2.38	2.38	-1.98	2.14
Mean±SD	-0.42±0.25	2.88±0.20	-2.38±0.14	2.22±0.21	-1.79±0.22	2.61±0.32
2017 WCH		2.95±0.19		2.37±0.32		2.92±0.35

にとどめつつもジャンプ距離を向上させることができたことが報告されている（柴田ほか,2024）．ジャンプ距離の獲得とジャンプの跳躍比の改善は本報告の全ての対象者の課題である可能性が高いことから，助走スピードや各歩における重心速度について検討することで日本人選手の課題をより詳細に明らかにできると考えられる．

3.2.　各歩における身体重心速度に関する変数および接地時間

表 3 および表 4 は各対象者の各歩における TD および TO における身体重心の水平速度および鉛直速度とその変化量を示したものである．また，表 5 は各歩における跳躍角度と接地時間を，表 6 は各歩における接地距離および離地距離を示したものである．

各歩における身体重心の水平速度をみるとホップの TD では安立選手，荒木選手および伊藤選手が 10.0 m/s を超えており，この 2 選手がステップの TD においても他の選手と比較して水平速度が大きい傾向がみられた．ジャンプの TD では荒木選手が 8.48 m/s と大きな水平速度を維持しており，ジャンプの TO においても他の選手と比較して水平速度が大きかった．各歩の TO における水平速度は日本人選手と世界選手権入賞者とを比較しても大きな差はなく,ホップでは日本人選手がやや小さいものの,ジャンプでは日本人選手がわずかに大きかった．すなわち，17 m 以上の跳躍を行っていた世界選手権入賞者とのステップおよびジャンプでの跳躍距離の差は TO における身体重心の鉛直速度による影響が

表 5　各歩における跳躍角度と接地時間

競技者	跳躍角度（deg）			接地時間（sec）		
	ホップ	ステップ	ジャンプ	ホップ	ステップ	ジャンプ
安立 選手	17.5	16.8	22.0	0.100	0.133	0.150
山下 選手	17.7	16.5	21.9	0.125	0.133	0.167
水野 選手	18.5	16.2	26.3	0.117	0.133	0.150
小田 選手	20.1	13.9	23.3	0.108	0.125	0.142
荒木 選手	15.5	12.3	16.9	0.108	0.133	0.158
伊藤 選手	15.9	16.3	17.1	0.117	0.150	0.167
Mean±SD	17.5±1.6	15.3±1.6	21.3±3.3	0.112±0.008	0.135±0.007	0.156±0.009
2017 WCH	17.7±1.5	16.2±1.9	23.5±3.1	0.121±0.007	0.152±0.013	0.176±0.012

表 6　各歩における接地距離および離地距離

競技者	接地距離（m）			離地距離（m）		
	ホップ	ステップ	ジャンプ	ホップ	ステップ	ジャンプ
安立 選手	0.32	0.38	0.40	0.37	0.46	0.39
山下 選手	0.36	0.31	0.38	0.47	0.52	0.48
水野 選手	0.36	0.28	0.37	0.44	0.52	0.37
小田 選手	0.33	0.21	0.30	0.35	0.51	0.44
荒木 選手	0.34	0.31	0.37	0.40	0.54	0.53
伊藤 選手	0.39	0.44	0.38	0.48	0.55	0.54
Mean±SD	0.35±0.02	0.32±0.07	0.37±0.03	0.42±0.05	0.52±0.03	0.46±0.07

大きかったと考えられる．

各歩における身体重心の鉛直速度をみると，ホップでは TD における水平速度が大きかった荒木選手と伊藤選手の TO における鉛直速度が他の選手と比較して小さい傾向がみられた．また，ホップの TD における水平速度が最も小さかった小田選手の鉛直速度が 3.21 m/s と他の選手と比較して大きかった．ステップの TO では小田選手と荒木選手の鉛直速度が 2.0 m/s 以下と小さく，この 2 選手は先述したようにステップ距離が小さくジャンプ距離が大きいことが特徴であった．ジャンプの TO では水野選手の鉛直速度が 3.11 m/s と最も大きく，伊藤選手が 2.14 m/s と最も小さな値であった．この 2 選手は他の日本人選手と比較してジャンプ距離が小さかった対象者であり，水野選手はジャンプで鉛直速度を獲得したもののジャンプにおける水平速度の減少が大きかったこと，伊藤選手はジャンプで鉛直速度を獲得できなかったことがジャンプ距離に影響していたと考えられる．

各歩の TO における鉛直速度はいずれの跳躍でも世界選手権入賞者が大きかった．特にジャンプにおける日本人選手と世界選手権入賞者との TO における鉛直速度の差は平均で 0.31 m/s であり，3 つのジャンプの中で最も差が大きく，17 m 以上の跳躍を安定して行うことができるような世界選手権入賞者はジャンプで大きな鉛直速度を獲得できていたといえる．各歩における跳躍角度をみても各選手の特徴はあるものの，平均値では全ての跳躍で日本人選手の跳躍角度が世界選手権入賞者と比較して小さい傾向がみられた．また，世界選手権入賞者は TO における鉛直速度および跳躍角度が大きかったことから，ホップからステップおよびステップからジャンプの滞空期にも時間的な余裕があった可能性がある．大きな鉛直速度の獲得は次の跳躍の接地時の大きな負の鉛直速度につながることも予想されるが，世界選手権入賞者がステップおよびジャンプの接地

に向けてどのような動作を行っていたかについては，今後さらに検討する必要があるといえる．

各歩における接地時間はホップからジャンプにかけて徐々に長くなる傾向がみられ，日本人選手と世界選手権入賞者を比較するといずれの跳躍でも世界選手権入賞者が 0.01-0.02 sec 長かった．この結果と世界選手権入賞者がホップ，ステップおよびジャンプの各歩で日本人選手と比較して T0 における鉛直速度が大きく，跳躍角度も大きかったことを踏まえると，各歩においてより大きな鉛直方向の力積を獲得するために必要な接地時間を確保することも技術的な課題になる可能性があるといえる．

各歩における接地距離は全体の傾向としてはステップの接地距離が小さく身体重心の近くに支持脚を接地しており，ジャンプで最も大きく身体重心に対してより前方に接地していた．一方で，対象者の中で最も実測距離の大きかった安立選手はホップの接地距離が最も小さくステップおよびジャンプでは身体重心に対してより前方に支持脚を接地しており，他の選手とは異なる特徴を有していた．離地距離は全体の傾向としてステップで最も大きく，身体重心がより前方に移動したタイミングで踏切離地しており,ホップの離地距離が最も小さかった．なお，接地距離および離地距離については世界選手権入賞者のデータが報告されていないため比較は行っていない．そのため，17 m 以上の跳躍を目指す際の踏切接地および離地における接地位置と身体重心の位置関係については，今後さらに検討する必要があるであろう．

4. まとめ

本報告は，2024 年日本陸上競技選手権大会において男子三段跳で上位に入賞した競技者の各歩の踏切におけるキネマティクス変数の特徴を世界選手権入賞レベルの競技者との比較から明らかにすることを目的としていた．

本報告の結果から，日本選手権で上位入賞した日本人選手の特徴を世界選手権入賞者と比較すると，ホップ距離はすでに 17 m 以上の跳躍が可能な水準にあり，各歩の T0 における身体重心の水平速度も劣っていないことが明らかになった.一方で,ステップおよびジャンプではさらに跳躍距離を獲得する必要があり，ステップおよびジャンプの踏切でより大きな鉛直速度を獲得することが課題になることが示唆された．なお，国内の男子三段跳競技者を対象としたキネマティクスに関する分析は限られているため，今後も継続的なデータ収集を行いより詳細な動作の分析も進めていく必要があるといえる．

文献

阿江通良（1996）日本人幼少年およびアスリートの身体部分慣性係数．Japanese Journal of Sports Sciences, 15: 155-162.

Hay, J. G. (1992) The biomechanics of triple jump: A review. Journal of Sports Science, 10: 343-378.

小山宏之・村木有也・武田理・阿江通良・伊藤信之（2006）競技会における一流男女走幅跳，三段跳および棒高跳選手の助走速度分析．陸上競技研究紀要，2: 129-143.

小山宏之・村木有也・武田理・阿江通良・伊藤信之（2007）競技会における一流男女棒高跳，走幅跳および三段跳選手の助走速度分析（日本陸連科学委員会研究報告 第 6 巻（2007）陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2006). 陸上競技研究紀要，3: 104-122.

小山宏之・柴田篤志・柳谷登志雄・安藤格之助・渡辺圭佑・山元康平・高松潤二（2017）2016 U20 世界選手権における男女三段跳の分析（日本陸連科学委員会研究報告 第 15 巻（2016）陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2016). 陸上競技研究紀要，12: 138-145.

柴田篤志・清水悠・小山宏之（2019）女子三段跳における助走スピードと各歩の跳躍距離および跳躍比とパフォーマンスとの関係．体育学研究，64 (2): 573-585.

柴田篤志・苅山靖・清水悠・小山宏之（2024）女子三段跳競技者の日本記録更新に至るまでの助走スピードおよび各歩の跳躍距離の変化．陸上競技研究紀要，19: 40-47.

築野愛・阿江通良・小山宏之・村木有也・髙本恵美（2011）世界一流女子三段跳選手の踏切動作に関するバイオメカニクス的研究－同程度の競技記録を持つ男子選手との比較－．陸上競技研究，84: 23-31.

築野愛・阿江通良・小山宏之（2012）記録水準の異なる女子三段跳の跳躍動作に関するバイオメカニクス的研究．陸上競技研究，90: 17-26.

Tucker, C., Nicholson, G., Cooke, M., Bissas, A., and Merlino, S. (2018) Biomechanical report for the IAAF world championships 2017: Triple Jump Men’s. 2017 IAAF world

championships biomechanics research project.
Wells, R. P. and Winter, D. A. (1980) Assessment of signal and noise in the kinematics normal, pathological and sporting gaits. In: Human Locomotion 1 (Proceedings of the first biannual conference of the Canadian Society of Biomechanics). pp. 92 93.

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 141-146, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,141-146,2024

日本一流女子走高跳競技者における踏切動作のキネマティクス的特徴

杉浦 澄美[1)]　柴田 篤志[2)]　景行 崇文[3)]　小山 宏之[4)]
1）筑波大学　2）新潟医療福祉大学　3）国立スポーツ科学センター　4）京都教育大学

1. はじめに

国内の女子走高跳は，2013年に福本幸氏が1m92を記録して以降1m90を超えた選手は現れていない．また，2025年に東京で開催される世界陸上競技選手権大会の参加標準記録は日本記録を上回る1m97であり，世界大会レベルとの差は大きいと言わざるを得ない．しかし，2024年度は高橋渚氏が日本歴代9位の1m88を記録し，福本氏以来の1m90を超える跳躍に期待が高まっている．本報告では，2024年日本陸上競技選手権大会およびU20日本選手権大会の女子走高跳において上位に入賞した競技者の基礎的なキネマティクス変数について報告する．

2. 方法

2-1　分析対象者および分析対象試技

分析対象者は，2024年日本陸上競技選手権大会の女子走高跳で1～5位に入賞した5名，およびU20日本陸上競技選手権大会の女子走高跳で2位までに入賞した2名の計7名で，各対象者の最も記録の高い試技を対象試技とした．

2-2　データ収集およびデータ処理

跳躍の様子をマットの右後方および左後方の観客席上段に設置した2台のハイスピードカメラ(LUMIX GH5s, Panasonic社製；フレームレート240 fps, 露光時間1/1600-1/800 s）を用いて固定撮影した．撮影範囲は踏切2歩前からバークリアまでとし，キャリブレーション範囲はバーの中点を原点として左右5 m，助走路方向に5 mとした．試技の撮影前にキャリブレーション範囲内の計測点にキャリブレーションポールを立てて撮影した．なお，この撮影は日本陸上競技連盟科学委員会の活動として行われたものである．

撮影したVTR画像から，踏切2歩前接地の10コマ前から踏切足離地の10コマ後までの身体分析点23点をビデオ動作分析システム（Frame DIAS Ⅴ,Q's fix社製）を用いてデジタイズを行った．2台のカメラの同期は，足の接地あるいは離地のコマを用いて行った．2台のカメラから得られた身体分析点とコントロールポイントの2次元座標値から，3次元DLT法を用いて身体分析点の3次元座標を算出した．3次元座標はバーの中点を原点とし，地面と水平かつバーと平行の軸をX軸，地面と水平かつバーと垂直に交わる軸をY軸，鉛直軸をZ軸とする右手座標系を静止座標系と定義した．Y軸は原点からマットへ向かう向きを正とした．コントロールポイントの3次元座標値と計算値との標準誤差は，X軸で0.004 m，Y軸で0.006 m，Z軸で0.007 mであった．身体分析点の座標はWells and Winter（1980）の方法を用いて分析点ごとに最適遮断数周波数（7.2-12.0 Hz）を決定し，4次のButterworth low-pass digital filterを用いて平滑化した．

2-3　算出項－

身体分析点の3次元座標から，阿江（1996）の身体部分慣性係数を用いて部分および全身の重心座標を算出した．身体重心の座標値と，身体分析点の座標値を用いて，以下の項目を算出した．

① 身体重心の変位

H0：踏切足接地時における身体重心のZ軸座標値と定義した．

H1：踏切足離地時における身体重心のZ軸座標値と定義した．

H2：空中における身体重心の上昇高で，次の式より算出した．

$$H2 = \frac{VCGV_{TO}}{2g}$$

ここで，$VCGV_{to}$は踏切足離地時における身体重心の鉛直速度を示し，gは重力加速度9.81 m/s^{2}を示す．

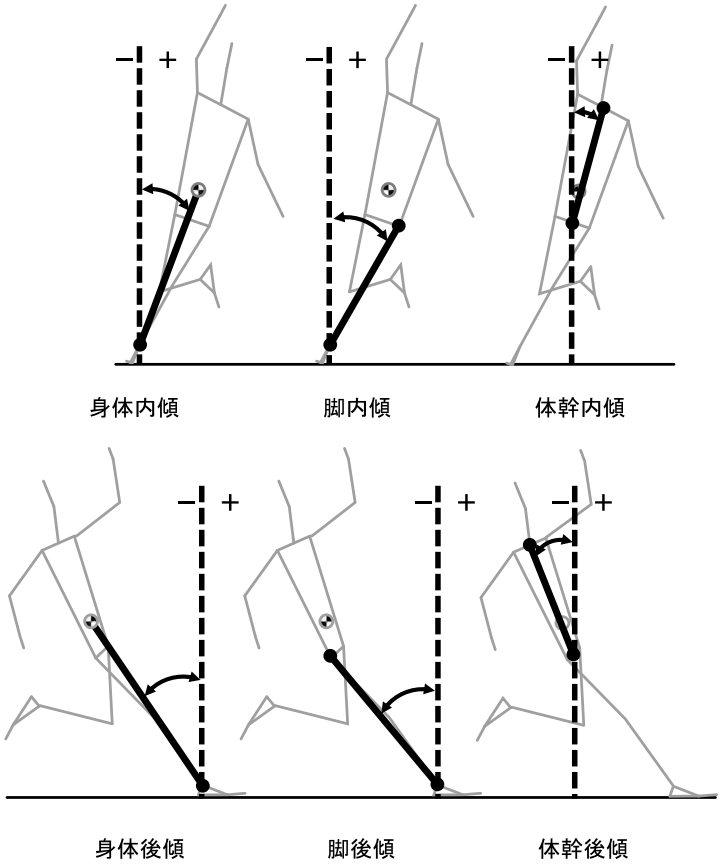


図１　後傾角度と内傾角度の定義

最大重心高：H1 と H2 との和と定義した．
H3:最大重心高とバーの高さとの差と定義した．

② 身体重心の速度：身体重心の変位を時間微分することで身体重心速度を算出し，身体重心速度の Z 軸成分を鉛直速度，X 軸成分と Y 軸成分を合成した成分を水平速度とした．

③ 踏切位置：踏切接地時の踏切足つま先とバーとの Y 軸方向の距離と定義した．

④ 踏切脚の関節角度
膝関節角度：踏切脚の大腿と下腿のなす角度と定義した．
股関節角度：両股関節の中点から両肩関節の中点へ向かうベクトルと大腿のなす角度と定義した．
足関節角度：踵から足先に向かうベクトルと下腿のなす角度と定義した．

なお，伸展および底屈を正，屈曲および背屈を負とした．

⑤ 踏切脚膝関節平均伸展角速度：踏切後半における膝関節伸展量を踏切後半の時間で除すことで算出した．

⑥ 踏込角度および踏切角度：踏切足接地時点における身体重心速度ベクトルが水平面となす角度を踏込角度，踏切足離地時点における身体重心速度ベクトルが水平面となす角度を踏切角度と定義した．

⑦ 身体，脚，体幹の内傾角度および後傾角度

踏切局面における身体重心速度ベクトルの水平成分（静止座標系の X および Y 成分の合成ベクトル）を Y’軸，地面に水平かつ Y’軸に直行する軸を X’軸，鉛直軸を Z 軸とする右手系の移動座標系を定義した．身体重心と踏切脚足関節を結んだ線分，踏切脚股関節と踏切脚足関節を結んだ線分，両肩中点と両股関節中点を結んだ線分を Y’－ Z 平面に投影し，鉛直軸となす角度をそれぞれ全身，踏切脚，体幹の後傾角とし，正を後傾，負を前傾とした．また，これらの線分を X’－ Z 平面に投影し，鉛直軸となす角度をそれぞれ全身，踏切脚，体幹の内傾角とし，正を内傾，負を外傾とした．（図 1）

2-4　局面定義

踏切脚膝関節の最大屈曲時点を踏切の中間とし，それ以前を踏切前半，以降を踏切後半とした．

3. 結果

表 1 には，対象者の分析試技の記録および身体重心高に関する変数と踏切位置を示した．図 2 には，

表 1　身体重心高と踏切位置

	記録	身長	身体重心高（m） 接地（H0）	離地（H1）	H2 *	H3 *	最大 *	身体重心高/身長（%） 接地（H0）	離地（H1）	踏切位置（m）
高橋	1.87	1.72	0.85	1.18	0.80	-0.11	1.98	49.4	68.6	-0.66
青山	1.78	1.72	0.85	1.17	0.69	-0.08	1.86	49.4	68.0	-1.07
津田	1.78	1.79	0.85	1.21	0.68	-0.11	1.89	47.5	67.6	-0.86
武山	1.75	1.70	0.79	1.15	0.75	-0.15	1.90	46.5	67.6	-0.87
新村	1.75	-	0.75	1.09	0.78	-0.12	1.87	-	-	-1.09
森崎（U20）	1.77	-	0.78	1.11	0.68	-0.02	1.79	-	-	-0.75
前西（U20）	1.74	-	0.79	1.11	0.82	-0.19	1.93	-	-	-0.81
mean	1.78	1.73	0.81	1.15	0.74	-0.11	1.89	48.2	68.0	-0.87
SD	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	1.3	0.4	0.15

*;離地時の身体重心鉛直速度から推定.

表 2　身体重心速度

	身体重心水平速度（m/s） 接地	離地	中間	身体重心水平速度変化量（m/s） 前半	後半	全体	身体重心鉛直速度（m/s） 接地	離地	中間	身体重心鉛直速度変化量（m/s） 前半	後半	全体	踏込角度（deg）	踏切角度（deg）
高橋	6.32	3.53	4.44	-1.88	-0.91	-2.79	-0.13	3.95	2.36	2.49	1.59	4.09	-1.2	48.2
青山	6.17	3.94	4.43	-1.74	-0.49	-2.23	0.00	3.68	2.73	2.73	0.95	3.68	0.0	43.0
津田	6.57	3.36	4.20	-2.37	-0.84	-3.21	-0.59	3.65	2.68	3.27	0.97	4.24	-5.1	47.4
武山	6.55	3.31	3.84	-2.72	-0.53	-3.25	-0.61	3.83	2.83	3.44	1.00	4.44	-5.3	49.2
新山	6.59	3.69	4.22	-2.37	-0.54	-2.90	-0.36	3.91	3.01	3.37	0.90	4.27	-3.1	46.7
森崎（U20）	6.26	3.72	4.42	-1.83	-0.71	-2.54	-0.14	3.66	2.55	2.69	1.11	3.80	-1.3	44.5
前西（U20）	6.77	4.10	4.81	-1.96	-0.72	-2.68	-0.15	4.02	2.75	2.90	1.27	4.17	-1.3	44.4
mean	6.46	3.66	4.34	-2.12	-0.68	-2.80	-0.28	3.81	2.70	2.98	1.11	4.10	-2.5	46.2
SD	0.20	0.27	0.27	0.34	0.15	0.34	0.22	0.14	0.19	0.35	0.23	0.25	1.9	2.1

表 3　踏切時間

	踏切時間（sec） 全体	前半	後半
高橋	0.146	0.067	0.079
青山	0.142	0.075	0.067
津田	0.163	0.079	0.083
武山	0.179	0.104	0.075
新村	0.150	0.088	0.063
森崎（U20）	0.146	0.071	0.075
前西（U20）	0.133	0.067	0.067
mean	0.151	0.079	0.073
SD	0.014	0.012	0.007

表 4　踏切脚の関節角度

	膝関節角度（deg）					膝関節平均角速度（deg/s）		股関節角度（deg）			足関節角度（deg）		
	接地	最小	離地	屈曲量	伸展量	屈曲	伸展	接地	最小	離地	接地	最小	離地
高橋	160.2	139.7	177.7	20.5	38.0	306.0	481.0	136.4	136.4	170.4	124.6	96.1	131.7
青山	166.6	140.1	169.8	26.5	29.7	353.3	443.3	152.5	150.0	179.7	102.5	90.3	125.0
津田	168.0	137.0	177.3	31.0	40.3	392.4	485.5	150.6	148.2	172.8	109.8	92.5	131.6
武山	162.7	127.2	169.9	35.5	42.7	341.3	569.3	138.1	135.1	167.4	94.9	88.6	135.1
新村	165.2	134.2	170.1	31.0	35.9	352.3	569.8	143.1	143.1	168.7	98.2	90.7	127.5
森崎（U20）	163.8	140.8	176.3	23.0	35.5	323.9	473.3	140.1	139.3	174.2	111.5	87.9	127.5
前西（U20）	167.0	151.7	171.5	15.3	19.8	228.4	295.5	146.1	146.1	167.5	110.6	97.4	129.8
mean	164.8	138.7	173.2	26.1	34.6	328.2	474.0	143.8	142.6	171.5	107.4	91.9	129.7
SD	2.5	6.9	3.4	6.5	7.1	47.8	85.6	5.7	5.4	4.1	9.2	3.4	3.1

表 5　後傾角度と内傾角度

	接地時後傾角度（deg）			離地時後傾角度（deg）			接地時内傾角度（deg）			離地時内傾角度（deg）		
	身体	脚	体幹	身体	脚	体幹	身体	脚	体幹	身体	脚	体幹
高橋	37.9	44.5	11.6	-0.2	9.0	0.2	-6.0	1.2	7.9	-2.9	-1.3	-5.1
青山	33.8	39.5	16.5	-2.7	3.6	5.6	-3.8	2.3	3.6	-3.1	-5.1	-9.8
津田	38.3	43.5	18.7	-0.9	7.0	7.2	-5.3	1.1	3.5	-2.7	-2.4	-9.5
武山	41.1	46.5	12.8	-2.8	7.3	-2.0	-2.8	4.0	8.0	-4.1	-3.4	-9.7
新山	38.5	44.1	14.6	-5.0	5.0	-1.7	-2.9	4.4	10.1	-1.8	-3.4	0.2
森崎（U20）	34.7	41.9	8.8	-5.1	4.4	-0.7	0.0	7.2	5.3	-0.7	-2.1	-3.0
前西（U20）	34.3	39.6	12.6	-4.4	5.5	-3.5	-2.9	2.3	11.0	-0.2	2.9	-3.8
mean	36.9	42.8	13.7	-3.0	6.0	0.7	-3.4	3.2	7.1	-2.2	-2.1	-5.8
SD	2.5	2.4	3.0	1.8	1.7	3.8	1.8	2.0	2.8	1.3	2.3	3.6

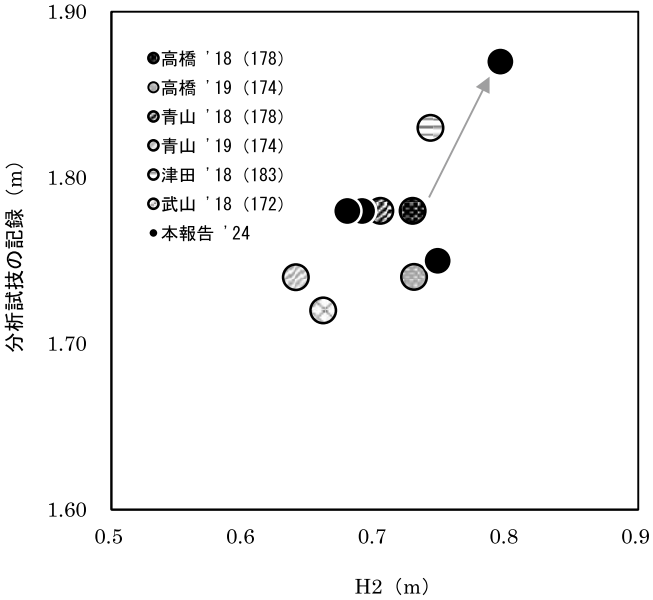


図 2　記録と H2 との関係

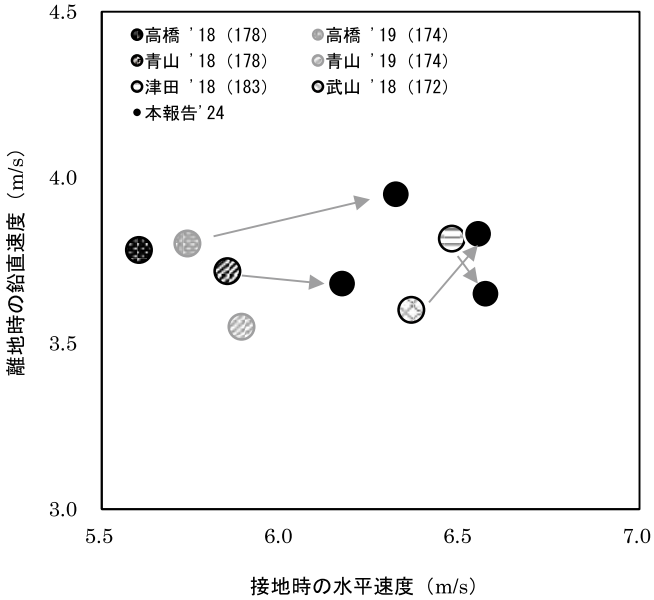


図 3　離地時の鉛直速度と接地時の水平速度との関係

高橋，青山，津田，武山の4選手の記録とH2との関係を示した．いずれの選手も，記録の高い試技においてH2が高い傾向がみられた．

表2には，身体重心の水平速度と鉛直速度に関する変数を示した．図3には，高橋，青山，津田，武山の4選手の離地時の鉛直速度と接地時の水平速度との関係を示した．いずれの選手も2018年または2019年の跳躍と比較して，接地時の水平速度の値は大きかったが，離地時の鉛直速度は，高橋選手と武山選手で大きくなり，青山選手と津田選手では小さくなった．

表3には，踏切時間を示した．踏切全体時間の平均値0.151 ± 0.014 sであった．前半時間の平均値は0.079 ± 0.012 s，後半時間の平均値は0.073 ± 0.007 sであった．

表4には，踏切脚の下肢関節角度に関する変数を示した．踏切脚膝関節角度の最小値，屈曲量，伸展量の平均値はそれぞれ138.7 ± 6.9 deg,26.1 ± 6.5 deg，34.6 ± 7.1 degであった．

表5には，踏切足接地時および踏切足離地時の内傾角度と後傾角度に関する変数を示した．踏切足接地時の身体の後傾角度の平均値は36.9 ± 2.5 degで後傾しており，踏切足離地時の身体の後傾角度は-3.0 ± 1.8 degで前傾していた．

4. 考察

本報告の目的は，2024年日本陸上競技選手権大会およびU20日本陸上競技選手権大会において女子走高跳で上位に入賞した選手の跳躍に関する基礎的なキネマティクス変数を報告することであった．以降では，高橋，青山，津田，武山の4選手におけるこれまでの報告（杉浦ほか，2019；柴田ほか，2020）のデータを含めて，特に走高跳の跳躍高に関連する変数について考察を加える．

走高跳の記録を構成する3つの高さ（H1，H2，H3）のうち，H2は実質的な跳躍高にあたる．高橋選手は，2018年の1m78および2019年の1m74の跳躍から記録は10-14 cmの向上がみられ，H2は0.73 mから0.80 mへと7 cmの向上がみられた（表1，図2）．これに伴い，最大重心高も1m94および1m92から1m98へと4-6 cm向上していた．同様に，青山選手，津田選手，武山選手も，個人内で記録の高い試技においてH2の値が大きい傾向にあった．これらの事例は，個人内での記録の向上にはH2の向上が必要であることを示しているといえるだろう．

世界トップレベル競技者との比較を行ったこれまでの報告では，日本の競技者は世界トップレベル競技者と比較して踏切足接地時の身体重心の水平速度が小さいこと（杉浦ほか，2019），最大重心高と踏切足接地時の身体重心の水平速度との間に有意な正の相関関係が認められたこと（柴田ほか，2020）が報告されている．つまり，記録横断的に調べた研究に基づくと，踏切足接地時の水平速度が大きいほど踏切足離地時の鉛直速度が大きくなり，H2の向上につながることが推測される．高橋，青山，津田，武山の4選手は，2018年あるいは2019年の跳躍と比較して接地時の水平速度が大きくなっていた（図3）．一方，離地時の鉛直速度は，高橋選手と武山選手で大きくなり，青山選手と津田選手では小さくなっていた（ただし，青山選手は2019年1m78の跳躍と比較して）．この結果からは，個人内で比較すると，必ずしも接地時の水平速度が大きい試技において離地時の鉛直速度が大きいとは限らないことが読み取れる．走高跳の踏切では，助走で獲得した水平速度を大きく減少させながら鉛直方向に跳び上がっているため（深代，1990），接地時の水平速度が大きくなった場合，これを適切に減速させるために踏切でより大きな力発揮が必要となる．つまり，（経験的によく知られたことだが）接地時の水平速度の増大を跳躍高の増大に結びつけるためには，踏切で大きな力を発揮できる脚筋力や大きな水平速度を伴った中で適切な踏切動作を遂行する技術などが同時に備わっている必要がある．このため，トレーニング過程において接地時の水平速度と離地時の鉛直速度の増大は必ずしも直線的ではなく，水平速度が大きくなっても脚筋力や踏切技術が未熟なうちは鉛直速度が小さくなることは想像できる．したがって，大きな鉛直速度を獲得しH2を向上するためには，長期的な課題として助走スピードの向上を念頭に置きつつ，接地時の水平速度と離地時の鉛直速度との関係の変化をトレーニング経過と合わせて継続的に追いながら，助走スピードを跳躍高に繋げるための脚筋力の強化や踏切動作の適応の方法について模索していく必要があるだろう．

4. まとめ

本報告では，2024年日本陸上競技選手権大会およびU20日本選手権大会の女子走高跳において上位に入賞した競技者の基礎的なキネマティクス変数について報告した．2018年と2019年の報告から10 cm近く記録を伸ばした高橋選手では，H2の向上および離地時の鉛直速度の増大と接地時の水平速度の

増大もみられた．一方，水平速度の増大に伴う鉛直速度の変化は一様ではなく，長期的には助走スピードを向上させつつ，助走スピードを跳躍高に繋げるための脚筋力の強化や踏切動作の適応が課題となるだろう．

参考文献：

阿江通良（1996）日本人幼少年およびアスリートの身体部分係数．Japanese Journal of Sports Science, 15 (3): 155-162.

深代千之（1990）跳ぶ科学．大修館書店，pp. 66-67.

柴田篤志，杉浦澄美，苅山靖，清水悠，奥野哲弥，澤田尚吾，小山宏之（2020）日本トップレベルの女子走高跳競技者における踏切動作のキネマティクス的特徴．陸上競技研究紀要，15：251-256.

杉浦澄美，柴田篤志，小山宏之，長澤涼介（2019）日本トップレベルの女子走高跳競技者における踏切動作のキネマティクス的特徴．陸上競技研究紀要，14：191-196.

Wells, R. P. and Winter, D. A. (1980) Assessment of signal and noise in the kinematics normal, pathological and sporting gaits. In: Human Locomotion 1 (Proceedings of the first biannual conference of the Canadian Society of Biomechanics). pp. 92-93.

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 147-150, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,147-150,2024

アツオビン・アンドリュー選手における投てき動作の変化
2023年の61.95mと2024年の69.38mとの比較

瀧川 寛子[1)]　高松 潤二[2)]　加藤 忠彦[3)]　塩内 裕与[4)]
1）中部学院大学　2）流通経済大学　3）湘南工科大学　4）中京大学大学院

I. はじめに

アツオビン･アンドリュー（以降，アンドリュー）選手は，2024年8月に福岡にて開催された第77回全国高等学校陸上競技対校選手権（インターハイ）の男子ハンマー投決勝において，6投目に69.38mを投てきし，当時の高校記録を更新し優勝を果たした．アンドリュー選手は，前年の北海道インターハイにおいても2年生ながら61.95mの記録で2位に入賞しており，1年間で記録を約6m伸ばしての優勝となった．

アンドリュー選手がジュニア期の選手であることを考慮すると，今後のさらなる記録向上や日本のハンマー投を牽引する選手になることが期待される．このような，今後を担うであろう選手における縦断的な記録の変化に伴う投てき動作の変化について分析することは，当該選手の競技力向上に寄与し，さらにハンマー投の技術指導における一助となると考えられる．

そこで本稿では，アンドリュー選手におけるハンマー投の投てき記録向上に伴う投てき動作の変化について，2023年と2024年との動作を比較することで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，アンドリュー選手が2023年インターハイにおいて61.95mを記録した試技（以後，2023），および2024年インターハイにおいて69.38mを記録した試技（以後，2024）とした．

2. 撮影方法

それぞれの投てき試技を，サークルの側方および前方に設置したハイスピードカメラ（DC-GH6, Panasonic）2台を用いて毎秒240 Hz，露出時間1/1000 sで撮影した．また，撮影範囲内5か所にキャリブレーションポールを立てた．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に取り組み，動作解析ソフト（Frame-DIAS6, Q’fix）を用いて，身体4点（左右肩峰，左右大転子）およびハンマー2点（ハンドル，ハンマーヘッド）を120Hzでデジタイズした．デジタイズされた座標値を3次元DLT法にて実長換算し，身体分析点およびハンマーの3次元座標値を算出した．2方向からの映像の同期は，ハンマー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次元座標値は，8Hzのローパスバターワース型デジタルフィルターによって平滑化した．

4. 分析項目

本稿では動作の比較を行うにあたって，一連のハンマー投げについて各投てき動作時点を次の通り定義した．右足が地面から離れた時点をR-off，右足が地面についた時点をR-on，ハンドルが左手から離れた時点をリリース（REL）とし，最初のR-offからRELまでを分析区間とした．また，R-offから次のR-offまでを1ターンとして，1ターンのR-offからR-onまでを片足支持局面（Single Support，以下，SS），R-onからR-offまでを両足支持局面（Double Support，以下，DS）とし，ターンごとに数字をつけて示した．分析項目は，以下の通りである．

- ・リリース速度：リリース時におけるハンマーヘッドの合成速度
- ・リリース角度：リリース時におけるハンマー

表１　リリースパラメータ

	記録 (m)	リリース速度 (m/s)	リリース角度 (deg)
2023	61.95	25.57	40.5
2024	69.38	26.93	38.1

ヘッドの速度ベクトルとＹ軸とのなす角

なお，本研究ではリリース速度，リリース角度をリリースパラメータとよぶ．

・局面時間：R-off 1 からリリースまでの SS と DS および 1 ターンの所要時間

・ハンマーヘッドの曲率半径（以下，曲率半径）: 回転中心からハンマーヘッドまでの距離．曲率半径は，以下の式によって算出した．

式：R=ds/d θ

ここで，R は曲率半径，ds は分析区間における連続する 2 つのハンマーヘッドの移動距離，d θは連続する 2 つのハンマーヘッドの速度ベクトルがなす角である．

・回転中心からみたハンマーヘッドの角速度（以下，角速度）: ハンマーヘッドの速度を曲率半径で除した値

・体幹捻転角度：水平面内における左右肩峰を結んだ線分と，左右大転子を結んだ線分とのなす角．肩が腰よりも先行した場合を正，腰が肩よりも先行した場合を負とした．

III.　結果および考察

表 1 に，リリースパラメータを示した．リリース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（坂東ほか，2006）．本稿においても投てき記録の大きな 2024 は 2023 に比べて大きなリリース速度であった．また，リリース角度においても若干の違いがみられた．記録の低い選手（7.26kg における 60m 未満程度）ではリリース角度と投てき記録との間に正の相関関係が認められているものの，記録の高い選手（7.26kg における 60m 以上）ではほぼ一定の値を保つ傾向にあり記録との相関関係はないことが報告されている（坂東ほか，2006）．したがって，2024 の記録が 2023 よりも高かったのは，リリース速度の大きさが大きく影響していることが示唆された．

そこで本稿では，アンドリュー選手がどのような動作によって，リリース速度を高めたかについて検証していくこととする．図 1 に示したハンマーヘッド速度の変化をみると，両年ともにターン開始から加減速を繰り返しながら，リリースに向けて徐々に増加する速度変化パターンを示した．また，両年を比べると，2024 の方が 2 ターン目からリリースにかけてのハンマーヘッド速度が高かった．ハンマー投げにおいては，ターン開始前のスイングにおいてハンマーヘッド速度を十分に高め，高い速度で 1 ターン目を開始することが重要である（坂東ほか，2006;藤井ほか,2020）．しかしながら,アンドリュー選手においては 1 ターン目におけるハンマーヘッド速度に違いはみられなかったことから，2024 ではターン動作を開始した後にハンマーヘッド速度をより高めるための動作を獲得したと考えられる．そこで,表 2 の各ターンにおける動作時間をみてみると，1 ターン目は両年で差がなく，2 ターン目以降において 2024 は 2023 よりも短い時間を示した．特に，2 ターン目においてはトータルの時間が 0.05 秒短くなっていることから，ターン自体を早く行うことで自身の回転速度を高め，ハンマーヘッド速度を向上させていたと考えられる．

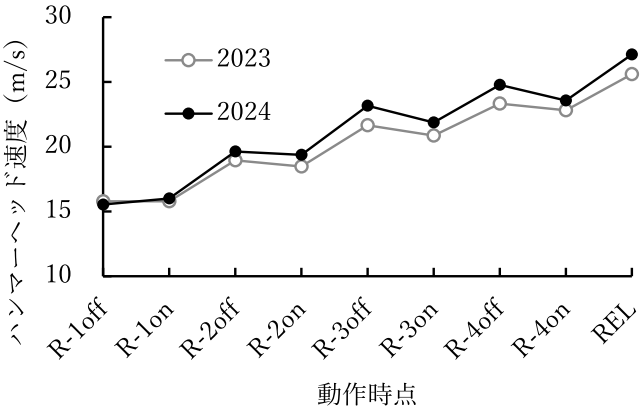


図１　各時点におけるハンマーヘッド速度の変化

回転運動を伴う投てき動作によって増加するハンマーヘッド速度は，ハンマーヘッドの曲率半径と角速度の積によって決定する．したがって，本稿ではハンマーヘッド速度を構成する曲率半径と角速度についてそれぞれ検討した（図 2）．その結果，曲率半径は R-2off から R-4off の時点，つまり 2 ターン目から 3 ターン目において，2024 の方が 2023 よりも高い値を示した．一方，角速度においては，動作

表 2　各ターンにおける動作時間

	記録	1st			2nd			3rd			4th			Total
		SS1	DS1	Total	SS2	DS2	Total	SS3	DS3	Total	SS4	DS4	Total	
	[m]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]
2023	61.95	0.32	0.32	0.63	0.27	0.28	0.55	0.26	0.23	0.49	0.25	0.22	0.47	2.14
2024	69.38	0.32	0.32	0.63	0.26	0.24	0.50	0.28	0.19	0.48	0.26	0.19	0.45	2.06

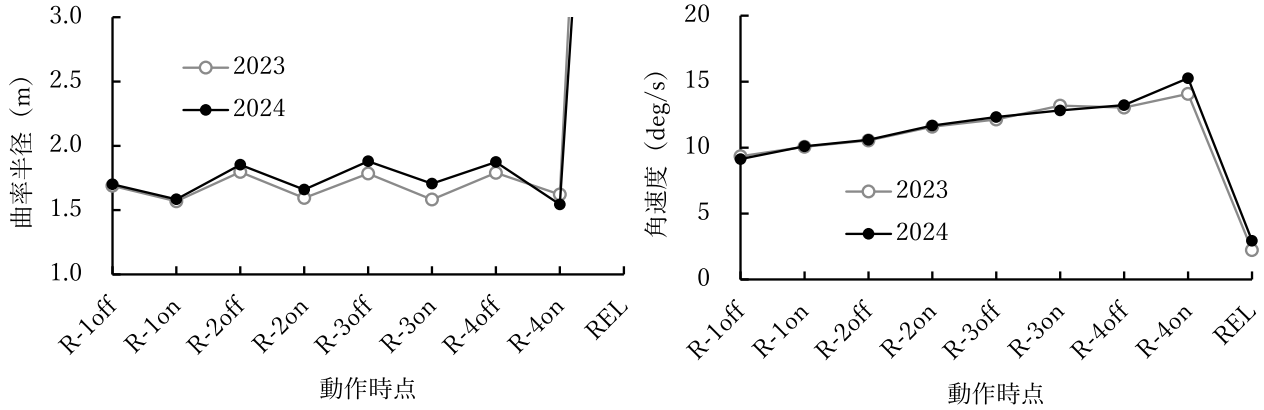


図 2　各時点における曲率半径および角速度の変化

開始時点から R-4off までは両年で差はみられず，R-4on 時のみ 2024 の方が 2023 よりも高値であった．これらのことから，本稿において 2 ターン目以降のハンマーヘッド速度が向上したのは,2 および 3 ターン目では曲率半径を大きくしたこと，そして 4 ターン目では角速度を大きくしたことが要因であることが示唆された．

リリース直前において，2024 が 2023 に比べてハンマーヘッド速度が向上したのは，R-4on 時における角速度を高めたことによるものであった．このことに影響した動作を検証するために，本稿では体幹捻転角度について分析を行った（図 3）．その結果，R-4on の時点において，2024 は 2023 に比べて負に大きな値を示した．このことは，2024 は 2023 に比べて，腰が先行し肩が遅れることで体幹の捻りが大きくなった状態で，4 ターン目の右足接地を行っていたことを示している．田内・藤井（2009）は，男子ハンマー投げ世界チャンピオンであるコズムス選手の体幹捻転動作について，SS 局面では肩に先立って腰が回転することにより体幹の捻りが生じ，DS 局面で捻り戻されることによって，体幹の筋群が伸張－短縮サイクルの収縮を引き起こし，より大きな力を発揮していたと述べている．このことを考慮すると，アンドリュー選手においてもリリースの直前である 4 ターン目において体幹の捻りを大きくし，リリースに向けて捻り戻すことでより大きな力発揮が可能となり，高いハンマーヘッド速度を獲得したと考えられる．

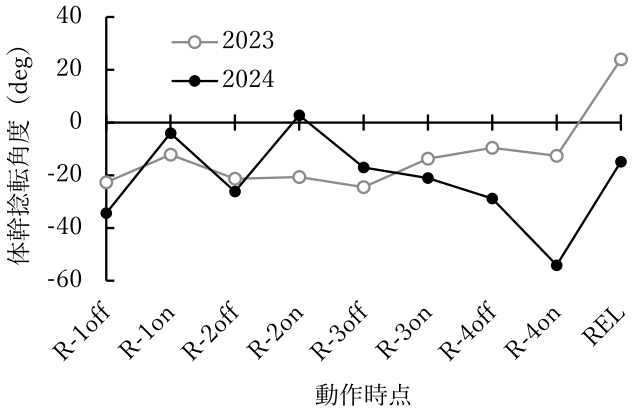


図 3　各時点における体幹捻転角度の変化

IV. まとめ

今年のインターハイにおいてアンドリュー選手は，昨年の 2 位から順位を伸ばし，当時の高校記録を更新する記録で優勝を果たした．本稿では，アンドリュー選手におけるハンマー投げの投てき記録向上に伴う投てき動作の変化について明らかにすることを目的として，2023 と 2024 のインターハイにおける投てき動作を比較した．その結果，2024 年は 2023 年と比較して，リリース速度が高く，2 ターン目以降におけるハンマーヘッド速度が高かった．また，リリース速度が高まった要因として，2 ターン目以降の動作時間が短くなったこと,2 および 3 ターン目では曲率半径を大きくしたこと，そして 4 ターン目では角速度を大きくしたことが挙げられた．さらに，4 ターン目においては，体幹の捻転動作が大

きく，これによって大きな力発揮が可能となったことが示唆された．アンドリュー選手は，来年度より大学生となり，より高重量のハンマーを扱うこととなる（高校生は 6kg，大学生は 7.26kg のハンマーが用いられる）．そのため，重量が変わる中で投てき動作がどのように変化するのか，あるいは変化しないのかについても今後追跡していく必要があるだろう．

参考文献

坂東美和子，田辺　智，伊藤　章 (2006) ハンマー投げ記録とハンマーヘッド速度の関係．体育学研究，51：505-514.

藤井宏明，大山卞圭悟，藤井範久（2020）記録水準の異なるハンマー投競技者のハンマーヘッドスピードとハンドルの動き．体育学研究，65：643-657

藤井範久，小山陽平，阿江通良（2008）ハンマー投におけるハンマーヘッド加速要因の再検討―力学的観点からの再検討―．バイオメカニクス研究，12：232-242.

田内健二,藤井宏明（2009）ハンマー投げ―回す力，飛ばす力―．体育の科学，59（6）：396-402

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 151-155, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,151-155,2024

国内女子砲丸投競技者における回転投法の投動作

加藤 忠彦[1)]　山本 大輔[2)]　前田 奎[3)]　牧野 瑞輝[4)]　山下 直紀[5)]　庄司 一眞[6)]　安藤 優香[6)]
中嶋 日向子[6)]　瀧川 寛子[7)]
1）湘南工科大学　2）天理大学　3）京都先端科学大学　4）国立スポーツ科学センター
5）日本体育大学大学院　6）中京大学　7）中部学院大学

はじめに

女子砲丸投における投法は，国際レベルでは回転投法が主流になりつつあり，近年の国際大会における上位入賞者の多くが回転投法を用いている．国内の女子競技者においては，依然としてグライド投法が主流ではあるものの，回転投法を用いた競技者も増加傾向にある．歴史的にみて，女子砲丸投は世界選手権とオリンピックに出場経験がある種目であるが，再び世界に挑戦する上では，国内における競技レベルの向上や日本記録の更新は不可欠である．国際レベルの動向を踏まえても，そのためには回転投法への積極的な挑戦は求められるだろう.その上で，現時点での国内女子競技者における回転投法の特徴を把握することは，トレーニングや指導の指針として有益であると考えられる．

本稿では，国内女子競技者における回転投法に焦点をあて，男子トップレベルの競技者との比較を交えることで，事例的にその動作の特徴を検討することとした．

方法

対象者と分析試技

第108回日本選手権および第18回U18陸上競技大会の女子砲丸投出場者の中から，回転投法を用いていた競技者3名(以下,W1-3)を対象とした．なお，W1は第108回日本選手権で2位，W2は9位，W3はU18陸上競技大会で5位であった．また，比較対象は，第108回日本選手権における男子砲丸投優勝者(以下，M）とした．本稿では各対象者の最も記録が良かった1試技ずつを分析対象とした．

データ収集

投てき方向を前方として，日本選手権では右斜め前方，後方，左側方の3か所から，U18陸上競技大会では右斜め前方と右斜め後方の2か所から，デジタルビデオカメラ（DC-GH6，Panasonic社製，240fps，シャッタースピード1/2500s；FDR-AX45，Sony社製，120fps，シャッタースピード1/1000s）で撮影した．また，撮影範囲内に日本選手権では9か所，U18陸上競技大会では5か所にキャリブレーションポールを立て，予め撮影した．

データ処理

撮影された映像から，動画解析ソフト（Frame-DIAS6，Q’sfix社製）を用いて身体4点（左右肩峰，左右大転子）および砲丸1点を120Hzでデジタイズし，3次元DLT法により分析点の3次元座標値を取得した．2方向あるいは3方向からの映像は，砲丸がリリースされたコマで同期した．なお，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．算出された3次元座標値は，残差分析法によって遮断周波数(6.84-13.56 Hz)を決定し，4次のButterworth low-pass filterで平滑化した．

分析項目

本稿では，図1に示すように回転投法の動作に分節点を設け，特に砲丸の加速に影響する投動作とその前段階に焦点を当てた．準備局面（ターン）後の右足接地（R-on）から左足接地（L-on）までを片脚支持局面（SSP），L-onからリリース（Rel）までを両脚支持局面（DSP）として分析範囲とした．投てき動作に関する変数は以下の通りとした(加藤ほか，2021)．

(1) リリースパラメータ：初速度（Relにおける砲丸の合成速度），投射高（Relにおける砲

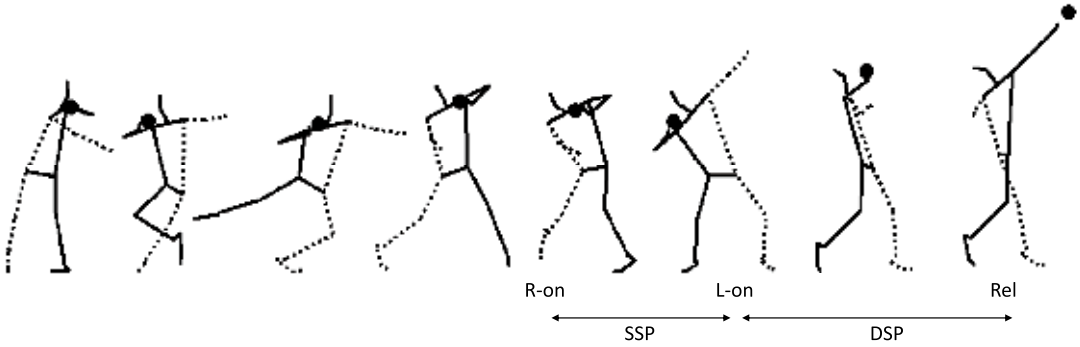


図１　回転投法のスティックピクチャと局面分け

表１　対象者の記録とリリースパラメータ

		記録 [m]	初速度 [m/s]	投射角度 [deg]	投射高 [m]
女子競技者	W1	15.45	11.68	33.94	2.01
	W2	14.07	11.10	37.22	1.90
	W3	12.26	10.14	38.95	1.84
男子競技者	M	18.53	12.90	34.13	2.29

丸のＺ座標値），投射角度（Rel における砲丸の速度ベクトルが水平面となす角）

(2) 砲丸の累積移動距離（R-on を起点とした砲丸の移動距離）

(3) 肩水平回転角度：左肩峰から右肩峰に向かうベクトルが水平面でＹ軸となす角度

(4) 腰水平回転角度：左大転子から右大転子に向かうベクトルが水平面でＹ軸となす角

(5) 体幹捻転角度：肩水平回転角度と腰水平回転角度の差分（右肩が右腰を追い越した状態を正，右腰が右肩を追い越した状態を負）

(6) 体幹前後傾角度：左右大転子の中点から左右肩峰の中点に向かうベクトルが矢状面でＺ軸となす角度(投てき方向に傾いた状態を正，投てき方向と逆側に傾いた状態を負）

(7) 体幹と砲丸の距離：両肩中点と砲丸の距離

なお，分析項目の時系列データは，SSP と DSP の動作の所要時間同程度であったことから，右足接地を 0%，左足接地を 50%，リリースを 100% として規格化した．

結果および考察

リリースパラメータと砲丸の合成速度に関して

分析対象の記録とリリースパラメータは表１に示した通りである．初速度は女子競技者・男子競技者に関わらず，高いほど記録が高くなっていた．投射角度は女子競技者において記録が低いほど大きくなる傾向にあった．また，記録が最も高い W1 は M と同程度だった．投射高に関しては，初速度と同様に高いほど記録も高くなっていた．砲丸の質量に関わらず,その飛距離はリリースパラメータで決定され，その中でも初速度が与える影響が最も大きい（Hay, 1985）．つまり，女子競技者間の記録，および男子競技者と比較した場合の記録の差異は初速度の差によってもたらされたといえる．

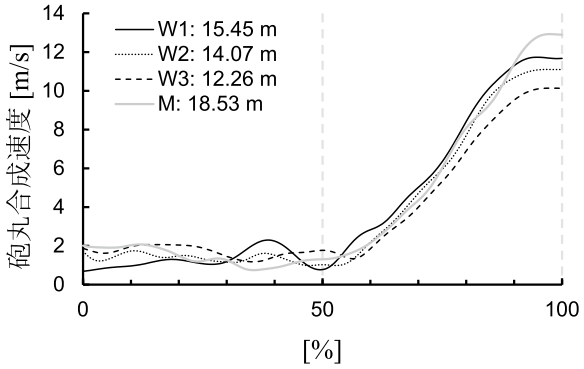


図２　砲丸合成速度の時系列データ

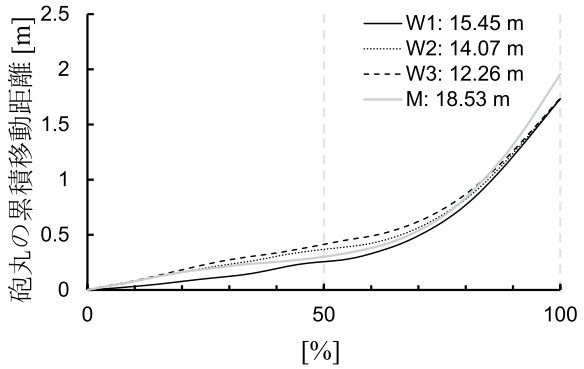


図３　砲丸の累積移動距離の時系列データ

図２は，対象者における砲丸の合成速度の時系列データである．SSP における合成速度の波形には対象者間で一貫性はなかった．DSP の始まりである L-on における合成速度は，女子競技者において W1 は 0.77 m/s であり，W2 は 1.02 m/s，W3 は 1.78m/s であり，記録と初速度が高い競技者ほど，低値で

表 2　砲丸の累積移動距離，肩水平回転角度，腰水平回転角度，体幹捻転角度，体幹前後傾角度の変化量

		累積移動距離 [m]		肩水平角度 [deg]		腰水平角度 [deg]		体幹捻転角度 [deg]		体幹前後傾角度 [deg]	
		SSP	DSP	SSP	DSP	SSP	DSP	SSP	DSP	SSP	DSP
女子競技者	W1	0.26	1.48	76.02	240.30	117.65	132.50	-41.62	107.80	9.99	24.88
	W2	0.37	1.36	142.81	225.54	162.86	154.64	-20.05	70.90	-3.83	22.03
	W3	0.41	1.33	135.31	235.06	149.65	158.82	-14.33	76.24	-2.65	18.97
男子競技者	M	0.30	1.66	130.62	254.02	124.10	162.82	6.52	91.20	-16.91	29.61

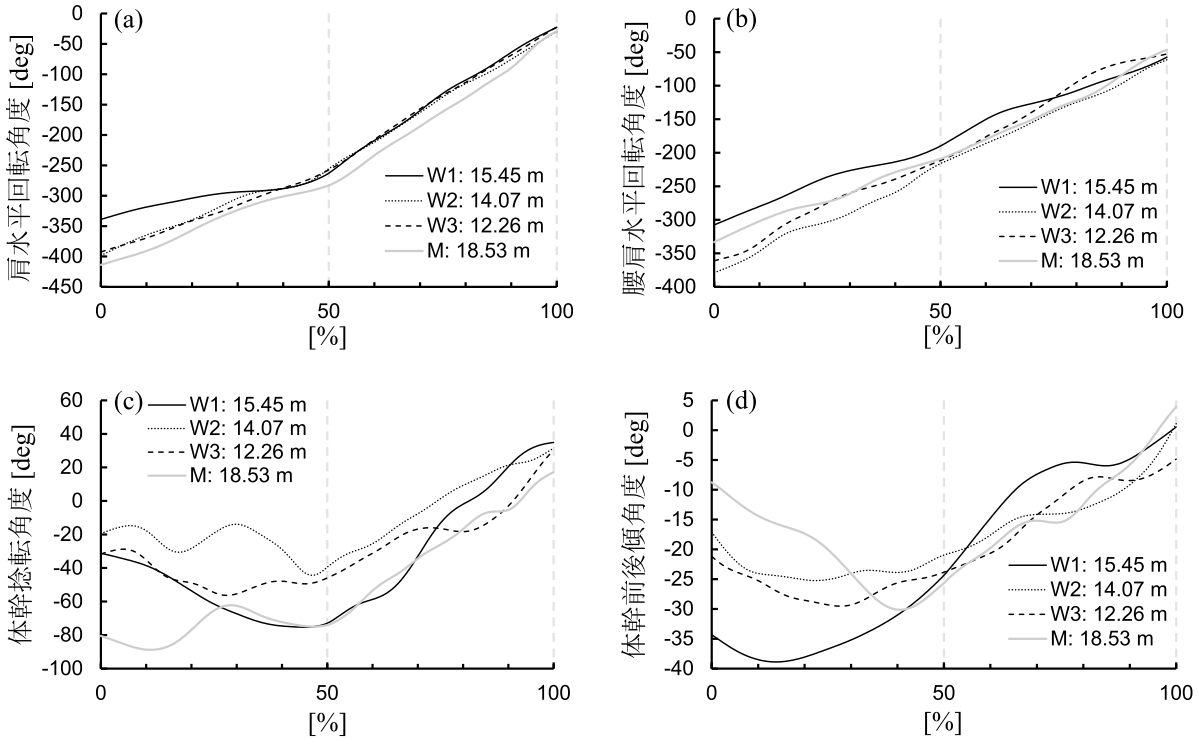


図 4　体幹に関する変数の時系列データ

あった．しかし，M は 1.31 m/s であったことから，L-on における砲丸の合成速度よりも，むしろ DSP においてリリースに至るまでにどのように砲丸が加速されたかが，最終的な初速度の差になったと考えられる．以下，初速度及び DSP における砲丸の加速に各変数がどのように影響したかを考察していく．

砲丸の累積移動距離に関して

次に，図 3 は，砲丸の累積移動距離を示している．女子競技者においては，分析区間における最終的な累積移動距離が概ね一致していた（1.73-1.74 m）．一方，M においては 1.96 m であり，女子競技者よりも約 0.2 m 長かった．表 2 に示した，SSP1 および DSP における累積移動距離をみると，女子競技者において SSP における累積移動距離は，記録が高いほど短かった．また，男女に関わらず，特に DSP における累積移動距離が長い程，記録も高かった．男子競技者において DSP における砲丸の累積移動距離の増大は，砲丸速度の増大に影響する（Kato et al.，2024）．つまり，女子競技者においても，DSP においてより長い累積移動距離を獲得することが，砲丸の加速，つまり最終的な初速度の増大に重要である可能性が示された．一方，詳細なメカニズムは分からないが，SSP において砲丸の累積移動距離を短くすることは，女子競技者に特有の重要な要素である可能性がある．

肩・腰水平回転角度と体幹捻転角度，体幹前後傾角度に関して

図 4 は体幹に関する変数の時系列データを示している．図 4-a は肩水平回転角度の，図 4-b は腰水平回転角度の時系列データをそれぞれ示しており，0 deg が Y 軸と一致した状態を，そこから水平面における時計回りが負の変化を意味している．また，図 4-c は体幹捻転角度，図 4-d は体幹前後傾角度の時系列データをそれぞれ示している．

まず，肩・腰水平回転角度に関して，リリース時における肩・腰水平回転角度はいずれの競技者においても概ね一致していた．表2に示したSSPとDSPにおける変化量に関して，SSPにおける肩水平回転角度はW1が著しく低値であった。一方，DSPにおいて,女子競技者では変化量が大きい程記録も高く，Mはいずれの女子競技者よりも変化量が大きかった．次に腰水平回転角度に関して，SSPにおける変化量は，W1とMは近い値であったが，W2とW3は高値であった．DSPにおける変化量は，女子競技者において記録が高いほど低値だった．

体幹捻転角度は，L-onにおいてW1が－72.92 deg，Mが－74.02 degであったのに対して，W2は－39.46 deg，W3は－45.94 degであった．さらに，リリース時の値はW1が34.88 deg，W2が31.44 deg，W3が30.30 degであり，Mは17.18 degであった．ここで，表2に示したDSPにおける変化量をみると,W1とMは高値であり,W2とW3は低値であった．上述した肩・腰水平回転角度の結果を踏まえると，肩・腰水平回転角度単独の値よりも，むしろそれの差分である体幹捻転角度が記録の差に影響したと考えられる.特に,女子競技者の中で最も記録が高かったW1とMは，DSPにおける体幹捻転角度の変化量が大きい．体幹捻転角度の変化量が大きいことは，DSPにおいて，体幹が捻られた姿勢からリリースに至るまでに大きく捻り戻されたことを意味する．男子競技者において，DSPにおける体幹の大きな捻り戻しは，前述した砲丸の累積移動距離に影響する要素であることからも（Kato et al.，2024)，W1とMはこの捻り戻し動作を大きくすることで砲丸の累積移動距離の増大に繋げ，最終的な初速度と記録を高めいたと考えられる．一方，DSPにおける体幹捻転角度の変化量がW2とW3において低値であったことは，SSPにおける肩水平回転角度の変化量に起因していると考えられる．W1はSSPにおける変化量は低値であったのに対して，W2，W3は高値であり，W1はSSPにおいて肩水平回転角度が増大しないような動作を，W2とW3は肩水平回転角度が増大する動作をしていたといえる．つまり，W2とW3は，SSPにおいて，いわゆる「過回転」の状態となってしまい，DSPにおいて十分に肩水平回転角度を変化させられず，結果的に体幹の捻り戻し動作が小さくなってしまったのではないかと考えられる.しかし，W1のSSPにおける肩水平回転角度の変化量はMと比べても低値であることから，競技レベルが異なる女子競技者を対象とした場合や対象者を増やした場合に同様の結果になるかは定かではなく，継続したデータ収集と分析が必要だろう．

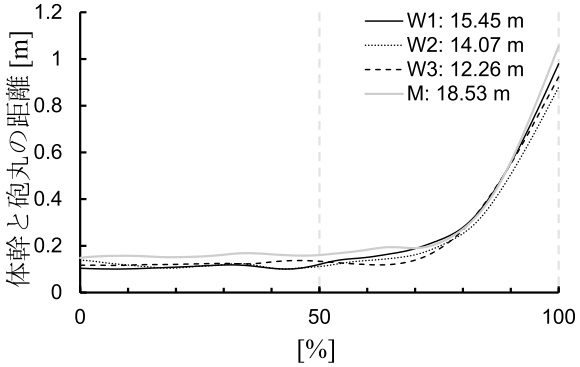


図5　体幹と砲丸の距離の時系列データ

体幹前後傾角度は，SSPにおいてはいずれの対象者においても異なる波形を示したが，L-onにおいては，W1が－24.35 deg，W2が－20.95 deg，W3が－23.82 deg Mが－25.67 degと類似した値であり，いずれの対象者も投てき方向に対して反対側に少し傾いた姿勢であった．リリースにおいては，W1が0.53 deg,W2が1.08 deg,W3が－4.86 deg,Mが3.95 degであり，表2に示したDSPにおける変化量をみると，女子競技者においては記録が高い競技者ほどDSPにおける体幹前後傾角度の変化量が大きく，男子競技者はさらに変化量が大きかった．DSPにおける体幹前後傾角度は，身体を投てき方向へ起こしていく動作と関連している．詳細なメカニズムまでは言及できないものの，W1とMは前述した体幹の捻り戻しに加えて，投てき方向へ身体を十分に起こすことで，砲丸の累積移動距離を増大していた可能性がある．

体幹と砲丸の距離に関して

図5は，体幹と砲丸の距離の時系列データを示している．L-onにおける値は,W1が0.12 m,W2が0.11 m，W3が0.13 m，Mが0.16 mであり，対象者間での差は最大でも5cm程度であった．一方で，リリースにおいてはW1が0.98 m,W2が0.88 m,W3が0.92 m，Mが1.05 mであり，女子競技者においてはW1が最も値が大きく，いずれの女子競技者よりも男子競技者が高値であった．競技水準と年代が異なる男子競技者比較において，記録および動作の差異に繋がった要因の一つに，体幹と砲丸の距離がある（加藤ほか,2021)．これは,体幹と砲丸の距離の増大が,砲丸の速度に対する体幹の長軸回転の貢献に影響するためである（田内ほか，2006)．各対象者の形態に関する情報は取得できていないが，Mは男子競技者であるため，女子競技者よりも身長や上肢長が長く，体幹と砲丸の距離も増大していた可能性が考え

られる。しかし，その点を踏まえたとしても，特にW1は，W2，W3と比較して体幹と砲丸の距離を増大させることで，体幹の長軸回転の貢献を高め，高い初速度を獲得していたのではないかと考えられる．

まとめ

本稿では，国内女子競技者における回転投法に焦点をあて，男子トップレベルの競技者との比較を交えることで，事例的にその動作の特徴を明らかにした．本稿の結果，特に国内でトップレベルの女子競技者は，砲丸の累積移動距離や体幹捻転角度，体幹前後傾角度，体幹と砲丸の距離からも，他の女子競技者よりも国内トップレベルの男子に類似した投動作を行っていたと考えられる．女子競技者の中で特に一貫した差異が観察されたのは体幹捻転角度であり，DSPにおけるその変化量を大きくできるかどうかが，砲丸の累積移動距離や砲丸の加速に差をもたらしている可能性が示唆された．一方で，男子競技者に関するこれまでの研究と比較して，肩・腰水平回転角度の結果などは一貫したものではなかったため，今後の継続したデータの収集と分析が不可欠であろう．

引用文献

(1)Hay, J. (1993). The biomechanics of sports techniques, 4th ed. Prentice-Hall.

(2) 加藤忠彦，瀧川寛子，山本大輔，岩波健輔，牧野瑞輝，塚田卓巳，村上雅俊（2021）世代別に見た国内男子砲丸投競技者における回転投法の特徴．陸上競技研究紀要，17：195-198.

(3)Kato, T., Maeda, K., Mizushima, J., & Maeda, A. (2024) Investigation of a Theoretical Model for the Rotational Shot Put Technique. Journal of Applied Biomechanics, 40(6), 528-536.

(4) 田内健二，村上雅俊，高松潤二，阿江通良（2006）砲丸投げにおける砲丸速度に対する身体各部位の貢献．陸上競技研究紀要，2：65-73.

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 156-162, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,156-162,2024

日本人やり投選手における個人内の記録差に影響するキネマティクス：2名の選手を対象とした事例報告

牧野 瑞輝[1)]　山本 大輔[2)]　加藤 忠彦[3)]　前田 奎[4)]　庄司 一眞[5)]　瀧川 寛子[6)]
1）国立スポーツ科学センター　2）天理大学　3）湘南工科大学　4）京都先端科学大学
5）中京大学　6）中部学院大学

1. はじめに

やり投は、同一の試合において個人内の記録差が大きい種目である。こうした特徴から、やり投に関する研究では、個人内において記録の異なる試技間のキネマティクス変数を比較することで、その記録差に影響する要因が検討されてきた。この点について、女子選手を対象とした研究では、個人内で記録の優れた試技は劣った試技よりも最後の左足接地後における左膝の屈曲角速度が低かったことが報告されている（瀧川ら、2020）。その一方で、男子選手における個人内の記録差に影響する要因を検討したものは僅かであった。そこで、我々は本年度の活動において収集された男子選手20名のデータを分析した結果、個人内の記録差に影響する動作には統計的有意差が認められないことを確認している。この結果は、男子選手における個人内の記録差を生む要因は人によって異なることを示唆するものである。このことに基づくと、個人内の記録差を生む要因をより詳細に検討するためには、個人に焦点を当てたデータを蓄積し、個人内での成功あるいは失敗が生じる要因をいくつかのパターンに類型化していく必要があるだろう。今後この点に関する知見が整理されれば、やり投の試合における3回、あるいは6回という限られた試技数のなかで、選手のポテンシャルを最大限に活かすための示唆が得られるものと考えられる。

上記の足掛かりとして、本稿では2名の男子やり投選手における個人内の記録差に影響する要因を事例的に検討することとした。

2. 方法

2.1. データ収集および処理

対象は、2024年度における科学委員会投てき班の活動対象とした試合（セイコーゴールデングランプリ陸上東京2024および第108回日本陸上競技選手権大会）に出場した、ディーン元気選手および新井涼平選手の2名であった。そのなかでも、我々は各選手の記録の最も優れた試技（以下、「成功試技」と略す）と劣った試技（以下、「失敗試技」と略す）とを分析した。なお、ファールの試技は分析対象外とした。試合における投てき動作は、助走路の右側方および後方に設置した2台のデジタルビデオカメラ（FDR-AX55, SONY）を用いて、サンプリング周波数120Hz、シャッタースピード1/1000秒で撮影した。撮影範囲は、スターティングラインを基準に、後方に8m、横幅4m、高さ2.8mとした。競技開始に先立ち、撮影範囲内の9か所にキャリブレーションポールを立てて、カメラで撮影した。本稿では撮影範囲のうち、投てき方向をY軸、鉛直方向をZ軸、投てき方向に対して右方向をX軸とする静止座標系を定義した。なお、本研究で用いた映像は、国立スポーツ科学センタースポーツ医・科学事業において収集された。

撮影した映像から、身体特徴点23点およびやり2点を動作解析システム（Frame-DIAS IV, Q’sfix）を用いて、120Hzでデジタイズした。2台のカメラで撮影された映像の時系列は、やりのリリース時を基準として同期した。デジタイズされた分析点の静止座標系内における座標値は、3次元DLT法によって算出した。得られた3次元座標値は、残差分析によって決定した最適遮断周波数（6～8.4Hz）のButterworth low-pass digital filterによって平滑化した。分析範囲は、最後の右足接地時からやり

表１　ディーン選手および新井選手におけるリリースパラメータ

			ディーン元気		新井涼平	
			成功試技	失敗試技	成功試技	失敗試技
記録			81.38	77.39	80.78	72.52
リリース速度						
	合成	[m/s]	27.5	26.9	27.6	27.2
	右方向	[m/s]	1.0	2.5	2.8	2.4
	前方向	[m/s]	23.6	22.3	23.3	23.6
	上方向	[m/s]	14.0	14.7	14.4	13.4
投射角						
	矢状面	[deg]	30.7	33.4	31.7	29.7
	水平面	[deg]	-2.4	-6.4	-6.9	-5.8
姿勢角						
	矢状面	[deg]	31.1	33.8	38.8	39.2
	水平面	[deg]	-12.1	-16.1	-14.8	-15.2
迎え角						
	矢状面	[deg]	0.4	0.3	7.1	9.5
	水平面	[deg]	-9.7	-9.7	-7.9	-9.4
投射高		[m]	1.73	1.80	1.64	1.64

表２　ディーン選手および新井選手における基礎的パラメータ

			ディーン元気		新井涼平	
			成功試技	失敗試技	成功試技	失敗試技
記録			81.38	77.39	80.78	72.52
身体重心速度						
	R-on	[m/s]	6.5	6.5	7.5	7.7
	L-on	[m/s]	5.4	5.6	6.8	7.1
	Rel	[m/s]	2.7	3.0	3.9	4.2
局面時間						
	準備局面	[s]	0.233	0.217	0.200	0.200
	投局面	[s]	0.100	0.117	0.100	0.108
加速距離		[m]	1.77	1.88	1.74	1.91
歩幅						
	前後	[m]	1.88	1.80	2.10	2.09
	左右	[m]	0.42	0.42	0.49	0.55

のリリース時までとし、一連の投てき動作のうち、最後の右足接地時を R-on、左足接地時を L-on、やりのリリース時を Rel とし、R-on から L-on を準備局面､L-on から Rel までを投局面と定義した。また、算出された時系列データは、準備局面を 0-60%、投局面を 60-100% に規格化した。

2.2. 算出項目

リリースパラメータおよび基礎的パラメータは、以前の資料（牧野ら、2023）と同様の方法で算出した。上記に加えて、本稿ではやり投パフォーマンスの主な決定因子であるやりの速度がどの部位によって獲得されているのかを検討するために、以下の式によって、やり速度に対する身体各部位の貢献を評価した。

$$V_{javelin} = V_{hip} + V_{shoulder/hip} + V_{javelin/shoulder}$$

ここで、$V_{javelin}$ はやりの速度、V_{hip} は左右の股関節中心の速度、$V_{shoulder/hip}$ は左右の股関節中心に対する右肩の速度、$V_{javelin/shoulder}$ は右肩に対するやりのグリップの速度を意味している。このことから、V_{hip}、$V_{shoulder/hip}$、$V_{javelin/shoulder}$ はそれぞれ、下肢、体幹、上肢が獲得したやり速度である。なお、やり投では前および上方向の速度が記録と強く関係するため（瀧川と田内、2020）、ここでは前および上方向のやり速度に対する下肢、体幹、上肢の貢献を算出した。また、身体各部位が獲得したやり速度が、具体的にどのような動作によって獲得されたのかを評価するために、身体の部分および関節の角度を適宜算出した。

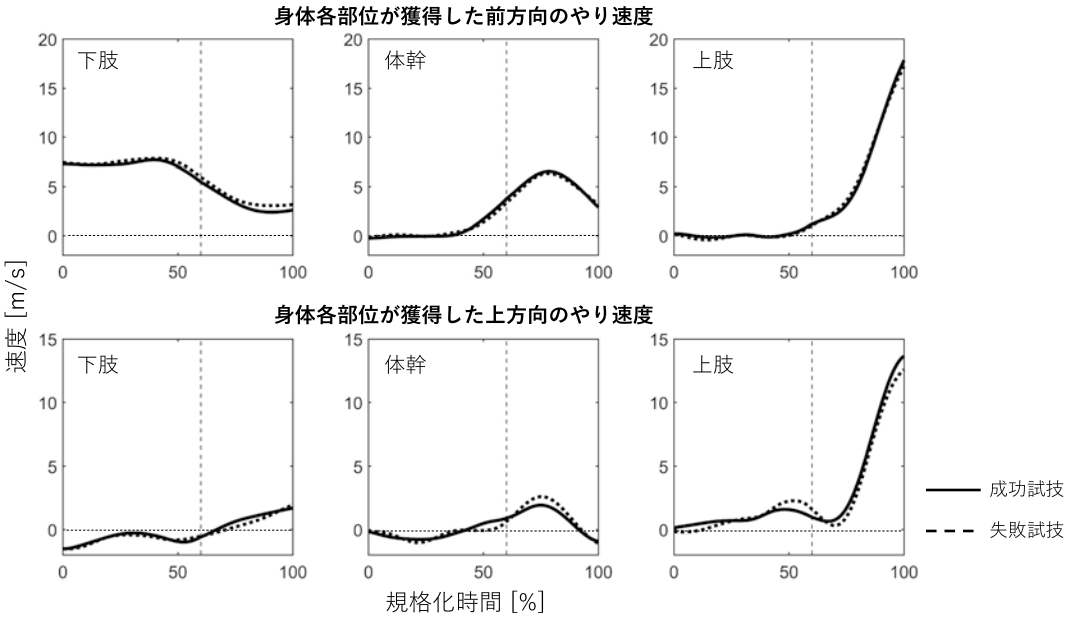


図 1　ディーン選手における前および上方向のやり速度に対する身体各部位の貢献

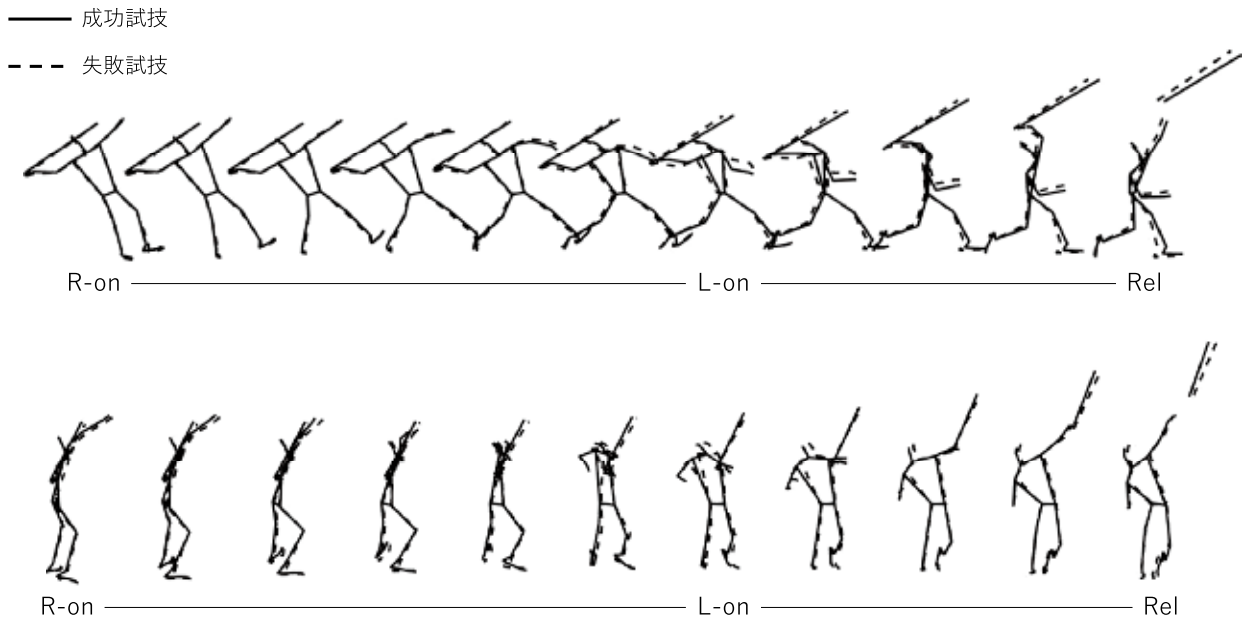


図 2　ディーン選手におけるスティックピクチャ

3. 結果および考察

表 1 は、各選手の成功試技と失敗試技におけるリリースパラメータを示したものである。これらのパラメータのうち、合成のリリース速度は 2 名の選手に共通して成功試技の方が失敗試技よりも高かった。やり投に関する研究では、パフォーマンスの優れた選手ほど合成のリリース速度が高いことが明らかにされており（Pavlović, 2020)、本稿の結果はこれまでの報告と一致するものであった。また、合成のリリース速度を構成する 3 方向の速度のうち、前および上方向のリリース速度は記録と強い正の相関関係にある（瀧川と田内、2020)。そこで、本稿の対象者 2 名における前および上方向のリリース速度に着目し､成功試技と失敗試技との差を確認した。その結果、ディーン選手では前方向、新井選手では上方向のリリース速度が成功試技おいて失敗試技よりも高かった。そこで以降では、本稿で対象とした 2 名の選手における個人内のリリース速度の変化と関係する動作を個々に議論することとした。

3.1. ディーン元気選手

ディーン選手の成功試技では、前方向のリリース速度が失敗試技よりも高かった。この結果に対して、前方向のやり速度がどの局面のどの部位の動作によって高められていたのかを図 1 から確認したと

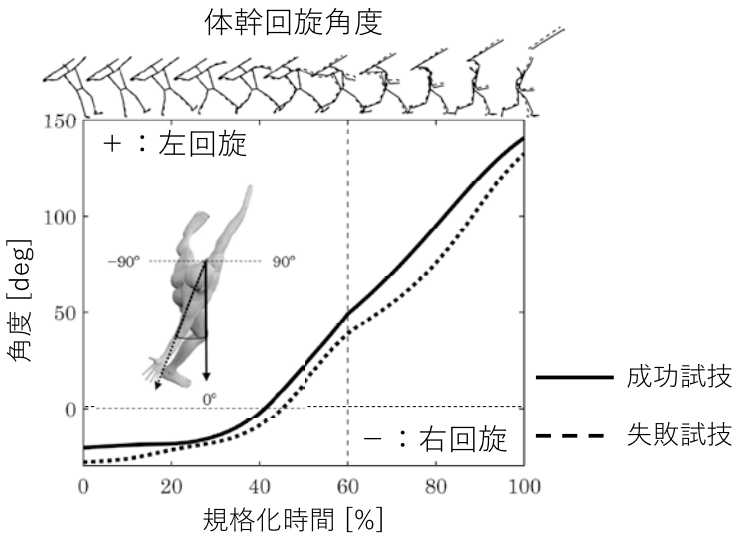


図 3　ディーン選手における体幹回旋角度

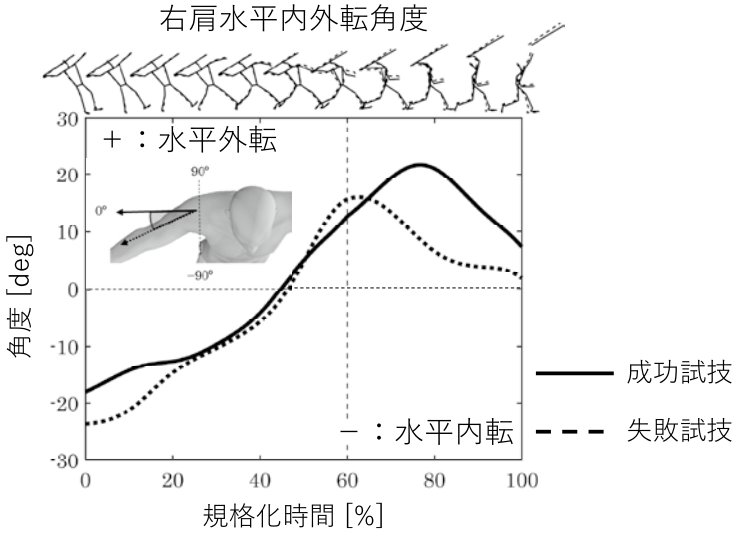


図 4　ディーン選手における右肩水平内外転角度

ころ、成功試技では失敗試技よりも、L-on 付近における体幹、および Rel 前の上肢によって獲得される前方向のやり速度が高かった。また、図 2 に示したディーン選手におけるスティックピクチャを見てみると、成功試技では失敗試技よりも L-on 付近において体幹が左回旋位、および Rel 前において上肢がより前方に引き出されていることが確認できた。

これらの動作をデータから確認するために、まずディーン選手における体幹の回旋角度（図 3）をみてみると、規格化時間 30% 付近から Rel にかけて、成功試技の方が失敗試技よりも体幹が左回旋位であることが確認できた。このことから、ディーン選手の成功試技では、早い段階から体幹を左回旋させたことが、L-on 付近における体幹によって獲得されるやりの前方速度を高めたものと考えられる。しかしながら、やり投における指導現場では、L-on よりも前から体幹が大きく左回旋することは良くない動作として考えられている。この理由としては、L-on より前から体幹が過度に左回旋する動作が、上肢を早い段階で投てき方向に引き出す動作となり、L-on 後にやりを加速させる距離を短くしてしまう点にあると推察される。その一方で、やり投における国際大会上位入賞選手では下位入賞選手よりも体幹の左回旋角度が大きかったという報告もある（田内ら、2010）。この先行研究では、体幹が左に大きく回旋していたとしても、上肢が前方に引き出されない動作を行っていたとすれば、早い段階での体幹の左回旋は必ずしも高い初速度の獲得に不利に働かないことが指摘されている。そこで、ディーン選手における右肩の水平外転角度を図 4 によって確認したところ、成功試技では失敗試技よりも投てき局面における右肩の水平外転角度が大きかった。このことは、成功試技では失敗試技よりも左右の肩を結ぶラインに対して上肢が後方に取り残されてい

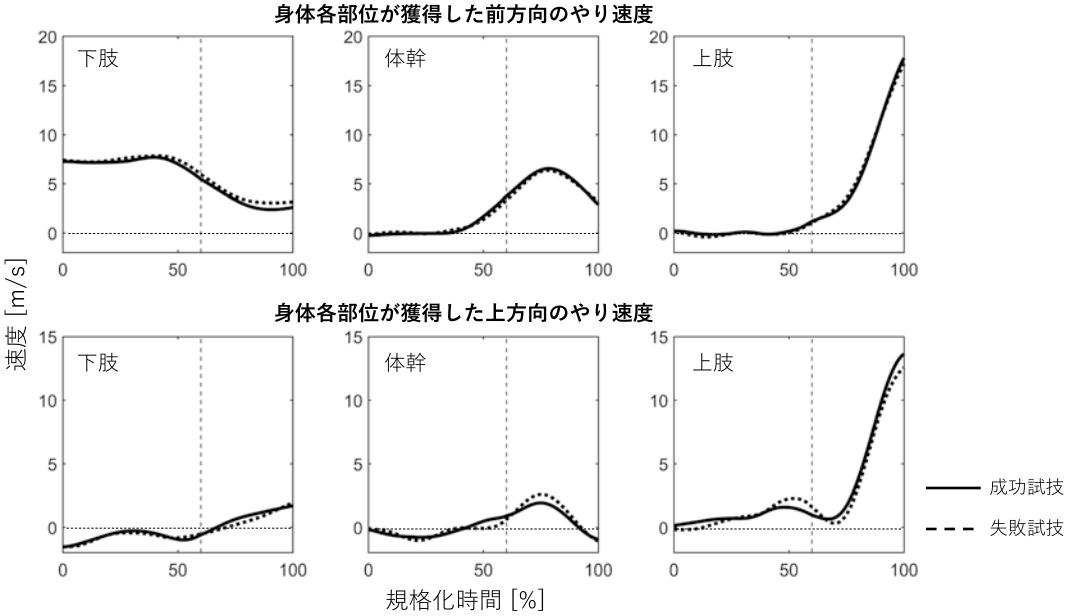


図 5　新井選手における前および上方向のやり速度に対する身体各部位の貢献

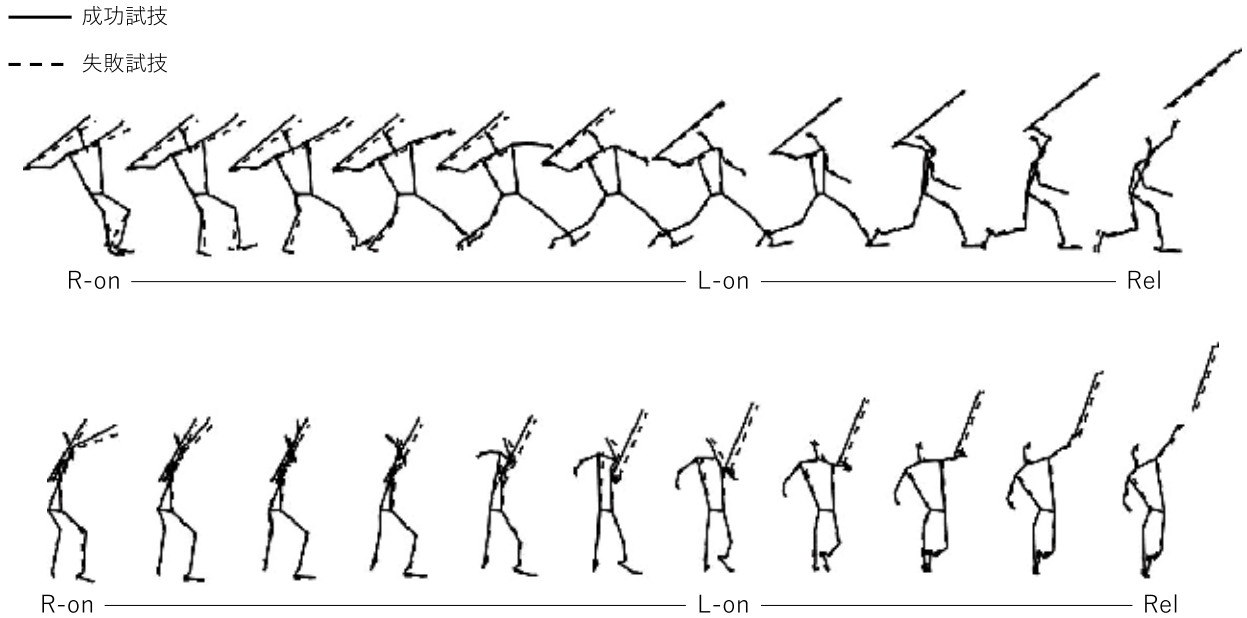


図 6　新井選手におけるスティックピクチャ

たことを意味している。やり投に関する先行研究では、記録の優れた選手ほど肩関節の水平外転や外旋などの角度が大きいことが報告されており、これらの関節運動は、肩周りの筋群における伸長―短縮サイクルの効果的な利用に関与している可能性が指摘されている（Makino and Tauchi, 2022; 瀧川ら、2020）。すなわち、ディーン選手では右肩の水平外転角度を大きくした姿位をとることにより、肩回りの筋群の出力を高め、その状態からやりを前方に加速させたことが、上肢の貢献を高める結果に繋がったものと考えられる。

これらのことから、ディーン選手の成功試技では失敗試技よりも、体幹を早い段階で左回旋させながら肩の水平外転角度を大きくし、その姿位から腕振り動作を行うことで、体幹および上肢が獲得する前方向のやり速度を高められたことがパフォーマンスの差を生むことになったと考えられる。

3.2. 新井涼平選手

新井選手の成功試技では、上方向のリリース速度が失敗試技よりも高かった。この結果に対して、身体各部位が獲得した上方向のやり速度を図 5 から確認したところ、成功試技では失敗試技よりも投局面における上肢の獲得した上方向のやり速度が高かった。また、新井選手におけるスティックピクチャをみてみると、成功試技では失敗試技よりも Rel 前に

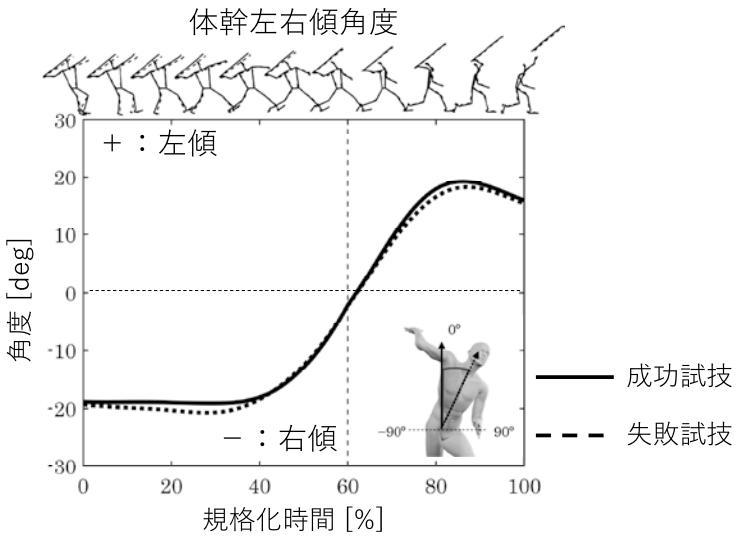


図 7　新井選手における体幹左右傾角度

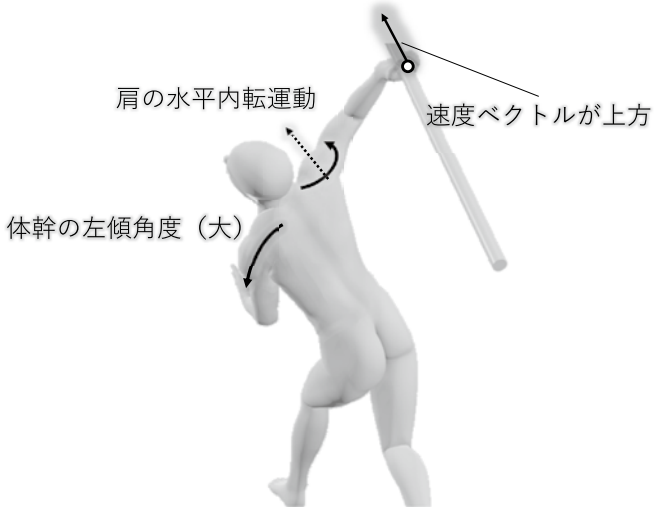


図 8　体幹の左傾角度と上方向のやり速度の関係に関する模式図

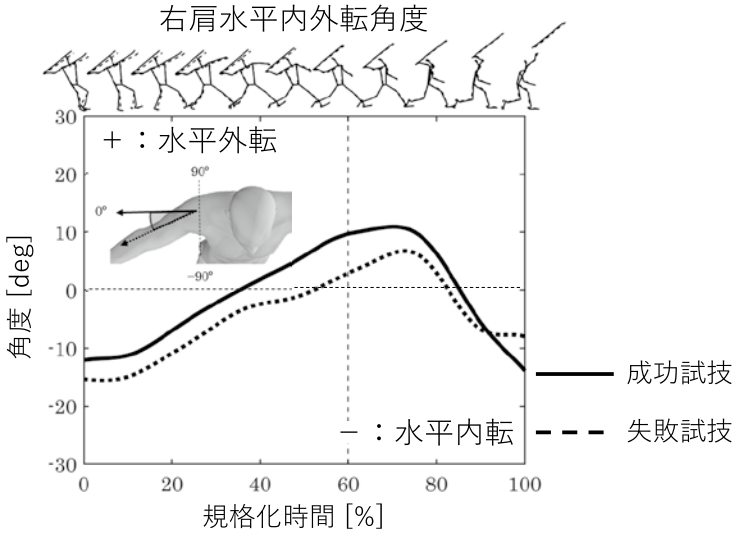


図 9　新井選手における右肩水平内外転角度

おいて体幹が左傾位であることが確認できた（図6）。

そこで、新井選手における体幹の左傾角度（図7）を見てみると、投局面の後半では成功試技が失敗試技よりも左傾角度が大きかった。Makino and Tauchi（2022）は、上方向のリリース速度が高い選手ほど投局面における体幹の左傾角度が大きいことを報告している。体幹の左傾角度が上方向のリリース速度と関係する理由は、体幹を左に傾けることによって、肩の関節運動（主に水平内転）によって獲得されるやりの速度ベクトルをより上方向に向けられるためであろう（図8）。従って、新井選手の成功試技では、体幹の左傾角度が大きかったことが、上肢によって獲得されるやりの上方向の速度を高め、最終的な上方向のリリース速度も高めた可能性がある。

そのほかにも、新井選手の成功試技では失敗試技よりも右肩の水平外転角度が大きかった（図9）。体幹が大きく左傾した状態から肩の水平外転角度が大きくなることは、やりをより下方に位置付ける姿位となる。この姿位から肩を水平内転させることは、やりをより長い距離に渡って上方向に加速させる動作となることが推察される。つまり、新井選手の成功試技では失敗試技よりも体幹の左傾および肩の水平外転角度を大きくした姿位からやりを加速させたことが、やりをより上方向に加速させられる動作となり、パフォーマンスに違いを生じさせたものと考えられる。

その一方で、村上と伊藤（2003）は、記録の優れた選手ほど、Rel時における体幹の右傾角速度が高いことを報告している。このことから、上方向のリリース速度の獲得を意図して体幹の左傾動作を強調した場合、過度に体幹が左傾したことに伴ってRel付近の体幹の右傾角速度が高まらない可能性がある。そのため、体幹の左傾角度に限った話ではないが、指導現場において動作の変化を意図した介入を行う場合には、それによって生じる副次的な影響についても十分に考慮されるべきであろう。

4. まとめ

本稿では、男子やり投選手における個人内の記録差を生む要因を事例的に検討するために、ディーン元気選手および新井涼平選手の個人内における成功試技と失敗試技との比較を行った。その結果、個人内での記録差を生む要因として、前方向のリリース速度が挙げられたディーン選手、および上方向のリリース速度が挙げられた新井選手では、成功試技と失敗試技との間で異なる動作の違いが認められた。

文献

Makino, M. and Tauchi, K. (2022) Kinematic factors related to forward and vertical release velocity in male javelin throwers, International Journal of Sport and Health Science, 20: 249-259.

牧野瑞輝・山本大輔・前田奎・瀧川寛子（2023）男子やり投げにおける同一試合内での記録に差が生じた要因：﨑山雄太選手における83.54mと77.36mの比較．陸上競技研究紀要，19: 137-141.

村上雅俊・伊藤章（2003）やり投げのパフォーマンスと動作の関係，バイオメカニクス研究，7(2): 92-100.

Pavlović, R. (2020) Biomechanical analysis in athletics: the influence of kinematic parameters on the results of javelin throw of elite athletes. The Swedish Journal of Scientific Research, 7(3): 1-11.

瀧川寛子・堀内元・田内健二（2020）女子やり投げ競技者における成功試技と失敗試技とが生じる動作要因の検討．体育学研究，65: 143-152.

瀧川寛子・田内健二（2020）やり投げの投てき記録に影響を及ぼす動作要因における男女差の検討，体育学研究，65: 595-606.

田内健二・村上雅俊・遠藤俊典・竹迫寿・五味宏生・藤井範久（2010）世界一流やり投の投てき技術，世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術，176-187.

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 163-168, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,163-168,2024

女子やり投げ北口榛花選手における投てき動作の特徴
―海外選手との比較―

瀧川 寛子[1)]　牧野 瑞輝[2)]　加藤 忠彦[3)]
1）中部学院大学　2）国立スポーツ科学センター　3）湘南工科大学

Ⅰ. はじめに

2024年9月に開催されたパリ五輪女子やり投げ決勝において，北口榛花選手が1投目に65.80mを投てきし，金メダルを獲得した．ロード種目以外の陸上競技において，女子選手がオリンピックで金メダルを獲得したのは史上初であり，歴史に残る快挙であった．我々はこれまでに，北口選手個人内の成功・失敗の比較や日本人競技者との比較を行ってきた（田内ほか，2016；瀧川ほか，2022；瀧川ほか，2023）．その結果，北口選手の動作の特徴をある程度明らかにしてきた．しかし，世界レベルでは女子やり投げのトップ選手は多くが海外選手であることから，北口選手と海外選手を比較することは，今後の日本における女子やり投げ界の発展において意義のあるものと考えられる．

そこで本稿では，北口選手における投てき動作の特徴を，海外の上位選手と比較を行うことによって明らかにすることを目的とした．

Ⅱ. 方法

1. 分析対象者および分析試技

分析対象者は，セイコーゴールデングランプリ陸上2024に出場した女子やり投げ選手のうち，上位3名とした（1位：北口榛花選手，2位：フロルデニスルイスウルタド選手，3位：トリピーターズ選手）．分析試技は，対象の競技会における各選手の最高記録の試技とした．

2. 撮影方法

それぞれの投てき試技を，やり投げ助走路の側方および後方に設置したビデオカメラ（FDR-AX45, SONY）2台を用いて毎秒120Hz，露出時間1/1000sで撮影した．また，助走路のスターティングライン中央より後方6mの地点を原点とし，縦6m×横4m×高さ2.8mの画角を設定した．競技会の撮影に先立ち，予め撮影範囲内9か所にキャリブレーションポールを立て撮影した．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に取り組み，動作解析ソフト（Frame-DIAS6, Q’fix）を用いて，身体23点およびやり2点（グリップ，やりの先端）を120Hzでデジタイズした．デジタイズされた座標値を3次元DLT法にて実長換算し，身体分析点およびやりの3次元座標値を算出した．2方向からの映像の同期は，やりのリリース時点のコマ数を合わせることで行った．算出された3次元座標値は，8Hzのローパスバターワース型デジタルフィルターによって平滑化した．

4. 分析項目

本稿では，一連の投てき動作について次のように動作時点を定義した．最終的に右足を接地した時点をR-on，続く左足接地をL-on，やりが手から離れた時点をリリース（REL）とし，最初のR-onからL-onまでを準備局面，L-onからRELまでを投局面とした．また，準備局面および投局面に要した時間の比率が6：4であったことから，R-onを0%，L-onを60%，RELを100%とし，時間の規格化を行った．

分析項目として，以下の項目を算出した．なお，1）～4）をリリースパラメータ，5）～8）を基礎的パラメータとした．

1）　リリース速度：リリース時のグリップ速度
2）　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

表 1　リリースパラメータ

		1位 KITAGUCHI Haruka	2位 RUIZ HURTADO Flor Denis	3位 PEETERS Tori
記録	[m]	63.45	62.06	61.26
リリース速度	[m/s]	23.5	23.4	23.3
水平	[m/s]	18.1	19.7	18.4
鉛直	[m/s]	14.8	12.5	14.2
左右	[m/s]	2.7	-1.4	2.7
リリース角度	[deg]	39.3	32.4	38.4
姿勢角	[deg]	46.3	35.0	43.1
迎え角	[deg]	7.0	2.6	4.7

表 2　基礎的パラメータ

		1位 KITAGUCHI Haruka	2位 RUIZ HURTADO Flor Denis	3位 PEETERS Tori
記録	[m]	63.45	62.06	61.26
身体重心速度	[m/s]			
R-on	[m/s]	5.1	5.1	5.4
L-on	[m/s]	4.2	4.7	4.9
REL	[m/s]	3.0	2.1	2.8
局面時間				
準備局面	[s]	0.233	0.250	0.175
投局面	[s]	0.167	0.158	0.125
歩幅				
前後	[m]	1.53	1.41	1.56
左右	[m]	0.08	0.79	0.24
加速距離	[m]	1.90	1.93	1.64

3)　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
4)　迎え角：姿勢角からリリース角を減じた角度
5)　身体重心速度：各局面における身体重心の速度
6)　局面時間：準備局面および投局面における経過時間
7)　歩幅：R-on 時の右足つま先から L-on 時の左足踵までの長さ
8)　加速距離：L-on 時から REL までにおけるやりのグリップが移動した長さ
9)　肩水平回旋角度：水平面内における左右の肩峰を結ぶ線分とX軸とがなす角度（X軸を0度として，正の値が左回旋位，負の値が右回旋位）
10)　腰水平回旋角度：水平面内における左右の大転子を結ぶ線分とX軸とのなす角度（X軸を0度として，正の値が左回旋位，負の値が右回旋位）
11)　体幹前後傾角度：左右肩峰の中点と左右大転子の中点を結ぶ線分とY軸とのなす角度
12)　上肢角度：水平面内における右肩峰とグリップを結ぶ線分とX軸とのなす角度（X軸を0度として，正の値が左回旋位，負の値が右回旋位）
13)　右肘角度：右上腕と前腕とのなす角度（最大伸展位が 180 度）

III. 結果および考察

1. リリースパラメータおよび基礎的パラメータ

表1に，リリースパラメータを示した．まず，合成のリリース速度について高値を示した選手順に記録も高くなっているものの，大差はなかった．また，リリース速度を成分ごとに3選手で比較してみると，北口選手およびピーターズ選手は鉛直成分が大きく，ウルタド選手は水平成分が大きいという特徴を示した．やり投げの記録は，リリースパラメータによって決定され，その中でもリリース速度が最も重要であり，水平および鉛直成分は記録との間に高い正の相関関係が認められている（瀧川・田

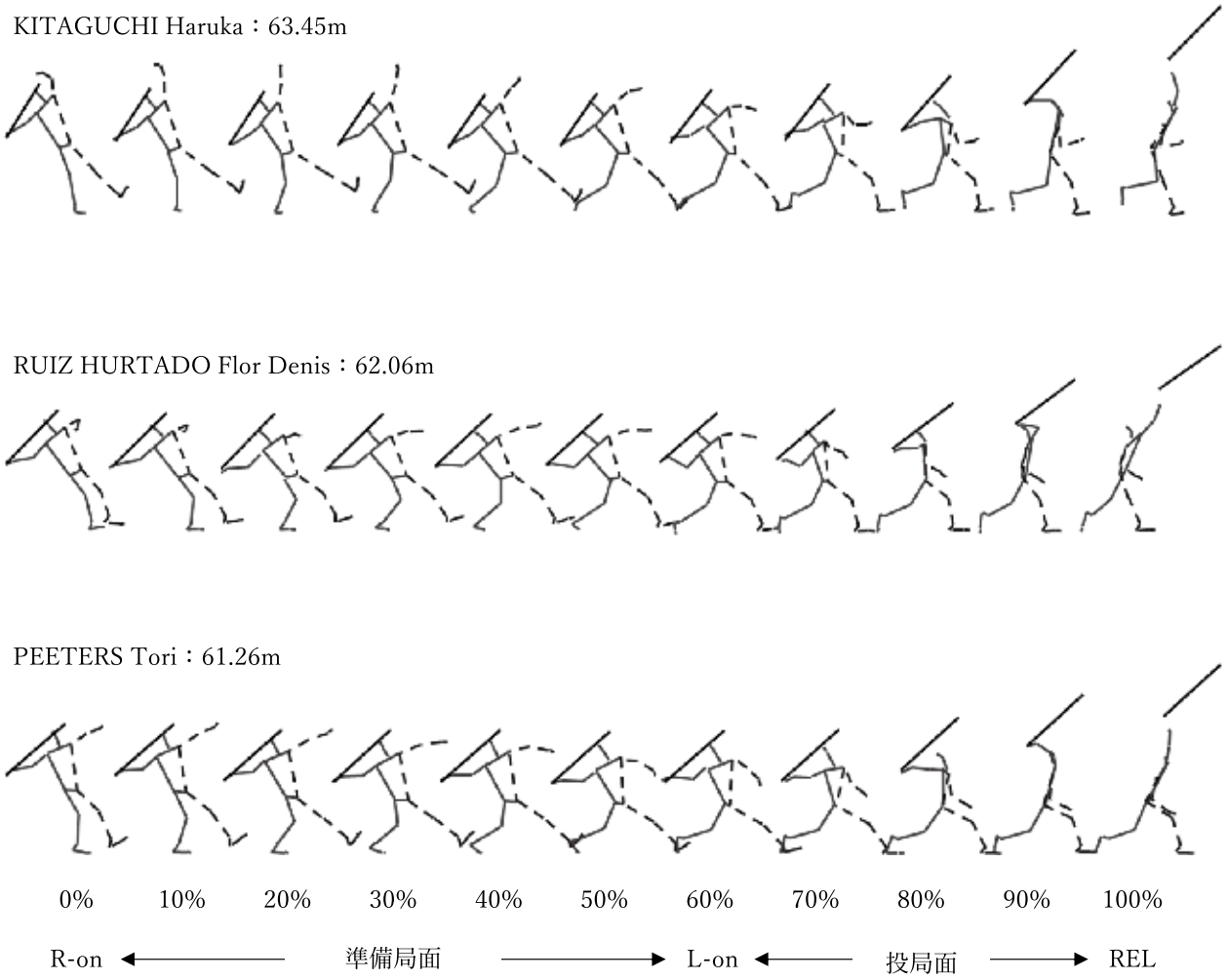


図１　側方からみたスティックピクチャ

内，2020;Makino and Tauchi，2022）．したがって，60m を超える投てきを行うために，北口選手およびピーターズ選手は特に鉛直成分を大きくし，ウルタド選手は水平成分を大きくしていたこととなる．リリース角度，姿勢角および迎え角は，北口選手が最も高く，ウルタド選手が比較的低値を示した．北口選手およびピーターズ選手における高い鉛直成分のリリース速度はリリース角度が大きいことに関連している．リリース角度については，男子やり投げ選手を対象とした前田ほか（1997）によって，33 度前後が至適であるとされている．女子の世界トップ選手２名がこのように大きな値を示していることから，女子の世界トップ選手では，男子選手を対象とした横断的研究から得られた知見が当てはまらない可能性がある．また，迎え角は，０度に近いことが望ましく（前田ほか，1997），北口選手における迎え角の大きさは姿勢角が大きいことに起因している．

表２に，基礎的パラメータを示した．まず，身体重心速度について，北口選手は R-on 時点ではウルタド選手と同等であったが，L-on 時点では低値を示した．これは，北口選手が他の選手に比べて，R-on から L-on において大きく減速していることを示している．この減速する要因となる動作については後述したい．局面時間は，いずれの局面においても北口選手およびウルタド選手がピーターズ選手よりも大きな値を示し，より長い時間をかけて動作を遂行していた．歩幅は，前後ではウルタド選手が小さい値を示し，左右では北口選手が大幅に小さい値を示した．加速距離は，北口選手およびウルタド選手が大きな値を示した.これらの結果を踏まえると，北口選手およびウルタド選手は,動作時間を長くし，やりに力を加える距離を長くする動作を行うこと，一方でピーターズ選手は，速い助走を行い身体の持つエネルギーを大きくする動作を行うことで，それぞれリリース速度を高めていたということが示唆された．

2. 投てき動作の違いについて

北口選手およびウルタド選手とピーターズ選手と

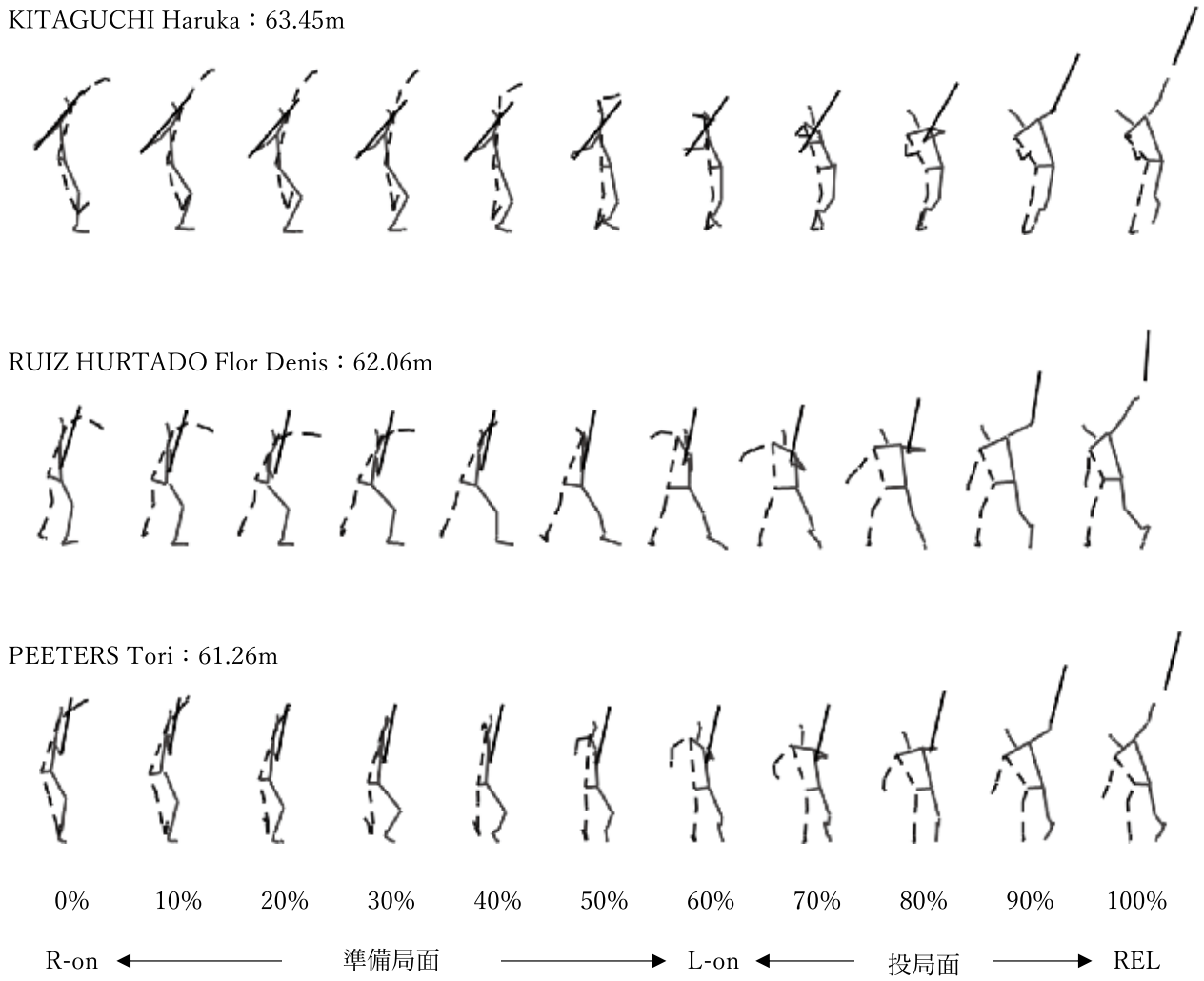


図２　後方からみたスティックピクチャ

の間では，高いリリース速度を獲得するための戦略が異なっていた．本稿では，北口選手がどのような動作で加速距離を大きくし，高いリリース速度（特に鉛直成分）を獲得していたのかについて，スティックピクチャから観察された点をもとに言及していく．側方からみたスティックピクチャでは，他の２名と比較した際の北口選手の特徴として，準備局面における体幹の後傾が大きいこと，右肘がより伸展位であることが観察された（図 1）．また，後方から見たスティックピクチャでは，準備局面におけるやりのグリップがより体幹部の左側に位置しており，肩および腰のラインが投てき方向に正対するタイミングが遅いことが確認された（図 2）．そこでまず，体幹部の動作に着目し，図 3 に肩および腰の水平回旋角度，図 4 に体幹前後傾角度および角速度を示した．肩，腰ともに北口選手は他の２名に比べ,R-on から 70 ～ 80%あたりまで負の値が大きく，体幹が投てき方向に対して右回旋位であった.特に，腰についてはその差が顕著であり，この動作によってグリップをより後方に位置させていたと考えられる．しかしながら，体幹部を投てき方向に対して右回旋させた状態で動作を行うことは，身体重心速度の減速にもつながる動作となる．体幹前後傾角度については，90 度が直立位を示すことから，北口選手は準備局面において大きく後傾姿勢をとっていたこととなる．ウルタド選手も北口選手と同様に準備局面では大きく後傾姿勢であるが，REL 時点では北口選手の方が前傾姿勢となっていた．このことについて，角速度をみてみると，北口選手およびピーターズ選手は投局面において負の値が大きく，速く体幹部を前傾していたことが示された．Makino and Tauchi（2022）の研究では，鉛直方向のリリース速度が高い選手ほど，L-on 付近では体幹部の後傾が大きく，投局面後半では体幹の前傾角速度が高いことが報告されている．このことから，北口選手は体幹部を大きく後傾させた状態から，リリース直前に速く前傾させることによって，高い鉛直リリース速度を獲得したと考えられる．この体幹部の後傾動作は，肩および腰の右回旋動作と同様に，身体重心速度を減速させることにつながってしまう．したがっ

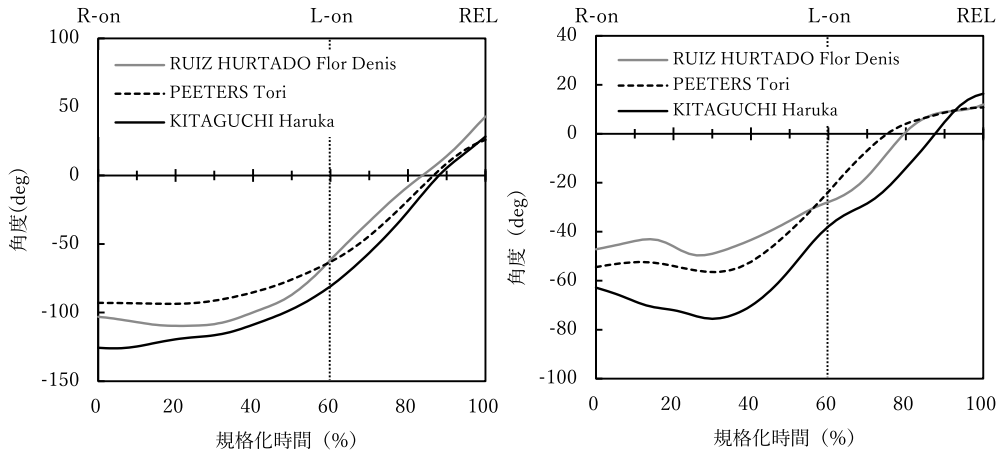


図３　肩（左）および腰（右）の水平回旋角度の時系列変化

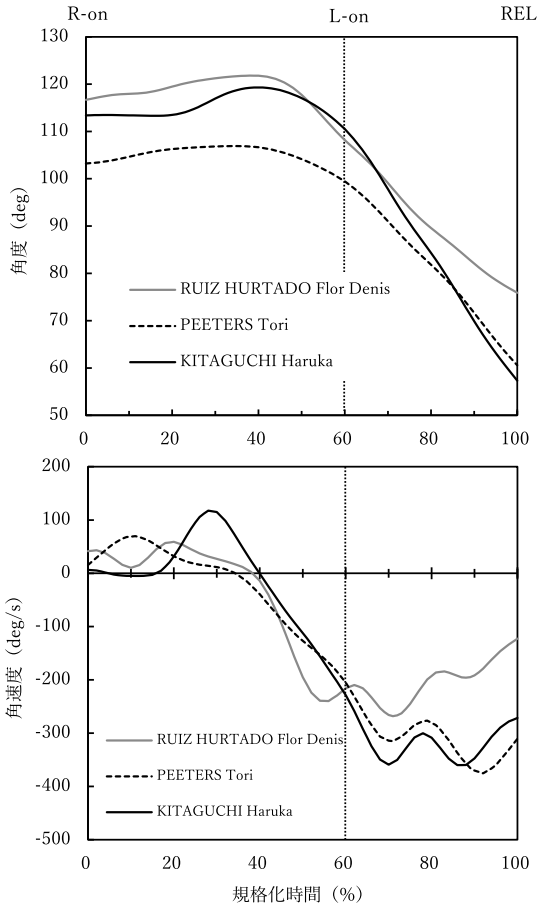


図４　体幹前後傾角度および角速度の時系列変化

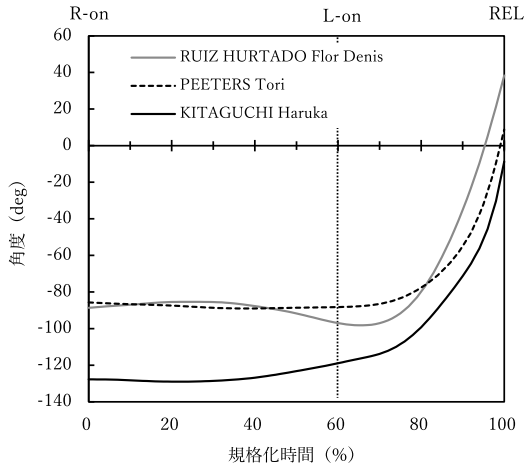


図５　上肢角度の時系列変化

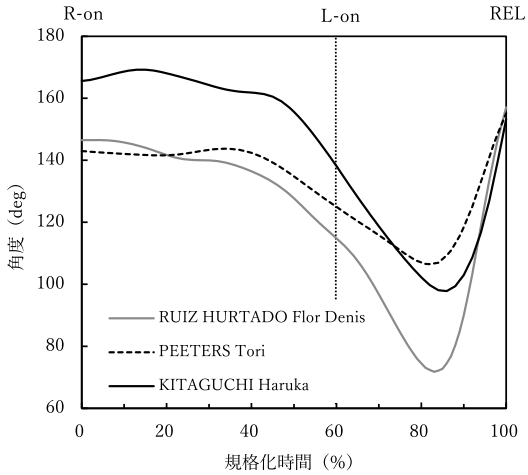


図６　肘角度の時系列変化

て北口選手は，鉛直方向のリリース速度獲得および加速距離を長くするための動作を優先的に行うことで，その代償として R-on から L-on にかけての身体重心速度減速が生じてしまったと推察される．

次に，上肢の動作について着目し，図５に上肢角度，図６に右肘角度を示した．上肢角度，右肘角度のいずれにおいても，北口選手は他の２名に比べ大きな値（上肢は負）を示しており，このことは，上肢が投てき方向に対してより右回旋位であり，右肘はより伸展した動作であったことを意味している．田内ほか（2012）は，準備局面において上肢が投てき方向に対してより右回旋位であることは，やりの加速距離を長くする点において有利に作用すると述べている．つまり，後方からのスティックピクチャにおいて観察された，北口選手における準備局面でのやりのグリップがより体幹部の左側に位置してい

る，という特徴は体幹部の動作に加えて，上肢の動作によっても獲得したものであることが示唆された．

IV. まとめ

本稿の目的は，北口選手における投てき動作の特徴を，海外の女子やり投げ上位選手の動作と比較を行うことによって明らかにすることであった．本稿によって明らかとなった北口選手の動作の特徴は，リリース速度の中でも特に鉛直成分が高く，投射角，姿勢角および迎え角が大きいこと，準備局面において，肩，腰および上肢が投てき方向に対してより右回旋位であり，体幹部が大きく後傾し，右肘がより伸展位であることであった．また，これらの準備局面における動作によって，グリップをより体幹の後方に位置させ，長い加速距離を獲得していたことが示唆された．一方，これらの鉛直方向のリリース速度や長い加速距離を獲得するための動作は，身体重心速度を減速することにもつながるため，注意が必要であると考えられる．

参考文献

前田正登・平川和文・宮口和義・宮口尚義（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.

Makino, M. and Tauchi, K. (2022) Kinematic factors related to forward and vertical release velocity in male javelin throwers, International Journal of Sport and Health Science, 20: 249-259.

瀧川寛子・西山健太・村上雅俊（2022）女子やり投げにおける60mオーバー選手の投てき動作の特徴．陸上競技研究紀要，18，188-192.

瀧川寛子・田内健二（2020）やり投げの投てき記録に影響を及ぼす動作要因における男女差の検討．体育学研究，65：595-606.

瀧川寛子・山本大輔・前田奎（2023）北口榛花選手における成功試技および失敗試技が生じる要因．陸上競技研究紀要，19，142-145

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．バイオメカニクス研究，16（1）：2-11.

田内健二・佐分慎也・墨訓熙（2016）北口榛花選手における60mオーバーの投てき動作の特徴．陸上競技研究紀要，12，151-154.

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 169-176, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,169-176,2024

2024年シーズンにおける十種競技選手のパフォーマンス分析

松林 武生[1)]　笠井 信一[2)]　後藤 晴彦[1)]　小泉 潤[1)]　庄司 一眞[3)]　眞鍋 芳明[3)]
1) 国立スポーツ科学センター　2) 愛知淑徳大学　3) 中京大学

１．はじめに

日本陸上競技連盟科学委員会では、強化指定選手の競技力向上に活用する情報収集活動として、主要競技会におけるパフォーマンス分析を実施している。本稿では、2024年シーズンにおける十種競技選手の100m、走幅跳、400m、110mハードルでのパフォーマンス分析結果について報告する。

２．方法

２－１．分析対象

第108回日本陸上競技選手権大会･混成競技(2024年6月22-23日）の十種競技に出場した強化指定選手3名（丸山優真選手、奥田啓祐選手、田上駿選手）を分析対象とした。なお、本研究で用いたデータの一部は、国立スポーツ科学センターと協働した研究活動において収集された。

２－２．100mにおける分析

100m では、レース中の走速度の推移、および最高走速度時のピッチとストライド長を分析した。4台のハイスピードカメラ（Lumix DC-GH5S および Lumix DC-GH6、Panasonic 社製、239.76fps）を用いてレースを撮影した。カメラの設置位置は、3.72m、13m、47m、81m地点の側方の観客席とした。ハードル種目でのハードル設置位置マークなど距離が既知である地点の通過タイムを、スタート信号の閃光からの経過フレーム数に基づいて算出した。これをスプライン関数で補間することにより時間－距離情報を作成し、10mごとの通過タイムと区間走速度を算出した。また、同映像から4歩ごとの接地瞬間のフレームを判断し、これと前述の時間－距離情報から4歩ごとの移動距離および経過時間を得たのち、4歩ごとの走速度を算出した。この走速度が最高となった4歩区間において、経過時間の逆数をとることでピッチを、走速度をピッチで除することでストライド長を算出した（松尾ら2011、小林ら2017)。

２－３．走幅跳における分析

走幅跳では、助走時の最高走速度を分析した。選手後方の観客スタンドにレーザードップラー式距離･走速度測定装置（Laveg、100Hz、JENOPTIK社製）を設置し、選手の腰背部へ不可視レーザーを照射することで、助走時の時間－距離情報を取得した。これを遮断周波数0.5Hzのローパスフィルタで処理した後に微分して走速度に変換し、そのピーク値を助走中の最高走速度とした（小山ら2007)。

２－４．400mにおける分析

400mでは、レース中の走速度の推移、特に最高走速度およびレース終盤での走速度低下率を分析した。4台のデジタルビデオカメラ（Lumix DC-GH5S および Lumix DC-GH6、Panasonic社製、59.94fps）を用いてレースを撮影した。カメラの設置位置は、第1曲走路スタンドの中央付近、バックスタンド中央付近、第2曲走路スタンドの300m地点横付近、およびホームスタンドのフィニッシュライン横付近とした。スタート信号の閃光から選手のトルソーが400mハードル用ハードルの設置位置（45m、80m、115m、150m、185m、220m、255m、290m、325mおよび360m地点）を通過するまでの経過フレームに基づき､各地点の通過タイムを算出した。さらに、50m毎の通過タイムについて、その地点を挟む前後 2 つのハードル設置位置の通過タイムから時間－距離の直線回帰をすることで推定した．この推定通過タイムに基づいて、50m区間ごとの走速度を算出した。また、この走速度の最高値に対する、350-400m区間での走速度の低下率を算出した（持田ら2007)。

２－５．110m ハードルにおける分析

110m ハードルでは、各ハードルのタッチダウンタイム、区間タイム、インターバルランタイム、ハードリングタイム、および区間走速度を分析した。3 台のハイスピードカメラ（Lumix DC-GH5S および Lumix DC-GH6、Panasonic 社製、239.76 fps）を用いて、2、5、8 台目ハードル側方の観客スタンドからレースを撮影した。得られた映像において、スタート信号の閃光を基準（t=0.00s）として、各ハードルを越える前の踏切脚が接地した時間と、超えた後のリード脚接地（タッチダウン）の時間を確認した。各ハードルの踏切脚接地からタッチダウンまでの所要時間をハードリングタイム、リード脚接地から次ハードル踏切脚接地までをインターバルランタイムと定義した。また、インターバルランタイムとその直後のハードリングタイムとの合計を区間タイムとした。さらには、スタート信号から 1 台目ハードル後タッチダウンまでをアプローチ区間、10 台目ハードル後タッチダウンからフィニッシュまでをランイン区間とし、それぞれの所要時間についても同様に算出した。各区間の平均走速度を、区間距離を区間タイムで除することによって算出した。このとき、各ハードル間の区間距離はそのまま 9.14m としたが、アプローチ区間については 1 台目ハードルまでの距離 13.72m にハードルを越えた後の接地までの距離（1.60m と仮定、尾縣 1999、柴山ら 2020）を加えた 15.32m、ランイン区間は 10 台目ハードルからフィニッシュラインまでの距離 14.02m から同距離を減じた 12.42m とした。なお、110m ハードルにおける最高走速度の検討は、アプローチ区間およびランイン区間を除く、各ハードル間の区間のみで行った（貴嶋ら 2015）。

２－６．専門選手との比較

各種目の専門選手のデータを、過去の科学委員会研究報告等から収集し、比較対象とした。

３．結果および考察

表 1 に 100m の分析結果を示す。本研究のなかで最も優れた 100m 記録を示したのは奥田選手であり、その記録は 10.65 秒（風：+0.2m/s）であった。図 1 に、100m における最高走速度と記録の関係を示す。最高走速度と記録との間には非常に強い相関関係が認められている（松尾ら 2007）。本研究の対象者についても全員がこの回帰直線に沿ってプロットされた。100m 記録の短縮には最高走速度の向上が不可欠であると考えられ、10 秒台前半の記録を達成するためには、11.0m/s 程度の最高走速度を発揮できるようになることが目安となる。図 2 に、最高走速度時のピッチとストライドの関係を示す。100m 専門選手と比較すると、十種競技選手はストライドに関しては同程度であるもののピッチに関しては低い傾向にある。11.0m/s 程度の最高走速度を達成するためには、ストライド 2.2m でピッチが 5.0steps/s、もしくはストライドが 2.3m でピッチが 4.8steps/s という組み合わせが必要となる。これらを達成するための方策を検討していく必要がある。

表 2 に走幅跳の分析結果を示す。本研究のなかで最も優れた走幅跳記録を示したのは丸山選手であり、その記録は 7m18（風:+1.5m/s）であった。図 3 に、走幅跳助走における最高速速度と跳躍距離との関係を示す。助走速度と跳躍距離との間には相関関係が認められている（小山ら 2007、松林ら 2010）。本研究の対象者も概ねこの回帰直線に沿ってプロットされた。走幅跳記録の向上には、助走速度を向上させることが重要な鍵のひとつとなる。図 4 に、100m 走における最高走速度と走幅跳助走における最高走速度の関係を示す。100m において観察される最高走速度は、ほぼ最大努力での走速度となる。これに対して走幅跳助走では踏切準備などのために最大よりもわずかに低い努力度での疾走になると考えられる。風の影響を考慮する必要はあるものの、図 4 において Y=1.00*X の直線から離れてプロットされている場合はその努力度が低かったと解釈できる。本研究の対象者は、100m 疾走速度の 90-95% 程度で助走を行っていた。この努力度を高めていくことで助走速度を向上させられる可能性もあるが、助走が速ければ必要とされる踏切技術も高くなると考えられる。個々の選手に適した助走速度を検討していく必要がある。

表 3 に 400m の分析結果を示す。本研究のなかで最も優れた 400m 記録を示したのは奥田選手であり、その記録は 48.22 秒であった。図 5 に、400m における最高走速度と記録の関係を示す。これらの指標間には相関関係が認められており（山中ら 2018）、400m 記録の短縮には最高走速度の向上がひとつの鍵になると考えられる。図 6 に、400m における走速度低下率と記録の関係を示す。走速度低下率と記録との間には明確な関係性は認められず、十種競技選手と 400m 専門選手との間にも走速度低下率に大きな差は認められない。しかしながら本研究の対象者には、走速度低下率が比較対象の平均よりも大きな者もいた。最高走速度を高めようとすると走速度

低下率は大きくなると推察される。個々の選手に最適なペース配分を検討していく必要がある。

表4に110mハードルの分析結果を示す。本研究のなかで最も優れた110mハードル記録を示したのは丸山選手であり、その記録は14.27秒（風：+0.4m/s）であった。図7に、110mハードルにおける最高区間走速度と記録の関係を示す。最高区間走速度と記録との間には強い相関関係が認められている（貴嶋ら2015、柴山ら2018）。本研究の対象者について、奥田選手はこの回帰直線に沿ってプロットされたが、丸山選手は回帰直線よりも上側にプロットされた。110mハードル記録の短縮には最高区間走速度の向上が不可欠であると考えられるが、回帰直線からは13秒台の記録を達成するためには8.5m/s程度の最高区間走速度が必要になると推察される。これはハードル間の区間タイムとしては1.075秒に相当する。丸山選手の最高区間走速度はこれを超えており、13秒台の記録を達成できる可能性が十分にあることが示唆された。図8に、100mにおける最高走速度と110mハードルにおける最高区間走速度の関係を示す。両者に明確な関係性は認められないものの、丸山選手は100mに対して110mハードルでの走速度が相対的に高く、他選手よりもハードル技術に優れていることが推察された。図9と図10にはそれぞれ、インターバルタイムと記録の関係､およびハードリングタイムと記録の関係を示す。比較対象データ数が少ないものの、110mハードルの記録にはハードリングタイムよりもインターバルタイムのほうが強く影響する傾向が見受けられる。ただし、どちらのタイムに課題が大きいかは選手ごとに異なっており、個人の特徴を把握して記録向上への方策を検討していく必要がある。

４．参考文献

1) 尾縣貢（1999）T&Fサイエンス講座 ハードルレース中のスピード変化．陸上競技マガジン 49(13)：196-197.

2) 貴嶋孝太，山元康平，柴山一仁，杉本和那美，櫻井健一，千葉佳裕，森丘保典（2015）日本一流男子110m ハードル選手および女子100m ハードル選手のレース分析 ―2015年度主要競技会の分析結果について―．陸上競技研究紀要 11：106-114.

3) 小林海，大沼勇人，高橋恭平，松林武生，広川龍太郎，松尾彰文，杉田正明，土江寛裕（2017）桐生祥秀選手が10秒の壁を突破するまでの100mレースパターンの変遷．陸上競技研究紀要 13：109-114.

4) 小山宏之，村木有也，武田理，大島雄治，阿江通良（2007）競技会における一流男女棒高跳、走幅跳、および三段跳選手の助走速度分析．陸上競技研究紀要 3：104-122.

5) 柴山一仁，貴嶋孝太，杉本和那美，森丘保典，岩崎領，櫻井健一，苅部俊二，金子公宏（2018）2018年シーズンにおける男子110m ハードル走のレース分析．陸上競技研究紀要 14：132-141.

6) 柴山一仁，貴嶋孝太，杉本和那美，森丘保典，櫻井健一，苅部俊二，金子公宏，谷川聡（2020）2020 年シーズンにおける男子110m ハードル走のレース分析．陸上競技研究紀要 16：149-156.

7) 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（2007）100mレースにおける4ステップごとにみたスピード，ピッチおよびストライドの変化．陸上競技研究紀要 7：21-29.

8) 松林武生，持田尚，松尾彰文，松田克彦，本田陽，阿江通良（2010）十種競技選手の走幅跳、棒高跳での跳躍パフォーマンス分析．陸上競技研究紀要 6：137-147.

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

10) 山中亮、髙橋恭平、小林海、渡辺圭佑、広川龍太郎、松林武生、松尾彰文（2018）2018年度競技会における男女400mのレース分析、陸上競技研究紀要、14：110-122.

表１　100m における走速度の推移、最高走速度、および最高走速度時のピッチとストライド

選手名	大会	記録 [s]	上段：通過タイム [s] 下段：区間走速度 [m/s] 10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m	最高走速度 [m/s]	出現区間 [m]	ピッチ [steps/s]	ストライド [m]
丸山優真	日本選手権混成	11.00	1.99	3.13	4.15	5.13	6.09	7.06	8.03	9.01	10.00	11.00	10.36	50-60	4.58	2.27
	2024/6/22	(+0.2)	5.03	8.81	9.79	10.20	10.35	10.36	10.32	10.22	10.10	9.96				
奥田啓祐	日本選手権混成	10.65	1.96	3.07	4.06	5.01	5.94	6.87	7.80	8.74	9.69	10.65	10.76	50-60	4.82	2.23
	2024/6/22	(+0.2)	5.11	9.03	10.07	10.53	10.72	10.76	10.73	10.66	10.55	10.42				
田上駿	日本選手権混成	11.08	2.02	3.16	4.18	5.16	6.12	7.09	8.06	9.05	10.06	11.08	10.36	40-60	4.71	2.20
	2024/6/22	(+0.2)	4.96	8.79	9.79	10.22	10.36	10.36	10.26	10.11	9.95	9.76				

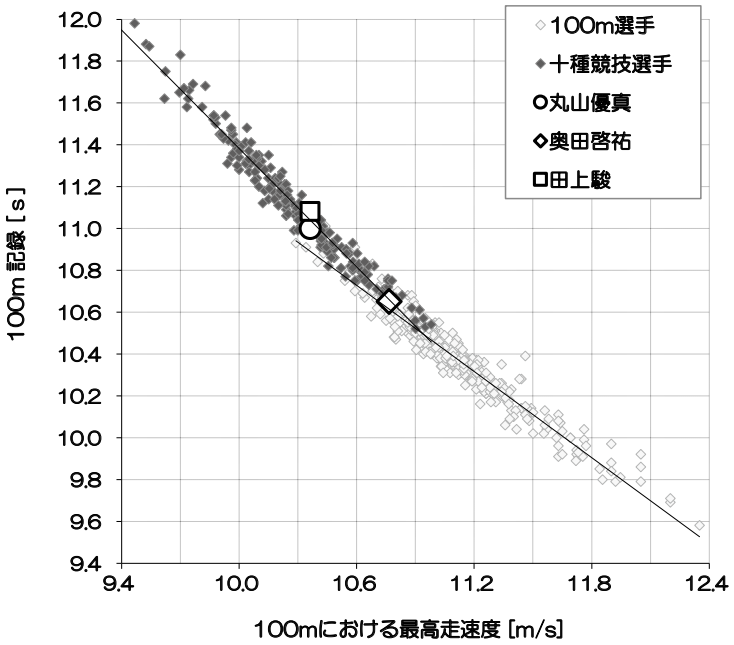


図１　100m における最高走速度と記録の関係

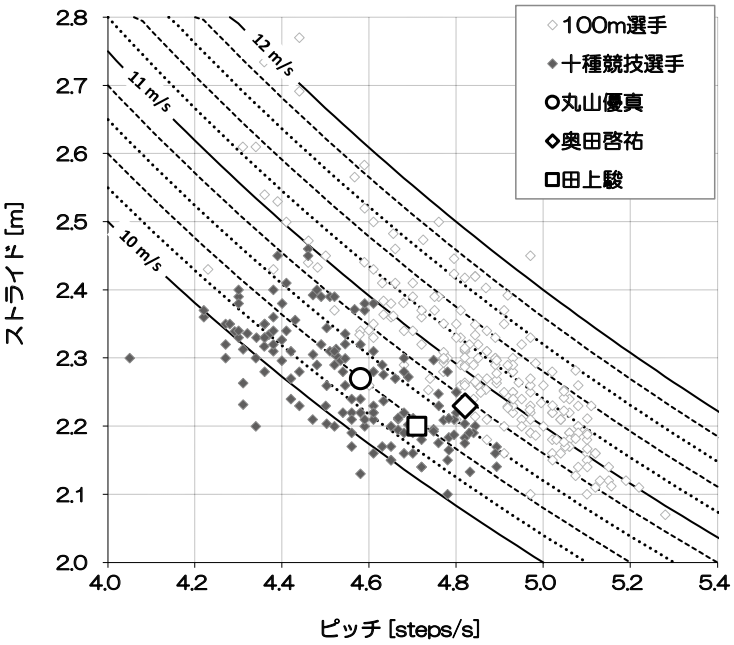


図２　100m における最高走速度時のピッチとストライドの関係

表２　走幅跳の跳躍距離と助走における最高走速度

選手名	大会	上段：跳躍距離 [m]　下段：助走最高走速度 [m/s]			100m 記録 [s]
		1跳目	2跳目	3跳目	最高走速度 [m/s]
丸山優真	日本選手権混成	7m06 (+1.2)	7m07 (+1.1)	7m18 (+1.5)	11.00 (+0.2)
	2024/6/22	9.78	9.87	9.89	10.36
奥田啓祐	日本選手権混成	7m02 (+0.9)	7m00 (-0.4)	F (+1.7)	10.65 (+0.2)
	2024/6/22	9.72	9.66	9.67	10.76
田上駿	日本選手権混成	6m62 (+0.1)	6m77 (-0.1)	6m74 (+0.1)	11.08 (+0.2)
	2024/6/22	9.43	9.37	9.69	10.36

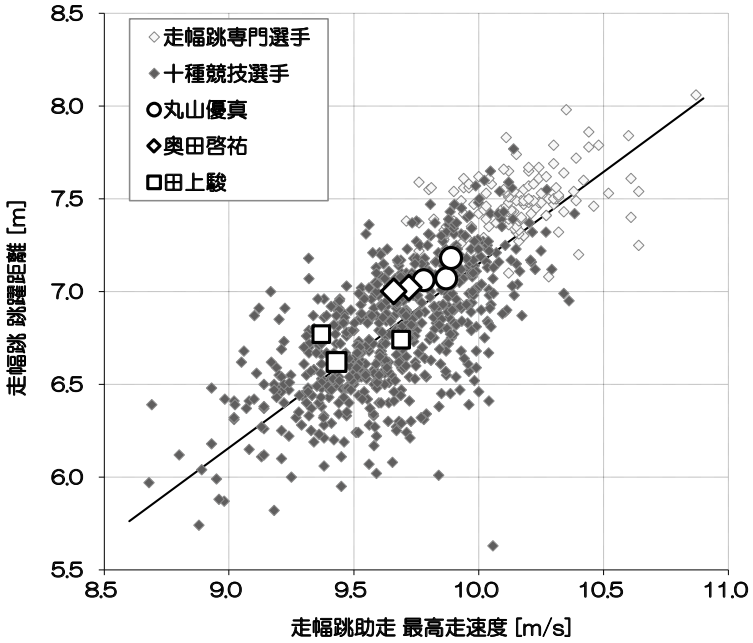


図３　走幅跳助走における最高走速度と跳躍距離の関係

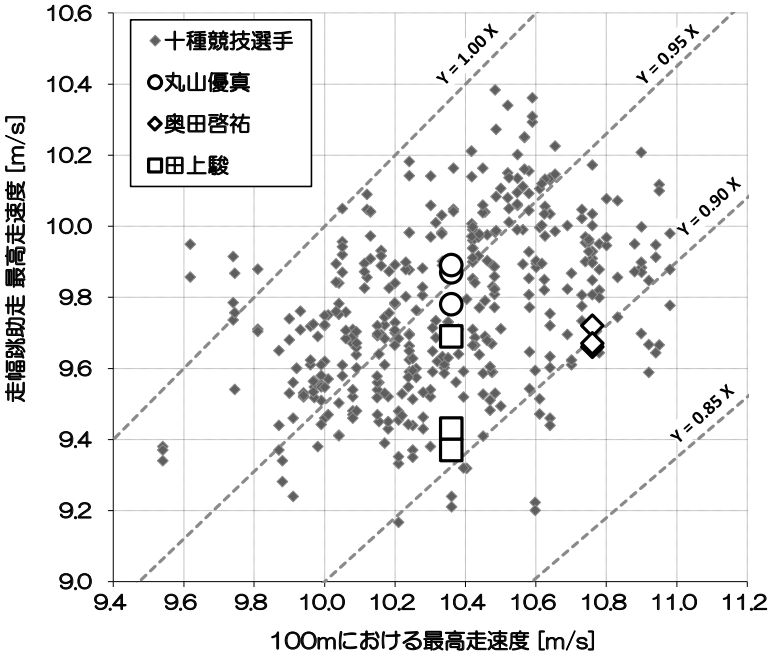


図４　100m 走における最高走速度と走幅跳助走における最高走速度の関係

表３　400m における走速度の推移、最高走速度、および走速度低下率

選手名	大会	記録 [s]	上段：通過タイム [s]　下段：区間走速度 [m/s] 50m	100m	150m	200m	250m	300m	350m	400m	最高走速度 [m/s]	出現区間 [m]	走速度低下率 [%]
丸山優真	日本選手権混成	50.88	6.57	12.11	17.87	23.90	30.08	36.63	43.47	50.88	9.03	50-100	25.24
	2024/6/22		7.61	9.03	8.68	8.29	8.09	7.64	7.31	6.75			
奥田啓祐	日本選手権混成	48.22	6.40	11.73	17.18	22.96	29.08	35.32	41.64	48.22	9.38	50-100	19.02
	2024/6/22		7.81	9.38	9.18	8.64	8.18	8.01	7.91	7.60			
田上駿	日本選手権混成	50.65	6.70	12.21	17.96	23.92	30.16	36.67	43.43	50.65	9.07	50-100	23.70
	2024/6/22		7.46	9.07	8.70	8.39	8.02	7.67	7.40	6.92			

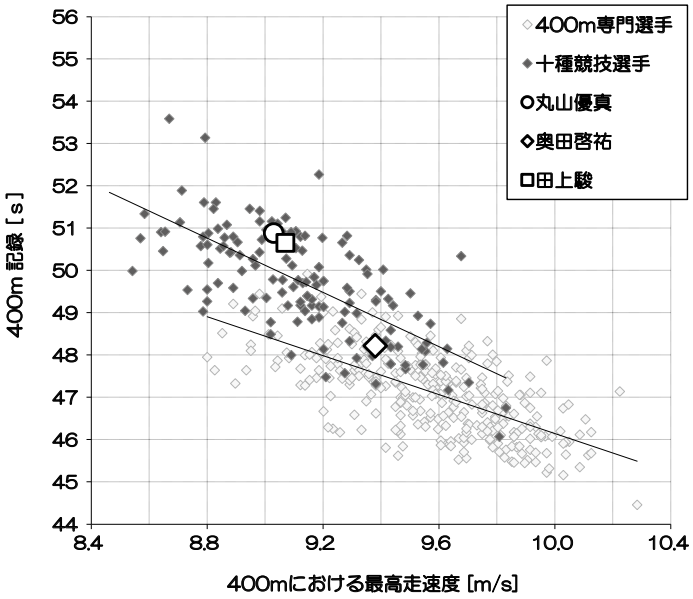


図５　400m における最高走速度と記録の関係

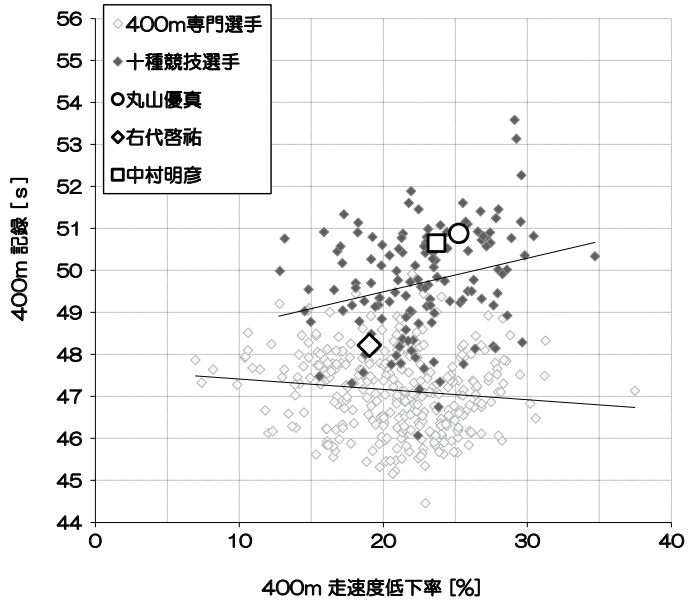


図６　400m における走速度低下率と記録の関係

表４　110m ハードルにおける各種タイム、走速度の推移、および最高区間走速度

選手名	大会	記録 [s]	ハードル： 区間：	1st app.	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run-in	平均値	最高区間走速度 [m/s]	出現区間	100m 記録 [s] 最高走速度 [m/s]
丸山優真	日本選手権混成	14.27	タッチダウンタイム [s]	2.74	3.87	4.98	6.06	7.16	8.22	9.36	10.50	11.63	12.76	14.27				11.00
	2024/6/23	(+0.4)	区間タイム [s]	2.74	1.13	1.11	1.08	1.10	1.07	1.14	1.14	1.13	1.13	1.51				(+0.2)
			インターバルランタイム [s]		0.63	0.61	0.59	0.61	0.60	0.64	0.63	0.63	0.64		0.62			
			ハードリングタイム [s]	0.54	0.50	0.49	0.49	0.49	0.46	0.50	0.51	0.50	0.49		0.50			
			区間走速度 [m/s]	5.55	8.10	8.27	8.44	8.32	8.58	8.01	8.03	8.12	8.09	8.28		8.58	5-6	10.36
奥田啓祐	日本選手権混成	14.65	タッチダウンタイム [s]	2.81	3.98	5.12	6.28	7.41	8.56	9.70	10.84	12.01	13.15	14.65				10.65
	2024/6/23	(+0.4)	区間タイム [s]	2.81	1.17	1.14	1.15	1.13	1.15	1.14	1.15	1.17	1.14	1.50				(+0.2)
			インターバルランタイム [s]		0.62	0.60	0.62	0.59	0.61	0.62	0.62	0.64	0.62		0.62			
			ハードリングタイム [s]	0.58	0.55	0.54	0.54	0.54	0.53	0.52	0.53	0.53	0.52		0.54			
			区間走速度 [m/s]	5.41	7.84	7.98	7.93	8.06	7.97	8.03	7.97	7.83	8.03	8.35		8.06	4-5	10.76

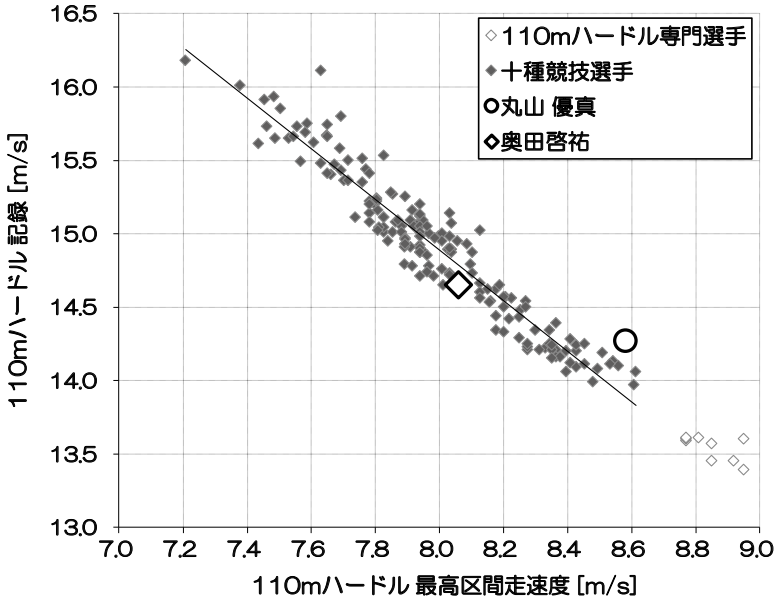


図７　110m ハードルにおける最高区間走速度と記録の関係

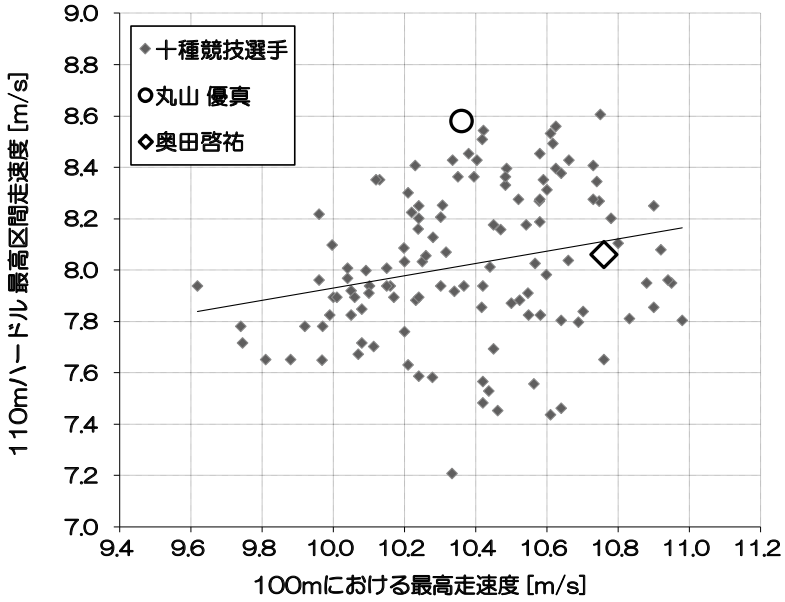


図８　100m における最高走速度と 110m ハードルにおける最高区間走速度の関係

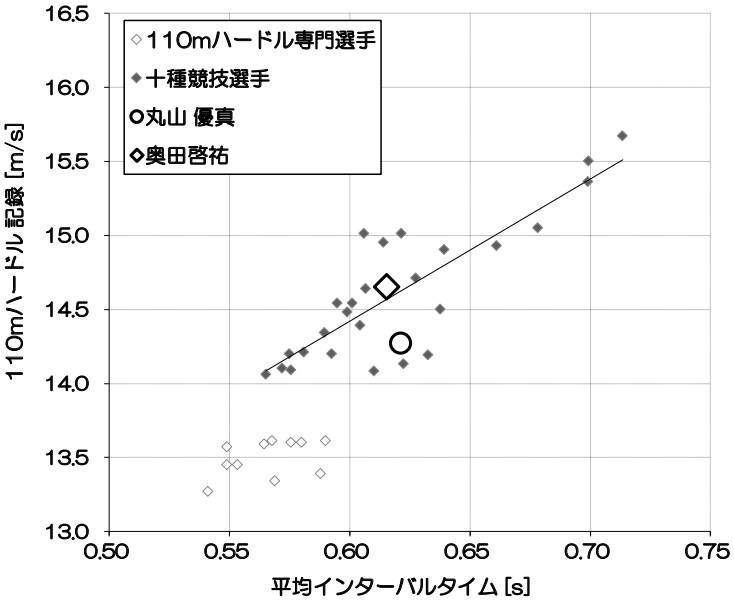


図 9　110m ハードルにおけるインターバルタイムと記録の関係

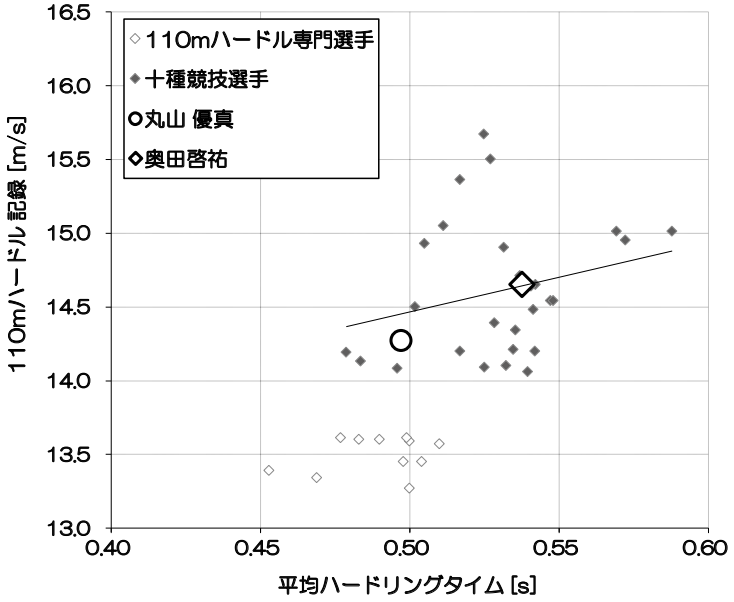


図 10　110m ハードルにおけるハードリングタイムと記録の関係

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 177-181, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,177-181,2024

2024年シーズンにおける七種競技選手のパフォーマンス分析

松林 武生[1)]　笠井 信一[2)]　後藤 晴彦[1)]　小泉 潤[1)]　庄司 一眞[3)]　眞鍋 芳明[3)]
1) 国立スポーツ科学センター　2) 愛知淑徳大学　3) 中京大学

１．はじめに

日本陸上競技連盟科学委員会では、強化指定選手の競技力向上に活用する情報収集活動として、主要競技会におけるパフォーマンス分析を実施している。本稿では、2024年シーズンにおける七種競技選手の100mハードル、200m、走幅跳でのパフォーマンス分析結果について報告する。

２．方法

２－１．分析対象

第108回日本陸上競技選手権大会･混成競技(2024年6月22-23日）の七種競技に出場した強化指定選手４名（熱田心選手、ヘンプヒル恵選手、山﨑有紀選手、大玉華鈴選手）を分析対象とした。なお、本研究で用いたデータの一部は、国立スポーツ科学センターと協働した研究活動において収集された。

２－２．100mハードルにおける分析

100mハードルでは、各ハードルのタッチダウンタイム、区間タイム、インターバルランタイム、ハードリングタイム、および区間走速度を分析した。3台のハイスピードカメラ（Lumix DC-GH5S および Lumix DC-GH6、Panasonic社製、239.76 fps）を用いて、2、5、8台目ハードル側方の観客スタンドからレースを撮影した。得られた映像において、スタート信号の閃光を基準（t=0.00s）として､各ハードルを越える前の踏切脚が接地した時間と、超えた後のリード脚接地（タッチダウン）の時間を確認した。各ハードルの踏切脚接地からタッチダウンまでの所要時間をハードリングタイム、リード脚接地から次ハードル踏切脚接地までをインターバルランタイムと定義した。また、インターバルランタイムとその直後のハードリングタイムとの合計を区間タイムとした。さらには、スタート信号から１台目ハードル後タッチダウンまでをアプローチ区間、10台目ハードル後タッチダウンからフィニッシュまでをランイン区間とし、それぞれの所要時間についても同様に算出した。各区間の平均走速度を、区間距離を区間タイムで除することによって算出した。このとき、各ハードル間の区間距離はそのまま8.50mとしたが、アプローチ区間については１台目ハードルまでの距離13.00mにハードルを越えた後の接地までの距離（谷川ら（2010）の報告を参考に1.00mと仮定）を加えた14.00m､ランイン区間は10台目ハードルからフィニッシュラインまでの距離10.50mから同距離を減じた9.50mとした。なお、100mハードルにおける最高走速度の検討は、アプローチ区間およびランイン区間を除く、各ハードル間の区間のみで行った（貴嶋ら、2015)。

２－３．200mにおける分析

200mでは、レース中の走速度の推移、特に最高走速度およびレース終盤での走速度低下率を分析した。5台のハイスピードカメラ（Lumix DC-GH5S および Lumix DC-GH6、Panasonic 社製、239.76fps）を用いてレースを撮影した。カメラの設置位置は、第１曲走路スタンドの中央付近、第２曲走路スタンドの80m地点横付近、ホームスタンドの121.5m横付近と180m横付近、およびバックスタンド中央付近とした。スタート信号の閃光から選手のトルソーが分析地点（20m、55m、80m、100ｍ、121.5m、149.42m、181m；ハードル設置位置を示すマークなどから位置確認）を通過するまでの経過フレームに基づき、各地点の通過タイムおよび区間走速度を算出した。また、この走速度の最高値に対する、181-200m区間での走速度の低下率を算出した（髙橋ら2015)。

２－４．走幅跳における分析

走幅跳では、助走時の最高走速度を分析した。選

手後方の観客スタンドにレーザードップラー式距離･走速度測定装置（Laveg、100Hz、JENOPTIK 社製）を設置し、選手の腰背部へ不可視レーザーを照射することで、助走時の時間－距離情報を取得した。これを遮断周波数 0.5Hz のローパスフィルタで処理した後に微分して走速度に変換し、そのピーク値を助走中の最高走速度とした（小山ら 2007）。

２－５．専門選手との比較

各種目の専門選手のデータを、過去の科学委員会研究報告等から収集し、比較対象とした。

３．結果および考察

表 1 に 100m ハードルの分析結果を示す。本研究のなかで最も優れた 100m ハードル記録を示したのはヘンプヒル選手であり､その記録は 13.78 秒（風:-1.4m/s）であった。図 1 に、100m ハードルにおける最高区間走速度と記録の関係を示す。最高区間走速度と記録との間には強い相関関係が認められている（貴嶋ら 2015）。本研究の対象者についても全員が概ねこの回帰直線に沿ってプロットされた。100m ハードル記録の短縮には最高区間走速度の向上が鍵のひとつとなるが、13 秒 50 以内の記録を達成するためには 8.2m/s、13 秒 20 以内の記録を達成するためには 8.4m/s 程度の最高区間走速度が目安となり、これはハードル間の区間タイムとしてそれぞれ 1.037 秒、1.012 秒に相当する。図 2 にインターバルタイムと記録の関係、図 3 にハードリングタイムと記録の関係を示す。比較対象データ数が少ないものの、100m ハードルの記録はインターバルタイムとハードリングタイムの双方に関連する傾向が見受けられる。どちらのタイムに課題があるかを選手ごとに検討し、記録向上への方策を探っていく必要がある。

表 2 に 200m の分析結果を示す。本研究のなかで最も優れた 200m 記録を示したのは熱田選手と山﨑選手であり、その記録はともに 25.30 秒（風はそれぞれ -1.6m/s、-1.9m/s）であった。図 4 に、200m における最高走速度と記録の関係を示す。これらの間には相関関係が認められており（髙橋ら 2015）、200m 記録の短縮には最高走速度の向上が鍵になると考えられる。図 5 に、200m における走速度低下率と記録の関係を示す。これらの間には明確な関係性は認められておらず、また七種競技選手と 200m 専門選手とを比較しても走速度低下率の大きな差は認められない。ただし､本研究の対象者に関しては、比較対象の平均よりも走速度低下率が大きい傾向にあった。これには、本研究が分析対象としたレースにおける強い向かい風が影響しているかもしれない。そのような影響を考慮しつつ、最高走速度と走速度低下率との関係を選手個々に把握しながら最適なレース展開を検討していく必要がある。

表 3 に走幅跳の分析結果を示す。本研究のなかで最も優れた走幅跳記録を示したのは熱田選手であり､その記録は 5m87(風:-0.4m/s)であった。図 6 に、走幅跳助走における最高速速度と跳躍距離との関係を示す。助走速度と跳躍距離との間には相関関係が認められている（小山ら 2007、松林ら 2012）。本研究の対象者も概ねこの回帰直線に沿ってプロットされた。回帰直線からは、6m00 を超える記録を達成するためには 8.9m/s 程度の最高走速度を助走で発揮する必要があると推察される。走幅跳記録の向上のためには助走速度の向上が必要であると考えられるが、助走速度が向上すれば踏切技術にも向上が必要になることも予想される。これらの関係性も踏まえながら、個々の選手に適した助走速度を検討していく必要がある。

４．参考文献

1) 貴嶋孝太，山元康平，柴山一仁，杉本和那美，櫻井健一，千葉佳裕，森丘保典（2015）日本一流男子 110m ハードル選手および女子 100m ハードル選手のレース分析 ―2015 年度主要競技会の分析結果について―．陸上競技研究紀要 11：106-114.

2) 小山宏之，村木有也，武田理，大島雄治，阿江通良（2007）競技会における一流男女棒高跳、走幅跳、および三段跳選手の助走速度分析．陸上競技研究紀要 3：104-122.

3) 髙橋恭平，広川龍太郎，松林武生，小林海，松尾彰文，柳谷登志雄，山元康平（2015）2015 年における日本および世界一流 200m 選手のレース分析．陸上競技研究紀要 11：115-127.

4) 谷川聡，柴山一仁（2010）2007 年世界陸上競技選手権大阪大会における男子 110m ハードル走および女子 100m ハードル走レースの動作分析．第 11 回世界陸上競技選手権大阪大会 日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班報告書 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，86-95.

5) 松林武生，持田尚，本田陽，松田克彦（2012）七種競技選手の走幅跳パフォーマンス分析．陸

表１　100m ハードルにおける各種タイム、走速度の推移、および最高区間走速度

選手名	大会	記録 [s]	ハードル： 区間：	1st app.	2nd 1-2	3rd 2-3	4th 3-4	5th 4-5	6th 5-6	7th 6-7	8th 7-8	9th 8-9	10th 9-10	run-in	平均値	最高区間走速度 [m/s]	出現区間
熱田心	日本選手権混成	13.90	タッチダウンタイム [s]	2.69	3.78	4.86	5.96	7.07	8.17	9.30	10.43	11.54	12.70	13.90			
	2024/6/22	(-1.4)	区間タイム [s]	2.69	1.09	1.09	1.10	1.11	1.11	1.12	1.13	1.12	1.15	1.20			
			インターバルランタイム [s]		0.62	0.62	0.62	0.62	0.63	0.64	0.65	0.64	0.67		0.63		
			ハードリングタイム [s]	0.47	0.47	0.46	0.48	0.49	0.48	0.48	0.48	0.47	0.49		0.48		
			区間走速度 [m/s]	5.20	7.82	7.82	7.73	7.68	7.69	7.58	7.52	7.62	7.37	7.89		7.82	1-2
ヘンプヒル恵	日本選手権混成	13.78	タッチダウンタイム [s]	2.77	3.87	4.95	6.01	7.07	8.12	9.21	10.29	11.39	12.51	13.78			
	2024/6/22	(-1.4)	区間タイム [s]	2.77	1.10	1.08	1.06	1.06	1.06	1.08	1.08	1.10	1.13	1.27			
			インターバルランタイム [s]		0.66	0.65	0.63	0.63	0.63	0.65	0.65	0.66	0.67		0.65		
			ハードリングタイム [s]	0.42	0.44	0.43	0.44	0.42	0.43	0.43	0.43	0.44	0.46		0.43		
			区間走速度 [m/s]	5.06	7.73	7.85	8.01	8.04	8.04	7.87	7.87	7.72	7.55	7.50		8.04	4-5
山崎有紀	日本選手権混成	14.35	タッチダウンタイム [s]	2.77	3.89	4.98	6.10	7.22	8.36	9.51	10.67	11.86	13.05	14.35			
	2024/6/22	(-1.4)	区間タイム [s]	2.77	1.12	1.08	1.12	1.12	1.14	1.14	1.17	1.19	1.19	1.30			
			インターバルランタイム [s]		0.66	0.65	0.66	0.66	0.67	0.68	0.68	0.69	0.70		0.67		
			ハードリングタイム [s]	0.45	0.46	0.44	0.46	0.47	0.47	0.47	0.48	0.50	0.48		0.47		
			区間走速度 [m/s]	5.05	7.59	7.84	7.58	7.56	7.47	7.44	7.28	7.14	7.16	7.31		7.84	2-3
大玉華鈴	日本選手権混成	13.95	タッチダウンタイム [s]	2.80	3.88	4.94	6.01	7.09	8.19	9.29	10.41	11.53	12.69	13.95			
	2024/6/22	(-1.4)	区間タイム [s]	2.80	1.08	1.06	1.07	1.09	1.09	1.11	1.12	1.12	1.16	1.26			
			インターバルランタイム [s]		0.65	0.64	0.65	0.66	0.66	0.67	0.68	0.68	0.71		0.67		
			ハードリングタイム [s]	0.45	0.43	0.41	0.41	0.43	0.43	0.44	0.44	0.44	0.45		0.43		
			区間走速度 [m/s]	5.00	7.87	8.02	7.95	7.82	7.79	7.68	7.59	7.60	7.36	7.51		8.02	2-3

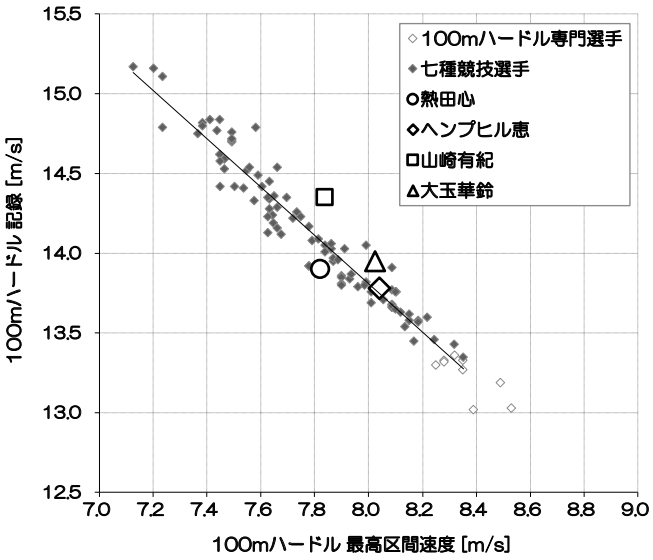


図１　100m ハードルにおける最高区間走速度と記録の関係

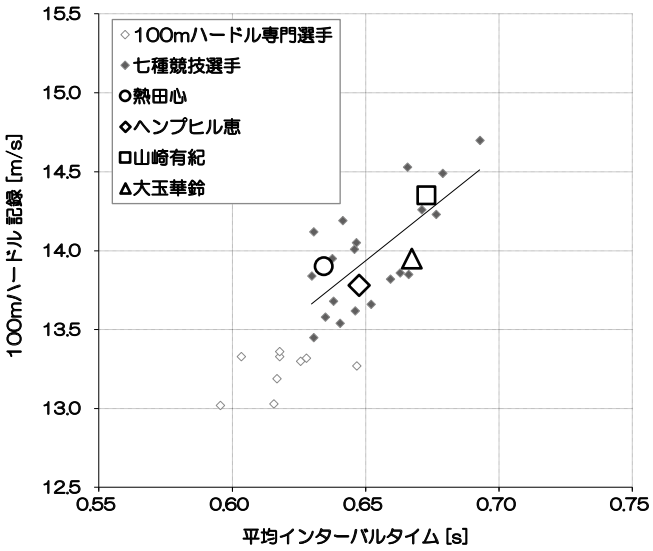


図２　100m ハードルにおけるインターバルタイムと記録の関係

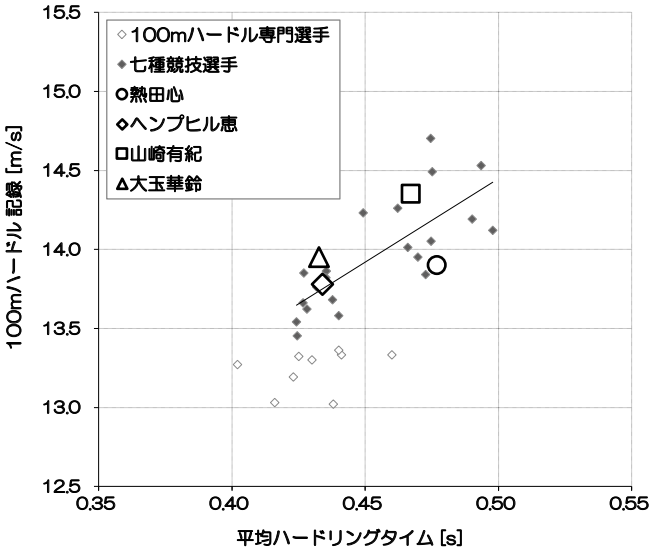


図３　100m ハードルにおけるハードリングタイムと記録の関係

表２　200m における走速度の推移、最高走速度、および走速度低下率

選手名	大会	記録 [s]	上段：通過タイム [s] 下段：区間走速度 [m/s] 20m	55m	80m	100m	121.5m	149.42m	181m	200m	最高走速度 [m/s]	出現区間 [m]	走速度低下率 [%]
熱田心	日本選手権混成	25.30	3.35	7.30	10.15	12.52	15.14	18.60	22.71	25.30	8.86	20-55	17.21
	2024/6/22	(-1.6)	5.97	8.86	8.76	8.43	8.20	8.08	7.68	7.34			
ヘンプヒル恵	日本選手権混成	25.43	3.46	7.41	10.22	12.54	15.13	18.61	22.79	25.43	8.91	80-100	19.21
	2024/6/22	(-1.6)	5.78	8.85	8.91	8.61	8.31	8.01	7.72	7.20			
山崎有紀	日本選手権混成	25.30	3.43	7.32	10.09	12.44	15.07	18.59	22.72	25.30	9.04	80-100	18.59
	2024/6/22	(-1.9)	5.83	8.99	9.04	8.52	8.16	7.92	7.81	7.36			
大玉華鈴	日本選手権混成	26.30	3.51	7.55	10.40	12.82	15.54	19.17	23.54	26.30	8.76	80-100	21.44
	2024/6/22	(-1.9)	5.70	8.67	8.76	8.27	7.92	7.69	7.37	6.88			

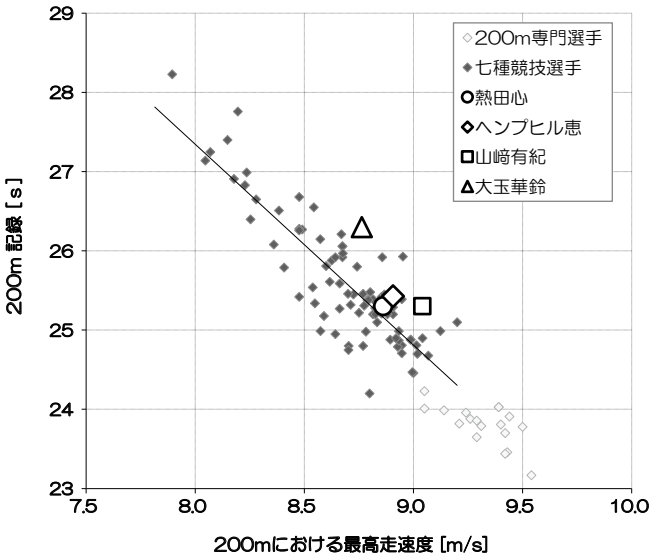


図４　200m における最高走速度と記録の関係

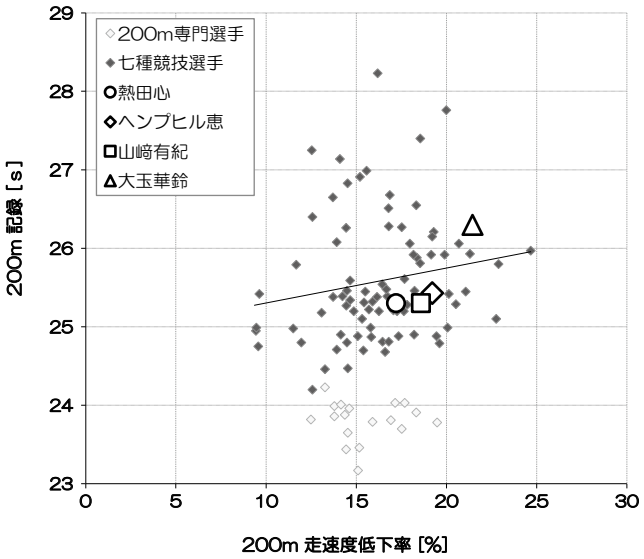


図５　200m における走速度低下率と記録の関係

表３　走幅跳の跳躍距離と助走における最高走速度

選手名	大会	上段：跳躍距離 [m]　下段：助走最高走速度 [m/s]		
		1跳目	2跳目	3跳目
熱田心	日本選手権混成	5m78 (-0.1)	5m87 (-0.4)	F (-0.7)
	2024/6/23	8.90	8.84	8.90
ヘンプヒル恵	日本選手権混成	5m41 (-0.3)	5m55 (-0.6)	5m66 (-0.9)
	2024/6/23	8.68	8.60	8.84
山﨑有紀	日本選手権混成	5m41 (+0.8)	F (-0.5)	5m46 (-0.1)
	2024/6/23	8.38	8.27	8.38
大玉華鈴	日本選手権混成	F (+0.1)	5m47 (-0.8)	5m39 (-0.6)
	2024/6/23	8.49	8.38	8.43

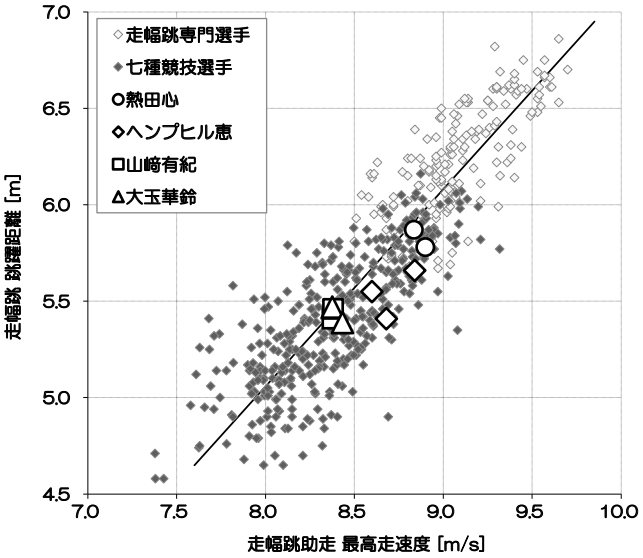


図６　走幅跳助走における最高走速度と跳躍距離の関係

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 182-189, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,182-189,2024

日本人男子競歩選手におけるランニング中の地面反力のフォースプラットフォームによる計測値と重心加速度・全身角運動量による推定値との比較

三浦 康二[1)]　松林 武生[2)]　景行 崇文[2)]　後藤 晴彦[2)]　杉田 正明[3)]　佐藤 高嶺[4)]
高橋 直己[5)]　川向 哲弥[6)]　今村 文男[7)]　谷井 孝行[8)]
1）株式会社大塚製薬工場　2）国立スポーツ科学センター　3）日本体育大学
4）至学館大学 / 筑波大学大学院　5）茨城キリスト教大学 / 東京学芸大学大学院
6）株式会社エモーションテック　7）富士通株式会社　8）自衛隊体育学校

Comparison of ground reaction forces of Japanese male race walkers between measured from force platform and estimated from angular momentum and acceleration of whole body

Koji HOGA-MIURA[1)] Takeo MATSUBAYASHI[2)] Takafumi KAGEYUKI[2)] Haruhiko GOTO[2)]
Masaaki SUGITA[3)] Takane SATO[4)] Naoki TAKAHASHI[5)] Tetsuya KAWAMUKAI[6)]
Fumio IMAMURA[7)] Takayuki TANII[8)]
1)Otsuka pharmaceutical factory Inc.,
2)Japan institute of sports sciences,
3)Nippon sport science university,
4)Shigakkan university/Graduate school of the university of Tsukuba,
5)Ibaraki Christian university/Graduate school of Tokyo Gakugei university,
6)Emotiontech Inc.,
7)Fujitsu limited,
8)Physical training school of Japan self defense force

Abstracts
This study aimed to evaluate the estimation method of ground reaction force (***GRF***) and center of pressure (***CP***) of support foot during running as Hoga-Miura (2022) on race walking. Seven Japanese male race walkers participated to the experiment of present study during training camp of race walkers, running along 50m-walkway on their own speeds for their recovery training with running. Force platforms (1000Hz) which were mounted on the walkway measured ***GRF*** and ***CP*** during running. Vicon-system (250Hz), set up on the walkway, captured three dimensional coordinates of body marks in order to calculate the position of the center of gravity of whole body (***CG***) and other parameters of kinematics and kinetics. From the estimated center of pressure of support foot at the midpoint of their sole (***eCP***), the acceleration of ***CG*** and the angular momentum about ***CG***, the ground reaction force (***eGRF***) was estimated by using the methods of Hoga-Miura (2022). To evaluate the influence of estimation to other valuables, joint torques in lower extremities were compared between measured (***TRQ***) and estimated (***eTRQ***). Statistical parametric mapping (SPM) were used to conduct non-parametric paired t-test between measured and estimated variables (***GRF*** vs ***eGRF***, ***CP*** vs ***eCP***, ***TRQ*** vs ***eTRQ***). Along with the practical quick feedback methods on the training of elite athlete in Japan, this study focused on the parameters in sagittal plane. ***CP*** and ***eCP*** were significantly different during the almost entire support phase ($p < 0.05$). Also, ***GRF*** and ***eGRF*** were significantly different during the almost entire support phase ($p < 0.05$) both in anterior-posterior and vertical component. However, in the joint torques at ankle and knee in sagittal plane (about lateral-medial axis), there were not significant difference between ***TRQ*** and ***eTRQ*** during almost entire support phase.

1. 背景と目的

我が国における競歩種目国内トップ競技者のバイオメカニクス支援に際してのデータフィードバックは，三浦ほか（2024）において報告されたように全身角運動量から推定した地面反力によって算出された関節トルクによって行われている．

三浦ほか（2024）では，その方法の検証のためにフォースプラットフォームによる実測地面反力とそこから算出された関節トルクを基準として，全身角運動量から推定した地面反力(法元,2000;三浦ほか,2006，2020，2021，2024，Hoga-Miura ほか，2022)により算出した関節トルクとの比較が行われた．その結果，地面反力については鉛直方向成分，前後方向成分ともに実測値と推定値の間に有意な差が支持期全体にわたってみられたが，支持期の矢状面内の下肢関節トルクについては，実測値と推定値の間に有意な差が認められない局面が多くみられた．そのため，動作の改善を目指したコーチング上，筋の出力を反映することで「なぜそうなるのか」の評価（阿江，2005;窪，2017）に有効な変数とされるキネティクス変数による競技者の動作分析とフィードバックにおいて有効な手法であることが報告された（三浦ほか，2024）．

この分析手法は，陸上競技走種目において榎本ほか（1999）や羽田ほか（2000）における分析報告はあるものの，これまでレース中の支持脚関節トルクの算出はほとんど報告されていない．しかし，足関節トルクのスティフネスのパフォーマンスとの関係など，中長距離選手の動作のキネティクス変数による評価がこれまで多く報告されてきていることから，レース中における下肢関節トルクの算出はレースパフォーマンスを評価するうえで重要であろう．

そこで，本研究では，三浦ほか（2024）で報告されたキネティクス変数算出方法の走動作での検証を行うことを目的とし，競歩種目を専門とする競技者によるランニング中の地面反力の計測と身体動作の画像情報の収集を行い，重心加速度および全身角運動量から推定した地面反力との比較を行った.また，同時に計測地面反力と推定地面反力による下肢関節トルクの算出と比較も行った．

2. 方法

2.1 対象者

研究対象者は競歩種目を専門とする日本人男性競技者 7 名とした．Table 1 に分析対象者の身体的特徴を平均値と標準偏差で示した．

本研究は，公益財団法人日本陸上競技連盟と国立スポーツ科学センターの共同研究として行われ，同センター倫理委員会の承認（承認番号　第 2021-017 号）を得た上で実施された．また事前に本研究の目的，計測方法ならびに計測中に起こりうる危険性などについて，口頭および書面にて十分に説明した上で，同じく口頭および書面にて同意を得てから実施した．なお，実験は一般社団法人日本実業団連合主催の競歩種目強化研修合宿に対象者が滞在している期間に実施された．

2.2 データ収集

実験は屋内に設置された赤外線 3 次元自動追尾システム(Vicon Nexus 2.10,Oxford Metrics 社製)を用いて行われた．実験に際してはサンプリング周波数を 250Hz とし，対象者の身体標点 34 箇所に赤外線反射マーカーを貼付して全身の座標データが収集された．また，実験は長さ約 50m の歩行路を対象者が歩くことで行われたが，座標収集の空間は実験歩行のスタートから約 40m 地点に設定され，座標収集と同時に地面反力を計測できるよう，座標データの収集空間に重なるように長さ 90cm* 幅 50cm のフォースプラット（Kistler force plate 9287C, Kistler 社製）が 6 枚埋設され，合計 5m40cm の区間で歩行中の地面反力データがサンプリング周波数 1000Hz で計測・収集された．

本研究では，ランニング，通常歩行，ストロール（リカバリートレーニング時のスピード），ロング歩トレーニング（20-40km 程度のトレーニング時のスピード），レースペース，最大スピード，の 6 種類のスピードでの試技を行った．本報告書ではランニング試技のみの報告とする．

2.3 データ処理

収集した赤外線マーカー座標データから Plug in Gait モデルによって算出された身体標点 25 点を用いて対象者の身体がリンクセグメントモデル化され，Ae ほか（1992）の身体慣性係数を用いて，試技中の対象者の身体各部分の慣性係数および全身の重心位置が算出された．算出された全身の重心位置からは，時間微分によって重心速度，重心加速度が算出されたほか，歩行スピード，ピッチ，ストライドなどのステップ変数が算出された．さらに，重心位置および身体各部分の慣性係数からは全身の角運動量が算出された．

Murray ほか（1983）は，競歩における地面反力

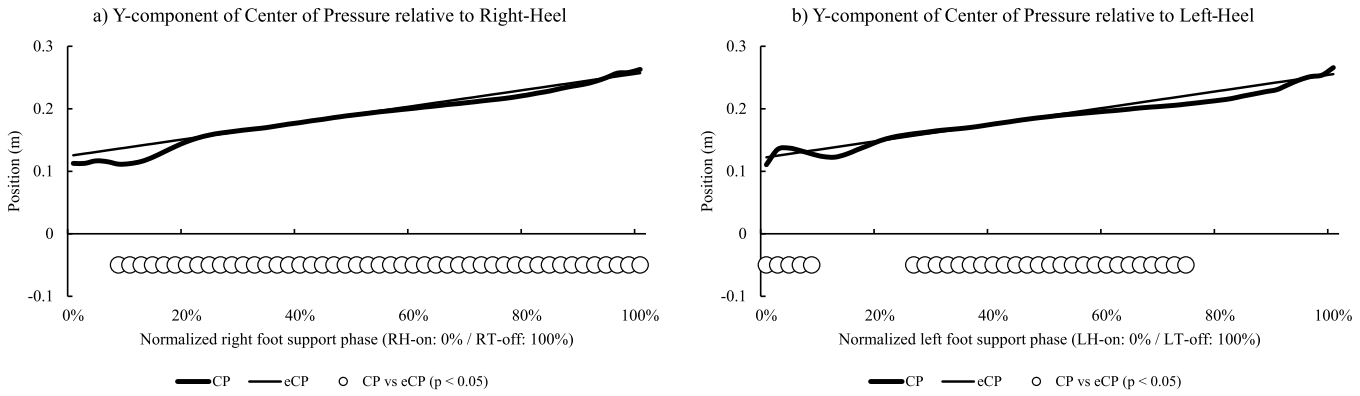


Figure 1 Mean value of measured (***CP***) and estimated (***eCP***) center of pressure during normalized support phase (N = 7)

の計測値および作用点中心の変化を報告しているが，ランニングにおける地面反力の作用点中心の変化が足部接地位置の違いによってさまざまであるのに対し（Cavanagh と LaFortune，1980），競歩では接地点である支持足踵部から，離地点である支持足足尖まで，地面反力の作用点中心がほぼ等速で移動していることを報告している．本研究では，フォースプラットフォームで計測した圧力中心位置（***CP***）の実測値の全被験者の挙動が，ランニングにおいて接地直後を除いて足底内のほぼ中央の接地点から足尖まで競歩同様にほぼ等速で移動していた（Figure 1）．そのため，支持足接地時の支持足踵部座標の x 成分と y 成分からなる座標から，支持足離地時の 1 フレーム前の時点の支持足足尖部座標の x 成分と y 成分からなる座標の中点を接地点とし、接地点から離地直前の足尖部まで等速で移動する点を推定圧力中心位置（***eCP***）として仮定した．

以上の項目は，法元（2000），法元・阿江（2006）および三浦ほか（2020，2021，2024）や Hoga-Miura ほか（2022）などの先行研究でも用いられているものであるが，本研究でも同様に、重心加速度のみから推定する地面反力（***aGRF***）を算出した上で，***eCP*** および ***aGRF*** の鉛直方向（Z 軸方向）成分と全身の角運動量を用いて，左右方向（X 軸方向）成分および前後方向（Y 軸方向）成分成分について角運動量推定地面反力（***eGRF***）の推定が行われた．以下にその算出の数式を示す．

加速度の法則によれば地面反力は重心加速度および重力加速度と身体質量の積によって算出可能であるが，本研究においては鉛直成分（Z 成分，aGRFZ）の以下の数式 (1) によって重心加速度と重力加速度を用いて算出した．

$$\mathrm{aGRF_z} = \mathrm{Ma_Z} + \mathrm{Mg} \tag{1}$$

ここで M は全身の身体質量を示し，az は身体重心の鉛直（z 軸）方向の加速度を，g は重力加速度を示す．

作用点中心 ***eCP*** に作用する外力である地面反力 ***eGRF*** によって全身の身体重心まわりに作用するモーメントは同じく全身の身体重心まわりの角運動量の一階微分値に等しい．榎本ほか（1999）と羽田ほか（2003）は，ランニングおよびスプリント中の地面反力の前後方向成分（$\mathrm{eGRF_Y}$）以下の式 (2)-(4) によって算出している．

$$\boldsymbol{H}_{CG} = \sum_{i=1}^{s}(\mathrm{I_i}\omega_\mathrm{i} + \mathrm{m_i r_{iY} rv_{iZ}} - \mathrm{m_i r_{iZ} rv_{iY}}) \tag{2}$$

$$\dot{\boldsymbol{H}}_{CG} = \mathrm{d_Y aGRF_Z} - \mathrm{d_Z eGRF_Y} \tag{3}$$

$$\mathrm{eGRF_Y} = \frac{\mathrm{d_Y aGRF_Z} - \dot{\mathrm{H}}_\mathrm{CG}}{\mathrm{d_Z}} \tag{4}$$

ここで $\boldsymbol{H}_{CG}$ は全身の身体重心まわりの角運動量を示し，s は全身を構成する身体各セグメントの個数を示す．本研究においては s=15 とした．$\mathrm{I_i}$ は i 番目のセグメントの質量中心まわりの慣性モーメントを示し，ω_i は i 番目のセグメントの質量中心まわりの角速度を示す．$\mathrm{m_i}$ は i 番目のセグメントの質量を示し，$\mathrm{r_i}$ は i 番目のセグメントの質量中心の全身の身体重心位置に対する位置ベクトルの成分を示す．$\mathrm{rv_i}$ は i 番目のセグメントの質量中心の全身の身体重心位置に対する速度ベクトルの成分を示す．$\mathrm{eGRF_Y}$ は身体重心まわり角運動から算出・推定した地面反力の前後方向成分を示し，d は作用点中心の身体重心位置に対する位置ベクトルの各成分を示す．

陸上競技中長距離走におけるレース中の動作分析のほとんどは，進行方向に関係した動作的特徴が表

Table 1 Properties of Subject (N = 7)

	Age (Yrs)	Height (m)	Weight (kg)	Personal Best on 20kmW (h:m:s)
Mean	24.6	1.72	59.9	1:20:11
±	±	±	±	±
SD	1.3	0.04	4.4	0:01:27

Table 2 Step Parameters (N = 7)

	Speed (m/s)	Speed (m:s/km)	Step Frequency (Hz)	Support time (s)	Flight time (s)	Step length (m)	Support length (m)	Flight length (m)
Mean	4.14	4:02	3.08	0.18	0.15	1.34	0.72	0.63
±	±	±	±	±	±	±	±	±
SD	0.26	0:14	0.06	0.01	0.01	0.08	0.04	0.06

れやすい矢状面内の２次元平面内の力学量を用いて行われている．本報告では同じく陸上競技中長距離走の動作分析の方法の発展的検討を主な目的としていることから，結果の項目には矢状面内（X 軸回り）のトルクおよびそのためのデータとなる前後（Y 軸）方向の作用点中心，Y 軸方向と鉛直（Z 軸）方向の地面反力のみを示す．

2.3 統計処理

本研究で得られたデータのうち，実測値（***GRF***，***CP***，***TRQ***）に対する推定値（***eCP***，***eGRF***，***eTRQ***）の妥当性の検証に際しては，時系列データの時々刻々の変化の違いについて検証できるよう，支持足接地時を 0%，離地時の 1 フレーム前を 100% として支持期全体を規格化した．その上で，Statistical Parametric Mapping（SPM）を使用してノンパラメトリック one-dimensional paired t-test を行い，SPM（t）曲線を作成した（Pataky,2011;Coyler ほか，2018；Nagahara ほか，2020）．ランダム曲線の確率的挙動を記述し，データの滑らかさを考慮したランダムフィールド理論を用いて,臨界値 $t*$（有意確率: p = 0.05）を設定した．SPM(t) 曲線が臨界値 $t*$ を超えた場合，特定の区間に有意な差異があるものとした（中山ほか，2023）．

本研究における統計量の算出においては MatlabR2024b（Matworks 社製）の統計量算出のための関数を用いた．いずれも統計学的有意水準は 5%未満とした．

Table 1 および 2 に示したデータは対象者の特定を防ぐことのほか推定方法の間の比較ではないことから，平均値と標準偏差で示し，Figure 1-4 のデータは平均値のみで示した．

3. 結果

3.1 ステップ変数

Table 2 に分析対象試技のランニングスピードとステップ変数を被験者の平均値と標準偏差で示した．また，参考として対象者の 20km 競歩の実験期日前２年間の最高記録を同じく平均値と標準偏差で Table 1 に示した．

対象者の 20kmWPB の平均は 1 時間 20 分 11 秒であり，1km 平均では 4 分 00 秒 5 となる．それに対し，分析対象試技のランニングスピードは対象者の 1km 平均スピード換算で 4 分 02 秒であった．そのため，対象者は各自の 20km 競歩のペースト同等のスピードでランニング試技をおこなっていたといえる．

3.2 作用点中心

Figure 1 に実測作用点中心（***CP***）と推定作用点中心（***eCP***）の右足支持期および左足支持期における時々刻々の変化を示した．実験歩行路平面上の実際の接地位置は試技ごとに異なっていたが，図上では接地時の支持足踵部を基準（ゼロ値）とし，そこに対する実測値および推定値の相対値の時々刻々の変化の平均値で示した．さらに，SPM で有意な差の

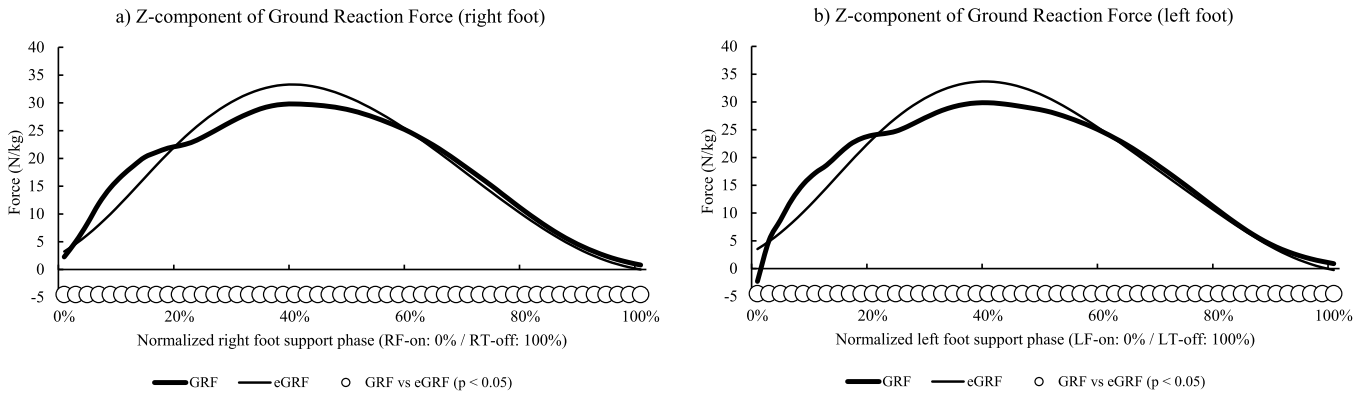


Figure 2 Mean value of vertical component of measured (***GRF***) and estimated (***eGRF***) ground reaction forces during normalized support phase (N = 7)

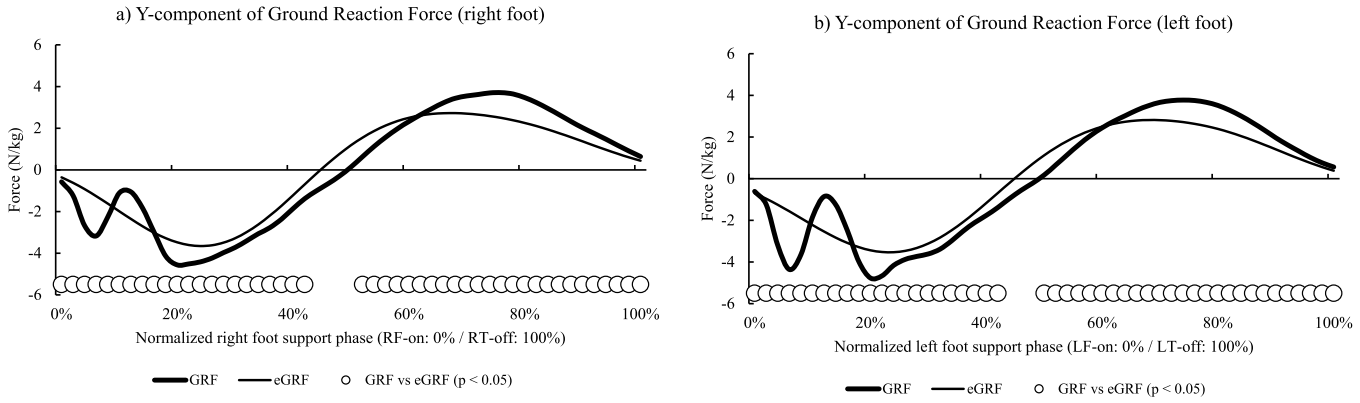


Figure 3 Mean value of measured (***GRF***) and angular-momentum-estimated (***eGRF***) in anterior-posterior component during normalized support phase (N = 7)

みられた局面で示した．前後（Y 軸）方向成分（a：右足；b：左足）について，左右ともに接地時において支持足踵部と足尖部のほぼ中点で接地し，作用点中心が支持期全体にわたってほぼ線形に等速で移動していた．しかし，個々の被験者における実測値は一定の範囲内でばらつきがあり，推定式によって一意に定まる推定値と比較した場合には有意となる差異があったとみられ，右足では支持期全体にわたって，左足では支持足接地直後と，支持期 20% から 80% にかけて，それぞれ ***CP*** と ***eCP*** の間に有意な差がみられた．

3.3 地面反力

Figure 2 に実測地面反力（***GRF***）と推定地面反力（***eGRF***）の鉛直（Z 軸）方向成分の右足支持期および左足支持期における時々刻々の変化を平均値と，SPM で有意な差のみられた局面で示した（a：右足；b：左足）．

左右とも接地後から増加し，支持期 40% の近傍でピークを生じた後，離地にむけて減少していた．***GRF*** と ***eGRF*** の比較では，左右とも支持期全体にわたって有意な差がみられた．

Figure 3 に実測地面反力（***GRF***）と，推定地面反力（***eGRF***）の前後（Y 軸）方向成分の右足支持期および左足支持期における時々刻々の変化を平均値と有意な差のみられた局面で示した（a：右足；b：左足）．

Y 軸方向成分について，正の値が地面から身体に対して前方にかかる力，負の値が地面から身体に対して後方にかかる力を示す．両足とも，***GRF*** では支持期前半に負の値，後半に正の値がみられ，それぞれ身体に対して後方と前方にかかる力が作用していたことが示された．***eGRF*** でもこれらの値の方向の変化は同様であった．また，***GRF*** との差については支持期前半の負の値，後半の正の値の両方で有意な差がみられた．

3.3 関節トルク

Figure 4 a-f に計測および推定地面反力と作用点中心により算出した下肢３関節（足関節,膝関節,股関節）の関節トルクのうち，左右（X）軸まわり・矢状面内の成分のものの右足支持期および左足支持

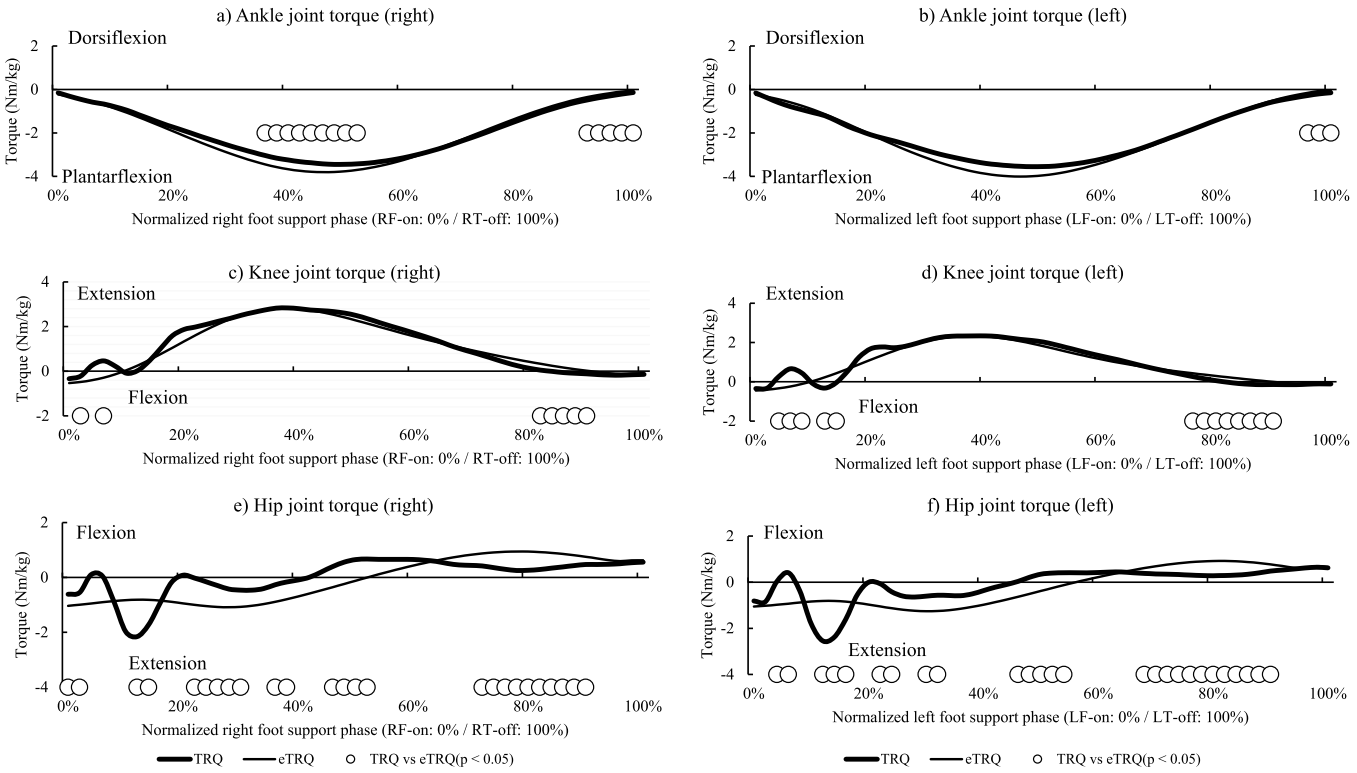


Figure 4 Mean value of lower limbs joint torques in sagittal plane of calculated from measured (***TRQ***) and angular-momentum-estimated (***eTRQ***) ground reaction forces during normalized support phase (N = 7)

期における時々刻々の変化を平均値で示した.

足関節まわりのもの（a：右足関節；b：左足関節）については,左右ともに計測によるもの（***TRQ***），推定によるもの（***eTRQ***）ともに，支持期全体を通して底屈トルクが発生していた．***TRQ*** と ***eTRQ*** の間の差の比較では，右では支持期 40% から 65% までの底屈トルクのピーク値が発生する局面のほか，支持期終盤で有意な差がみられたが，左では支持期終盤にのみ有意な差がみられただけであった.

膝関節まわりのもの（c：右膝関節；d：左膝関節）については，***TRQ*** と ***eTRQ*** ともに左右とも支持期 10% から 80% までの局面で伸展トルクが発生していた．***TRQ*** と ***eTRQ*** の間の差の比較では，左右ともに伸展トルクが大きくなる前の支持期 10% までの局面と，伸展トルクが小さくなった支持期 80% より後の局面のみで有意な差がみられた.

股関節まわりのもの（e：右股関節；f：左股関節）については，***TRQ*** と ***eTRQ*** ともに左右とも接地から支持期 50% まで伸展トルクが発生した後，支持期後半で屈曲トルクに変化して離地していた．***TRQ*** と ***eTRQ*** の間の差の比較では，左右両方とも支持期前半の伸展トルクが発揮される局面では断続的に有意な差がみられた局面があったほか，支持期後半の支持期70%から90%までの局面で有意な差がみられた.

4. 考察

本報では，競歩種目を専門とする競技者を被験者として，ランニング動作のキネティクス変数の評価方法について検討を行ったものである．そのため，目的と被験者の間に齟齬があるが，この点については方法の項目で示したように当初は日本代表選手を含む競歩種目の強化合宿中における動作分析サポートの中で参考として収集したデータに走動作の評価に応用可能なヒントがあったことから本報告書の中の一報として報告するものである.

Table 1 と Table 2 に示したように，本研究におけるランニング試技スピードの平均値は，被験者の 20km 競歩の過去２年間の最高パフォーマンスの平均スピードとほぼ同じであった.しかし,このスピードは駅伝競技の全国大会に出場するような大学および実業団に所属する長距離走の男性競技者の基礎的有酸素トレーニング（ロング走）でも用いられる走スピードである．そのほか，本報の被験者は競歩種目を専門としているものの，ほぼ全員が U18 年代においては中長距離走種目への出場経験があり，そのための中長距離走種目のトレーニングも実施していた経験があることから，本研究の結果は走種目の評価方法を検証したものとしても差し支えないと考え

ることができる．

本研究における地面反力の推定方法は，三浦ほか（2024）が報告しているように，算出にあたって地面反力の推定作用点中心を計算に用いるため，作用点中心の推定値がどの程度真値を反映したものであるかが地面反力および関節トルクの推定精度に影響することになる．本報の結果の項目で示した推定作用点中心は，被験者全体の平均値では実測値に非常に近いものであったものの支持期全体にわたって有意な差がみられ（Figure 1）．さらに地面反力の前後方向，鉛直方向の成分ではほとんどの局面で有意な差がみられた（Figure 2, 3）．それにもかかわらず，Figure 4に示した矢状面内の足関節トルクと膝関節トルクでは大きな有意差とはならなかった．このことは，作用点中心および地面反力の推定に関しては三浦ほか（2024）に示されたように推定方法にまだまだ改善の余地が大きいということを示している．しかし，トルクに関してはその算出には地面反力と作用点中心だけでなく，支持脚足部，下腿，大腿のそれぞれの部分の質量中心の加速度，質量中心まわりの角加速度が関係するほか，部分の端点にかかる力と質量中心の位置関係なども関係する．そのため，作用点中心および地面反力において実測値と推定値の間で有意となった差異が，足関節と膝関節の関節トルクの算出に際しては有意な違いとなるほどには影響しなかったと考えることができる．

本研究は，三浦ほか（2024）において報告された競歩種目における検証と同様に，バイオメカニクス手法を用いた中長距離走のトレーニング・コーチングの手法として，公式競技会やトレーニングの場など地面反力の計測が困難な場所でも関節トルクなどキネティクス変数によって競技者の動作を評価する手法の検証を目的として行ったものである．地面反力は運動中の身体によって外界に対して発揮された力を反映し，関節トルクは身体内部の筋骨格系で発揮されている内力を反映していることから，身体運動の評価や，スポーツなどのパフォーマンス向上に向けた技術改善に向けて非常に有効な指標とされている（阿江，2005；窪，2017；横澤，2017；三浦ほか，2021，2023）．

そのため，本研究の結果は，わが国における競歩種目のトレーニング支援としてこれまで行われた手法（三浦ほか，2021，2023）の中長距離種目への応用可能性を示したものであるといえる．

6. 文献

Ae, M., Tang, H.P., Yokoi, T. (1992) Estimation of inertia properties of the body segment in Japanese athletes. in: Japanese Societyof Biomechanisms, editor. Biomechanisms 11: Form, Motion,and Function in humans. tokyo: University of tokyo press; p.33.

阿江 通良（2005）特集 スキルサイエンス スポーツ選手のスキルフルな動きとそのコツに迫る．人工知能学会誌，20(4)，541-548.

Cavanagh, P. R., LaFortune, M. A. (1980) Ground reaction forces in distance running. Journal of Biomechanics, 13(5), 397-406.

Coyler, S.L., Nagahara, R., Takai, Y., Salo, A.I.T. (2018) How sprinters accelerate beyond the velocity plateau of soccer players: waveform analysis of ground reaction forces. Scandinavian Journal of Medicine and Sports in Sports, 28, 2527-2635.

榎本 靖士,阿江 通良,岡田 英孝,藤井 範久（1999）力学的エネルギー利用の有効性から見た長距離走者の疾走技術．バイオメカニクス研究，3(1)，12-19.

羽田 雄一，阿江 通良，榎本 靖士，法元 康二，藤井 範久（2003）100m走における疾走スピードと下肢関節のキネティクスの変化．バイオメカニクス研究，7(3)，193-204.

法元 康二（2000）競歩の歩行速度に影響を及ぼすバイオメカニクス的要因．平成11年度筑波大学体育研究科 研究論文集，pp.233-236.

Hoga, K., Ae, M., Enomoto, Y., Yokozawa, T., Fujii, N. (2006) Joint torque and mechanical energy flow in the support legs of skilled race walkers. Sports Biomechanics, 5(2), 167-182.

法元康二・阿江通良（2006）力学的エネルギー利用の有効性からみたアテネオリンピック男子20km競歩におけるメダリストと日本人選手の比較．陸上競技研究紀要，2，38-46.

法元 康二，阿江 通良，榎本 靖士，横沢 俊治，藤井 範久（2010）競歩における左右下肢間の力学的エネルギーの流れと下胴および体幹の動作との関係．トレーニング科学，20(3)，217-229.

Hoga-Miura, K., Hirokawa, R., Sugita, M.,

Enomoto, Y., Kadono, H., Suzuki, Y. (2022) Reconstruction of walking motion without flight phase by using computer simulation on the world elite 20km female race walkers during official race. Gazzetta Medica Italiana- Archivio per le Science Mediche, 181 (5), 303-314.

窪　康之（2017）第８章　スポーツ医・科学，情報によるコーチング支援，第１節　スポーツ医・科学によるコーチング支援の現状と課題．日本コーチング学会編，コーチング学への招待．大修館書店，pp.330-334.

三浦　康二，佐藤　高嶺，川向　哲弥，大久保　玲美（2020）2018－2019年度国内主要競歩レースにおける国内一流競技者の下肢および体幹関節トルクの分析．日本陸連科学委員会研究報告　陸上競技の医科学サポート研究　REPORT2020，19，221-231.

三浦　康二，蔭山　雅洋，黒阪　翔，津野　天兵，渡辺　圭佑（2021）特集　ハイパフォーマンススポーツを対象とした医・科学支援の実例―ハイパフォーマンス･サポート事業の活動を例に.フィールドにおける２次元動作分析法による前額面・矢状面内動作の簡易的分析とクイックフィードバック．Journal of High Performance Sport，7，58-70.

三浦 康二,佐藤 高嶺,川向 哲弥,高橋 直己（2023）2022年国内主要競歩レースにおける国内シニア・U20上位競技者の地面反力および下肢関節トルクの推定．日本陸連科学委員会研究報告　陸上競技の医科学サポート研究　REPORT2022，21，207-214.

三浦 康二，松林 武生，景行 崇文，後藤 晴彦，杉田 正明，佐藤 高嶺，高橋 直己，川向 哲弥，今村　文男，谷井孝行（2024）世界一流日本人男子競技者における競歩中地面反力のフォースプラットフォームに　よる計測値と重心加速度・全身角運動量による推定値との比較．日本陸連科学委員会研究報告　陸上競技の医科学サポート研究　REPORT2023，22，168-176.

Murray, M.P., Guten, G.N., Mollinger, L.A., Gardner, G.M. (1983) Kinematic and electromayographic patterns of olympic racewalkers. the American Journal of Sports Medicine,11(2),68-74.

Nagahara, R., Mizutani, M., Matsuo, A., Kanehisa, H., Fukunaga, T., (2018) Association of sprint performance with ground reaction forces during acceleration and maximal speed phases in a single sprint. Journal of Applied Biomechanics, 34(2), 104-110.

Nagahara, R., Kanehisa, H., Fukunaga, T. (2020) Ground reaction force across the transition during sprint acceleration. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 30, 450-461.

中山 滉一，榎　翔太，牧野 瑞輝，庄司一眞，眞鍋芳明（2023）異なる斜度の下り坂走が平地走に与える即時的な影響．陸上競技学会誌，21，1-12.

Pataky, T.C. (2011) One-dimensional statistical parametric mapping in python. Computer methodsin biomechanics and biomedical engineering, 15(3), 295-301.

Payne, A. H. (1978) A comparison of ground reaction forces in race walking with those in normal walking and running. Biomechanics Ⅵ-A, 293-302.

横澤 俊治（2017）第８章 スポーツ医・科学，情報によるコーチング支援，第２節 現状を把握する，1. パフォーマンスの分析・評価，(2) 動作分析による把握．日本コーチング学会編，コーチング学への招待．大修館書店，pp.337-338.

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 190-192, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,190-192,2024

高校陸上競技選手の運動経験の状況
－ 2023 年度高校陸上競技選手を対象にした質問紙調査－

渡邊 將司
茨城大学

はじめに

日本代表選手の多くは，高校期において全国大会入賞レベルに達していることから，高校期のハイパフォーマンスは将来のハイパフォーマンスの予測因子となる可能性が高い。その一方で，中学校期から高校期にかけて多くの選手が陸上競技を辞めているという問題もある。

日本陸上競技連盟は，2005 年からインターハイ入賞者を対象にして質問紙調査を実施してきたが，2021 年度から対象者を拡大するとともに質問内容を精査した。本報告は，高校陸上競技選手の過去の運動経験をはじめ，陸上競技に関する心理や日常の練習についてまとめる。

方法

対象者は，2023 年 12 月に各ブロックで実施された U19 強化研修合宿，および 2024 年 3 月に大阪府で実施された日本陸上競技連盟 U19 強化研修合宿（全国高体連陸上競技専門部強化合宿）に参加した高校陸上競技選手であった。アンケートは，これまでインターハイ入賞者を対象にして実施してきたフォーマットを改変したものである [1)]。調査を実施するにあたり，本連盟科学委員会が各会場の窓口担当者に依頼した。担当者は,合宿の開会式や閉会式,食事の時間といった全体あるいは種目群が集合する機会等において，選手に調査の趣旨を記した依頼文書を配布し，口頭にて説明および協力を依頼した。アンケートは Microsoft Forms にて作成され，依頼文書に記載した QR コードを各自のスマートフォンで読み取って回答する仕組みであった。スマートフォンを所持していない者には紙媒体のアンケートを配布して回答を求めた。U19 強化研修合宿では，回答のあった東北，関東，北陸，東海・近畿，中国・四国，九州・沖縄ブロックには 1563 名，日本陸上競技連盟U19強化研修合宿には272名が参加し，そのうち 1285 名から回答を得た（回答率 70.0%）。なお両方の合宿に参加して 2 回の回答があった 99 名については 1 回目の回答を採用し，有効回答数は 1186 件となった。

表 1　対象者の基本情報

	男子（n=616）		女子（n=570）	
	人数	割合	人数	割合
学年				
1年	148	24.0%	171	30.0%
2年	457	74.2%	388	68.1%
3年	11	1.8%	11	1.9%
種目				
短距離走（100m～400m）	141	22.9%	114	20.0%
中距離走（800m～1500m）	29	4.7%	26	4.6%
長距離走（3000m～10000m）	7	1.1%	2	0.4%
ハードル（100mH～400mH）	88	14.3%	95	16.7%
跳躍	173	28.1%	145	25.4%
投てき	123	20.0%	127	22.3%
混成	30	4.9%	32	5.6%
競歩	25	4.1%	29	5.1%
高校期の最高競技成績				
全国大会1～3位	49	8.0%	48	8.4%
全国大会4～8位	51	8.3%	60	10.5%
全国大会出場	169	27.4%	170	29.8%
地方大会（関東大会など）8位以内	169	27.4%	138	24.2%
地方大会（関東大会など）出場	133	21.6%	120	21.1%
都道府県大会8位以内	29	4.7%	22	3.9%
都道府県大会出場	13	2.1%	4	0.7%
地区・市町村大会／記録会出場	3	0.5%	8	1.4%

結果と考察

調査では，競技成績や中心的に取り組んでいる種目も尋ねているが，データ数が少ない区分では一般的な傾向を見出すことが困難であったため，基本的に男女別でまとめた。

表 1 は，対象者の基本情報である。参加者 1186 名中，男子は 616 名（52%），女子 570 名（48%）と，男子の方が多かった。男女とも高校 2 年生が最も多かった。内訳をみると，跳躍が最も多く，長距離は最も少なかった。最高競技成績をみると，全国大会出場以上のレベルの者が，男子で 44%，女子で 49%を占めていた。

表 2 は，小学校高学年の頃の身体，運動能力，運

表２　小学校高学年の頃の身体，運動能力，運動遊び習慣

	男子		女子	
	人数	割合	人数	割合
身長				
高い方だった	325	52.8%	281	49.3%
普通くらい	184	29.9%	164	28.8%
低い方だった	107	17.4%	125	21.9%
体格				
太っている方だった	77	12.5%	46	8.1%
普通くらい	263	42.7%	270	47.4%
やせている方だった	276	44.8%	254	44.6%
短距離走能力				
速かったと思う	432	70.1%	338	59.3%
普通だったと思う	133	21.6%	171	30.0%
遅かったと思う	51	8.3%	61	10.7%
長距離走能力				
速かったと思う	277	45.0%	338	59.3%
普通だったと思う	215	34.9%	171	30.0%
遅かったと思う	124	20.1%	61	10.7%
跳能力				
高かったと思う	356	57.8%	309	54.2%
普通だったと思う	208	33.8%	235	41.2%
低かったと思う	52	8.4%	26	4.6%
投能力				
高かったと思う	225	36.5%	183	32.1%
普通だったと思う	220	35.7%	210	36.8%
低かったと思う	171	27.8%	177	31.1%
自由な運動遊び				
よくやっていた（週4日以上）	531	86.2%	444	77.9%
まあまあ（週2～3日）	72	11.7%	99	17.4%
あまりやらなかった（週1日以下）	13	2.1%	27	4.7%

表３　小学校期における指導者の下でのスポーツ種目数

	男子		女子	
	人数	割合	人数	割合
0種目	143	23.2%	132	23.2%
1～2種目	395	64.1%	370	64.9%
3～4種目	69	11.2%	59	10.4%
5種目以上	9	1.5%	9	1.6%

動遊び習慣を示した。身体についてみると，身長は「高い方」で，体格は「普通くらい」または「やせている方」が同じくらいの割合だった。運動能力をみると，短距離走，長距離走，跳能力は「速かった」「高かった」と回答する者が多かった。投能力に関しては，男子では「高かった」が最も多かったが女子では「普通」が最も多く，「低かったと思う」と回答する者も31％ほどいた。自由な運動遊びを「よくやっていた」と回答する者は，男子で86.2％，女子で77.9％であった。

表３は，小学校期における指導者の下でのスポーツ種目数を示した。男女とも「１～２種目」で64％を占めた。多くの者が取り組んでいたスポーツは，男子で水泳（40.4％），サッカー（29.2％），野球／ソフトボール（20.3％）で，女子で水泳（44.6％），体操（11.8％），バスケットボール（11.4％）であった。

表４は，指導者の下で陸上競技を開始した時期である。男子の46.8％，女子の39.6％が「中学校」からと回答していたが，高校期から開始した者も男子で17.0％，女子で11.4％を占めた。

表５は，陸上競技を始めるようになった内的要因

表４　指導者の下で陸上競技を開始した時期

	男子		女子	
	人数	割合	人数	割合
小学校1～2年	58	9.4%	69	12.1%
小学校3～4年	94	15.3%	116	20.4%
小学校5～6年	71	11.5%	94	16.5%
中学校	288	46.8%	226	39.6%
高校	105	17.0%	65	11.4%

表５　陸上競技を始めるようになった内的要因

	男子		女子	
	人数	割合	人数	割合
1. 小学校の陸上大会で良い成績を残したから	107	17.4%	152	26.7%
2. 中学校の陸上大会で良い成績を残したから	86	20.7%	97	17.0%
3. 自分に合ったスポーツだと思ったから	237	57.0%	259	45.4%
4. 一流選手になれると思ったから	47	11.3%	19	3.3%
5. かっこよく見えたから	102	24.5%	120	21.1%
6. 自分を鍛えるのによいスポーツだと思ったから	77	18.5%	72	12.6%
7. 学校体育などでやって楽しかったから	64	15.4%	78	13.7%
8. ただなんとなく	136	32.7%	99	17.4%
9. 自分ができそうなスポーツが他になかった	47	11.3%	64	11.2%

表６　陸上競技を始めるようになった外的要因

	男子		女子	
	人数	割合	人数	割合
1. 父や母に勧められて	206	33.4%	216	37.9%
2. 兄弟や姉妹に勧められて	77	12.5%	72	12.6%
3. クラブの指導者の勧め	54	8.8%	69	12.1%
4. 学校の先生の勧め	136	22.1%	110	19.3%
5. 先輩や友達の勧め	163	26.5%	142	24.9%
6. テレビや雑誌などを見て	46	7.5%	19	3.3%
7. 試合を直接見て	41	6.7%	42	7.4%
8. 近くに陸上クラブがあった	87	14.1%	115	20.2%
9. 特にきっかけは無い	114	18.5%	88	15.4%

表７　中学校期に中心的に所属していた部活動

	男子		女子	
	人数	割合	人数	割合
他の部活動等と陸上競技を掛け持ち	26	4.2%	40	7.0%
陸上競技	491	79.7%	457	80.2%
陸上競技 以外	99	16.1%	73	12.8%

表８　中学校期に中心的に所属していた部活動での実績

	男子		女子	
	人数	割合	人数	割合
全国大会1～3位	40	6.5%	31	5.4%
全国大会4～8位	45	7.3%	37	6.5%
全国大会出場	155	25.2%	148	26.0%
地方大会（関東大会など）8位以内	47	7.6%	60	10.5%
地方大会（関東大会など）出場	83	13.5%	72	12.6%
都道府県大会8位以内	110	17.9%	107	18.8%
都道府県大会出場	70	11.4%	59	10.4%
地区・市町村大会／記録会出場	55	8.9%	53	9.3%
試合等の出場経験なし	11	1.8%	3	0.5%

を示した。男女とも最も多かったのは「自分に合ったスポーツだと思ったから」であった。

表６は，陸上競技を始めるようになった外的要因を示した。「父や母」「先輩や友達」「学校の先生」の勧めの影響が大きいようである。「近くに陸上クラブがあった」という回答も比較的多かった。中学校で陸上競技を本格的に開始する者が多かったことからも，小学生の頃からアクセスよく参加できる陸上クラブが存在することは重要かもしれない。

表７は，中学校期に中心的に所属していた部活動を示した。男子で79.7％，女子で80.2％が陸上競

表 9　現在取り組んでいる種目に役立っている陸上競技以外の運動経験

	男子		女子	
	人数	割合	人数	割合
関連する運動感覚が身についた	218	35.4%	200	35.1%
関連する技術や技能が身についた	94	15.3%	78	13.7%
関連する体力が身についた	141	22.9%	142	24.9%
精神的に鍛えられた	96	15.6%	100	17.5%
わからない	65	10.6%	46	8.1%

表 10　中学校期からの専門種目変更の有無とその理由

	男子		女子	
	人数	割合	人数	割合
変更していない／または中学で陸上競技をやっていない	403	65.4%	381	66.8%
変更した	213	34.6%	189	33.2%
＜変更理由＞				
指導者のすすめ	99	46.5%	110	58.2%
親のすすめ	17	8.0%	14	7.4%
仲間のすすめ	24	11.3%	9	4.8%
おもしろそうだったから	76	35.7%	68	36.0%
違う種目に適性を感じたから	85	39.9%	89	47.1%
中学の時の種目に限界を感じたから	31	14.6%	34	18.0%
怪我のため	21	9.9%	15	7.9%
辛かったから	6	2.8%	6	3.2%

表 11　陸上競技に関する心理

	強くそう思う		まあまあ思う		あまり思わない		全くそう思わない	
	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
1. 日常の練習は楽しい	57.3%	43.7%	37.0%	50.0%	4.9%	6.1%	0.8%	0.2%
2. 日常の練習は身体的にも精神的にも辛い	17.2%	16.1%	45.6%	48.9%	29.9%	29.5%	7.3%	5.4%
3. 練習仲間には恵まれている	67.0%	66.5%	25.0%	23.7%	6.3%	8.8%	1.6%	1.1%
4. 練習環境(施設や用具など)は恵まれている	45.3%	57.5%	36.0%	30.7%	14.4%	10.5%	4.2%	1.2%
5. 練習仲間は競技成績の高い者ばかりだ	29.5%	37.4%	41.1%	40.2%	24.8%	18.6%	4.5%	3.9%
6. 指導者に支えられている	67.7%	71.2%	24.0%	22.1%	5.8%	4.7%	2.4%	1.9%
7. 家族に支えられている	84.9%	88.4%	13.6%	10.5%	1.1%	1.1%	0.3%	0.0%
8. 記録向上のために陸上競技に関することを自ら学んでいる	55.4%	43.5%	36.7%	48.9%	6.5%	6.8%	1.5%	0.7%
9. 自分の伸びしろは，まだまだある	74.2%	73.2%	22.2%	25.1%	3.1%	1.6%	0.5%	0.2%
10. 将来は日本代表選手になりたい	36.9%	19.5%	26.5%	20.4%	25.5%	38.8%	11.2%	21.4%
11. 精神的な強さを持っている	26.5%	17.9%	43.0%	42.5%	26.1%	32.1%	4.4%	7.5%
12. やるべきことを終えるまで，持続的に取り組むことができる	36.2%	36.1%	51.1%	49.5%	11.5%	13.3%	1.1%	1.1%
13. 試合に向けて，調子を上げることができる	45.3%	31.9%	42.9%	53.5%	11.4%	13.5%	0.5%	1.1%
14. 不安に対処することができる	25.2%	18.2%	48.1%	45.6%	23.7%	31.8%	3.1%	4.4%
15. マイナスの考えをプラスに変えることができる	33.9%	27.2%	39.3%	41.8%	24.5%	26.7%	2.3%	4.4%

表 12　日常の練習頻度，量，および強度

	男子			女子		
	M(SD)	最小値	最大値	M(SD)	最小値	最大値
平日の練習日数(日/週)	4.4(0.6)	1	5	4.5(0.6)	1	5
休日の練習日数(日/週)	1.2(0.4)	1	2	1.2(0.4)1	1	2
1週間の練習回数(回/週)	6.6(2.0)	3	16	6.9(2.2)3	3	21
平日の合計練習時間(時間/週)	10.7(3.1)	2	27	11.1(3.3)	2	34
休日の合計練習時間(時間/週)	4.1(1.8)	0	20	4.3(2.1)	0	20
きつい練習をする日数(日/週)	2.7(1.3)	1	7	2.9(1.3)	1	7
かなりきつい練習をする日数(日/週)	2.0(1.2)	1	7	2.0(1.1)	1	7

M(SD): 平均値(標準偏差)

技に中心的に取り組んでいた。掛け持ちしていた者と合わせると約 80%以上は中学から陸上競技に取り組んでいたことがわかる。

表 8 は，中学校期に中心的に所属していた部活動の実績を示した。約 40%の選手は中学で全国大会出場以上の成績を収めていた。

表 9 は，現在取り組んでいる種目に役立っている陸上競技の運動経験を示した。「運動感覚」や「体力」の割合が高かった。多様な運動経験は適切な種目選択に好影響をもたらす可能性がある。

表 10 は，中学校期からの専門種目変更の有無とその理由を示した。「変更した」と回答した者は男子で 34.6%，女子で 33.2%であった。その理由として「指導者のすすめ」「違う種目に適性を感じたから」「おもしろそうだったから」が多いことから，指導者は様々なトレーニングを通して選手の適性を発見するだけでなく，種目の面白さを伝えることも求められるかもしれない。

表 11 は，陸上競技に関する心理である。半数以上は「日常の練習は身体的にも精神的にも辛い」と回答するが，「日常の練習は楽しい」ようである。その背景には，「指導者」や「家族」の支えだけでなく，施設や用具面などのより良い「練習環境」も関係していると思われる。彼らの陸上競技に対する探究心も高く，伸びしろを十分に感じている。一方で「精神的な強さ（質問 11 ～ 15)」に関しては,「まあまあ思う」や「あまり思わない」と回答する者の割合多かった。重要な場面で実力を発揮できるよう，今後は精神面の強化も求められるかもしれない。

表 12 は，日常の練習頻度，量，強度を示した。平日は 4 ～ 5 日，休日は 1 日が多いことから，ほとんどの者は一週間あたり 5 ～ 6 日の練習頻度であろう。1 週間の練習回数には朝練と夕練を分けるよう指示していたため，日数よりも多くなったと思われる。練習時間を 1 日あたりに換算する平日は 2 ～ 3 時間,休日は 4 ～ 5 時間になるようである。「きつい」「かなりきつい」と思う練習は，一週間で 4 ～ 5 日に達していた。練習日のほとんどは「きつい」と思う練習をしている者が多いようである。なかには非常に多くの練習時間を費やしている者もおり，障害の発症やバーンアウトが懸念される。

文献

1）渡邊將司・森丘保典・須永美歌子・酒井健介・山本宏明・杉田正明（2021）高校陸上競技選手を対象にした質問紙の実施計画.陸上競技研究紀要，17：229-236.

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 193-198, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,193-198,2024

高校陸上競技選手の体調・食習慣の状況
－ 2023 年度高校陸上競技選手を対象にした質問紙調査－

酒井 健介
城西国際大学

はじめに

本報告では昨年に引き続き，高校陸上競技選手の体調・食習慣の状況について報告する．体調に関しては，Grove et al.[1] の 19 項目からなる Training Distress Scale（TDS）の結果を，食習慣に関しては行動変容段階，毎食の喫食状況，主要食品群の喫食頻度についての調査結果を示す．併せてサプリメントの摂取状況，摂取品目，摂取目的に加え，エナジードリンクの摂取状況等についても男女別の集計結果を中心に示す．

方法

対象者は，2023 年 12 月に各ブロックで実施された U19 強化研修合宿，および 2023 年 3 月に大阪府で実施された日本陸上競技連盟 U19 強化研修合宿（全国高体連陸上競技専門部強化合宿）に参加した高校陸上競技選手であった．アンケートは，これまでインターハイ入賞者を対象にして実施してきたフォーマットを改変したものである[2]．調査を実施するにあたり，本連盟科学委員会が各会場の窓口担当者に依頼した．担当者は,合宿の開会式や閉会式,食事の時間といった全体あるいは種目群が集合する機会等において，選手に調査の趣旨を記した依頼文書を配布し，口頭にて説明および協力を依頼した．アンケートは Microsoft Forms にて作成され，依頼文書に記載した QR コードを各自のスマートフォンで読み取って回答する仕組みであった．スマートフォンを所持していない者には紙媒体のアンケートを配布して回答を求めた．U19 強化研修合宿では，回答のあった東北，関東，北陸，東海・近畿，中国・四国，九州・沖縄ブロックには 1563 名，日本陸上競技連盟U19強化研修合宿には272名が参加し，そのうち 1285 名から回答を得た（回答率 70.0%）．なお両方の合宿に参加して 2 回の回答があった 99 名については 1 回目の回答を採用し，有効回答数は 1186 件となった．なお種目別平均身長および体重は Kruskal-Wallis の検定を行い，その他項目においては χ^2 検定を行った。なお対象者の特性を，表 1 に示した．

結果

体調に関する 19 項目の結果を表 2 に示した．い

表 1

種目別平均身長

	男子				女子			
	n	Mean	±	SD	n	Mean	±	SD
短距離	138	172.9	±	5.5	113	160.2	±	5.4
中距離	29	173.1	±	4.0	25	160.0	±	6.0
長距離	7	168.7	±	6.6	2	156.5	±	0.7
ハードル	87	176.0	±	4.9	93	161.8	±	4.9
跳躍	172	174.6	±	5.4	143	162.9	±	5.1
投擲	122	175.3	±	5.6	125	162.2	±	5.3
混成	30	175.6	±	5.0	32	162.9	±	5.0
競歩	25	169.2	±	5.1	29	156.7	±	5.0
合計	610	174.3	±	5.6	562	161.5	±	5.4

男子:p<0.001、女子は長距離選手が2名のため未実施

種目別平均体重

種目	男子				女子			
	n	Mean	±	SD	n	Mean	±	SD
短距離	139	66.5	±	10.5	113	51.2	±	5.2
中距離	29	65.5	±	6.3	25	51.1	±	5.7
長距離	7	60.1	±	7.6	2	48.0	±	0.6
ハードル	85	71.8	±	11.9	93	52.8	±	4.7
跳躍	169	69.2	±	12.0	143	54.0	±	5.1
投擲	118	70.1	±	11.4	125	53.4	±	5.3
混成	29	72.0	±	13.8	32	54.2	±	4.8
競歩	25	60.8	±	5.9	29	48.2	±	4.7
総計	601	68.6	±	11.4	562	52.7	±	5.3

男子:p<0.001、女子は長距離選手が2名のため未実施

表 2

TDS 各項目における回答分布

		男子					女子					*p*
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1. 筋肉痛がある	n	37	173	180	153	73	46	166	165	127	66	0.599
	%	6.0%	28.1%	29.2%	24.8%	11.9%	8.1%	29.1%	28.9%	22.3%	11.6%	
2. エネルギー不足を感じる	n	166	223	153	50	24	162	193	151	42	22	0.874
	%	26.9%	36.2%	24.8%	8.1%	3.9%	28.4%	33.9%	26.5%	7.4%	3.9%	
3. 怒りっぽい	n	340	172	74	19	11	250	188	87	30	15	**0.002**
	%	55.2%	27.9%	12.0%	3.1%	1.8%	43.9%	33.0%	15.3%	5.3%	2.6%	
4. 物事を思い出せない	n	248	205	97	43	23	179	202	106	62	21	**0.010**
	%	40.3%	33.3%	15.7%	7.0%	3.7%	31.4%	35.4%	18.6%	10.9%	3.7%	
.5 寝つきが悪い	n	349	145	86	26	10	305	145	79	27	14	0.706
	%	56.7%	23.5%	14.0%	4.2%	1.6%	53.5%	25.4%	13.9%	4.7%	2.5%	
6. 食欲が低下している	n	449	105	43	14	5	441	76	35	11	7	0.348
	%	72.9%	17.0%	7.0%	2.3%	0.8%	77.4%	13.3%	6.1%	1.9%	1.2%	
7. 日常生活において興味が低下している	n	375	143	66	17	15	325	136	73	25	11	0.347
	%	60.9%	23.2%	10.7%	2.8%	2.4%	57.0%	23.9%	12.8%	4.4%	1.9%	
8. 家族や同級生, チームメイトに対して怒りっぽい	n	425	125	47	16	3	313	190	42	18	7	**<0.001**
	%	69.0%	20.3%	7.6%	2.6%	0.5%	54.9%	33.3%	7.4%	3.2%	1.2%	
9. 集中力が低下している	n	278	220	75	30	13	200	229	96	30	15	**0.008**
	%	45.1%	35.7%	12.2%	4.9%	2.1%	35.1%	40.2%	16.8%	5.3%	2.6%	
10. 手足が重く感じる	n	322	163	80	39	12	205	210	93	49	13	**<0.001**
	%	52.3%	26.5%	13.0%	6.3%	1.9%	36.0%	36.8%	16.3%	8.6%	2.3%	
11. 眠りが浅い	n	330	175	66	28	17	297	148	60	50	15	0.065
	%	53.6%	28.4%	10.7%	4.5%	2.8%	52.1%	26.0%	10.5%	8.8%	2.6%	
12. しっかりと食事がとれない	n	485	85	33	8	5	457	75	19	16	3	0.157
	%	78.7%	13.8%	5.4%	1.3%	0.8%	80.2%	13.2%	3.3%	2.8%	0.5%	
13. 日中, 異常に疲れている	n	266	206	90	39	15	189	203	104	51	23	**0.004**
	%	43.2%	33.4%	14.6%	6.3%	2.4%	33.2%	35.6%	18.2%	8.9%	4.0%	
14. ずっとイライラしている	n	494	101	16	4	1	390	138	31	7	4	**<0.001**
	%	80.2%	16.4%	2.6%	0.6%	0.2%	68.4%	24.2%	5.4%	1.2%	0.7%	
15. 頭が混乱している	n	445	120	35	11	5	346	154	43	16	11	**0.001**
	%	72.2%	19.5%	5.7%	1.8%	0.8%	60.7%	27.0%	7.5%	2.8%	1.9%	
16. 関節がこわばったり, 痛みがある	n	358	163	61	22	12	342	140	62	20	6	0.656
	%	58.1%	26.5%	9.9%	3.6%	1.9%	60.0%	24.6%	10.9%	3.5%	1.1%	
17. 軟便や下痢がある	n	419	113	55	21	8	402	98	50	16	4	0.757
	%	68.0%	18.3%	8.9%	3.4%	1.3%	70.5%	17.2%	8.8%	2.8%	0.7%	
18. 不眠である	n	487	93	27	6	3	447	76	33	7	7	0.417
	%	79.1%	15.1%	4.4%	1.0%	0.5%	78.4%	13.3%	5.8%	1.2%	1.2%	
19. 何をするにもいつもより疲れるように感じる	n	351	186	49	24	6	261	197	72	26	14	**0.001**
	%	57.0%	30.2%	8.0%	3.9%	1.0%	45.8%	34.6%	12.6%	4.6%	2.5%	

1:全くない、2:わずかにある、3:ややある、4:かなりある、5:非常にある

表 3

行動変容段階の分布

		男子					女子					*p*
		PC	C	P	A	M	PC	C	P	A	M	
TTM	n	18	121	194	78	205	14	105	171	76	204	0.508
		2.9%	19.6%	31.5%	12.7%	33.3%	2.5%	18.4%	30.0%	13.3%	35.8%	
参考 （2022年度）	%	5.5%	14.2%	28.6%	12.7%	38.9%	3.7%	14.5%	25.7%	12.4%	43.7%	
参考 （2021年度）	%	4.2%	19.3%	29.2%	10.9%	36.5%	2.5%	28.8%	32.5%	8.0%	28.2%	

ずれも「1：全くない，2：わずかにある，3：ややある，4：かなりある，5：非常にある」の 5 件法にての回答であったが，「3. 怒りっぽい」，「4. 物事を思い出せない」，「8. 家族や同級生，チームメイトに対して怒りっぽい」，「9. 集中力が低下している」，「10. 手足が重く感じる」，「13. 日中，異常に疲れている」，「14. ずっとイライラしている」，「15. 頭が混乱している」，「19. 何をするにもいつもより疲れるように感じる」で，性別による有意差を確認した．19 項目の合計得点は男子選手で 32.5 ± 9.6，女子選手で 34.4 ± 10.3 と女子選手の方が高かった（p=0.001）．この数値は昨年調査の男子選手 31.6 ± 8.9，女子選手 32.6 ± 9.7 よりも増加していた[3]．競技種目別でも有意差が確認され（p=0.010），投擲，混成，競歩で高い値を示した．

望ましい食生活に関する行動変容段階（TTM）を表 3 に示した．変容段階は以下の 5 つに分類される．男女で変容段階に有意差は示されなかったが，男女選手ともに維持期が最も高い割合を示し，望ましい食生活を実践している選手が多いことが示唆され

表 4

		男子				女子				*p*
		1	2	3	4	1	2	3	4	
朝食	n	533	56	18	9	505	50	10	5	0.433
	%	86.5%	9.1%	2.9%	1.5%	88.6%	8.8%	1.8%	0.9%	
昼食	n	603	11	2	0	548	21	1	0	0.116
	%	97.9%	1.8%	0.3%	0.0%	96.1%	3.7%	0.2%	0.0%	
夕食	n	607	8	1	0	552	15	3	0	0.138
	%	98.5%	1.3%	0.2%	0.0%	96.8%	2.6%	0.5%	0.0%	
間食	n	156	240	194	26	142	204	198	26	0.607
	%	25.3%	39.0%	31.5%	4.2%	24.9%	35.8%	34.7%	4.6%	

1:毎日食べる、 2:時々食べない、 3:食べる日の方が少ない、 4:毎日食べない

表 5

		男子					女子					*p*
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1. 穀物(ごはん・パン・麺 など)	n	498	74	27	12	5	468	68	25	4	5	0.480
	%	80.8%	12.0%	4.4%	1.9%	0.8%	82.1%	11.9%	4.4%	0.7%	0.9%	
2. 肉・加工肉(牛・豚・鶏・ハム・ソーセージ など)	n	254	203	107	50	2	179	217	117	51	6	**0.007**
	%	41.2%	33.0%	17.4%	8.1%	0.3%	31.4%	38.1%	20.5%	8.9%	1.1%	
3. 魚介・魚加工品(魚・イカ・エビ・かまぼこ など)	n	66	77	172	173	128	48	66	154	170	132	0.559
	%	10.7%	12.5%	27.9%	28.1%	20.8%	8.4%	11.6%	27.0%	29.8%	23.2%	
4. 卵料理(卵焼き・ゆで卵 など)	n	123	112	228	115	38	90	113	220	118	29	0.316
	%	20.0%	18.2%	37.0%	18.7%	6.2%	15.8%	19.8%	38.6%	20.7%	5.1%	
5. 大豆・大豆製品(豆腐・納豆 など)	n	68	81	204	164	99	47	71	185	159	108	0.391
	%	11.0%	13.1%	33.1%	26.6%	16.1%	8.2%	12.5%	32.5%	27.9%	18.9%	
6. 色の濃い野菜(ニンジン・カボチャ など)	n	131	140	173	109	63	115	133	180	109	33	0.062
	%	21.3%	22.7%	28.1%	17.7%	10.2%	20.2%	23.3%	31.6%	19.1%	5.8%	
7. その他の野菜	n	198	166	148	75	29	209	175	126	48	12	**0.009**
	%	32.1%	26.9%	24.0%	12.2%	4.7%	36.7%	30.7%	22.1%	8.4%	2.1%	
8. 果物(果汁ジュース含む)	n	60	73	177	147	159	41	74	179	139	137	0.452
	%	9.7%	11.9%	28.7%	23.9%	25.8%	7.2%	13.0%	31.4%	24.4%	24.0%	
9. 牛乳・乳製品(チーズ・ヨーグルト など)	n	75	91	209	138	103	43	83	221	122	101	0.072
	%	12.2%	14.8%	33.9%	22.4%	16.7%	7.5%	14.6%	38.8%	21.4%	17.7%	

1:毎日毎食で食べる、2:毎日2 回は食べる、3:毎日に1 回は食べる、4:1週間で食べる日の方が多い、5:1週間で食べない日の方が多い

た．維持期の割合は昨年よりも男女ともに減少していた[3)]．

前熟考期（PC）： 私は現在，望ましい食生活をしていない．またこれから先もするつもりはない．

熟考期（C）：私は現在，望ましい食生活をしていない．しかし関心はあるので，近い将来（6 ヶ月以内）何かをしてみたい．

準備期（P）：私は現在,望ましい食生活をしている．しかし習慣的ではない．

実行期（A）：私は現在，望ましい食生活をしている（習慣的だが継続は 6 ヶ月未満）．

維持期（M）：私は現在，望ましい食生活をしている（習慣的で 6 ヶ月以上続いている）．

朝食，昼食，夕食および間食の喫食状況を表 4 に示した．朝食の欠食が男子選手で 13% 程度，女子選手で 11% 程度と昨年と同様の数値が確認された．

表 5 には，主要な食品群の喫食頻度を示したが，肉・加工肉（牛・豚・鶏・ハム・ソーセージ など），その他の野菜の喫食頻度で男女間に有意差を確認し，肉・加工肉では男子選手が，その他野菜では女子選手の喫食頻度が高い傾向にあった．またいずれの食品群においても，1 日に一度も口にしない選手が男女ともに一定数いることが確認された．魚介・魚加工品，果物は約半数の選手が，大豆・大豆製品，牛乳・乳製品は 4 割程度の選手が男女ともに 1 日に一度も口にしていない．魚介・魚加工品は *n*-3 系脂肪酸，果物はビタミン C やカリウム，大豆・大豆製品や牛乳・乳製品はカルシウムと固有の栄養素の主たる供給源となっているため，これら栄養素の不足が危惧される．これらの傾向は以前の報告と同様であった[3)]．

表 6 にはエナジードリンクの摂取頻度および摂取目的を示した．男子選手は女子選手に比べ日常的にも試合時にも摂取頻度が高かった．試合時に「毎回飲む」男子選手の割合が 30.2% と 3 人に 1 人の割合を示し,昨年の 26.0%からも増加している[3)]．また「パフォーマンス向上」を摂取目的としている男子選手は練習時で 29.1%，試合時で 57.3% と高い数値を示した．

サプリメント摂取状況についての結果を記す．表 7 には現在のサプリメント摂取状況およびサプリメ

表 6

エナジードリンクの日常的摂取頻度

		男子	女子
週3缶以上	n	21	2
	%	3.4%	0.4%
週1～2缶	n	37	10
	%	6.0%	1.8%
月1～3缶	n	158	46
	%	25.6%	8.1%
月1缶未満	n	275	219
	%	44.6%	38.4%
飲んだことがない	n	125	293
	%	20.3%	51.4%
			***p* <0.001**

エナジードリンクの日常的摂取目的

		男子	女子
眠気覚まし	n	172	108
	%	27.9%	18.9%
疲労回復	n	74	57
	%	12.0%	10.0%
パフォーマンス向上	n	179	31
	%	29.1%	5.4%
その他	n	191	374
	%	31.0%	65.6%
			***p* <0.001**

エナジードリンクの試合時摂取頻度

		男子	女子
毎回飲む	n	186	34
	%	30.2%	6.0%
時々飲む	n	205	105
	%	33.3%	18.4%
飲んだことがない	n	225	431
	%	36.5%	75.6%
			***p* <0.001**

エナジードリンクの試合時摂取目的

		男子	女子
眠気覚まし	n	19	11
	%	3.1%	1.9%
疲労回復	n	15	29
	%	2.4%	5.1%
パフォーマンス向上	n	353	99
	%	57.3%	17.4%
その他	n	229	431
	%	37.2%	75.6%
			***p* <0.001**

表 7

サプリメント摂取状況

		男子	女子
現在、摂取している	n	264	220
	%	42.9%	38.6%
過去に摂取していたが現在は摂取していない	n	125	146
	%	20.3%	25.6%
これまで摂取したことはない	n	227	204
	%	36.9%	35.8%
			p =0.079

サプリメント摂取時期

		男子	女子	*p*
小学生	n	14	14	0.835
	%	2.3%	2.5%	
中学生	n	203	119	**<0.001**
	%	33.0%	20.9%	
高校生	n	288	331	**<0.001**
	%	46.8%	58.1%	
非摂取	n	219	197	0.721
	%	35.6%	34.6%	

ント摂取時期について示した．男子選手で 42.9%，女子選手で 38.6% の選手が現在摂取しており，昨年の結果（男性 39.9%，女子 32.2%）よりは高値を示しているが[3]，過去のインターハイ入賞者の摂取割合（男子 64.0%，女子 56.2%）を下回るものであった[4]．サプリメント摂取時期は年齢増加に伴い摂取者の割合は増加し，中学生時期では男子選手の摂取割合が，高校生時期では女子選手の摂取割合が有意な高値を示した．

表 8 にはサプリメント摂取目的の結果を示した．男子選手では「筋肉増量」(34.3%)，「疲労回復」(33.3%) が，女子選手では「疲労回復」(30.9%)，「貧血予防や改善」(23.9%) が主な摂取目的で，昨年と同じ項目が上位を占めた[3]． 表 7 では 58.1% の女子選手が高校生時期にサプリメントを摂取していたものの，現在摂取している者の割合は 38.6% と一定数の摂取中止をした者が存在することが示唆される．「過去に選手していたが現在は摂取していない」選手の中止理由は男女ともに「面倒になったから」，「特に理由はない」が上位を占め，次いで「効果がなかったから」と「状態が改善されたから」がそれぞれ 10% 強の値を示した．

表 9 には摂取しているサプリメントの種類についての結果を示したが，男子選手は「プロテイン」，「アミノ酸」，「クレアチン」が上位を占め，女子選手は「プロテイン」，「鉄」，「アミノ酸」が上位を占めた．男子選手が女子選手よりも有意な摂取割合を示した

表 8

サプリメント摂取目的

		男子	女子	
体重増量	n	59	13	**<0.001**
	%	9.6%	2.3%	
減量	n	5	17	**0.006**
	%	0.8%	3.0%	
筋肉増量	n	211	119	**<0.001**
	%	34.3%	20.9%	
瞬発力向上	n	95	28	**<0.001**
	%	15.4%	4.9%	
持久力向上	n	23	20	0.836
	%	3.7%	3.5%	
疲労回復	n	205	176	0.376
	%	33.3%	30.9%	
安眠	n	14	8	0.268
	%	2.3%	1.4%	
貧血予防や改善	n	61	136	**<0.001**
	%	9.9%	23.9%	
怪我の予防や改善	n	52	33	0.077
	%	8.4%	5.8%	
コンディション維持	n	95	56	**0.004**
	%	15.4%	9.8%	
病気予防	n	19	13	0.393
	%	3.1%	2.3%	
免疫機能の向上	n	53	30	**0.024**
	%	8.6%	5.3%	
活力向上	n	34	14	**0.007**
	%	5.5%	2.5%	
不足栄養素の補給	n	104	92	0.731
	%	16.9%	16.1%	
抗酸化作用の向上	n	4	1	0.208
	%	0.6%	0.2%	
非摂取	n	217	194	0.666
	%	35.2%	34.0%	
その他	n	9	11	0.531
	%	1.5%	1.9%	

表 9

摂取サプリメントの種類

		男子	女子	
プロテイン	n	287	174	**<0.001**
	%	46.6%	30.5%	
クレアチン	n	110	38	**<0.001**
	%	17.9%	6.7%	
アミノ酸	n	155	144	0.968
	%	25.2%	25.3%	
カルシウム	n	44	36	0.570
	%	7.1%	6.3%	
鉄	n	87	157	**<0.001**
	%	14.1%	27.5%	
マルチミネラル	n	31	14	**0.020**
	%	5.0%	2.5%	
ビタミンA	n	24	10	**0.027**
	%	3.9%	1.8%	
ビタミンB	n	30	16	0.066
	%	4.9%	2.8%	
ビタミンC	n	65	92	**0.005**
	%	10.6%	16.1%	
ビタミンD	n	24	16	0.299
	%	3.9%	2.8%	
ビタミンE	n	20	16	0.659
	%	3.2%	2.8%	
マルチビタミン	n	74	43	**0.010**
	%	12.0%	7.5%	
脂肪酸(EPA・DHA)	n	6	4	0.608
	%	1.0%	0.7%	
糖質(炭水化物:エネルギー補給)	n	18	5	**0.011**
	%	2.9%	0.9%	
製品名不明	n	18	31	**0.030**
	%	2.9%	5.4%	
非摂取	n	206	191	0.980
	%	33.4%	33.5%	
その他	n	24	13	0.110
	%	3.9%	2.3%	

表 10

サプリメント摂取の推奨

		男子	女子
指導者	n	85	105
	%	13.8%	18.4%
トレーナーや接骨院の先生等	n	16	28
	%	2.6%	4.9%
医師	n	7	27
	%	1.1%	4.7%
薬剤師	n	1	1
	%	0.2%	0.2%
栄養士	n	10	7
	%	1.6%	1.2%
自分の意志	n	156	58
	%	25.3%	10.2%
家族	n	87	130
	%	14.1%	22.8%
友人	n	43	11
	%	7.0%	1.9%
販売員・店員	n	3	2
	%	0.5%	0.4%
非摂取	n	208	193
	%	33.8%	33.9%
その他	n	0	8
	%	0.0%	1.4%

***p* <0.001**

ものは「プロテイン」,「クレアチン」,「マルチミネラル」,「ビタミン A」,「マルチビタミン」,「糖質」で,女子選手の摂取割合が有意に高いものに「鉄」,「ビタミン C」が確認された.

表 11

サプリメントや栄養・食事に関する情報入手先

		男子	女子	
指導者	n	190	227	**0.001**
	%	30.8%	39.8%	
トレーナーや接骨院の先生	n	84	128	**<0.001**
	%	13.6%	22.5%	
医師	n	26	49	**0.002**
	%	4.2%	8.6%	
薬剤師	n	11	16	0.239
	%	1.8%	2.8%	
栄養士	n	42	40	0.892
	%	6.8%	7.0%	
家族	n	143	227	**<0.001**
	%	23.2%	39.8%	
友人	n	133	70	**<0.001**
	%	21.6%	12.3%	
販売員・店員	n	16	14	0.877
	%	2.6%	2.5%	
インターネットの記事	n	267	223	0.140
	%	43.3%	39.1%	
動画サイト(YouTube)	n	216	115	**<0.001**
	%	35.1%	20.2%	
テレビ	n	71	87	0.058
	%	11.5%	15.3%	
雑誌	n	28	24	0.778
	%	4.5%	4.2%	
その他	n	12	15	0.430
	%	1.9%	2.6%	

表 12

サプリメント摂取に対する意識

		男子	女子
積極的に摂取すべきである	n	139	65
	%	22.6%	11.4%
食事で不足する栄養素のみ摂取すべきである	n	160	211
	%	26.0%	37.0%
パフォーマンス向上に役立つもののみ摂取すべきである	n	216	180
	%	35.1%	31.6%
できるだけ摂取すべきではない	n	87	101
	%	14.1%	17.7%
絶対に摂取すべきではない	n	14	13
	%	2.3%	2.3%

***p* <0.001**

サプリメント摂取について，男子選手は「自分の意思」(25.3%) で摂取した者が最も多く,次いで「家族」(14.1%),「指導者」(13.8%) であり，女子選手は「家族」(22.8%),「指導者」(18.4%),「自分の意志」(10.2%) であった（表 10）．医師，薬剤師，栄養士といった医療従事者による推奨は限られていた．

同様にサプリメントや栄養・食事に関する情報入手経路について表 11 に示した．男子選手は「インターネット記事」(43.3%) や「動画サイト (YouTube)」(35.1%) が高い数値を示し，また「指導者」(30.8%) も高い値を示した．女子選手においても「指導者」(39.8%),「家族」(39.8%) は高い数値を示し、「インターネット記事」(39.1%) も高い結果を示した．サプリメント摂取の推奨と同様に，医療従事者は情報入手経路としても広く利活用されていない状況にあった．

表 13

ドーピングに対する意識

		男子				女子				*p*
		1	2	3	4	1	2	3	4	
試合に勝つためには,ドーピングをしてもよいと思う	n	581	25	7	3	548	20	2	0	0.137
	%	94.3%	4.1%	1.1%	0.5%	96.1%	3.5%	0.4%	0.0%	
身体に害がなければ,ドーピングをしてもよいと思う	n	567	30	12	7	537	22	9	2	0.324
	%	92.0%	4.9%	1.9%	1.1%	94.2%	3.9%	1.6%	0.4%	
世界で一番になれるのなら,ドーピングをしてもよいと思う	n	581	25	5	5	546	21	2	1	0.307
	%	94.3%	4.1%	0.8%	0.8%	95.8%	3.7%	0.4%	0.2%	
強くなるためには,ドーピングをしてもよいと思う	n	577	27	8	4	546	18	5	1	0.338
	%	93.7%	4.4%	1.3%	0.6%	95.8%	3.2%	0.9%	0.2%	

1:まったく当てはまらない、 2:あまり当てはまらない、 3:やや当てはまる、 4:よく当てはまる

サプリメントに対する意識（表 12），ドーピングに対する意識（表 13）について，サプリメント摂取は多くの選手に肯定的ではあるが，男子選手で 16% 程度，女子選手では 20% の選手がその摂取を否定的に考えている．しかしながらこの数値は昨年の男子 20%，女子 25% に比べると低下しており，競技生活にサプリメントを上手に利活用している選手が増えてきているのかもしれない．女子選手では「食事で不足する栄養素のみ摂取すべきである」と考える選手の割合が高く，昨年は「パフォーマンス向上に役立つもののみ摂取すべきである」と考える選手が最も高かった結果とは異なる[3]．競技パフォーマンスの向上に及ぼす栄養・食生活の重要性が浸透してきているのかもしれない．一方でドーピングに関しては，男女選手いずれも肯定的に考える選手がいることが確認され，男子選手の方が女子選手よりもその割合は高かった（表 13）．パフォーマンス向上を目的としたサプリメント使用には科学的根拠に基づいた適正使用が重要であり，その情報入手経路や望ましい食生活を含めた一層の普及啓発が重要である．

本稿では，2023 年度高校陸上競技選手の体調・食習慣に関する調査結果をまとめた．昨年の 2022 年度調査結果に比べ，対象者の競技レベルは同程度であった．サプリメントの摂取割合は昨年より増加し，またサプリメント摂取意図として「食事で不足する栄養素のみ摂取すべきである」と考える選手の割合が最も高く，また日常的な食生活において「私は現在，望ましい食生活をしている（習慣的で 6 ヶ月以上続いている）.」と考える選手の割合も最も高かった．この世代の競技選手の多くが，望ましい食生活の定着と適切な栄養素等摂取の実現が健康の維持や競技力向上に貢献することを理解し，実践していることが示された．一方で全ての選手がこのような意欲や態度を示しているわけではなく，また体調の不良（愁訴）を感じる者も増えている．日々のトレーニングをはじめとする多様なストレスに対し望ましい食生活，適切な栄養素等の摂取などを通じて健康の維持に一層努めることが重要である．

引用文献

1) Grove JR, Main LC, Partridge K, Bishop DJ, Russell S, Shepherdson A, Ferguson L. (2014) Training distress and performance readiness: laboratory and field validation of a brief self-report measure. Scand J Med Sci Sports, 24(6): e483-490.

2) 渡邊將司，森丘保典，須永美歌子，酒井健介，山本宏明，杉田正明（2021）高校陸上競技選手を対象にした質問紙の実施計画.陸上競技研究紀要，17：229-236.

3) 酒井健介（2023）高校陸上競技選手の体調・食習慣の状況－ 2022 年度高校陸上競技選手を対象にした質問紙調査－．陸上競技研究紀要，19：180-185.

4) 酒井 健介（2020）エリートジュニア陸上選手のサプリメント使用状況の変遷 16 年間（2004 ～ 2019 年）のインターハイ入賞者を対象とした調査より．陸上競技研究紀要，16: 231-237.

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 199-202, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,199-202,2024

高校女子陸上競技選手の月経の状況
ー 2023 年度高校陸上競技選手を対象にした質問紙調査ー

須永 美歌子
日本体育大学

1. はじめに

女性アスリートの三主徴（Female athlete triad）は、利用可能エネルギー不足、視床下部性無月経、骨粗鬆症という三つの相互関連した健康問題を指す概念であり、これらは競技パフォーマンスだけでなく、長期的な健康にも重大な影響を及ぼす[1)2)]。特に、スポーツにおける相対的エネルギー不足（Relative Energy Deficiency in Sport; REDs）は、エネルギー摂取と消費の不均衡によって生じ、ホルモンの分泌異常や代謝機能の低下を引き起こすことが知られている[3)]。REDs の影響は多岐にわたり、月経周期の異常や無月経といった生殖機能への影響、骨の健康への悪影響、さらには心理的な問題や心血管系の不調にまで及ぶ。このため、REDs の予防や改善は、女性アスリートの健康管理において重要な課題である。

日本陸上競技連盟では，これまでも高校生を対象として月経状況について報告をしてきたが，対象者がインターハイ入賞選手とかなり限定されていた[4-6)]。本調査では、強化練習会や選抜合宿に参加した高校女子陸上競技選手を対象に、月経の状況を中心としたデータを収集・分析し、その結果をもとに REDs の予防・改善に役立てることを目的とする。

2. 方法

対象者は，2023 年 12 月に各ブロックで実施された U19 強化研修合宿，および 2023 年 3 月に大阪府で実施された日本陸上競技連盟 U19 強化研修合宿（全国高体連陸上競技専門部強化合宿）に参加した高校陸上競技選手であった。アンケートは，これまでインターハイ入賞者を対象にして実施してきたフォーマットを改変したものである[7)]。調査を実施するにあたり，本連盟科学委員会が各会場の窓口担当者に依頼した。担当者は,合宿の開会式や閉会式,食事の時間といった全体あるいは種目群が集合する機会等において，選手に調査の趣旨を記した依頼文書を配布し，口頭にて説明および協力を依頼した。アンケートは Microsoft Forms にて作成され，依頼文書に記載した QR コードを各自のスマートフォンで読み取って回答する仕組みであった。スマートフォンを所持していない者には紙媒体のアンケートを配布して回答を求めた。U19 強化研修合宿では，回答のあった東北，関東，北陸，東海・近畿，中国・四国，九州・沖縄ブロックには 1563 名，日本陸上競技連盟U19強化研修合宿には272名が参加し，そのうち 1285 名から回答を得た（回答率 70.0%）。なお両方の合宿に参加して 2 回の回答があった 99 名については 1 回目の回答を採用し，有効回答数は 1186 件となった。本稿では，そのうち女子選手 570 名を対象として分析を行った。

表１　競技種目別の身体特性

	全体 (n=570)	短距離 (n=209)	跳躍 (n=145)	中長距離・競歩 (n=57)	投擲 (n=127)	混成 (n=32)
身長 (cm)	161.5±5.4	160.9±5.2	162.9±5.1	158.2±5.6	162.2±5.3	162.9±5.0
体重 (kg)	54.1±8.0	51.2±4.8	52.0±4.1	47.7±4.9	63.9±9.0	54.3±3.9
BMI (kg/m^2)	20.6±2.9	19.8±1.4	19.6±1.3	19.0±1.5	23.9±4.2	20.5±1.0

平均±標準偏差

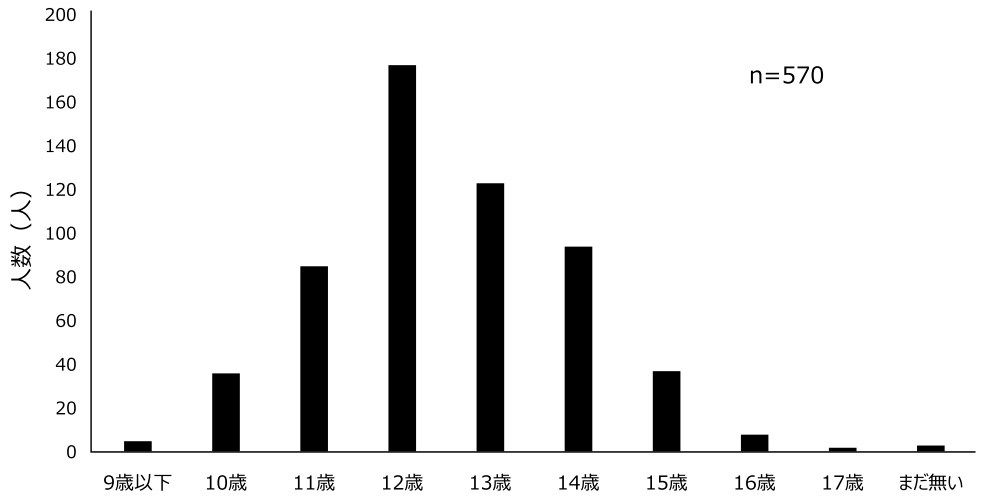


図１　初経年齢の分布

3. 結果および考察

3-1. 競技種目別の身体特性

調査対象の選手を競技種目別に分類した結果、短距離選手、中長距離・競歩選手、跳躍選手などの間で身体特性や月経状況に違いが見られた。中長距離選手・競歩では、無月経や月経不順の割合が他の種目と比較して高い傾向が見られた。この原因として、体脂肪率の低下やエネルギー消費の増加が考えられる。これらの結果は、競技種目によってエネルギー収支や身体への負荷が異なることを示唆している。

3-2. 初経年齢の分布

高校女子陸上競技選手の初経年齢の分布を図１に示した。調査対象の 570 名の高校生のうち、97.7%が正常の範囲内で初経を迎えており、1.8%が初経遅延であることが明らかとなった。また、本調査における初経年齢の平均は，11.9 歳であった。日本人の初経年齢の平均は，12.2 歳であり、14 歳で98%が初経を迎える[8]。本調査においても多くの選手が 12 歳から 14 歳の間に初経を迎えており、一般的な初経年齢の範囲内であった。初経の時期は栄養状態や運動習慣、遺伝的要因など多くの要因に影響を受ける。初経年齢の遅れは、エネルギー不足や激しいトレーニングの影響を受けている可能性がある。過度なトレーニングによるエネルギー不足は、視床下部－下垂体－卵巣系の機能を抑制し、初経の遅延や月経周期の異常を引き起こすことが指摘されている。将来的な健康リスクを回避するため、早期介入や健康教育の充実が必要であると考えられる。

3-3. 続発性無月経

続発性無月経は、「これまであった月経が 3 か月以上停止したもの（妊娠中，産褥期，閉経後などの生理的無月経は除く）」と定義される[9]。続発性無月経の状態が長期間続くと、骨密度の低下やホルモンバランスの崩れなど、将来的な健康問題に発展する恐れがあるため、専門的なサポートや定期的な健康チェックが重要である。

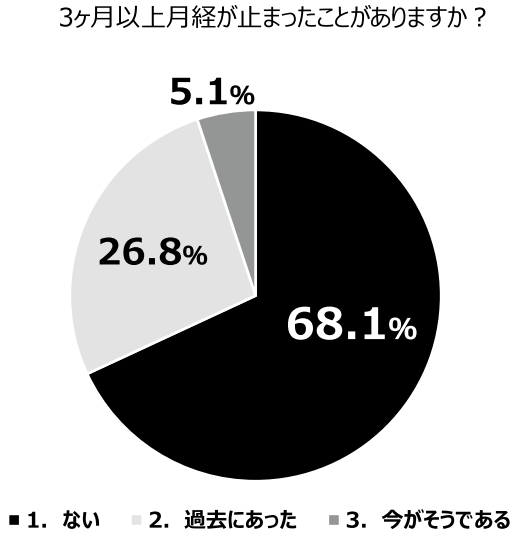


図２　続発性無月経の経験

本調査において「3 か月以上月経が止まったことはありますか」という質問に対して，「ない」68.1%(388 名),「過去にあった」26.8%(153 名),「今がそうである」5.1%（29 名）という回答が得られた（図 2)。初経発来より約 3 年は月経周期が不安定であるため、本調査の対象者が高校生であることから「過去にあった」と回答した場合でも問題がない可能性がある点に注意しなければならない。

3-3. 月経周期とコンディション

「規則的に月経はありますか」という質問に対して、「はい」と回答した割合は 70.9%（404 名)、「い

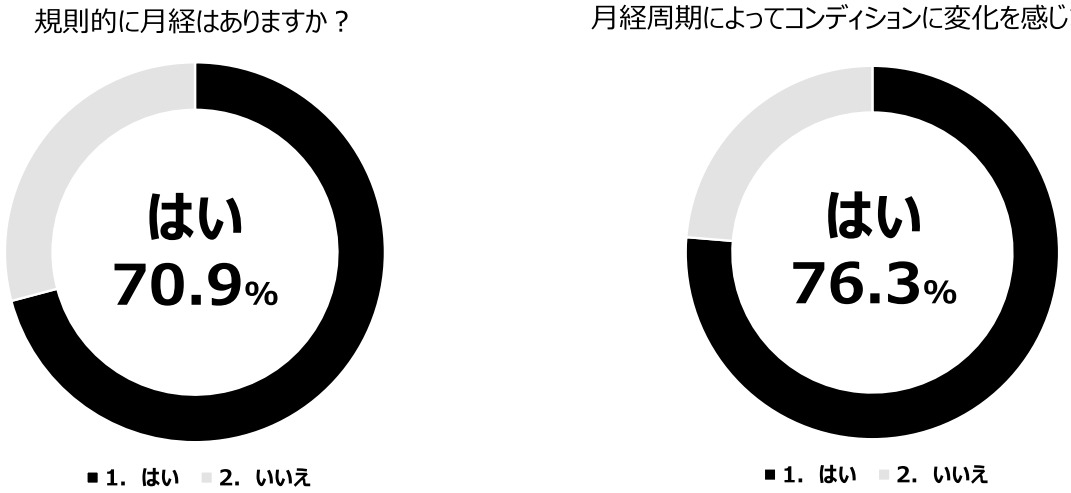


図 3　月経状況および月経周期がコンディションに与える影響

いえ」は 29.1％（166 名）であった（図 3）。さらに、月経周期がコンディションに影響を与えると答えた割合は 76.3％（435 名）に上った。これに関連して、須永らの調査では、体育系大学の女子学生の約 8 割が月経周期によるコンディションの変化を実感していることが報告されている[10]。また、主観的なコンディションが特に悪化する時期として、月経中および月経前を挙げる回答が多かった。この傾向は、月経中における月経困難症（下腹部の痛みを中心とする症状）や、月経前に見られる月経前症候群（身体的および精神的症状）によるものであると考えられる。これらの症状は女性アスリートのコンディション維持を難しくする要因の一つとなっている。

月経随伴症状の改善策として、低用量ピルの服用が有効であることが知られている。スウェーデンおよびノルウェーの女性アスリート 1,086 名を対象とした調査では、63%（n = 679）が様々なホルモン薬を使用しているという報告がある[11]。しかしながら、本調査対象のうち「現在低用量ピルを服用している」と回答した割合は 3.9％（22 名）にとどまった。前述したとおり、月経周期がコンディションに影響を与えると感じている選手が約 8 割いることを考えると非常に低い使用率である。この背景には、婦人科受診のハードル、副作用への不安、毎日服用する煩わしさなどが影響していると考えられる。しかしながら、低用量ピルは避妊効果に加えて、月経困難症や月経前症候群の症状緩和、月経周期の安定化、経血量の減少など、女性の生活の質（QOL）向上に寄与する多面的な効果がある。したがって、月経周期に起因する症状でコンディションが大きく低下している選手に対しては、低用量ピルの使用を含めた対策を提案することが重要である。適切な情報提供と

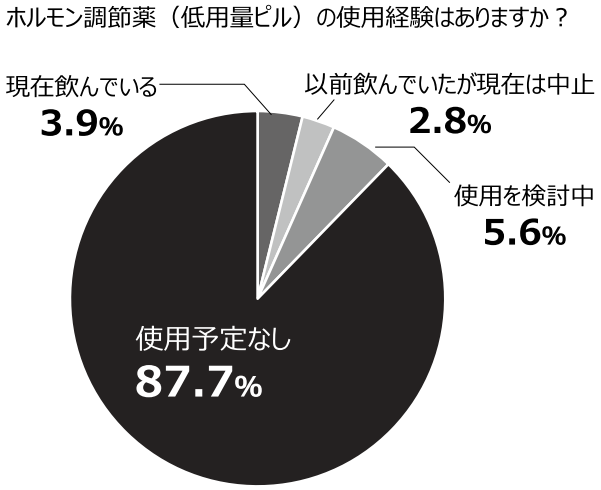


図 4　低用量ピルの使用経験

医療機関との連携により、選手個々のニーズに合わせたサポートを行う必要がある。

４．おわりに

本調査では、高校女子陸上競技選手の月経状況を分析し、REDs の影響を考察した。その結果、初経年齢の遅れや無月経の割合が一定程度確認され、これらがエネルギー不足に起因している可能性が示唆された。また、競技種目によって身体特性や月経状況に差が見られ、中長距離種目の選手において特に REDs のリスクが高いことが分かった。

これらの結果を踏まえ、REDs の予防と改善には適切な栄養管理やトレーニング計画の策定、医学的サポート体制の強化が有効であると考える。さらに、選手へのコンディショニング教育を徹底することが必要である。

これらの取り組みによって、女性アスリートの健康を維持し、競技パフォーマンスの向上を図ること

が期待される。本調査の結果が、女性アスリートの健康管理に寄与することを願う。

５．参考文献

1) Otis CL, Drinkwater B, Johnson M, Loucks A, Wilmore J. American College of Sports Medicine position stand. The Female Athlete Triad. Med Sci Sports Exerc. 29(5), 1997

2) Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, Sanborn CF, Sundgot-Borgen J, Warren MP et al. American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. Med Sci Sports Exerc. 39(10), 1867-82, 2007

3) Mountjoy M, Ackerman KE, Bailey DM, Burke LM, Constantini N, Hackney AC, Heikura IA, Melin A, Pensgaard AM, Stellingwerff T, Sundgot-Borgen JK, Torstveit MK, Jacobsen AU, Verhagen E, Budgett R, Engebretsen L, Erdener U. 2023 International Olympic Committee’s (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). Br J Sports Med. 57(17):1073-1097. 2023

4) 須永 美歌子，貴嶋 孝太，森丘 保典，真鍋 知宏，山本 宏明，酒井 健介，杉田 正明，2018 年全国高等学校総合体育大会入賞選手を対象としたアンケート調査 ： 女性アスリートにおける月経状況と身体的特性および疲労骨折発症の関連性について，陸上競技研究紀要，14，224-227，2018

5) 須永 美歌子，貴嶋 孝太，森丘 保典，真鍋 知宏，山本 宏明，酒井 健介，杉田 正明，2019 年全国高等学校総合体育大会入賞選手を対象としたアンケート調査：食生活とコンディションの関連性について，陸上競技研究紀要，15，289-293，2019

6) 須永美歌子，山田満月，全国高等学校総合体育大会入賞選手における食生活とコンディションの関連性および女子選手の月経状況について，16，8-13，2020

7) 渡邊將司，森丘保典，須永美歌子，酒井健介，山本宏明，杉田正明，高校陸上競技選手を対象にした質問紙の実施計画。陸上競技研究紀要，17，229-236，2021

8) 藤井知行ら，若年女性のスポーツ傷害の解析，日本産婦人科学会雑誌．68(4) 付録，6-7，2015

9) 日本産科婦人科学会，産婦人科診療ガイドライン―婦人科外来編 2020―，2020

10) 須永美歌子，月経周期に伴うコンディションの変化，Journal of Training Science for Exercise and Sport，28(1)，2017

11)Ekenros L, von Rosen P, Solli GS, Sandbakk Ø, Holmberg HC, Hirschberg AL, Fridén C. Perceived impact of the menstrual cycle and hormonal contraceptives on physical exercise and performance in 1,086 athletes from 57 sports. Front Physiol. 2022

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

パリオリンピック帯同報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 205
鎌田浩史

パリ 2024 オリンピック競技大会トレーナーレポート ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 210
砂川祐輝

第 19 回（バハマ 2024）世界陸上リレー帯同報告 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 214
塚原由佳

世界チーム競歩選手権帯同報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 217
加藤穣

第 20 回 U20 世界陸上競技選手権大会（ペルー・リマ）帯同報告 ・・・・・・・・・・・・ 219
金子晴香

第 21 回 U20 アジア陸上競技選手権大会帯同報告 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 223
鎌田浩史

全国高等学校駅伝競走大会参加選手における貧血・鉄欠乏の有病率の報告・・・・・・・ 226
田畑尚吾，真鍋知宏，山澤文裕

U18 陸上競技選手とその指導者のコンディショニングに関する情報提供のニーズ ・・・・ 231
−アウトリーチ活動を通じて−
加藤基，廣重陽介，冨山信次，鎌田浩史

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 205-209, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,205-209,2024

パリオリンピック帯同報告

鎌田 浩史 [1)2)]
1）公益財団法人日本陸上競技連盟　医事委員会　　2）筑波大学　医学医療系　整形外科

【はじめに】

2024年7月、4年に一度の祭典であるオリンピックがパリで開催された（図1)。前回の大会はご存じの通り「東京」で行われたが、Covid-19の感染拡大の影響により、無観客試合や選手団のバブル隔離といった、これまでに例のない形式での開催となった。1年の延期により2021年に開催されたため、今回のオリンピックはあっという間に訪れたように感じられた。今回、選手団に帯同したので、その活動内容について報告する。

図1：陸上競技会会場（Stade de France）

【選手団とその動き】

今回は55名の選手が選出された。メディカルスタッフとしては、ドクター1名とトレーナー2名がJOC派遣、合宿地・村外活動としてドクター1名とトレーナー3名の計7名でオリンピックのサポートにあたった（図2)。選手団はパリから約1時間離れた郊外の「セルジー」で合宿を行いながら大会に臨んだ。この合宿は、時差調整と選手村より良い環境でのトレーニングを目的として実施されたものである。栄養士も同行し、日本食を中心とした栄養管理が行われたほか、個々のコーチやトレーナーがサポートできる体制となっていた。これにより、試合直前のコンディショニングとして非常に効果的な環境が整えられた。

セルジーは閑静な地域であり、日本選手団が単独で利用できる練習会場も確保されていた。そのため、選手たちは快適な環境の中で調整を行い、試合直前まで合宿所に滞在する選手も多く見られた

図2：メディカルスタッフ

【オリンピック大会前の取り組み】

代表選手の決定後、各選手のコンディションを把握するため、メディカルアンケートを実施した。このアンケートでは、健康状態の現状把握に加え、既往歴やアレルギー、予防接種歴、さらに女性アスリートには月経に関する問題点を確認することができる。その結果、対応が必要な選手には個別にアプローチを行い、適切なアドバイスを行った。また、内服薬やサプリメントの使用状況についてはスポーツファーマシストと連携し、安全かつ適切な使用を確認した上でフィードバックを行った。

図 3：選手村の居室　設置型エアコン

図 5：選手村での選手へのサポート

図 4：リビングのトレーナーステーション

図 6：選手村の食堂

大会が近づく 1 か月前からは、コンディションチェックアプリ『ONE TAP SPORT』を活用し、週 1 回のコンディション確認を実施した。大会期間中には、選手村入村時および試合 2 日前にコンディションを確認し､その情報を担当コーチと共有しながら、選手が最高の状態で競技に臨めるよう調整を図った。

特にマラソン競技では、代表選手の決定以降、監督・コーチと定期的にミーティングを行い、その中で選手のコンディションを直接確認し、適切なアドバイスを提供する場を設けた｡この取り組みにより、効果的なサポート体制が構築されたと感じられた。

【環境・会場・選手村】

オリンピックの選手村は、一つのユニット内にいくつかの小部屋が配置された構造となっており、我々の部屋はメゾネットタイプで、スタッフ 8 人が滞在した。中には他競技のスタッフと同室になった者もおり、生活リズムの違いに戸惑う場面が見られるなど、オリンピックならではの状況も経験した。部屋にはエアコンが備え付けられていなかったため、日本選手団用に JOC が準備した設置型エアコンを到着後すぐにセットした。日本ほどの暑さではないものの、日中はエアコンをフル稼働で使用していた（図 3)。

リビングルームはトレーナーステーションとして使用し、主にベッドを 2 台設置して（図 4）選手のケアと診療を行った（図 5)。水回りはシャワーやトイレは清潔で水量も十分だったが、シャワールームのカーテンが不十分なため水浸しになることがあり、コーチと工夫して環境を整えた。また、バスタブの使用を希望する選手もおり、JOC が準備したバスタブを活用して交代浴を行う場面もあった。

日本選手が滞在する建物は、選手村の中心地区からやや離れた場所に位置しており、食事や移動に若干の負担を感じることがあった。シャトルカートや自転車も利用可能だったが、多くの選手やスタッフ

図 7：選手村での朝食

図 8：JOC ドクター、他競技ドクター

は 10 分ほど歩いて中心地区まで移動していた。

食事はビュッフェ形式で、多様な料理から選ぶことができた（図 6）。東京オリンピックの水準と比べるとやや物足りなさを感じる部分もあったが、工夫次第で問題なく食事を摂ることができた。重要な栄養補給の場であるため、それぞれが工夫しながら食べやすいものを選んで摂取していた（図 7）。アジア系の食事も一部用意されていたが・・・・これはいま一つであった。衛生面での大きな問題はなく、消化器症状に関するサポートが必要な事態は発生しなかった。

日本選手が滞在するエリアには、JOC によるさまざまなサポート体制が整備されていた。医学的サポートとして、JOC ドクターが常駐するメディカルルーム、JOC トレーナーによるコンディショニングルームが設置され、さらにアイスバスや温浴、交代浴の設備も完備されていた。また、ウェルフェアオフィサーも帯同しており、選手のメンタル面を支える体制が整っていた。このような取り組みは非常に

図 9：サブトラックでの選手へのサポート

心強いサポート体制であったが、幸い我々選手団では利用する場面はほとんどなかった（図 8）。

さらに、大会期間中、選手が良好なコンディションを維持できるよう、JOC G-Road Station も設置されていた。このステーションは、「和軽食（補食）」を提供して試合前後の栄養補給をサポートすること、そして選手が気軽に立ち寄れてリラックスできる空間を提供することを目的としていた。日本食の軽食や栄養補助食品が豊富に用意されており、選手にとって非常にありがたいサポートであった。

【メディカルサポート】

試合前・当日、ウォーミングアップの前後、試合後、さらにラウンド間において、選手村や大会会場でメディカル対応を行った。チームドクターは一人であったため、試合中に私が対応できない場合は JOC ドクターに連携を依頼し、診察や処置をお願いした。競技会場には村外ドクターやトレーナーが入ることが可能だったため、時間帯を設定してサポートを実施した。（図 9）

競技場内のアクセスは必ずしも良好ではなく、選手たちを見守る適切な場所も限られていたため、ゴール地点、ミックスゾーン、メディアゾーンを巡回しながら対応した。しかし、メディアゾーンへのアクセスが難しく、ふらついている選手への対応が遅れ、医務室に搬送された選手（すぐに回復）もいたため、今後の対策が必要と感じた。

マラソンや競歩（図 10）は競技場外のロードで行われ、選手村から約 1 時間離れており、早朝の出発となった。バス運転手の道順の把握が不十分で、会場までの道に迷ったり、到着場所が異なったり（入れない入り口から入ろうとして、その場で降ろされ

図 10：競歩会場

る）といった問題があり、スムーズな移動ができなかった。さらに、雷による競歩スタートの遅延もあり、選手たちは落ち着かない状況だったと思われる。幸い、レース中に大きなケガや熱中症は発生せず、無事に終了した（図 11）。

今回のサポートでは、試合直前に痛みが発生し、各種画像検査の結果、棄権を選択した選手や、以前の負傷箇所に痛みが再発し、サポートを受けながら競技に出場したものの納得のいくレースができなかった選手もおり、いくつかの課題が浮かび上がった（図 12）。

日本選手団以外のチームで Covid-19 感染が拡大しているとの情報があった。詳細は当初あまり公表されていなかったが、後にメダリストの中に感染者がいたと報道された。日本選手団には注意喚起を行い、各自が自己防衛に努めた結果、感染症が発生することはなく良かったと安堵していた。

【ドーピングコントロール】

本大会でもドーピング検査が実施された。競技会前検査の対象者はいなかったが、競技会中の検査として合計 9 名の選手が該当した。さらに 4 名はエリア記録申請のため、自主的に検査を受けた。陸上

図 11：競歩会場で WA ドクターと

図 12：ポリクリニック MRI 検査

競技場内のドーピングコントロールステーション（DCS）やロードレースの会場で検査が行われたが、設備は整っており、個室も十分に用意されていたため、選手へのストレスは比較的少なかったと思われる。また、1 名に対しては血液検査が実施された。日本から派遣されたドーピングコントロールオフィサー（DCO）もおり、日本語での対応が可能な場面もあったため、選手たちは安心して検査に臨めたと思われる。大会全体を通じて、治療使用特例（TUE）を申請している選手や、事前確認で問題となる薬やサプリメントを使用している選手はいなかった。

【最後に】

東京オリンピックに続き、パリオリンピックにもドクターとして帯同した。オリンピックは特有の雰囲気があり、選手たちも含めて緊張感を持って臨むこととなる。ケガや体調の変化、精神的な緊張など、メディカルスタッフとしてサポートすべき場面が多

く、日々試行錯誤しながら活動を続けた。オリンピックは選手にとって大きな目標の一つであり、多くの選手が万全な状態で臨めるよう、さらに効果的なサポート方法を検討していきたい。

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 210-213, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,210-213,2024

パリ 2024 オリンピック競技大会トレーナーレポート

砂川 祐輝（Well 鍼灸整体）
公益財団法人 日本陸上競技連盟　医事委員会トレーナー部

パリ 2024 オリンピック競技大会は、8 月 1 日から 11 日の 11 日間でフランスのパリで開催された。代表選手は 55 名（男性 35 名、女性 20 名）で、メディカルスタッフは、ドクター 1 名、トレーナー 2 名であった。事前調整合宿地対応のメディカルスタッフとして、ドクター 1 名とトレーナー 3 名が活動した。

＜大会メディカルスタッフ＞

・ドクター
　鎌田　浩史　整形外科
・トレーナー
　砂川　祐輝　鍼灸あん摩マッサージ師、JSPO-AT
　大桃　結花　理学療法士、JSPO-AT

＜事前調整合宿地メディカルスタッフ＞

・ドクター
　金子　晴香　　整形外科
・トレーナー
　早野　健太郎　鍼灸師、柔道整復師、JSPO-AT
　武井　隼児　　理学療法士、JSPO-AT
　村井　志帆　　鍼灸師、JSPO-AT

＜コンディションチェックの概要＞

代表選手決定後、各選手のコンディション把握のため、GoogleForms にてメディカルアンケートを実施した。現在の状態、既往歴、アレルギー、予防接種歴、サプリメント摂取状況、女性アスリートには月経に関する問題点等について確認した。メディカルチームから選手に随時連絡ができる体制を整え、オリンピックまでに選手の抱える問題を解決できるように検討を行った。

また、大会 1 か月前からは、コンディションチェックアプリ『ONE TAP SPORTS』を利用し、1 週間に 1 回のコンディションチェックを実施した。大会期間中は、選手村入村時と試合 2 日前にチェックを行った。コンディションチェックの内容を参考にメディカルサポートを実施し、担当コーチとも選手のコンディションに関する情報を共有した。システム登録に時間を要した選手も数名みられたが、登録完了後は選手の協力もあり、回答率は 100％であった。

＜事前調整合宿地でのサポート＞

事前調整合宿地は、オリンピック選手村から車で約30分、電車で約1時間半のパリ郊外の街、セルジーに設けられた。多くの選手がセルジーで時差調整や大会前の調整練習を実施してから、オリンピック選手村へ移動した。メディカルスタッフも全員がセルジーで活動し、選手の入村状況に合わせてトレーナーも選手村入りした。なお、大会期間中は、事前調整合宿地のトレーナーのうち 1 名が選手村で活動することができた。デイリーパスで 9 時から 21 時までの活動が許された。

大会期間中、予選と準決勝などのラウンド間の調整のために選手村とセルジーを往来する選手もみられ、心身両面のコンディションを整えやすい環境であった。また、食事は、日本から同行した管理栄養士や調理師により 3 食とも提供され、選手、スタッフからも大変好評であった。

・宿泊施設での活動

ホテルの 1 室をトレーナールームとして利用した。日本から持参したマッサージベッドや医療機器を設置して活動した。トレーナールームとしてはやや狭いスペースであったが、備品の配置などを工夫し、マッサージベッドを多く設置できるようにした。（図 1）

疾病や傷害等に関しては、ドクターが診察を行い、トレーナーと方向性を擦り合わせた。大会期間中はセルジーとパリで活動拠点が異なったが、メディカ

図 1．トレーナールームでの活動の様子

図 3．選手村トレーナールーム

図 2．セルジー練習会場でのトレーナー活動

図 4．オリンピック練習会場

ルチームで毎日オンラインミーティングを実施し、情報を共有した。

・練習会場での活動

練習は、ホテルから車で約 5 分の陸上競技場や、併設の室内トレーニング場を専用利用して行った。マラソン・競歩の練習は、近隣の広大な公園などを利用した。パーソナルコーチやパーソナルトレーナーも自由に出入り可能な環境で、選手の情報共有を密に行いながらコンディション調整に努めた。(図 2)

・トレーナー対応件数

事前調整合宿地での 19 日間で、220 件（男性 197 名、女性 23 名）であった。対応別の内訳は、多いものからマッサージが 161 件、ストレッチが 24 件であった。クーリングケア、鍼治療、物理療法、エクササイズ等の対応も行った。

＜オリンピック選手村・競技会場でのサポート＞

・選手村内での活動

リビングスペースをトレーナールームとして利用した（図 3)。コンディションに不安のある選手に関しては、ドクターによる診察や処置のもとで、トレーナーがケアやコンディショニングを行った。選手状況に応じて、マッサージ、鍼治療、物理療法などを実施した。また、ONE TAP SPORTS システムや公式 LINE を用いてコンディションチェックを行い、入村から大会終了まで選手のコンディション把握に努めた。

選手村内には、レントゲンや MRI などの精密検査を受けられるポリクリニックや日本代表選手団本部メディカルも設置され、必要に応じて帯同ドクターが窓口となりスムーズな連携を行った。

・練習会場での活動

選手村からシャトルバスで約 10 分の Complexe sportif で練習を行った。レース当日以外の選手が

図 5．大会会場でのトレーナー活動

図 6．競歩会場チームテント

使用できる練習会場が 1 箇所しかなかったため、とても混雑していた。投擲種目は時間を限定し専用利用が可能であった。トレーナーも常に選手の練習時に帯同し、チーム待機エリア付近で練習前後のコンディショニングを実施した。(図 4)

・大会会場での活動

Stade of France のサブトラックでの活動がメインであった。サブトラック内に、国毎にチームテントが割り当てられた。(図 5) ドクターとともにトレーナーもサブトラックに常駐し、ウォーミングアップ前後、試合後、ラウンド間のケアやコンディショニングを行った。出場選手数によってトレーナーを複数体制にするなど、状況に合わせて適宜対応した。

マラソン・競歩の試合会場でも同様に各国のテントが準備されており、指定されたエリアで選手対応を行った。(図 6、7)

・JSC サポート拠点

選手村から車で約 10 分の施設内に設置されていた。交代浴、サウナ、日本食、映像分析、心理サポート、トレーニングサポートなど、トータルなコンディショニングが行えた。また、専任コーチとのミーティングや、パーソナルトレーナーのケアを受ける場所としても利用されていた。パーソナルトレーナーによるケア終了後には、選手状況やケア内容を GoogleForms やメールで日報として共有いただいた。

・トレーナー対応件数

現地入村から大会終了までの 14 日間で、160 件(男性 137 名、女性 23 名) であった。対応別の内訳は、マッサージが 117 件、ストレッチ 40 件の順で多かった。その他エクササイズ、テーピング、クーリングケア等の対応も行った。事前調整合宿及び大会期間

図 7．マラソン会場チームテント

中に 3 件のケガが発生した。内訳は大腿部後面の肉離れ、下腿外側の骨挫傷、大腿骨疲労骨折であった。欠場の 1 選手とリレーのリザーブ選手を除き、全選手が試合に出場することができた。

＜所感＞

今大会は、多くの選手がセルジーでコンディション調整を行い、オリンピック選手村へ移動する流れであった。昨年のブダペスト世界選手権大会時にも、今大会へのテスト的な意味合いを含めてセルジーで少人数の事前合宿を実施した。昨年以上に、食事の提供を含む宿泊環境や、練習環境が整えられた。選手間の談笑や、スタッフとのコミュニケーションが多く見られ、リラックスした状態で生活をしていた印象であった。トレーナルームにおいても、和やかな雰囲気作りを意識しながら活動した。メディカルタッフ全員が事前合宿地で集合できたのは 1 日のみで、その後は選手村とセルジーの 2 拠点での活動と

なった。２拠点で活動の時間が異なるため、連絡形態を簡素化して情報共有に努めたが、思うようにいかないこともあった。情報共有の方法をオンラインミーティングに変更してからは、互いに情報の漏れがなく円滑に活動をすることができたと感じた。事前合宿地と選手村という異なる環境で活動しながら、チーム全体としての情報共有をすることの難しさを痛感した。

選手村への入村後は、慌ただしく大会を迎えた。セルジーから五月雨式に毎日選手が入村してきたが、選手の表情や雰囲気が一気に試合モードに切り替わっていく様子が分かった。日々のケアやコンディショニングに対する選手からの要望も細かくなり、試合に向けて身体感覚が研ぎ澄まされていくのが伝わってきた。また、今大会も多くの選手（全体の 47%）にパーソナルトレーナーが同行していた。パーソナルトレーナーから代表メディカルチームへ詳細な選手情報を共有いただき、選手が最善のコンディションで試合を迎えられるように努めた。そのような中でも、最終調整段階でコンディションに変化をきたす選手も見られた。できる限りの情報共有を行うことで最善の対応ができた選手もいたが、万全なコンディション調整が難しかった選手もいた。また、試合の出場可否についても、様々な条件がある中で、非常に難しい判断を要した場面もあった。

今大会はトレーナー５名体制であったが（図 8)、それぞれの役割を全うしながら、オリンピックならではの活動ができるように工夫した。セルジー対応のトレーナーは大会後半に競技会場のサブトラックや選手村、サポートハウスで活動を行うことができた。また、選手村でのケア予約をこれまで紙ベースで行なっていたものを Web 予約へ移行することもできた。選手のケア予約状況をメディカルチーム全員で随時確認することが可能となり、また、選手にとっても負担が減り、好評であった。

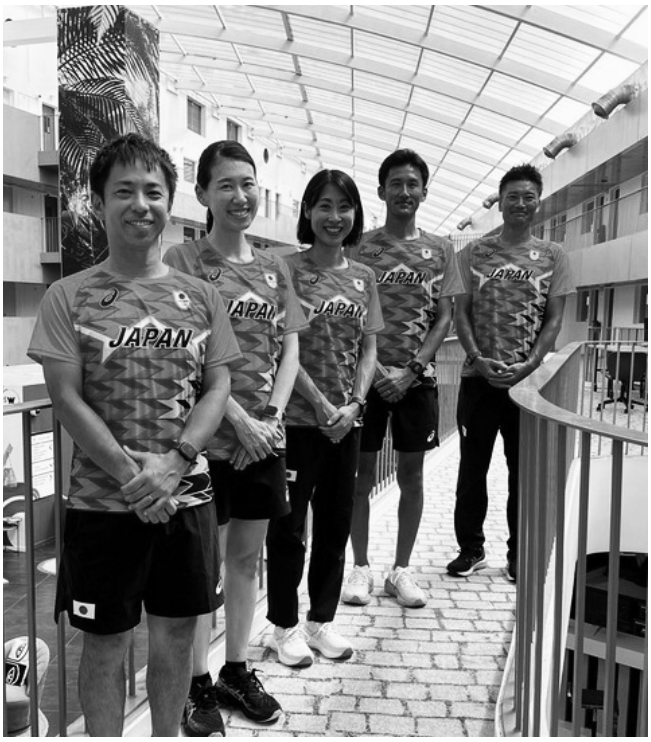


図 8. 帯同トレーナー
左から砂川、村井、大桃、武井、早野

コロナ禍で開催された東京五輪と比較して今大会は、選手、サポートスタッフ、観客がストレスなく過ごしていた表情がとても印象に残っている。また、オリンピックというスポーツ最高峰の大会の素晴らしさを随所に感じた。代表メディカルチームにご協力とご尽力をいただいた全ての皆さまに感謝申し上げます。

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 214-216, 2024
Bulletin of Studies
in Athletics of JAAF
Vol.20,214-216,2024

第19回（バハマ2024）世界陸上リレー帯同報告

塚原 由佳
医事委員会委員

1. はじめに

世界リレー2024は2024年5月にカリブ海のバハマで行われた．本レポートでは，本大会のメディカルサポートについて報告する．

2. 選手団及び大会の概要

世界リレー2024は2024年5月4日～5日にバハマ・ナッソーで開催され，男子4継のみアメリカでの試合に事前に出場し大きく2組に分かれて渡航した．選手団第1陣は4月23日にアメリカのルイジアナ州入り，試合に出場した．残りのメンバーは4月28日に日本を出発して，ダラス経由でバハマ入りとなった．

選手団は選手20名（男子13名，女子7名），コーチ・スタッフ11名の総勢31名であった．メディカルサポートとしては医師1名，トレーナー2名が帯同した．

3. 渡航前準備

これまでの大会と同様，代表決定後にGoogle Formを用いたメディカルアンケートを行った．これまでの既往歴や現在の状況，内服薬，サプリメント等について確認した．入力が遅い選手が数名いたため，サプリメントの分析を行うにあたって薬剤師の先生方には時間外に多く働いていただくことになった．

試合にむけて，医事委員会の協力を得て作成した時差対策，医事委員会スポーツ栄養部に作成いただいた下痢症の対策について，情報提供を行った．

昨年度より，ドクターバックの薬品が日本から持ち出し可能な市販薬中心となったため，メディカル持参薬品や資材の確認・補充を行い，男子4継組のために別途薬剤等を分散させた．また，運動器用超音波診断装置を持参した．

4. 渡航および現地の状況

気候は暑く，日中の気温は日本より高い印象であったが，朝・夕は比較的涼しく，海沿いのため風は強かった．

ホテルは前半は“Warwick Hotel”を使用した．部屋は日本で一般的なツインの大きさよりやや広い大きさであり，十分な広さであった．食事はビュッフェスタイルであり洋食が中心で，主食は米，じゃがいも，ライスがあり，肉，魚，野菜，フルーツ，スイーツなどバランスが取れていた．食事の衛生面に問題はなく，飲み物もサーバーが運んでくれる飲み放題であった．食事の味や種類はかなり十分であった．後半に宿泊したホテルは”Atlantis”という豪華リゾートで前半のホテルからも徒歩10分程度の距離であった．部屋は綺麗なツインだったが，数名シングルの選手は徒歩15分ほどかかる別棟に宿泊した．食事のレベルと種類は落ちたため選手の中には日本から持参した食事で対処

図1：ビュッフェスタイルの食事

図 2：食事例

したものが散見された．

メインスタジアムとその横にあるサブトラック，練習場へはバスで 20 分～ 30 分程度離れていた．バスは基本的に日本チームで予約して貸切であったが時間通りに来ないことや出発しないことが多かった．この理由の一つとしては，毎回ではなかったが警察の誘導があったため，渋滞を避けることはできたものの，警察の到着が遅れてしまうことで最終的な到着時刻は変わらなかったことと思われる．

医務室はメインスタジアム， サブトラックに設置されていた． ホテルには大会側のトレーナールームがあった．サブトラックにはリカバリー用の Ice Bath が設置されていた． サブトラックの医務室は基本的には救急対応できるものしか備えておらず，超音波機械などはなかった．

5. メディカルサポート

メディカルチームによるメディカルサポートはサブトラック， ホテルの部屋に作ったチームトレーナールームにて行った．

内科疾患の対応は 2 名であり， 整形外科的対応が必要な選手に関しては超音波機器を使用して診察・診断をした。少し空気の乾燥があり、咳嗽症状が少しでたものがいた。

6. ドーピングコントロール

大会前の競技会外検査は行われなかった． 競技会内検査は 1 名のみが対象となったが，尿検査のみであった． 検査室は人が多くごった返しになっていたが，プロセスは割とスムーズに行われた．

図 3：リカバリー用 Ice Bath

図 4：サブトラックでの活動

7. まとめ

大会としては， 男子がリレーでパリ五輪出場を決めることができた．外傷・障害はゼロではなかったが，衛生面も良かったことからほとんどの選手が時差症候群がある中ではあったものの体調を崩すことがなかったのは幸いであった．スポーツ外傷・障害に関しても、トレーナーによる綿密なケアにより，悪化することなく過ごせたことは良かった．また，エコーを持参することは 正直大変な作業であるが

評価ができるので，選手からも評判も良い印象を受けた．

今回はチーム団としては大きいものではなかったものの，その分選手やコーチとコミュニケーションは取りやすかった．今後パリ五輪に向けて様々な形でサポートをしていきたい．

図 5：メディカルスタッフの集合写真

図 6：競技会会場の様子

図 7：滞在ホテルの外観

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 217-218, 2024
Bulletin of Studies
in Athletics of JAAF
Vol.20,217-218,2024

世界チーム競歩選手権帯同報告

加藤 穣
公益財団法人日本陸上競技連盟 医事委員会 医事委員

1　はじめに

2024年4月21日にトルコで開催された世界競歩チーム選手権に帯同した。今回参加した選手団はU20が6名、シニアが12名、コーチ3名、トレーナー2名と医師1名、渉外1名という構成であった。4月15日に成田空港から出発し、イスタンブール空港を経由してアンタルヤに到着した。期間中は地中海の海岸線沿いのリゾートホテルに滞在した（写真1参照）。

2　宿泊環境

食事については三食ビュッフェスタイルで、体調にあわせながら摂取内容を調整できた。選手の中には主食を持ち込みのごはんなどで対応していた。当初は生野菜、カットフルーツに注意を促されていたものの、実際にはそれらを食べても特に大きな問題はなかった。無料で配布される飲用水は成分がトルコ語で詳細は不明であるが、カルシウム濃度から中程度の硬水だろうと思われた。

練習はホテル前の歩道が整備されており、700m程度の区間を設定し、その往復で対応した。電動キックボードやスクーターがほぼ無音で道路内に入り込んでくるため、通行には若干の注意が必要であった。気候は日中太陽光による輻射熱で暑いと感じることはあったが、おおむね20度前後で湿度も少なく快適であった。

3　競技会サポート

競技会外検査は大会2日前の朝食前に実施された(AIU指定の男子3名のみ)。地下の広間にアンチ・ドーピングコントロール室が設けられ、血液検体のみ提出した。

大会前日にはインスペクションで会場入りが許可された。コースや陣地テント、救護室などの配置を確認。翌日は朝7時からの競技開始であるため、4時45分にホテルを出発した。U20は6名中5名がパーソナルベストを達成し（残りの1名はもともとオーバーユースによる膝の不安があり、競技パフォーマンスも万全ではなかった）収穫も多かったが、ほぼ上位を中国が占める結果となった。20㎞については、女子は直前で選手の入れ替えがあった影響もあり、18位であった。男子は5名参加し、最高で4位であった。パリ五輪にも採用された男女混合リレーは3チームが出場し、2位と17位であった。結果、リレーの2チームがオリンピック出場枠を獲得した。大会当日は非常に太陽光が強く、日中はWBGTで23度程度まで上昇した。男女混合リレーに参加した女性選手が熱中症にかかり、最初の1本目を倒れこみながらゴールした。そのまま救護室に運ばれたものの、本人が2本目の出場を希望したため、陣地テントに戻って対応を協議することになった。コーチと医師からは2本目の出場は難しいと判断し、選手にその旨を伝えるも本人は出場を固辞した。そのため、ドクターストップと判断した時点ですぐ辞めること条件に参加し、ペースをまもりなが

写真1

ら結果完走は可能であった。ゴール後陣地に戻ってしばらく静養していたが、徐々に全身蒼白となって過呼吸症状ならびにテタニー状態となったため、改めて救護室に移送。深部体温上は高体温ではないことからアイスバスは使用せず。保存的対応で症状は改善したため､そのままホテルに帰ることになった。振り返ってみると熱中症による後遺症リスクが多分に懸念されたものの、翌日には回復傾向で無事に帰国できた。ドーピング検査については尿検体が全部で 4 件要求されたものの、手続き上は特に問題なく実施できた。

今回 WA 主催の大会で、暑熱環境下で開催されるという状況を考慮してアイスバスが設置してあり、当該施設の視察を行った（写真 2 参照)。直径 3m 程度の水風呂が 2 つ設置してあり、選手はいつでも利用可能であった。一応 0 度を目指しているとのことであったが、大きな氷は浮いているものの体感的には 5 ～ 10 度程度と思われた。特に男女混合リレーの間の 30 ～ 40 分の間のリカバリー目的に利用されることを狙っていたのだろうが、日本チームで利用する選手はいなかった。熱中症治療用のアイスバスは別に救護室に設置してあった。

写真 2

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 219-222, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,219-222,2024

第 20 回 U20 世界陸上競技選手権大会（ペルー・リマ）帯同報告

金子 晴香 [1)2)]
1) 公益財団法人日本陸上競技連盟　医事委員会　　2) 順天堂大学医学部整形外科学講座

【はじめに】

第 20 回 U20 世界陸上競技選手権大会は、前回大会に引き続き南米で行われた。南半球で行われる大会であり、長い移動距離と季節が異なるため、体調管理に難渋した。本レポートでは、本大会のメディカルサポートについて報告する。

【選手団及び大会の概要】

U20 リマ世界陸上選手権大会は 2024 年 8 月 27 日～ 31 日にペルー・リマで開催され、選手団は 8 月 22 日に日本を出発し、往路 42 時間（ヒューストンに 1 泊 23 時間滞在）、復路 25 時間かけて渡航し、主の選手団は 9 月 3 日に帰国した。

選手団は選手 39 名（男子 26 名、女子 13 名）、監督・コーチ・スタッフ 17 名の総勢 56 名であった。

メディカルサポートとしては医師 1 名、トレーナー 2 名が帯同した。

【渡航前準備】

これまでの大会と同様にメディカルアンケートを行った。これまでの遠征の有無や既往歴、内服薬や使用サプリメント、感染症の予防接種歴等の確認をした。参加選手のうち、海外の遠征が 74％で初めてであった。これは、COVID-19 の影響で多くの大会が延期されていた前回大会時の初回遠征の割合 91% に比べ低くなっており、合宿などにより海外渡航が回復してきていることによると考える。しかしながら、南米は遠く、季節の違いもあるため、選手に対し、海外遠征について、事務局やコーチよりオンラインで講義等を行うことに合わせて、メディカルでも外傷・障害・疾病に関する対応や感染対策、防寒対策も合わせたペルーの生活上の注意点、アンチ・ドーピングについて事前講義を行った。

さらに、ペルーまでの渡航はトランジットも含め移動が 40 時間に渡り、10 時間の時差もあるため、時差対策について医事委員の山本の協力を得て、講義とともにパンフレットを配布した。水や衛生環境の違いもあるため、下痢症に関する注意点に関しても医事委員会栄養部のご協力のもとパンフレットを配布した。後述するが、内服薬やサプリメントの使用法に関しても啓発活動を行った。

2023 年から COVID19 感染症の対策は緩和されているが、飛行機でもマスク着用等は推奨した。診断能のある機器として、運動器用超音波診断装置を持参した。

【渡航および現地の状況】

渡航時はヒューストンで 24 時間弱のトランジットがあった。空港ホテルに食事の場所が少なかった点など不便はあったが、時差調整には役立った。

現地のホテルは 4 つ星ホテルであったが、古く、水道水が褐色になるなど衛生面にやや懸念があった。大会の当初指定のリストにはないホテルであり、全参加国が同じ条件ではなかった。暖房がきかない部屋があったり、シャワーは各部屋で一斉につかうとお湯が出なくなったりと生活環境も十分ではなかった。治安に関しては、近隣のスーパーに外出できる程度であったが、ひったくり事件等は頻発している様な場所であった。食事はビュッフェスタイルで現地の味付けの料理が中心であった（図 1)。生野菜やジュースの提供もあった。生野菜の摂取には一定の注意を喚起した。アルコール消毒の用意はなかったが、食事前手洗いはできる環境であった。

現地の気温は日中 15-20℃程度であったが、湿気があり体感温度は低く感じた。曇りの日が多かったが、日光がでると少し暖かった。寒冷順化していないことも一因と考えられた。メインスタジアムとサブトラックはホテルから渋滞の道をぬけ 30-40 分ほ

図 1　食事写真

ど離れており、移動に時間を要した。サブトラックでは、チームごとにテントが使用可能であった（図2)。

入村日および試合 2 日前にはコンディションチエックを行っている。4 日前に入村したが、入村日に睡眠の状態が 10 段階で 3 以下であった選手は15%であった。初日に試合のある選手の試合 2 日前のコンディションチエックでは睡眠の状態は 3 以下の選手は入村日と同様割合であったが、その後は次第に減少し、入村後 5 日目のコンディションチエックでは睡眠の状態が全員 5 以上であった。試合前 5 日以上余裕をもって入村できると睡眠の状態は改善できると考えられた。

【メディカルサポート】

ホテルには部屋 1 室にトレーナールーム（図 3)を設置し、そこでドクターの診察や飲料水・補食の

図２　サブトラック

図３　トレーナールーム

配布も行った。

外傷・障害について、疲労骨折の治癒後復帰戦の選手が２名いたが、無事出場可能であった。予選時のハムストリング肉離れにてその後の試合を１名が棄権した。頸椎捻挫症状が出現した選手がおり、長時間移動のある復路の飛行機搭乗時に頸椎固定の処置が必要であった。発熱を伴う腹痛・下痢が８名21%と多く発症し、旅行者下痢症と考えられた。1名が下痢症により２種目目の出場ができなかった。日本より持参したレトルト食品やフリーズドライ食品が活用された。衛生状態の悪い環境では旅行者下痢症は20-60%に生じると報告されており、同等の発生率であった。予選後や決勝後に疲労により免疫が低下したため、下痢症が発症したと考えられる選手が半数以上認められた。今回はホテルでのビュッフェによる食事提供に加え、ホテルより衛生環境のおとる試合会場の屋台などでも食事をとることが可能であったことも原因と考える。今後はこのような遠征の場において、さらにしっかりとした水道水や非加熱製品への注意喚起をはじめとした下痢症の予防および試合後の体調管理の啓発活動が重要である。

【アンチ・ドーピング対策】

選手のサプリメント使用に関しては医事委員のスポーツファーマシストによる確認をいただき、選手にサプリメントをその第３者機関の認証の有無によりＡからＤの４段階に分け、その結果を連絡した。59%の選手が医薬品またはサプリメントを使用しており、短距離・ハードルで43%、跳躍で13%、長距離・競歩で69%が使用していた。24%のサプリメントがＣ判定で「特にアンチ・ドーピング違反物の有無に関する何らかの認証がなされてないサプリメント」であった。

図４　アンチ・ドーピング対面講義
（トランジット中、小グループで）

ドーピングコントロールのある試合では、大会参加前にアンチ・ドーピングに関する教育を受けてから参加することが求められている。本大会参加前、事前ミーティングおよびトランジットでアメリカ滞在中の２回、オンラインと対面でアンチ・ドーピングについて講義を行った（図4）。本大会前にドーピングコントロール検査の経験がなかった選手は77%であった。

ドーピングコントロールは試合会場でのみ対象となり、各競技の決勝出場の選手の中から選ばれていた。日本選手は２名が対象となったが、スムーズに行われた。

【まとめ】

季節が日本と逆で冬であり調整の難しい大会のな

かで銀１銅２を獲得した。初遠征、長い移動時間、寒冷の状況の中、全員が１種目以上の試合出場がかなった。衛生環境が日本と違う地域では、感染症や下痢症の可能性があり、移動や海外での生活・疲労などの原因により免疫が下がり、症状が発生しやすくなるため、今後の遠征でも感染症や下痢症の予防対策が必要である。U20 の選手は、初回遠征や初の長距離渡航による試合出場者が多いため、渡航前の情報提供が重要であり、今後も選手がしっかり準備して渡航できるようサポートしていく必要がある。本遠征の経験が今後の遠征時の参考になることを期待する。

最後に、遠征中、一緒に活動したトレーナーおよび日本からサポートいただいた医事委員のメンバー、事務局の方々に感謝する。

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 223-225, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,223-225,2024

第21回U20アジア陸上競技選手権大会帯同報告

鎌田 浩史[1)2)]
1）公益財団法人日本陸上競技連盟　医事委員会　　2）筑波大学　医学医療系　整形外科

【はじめに】

2024年4月24日(水)から27日(土)まで、UAE(アラブ首長国連邦)・ドバイにおいて第21回U20アジア陸上競技選手権大会が開催された。本大会の参加資格は2024年12月31日時点で16歳、17歳、18歳、または19歳となる、2005年1月1日から2008年12月31日までに生まれた競技者である。日本からは男子15名、女子14名、計29名が参加したが、直前にケガにより参加を辞退した者が1名いた。今回、チームドクターとして帯同し、選手のメディカルサポートを行ったので、その活動内容を報告する。

【ドバイへの渡航】

アラブ首長国連邦（UAE）はアラビア半島の突端に位置し、世界各地からのアクセスが良い交通の要衝である。その中心都市であるドバイは、砂漠の中にありながら、世界で最も高い建築物であるブルジュ・ハリファがそびえるなど、近代的発展が著しい都市である。実は、遠征の直前に観測史上類を見ない大豪雨が発生し、洪水や家屋の浸水、競技場の冠水など、大会の開催が危ぶまれる状況が発生していた。しかし、幸いにも数日で都市機能が回復し、大会は予定通り開催されることとなった。

我々はイスタンブール経由でドバイに入ったが、イスタンブールでは飛行機の到着遅延により乗り継ぎがギリギリとなり、慌ただしい移動を強いられた。そしてドバイ到着後、大きな問題、全員の荷物が到着していなという事態が発生した。夜中の3時過ぎまで空港で交渉を続けたが、洪水の影響で空港の機能が十分に回復しておらず、航空機の変更や遅延が相次いでいたため、荷物の混乱が生じているとの説明を受けた。

結局、荷物がないままホテルにチェックインすることになり、生活必需品や選手にとって重要なアイテムが全く手元にない状態で過ごさざるを得なかった。トレーナーのケアを行うためのベッドも届かず、荷物が届かない場合の対策を模索する必要に迫られた。近隣の雑貨店で生活必需品や練習に必要な道具を調達する様子は、何とも言えない光景であった。最終的には大会前に全員分の荷物が到着し、事なきを得たが、数日間は思うような練習ができないという波乱の幕開けであった。

ドバイは中東の都市であり、この時期でも日中の気温は30度を超える。一方、夜間は10度台まで下がるため、寒暖差による体調変化が懸念された。さらに、乾燥した気候と洪水後の乾いた泥による砂埃が蔓延しており、喉への影響も心配された。ジュニア選手たちは日本で十分な暑熱順化ができていない状況であったため、熱中症への警戒も必要であった。

【宿舎・環境・会場】

宿舎は一般的なホテルであり、設備は充実していた。トイレやシャワーなどの水回りも十分で、快適に過ごすことができた。選手が使用する氷についてはホテル側で準備してもらい、アイススラリーも必要に応じて冷凍庫で管理してもらえるよう手配を整えた。また、一室をトレーナールームとして使用できたため、ここで選手のケアを行った。

食事はビュッフェスタイル（図1，2）で、衛生面でも申し分なかった。ただし、毎回同じようなメニュー内容で多少の単調さを感じることもあったが、全体的には美味しくいただける食事であった。生野菜については注意するよう指示していたが、幸いにも体調を崩す選手はいなかった。

競技場や練習会場は若干離れており、バスが運行されていた。練習会場は遠かったものの、競技場までは徒歩で15分程度の距離であり、余裕がある場合には徒歩で向かうことも可能であった。ただし、練習会場へ向かうバスが誤って30分ほど先の別の

図 1：食堂

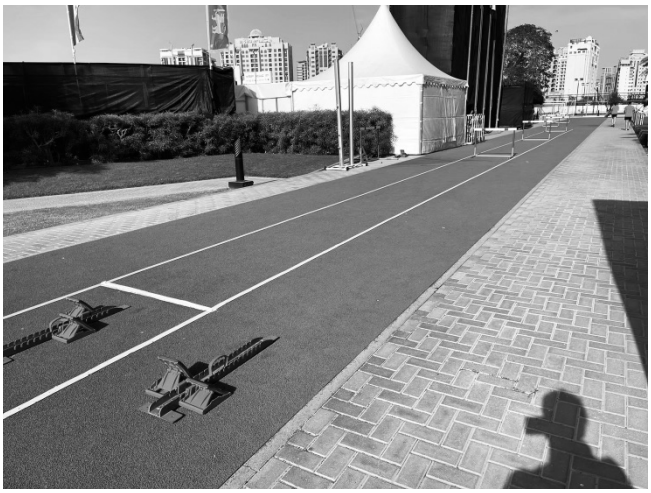


図 3：このくらいでしかアップできなかった

図 2：食事

図 4：大会会場での控え場所

競技場に到着するトラブルがあり、困惑した。大会期間中でなかったことは不幸中の幸いであった。

練習会場は日陰のない施設であったため、空調の効いた控室を活用しながら対応した。気温が高く、日差しも強烈であったため、選手には暑さ対策を徹底するよう指示し、簡易型アイスバスを必要に応じて使用するよう案内した。しかし、練習会場がスポーツクラブに属するグラウンドであったため、サッカーとの共用で運用されており、トラックにボールが転がり込むなど危険な場面もあった。さらに、大会期間中にはその練習場が使用不可となり、練習会場やアップ会場が確保できない事態に陥った。選手たちは大会会場周辺を活用するなど工夫を凝らしながら試合に臨むこととなった。（図 3，4）

競技場での氷の準備は不十分であった。何度か交渉を試みたが、この地域では氷を多用する文化がないため、ホテルでも提供量が限られており、近隣のスーパーでも十分な量を確保できない状況であった。それでも何とか工夫し、必要量を確保することができた。

【大会中のサポート】

メディカルスタッフは、ドクター 1 名とトレーナー 2 名の計 3 名で対応した。3 人で役割を分担し、練習会場、競技場、宿舎を競技スケジュールに応じてカバーする体制を取った。基本的にドクターは競技場を中心に活動した。（図 5，6）

今回、熱発の選手が 2 名いた。1 人は試合前に 39 度を超える発熱があったため、相談のうえ隔離可能な部屋を用意し、周囲との接触を避けるよう対応した。臨床症状は重篤ではなかったため、安静にしつつ解熱剤を使用し、その後症状が改善した。結果的に周囲に配慮しながら試合に出場することができた。もう 1 人の選手は競技終了後に発熱したため、帰国まで安静に過ごす対応を取った。幸いにも周囲への感染拡大は見られず、帰国時には何とか解熱傾向を確認できた。

図 5：メディカルスタッフ

図 6：宿舎内のトレーナールーム

その他、肉ばなれを抱えて大会に臨んだ選手と、競技中に新たな肉ばなれを発症した選手がいたため、トレーナーと連携して対応にあたった。

【ドーピングコントロール】

本大会でもドーピング検査が実施され、我々選手団の中から合計 7 名の選手が対象となった。検査室はプライバシーが十分に保たれる良好な環境であり、ドーピングコントロールステーション内のプロセスにも問題はなかった。しかし、シャペロニング（選手の監視体制）に不備が見られた。通常、競技終了後の対象選手には直ちに通告し、確実な監視を行うことが求められるが、ある選手に関してはレース直後に通告が行われず、次のレースが迫る中で遅れて通告された。この件について、選手には全く落ち度がなかったため、後に監視体制の不備が選手側の責任にされることを防ぐべく、補足報告書に状況を記載して提出した。

事前のアンケートでは、ドーピング検査の経験がある選手は 7 名のみで、大半の選手が初めての検査となった。そのため、検査中に時折解説を加えながら対応した。これから国際大会で活躍することが期待されるジュニア選手たちであるため、ドーピングに関する教育の重要性を改めて感じた。

【まとめ】

第 21 回 U20 アジア陸上競技選手権大会に帯同した活動を報告した。今回参加したジュニア選手の多くは、初めての国際大会であった。入国時に経験したことのないような大きなトラブルが発生したものの、事務局やコーチの皆様の適切な対応により大きな混乱を回避することができた。チームリーダーからは「このような危機を乗り越えるのも成果の一つである」との言葉もあり、選手たちは一つ成長したのではないかと感じられた。

メディカル面では、初めて接する選手が多く、大会前の身体の状態を十分に把握できなかった点で、コントロールの難しさを痛感した。また、代表選手の中には出場できなかった者もおり、早期対応が可能であれば状況を改善できたのではないかと考えられる。今後の課題として検討したい。

さらに、今回の大会を通じて、メディカルスタッフとして選手にセルフケアや身体の異変に対するアセスメント､適切な対応法を伝えることを心がけた。この経験を契機に、ジュニア選手たちがさらなる成長を遂げることを期待している。

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 226-230, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,226-230,2024

全国高等学校駅伝競走大会参加選手における貧血・鉄欠乏の有病率の報告

田畑 尚吾[1)2)]　真鍋 知宏[2)3)]　山澤 文裕[2)4)]
1）田畑クリニック　2）日本陸上競技連盟医事委員会　3）慶應義塾大学スポーツ医学研究センター
4）丸紅東京本社診療所

＜背景＞

鉄欠乏性貧血は、アスリートの内科的疾患として頻度が高い。鉄はヘモグロビン（hemoglobin; Hb）の原料として利用されるだけでなく、運動時のエネルギー源であるアデノシン三リン酸（adenosine triphosphate; ATP）産生にも不可欠な栄養素であるため、エネルギー代謝が活発なアスリートでは、一般人よりも鉄需要が大きくなる。また、鉄は骨格筋の発育のためにも不可欠な栄養素であり、特に発育期のジュニアアスリートは必要量の鉄を食事で摂取することが重要である。しかし、体重コントロールのための食事制限や、菜食主義など偏った食生活などにより、鉄摂取量が不足しているケースも少なくない。加えて、運動による発汗、消化管出血、血尿、溶血も、鉄喪失のリスクとなる他、女性では月経による鉄喪失も加わる。したがって、鉄の需要が大きい一方で、鉄消耗・鉄喪失が大きかったり、鉄摂取量が不足した状況では鉄欠乏に陥りやすく、特に持久系種目、女性アスリート、摂食障害のリスクが高いダンサーなど審美系種目は、鉄欠乏のハイリスクである（Attwell et al., 2022; Mahlamäki & Mahlamäki, 1988）。日本陸連医事委員会の調査でも、高校生のエリート長距離選手のうち、男子の39.3%、女子の44.1%が、貧血の経験があると回答している（鎌田 & 山澤, 2019）。さらに、運動は炎症性サイトカインの一種であるIL-6を増加させることで、鉄吸収を抑制する“ヘプシジン”を上昇させることが明らかにされており（Ishibashi, Maeda, Sumi, & Goto, 2017; Larsuphrom & Latunde-Dada, 2021）、アスリートでは、ヘプシジン分泌の亢進による鉄吸収の阻害が、鉄欠乏の要因となっている可能性が示唆されている。

一方、持久系種目のアスリートでは、貧血予防や治療の観点から、鉄剤や鉄関連サプリメントの使用も多く、国際レベルの陸上選手における鉄などミネラル関連のサプリメントの使用率は、全体で22.8%、長距離・マラソン・競歩の持久系種目に限れば38.4%と他種目に比較し有意に高率であった（Tabata et al., 2020）。また、日本学生選手権と大学駅伝の参加選手を対象とした調査では、男子の11.0%、女子の16.9%に鉄剤注射の経験があり（日本陸上競技連盟ジュニアアスリート障害調査委員会）、特に長距離選手における注射歴が多く、ジュニアの長距離領域では、本来は医学的に適応のない鉄剤注射の実施が蔓延している可能性も考えられた。

こうした状況を踏まえて、日本陸連医事委員会は、2016年に“アスリートの貧血対処7か条”を策定し、過剰な鉄分は体にとって害になるため、安易に鉄剤注射を行わないことなど、注意喚起を行った（図1）。しかし、その後も状況は改善せず、2018年には、全国高等学校駅伝競走大会（以下、高校駅伝）の一部の強豪校において鉄剤注射が継続して実施されていることが報じられたこともあり、2019年、

図1.　日本陸連医事委員会　アスリートの貧血対象7箇条（https://www.jaaf.or.jp/medical/anemia7.html）

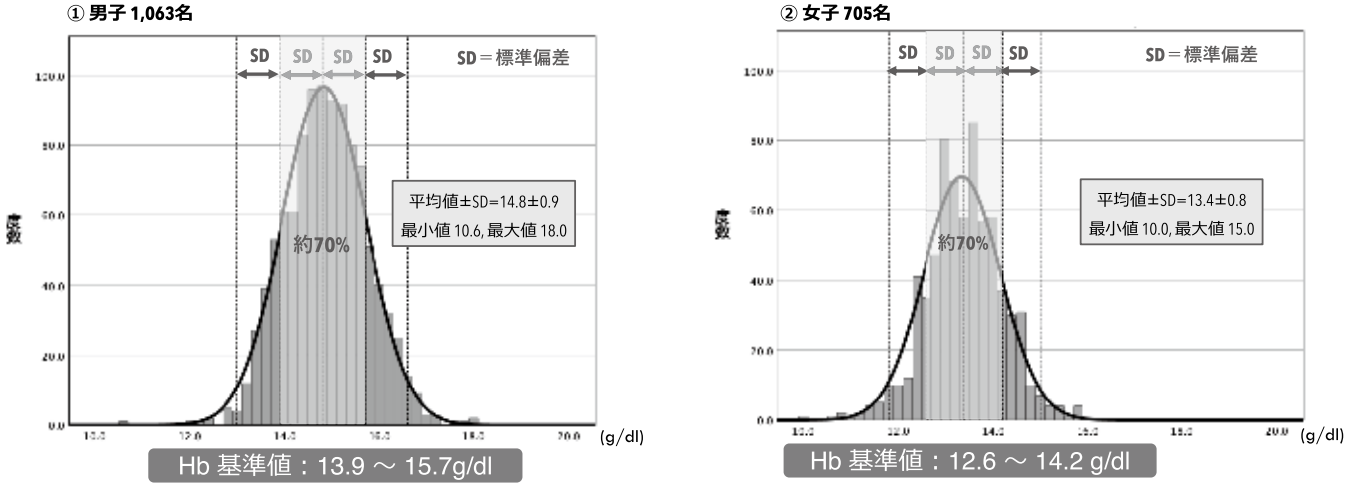


図 2. 過去３年分（2019 年，2021 年，2022 年）の Hb の分布図

日本陸連は“不適切な鉄剤注射の防止に関するガイドライン”を作成し、教育啓発を行うと同時に、日本医師会、スポーツ庁を通じて、医療者側へも注意喚起を実施した（https://www.jaaf.or.jp/files/upload/201905/ガイドライン_パンフレット2019.pdf)。高校駅伝における対策としては、2019 年大会から、大会終了後５日以内に、医療機関で血液検査（赤血球数（Red blood cell; BRC)、Hb、ヘマトクリット、赤血球恒数を含む末梢血検査、血清フェリチン値（serum ferritin level; sFer)）を受け、身体計測データとともに提出することを義務化し、虚偽申告や不申告、血液検査の結果で異常値が認められるチームがあれば、ヒアリングを実施することとしている。

本調査では、ジュニア長距離選手における貧血、鉄欠乏の状況を明らかにするため、2019 年以降、コロナ禍の 2020 年を除く、過去４年分の高校駅伝参加選手の血液検査の結果を解析した。

＜方法＞

過去３年間（2019 年、2021 年、2022 年）の高校駅伝参加全選手（男子 1,063 名、女子 705 名）の血液検査データから Hb、sFer を抽出し、Hb については、男女それぞれ、平均値±標準偏差（SD）の範囲を基準値と定め、Hb 基準値未満を“貧血”とした。また、日本鉄バイオサイエンス学会の基準（日本鉄バイオサイエンス学会）をもとに、sFer 25ng/ml 未満を”鉄欠乏”と定義し、直近の 2023 年の参加選手（男性 329 名、女子 289 名）における貧血・鉄欠乏の有病率を算出した。 本調査は、公益社団法人日本医師会倫理委員会の承認を得た上で実施した（管理番号：R6-1)。

＜結果＞

図２は、過去３年分の男女それぞれの Hb の分布図である。Hb 基準値は、男子 13.9 ～ 15.7g/dl（平均値± SD=14.8 ± 0.9)、女子 12.6 ～ 14.2g/dl（平均値± SD=13.4 ± 0.8）であり、その下限値未満を、本調査における貧血の診断基準とした。この基準値と上記の sFer 基準値をもとに、直近の 2023 年の参加選手（男子選手 329 名、女子選手 289 名）の Hb、sFer の４象限マトリクスを作成した（図 3)。男子では、全体の 17.0% が貧血、18.5% が鉄欠乏に該当した。貧血症例に関しては、Hb も sFer も低い、鉄欠乏性貧血の選手は９名、全体の 2.7% と少なく、貧血症例の８割以上が、鉄欠乏のない貧血例であった。sFer が低く、Hb が保たれている、いわゆる“潜在性鉄欠乏”の症例が 15.8% だった。sFer 250ng/ml 以上の高値を示す者は２名だった。女子では、貧血症例は全体の 18.7% と男子と同程度で、過去３年間と同程度の割合であったが、全体の３分の１以上に相当する 36.7% が鉄欠乏状態であった。また、貧血症例の約４割が鉄欠乏性貧血であり、残りの約６割が鉄欠乏のない貧血だった。一方、潜在性鉄欠乏は全体の 29.8% であり、鉄欠乏症例は男子に比べて有意に多かった（$p<0.001$)。sFer 高値は１名だった。

＜考察＞

通常、貧血の診断には、成人男性 Hb 13g/dl 未満、成人女性・小児 Hb 12g/dl 未満という世界保健機関（World Health Organization; WHO）の基準が用いられるが、アスリートでは、軽度の貧血であってもパフォーマンス低下に直結することから、診断閾値

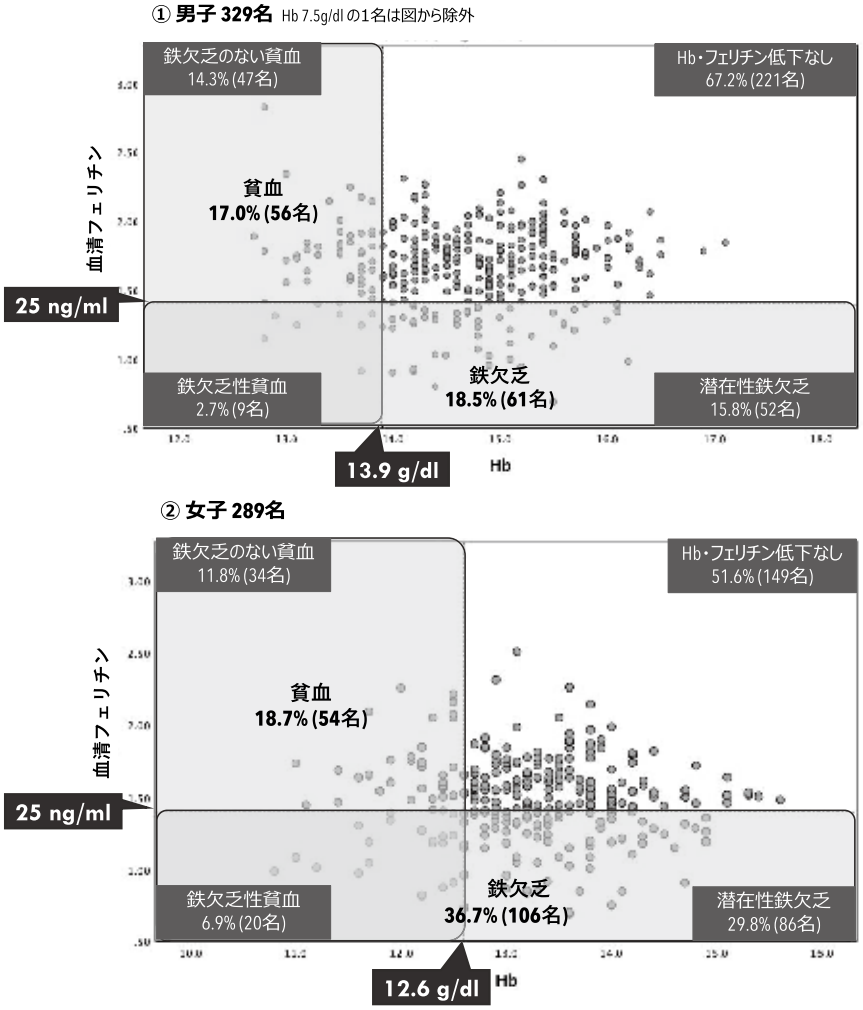


図 3. 2023 年参加選手のヘモグロビン、血清フェリチン値の 4 象限マトリクス（ ※ 血清フェリチンは常用対数で表示）

を上げる検討も必要であり、日本陸連医事委員会や国立スポーツ科学センターのメディカルチェックにおいては、男性 Hb 14g/dl 未満、女性 Hb 12g/dl 未満という基準で貧血が診断されている（Komatsu et al., 2018）。しかしながら、現時点で、貧血リスクの高いジュニア長距離選手における貧血診断の基準は存在せず、貧血関連の調査も、主観的な症状や、異なる診断基準が用いられているケースが多く、アスリートの貧血有病率に関する研究の limitation となっている可能性がある。本調査では、過去 3 年間の高校駅伝参加選手の血液検査結果から、“男子 Hb 13.9g/dl 未満”、“女子 Hb 12.6g/dl 未満”を貧血の診断基準とした。今後、ジュニア長距離選手の貧血診断の目安となりうるデータであると考える。

上記の基準を用いると、男子では約 6 分の 1 が貧血に該当したが、貧血症例の大多数が鉄欠乏のない貧血であった。参加選手の多くが、レースに向けてピーキングをしている状況であったことを踏まえると、貧血の原因として、運動による溶血（Lippi & Sanchis-Gomar, 2019）や、循環血液量の増加による見かけ上の希釈性貧血（Damian et al., 2021）等の可能性が疑われる。

一方、女子では、sFer 25ng/ml 未満を鉄欠乏と定義すると、全体の約 3 分の 1 が鉄欠乏状態であり、ジュニア期の女子長距離選手では、貧血対策の観点からは、鉄栄養状態の改善が課題であることが示唆された。鉄欠乏性貧血では、経口鉄剤による治療の適応となるが、本調査で女子の約 3 割にみられた潜在性鉄欠乏では、貧血予防のため、食事での鉄摂取量を改善することが優先される。潜在性鉄欠乏のアスリートを対象としたいくつかの研究によって、1 ～ 4 ヶ月間、20 ～ 30mg/ 日の鉄摂取によって、sFer の有意な上昇が得られることが示されている（Hinton, Giordano, Brownlie, & Haas, 2000; Hinton & Sinclair, 2007; Kang & Matsuo, 2004; Matsumoto, 2015）。日本陸連サプリメントポリシー策定に関わる委員会では、食事での不足分をサプリメントで補充する場合にも、耐用上限量（40 ～

50mg/日）を考慮し、鉄量として10mg/日程度の補充で十分であるとの見解を示している（田畑，2023)。今後、採血結果に加えて、食事での鉄摂取量や、鉄剤や鉄関連サプリメントの使用状況の評価も検討される。

また、ジュニア選手を対象とした本調査では、不適切な鉄剤注射の実施が疑われるレベルのsFer高値者が確認された。これまでにも、自転車競技などのエリートアスリートのみならず、レクリエーションレベルの市民ランナーにおいても鉄過剰症例が散見されることが報告されおり(Lippi, Schena, Franchini, Salvagno, & Guidi, 2005; Mettler & Zimmermann, 2010; Zotter et al., 2004)、持久系スポーツの領域では、競技レベルや年齢に関係なく、鉄欠乏と同時に、鉄過剰にも注意が必要である。人体には能動的に鉄を排泄する機構がないため、適応外の鉄剤注射を継続すると、体内で遊離鉄が増加し、フェントン反応によって毒性の強い活性酸素が生成され、細胞・組織・臓器傷害のリスクとなる。したがって、鉄欠乏性貧血の治療の第一選択は経口鉄剤であり、鉄剤の静脈注射の適応は、出血等で緊急を要する場合や副作用や吸収の問題等で経口薬が使用できない場合などに限定されている（日本鉄バイオサイエンス学会）。ジュニア選手の健康とパフォーマンスを守るためにも、鉄剤の適正使用に関して、選手、指導者、医療者への教育啓発を続けていくことが必要である。

＜参考文献＞

Attwell, C., Dugan, C., McKay, A. K. A., Nicholas, J., Hopper, L., & Peeling, P. (2022). Dietary Iron and the Elite Dancer. Nutrients, 14(9). doi:10.3390/nu14091936

Damian, M. T., Vulturar, R., Login, C. C., Damian, L., Chis, A., & Bojan, A. (2021). Anemia in Sports: A Narrative Review. Life (Basel), 11(9). doi:10.3390/life11090987

Hinton, P. S., Giordano, C., Brownlie, T., & Haas, J. D. (2000). Iron supplementation improves endurance after training in iron-depleted, nonanemic women. J Appl Physiol (1985), 88(3), 1103-1111. doi:10.1152/jappl.2000.88.3.1103

Hinton, P. S., & Sinclair, L. M. (2007). Iron supplementation maintains ventilatory threshold and improves energetic efficiency in iron-deficient nonanemic athletes. Eur J Clin Nutr, 61(1), 30-39. doi:10.1038/sj.ejcn.1602479

Ishibashi, A., Maeda, N., Sumi, D., & Goto, K. (2017). Elevated Serum Hepcidin Levels during an Intensified Training Period in Well-Trained Female Long-Distance Runners. Nutrients, 9(3). doi:10.3390/nu9030277

Kang, H. S., & Matsuo, T. (2004). Effects of 4 weeks iron supplementation on haematological and immunological status in elite female soccer players. Asia Pac J Clin Nutr, 13(4), 353-358.

Komatsu, T., Yamasawa, F., Dohi, M., Akama, T., Masujima, A., Kono, I., & Kawahara, T. (2018). The prevalence of anemia in Japanese Universiade athletes, detected with longitudinal preparticipation medical examinations. J Gen Fam Med, 19(3), 102-108. doi:10.1002/jgf2.164

Larsuphrom, P., & Latunde-Dada, G. O. (2021). Association of Serum Hepcidin Levels with Aerobic and Resistance Exercise: A Systematic Review. Nutrients, 13(2). doi:10.3390/nu13020393

Lippi, G., & Sanchis-Gomar, F. (2019). Epidemiological, biological and clinical update on exercise-induced hemolysis. Ann Transl Med, 7(12), 270. doi:10.21037/atm.2019.05.41

Lippi, G., Schena, F., Franchini, M., Salvagno, G. L., & Guidi, G. C. (2005). Serum ferritin as a marker of potential biochemical iron overload in athletes. Clin J Sport Med, 15(5), 356-358. doi:10.1097/01.jsm.0000179135.92468.f2

Mahlamäki, E., & Mahlamäki, S. (1988). Iron deficiency in adolescent female dancers. Br J Sports Med, 22(2), 55-56. doi:10.1136/bjsm.22.2.55

Matsumoto, M. Hagino M., Katsumata,M., Noguchi, T. (2015). Combined Heme Iron Supplementation and Nutritional Counseling Improves Sports Anemia in Female Athletes. Ann Sports Med Res, 2(6), 1036.

Mettler, S., & Zimmermann, M. B. (2010). Iron excess in recreational marathon runners. Eur

J Clin Nutr, 64(5), 490-494. doi:10.1038/ejcn.2010.16
Tabata, S., Yamasawa, F., Torii, S., Manabe, T., Kamada, H., Namba, A., . . . Sato, K. (2020). Use of nutritional supplements by elite Japanese track and field athletes. J Int Soc Sports Nutr, 17(1), 38. doi:10.1186/s12970-020-00370-9
Zotter, H., Robinson, N., Zorzoli, M., Schattenberg, L., Saugy, M., & Mangin, P. (2004). Abnormally high serum ferritin levels among professional road cyclists. Br J Sports Med, 38(6), 704-708. doi:10.1136/bjsm.2003.006635
鎌田浩史，山澤文裕．(2019). 第29回日本臨床スポーツ医学会 学術集会 シンポジウム 2 ： 次世代を担うジュニア選手へのメディカルサポート 2. 陸上競技におけるジュニアアスリートサポート．日本臨床スポーツ医学会誌，27(3).
田畑尚吾．(2023). 日本陸上競技連盟におけるサプリメントポリシー策定の試み．臨床スポーツ医学，40(1), 14-21. Retrieved from https://cir.nii.ac.jp/crid/1520294827827758464
日本鉄バイオサイエンス学会．鉄剤の適正使用による貧血治療指針 改訂［第3版］.
日本陸上競技連盟ジュニアアスリート障害調査委員会．陸上競技ジュニア選手のスポーツ外傷・障害調査~第 4 報(2018年度版)~ 大学生アスリート 調 査．Retrieved from https://www.jaaf.or.jp/files/upload/202005/16_125001.pdf

公益財団法人日本陸上競技連盟
陸上競技研究紀要
第20巻, 231-238, 2024
Bulletin of Studies in Athletics of JAAF
Vol.20,231-238,2024

U18 陸上競技選手とその指導者のコンディショニングに関する情報提供のニーズ -アウトリーチ活動を通じて-

加藤 基[1,6)]　廣重 陽介[2,6)]　冨山 信次[3,6)]　鎌田 浩史[4,5)]
1) 帝京大学医療技術学部スポーツ医療学科　2) 帝京大学スポーツ医科学センター
3)Athlete ST　4) 筑波大学医学医療系整形外科　5) 日本陸上競技連盟医事委員会
6) 日本陸上競技連盟医事委員会トレーナー部

1. コンディショニングに関する情報提供のニーズ

加藤ら（2024）は，日本陸上競技連盟（以下，陸連）の医事委員会トレーナー部（以下，トレーナー部）のコンディショニングに関するアウトリーチ活動の中で実施した『コンディショニングに関するアンケート』の集計結果から，高校生アスリートの96.9%がコンディショニングに関して何らかの情報提供を受けたいというニーズを持っていること報告した.

陸連トレーナー部が活動を開始してから約35年が経過し，トレーナーという役割は発足当時より浸透しているといえる．その中で，いまトレーナーにどのようなことが求められているかを確認する必要性が感じられた.

本報告では，陸連トレーナーが行っているアウトリーチ活動の現状と課題・展望に触れながら，U18アスリートのコンディショニングに関する情報提供のニーズの実態を報告する．本報告をアスリートの活動をより良く支援するための一助としたいと考えている.

2. アウトリーチ活動について

アウトリーチ（Outreach）とは，「外に手を伸ばすこと」と訳される語であり，アウトリーチ活動は教育,医療･福祉などの分野でよく行われている（文部科学省，2005）．支援の必要性を自覚していない人や自発的に支援を求めようとしていない人に対して，支援者が積極的に働きかけを行うこと（鈴木，2019），と捉えられている場合が多い.

陸連トレーナー部は，アスリートのコンディショニングに関する情報発信をこれまでに行ってきたが，まだまだ中学生や高校生アスリートおよびその指導者に情報が浸透していないことに気づかされることがあった．そこで，陸連トレーナー部として,幅広い対象に適切な情報や支援を届けるために,2022年度から中学生・高校生アスリートとその関係者に対し，アウトリーチ活動を計画し実施してきた.

3. トレーナー部のこれまでのアウトリーチ活動と課題

陸連トレーナー部のアウトリーチ活動は，アスリートがより安全に競技参加ができるようになることと，アスリートがより良いパフォーマンスを発揮できるようになることを期待して行われた．2022,2023年度は，競技大会の会場にトレーナーが出向き，アスリートや指導者に講習会，相談会などを提

表1：陸連トレーナー部の過去のアウトリーチ活動

実施年度	実施会場	活動場所	実施内容
2022	JOCジュニアオリンピックカップ 第16回U18，第53回U16陸上競技大会	競技会場	相談 セミナー
2023	令和5年度全国高等学校総合体育大会	競技会場	相談 資料配布
	リレーフェスティバル2023	競技会場	相談 資料配布

表 2:『トレーナー活動に関するアンケート』の質問項目

- 回答者の属性（陸連トレーナー部部員であるか？）
- チームへの帯同頻度
- 理想的な帯同頻度
- 行いたいが行えていない活動にはどのようなものがありますか？
- 中央競技団体のトレーナー組織に対して求めることには
  どのようなものがありますか？

供する活動を行ってきた．2022，2023 年度の活動概要は表 1 の通りであり，詳細は加藤ら（2024）で報告した．競技大会時にはアスリート･指導者共に，スケジュールの都合で参加が難しいようで，これまでの活動では参加者が少なく効果的な活動であったとはいえなかった．しかし,冒頭でも紹介した通り，高校生アスリートの多くは何らかの情報提供を受けたいというニーズを持っており，アウトリーチ活動の必要性があることは感じられた．

4. 2024 年度のアウトリーチ活動計画と実際の実施概要

2024 年度は，2022，2023 年度の反省をもとに，大会開催中の競技会場での活動ではなく，対象者がアウトリーチ活動に参加する時間を作ってもらいやすい合宿や合同練習会などでの活動を計画した．しかし，予算及び協力先の確保に難渋し，実施が困難であった．

そのため，当初の計画を変更し，以下の 2 つの活動を実施した．

① 令和 6 年度全国高等学校総合体育大会（福岡県，東平尾公園博多の森陸上競技場）
  1) 実施日　2024 年 7 月 29 日（月）～ 31 日（水）
  2) 活動内容　アンケート調査(『コンディショニングに関するアンケート』)
  3) 結果報告　後述

② JOC ジュニアオリンピックカップ第 18 回 U18 第 55 回 U16 陸上競技大会（三重県，三重交通 G スポーツの杜伊勢陸上競技場）
  1) 実施日　2024 年 10 月 18 日（金）～ 20 日（日）
  2) 活動内容
    (a) アンケート調査（『トレーナー活動に関するアンケート』)
    (b) 選手に対する傷害およびコンディショニングに関する個別相談
  3) 活動報告
    (a) アンケート調査（『トレーナー活動に関するアンケート』）について

競技会場にて，チーム・選手への帯同トレーナーを探し，『トレーナー活動に関するアンケート』への協力を依頼した．『トレーナー活動に関するアンケート』の質問項目は表 2 の通りである．

5 件の回答を得た．5 件の回答のうち，陸連トレーナー部員によるものが 3 件，そうではないものが 2 件であった．どちらも回答件数が少なかったため，属性を分けた集計は行わなかった．

現在の帯同頻度および理想的な帯同頻度についての回答は，図 1 のとおりである．すべての回答で『週 1，2 回程度』の帯同が理想的であるとされたが，実際にはそれよりも少ない帯同になっている現状が確認された．行いたいが行えていない活動についての回答は，表 3 のとおりである．体調管理や予防に関する活動ができていないと考えるトレーナーが多かった印象である．

中央競技団体のトレーナー組織に対して求めることについての回答は，表 4 の通りである．アスリートの支援を拡大・充実させるために，陸連トレーナー部として検討すべきと考えられる指摘も多く，今後の陸連トレーナー部の活動計画に反映できるように努力したいと感じるとともに，より多数を対象に調査をする必要性も感じた．

    (b) 選手に対する傷害およびコンディショニングに関する個別相談について

選手からの相談が 2 件あり対応した．相談内容は，「ハムストリングに不安が

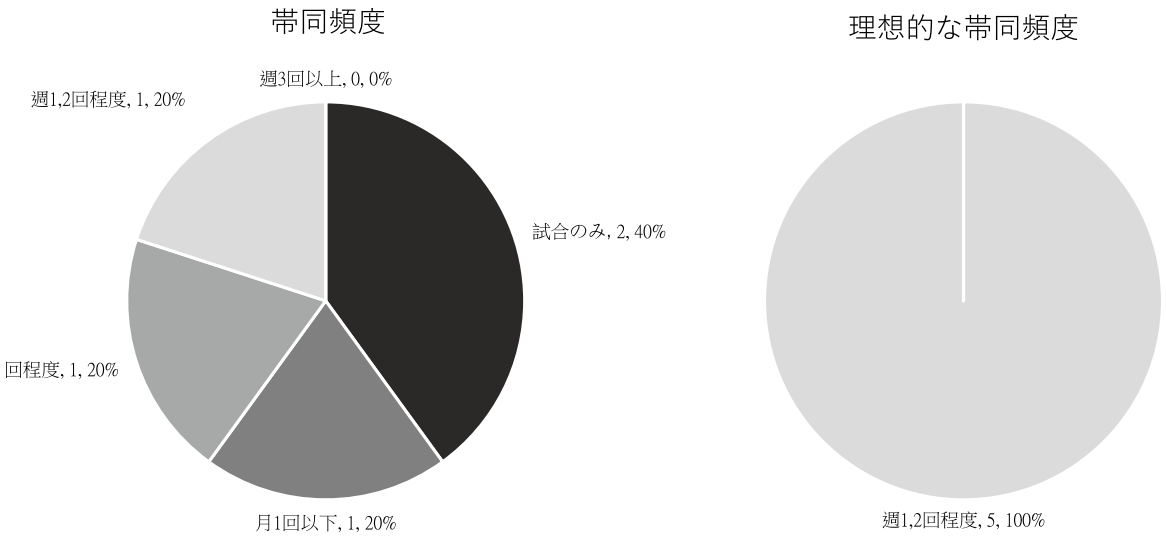


図 1:『トレーナー活動に関するアンケート』の回答
帯同頻度と理想的な帯同頻度

表 3:『トレーナー活動に関するアンケート』の回答
行いたいが行えていない活動

- 試合対応だけでは行えない予防への取り組み
- ケガ予防・コンディショニングについての講習
- 血液データのフィードバック
- 練習時の選手サポート
- トップ選手のサポートは充実しているように感じるが，それ以外の選手へのサポートの充実

表 4:『トレーナー活動に関するアンケート』の回答
中央競技団体のトレーナー組織に対して求めること

- トレーナーをチームに帯同させる事のメリットを広く伝えてほしい
- 全国の陸連もしくは都道府県陸協に所属しているトレーナーのネットワークづくり
- 選手や保護者が陸上競技のトレーナーがどこにいるのか？が，調べて分かるリソースが欲しい
- トレーナーとしても他県へ引っ越す選手への紹介に活用したい
- 研修の場を引き続き開催して欲しい
- 全国のトレーナー，指導者対象とした講習会
- 選手に向けたセルフケア，予防に関する情報発信

ある状況でのレースや練習に参加する際の対処法を教えて欲しい」と「本大会のレース中に足関節を捻挫してしまった．対処法を教えて欲しい」であった．3 日間の活動で相談が 2 件だけであったことから，競技大会時に選手の参加型のアウトリーチ活動を行うことの難しさを改めて感じた．

本大会では，大会側のトレーナーステーションは設置されなかった．そのため，TIC，アウトリーチ活動場所などにトレーナーステーションの所在についての問い合わせが 20 件あった．本大会は，各チームや選手に帯同するトレー

表 5:『コンディショニングに関するアンケート』の質問項目

- 性別
- 立場
- トレーナーとはどんなことをする人だと考えていますか？
- コンディショニング（トレーニング・ケア・リハビリなど）に関して知りたいことがあるときや，相談したいときはどうしますか？
- コンディショニング（トレーニング・ケア・リハビリなど）に関してどんな情報提供があれば役に立つと思いますか？
- どんなケガや体調不良に関する情報を知りたいと思いますか？

表 6: アンケート回答者の属性

	男	女	ノンバイナリー	小計
選手（高校生）	124	136	3	263
指導者（高校）	21	3	0	24
小計	145	139	3	287

ナーが少ない印象であり，トレーナーステーションのニーズがあったように感じた．チームや選手に帯同するトレーナーの増加から，大会によってはトレーナーステーションのニーズが減ってきているようにも感じられるが，一様にニーズがないわけではないようである．実態を把握したうえで，トレーナーステーションの適切な設置ができるように，競技大会の主催・主管先や陸連事務局や医事委員会などと相談していく必要性を感じた．なお，(a) のアンケートで回答を得られた 5 件のトレーナーに，大会主催者がトレーナーステーションを設置したほうがいいかを聞いたところ，全件で「設置した方が良い」と回答を得た．

5. コンディショニングに関する情報提供のニーズ

令和 6 年度全国高等学校総合体育大会で実施した『コンディショニングに関するアンケート』の結果を報告する．

1) 対象

令和 6 年度全国高等学校総合体育大会の競技会場に来場していた高校生アスリートおよび指導者，それらの所属校の選手を対象とした．

2) 方法

WEB アンケート方式で実施した．『コンディショニングに関するアンケート』の QR コードを掲載した資料を手渡し配布し，回答を呼びかけた．回答項目に欠損があった場合も，回答は除外せず，回答のあった項目だけで集計を行った．なお，アンケートの回答は匿名で実施し，回答に当たって説明を行い，個人が特定できないようにして集計・公表することについて同意を得たうえで回答の提出を受けた．

3) 質問項目

表 5 のとおりであった．なお，2022，2023 年度に実施したものと同様の内容とした．

4) 結果及び考察

287 件の回答を受けた．回答者の属性は表 6 に示す．集計は，高校生アスリートと高校指導者の 2 属性に分けて実施した．なお，参考として，2022，2023 年度に実施した同様のアンケート結果は加藤ら (2024) が報告している．

① トレーナーに関する認識（図 2）

「トレーナーとはどんなことをする人だと考えていますか？」という質問（複数回答可）に対して，高校生アスリート 263 名から計 1769 件，高校指導者 24 名から計 227 件の回答があった．

回答選択率が最も高かったのは，高校生アスリートでは『マッサージ』(回答選択

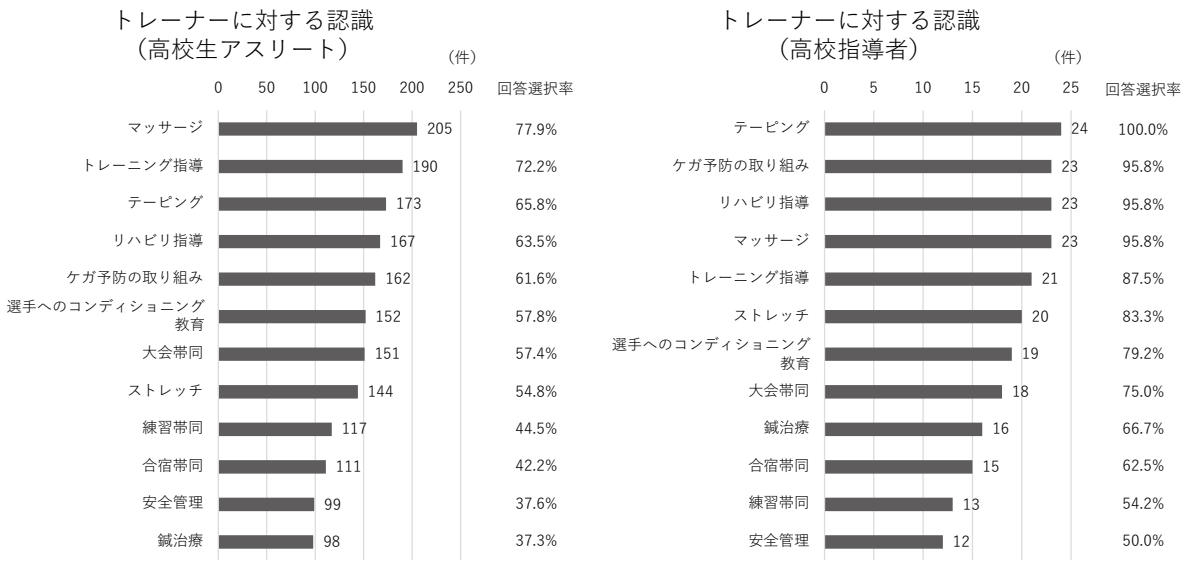


図 2:［回答］トレーナーに関する認識

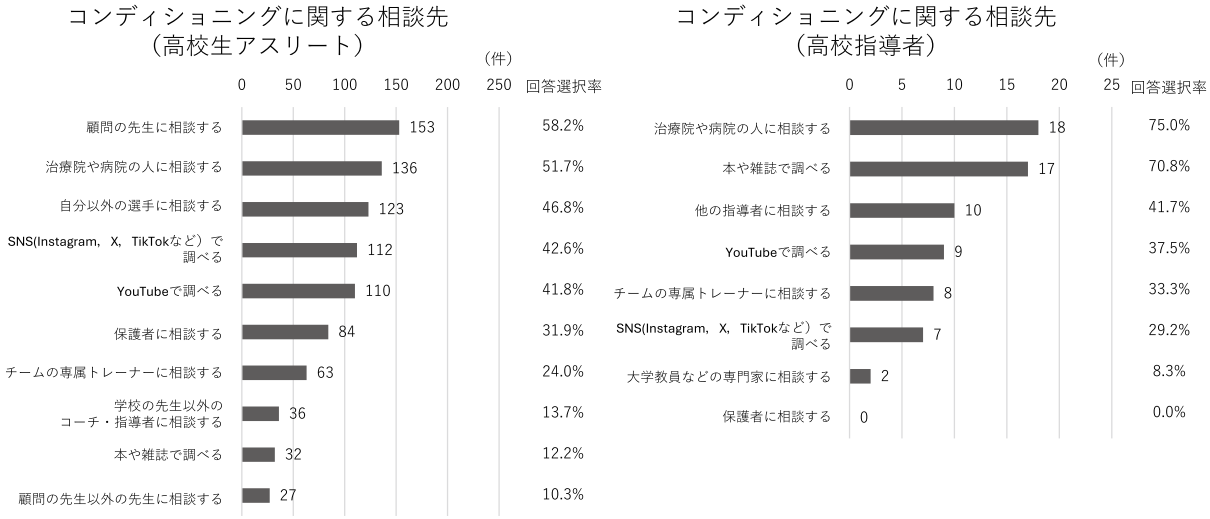


図 3:［回答］コンディショニングに関する相談先

率 77.9%，205 件），高校指導者では『テーピング』（回答選択率 100%，24 件）であった．このことは，競技大会の現場で必要とされている取り組みを反映していたといえる．また,『ケガ予防の取り組み』,『トレーニング指導』,『リハビリ指導』なども高校生アスリート，高校指導者の双方で上位にあり，「選手がしてもらうコンディショングの実施者」としてではなく，指導的な立場としてトレーナーを捉えている高校生アスリート，高校指導者が多いことがわかった．高校指導者の回答選択率は，すべての項目で高校生アスリートよりも高く，高校指導者がトレーナーに幅広い活動を期待していることが明らかとなった．

各項目の回答選択率は，以前の結果（加藤ら，2024）よりも低下していた．以前よりも回答件数が増えたことの影響があると考えられる．ただし，特に期待される取り組みの順序は類似しており，高校生アスリートや高校指導者のトレーナーに対する認識を知るうえでは適切な調査であったといえる．

② コンディショニングに関する相談先（図 3）

「コンディショニング（トレーニング・ケア・リハビリなど）に関して知りたいことがあるときや，相談したいときはどうしますか？」という質問（複数回答可）に対して，高校生アスリート 263 名から計 876 件，高校指導者 24 名から計 71 件の回答があった．

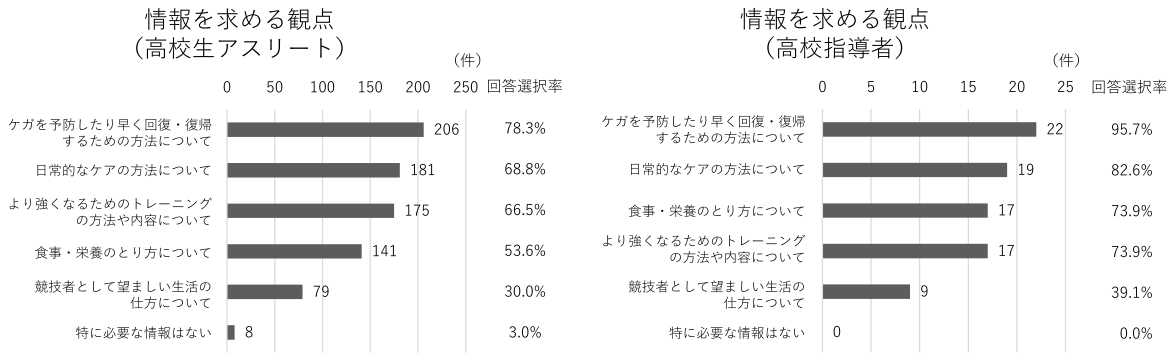


図 4:［回答］情報を求める観点

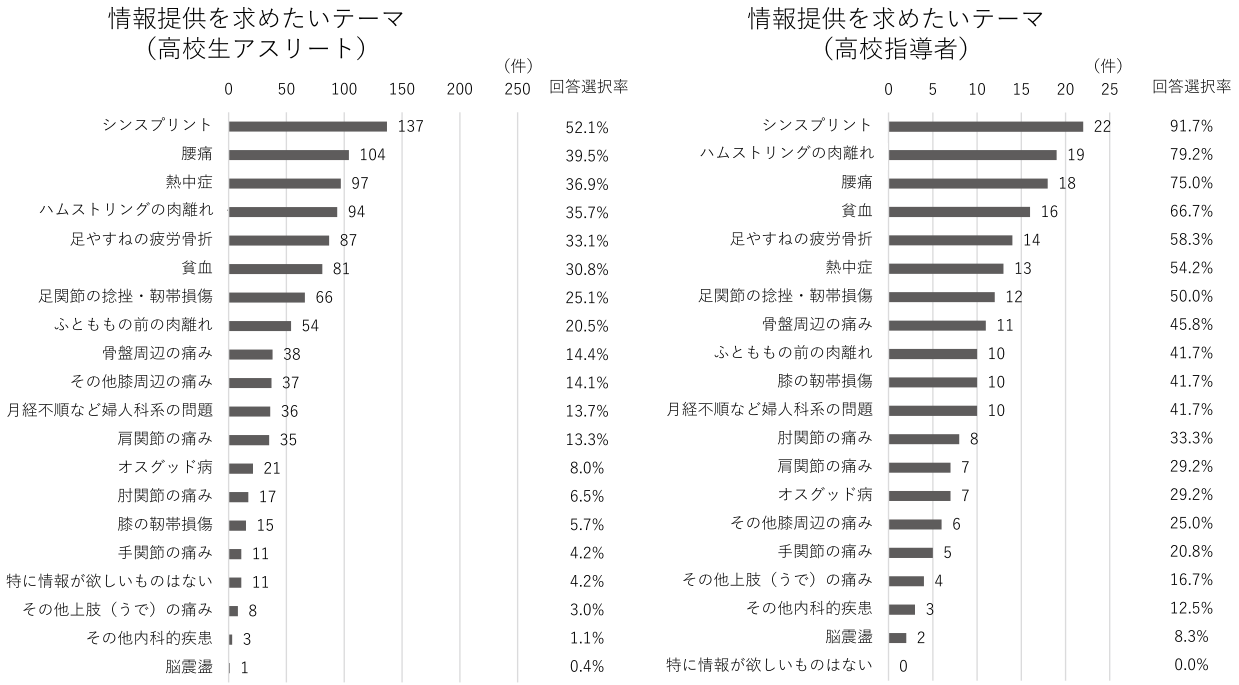


図 5:［回答］情報提供を求めたいテーマ

高校生アスリートでは『顧問の先生に相談する』（回答選択率 58.2%，153 件）が最も多かった．高校生アスリートが『本や雑誌で調べる』の回答選択率が 12.2%（32 件）と少ないこと，一方，高校指導者が『本や雑誌で調べる』の回答選択率が 70.8%（17 件）と多いことを踏まえ，本や雑誌で情報発信をするときには，指導者向けであることを意識したほうがいいといえる．高校生アスリートの約 40% は，『SNS で調べる』，『YouTube で調べる』を選択しており，高校生アスリートに直接訴求するには，本や雑誌ではなく，SNS や映像メディアを活用するのが有効であると考えられた．

高校生アスリートと高校指導者の双方で，『治療院や病院の人に相談する』の回答選択率は高かった．そのため，チームや選手への帯同の有無に限らず，治療院や病院の関係者に陸上競技に関する情報を発信したり，逆にそのような機関から情報を収集したりする取り組みも重要であるといえる．

この項目に関しても以前の調査（加藤ら，2024）と大きな特徴の変化はみられなかった．

③　情報提供を求める観点（図 4）

「コンディショニング（トレーニング・ケア・リハビリなど）に関してどんな情報提供があれば役に立つと思いますか？」という質問（複数回答可）に対して，高校生アスリート 263 名から計 790 件，高校指導者 24 名から計 84 件の回答があった．

この質問に対しては，高校生アスリート

と高校指導者の双方で,『ケガを予防したり，早く回復・復帰するための方法について』,『日常的なケアの方法について』が回答選択率の上位であった.

この結果は以前の調査（加藤ら，2024）と同様であり，トレーナーに期待されている分野であるといえる.

高校生アスリートには『特に必要な情報はない』という回答があり（回答選択率3.0%，8件），これは以前の調査（加藤ら，2024）と同じ回答選択率であった.

④ 情報提供を求めたいテーマ（図5）

「どんなケガや体調不良に関する情報を知りたいと思いますか？」という質問（複数回答可）に対して，高校生アスリート263名から計953件，高校指導者24名から計197件の回答があった.

高校生アスリートと高校指導者の双方で回答選択率上位7つは,『シンスプリント』,『ふとももの裏（ハムストリング）の肉離れ』,『腰痛』,『足やすねの疲労骨折』,『熱中症』,『貧血』,『足関節の捻挫･靭帯損傷』で同様であった．この結果は，回答選択率に差はあるものの，以前の調査（加藤ら，2024）と同様であり，高校陸上競技関係者には大きな関心のあるテーマであると考えられる.

高校生アスリートと高校指導者を比較すると，どの項目の回答選択率も高校指導者で高く，高校指導者の情報提供ニーズは高いといえる.

⑤ 調査のまとめ

前回調査（加藤ら，2024）は回答者数が少なかったが，今回では回答者を増やすことができた．この調査によって，高校生アスリートおよび高校指導者が，何らかの情報を求めていることはわかったといえる．また，専門種目や競技レベル，日常的に関係のあるトレーナーの有無などによって回答が異なる可能性があるが，求めている情報についてもある程度把握できた．求められているテーマを優先し，発信方法を考慮しながらアウトリーチ活動を進めていく必要がある.

6. 数年間のアウトリーチ活動を通じて感じられた課題と今後の計画案

陸連トレーナー部では，客観的にニーズを感じ，2022年度から年に数度のアウトリーチ活動を実施してきた.『コンディショニングに関するアンケート』によって，実際に情報提供ニーズがあることとその内容が把握できたことは大きな進歩であると考えられる．情報提供を受ける人が何を求めているかを把握することは，マーケティング分野のマーケティング・リサーチの観点でも重要といわれており（清水，2005），限られた資源を有効に活用していくうえでも必要な調査だといえる.

一方で，アウトリーチ活動を有効に実施できたかという点では大きな課題が残る．アスリートと指導者が集まる場としては競技大会があるが，競技大会での取り組みの実施の困難さはこれまでの活動で確認された．競技大会以外の場が必要であると感じられるが，予算や協力先の確保の観点で，有効な計画ができていない現状である．この点については，陸連や都道府県陸上競技協会・高体連などにアウトリーチ活動の必要性を継続的に訴え，実施につなげることが必要であると感じられる．陸連トレーナー部としてはアウトリーチ活動の必要性を疑う余地はないが，一部の専門家が必要性を訴えても，関係者の協力なくしては実施に繋がらないため，継続的に理解を得られるように取り組んでいく必要があると考えている．また，効果的な実施をするためにはある程度の調査は必要であるが，陸連は調査を実施する機関ではないため，大学などの機関や研究者と協力して,実態を把握することも検討する必要がある.

今後の計画案としては,『活動環境』と『費用負担の考え』の二観点から検討している.『活動環境』としては，①競技大会単位，②チーム単位，③合宿単位が考えられる．また,『費用負担の考え』としては，①陸連・陸協関係予算，②助成金，③スポンサー獲得，④受益者負担などが想定される．関係各所と協議を続けながら，2025年度以降の活動を計画したいと考えている.

7. 陸連トレーナー部に必要な活動

2024年度のアウトリーチ活動を通じて，中央競技団体のトレーナー組織に求められること及び高校生アスリートや高校指導者が求めている情報について把握することができた．陸連トレーナー部の前身発足から約35年経ち，漫然と同じ活動を継

続することが有効とはいえない状況になっている．JAAF VISION 2017(公益財団法人日本陸上競技連盟，2017）に掲げられている国際競技力の向上「トップアスリートが活躍し,国民に夢と希望を与える」と，ウェルネス陸上の実現「すべての人がすべてのライフステージにおいて陸上競技を楽しめる環境をつくる」というミッションの達成に貢献するためにも，これまでに実施してきた活動を振り返りつつも，今求められている活動を模索し，実施してくことが必要だと考えている．

陸連および陸連医事委員会，陸連トレーナー部部員と共に考え，より良い陸上競技の環境づくりにつなげていきたい．

8. まとめ

陸連トレーナー部の行ったコンディショニングに関するアンケートの集計結果について報告した．多くの高校生アスリートと高校指導者は，何らかの情報発信を求めていることがわかった．

今後早期に情報発信方法を決定し，求められているテーマから情報を発信していく必要がある．

参考文献

加藤基，松尾信之介，砂川祐輝，松下美穂，五味宏生，廣重陽介(2024)トレーナー部によるコンディショニングに関するアウトリーチ活動の実践と課題．陸上競技研究紀要，19：220-226.

文部科学省（2005） 科学技術白書（平成16年度），https://whitepaper-search.nistep.go.jp/white-paper/view/24424（参照日2025年2月10日）

鈴木奈穂美（2019） 自立支援施策におけるアウトリーチ・サービス・モデルの理論的枠組み．社会科学年報，53：71-97.

上岡尚代,野田哲由,浦井孝夫(2009) アスレティックトレーナーのイメージについての検討（第一報）．了徳寺大学研究紀要，3：75-98.

清水聡子（2005）マーケティング・リサーチの必要性とその意味．松本大学研究紀要，3：141-146.

公益財団法人日本陸上競技連盟（2017） JAAF VISION 2017，https://www.jaaf.or.jp/pdf/about/jaaf-vision-2017.pdf（参照日2025年2月10日）

陸上競技研究紀要　第20巻

編集後記

本巻は、原著論文1編、研究資料2編（二次出版1編）、特集4編、報告1編、科学委員会報告21編、メディカルレポート8編という掲載となりました。ご寄稿いただいた皆様ならびに査読、編集の労をお執りいただいた皆様に心より感謝いたします。

特集企画では、各種目におけるリザルトスコアとプレイシングスコアとの関係を明らかにしながら、オリンピックや世界選手権の出場に向けたWAワールドランキングの向上（パフォーマンススコアの獲得）に関する課題とその対応策について、トップアスリートの指導・支援に携わる強化委員会および科学委員会の皆様に分析・検討していただきました。また、原著論文では、陸上競技における観戦動機尺度の作成とともに、観戦者の特性を踏まえた観戦者獲得のためのマーケティング戦略も提案されています。さらに、研究資料では、ジュニア競技者におけるスポーツ障害等の既往や食品摂取・栄養補給の現状と課題に関する基礎的資料が提示され、報告では、迷惑撮影等についての問題や対策の実態に関する調査結果も示されています。いずれも、「する・みる・ささえる・しる」などの多様な関わりを通した陸上競技（スポーツ）の豊かな享受にとって重要な内容であり、本連盟が掲げる「国際競技力の向上」と「ウェルネス陸上の実現」という二大ミッションの達成に寄与する貴重な論考・資料であるといえます。

本誌は、2005年に新装発刊されて以来、阿江通良先生、伊藤静夫先生、そして現在の榎本靖士先生が編集委員長を歴任されながら、記念すべき20巻を積み重ねるに至りました。また、本年は、陸上競技に関する科学的研究を大いに進展させるきっかけとなった1991年の東京大会以来、34年ぶりに再び東京で世界選手権が開かれる年となります。温故知新の科学的態度を心がけながら、今後も学術的な研究はもとより、多様な実践や事例を扱う研究資料や実践報告なども積極的に掲載していきたいと考えております。陸上競技の研究および本誌の充実・発展に向けて、皆様からの積極的な投稿と忌憚のないご意見を頂ければ幸いです。

2025年3月

文責　森丘保典

【陸上競技研究紀要第20巻編集委員会】

榎本靖士（編集委員長）、森丘保典（編集副委員長）

青木和浩、岡﨑和伸、木越清信、小林海、田内健二、谷口勇一、松林武生、森健一、渡邊將司

「陸上競技研究紀要」第 20 巻

2025 年 3 月 31 日発行
発行所　公益財団法人日本陸上競技連盟
〒 160-0013　東京都新宿区霞ヶ丘町 4-2
JAPAN SPORT OLYMPIC SQUARE 9 階
TEL：050-1746-8410