

2019年度競技会における男女400mのレース分析

山中 亮¹⁾ 小林 海²⁾ 高橋恭平³⁾ 松林武生⁴⁾ 渡辺圭佑⁵⁾ 大沼勇人⁶⁾ 綿谷貴志⁷⁾
山本真帆⁴⁾ 広川龍太郎⁸⁾
1) 新潟食料農業大学 2) 東京経済大学 3) 鹿児島大学 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) 関西福祉大学 7) 八戸学院大学 8) 東海大学

1. はじめに

2019年度においては、国際大会であるアジア陸上選手権大会（以下、「アジア選手権」）及び世界陸上競技選手権大会（以下、「世界選手権」）がそれぞれ開催された。世界選手権では、男子400m走においてウォルシュジュリアン選手（富士通）が準決勝進出を果たし、日本歴代4位となる45秒13を記録した。本稿では、2019年度に日本陸上競技連盟科学委員会による男子および女子短距離選手のバイオメカニクスサポートの活動として行われた対象競技会における400m走のデータを示す。また、今年度は世界陸上競技選手権大会が開催されたため、世界陸上競技選手権大会に出場した世界トップレベルの選手のデータと日本人選手のデータとの比較を行う。

2. 方法

2-1. 対象競技会

対象競技会は、下記6競技会とした。

- ・2019年アジア選手権大会（4月19 - 24日、カタール・ドーハ）（以下、「アジア選手権」）
- ・第35回静岡国際陸上競技大会（5月3日、静岡）（以下、「静岡国際」）
- ・セイコーゴールデングランプリ陸上2019（5月19日、大阪）（以下、「GGP」）
- ・第103回日本陸上競技選手権大会（6月27 - 30日、福岡）（以下、「日本選手権」）
- ・2019富士北麓ワールドトライアル（9月1日、山梨）（以下、「富士北麓競技会」）
- ・2019世界陸上競技選手権大会（9月27日 - 10月6日、カタール・ドーハ）（以下、「世界選手権」）

2-2. 対象選手

対象選手は、上記国内競技会に出場した男女トップレベル選手（男子40名、女子21名）、アジア選手権に出場した男女アジアトップレベル選手（男子17名、女子4名）、および世界選手権に出場した男女世界トップレベル選手（男子22名、女子11名）であった。

2-3. 撮影方法

400m走のレース時に、3-4台のデジタルビデオカメラ（DMC-FZ300, Panasonic, Japan, 59.94fps）を用いて、スタートピストルの閃光または発煙を撮影した後に、全選手をカメラの画角内に収めながら追従撮影を実施した。4台のカメラの設置場所は、第1曲走路の中央付近、バックストレート、第4曲走路付近、およびホームストレートのフィニッシュライン付近の各スタンドであった。3台のカメラで対応する場合、上記4カ所から、第4局走路付近のスタンドからの撮影カ所を除いた3カ所で実施した。また、後述する分析に用いるために、400mハードル（400mH）走の全10台のハードル設置位置の映像および静止画像を、同様の3-4カ所の設置場所から撮影した。

2-4. 分析方法

400m走の分析は、先行研究（持田ら 2007, 山元ら 2016, 山中ら 2018）に倣い、Overlay方式を用いて実施した。Overlayによる分析には、表計算ソフトウェア（Microsoft Excel）のVisual Basic for Applicationを用いて開発した映像分析プログラムを用いた。全ての分析には、400mH走のハードルの設置位置（45m, 80m, 115m, 150m, 185m, 220m, 255m, 290m, 325m および 360m 地点）およびフィニッシュライン（400m）の計11地点を分析ポイント

表 1. アジア選手権男子 400m 走における通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, および走速度低下率 (上段: 決勝, 下段: 準決勝)

選手名	記録	大会	上段: 50m毎通過タイム [s]										中段: 50m毎区間タイム [s]										下段: 35m毎区間平均速度 [m/s]										走速度 低下率 [%]	区間タイム [s]				
			(0-45m)	50m (45-80m)	100m (80-115m)	150m (115-150m)	(150-185m)	200m (185-220m)	250m (220-255m)	(255-290m)	300m (290-325m)	350m (325-360m)	400m (360-400m)	(100-200m)	(200-300m)	(300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差																				
Kkaram (KWT)	44.84	アジア選手権 2019 FI	-	6.20	11.17	16.22	-	21.49	26.94	-	32.58	38.44	44.84	-	5.27	5.46	-	5.64	5.86	6.40	-	32.58	38.44	44.84	17.03	10.32	11.10	12.26	23.35	1.86								
			2019.4.23	7.89	10.13	9.94	9.90	9.58	9.26	9.10	8.89	8.67	8.41	7.68	-	5.64	5.86	6.40	-	5.64	5.86	6.40	-	5.64	5.86	6.40	-	-	-	-	-	-						
Abunaker (BRN)	45.14	アジア選手権 2019 FI	-	6.20	11.15	16.23	-	21.56	27.03	-	32.62	38.49	45.14	-	5.33	5.47	-	5.59	5.87	6.65	-	32.62	38.49	45.14	17.73	10.41	11.06	12.52	23.58	2.02								
			2019.4.23	7.89	10.16	10.01	9.76	9.45	9.24	9.08	9.00	8.67	8.36	7.34	-	5.59	5.87	6.65	-	5.59	5.87	6.65	-	5.59	5.87	6.65	-	-	-	-	-	-						
litvin (KAZ)	45.25	アジア選手権 2019 FI	-	6.30	11.39	16.53	-	21.92	27.45	-	33.15	39.02	45.25	-	5.39	5.52	-	5.70	5.87	6.23	-	33.15	39.02	45.25	15.32	10.53	11.23	12.10	23.33	1.41								
			2019.4.23	7.77	9.71	9.99	9.62	9.32	9.18	8.97	8.80	8.56	8.46	7.93	-	5.70	5.87	6.23	-	5.70	5.87	6.23	-	5.70	5.87	6.23	-	-	-	-	-	-						
ウオルシュ ジュリアン	45.55	アジア選手権 2019 FI	-	6.20	11.21	16.37	-	21.67	27.24	-	33.09	39.12	45.55	-	5.30	5.57	-	5.85	6.03	6.43	-	33.09	39.12	45.55	19.46	10.46	11.42	12.46	23.88	2.22								
			2019.4.23	7.89	10.13	9.76	9.67	9.54	9.20	8.83	8.55	8.43	8.16	7.68	-	5.85	6.03	6.43	-	5.85	6.03	6.43	-	5.85	6.03	6.43	-	-	-	-	-	-						
ウオルシュ ジュリアン	45.67	アジア選手権2019 SF	-	6.14	11.23	16.43	-	21.82	27.44	-	33.20	39.22	45.67	-	5.39	5.62	-	5.76	6.02	6.45	-	33.20	39.22	45.67	18.53	10.59	11.38	12.47	23.85	2.03								
			2019.4.22	7.98	9.94	9.67	9.58	9.37	9.08	8.78	8.70	8.53	8.10	7.67	-	5.76	6.02	6.45	-	5.76	6.02	6.45	-	5.76	6.02	6.45	-	-	-	-	-	-						
伊東 利来也	46.52	アジア選手権2019 SF	-	6.30	11.49	16.83	-	22.37	28.11	-	34.05	40.15	46.52	-	5.54	5.74	-	5.93	6.10	6.37	-	34.05	40.15	46.52	15.95	10.88	11.67	12.47	24.15	1.77								
			2019.4.22	7.77	9.71	9.54	9.28	9.08	8.89	8.60	8.46	8.23	8.16	7.77	-	5.93	6.10	6.37	-	5.93	6.10	6.37	-	5.93	6.10	6.37	-	-	-	-	-	-						

表 2. 静岡国際男子 400m 走における通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, および走速度低下率

選手名	記録	大会	上段: 50m毎通過タイム [s]										中段: 50m毎区間タイム [s]										下段: 35m毎区間平均速度 [m/s]										走速度 低下率 [%]	区間タイム [s]				
			(0-45m)	50m (45-80m)	100m (80-115m)	150m (115-150m)	(150-185m)	200m (185-220m)	250m (220-255m)	(255-290m)	300m (290-325m)	350m (325-360m)	400m (360-400m)	(100-200m)	(200-300m)	(300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差																				
河内光起	46.48	静岡国際2019	-	6.27	11.42	16.67	-	22.07	27.73	-	33.68	39.86	46.48	-	5.40	5.66	-	5.95	6.18	6.62	-	33.68	39.86	46.48	18.41	10.65	11.61	12.80	24.41	2.34								
			2019.5.3	7.82	9.76	9.62	9.49	9.37	9.00	8.72	8.41	8.23	7.96	7.46	-	5.66	6.18	6.62	-	5.66	6.18	6.62	-	5.66	6.18	6.62	-	-	-	-	-	-						
佐藤拳太郎	46.55	静岡国際2019	-	6.21	11.26	16.48	-	21.83	27.51	-	33.58	39.94	46.55	-	5.35	5.68	-	6.07	6.36	6.61	-	33.58	39.94	46.55	22.12	10.58	11.75	12.97	24.72	2.88								
			2019.5.3	7.89	10.01	9.74	9.49	9.41	9.20	8.56	8.29	7.92	7.80	7.51	-	6.07	6.36	6.61	-	6.07	6.36	6.61	-	6.07	6.36	6.61	-	-	-	-	-	-						
北谷 直輝	46.68	静岡国際2019	-	6.17	11.18	16.42	-	21.91	27.66	-	33.67	39.97	46.68	-	5.48	5.76	-	6.01	6.30	6.71	-	33.67	39.97	46.68	22.82	10.73	11.77	13.01	24.77	2.87								
			2019.5.3	7.93	10.13	9.76	9.43	9.26	8.81	8.60	8.37	8.02	7.84	7.37	-	5.76	6.30	6.71	-	5.76	6.30	6.71	-	5.76	6.30	6.71	-	-	-	-	-	-						
伊東 利来也	46.77	静岡国際2019	-	6.20	11.20	16.30	-	21.63	27.28	-	33.39	39.83	46.77	-	5.33	5.65	-	6.12	6.44	6.94	-	33.39	39.83	46.77	23.61	10.43	11.76	13.38	25.14	3.51								
			2019.5.3	7.90	10.04	9.92	9.76	9.49	9.12	8.69	8.19	7.87	7.67	7.10	-	5.65	6.44	6.94	-	5.65	6.44	6.94	-	5.65	6.44	6.94	-	-	-	-	-	-						
堀井浩介	47.11	静岡国際2019	-	6.26	11.36	16.62	-	22.14	27.96	-	34.07	40.43	47.11	-	5.52	5.82	-	6.11	6.35	6.68	-	34.07	40.43	47.11	21.38	10.78	11.94	13.04	24.97	2.83								
			2019.5.3	7.82	9.92	9.65	9.45	9.16	8.81	8.44	8.21	7.95	7.80	7.41	-	5.82	6.35	6.68	-	5.82	6.35	6.68	-	5.82	6.35	6.68	-	-	-	-	-	-						
若林康太	47.25	静岡国際2019	-	6.18	11.15	16.27	-	21.68	27.40	-	33.52	40.00	47.25	-	5.41	5.72	-	6.12	6.48	7.25	-	33.52	40.00	47.25	25.90	10.53	11.84	13.73	25.57	3.90								
			2019.5.3	7.91	10.18	9.90	9.71	9.37	8.97	8.60	8.19	7.89	7.55	6.75	-	5.72	6.48	7.25	-	5.72	6.48	7.25	-	5.72	6.48	7.25	-	-	-	-	-	-						
田村朋也	47.79	静岡国際2019	-	6.21	11.32	16.57	-	22.06	27.81	-	33.93	40.44	47.79	-	5.49	5.76	-	6.11	6.51	7.35	-	33.93	40.44	47.79	24.56	10.74	11.87	13.86	25.73	3.67								
			2019.5.3	7.89	9.90	9.62	9.49	9.24	8.80	8.62	8.19	7.92	7.47	6.65	-	5.76	6.51	7.35	-	5.76	6.51	7.35	-	5.76	6.51	7.35	-	-	-	-	-	-						
木村淳	47.90	静岡国際2019	-	6.24	11.44	16.84	-	22.57	28.47	-	34.65	41.04	47.90	-	5.73	5.90	-	6.18	6.39	6.86	-	34.65	41.04	47.90	21.06	11.13	12.08	13.25	25.33	2.75								
			2019.5.3	7.86	9.74	9.43	9.18	8.80	8.56	8.43	8.07	7.98	7.68	7.20	-	5.90	6.39	6.86	-	5.90	6.39	6.86	-	5.90	6.39	6.86	-	-	-	-	-	-						

トとして用いた。

通過タイムは, 各分析ポイントを選手の胴体部分が通過した時点のフレーム数から算出した。また, 50m 毎の通過タイムを, 各地点を挟む前後 2 つの分析ポイントにおける通過タイムを用いて, 時間と距離の直線回帰式にその地点の距離を内挿することによって推定値として算出した (持田ら 2007, 山元ら 2016, 山中ら 2018)。150m 地点の通過タイムは, 400m ハードル (以下, 「400mH」) 走の 4 台目のハードルの地点の通過タイムを, 400m 地点の通過タイムは公式記録を, それぞれ用いた。さらに, 100m

および 200m 毎の区間タイムも算出した。また, 走速度低下の評価指標として, レース前半と後半の 200m 区間タイムの差 (以下, 「前後半差」) を算出した。

各分析ポイント間 (分析区間) の平均走速度 (m/s) は, 各分析ポイントの通過タイムから各分析区間に要した時間を算出し, 分析区間の距離をその区間に要した時間で除することで求めた。また, 先行研究 (持田ら 2007, 山元ら 2016, 山中ら 2018) に倣い, 全分析区間における平均走速度の最高値 (最高走速度) から 325-360m 区間の平均走速度を引いた値を

表 3. ゴールデングランプリ男子 400m 走における通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, および走速度低下率

選手名	記録	大会	上段: 50m毎通過タイム [s]										走速度 低下率 [%]	区間タイム [s]					
			50m (45-90m)		100m (80-115m)		150m (115-150m)		200m (185-220m)		250m (220-255m)			300m (290-325m)		350m (325-360m)		400m (360-400m)	
Norwood (USA)	45.79	GGP	-	6.13	11.07	16.18	-	21.51	27.10	-	33.00	39.12	45.79	21.00	区間タイム [s]				
			-	6.13	4.94	5.11	-	5.33	5.58	-	5.90	6.12	6.67		10.44	11.49	12.79	24.28	2.76
ウォルシュジュリアン	46.29	GGP	-	6.14	11.11	16.22	-	21.56	27.16	-	33.15	39.48	46.29	23.38	区間タイム [s]				
			-	6.14	4.97	5.12	-	5.34	5.60	-	5.99	6.33	6.81		10.45	11.59	13.14	24.73	3.17
河内光起	46.69	GGP	-	6.26	11.49	16.83	-	22.23	27.89	-	33.92	40.10	46.69	16.73	区間タイム [s]				
			-	6.26	5.22	5.35	-	5.40	5.65	-	6.03	6.18	6.59		10.75	11.68	12.77	24.46	2.22
佐藤拳太郎	46.92	GGP	-	6.27	11.35	16.54	-	21.92	27.51	-	33.64	40.06	46.92	22.39	区間タイム [s]				
			-	6.27	5.08	5.19	-	5.38	5.59	-	6.13	6.42	6.86		10.58	11.71	13.28	25.00	3.07
北谷直輝	47.34	GGP	-	6.24	11.30	16.53	-	22.06	27.84	-	33.97	40.31	47.34	21.79	区間タイム [s]				
			-	6.24	5.06	5.23	-	5.52	5.79	-	6.13	6.34	7.03		10.75	11.92	13.37	25.28	3.23
若林康太	47.37	GGP	-	6.31	11.39	16.60	-	22.00	27.75	-	34.02	40.49	47.37	22.24	区間タイム [s]				
			-	6.31	5.08	5.21	-	5.40	5.74	-	6.28	6.46	6.88		10.61	12.02	13.35	25.37	3.37
			2019.5.19	7.98	10.23	9.94	9.71	9.49	9.12	8.85	8.48	8.26	8.08	7.36		区間タイム [s]			
			2019.5.19	7.97	10.16	9.92	9.71	9.49	9.10	8.81	8.39	8.01	7.78	7.24		区間タイム [s]			
			2019.5.19	7.83	9.69	9.41	9.32	9.34	9.06	8.70	8.29	8.10	8.07	7.48		区間タイム [s]			
			2019.5.19	7.81	9.92	9.74	9.58	9.34	9.16	8.81	8.16	7.87	7.70	7.19		区間タイム [s]			
			2019.5.19	7.84	9.99	9.71	9.49	9.16	8.81	8.53	8.16	7.96	7.81	6.96		区間タイム [s]			
			2019.5.19	7.75	9.92	9.74	9.54	9.32	9.10	8.46	7.96	7.76	7.71	7.16		区間タイム [s]			

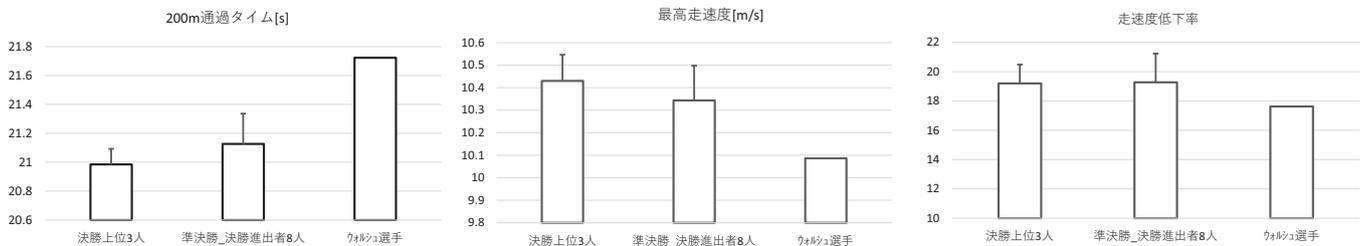


図 1. 世界選手権における男子 400m 走の決勝上位 3 名, 準決勝における決勝進出者 8 名及び準決勝時のウォルシュ選手の最高走速度, 200m 通過タイム及び走速度の低下率の比較

最高走速度で除し, 100 を乗ずることで, 走速度低下率を算出した.

データを集団で検討する場合, データは平均値±標準偏差で示した. 群間の差異を検討する際には, student's t-test を用いた. 有意水準は, 5% 未満とした.

3. 結果と考察

各対象競技会の男子 400m 走における分析ポイントの通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, および走速度低下率を表 1-6 (表 1: アジア選手権男子, 表 2: 静岡国際男子, 表 3: GGP 男子, 表 4: 日本選手権男子, 表 5: 富士北麓男子, 表 6: 世界選手権男子) に示した. また, 女子 400m 走における同様の項目を表 7-10 (表 7: アジア選手権女子, 表 8: 静岡国際女子, 表 9: 日本選手権女子, 表 10: 世界選手権女子) に示した.

図 1 には, 世界選手権における男子 400m 走の決勝上位 3 名 (以下: 「メダリスト」, 43.9 ± 0.3 秒), 決勝進出者 8 名 (以下: 「ファイナリスト」, 44.4

± 0.2 秒) の準決勝時及び準決勝時のウォルシュ選手 (45.13 秒) の最高走速度, 200m 通過タイム及び走速度の低下率をそれぞれ示した. その結果, 最高走速度はメダリストにおいて最も高い値を示し, ファイナリストの準決勝時の値よりもウォルシュ選手の値の方が低かった. これまでの我々の報告 (山中ら 2017, 山中ら 2018) によって, 400m 走の記録と最高走速度が有意な負の相関関係を示すことが報告されていることから, 400m 走のパフォーマンスが高い選手ほど最高走速度が高いことが明らかとなっている. 本研究においても, 最高走速度は, 400m 走のパフォーマンスが高い群ほど高くなることが示された. 200m の通過タイムは, ファイナリストが最も低い値を示し, ファイナリストの準決勝時の値よりもウォルシュ選手の値が低かった. 一方, 走速度の低下率は, ウォルシュ選手の値がメダリスト及びファイナリストの準決勝時の値よりも低かった. これらのことから, ウォルシュ選手を含めた日本人選手が世界陸上などの国際大会において準決勝を通過しファイナリストとなるためには, 走速度の低下率が大きくなる危険性はあるものの, 最高走速

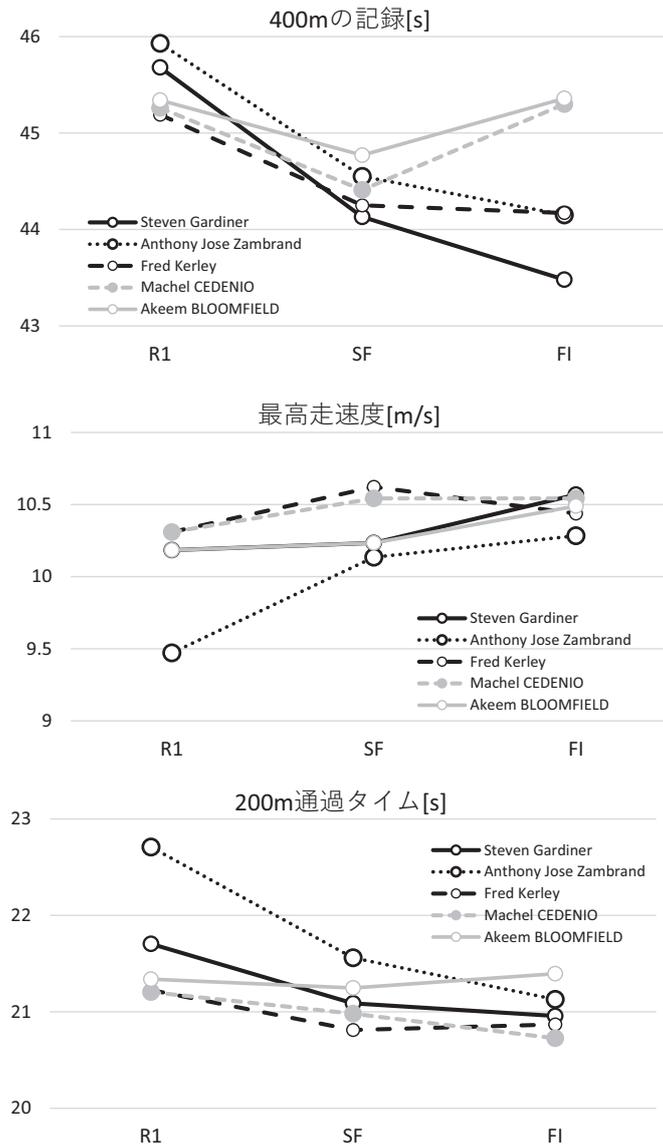


図2. 世界選手権男子400mにおける決勝上位3名と下位2名の予選から決勝までの記録、最高走速度及び200m通過タイムの推移。

決勝上位3名（メダリスト）を黒色のマーカー及び線で、下位2名を灰色のマーカー及び線で示した。

度を高めること、そして、前半200mタイムを短くすることが必要となることが示唆される。

図2には、世界選手権男子400m走における決勝上位3名と下位2名における予選から決勝までの記録、最高走速度及び200m通過タイムの推移を示した。その結果、400m走の記録は、上位3人に関して、予選から決勝にかけて向上している一方で、決勝の下位2名に関して、準決勝時においてピークが出現し決勝では低下した。200mの通過タイムは、全選手が予選よりも準決勝において短くなっており、準決勝から決勝では上位3名中2名及び下位2名中1名で短くなっていった。最高走速度は、全選手が予選よりも準決勝において高い値を示し、準決勝から決勝にかけては、200m通過タイムと同様に順位による傾向は見られなかった。

図3には、世界選手権における男子400mにおいて予選を着順で通過した18名（ 45.3 ± 0.3 秒）、及び、ウォルシュ選手を除いた2019年度の日本人男子400m走の記録上位5名（ 46.2 ± 0.1 秒）の最高走速度、200m通過タイム及び走速度の低下率を示した。その結果、最高走速度は世界選手権予選通過者の方が日本トップ選手よりも高いこと、200m通過タイムは世界選手権予選通過者の方が日本トップ選手よりも短いこと、そして、走速度の低下率は世界選手権出場者の方が日本人選手よりも低いことが明らかとなった。

図4には、世界選手権における男子及びミックスマイルリレー代表であった日本トップレベルの7名の選手（ 46.1 ± 0.4 秒）と、日本選手権出場レベルの10名の選手（ 47.1 ± 0.4 秒）の最高走速

表 4. 日本選手権男子 400m 走における通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, および走速度低下率
(上段: 決勝, 下段: 予選)

選手名	記録	大会	上段: 50m毎通過タイム [s]										走速度 低下率 [%]	区間タイム [s]					
			(0-45m)	50m (45-80m)	100m (80-115m)	150m (115-150m)	(150-185m)	200m (185-220m)	250m (220-255m)	(255-290m)	300m (290-325m)	350m (325-360m)		400m (360-400m)	100m毎 (100-200m)	(200-300m)	(300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差
ウォルシュ ジュリアン	45.80	日本選手権F1	-	6.20	11.24	16.38	-	21.66	27.20	-	33.02	39.18	45.80	20.83	10.42	11.36	12.78	24.14	2.48
		2019.6.28	7.89	10.04	9.76	9.71	9.58	9.24	8.89	8.63	8.29	7.95	7.46						
小淵瑞樹	46.18	日本選手権F1	-	6.22	11.32	16.60	-	22.11	27.85	-	33.74	39.75	46.18	17.61	10.80	11.62	12.44	24.07	1.95
		2019.6.28	7.86	9.97	9.60	9.41	9.16	8.85	8.63	8.49	8.43	8.21	7.67						
佐藤拳太郎	46.19	日本選手権F1	-	6.18	11.14	16.23	-	21.55	27.17	-	33.15	39.41	46.19	22.33	10.40	11.60	13.04	24.64	3.09
		2019.6.28	7.91	10.13	9.99	9.76	9.54	9.12	8.74	8.39	8.10	7.87	7.26						
河内光起	46.26	日本選手権F1	-	6.37	11.51	16.80	-	22.26	27.92	-	33.77	39.84	46.26	17.37	10.75	11.51	12.49	24.00	1.74
		2019.6.28	7.68	9.80	9.58	9.41	9.24	8.97	8.74	8.56	8.39	8.10	7.71						
若林康太	46.34	日本選手権F1	-	6.17	11.16	16.32	-	21.67	27.29	-	33.26	39.50	46.34	22.47	10.52	11.59	13.08	24.67	3.00
		2019.6.28	7.93	10.13	9.85	9.62	9.45	9.08	8.78	8.39	8.16	7.86	7.19						
伊東利来也	46.78	日本選手権F1	-	6.30	11.46	16.75	-	22.25	28.00	-	33.95	40.12	46.78	18.63	10.79	11.70	12.83	24.53	2.28
		2019.6.28	7.77	9.80	9.54	9.41	9.20	8.85	8.60	8.43	8.23	7.98	7.40						
松清和希	46.82	日本選手権F1	-	6.54	11.77	17.14	-	22.71	28.35	-	34.13	40.15	46.82	16.05	10.94	11.42	12.69	24.11	1.40
		2019.6.28	7.47	9.67	9.41	9.26	9.02	8.89	8.85	8.67	8.49	8.12	7.36						
鈴木泰地	47.12	日本選手権F1	-	6.11	11.16	16.40	-	21.92	27.59	-	33.55	39.92	47.12	23.68	10.76	11.64	13.57	25.20	3.29
		2019.6.28	8.02	10.01	9.76	9.45	9.12	8.93	8.74	8.43	8.07	7.64	6.79						
ウォルシュ ジュリアン	45.45	日本選手権R1	-	6.18	11.25	16.45	-	21.81	27.40	-	33.15	39.10	45.45	17.58	10.56	11.33	12.30	23.64	1.82
		2019.6.27	7.93	9.94	9.71	9.58	9.41	9.12	8.85	8.70	8.60	8.19	7.80						
鈴木泰地	46.86	日本選手権R1	-	6.20	11.37	16.82	-	22.54	28.42	-	34.36	40.38	46.86	16.47	11.17	11.82	12.50	24.32	1.78
		2019.6.27	7.91	9.85	9.41	9.08	8.81	8.56	8.46	8.43	8.39	8.23	7.59						
北谷直輝	47.18	日本選手権R1	-	6.28	11.42	16.77	-	22.37	28.19	-	34.27	40.56	47.18	19.62	10.94	11.90	12.91	24.81	2.44
		2019.6.27	7.80	9.85	9.54	9.28	9.04	8.67	8.53	8.26	7.98	7.92	7.47						
田村朋也	47.20	日本選手権R1	-	6.26	11.37	16.62	-	22.11	27.82	-	33.79	40.18	47.20	22.55	10.73	11.69	13.41	25.09	2.98
		2019.6.27	7.82	9.85	9.69	9.47	9.20	8.89	8.67	8.43	8.04	7.63	7.01						
若林康太	46.27	日本選手権R1	-	6.24	11.25	16.40	-	21.86	27.57	-	33.53	39.67	46.27	20.53	10.61	11.67	12.74	24.41	2.55
		2019.6.27	7.84	10.04	9.90	9.62	9.24	8.97	8.63	8.36	8.33	7.98	7.48						
小淵瑞樹	46.31	日本選手権R1	-	6.12	11.10	16.27	-	21.76	27.54	-	33.52	39.68	46.31	21.59	10.66	11.77	12.79	24.55	2.80
		2019.6.27	8.00	10.13	9.90	9.58	9.24	8.81	8.53	8.36	8.29	7.95	7.45						
松清和希	46.55	日本選手権R1	-	6.49	11.91	17.38	-	22.90	28.50	-	34.19	40.07	46.55	10.32	10.99	11.28	12.36	23.65	0.74
		2019.6.27	7.56	9.28	9.16	9.12	9.08	9.00	8.89	8.81	8.67	8.33	7.58						
佐藤拳太郎	46.25	日本選手権R1	-	6.13	11.11	16.27	-	21.76	27.47	-	33.50	39.74	46.25	21.44	10.64	11.75	12.75	24.49	2.74
		2019.6.27	7.98	10.13	9.90	9.62	9.20	8.89	8.67	8.29	8.07	7.96	7.62						
河内光起	46.39	日本選手権R1	-	6.31	11.60	17.02	-	22.57	28.30	-	34.16	40.18	46.39	13.39	10.97	11.59	12.23	23.82	1.24
		2019.6.27	7.77	9.54	9.32	9.20	9.08	8.81	8.67	8.56	8.36	8.26	8.00						
伊東利来也	46.43	日本選手権R1	-	6.36	11.46	16.70	-	22.25	27.95	-	33.86	39.96	46.43	17.83	10.79	11.61	12.57	24.18	1.93
		2019.6.27	7.68	9.90	9.67	9.49	9.08	8.85	8.70	8.49	8.26	8.13	7.64						
堀井浩介	46.92	日本選手権R1	-	6.21	11.33	16.63	-	22.24	28.04	-	34.09	40.35	46.92	20.00	10.91	11.85	12.83	24.68	2.45
		2019.6.27	7.89	9.90	9.58	9.37	9.00	8.74	8.53	8.29	8.07	7.92	7.53						
木村淳	46.95	日本選手権R1	-	6.19	11.24	16.45	-	22.00	27.81	-	33.81	40.08	46.95	21.64	10.76	11.81	13.14	24.95	2.94
		2019.6.27	7.91	9.99	9.76	9.54	9.12	8.74	8.53	8.36	8.13	7.83	7.15						

表 5. 富士北麓ワールドトライアル男子 400m 走における通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, および走速度低下率

選手名	記録	大会	上段: 50m毎通過タイム [s]			中段: 50m毎区間タイム [s]			下段: 35m毎区間平均速度 [m/s]				走速度低下率 [%]	区間タイム [s]					
			(0-45m)	50m (45-80m)	100m (80-115m)	150m (115-150m)	(150-185m)	200m (185-220m)	250m (220-255m)	(255-290m)	300m (290-325m)	350m (325-360m)		400m (360-400m)	100m毎 (100-200m)	200m毎 (200-300m)	300-400m (300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差
ウォルシュジュリアン	45.21	富士北麓ワールドトライアル	-	6.13	11.01	16.10	-	21.43	27.00	-	32.84	38.87	45.21	21.48	10.42	11.41	12.37	23.78	2.35
			-	6.13	4.88	5.09	-	5.33	5.57	-	5.84	6.03	6.34						
			2019.9.1	7.96	10.44	9.99	9.76	9.49	9.12	8.89	8.56	8.39	8.19						
若林康太	46.04	富士北麓ワールドトライアル	-	6.25	11.23	16.35	-	21.68	27.31	-	33.23	39.38	46.04	20.31	10.45	11.55	12.81	24.36	2.68
			-	6.25	4.98	5.12	-	5.33	5.62	-	5.92	6.15	6.66						
			2019.9.1	7.82	10.09	9.99	9.67	9.49	9.12	8.74	8.46	8.23	8.04						
田村朋也	46.28	富士北麓ワールドトライアル	-	6.33	11.41	16.63	-	22.04	27.56	-	33.35	39.51	46.28	20.00	10.63	11.31	12.93	24.24	2.20
			-	6.33	5.08	5.22	-	5.41	5.52	-	5.79	6.16	6.77						
			2019.9.1	7.73	9.90	9.76	9.49	9.28	9.16	9.00	8.67	8.33	7.92						
佐藤拳太郎	46.36	富士北麓ワールドトライアル	-	6.30	11.32	16.52	-	21.95	27.59	-	33.56	39.75	46.36	19.92	10.62	11.62	12.80	24.41	2.47
			-	6.30	5.02	5.20	-	5.42	5.64	-	5.97	6.18	6.61						
			2019.9.1	7.75	10.04	9.85	9.51	9.30	9.04	8.74	8.39	8.13	8.04						
河内光起	46.40	富士北麓ワールドトライアル	-	6.27	11.46	16.77	-	22.21	27.78	-	33.64	39.76	46.40	16.86	10.74	11.43	12.76	24.19	1.99
			-	6.27	5.19	5.30	-	5.44	5.58	-	5.86	6.13	6.64						
			2019.9.1	7.82	9.67	9.58	9.37	9.24	9.08	8.89	8.56	8.29	8.04						
伊東利来也	46.71	富士北麓ワールドトライアル	-	6.42	11.54	16.73	-	22.17	27.85	-	33.74	39.94	46.71	19.25	10.63	11.57	12.97	24.54	2.37
			-	6.42	5.12	5.20	-	5.44	5.68	-	5.89	6.20	6.77						
			2019.9.1	7.62	9.80	9.71	9.58	9.28	9.00	8.67	8.55	8.21	7.92						

表 6. 世界選手権男子 400m 走における通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, および走速度低下率 (上段: 決勝, 下段: 準決勝)

選手名	記録	大会	上段: 50m毎通過タイム [s]			中段: 50m毎区間タイム [s]			下段: 35m毎区間平均速度 [m/s]				走速度低下率 [%]	区間タイム [s]					
			(0-45m)	50m (45-80m)	100m (80-115m)	150m (115-150m)	(150-185m)	200m (185-220m)	250m (220-255m)	(255-290m)	300m (290-325m)	350m (325-360m)		400m (360-400m)	100m毎 (100-200m)	200m毎 (200-300m)	300-400m (300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差
Steven Gardiner (BAH)	43.48	2019世界選手権ドーハ FI	-	6.22	11.00	15.92	-	20.96	26.15	-	31.59	37.32	43.48	18.98	9.95	10.64	11.89	22.52	1.57
		2019.10.4	7.83	10.57	10.28	10.13	9.99	9.76	9.54	9.22	8.91	8.56	8.01						
Anthony Jose Zambrand (COL)	44.15	2019世界選手権ドーハ FI	-	6.08	10.98	15.98	-	21.13	26.54	-	32.10	37.91	44.15	17.74	10.14	10.98	12.05	23.02	1.89
		2019.10.4	8.05	10.28	10.04	9.99	9.90	9.32	9.18	9.02	8.78	8.46	7.90						
Fred Kerley (USA)	44.17	2019世界選手権ドーハ FI	-	6.03	10.87	15.78	-	20.87	26.16	-	31.79	37.74	44.17	20.87	10.00	10.92	12.38	23.30	2.43
		2019.10.4	8.10	10.44	10.21	10.16	9.94	9.58	9.37	8.91	8.56	8.26	7.66						
Machel CEDENIO (TTO)	45.30	2019世界選手権ドーハ FI	-	6.01	10.78	15.67	-	20.73	26.07	-	31.83	38.05	45.30	25.75	9.94	11.11	13.47	24.57	3.85
		2019.10.4	8.12	10.54	10.39	10.18	10.04	9.54	9.24	8.72	8.28	7.83	6.69						
Akeem BLOOMFIELD (JAM)	45.36	2019世界選手権ドーハ FI	-	6.33	11.15	16.15	-	21.40	26.84	-	32.66	38.74	45.36	22.78	10.25	11.27	12.70	23.96	2.57
		2019.10.4	7.68	10.49	10.23	9.90	9.62	9.32	9.08	8.60	8.36	8.10	7.43						
Fred Kerley (BAH)	44.25	2019世界選手権ドーハ SF	-	6.06	10.83	15.73	-	20.81	26.16	-	31.81	37.77	44.25	22.70	9.98	11.00	12.44	23.44	2.63
		2019.10.2	8.05	10.62	10.26	10.18	9.94	9.62	9.18	8.89	8.56	8.21	7.60						
Emmanuel Kipkurai Korir (GRN)	44.37	2019世界選手権ドーハ SF	-	6.28	11.15	16.07	-	21.24	26.63	-	32.25	38.13	44.37	18.40	10.09	11.01	12.12	23.13	1.89
		2019.10.2	7.77	10.28	10.21	10.16	9.78	9.41	9.18	8.95	8.62	8.39	7.92						
Steven Gardner (BAH)	44.13	2019世界選手権ドーハ SF	-	6.09	10.98	15.91	-	21.09	26.40	-	32.00	37.88	44.13	18.33	10.11	10.91	12.13	23.04	1.95
		2019.10.2	8.04	10.23	10.21	10.11	9.71	9.51	9.34	8.97	8.65	8.36	7.91						
Kirani James (GRN)	44.23	2019世界選手権ドーハ SF	-	6.02	10.89	15.84	-	21.02	26.40	-	32.02	37.93	44.23	19.25	10.13	11.00	12.21	23.21	2.19
		2019.10.2	8.12	10.31	10.21	10.06	9.76	9.43	9.20	8.95	8.60	8.33	7.84						
Demish Gaye (JAM)	44.66	2019世界選手権ドーハ SF	-	6.07	10.89	15.82	-	21.07	26.58	-	32.33	38.25	44.66	19.84	10.17	11.26	12.33	23.59	2.53
		2019.10.2	8.05	10.39	10.33	10.06	9.67	9.24	8.95	8.70	8.58	8.32	7.67						
Machel Cedenio (TTO)	44.41	2019世界選手権ドーハ SF	-	6.05	10.84	15.76	-	20.98	26.45	-	32.17	38.07	44.41	20.40	10.14	11.19	12.24	23.43	2.45
		2019.10.2	8.08	10.54	10.26	10.13	9.71	9.26	9.06	8.76	8.55	8.39	7.77						
Anthony Jose Zambrano (COL)	44.55	2019世界選手権ドーハ SF	-	6.15	11.09	16.19	-	21.56	27.07	-	32.67	38.42	44.55	15.34	10.47	11.11	11.88	22.99	1.43
		2019.10.2	7.96	10.13	10.09	9.69	9.41	9.10	9.04	8.97	8.80	8.58	8.06						
Akeem Bloomfield (JAM)	44.77	2019世界選手権ドーハ SF	-	6.24	11.14	16.12	-	21.25	26.66	-	32.34	38.29	44.77	19.92	10.10	11.09	12.43	23.52	2.28
		2019.10.2	7.82	10.23	10.16	10.01	9.90	9.41	9.12	8.83	8.60	8.19	7.61						
ウォルシュジュリアン (JPN)	45.13	2019世界選手権ドーハ SF	-	6.14	11.16	16.33	-	21.72	27.22	-	32.91	38.84	45.13	17.62	10.57	11.18	12.22	23.41	1.68
		2019.10.2	7.97	10.09	9.80	9.60	9.34	9.12	9.08	8.81	8.56	8.31	7.86						

表 7. アジア選手権女子 400m 走における通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, および走速度低下率

選手名	記録	大会	上段: 50m毎通過タイム[s] 中段: 50m毎区間タイム[s] 下段: 35m毎区間平均速度[m/s]										走速度 低下率 [%]	区間タイム[s]					
			50m (0-45m)	50m (45-90m)	100m (90-135m)	150m (135-180m)	150m (150-185m)	200m (185-220m)	250m (220-255m)	255-290m	300m (290-325m)	350m (325-360m)		400m (360-400m)	100m毎 (100-200m)	100m毎 (200-300m)	100m毎 (300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差
Naser (BRN)	51.34	アジア選手権 2019 FI	-	6.64	12.15	18.00	-	24.26	30.67	-	37.24	44.08	51.34	21.03	12.11	12.97	14.10	27.08	2.81
			2019.4.22	7.39	9.16	8.93	8.39	8.04	7.86	7.77	7.66	7.39	7.23						
Mikhina(KAZ)	53.19	アジア選手権 2019 FI	-	7.05	12.83	18.85	-	25.33	32.04	-	38.93	45.99	53.19	19.40	12.50	13.61	14.26	27.86	2.53
			2019.4.22	6.95	8.70	8.56	8.19	7.80	7.55	7.39	7.26	7.16	7.02						
Machettira (IND)	53.21	アジア選手権 2019 FI	-	6.94	12.69	18.79	-	25.20	31.77	-	38.56	45.60	53.21	21.26	12.51	13.36	14.65	28.01	2.81
			2019.4.22	7.06	8.85	8.46	8.10	7.86	7.66	7.57	7.38	7.24	6.97						
広沢 真愛	53.54	アジア選手権 2019 FI	-	6.85	12.72	18.82	-	25.23	31.87	-	38.75	45.89	53.54	20.10	12.51	13.52	14.79	28.31	3.08
			2019.4.22	7.17	8.62	8.37	8.13	7.89	7.60	7.49	7.27	7.13	6.88						

表 8. 静岡国際女子 400m 走における通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, および走速度低下率

選手名	記録	大会	上段: 50m毎通過タイム[s] 中段: 50m毎区間タイム[s] 下段: 35m毎区間平均速度[m/s]										走速度 低下率 [%]	区間タイム[s]					
			50m (0-45m)	50m (45-90m)	100m (90-135m)	150m (135-180m)	150m (150-185m)	200m (185-220m)	250m (220-255m)	255-290m	300m (290-325m)	350m (325-360m)		400m (360-400m)	100m毎 (100-200m)	100m毎 (200-300m)	100m毎 (300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差
青山聖佳	53.86	静岡国際2019	-	7.03	13.09	19.25	-	25.50	32.01	-	38.86	46.09	53.86	18.12	12.41	13.36	15.00	28.36	2.86
			2019.5.3	7.01	8.29	8.16	8.10	8.04	7.92	7.53	7.34	7.05	6.79						
広沢 真愛	54.25	静岡国際2019	-	6.99	12.99	19.10	-	25.46	32.18	-	39.26	46.56	54.25	19.39	12.46	13.80	14.99	28.79	3.34
			2019.5.3	7.03	8.41	8.23	8.16	7.98	7.63	7.31	7.08	6.91	6.78						
松本奈菜子	54.45	静岡国際2019	-	7.03	13.00	19.12	-	25.45	32.20	-	39.28	46.68	54.45	20.95	12.45	13.83	15.17	29.00	3.56
			2019.5.3	6.99	8.43	8.31	8.12	8.04	7.60	7.28	7.09	6.86	6.66						
岩田優奈	54.48	静岡国際2019	-	7.10	13.16	19.34	-	25.79	32.57	-	39.59	46.89	54.48	18.55	12.63	13.80	14.89	28.69	2.90
			2019.5.3	6.93	8.31	8.16	8.07	7.86	7.49	7.31	7.14	6.95	6.77						
武石この実	54.77	静岡国際2019	-	6.94	12.84	18.88	-	25.39	32.30	-	39.45	46.86	54.77	22.27	12.55	14.06	15.32	29.38	3.99
			2019.5.3	7.08	8.53	8.39	8.24	7.81	7.37	7.15	7.02	6.86	6.63						
小林菜由	55.00	静岡国際2019	-	7.06	13.16	19.31	-	25.72	32.48	-	39.53	47.04	55.00	21.30	12.56	13.81	15.47	29.28	3.56
			2019.5.3	6.97	8.23	8.16	8.15	7.90	7.57	7.28	7.14	6.86	6.48						
福岡真由	55.01	静岡国際2019	-	7.02	12.88	18.92	-	25.31	32.06	-	39.24	46.84	55.01	25.15	12.43	13.94	15.77	29.70	4.40
			2019.5.3	6.99	8.60	8.44	8.21	7.92	7.63	7.26	6.99	6.72	6.44						
井戸アビゲイル風果	59.19	静岡国際2019	-	6.83	12.80	19.22	-	26.43	34.19	-	42.16	50.51	59.19	31.77	13.63	15.73	17.03	32.76	6.34
			2019.5.3	7.21	8.49	8.19	7.63	7.14	6.52	6.40	6.28	6.19	5.80						

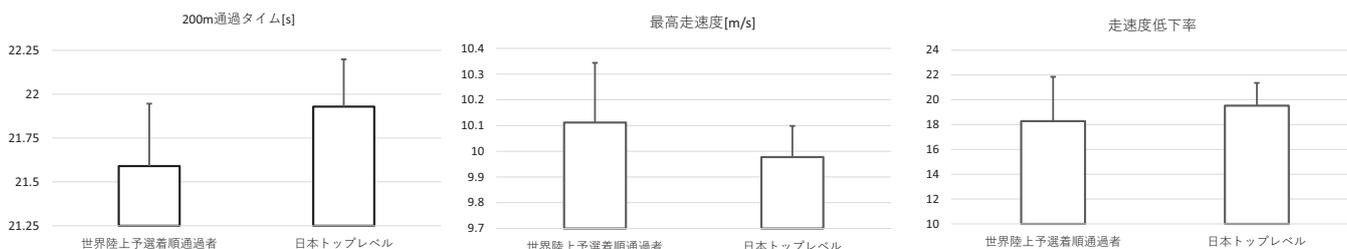


図 3. 世界選手権における男子 400m 予選着順通過者と日本人トップレベル選手の最高走速度, 200m 通過タイム及び走速度の低下率の比較

度, 200m の通過タイム及び走速度の低下率の比較を行った. その結果, 最高走速度は, 日本トップレベル選手の方が, 日本選手権出場レベルの選手よりも有意 ($P < 0.05$) に高い値であった. また, 200m の通過タイムは, 日本トップレベル選手の方が日本選手権出場レベルの選手よりも有意 ($P < 0.01$) に短かった. 一方, 走速度の低下率は, 日本トップレベル選手と日本選手権出場レベルの選手との間に有意な差が認められなかった.

図 5 には, 世界選手権における女子 400m 走の決

勝上位 3 名 (以下:「メダリスト」, 48.7 ± 0.6 秒), 準決勝における決勝進出者 8 名 (以下:「ファイナリスト」, 50.3 ± 0.5 秒) 及び 2019 年度の女子 400m 走の日本人選手上位 6 名 (53.8 ± 0.2 秒) の最高走速度, 200m 通過タイム及び走速度の低下率を示した. その結果, 最高走速度は, メダリストが最も高い値を示し, そして, 日本人トップ選手の値よりもファイナリストの準決勝時の値の方が高かった. 200m の通過タイムは, メダリストが最も低い値を示し, 日本トップ選手の値よりもファイナリス

表 9. 日本選手権女子 400m 走における通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, および走速度低下率 (上段: 決勝, 下段: 予選)

選手名	記録	大会	上段: 50m毎通過タイム[s] 中段: 50m毎区間タイム[s] 下段: 35m毎区間平均速度[m/s]										走速度 低下率 [%]	区間タイム [s]					
			(0-45m)	50m (45-90m)	100m (90-135m)	150m (135-180m)	(150-185m)	200m (185-220m)	250m (220-255m)	(255-290m)	300m (290-325m)	350m (325-360m)		400m (360-400m)	100m毎 (100-200m)	200m毎 (200-300m)	300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差
青山聖佳	53.68	日本選手権 F1	-	7.08	13.01	19.15	-	25.46	31.98	-	38.85	46.02	53.68	18.88	12.44	13.40	14.83	28.22	2.77
			2019.6.28	6.93	8.49	8.33	6.07	7.98	7.83	7.56	7.30	7.06	6.89						
高島咲季	53.68	日本選手権 F1	-	7.10	13.03	19.10	-	25.38	31.82	-	38.60	45.75	53.68	18.72	12.34	13.23	15.08	28.30	2.93
			2019.6.28	6.92	8.48	8.34	8.19	8.01	7.89	7.68	7.40	7.10	6.89						
松本奈菜子	53.70	日本選手権 F1	-	6.93	12.70	18.67	-	24.94	31.52	-	38.56	45.95	53.70	23.57	12.24	13.62	15.14	28.76	3.82
			2019.6.28	7.08	8.74	8.56	8.29	8.07	7.76	7.51	7.12	6.84	6.68						
武石この実	54.19	日本選手権 F1	-	6.85	12.71	18.92	-	25.48	32.22	-	39.28	46.56	54.19	21.43	12.77	13.80	14.91	28.71	3.23
			2019.6.28	7.17	8.67	8.33	7.95	7.66	7.55	7.34	7.09	6.92	6.81						
岩田優奈	54.31	日本選手権 F1	-	6.98	13.10	19.39	-	25.93	32.63	-	39.60	46.79	54.31	16.03	12.83	13.67	14.71	28.38	2.45
			2019.6.28	7.06	8.26	8.04	7.92	7.68	7.53	7.43	7.20	6.97	6.94						
松本奈菜子	53.68	日本選手権 R1	-	6.88	12.69	18.80	-	25.21	31.82	-	38.81	46.13	53.68	22.58	12.52	13.60	14.87	28.47	3.26
			2019.6.27	7.14	8.74	8.39	8.10	7.83	7.74	7.45	7.18	6.90	6.77						
武石この実	53.97	日本選手権 R1	-	6.81	12.75	19.09	-	25.58	32.20	-	39.07	46.30	53.97	21.39	12.83	13.49	14.90	28.39	2.82
			2019.6.27	7.22	8.65	8.10	7.80	7.71	7.68	7.47	7.32	7.03	6.80						
広沢 真愛	54.80	日本選手権 R1	-	7.10	13.27	19.69	-	26.30	33.03	-	40.04	47.19	54.80	15.56	13.03	13.74	14.76	28.50	2.20
			2019.6.27	6.93	8.23	7.92	7.74	7.60	7.47	7.41	7.11	7.04	6.95						
高島咲季	54.19	日本選手権 R1	-	7.11	13.07	19.29	-	25.72	32.32	-	39.18	46.38	54.19	19.71	12.65	13.46	15.01	28.47	2.75
			2019.6.27	6.90	8.51	8.23	7.96	7.80	7.71	7.49	7.32	7.05	6.83						
福岡真由	56.01	日本選手権 R1	-	6.95	12.85	19.04	-	25.68	32.66	-	39.98	47.65	56.01	25.91	12.83	14.30	16.03	30.33	4.64
			2019.6.27	7.06	8.63	8.24	8.01	7.64	7.28	7.09	6.86	6.64	6.40						
青山聖佳	53.71	日本選手権 R1	-	6.98	12.79	18.89	-	25.16	31.63	-	38.53	45.82	53.71	22.51	12.37	13.37	15.18	28.55	3.39
			2019.6.27	7.02	8.70	8.46	8.10	8.01	7.89	7.63	7.27	6.97	6.75						
岩田優奈	53.97	日本選手権 R1	-	6.84	12.83	19.05	-	25.56	32.23	-	39.17	46.41	53.97	18.99	12.73	13.61	14.80	28.41	2.85
			2019.6.27	7.20	8.48	8.16	7.98	7.74	7.55	7.47	7.23	6.96	6.87						
小林茉由	55.10	日本選手権 R1	-	7.07	13.11	19.39	-	25.86	32.52	-	39.60	47.03	55.10	21.23	12.75	13.74	15.50	29.24	3.38
			2019.6.27	6.95	8.37	8.15	7.89	7.74	7.68	7.39	7.09	6.86	6.60						

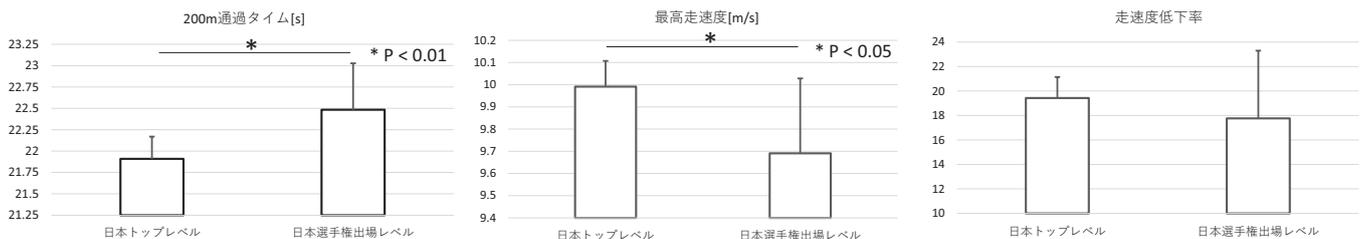


図 4. 日本人トップレベル選手と日本選手権出場レベル選手の最高走速度, 200m 通過タイム及び走速度の低下率の比較

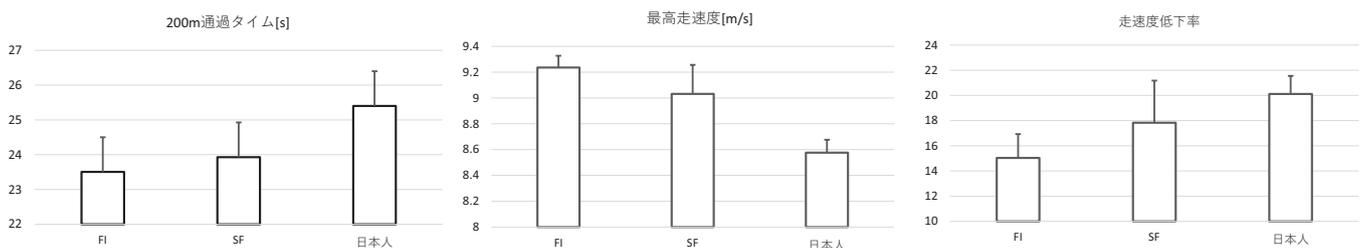


図 5. 世界選手権における女子 400m 走の決勝上位 3 名, 準決勝における決勝進出者 8 名及び 2019 年度の女子 400m 走日本人トップレベル選手の最高走速度, 200m 通過タイム及び走速度の低下率

表 10. 世界選手権女子 400m 走における通過タイム, 区間タイム, 区間平均走速度, および走速度低下率 (上段: 決勝, 下段: 準決勝)

選手名	記録	大会	上段: 50m毎通過タイム [s]										中段: 50m毎区間タイム [s]										下段: 35m毎区間平均速度[m/s]										走速度 低下率 [%]	区間タイム [s]				
			(0-50m)	50m (45-80m)	100m (80-135m)	150m (115-150m)	(150-185m)	200m (185-220m)	250m (220-255m)	(255-290m)	300m (290-325m)	350m (325-360m)	400m (360-400m)	(100-200m)	100m毎 (200-300m)	(300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差																				
Salwa Eid NASER (BRN)	48.14	世界選手権ドーハ FI	-	6.71	12.09	17.57	-	23.20	29.03	-	35.10	41.43	48.14	-	6.71	5.38	5.48	-	5.63	5.83	-	6.08	6.33	6.71	16.39	11.11	11.90	13.04	24.94	1.74								
			2019.10.3	7.29	9.34	9.20	9.10	8.97	8.69	8.51	8.26	7.99	7.81	7.37	7.29	9.34	9.20	9.10	8.97	8.69	8.51	8.26	7.99	7.81	7.37	7.29	9.34	9.20	9.10	8.97	8.69	8.51	8.26	7.99	7.81	7.37		
Shaunae MILLER-UIBO (BAH)	48.37	世界選手権ドーハ FI	-	6.58	12.06	17.72	-	23.61	29.63	-	35.67	41.81	48.37	-	6.58	5.48	5.66	-	5.89	6.02	-	6.04	6.14	6.56	12.36	11.55	12.06	12.70	24.76	1.15								
			2019.10.3	7.45	9.24	8.97	8.78	8.55	8.34	8.29	8.29	8.19	8.10	7.51	7.45	9.24	8.97	8.78	8.55	8.34	8.29	8.29	8.19	8.10	7.51	7.45	9.24	8.97	8.78	8.55	8.34	8.29	8.29	8.19	8.10	7.51		
Shericka JACKSON (JAM)	49.47	世界選手権ドーハ FI	-	6.64	12.19	17.84	-	23.70	29.69	-	35.96	42.47	49.47	-	6.64	5.55	5.66	-	5.86	5.99	-	6.27	6.51	7.00	16.36	11.52	12.26	13.51	25.77	2.07								
			2019.10.3	7.39	9.12	8.85	8.83	8.58	8.43	8.29	8.01	7.74	7.63	7.03	7.39	9.12	8.85	8.83	8.58	8.43	8.29	8.01	7.74	7.63	7.03	7.39	9.12	8.85	8.83	8.58	8.43	8.29	8.01	7.74	7.63	7.03		
Shaunae MILLER-UIBO (BAH)	49.66	世界選手権ドーハ SF	-	6.57	12.13	17.85	-	23.83	29.92	-	36.06	42.43	49.66	-	6.57	5.56	5.72	-	5.98	6.09	-	6.14	6.37	7.23	15.72	11.70	12.23	13.60	25.83	2.00								
			2019.10.1	7.47	9.10	8.85	8.69	8.43	8.23	8.19	8.16	8.04	7.67	6.75	7.47	9.10	8.85	8.69	8.43	8.23	8.19	8.16	8.04	7.67	6.75	7.47	9.10	8.85	8.69	8.43	8.23	8.19	8.16	8.04	7.67	6.75		
Salwa Eid NASER (BRN)	49.79	世界選手権ドーハ SF	-	6.79	12.15	17.58	-	23.33	29.45	-	35.93	42.71	49.79	-	6.79	5.36	5.43	-	5.75	6.12	-	6.48	6.79	7.08	22.22	11.18	12.60	13.86	26.46	3.13								
			2019.10.1	7.19	9.37	9.28	9.18	8.81	8.41	8.02	7.76	7.45	7.28	7.01	7.19	9.37	9.28	9.18	8.81	8.41	8.02	7.76	7.45	7.28	7.01	7.19	9.37	9.28	9.18	8.81	8.41	8.02	7.76	7.45	7.28	7.01		
Wedeline JONATHAS (USA)	50.07	世界選手権ドーハ SF	-	6.54	11.92	17.40	-	23.23	29.39	-	36.01	42.87	50.07	-	6.54	5.38	5.48	-	5.83	6.16	-	6.62	6.86	7.20	22.68	11.31	12.78	14.06	26.84	3.60								
			2019.10.1	7.49	9.32	9.24	9.08	8.72	8.24	8.04	7.55	7.36	7.21	6.89	7.49	9.32	9.24	9.08	8.72	8.24	8.04	7.55	7.36	7.21	6.89	7.49	9.32	9.24	9.08	8.72	8.24	8.04	7.55	7.36	7.21	6.89		
Shericka JACKSON (JAM)	50.10	世界選手権ドーハ SF	-	6.91	12.60	18.37	-	24.40	30.61	-	36.96	43.41	50.10	-	6.91	5.69	5.77	-	6.03	6.21	-	6.35	6.45	6.69	12.01	11.80	12.56	13.14	25.70	1.30								
			2019.10.1	7.10	8.81	8.74	8.63	8.39	8.07	8.04	7.89	7.76	7.76	7.40	7.10	8.81	8.74	8.63	8.39	8.07	8.04	7.89	7.76	7.76	7.40	7.10	8.81	8.74	8.63	8.39	8.07	8.04	7.89	7.76	7.76	7.40		
Phyllis FRANCIS (USA)	50.22	世界選手権ドーハ SF	-	6.82	12.33	17.95	-	23.93	30.15	-	36.65	43.26	50.22	-	6.82	5.51	5.62	-	5.97	6.22	-	6.50	6.61	6.96	17.56	11.59	12.72	13.57	26.29	2.37								
			2019.10.1	7.17	9.12	9.00	8.85	8.48	8.13	7.98	7.67	7.61	7.52	7.10	7.17	9.12	9.00	8.85	8.48	8.13	7.98	7.67	7.61	7.52	7.10	7.17	9.12	9.00	8.85	8.48	8.13	7.98	7.67	7.61	7.52	7.10		
Stephanie Ann MCPHERSON (JAM)	50.70	世界選手権ドーハ SF	-	6.71	12.28	17.91	-	23.81	29.94	-	36.38	43.16	50.70	-	6.71	5.57	5.63	-	5.90	6.13	-	6.44	6.78	7.54	19.79	11.53	12.56	14.32	26.89	3.07								
			2019.10.1	7.31	9.00	8.93	8.87	8.55	8.29	8.07	7.80	7.53	7.22	6.50	7.31	9.00	8.93	8.87	8.55	8.29	8.07	7.80	7.53	7.22	6.50	7.31	9.00	8.93	8.87	8.55	8.29	8.07	7.80	7.53	7.22	6.50		
Justyna SWIETY ERSETIC (POL)	50.96	世界選手権ドーハ SF	-	6.91	12.65	18.45	-	24.41	30.58	-	36.99	43.71	50.96	-	6.91	5.74	5.80	-	5.96	6.18	-	6.40	6.72	7.25	16.08	11.76	12.58	13.97	26.55	2.14								
			2019.10.1	7.10	8.74	8.67	8.60	8.48	8.21	8.02	7.86	7.55	7.34	6.79	7.10	8.74	8.67	8.60	8.48	8.21	8.02	7.86	7.55	7.34	6.79	7.10	8.74	8.67	8.60	8.48	8.21	8.02	7.86	7.55	7.34	6.79		
Iga BAUMGART WITAN (POL)	51.02	世界選手権ドーハ SF	-	6.99	12.70	18.48	-	24.49	30.71	-	37.24	43.97	51.02	-	6.99	5.71	5.78	-	6.01	6.22	-	6.53	6.73	7.05	16.58	11.79	12.75	13.78	26.53	2.04								
			2019.10.1	7.01	8.78	8.74	8.62	8.36	8.21	7.93	7.66	7.53	7.32	7.04	7.01	8.78	8.74	8.62	8.36	8.21	7.93	7.66	7.53	7.32	7.04	7.01	8.78	8.74	8.62	8.36	8.21	7.93	7.66	7.53	7.32	7.04		

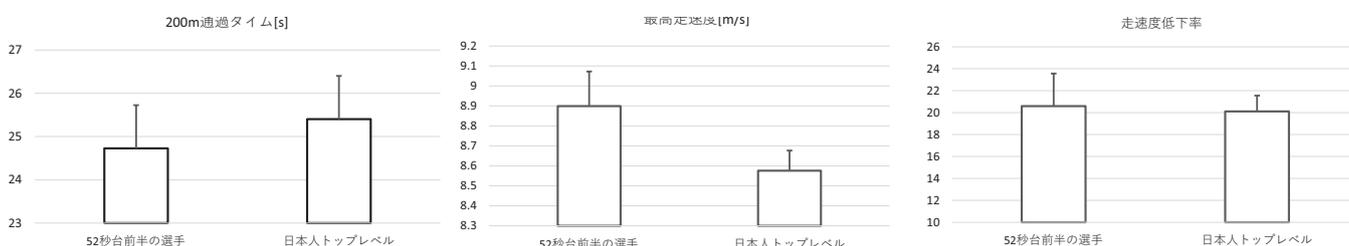


図 6. 52 秒台前半の選手と 2019 年度の日本人トップレベル選手の最高走速度, 200m 通過タイム及び走速度の低下率の比較

トの準決勝時の値の方が低かった. 走速度の低下率は, メダリストが最も低い値を示し, 日本トップ選手の値よりもファイナリストの準決勝時の値の方が低かった.

図 6 には, これまでに科学委員会が測定してきた 400m 走を 52 秒台前半で走った女子選手 15 名 (52.2 ± 0.2 秒) のデータと 2019 年度の女子 400m 走の日本人選手上位 6 名 (53.8 ± 0.2 秒) の最高走速度, 200m 通過タイム及び走速度の低下率の比較図を示した. その結果, 最高走速度においては, 52 秒台前半の選手の方が日本トップ選手よりも有意 (P < 0.001) に高い値を示した. 200m 通過タイムにおいては, 52 秒台前半の選手の方が日本トップ選手よ

りも有意 (P < 0.001) に低い値を示した. 走速度の低下率は, 両群間に有意な差異が認められなかった. これらの結果から, 日本人女子 400m 走の選手が 52 秒台前半で走るためには, 男子選手と同様に, 走速度の低下率が大きくなる危険性はあるものの, 最高走速度を高めること, そして, 200m の通過タイムを短くすることが必要となることが示唆された.

まとめ

本稿では, 2019 年度における国内外の男女 400m 走レースを分析した. 主な結果は以下のとおりであ

る。

- ①男子 400m 走において、世界選手権のメダリスト、準決勝時におけるファイナリスト及び準決勝に出場した日本人選手（ウォルシュ選手）のデータを比較した。その結果、最高走速度はメダリストにおいて最も高い値を示し、ファイナリストの準決勝時の値よりも日本人選手（ウォルシュ選手）の値の方が低かった。200m の通過タイムは、ファイナリストが最も低い値を示し、ファイナリストの準決勝時の値よりもウォルシュ選手の値の方が低かった。一方、走速度の低下率は、ウォルシュ選手の値がメダリスト及びファイナリストの準決勝時の値よりも低かった。
- ②女子 400m 走において、世界選手権のメダリスト、準決勝におけるファイナリスト及び日本人選手の最高走速度、200m 通過タイム及び走速度の低下率を比較した。その結果、最高走速度は、メダリストが最も高い値を示し、そして、日本人トップ選手の値よりもファイナリストの準決勝時の値の方が高かった。200m の通過タイムは、メダリストが最も低い値を示し、日本トップ選手の値よりもファイナリストの準決勝時の値の方が低かった。走速度の低下率は、メダリストが最も低い値を示し、日本トップ選手の値よりもファイナリストの準決勝時の値の方が低かった。

参考文献

- 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
- 山元康平・高橋恭平・広川龍太郎・松林武生・小林海・松尾彰文・柳谷登志雄（2016）2016 主要競技会における男女 400m 走のレース分析．陸上競技研究紀要，12：98-103
- 山中 亮・高橋恭平・小林海・広川龍太郎・松尾彰文・柳谷登志雄・渡辺圭佑・吉本隆哉・大沼勇人・岩沼海渡・丹治史弥・山本真帆・松林武生（2017）2017 年度競技会における男女 400m のレース分析．陸上競技研究紀要，13：174-182
- 山中 亮・高橋恭平・小林海・渡辺圭佑・広川龍太郎・松林武生・松尾彰文（2018）2018 年度競技会における男女 400m のレース分析．陸上競技研究紀要，14：110-122