

十種競技選手のプリント種目での走パフォーマンス分析

持田尚¹⁾ 松林武生²⁾ 松尾彰文²⁾ 松田克彦³⁾ 本田陽⁴⁾ 阿江通良⁵⁾

1) 横浜市スポーツ医科学センター 2) 国立スポーツ科学センター 3) 平成国際大学
4) 中京大学 5) 筑波大学

1. はじめに

混成強化部は、ロンドンオリンピックへ向けた中期計画のなかで、科学委員会との連携を謳い、専門選手との比較分析を要望している。それを受けて、本報告では、競技会で測定・分析したデータを基に、スプリント種目について専門選手と十種競技トップ選手（右代選手，田中選手，池田選手）との差異について考察したい。今回測定を実施した競技会は以下に示すとおりである。

- 1 : 日本選抜陸上和歌山大会（和歌山 GP, 2009 年 4 月 18 - 19 日）
- 2 : 日本陸上競技選手権（広島, 2009 年 6 月 25 - 28 日）
- 3 : 群馬リレーカーニバル（群馬 RC, 2009 年 10 月 10 - 11）

2. 方法

2-1. 十種競技選手プロフィール

トップ強化対象選手は次の通りである。尚，各選手の得点パターンなど詳細情報については，前掲報告の「混成強化部への科学的サポートー日本十種競技界の現状と課題ー」を参照のこと。

- ①右代啓祐（PB 7856 点：日本歴代 3 位）
H : 196cm BW : 85kg BMI : 22.4
- ②田中宏昌（PB 7803 点：日本歴代 4 位）
H : 177cm BW : 73kg BMI : 23.3
- ③池田大介（PB 7788 点：日本歴代 5 位）
H : 185cm BW : 80kg BMI : 23.4

2-2. 100m 走, 110m ハードル走のスピード分析

レーザー方式の距離測定装置（LDM300C - Sports; JENOPTIK 社製）を用い，スタート後方より走者背部へレーザービームを照射し，時間-距離情報を利用して，スタートから 10m ごとの通過タイム，ハードル競技では，背部がハードル上を通過した時間を算出した（松尾ら，2007）。

2-3. 400m 走のスピード分析

400m 走のスピード分析は，400m ハードルの位置を基準とした Overlay 方式（持田ら，2007）を用いて行った。11 区間の平均スピード，ピッチ，ストライドおよび相対ピッチと身長比ステップを算出した。

尚，身長比ステップは，ステップ長を身長で除すことにより求め，相対ピッチは，式(1)により求めた。

$$\text{相対ピッチ} = \text{ピッチ} \times \sqrt{\frac{\text{身長}}{g}} \quad (1)$$

ただし， g は重力加速度 (9.81m/s^2) である。

参考資料として，各通過タイムと距離の直線回帰から，50m 毎の通過タイムを内挿することで求め，50m 毎の区間タイム，区間スピードの表を作成した。

3. 結果と考察

3-1. 十種競技選手の 100m 走パフォーマンスの特徴と今後の課題

表 1 に，専門選手と十種競技選手の 10m ごとのラップタイム，区間タイム，区間スピード，最高速度を基準とした相対スピードを示した。区間スピード曲線は図 1 に示した。

速度の変化をみると，走力の違いによる絶対的なスピードに差異はみられるものの，大よその曲線パ

表1 100m 走におけるラップタイム, 区間タイム, 区間スピード, 相対スピード

		Start	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m	
男子 専門選手(10秒09) wind:+1.8m	通過タイム(s)	0	1.92	1.92	2.96	3.89	4.79	5.67	6.54	7.42	8.3	9.19	10.09
	区間タイム(s)		1.92	1.03	0.94	0.90	0.88	0.87	0.88	0.88	0.89	0.90	
	区間スピード(m/s)		5.20	9.68	10.68	11.11	11.40	11.45	11.39	11.34	11.29	11.07	
	相対速度(%)		45	85	93	97	100	100	100	99	99	97	
女子 専門選手(11秒32) wind:+1.5m	通過タイム(s)	0	2.02	2.02	3.16	4.2	5.22	6.23	7.23	8.23	9.25	10.3	11.32
	区間タイム(s)		2.02	1.14	1.05	1.02	1.01	1.00	1.00	1.01	1.02	1.05	
	区間スピード(m/s)		4.96	8.79	9.53	9.81	9.95	10.00	9.97	9.86	9.77	9.52	
	相対速度(%)		50	88	95	98	99	100	100	99	98	95	
右代啓祐(11秒48) wind:+0.5m	通過タイム(s)	0	2.04	2.04	3.18	4.23	5.25	6.25	7.26	8.28	9.32	10.4	11.48
	区間タイム(s)		2.04	1.14	1.05	1.01	1.00	1.01	1.02	1.04	1.07	1.09	
	区間スピード(m/s)		4.90	8.75	9.51	9.88	9.96	9.88	9.78	9.61	9.39	9.17	
	相対速度(%)		49	88	96	99	100	99	98	97	94	92	
田中宏昌(11秒00) wind:+0.5m	通過タイム(s)	0	1.95	1.95	3.05	4.06	5.03	5.99	6.96	7.93	8.93	9.95	11.00
	区間タイム(s)		1.95	1.10	1.01	0.97	0.96	0.96	0.98	1.00	1.02	1.05	
	区間スピード(m/s)		5.13	9.07	9.92	10.26	10.40	10.38	10.25	10.03	9.85	9.49	
	相対速度(%)		49	87	95	99	100	100	99	96	95	91	
池田大介(11秒13) wind:-0.9m	通過タイム(s)	0	2.02	2.02	3.15	4.18	5.17	6.15	7.13	8.11	9.11	10.1	11.13
	区間タイム(s)		2.02	1.13	1.03	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99	1.00	1.02	
	区間スピード(m/s)		4.95	8.83	9.73	10.12	10.24	10.21	10.14	10.07	10.01	9.76	
	相対速度(%)		48	86	95	99	100	100	99	98	98	95	

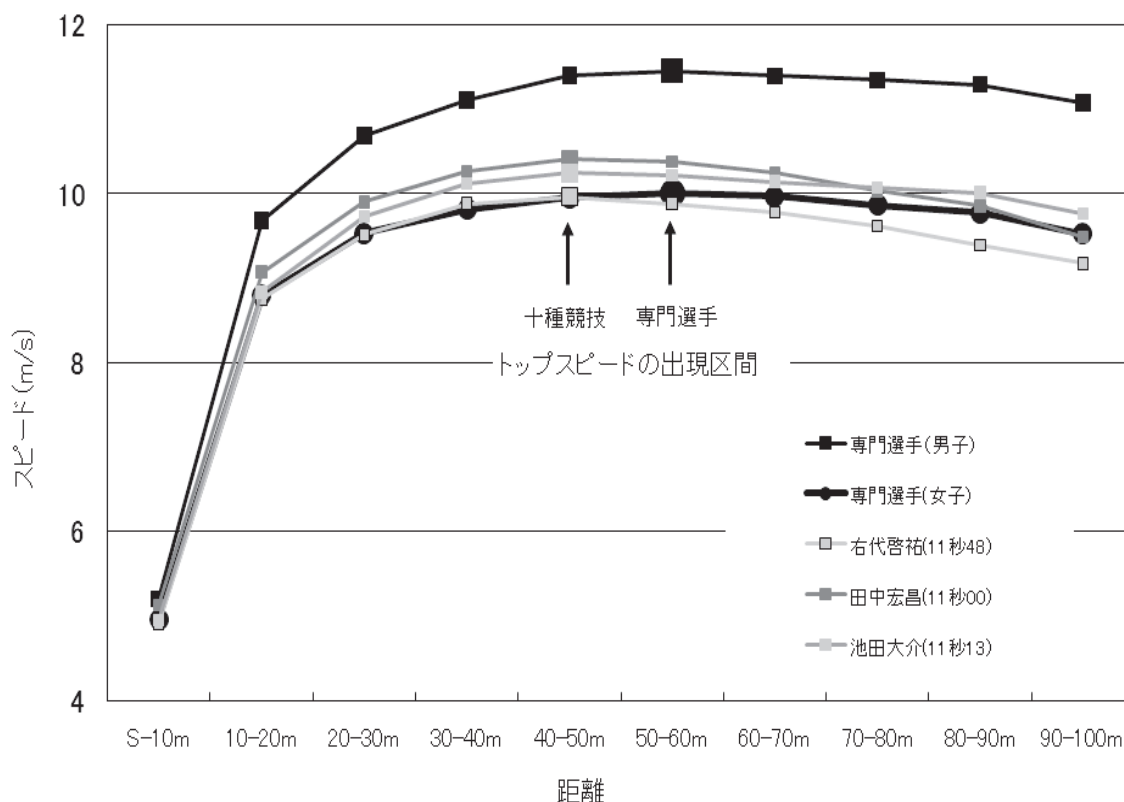


図1 100m 走スピード曲線における専門選手と十種競技選手の比較

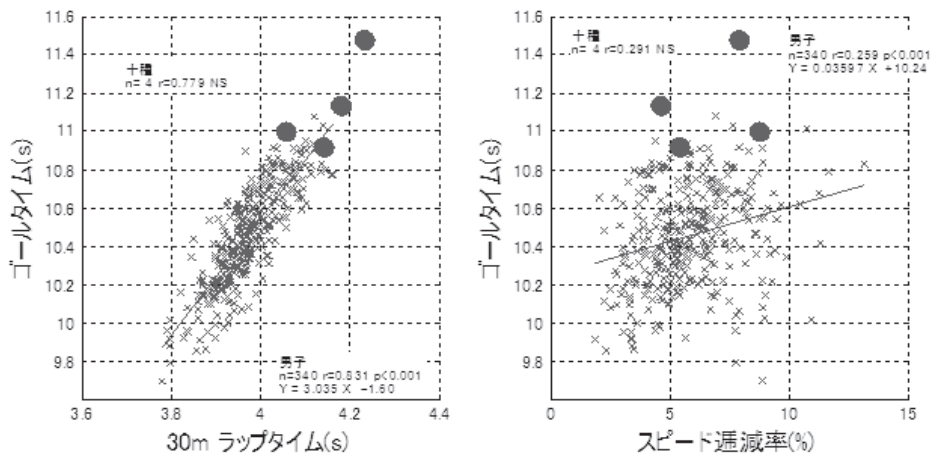
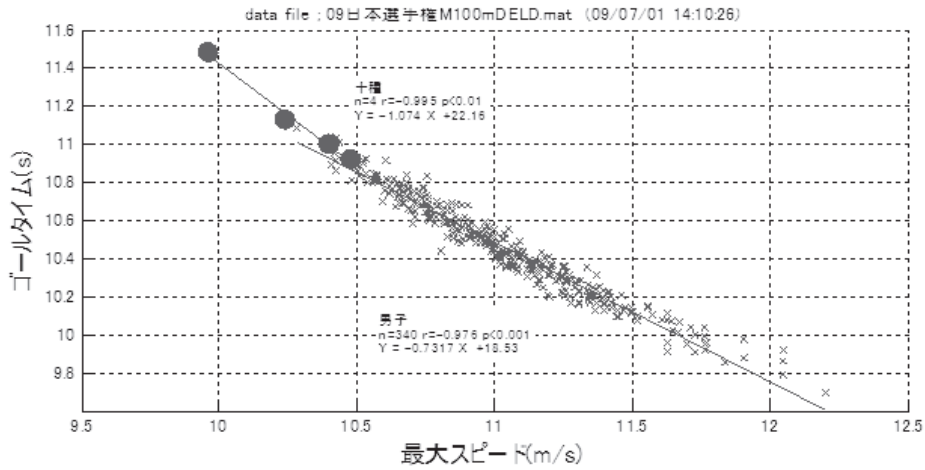


図2 レース中の最大スピード、30m ラップタイム、スピード遅減率とゴールタイムとの関係
●：十種競技選手4名（1名は10秒92で走った0選手）

表2 110m ハードル走におけるラップタイム、区間タイム、区間スピード、相対スピード

		Start	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	10H	Goal
男子 専門選手(13秒 57) wind+1.6m	通過タイム(s)	0	2.47	3.54	4.58	5.62	6.67	7.72	8.78	9.84	10.91	11.98	13.57
	区間タイム(s)		2.47	1.07	1.04	1.04	1.04	1.05	1.06	1.06	1.07	1.08	1.59
	区間スピード(m/s)		5.56	8.54	8.75	8.76	8.75	8.72	8.62	8.63	8.55	8.49	8.83
	相対速度(%)		63	97	99	99	99	99	98	98	97	96	100
		Start	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	10H	Goal
右代啓祐(15秒 34) wind+1.6m	通過タイム(s)	0	2.59	3.78	4.97	6.16	7.36	8.57	9.79	11.06	12.33	13.52	15.34
	区間タイム(s)		2.59	1.19	1.19	1.19	1.20	1.20	1.22	1.28	1.26	1.19	1.82
	区間スピード(m/s)		5.30	7.66	7.67	7.68	7.63	7.59	7.48	7.17	7.24	7.67	7.70
	相対速度(%)		69	100	100	100	99	99	97	93	94	100	100
		Start	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	10H	Goal
田中宏昌(15秒 23) wind+1.6m	通過タイム(s)	0	2.53	3.71	4.89	6.08	7.27	8.48	9.70	10.92	12.17	13.44	15.23
	区間タイム(s)		2.53	1.18	1.18	1.20	1.19	1.20	1.22	1.22	1.26	1.26	1.79
	区間スピード(m/s)		5.43	7.75	7.75	7.64	7.68	7.59	7.47	7.51	7.27	7.24	7.82
	相対速度(%)		69	99	99	98	98	97	96	96	93	93	100
		Start	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	10H	Goal
池田大介(14秒 53) wind+1.6m	通過タイム(s)	0	2.50	3.64	4.79	5.91	7.04	8.18	9.32	10.48	11.64	12.82	14.53
	区間タイム(s)		2.50	1.15	1.15	1.12	1.13	1.14	1.14	1.16	1.16	1.18	1.71
	区間スピード(m/s)		5.50	7.97	7.97	8.15	8.07	8.02	8.01	7.89	7.89	7.76	8.19
	相対速度(%)		67	97	97	100	99	98	98	96	96	95	100

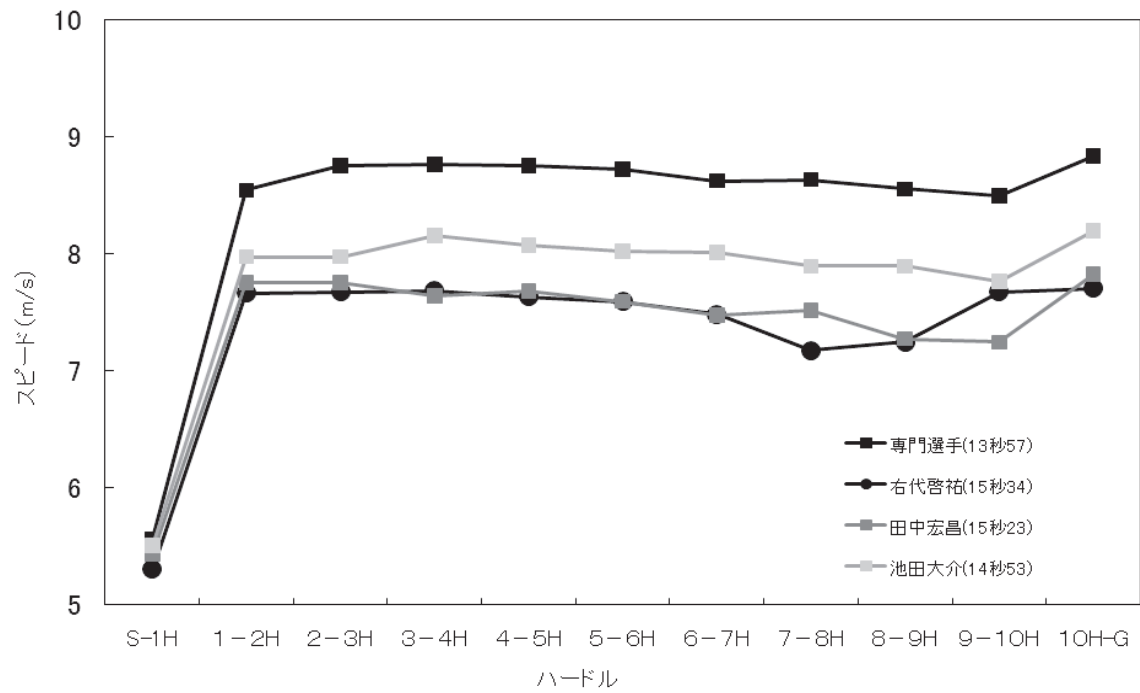


図3 110m ハードル走スピード曲線における専門選手と十種競技選手の比較

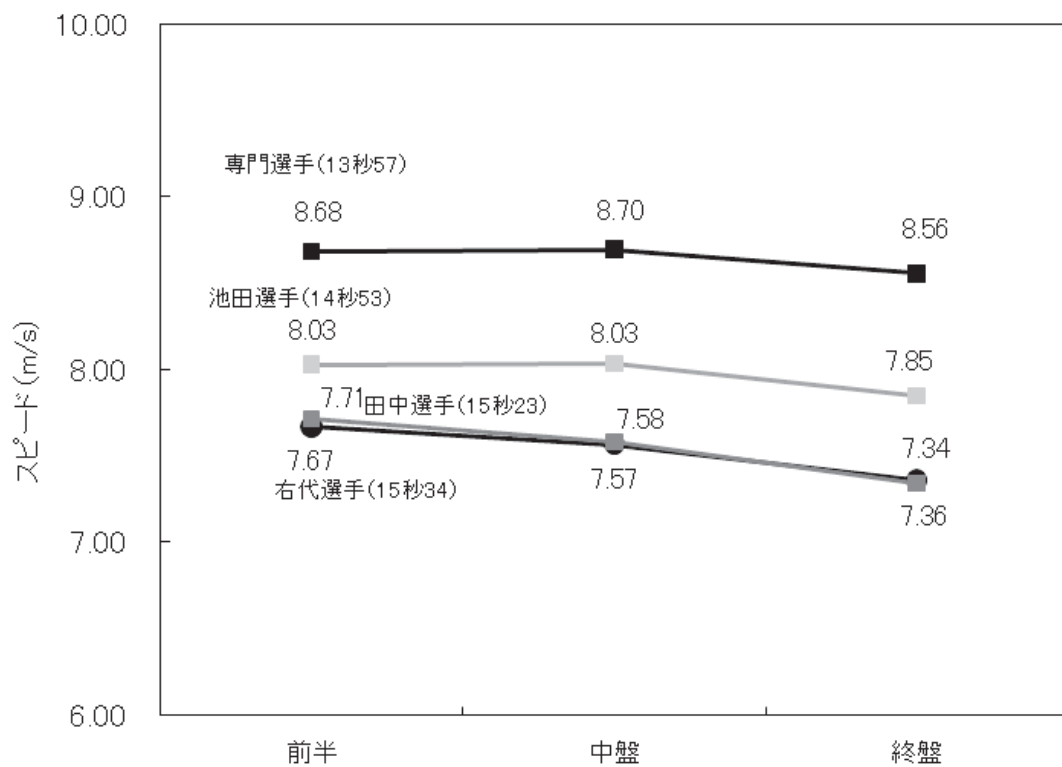


図4 110m ハードル前半・中盤・終盤スピードの変化

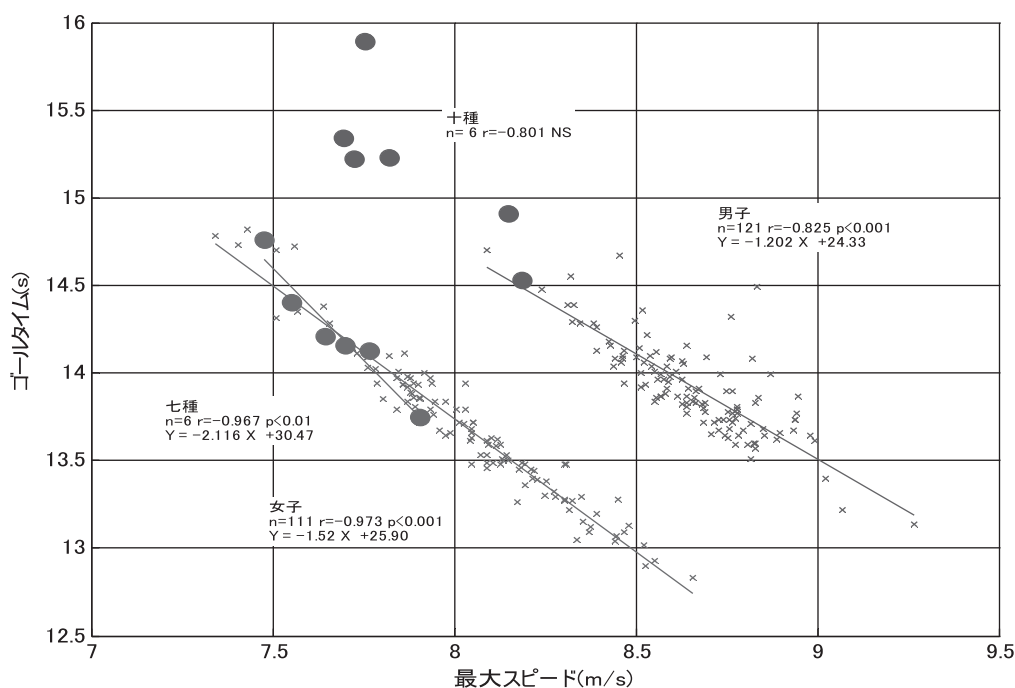


図5 混成競技選手とハードル選手のインターバル間の最大スピードとゴールタイムの関係
 ●：十種競技選手6名（右代選手，田中選手，池田選手以外に3名含まれる）

表3 400m 走レース中のラップタイム，区間タイム，区間スピード（400m ハードル基準）

■ラップタイム(sec)															
	日付	大会名	レーン	記録(s)	45m	80m	115m	150m	185m	220m	255m	290m	325m	360m	400m
右代選手	4月18日	和歌山GP	9	50.60	6.34	10.39	14.20	18.17	22.27	26.44	30.75	35.14	39.49	44.31	50.60
	6月26日	日本選手権	4	50.77	6.34	10.49	14.62	18.82	23.02	27.29	31.70	36.06	40.56	45.15	50.77
	10月10日	群馬RC	3	50.88	6.38	10.38	14.52	18.68	22.88	27.10	31.38	35.80	40.32	45.10	50.88
田中選手	4月18日	和歌山GP	6	50.08	5.82	9.54	13.36	17.27	21.39	25.63	29.91	34.33	38.59	43.49	50.08
	6月26日	日本選手権	2	50.65	5.96	9.91	14.06	18.29	22.52	26.86	31.23	35.72	40.32	44.95	50.65
	10月10日	群馬RC	6	49.89	5.97	9.85	13.87	18.00	22.17	26.30	30.68	35.12	39.55	44.23	49.89
池田選手	4月18日	和歌山GP	8	49.91	6.16	9.93	13.71	17.63	21.69	25.93	30.20	34.63	38.96	43.71	49.91
	6月26日	日本選手権	1	49.82	6.19	10.31	14.43	18.57	22.77	26.99	31.32	35.67	40.06	44.50	49.82
専門選手(前半型)				45.27	5.71	9.18	12.71	16.25	19.92	23.72	27.63	31.72	35.90	40.09	45.27
専門選手(後半型)				45.98	5.77	9.58	13.30	17.02	20.84	24.71	28.66	32.68	36.80	40.96	45.98

■区間タイム(sec)															
	日付	大会名	レーン	記録(s)	S-45m	45-80m	80-115m	115-150m	150-185m	185-220m	220-255m	255-290m	290-325m	325-360m	360-G
右代選手	4月18日	和歌山GP	9	50.60	6.34	4.05	3.80	3.97	4.10	4.17	4.30	4.39	4.35	4.82	6.29
	6月26日	日本選手権	4	50.77	6.34	4.15	4.12	4.20	4.20	4.27	4.40	4.37	4.49	4.59	5.63
	10月10日	群馬RC	3	50.88	6.38	4.00	4.13	4.17	4.20	4.22	4.28	4.42	4.52	4.78	5.78
田中選手	4月18日	和歌山GP	6	50.08	5.82	3.72	3.82	3.90	4.12	4.24	4.29	4.42	4.25	4.91	6.59
	6月26日	日本選手権	2	50.65	5.96	3.95	4.15	4.22	4.24	4.34	4.37	4.49	4.61	4.62	5.71
	10月10日	群馬RC	6	49.89	5.97	3.88	4.02	4.13	4.17	4.13	4.38	4.43	4.43	4.68	5.66
池田選手	4月18日	和歌山GP	8	49.91	6.16	3.77	3.79	3.92	4.05	4.24	4.27	4.44	4.32	4.76	6.20
	6月26日	日本選手権	1	49.82	6.19	4.12	4.12	4.14	4.20	4.22	4.32	4.35	4.39	4.44	5.33
専門選手(前半型)				45.27	5.71	3.47	3.54	3.54	3.67	3.80	3.90	4.09	4.18	4.19	5.18
専門選手(後半型)				45.98	5.77	3.80	3.72	3.72	3.82	3.87	3.95	4.02	4.12	4.15	5.02

■区間スピード(m/sec)															
	日付	大会名	レーン	記録(s)	S-45m	45-80m	80-115m	115-150m	150-185m	185-220m	220-255m	255-290m	290-325m	325-360m	360-G
右代選手	4月18日	和歌山GP	9	50.60	7.10	8.63	9.20	8.81	8.53	8.39	8.13	7.98	8.04	7.26	6.36
	6月26日	日本選手権	4	50.77	7.10	8.43	8.49	8.33	8.33	8.19	7.95	8.02	7.79	7.63	7.11
	10月10日	群馬RC	3	50.88	7.05	8.75	8.47	8.40	8.33	8.30	8.17	7.92	7.75	7.32	6.92
田中選手	4月18日	和歌山GP	6	50.08	7.73	9.41	9.16	8.97	8.49	8.26	8.16	7.92	8.23	7.14	6.07
	6月26日	日本選手権	2	50.65	7.56	8.85	8.43	8.29	8.26	8.07	8.01	7.80	7.60	7.57	7.01
	10月10日	群馬RC	6	49.89	7.54	9.01	8.71	8.47	8.40	8.47	7.99	7.89	7.90	7.47	7.07
池田選手	4月18日	和歌山GP	8	49.91	7.31	9.28	9.24	8.93	8.63	8.26	8.19	7.89	8.10	7.36	6.45
	6月26日	日本選手権	1	49.82	7.27	8.50	8.49	8.46	8.33	8.29	8.10	8.04	7.98	7.89	7.51
専門選手(前半型)				45.27	7.89	10.09	9.90	9.90	9.54	9.20	8.97	8.56	8.37	8.35	7.72
専門選手(後半型)				45.98	7.80	9.20	9.41	9.41	9.16	9.04	8.85	8.70	8.49	8.43	7.96

表4 400m 走レース中のラップタイム, 区間タイム, 区間スピード (計算値: 50m 毎)

■ラップタイム(sec)

	日付	大会名	レーン	記録(s)	50m	100m	150m	200m	250m	300m	350m	400m
右代選手	4月18日	和歌山GP	9	50.60	6.92	12.57	18.17	24.06	30.13	36.38	42.93	50.60
	6月26日	日本選手権	4	50.77	6.93	12.85	18.82	24.85	31.07	37.35	43.83	50.77
	10月10日	群馬RC	3	50.88	6.95	12.75	18.68	24.69	30.77	37.09	43.73	50.88
田中選手	4月18日	和歌山GP	6	50.08	6.35	11.73	17.27	23.20	29.30	35.55	42.09	50.08
	6月26日	日本選手権	2	50.65	6.52	12.28	18.29	24.38	30.61	37.03	43.62	50.65
	10月10日	群馬RC	6	49.89	6.52	12.15	18.00	23.94	30.06	36.38	42.90	49.89
池田選手	4月18日	和歌山GP	8	49.91	6.69	12.09	17.63	23.50	29.59	35.87	42.35	49.91
	6月26日	日本選手権	1	49.82	6.78	12.66	18.57	24.58	30.70	36.92	43.23	49.82
専門選手(前半型)				45.27	6.20	11.20	16.25	21.55	27.07	32.91	38.89	45.27
専門選手(後半型)				45.98	6.32	11.70	17.02	22.50	28.10	33.86	39.77	45.98

■区間タイム(sec)

	日付	大会名	レーン	記録(s)	S-50m	50-100m	100-150m	150-200m	200-250m	250-300m	300-350m	350-400m
右代選手	4月18日	和歌山GP	9	50.60	6.92	5.65	5.60	5.89	6.07	6.25	6.55	7.67
	6月26日	日本選手権	4	50.77	6.93	5.92	5.97	6.03	6.22	6.28	6.49	6.94
	10月10日	群馬RC	3	50.88	6.95	5.79	5.94	6.01	6.08	6.32	6.64	7.15
田中選手	4月18日	和歌山GP	6	50.08	6.35	5.37	5.54	5.94	6.10	6.25	6.54	7.99
	6月26日	日本選手権	2	50.65	6.52	5.76	6.00	6.10	6.22	6.43	6.59	7.03
	10月10日	群馬RC	6	49.89	6.52	5.62	5.85	5.94	6.12	6.33	6.51	7.00
池田選手	4月18日	和歌山GP	8	49.91	6.69	5.40	5.54	5.87	6.08	6.28	6.48	7.56
	6月26日	日本選手権	1	49.82	6.78	5.89	5.90	6.01	6.12	6.23	6.30	6.59
専門選手(前半型)				45.27	6.20	5.00	5.05	5.30	5.52	5.84	5.98	6.38
専門選手(後半型)				45.98	6.32	5.39	5.32	5.48	5.60	5.76	5.91	6.21

■区間スピード(m/sec)

	日付	大会名	レーン	記録(s)	S-50m	50-100m	100-150m	150-200m	200-250m	250-300m	300-350m	350-400m
右代選手	4月18日	和歌山GP	9	50.60	7.23	8.85	8.93	8.49	8.23	8.00	7.63	6.52
	6月26日	日本選手権	4	50.77	7.21	8.45	8.38	8.29	8.04	7.96	7.71	7.21
	10月10日	群馬RC	3	50.88	7.19	8.63	8.42	8.32	8.22	7.91	7.53	7.00
田中選手	4月18日	和歌山GP	6	50.08	7.87	9.31	9.02	8.42	8.20	8.00	7.64	6.26
	6月26日	日本選手権	2	50.65	7.67	8.68	8.33	8.20	8.03	7.78	7.59	7.12
	10月10日	群馬RC	6	49.89	7.67	8.89	8.54	8.42	8.17	7.90	7.68	7.15
池田選手	4月18日	和歌山GP	8	49.91	7.47	9.27	9.02	8.52	8.22	7.96	7.71	6.62
	6月26日	日本選手権	1	49.82	7.38	8.49	8.47	8.32	8.18	8.03	7.93	7.58
専門選手(前半型)				45.27	8.06	10.01	9.90	9.43	9.06	8.56	8.36	7.84
専門選手(後半型)				45.98	7.92	9.28	9.41	9.13	8.93	8.68	8.46	8.05

表5 400m 走レース中のピッチおよび相対ピッチ (Zone: 400m ハードル基準)

■ピッチ(Hz)

	日付	大会名	レーン	記録(s)	S-45m	45-80m	80-115m	115-150m	150-185m	185-220m	220-255m	255-290m	290-325m	325-360m	360-G
右代選手	4月18日	和歌山GP	9	50.60	—	3.71	3.69	3.66	3.66	3.62	3.57	3.53	3.51	3.38	3.25
	6月26日	日本選手権	4	50.77	—	3.65	3.63	3.53	3.54	3.50	3.56	3.54	3.56	3.48	3.35
	10月10日	群馬RC	3	50.88	—	3.71	3.64	3.60	3.59	3.62	3.59	3.59	3.53	3.44	3.36
田中選手	4月18日	和歌山GP	6	50.08	—	4.16	3.96	3.85	3.76	3.81	3.73	3.66	3.60	3.51	3.40
	6月26日	日本選手権	2	50.65	—	3.90	3.76	3.66	3.70	3.73	3.68	3.63	3.65	3.57	3.42
	10月10日	群馬RC	6	49.89	—	4.08	3.84	3.80	3.78	3.78	3.70	3.68	3.67	3.62	3.42
池田選手	4月18日	和歌山GP	8	49.91	—	3.93	3.87	3.81	3.80	3.80	3.80	3.80	3.70	3.63	3.49
	6月26日	日本選手権	1	49.82	—	3.80	3.80	3.71	3.71	3.75	3.78	3.81	3.76	3.73	3.63
専門選手(前半型)				45.27	—	4.23	4.16	4.11	3.95	3.95	3.85	3.76	3.76	3.73	3.65
専門選手(後半型)				45.98	—	4.02	3.95	4.01	3.98	4.03	4.07	4.05	3.98	3.92	3.82

■相対ピッチ(Hz)

	日付	大会名	レーン	記録(s)	S-45m	45-80m	80-115m	115-150m	150-185m	185-220m	220-255m	255-290m	290-325m	325-360m	360-G
右代選手	4月18日	和歌山GP	9	50.60	—	1.65	1.64	1.63	1.63	1.61	1.59	1.57	1.56	1.51	1.45
	6月26日	日本選手権	4	50.77	—	1.62	1.62	1.57	1.58	1.56	1.58	1.58	1.58	1.55	1.49
	10月10日	群馬RC	3	50.88	—	1.65	1.62	1.60	1.60	1.61	1.60	1.60	1.57	1.53	1.50
田中選手	4月18日	和歌山GP	6	50.08	—	1.77	1.68	1.64	1.60	1.62	1.58	1.56	1.53	1.49	1.44
	6月26日	日本選手権	2	50.65	—	1.66	1.60	1.56	1.57	1.58	1.56	1.54	1.55	1.52	1.45
	10月10日	群馬RC	6	49.89	—	1.73	1.63	1.61	1.61	1.61	1.57	1.56	1.56	1.54	1.45
池田選手	4月18日	和歌山GP	8	49.91	—	1.70	1.67	1.65	1.64	1.64	1.64	1.64	1.60	1.57	1.51
	6月26日	日本選手権	1	49.82	—	1.64	1.64	1.61	1.61	1.62	1.64	1.65	1.63	1.62	1.57
専門選手(前半型)				45.27	—	1.80	1.77	1.75	1.68	1.68	1.63	1.60	1.60	1.58	1.55

表6 400m 走レース中のステップ長および身長比ステップ (Zone : 400m ハードル基準)

■ステップ長		日付	大会名	レーン	記録(s)	S-45m	45-80m	80-115m	115-150m	150-185m	185-220m	220-255m	255-290m	290-325m	325-360m	360-G
右代選手	4月18日	和歌山GP	9	50.60	—	2.33	2.49	2.41	2.33	2.32	2.28	2.26	2.29	2.15	1.96	
	6月26日	日本選手権	4	50.77	—	2.31	2.34	2.36	2.35	2.34	2.24	2.26	2.19	2.19	2.12	
	10月10日	群馬RC	3	50.88	—	2.36	2.33	2.33	2.32	2.29	2.28	2.21	2.20	2.13	2.06	
田中選手	4月18日	和歌山GP	6	50.08	—	2.26	2.31	2.33	2.26	2.17	2.19	2.16	2.28	2.03	1.79	
	6月26日	日本選手権	2	50.65	—	2.27	2.24	2.26	2.23	2.16	2.18	2.15	2.08	2.12	2.05	
	10月10日	群馬RC	6	49.89	—	2.21	2.27	2.23	2.22	2.24	2.16	2.14	2.15	2.06	2.07	
池田選手	4月18日	和歌山GP	8	49.91	—	2.36	2.39	2.34	2.27	2.18	2.16	2.08	2.19	2.03	1.85	
	6月26日	日本選手権	1	49.82	—	2.24	2.24	2.28	2.24	2.21	2.14	2.11	2.12	2.11	2.07	
専門選手(前半型)				45.27	—	2.38	2.38	2.41	2.41	2.33	2.33	2.28	2.22	2.24	2.12	
専門選手(後半型)				45.98	—	2.29	2.38	2.34	2.30	2.24	2.17	2.15	2.13	2.15	2.08	

■ステップ長(身長比)		日付	大会名	レーン	記録(s)	S-45m	45-80m	80-115m	115-150m	150-185m	185-220m	220-255m	255-290m	290-325m	325-360m	360-G
右代選手	4月18日	和歌山GP	9	50.60	—	1.20	1.28	1.24	1.20	1.19	1.17	1.16	1.18	1.10	1.01	
	6月26日	日本選手権	4	50.77	—	1.19	1.20	1.21	1.21	1.20	1.15	1.16	1.13	1.13	1.09	
	10月10日	群馬RC	3	50.88	—	1.21	1.20	1.20	1.19	1.18	1.17	1.13	1.13	1.09	1.06	
田中選手	4月18日	和歌山GP	6	50.08	—	1.28	1.31	1.32	1.27	1.22	1.24	1.22	1.29	1.15	1.01	
	6月26日	日本選手権	2	50.65	—	1.28	1.27	1.28	1.26	1.22	1.23	1.21	1.18	1.20	1.16	
	10月10日	群馬RC	6	49.89	—	1.25	1.28	1.26	1.25	1.26	1.22	1.21	1.22	1.17	1.17	
池田選手	4月18日	和歌山GP	8	49.91	—	1.28	1.30	1.27	1.24	1.18	1.17	1.13	1.19	1.10	1.01	
	6月26日	日本選手権	1	49.82	—	1.22	1.22	1.24	1.22	1.20	1.16	1.15	1.15	1.15	1.12	
専門選手(前半型)				45.27	—	1.35	1.34	1.36	1.36	1.32	1.32	1.29	1.26	1.26	1.20	
専門選手(後半型)				45.98	—	1.30	1.35	1.33	1.31	1.27	1.23	1.22	1.21	1.22	1.18	

ターンに違いは見られなかった。スピードレベルからみると、十種競技3選手は男子より女子専門選手に近いレベルであった。専門選手の最大スピード出現区間は、50-60m 区間であるのに対し、十種競技選手は40-50m 区間であった。十種競技選手は、40m 以降も加速できる走りの工夫とトレーニングが求められる。

図2は、レース中の最大スピード、30m ラップタイプ、スピード逓減率とゴールタイムの関係について100m 専門選手らと十種競技選手(10秒92の0選手1名が含まれる)のデータを示したものである(松尾, 2009)。

十種競技選手らの30mのラップタイムは、専門選手らの延長線上に分布していた。ただ、十種競技選手内においては有意な相関関係は認められなかった(N.S.)。最大スピードにおいても、十種競技選手らは専門選手らの延長線上に分布していて、有意な相関関係が認められた($r = -0.995$ $p < 0.01$)。十種競技選手らのスピード逓減率は4~8%であり、専門選手らとほぼ同範囲にあった。これらの結果から、十種競技選手らの場合でも、30mラップタイムやスピード逓減率よりも、最大スピード値が100m記録に最も影響する指標であると確認できた。

3-2. 十種競技選手の110mハードル走パフォーマンスの特徴と今後の課題

表2に、専門選手と十種競技選手のラップタイム、区間タイム、区間スピード、最高速度を基準とした相対スピードを示した。スピード曲線は図3に示した。図3は、1H-4H区間を前半、4H-7H区間を中盤、7H-10H区間を終盤とし、各区間平均スピードの変化を示したものである。

スピード変化をみると、1台目のハードルを越え

た以降、2台目に走者の背部が通過するまでの間に行われる、「着地」、「インターバル走」、「踏み切り」で、既に専門選手との間に大きな差が生まれていた。それ以降の差分は、その区間に比べ少ないことから、H1-H2区間に注目して、今後の解決策を検討していく必要があるだろう。

次に、前半、中盤、終盤でのスピード変化をみると(図4)、15秒台の十種競技選手は、中盤で既にスピード低下が観察される。前半区間までにある程度のスピードを高められる技術レベルに達していないと、中盤以降のスピード低下が顕著になる可能性が示された。

図5は、インターバル間の最大スピードが高いもののほどゴールタイムが良いという関係を示している。

以上、十種競技選手のハードル記録短縮のために、100m走と同様、最大スピードを高めるための取組みが大切である。そのために、まずH1-H2区間に着目して、この区間の加速を限定している要因を検討していく必要があるだろう。

3-3. 十種競技選手の400m走パフォーマンスの特徴と今後の課題

400m走レースの400mハードルを基準とした、ラップタイム、区間タイム、区間スピードを表3に、ピッチ、相対ピッチを表5に、ステップ長、身長比ステップ長を表6に示した。参考資料として作成した50m毎のラップタイプ、区間タイム、区間スピードは表4に示してある。比較としてレースタイプの異なる2名の専門選手を用いた。一人は前半型の選手(45秒27)、もう一人は後半型の選手(45秒98)である。

右代選手の場合、相対スピードの変化(図6)をみると、和歌山GP、日本選手権、群馬RCとほぼ同

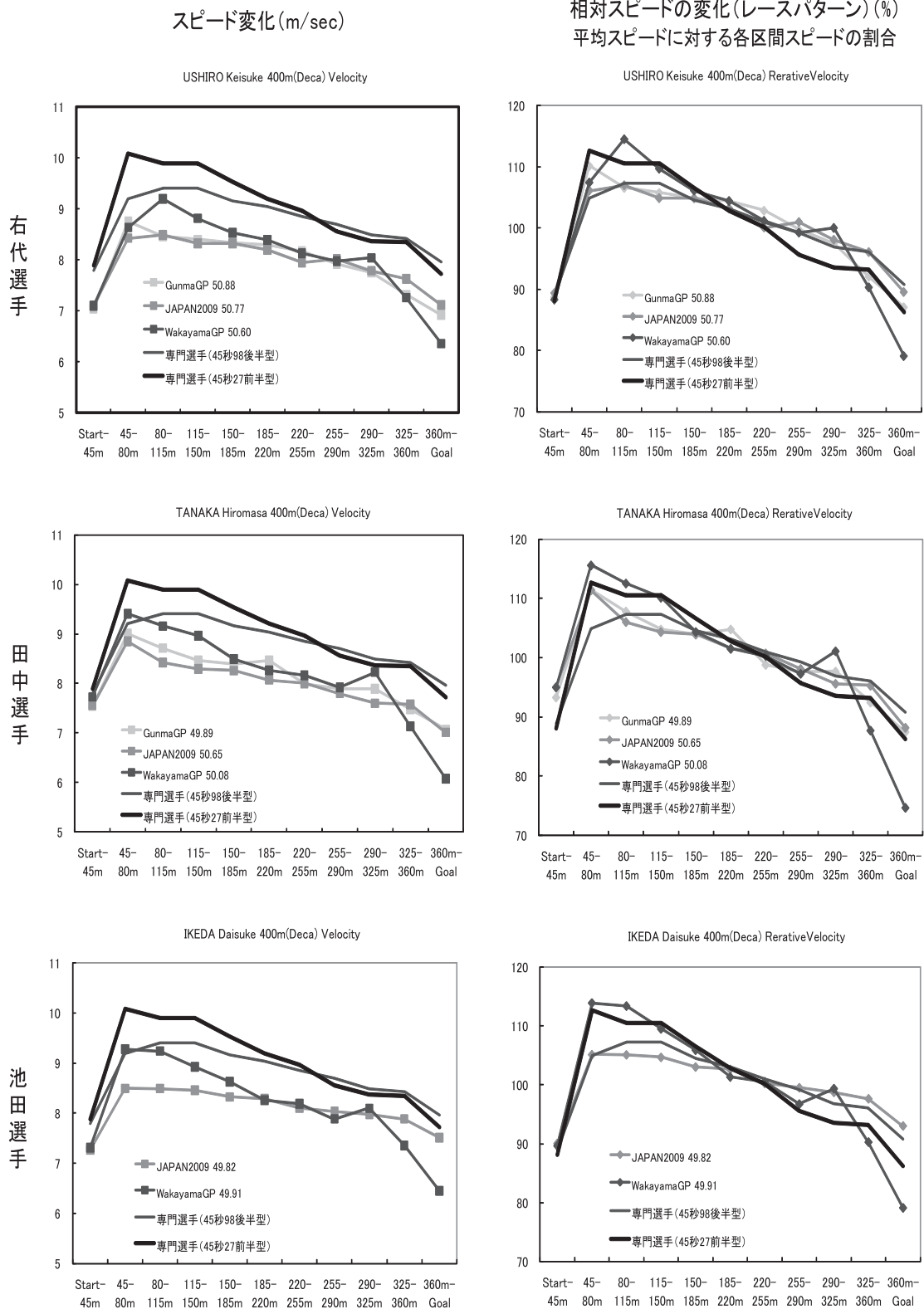


図6 400m走レース中におけるスピード変化とレースパターンの個人内および専門選手との比較

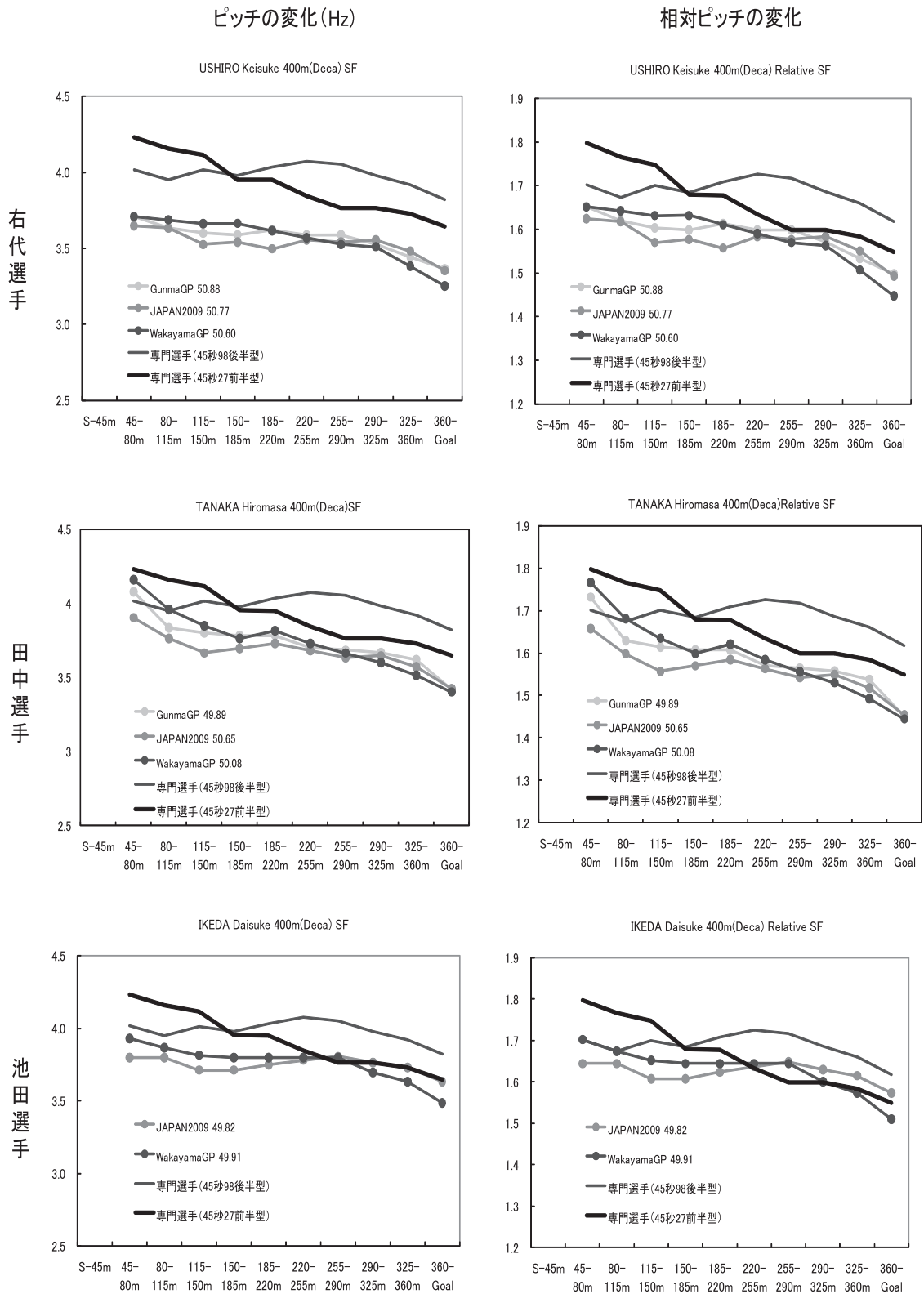


図7 400m 走レース中におけるピッチおよび相対ピッチの個人内比較および専門選手との比較

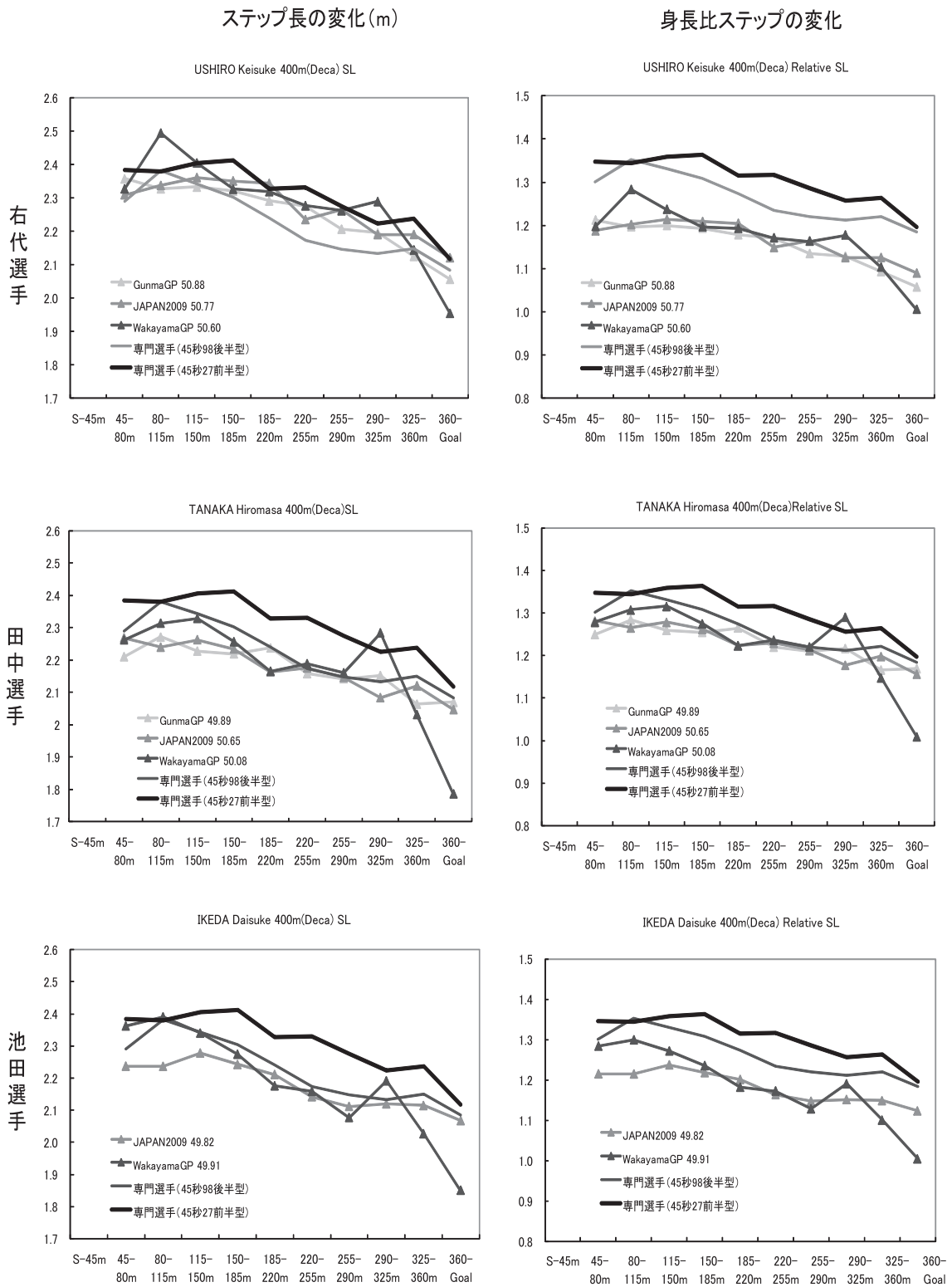


図8 400m 走レース中におけるピッチ，ステップ長変化の個人内比較および専門選手との比較

タイムでありながら、それぞれ異なるレースパターンを示していた。日本選手権、群馬 RC は、最高速度が 45-80m 区間で出現し、相対速度が 110% 程度に収まっていたため、終盤まである程度の速度を維持できたレース展開であった。いっぽう、和歌山 GP では、80-115m 区間まで加速を続け、相対速度が 114% と高い割合で走っていたためか、終盤において急激な減速を招いてしまっていた。このようなレースごとのばらつきは、選手のコメントによれば、隣レーン走者の影響や、風速、風向による心理的反応が影響しているかもしれないとのこと。その他にも、十種競技だけに、1 日目最終種目での疲労など体調による影響も無視できないだろう。今後は、パフォーマンスの変化とレース内訳を検証しながら、強化課題を抽出していきたい。

右代選手のピッチとステップ長をみると、ピッチは専門選手に比べて低く、ステップ長は同レベルであった (図 7, 図 8)。長身スプリンターは、ステップ長は長いが、脚の慣性モーメントが大きいことからピッチは低くなる (阿江, 2009)。右代選手の場合、相対値をみると、身長 (195cm) の割にピッチはやや高く、ステップ長は短い傾向にあると見受けられた (図 7, 図 8)。相対的な観点で言えば、身長比ステップ長の延長が課題といえる。ただし、絶対的観点で考えれば、長身の利点で得られた専門選手レベルのステップ長を低下させず、劣るピッチを高めることを課題とするということも考えられる。どのように強化を進めていくかは、身体的・技術的特徴を踏まえ議論が必要で、経過を観察しながら検討していきたい。

田中選手は、右代選手と異なり、競技会毎のレースパターンのばらつきが、少ないように見える。異なる諸条件の中でもある程度、自分の目指すレースパターンを再現することが出来ていると思われる。

2009 年度シーズンの 400m 走記録は、49 秒 89 であり、十種競技ベスト記録時の 49 秒 85 に近い記録であった。ただし、世界基準からみたそのレベルは「-1」と、100m 走の記録 (10 秒 87) の評価「±0」に比べ低く、同評価レベルに達するためには、400m で 48 秒台が求められる (前掲報告)。

スタートしてからはじめの 45m までの区間スピードは、平均スピードからみると専門選手らよりも 5~7% 高いスピードであった (図 6)。飛ばしすぎの感がある。スタート直後のスピードは多少抑えながら、80m 以降のバックストレートのスピードが中たるみにならないようにしていくことで、改善が期待される。今後も、持っている力を最大限発揮できる

ような最適なレースパターンを行えるようにトレーニングしていくことも、限られた練習で効果を高めるためには有効な手段といえよう。

池田選手が走った和歌山 GP と日本選手権におけるスピード変化をみると (図 6)、和歌山 GP が前半型、日本選手権が後半型と、両極端に異なるレース展開であった。両レースにおけるピッチの違いは小さく、ステップ長の違いによるスピードの変化であった (図 7, 図 8)。どちらの記録もほぼ同じであったため、どちらが適したレースパターンであるかは不明である。今後、データを蓄積しながら検討していきたい。

4. まとめ

競技会で測定・分析したデータを基に、スプリント種目について、専門選手と十種競技トップ選手 (右代選手、田中選手、池田選手) との差異について考察し、次の見解が得られた。

- ① 100m 走に関して、十種競技選手は、40m 以降も加速できる走りの工夫とトレーニングを行い、最大スピードが高まることを目指すべきだろう。
- ② 110m ハードルのパフォーマンス向上に向けて、H1 - H2 区間の加速を限定している要因を明らかにしていくことが必要となる。
- ③ スピード変化、レースパターンの評価、スピードを構成するピッチとステップ長の関係など、400m 走レースの分析データを活用していくことは、競技会ごとにレース展開のばらつきが大きい十種競技選手にとって、最適なレース展開を追求するといった点で有効な強化方法となろう。

参考文献

- 阿江通良 (2009) スプリントの仕組みと特性. 日本トレーニング科学会編 スプリントトレーニング -速く走る・泳ぐ・滑るを科学する-. 朝倉書店: 東京, pp16 - 22.
- 松尾彰文 (2009) 日本陸上競技選手権 短距離, ハードルのスピード分析 (速報レポート).
- 松尾彰文, 広川龍太郎, 杉田正明, 阿江通良 (2007) レーザー方式による 100m およびハードルのスピード分析. 陸上競技研究紀要, 3:59 - 64.