

2020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⁾ 綿谷貴志⁵⁾ 大沼勇人⁶⁾

山本真帆⁴⁾ 笠井信一⁴⁾ 広川龍太郎⁷⁾

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) 八戸学院大学 6) 関西福祉大学 7) 東海大学

1. はじめに

2020年度は、新型コロナウイルス感染症が世界的に流行した影響で、東京オリンピックが延期、そして、競技会および記録会が延期・中止になるなど、例年とは大幅に異なるシーズンとなった。このような状況の中、男子400m走においては、小淵瑞樹選手（登利平AC）が自己記録となる45.78秒を、女子400m走においては、青山聖佳選手（大阪成蹊大AC）が日本歴代2位の52.38秒、松本奈菜子選手（東邦銀行）が53.31秒で自己記録を更新するといった、来年度に開催される東京オリンピックに繋がるような明るい話題もあった。

本稿では、今年度測定対象とした競技会における男女400m走のパフォーマンス分析結果を提示するとともに、今年度の分析結果とこれまでに測定してきた結果とを比較し、今年度の競技会におけるパフォーマンスの傾向を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2-1. 対象競技会

対象競技会は、下記4競技会とした。

- ・ゴールデングランプリ陸上2020東京（8月23日、東京）（以下、「GGP」）
- ・2019富士北麓ワールドトライアル（9月6日、山梨）（以下、「富士北麓競技会」）
- ・第68回全日本実業団対抗陸上競技選手権大会（9月18-20日、埼玉）（以下、「全日本実業団」）
- ・第104回日本陸上競技選手権大会（10月1-3日、新潟）（以下、「日本選手権」）

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30名、女子22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, 山中ら 2018, 山中ら 2019）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, 山中ら 2018, 山中ら 2019）。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, 山中ら 2018, 山中ら 2019）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。また、二変量間の関係性を検討するために、ピアソンの相関係数を用いて分析した。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 1-4（表 1: GGP 男子, 表 2: 富士北麓競技会男子, 表 3: 全日本実業団男子, 表 4: 日本選手権男子）に示した。また、女子 400m 走における同様の項目を表 5-8（表 5: GGP 女子, 表 6: 富士北麓競技会女子, 表 7: 全日本実業団女子, 表 8: 日本選手権女子）に示した。

図 1 には、今年度分析した男子 400m 走の全選手を対象とした 400m 走の記録と最高走速度、200m の通過タイムおよび走速度低下率との関係をそれぞれ示した。400m 走の記録と最高走速度、および 200m 通過タイムとの間には、それぞれ有意な相関関係が認められなかった。一方、400m 走の記録と走速度低下率との間には、有意（ $p < 0.01$ ）な正の相関関係が認められた。以前の報告（山中ら 2018）では、400m 走の記録と最高走速度との間に有意な負の相関関係が、400m 走の記録と 200m 通過タイムとの間に有意な正の相関関係が認められたため、本研究の

結果は以前の報告とは異なるものとなった。その要因として、2020 年度においては、前半から積極的に走る選手が多かったことが考えられる。実際に、2018 年度と 2020 年度の競技会におけるデータを比較したところ、400m 走の記録には有意な差異が認められないが、2020 年度において 2018 年度よりも最高走速度が有意（ $p < 0.01$ ）に高く、前半 200m の通過タイムも有意（ $p < 0.05$ ）に短くなっていることが明らかとなった（表 9）。一方、前半から積極的に走った結果、2020 年度において 2018 年度よりも前後半差および走速度低下率が有意（ $p < 0.01$ ）に高い値を示した（表 9）。本研究で分析対象となった選手は、ほぼ全ての選手が東京オリンピック 4 × 400m リレーの日本代表候補選手である。400m 走ではないが 4 × 400m リレーのパフォーマンスを分析した報告（小林ら 2019）で明らかにされているように、4 × 400m リレーの 2-4 走者において、400m の前半の 200m を積極的に走り先頭集団でレースを展開できなければ、他国に先行されてしまい、その後のレースを優位に進めることができないということから、4 × 400m リレーで高い競技パフォーマンスを発揮するためにも、400m 走における前半の 200m を積極的に走ることは望ましいことであると考えられる。しかしながら、今年度の 400m 走の分析では、前半 200m を積極的に走りオーバーペースになってしまった結果、前後半差が大きくなり、走速度低下率も大きくなってしまったと考えられる。400m 走において前半の 200m を速いタイムで通過したとしても余力を持つことができ、後半の走速度の低下を抑えられるようになるためには、以前にも報告されているように（小林ら 2019）、個々の 200m 走や 100m 走における最高走速度を高めることが必要であると考えられる。

図 2 には、今年度分析を行った女子 400m 走の全選手を対象とした 400m 走の記録と 200m の通過タイム、最高走速度および走速度低下率との関係を示した。400m 走の記録は、最高走速度との間に有意（ $p < 0.05$ ）な負の相関関係が、200m の通過タイムとの間に有意（ $p < 0.01$ ）な正の相関関係が認められた。一方、400m 走の記録と走速度低下率との間には、有意な相関関係が認められなかった。女子選手も男子選手と同様に、2020 年度と 2018 年度におけるデータを比較した。その結果、2018 年度と 2020 年度における 400m 走の記録には有意な差異が認められないが、2020 年度において 2018 年度よりも最高走速度が有意（ $p < 0.05$ ）に高く、前半 200m の通過タイムも有意（ $p < 0.01$ ）に短くなったことが

明らかとなった(表10)。そして、男子選手と同様に、2020年度において2018年度よりも前後半差が有意($p < 0.01$)に大きくなり、そして、走速度の低下率が有意($p < 0.01$)に高い値を示した。本研究で対象となった選手は、ほぼ全ての選手が女子4×400mリレーの日本代表候補選手である。今年度掲載される別の報告書(2019年シーズンにおける女子4×400mリレーのレース分析)で述べられているように、女子4×400mリレーの2-4走者における前半の200mを速いタイムで通過することがレースを有利に進めることができ、結果として高い競技パフォーマンスに結び付くと考えられることから、400m走においても前半の200mを速いタイムで通過する積極的な走りを実施していたことは望ましいことである。しかしながら、男子選手と同様に女子選手においても、400m走における前半200mを速いタイムで通過した結果、走速度低下率が大きくなっているため、この点を改善するためには、個々の200m走や100m走における最高走速度を高めることが必要となってくると考えられる。

まとめ

本稿では、2020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、400m走の記録と、最高走速度および200m通過タイムとの間にはそれぞれ有意な相関関係が認められなかったが、前後半差および走速度低下率との間にはそれぞれ有意な相関関係が認められた。
- ②女子400m走において、400m走の記録と、最高走速度および200m通過タイムとの間にはそれぞれ有意な相関関係が認められたが、前後半差および走速度低下率との間にはそれぞれ有意な相関関係が認められなかった。
- ③男女400m走において、2020年度と2018年度の記録会におけるデータを比較した結果、400m走の記録には有意な差異が認められなかったが、最高走速度、前後半差、および走速度低下率が2018年度よりも2020年度において有意に高くなり、前半200m通過タイムが2018年度よりも2020年度において有意に低くなった。

参考文献

小林 海・山中 亮・大沼勇人・高橋恭平・渡辺圭祐・

山本真帆・松林武夫・広川龍太郎・山村貴彦(2019) 2019年シーズンにおける男子4×400mリレーのレース分析 ～横浜世界リレーとドーハ世界選手権の分析結果について～, 15: 181-190
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
山中 亮・高橋恭平・小林海・渡辺圭祐・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
山中 亮・高橋恭平・小林海・松林武生・渡辺圭祐・山本真帆・渡辺圭祐・大沼勇人・綿谷貴志・広川龍太郎(2019) 2019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, 15: 158-167

表1. ゴールデングランプリ陸上男子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	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 (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)	100m毎 (200-300m)	100m毎 (300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差
伊東利来也	45.83	-	6.04	10.95	16.00	-	21.27	26.83	-	32.77	39.04	45.83	23.65	10.32	11.50	13.06	24.56	3.30
	-	6.04	4.90	5.05	-	5.27	5.56	-	5.94	6.27	6.79							
	8.10	10.23	10.13	9.80	9.62	9.20	8.85	8.44	8.13	7.81	7.26							
小淵瑞樹	46.25	-	6.17	11.22	16.37	-	21.70	27.37	-	33.24	39.44	46.25	20.75	10.48	11.53	13.01	24.55	2.84
	-	6.17	5.05	5.15	-	5.34	5.67	-	5.87	6.21	6.81							
	7.93	9.99	9.78	9.69	9.54	9.00	8.70	8.60	8.19	7.92	7.22							
井本佳伸	46.67	-	6.06	10.99	16.17	-	21.72	27.44	-	33.44	39.80	46.67	24.58	10.73	11.72	13.23	24.95	3.23
	-	6.06	4.93	5.18	-	5.56	5.72	-	6.00	6.36	6.87							
	8.08	10.28	9.94	9.54	9.08	8.81	8.70	8.39	7.96	7.76	7.17							
佐藤拳太郎	46.95	-	6.05	11.02	16.13	-	21.56	27.24	-	33.41	39.94	46.95	25.23	10.53	11.85	13.54	25.39	3.84
	-	6.05	4.97	5.11	-	5.42	5.68	-	6.17	6.54	7.01							
	8.10	10.11	9.97	9.71	9.32	8.98	8.69	8.13	7.74	7.56	7.04							
木村和史	47.28	-	6.19	11.24	16.37	-	21.76	27.42	-	33.46	39.93	47.28	24.33	10.51	11.70	13.82	25.52	3.77
	-	6.19	5.05	5.12	-	5.39	5.67	-	6.04	6.48	7.35							
	7.91	9.92	9.87	9.71	9.41	8.98	8.72	8.33	7.95	7.51	6.65							
河内光起	47.29	-	6.34	11.59	16.97	-	22.51	28.32	-	34.35	40.63	47.29	17.74	10.93	11.84	12.94	24.78	2.27
	-	6.34	5.24	5.38	-	5.54	5.81	-	6.03	6.28	6.66							
	7.73	9.62	9.41	9.24	9.16	8.70	8.55	8.34	8.01	7.92	7.41							
若林康太	47.72	-	6.24	11.34	16.53	-	22.02	27.82	-	33.98	40.48	47.72	23.19	10.69	11.96	13.74	25.70	3.68
	-	6.24	5.09	5.20	-	5.49	5.80	-	6.16	6.49	7.24							
	7.84	9.90	9.71	9.58	9.24	8.81	8.49	8.16	7.80	7.60	6.75							

表2. 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	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 (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)	100m毎 (200-300m)	100m毎 (300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差
佐藤風雅	46.15	-	6.39	11.58	16.83	-	22.19	27.70	-	33.38	39.44	46.15	17.02	10.61	11.19	12.77	23.96	1.77
	-	6.39	5.19	5.25	-	5.36	5.51	-	5.68	6.05	6.71							
	7.66	9.67	9.58	9.49	9.41	9.16	9.06	8.85	8.51	8.02	7.32							
若林康太	47.40	-	6.30	11.47	16.73	-	22.29	28.14	-	34.17	40.47	47.40	20.30	10.82	11.88	13.23	25.11	2.81
	-	6.30	5.17	5.26	-	5.56	5.84	-	6.04	6.29	6.93							
	7.77	9.71	9.62	9.45	9.12	8.70	8.46	8.29	8.16	7.74	7.09							

表3. 全日本実業団対抗陸上競技選手権大会男子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	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 (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)	100m毎 (200-300m)	100m毎 (300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差
佐藤風雅	46.39	-	6.62	11.92	17.27	-	22.71	28.29	-	34.01	39.97	46.39	12.25	10.79	11.30	12.38	23.68	0.96
	-	6.62	5.30	5.35	-	5.45	5.57	-	5.72	5.96	6.42							
	7.39	9.45	9.41	9.32	9.24	9.04	8.93	8.78	8.49	8.29	7.67							
小淵瑞樹	46.84	-	6.32	11.38	16.73	-	22.32	28.02	-	33.90	40.06	46.84	20.23	10.94	11.58	12.94	24.52	2.20
	-	6.32	5.06	5.36	-	5.59	5.70	-	5.87	6.16	6.78							
	7.73	10.04	9.67	9.20	9.00	8.81	8.74	8.56	8.23	8.01	7.23							
若林康太	48.18	-	6.36	11.45	16.75	-	22.47	28.40	-	34.51	40.96	48.18	23.47	11.01	12.04	13.67	25.71	3.25
	-	6.36	5.09	5.30	-	5.72	5.93	-	6.11	6.45	7.22							
	7.68	9.90	9.71	9.32	8.81	8.60	8.33	8.23	7.95	7.57	6.77							
佐藤拳太郎	48.65	-	6.24	11.33	16.55	-	21.99	27.86	-	34.36	41.24	48.65	27.86	10.66	12.37	14.29	26.66	4.67
	-	6.24	5.09	5.22	-	5.44	5.87	-	6.50	6.88	7.41							
	7.84	9.94	9.67	9.54	9.37	8.81	8.33	7.71	7.36	7.17	6.65							

表 4. 日本陸上競技選手権大会男子 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	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)	200-300m (200-300m)	300-400m (300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差
伊東 利来也	45.94	-	6.16	11.19	16.33	-	21.82	27.44	-	33.31	39.37	45.94	18.29	10.63	11.49	12.63	24.12	2.30
	-	6.16	5.03	5.14	-	5.49	5.62	-	5.87	6.05	6.57							
	7.96	9.99	9.85	9.67	9.18	8.97	8.85	8.51	8.36	8.16	7.48							
井上 大地	46.48	-	6.30	11.27	16.47	-	22.04	27.75	-	33.71	39.82	46.48	20.19	10.76	11.67	12.77	24.44	2.40
	-	6.30	4.97	5.19	-	5.57	5.72	-	5.95	6.11	6.66							
	7.75	10.11	9.97	9.49	9.04	8.81	8.70	8.39	8.29	8.07	7.38							
佐藤 風雅	46.50	-	6.43	11.53	16.82	-	22.38	28.07	-	33.89	39.93	46.50	18.22	10.85	11.50	12.61	24.12	1.74
	-	6.43	5.11	5.29	-	5.57	5.69	-	5.81	6.04	6.57							
	7.60	9.94	9.58	9.41	9.04	8.85	8.74	8.63	8.43	8.13	7.49							
吉津 拓歩	46.57	-	6.33	11.51	16.83	-	22.36	28.00	-	33.81	39.86	46.57	16.67	10.86	11.44	12.76	24.21	1.84
	-	6.33	5.17	5.33	-	5.53	5.63	-	5.81	6.05	6.71							
	7.73	9.76	9.54	9.32	9.10	8.91	8.85	8.63	8.39	8.13	7.30							
小淵 瑞樹	46.58	-	6.31	11.40	16.80	-	22.52	28.36	-	34.30	40.21	46.58	14.52	11.12	11.78	12.28	24.06	1.54
	-	6.31	5.09	5.40	-	5.72	5.84	-	5.95	5.90	6.37							
	7.75	9.90	9.71	9.08	8.78	8.65	8.51	8.37	8.48	8.46	7.71							
佐藤 拳太郎	46.81	-	6.10	11.06	16.15	-	21.61	27.30	-	33.40	39.75	46.81	23.99	10.55	11.80	13.41	25.20	3.60
	-	6.10	4.95	5.09	-	5.46	5.70	-	6.10	6.35	7.06							
	8.02	10.18	9.97	9.76	9.28	8.89	8.70	8.18	8.02	7.74	6.93							
北谷 直輝	47.26	-	6.19	11.23	16.50	-	22.00	27.78	-	33.83	40.17	47.26	22.78	10.78	11.83	13.43	25.26	3.25
	-	6.19	5.03	5.27	-	5.50	5.78	-	6.05	6.34	7.09							
	7.90	10.06	9.76	9.37	9.24	8.74	8.60	8.29	8.01	7.77	6.89							
佐藤 拳太郎	46.77	-	6.13	11.13	16.20	-	21.53	27.12	-	33.35	39.84	46.77	24.23	10.39	11.83	13.42	25.24	3.72
	-	6.13	5.00	5.07	-	5.33	5.60	-	6.23	6.49	6.93							
	7.98	10.09	9.90	9.85	9.47	9.20	8.76	8.01	7.77	7.64	7.12							
北谷 直輝	47.07	-	6.24	11.34	16.55	-	21.97	27.68	-	33.72	40.06	47.07	21.19	10.63	11.75	13.35	25.10	3.12
	-	6.24	5.10	5.21	-	5.42	5.71	-	6.03	6.34	7.01							
	7.84	9.90	9.67	9.58	9.37	8.89	8.67	8.33	7.98	7.80	6.98							
木村 和史	47.76	-	6.40	11.54	16.82	-	22.39	28.15	-	34.20	40.61	47.76	21.98	10.86	11.81	13.56	25.37	2.98
	-	6.40	5.14	5.28	-	5.57	5.76	-	6.05	6.41	7.15							
	7.64	9.85	9.56	9.43	9.06	8.76	8.63	8.31	7.93	7.68	6.84							
伊東 利来也	46.20	-	6.21	11.22	16.30	-	21.72	27.47	-	33.52	39.66	46.20	18.60	10.50	11.80	12.68	24.48	2.76
	-	6.21	5.01	5.08	-	5.42	5.74	-	6.06	6.14	6.54							
	7.89	9.99	9.94	9.80	9.41	8.81	8.63	8.23	8.16	8.13	7.53							
小淵 瑞樹	46.70	-	6.23	11.23	16.42	-	21.96	27.70	-	33.72	40.00	46.70	21.95	10.74	11.76	12.98	24.74	2.78
	-	6.23	4.99	5.19	-	5.55	5.74	-	6.02	6.27	6.70							
	7.84	10.09	9.92	9.51	9.12	8.78	8.67	8.33	8.07	7.87	7.36							
若林康太	48.70	-	6.22	11.21	16.40	-	22.01	27.94	-	34.22	40.88	48.70	28.28	10.80	12.20	14.48	26.69	4.67
	-	6.22	5.00	5.19	-	5.61	5.93	-	6.27	6.66	7.82							
	7.86	10.09	9.90	9.54	9.00	8.69	8.28	7.98	7.80	7.23	6.21							
佐藤 風雅	46.86	-	6.48	11.75	17.08	-	22.63	28.29	-	34.15	40.27	46.86	15.06	10.89	11.51	12.71	24.23	1.59
	-	6.48	5.27	5.34	-	5.55	5.66	-	5.86	6.13	6.59							
	7.56	9.54	9.43	9.34	9.04	8.93	8.78	8.60	8.23	8.10	7.47							
井上 大地	46.91	-	6.38	11.51	16.97	-	22.67	28.48	-	34.37	40.37	46.91	17.58	11.16	11.69	12.54	24.24	1.56
	-	6.38	5.13	5.46	-	5.71	5.80	-	5.89	6.01	6.54							
	7.66	9.94	9.45	9.04	8.78	8.72	8.55	8.49	8.46	8.19	7.52							
井本 佳伸	46.99	-	6.17	11.26	16.57	-	22.20	27.96	-	33.98	40.25	46.99	21.72	10.94	11.78	13.01	24.79	2.59
	-	6.17	5.09	5.31	-	5.63	5.77	-	6.02	6.27	6.74							
	7.93	10.04	9.54	9.37	8.93	8.76	8.62	8.33	8.10	7.86	7.32							
河内 光起	47.84	-	6.41	11.69	17.07	-	22.67	28.46	-	34.54	40.90	47.84	18.06	10.98	11.88	13.30	25.17	2.51
	-	6.41	5.27	5.38	-	5.60	5.79	-	6.09	6.35	6.94							
	7.64	9.54	9.41	9.24	8.97	8.85	8.49	8.26	7.93	7.81	7.06							

表 5. ゴールデングランプリ陸上 2020 東京女子 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	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)	100m毎 (200-300m)	100m毎 (300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差
青山聖佳	53.35	-	6.96	12.72	18.60	-	24.77	31.27	-	38.21	45.45	53.35	22.40	12.05	13.44	15.14	28.58	3.82
	-	6.96	5.76	5.88	-	6.16	6.51	-	6.93	7.24	7.90							
	7.04	8.78	8.55	8.48	8.23	7.86	7.57	7.22	7.00	6.81	6.21							
松本奈菜子	53.80	-	6.97	12.83	18.85	-	25.19	31.98	-	39.06	46.25	53.80	20.07	12.37	13.87	14.74	28.61	3.41
	-	6.97	5.86	6.03	-	6.34	6.78	-	7.09	7.19	7.55							
	7.04	8.63	8.39	8.26	8.04	7.55	7.26	7.04	7.02	6.90	6.55							
大島愛梨	53.97	-	7.16	13.12	19.20	-	25.54	32.11	-	38.93	46.09	53.97	19.02	12.43	13.39	15.04	28.43	2.89
	-	7.16	5.95	6.09	-	6.34	6.56	-	6.83	7.16	7.88							
	6.85	8.49	8.26	8.19	7.98	7.68	7.57	7.36	7.09	6.88	6.23							
広沢真愛	54.61	-	7.02	13.03	19.25	-	25.85	32.77	-	39.86	47.06	54.61	18.36	12.82	14.01	14.75	28.76	2.91
	-	7.02	6.01	6.23	-	6.60	6.92	-	7.10	7.20	7.55							
	7.01	8.43	8.16	7.98	7.68	7.34	7.16	7.04	7.02	6.88	6.56							
武石この実	54.63	-	7.05	13.03	19.19	-	25.80	32.64	-	39.78	47.04	54.63	18.46	12.78	13.98	14.85	28.83	3.02
	-	7.05	5.98	6.16	-	6.62	6.84	-	7.14	7.26	7.59							
	6.97	8.41	8.31	8.04	7.63	7.39	7.26	6.99	6.92	6.86	6.52							

表 6. 2019 富士北麓ワールドトライアル女子 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	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)	100m毎 (200-300m)	100m毎 (300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差
青山聖佳	53.41	-	6.93	12.83	18.92	-	25.13	31.55	-	38.37	45.66	53.41	21.06	12.30	13.24	15.04	28.28	3.14
	-	6.93	5.90	6.09	-	6.21	6.42	-	6.82	7.29	7.75							
	7.09	8.55	8.37	8.15	8.07	7.99	7.66	7.40	6.98	6.75	6.38							

表 7. 全日本実業団対抗陸上競技選手権大会女子 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	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)	100m毎 (200-300m)	100m毎 (300-400m)	200m毎 (200-400m)	前後半差
青山聖佳	53.55	-	7.05	12.96	19.05	-	25.37	31.92	-	38.76	45.96	53.55	19.51	12.41	13.39	14.79	28.18	2.81
	-	7.05	5.91	6.09	-	6.32	6.55	-	6.84	7.20	7.59							
	6.96	8.55	8.33	8.16	7.98	7.77	7.55	7.36	7.02	6.88	6.52							
松本奈菜子	54.39	-	7.01	12.96	19.09	-	25.48	32.18	-	39.32	46.71	54.39	20.83	12.53	13.84	15.07	28.91	3.42
	-	7.01	5.94	6.13	-	6.40	6.70	-	7.14	7.39	7.68							
	7.01	8.49	8.29	8.10	7.89	7.66	7.34	7.02	6.81	6.72	6.46							
武石この実	54.43	-	6.96	12.95	19.15	-	25.67	32.48	-	39.59	46.90	54.43	20.00	12.72	13.92	14.84	28.76	3.09
	-	6.96	5.99	6.20	-	6.52	6.81	-	7.11	7.32	7.53							
	7.06	8.46	8.19	8.01	7.74	7.52	7.23	7.04	6.90	6.77	6.61							

表 8. 日本陸上競技選手権大会女子 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	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]					
		(0-5m)	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)	100m毎 (200-300m)	100m毎 (300-400m)	200m毎 (200-400m) 前後半差	
青山聖佳	53.55	-	6.97	12.80	18.82	-	25.06	31.62	-	38.50	45.72	53.55	21.84	12.26	13.44	15.05	28.49	3.43
		-	6.97	5.83	6.02	-	6.24	6.56	-	6.88	7.23	7.83						
		7.04	8.69	8.41	8.26	8.13	7.74	7.55	7.30	7.05	6.79	6.30						
松本奈菜子	53.77	-	6.89	12.81	18.89	-	25.21	31.82	-	38.76	46.00	53.77	20.42	12.40	13.55	15.01	28.56	3.35
		-	6.89	5.92	6.08	-	6.33	6.60	-	6.95	7.24	7.77						
		7.14	8.55	8.31	8.19	8.01	7.67	7.51	7.21	7.02	6.80	6.35						
高島咲季	53.81	-	7.21	13.37	19.64	-	26.04	32.62	-	39.39	46.36	53.81	13.15	12.67	13.35	14.42	27.77	1.73
		-	7.21	6.16	6.26	-	6.40	6.58	-	6.78	6.97	7.45						
		6.82	8.15	8.07	7.95	7.84	7.73	7.52	7.39	7.28	7.08	6.63						
大島愛梨	54.16	-	7.07	13.13	19.52	-	26.15	32.89	-	39.77	46.77	54.16	15.68	13.01	13.63	14.39	28.01	1.87
		-	7.07	6.06	6.39	-	6.63	6.74	-	6.88	7.00	7.39						
		6.95	8.39	8.04	7.74	7.57	7.48	7.37	7.26	7.22	7.08	6.69						
武石この実	55.14	-	7.01	12.98	19.29	-	25.98	32.99	-	40.17	47.44	55.14	20.33	13.00	14.19	14.97	29.16	3.18
		-	7.01	5.97	6.31	-	6.69	7.01	-	7.17	7.28	7.70						
		7.01	8.56	8.10	7.86	7.57	7.23	7.06	6.97	6.92	6.82	6.42						
青山聖佳	53.29	-	6.86	12.59	18.49	-	24.66	31.11	-	38.00	45.28	53.29	23.52	12.06	13.34	15.29	28.63	3.97
		-	6.86	5.73	5.89	-	6.17	6.45	-	6.88	7.29	8.01						
		7.15	8.78	8.63	8.43	8.19	7.89	7.66	7.28	7.02	6.71	6.14						
大島愛梨	53.96	-	7.04	12.93	19.04	-	25.49	32.21	-	39.18	46.37	53.96	19.87	12.55	13.70	14.78	28.47	2.99
		-	7.04	5.89	6.10	-	6.45	6.73	-	6.97	7.19	7.59						
		6.97	8.53	8.43	8.10	7.86	7.52	7.37	7.17	7.09	6.83	6.53						
武石この実	54.19	-	6.89	12.74	18.84	-	25.23	31.89	-	38.95	46.31	54.19	22.86	12.49	13.72	15.24	28.96	3.73
		-	6.89	5.86	6.09	-	6.39	6.66	-	7.05	7.36	7.88						
		7.14	8.63	8.39	8.13	7.92	7.60	7.44	7.09	6.92	6.66	6.27						
高島咲季	54.49	-	7.25	13.60	20.02	-	26.53	33.21	-	40.10	47.13	54.49	10.77	12.93	13.57	14.39	27.96	1.43
		-	7.25	6.34	6.42	-	6.51	6.68	-	6.89	7.03	7.36						
		6.79	7.92	7.83	7.77	7.71	7.60	7.41	7.26	7.16	7.06	6.73						
岩田優奈	56.34	-	7.00	13.15	19.44	-	25.99	33.00	-	40.38	48.06	56.34	22.34	12.85	14.39	15.96	30.35	4.35
		-	7.00	6.15	6.29	-	6.56	7.01	-	7.37	7.69	8.28						
		7.04	8.21	8.02	7.92	7.77	7.31	7.02	6.79	6.64	6.38	5.96						
松本奈菜子	54.24	-	6.91	12.78	18.89	-	25.38	32.15	-	39.20	46.49	54.24	21.47	12.59	13.83	15.04	28.86	3.49
		-	6.91	5.88	6.10	-	6.49	6.77	-	7.05	7.29	7.75						
		7.12	8.56	8.43	8.10	7.80	7.49	7.31	7.09	6.99	6.72	6.39						
広沢真愛	55.40	-	6.82	12.74	19.05	-	25.74	32.71	-	39.92	47.38	55.40	23.27	12.99	14.19	15.48	29.66	3.93
		-	6.82	5.92	6.31	-	6.68	6.97	-	7.21	7.46	8.02						
		7.21	8.60	8.23	7.80	7.55	7.34	7.06	6.95	6.81	6.60	6.15						

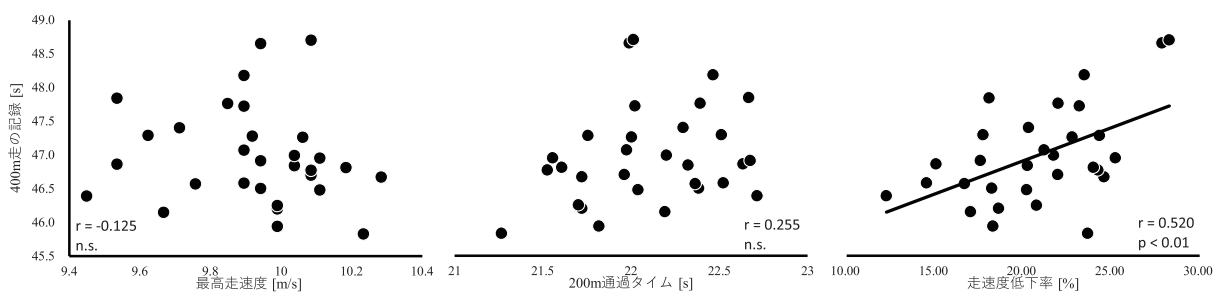


図 1. 男子 400m 走の記録と最高走速度, 前半 200m の通過タイム, および走速度低下率との関係

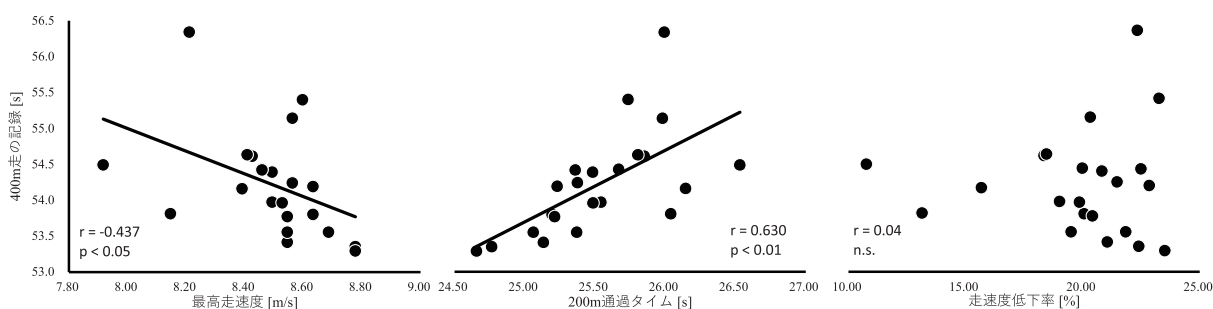


図 2. 女子 400m 走の記録と最高走速度, 前半 200m の通過タイム, および走速度低下率との関係

表 9. 男子 400m 走における記録, 最高走速度, 前後半差, および走速度低下率の比較 (2020 年度と 2018 年度)

	2018年度 (n=42)		2020年度 (n = 30)		p値
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
400m走の記録 [s]	46.81	0.63	46.98	0.71	n.s.
最高走速度 [m/s]	9.78	0.26	9.93	0.21	< 0.01
前半200m通過タイム [s]	22.30	0.46	22.10	0.38	< 0.05
前後半差 [s]	2.22	0.76	2.78	0.90	< 0.01
走速度低下率 [%]	18.21	3.87	20.80	3.77	< 0.01

表 10. 女子 400m 走における記録, 最高走速度, 前後半差, および走速度低下率の比較 (2020 年度と 2018 年度)

	2018年度 (n=26)		2020年度 (n = 22)		p値
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
400m走の記録 [s]	54.35	0.41	54.22	0.71	n.s.
最高走速度 [m/s]	8.38	0.20	8.49	0.19	< 0.05
前半200m通過タイム [s]	25.93	0.44	25.53	0.45	< 0.01
前後半差 [s]	2.49	0.72	3.17	0.71	< 0.01
走速度低下率 [%]	17.08	3.42	19.90	3.11	< 0.01