

2022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

2022年シーズンは、第18回世界陸上競技選手権大会(以下、世界選手権)がアメリカ・オレゴン州で開催された。この大会において、男子400mHではAlison DOS SANTOS選手(ブラジル)が46.29秒の大会新記録で優勝、女子400mHではSydney McLaughlin選手(アメリカ)が50.68秒の世界新記録で優勝し、ハイレベルなレースが展開された。日本人選手としては、男子400mHに黒川和樹選手(法政大)と岸本鷹幸選手(富士通)が出場した。黒川選手は昨年開催された東京オリンピックに続く2回目の世界大会で、岸本選手はこれまでに3回の世界選手権(2011, 2013, 2015年)に続き4回目、2012年に開催されたロンドンオリンピックにも出場しており世界大会の出場は5回目となった。女子400mHでは、第106回日本選手権において山本亜美選手(立命館大)が日本歴代6位の56.38秒で2連覇を果たした。この種目での連覇達成は8年ぶりで、日本記録を持つ久保倉里美氏(当時、新潟アルビレックス)の8連覇以来であった。

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(森丘ほか, 2005; 杉本ほか, 2020; 杉本ほか, 2021)。本稿では、2022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75名(男子:43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9回木南道孝記念陸上競技大会(4月30日

～5月1日, ヤンマースタジアム長居・大阪)

②第36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):女子のみ

③セイコーゴールデングランプリ陸上(5月8日, 新国立競技場・東京):男子のみ

④第106回日本陸上競技選手権大会(6月11日～12日, ヤンマースタジアム長居・大阪)

⑤第38回U20日本陸上競技選手権大会(6月11日～12日, ヤンマースタジアム長居・大阪)

⑥第18回世界陸上競技選手権(7月16日～19日, オレゴン州ユージーン・アメリカ):男子のみ

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(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

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1日	第9回木南道孝記念陸上競技大会	49.84	(48.90 - 50.56)
3	5月8日	セイコーゴールデンランプリ陸上	49.76	(48.60 - 50.66)
4	6月11日	第106回日本陸上競技選手権大会	50.07	(48.89 - 50.70)
5	6月11日	第38回U20日本陸上競技選手権大会	51.04	(50.17 - 51.86)
6	7月19日	第18回世界陸上競技選手権大会	47.65	(46.29 - 48.92)

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。

疾走速度の低下率(%) = $[1 - (\text{中盤(後半)速度}) / \text{前半(中盤)速度}] \times 100$

また、前半、中盤、後半それぞれの区間タイムが、400mハードル記録(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

国内における分析対象競技会の決勝記録の平均、最小値および最大値を表1に示した。国内大会において最も平均記録が良かった(小さかった)競技会は、セイコーゴールデンランプリ陸上(49.76秒)であった。その中で、最も良い記録(最小値)は、同大会でBENJAMIN Rai選手(アメリカ)がマークした48.60秒であり、日本人選手では第106回日本陸上競技選手権で黒川和樹選手(法政大)がマークした48.89秒であった。

表2から表8に分析対象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、概ね13~15歩であったが、第18回世界陸上競技選手権で3位までに入賞した選手は12歩で走る区間が2~3区間あった。

②女子400mH

分析対象競技会における決勝記録の平均、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37回静岡国際陸上競技大会(58.16秒)で、最も良い記録(最小値)は、第106回日本陸上競技選手権大会で山本亜美選手(立命館大)がマークした56.38秒であった。

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7から図10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。

表14および図11は、山本亜美選手に関して2019年から2022年までの4年間のシーズンベストを記録したレースの分析結果を示したものである。山本選手の歩数は、2019年においてH1-2からH7-8までを17歩で、H8-9以降を18歩で走っていた。2020年以降はH1-2からH4-5までを16歩と歩数が減り、さらに2021年からはH8-9以降を18歩から17歩に歩数が減った。山本選手の歩数の変化がレースペースにどのような影響を及ぼしたかを明らかにするために、表15に4年間のレース前半、中盤、後半におけるペース配分を示し、それらから類型化(杉本ほか, 2021)したものを図12に示した。レース前半の歩数が17歩から16歩に減った2019年と2020年とを比べると、区間速度はレース前半において7.29m/sから7.43m/sと増大し、レース中盤において6.89m/sと6.86m/sであった。そのため、レース前半~中盤における速度低下率は5.4%から7.6%に増大した。これらのことから、2019年から2020年における記録の向上は、レース前半の歩数が減ったことで区間速度が増大し、よりハイパー

表2 2022.05.01 第9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
黒川 和樹	(法政大)	48.90	通過タイム (sec)	5.91	9.54	13.28	17.08	21.02	25.21	29.48	33.95	38.64	43.44	48.90
			区間タイム (sec)	5.91	3.63	3.74	3.80	3.94	4.19	4.27	4.47	4.69	4.80	5.46
			区間速度 (m/s)	7.61	9.64	9.36	9.21	8.88	8.35	8.20	7.83	7.46	7.29	7.33
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
CHEN Chieh	(TPE)	49.31	通過タイム (sec)	5.97	9.64	13.41	17.27	21.22	25.51	29.93	34.47	39.16	43.96	48.87
			区間タイム (sec)	5.97	3.67	3.77	3.86	3.95	4.29	4.42	4.54	4.69	4.80	4.91
			区間速度 (m/s)	7.54	9.54	9.28	9.07	8.86	8.16	7.92	7.71	7.46	7.29	8.15
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
PENG Ming-Yang	(TPE)	49.32	通過タイム (sec)	6.01	9.71	13.51	17.42	21.42	25.64	29.93	34.55	39.29	44.08	49.29
			区間タイム (sec)	6.01	3.70	3.80	3.91	4.00	4.22	4.29	4.62	4.74	4.79	5.21
			区間速度 (m/s)	7.49	9.46	9.21	8.95	8.75	8.29	8.16	7.58	7.38	7.31	7.68
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
岸本 鷹幸	(富士通)	49.84	通過タイム (sec)	5.94	9.79	13.76	17.83	21.96	26.18	30.46	34.97	39.57	44.34	49.48
			区間タイム (sec)	5.94	3.85	3.97	4.07	4.13	4.22	4.28	4.51	4.60	4.77	5.14
			区間速度 (m/s)	7.58	9.09	8.82	8.60	8.47	8.29	8.18	7.76	7.61	7.34	7.78
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
豊田 将樹	(富士通)	49.87	通過タイム (sec)	6.11	9.98	13.95	18.05	22.12	26.24	30.46	34.87	39.49	44.34	49.87
			区間タイム (sec)	6.11	3.87	3.97	4.10	4.07	4.12	4.22	4.41	4.62	4.85	5.53
			区間速度 (m/s)	7.36	9.04	8.82	8.54	8.60	8.50	8.29	7.94	7.58	7.22	7.23
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
川越 弘弥	(JAWS)	50.36	通過タイム (sec)	6.02	9.84	13.85	17.92	22.07	26.39	30.88	35.47	40.14	44.91	50.36
			区間タイム (sec)	6.02	3.82	4.01	4.07	4.15	4.32	4.49	4.59	4.67	4.77	5.45
			区間速度 (m/s)	7.48	9.16	8.73	8.60	8.43	8.10	7.80	7.63	7.49	7.34	7.34
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
小野寺 将太	(順天堂大)	50.52	通過タイム (sec)	6.31	10.28	14.35	18.47	22.62	26.79	31.03	35.57	40.24	45.10	50.52
			区間タイム (sec)	6.31	3.97	4.07	4.12	4.15	4.17	4.24	4.54	4.67	4.86	5.42
			区間速度 (m/s)	7.13	8.82	8.60	8.50	8.43	8.39	8.25	7.71	7.49	7.20	7.38
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	17	
松下 祐樹	(ミズノ)	50.56	通過タイム (sec)	6.14	10.01	13.98	18.07	22.17	26.34	30.95	35.54	40.19	44.99	50.56
			区間タイム (sec)	6.14	3.87	3.97	4.09	4.10	4.17	4.61	4.59	4.65	4.80	5.56
			区間速度 (m/s)	7.33	9.04	8.82	8.56	8.54	8.39	7.59	7.63	7.53	7.29	7.19
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	

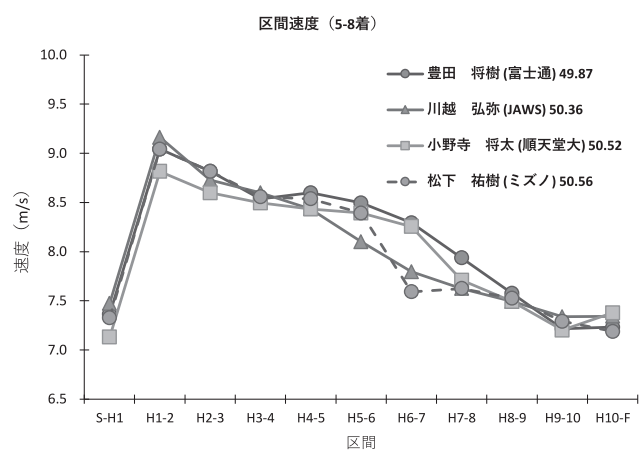
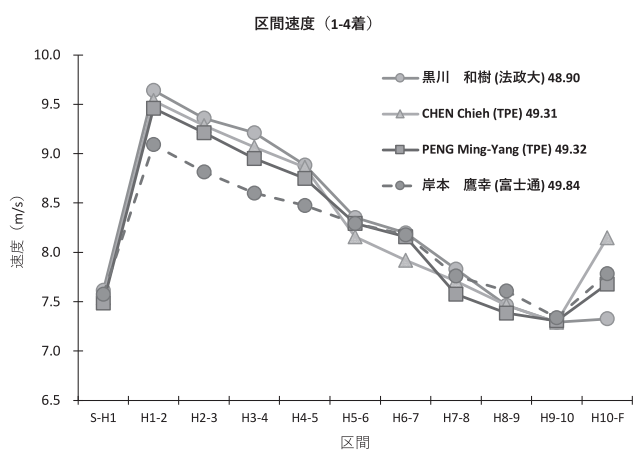


図1 区間速度の変化 (木南記念陸上 男子 400mH)

表3 2022.05.08 セイコーゴールデングラプリ陸上 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
BENJAMIN Rai	(USA)	48.60	通過タイム (sec)	5.89	9.56	13.25	17.02	20.89	24.91	29.08	33.63	38.39	43.23	48.60
			区間タイム (sec)	5.89	3.67	3.69	3.77	3.87	4.02	4.17	4.55	4.76	4.84	5.37
			区間速度 (m/s)	7.64	9.54	9.49	9.28	9.04	8.71	8.39	7.69	7.35	7.23	7.45
			歩数		13	13	13	13	13	13	13	14	14	
黒川 和樹	(法政大)	49.08	通過タイム (sec)	5.86	9.57	13.26	17.05	21.02	25.19	29.48	33.98	38.69	43.54	49.08
			区間タイム (sec)	5.86	3.71	3.69	3.79	3.97	4.17	4.29	4.50	4.71	4.85	5.54
			区間速度 (m/s)	7.68	9.43	9.48	9.24	8.82	8.39	8.16	7.78	7.43	7.22	7.22
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
CHEN Chieh	(TPE)	49.39	通過タイム (sec)	5.96	9.61	13.35	17.15	21.15	25.43	29.88	34.38	39.04	43.94	49.39
			区間タイム (sec)	5.96	3.65	3.74	3.80	4.00	4.28	4.45	4.50	4.66	4.90	5.45
			区間速度 (m/s)	7.55	9.59	9.36	9.21	8.75	8.18	7.87	7.78	7.51	7.14	7.34
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
豊田 将樹	(富士通)	49.76	通過タイム (sec)	6.09	10.09	14.21	18.37	22.56	26.78	31.03	35.42	39.89	44.49	49.76
			区間タイム (sec)	6.09	4.00	4.12	4.16	4.19	4.22	4.25	4.39	4.47	4.60	5.27
			区間速度 (m/s)	7.39	8.75	8.50	8.41	8.35	8.29	8.24	7.97	7.83	7.61	7.59
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
岸本 鷹幸	(富士通)	49.86	通過タイム (sec)	5.91	9.69	13.58	17.60	21.74	26.03	30.43	35.02	39.61	44.41	49.86
			区間タイム (sec)	5.91	3.78	3.89	4.02	4.14	4.29	4.40	4.59	4.59	4.80	5.45
			区間速度 (m/s)	7.61	9.26	9.00	8.71	8.45	8.16	7.95	7.63	7.63	7.29	7.34
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
山本 竜大	(SEKI A.C.)	49.96	通過タイム (sec)	6.11	10.06	14.06	18.12	22.26	26.51	30.88	35.35	39.86	44.54	49.96
			区間タイム (sec)	6.11	3.95	4.00	4.06	4.14	4.25	4.37	4.47	4.51	4.68	5.42
			区間速度 (m/s)	7.36	8.86	8.75	8.62	8.45	8.24	8.01	7.83	7.76	7.48	7.38
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
小野寺 将太	(順天堂大)	50.25	通過タイム (sec)	6.39	10.44	14.55	18.64	22.81	26.99	31.31	35.77	40.24	44.88	50.25
			区間タイム (sec)	6.39	4.05	4.11	4.09	4.17	4.18	4.32	4.46	4.47	4.64	5.37
			区間速度 (m/s)	7.04	8.64	8.52	8.56	8.39	8.37	8.10	7.85	7.83	7.54	7.45
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
松下 祐樹	(ミズノ)	50.31	通過タイム (sec)	6.16	10.08	14.01	18.02	22.07	26.43	30.91	35.52	40.14	44.84	50.31
			区間タイム (sec)	6.16	3.92	3.93	4.01	4.05	4.36	4.48	4.61	4.62	4.70	5.47
			区間速度 (m/s)	7.31	8.93	8.91	8.73	8.64	8.03	7.81	7.59	7.58	7.45	7.31
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
川越 弘弥	(JAWS)	50.66	通過タイム (sec)	5.97	9.73	13.70	17.67	21.79	26.21	30.76	35.40	40.12	45.01	50.66
			区間タイム (sec)	5.97	3.76	3.97	3.97	4.12	4.42	4.55	4.64	4.72	4.89	5.65
			区間速度 (m/s)	7.54	9.31	8.82	8.82	8.50	7.92	7.69	7.54	7.42	7.16	7.08
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	

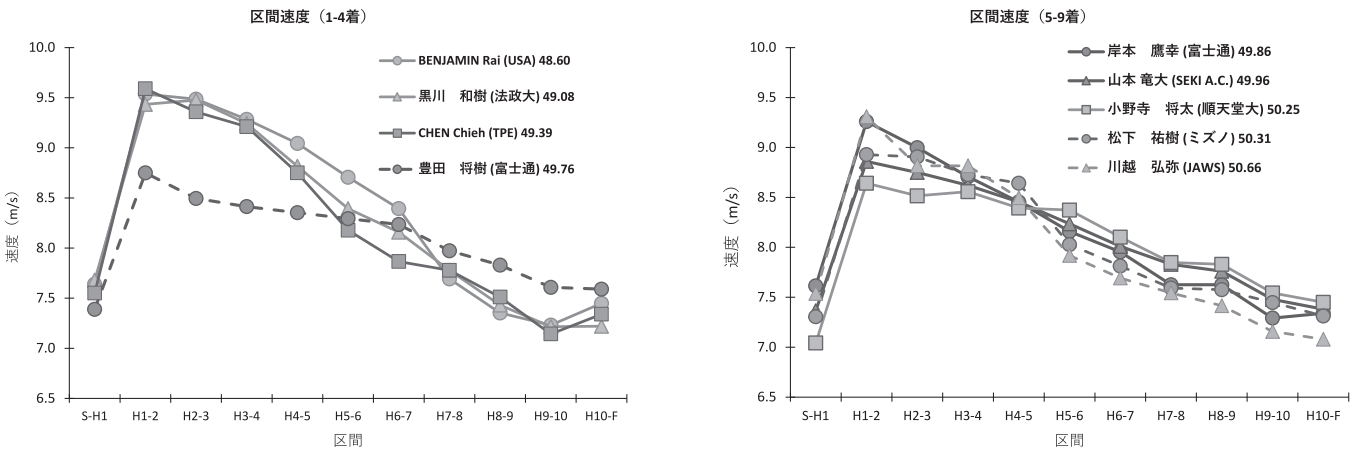


図2 区間速度の変化 (セイコーゴールデングラプリ男子400mH 決勝)

表 4 2022.06.11 第106回日本陸上競技選手権 男子 400mH 決勝

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
黒川 和樹	(法政大)	48.89	通過タイム (sec)	5.77	9.38	13.10	16.97	20.99	25.23	29.48	34.00	38.64	43.38	48.89
			区間タイム (sec)	5.77	3.61	3.72	3.87	4.02	4.24	4.25	4.52	4.64	4.74	5.51
			区間速度 (m/s)	7.80	9.70	9.41	9.04	8.71	8.25	8.24	7.74	7.54	7.38	7.26
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
川越 広弥	(JAWS)	49.72 PB	通過タイム (sec)	6.01	9.84	13.76	17.82	21.94	26.21	30.63	35.10	39.66	44.33	49.72
			区間タイム (sec)	6.01	3.83	3.92	4.06	4.12	4.27	4.42	4.47	4.56	4.67	5.39
			区間速度 (m/s)	7.49	9.14	8.93	8.62	8.50	8.20	7.92	7.83	7.68	7.49	7.42
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
豊田 将樹	(富士通)	49.85	通過タイム (sec)	6.14	10.06	14.08	18.23	22.46	26.64	30.88	35.25	39.77	44.48	49.85
			区間タイム (sec)	6.14	3.92	4.02	4.15	4.23	4.18	4.24	4.37	4.52	4.71	5.37
			区間速度 (m/s)	7.33	8.93	8.71	8.43	8.27	8.37	8.25	8.01	7.74	7.43	7.45
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
岸本 鷹幸	(富士通)	49.99	通過タイム (sec)	5.96	9.73	13.65	17.71	21.94	26.26	30.61	35.19	39.79	44.51	49.99
			区間タイム (sec)	5.96	3.77	3.92	4.06	4.23	4.32	4.35	4.58	4.60	4.72	5.48
			区間速度 (m/s)	7.55	9.28	8.93	8.62	8.27	8.10	8.05	7.64	7.61	7.42	7.30
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
高橋 祐満	(西宮市陸協)	50.35	通過タイム (sec)	6.12	10.04	14.06	18.15	22.36	26.63	31.04	35.62	40.22	44.91	50.35
			区間タイム (sec)	6.12	3.92	4.02	4.09	4.21	4.27	4.41	4.58	4.60	4.69	5.44
			区間速度 (m/s)	7.35	8.93	8.71	8.56	8.31	8.20	7.94	7.64	7.61	7.46	7.35
			歩数		14	14	14	14	14	15	15	15	15	
小野寺 将太	(順天堂大)	50.49	通過タイム (sec)	6.32	10.24	14.30	18.42	22.56	26.74	30.96	35.42	40.11	45.03	50.49
			区間タイム (sec)	6.32	3.92	4.06	4.12	4.14	4.18	4.22	4.46	4.69	4.92	5.46
			区間速度 (m/s)	7.12	8.93	8.62	8.50	8.45	8.37	8.29	7.85	7.46	7.11	7.33
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	17	
松下 祐樹	(ミズノ)	50.57	通過タイム (sec)	6.16	10.04	14.05	18.15	22.29	26.59	31.05	35.72	40.44	45.15	50.57
			区間タイム (sec)	6.16	3.88	4.01	4.10	4.14	4.30	4.46	4.67	4.72	4.71	5.42
			区間速度 (m/s)	7.31	9.02	8.73	8.54	8.45	8.14	7.85	7.49	7.42	7.43	7.38
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
岡村 州紘	(日本大)	50.70	通過タイム (sec)	6.16	9.91	13.78	17.77	21.87	26.26	30.70	35.37	40.21	45.10	50.70
			区間タイム (sec)	6.16	3.75	3.87	3.99	4.10	4.39	4.44	4.67	4.84	4.89	5.60
			区間速度 (m/s)	7.31	9.33	9.04	8.77	8.54	7.97	7.88	7.49	7.23	7.16	7.14
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	

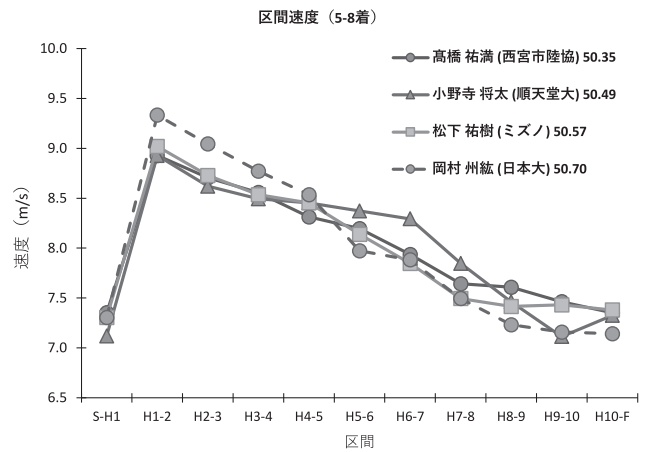
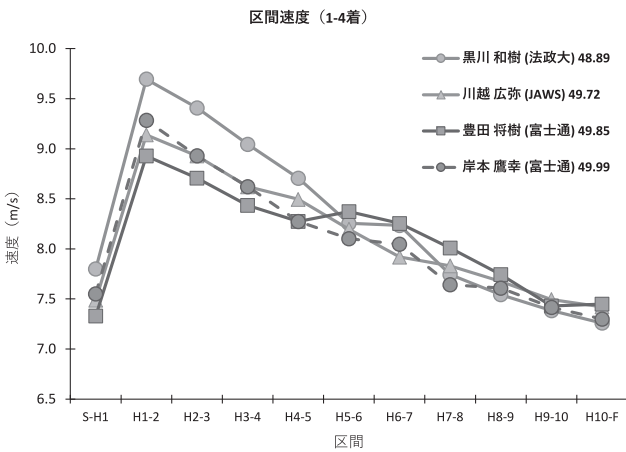


図 3 区間速度の変化 (日本選手権 男子 400mH 決勝)

表5 2022.06.11 第38回 U20 日本選手権 男子 400mH 決勝

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
紺野 稜真	(九里学園高)	50.17	通過タイム (sec)	6.21	10.24	14.36	18.59	22.76	27.03	31.35	35.72	40.14	44.73	50.17
			区間タイム (sec)	6.21	4.03	4.12	4.23	4.17	4.27	4.32	4.37	4.42	4.59	5.44
			区間速度 (m/s)	7.25	8.68	8.50	8.27	8.39	8.20	8.10	8.01	7.92	7.63	7.35
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
森高 颯治朗	(近畿大)	50.71	通過タイム (sec)	6.11	10.13	14.20	18.35	22.56	26.92	31.40	36.02	40.61	45.38	50.71
			区間タイム (sec)	6.11	4.02	4.07	4.15	4.21	4.36	4.48	4.62	4.59	4.77	5.33
			区間速度 (m/s)	7.36	8.71	8.60	8.43	8.31	8.03	7.81	7.58	7.63	7.34	7.50
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	16	
小川 大輝	(東洋大)	50.72	通過タイム (sec)	6.12	10.14	14.18	18.26	22.46	26.76	31.11	35.74	40.57	45.41	50.72
			区間タイム (sec)	6.12	4.02	4.04	4.08	4.20	4.30	4.35	4.63	4.83	4.84	5.31
			区間速度 (m/s)	7.35	8.71	8.66	8.58	8.33	8.14	8.05	7.56	7.25	7.23	7.53
			歩数		14	14	15	15	15	15	15	17	17	
京竹 泰雅	(関西大)	50.96	通過タイム (sec)	6.29	10.31	14.38	18.49	22.76	27.08	31.46	36.10	40.85	45.60	50.96
			区間タイム (sec)	6.29	4.02	4.07	4.11	4.27	4.32	4.38	4.64	4.75	4.75	5.36
			区間速度 (m/s)	7.15	8.71	8.60	8.52	8.20	8.10	7.99	7.54	7.37	7.37	7.46
			歩数		14	14	15	15	15	15	15	15	15	
盛岡 優喜	(早稲田大)	51.43	通過タイム (sec)	6.36	10.41	14.51	18.77	23.10	27.48	32.00	36.74	41.39	46.15	51.43
			区間タイム (sec)	6.36	4.05	4.10	4.26	4.33	4.38	4.52	4.74	4.65	4.76	5.28
			区間速度 (m/s)	7.08	8.64	8.54	8.22	8.08	7.99	7.74	7.38	7.53	7.35	7.58
			歩数		14	14	14	14	14	15	15	15		
武藤 優飛	(北海高)	51.46	通過タイム (sec)	6.39	10.33	14.41	18.52	22.86	27.29	31.82	36.47	41.21	46.06	51.46
			区間タイム (sec)	6.39	3.94	4.08	4.11	4.34	4.43	4.53	4.65	4.74	4.85	5.40
			区間速度 (m/s)	7.04	8.88	8.58	8.52	8.06	7.90	7.73	7.53	7.38	7.22	7.41
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	15	
洲上 翔太	(東福岡高)	51.86	通過タイム (sec)	6.16	10.09	14.11	18.31	22.69	27.16	31.70	36.49	41.36	46.25	51.86
			区間タイム (sec)	6.16	3.93	4.02	4.20	4.38	4.47	4.54	4.79	4.87	4.89	5.61
			区間速度 (m/s)	7.31	8.91	8.71	8.33	7.99	7.83	7.71	7.31	7.19	7.16	7.13
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
高橋 遼将	(法政大)	DNS	通過タイム (sec)											
			区間タイム (sec)											
			区間速度 (m/s)											
			歩数											

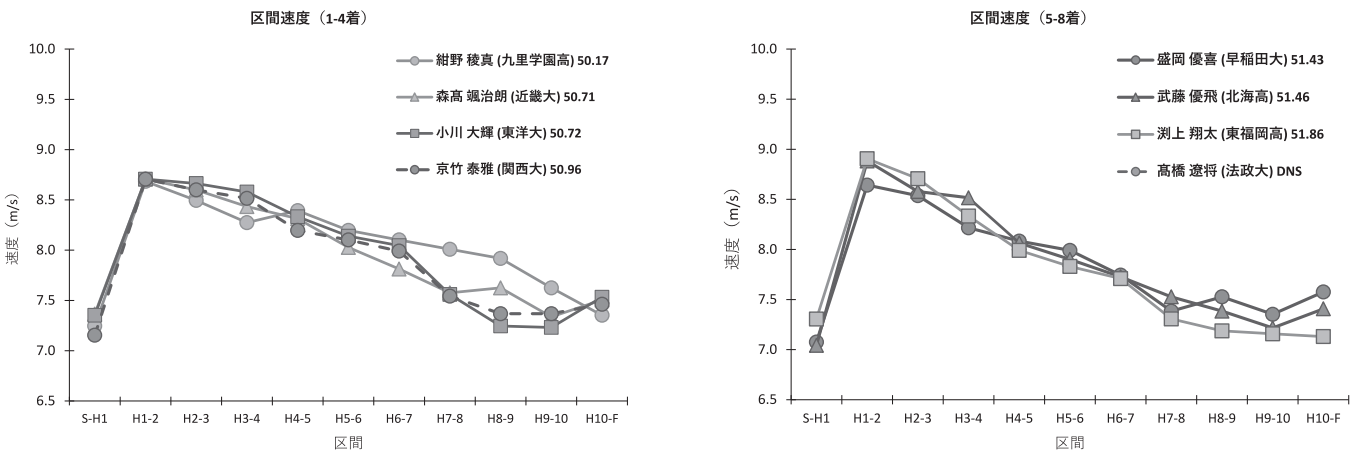


図4 区間速度の変化 (U20 日本選手権 男子 400mH 決勝)

表6 2022.07.19 第18回世界陸上競技選手権 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)	5.71	9.26	12.81	16.38	20.12	24.01	28.11	32.33	36.69	41.07
		区間タイム (sec)	5.71	3.55	3.55	3.57	3.74	3.89	4.10	4.22	4.36	4.38	5.22	
		区間速度 (m/s)	7.88	9.86	9.86	9.80	9.36	9.00	8.54	8.29	8.03	7.99	7.66	
		歩数		13	12	12	12	12	13	13	13	13	13	
Rai BENJAMIN	(USA)	46.89	通過タイム (sec)	5.76	9.33	13.03	16.75	20.45	24.32	28.38	32.60	36.94	41.47	46.89
		区間タイム (sec)	5.76	3.57	3.70	3.72	3.70	3.87	4.06	4.22	4.34	4.53	5.42	
		区間速度 (m/s)	7.81	9.80	9.46	9.41	9.46	9.04	8.62	8.29	8.06	7.73	7.38	
		歩数		13	13	13	12	12	13	13	13	13	13	
Trevor BASSITT	(USA)	47.39	通過タイム (sec)	5.86	9.54	13.21	16.90	20.69	24.72	28.98	33.30	37.77	42.33	47.39
		区間タイム (sec)	5.86	3.68	3.67	3.69	3.79	4.03	4.26	4.32	4.47	4.56	5.06	
		区間速度 (m/s)	7.68	9.51	9.54	9.49	9.23	8.68	8.22	8.10	7.83	7.68	7.91	
		歩数		13	13	12	12	13	13	13	13	13	13	
Wilfried HAPPIO	(FRA)	47.41	通過タイム (sec)	5.79	9.33	12.95	16.58	20.34	24.26	28.50	32.83	37.49	42.18	47.41
		区間タイム (sec)	5.79	3.54	3.62	3.63	3.76	3.92	4.24	4.33	4.66	4.69	5.23	
		区間速度 (m/s)	7.77	9.89	9.67	9.64	9.31	8.93	8.25	8.08	7.51	7.46	7.65	
		歩数		13	13	13	13	13	13	13	13	15	15	
Khallifah ROSSER	(USA)	47.88	通過タイム (sec)	5.89	9.59	13.38	17.15	21.02	24.99	29.16	33.48	38.00	42.59	47.88
		区間タイム (sec)	5.89	3.70	3.79	3.77	3.87	3.97	4.17	4.32	4.52	4.59	5.29	
		区間速度 (m/s)	7.64	9.46	9.23	9.28	9.04	8.82	8.39	8.10	7.74	7.63	7.56	
		歩数		13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	
Jaheel HYDE	(JAM)	48.03	通過タイム (sec)	5.71	9.26	12.86	16.52	20.25	24.27	28.40	32.83	37.47	42.33	48.03
		区間タイム (sec)	5.71	3.55	3.60	3.66	3.73	4.02	4.13	4.43	4.64	4.86	5.70	
		区間速度 (m/s)	7.88	9.86	9.72	9.56	9.38	8.71	8.47	7.90	7.54	7.20	7.02	
		歩数		13	13	13	13	13	14	14	15	15	15	
Karsten WARHOLM	(NOR)	48.42	通過タイム (sec)	5.71	9.19	12.71	16.32	19.99	23.81	27.96	32.48	37.35	42.38	48.42
		区間タイム (sec)	5.71	3.48	3.52	3.61	3.67	3.82	4.15	4.52	4.87	5.03	6.04	
		区間速度 (m/s)	7.88	10.06	9.94	9.70	9.54	9.16	8.43	7.74	7.19	6.96	6.62	
		歩数		13	13	13	13	13	13	13	15	15	15	
Rasmus MÄGI	(EST)	48.92	通過タイム (sec)	5.99	9.71	13.50	17.27	21.12	25.14	29.45	33.87	38.52	43.28	48.92
		区間タイム (sec)	5.99	3.72	3.79	3.77	3.85	4.02	4.31	4.42	4.65	4.76	5.64	
		区間速度 (m/s)	7.51	9.41	9.23	9.28	9.09	8.71	8.12	7.92	7.53	7.35	7.09	
		歩数		13	13	13	13	13	13	13	14	14	15	

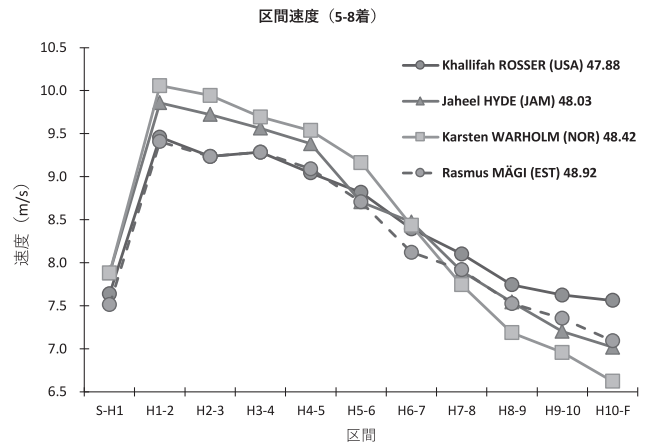
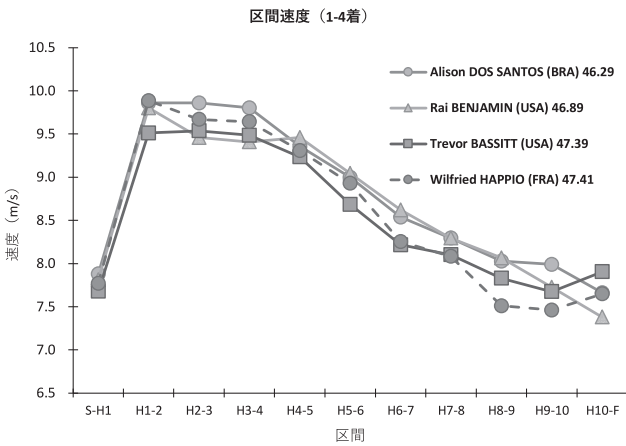


図5 区間速度の変化 (世界選手権 男子400mH)

表7 2022.07.17 第18回世界陸上競技選手権 男子400mH 準決勝 日本人選手

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
				Kazuki KUROKAWA (JPN)	49.69	通過タイム (sec)	5.81	9.49	13.35	17.18	21.14	25.33	29.68	34.25
		区間タイム (sec)	5.81	3.68	3.86	3.83	3.96	4.19	4.35	4.57	4.77	4.91	5.76	
		区間速度 (m/s)	7.75	9.51	9.07	9.14	8.84	8.35	8.05	7.66	7.34	7.13	6.94	
		歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15		

表8 2022.07.16 第18回世界陸上競技選手権 男子400mH 予選 日本人選手

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
				Kazuki KUROKAWA (JPN)	50.02	通過タイム (sec)	5.86	9.53	13.31	17.20	21.42	25.76	30.23	34.87
		区間タイム (sec)	5.86	3.67	3.78	3.89	4.22	4.34	4.47	4.64	4.77	4.87	5.51	
		区間速度 (m/s)	7.68	9.54	9.26	9.00	8.29	8.06	7.83	7.54	7.34	7.19	7.26	
		歩数		13	13	13	14	14	15	15	15	15		
Takayuki KISHIMOTO (JPN)	50.66	通過タイム (sec)	5.99	9.81	13.75	17.82	22.06	26.39	30.83	35.47	40.17	45.03	50.66	
		区間タイム (sec)	5.99	3.82	3.94	4.07	4.24	4.33	4.44	4.64	4.70	4.86	5.63	
		区間速度 (m/s)	7.51	9.16	8.88	8.60	8.25	8.08	7.88	7.54	7.45	7.20	7.10	
		歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15		

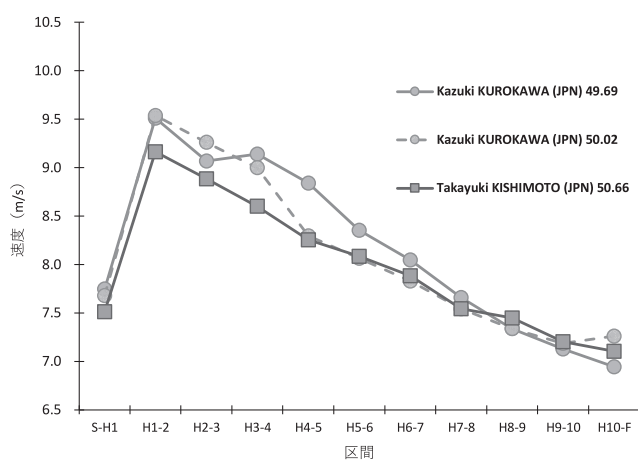


図6 区間速度の変化 (世界選手権 男子400mH 日本人選手)

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	(最小値 - 最大値)
1	4月30日	第9回木南道孝記念陸上競技大会	58.42	(57.45 - 59.39)
2	5月3日	第37回静岡国際陸上競技大会	58.16	(56.55 - 59.49)
3	6月12日	第106回日本陸上競技選手権大会	58.69	(56.38 - 59.16)
4	6月12日	第38回U20日本陸上競技選手権大会	1:01.01	(59.40 - 1:03.08)

表 10 2022.04.30 第9回木南通考記念陸上 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
BARBER Kaila	(USA)	57.45	通過タイム (sec)	6.31	10.38	14.68	19.14	24.04	29.05	34.30	39.61	45.11	50.92	57.45
			区間タイム (sec)	6.31	4.07	4.30	4.46	4.90	5.01	5.25	5.31	5.50	5.81	6.53
			区間速度 (m/s)	7.13	8.60	8.14	7.85	7.14	6.99	6.67	6.59	6.36	6.02	6.13
			歩数	15	15	15	16	16	17	17	17	17	18	
宇都宮 絵莉	(長谷川体育施設)	57.64	通過タイム (sec)	6.54	10.79	15.20	19.80	24.56	29.56	34.77	40.12	45.58	51.22	57.64
			区間タイム (sec)	6.54	4.25	4.41	4.60	4.76	5.00	5.21	5.35	5.46	5.64	6.42
			区間速度 (m/s)	6.88	8.24	7.94	7.61	7.35	7.00	6.72	6.54	6.41	6.21	6.23
			歩数	15	15	15	15	15	16	16	17	17	17	
山本 亜美	(立命館大)	58.11	通過タイム (sec)	6.79	11.23	15.85	20.51	25.36	30.51	35.77	41.12	46.53	51.94	58.11
			区間タイム (sec)	6.79	4.44	4.62	4.66	4.85	5.15	5.26	5.35	5.41	5.41	6.17
			区間速度 (m/s)	6.63	7.88	7.58	7.51	7.22	6.80	6.65	6.54	6.47	6.47	6.48
			歩数	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	
梅原 紗月	(住友電工)	58.41	通過タイム (sec)	6.72	11.18	15.80	20.50	25.36	30.30	35.42	40.62	46.18	51.84	58.41
			区間タイム (sec)	6.72	4.46	4.62	4.70	4.86	4.94	5.12	5.20	5.56	5.66	6.57
			区間速度 (m/s)	6.70	7.85	7.58	7.45	7.20	7.09	6.84	6.73	6.29	6.18	6.09
			歩数	16	16	17	17	17	17	17	17	18	18	
伊藤 明子	(セレスポ)	58.43	通過タイム (sec)	6.64	11.14	15.78	20.59	25.46	30.45	35.52	40.77	46.18	51.79	58.43
			区間タイム (sec)	6.64	4.50	4.64	4.81	4.87	4.99	5.07	5.25	5.41	5.61	6.64
			区間速度 (m/s)	6.78	7.78	7.54	7.28	7.19	7.01	6.90	6.67	6.47	6.24	6.02
			歩数	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	
青木 穂花	(青山学院大)	58.85	通過タイム (sec)	6.66	11.13	15.67	20.35	25.19	30.31	35.57	40.96	46.58	52.32	58.85
			区間タイム (sec)	6.66	4.47	4.54	4.68	4.84	5.12	5.26	5.39	5.62	5.74	6.53
			区間速度 (m/s)	6.76	7.83	7.71	7.48	7.23	6.84	6.65	6.49	6.23	6.10	6.13
			歩数	16	16	16	16	16	17	17	17	18	18	
辻井 美緒	(大阪教育大)	59.04	通過タイム (sec)	6.81	11.31	15.95	20.79	25.73	30.80	35.94	41.17	46.75	52.40	59.04
			区間タイム (sec)	6.81	4.50	4.64	4.84	4.94	5.07	5.14	5.23	5.58	5.65	6.64
			区間速度 (m/s)	6.61	7.78	7.54	7.23	7.09	6.90	6.81	6.69	6.27	6.19	6.02
			歩数	16	16	17	17	17	17	17	17	18	18	
横田 華恋	(籠谷)	59.39	通過タイム (sec)	6.62	11.03	15.60	20.30	25.14	30.21	35.42	40.77	46.35	52.45	59.39
			区間タイム (sec)	6.62	4.41	4.57	4.70	4.84	5.07	5.21	5.35	5.58	6.10	6.94
			区間速度 (m/s)	6.80	7.94	7.66	7.45	7.23	6.90	6.72	6.54	6.27	5.74	5.76
			歩数	16	16	16	16	16	17	17	17	17	18	

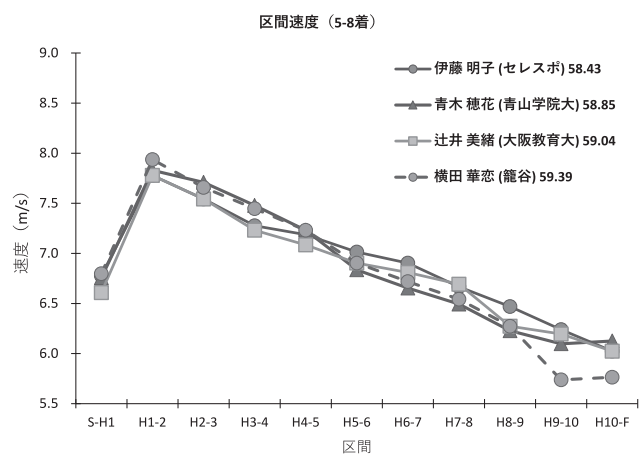
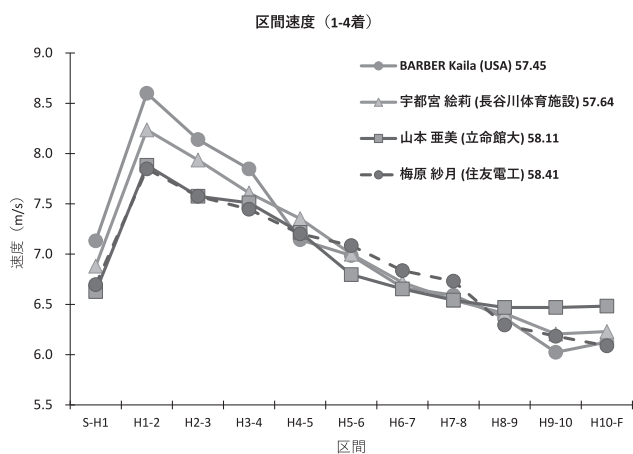


図 7 区間速度の変化 (木南記念陸上 女子 400mH)

表 11 2022.05.03 静岡国際陸上 2020 女子 400mH A 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
Kaila BARBER	(USA)	56.55	通過タイム (sec)	6.32	10.44	14.75	19.25	23.99	28.85	33.88	39.04	44.38	50.02	56.55
			区間タイム (sec)	6.32	4.12	4.31	4.50	4.74	4.86	5.03	5.16	5.34	5.64	6.53
			区間速度 (m/s)	7.12	8.50	8.12	7.78	7.38	7.20	6.96	6.78	6.55	6.21	6.13
			歩数	15	15	15	16	16	17	17	17	18		
宇都宮 絵莉	(長谷川体育施設)	57.43	通過タイム (sec)	6.67	10.96	15.47	20.07	24.82	29.86	34.92	40.14	45.53	51.08	57.43
			区間タイム (sec)	6.67	4.29	4.51	4.60	4.75	5.04	5.06	5.22	5.39	5.55	6.35
			区間速度 (m/s)	6.75	8.16	7.76	7.61	7.37	6.94	6.92	6.70	6.49	6.31	6.30
			歩数	15	15	15	15	16	16	17	17	17		
梅原 紗月	(住友電工)	57.61	通過タイム (sec)	6.86	11.33	15.87	20.52	25.26	30.16	35.20	40.29	45.66	51.22	57.61
			区間タイム (sec)	6.86	4.47	4.54	4.65	4.74	4.90	5.04	5.09	5.37	5.56	6.39
			区間速度 (m/s)	6.56	7.83	7.71	7.53	7.38	7.14	6.94	6.88	6.52	6.29	6.26
			歩数	16	16	16	17	17	17	17	18	18		
山本 亜美	(立命館大)	57.98	通過タイム (sec)	6.86	11.39	16.10	20.87	25.76	30.81	36.04	41.21	46.46	51.77	57.98
			区間タイム (sec)	6.86	4.53	4.71	4.77	4.89	5.05	5.23	5.17	5.25	5.31	6.21
			区間速度 (m/s)	6.56	7.73	7.43	7.34	7.16	6.93	6.69	6.77	6.67	6.59	6.44
			歩数	16	16	16	16	17	17	17	17	17		
横田 華恋	(籠谷)	58.37	通過タイム (sec)	6.74	11.26	15.92	20.72	25.59	30.61	35.70	40.91	46.28	51.90	58.37
			区間タイム (sec)	6.74	4.52	4.66	4.80	4.87	5.02	5.09	5.21	5.37	5.62	6.47
			区間速度 (m/s)	6.68	7.74	7.51	7.29	7.19	6.97	6.88	6.72	6.52	6.23	6.18
			歩数	16	16	16	16	17	17	17	17	17		
青木 穂花	(青山学院大)	58.56	通過タイム (sec)	6.76	11.18	15.67	20.29	25.06	29.98	35.24	40.52	46.15	51.97	58.56
			区間タイム (sec)	6.76	4.42	4.49	4.62	4.77	4.92	5.26	5.28	5.63	5.82	6.59
			区間速度 (m/s)	6.66	7.92	7.80	7.58	7.34	7.11	6.65	6.63	6.22	6.01	6.07
			歩数	16	16	16	16	17	17	17	18	18		
伊藤 明子	(セレスポ)	59.32	通過タイム (sec)	6.71	11.14	15.73	20.62	25.54	30.43	35.55	40.87	46.43	52.34	59.32
			区間タイム (sec)	6.71	4.43	4.59	4.89	4.92	4.89	5.12	5.32	5.56	5.91	6.98
			区間速度 (m/s)	6.71	7.90	7.63	7.16	7.11	7.16	6.84	6.58	6.29	5.92	5.73
			歩数	15	15	16	16	16	16	16	17	17		
工藤 芽衣	(立命館大)	59.49	通過タイム (sec)	7.01	11.68	16.38	21.34	26.46	31.70	36.97	42.29	47.71	53.37	59.49
			区間タイム (sec)	7.01	4.67	4.70	4.96	5.12	5.24	5.27	5.32	5.42	5.66	6.12
			区間速度 (m/s)	6.42	7.49	7.45	7.06	6.84	6.68	6.64	6.58	6.46	6.18	6.54
			歩数	16	16	17	17	17	17	17	17	18		

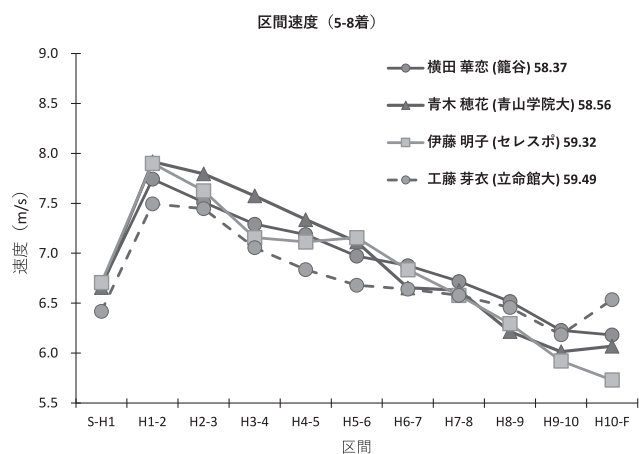
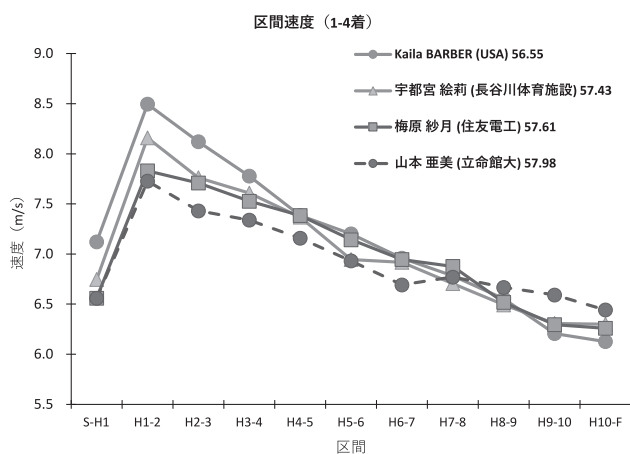


図 8 区間速度の変化 (静岡国際 女子 400mH)

表 12 2022.06.12 第106回日本陸上競技選手権 女子400mH 決勝

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)	56.38 PB	通過タイム (sec)	6.82	11.24	15.75	20.37	25.03	29.81	34.77	39.81	44.93	50.20	56.38
			区間タイム (sec)	6.82	4.42	4.51	4.62	4.66	4.78	4.96	5.04	5.12	5.27	6.18
			区間速度 (m/s)	6.60	7.92	7.76	7.58	7.51	7.32	7.06	6.94	6.84	6.64	6.47
			歩数	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	
宇都宮 絵莉	(長谷川体育施)	56.90	通過タイム (sec)	6.62	10.93	15.41	19.99	24.64	29.53	34.52	39.74	44.99	50.45	56.90
			区間タイム (sec)	6.62	4.31	4.48	4.58	4.65	4.89	4.99	5.22	5.25	5.46	6.45
			区間速度 (m/s)	6.80	8.12	7.81	7.64	7.53	7.16	7.01	6.70	6.67	6.41	6.20
			歩数	15	15	15	15	15	16	16	17	17	17	
松岡 萌絵	(中央大)	57.57 PB	通過タイム (sec)	6.82	11.46	16.20	21.02	25.91	30.98	36.05	41.26	46.51	51.75	57.57
			区間タイム (sec)	6.82	4.64	4.74	4.82	4.89	5.07	5.07	5.21	5.25	5.24	5.82
			区間速度 (m/s)	6.60	7.54	7.38	7.26	7.16	6.90	6.90	6.72	6.67	6.68	6.87
			歩数	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	
梅原 紗月	(住友電工)	57.61	通過タイム (sec)	6.79	11.28	15.82	20.52	25.31	30.20	35.22	40.41	45.75	51.23	57.61
			区間タイム (sec)	6.79	4.49	4.54	4.70	4.79	4.89	5.02	5.19	5.34	5.48	6.38
			区間速度 (m/s)	6.63	7.80	7.71	7.45	7.31	7.16	6.97	6.74	6.55	6.39	6.27
			歩数	16	16	17	17	17	17	17	17	18	18	
伊藤 明子	(セレスポ)	58.18	通過タイム (sec)	6.62	10.99	15.55	20.25	24.97	29.82	34.78	40.09	45.58	51.23	58.18
			区間タイム (sec)	6.62	4.37	4.56	4.70	4.72	4.85	4.96	5.31	5.49	5.65	6.95
			区間速度 (m/s)	6.80	8.01	7.68	7.45	7.42	7.22	7.06	6.59	6.38	6.19	5.76
			歩数	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	
青木 穂花	(青山学院大)	58.38	通過タイム (sec)	6.64	10.96	15.48	20.05	24.79	29.73	34.98	40.37	46.00	51.75	58.38
			区間タイム (sec)	6.64	4.32	4.52	4.57	4.74	4.94	5.25	5.39	5.63	5.75	6.63
			区間速度 (m/s)	6.78	8.10	7.74	7.66	7.38	7.09	6.67	6.49	6.22	6.09	6.03
			歩数	16	16	16	16	16	17	17	17	18	17	
辻井 美緒	(大阪教育大)	58.60 PB	通過タイム (sec)	6.77	11.28	15.93	20.65	25.53	30.56	35.77	41.11	46.60	52.20	58.60
			区間タイム (sec)	6.77	4.51	4.65	4.72	4.88	5.03	5.21	5.34	5.49	5.60	6.40
			区間速度 (m/s)	6.65	7.76	7.53	7.42	7.17	6.96	6.72	6.55	6.38	6.25	6.25
			歩数	16	16	16	16	16	17	17	17	18	18	
工藤 芽衣	(立命館大)	59.16	通過タイム (sec)	6.87	11.51	16.13	20.92	25.88	30.93	36.16	41.57	47.10	52.71	59.16
			区間タイム (sec)	6.87	4.64	4.62	4.79	4.96	5.05	5.23	5.41	5.53	5.61	6.45
			区間速度 (m/s)	6.55	7.54	7.58	7.31	7.06	6.93	6.69	6.47	6.33	6.24	6.20
			歩数	16	16	16	16	16	17	17	17	17	18	

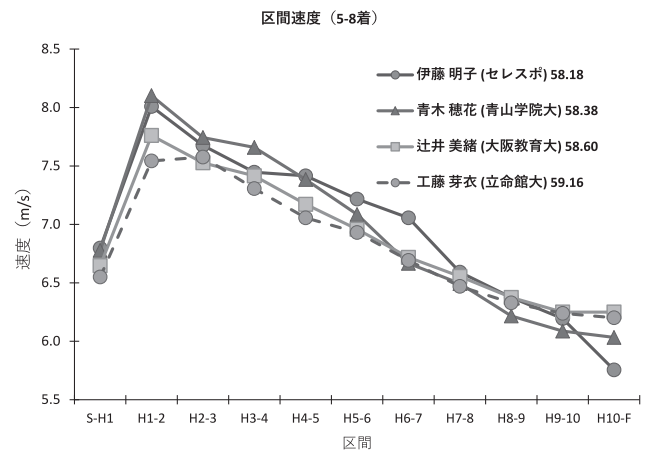
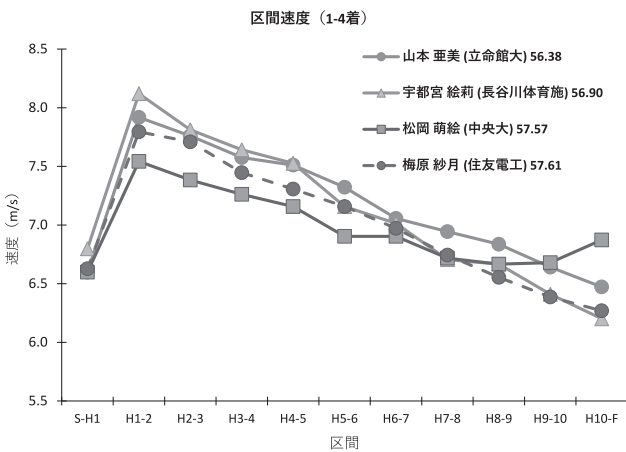


図 9 区間速度の変化 (日本選手権 女子400mH 決勝)

表 13 2022.06.12 第 38 回 U20 日本陸上競技選手権 女子 400mH 決勝

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
内藤 香乃	(北摂三田高)	59.40	通過タイム (sec)	6.86	11.39	16.10	21.05	26.04	31.05	36.24	41.59	47.26	53.04	59.40
			区間タイム (sec)	6.86	4.53	4.71	4.95	4.99	5.01	5.19	5.35	5.67	5.78	6.36
			区間速度 (m/s)	6.56	7.73	7.43	7.07	7.01	6.99	6.74	6.54	6.17	6.06	6.29
			歩数	16	16	16	16	17	17	17	18	18		
塚本 萌乃	(日本体育大)	59.96	通過タイム (sec)	6.89	11.41	16.10	21.10	26.19	31.28	36.50	41.93	47.55	53.29	59.96
			区間タイム (sec)	6.89	4.52	4.69	5.00	5.09	5.09	5.22	5.43	5.62	5.74	6.67
			区間速度 (m/s)	6.53	7.74	7.46	7.00	6.88	6.70	6.45	6.23	6.10	6.00	
			歩数	17	17	17	17	17	18	18	19	19		
夏目 紗彩	(豊川高)	1:00.28	通過タイム (sec)	6.87	11.38	16.06	20.99	25.98	31.05	36.27	41.94	47.80	53.67	1:00.28
			区間タイム (sec)	6.87	4.51	4.68	4.93	4.99	5.07	5.22	5.67	5.86	5.87	6.61
			区間速度 (m/s)	6.55	7.76	7.48	7.10	7.01	6.90	6.70	6.17	5.97	5.96	6.05
			歩数	17	17	17	17	17	17	17	19	19	19	
日下 あやな	(立命館大)	1:00.50	通過タイム (sec)	7.01	11.54	16.27	21.25	26.29	31.48	36.87	42.53	48.37	54.24	1:00.50
			区間タイム (sec)	7.01	4.53	4.73	4.98	5.04	5.19	5.39	5.66	5.84	5.87	6.26
			区間速度 (m/s)	6.42	7.73	7.40	7.03	6.94	6.74	6.49	6.18	5.99	5.96	6.39
			歩数	17	17	17	17	17	17	19	19	19	19	
益子 芽里	(中央大)	1:00.81	通過タイム (sec)	6.99	11.56	16.35	21.20	26.18	31.35	36.64	42.18	48.15	54.29	1:00.81
			区間タイム (sec)	6.99	4.57	4.79	4.85	4.98	5.17	5.29	5.54	5.97	6.14	6.52
			区間速度 (m/s)	6.44	7.66	7.31	7.22	7.03	6.77	6.62	6.32	5.86	5.70	6.13
			歩数	17	17	17	17	17	17	17	18	18	19	
和佐田 真広	(中京大中京高)	1:01.34	通過タイム (sec)	6.99	11.61	16.33	21.22	26.28	31.53	36.95	42.61	48.57	54.60	1:01.34
			区間タイム (sec)	6.99	4.62	4.72	4.89	5.06	5.25	5.42	5.66	5.96	6.03	6.74
			区間速度 (m/s)	6.44	7.58	7.42	7.16	6.92	6.67	6.46	6.18	5.87	5.80	5.93
			歩数	17	17	17	17	17	17	17	19	19	19	
小笠原 光咲	(筑紫台高)	1:02.72	通過タイム (sec)	7.22	12.01	16.78	21.89	27.16	32.40	37.87	43.58	49.33	55.64	1:02.72
			区間タイム (sec)	7.22	4.79	4.77	5.11	5.27	5.24	5.47	5.71	5.75	6.31	7.08
			区間速度 (m/s)	6.23	7.31	7.34	6.85	6.64	6.68	6.40	6.13	6.09	5.55	5.65
			歩数	16	16	17	17	17	18	18	18	19		
服部 りら	(鈴鹿高)	1:03.08	通過タイム (sec)	7.01	11.85	16.70	21.81	27.16	32.55	38.14	43.98	49.90	56.11	1:03.08
			区間タイム (sec)	7.01	4.84	4.85	5.11	5.35	5.39	5.59	5.84	5.92	6.21	6.97
			区間速度 (m/s)	6.42	7.23	7.22	6.85	6.54	6.49	6.26	5.99	5.91	5.64	5.74
			歩数	17	17	17	18	18	19	19	19	19		

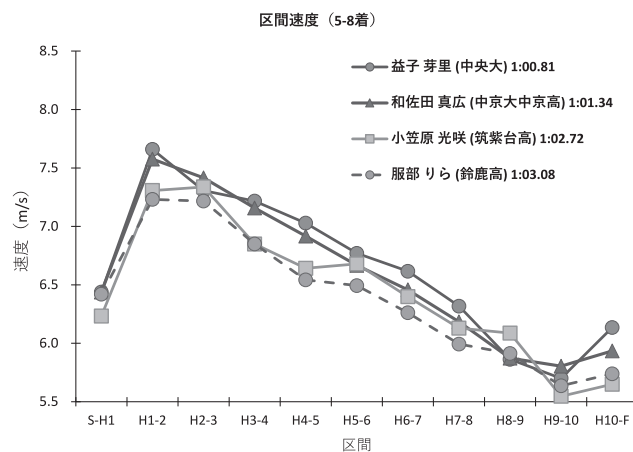
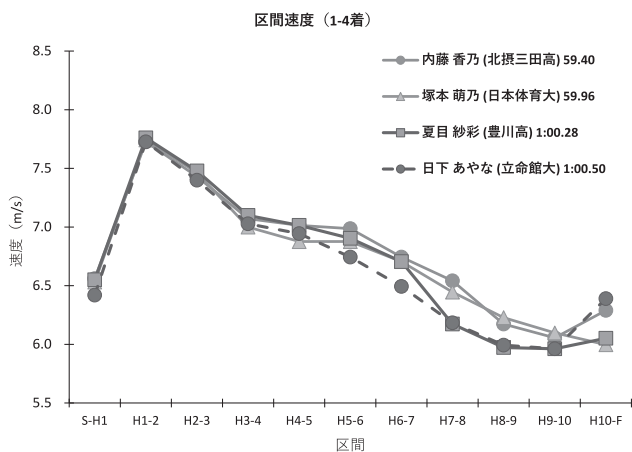


図 10 区間速度の変化 (U20 日本選手権 女子 400mH)

表 14 山本亜美選手のシーズンベスト記録（2019～2022年）のレース分析

年度	大会	ラウンド・着順	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
2022 (大学2年)	日本選手権	決勝 1着	56.38	通過タイム (sec)	6.82	11.24	15.75	20.37	25.03	29.81	34.77	39.81	44.93	50.20	56.38
				区間タイム (sec)	6.82	4.42	4.51	4.62	4.66	4.78	4.96	5.04	5.12	5.27	6.18
				区間速度 (m/s)	6.60	7.92	7.76	7.58	7.51	7.32	7.06	6.94	6.84	6.64	6.47
				歩数	16	16	16	16	17	17	17	17	17		
2021 (大学1年)	日本選手権	予選 1着	57.04	通過タイム (sec)	6.86	11.34	15.83	20.39	25.06	30.00	35.14	40.32	45.60	51.00	57.04
				区間タイム (sec)	6.86	4.48	4.49	4.56	4.67	4.94	5.18	5.28	5.40	6.04	
				区間速度 (m/s)	6.56	7.81	7.80	7.68	7.49	7.09	6.81	6.76	6.63	6.48	6.62
				歩数	16	16	16	16	17	17	17	17	17		
2020 (高校3年)	日本選手権	4位	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	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	
2019 (高校2年)	国民体育大会 少年女子共通	優勝	57.77	通過タイム (sec)	6.71	11.19	15.82	20.54	25.38	30.35	35.44	40.61	46.03	51.53	57.77
				区間タイム (sec)	6.71	4.49	4.62	4.72	4.84	4.97	5.09	5.17	5.42	5.51	6.24
				区間速度 (m/s)	6.71	7.80	7.57	7.41	7.23	7.04	6.88	6.77	6.46	6.36	6.41
				歩数	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18	

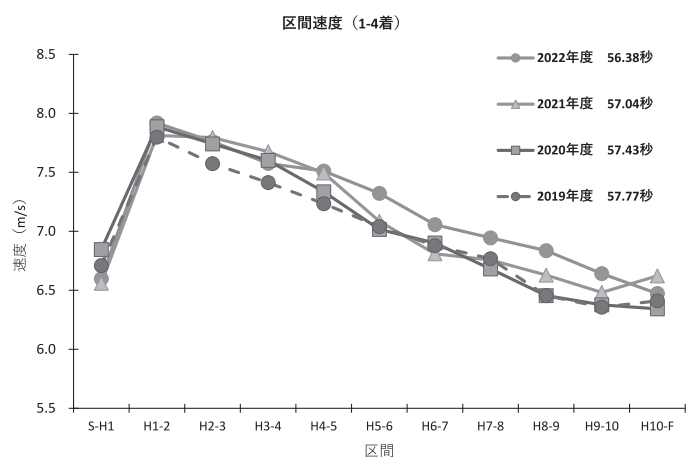


図 11 区間速度の変化（山本選手のシーズンベスト記録）

表 15 山本亜美選手のペース配分

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	
2022日本選手権	56.34	7.39	7.10	6.64	3.9	6.6	44.4	26.2	29.4
2021日本選手権（予選）	57.04	7.38	6.88	6.58	6.8	4.4	43.9	26.8	29.3
2020日本選手権	57.43	7.43	6.86	6.39	7.6	6.9	43.4	26.6	30.0
2019国民体育大会	57.77	7.29	6.89	6.41	5.4	7.0	43.9	26.4	29.7
久保倉 里美	55.34	7.51	7.19	6.83	4.3	5.1	44.5	26.4	29.1

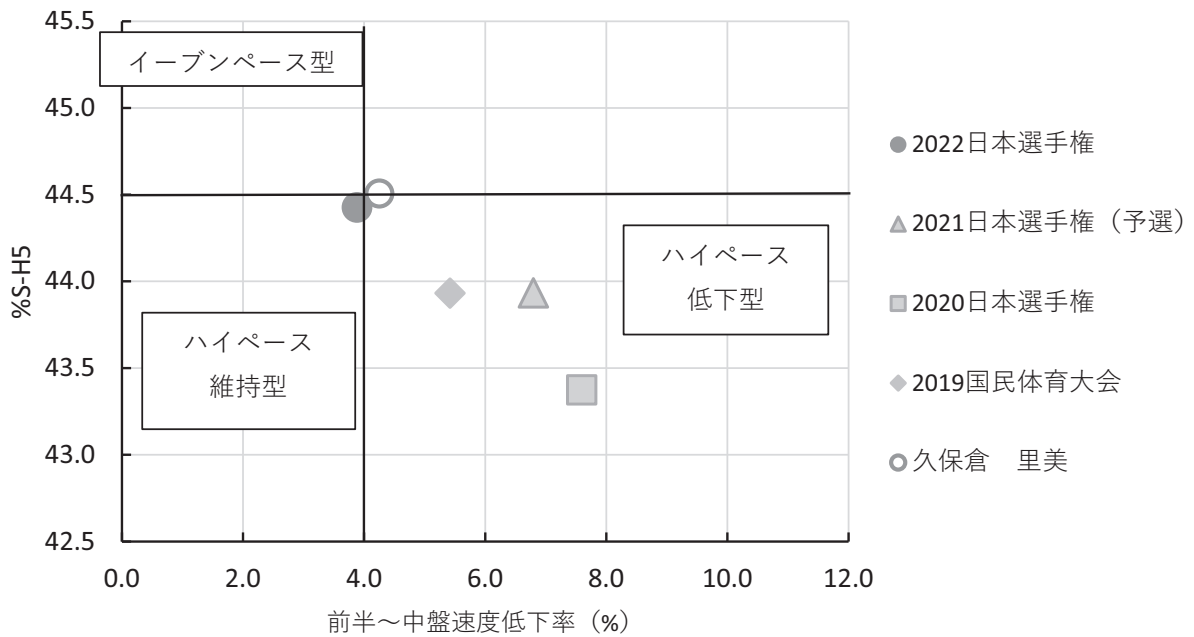


図 12 女子 400mH における H8 までのペース配分による類型化

ス低下型に移行したことによるものであったと考えられる。レース後半の歩数が減った 2020 年と 2021 年とを比べると、区間速度はレース前半において 7.43m/s から 7.38m/s と減少し、レース後半において 6.39m/s から 6.58m/s と増大した。2021 年の速度低下率は、レース前半～中盤において 6.8%，レース中盤～後半において 4.4% となり、2020 年よりも前半から中盤への低下率は抑えられ、さらに中盤から後半への低下率も抑えられた。これらのことから、2020 年から 2021 年における記録の向上は、レース前半の区間速度を抑えたことによりレース後半での歩数維持につながり速度低下を抑えられたことによるものと考えられる。歩数の変化がみられなかった 2021 年と 2022 年を比べると、区間速度はレース前半においてそれぞれ 7.38m/s と 7.39m/s であり、レース中盤において 6.88m/s から 7.10m/s と増大した。そのため、レース前半～中盤における速度低下率は 6.8% から 3.9% に減少した。これらのことから、2021 年から 2022 年における記録の向上は、レース前半から中盤の区間速度低下をより抑えレース中盤の区間速度を高めたことにより、レースペースを維持する走りとなったことによるものと考えられる。

4. 引用, 参考文献

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, 杉田正明, 松尾彰文, 阿江通良, 小林寛道 (2005) 陸上競技 400m ハードル走における一流男子選手のレースパターン分析. 日本バイオメカニクス研究, 9 (4): 196-204.
 杉本和那美, 貴嶋孝太, 柴山一仁, 森丘保典 (2020) 日本一流男女 400m ハードル選手のレースパターン分析—2020 年主要競技会について—. 陸上競技研究紀要, 16: 177-194.
 杉本和那美, 森丘保典, 貴嶋孝太, 柴山一仁 (2021) 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.