

## 2015 年第 15 回世界陸上競技選手権北京大会 400m 走のレース分析 — 男子準決勝および女子予選レースに着目して —

山元康平<sup>1) 8)</sup> 高橋恭平<sup>2)</sup> 広川龍太郎<sup>3)</sup> 松林武生<sup>4)</sup> 小林海<sup>5)</sup> 柳谷登志雄<sup>6)</sup>  
松尾彰文<sup>7)</sup>

- 1) 筑波大学大学院    2) 熊本高等専門学校    3) 東海大学    4) 国立スポーツ科学センター  
5) 日本スポーツ振興センター    6) 順天堂大学    7) 鹿屋体育大学  
8) 日本学術振興会特別研究員DC

### 1. はじめに

我国の 400m 走における五輪および世界選手権での現実的な目標は、男子は準決勝を通過しての決勝進出、女子は参加標準記録を突破しての本大会への出場および予選を通過しての準決勝進出になると考えられる。そこで本稿では、それらのラウンドを通過するための基礎的資料を得ることを目的とし、2015 年第 15 回世界陸上競技選手権北京大会（以下、世界選手権）における 400m 走について、男子準決勝レース、女子予選レースについての分析結果を報告する。

### 2. 方法

#### 2-1. 対象レースおよび選手

世界選手権男子 400m 走準決勝および女子予選レースを分析対象とした。失格となった者や著しくパフォーマンスの低かった者は分析対象から除外した。比較対象として、男女の 2015 年度日本ランク上位 3 名の日本人競技者（男子：金丸祐三選手、北川貴理選手、佐藤拳太郎選手；女子：青木沙弥佳選手、藤沢沙也加選手、石塚晴子選手）を加えた。

その結果、分析対象者数は、男子延べ 27 名（世界選手権準決勝進出者 24 名＋日本人競技者 3 名）、女子 41 名（世界選手権予選出場者 38 名＋日本人競技者 3 名）であった。

#### 2-2. レースの撮影

3-5 台のデジタルビデオカメラ [Exilim (EX-F1, CASIO, JAPAN, 29.97fps), Lumix (FZ200, Panasonic, JAPAN, 59.94fps) スポーツコーチング

カメラシステム (GC-LJ25B システム, JVC, JAPAN, 59.94fps)] をスタンドに設置し、レースを撮影した。スタートピストルの閃光または発煙を撮影した後、競技者を追従撮影した。主な撮影場所は、第 1 曲走路、バックスタンド中央付近、第 4 曲走路、ホームスタンドのフィニッシュラインの付近であった。後述する Overlay 分析 (持田ほか, 2007) における距離較正のために、同じ位置から 400mH のハードルが設置された映像を撮影した。

#### 2-3. データ処理

400mH のハードル設置位置 (45m, 80m, 115m, 150m, 185m, 220m, 255m, 290m, 325m および 360m) の通過タイムを、Overlay 方式 (持田ほか, 2007) を用いて算出した。表計算ソフト (MS-Excel 2010) の Visual Basic for Application を用いて開発した専用の映像分析プログラムを用い、分析対象の 400m 走のレース映像と、距離較正用のハードル画像を合成表示し、競技者が各地点を通過するタイムを読み取った。映像の合成表示は、グラウンド上のラインや観客席などを手掛かりに、2 つの映像を重ね合わせた。

50m 毎の各地点の通過タイムを、各地点を挟む前後 2 地点の通過タイムを基にした直線回帰により求めた (持田ほか, 2007)。さらに、100m 毎の区間タイム、レース後半 200m の区間タイム (以下、後半 200m タイム) を算出した。また、走スピード低下の評価指標として、レース前半 200m の区間タイムと後半 200m タイムの差 (以下、前後半差) を算出した。前後半差は、値が小さいほどレース前半から後半への走スピードの低下が少ないことを示す。50m 毎の区間について、各区間の距離を各区間に要

表1 男子準決勝における通過タイムおよび区間タイム

選手名	年齢 (2015)	400mPB [s]	400mSB [s]	200mPB [s]	記録 [s]	通過タイム [s]								区間タイム [s]					200mPB vs 200m通過		
						50m	100m	150m	200m	250m	300m	350m	400m	100-200m	200-300m	300-400m	200-400m	前後半差	[%]	差 [s]	
Isaac MAKWALA	29	43.72	43.72	19.96	44.11	Q	5.98	10.79	15.68	20.83	26.19	31.63	37.51	44.11	10.04	10.80	12.48	23.28	2.45	95.82	0.87
Kirani JAMES	23	43.74	43.78	20.41	44.16	Q	6.18	11.04	16.03	21.21	26.60	32.18	38.00	44.16	10.17	10.96	11.98	22.95	1.74	96.22	0.80
Luguelin SANTOS	22	44.11	44.11	20.55	44.26	Q	6.31	11.37	16.48	21.65	26.93	32.38	38.12	44.26	10.29	10.73	11.88	22.61	0.95	94.91	1.10
Wayde VAN NIEKERK	23	43.48	43.48	19.94	44.31	Q	6.04	10.89	15.97	21.36	26.93	32.38	38.15	44.31	10.47	11.02	11.93	22.95	1.59	93.34	1.42
LaShawn MERRITT	29	43.65	43.65	19.98	44.34	Q	6.17	11.02	16.05	21.37	26.92	32.44	38.22	44.34	10.35	11.07	11.90	22.97	1.59	93.48	1.39
Yousef Ahmed MASRAHI	28	43.93	43.93		44.40	Q	6.15	11.09	16.17	21.44	26.82	32.35	38.19	44.40	10.35	10.91	12.05	22.96	1.52		
Rabah YOUSIF	29	44.54	44.54	21.07	44.54	q	6.18	11.32	16.45	21.75	27.14	32.68	38.51	44.54	10.43	10.93	11.86	22.79	1.04	96.87	0.68
Machel CEDENIO	20	44.36	44.36	21.15	44.64	q	6.23	11.20	16.23	21.47	27.00	32.54	38.37	44.64	10.27	11.07	12.10	23.17	1.70	98.51	0.32
Lalonde GORDON	27	44.52	44.64	20.26	44.70		6.24	11.19	16.17	21.45	26.94	32.45	38.36	44.70	10.26	11.01	12.25	23.25	1.81	94.47	1.19
David VERBURG	24	44.41	44.41	20.63	44.71		6.03	11.01	16.08	21.35	26.76	32.43	38.37	44.71	10.33	11.08	12.28	23.36	2.01	96.64	0.72
Kévin BORLÉE	27	44.56	44.74	20.72	44.74		6.07	11.10	16.20	21.44	26.91	32.51	38.41	44.74	10.34	11.07	12.23	23.30	1.86	96.65	0.72
Bryshon NELLUM	26	44.65	44.65	20.23	44.77		6.09	11.04	16.13	21.40	26.90	32.50	38.47	44.77	10.37	11.10	12.27	23.37	1.96	94.51	1.17
Javon FRANCIS	21	44.50	44.50	20.58	44.77		6.26	11.19	16.22	21.50	27.09	32.62	38.46	44.77	10.31	11.12	12.15	23.27	1.77	95.71	0.92
Jonathan BORLÉE	27	44.43	44.43	20.31	44.85		6.18	11.16	16.28	21.59	27.08	32.64	38.47	44.85	10.43	11.05	12.21	23.26	1.67	94.07	1.28
Rusheen MCDONALD	23	43.93	43.93	20.57	44.86		6.34	11.41	16.53	21.87	27.46	32.99	38.73	44.86	10.46	11.12	11.87	22.99	1.13	94.07	1.30
Renny QUOW	28	44.53	44.54	20.39	44.98		6.17	11.18	16.27	21.44	26.76	32.40	38.39	44.98	10.26	10.96	12.58	23.54	2.09	95.09	1.05
Steven GARDINER	20	44.27	44.27	20.66	44.98		6.57	11.71	16.83	22.15	27.63	33.11	38.92	44.98	10.45	10.96	11.87	22.83	0.67	93.26	1.49
Chris BROWN	37	44.40	44.54	20.58	45.07		5.99	10.85	15.87	21.14	26.71	32.45	38.51	45.07	10.29	11.30	12.62	23.93	2.78	97.34	0.56
Vernon NORWOOD	23	44.44	44.44	20.77	45.07		6.13	11.01	16.00	21.24	26.76	32.49	38.52	45.07	10.23	11.25	12.58	23.83	2.59	97.79	0.47
Martyn ROONEY	28	44.45	44.45		45.29		6.23	11.21	16.33	21.65	27.18	32.69	38.66	45.29	10.44	11.04	12.60	23.64	1.99		
Nery BRENES	30	44.65	44.80	20.49	45.41		6.09	10.98	15.97	21.23	26.77	32.39	38.55	45.41	10.25	11.16	13.02	24.18	2.94	96.50	0.74
Peter MATTHEWS	26	44.69	44.69		45.42		6.04	10.85	15.82	21.04	26.61	32.44	38.67	45.42	10.20	11.40	12.98	24.38	3.33		
Michael MATHIEU	31	45.00	45.00	20.16	45.43		6.03	10.98	16.07	21.40	26.96	32.58	38.73	45.43	10.42	11.18	12.85	24.03	2.63	94.20	1.24
Liemarvin BONEVACIA	26	44.72	44.72	20.62	45.65		6.24	11.30	16.43	21.83	27.40	33.10	39.12	45.65	10.53	11.27	12.55	23.82	1.99	94.45	1.21
金丸祐三 世界選手権予	28	45.16	45.22	20.69	45.65		6.15	11.13	16.25	21.60	27.21	33.02	39.20	45.65	10.47	11.42	12.63	24.05	2.46	95.81	0.91
北川貴理 日本選手権予	19	45.52	45.52	21.72	45.52		6.32	11.36	16.59	21.97	27.51	33.13	39.11	45.52	10.60	11.16	12.39	23.55	1.58	98.87	0.25
佐藤拳太郎 日本選手権予	21	45.58	45.58	21.19	45.58		6.35	11.50	16.59	21.78	27.18	32.89	39.01	45.58	10.28	11.11	12.69	23.80	2.02	97.28	0.59
決勝進出者平均	25.4	43.94	43.95	20.44	44.35		6.16	11.09	16.13	21.39	26.82	32.32	38.13	44.35	10.29	10.94	12.02	22.96	1.57	95.59	0.94
	3.5	0.34	0.34	0.48	0.17		0.10	0.19	0.25	0.26	0.28	0.30	0.28	0.17	0.13	0.12	0.19	0.19	0.43	1.72	0.37
準決勝落選者平均	26.5	44.51	44.55	20.50	45.04		6.17	11.14	16.20	21.48	26.99	32.61	38.59	45.04	10.35	11.13	12.43	23.56	2.08	95.34	1.01
	4.0	0.22	0.24	0.19	0.30		0.14	0.21	0.25	0.28	0.28	0.34	0.21	0.30	0.09	0.12	0.34	0.42	0.65	1.36	0.30

した時間で除すことで各区間の平均走スピード（以下、走スピード）を算出した。

走スピードについて、二元配置分散分析（区間×群）を用い、各区間における群間の平均値の差について検討した。有意水準は5%未満とした。

### 3. 結果および考察

#### 3-1. 男子準決勝

表1は、男子分析対象者の50m毎の通過タイム、100m毎の区間タイム、後半200mタイム、前後半差を示したものである。また、対象者に関する基礎的情報として、年齢、400mの自己最高記録および2015年度最高記録、200mの自己最高記録（最高走スピード能力の指標）も併せて示した。各項目について、決勝進出者、準決勝落選者の平均値および標準偏差を示した。比較対象として、日本人3選手のデータも併せて示した。また図1は、男子準決勝における決勝進出者および準決勝落選者の走スピードの変化を示したものである。日本人の比較対象として、金丸祐三選手の世界選手権予選レースの走スピードの変化も併せて示した。

準決勝通過の最低記録は、着順による通過が44.40秒、タイムによる通過が44.64秒であり、いずれも日本記録を上回るハイレベルなものであった。決勝進出者の準決勝における記録は44.35 ± 0.17秒、準決勝落選者の記録は45.04 ± 0.30秒で

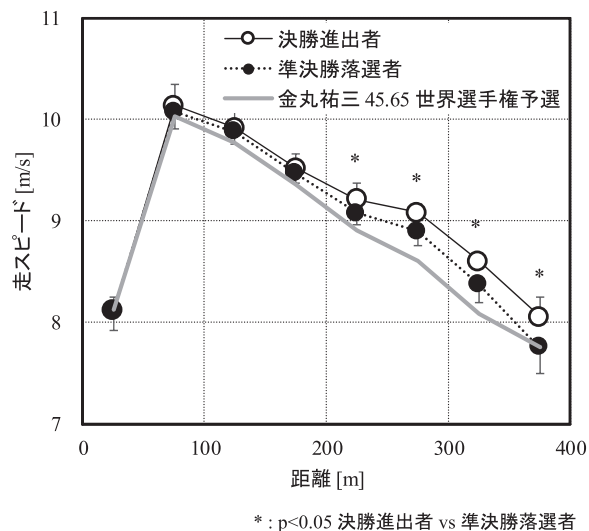


図1 世界選手権男子400m準決勝における決勝進出者および準決勝落選者の走スピードの変化の比較

あった。

走スピードの変化を見ると、決勝進出者と準決勝落選者は、200m付近まで同程度のスピードであり、200m以降に差が生じていた。具体的なタイムとしては、200mの通過タイムは両群とも変わらず21.4秒前後であるが、300mの通過タイムは、決勝進出者は32.32 ± 0.30秒に対して、準決勝落選者は32.61 ± 0.24秒と、約0.3秒の差が生じていた。そして、300-400m区間タイムは、決勝進出者が12.02 ± 0.19秒、準決勝落選者が12.43 ± 0.34

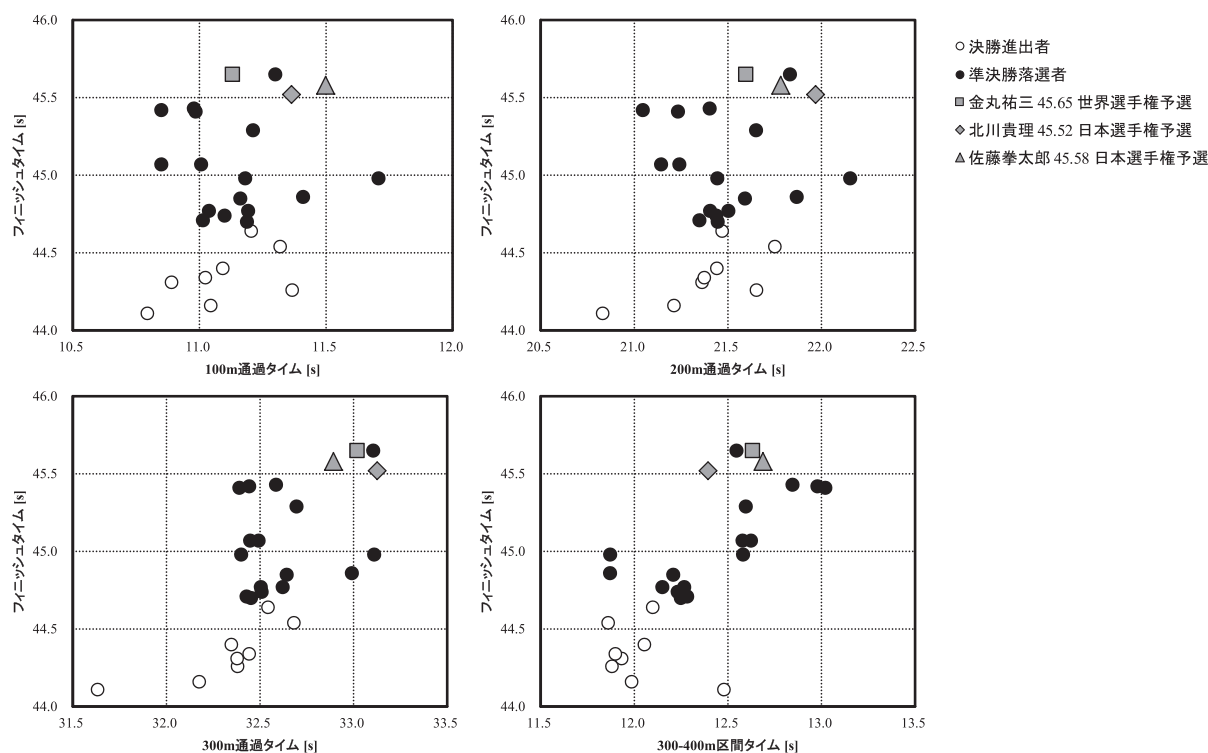


図2 世界選手権男子 400m 準決勝におけるフィニッシュタイムと通過タイムおよび区間タイムとの関係

秒であり、さらに約 0.4 秒程度の差が生じていた。図 2 は、400m 走フィニッシュタイムと 100m 毎の通過タイムおよび 300-400m 区間タイムとの関係を示したものである。図 2 から、100m 通過タイム、200m 通過タイムは、決勝進出者と準決勝落選者は同程度であったことがわかる。また、300m の通過タイムについては、両群の平均値には約 0.3 秒の差が見られるが、31.63 秒で通過している MAKWALA 選手、32.18 秒で通過している JAMES 選手が集団からやや逸脱しており、多くの決勝進出者および準決勝落選者が 32.5 秒前後で通過していた。一方、300-400m 区間タイムについては、多くの決勝進出者が 12.0 秒前後でカバーしているのに対し、準決勝落選者の多くはそれ以上の時間を要しており、最後の 100m で差が生じていることがわかる。これらのことから、200m を 21.4 秒前後、300m を 32.5 秒を切るタイムで通過し、最後の 100m を 12.0 秒前後で走りきることが、決勝進出のためのひとつのモデルとなると考えられる。このようなペースを実現するためには、最高走スピード能力とスピード持久力を高いレベルで両立する必要があると考えられる。そこで、最高走スピード能力の指標として、個々の競技者の 200m の自己最高記録を調査するとともに、200m の自己最高記録に対する 200m 通過タイムの割合についても算出し、それらを決勝進出者と準決勝落選者で比較した。その結果、200m の自己最高記録、

200m 通過タイムの割合は両群ともにそれぞれ 20.5 秒、95% (200m 自己最高記録+約 1 秒) 程度であり、両者に大きな差は見られなかった。決勝進出者には、200m19 秒台の自己記録を持つ競技者が 3 名見られること、メダル獲得者は準決勝から決勝で前半のペースを大幅に高めていることに鑑みると、最高走スピード能力の高さとそれによるレース前半での余力が、上述したペースを実現する上で重要であることに疑いの余地はない。一方で、決勝進出者と準決勝落選者との間には、200m 自己最高記録やそれに対する 200m 通過タイムの割合に明確な違いは見られず、決勝進出者と準決勝落選者との間に 200m 以降に生じる差は、必ずしも最高走スピード能力の高さおよびそれによる余力の違いのみによるものではなく、ペース配分やスピード持久能力も重要なものと推察される。なお、200m の自己最高記録は必ずしも個々の競技者の最高走スピード能力を表すものではなく、また、自己記録が確認できなかった者も見られたため、今回の結果のみから明確な結論を見出すことはできず、上述したペースを実現するための最高走スピード能力やスピード持久能力に関するさらなる調査が必要である。

決勝進出者と金丸選手の世界選手権予選におけるペースとを比較すると、200m までに約 0.2 秒、200-300m で約 0.3 秒、300-400m で約 0.6 秒の差が生じることになり、単純な比較では、後半 200m で

表2 女子予選における通過タイムおよび区間タイム

選手名	年齢 (2015)	400mPB [s]	400mSB [s]	200mPB [s]	記録 [s]	通過タイム [s]								区間タイム [s]				200mPB vs 200m通過			
						50m	100m	150m	200m	250m	300m	350m	400m	100-200m	200-300m	300-400m	200-400m	前後半差	[%]	差 [s]	
Stephanie Ann MCPHERSON	27	49.92	50.32	22.93	50.34	Q	6.68	12.22	17.93	23.86	30.07	36.63	43.42	50.34	11.64	12.77	13.71	26.48	2.62	96.10	0.93
Bianca RAZOR	21	50.37	50.37	23.35	50.37	Q	6.94	12.63	18.47	24.46	30.55	36.81	43.37	50.37	11.82	12.36	13.56	25.91	1.46	95.48	1.11
Shericka JACKSON	21	49.99	49.99	22.84	50.41	Q	6.70	12.29	18.00	23.93	30.20	36.66	43.39	50.41	11.64	12.73	13.75	26.48	2.54	95.43	1.09
Phyllis FRANCIS	23	50.50	50.50	22.70	50.52	Q	6.76	12.35	18.07	24.11	30.40	36.81	43.47	50.52	11.76	12.69	13.71	26.41	2.29	94.13	1.41
Shaunae MILLER	21	49.67	49.67	22.14	50.53	Q	6.76	12.30	18.05	24.11	30.28	36.64	43.28	50.53	11.81	12.53	13.89	26.42	2.31	91.83	1.97
Christine DAY	29	50.14	50.14		50.58	Q	6.85	12.40	18.12	24.06	30.18	36.51	43.29	50.58	11.65	12.45	14.07	26.52	2.47		
Allyson FELIX	30	49.26	49.26	21.69	50.60	Q	6.39	11.75	17.55	23.89	30.35	36.88	43.50	50.60	12.15	12.99	13.72	26.71	2.81	90.78	2.20
Patience Okon GEORGE	24	50.71	50.71		50.87	Q	6.71	12.18	17.87	23.83	30.00	36.53	43.47	50.87	11.65	12.70	14.34	27.04	3.21		
Floria GUEI	25	50.89	50.89	23.79	50.89	Q	6.93	12.56	18.47	24.61	30.84	37.21	43.85	50.89	12.05	12.60	13.68	26.28	1.66	96.66	0.82
Christine OHURUOGU	31	49.41	50.16	22.85	51.01	Q	6.88	12.60	18.55	24.77	31.05	37.30	43.90	51.01	12.17	12.53	13.71	26.24	1.47	92.26	1.92
Natalia PYGYDA	34	50.62	50.62	22.82	51.07	Q	6.60	12.29	18.07	24.15	30.46	37.06	43.88	51.07	11.85	12.91	14.01	26.92	2.78	94.51	1.33
Novlene WILLIAMS-MILLS	33	49.63	50.47	23.25	51.07	Q	6.86	12.34	18.07	24.02	30.26	36.75	43.61	51.07	11.68	12.72	14.32	27.05	3.03	96.79	0.77
Anyika ONUORA	31	50.87	50.87	22.64	51.14	q	6.86	12.43	18.42	24.64	30.87	37.11	43.79	51.14	12.21	12.47	14.03	26.50	1.86	91.88	2.00
Marie GAYOT	26	50.97	50.97	23.05	51.24	Q	7.10	13.02	19.02	25.21	31.59	37.89	44.39	51.24	12.19	12.68	13.35	26.03	0.82	91.44	2.16
Natasha HASTINGS	29	49.84	50.24	22.61	51.25	Q	6.51	11.94	17.72	23.91	30.26	36.86	43.83	51.25	11.97	12.95	14.39	27.34	3.44	94.57	1.30
Patrycja WYCISZKIEWICZ	21	51.31	51.31	23.73	51.31	q	6.82	12.50	18.25	24.32	30.66	37.17	44.01	51.31	11.82	12.85	14.14	26.99	2.67	97.58	0.59
Maureen Jelagat MAIYO	30	51.40	51.40		51.40	q	6.79	12.36	18.25	24.38	30.67	37.18	44.05	51.40	12.02	12.80	14.22	27.02	2.65		
Nadezhda KOTLYAROVA	26	51.42	51.42	23.33	51.42	Q	6.75	12.31	18.08	24.11	30.39	37.03	43.98	51.42	11.80	12.92	14.39	27.31	3.20	96.77	0.78
Kabange MUPOPO	23	50.22	50.22		51.55	Q	6.57	12.22	18.37	24.71	30.95	37.24	44.01	51.55	12.48	12.54	14.31	26.84	2.14		
Ekaterina RENZHINA	21	51.49	51.49	22.61	51.55	Q	6.84	12.55	18.44	24.67	31.06	37.49	44.25	51.55	12.11	12.82	14.06	26.88	2.22	91.67	2.06
Libania GRENOT	32	50.30	51.07	22.85	51.64	q	6.71	12.38	18.37	24.60	31.02	37.64	44.49	51.64	12.22	13.04	14.00	27.04	2.44	92.89	1.75
Anneliese RUBIE	23	51.69	51.69	24.13	51.69	q	6.68	12.37	18.28	24.47	30.77	37.35	44.25	51.69	12.10	12.88	14.34	27.22	2.75	98.61	0.34
Carline MUIR	28	51.55	51.70	24.09	51.70	q	6.89	12.45	18.18	24.14	30.39	36.96	44.04	51.70	11.69	12.82	14.74	27.56	3.42	99.80	0.05
Malgorzata HOLUB	23	51.74	51.74		51.74		7.04	12.78	18.55	24.49	30.70	37.21	44.15	51.74	11.71	12.72	14.53	27.25	2.76		
Regina GEORGE	24	50.84	51.30	23.22	51.74		6.84	12.51	18.42	24.54	31.01	37.55	44.41	51.74	12.04	13.01	14.19	27.20	2.65	94.61	1.32
Olha ZEMLYAK	25	51.00	51.61		52.00		6.89	12.59	18.44	24.56	30.90	37.51	44.46	52.00	11.97	12.95	14.49	27.44	2.88		
Iga BAUMGART	26	52.02	52.02	24.10	52.02		7.01	12.70	18.59	24.77	31.10	37.65	44.60	52.02	12.07	12.88	14.37	27.25	2.48	97.30	0.67
Mariya MIKHAILYUK	24	51.45	51.45		52.16		6.91	12.69	18.64	24.90	31.29	37.74	44.57	52.16	12.21	12.84	14.42	27.26	2.37		
Gunta LATIŠEVA-CUDARE	20	52.17	52.17	24.24	52.17		7.00	12.74	18.65	24.84	31.26	37.88	44.76	52.17	12.10	13.04	14.29	27.33	2.49	97.59	0.60
Kineke ALEXANDER	29	51.50	51.23	23.00	52.24		6.92	12.74	18.82	25.14	31.65	38.24	44.98	52.24	12.40	13.09	14.00	27.10	1.95	91.47	2.14
Lisneidy VEITIA	21	51.72	52.11		52.25		7.04	12.78	18.75	25.04	31.46	37.96	44.79	52.25	12.26	12.92	14.29	27.21	2.17		
Tosin ADELOYE	19	51.24	51.24		52.42		6.87	12.54	18.39	24.54	31.01	37.66	44.65	52.42	12.00	13.12	14.76	27.88	3.34		
Justine PALFRAMAN	22	51.27	51.27	22.96	52.45		6.69	12.32	18.30	24.43	30.79	37.34	44.47	52.45	12.11	12.91	15.11	28.02	3.59	93.99	1.47
Mariabenedicta CHIGBOLU	26	51.67	51.67	23.45	52.48		6.70	12.38	18.34	24.51	30.86	37.50	44.57	52.48	12.13	12.99	14.98	27.97	3.45	95.67	1.06
Iveta PUTALOVÁ	27	52.18	52.18	24.74	52.52		6.72	12.26	18.03	24.20	30.68	37.44	44.72	52.52	11.94	13.23	15.08	28.32	4.11	102.22	-0.54
Geisa Aparecida COUTINHO	35	51.08	51.43	23.07	52.72		6.90	12.74	18.77	25.08	31.52	38.17	45.22	52.72	12.35	13.08	14.55	27.64	2.55	91.97	2.01
Aauri Lorena BOKESA	27	51.66	52.20		52.98		7.12	12.92	18.87	24.98	31.32	37.99	45.14	52.98	12.06	13.01	14.99	28.00	3.01		
Audrey JEAN-BAPTISTE	24	51.93	51.93		53.18		6.91	12.77	19.07	25.49	31.92	38.59	45.59	53.18	12.72	13.10	14.59	27.69	2.21		
青木沙弥佳 日本選手権	29	53.05	53.05	23.81	53.05		6.84	12.66	18.72	25.00	31.71	38.57	45.58	53.05	12.34	13.57	14.48	28.05	3.05	95.24	1.19
藤沢沙也加 日本選手権	24	53.14	53.14	23.81	53.14		6.73	12.36	18.18	24.44	31.18	38.19	45.39	53.14	12.08	13.75	14.95	28.70	4.26	97.43	0.63
石塚晴子 インターハイ	18	53.30	53.30	24.33	53.30		6.91	12.75	18.82	25.07	31.62	38.49	45.70	53.30	12.33	13.42	14.81	28.23	3.15	97.04	0.74
準決勝進出者平均	26.5	50.53	50.67	23.02	51.05		6.76	12.37	18.20	24.30	30.58	37.03	43.81	51.05	11.93	12.73	14.02	26.75	2.45	94.69	1.29
	4.2	0.72	0.64	0.61	0.44		0.15	0.24	0.30	0.35	0.38	0.35	0.35	0.44	0.23	0.18	0.33	0.43	0.65	2.58	0.63
準決勝進出下位8名平均	25.5	51.17	51.29	23.46	51.53		6.76	12.39	18.28	24.42	30.74	37.26	44.14	51.53	12.03	12.83	14.28	27.11	2.69	96.22	0.93
	3.9	0.54	0.45	0.58	0.13		0.09	0.10	0.11	0.21	0.24	0.21	0.17	0.13	0.24	0.13	0.22	0.22	0.42	2.96	0.73
予選落選者平均	24.8	51.56	51.70	23.60	52.34		6.90	12.63	18.57	24.77	31.16	37.76	44.74	52.34	12.14	12.99	14.58	27.57	2.80	95.60	1.09
	3.8	0.40	0.36	0.63	0.40		0.12	0.19	0.25	0.33	0.35	0.36	0.35	0.40	0.23	0.12	0.33	0.37	0.58	3.25	0.81

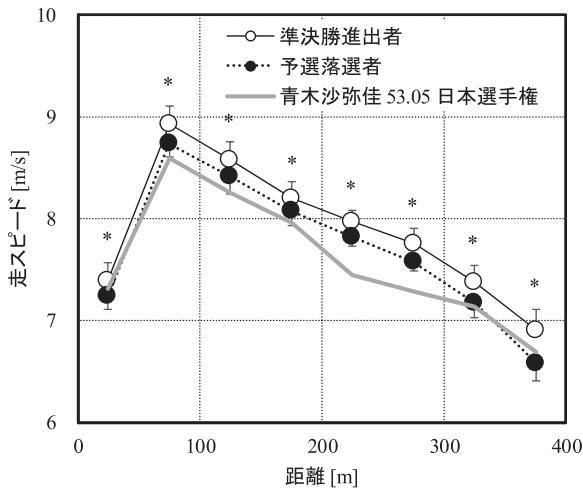
大きな差が生じていることになる。一方で、上述したペースは、今回の世界選手権で決勝に進出した選手の全体的な傾向であるため、これらの値を目安としながらも、自己の能力を最大限に発揮できるペース配分の選択が重要であると考えられる。また、上述したように、200m 自己最高記録については、決勝進出者および準決勝落選者ともに 20.5 秒前後の記録を有しており、スピード能力の目安になると考えられる。

### 3-2. 女子予選

表 2 は、女子分析対象者の 50m 毎の通過タイム、100m 毎の区間タイム、後半 200m タイム、前後半差を示したものである。男子同様に、対象者に関する基礎的情報として、年齢、400m の自己最高記録および 2015 年度最高記録、200m の自己最高記録も示

した。各項目について、準決勝進出者、予選落選者の平均値および標準偏差を示した。また、対象は予選レースであり、決勝進出者などの記録上位者は大きく余力を残したレースであると推察される。そのため、より日本人選手にとって現実的な目安になると思われる、準決勝進出者の中でも記録が下位の 8 名についても各項目の平均値および標準偏差を求めた。さらに、比較対象として、日本人 3 選手のデータも併せて示した。また図 3 は、女子予選における準決勝進出者および予選落選者の走スピードの変化を示したものである。日本人の比較対象として、青木選手の日本選手権決勝の走スピードの変化も併せて示している。また図 4 は、400m 走フィニッシュタイムと 100m 毎の通過タイムおよび 300-400m 区間タイムとの関係を示したものである。

予選通過の最低記録は、着順による通過が 51.55



\*:  $p < 0.05$  準決勝進出者 vs 予選落選者

図3 世界選手権女子400m予選における準決勝進出者および予選落選者の走スピードの変化の比較

秒, タイムによる通過が51.70秒であり, いずれも日本記録を上回るものであった. 準決勝進出者の予選における記録は51.05 ± 0.44秒, 準決勝進出下位8名の記録は51.53 ± 0.13秒, 落選者の記録は52.34 ± 0.40秒であった.

走スピードの変化を見ると, 準決勝進出者は予選落選者と比較して, 序盤からレース全体にわたって高い走スピードを発揮していた. 通過タイムを見ると, 100m通過タイムは準決勝進出者12.37 ± 0.24

秒, 準決勝進出下位8名12.39 ± 0.10秒, 予選落選者12.63 ± 0.19秒であり, 100mの時点で通過者と落選者との間には0.2秒以上の差が生じていた. 以降も両群の差は広がっていった. このことから, 女子については, レース序盤から高い走スピードを獲得することが必要になると考えられる. また, 200m自己最高記録について見ると, 準決勝進出者は23.02 ± 0.61秒, 準決勝進出下位8名は23.46 ± 0.58秒, 予選落選者は23.60 ± 0.63秒であった. 準決勝進出者と予選落選者との間には, 200m走能力に顕著な差が見られたが, 準決勝進出下位8名と予選落選者との間の差は必ずしも大きくなく, 男子と同様に最高走スピード能力だけでなく, スピード持久力やペース配分などの能力も重要になると考えられる. 51秒台を達成し, 予選を通過するためのペース配分は, 100mを12.5秒前後, 200mを24.5秒前後, 300mを37.5秒以内で通過し, 最後の100mを14.5秒以内でカバーすることが目安になると考えられる.

日本人選手について見ると, 日本選手権優勝者の青木選手は, 準決勝進出下位8名と比較して, 100m通過タイムで0.27秒, 200m通過タイムで0.58秒, 300m通過タイムで1.31秒の差が見られた. 300-400m区間タイムは, 0.2秒の差であり, 比較的小さかったが, 仮に準決勝進出者中最も速いタイム(13.35秒)でカバーできたとしても, 準決勝進出

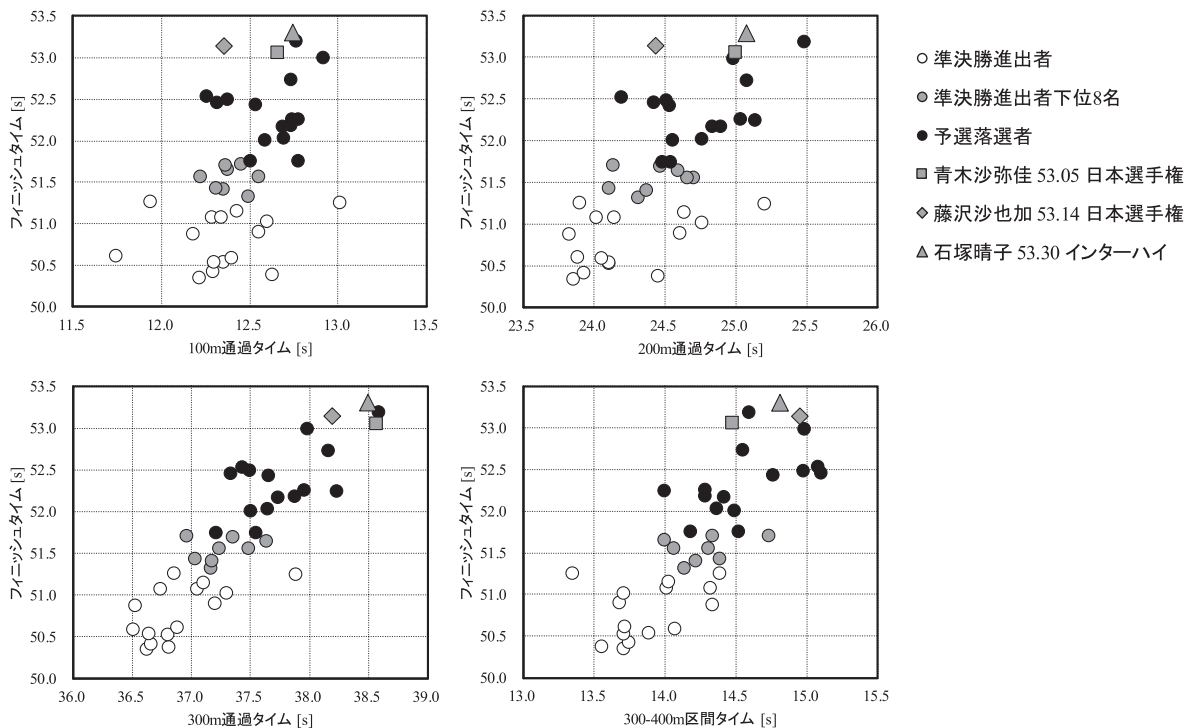


図4 世界選手権女子400m予選におけるフィニッシュタイムと通過タイムおよび区間タイムとの関係

記録には及ばないため、300mまでのタイムの短縮が必要であると考えられる。一方、日本選手権2位の藤沢選手は、200mまでは準決勝進出下位8名と同程度のタイムで通過しており、単純な比較では後半200mの改善が課題になると考えられる。また、上述した各群の200m自己最高記録に鑑みると、準決勝進出のためには、23.5秒前後の走力が必要になると考えられる。

#### 4. まとめ

本稿では、日本人400m競技者の五輪および世界選手権において目標となる男子決勝進出、女子準決勝進出のための基礎的資料を得ることを目的とし、2015年世界選手権の400m男子準決勝、女子予選のレース分析を行った。主な結果は以下のとおりである。

- ① 男子では、決勝進出者と準決勝落選者との間には、200m以降に差が生じており、300-400m区間の差が大きかった。決勝進出のためのペース配分の目安は、100m通過11.1秒前後、200m通過21.4秒前後、300m通過32.5秒前後、300-400m区間を12.0秒前後であった。
- ② 女子では、準決勝進出者と予選落選者との間には、レース全体にわたって走スピードに差が見られ、レース序盤から高い走スピードを獲得することが必要になると考えられた。予選通過のためのペース配分の目安は、100m通過12.5秒前後、200m通過24.5秒前後、300m通過37.5秒以内、300-400m区間を14.5秒以内であった。

#### 文献

持田 尚・松尾彰文・柳谷登志雄・矢野隆照・杉田正明・阿江通良 (2007) Overlay表示技術を用いた陸上競技400m走レースの時間分析. 陸上競技研究紀要, 3 : 9-15.