

日本一流男女 400m ハードル選手のレースパターン分析 — 2019 年の主要競技会について —

杉本和那美¹⁾ 貴嶋孝太²⁾ 柴山一仁³⁾ 森丘保典⁴⁾

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

2019 年シーズンは、日本選手権において男子 400m ハードルで安部孝駿選手（ヤマダ電機）が 48.80 秒の自己ベスト記録（48.68 秒）に迫る記録で、女子は伊藤明子選手（筑波大）が 57.09 秒の自己ベスト記録で優勝した。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、2019 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 65 名（男子：33 名，女子：32 名）であった。対象選手たちが出場した以下の 5 大会を分析対象競技会とした。

- ①第 23 回アジア陸上競技選手権大会（4 月 22 日，ドーハ・カタール）
- ②第 35 回静岡国際陸上競技選手権大会（5 月 3 日，エコパスタジアム・静岡）
- ③第 6 回木南道孝記念陸上競技大会（5 月 6 日，ヤンマースタジアム長居・大阪）
- ④セイコーゴールデングランプリ陸上 2019 大阪（5 月 19 日，ヤンマースタジアム長居・大阪）
- ⑤第 103 回日本陸上競技選手権大会（6 月 29 日，博多の森・福岡）

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。各測定区間の平均区間速度は、区間距離を区間タイムで除すことにより求めた。レース記録と各算出項目の関係について検討するために、ピアソンの積率相関係数を算出した。

3. 結果および考察

各競技会の男子 400mH 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の分析結果を表 1 から表 5 に示した。また、女子 400mH における同様の各項目を表 6 から表 9 に示した。加えて、各競技会の区間速度の変化を図 1～5 に男子を、図 6～9 に女子を示した。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。レース記録と最高区間速度との関係を図 10 に示した。男女ともにレース記録と最高区間速度との間に有意な負の相関関係がみられた（男子： $r=-0.569$, $p<.001$, 女子： $r=-0.882$, $p<.001$ ）。これらの結果は、先行研究（森田ら，1994；森丘ら，2000）と同様の結果を示した。ハードル間の歩数は、男子が 13～16 歩，女子が 15～19 歩であった。

図 11 と図 12 は、日本選手権において優勝した安

部孝俊選手と伊藤明子選手の分析対象競技会における区間速度の変化をそれぞれ示したものである。安部選手は、アジア選手権（49.74秒）よりも日本選手権（48.80秒）で好記録であった。区間速度の変化をみると、S-H1とH1-2区間での速度に差はみられず、H5-6からH10-Fにおいて日本選手権がアジア選手権より速度が大きかった。このことから、レース前半で得られた速度を5台目以降のレース中盤で維持し、記録につながっていたと考えられる。一方で、伊藤選手はS-H1からH5-6において日本選手権が他のレースより速度が大きく、レース前半での速度の大きさが記録につながっていたと考えられる。レース記録は個々の選手の体力特性に応じてレースパターンが異なること（荻部ら，1999；森丘ら，2005；森丘ら，2007）から、個々の選手の特性と関連付けてレースパターンやトレーニング課題を検討することが必要である。

4. 引用, 参考文献

- 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.
- 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）：19-204.
- 森丘保典，大森重宜，榎本靖士，杉田正明，阿江通良（2005）日本一流400mハードル選手のレースパターン分析。陸上競技研究紀要，1：111-115.
- 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 1. 2019. 04. 22 第 23 回アジア選手権 男子 400mH 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
				SAMBA Abderrahman	(QAT)	47.51 (1位)	通過タイム (sec)	5.92	9.51	13.13	16.90	20.79	24.94	29.20
			区間タイム (sec)	5.92	3.59	3.62	3.77	3.89	4.15	4.25	4.39	4.49	4.43	5.01
			区間速度 (m/s)	7.60	9.76	9.67	9.28	9.00	8.43	8.23	7.98	7.80	7.90	7.98
			歩数		13	13	13	13	13	13	14	14	14	
ABE Takatoshi	(JPN)	49.74 (5位)	通過タイム (sec)	5.97	9.64	13.33	17.10	21.04	25.19	29.66	34.27	39.06	43.93	49.74
			区間タイム (sec)	5.97	3.67	3.69	3.77	3.94	4.15	4.47	4.60	4.79	4.87	5.81
			区間速度 (m/s)	7.53	9.54	9.49	9.28	8.89	8.43	7.83	7.60	7.31	7.18	6.89
			歩数		13	13	13	13	13	14	14	15	15	

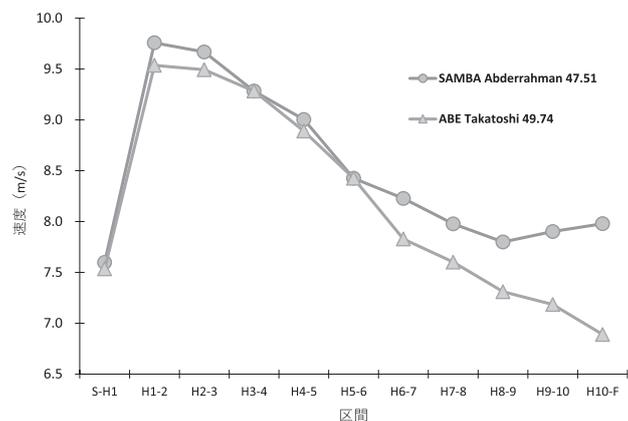


図 1 区間速度の変化 (アジア選手権 男子 400mH 決勝)

表 2. 2019.05.03 第 35 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
				野沢 啓佑 (ミズノ)	49.84	通過タイム (sec)	6.12	9.88	13.81	17.78	21.86	25.94	30.15	34.48
		区間タイム (sec)	6.12	3.75	3.94	3.97	4.07	4.09	4.20	4.34	4.72	4.92	5.71	
		区間速度 (m/s)	7.35	9.32	8.89	8.81	8.60	8.56	8.33	8.07	7.41	7.11	7.01	
		歩数		14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	
豊田 将樹 (法政大)	49.94	通過タイム (sec)	5.94	9.69	13.45	17.42	21.42	25.58	29.90	34.42	39.32	44.34	49.94	
		区間タイム (sec)	5.94	3.75	3.75	3.97	4.00	4.15	4.32	4.52	4.90	5.02	5.60	
		区間速度 (m/s)	7.58	9.32	9.32	8.81	8.74	8.43	8.10	7.74	7.14	6.97	7.15	
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	16	16		
Chieh CHEN (TPE)	50.05	通過タイム (sec)	5.96	9.58	13.28	17.13	21.10	25.26	29.76	34.35	39.24	44.33	50.05	
		区間タイム (sec)	5.96	3.62	3.70	3.85	3.97	4.15	4.50	4.59	4.89	5.09	5.72	
		区間速度 (m/s)	7.56	9.67	9.45	9.08	8.81	8.43	7.77	7.63	7.16	6.88	6.99	
		歩数		13	13	13	13	13	13	14	14	15	15	
杉町 マハウ (日本ウェルネス大学職員)	50.19	通過タイム (sec)	6.09	9.86	13.68	17.58	21.60	25.83	30.20	34.72	39.57	44.63	50.19	
		区間タイム (sec)	6.09	3.77	3.82	3.90	4.02	4.22	4.37	4.52	4.85	5.06	5.56	
		区間速度 (m/s)	7.39	9.28	9.16	8.97	8.70	8.29	8.01	7.74	7.21	6.92	7.19	
		歩数		13	13	13	13	13	13	13	13	15	15	
井上 駆 (順天堂大)	50.34	通過タイム (sec)	6.14	9.94	13.88	17.90	21.99	26.26	30.68	35.22	39.97	44.84	50.34	
		区間タイム (sec)	6.14	3.80	3.94	4.02	4.09	4.27	4.42	4.54	4.75	4.87	5.50	
		区間速度 (m/s)	7.33	9.20	8.89	8.70	8.56	8.19	7.92	7.71	7.36	7.18	7.28	
		歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15		
大林 智享 (石丸製麺)	50.48	通過タイム (sec)	6.07	10.08	14.11	18.34	22.57	26.88	31.35	35.85	40.47	45.18	50.48	
		区間タイム (sec)	6.07	4.00	4.04	4.22	4.24	4.30	4.47	4.50	4.62	4.70	5.30	
		区間速度 (m/s)	7.41	8.74	8.67	8.29	8.26	8.13	7.83	7.77	7.57	7.44	7.55	
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15		
須貝 充 (新潟アルビレックスRC)	50.56	通過タイム (sec)	6.09	9.83	13.73	17.77	21.89	26.28	30.75	35.44	40.19	45.08	50.56	
		区間タイム (sec)	6.09	3.74	3.90	4.04	4.12	4.39	4.47	4.69	4.75	4.89	5.48	
		区間速度 (m/s)	7.39	9.37	8.97	8.67	8.49	7.98	7.83	7.47	7.36	7.16	7.30	
		歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15		
真野悠太郎 (名古屋大)	50.57	通過タイム (sec)	6.12	10.01	13.90	17.97	22.12	26.36	30.78	35.30	40.01	44.95	50.57	
		区間タイム (sec)	6.12	3.89	3.89	4.07	4.15	4.24	4.42	4.52	4.70	4.95	5.61	
		区間速度 (m/s)	7.35	9.00	9.00	8.60	8.43	8.26	7.92	7.74	7.44	7.08	7.13	
		歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15		

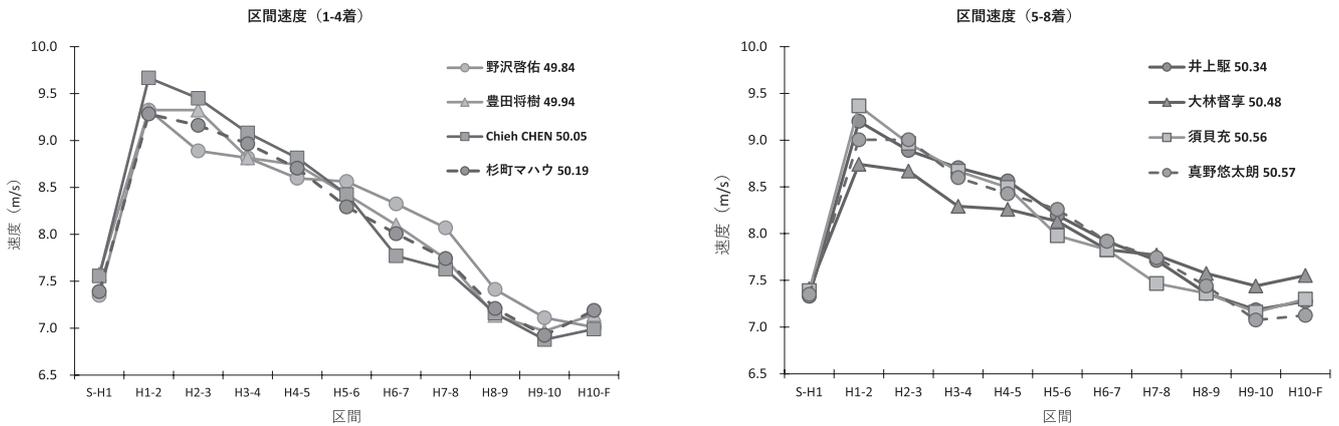


図 2 区間速度の変化 (静岡国際 男子 400mH 決勝)

表 3. 2019.05.06 第 6 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
				野沢 啓佑 (ミズノ)	49.52	通過タイム (sec)	6.04	9.79	13.61	17.45	21.47	25.53	29.76	34.18
		区間タイム (sec)	6.04	3.75	3.81	3.85	4.02	4.05	4.24	4.42	4.65	4.92	5.76	
		区間速度 (m/s)	7.45	9.32	9.18	9.10	8.70	8.63	8.26	7.92	7.52	7.11	6.95	
		歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15		
松下 祐樹 (チームミズノアスレティック)	49.57	通過タイム (sec)	6.11	9.93	13.83	17.74	21.72	25.94	30.23	34.70	39.31	44.01	49.57	
		区間タイム (sec)	6.11	3.83	3.90	3.91	3.98	4.22	4.29	4.47	4.61	4.70	5.56	
		区間速度 (m/s)	7.37	9.14	8.98	8.95	8.80	8.29	8.16	7.83	7.59	7.45	7.20	
		歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15		
Chieh CHEN (チェイニースタイペイ)	49.86	通過タイム (sec)	5.99	9.76	13.60	17.52	21.62	25.86	30.35	34.92	39.61	44.44	49.86	
		区間タイム (sec)	5.99	3.77	3.84	3.92	4.10	4.24	4.49	4.57	4.69	4.84	5.42	
		区間速度 (m/s)	7.51	9.28	9.12	8.93	8.53	8.26	7.80	7.66	7.47	7.23	7.38	
		歩数		13	13	13	13	13	14	14	15	15		
大林 晋亨 (石丸製麺)	50.11	通過タイム (sec)	6.06	10.08	14.08	18.17	22.39	26.63	30.91	35.30	39.89	44.64	50.11	
		区間タイム (sec)	6.06	4.02	4.00	4.09	4.22	4.24	4.28	4.40	4.59	4.75	5.47	
		区間速度 (m/s)	7.43	8.70	8.74	8.56	8.29	8.26	8.18	7.96	7.63	7.36	7.31	
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15		
須貝 充 (新潟アルビレックスRC)	50.16	通過タイム (sec)	6.09	9.91	13.90	17.85	21.94	26.23	30.50	35.07	39.72	44.54	50.16	
		区間タイム (sec)	6.09	3.82	3.99	3.95	4.09	4.29	4.27	4.57	4.65	4.81	5.62	
		区間速度 (m/s)	7.39	9.16	8.78	8.85	8.56	8.16	8.19	7.66	7.52	7.27	7.11	
		歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15		
前野 景 (アンダーアーマー)	50.37	通過タイム (sec)	6.04	9.83	13.68	17.53	21.67	25.91	30.34	34.87	39.56	44.49	50.37	
		区間タイム (sec)	6.04	3.79	3.85	3.85	4.14	4.24	4.43	4.53	4.69	4.94	5.88	
		区間速度 (m/s)	7.45	9.24	9.08	9.08	8.46	8.26	7.90	7.73	7.47	7.09	6.80	
		歩数		13	13	13	14	14	15	15	15	17		
高田 一就 (法政大)	50.50	通過タイム (sec)	5.89	9.79	13.66	17.48	21.60	25.88	30.21	34.80	39.56	44.63	50.50	
		区間タイム (sec)	5.89	3.90	3.87	3.82	4.12	4.27	4.34	4.59	4.75	5.07	5.87	
		区間速度 (m/s)	7.64	8.97	9.04	9.16	8.49	8.19	8.07	7.63	7.36	6.90	6.81	
		歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15		
真野 悠太郎 (名古屋大)	50.51	通過タイム (sec)	6.16	10.14	14.11	18.12	22.32	26.63	31.03	35.57	40.27	45.03	50.51	
		区間タイム (sec)	6.16	3.99	3.97	4.00	4.20	4.30	4.40	4.54	4.70	4.75	5.48	
		区間速度 (m/s)	7.31	8.78	8.81	8.74	8.33	8.13	7.95	7.71	7.44	7.36	7.30	
		歩数		14	14	14	14	14	15	15	15	15		

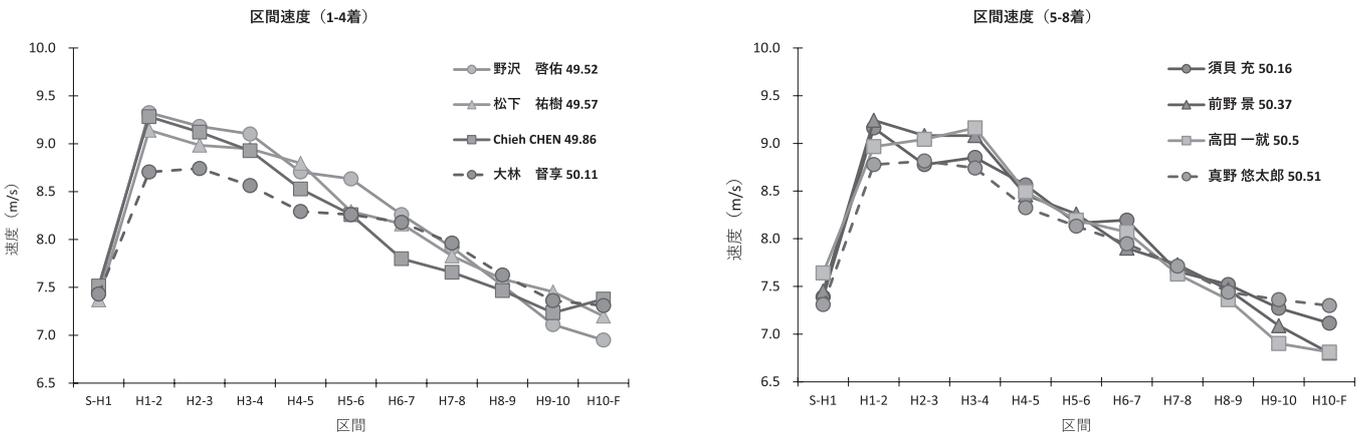


図 3 区間速度の変化 (木南記念 男子 400mH 決勝)

表 4. 2019.05.19 セイコーゴールデンングランプリ陸上 2019 大阪 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	(法政大)	50.38	通過タイム (sec)	6.14	9.94	13.81	17.85	22.02	26.39	30.86	35.50	40.22	44.98	50.38
			区間タイム (sec)	6.14	3.80	3.87	4.04	4.17	4.37	4.47	4.64	4.72	4.75	5.40
			区間速度 (m/s)	7.33	9.20	9.04	8.67	8.39	8.01	7.83	7.55	7.41	7.36	7.41
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
野沢 啓佑	(ミズノ)	50.65	通過タイム (sec)	6.14	9.91	13.88	17.87	21.99	26.14	30.46	35.02	39.98	44.94	50.65
			区間タイム (sec)	6.14	3.77	3.97	3.99	4.12	4.15	4.32	4.55	4.96	4.96	5.71
			区間速度 (m/s)	7.33	9.28	8.81	8.78	8.49	8.43	8.10	7.68	7.05	7.05	7.01
			歩数		14	14	14	14	14	14	14	16	15	
杉町 マハウ	(ブラジル)	50.87	通過タイム (sec)	6.06	9.84	13.73	17.76	21.92	26.28	30.78	35.60	40.44	45.33	50.87
			区間タイム (sec)	6.06	3.79	3.89	4.03	4.16	4.36	4.50	4.82	4.84	4.89	5.54
			区間速度 (m/s)	7.43	9.24	9.00	8.69	8.41	8.02	7.78	7.26	7.23	7.16	7.22
			歩数		13	13	13	13	13	13	14	14	14	
井上 駆	(順天堂大)	50.97	通過タイム (sec)	6.09	9.94	13.86	17.87	22.06	26.34	30.86	35.57	40.44	45.35	50.97
			区間タイム (sec)	6.09	3.85	3.92	4.00	4.19	4.29	4.52	4.70	4.87	4.90	5.62
			区間速度 (m/s)	7.39	9.08	8.93	8.74	8.36	8.16	7.74	7.44	7.18	7.14	7.11
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
陳 傑	(チャイニーズタイペイ)	51.05	通過タイム (sec)	5.92	9.58	13.37	17.18	21.20	25.41	30.03	35.00	40.09	45.20	51.05
			区間タイム (sec)	5.92	3.65	3.80	3.81	4.02	4.20	4.62	4.97	5.09	5.11	5.85
			区間速度 (m/s)	7.60	9.58	9.22	9.18	8.70	8.33	7.57	7.04	6.88	6.86	6.84
			歩数		13	13	13	13	13	14	15	16	15	
大林 晋享	(石丸製麺)	51.45	通過タイム (sec)	6.04	9.96	13.91	18.04	22.21	26.48	30.83	35.40	40.22	45.35	51.45
			区間タイム (sec)	6.04	3.92	3.95	4.13	4.16	4.27	4.35	4.57	4.81	5.13	6.10
			区間速度 (m/s)	7.45	8.93	8.85	8.48	8.41	8.19	8.04	7.66	7.27	6.82	6.56
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	17	
アロン コエチ	(ケニア)	52.48	通過タイム (sec)	6.46	10.44	14.51	18.65	22.89	27.34	31.92	36.72	41.65	46.63	52.48
			区間タイム (sec)	6.46	3.99	4.07	4.14	4.24	4.45	4.58	4.80	4.93	4.98	5.85
			区間速度 (m/s)	6.97	8.78	8.60	8.46	8.26	7.86	7.64	7.30	7.10	7.03	6.84
			歩数		13	15	13	13	15	15	15	15	15	

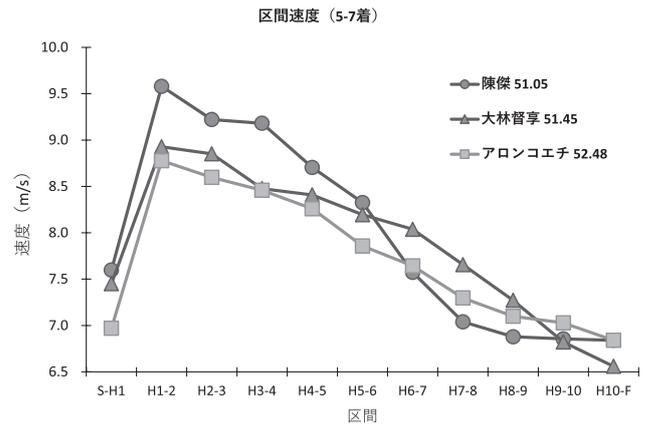
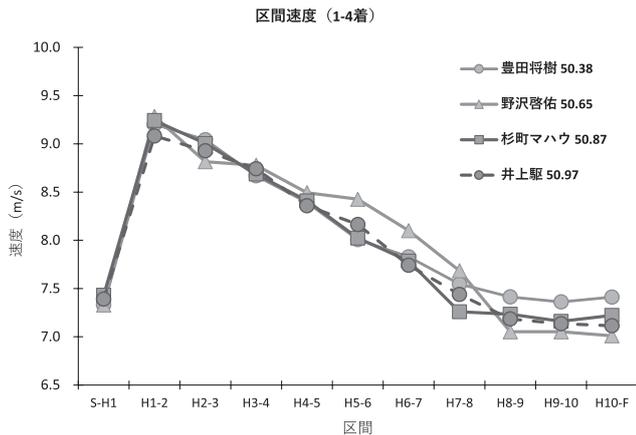


図 4 区間速度の変化 (ゴールデンングランプリ男子 400mH 決勝)

表 5. 2019.06.29 第 103 回日本選手権 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
安部 孝駿	(ヤマダ電機)	48.80	通過タイム (sec)	5.96	9.63	13.45	17.26	21.15	25.19	29.53	33.95	38.51	43.23	48.80
			区間タイム (sec)	5.96	3.67	3.82	3.81	3.90	4.04	4.34	4.42	4.55	4.72	5.57
			区間速度 (m/s)	7.56	9.54	9.16	9.18	8.98	8.67	8.07	7.92	7.68	7.41	7.18
			歩数		13	13	13	13	13	14	14	15	15	
豊田 将樹	(法政大)	49.05	通過タイム (sec)	5.92	9.74	13.61	17.65	21.69	25.88	30.16	34.53	38.99	43.68	49.05
			区間タイム (sec)	5.92	3.82	3.87	4.04	4.04	4.19	4.29	4.37	4.45	4.69	5.37
			区間速度 (m/s)	7.60	9.16	9.04	8.67	8.67	8.36	8.16	8.01	7.86	7.47	7.45
			歩数		14	14	14	14	14	14	15	15	15	
松下 祐樹	(ミズノ)	49.47	通過タイム (sec)	6.09	9.84	13.74	17.70	21.71	25.93	30.25	34.75	39.31	43.99	49.47
			区間タイム (sec)	6.09	3.75	3.90	3.96	4.00	4.22	4.32	4.50	4.55	4.69	5.45
			区間速度 (m/s)	7.39	9.32	8.98	8.83	8.74	8.29	8.10	7.77	7.47	7.47	7.34
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
野澤 啓佑	(ミズノ)	49.51	通過タイム (sec)	5.99	9.68	13.53	17.52	21.60	25.76	30.10	34.53	39.21	43.98	49.51
			区間タイム (sec)	5.99	3.69	3.85	3.99	4.09	4.15	4.34	4.44	4.67	4.77	5.53
			区間速度 (m/s)	7.51	9.49	9.08	8.78	8.56	8.43	8.07	7.89	7.49	7.34	7.23
			歩数		13	13	14	14	14	14	14	15	15	
小田 将矢	(名古屋大)	49.6	通過タイム (sec)	5.91	9.66	13.58	17.53	21.59	25.84	30.25	34.72	39.34	44.13	49.60
			区間タイム (sec)	5.91	3.75	3.92	3.95	4.05	4.25	4.40	4.47	4.62	4.79	5.47
			区間速度 (m/s)	7.62	9.32	8.93	8.85	8.63	8.23	7.95	7.83	7.57	7.31	7.31
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
真野 悠太郎	(名古屋大)	50.07	通過タイム (sec)	6.02	9.93	13.90	17.97	22.01	26.28	30.66	35.20	39.86	44.59	50.07
			区間タイム (sec)	6.02	3.90	3.97	4.07	4.04	4.27	4.39	4.54	4.65	4.74	5.48
			区間速度 (m/s)	7.47	8.97	8.81	8.60	8.67	8.19	7.98	7.71	7.52	7.39	7.30
			歩数		14	14	14	14	15	15	15	15	15	
須貝 充	(新潟アルビレックスRC)	50.27	通過タイム (sec)	6.06	9.76	13.66	17.58	21.60	25.86	30.23	34.80	39.46	44.43	50.27
			区間タイム (sec)	6.06	3.70	3.90	3.92	4.02	4.25	4.37	4.57	4.65	4.97	5.84
			区間速度 (m/s)	7.43	9.45	8.97	8.93	8.70	8.23	8.01	7.66	7.52	7.04	6.85
			歩数		13	13	13	13	14	14	15	15	15	
都 康炳	(同志社大)	51.37	通過タイム (sec)	6.17	10.08	14.20	18.32	22.56	26.96	31.53	36.10	40.82	45.88	51.37
			区間タイム (sec)	6.17	3.90	4.12	4.12	4.24	4.40	4.57	4.57	4.72	5.06	5.49
			区間速度 (m/s)	7.29	8.97	8.49	8.49	8.26	7.95	7.66	7.66	7.41	6.92	7.29
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	15	

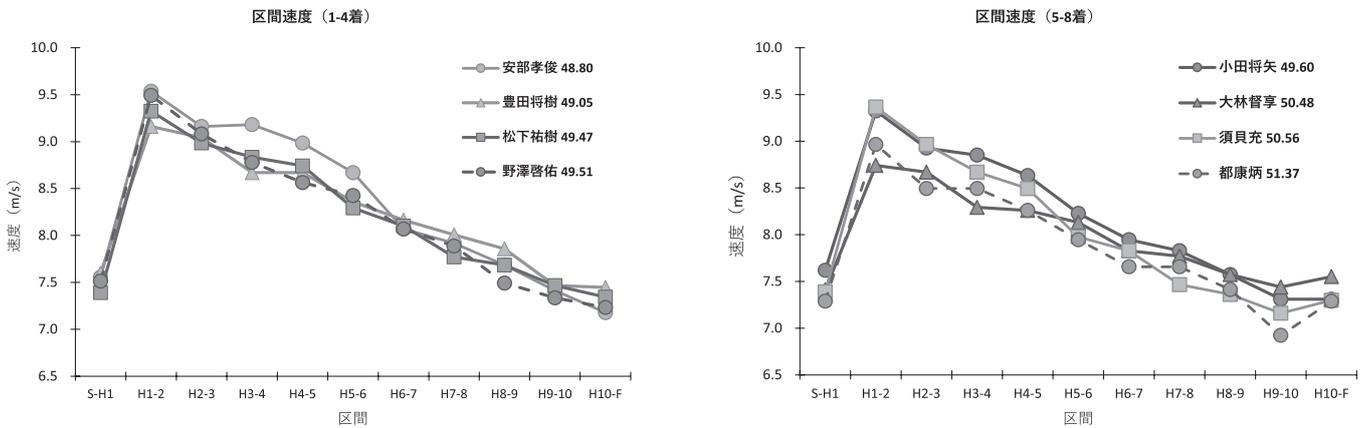


図 5 区間速度の変化 (日本選手権男子 400mH 決勝)

表 6. 2019.05.03 第 35 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
				通過タイム (sec)	6.77	11.13	15.55	20.14	25.03	29.86	34.95	40.24	45.78	51.45
区間タイム (sec)	6.77	4.35	4.42	4.59	4.89	4.84	5.09	5.29	5.54	5.67	6.35			
区間速度 (m/s)	6.64	8.04	7.92	7.63	7.16	7.23	6.88	6.62	6.32	6.17	6.30			
歩数		15	15	15	16	16	17	17	17	17	17			
伊藤 明子 (筑波大)	58.08	通過タイム (sec)	6.62	11.01	15.53	20.22	25.13	30.15	35.10	40.39	45.90	51.55	58.08	
区間タイム (sec)	6.62	4.39	4.52	4.69	4.90	5.02	4.95	5.29	5.51	5.66	6.53			
区間速度 (m/s)	6.79	7.98	7.74	7.47	7.14	6.97	7.06	6.62	6.36	6.19	6.12			
歩数		15	15	16	16	16	16	17	17	17	17			
宇都宮 絵莉 (長谷川体育施設)	58.68	通過タイム (sec)	6.52	10.81	15.28	19.85	24.69	29.71	34.87	40.26	45.81	51.72	58.68	
区間タイム (sec)	6.52	4.29	4.47	4.57	4.84	5.02	5.16	5.39	5.56	5.91	6.96			
区間速度 (m/s)	6.90	8.16	7.83	7.66	7.23	6.97	6.79	6.50	6.30	5.93	5.75			
歩数		15	15	15	15	16	16	17	17	18	18			
青木 穂花 (筑紫女学園高)	59.25	通過タイム (sec)	7.01	11.49	16.10	20.80	25.66	30.78	36.14	41.71	47.38	53.07	59.25	
区間タイム (sec)	7.01	4.49	4.60	4.70	4.85	5.12	5.36	5.57	5.67	5.69	6.17			
区間速度 (m/s)	6.42	7.80	7.60	7.44	7.21	6.83	6.54	6.28	6.17	6.15	6.48			
歩数		17	17	17	17	17	18	18	18	18	18			
王子田 萌 (NDソフトウェア)	59.54	通過タイム (sec)	6.87	11.41	16.15	20.97	25.94	31.11	36.37	41.73	47.31	53.17	59.54	
区間タイム (sec)	6.87	4.54	4.74	4.82	4.97	5.17	5.26	5.36	5.59	5.86	6.37			
区間速度 (m/s)	6.55	7.71	7.39	7.26	7.04	6.77	6.66	6.54	6.26	5.98	6.28			
歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	17			
関本 萌香 (早稲田大)	59.55	通過タイム (sec)	6.89	11.31	15.82	20.42	25.13	30.00	35.22	40.64	46.41	52.64	59.55	
区間タイム (sec)	6.89	4.42	4.50	4.60	4.70	4.87	5.22	5.42	5.77	6.22	6.91			
区間速度 (m/s)	6.53	7.92	7.77	7.60	7.44	7.18	6.70	6.46	6.06	5.62	5.79			
歩数		15	15	15	15	15	16	16	17	18	18			
川端 涼夏 (松本土建)	59.87	通過タイム (sec)	6.76	11.21	15.87	20.64	25.58	30.66	36.05	41.68	47.36	53.32	59.87	
区間タイム (sec)	6.76	4.45	4.65	4.77	4.94	5.09	5.39	5.62	5.69	5.96	6.55			
区間速度 (m/s)	6.66	7.86	7.52	7.34	7.09	6.88	6.50	6.23	6.15	5.88	6.11			
歩数		15	16	16	16	16	17	18	18	19	19			
吉田 佳純 (駿河台大)	59.90	通過タイム (sec)	6.77	11.28	15.82	20.54	25.44	30.50	35.74	41.21	47.03	53.07	59.90	
区間タイム (sec)	6.77	4.50	4.54	4.72	4.90	5.06	5.24	5.47	5.82	6.04	6.83			
区間速度 (m/s)	6.64	7.77	7.71	7.41	7.14	6.92	6.68	6.40	6.01	5.80	5.85			
歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	19	19			

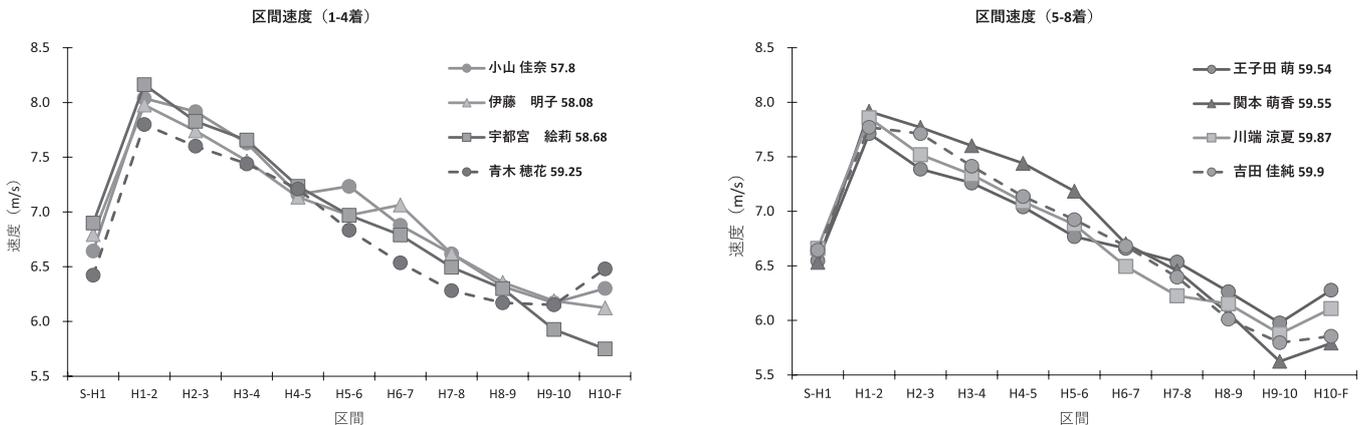


図 6 区間速度の変化 (静岡国際 女子 400mH 決勝)

表 7. 2019.05.06 第 6 回木南道孝記念陸上 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
				宇都宮 絵莉 (長谷川体育施設) 57.05	通過タイム (sec)	6.52	10.83	15.30	19.90	24.69	29.75	34.82	40.05	45.40
		区間タイム (sec)	6.52	4.30	4.47	4.60	4.79	5.06	5.07	5.23	5.36	5.39	6.26	
		区間速度 (m/s)	6.90	8.13	7.83	7.60	7.31	6.92	6.90	6.69	6.54	6.50	6.39	
		歩数		15	15	15	15	16	16	17	17	17		
小山 佳奈 (早稲田大) 57.77	通過タイム (sec)	6.76	11.11	15.57	20.24	25.14	30.11	35.09	40.22	45.62	51.20	57.77		
	区間タイム (sec)	6.76	4.35	4.45	4.67	4.90	4.97	4.97	5.14	5.40	5.58	6.57		
	区間速度 (m/s)	6.66	8.04	7.86	7.49	7.14	7.04	7.04	6.81	6.49	6.27	6.09		
	歩数		15	15	15	16	16	17	17	17	17	17		
イブラヒム 愛紗 (札幌国際大) 58.09	通過タイム (sec)	6.71	11.13	15.72	20.35	25.19	30.18	35.35	40.57	46.08	51.69	58.09		
	区間タイム (sec)	6.71	4.42	4.59	4.64	4.84	4.99	5.17	5.22	5.51	5.61	6.40		
	区間速度 (m/s)	6.71	7.92	7.63	7.55	7.23	7.02	6.77	6.70	6.36	6.24	6.25		
	歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	16	16		
芝田 陽香 (チームミズノアスレティック) 58.24	通過タイム (sec)	6.67	11.09	15.56	20.27	25.21	30.18	35.32	40.54	46.10	51.85	58.24		
	区間タイム (sec)	6.67	4.42	4.46	4.71	4.94	4.97	5.14	5.22	5.56	5.76	6.39		
	区間速度 (m/s)	6.74	7.92	7.84	7.43	7.09	7.04	6.81	6.70	6.30	6.08	6.26		
	歩数		16	16	17	17	17	17	17	17	18	18		
関本 明香 (早稲田大) 58.40	通過タイム (sec)	6.72	11.21	15.72	20.32	25.11	30.04	35.04	40.26	45.75	51.53	58.40		
	区間タイム (sec)	6.72	4.49	4.50	4.60	4.79	4.93	5.00	5.22	5.49	5.79	6.87		
	区間速度 (m/s)	6.69	7.80	7.77	7.60	7.31	7.10	7.00	6.70	6.38	6.05	5.83		
	歩数		15	15	15	15	16	16	17	17	17	17		
王子田 萌 (NDソフトウェア) 58.88	通過タイム (sec)	6.87	11.44	16.20	20.95	25.96	31.08	36.32	41.57	46.96	52.45	58.88		
	区間タイム (sec)	6.87	4.57	4.75	4.75	5.01	5.12	5.24	5.26	5.39	5.49	6.43		
	区間速度 (m/s)	6.55	7.66	7.36	7.36	6.99	6.83	6.68	6.66	6.50	6.38	6.22		
	歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	17		
カラザース 圭菜 (東京陸協) 58.90	通過タイム (sec)	6.81	11.34	16.00	20.77	25.59	30.63	35.77	41.14	46.61	52.32	58.90		
	区間タイム (sec)	6.81	4.54	4.65	4.77	4.82	5.04	5.14	5.37	5.47	5.71	6.58		
	区間速度 (m/s)	6.61	7.71	7.52	7.34	7.26	6.95	6.81	6.52	6.40	6.13	6.08		
	歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	17		
比嘉 和希 (山梨学院大) 59.03	通過タイム (sec)	6.97	11.53	16.22	20.99	25.88	30.91	36.04	41.32	46.78	52.43	59.03		
	区間タイム (sec)	6.97	4.55	4.69	4.77	4.89	5.04	5.12	5.28	5.46	5.65	6.60		
	区間速度 (m/s)	6.45	7.68	7.47	7.34	7.16	6.95	6.83	6.63	6.41	6.20	6.06		
	歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	17		

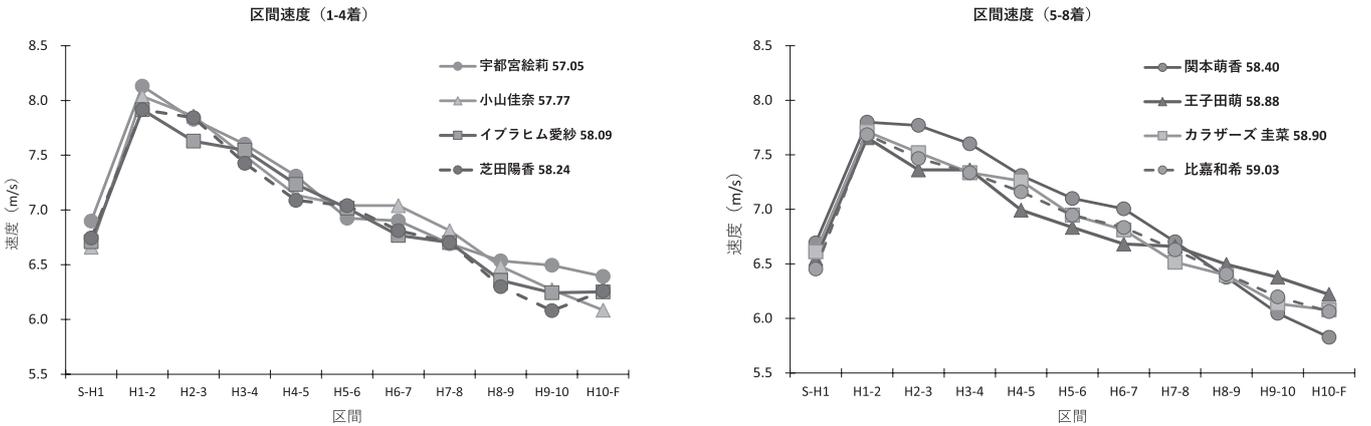


図 7 区間速度の変化 (木南記念 女子 400mH 決勝)

表 8. 2019.05.19 セイコーゴールデンングランプリ陸上 2019 大阪 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
ダリラムハンマド	(アメリカ)	53.88	通過タイム (sec)	6.21	10.23	14.51	18.94	23.47	28.16	32.75	37.49	42.46	47.80	53.88
			区間タイム (sec)	6.21	4.02	4.29	4.42	4.54	4.69	4.59	4.74	4.97	5.34	6.08
			区間速度 (m/s)	7.25	8.70	8.16	7.92	7.71	7.47	7.63	7.39	7.04	6.56	6.58
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	15	16	16
ティアアダナベル	(アメリカ)	55.42	通過タイム (sec)	6.51	10.64	14.85	19.24	23.77	28.56	33.60	38.66	43.88	49.23	55.42
			区間タイム (sec)	6.51	4.14	4.20	4.39	4.54	4.79	5.04	5.06	5.22	5.36	6.19
			区間速度 (m/s)	6.92	8.46	8.33	7.98	7.71	7.31	6.95	6.92	6.70	6.54	6.46
			歩数		15	15	15	15	15	16	16	16	16	16
カサンドラテート	(アメリカ)	55.45	通過タイム (sec)	6.34	10.38	14.58	19.17	23.89	28.65	33.52	38.44	43.66	49.18	55.45
			区間タイム (sec)	6.34	4.04	4.20	4.59	4.72	4.75	4.87	4.92	5.22	5.52	6.26
			区間速度 (m/s)	7.10	8.67	8.33	7.63	7.41	7.36	7.18	7.11	6.70	6.34	6.39
			歩数		15	15	15	15	15	15	15	16	16	16
ヨアンナリンケウィチ	(ポーランド)	56.35	通過タイム (sec)	6.56	10.84	15.30	19.81	24.57	29.51	34.52	39.57	44.76	50.07	56.35
			区間タイム (sec)	6.56	4.29	4.45	4.51	4.76	4.94	5.01	5.06	5.19	5.31	6.28
			区間速度 (m/s)	6.86	8.16	7.86	7.76	7.35	7.09	6.99	6.92	6.75	6.60	6.37
			歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	17
宇都宮 絵莉	(長谷川体育施設)	57.31	通過タイム (sec)	6.52	10.82	15.33	19.87	24.56	29.60	34.70	39.96	45.33	50.83	57.31
			区間タイム (sec)	6.52	4.30	4.51	4.54	4.69	5.04	5.11	5.26	5.37	5.51	6.48
			区間速度 (m/s)	6.90	8.15	7.76	7.71	7.47	6.95	6.86	6.66	6.52	6.36	6.17
			歩数		15	15	15	15	16	16	17	17	17	17
小山 佳奈	(早稲田大)	57.45	通過タイム (sec)	6.67	10.99	15.53	20.29	25.21	30.18	35.25	40.42	45.85	51.32	57.45
			区間タイム (sec)	6.67	4.32	4.54	4.75	4.92	4.97	5.07	5.17	5.42	5.47	6.13
			区間速度 (m/s)	6.74	8.10	7.71	7.36	7.11	7.04	6.90	6.77	6.46	6.40	6.52
			歩数		15	15	15	16	16	17	17	17	17	17
伊藤 明子	(筑波大)	57.61	通過タイム (sec)	6.49	10.79	15.25	19.95	24.82	29.86	34.87	40.14	45.63	51.16	57.61
			区間タイム (sec)	6.49	4.30	4.45	4.70	4.87	5.04	5.01	5.27	5.49	5.53	6.45
			区間速度 (m/s)	6.93	8.13	7.86	7.44	7.18	6.95	6.99	6.64	6.38	6.33	6.20
			歩数		15	15	16	16	16	16	16	17	17	17
カトリナ シーモア	(バハマ)	58.04	通過タイム (sec)	6.72	11.23	15.80	20.59	25.51	30.56	35.52	40.56	45.85	51.42	58.04
			区間タイム (sec)	6.72	4.51	4.57	4.79	4.92	5.06	4.95	5.04	5.29	5.57	6.62
			区間速度 (m/s)	6.70	7.76	7.66	7.31	7.11	6.92	7.06	6.95	6.62	6.28	6.04
			歩数		15	15	15	15	16	16	16	16	16	17
青木 穂花	(筑紫女学園高)	58.45	通過タイム (sec)	6.74	11.09	15.65	20.35	25.28	30.43	35.62	40.97	46.55	52.17	58.45
			区間タイム (sec)	6.74	4.35	4.55	4.70	4.92	5.16	5.19	5.36	5.57	5.62	6.28
			区間速度 (m/s)	6.68	8.04	7.68	7.44	7.11	6.79	6.75	6.54	6.28	6.23	6.37
			歩数		16	17	17	17	17	17	17	18	18	19

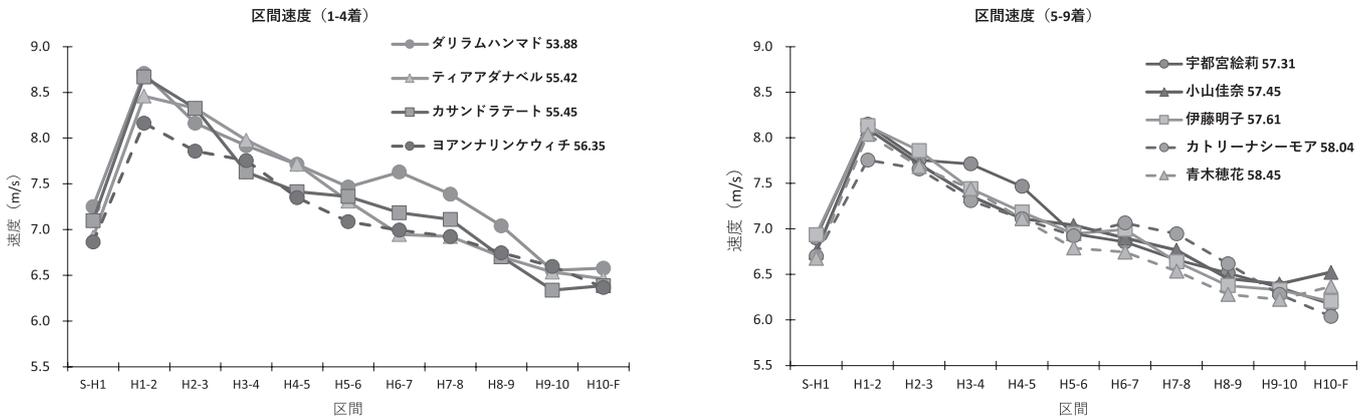


図 8 区間速度の変化 (ゴールデンングランプリ 女子 400mH 決勝)

表9. 2019.06.30 第103回日本選手権 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
伊藤 明子	(筑波大)	57.09	通過タイム (sec)	6.47	10.73	15.17	19.74	24.44	29.28	34.28	39.51	44.91	50.52	57.09
			区間タイム (sec)	6.47	4.25	4.44	4.57	4.70	4.84	5.01	5.22	5.41	5.61	6.57
			区間速度 (m/s)	6.95	8.23	7.89	7.66	7.44	7.23	6.99	6.70	6.48	6.24	6.09
			歩数		15	15	15	16	16	16	17	17	17	
小山 佳奈	(早稲田大)	57.61	通過タイム (sec)	6.77	11.16	15.65	20.32	25.18	30.03	35.14	40.44	45.85	51.40	57.61
			区間タイム (sec)	6.77	4.39	4.49	4.67	4.85	4.85	5.11	5.31	5.41	5.56	6.21
			区間速度 (m/s)	6.64	7.98	7.80	7.49	7.21	7.21	6.86	6.60	6.48	6.30	6.45
			歩数		15	15	15	16	16	17	17	17	17	
関本 萌香	(早稲田大)	57.73	通過タイム (sec)	6.75	11.11	15.55	20.15	24.84	29.70	34.65	39.81	45.18	50.88	57.73
			区間タイム (sec)	6.75	4.36	4.44	4.60	4.69	4.85	4.95	5.16	5.37	5.71	6.85
			区間速度 (m/s)	6.67	8.02	7.89	7.60	7.47	7.21	7.06	6.79	6.52	6.13	5.84
			歩数		15	15	15	15	16	16	17	17	17	
芝田 陽香	(チームミズノアスレティック)	58.18	通過タイム (sec)	6.72	11.19	15.83	20.57	25.43	30.45	35.60	40.86	46.28	51.82	58.18
			区間タイム (sec)	6.72	4.47	4.64	4.74	4.85	5.02	5.16	5.26	5.42	5.54	6.36
			区間速度 (m/s)	6.69	7.83	7.55	7.39	7.21	6.97	6.79	6.66	6.46	6.32	6.29
			歩数		16	16	16	16	16	17	17	17	17	
王子田 萌	(NDソフトウェア)	58.60	通過タイム (sec)	6.77	11.24	15.90	20.67	25.53	30.53	35.64	40.91	46.40	52.07	58.60
			区間タイム (sec)	6.77	4.47	4.65	4.77	4.85	5.01	5.11	5.27	5.49	5.67	6.53
			区間速度 (m/s)	6.64	7.83	7.52	7.34	7.21	6.99	6.86	6.64	6.38	6.17	6.12
			歩数		16	16	16	16	17	17	17	17	17	
武石 この実	(東邦銀行)	58.76	通過タイム (sec)	6.66	11.14	15.88	20.82	25.81	30.90	36.30	41.86	47.28	52.69	58.76
			区間タイム (sec)	6.66	4.49	4.74	4.94	4.99	5.09	5.41	5.56	5.42	5.41	6.07
			区間速度 (m/s)	6.76	7.80	7.39	7.09	7.02	6.88	6.48	6.30	6.46	6.48	6.59
			歩数		15	15	16	16	16	17	18	17	17	
イブラヒム 愛紗	(札幌国際大)	59.43	通過タイム (sec)	6.76	11.19	15.80	20.49	25.31	30.35	35.57	41.09	46.98	52.90	59.43
			区間タイム (sec)	6.76	4.44	4.60	4.69	4.82	5.04	5.22	5.52	5.89	5.92	7.03
			区間速度 (m/s)	6.66	7.89	7.60	7.47	7.26	6.95	6.70	6.34	5.94	5.91	5.69
			歩数		15	15	15	15	15	15	16	17	16	

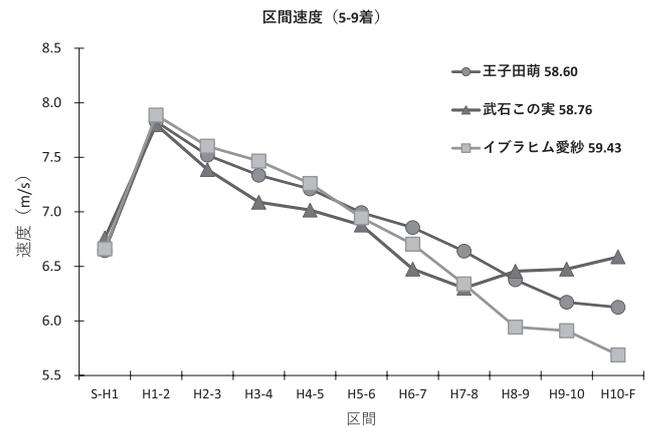
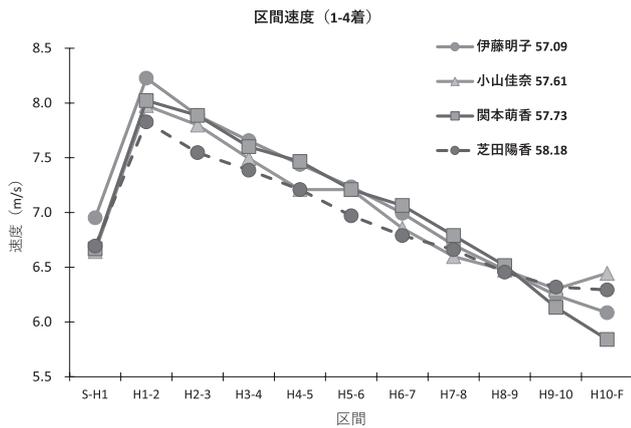


図9 区間速度の変化 (日本選手権 女子400mH 決勝)

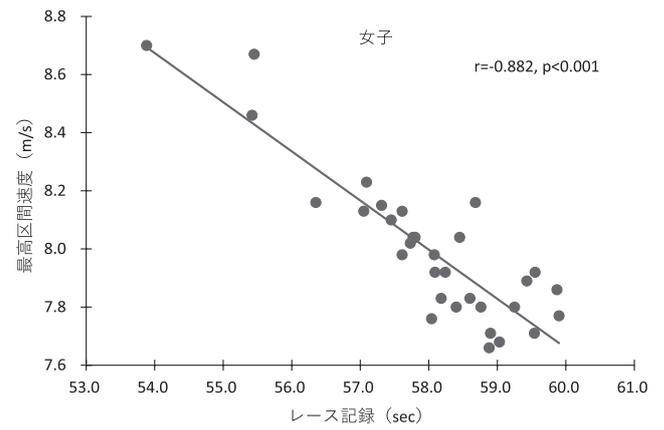
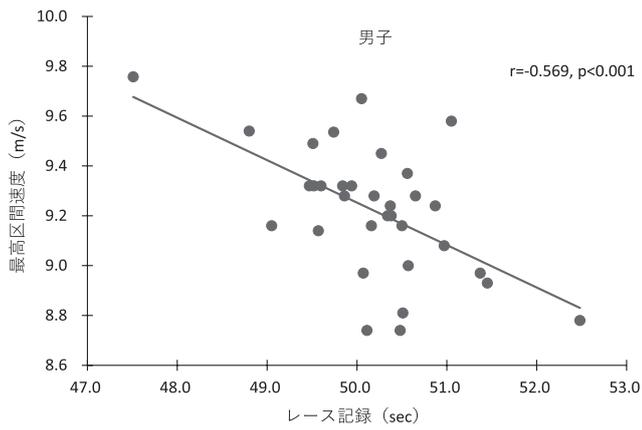


図 10 レース記録と最高区間速度との関係 (左：男子、右：女子)

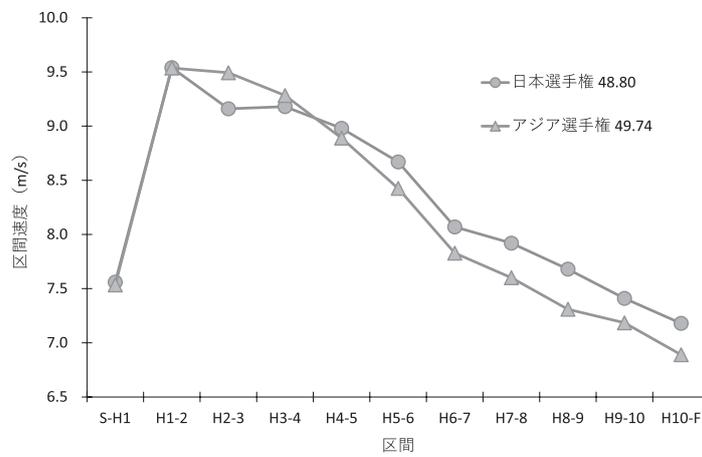


図 11 安部孝駿選手の区間速度の変化

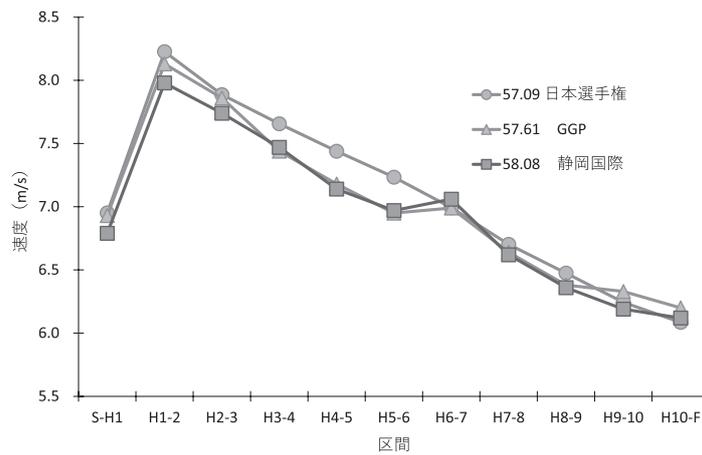


図 12 伊藤明子選手の区間速度の変化