

## 日本一流男女 400m ハードル選手のレースパターン分析 — 2020 年の主要競技会について —

杉本和那美<sup>1)</sup> 貴嶋孝太<sup>2)</sup> 柴山一仁<sup>3)</sup> 森丘保典<sup>4)</sup>

1) 弘前大学 2) 大阪体育大学 3) 仙台大学 4) 日本大学

### 1. はじめに

2020 年は、新型コロナウイルス感染症が世界的に流行し、競技会が軒並み延期または中止となり、競技者のトレーニングや試合計画に大きな影響を及ぼしたシーズンであった。その中でも7月以降は徐々に競技会が再開されはじめ、女子 400mH では10月に開催された第104回日本陸上競技選手権大会において、イブラヒム愛紗選手（札幌国際大）が日本歴代6位となる56秒50を記録し、高いレベルでのレースが展開されていた。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 選手のレース分析を行い、区間タイムや区間速度、歩数などを用いてレースの評価を行っている。本稿では、2020年シーズンに開催された主要競技会における分析結果を提示し、競技パフォーマンスの評価およびトレーニングに応用できる資料を提供しようとした。

### 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105名（男子：57名、女子：48名）であった。対象選手たちが出場した以下の7大会を分析対象競技会とした。

- ① セイコーゴールデングランプリ陸上 2020 東京（8月23日、国立競技場・東京）
- ② 富士北麓ワールドトライアル 2020（9月6日、富士北麓公園・山梨）：男子 400mH のみ
- ③ 第68回全日本実業団対抗陸上競技選手権大会（9月18日～20日、熊谷スポーツ文化公園・埼玉）
- ④ 第104回日本陸上競技選手権大会（10月1日～3日、デンカビッグスワンスタジアム・新潟）

⑤ 第7回木南道孝記念陸上競技大会（10月24日、ヤンマースタジアム長居・大阪）

⑥ U20 全国陸上競技大会（10月23日～25日、広域公園・広島）

⑦ 全国高等学校陸上競技大会 2020（10月23日～25日、広域公園・広島）

#### 2-2. 測定方法、および分析項目

レース分析のためのビデオ撮影は、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（60fps）。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（290m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、前半）、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、中盤）、第8ハードルからFinishまでをレース後半区間（以下、後半）とした（森丘ら, 2000）。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。前半から中盤、中盤から後半にかけての各疾走速度低下率は、それぞれの区間平均速度を求め、次式にて算出した。

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	8月23日	セイコーゴールデングランプリ陸上2020東京	50.74	( 49.31 - 52.19 )
2	9月6日	富士北麓ワールドトライアル2020	50.63	( 49.63 - 51.44 )
3	9月20日	第68回全日本実業団対抗陸上競技選手権大会	51.01	( 49.38 - 53.05 )
4	10月2日	第104回日本陸上競技選手権大会	50.54	( 49.73 - 52.46 )
5	10月24日	第7回木南通孝記念陸上競技大会	50.36	( 49.79 - 50.86 )
6	10月25日	全国高等学校陸上競技大会2020	52.86	( 51.78 - 53.99 )
7	10月25日	U20全国陸上競技大会	53.56	( 52.17 - 56.84 )

疾走速度の低下率 (%) = [1 - (中盤 (後半) 速度) / 前半 (中盤) 速度] × 100

また、前半、中盤、後半それぞれの区間タイムが、400mH レース記録 (以下、記録) に占める割合 (以下、それぞれ % 前半, % 中盤, % 後半) を求めた。

ハードル区間歩数は、ハードルクリアランス直後の先行 (リード) 脚の着地から逆脚の接地までを1歩目とし、次のハードルクリアランス直前の接地までの歩数とした。

### 3. 結果および考察

#### 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7回木南道孝記念陸上競技大会 (50.36秒) で、最も良い記録 (最小値) は、セイコーゴールデングランプリ陸上2020東京で安部孝駿選手がマークした49.31秒であった。

表2から表8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1～7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、13～17歩であった。

表9は、分析対象競技会における記録上位4名 (49.31～49.79秒) のペース配分の指標となる算出項目 (前半、中盤および後半速度、疾走速度低下率、前半、中盤および後半の区間タイムが記録に占める割合) を示したものである。この表には、安部選手の昨シーズンのベスト記録 (48.80秒) と為末大氏の日本記録 (47.89秒) の分析結果も示した (日本陸上競技連盟, 2020; 森丘ら, 2007)。表9に示した競技者の分析結果からH8までのペース配分によるレースパターンの類型化 (森丘ら, 2007) を作

図した (図8)。この図は、①第5ハードルまでのペース配分、②第5ハードルまでに獲得した速度が次のカーブ (H5-8) でどのくらい維持されているか、の2点を基準に類型化したものである。図の縦軸は、レース記録に占めるS-H5タイムの割合 (%S-H5) であり、上に行くほど (値が大きいほど) H5までの想定のペースが遅くなる。一方、横軸はS-H5 (前半) からH5-8 (中盤) への速度低下率であり、右に行くほど (値が大きいほど) H5-8での速度低下が大きいことを意味する。その結果、4名ともハイペース低下型であり、為末氏と同じ型に分類された。安部選手は、その中でもレース前半に占める割合が低く、前半から中盤にかけての速度低下率が大きかった。昨シーズンのベスト記録 (48.80秒) のペース配分と比較すると、今シーズンの安部選手は前半の区間速度が同程度であるが、前半から中盤の速度低下率が大きかった (表9)。400mHのレースパターンは、競技者の体力特性やハードリング技術、歩数配分 (切り替えのタイミングや回数) の違いに起因することから (荻部ら, 1999; 森丘ら, 2007)、より多くのレースを分析し、競技者個人の特徴や疾走速度の変化に関する要因について詳細に検討していく必要がある。

#### 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10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104回日本陸上競技選手権大会 (57.54秒) で、最も良い記録 (最小値) は、同大会でイブラヒム愛紗選手がマークした56.50秒であった。

表11から表17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9～15に示した。ハードル間の歩数は、15～20歩であった。女子は最も平均記録が良かった日本選手権を対象にペース配分の指標 (前半、中盤および後半速度、疾走速度

低下率，前半，中盤および後半の区間タイムが記録に占める割合)を示した(表18)．この表には，久保倉里美氏の日本記録(55.34秒)の分析結果も示した．この結果からイブラヒム選手は，他の選手に比べ前半の区間速度が大きく，記録に占める割合が低かった．加えて，前半～中盤の速度低下率が大きかった．表18に示した競技者の分析結果から，H8までのペース配分によるレースパターンの類型化(森丘ら，2007)を作図した(図16)．男子同様に%前半を44.5%で，前半～中盤速度低下率を4%で区切り分類すると，1選手を除いて全ての選手がハイペース低下型に分類された．その中でもイブラヒム選手は，レース前半に占める割合が低く，前半から中盤にかけての速度低下率が大きかった．イブラヒム選手の日本記録の更新を展望し，表19に各区間タイム(速度)およびペース配分の指標を示した．この表では，イブラヒム選手の前半区間タイム(速度)が日本選手権と同じであると仮定し作成した．そのため，日本記録との差(1.16秒)を中盤から後半で埋める必要がある．そこで，前半から中盤の速度低下率を6.0%と日本選手権(8.3%)より小さくした．日本選手権での区間タイムは中盤で15.00秒，後半で17.26秒であったことから，中盤で0.36秒，後半で0.84秒を縮めることになる．あくまでもこの指標は，今回得られたデータから日本記録更新を男子と同じ指標で展望したものである．レースパターンは，競技者の体力特性に影響を受けることが報告されていることから(荻部ら，1999)，女子競技者の体力特性を考慮したレースパターンの類型方法を検討すること，さらに競技者本人のレース中の努力度等を考慮して検討することが求められる．

#### 4. 引用，参考文献

日本陸上競技連盟(2020)アスリートのパフォーマンス及び技術に関する調査研究 データブック 2019. 第103回日本陸上競技選手権大会；113.  
荻部俊二，尾縣貢，安井年文，山崎一彦，関岡康雄(1999)国内トップ400mハードラーのレースパターンと体力特性との関係．陸上競技研究，37：2-7.  
宮下憲(1991)最新陸上競技入門シリーズ4 ハードル，ベースボールマガジン社：東京.  
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400mハードル走における速度変化特性と記録との関係：内外一流選手のレースパターンの分析から．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400m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－．陸上競技学会誌，6：55-59.

表2 2020.08.23 セイコーゴールデンングランプリ陸上2020 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
安部 孝駿	(ヤマダ電機)	49.31	通過タイム (sec)	5.96	9.64	13.36	17.20	21.12	25.23	29.58	34.08	38.79	43.66	49.31
			区間タイム (sec)	5.96	3.69	3.72	3.84	3.92	4.10	4.35	4.50	4.70	4.87	5.65
			区間速度 (m/s)	7.56	9.49	9.41	9.12	8.93	8.53	8.04	7.77	7.44	7.18	7.08
			歩数		13	13	13	13	13	14	14	15	15	
豊田 将樹	(富士通)	49.82	通過タイム (sec)	6.01	9.91	13.85	17.90	21.97	26.21	30.46	34.83	39.52	44.29	49.82
			区間タイム (sec)	6.01	3.90	3.94	4.05	4.07	4.24	4.25	4.37	4.69	4.77	5.53
			区間速度 (m/s)	7.49	8.97	8.89	8.63	8.60	8.26	8.23	8.01	7.47	7.34	7.23
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
山本 竜大	(日本大)	50.34	通過タイム (sec)	6.01	9.86	13.80	17.77	21.87	26.16	30.61	35.17	39.92	44.79	50.34
			区間タイム (sec)	6.01	3.85	3.94	3.97	4.10	4.29	4.45	4.55	4.75	4.87	5.55
			区間速度 (m/s)	7.49	9.08	8.89	8.81	8.53	8.16	7.86	7.68	7.36	7.18	7.21
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
高田 一就	(ユメオミライ)	50.53	通過タイム (sec)	6.04	9.84	13.71	17.67	21.86	26.13	30.53	35.07	39.87	44.84	50.53
			区間タイム (sec)	6.04	3.80	3.87	3.95	4.19	4.27	4.40	4.54	4.80	4.97	5.68
			区間速度 (m/s)	7.45	9.20	9.04	8.85	8.36	8.19	7.95	7.71	7.28	7.04	7.04
			歩数		13	13	14	14	14	14	15	15	15	
松下 祐樹	(ミズノ)	50.6	通過タイム (sec)	6.14	9.91	13.78	17.82	22.01	26.36	30.83	35.42	40.09	44.89	50.60
			区間タイム (sec)	6.14	3.77	3.87	4.04	4.19	4.35	4.47	4.59	4.67	4.80	5.71
			区間速度 (m/s)	7.33	9.28	9.04	8.67	8.36	8.04	7.83	7.63	7.49	7.28	7.01
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
小田 将矢	(豊田自動織機)	50.73	通過タイム (sec)	6.01	9.76	13.56	17.57	21.77	26.08	30.51	35.14	39.92	45.05	50.73
			区間タイム (sec)	6.01	3.75	3.80	4.00	4.20	4.30	4.44	4.62	4.79	5.12	5.69
			区間速度 (m/s)	7.49	9.32	9.20	8.74	8.33	8.13	7.89	7.57	7.31	6.83	7.03
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	16	
杉町 マハウ	(フェリス大職員)	50.99	通過タイム (sec)	6.16	9.96	13.86	17.83	21.91	26.16	30.51	35.15	40.04	45.08	50.99
			区間タイム (sec)	6.16	3.80	3.90	3.97	4.07	4.25	4.35	4.64	4.89	5.04	5.92
			区間速度 (m/s)	7.31	9.20	8.97	8.81	8.60	8.23	8.04	7.55	7.16	6.95	6.75
			歩数		12	12	13	13	13	13	13	14	14	
川越 広弥	(JAWS)	52.17	通過タイム (sec)	5.92	9.76	13.65	17.63	21.74	26.01	30.38	34.87	39.56	44.93	52.17
			区間タイム (sec)	5.92	3.84	3.89	3.99	4.10	4.27	4.37	4.49	4.69	5.37	7.24
			区間速度 (m/s)	7.60	9.12	9.00	8.78	8.53	8.19	8.01	7.80	7.47	6.52	5.52
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	17	
鈴木 大河	(中京大中京高)	52.19	通過タイム (sec)	6.01	9.86	13.78	17.85	22.02	26.44	31.05	35.79	40.74	45.90	52.19
			区間タイム (sec)	6.01	3.85	3.92	4.07	4.17	4.42	4.60	4.74	4.95	5.16	6.29
			区間速度 (m/s)	7.49	9.08	8.93	8.60	8.39	7.92	7.60	7.39	7.06	6.79	6.36
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	

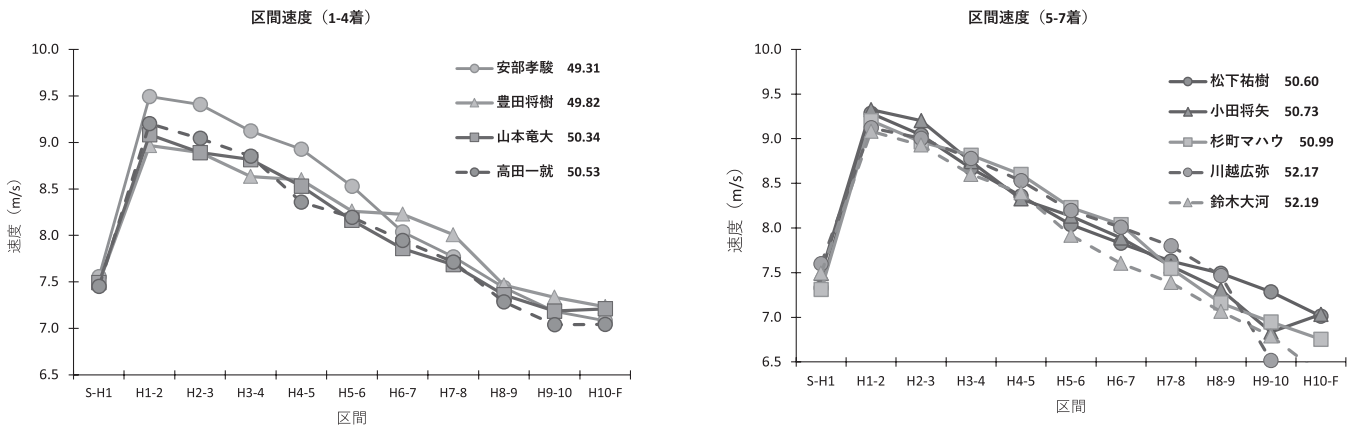


図1 区間速度の変化 (ゴールデンングランプリ 男子 400mH 決勝)

表3 2020.09.06 富士北麓ワールドトライアル2020 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 将樹	(富士通)	49.63	通過タイム (sec)	6.09	9.96	13.91	18.07	22.17	26.38	30.56	34.93	39.52	44.23	49.63
			区間タイム (sec)	6.09	3.87	3.95	4.15	4.10	4.20	4.19	4.37	4.59	4.70	5.40
			区間速度 (m/s)	7.39	9.04	8.85	8.43	8.53	8.33	8.36	8.01	7.63	7.44	7.41
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
大林 晋亨	(石丸製麺)	50.22	通過タイム (sec)	5.96	9.86	13.85	18.00	22.12	26.36	30.63	35.02	39.62	44.53	50.22
			区間タイム (sec)	5.96	3.90	3.99	4.15	4.12	4.24	4.27	4.39	4.60	4.90	5.69
			区間速度 (m/s)	7.56	8.97	8.78	8.43	8.49	8.26	8.19	7.98	7.60	7.14	7.03
			歩数		14	14	14	15	15	15	15	15	15	
吉田 京平	(東京学芸大学)	50.32	通過タイム (sec)	6.01	9.84	13.75	17.80	21.94	26.21	30.58	35.22	39.97	44.79	50.32
			区間タイム (sec)	6.01	3.84	3.90	4.05	4.14	4.27	4.37	4.64	4.75	4.82	5.52
			区間速度 (m/s)	7.49	9.12	8.97	8.63	8.46	8.19	8.01	7.55	7.36	7.26	7.24
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
岩本 武	(g-zone)	50.56	通過タイム (sec)	6.14	9.98	13.93	17.92	22.09	26.36	30.83	35.41	40.32	45.28	50.56
			区間タイム (sec)	6.14	3.84	3.95	3.99	4.17	4.27	4.47	4.58	4.91	4.95	5.28
			区間速度 (m/s)	7.33	9.12	8.85	8.78	8.39	8.19	7.83	7.64	7.12	7.06	7.58
			歩数		13	13	13	13	13	13	13	14	14	
伊奈 颯太	(城西大学)	50.67	通過タイム (sec)	6.24	10.26	14.18	18.28	22.51	26.78	31.18	35.84	40.59	45.33	50.67
			区間タイム (sec)	6.24	4.02	3.92	4.10	4.22	4.27	4.40	4.65	4.75	4.74	5.34
			区間速度 (m/s)	7.21	8.70	8.93	8.53	8.29	8.19	7.95	7.52	7.36	7.39	7.49
			歩数		13	13	14	14	14	14	14	15	15	15
井上 駆	(東京海上日動CS)	51.11	通過タイム (sec)	6.12	10.01	13.96	18.03	22.17	26.43	30.86	35.49	40.31	45.31	51.11
			区間タイム (sec)	6.12	3.89	3.95	4.07	4.14	4.25	4.44	4.62	4.82	5.01	5.80
			区間速度 (m/s)	7.35	9.00	8.85	8.60	8.46	8.23	7.89	7.57	7.26	6.99	6.90
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
高田 一就	(ユメオミライ)	51.11	通過タイム (sec)	6.04	9.81	13.71	17.77	21.92	26.16	30.56	35.14	39.94	45.10	51.11
			区間タイム (sec)	6.04	3.77	3.90	4.05	4.15	4.24	4.40	4.57	4.80	5.16	6.01
			区間速度 (m/s)	7.45	9.28	8.97	8.63	8.43	8.26	7.95	7.66	7.28	6.79	6.66
			歩数		13	13	14	14	14	14	15	15	16	
山本 武	(愛知教育大)	51.44	通過タイム (sec)	6.09	9.96	13.91	17.95	22.09	26.38	30.75	35.30	40.16	45.40	51.44
			区間タイム (sec)	6.09	3.87	3.95	4.04	4.14	4.29	4.37	4.55	4.85	5.24	6.05
			区間速度 (m/s)	7.39	9.04	8.85	8.67	8.46	8.16	8.01	7.68	7.21	6.68	6.61
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	17	

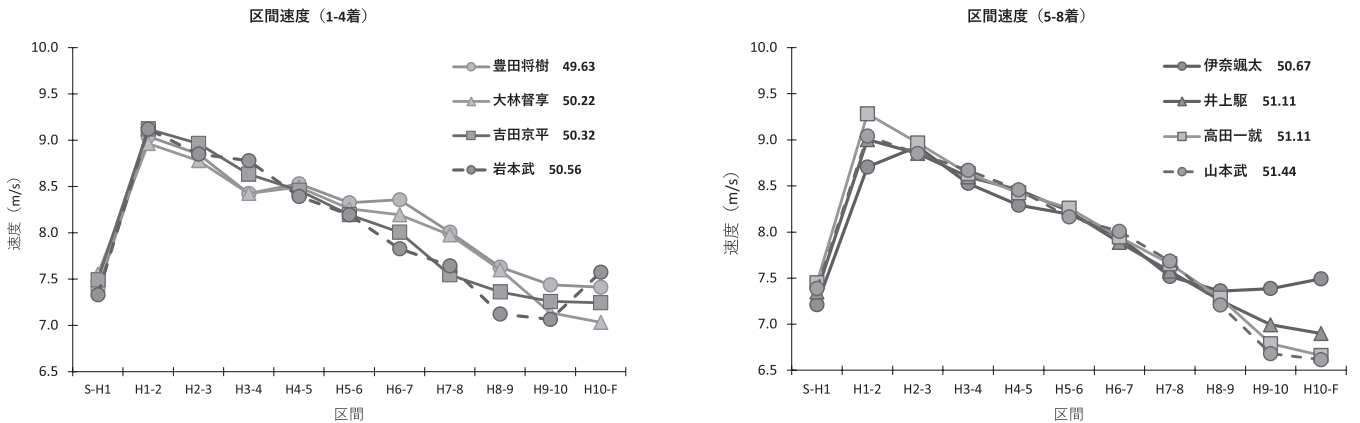


図2 区間速度の変化 (富士北麓 男子400mH 決勝)

表 4 2020.09.20 第 68 回全日本実業団対抗陸上競技選手権大会 男子 400mH

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
				安部 孝駿	(ヤマダ電機)	49.38	通過タイム (sec)	6.04	9.71	13.48	17.32	21.25	25.34	29.73
			区間タイム (sec)	6.04	3.67	3.77	3.84	3.94	4.09	4.39	4.50	4.69	4.77	5.69
			区間速度 (m/s)	7.45	9.54	9.28	9.12	8.89	8.56	7.98	7.77	7.47	7.34	7.03
			歩数		13	13	13	13	13	14	14	15	15	
小田 将矢	(豊田自動織機)	50.18	通過タイム (sec)	6.12	9.94	13.78	17.81	21.94	26.31	30.71	35.24	39.86	44.63	50.18
			区間タイム (sec)	6.12	3.82	3.84	4.03	4.13	4.37	4.40	4.52	4.62	4.77	5.55
			区間速度 (m/s)	7.35	9.16	9.12	8.69	8.48	8.01	7.95	7.74	7.57	7.34	7.21
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
豊田 将樹	(富士通)	50.63	通過タイム (sec)	6.22	10.16	14.18	18.42	22.66	26.91	31.10	35.64	40.34	45.05	50.63
			区間タイム (sec)	6.22	3.94	4.02	4.24	4.24	4.25	4.19	4.54	4.70	4.70	5.58
			区間速度 (m/s)	7.23	8.89	8.70	8.26	8.26	8.23	8.36	7.71	7.44	7.44	7.17
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
山田 淳史	(山口FG)	50.94	通過タイム (sec)	6.10	10.04	14.07	18.23	22.52	26.89	31.38	36.00	40.71	45.55	50.94
			区間タイム (sec)	6.10	3.95	4.03	4.16	4.29	4.37	4.49	4.62	4.70	4.84	5.39
			区間速度 (m/s)	7.38	8.87	8.69	8.41	8.16	8.01	7.80	7.57	7.44	7.23	7.42
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
松下 祐樹	(ミズノ)	50.97	通過タイム (sec)	6.22	10.03	13.95	17.93	22.11	26.48	31.05	35.79	40.57	45.40	50.97
			区間タイム (sec)	6.22	3.80	3.92	3.99	4.17	4.37	4.57	4.74	4.79	4.82	5.57
			区間速度 (m/s)	7.23	9.20	8.93	8.78	8.39	8.01	7.66	7.39	7.31	7.26	7.18
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
野澤 啓佑	(ミズノ)	51.03	通過タイム (sec)	6.21	10.11	14.18	18.30	22.59	26.91	31.41	36.00	40.66	45.48	51.03
			区間タイム (sec)	6.21	3.90	4.07	4.12	4.29	4.32	4.50	4.59	4.65	4.82	5.55
			区間速度 (m/s)	7.25	8.97	8.60	8.49	8.16	8.10	7.77	7.63	7.52	7.26	7.21
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
鍛冶木 峻	(住友電工)	51.89	通過タイム (sec)	6.14	9.99	13.95	18.02	22.24	26.66	31.13	35.89	40.86	46.01	51.89
			区間タイム (sec)	6.14	3.85	3.95	4.07	4.22	4.42	4.47	4.75	4.97	5.16	5.88
			区間速度 (m/s)	7.33	9.08	8.85	8.60	8.29	7.92	7.83	7.36	7.04	6.79	6.80
			歩数		13	13	13	13	13	14	14	15	15	
井上 駆	(東京海上日動CS)	53.05	通過タイム (sec)	6.17	10.06	14.00	18.07	22.41	26.88	31.61	36.54	41.66	46.93	53.05
			区間タイム (sec)	6.17	3.89	3.94	4.07	4.34	4.47	4.74	4.92	5.12	5.27	6.12
			区間速度 (m/s)	7.29	9.00	8.89	8.60	8.07	7.83	7.39	7.11	6.83	6.64	6.53
			歩数		13	13	13	14	14	15	15	15	15	

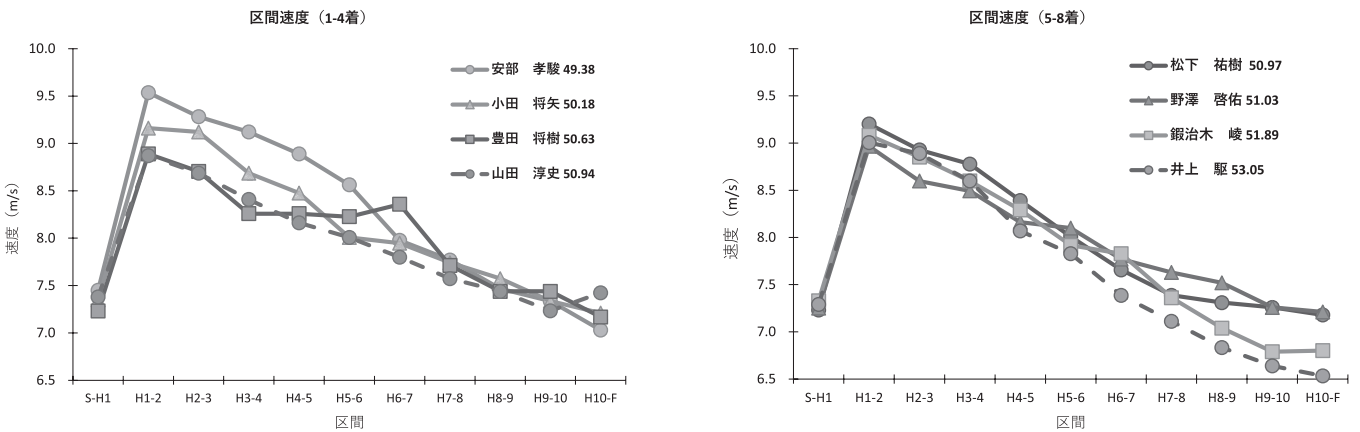


図 3 区間速度の変化 (全日本実業団 男子 400mH 決勝)

表 5 2020.10.2 第104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
				安部 孝駿 (ヤマダ)	49.73	通過タイム (sec)	6.01	9.59	13.35	17.17	21.10	25.28	29.68	34.23
		区間タイム (sec)	6.01	3.59	3.75	3.82	3.94	4.17	4.40	4.55	4.77	4.94	5.79	
		区間速度 (m/s)	7.49	9.76	9.32	9.16	8.89	8.39	7.95	7.68	7.34	7.09	6.91	
		歩数		13	13	13	13	13	14	14	15	15		
山本 竜大 (日本大)	49.79	通過タイム (sec)	6.06	9.91	13.86	17.87	22.01	26.28	30.66	35.12	39.69	44.38	49.79	
		区間タイム (sec)	6.06	3.85	3.95	4.00	4.14	4.27	4.39	4.45	4.57	4.69	5.41	
		区間速度 (m/s)	7.43	9.08	8.85	8.74	8.46	8.19	7.98	7.86	7.66	7.47	7.40	
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15		
豊田 将樹 (富士通)	49.96	通過タイム (sec)	6.09	9.94	13.85	17.92	22.06	26.36	30.63	35.09	39.72	44.48	49.96	
		区間タイム (sec)	6.09	3.85	3.90	4.07	4.14	4.30	4.27	4.45	4.64	4.75	5.48	
		区間速度 (m/s)	7.39	9.08	8.97	8.60	8.46	8.13	8.19	7.86	7.55	7.36	7.30	
		歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15		
小田 将矢 (豊田自動織機)	50.44	通過タイム (sec)	6.04	9.81	13.66	17.60	21.72	26.09	30.58	35.12	39.84	44.71	50.44	
		区間タイム (sec)	6.04	3.77	3.85	3.94	4.12	4.37	4.49	4.54	4.72	4.87	5.73	
		区間速度 (m/s)	7.45	9.28	9.08	8.89	8.49	8.01	7.80	7.71	7.41	7.18	6.98	
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15		
山内 大夢 (早稲田大)	50.50	通過タイム (sec)	6.16	10.08	14.16	18.27	22.49	26.78	31.15	35.64	40.26	45.01	50.50	
		区間タイム (sec)	6.16	3.92	4.09	4.10	4.22	4.29	4.37	4.49	4.62	4.75	5.49	
		区間速度 (m/s)	7.31	8.93	8.56	8.53	8.29	8.16	8.01	7.80	7.57	7.36	7.29	
		歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15		
川越 広弥 (JAWS)	50.61	通過タイム (sec)	6.07	9.96	13.98	18.02	22.19	26.59	31.05	35.57	40.24	45.05	50.61	
		区間タイム (sec)	6.07	3.89	4.02	4.04	4.17	4.40	4.45	4.52	4.67	4.80	5.56	
		区間速度 (m/s)	7.41	9.00	8.70	8.67	8.39	7.95	7.86	7.74	7.49	7.28	7.19	
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15		
畑浦 佑亮 (同志社大)	50.80	通過タイム (sec)	6.16	9.99	13.93	17.95	22.14	26.48	30.85	35.34	39.99	44.91	50.80	
		区間タイム (sec)	6.16	3.84	3.94	4.02	4.19	4.34	4.37	4.49	4.65	4.92	5.89	
		区間速度 (m/s)	7.31	9.12	8.89	8.70	8.36	8.07	8.01	7.80	7.52	7.11	6.79	
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15		
黒川 和樹 (法政大)	52.46	通過タイム (sec)	6.09	9.94	13.93	18.00	22.26	26.71	31.26	36.02	41.04	46.15	52.46	
		区間タイム (sec)	6.09	3.85	3.99	4.07	4.25	4.45	4.55	4.75	5.02	5.11	6.31	
		区間速度 (m/s)	7.39	9.08	8.78	8.60	8.23	7.86	7.68	7.36	6.97	6.86	6.33	
		歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15		

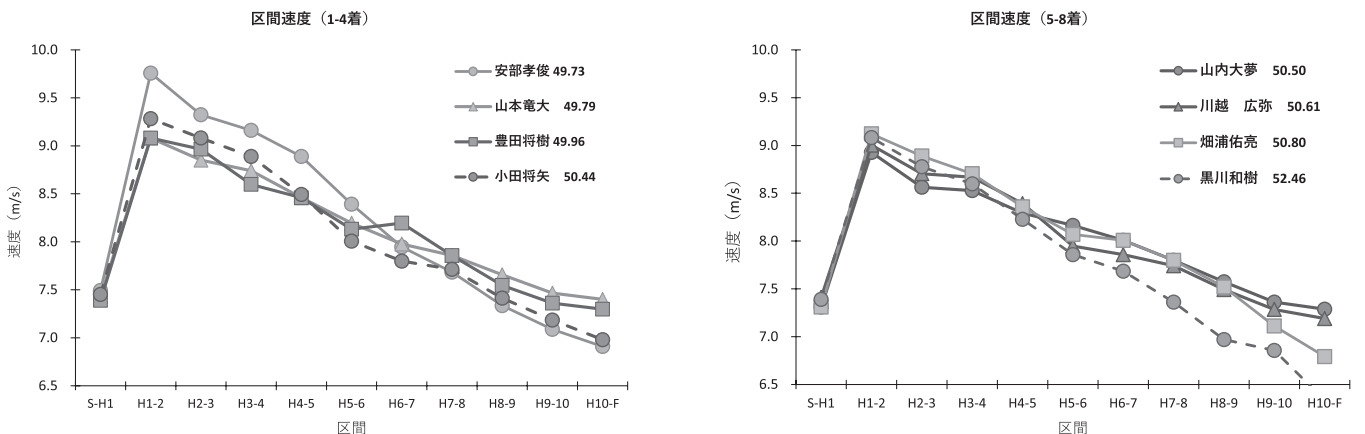


図 4 区間速度の変化 (日本選手権男子 400mH 決勝)

表 6 2020.10.24 第7回木南通考記念陸上競技大会 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
				通過タイム (sec)	5.99	9.82	13.75	17.68	21.72	25.98	30.35	34.88	39.56	44.33
区間タイム (sec)	5.99	3.83	3.93	3.94	4.04	4.25	4.37	4.54	4.67	4.77	4.77	4.77	5.46	
区間速度 (m/s)	7.51	9.14	8.91	8.89	8.67	8.23	8.01	7.71	7.49	7.34	7.33			
歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15		
山本 竜大	(日本大)	49.93	通過タイム (sec)	6.06	9.99	13.96	17.92	21.96	26.08	30.36	34.87	39.62	44.48	49.93
区間タイム (sec)	6.06	3.94	3.97	3.95	4.04	4.12	4.29	4.50	4.75	4.85	5.45			
区間速度 (m/s)	7.43	8.89	8.81	8.85	8.67	8.49	8.16	7.77	7.36	7.21	7.34			
歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15		
野澤 啓佑	(ミズノ)	50.26	通過タイム (sec)	5.99	9.69	13.43	17.22	21.19	25.28	29.46	33.93	38.74	43.89	50.26
区間タイム (sec)	5.99	3.70	3.74	3.79	3.97	4.09	4.19	4.47	4.80	5.16	6.37			
区間速度 (m/s)	7.51	9.45	9.37	9.24	8.81	8.56	8.36	7.83	7.28	6.79	6.28			
歩数		13	13	13	14	14	14	14	14	15	16			
松下 祐樹	(ミズノ)	50.34	通過タイム (sec)	6.07	9.93	13.80	17.63	21.60	25.78	30.11	34.68	39.47	44.44	50.34
区間タイム (sec)	6.07	3.85	3.87	3.84	3.97	4.17	4.34	4.57	4.79	4.97	5.90			
区間速度 (m/s)	7.41	9.08	9.04	9.12	8.81	8.39	8.07	7.66	7.31	7.04	6.78			
歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	15			
山田 淳史	(山口FG)	50.49	通過タイム (sec)	5.96	9.84	13.82	17.85	21.91	26.08	30.36	34.97	39.74	44.73	50.49
区間タイム (sec)	5.96	3.89	3.98	4.03	4.05	4.17	4.29	4.60	4.77	4.99	5.76			
区間速度 (m/s)	7.56	9.00	8.80	8.69	8.63	8.39	8.16	7.60	7.34	7.02	6.95			
歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	15			
井上 駆	(東京海上日動CS)	50.60	通過タイム (sec)	6.18	10.09	14.13	18.18	22.34	26.68	31.13	35.72	40.44	45.20	50.60
区間タイム (sec)	6.18	3.91	4.04	4.05	4.15	4.34	4.45	4.59	4.72	4.75	5.41			
区間速度 (m/s)	7.28	8.95	8.67	8.63	8.43	8.07	7.86	7.63	7.41	7.36	7.40			
歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	15			
尾崎 雄祐	(広島大)	50.63	通過タイム (sec)	6.26	10.11	14.01	18.00	22.16	26.38	30.83	35.37	40.14	44.98	50.63
区間タイム (sec)	6.26	3.85	3.90	3.99	4.15	4.22	4.45	4.54	4.77	4.84	5.65			
区間速度 (m/s)	7.19	9.08	8.97	8.78	8.43	8.29	7.86	7.71	7.34	7.23	7.08			
歩数		15	15	15	15	15	15	15	17	17				
須貝 充	(新潟アルビレックスRC)	50.86	通過タイム (sec)	6.07	9.94	13.86	17.83	21.99	26.36	30.81	35.39	40.12	44.99	50.86
区間タイム (sec)	6.07	3.87	3.92	3.97	4.15	4.37	4.45	4.57	4.74	4.87	5.87			
区間速度 (m/s)	7.41	9.04	8.93	8.81	8.43	8.01	7.86	7.66	7.39	7.18	6.81			
歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	15			

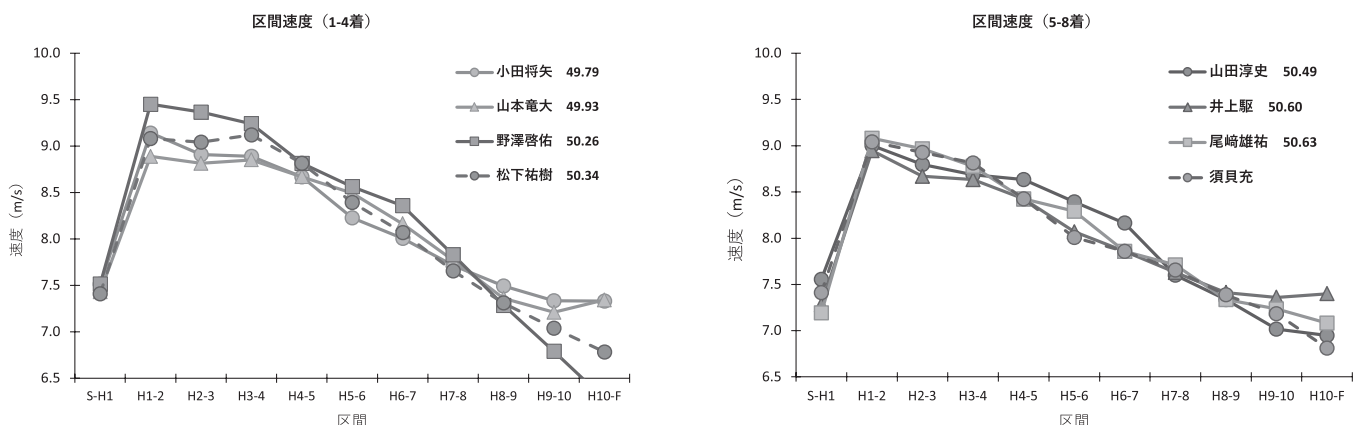


図 5 区間速度の変化 (木南記念 男子 400mH 決勝)



表7 2020.10.25 U20 全国陸上競技大会 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
				通過タイム (sec)	6.41	10.49	14.70	19.00	23.51	28.06	32.60	37.22	41.89	46.68
区間タイム (sec)	6.41	4.09	4.20	4.30	4.50	4.55	4.54	4.62	4.67	4.79	5.49			
区間速度 (m/s)	7.02	8.56	8.33	8.13	7.77	7.68	7.71	7.57	7.49	7.31	7.29			
歩数		13	13	13	14	14	15	15	15	15	15			
山岡 竜太郎 (山梨学院大・2年)	52.52	通過タイム (sec)	6.36	10.54	14.80	19.15	23.59	28.03	32.63	37.34	42.13	47.05	52.52	
区間タイム (sec)	6.36	4.19	4.25	4.35	4.44	4.44	4.60	4.70	4.79	4.92	5.47			
区間速度 (m/s)	7.08	8.36	8.23	8.04	7.89	7.89	7.60	7.44	7.31	7.11	7.31			
歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	16	16			
米田 太陽 (日本体育大・1年)	52.56	通過タイム (sec)	6.22	10.28	14.46	18.72	23.09	27.61	32.32	37.14	42.03	47.00	52.56	
区間タイム (sec)	6.22	4.05	4.19	4.25	4.37	4.52	4.70	4.82	4.89	4.97	5.56			
区間速度 (m/s)	7.23	8.63	8.36	8.23	8.01	7.74	7.44	7.26	7.16	7.04	7.20			
歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	15			
細野 颯人 (立命館大・1年)	52.97	通過タイム (sec)	6.42	10.69	15.08	19.54	24.09	28.78	33.52	38.36	43.11	47.80	52.97	
区間タイム (sec)	6.42	4.27	4.39	4.45	4.55	4.69	4.74	4.84	4.75	4.69	5.17			
区間速度 (m/s)	7.01	8.19	7.98	7.86	7.68	7.47	7.39	7.23	7.36	7.47	7.73			
歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15			
田中 天智龍 (早稲田大・1年)	53.43	通過タイム (sec)	6.47	10.66	14.83	19.19	23.61	28.06	32.68	37.50	42.51	47.60	53.43	
区間タイム (sec)	6.47	4.19	4.17	4.35	4.42	4.45	4.62	4.82	5.01	5.09	5.83			
区間速度 (m/s)	6.95	8.36	8.39	8.04	7.92	7.86	7.57	7.26	6.99	6.88	6.86			
歩数		14	14	14	14	14	15	15	15	15	15			
内藤 源一郎 (大阪教育大・1年)	53.45	通過タイム (sec)	6.44	10.59	14.83	19.20	23.62	28.21	32.90	37.65	42.53	47.73	53.45	
区間タイム (sec)	6.44	4.15	4.24	4.37	4.42	4.59	4.69	4.75	4.87	5.21	5.72			
区間速度 (m/s)	6.99	8.43	8.26	8.01	7.92	7.63	7.47	7.36	7.18	6.72	6.99			
歩数		14	14	14	14	14	15	15	15	15	16			
一條 美竜夢 (東北福祉大・1年)	54.55	通過タイム (sec)	6.36	10.48	14.78	19.02	23.52	28.09	32.93	37.90	42.99	48.38	54.55	
区間タイム (sec)	6.36	4.12	4.30	4.24	4.50	4.57	4.84	4.97	5.09	5.39	6.17			
区間速度 (m/s)	7.08	8.49	8.13	8.26	7.77	7.66	7.23	7.04	6.88	6.50	6.48			
歩数		14	14	14	14	14	15	15	15	15	16			
水口 海 (法政大・1年)	56.84	通過タイム (sec)	6.41	10.64	14.96	19.34	23.89	28.81	34.03	39.37	44.94	50.53	56.84	
区間タイム (sec)	6.41	4.24	4.32	4.37	4.55	4.92	5.22	5.34	5.57	5.59	6.31			
区間速度 (m/s)	7.02	8.26	8.10	8.01	7.68	7.11	6.70	6.56	6.28	6.26	6.34			
歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	17	16			

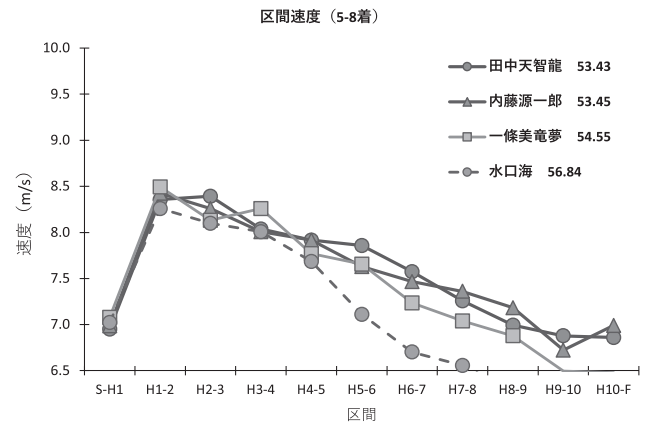
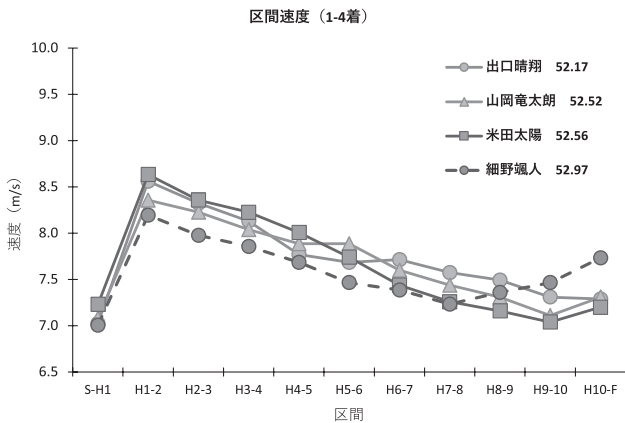


図6 区間速度の変化 (U20 全国陸上 男子 400mH 決勝)

表 8 2020.10.25 全国高等学校陸上競技大会 2020 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
菅野 航平	(仙台一・3年)	51.78	通過タイム (sec)	6.26	10.31	14.48	18.65	22.84	27.11	31.55	36.07	40.86	46.08	51.78
			区間タイム (sec)	6.26	4.05	4.17	4.17	4.19	4.27	4.44	4.52	4.79	5.22	5.71
			区間速度 (m/s)	7.19	8.63	8.39	8.39	8.36	8.19	7.89	7.74	7.31	6.70	7.01
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	17	19	
鈴木 大河	(中京大中京・3年)	52.2	通過タイム (sec)	6.11	10.04	14.18	18.30	22.47	26.83	31.36	36.14	41.24	46.45	52.20
			区間タイム (sec)	6.11	3.94	4.14	4.12	4.17	4.35	4.54	4.77	5.11	5.21	5.77
			区間速度 (m/s)	7.37	8.89	8.46	8.49	8.39	8.04	7.71	7.34	6.86	6.72	6.93
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	17	17	
森高 颯治朗	(報徳・3年)	52.41	通過タイム (sec)	6.07	10.11	14.21	18.40	22.67	27.14	31.85	36.60	41.64	46.71	52.41
			区間タイム (sec)	6.07	4.04	4.10	4.19	4.27	4.47	4.70	4.75	5.04	5.07	5.66
			区間速度 (m/s)	7.41	8.67	8.53	8.36	8.19	7.83	7.44	7.36	6.95	6.90	7.07
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	16	16	
中山 敬太	(鳥取城北・3年)	52.95	通過タイム (sec)	6.42	10.59	14.81	19.09	23.51	28.18	33.07	38.02	42.96	47.90	52.95
			区間タイム (sec)	6.42	4.17	4.22	4.27	4.42	4.67	4.89	4.95	4.94	4.94	5.05
			区間速度 (m/s)	7.01	8.39	8.29	8.19	7.92	7.49	7.16	7.06	7.09	7.09	7.93
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
豊田 兼	(桐朋・3年)	52.96	通過タイム (sec)	6.12	10.06	14.13	18.23	22.46	26.94	31.68	36.64	41.71	46.91	52.96
			区間タイム (sec)	6.12	3.94	4.07	4.10	4.22	4.49	4.74	4.95	5.07	5.21	6.04
			区間速度 (m/s)	7.35	8.89	8.60	8.53	8.29	7.80	7.39	7.06	6.90	6.72	6.62
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	15
中島 陽基	(東福岡・2年)	53.29	通過タイム (sec)	6.26	10.48	14.83	19.24	23.71	28.28	32.98	37.85	42.93	47.91	53.29
			区間タイム (sec)	6.26	4.22	4.35	4.40	4.47	4.57	4.70	4.87	5.07	4.99	5.36
			区間速度 (m/s)	7.19	8.29	8.04	7.95	7.83	7.66	7.44	7.18	6.90	7.02	7.47
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	17	17
新垣 颯斗	(桜丘・3年)	53.30	通過タイム (sec)	6.36	10.48	14.75	19.15	23.64	28.23	33.05	38.07	43.26	48.18	53.30
			区間タイム (sec)	6.36	4.12	4.27	4.40	4.49	4.59	4.82	5.02	5.19	4.92	5.12
			区間速度 (m/s)	7.08	8.49	8.19	7.95	7.80	7.63	7.26	6.97	6.75	7.11	7.81
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	17	17
殿山 凌平	(旭川大学・2年)	53.99	通過タイム (sec)	6.17	10.31	14.46	18.70	23.01	27.54	32.45	37.72	42.93	48.15	53.99
			区間タイム (sec)	6.17	4.14	4.15	4.24	4.30	4.54	4.90	5.27	5.21	5.22	5.84
			区間速度 (m/s)	7.29	8.46	8.43	8.26	8.13	7.71	7.14	6.64	6.72	6.70	6.85
			歩数		15	15	15	15	15	17	17	17	17	17

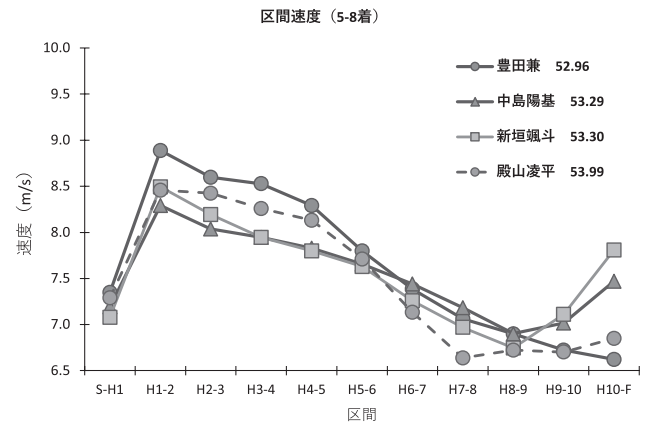
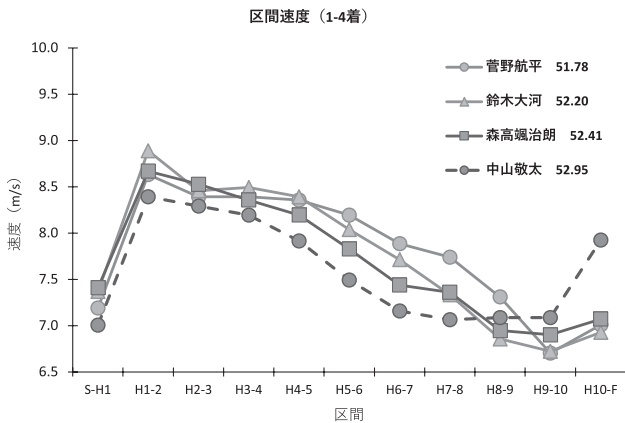


図 7 区間速度の変化 (全国高校陸上男子 400mH 決勝)

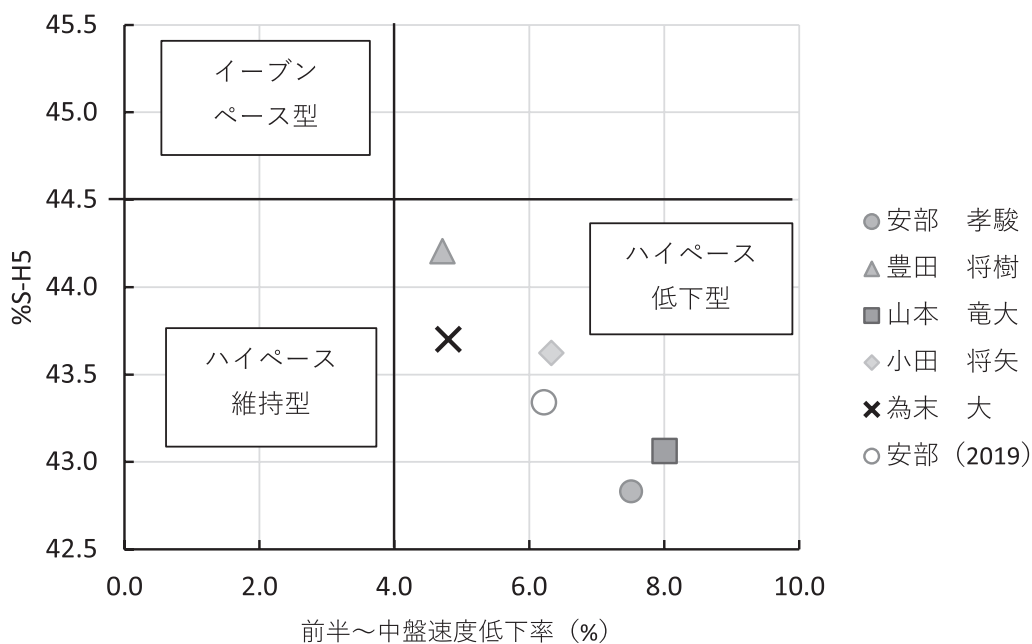


図 8 男子 400mH における H8 までのペース配分による類型化

表 9 対象競技会における男子 400mH 上位 4 選手のペース配分指標

選手名	レース記録 (sec)	大会名	区間速度 (m/s)			速度低下率 (%)		レース記録に占める割合 (%)		
			前半	中盤	後半	前半～中盤	中盤～後半	前半	中盤	後半
安部 孝駿	49.31	GGP東京	8.76	8.10	7.22	7.5	10.9	42.8	26.3	30.9
豊田 将樹	49.63	富士北麓	8.41	8.01	7.50	4.7	6.4	44.2	26.3	29.5
山本 竜大	49.79	日本選手権	8.52	7.84	7.18	8.0	8.4	43.1	26.6	30.4
小田 将矢	49.79	木南杯	8.52	7.98	7.38	6.3	7.5	43.6	26.4	29.9
安部 孝駿	48.80	日本選手権 (2019)	8.75	8.20	7.41	6.2	9.7	43.3	26.2	30.4
為末 大	47.89	世界陸上 (2001)	8.83	8.41	7.60	4.8	9.6	43.7	26.1	30.2

表 10 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	(最小値 - 最大値)
1	8月23日	セイコーゴールデングランプリ陸上2020東京	59.69	( 57.51 - 63.18 )
2	9月20日	第68回全日本実業団対抗陸上競技選手権大会	59.96	( 58.12 - 62.14 )
3	10月2日	第104回日本陸上競技選手権大会	57.54	( 56.50 - 58.38 )
4	10月24日	第7回木南通孝記念陸上競技大会	59.96	( 58.12 - 62.14 )
5	10月25日	全国高等学校陸上競技大会2020	59.34	( 57.51 - 60.84 )
6	10月25日	U20全国陸上競技大会	60.49	( 58.94 - 61.65 )

表 11 2020.08.23 セイコーゴールデングランプリ陸上2020 東京 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
関本 萌香	(早稲田大)	57.51	通過タイム (sec)	6.62	11.01	15.50	20.14	24.89	29.68	34.65	39.81	45.20	50.80	57.51
			区間タイム (sec)	6.62	4.39	4.49	4.64	4.75	4.79	4.97	5.16	5.39	5.61	6.72
			区間速度 (m/s)	6.79	7.98	7.80	7.55	7.36	7.31	7.04	6.79	6.50	6.24	5.96
			歩数		15	15	15	15	15	16	16	17	17	
イブラヒム 愛紗	(札幌国際大)	58.11	通過タイム (sec)	6.66	10.94	15.30	19.87	24.67	29.65	34.75	40.14	45.68	51.47	58.11
			区間タイム (sec)	6.66	4.29	4.35	4.57	4.80	4.97	5.11	5.39	5.54	5.79	6.64
			区間速度 (m/s)	6.76	8.16	8.04	7.66	7.28	7.04	6.86	6.50	6.32	6.05	6.02
			歩数		15	15	15	15	15	15	16	16	17	17
小山 佳奈	(早稲田大)	58.14	通過タイム (sec)	6.74	11.24	15.85	20.60	25.49	30.60	35.75	41.07	46.48	52.00	58.14
			区間タイム (sec)	6.74	4.50	4.60	4.75	4.89	5.11	5.16	5.32	5.41	5.52	6.13
			区間速度 (m/s)	6.68	7.77	7.60	7.36	7.16	6.86	6.79	6.58	6.48	6.34	6.52
			歩数		15	15	15	15	16	16	17	17	17	
伊藤 明子	(セレスポ)	58.56	通過タイム (sec)	6.57	10.88	15.42	20.12	25.03	30.01	35.00	40.34	45.95	51.74	58.56
			区間タイム (sec)	6.57	4.30	4.54	4.70	4.90	4.98	5.00	5.34	5.61	5.79	6.82
			区間速度 (m/s)	6.85	8.13	7.71	7.44	7.14	7.03	7.00	6.56	6.24	6.05	5.86
			歩数		15	15	16	16	16	16	17	17	17	
宇都宮 絵莉	(長谷川体育施設)	59.86	通過タイム (sec)	6.62	11.03	15.60	20.30	25.29	30.31	35.45	40.97	47.01	53.12	59.86
			区間タイム (sec)	6.62	4.40	4.57	4.70	4.99	5.02	5.14	5.52	6.04	6.11	6.74
			区間速度 (m/s)	6.79	7.95	7.66	7.44	7.02	6.97	6.81	6.34	5.80	5.73	5.93
			歩数		15	15	15	16	16	16	17	20	19	
芝田 陽香	(チームミズノ)	1:00.15	通過タイム (sec)	6.91	11.54	16.30	21.37	26.59	31.82	37.04	42.43	47.96	53.72	1:00.15
			区間タイム (sec)	6.91	4.64	4.75	5.07	5.22	5.22	5.39	5.54	5.76	6.43	
			区間速度 (m/s)	6.52	7.55	7.36	6.90	6.70	6.70	6.70	6.50	6.32	6.08	6.22
			歩数		16	16	17	17	17	17	17	17	19	
水口 萌	(東大阪大敬愛高)	1:00.50	通過タイム (sec)	6.86	11.53	16.37	21.10	25.99	31.15	36.45	42.09	47.98	53.90	1:00.50
			区間タイム (sec)	6.86	4.67	4.84	4.74	4.89	5.16	5.31	5.64	5.89	5.92	6.60
			区間速度 (m/s)	6.56	7.49	7.23	7.39	7.16	6.79	6.60	6.21	5.94	5.91	6.06
			歩数		16	17	16	17	17	17	18	18	18	
別府 理保	(熊本商高)	1:01.24	通過タイム (sec)	6.86	11.51	16.33	21.27	26.31	31.50	37.02	42.59	48.40	54.47	1:01.24
			区間タイム (sec)	6.86	4.65	4.82	4.94	5.04	5.19	5.52	5.57	5.81	6.07	6.77
			区間速度 (m/s)	6.56	7.52	7.26	7.09	6.95	6.75	6.34	6.28	6.03	5.76	5.91
			歩数		16	16	17	17	17	18	18	19	19	
王子田 萌	(NDソフトウェア)	1:03.18	通過タイム (sec)	6.92	11.68	16.60	21.52	26.61	31.87	37.30	42.89	48.92	55.59	1:03.18
			区間タイム (sec)	6.92	4.75	4.92	4.92	5.09	5.26	5.44	5.59	6.02	6.67	7.59
			区間速度 (m/s)	6.50	7.36	7.11	7.11	6.88	6.66	6.44	6.26	5.81	5.24	5.27
			歩数		16	16	16	16	17	17	17	18	20	

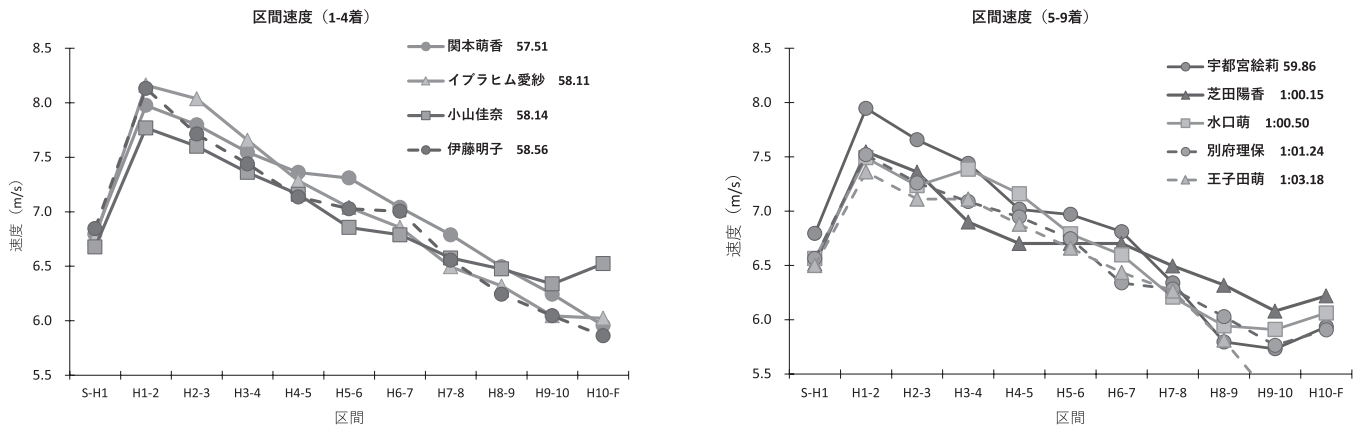


図 9 区間速度の変化 (ゴールデングランプリ 女子 400mH 決勝)

表 12 2020.09.20 第 68 回全日本実業団対抗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
宇都宮 絵莉	(長谷川体育施設)	58.12	通過タイム (sec)	6.76	11.14	15.67	20.35	25.31	30.41	35.67	41.04	46.40	51.85	58.12
			区間タイム (sec)	6.76	4.39	4.52	4.69	4.95	5.11	5.26	5.37	5.36	5.46	6.27
			区間速度 (m/s)	6.66	7.98	7.74	7.47	7.06	6.86	6.66	6.52	6.54	6.42	6.38
			歩数		15	15	15	16	16	17	17	17	17	
伊藤 明子	(セレスポ)	59.04	通過タイム (sec)	6.74	11.13	15.75	20.59	25.53	30.61	35.74	41.17	46.65	52.29	59.04
			区間タイム (sec)	6.74	4.39	4.62	4.84	4.94	5.09	5.12	5.44	5.47	5.64	6.75
			区間速度 (m/s)	6.68	7.98	7.57	7.23	7.09	6.88	6.83	6.44	6.40	6.21	5.93
			歩数		15	15	16	16	16	16	17	17	17	
青木 沙弥佳	(東邦銀行)	59.81	通過タイム (sec)	6.97	11.70	16.52	21.49	26.53	31.68	36.92	42.29	47.75	53.40	59.81
			区間タイム (sec)	6.97	4.72	4.82	4.97	5.04	5.16	5.24	5.37	5.46	5.66	6.41
			区間速度 (m/s)	6.45	7.41	7.26	7.04	6.95	6.79	6.68	6.52	6.42	6.19	6.24
			歩数		16	16	17	17	17	17	17	17	17	
九鬼 友梨恵	(加藤建設)	59.94	通過タイム (sec)	6.97	11.54	16.30	21.17	26.29	31.43	36.79	42.28	47.80	53.40	59.94
			区間タイム (sec)	6.97	4.57	4.75	4.87	5.12	5.14	5.36	5.49	5.52	5.61	6.54
			区間速度 (m/s)	6.45	7.66	7.36	7.18	6.83	6.81	6.54	6.38	6.34	6.24	6.12
			歩数		15	15	15	16	16	17	17	17	17	
川端 涼夏	(松本土建)	59.98	通過タイム (sec)	6.76	11.18	15.90	20.72	25.73	30.88	36.19	41.84	47.58	53.50	59.98
			区間タイム (sec)	6.76	4.42	4.72	4.82	5.01	5.16	5.31	5.66	5.74	5.92	6.48
			区間速度 (m/s)	6.66	7.92	7.41	7.26	6.99	6.79	6.60	6.19	6.10	5.91	6.17
			歩数		15	16	16	17	17	17	18	18	19	
南澤 明音	(松本土建)	1:00.69	通過タイム (sec)	7.16	12.00	16.87	21.82	26.83	32.03	37.52	43.03	48.58	54.29	1:00.69
			区間タイム (sec)	7.16	4.84	4.87	4.95	5.01	5.21	5.49	5.51	5.56	5.71	6.40
			区間速度 (m/s)	6.29	7.23	7.18	7.06	6.99	6.72	6.38	6.36	6.30	6.13	6.25
			歩数		16	16	16	16	16	17	17	17	18	
齋藤 真佑	(七十七銀行)	1:02.14	通過タイム (sec)	6.59	10.94	15.45	20.22	25.26	30.53	36.14	42.04	48.30	54.70	1:02.14
			区間タイム (sec)	6.59	4.35	4.50	4.77	5.04	5.27	5.61	5.91	6.26	6.41	7.44
			区間速度 (m/s)	6.83	8.04	7.77	7.34	6.95	6.64	6.24	5.93	5.59	5.46	5.38
			歩数		16	16	17	17	17	18	18	19	19	
梅原 紗月	(住友電工)	DNS	通過タイム (sec)											
			区間タイム (sec)											
			区間速度 (m/s)											
			歩数											

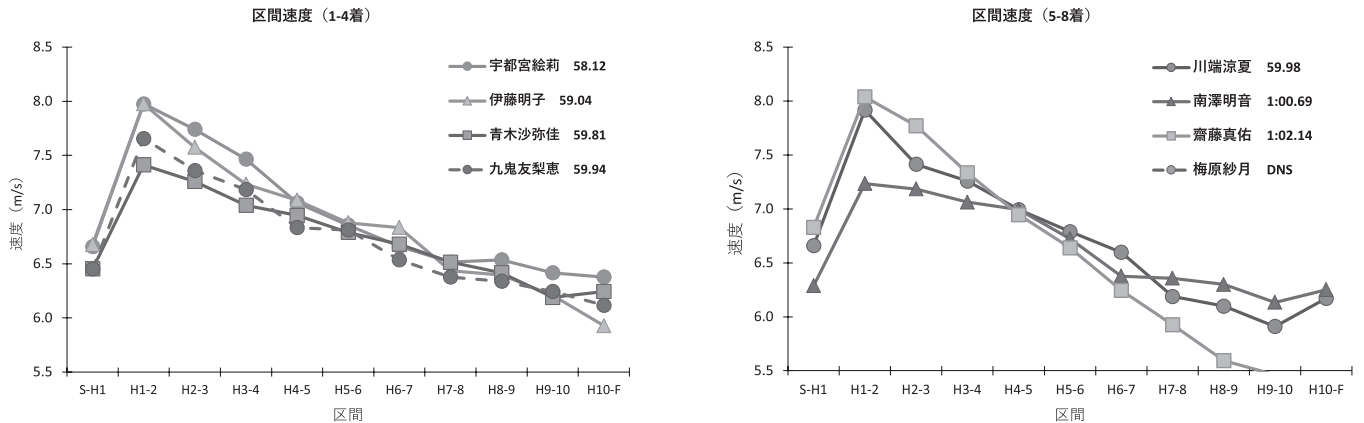


図 10 区間速度の変化 (全日本実業団 女子 400mH 決勝)

表 13 2020.10.3 第 104 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
				通過タイム (sec)	6.59	10.79	15.12	19.60	24.24	29.11	34.05	39.24	44.66	50.13
区間タイム (sec)	6.59	4.20	4.32	4.49	4.64	4.87	4.94	5.19	5.42	5.47	6.37			
区間速度 (m/s)	6.83	8.33	8.10	7.80	7.55	7.18	7.09	6.75	6.46	6.40	6.28			
歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	16	16			
宇都宮 絵莉	(長谷川体育施設)	57.09	通過タイム (sec)	6.61	10.98	15.52	20.15	24.91	29.90	34.93	40.17	45.53	50.90	57.09
区間タイム (sec)	6.61	4.37	4.54	4.64	4.75	4.99	5.04	5.24	5.36	5.37	6.19			
区間速度 (m/s)	6.81	8.01	7.71	7.55	7.36	7.02	6.95	6.68	6.54	6.52	6.46			
歩数		15	15	15	15	16	16	16	17	17	17			
伊藤 明子	(セレスポ)	57.34	通過タイム (sec)	6.52	10.86	15.37	20.00	24.77	29.75	34.72	40.02	45.46	50.92	57.34
区間タイム (sec)	6.52	4.34	4.50	4.64	4.77	4.97	4.97	5.31	5.44	5.46	6.42			
区間速度 (m/s)	6.90	8.07	7.77	7.55	7.34	7.04	7.04	6.60	6.44	6.42	6.23			
歩数		15	15	16	16	16	16	16	17	17	17			
山本 亜美	(京都橘高)	57.43	通過タイム (sec)	6.57	11.01	15.53	20.14	24.91	29.90	34.97	40.21	45.63	51.12	57.43
区間タイム (sec)	6.57	4.44	4.52	4.60	4.77	4.99	5.07	5.24	5.42	5.49	6.31			
区間速度 (m/s)	6.85	7.89	7.74	7.60	7.34	7.02	6.90	6.68	6.46	6.38	6.34			
歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	18	18			
小山 佳奈	(早稲田大)	57.44	通過タイム (sec)	6.74	11.16	15.72	20.42	25.28	30.18	35.32	40.56	45.91	51.32	57.44
区間タイム (sec)	6.74	4.42	4.55	4.70	4.85	4.90	5.14	5.24	5.36	5.41	6.12			
区間速度 (m/s)	6.68	7.92	7.68	7.44	7.21	7.14	6.81	6.68	6.54	6.48	6.53			
歩数		15	15	15	16	16	16	17	17	17	17			
関本 萌香	(早稲田大)	57.89	通過タイム (sec)	6.76	11.24	15.83	20.55	25.41	30.45	35.49	40.69	45.95	51.38	57.89
区間タイム (sec)	6.76	4.49	4.59	4.72	4.85	5.04	5.04	5.21	5.26	5.44	6.50			
区間速度 (m/s)	6.66	7.80	7.63	7.41	7.21	6.95	6.95	6.72	6.66	6.44	6.16			
歩数		15	15	15	15	16	16	16	17	17	17			
津川 瑠衣	(早稲田大)	58.21	通過タイム (sec)	6.94	11.59	16.35	21.19	26.18	31.20	36.25	41.37	46.66	52.00	58.21
区間タイム (sec)	6.94	4.65	4.75	4.84	4.99	5.02	5.06	5.12	5.29	5.34	6.21			
区間速度 (m/s)	6.48	7.52	7.36	7.23	7.02	6.97	6.92	6.83	6.62	6.56	6.44			
歩数		17	17	17	17	17	17	17	17	17	17			
川村 優佳	(早稲田大)	58.38	通過タイム (sec)	6.96	11.51	16.18	20.99	25.84	30.85	36.00	41.29	46.68	52.17	58.38
区間タイム (sec)	6.96	4.55	4.67	4.80	4.85	5.01	5.16	5.29	5.39	5.49	6.21			
区間速度 (m/s)	6.47	7.68	7.49	7.28	7.21	6.99	6.79	6.62	6.50	6.38	6.45			
歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	17			

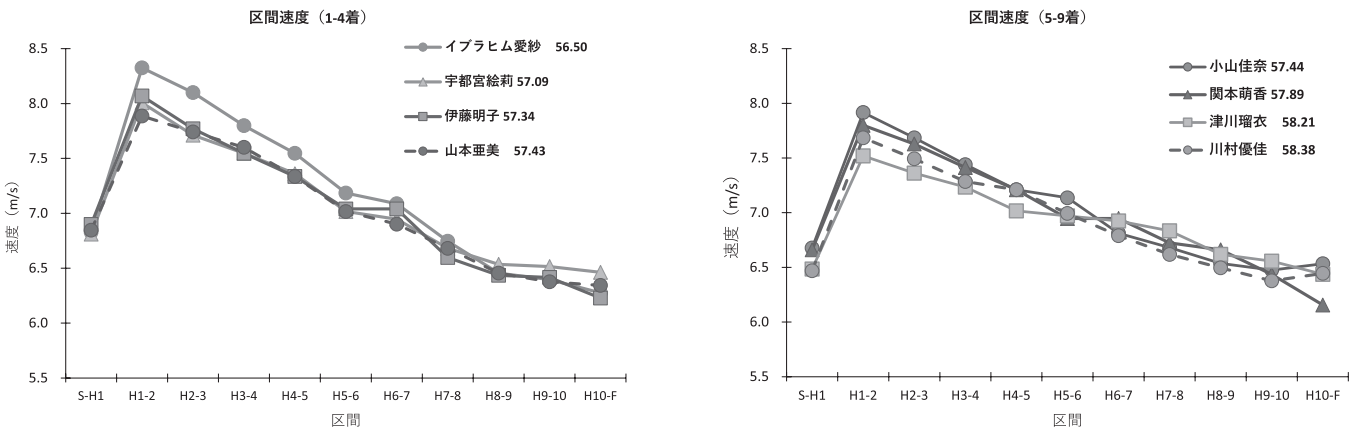


図 11 区間速度の変化 (日本選手権 女子 400mH 決勝)

表 14 2020.10.24 第7回木南通孝記念陸上競技大会 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
関本 萌香	(早稲田大)	58.09	通過タイム (sec)	6.64	11.03	15.48	19.99	24.62	29.60	34.73	39.92	45.38	51.08	58.09
			区間タイム (sec)	6.64	4.39	4.45	4.50	4.64	4.97	5.14	5.19	5.46	5.71	7.01
			区間速度 (m/s)	6.78	7.98	7.86	7.77	7.55	7.04	6.81	6.75	6.42	6.13	5.71
			歩数		15	15	15	15	16	16	17	17	17	
小山 佳奈	(早稲田大)	58.65	通過タイム (sec)	6.81	11.16	15.63	20.25	25.09	30.30	35.59	40.89	46.48	52.17	58.65
			区間タイム (sec)	6.81	4.35	4.47	4.62	4.84	5.21	5.29	5.31	5.59	5.69	6.48
			区間速度 (m/s)	6.61	8.04	7.83	7.57	7.23	6.72	6.62	6.60	6.26	6.15	6.17
			歩数		15	15	15	16	16	17	17	17	17	
宇都宮 絵莉	(長谷川体育施設)	59.32	通過タイム (sec)	6.61	11.01	15.48	20.09	24.92	30.15	35.52	41.01	46.66	52.39	59.32
			区間タイム (sec)	6.61	4.40	4.47	4.60	4.84	5.22	5.37	5.49	5.66	5.72	6.93
			区間速度 (m/s)	6.81	7.95	7.83	7.60	7.23	6.70	6.52	6.38	6.19	6.12	5.77
			歩数		15	15	15	15	16	16	17	17	17	
川端 涼夏	(松本土建)	59.45	通過タイム (sec)	6.64	10.99	15.58	20.30	25.26	30.53	35.82	41.11	46.93	52.97	59.45
			区間タイム (sec)	6.64	4.35	4.59	4.72	4.95	5.27	5.29	5.29	5.82	6.04	6.48
			区間速度 (m/s)	6.78	8.04	7.63	7.41	7.06	6.64	6.62	6.62	6.01	5.80	6.17
			歩数		15	16	16	17	17	17	17	19	19	
津波 愛樹	(福岡大)	59.94	通過タイム (sec)	6.72	11.28	15.97	21.14	26.38	31.51	36.67	42.03	47.73	53.40	59.94
			区間タイム (sec)	6.72	4.55	4.69	5.17	5.24	5.16	5.36	5.71	5.67	6.54	
			区間速度 (m/s)	6.69	7.68	7.47	6.77	6.68	6.81	6.79	6.54	6.13	6.17	6.12
			歩数		17	17	17	17	17	17	17	19	19	
齋藤 真佑	(七十七銀行)	59.97	通過タイム (sec)	6.62	11.03	15.57	20.39	25.41	30.81	36.47	41.86	47.61	53.45	59.97
			区間タイム (sec)	6.62	4.40	4.54	4.82	5.02	5.41	5.66	5.39	5.76	5.84	6.52
			区間速度 (m/s)	6.79	7.95	7.71	7.26	6.97	6.48	6.19	6.50	6.08	5.99	6.13
			歩数		16	16	17	17	17	18	18	19	19	
横田 華恋	(園田学園女子大)	1:00.50	通過タイム (sec)	6.79	11.36	16.05	20.94	25.96	31.20	36.49	41.89	47.65	53.69	1:00.50
			区間タイム (sec)	6.79	4.57	4.69	4.89	5.02	5.24	5.29	5.41	5.76	6.04	6.81
			区間速度 (m/s)	6.63	7.66	7.47	7.16	6.97	6.68	6.62	6.48	6.08	5.80	5.88
			歩数		16	16	17	17	17	17	17	17	19	
九鬼 友梨恵	(加藤建設)	1:00.75	通過タイム (sec)	6.82	11.33	15.90	20.87	26.29	31.65	36.99	42.38	48.03	53.80	1:00.75
			区間タイム (sec)	6.82	4.50	4.57	4.97	5.42	5.36	5.34	5.39	5.66	5.77	6.95
			区間速度 (m/s)	6.59	7.77	7.66	7.04	6.46	6.54	6.56	6.50	6.19	6.06	5.76
			歩数		15	15	16	17	18	17	17	17	17	

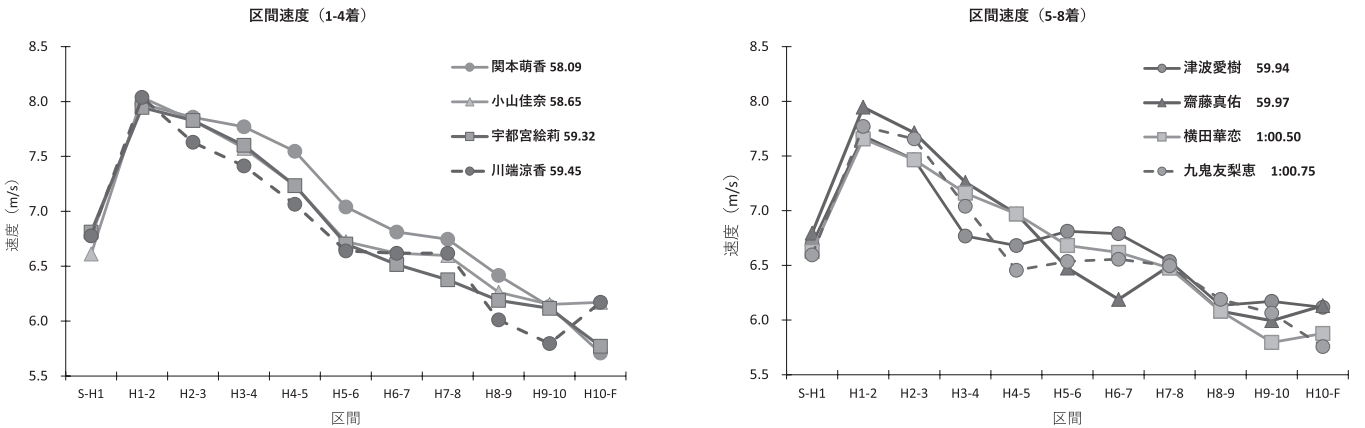


図 12 区間速度の変化 (木南記念 女子 400mH 決勝)

表 15 2020.10.25 U20 全国陸上競技大会 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
				通過タイム (sec)	6.96	11.61	16.38	21.19	26.14	31.35	36.65	42.11	47.46	52.84
区間タイム (sec)	6.96	4.65	4.77	4.80	4.95	5.21	5.31	5.46	5.36	5.37	6.10			
区間速度 (m/s)	6.47	7.52	7.34	7.28	7.06	6.72	6.60	6.42	6.54	6.52	6.56			
歩数		17	17	17	17	17	17	19	19	19	19			
青木 穂花 (青山学院大・1年)	59.02	通過タイム (sec)	6.94	11.53	16.20	21.02	26.06	31.16	36.42	41.89	47.45	52.92	59.02	
区間タイム (sec)	6.94	4.59	4.67	4.82	5.04	5.11	5.26	5.47	5.56	5.47	6.10			
区間速度 (m/s)	6.48	7.63	7.49	7.26	6.95	6.86	6.66	6.40	6.30	6.40	6.56			
歩数		16	16	17	17	17	17	17	18	18	18			
香川 夢花 (福島大・1年)	1:00.11	通過タイム (sec)	7.02	11.70	16.55	21.45	26.51	31.78	37.17	42.74	48.31	53.89	1:00.11	
区間タイム (sec)	7.02	4.67	4.85	4.90	5.06	5.27	5.39	5.57	5.57	5.57	6.22			
区間速度 (m/s)	6.41	7.49	7.21	7.14	6.92	6.64	6.50	6.28	6.28	6.28	6.43			
歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	17			
奥林 凛 (至学館大・1年)	1:00.52	通過タイム (sec)	6.87	11.59	16.47	21.49	26.61	31.90	37.32	42.83	48.33	53.94	1:00.52	
区間タイム (sec)	6.87	4.72	4.87	5.02	5.12	5.29	5.42	5.51	5.51	5.61	6.58			
区間速度 (m/s)	6.55	7.41	7.18	6.97	6.83	6.62	6.46	6.36	6.36	6.24	6.08			
歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	17			
有賀 知春 (青山学院大・1年)	1:00.72	通過タイム (sec)	6.99	11.64	16.42	21.34	26.54	32.00	37.64	43.46	49.12	54.60	1:00.72	
区間タイム (sec)	6.99	4.65	4.77	4.92	5.21	5.46	5.64	5.82	5.66	5.49	6.12			
区間速度 (m/s)	6.44	7.52	7.34	7.11	6.72	6.42	6.21	6.01	6.19	6.38	6.53			
歩数		17	17	17	17	18	19	20	19	19	19			
真鍋 綾菜 (愛知教育大・1年)	1:01.35	通過タイム (sec)	7.27	12.20	17.22	22.37	27.58	32.90	38.39	43.99	49.53	55.12	1:01.35	
区間タイム (sec)	7.27	4.92	5.02	5.16	5.21	5.32	5.49	5.61	5.54	5.59	6.23			
区間速度 (m/s)	6.19	7.11	6.97	6.79	6.72	6.58	6.38	6.24	6.32	6.26	6.42			
歩数		16	16	16	16	16	16	17	17	17	17			
大川 なずな (青山学院大・2年)	1:01.63	通過タイム (sec)	7.31	12.18	17.07	22.01	27.08	32.23	37.47	42.86	48.40	54.42	1:01.63	
区間タイム (sec)	7.31	4.87	4.89	4.94	5.07	5.16	5.24	5.39	5.54	5.62	7.21			
区間速度 (m/s)	6.16	7.18	7.16	7.09	6.90	6.79	6.68	6.50	6.32	5.81	5.55			
歩数		17	17	17	17	17	17	17	17	17	19			
阪 希望 (山形大・1年)	1:01.65	通過タイム (sec)	6.87	11.53	16.35	21.32	26.49	31.72	37.14	42.66	48.55	54.70	1:01.65	
区間タイム (sec)	6.87	4.65	4.82	4.97	5.17	5.22	5.42	5.52	5.89	6.16	6.95			
区間速度 (m/s)	6.55	7.52	7.26	7.04	6.77	6.70	6.46	6.34	5.94	5.69	5.76			
歩数		16	16	17	17	17	17	17	17	19	19			

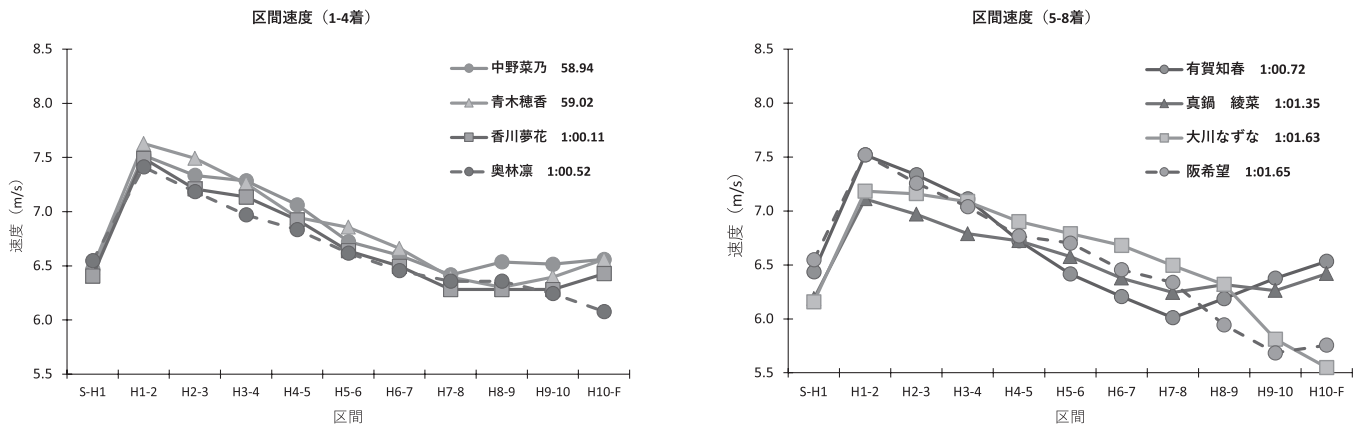


図 13 区間速度の変化 (静岡国際 女子 400mH 決勝)



表 16 2020.10.25 全国高等学校陸上競技大会 2020 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
				通過タイム (sec)	6.69	11.11	15.72	20.34	25.06	30.05	35.25	40.44	45.83	51.32
区間タイム (sec)	6.69	4.42	4.60	4.62	4.72	4.99	5.21	5.19	5.39	5.49	6.19			
区間速度 (m/s)	6.73	7.92	7.60	7.57	7.41	7.02	6.72	6.75	6.50	6.38	6.46			
歩数		16	16	16	16	17	17	17	18	18				
大野 瑞奈	(埼玉栄高・3年)	57.81	通過タイム (sec)	6.64	11.08	15.58	20.15	24.92	29.96	35.19	40.47	46.00	51.55	57.81
区間タイム (sec)	6.64	4.44	4.50	4.57	4.77	5.04	5.22	5.29	5.52	5.56	6.22			
区間速度 (m/s)	6.78	7.89	7.77	7.66	7.34	6.95	6.70	6.62	6.34	6.30	6.43			
歩数		16	16	16	16	16	17	17	17	17				
塚本 萌乃	(成田高・2年)	58.84	通過タイム (sec)	6.72	11.24	15.83	20.54	25.43	30.58	35.89	41.24	46.90	52.49	58.84
区間タイム (sec)	6.72	4.52	4.59	4.70	4.89	5.16	5.31	5.36	5.66	5.59	6.35			
区間速度 (m/s)	6.69	7.74	7.63	7.44	7.16	6.79	6.60	6.54	6.19	6.26	6.30			
歩数		17	17	17	17	18	18	19	19	19				
水口 萌	(東大阪大敬愛高・3年)	59.16	通過タイム (sec)	6.62	10.94	15.45	20.05	24.74	29.78	35.02	40.32	45.98	52.14	59.16
区間タイム (sec)	6.62	4.32	4.50	4.60	4.69	5.04	5.24	5.31	5.66	6.16	7.02			
区間速度 (m/s)	6.79	8.10	7.77	7.60	7.47	6.95	6.68	6.60	6.19	5.69	5.70			
歩数		16	16	17	17	17	17	17	17	18	19			
大川 寿美香	(三田国際学園高・2年)	59.22	通過タイム (sec)	6.84	11.46	16.12	20.89	25.84	31.00	36.29	41.61	47.20	52.90	59.22
区間タイム (sec)	6.84	4.62	4.65	4.77	4.95	5.16	5.29	5.32	5.59	5.71	6.32			
区間速度 (m/s)	6.58	7.57	7.52	7.34	7.06	6.79	6.62	6.58	6.26	6.13	6.33			
歩数		17	17	17	17	17	17	17	17	19	19			
日下 あやな	(常盤木学園高・2年)	1:00.60	通過タイム (sec)	6.86	11.39	16.03	20.80	25.68	30.90	36.64	42.38	48.31	54.27	1:00.60
区間タイム (sec)	6.86	4.54	4.64	4.77	4.87	5.22	5.74	5.74	5.94	5.94	6.33			
区間速度 (m/s)	6.56	7.71	7.55	7.34	7.18	6.70	6.10	6.10	5.89	5.88	6.32			
歩数		17	17	17	17	17	17	17	19	19	19			
工藤 芽衣	(咲くやこの花高・3年)	1:00.75	通過タイム (sec)	6.92	11.58	16.45	21.40	26.51	31.77	37.24	42.93	48.87	54.79	1:00.75
区間タイム (sec)	6.92	4.65	4.87	4.95	5.11	5.26	5.47	5.69	5.94	5.92	5.96			
区間速度 (m/s)	6.50	7.52	7.18	7.06	6.86	6.66	6.40	6.15	5.89	5.91	6.72			
歩数		17	18	17	17	17	17	17	17	19	19			
樋口 綾音	(大塚高・2年)	1:00.84	通過タイム (sec)	6.92	11.58	16.27	21.15	26.31	31.58	37.32	43.06	48.73	54.37	1:00.84
区間タイム (sec)	6.92	4.65	4.69	4.89	5.16	5.27	5.74	5.74	5.67	5.64	6.47			
区間速度 (m/s)	6.50	7.52	7.47	7.16	6.79	6.64	6.10	6.10	6.17	6.21	6.18			
歩数		16	16	17	17	17	17	17	19	19	19			

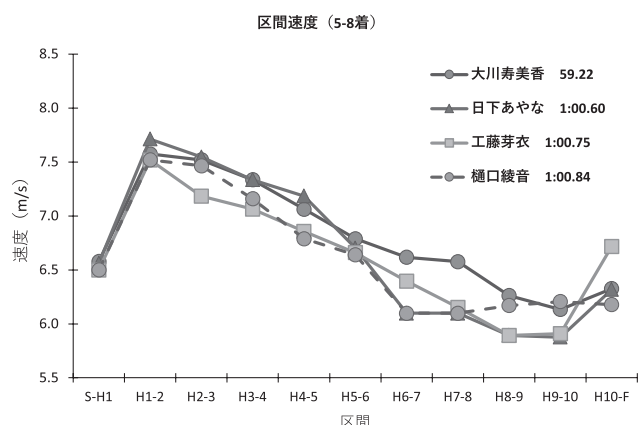
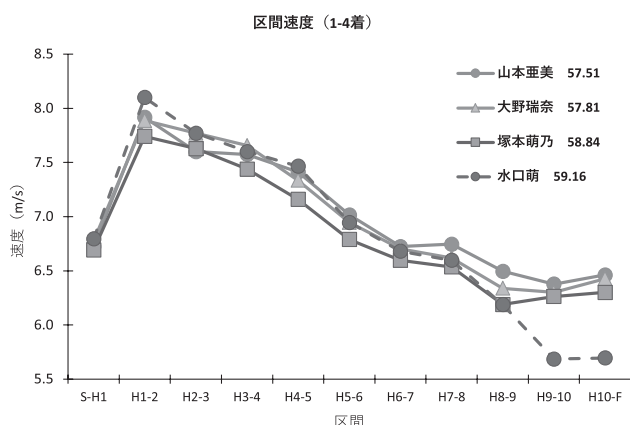


図 14 区間速度の変化 (静岡国際 女子 400mH 決勝)

表 17 第 14 回日本陸上競技選手権大会女子 400mH におけるペース配分の資料

選手名	レース記録 (sec)	区間速度 (m/s)			速度低下率 (%)		レース記録に占める割合 (%)		
		前半	中盤	後半	前半～中盤	中盤～後半	前半	中盤	後半
イブラヒム 愛紗	56.50	7.63	7.00	6.37	8.3	9.0	42.9	26.5	30.5
宇都宮 絵莉	57.09	7.43	6.88	6.50	7.4	5.5	43.6	26.7	29.6
伊藤 明子	57.34	7.47	6.89	6.35	7.8	7.8	43.2	26.6	30.2
山本 亜美	57.43	7.43	6.86	6.39	7.6	6.9	43.4	26.6	30.0
小山 佳奈	57.44	7.32	6.87	6.52	6.1	5.2	44.0	26.6	29.4
関本 萌香	57.89	7.28	6.87	6.40	5.6	6.9	43.9	26.4	29.7
津川 瑠衣	58.21	7.07	6.91	6.53	2.2	5.5	45.0	26.1	28.9
川村 優佳	58.38	7.16	6.80	6.44	5.1	5.3	44.3	26.5	29.3
久保倉 里美	55.34	7.51	7.19	6.83	4.3	5.1	44.5	26.4	29.1

表 18 イブラヒム選手における日本記録更新の各区間タイム (速度) およびペース配分指標

記録 (sec)	前半 (S-H5)		中盤 (H5-8)		後半 (H8-F)		%S-H5	H5-8低下率
(sec)	(sec)	(m/s)	(sec)	(m/s)	(sec)	(m/s)	(%)	(%)
55.30	24.24	7.63	14.64	7.17	16.42	6.70	43.8	6.0

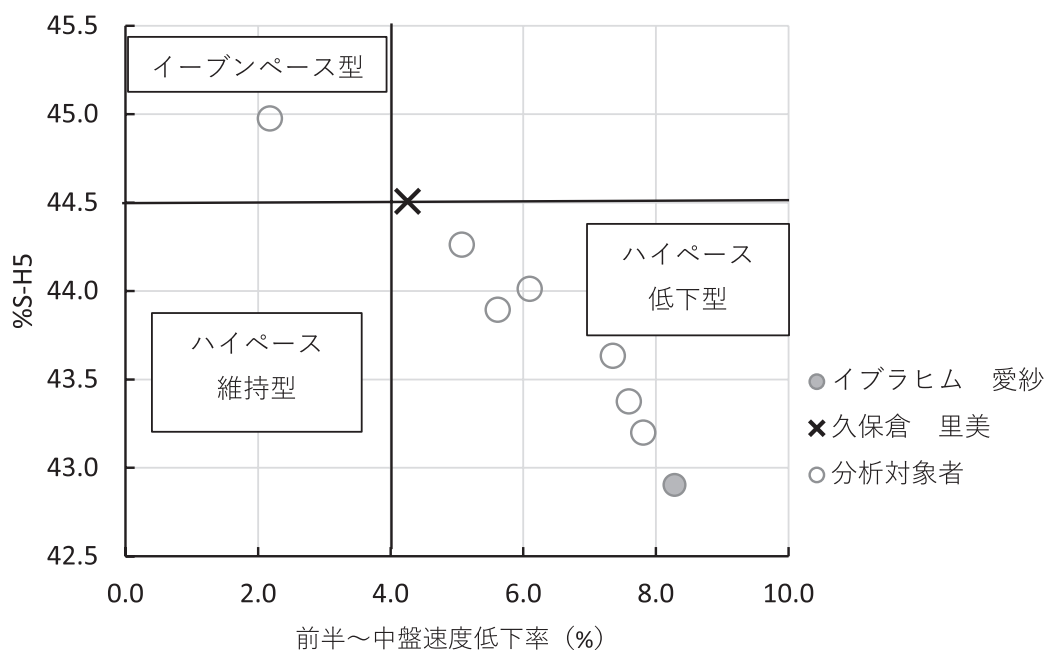


図 15 女子 400mH における H8 までのペース配分による類型化