

100m レースにおける 4 ステップごとにみたスピード、ピッチおよびストライドの変化

松尾彰文¹⁾ 広川龍太郎²⁾ 柳谷登志雄³⁾ 持田 尚⁴⁾ 杉田正明⁵⁾ 松林武生¹⁾
貴嶋孝太¹⁾ 川崎知美¹⁾ 荏部俊二⁶⁾ 土江寛裕⁷⁾ 清田浩伸⁸⁾ 麻場一徳⁹⁾ 中村宏之¹⁰⁾
1) 国立スポーツ科学センター 2) 東海大学 3) 順天堂大学
4) 横浜市スポーツ医科学研究センター 5) 三重大学 6) 法政大学 7) 城西大学
8) 平成国際大学 9) 都留文科大学 10) 北海道ハイテク AC

1. はじめに

男女ともに 100m では、スピードはスタート直後には顕著な増加を示すが、増加傾向は次第に小さくなり、最大スピードに達した後、フィニッシュまで徐々に低下していく。最大スピードの到達地点は 30m から 90m の範囲で選手により異なっている。このようなレース展開の中で、最大スピードと記録との間に高い相関があることを報告してきた(松尾ら, 2010)。

最大スピードはスタートから加速した結果として到達したスピードであると考えられる。スピード変化の過程をステップの頻度(ピッチ)とステップの長さ(ストライド)の変化とあわせて分析することで、最大スピードに至るまでの走り方を検討するための基礎資料を提供できるであろう。すでに、このような視点から、ボルトの 9.58 秒の世界記録時においてスタートからフィニッシュまでのピッチとストライドの分析を行った。その結果、ピッチはスタートから急激上昇したのち、一度は低下し、最大スピード区間の手前で再び上昇したのちに、最大スピード区間ではピッチは低下してストライドが伸びていたことを報告した(松尾ら, 2010)。ここでは 10m 区間での平均値なので通過距離を基準としたピッチとストライドの変化であり、それぞれの区間で右と左のステップ数が異なっている。

そこで、4 ステップを基準にピッチ、ストライドとその積としてスピードを求めた。この方法では、最後の区間をのぞき、どの区間でも左右ともに 2 サイクルの平均値となるので、ランニングのサイクルごとの比較ができると考えられる。本報告では、この方法により分析したレース経過に伴うスピード変

化とピッチとストライドの変化について報告する。

2. 方法

測定対象とした大会は、織田記念、大阪グランプリ、日本選手権、南部記念、インターハイ、スーパー陸上、アジア大会における予選から決勝までのレースであった。日本選手権、南部記念、インターハイ、スーパー陸上、アジア大会における予選から決勝までのレースであった。

疾走スピードの計測

疾走スピードの計測にはレーザー方式による測定とビデオ方式(インターハイのみ)による方法で測定した(松尾ら, 2010)。レーザー方式では、選手の背面に設置した測定装置(ラベック)によりスタートからフィニッシュまでの移動距離を 1/100 秒ごとに測定し、フィニッシュタイムと移動距離と時間の関係から 10m ごとのラップタイムを求めたのち、10m 区間ごとの平均スピードを求めた。ビデオ方式では、100m コースの側面からラップタイム計測地点に設置したビデオカメラで撮影された映像により、スタート時のピストルの閃光から計測地点の通過までの時間を計測し、区間ごとの平均スピードを求めた。

ピッチとストライドの変化

分析用のハイスピードムービー(299.7fps)は、スタートからラップタイム計測地点に 3-4 台と正面に設置したカメラで撮影されたものを用いた。撮影ではスタートの信号(スターターのピストルからの閃光など)が画角にはいるようにした。

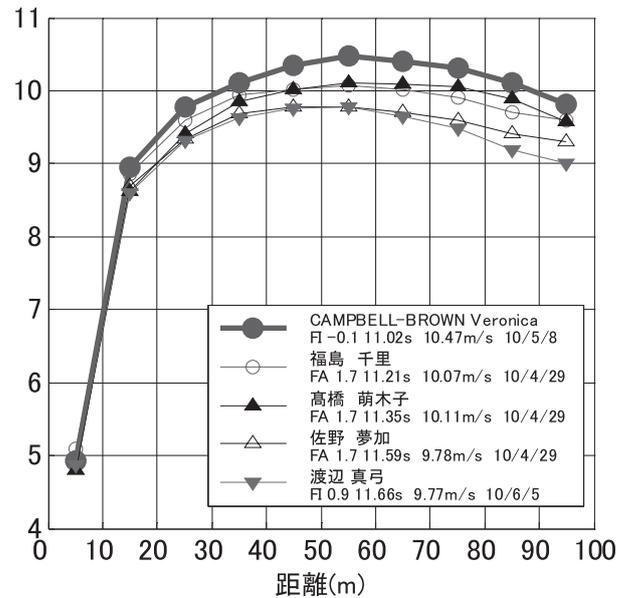
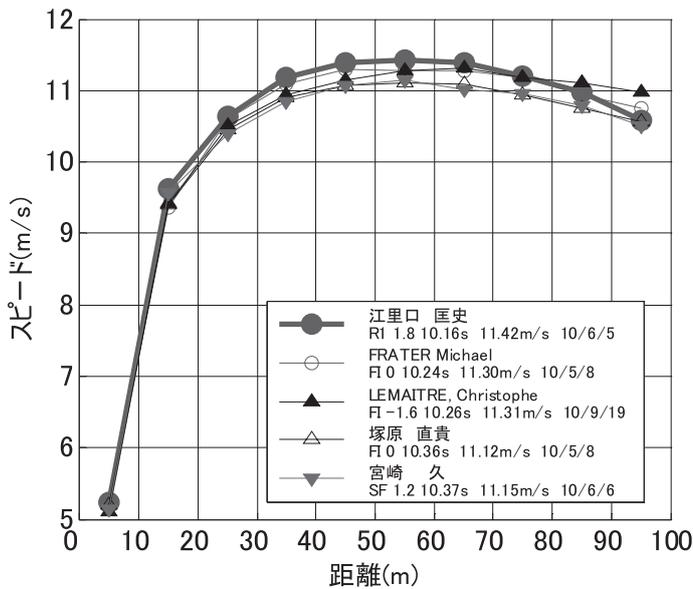


図1. 男女別にみた10年度に測定したレースのトップ5のスピード曲線

ハイスピードムービーから、接地が始まったフレームとつま先が地面からはなれ始めたフレームをスタート直後の1ステップ目からフィニッシュ直後の1ステップまでカウントした。ピッチは1秒あたりのステップ数 (s/s) とし、1ステップ目の着地から5ステップ目の着地までを4ステップサイクルの時間としてその逆数の4倍の値を最初の4ステップ区間のピッチとした。ストライドは、ラベックで求めた時間距離の関係をもとに、接地時の位置を推定し、ピッチと同様に4ステップサイクル中の背部の移動距離 (m) の1/4をストライドとした。4ステップサイクルのスピードはピッチとストライドの積 (m/s) とした。同様に5ステップ目からフィニッシュまで4ステップごとにピッチ、ストライドとスピードを求めた。フィニッシュ直前の区間で4ステップに満たない場合には、その部分の指標はデータに含めなかった。なお、ラベックの位置の変化からのストライドであるので、ここでのストライド長は接地のタイミングでみた体幹部の移動距離に相当し、実際のつま先から次のつま先までの距離とは異なる。

3. 結果と考察

織田記念、日本選手権やアジア大会等において、予選から決勝までのレースを対象として、ラベックでレーススピードを計測したのは、男子では江里口選手 (日本選手権) の10.16秒から11.05までの59例、女子ではCambell-Brown (大阪グランプリ) の11.02秒から12.77秒までの72例であった。測定の対象としたのは、それぞれのラウンドで、シー

ド順位を優先して1レース3名〜4名を選んだ。インターハイでは、決勝レースを対象としてラップタイム計測地点に設置したカメラで撮影した映像から10mごとの通過タイムを分析した。また、ハイスピードムービーによるピッチとストライドを分析したので、男子では41例、女子では32例の分析を行った。

スピード変化について

表1には、10年度の10m区間ごとにみたスピード分析結果を男子および女子の上位5名について示した。また、図1には男女別にスタートしてからの距離でみたスピードの変化を示した。

最大スピードについてみると男子では江里口選手の11.42m/s、ついでFrater選手の11.30m/sであった。女子ではCambell-Brown選手の10.47m/s、ついで高橋選手の10.11m/sであった。記録からみると福島選手の方がよいが、最大スピードでは、高橋選手であった。

記録と最大スピードとは従来より統計的にみて有意な比例関係にあることが報告されている (松尾ら, 2010)。本年度のデータだけをみても、男子では、 $n=59$, $r=-0.964$, $y = -0.7319x + 18.51$, 女子では $n=72$, $r=-0.978$, $y=-1.051x + 21.93$ であり、統計的に有意な相関関係 ($p<0.0001$) が認められた。従来データとあわせてみても、男子では、 $n=366$, $r=-0.973$, $y=-0.6972x + 18.14$, $p<0.0001$, 女子では $n=352$, $r=-0.983$, $y=-0.9913x + 21.35$, $p<0.0001$ であった。

高橋選手と福島選手のような例は、福島選手は高橋選手よりも記録がよいのは、スタートダッシュ時

表1. 男女別にみた10年度上位5名の10m区間ごとにみたスピード分析結果

ラウンド	日付	名	ラウンド	風速	記録	最大スピード	到達点	ラップタイム	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m	
男子																			
1	06/05	江里口 匡史	R1	1.8	10.16	11.42	55	time(s)	1.91	2.95	3.89	4.78	5.66	6.53	7.41	8.30	9.22	10.16	
								lag(s)	1.04	0.94	0.89	0.88	0.87	0.88	0.88	0.89	0.92	0.94	
								speed(m/s)	5.24	9.63	10.64	11.18	11.38	11.42	11.40	11.20	10.98	10.59	
2	05/08	FRATER Michael	FI	0	10.24	11.30	45	time(s)	1.93	3.00	3.94	4.84	5.73	6.62	7.50	8.40	9.31	10.24	
								lag(s)	1.93	1.07	0.94	0.90	0.89	0.89	0.88	0.90	0.91	0.93	
								speed(m/s)	5.18	9.36	10.60	11.10	11.30	11.28	11.27	11.19	10.95	10.76	
3	09/19	LEMATRE, Christophe	FI	-1.6	10.26	11.31	65	time(s)	1.96	3.02	3.97	4.89	5.78	6.67	7.55	8.45	9.35	10.26	
								lag(s)	1.96	1.06	0.95	0.92	0.89	0.89	0.88	0.90	0.90	0.91	
								speed(m/s)	5.11	9.43	10.50	10.95	11.14	11.27	11.31	11.19	11.10	10.98	
4	05/08	塚原 直貴	FI	0	10.36	11.12	55	time(s)	1.93	2.99	3.95	4.86	5.77	6.67	7.57	8.48	9.41	10.36	
								lag(s)	1.93	1.06	0.96	0.91	0.91	0.90	0.90	0.91	0.93	0.95	
								speed(m/s)	5.19	9.40	10.45	10.90	11.06	11.12	11.09	10.94	10.75	10.57	
5	06/06	宮崎 久	SF	1.2	10.37	11.15	55	time(s)	1.94	2.99	3.95	4.87	5.77	6.67	7.58	8.49	9.42	10.37	
								lag(s)	1.94	1.05	0.96	0.92	0.90	0.90	0.91	0.91	0.93	0.95	
								speed(m/s)	5.15	9.57	10.39	10.85	11.08	11.15	11.02	10.95	10.79	10.51	
女子																			
1	05/08	CAMPBELL-BROWN Veronica	FI	-0.1	11.02	10.47	55	time(s)	2.03	3.15	4.17	5.16	6.12	7.08	8.04	9.01	10.00	11.02	
								lag(s)	2.03	1.12	1.02	0.99	0.96	0.96	0.96	0.97	0.99	1.02	
								speed(m/s)	4.93	8.95	9.77	10.11	10.36	10.47	10.41	10.30	10.11	9.81	
2	04/29	福島 千里	FA	1.7	11.21	10.07	55	time(s)	1.96	3.09	4.13	5.14	6.14	7.13	8.13	9.14	10.17	11.21	
								lag(s)	1.96	1.13	1.04	1.01	1.00	0.99	1.00	1.01	1.03	1.04	
								speed(m/s)	5.09	8.87	9.59	9.95	10.02	10.07	10.01	9.92	9.70	9.60	
3	04/29	高橋 萌木子	FA	1.7	11.35	10.11	55	time(s)	2.08	3.24	4.30	5.32	6.32	7.31	8.30	9.29	10.31	11.35	
								lag(s)	2.08	1.16	1.06	1.02	1.00	0.99	0.99	0.99	1.02	1.04	
								speed(m/s)	4.81	8.62	9.41	9.84	10.01	10.11	10.09	10.06	9.88	9.57	
4	04/29	佐野 夢加	FA	1.7	11.59	9.78	45	time(s)	2.08	3.23	4.30	5.34	6.36	7.38	8.41	9.45	10.52	11.59	
								lag(s)	2.08	1.15	1.07	1.04	1.02	1.02	1.03	1.04	1.07	1.07	
								speed(m/s)	4.81	8.69	9.33	9.68	9.78	9.77	9.70	9.60	9.41	9.31	
5	06/05	渡辺 真弓	FI	0.9	11.66	9.77	55	time(s)	2.05	3.21	4.28	5.32	6.35	7.37	8.41	9.46	10.55	11.66	
								lag(s)	2.05	1.16	1.07	1.04	1.03	1.02	1.04	1.05	1.09	1.11	
								speed(m/s)	4.88	8.60	9.33	9.62	9.76	9.77	9.65	9.48	9.20	9.00	

表2. 男子上位10名の4ステップ区間ごとにみた最大スピード、ピッチとストライドの値を最大スピード地点とそのピッチとストライド、それぞれで最大値とそこに到達した地点

	日付	名	記録	風	ステップ数	最大スピード区間		ピッチ	ストライド	ピッチ最大区間		ストライド最大区間	
			秒	m/s		step	スピード			到達点	スピード	到達点	ピッチ
						m/s	m	s/s	m	s/s	m	m	m
1	06/05	江里口 匡史	10.16	1.8	47.9	11.45	60.4	5.00	2.29	5.10	33.3	2.36	69.7
2	05/08	FRATER Michael	10.24	0.0	49.7	11.34	58.0	5.08	2.23	5.17	31.9	2.28	93.7
3	06/06	江里口 匡史	10.24	1.2	48.1	11.31	60.2	4.95	2.28	5.08	42.1	2.36	69.5
4	09/19	LEMAITRE Christophe	10.26	-1.6	43.8	11.30	66.7	4.34	2.61	4.59	9.5	2.61	66.7
5	06/06	江里口 匡史	10.26	0.0	48.6	11.25	59.9	4.89	2.30	5.12	33.2	2.33	96.3
6	05/08	塚原 直貴	10.36	0.0	46.9	11.14	62.7	4.82	2.31	4.84	44.2	2.38	81.5
7	06/06	宮崎 久	10.37	1.2	46.1	11.18	53.5	4.68	2.39	4.78	25.8	2.48	92.1
8	06/05	服部 辰也	10.38	1.8	49.7	11.08	57.6	4.97	2.23	5.15	31.7	2.33	93.6
9	05/08	江里口 匡史	10.38	0.0	49.6	11.07	58.7	5.06	2.19	5.08	32.5	2.27	67.6
10	06/05	佐久間 康太	10.40	-0.3	49.7	11.03	50.1	5.08	2.17	5.12	32.9	2.21	85.1
11	06/05	小谷 優介	10.43	-0.3	49.7	11.00	49.4	5.06	2.17	5.15	24.0	2.25	93.7
12	06/05	塚原 直貴	10.44	-0.3	47.6	11.00	52.0	4.83	2.28	5.02	17.1	2.35	88.9
13	06/06	塚原 直貴	10.44	-0.7	48.6	11.00	50.6	4.85	2.27	4.95	41.7	2.42	96.3
14	06/06	塚原 直貴	10.45	0.0	47.7	11.01	52.1	4.70	2.34	4.98	25.3	2.34	52.1
15	06/06	後藤 乃毅	10.46	1.2	49.8	11.03	49.3	5.02	2.20	5.04	58.1	2.24	93.5
16	06/05	田口 博崇	10.46	1.1	46.0	11.07	54.7	4.70	2.35	4.70	54.7	2.39	64.2
17	06/06	服部 辰也	10.46	1.2	49.7	11.01	58.5	4.95	2.22	5.08	32.4	2.22	58.5
		mean(n=41)	10.53	-0.2	48.3	10.92	53.2	4.83	2.26	4.93	30.8	2.34	83.0
		sd	0.20	1.6	1.8	0.26	5.8	0.21	0.10	0.20	10.9	0.12	15.7
		min	10.16	-3.5	43.8	10.28	40.9	4.23	2.10	4.35	9.5	2.12	44.5
		max	11.04	1.8	50.9	11.45	66.7	5.10	2.61	5.17	58.1	2.65	97.4

表3. 女子上位8名の4ステップ区間ごとにみた最大スピード、ピッチとストライドの値を最大スピード地点とそのピッチとストライド、それぞれで最大値とそこに到達した地点

	日付	名	記録	風	ステップ数	最大スピード区間		ピッチ	ストライド	ピッチ最大区間		ストライド最大区間	
			秒	m/s		step	スピード			到達点	スピード	到達点	ピッチ
						m/s	m	s/s	m	s/s	m	m	m
1	05/08	CAMPBELL-BROWN Ver	11.02	-0.1	50.3	10.48	57.7	4.76	2.20	4.84	23.5	2.24	66.6
2	04/29	福島 千里	11.21	1.7	54.5	10.06	53.0	5.04	2.00	5.15	37.1	2.01	84.9
3	05/08	福島 千里	11.27	-0.1	53.3	10.10	54.3	4.92	2.05	5.00	46.2	2.07	62.6
4	07/11	福島 千里	11.28	-0.1	53.8	10.00	53.8	4.96	2.02	4.98	14.6	2.02	69.9
5	06/05	福島 千里	11.30	0.9	53.8	9.99	62.1	4.94	2.02	5.00	14.9	2.03	78.3
6	11/22	福島 千里	11.32	1.1	52.1	10.04	48.3	4.93	2.03	4.93	32.1	2.19	97.8
7	11/22	福島 千里	11.33	1.2	53.2	9.98	55.6	4.89	2.04	5.00	31.6	2.04	55.6
8	04/29	高橋 萌木子	11.35	1.7	49.9	10.11	49.5	4.65	2.17	4.69	40.9	2.23	93.5
9	06/05	福島 千里	11.38	0.8	50.9	9.93	58.0	4.78	2.08	4.89	17.7	2.15	91.6
10	06/05	高橋 萌木子	11.39	0.9	50.4	10.11	58.1	4.67	2.17	4.67	58.1	2.21	66.9
11	11/21	福島 千里	11.41	0.8	52.2	9.96	63.8	4.80	2.08	4.95	39.4	2.17	97.2
12	09/19	福島 千里	11.48	-0.3	53.6	9.89	54.3	4.89	2.02	4.95	30.4	2.03	78.5
13	09/19	ASUMNU Gloria	11.50	-0.3	50.1	10.00	49.0	4.49	2.23	4.74	15.6	2.23	49.0
14	11/22	高橋 萌木子	11.50	1.2	49.4	10.13	59.5	4.52	2.24	4.58	33.2	2.24	59.5
15	06/05	高橋 萌木子	11.53	0.3	49.2	9.94	59.4	4.49	2.21	4.58	42.0	2.26	94.9
16	11/22	高橋 萌木子	11.59	1.5	50.5	9.89	49.1	4.59	2.15	4.65	16.2	2.20	92.3
17	04/29	佐野 夢加	11.59	1.7	52.9	9.79	55.1	4.76	2.06	4.85	15.1	2.10	46.7
18	06/05	渡辺 真弓	11.66	0.9	54.1	9.78	53.9	4.81	2.03	4.95	15.0	2.03	53.9
19	06/05	渡辺 真弓	11.68	0.3	53.7	9.98	52.4	4.78	2.09	5.04	6.5	2.11	94.2
20	06/05	和田 麻希	11.68	0.3	51.7	9.68	49.0	4.68	2.07	4.78	32.7	2.08	73.9
		mean(n=33)	11.62	0.2	52.3	9.81	51.8	4.73	2.08	4.82	25.6	2.11	75.0
		sd	0.32	1.3	1.9	0.30	6.1	0.19	0.08	0.20	11.6	0.09	17.2
		min	11.02	-3.2	49.2	9.03	39.8	4.38	1.85	4.42	6.5	1.86	46.7
		max	12.38	1.7	58.1	10.48	63.8	5.23	2.24	5.33	58.1	2.26	97.8

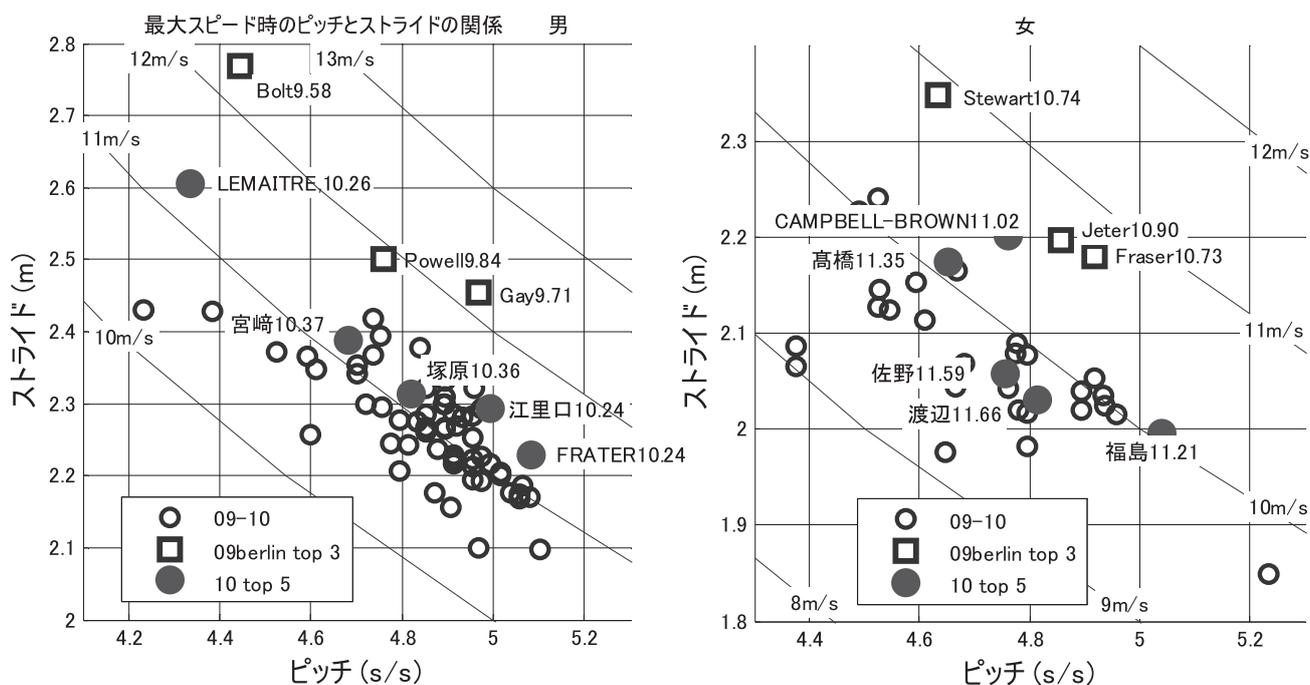


図2. 09年度と10年度に分析した4ステップ区間でみた最大スピード時のピッチとストライドの関係
09ベルリンのトップ3と10年度トップ5のデータには選手名と記録をつけた。

の加速の違いや高橋選手の最大スピードが高いことによるものであろう。

最大スピード時のピッチとストライド

表2および3では、男では上位10名、女子では上位8名までの4ステップ区間ごとにみた最大スピード、ピッチとストライドの値を最大スピード地点とそのピッチとストライド、それぞれで最大値とそこに到達した地点を示した。表中には全員のデータを示していないが、本年度のそれぞれの指標での統計的な平均値 (mean), 標準偏差 (sd), 最小値 (min), 最大値 (max) を示した。

フィニッシュまでのステップ数をみると男子で平均値は48.3歩であるが、最も少なかったのはLemaitreの43.8歩であった。世界記録9.58秒のBolt選手はさらに少ない41.1歩であった。

最大スピード時のピッチとストライドは実際のトレーニングにおける具体的なストライドの目標値設定の参考になるであろう。Lemaitreは黒人以外で初めての9秒台の選手である。日本でのレースでは10.24秒であったが、最大スピード時のピッチが4.34s/s、ストライドが2.61mであることから、ボルト選手のようにピッチは遅いが長いストライドで走るという特徴があることがわかる。一方、世界選手権やオリンピックでも入賞経験のあるFrater選手はピッチが5.08s/s、ストライドが2.23mであり、早いピッチが特徴的であった。

女子では、ステップ数が最も少ないのは高橋選手の49.2ステップであった。大阪グランプリで11.02秒の記録だったCambell-Brown選手の50.3ステップよりも少ないステップ数であった。

最大スピード区間での値をみると、福島選手のピッチは4.78s/sから5.04s/sであり、全体の平均値である4.73s/sよりも常に多い値であった。日本記録の11.21秒のときが最も高い値であった。福島選手よりもわずかに高い最大スピードであった高橋選手のストライドをみると最も高い値が2.24mであった。平均値である2.08mに比べると0.16m長いストライドであった。これらのことから、福島選手の特徴は早いピッチであり、高橋選手の特徴は長いストライドであることが数値としても示されたことになる。

図2には、09年度と10年度に分析した4ステップ区間でみた最大スピード時のピッチとストライドの関係を男女別に示した。09年の世界選手権ベルリン大会(09berlin)のトップ3と10年度トップ5(10 top 5)のデータには選手名と記録を示した。ピッチとストライドの積がスピードであるので、同じスピードになる組み合わせを1m/sごとに図中の斜めの線で示した。

男子ではストライドが長いのがBolt選手の2.77m、ついでLemaitreの2.61mである。日本選手のなかには、かれらと同じくらいのピッチの選手がいるが、ストライドは2.45mと彼らよりも短かつ

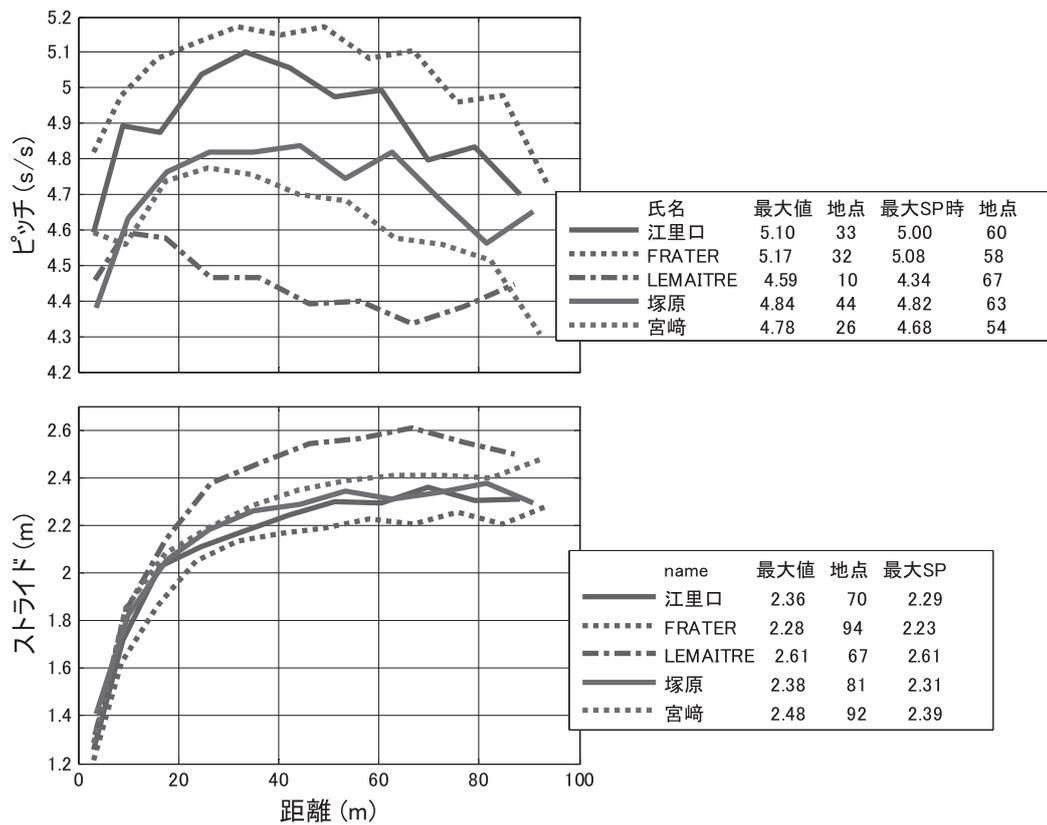


図3. 男子のトップ5における4ステップ区間ごとにみたピッチ，ストライドの変化
凡例には，レース中の最大値，その出現地点，最大スピード時の値と最大スピードの地点を示した。

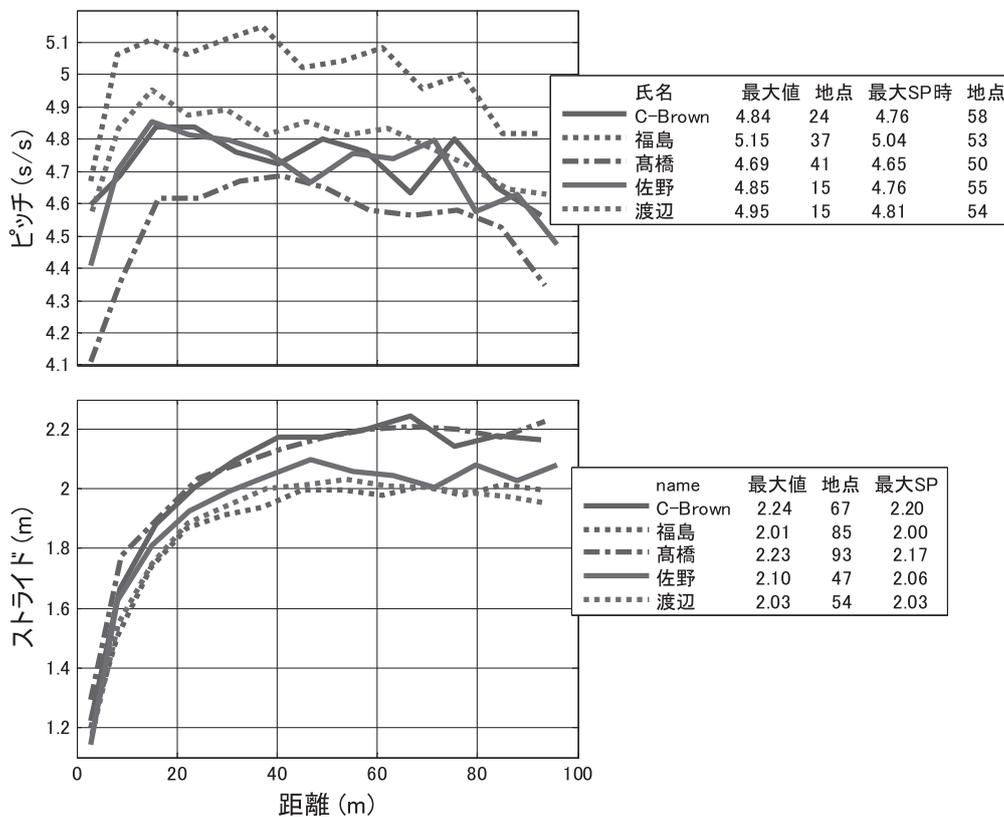


図4. 女子のトップ5における4ステップ区間ごとにみたピッチ，ストライドの変化
凡例の説明は図2参照

た。9秒台の記録でピッチが早いのはGay選手の4.97s/sであった。

女子では09berlinで2位のStewart選手のストライドが2.35mで男子の塚原選手や江里口選手に相当する長さであった。ピッチをみると福島選手の5.04s/sは09berlin優勝のFraser選手の4.92s/sよりも高い値であった。

これらのことは、ピッチとストライドの組み合わせは数多くあり、最適な組み合わせを個人の特性を考慮して模索していく必要性を示唆するものである。今後、この至適な組み合わせを示唆できるような分析も必要であろう。

ピッチとストライドの変化

最大スピードと記録とが比例関係にあることから、そこに到達するまでのピッチとストライドの変化で検討することにした。男女それぞれに10年度の上位5名のそれぞれの変化を示したのが図3と4である。図中の凡例にレース中の最大値とそれが出現した地点、最大スピード区間（最大SP時）とそれが出現した地点を選手ごとに示した。

男女ともにピッチの変化様相には選手それぞれでことなるが、概ねスタート直後の区間からレースの展開にともない増加し、レースの中盤で最大値に達したのちは次第に減少する傾向であった。ストライドの変化は概ね20m付近まで急激に増加するが、その後、増加傾向は減少し、フィニッシュまで、顕著な変化はみられない。

ピッチとストライドともに、スタート直後から一定の値ではなかった。そこで、最大スピード到達地点とピッチおよびストライドの最大値が出現する地点との関係を図5に示した。ここでは、09berlinの男女決勝の上位3名も含まれている。図中の斜めの線は、x軸とy軸が同じ値になる線である。この線よりも上のプロットは、最大スピードと同じ地点で最大ピッチもしくは最大ストライドに到達していることを意味する。また、この線よりも下のプロットは、最大スピード区間の以前に、上のプロットは最大スピード区間の以降に最大値に達していることとなる。4ステップごとの値での評価であるため、最大スピード付近でのプロットはほぼ斜めに並んだようになる。

ピッチの最大値が最大スピード区間と一致しているかあるいはそれ以降にみられたのは、男女107例中6例であった。なお、この6例に09berlin top 3の選手は含まれていなかった。このことはほとんどの選手がスタートから最大スピード区間までに

最大スピード、最大ピッチおよび最大ストライドに達した地点 男

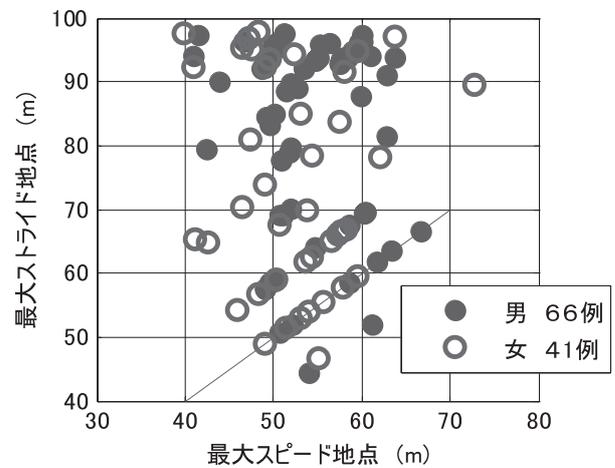
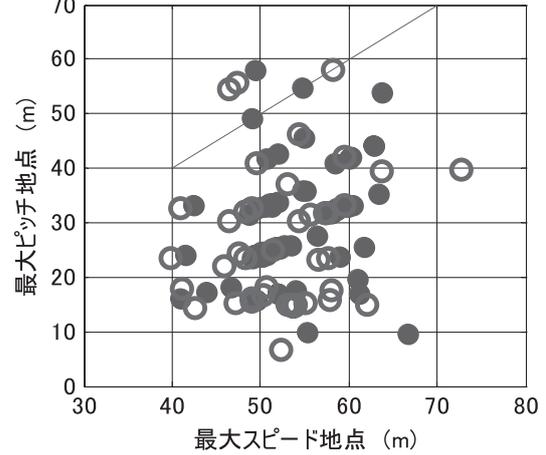


図5. 4ステップ区間ごとでみたスピードの最大地点、ピッチの最大地点とストライドの最大地点の関係

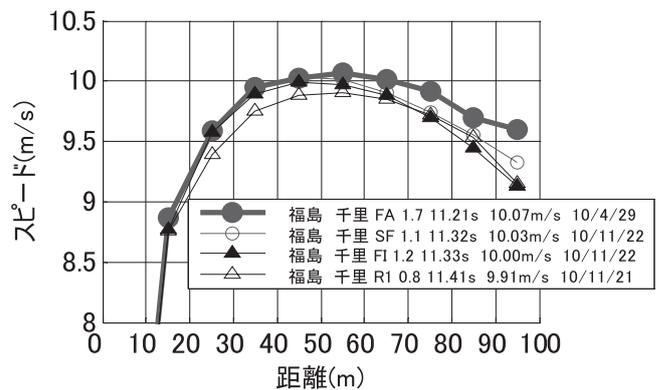


図6. 11.21秒の日本記録時およびアジア大会にて優勝した福島選手の予選から決勝までのスピード変化

ピッチが最大に達していることを示している。一方のストライドをみると最大スピード区間の前に最大値に達していたのは男女あわせて3例であった。ま

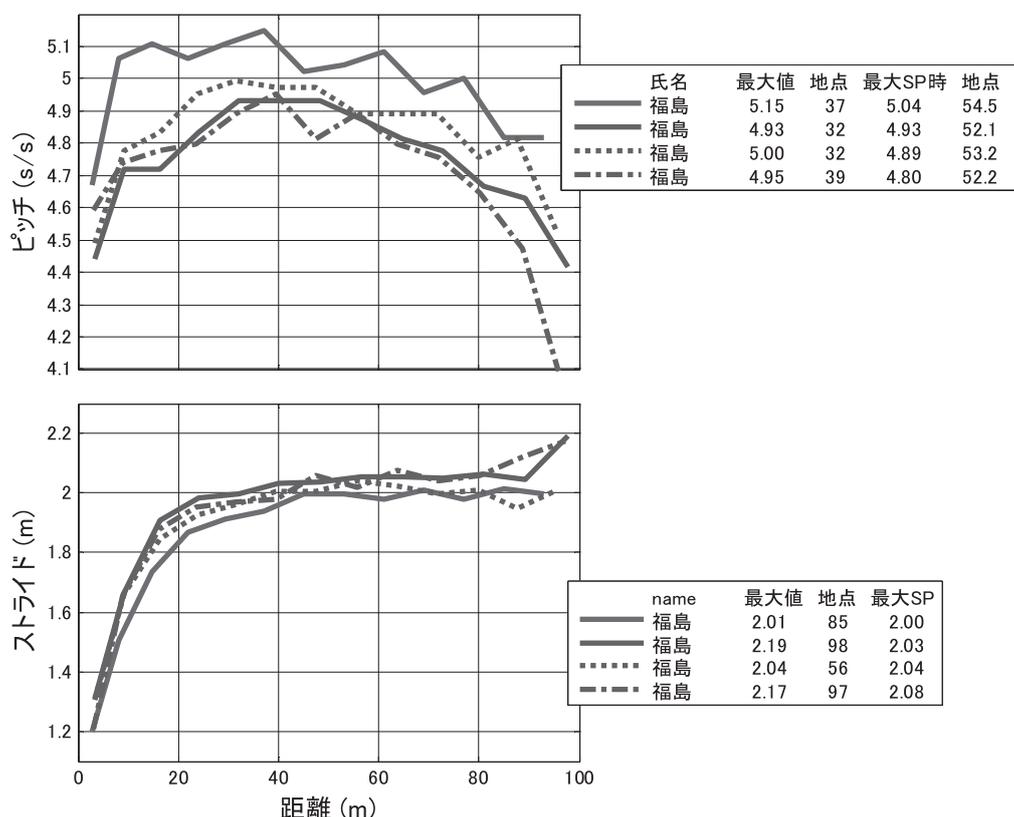


図7. 日本記録時およびアジア大会における福島選手の予選から決勝までのピッチとストライドの変化

た、最大スピード区間と一致していたのが13例ほどあった。これらのことはほとんどの選手が最大スピード区間あるいはそのあとにストライドが最長となっていたことを示している。これらのことから、100mレースにおいて、多くの選手が、スタートからピッチを上げた後に、ストライドを長くしながら最大スピードに至っていたと考えられる。

アジア大会について

女子100mと200mの2種目で優勝した福島選手の100mの予選から決勝までのスピード変化、ピッチおよびストライドの変化を図6と7に示した。参考に日本記録11.21秒の値もあわせて示した。図中の凡例は前出と同様である。決勝ではフィニッシュ直前に2位の選手をかわしたが、スピード変化を見ると最大スピード時よりも低い値であった。また、ピッチは減少傾向にあったが、ストライドは増加していた。

4. まとめ

100mのレース分析として4ステップサイクルごとにみた平均のピッチ、ストライドおよびスピードの変化から相互の関係を検討した。データは、おもに10年度の織田記念をはじめとする国内の主要な

大会および広州で開催されたアジア大会で収集されたものであった。

- ①100mの記録は最大スピードとは従来の報告と同様に有意に高い相関関係が認められ、従来の報告とあわせてみると、最大スピードをx、記録をyとすれば、男子では、 $n=366$, $r=-0.973$, $y=-0.6972x + 18.14$, $p<0.0001$, 女子では $n=352$, $r=-0.983$, $y=-0.9913x + 21.35$, $p<0.0001$ であった。
- ②最大スピード時のピッチとストライドの関係から、両者の組み合わせは数多くあり、個人の特性を考慮した組み合わせかたを工夫する必要性が示唆された。
- ③最大スピード到達地点と最大ピッチ地点および最大ストライド地点をみると、多くの選手がピッチは最大スピードの前に、ストライドは最大スピードと同じかそれ以降に最大値に達していたことから、100mレースにおいて、多くの選手が、スタートからピッチを上げた後に、ストライドを長くしながら最大スピードに至っていたと考えられる。

参考文献

1. 阿江通良, 鈴木美佐緒, 宮西智久, 岡田英孝, 平野敬靖, 世界一流スプリンターの100mレースパターンの分析-男子を中心に-, 世界一流陸上競

- 技者の技術, ベースボール・マガジン社, 東京,
14-28, 1994
2. 松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 杉田正明,
2008年男女1000m, 110mハードルおよび100m
ハードルのレース分析, 陸上競技研究紀要, 5,
50-62, 2009
 3. 松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄, 杉田正明,
2009年シーズンにおける直走路種目のスピード
とストライドの分析, 陸上競技研究紀要, 6, 63-
69, 2010
 4. 松尾彰文, 持田尚, 法元康二, 小山宏之, 阿江
通良, 世界トップスプリンターのストライド頻度
とストライド長の変化, 陸上競技研究紀要, 6,
56-62, 2010