

世界および日本一流 400m ハードル選手のレースパターン分析

森丘保典¹⁾ 山崎一彦²⁾ 榎本靖士³⁾ 柳谷登志男⁴⁾ 杉田正明⁵⁾ 阿江通良⁶⁾
1) 日本体育協会 2) 福岡大学 3) 京都教育大学
4) 順天堂大学 5) 三重大学 6) 筑波大学

はじめに

本報告は、2007年に開催された国内主要大会および世界陸上大阪大会における世界および日本一流400mハードル選手のレースをタイム分析し、そのレースパターンの特徴について明らかにすることを目的とした。

方法

分析対象レースは、2007年に行われた国内の主要2大会（国際グランプリ大阪大会、日本選手権）の決勝（男子2レース、女子1レース）および世界陸上大阪大会において日本人選手が出場した予選・準決勝（男子4レース、女子1レース）および決勝（男女各1レース）であった。

複数台のデジタルビデオカメラを用いて、スタートピストルの閃光を写した後、インターバルの歩数と10台のハードルクリアランス直後の着地が確認できるように選手を追従撮影した。撮影後、ピストルの閃光を基準に各ハードルクリアランス直後のタッチダウタイムを読みとり、各ハードル区間に要した時間（区間時間）を求めた。

スタートから第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…、H9-10, 最終ハードル（H10）からフィニッシュまでをH10-Fとした。また、スタートからH5までをレース前半区間（以下、前半）、H5からH8までをレース中盤区間（以下、中盤）、H8からフィニッシュまでをレース後半区間（以下、後半）と定義した。

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

での歩数とした。

測定区間の平均疾走速度は、ハードル区間距離を区間時間で除すことにより求めた。

前半から中盤、中盤から後半にかけての疾走速度低下率（以下それぞれ前～中低下率、中～後低下率）は、それぞれの区間平均速度を求め、次式にて算出した。

< 疾走速度低下率 (%) >

前～中低下率 = $[1 - (\text{中盤速度(m/s)} / \text{前半速度(m/s)})] \times 100$

中～後低下率 = $[1 - (\text{後半速度(m/s)} / \text{中盤速度(m/s)})] \times 100$

結果

(1) 国際グランプリ大阪大会

為末選手（3位）は、H5通過が21.17秒と、自身のレースパターンとしては平均的なペースで通過している。中盤での速度低下はある程度抑えられているが（前～中低下率は5%台）、H7以降の減速が大きかった（中～後低下率は10%台）。

成迫選手（4位）は、H5通過で為末選手に先行する積極的なレースをみせるが（21.14秒）、H7を引っかけて大きく減速し（H7-8）、H9-10で再加速するなど、H7以降の速度変化が極端に大きかった。

吉形選手（5位）は、自身の48秒台レース（21.4秒台）に比べてH5通過が遅く（21.71秒）、前～中低下率は5%台に抑えているものの、後半の減速が大きかった（中～後低下率は9%）。

(2) 日本選手権

為末選手（1位）は、向かい風のコンディション

表1 国際グランプリ大阪大会 (男子)

氏名	順位	項目	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
ジャクソン	1位	区間時間	5.71	3.69	3.89	4.07	4.12	3.99	4.10	4.24	4.42	4.65	5.25
		通過時間	9.40	13.29	17.36	21.48	25.47	29.57	33.81	38.23	42.88	48.13	
		歩数	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
カーター	2位	区間時間	5.79	3.70	3.75	3.97	4.07	4.12	4.22	4.32	4.42	4.59	5.27
		通過時間	9.49	13.24	17.21	21.28	25.40	29.62	33.94	38.36	42.95	48.22	
		歩数	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	
為末大	3位	区間時間	5.82	3.70	3.79	3.87	3.99	4.09	4.19	4.40	4.59	4.79	5.50
		通過時間	9.52	13.31	17.18	21.17	25.26	29.45	33.85	38.44	43.23	48.73	
		歩数	13	13	13	13	14	14	15	15	15		
成迫健児	4位	区間時間	5.97	3.69	3.72	3.82	3.94	4.07	4.25	4.62	4.77	4.70	5.65
		通過時間	9.66	13.38	17.20	21.14	25.21	29.46	34.08	38.85	43.55	49.20	
		歩数	13	13	13	13	13	14	14	15	15		
吉形政衛	5位	区間時間	6.07	3.75	3.87	3.92	4.10	4.17	4.39	4.45	4.62	4.79	5.56
		通過時間	9.82	13.69	17.61	21.71	25.88	30.27	34.72	39.34	44.13	49.69	
		歩数	14	14	14	14	14	15	15	15	15		

表2 日本選手権 (男女)

氏名	順位	項目	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
為末大	1位	区間時間	5.86	3.67	3.79	3.90	3.94	4.10	4.25	4.49	4.62	4.74	5.51
		通過時間	9.53	13.32	17.22	21.16	25.26	29.51	34.00	38.62	43.36	48.87	
		歩数	13	13	13	13	14	14	15	15	15		
成迫健児	2位	区間時間	5.99	3.69	3.74	3.82	3.92	4.07	4.32	4.45	4.59	4.72	5.70
		通過時間	9.68	13.42	17.24	21.16	25.23	29.55	34.00	38.59	43.31	49.01	
		歩数	13	13	13	13	13	14	14	15	15		
吉形政衛	3位	区間時間	6.02	3.77	3.94	4.02	4.10	4.22	4.37	4.40	4.54	4.67	5.48
		通過時間	9.79	13.73	17.75	21.85	26.07	30.44	34.84	39.38	44.05	49.53	
		歩数	14	14	14	14	14	15	15	15	15		
久保倉里美	1位	区間時間	6.56	4.44	4.44	4.57	4.64	4.75	4.89	5.02	5.17	5.46	6.16
		通過時間	10.99	15.43	20.00	24.64	29.40	34.28	39.31	44.48	49.93	56.09	
		歩数	16	16	16	16	17	17	17	17	18		

表3 世界陸上大阪大会 (男子)

氏名	順位	項目	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
クレメント USA	1位	区間時間	5.86	3.77	3.70	3.69	3.80	4.02	4.17	4.29	4.59	4.67	5.05
		通過時間	9.63	13.33	17.02	20.82	24.84	29.01	33.30	37.89	42.56	47.61	
		歩数	13	13	13	13	13	13	13	15	15		
サンチェス DOM	2位	区間時間	5.97	3.69	3.75	3.80	3.92	4.15	4.25	4.32	4.42	4.49	5.25
		通過時間	9.66	13.41	17.21	21.13	25.28	29.53	33.85	38.27	42.76	48.01	
		歩数	13	13	13	13	14	14	15	15	15		
ブラウゴ POL	3位	区間時間	5.87	3.69	3.74	3.77	3.95	4.12	4.39	4.25	4.47	4.60	5.27
		通過時間	9.56	13.30	17.07	21.02	25.14	29.53	33.78	38.25	42.85	48.12	
		歩数	13	13	13	13	13	14	14	14	14		
カーター USA	4位	区間時間	5.76	3.69	3.74	3.85	4.00	4.14	4.22	4.25	4.49	4.70	5.56
		通過時間	9.45	13.19	17.04	21.04	25.18	29.40	33.65	38.14	42.84	48.40	
		歩数	13	13	13	13	13	14	14	14	14		
マクファーレン JAM	5位	区間時間	6.02	3.74	3.80	3.87	4.00	4.07	4.26	4.30	4.45	4.67	5.41
		通過時間	9.76	13.56	17.43	21.43	25.50	29.76	34.06	38.51	43.18	48.59	
		歩数	13	13	13	13	13	14	14	14	14		
イアコバキス GRE	6位	区間時間	5.98	3.69	3.75	3.85	3.99	4.14	4.42	4.45	4.67	4.75	5.56
		通過時間	9.67	13.42	17.27	21.26	25.40	29.82	34.27	38.94	43.69	49.25	
		歩数	13	13	13	13	13	14	14	14	14		
成迫健児	SF5	区間時間	6.02	3.69	3.74	3.79	3.94	4.09	4.31	4.32	4.52	4.62	5.40
		通過時間	9.71	13.45	17.24	21.18	25.27	29.58	33.90	38.42	43.04	48.44	
		歩数	13	13	13	13	13	14	14	15	15		
為末大	H6	区間時間	6.00	3.70	3.74	3.84	3.94	4.10	4.40	4.40	4.60	4.67	5.53
		通過時間	9.70	13.44	17.28	21.22	25.32	29.72	34.12	38.72	43.39	48.92	
		歩数	13	13	13	13	13	14	14	15	15		
吉形政衛	H6	区間時間	5.87	3.72	3.85	3.99	4.05	4.20	4.30	4.55	4.70	4.85	5.59
		通過時間	9.59	13.44	17.43	21.48	25.68	29.98	34.53	39.23	44.08	49.67	
		歩数	13	13	13	13	14	14	15	15	15		
吉形政衛	H6	区間時間	6.02	3.74	3.85	3.94	4.12	4.25	4.49	4.55	4.74	4.97	5.92
		通過時間	9.76	13.61	17.55	21.67	25.92	30.41	34.96	39.70	44.67	50.59	
		歩数	14	14	14	14	14	15	15	15	15		

の中で大阪とほぼ同じペースでH5を通過し (21.16秒), 中盤の速度低下がやや大きかったものの (前~中低下率は6.5%), 後半は大阪とほぼ同じペースで上がり, 結果的に48秒台後半にまとめた.

成迫選手 (2位) も, H5を大阪とほぼ同じペースで通過するが (21.16秒), 中盤での速度低下は大きく (前~中低下率は6%台), H8を為末選手と同時間通過するものの, 後半で水を空けられ49秒台での

フィニッシュとなった. 吉形選手 (3位) は, H5が大阪よりもさらに遅かったが (21.85秒), 前~中低下率を4%台に抑え, 後半も決勝進出者の中で最も速かった (14.69秒).

久保倉選手は, 4月の静岡国際で日本記録 (55.71秒) をマークしているが, そのときはH5を24.23秒, H8を38.78秒で通過している (陸上競技マガジン調べ). 日本選手権 (以下, Jch) では, H5通過

表4 世界陸上大阪大会（女子）

氏名	順位	項目	S-H1	H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H5-6	H6-7	H7-8	H8-9	H9-10	H10-F
ローリンソン AUS	1位	区間時間	6.46	4.02	4.09	4.14	4.27	4.42	4.55	4.74	5.06	5.36	6.20
		通過時間 歩数		10.48 14	14.57 14	18.71 14	22.98 14	27.40 15	31.95 15	36.69 15	41.75 16	47.11 17	53.31
ベチョンキナ RUS	2位	区間時間	6.40	4.07	4.14	4.25	4.32	4.44	4.54	4.80	5.07	5.22	6.25
		通過時間 歩数		10.47 15	14.61 15	18.86 15	23.18 15	27.62 15	32.16 15	36.96 17	42.03 17	47.25 17	53.50
イエシエン POL	3位	区間時間	6.47	4.17	4.30	4.35	4.42	4.54	4.67	4.90	4.97	5.21	5.92
		通過時間 歩数		10.64 15	14.94 15	19.29 15	23.71 15	28.25 15	32.92 15	37.82 16	42.79 16	48.00 16	53.92
ウィルソン JAM	4位	区間時間	6.36	4.07	4.24	4.30	4.44	4.55	4.77	4.92	5.07	5.32	6.06
		通過時間 歩数		10.43 15	14.67 15	18.97 15	23.41 15	27.96 15	32.73 15	37.65 16	42.72 16	48.04 17	54.10
黄 CHN	5位	区間時間	6.36	4.10	4.20	4.27	4.42	4.62	4.89	4.92	5.11	5.29	5.97
		通過時間 歩数		10.46 15	14.66 15	18.93 15	23.35 15	27.97 15	32.86 16	37.78 16	42.89 17	48.18 17	54.15
イサコワ RUS	6位	区間時間	6.46	4.10	4.17	4.30	4.39	4.67	4.82	5.11	5.26	5.29	5.93
		通過時間 歩数		10.56 15	14.73 15	19.03 15	23.42 15	28.09 16	32.91 16	38.02 17	43.28 17	48.57 17	54.50
ウィリアムズ USA	7位	区間時間	6.32	3.99	4.07	4.14	4.54	4.49	4.77	4.9	5.11	5.57	6.73
		通過時間 歩数		10.31 15	14.38 15	18.52 15	23.06 16	27.55 16	32.32 17	37.22 17	42.33 17	47.90 17	54.63
ダンバーズスミス GBR	8位	区間時間	6.35	4.02	4.25	4.29	4.40	4.54	4.70	5.07	5.19	5.52	6.61
		通過時間 歩数		10.37 15	14.62 15	18.91 15	23.31 15	27.85 15	32.55 15	37.62 15	42.81 17	48.33 17	54.94
久保倉里美	H	区間時間	6.57	4.33	4.54	4.62	4.77	4.94	5.09	5.14	5.26	5.51	6.24
		通過時間 歩数		10.90 16	15.44 16	20.06 16	24.83 16	29.77 16	34.86 18	40.00 17	45.26 17	50.77 18	57.01

が日本記録より0.4秒ほど遅いものの（24.64秒），前～中低下率を4%台，中～後低下率を8%台に抑えるなど（静岡は5.5%，10%），H5以降は日本記録とほぼ同じペースで走破していた。

低下率は7%台），その影響からか，通常16秒台でカバーする後半も17秒かかっていた。

(3) 世界陸上大阪大会

成迫選手は，予選のH5およびH8を大阪GPやJchよりも僅かに遅いペース（21.22秒，34.12秒）で通過したものの，後半を14秒台（14.80秒）であがり，今季初の48秒台をマークして準決勝へ進出した。準決勝では，H5を21.18秒で通過し，14歩切り替え時区間（H6-7）の減速は依然として小さくないものの，H7-8の減速がほとんど無く，前～中低下率も5%台だった（今季は6.5～7%台）。

さらに後半は，予選よりもさらに速い14.54秒で上がり，48.44秒の今季ベストタイムをマークした。

為末選手は，近年安定して21秒0～1台だったH5通過に21.48秒もかかっているが，速度曲線の傾向については他のレースとさほど変わらなかった。すなわち，スタートからフィニッシュまでレース全体にわたって速度が低いことから，根本的なコンディショニング不良が伺える。

吉形選手は，H5通過こそ大阪GPやJchに比べて速いものの（21.67秒），通常4～5%台に抑えている前～中低下率が7.5%，中～後低下率は10%を超えるなど，中盤以降で大きく速度を低下させていた。

久保倉選手は，H5通過が静岡やJchよりも遅かった（24.83秒）。また，本来17歩で走る予定のH6-7が18歩になるなど，中盤での減速も大きく（前～中

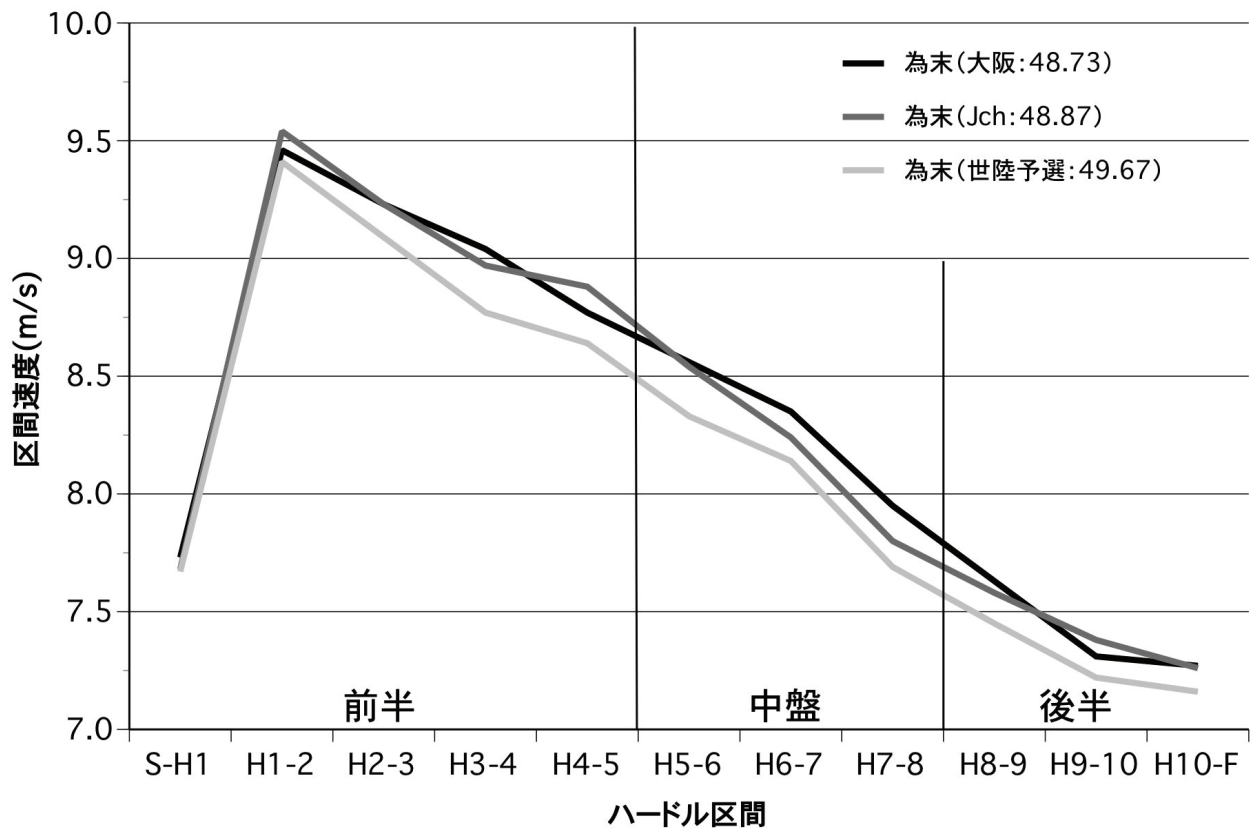


図1 為末選手の速度変化曲線

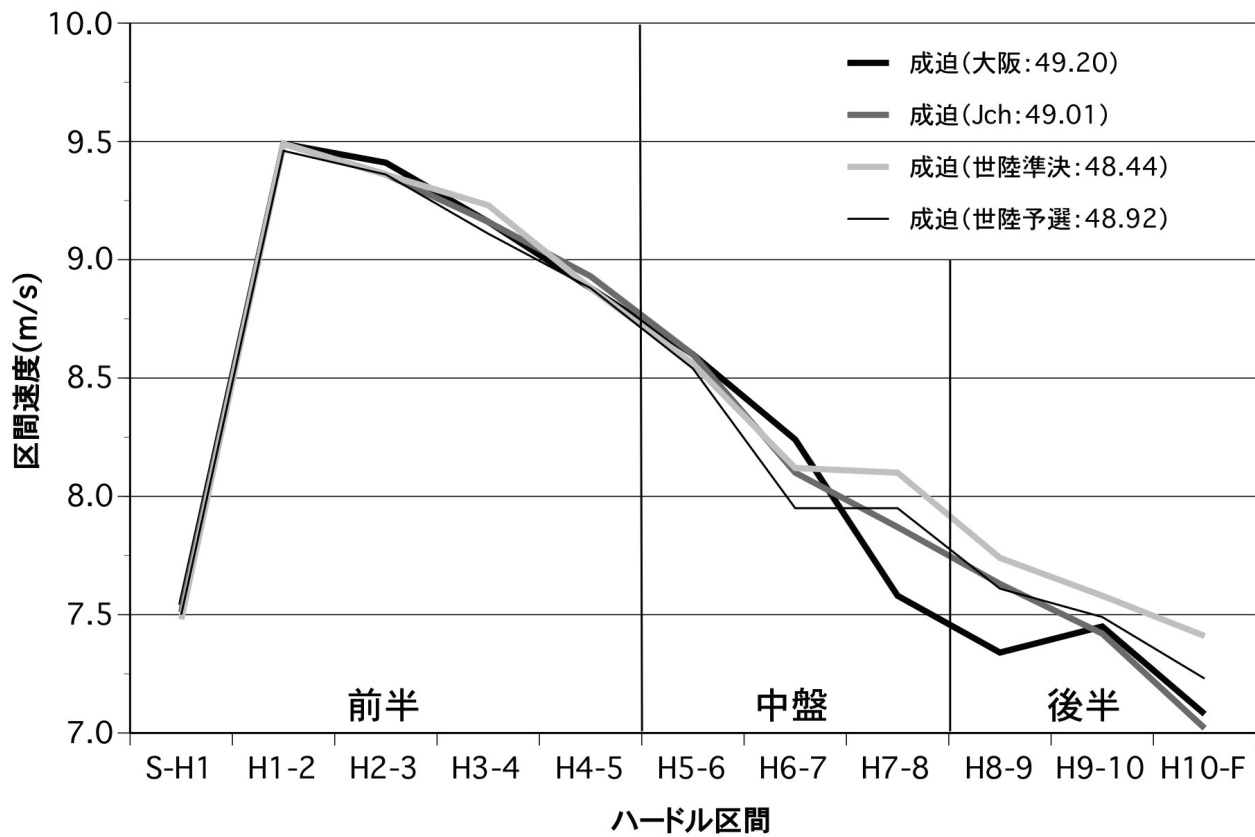


図2 成迫選手の速度変化曲線

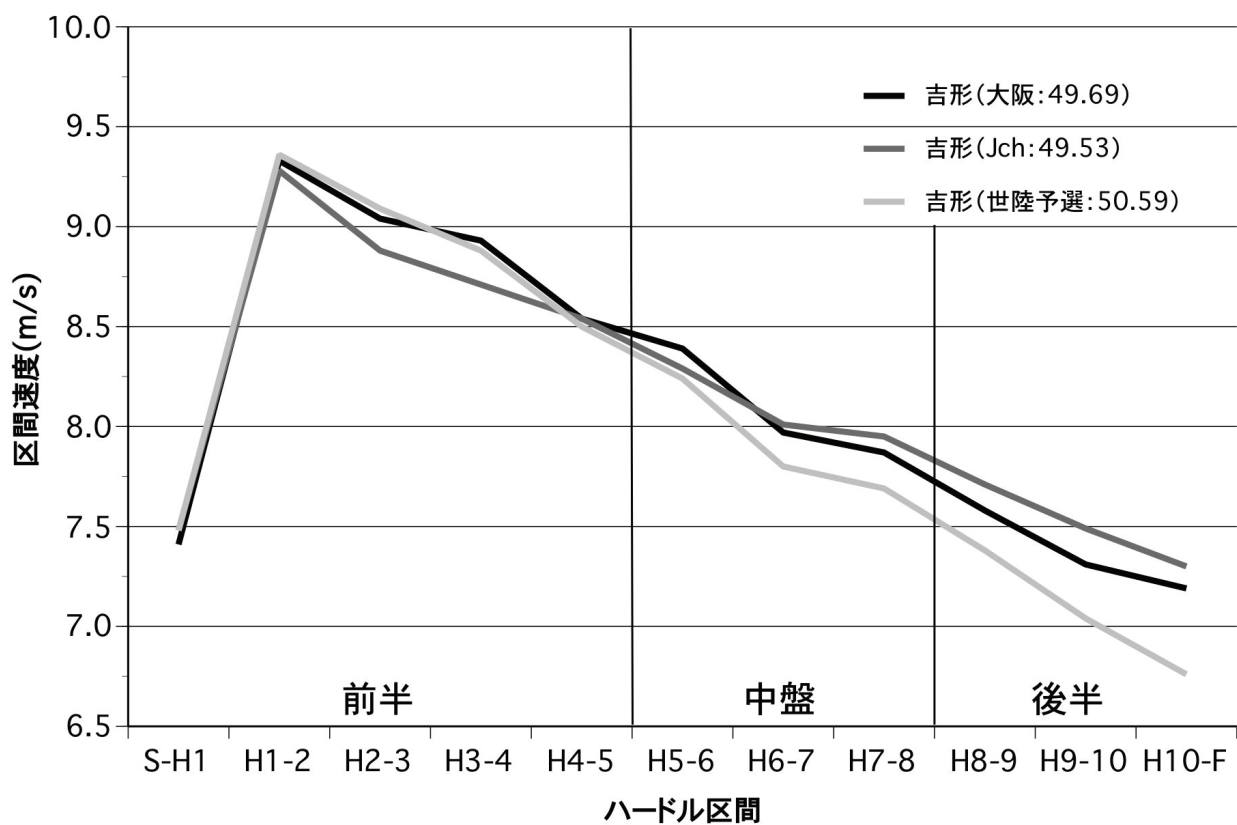


図3 吉形選手の速度変化曲線

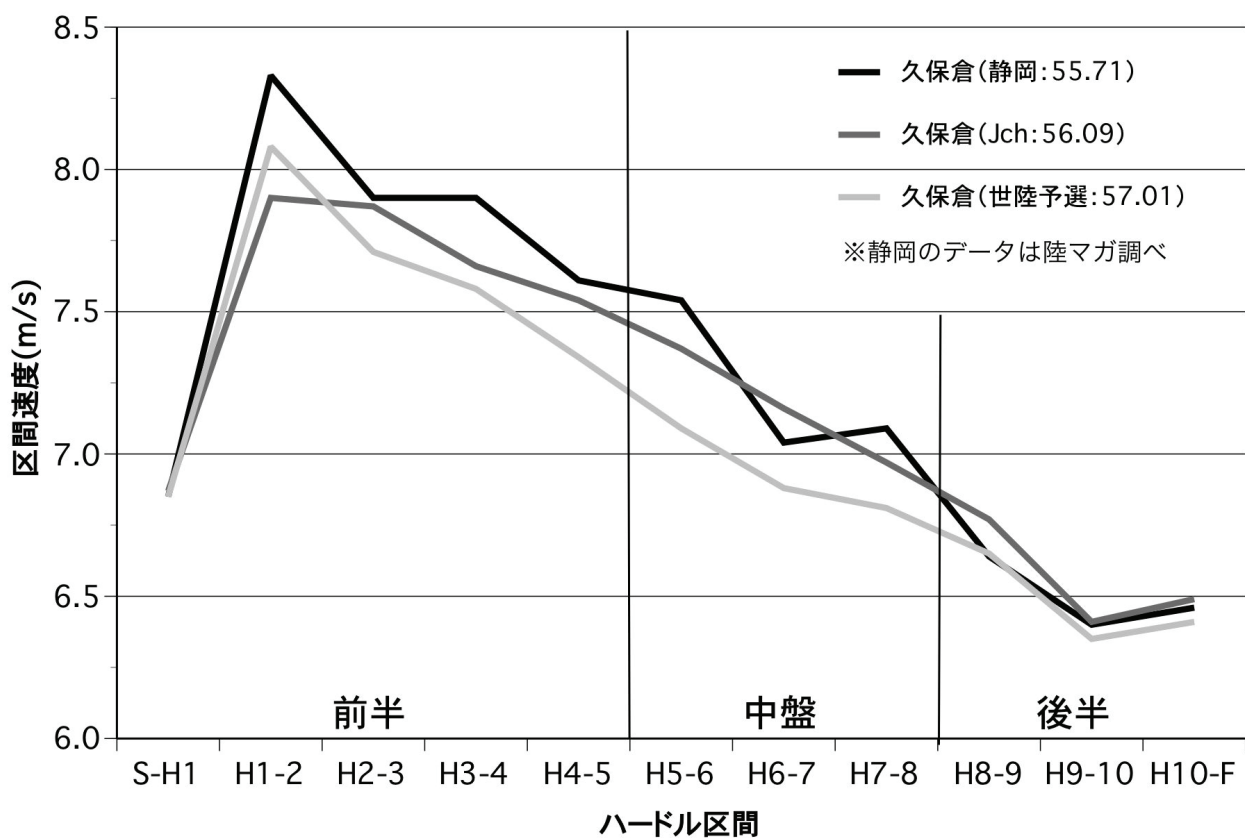


図4 久保倉選手の速度変化曲線