

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～

小林海¹⁾ 山中亮²⁾ 大沼勇人³⁾ 高橋恭平⁴⁾ 渡辺圭祐⁵⁾ 山本真帆⁶⁾ 松林武生⁶⁾
広川龍太郎⁷⁾ 山村貴彦⁸⁾

1) 東京経済大学 2) 新潟食料農業大学 3) 関西福祉大学 4) 鹿児島大学

5) 日本スポーツ振興センター 6) 国立スポーツ科学センター 7) 東海大学

8) 城西大附属城西高校

1. はじめに

2019年の男子4×400mリレーにおいて、日本代表は横浜で開催されたIAAF世界リレー選手権(横浜世界リレー)で4位入賞を果たし(1走:ウォルシュジュリアン選手[富士通], 2走:佐藤拳太郎選手[富士通], 3走:北谷直輝選手[東海大], 4走:若林康太選手[駿河台大]), 2004年のアテネオリンピック以来の世界大会入賞を遂げた。残念ながら、10月にカタールのドーハで行われた第17回世界陸上競技選手権大会(ドーハ世界選手権)予選では、1走にウォルシュ選手, 2走に飯塚翔太選手(ミズノ), 3走に佐藤選手, 4走に若林選手の布陣で臨んだが、予選全体8位のイギリスと0.09秒差で決勝に進出することができず、決勝進出が得られる来年の東京オリンピック出場権の獲得には至らなかった。しかし、ドーハ世界選手権の記録(3:02.05秒)は2019年10月時点での世界ランキング9位に相当し、ドーハ世界選手権決勝進出とそれ以外のランキング上位8位の計16か国が出場できる東京オリンピックに向けて一歩前進した結果を残すことができた。

4×400mリレーは2走の100m地点以降でオープンレーンになる種目特性もあり、バトンパスの技術よりも個々の走力やレース展開が記録や順位に大きく影響するリレー種目である(小林ら2018)。日本代表が世界大会での決勝進出や決勝での上位入賞を目指すためには、先頭あるいは先頭集団でレースを展開することも求められる。そのためには、400mを速く走るだけでなく、レース展開に対応できるだけの走力を有する選手を4人揃える必要がある。男子4×400mリレーの日本記録は1996年に樹立

された3:00.76秒であり、20年以上記録が更新されていない現状を鑑みると、現段階での日本代表の4人全員の走力が極めて高いとは言い難い。

これまでに、4×100mリレーに関する研究や報告(広川ら2016, 小林ら2017, 松林ら2012など)に加えて、4×400mリレーのラップタイムに関する研究もなされ(小林ら2018, 杉田ら2007)、男子4×400mリレーのレースパターンや個々の選手の前後半200mのタイム差などの特性も明らかにされつつある。本研究では、2019年に行われた横浜世界リレーおよびドーハ世界選手権の男子4×400mリレーにおける、日本を含む上位チームのラップタイムに関する分析結果とこれまでの研究報告の結果から、男子4×400mリレーのレースパターンの傾向や日本代表と他国との差異を明らかにすることで、今後日本代表が世界大会での決勝進出や決勝での上位入賞するために必要な要因について検討することを目的とした。

2. 方法

2-1. 分析対象レース

2019年に行われた横浜世界リレーおよびドーハ世界選手権の男子4×400mリレーの予選と決勝それぞれについて分析を行った。横浜世界リレーでは、日本を含む決勝の上位5か国と予選の各組上位3か国を、ドーハ世界選手権では、決勝の上位5か国と予選の各組上位4か国および日本をそれぞれ分析対象とした。

2-2. 測定方法

通過タイム分析には、3-5台のデジタルビデオカ

表 1 横浜世界リレーに出場した選手の 2019 年 5 月時点の自己ベストタイムとその平均値

ラウンド	国名	記録 [m:秒]	順位	組	レーン	1走 [秒]	2走 [秒]	3走 [秒]	4走 [秒]	平均 [秒]
決勝	トリニダード	3:00.81	1	-	4	Lendore 44.36	Richards 45.21	Guevara 45.26	Cedenio 44.01	44.71
	ジャマイカ	3:01.57	2	-	5	Gaye 44.55	Bloomfield 43.94	Mcdonald 43.93	Allen 44.13	44.14
	ベルギー	3:02.70	3	-	8	D.Borlée 45.55	Vanderbemden 45.65	J.Borlée 44.43	Sacoor 45.03	45.17
	日本	3.03.24	4	-	6	ウォルシュ 45.35	佐藤 45.58	北谷 45.98	若林 45.81	45.68
	イギリス	3:04.96	5	-	2	Yousif 44.54	Cowan 45.34	Rooney 44.45	Chalmers 45.64	44.99
予選 1組	アメリカ	3:02.06	1	1	3	Strother 44.34	Lyles 45.09	Dedewo 44.43	Hutchison 45.71	44.89
	ジャマイカ	3:02.67	2	1	4	Gaye 44.55	Bloomfield 43.94	Francis -	Allen 44.13	44.21
	イギリス	3:03.11	3	1	6	Yousif 44.54	Cowan 45.34	Chalmers 45.64	Rooney 44.45	44.99
予選 2組	日本	3:02.55	1	2	4	ウォルシュ 45.35	井本 45.82	佐藤 45.58	若林 45.81	45.64
	ベルギー	3:03.70	2	2	3	D.Borlée 45.55	Vanderbemden 45.65	Watrín 45.64	Sacoor 45.03	45.47
	フランス	3:04.11	3	2	7	Anne 45.26	Jordier 45.5	Vaillant 45.25	Saidy 45.79	45.45
予選 3組	トリニダード	3:02.49	1	3	4	Lendore 44.36	Richards 45.21	Guevara 45.26	Cedenio 44.01	44.71
	南アフリカ	3:02.77	2	3	7	Isaacs 45.39	Dikgale 45.66	Conradie 45.15	Hlungwani 45.76	45.49
	オランダ	3:04.30	3	3	5	Angela 46.93	Agard 45.61	Bonevacía 44.72	Diepen 45.83	45.77

先頭とのタイム差 [秒]

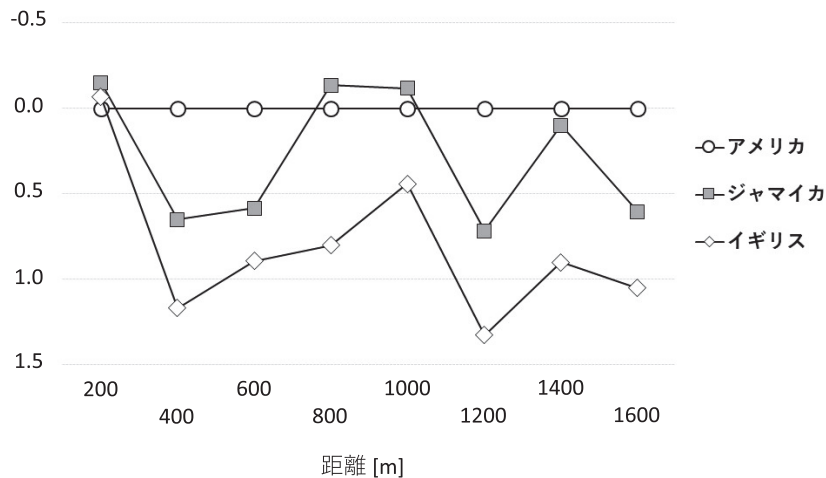


図 1 横浜世界リレー予選 1 組の先頭とのスプリットタイム差

メラ (Lumix GH5S, Panasonic [2 台], LUMIX DMC-FZ300, Panasonic [3 台]) を用いて, サンプリングレートをそれぞれ 59.94 fps に設定し, 全選手がフィニッシュラインを通過するまで当該レースを撮影した. 5 台のカメラのうち, 2-4 台はスタートおよびゴールの撮影を行えるメインスタンドから 1 コーナーのスタンド上方に, 残りの 1 台は 200 m の通過を撮影できるバックスタンド上方に配置した (小林ら 2017, 小林ら 2018). レース映像はスタート時のスターターの閃光を撮影した後, パンニング

方式で先頭の選手を撮影し続け, 200 m のラップタイムと 400 m のラップタイムを測定するために, 先頭の選手が校正点を通過してから, 最後の選手が校正点を通過するまで撮影位置を校正点で固定した. 撮影に際し, 1 走の 200 m 通過地点および 1-2 走のバトン受け渡し地点 (1 走 400 m 通過地点) を撮影するために, 1 走の撮影では 1-2 台のカメラを 1 コーナーに配置した. 2 走以降の 400 m 通過とドーハ世界選手権では 20 m のテークオーバーゾーン内の区間タイム (20 m バトンタイム) や次走者のテーク

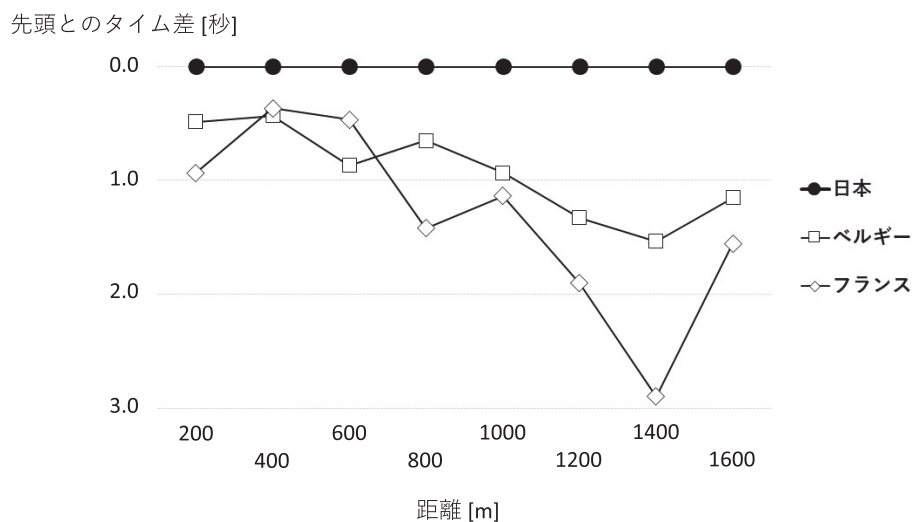


図2 横浜世界リレー予選2組の先頭とのスプリットタイム差

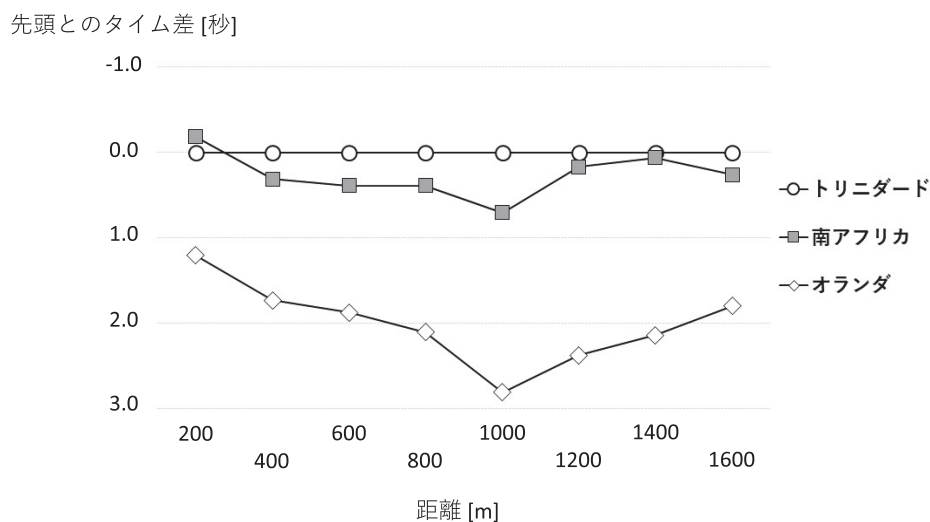


図3 横浜世界リレー予選3組の先頭とのスプリットタイム差

オーバーゾーン後半 10 m の走速度（次走者走速度）を分析するために、テークオーバーゾーンの入り口の延長線上とゴールラインの延長線上に残りの 1-2 台のカメラを配置した。残りの 1 台は各走者の 200 m 通過地点と 400 m 通過地点を撮影するために、バックスタンドの 200 m 通過地点の延長線上に配置した。1 走の 200 m 通過地点は既存の校正点が存在しないため、予めグラウンドに校正点を計測し、1 コーナーに配置した 2-4 台のカメラで静止画および動画にて校正点を撮影した。

2-3. 分析方法と分析項目

映像分析には動画再生および編集ソフト (QuickTimePro7, Apple, USA) を用い、スターターの閃光をゼロフレームとして、各校正点をトルソーが通過したフレームを求めた。分析対象レースにおける 1 走の 200 m 通過地点の分析に際し、グラウ

ンド上のラインや観客席の位置関係を手掛かりに、Overlay 方式での分析 (持田ら 2007) を行った。その後、通過フレームと撮影時の fps の逆数との積から通過タイムを求めた。得られた通過タイムから 200 m と 400 m それぞれのラップタイム、200 m ごとのトップチームとのタイム差を算出した。ドーハ世界選手権では、上述の項目に加えて 20 m のテークオーバーゾーンタイム (20 m バトンタイム) とテークオーバーゾーン後半 10 m 区間の次走者の走速度を求め、次走者走速度と 20 m のバトンゾーンに要した時間との相関関係についても検討した。相関関係の有意差にはピアソンの積率相関係数を用い、有意水準を 5% 未満とした。

3. 結果および考察

横浜世界リレーが行われた 2019 年 5 月時点の自

表2 ドーハ世界選手権に出場した選手の2019年10月時点の自己ベストタイムとその平均値

ラウンド	国名	記録 [m:秒]	順位	組	レーン	1走 [秒]	2走 [秒]	3走 [秒]	4走 [秒]	平均 [秒]
決勝	アメリカ	2:56.69	1	-	4	Kerley 43.64	Cherry 44.66	London 44.47	Benjamin 44.31	44.27
	ジャマイカ	2:57.90	2	-	5	Bloomfield 43.94	Allen 44.13	Thomas 45.47	Gaye 44.46	44.50
	ベルギー	2:58.78	3	-	8	Sacoor 45.03	Vanderbemden 45.65	D.Borlée 45.55	K.Borlée 44.56	45.20
	コロンビア	2:59.50	4	-	6	Perlaza 44.86	Palomeque 45.25	Sokis 46.22	Zambrano 44.15	45.12
	トリニダード	3:00.74	5	-	2	Guevara 45.26	Richards 45.21	Lendore 44.36	Cedenio 44.01	44.71
予選 1組	アメリカ	2:59.89	1	1	3	Richard 44.7	Norwood 44.4	London 44.47	Strother 44.29	44.47
	コロンビア	3:01.06	2	1	4	Perlaza 44.86	Palomeque 45.25	Solis 46.22	Zambrano 44.15	45.12
	イタリア	3:01.60	3	1	6	Scotti 45.84	Aceti 45.92	Galvan 45.12	Re 44.77	45.41
	イギリス	3:01.96	4	1	4	Chalmers 45.64	Yousif 44.54	Thompson 46.4	Rooney 44.45	45.26
	日本	3:02.05	5	1	3	ウォルシュ 45.13	飯塚 -	佐藤 45.58	若林 45.81	45.51
予選 2組	ジャマイカ	3:00.76	1	2	7	Bloomfield 43.94	Allen 44.13	Thomas 45.47	Francis 44.5	44.51
	ベルギー	3:00.87	2	2	4	D.Borlée 45.55	Watrín 45.64	Sacoor 45.03	K.Borlée 44.56	45.20
	トリニダード	3:01.35	3	2	7	Guevara 45.26	Richards 45.21	Alfred 44.36	Lendore 44.36	44.80
	南アフリカ	3:02.06	4	2	5	Phora 45.19	Isaacs 45.39	Dikgale 45.66	Mokaleng 45.02	45.32

己ベストをみると、予選2組において日本は2位のベルギーや3位のフランスよりも平均で0.1秒以上遅く、決勝ではイギリスよりも0.31秒遅かったが、順位ではそれらの国を上回っていた(表1)。日本が順位で上回れた要因として、日本代表選手が横浜世界リレーにピーキングを合わせられたことと自国開催という優位性が影響したと考えられる。ドーハ世界選手権では、ベルギーが予選と決勝それぞれで自己ベストでは上回る国に先着していた(表2)。これらの結果は、シーズンの中で最重要となる試合にシーズンのピーキングを合わせることができれば、日本が世界大会でも決勝に進出し、上位入賞ができる可能性があることを示すものである。

横浜世界リレーの予選2組において、日本は1走のウォルシュ選手が400mをトップで通過し、2走の井本選手から4走の若林選手まで先頭を堅持して1着で決勝に進出した(表3, 表5, 図2)。4×400mリレーは個々の走力が記録や順位に大きく影響するリレー種目である(小林ら 2018)ことを考慮すると、ウォルシュ選手が1走の先頭で400mを通過したことで、2走以降で日本が優位にレースを展開できたと考えられる。2走以降は井本選手と佐藤選手がそれぞれ45.71秒と45.31秒、若林選手が46.11秒の400mラップタイムを記録しており、4人全員が安定した走りをできたことも決勝進出を果

たすことができた主要因の1つと考えられる。決勝では、ウォルシュ選手が46.05秒で400mを通過し、2走以降は全員が45秒台のラップタイムを記録していた。結果的に4位に入賞することができたが、決勝の記録は3:03.24秒であり、日本記録(3:00.76秒)よりも2.5秒近く遅かったことを考慮すると、今後、更なる記録の短縮が図れば、世界大会で表彰台に上がる可能性が高まることを示唆する結果であった。

横浜世界リレー決勝で優勝したトリニダードトバゴは日本記録に近い記録(3:00.81秒)であり、特に4走のCedenio選手は44.23秒の400mラップタイムを記録していた(表5)。同選手の400m自己ベストタイムは44.01秒であったこと踏まえると、Cedenio選手のラップタイムは突出して速いタイムということではない。しかし、こういった傑出した走力を持つ選手がいない日本にとっては、リレーを走る4人全員の走力の向上が不可欠であり、1人ずつのラップタイムを0.1秒単位で短縮させていくことが世界大会での安定した好成績につながると考えられる。

ドーハ世界選手権予選1組のラップタイムをみると、1走のウォルシュ選手が記録した45.14秒は予選全体のトップタイムであり、決勝を合わせても3番目の好タイムであった(表6)。日本は残念なが

表3 横浜世界リレーにおける200 m毎のスプリットタイム

ラウンド	国名	記録	1走		2走		3走		4走	
			200m [秒]	400m [秒]	200m [秒]	400m [秒]	200m [秒]	400m [秒]	200m [秒]	400m [秒]
決勝	トリニダード	3:00.81	21.86	46.08	1:06.52	1:30.89	1:51.41	2:16.59	2:37.06	3:00.81
	ジャマイカ	3:01.57	21.71	45.86	1:06.72	1:30.78	1:51.65	2:16.19	2:37.16	3:01.57
	ベルギー	3:02.70	22.19	46.70	1:07.06	1:32.03	1:52.68	2:17.55	2:38.45	3:02.70
	日本	3:03.24	21.60	46.05	1:06.90	1:31.65	1:52.53	2:17.28	2:38.02	3:03.24
	イギリス	3:04.96	22.09	46.58	1:07.48	1:33.19	1:54.40	2:19.30	2:40.66	3:04.96
予選 1組	アメリカ	3:02.06	21.69	44.89	1:06.43	1:30.92	1:52.67	2:16.29	2:38.02	3:02.06
	ジャマイカ	3:02.67	21.54	45.55	1:07.02	1:30.79	1:52.55	2:17.00	2:38.12	3:02.67
	イギリス	3:03.11	21.62	46.06	1:07.33	1:31.73	1:53.11	2:17.61	2:38.93	3:03.11
予選 2組	日本	3:02.55	21.39	45.41	1:06.05	1:31.12	1:52.01	2:16.44	2:37.84	3:02.55
	ベルギー	3:03.70	21.87	45.85	1:06.92	1:31.78	1:52.95	2:17.76	2:39.38	3:03.70
	フランス	3:04.11	22.32	45.78	1:06.52	1:32.54	1:53.15	2:18.34	2:40.74	3:04.11
予選 3組	トリニダード	3:02.49	21.86	45.62	1:06.53	1:30.71	1:51.71	2:16.60	2:38.42	3:02.49
	南アフリカ	3:02.77	21.67	45.93	1:06.92	1:31.09	1:52.41	2:16.77	2:38.48	3:02.77
	オランダ	3:04.30	23.06	47.35	1:08.40	1:32.81	1:54.51	2:18.97	2:40.55	3:04.30

先頭とのタイム差 [秒]

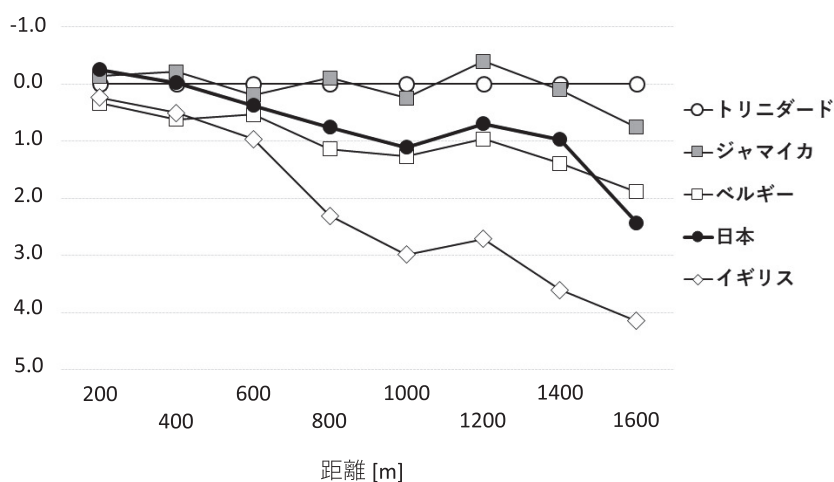


図4 横浜世界リレー決勝の先頭とのスプリットタイム差

ら決勝進出を果たすことはできなかったが、1走でウォルシュ選手が先頭で2走とのバトンパスを行えたことで、2走以降の選手が上位でレースを展開できる契機となった。2走以降のラップタイムをみると、全員が45秒台のラップタイムを記録しており、1走のウォルシュ選手と合わせて総合的に速いラップタイムを記録できたことが2019年の世界ランキング9位の成績につながったと考えられる。しかし、日本は3走の200m通過地点では先頭でレースを展開することができていたが、結果的には予選1組を5位という結果で決勝進出を果たすことはできなかったことから(表4, 図5)、4人全員の走力の向上が課題であることが窺える。男子4×400mリレーは2走以降がテークオーバーゾーン前半10mで加速しながらラップタイムが計測されるため、個人で走る400mフラットレースの記録よりも0.5秒以上タイムを短縮できると推測される。よって、世界大会での予選通過や日本記録を更新するためには、ウォルシュ選手に加えて400mのフラットレー

スを45秒中盤で走ることができる選手を3名揃えることが求められる。今回同世界選手権を走った中で、飯塚選手は主に100mと200mを専門としているため、400mの記録はないが、佐藤選手と若林選手はそれぞれ45.58秒と45.81秒の自己ベストを記録している。彼らを中心に多くの選手が400mの自己ベストを更新することができれば、日本記録の更新や世界大会での決勝進出がより現実的なものになると考えられる。

ドーハ世界選手権の決勝では、優勝したアメリカと2位のジャマイカは1走でそれぞれ44.51秒と44.81秒を記録していた(表6)。また、分析を行った上位5か国の2走以降は44秒台から45秒台前半のラップタイムを記録しており、最も遅いラップタイムでも45.22秒(トリニダードトバゴ3走)であった。一方で、アメリカの2走(Cherry選手)のラップタイムは43.54秒であったことから、アメリカはレース前半の1-2走から集団の前でレースを展開することで、リレー全体を優位に展開できていた

表4 ドーハ世界選手権における200m毎のスプリットタイム

ラウンド	国名	記録	1走		2走		3走		4走	
			200m [秒]	400m [秒]	200m [秒]	400m [秒]	200m [秒]	400m [秒]	200m [秒]	400m [秒]
決勝	アメリカ	2:56.69	21.25	44.51	1:04.73	1:28.05	1:49.23	2:12.48	2:32.96	2:56.69
	ジャマイカ	2:57.90	21.25	44.81	1:05.14	1:29.09	1:49.42	2:13.29	2:34.27	2:57.90
	ベルギー	2:58.78	21.65	45.18	1:05.63	1:29.79	1:50.54	2:14.56	2:35.65	2:58.78
	コロンビア	2:59.50	21.60	45.23	1:05.57	1:30.04	1:51.40	2:15.05	2:36.06	2:59.50
	トリニダード	3:00.74	22.27	45.92	1:05.90	1:30.34	1:51.80	2:15.56	2:36.32	3:00.74
予選 1組	アメリカ	2:59.89	21.24	45.44	1:05.62	1:30.46	1:52.09	2:15.13	2:36.35	2:59.89
	コロンビア	3:01.06	21.50	45.35	1:06.16	1:30.70	1:51.71	2:16.55	2:37.95	3:01.06
	イタリア	3:01.60	22.11	46.30	1:07.53	1:31.74	1:53.30	2:17.18	2:38.41	3:01.60
	イギリス	3:01.96	21.69	45.51	1:06.33	1:30.40	1:51.59	2:16.37	2:37.65	3:01.96
	日本	3:02.05	21.73	45.14	1:05.89	1:30.52	1:51.32	2:16.46	2:37.66	3:02.05
予選 2組	ジャマイカ	3:00.76	21.52	45.20	1:05.80	1:30.21	1:50.28	2:15.34	2:36.83	3:00.76
	ベルギー	3:00.87	21.67	45.50	1:06.16	1:30.74	1:51.55	2:16.27	2:37.36	3:00.87
	トリニダード	3:01.35	21.38	46.11	1:06.68	1:30.74	1:51.75	2:16.49	2:37.55	3:01.35
	南アフリカ	3:02.06	21.74	45.27	1:05.91	1:30.65	1:51.68	2:16.45	2:37.56	3:02.06

先頭とのタイム差 [秒]

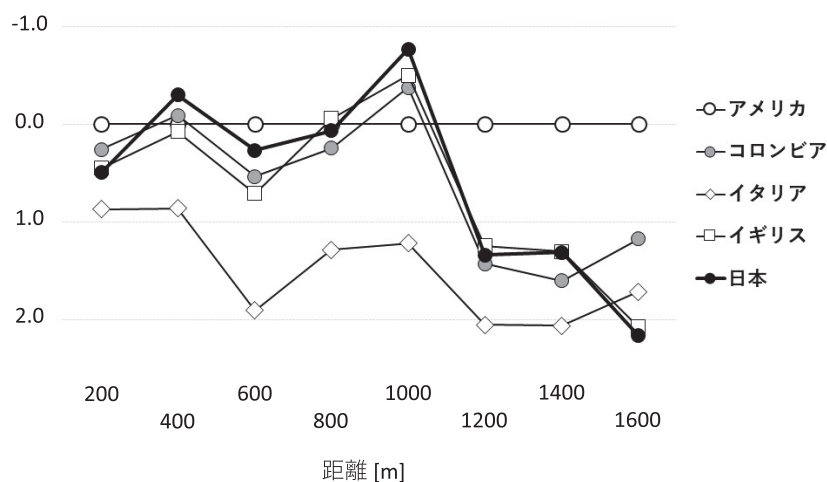


図5 ドーハ世界選手権予選1組の先頭とのスプリットタイム差

先頭とのタイム差 [秒]

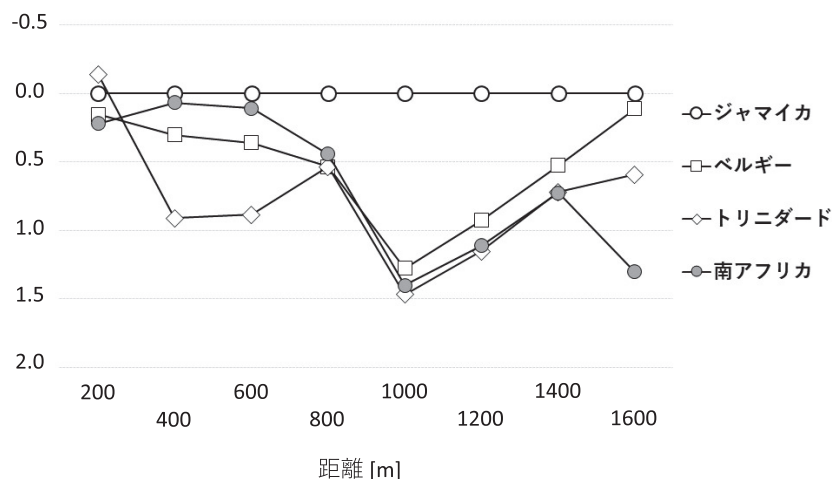


図6 ドーハ世界選手権予選2組の先頭とのスプリットタイム差

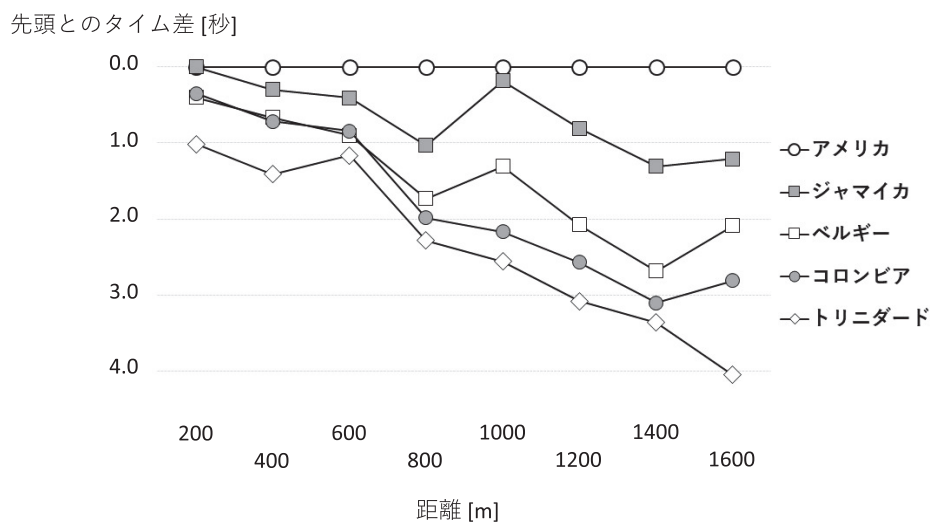


図7 ドーハ世界選手権決勝の先頭とのスプリットタイム差

表5 横浜世界リレーにおける各走者の400 mおよび前後半それぞれの200 mのラップタイム

ラウンド	国名	記録	順位	1走		2走		3走		4走	
				0-400m [秒]		0-400m [秒]		0-400m [秒]		0-400m [秒]	
				0-200m [秒]	200-400m [秒]	0-200m [秒]	200-400m [秒]	0-200m [秒]	200-400m [秒]	0-200m [秒]	200-400m [秒]
決勝	トリニダード	3:00.81	1	46.08		44.81		45.70		44.23	
				21.86	24.22	20.45	24.37	20.52	25.18	20.47	23.76
	ジャマイカ	3:01.57	2	45.86		44.92		45.40		45.39	
				21.71	24.15	20.85	24.07	20.87	24.53	20.97	24.42
	ベルギー	3:02.70	3	46.70		45.33		45.52		45.15	
			22.19	24.51	20.36	24.97	20.65	24.87	20.90	24.25	
	日本	3:03.24	4	46.05		45.60		45.63		45.96	
				21.60	24.45	20.85	24.75	20.87	24.76	20.75	25.22
	イギリス	3:04.96	5	46.58		46.61		46.10		45.66	
				22.09	24.49	20.90	25.71	21.20	24.90	21.36	24.30
予選 1組	アメリカ	3:02.06	1	44.89		46.03		45.36		45.77	
				21.69	23.21	21.54	24.49	21.75	23.62	21.74	24.04
	ジャマイカ	3:02.67	2	45.55		45.25		46.21		45.66	
				21.54	24.01	21.47	23.77	21.76	24.45	21.12	24.54
	イギリス	3:03.11	3	46.06		45.66		45.89		45.50	
				21.62	24.44	21.26	24.40	21.39	24.50	21.31	24.19
予選 2組	日本	3:02.55	1	45.41		45.71		45.31		46.11	
				21.39	24.02	20.64	25.08	20.89	24.42	21.40	24.71
	ベルギー	3:03.70	2	45.85		45.93		45.99		45.94	
				21.87	23.97	21.07	24.86	21.17	24.82	21.61	24.32
	フランス	3:04.11	3	45.78		46.76		45.80		45.76	
				22.32	23.46	20.74	26.03	20.60	25.19	22.40	23.37
予選 3組	トリニダード	3:02.49	1	45.62		45.09		45.90		45.89	
				21.86	23.77	20.91	24.17	21.00	24.89	21.81	24.07
	南アフリカ	3:02.77	2	45.93		45.16		45.68		45.98	
				21.67	24.26	20.99	24.17	21.32	24.36	21.71	24.27
	オランダ	3:04.30	3	47.35		45.46		46.16		45.31	
				23.06	24.29	21.05	24.41	21.71	24.46	21.58	23.73

といえる(図7)。同世界選手権決勝の400 mラップタイムを勘案すると、メダル獲得には2-4走が遅くとも44秒台のラップタイムでバトンをつなぐ必要がある。4位のコロンビアや5位のトリニダードトバゴであっても、自己ベストが44秒台の選手が複数名エントリーしていたことから、やはり日本の400 m選手全体の走力の向上が必要であることが明らかになった。

前半200 mラップタイムをみると、横浜世界リレーの上位に入賞した国の2走以降の選手の多くは20秒台中盤から21秒台中盤で、ドーハ世界選手権

では19秒台中盤から21秒台中盤で通過していた(表5, 表6)。これらの結果は、2018年に行われたアジア大会の決勝のラップタイムよりも速く(小林ら2018)、世界大会の競技レベルの高さを裏付けるものである。一方、日本は両大会ともに2-4走の前半200 mのラップタイムが20秒台中盤から21秒台中盤で通過しており、横浜世界リレー決勝では4走の200 m通過地点まで、ドーハ世界選手権予選1組では3走200 m通過地点まで先頭とのタイム差は1秒以内であった(図4, 図5)。しかしながら、同世界選手権決勝で上位に入賞した国は後半200 m

表6 ドーハ世界選手権における各走者の400 mおよび前後半それぞれの200 mのラップタイム

ラウンド	国名	記録	順位	1走		2走		3走		4走	
				0-400m [秒]		0-400m [秒]		0-400m [秒]		0-400m [秒]	
				0-200m [秒]	200-400m [秒]	0-200m [秒]	200-400m [秒]	0-200m [秒]	200-400m [秒]	0-200m [秒]	200-400m [秒]
決勝	アメリカ	2:56.69	1	21.25	23.26	20.22	23.32	21.18	23.25	20.48	23.73
	ジャマイカ	2:57.90	2	21.25	23.56	20.33	23.95	20.33	23.87	20.98	23.63
	ベルギー	2:58.78	3	21.65	23.52	20.45	24.16	20.75	24.02	21.09	23.13
	コロンビア	2:59.50	4	21.60	23.62	20.35	24.47	21.36	23.65	21.01	23.44
	トリニダード	3:00.74	5	22.27	23.65	19.98	24.44	21.45	23.77	20.76	24.42
予選 1組	アメリカ	2:59.89	1	21.24	24.20	20.19	24.83	21.63	23.04	21.22	23.54
	コロンビア	3:01.06	2	21.50	23.85	20.81	24.54	21.01	24.84	21.40	23.11
	イタリア	3:01.60	3	22.11	24.19	21.23	24.22	21.56	23.87	21.23	23.19
	イギリス	3:01.96	4	21.69	23.82	20.82	24.07	21.19	24.78	21.28	24.31
	日本	3:02.05	5	21.73	23.41	20.75	24.63	20.80	25.14	21.20	24.39
予選 2組	ジャマイカ	3:00.76	1	21.52	23.68	20.60	24.41	20.07	25.07	21.49	23.93
	ベルギー	3:00.87	2	21.67	23.83	20.65	24.58	20.81	24.72	21.09	23.51
	トリニダード	3:01.35	3	21.38	24.73	20.57	24.06	21.00	24.75	21.05	23.80
	南アフリカ	3:02.06	4	21.74	23.53	20.64	24.74	21.03	24.77	21.10	24.50

表7 ドーハ世界選手権におけるテークオーバーゾーン20 mのバトンパスタime

ラウンド	国名	1-2走 [s]	2-3走 [s]	3-4走 [s]	平均 [s]
決勝	アメリカ	2.49	2.49	2.44	2.47
	ジャマイカ	2.44	2.64	2.68	2.59
	ベルギー	2.48	2.57	2.60	2.55
	コロンビア	2.53	2.77	2.58	2.62
	トリニダード	2.34	2.78	2.72	2.61
予選 1組	アメリカ	2.57	2.97	2.59	2.71
	コロンビア	2.43	2.72	2.70	2.62
	イタリア	2.54	2.74	2.74	2.67
	イギリス	2.40	2.69	2.66	2.59
	日本	2.51	2.64	2.54	2.56
予選 2組	ジャマイカ	2.53	2.54	2.78	2.61
	ベルギー	2.44	2.69	2.65	2.59
	トリニダード	2.52	2.64	2.64	2.60
	南アフリカ	2.70	2.59	2.99	2.76

のラップタイムが23秒前半から24秒台中盤であったのに対して、日本は予選でウォルシュ選手を除いて24秒台中盤から25秒台前半のラップタイムであった。この要因の1つとして、前半200mがオーバーペースになっており、結果的に後半の200mでの走速度の低下率が大きくなった可能性が考えられる。前半200mのラップタイムを遅くすることは、他国に先行され、先頭集団でレースを展開できなくなる可能性が高まるため得策ではないと考えられる。したがって、余裕を持って前半200mのラップタイムを20秒台後半から21秒台中盤で走るためには、最高走速度を高めることが重要な要素の1

つになると考えられる。最高走速度を高め、他国の速い前半200mの走速度に余裕を持って対応することができれば、後半200mの走速度の低下率を抑えることができ、400mラップタイムの短縮が図れると推察される。

ドーハ世界選手権の20mバトンタイムについて、予選1組の3区間平均タイムは日本の2.56秒が最も短く(表7)、このタイムは予選と決勝すべてのタイムの中でも最も短いタイムであった。また、テークオーバーゾーン後半10m区間の次走者の走速度も日本は平均で8.14m/秒であり、予選1組では最も速く、予選と決勝を合わせた全体の走速度で

表8 ドーハ世界選手権における次走者のテークオーバーゾーン後半10 m区間の走速度

ラウンド	国名	1-2走 [m/s]	2-3走 [m/s]	3-4走 [m/s]	平均 [m/s]
決勝	アメリカ	8.75	7.99	8.44	8.39
	ジャマイカ	8.50	7.59	7.54	7.88
	ベルギー	8.56	7.68	8.21	8.15
	コロンビア	8.62	7.59	7.64	7.95
	トリニダード	8.88	6.89	8.05	7.94
予選 1組	アメリカ	8.38	6.05	7.27	7.23
	コロンビア	8.62	7.84	7.68	8.05
	イタリア	7.99	7.22	7.09	7.44
	イギリス	8.33	7.54	7.89	7.92
	日本	8.44	7.59	8.38	8.14
予選 2組	ジャマイカ	8.33	8.21	7.59	8.04
	ベルギー	8.44	7.89	8.33	8.22
	トリニダード	8.21	7.78	7.73	7.91
	南アフリカ	8.21	7.54	6.81	7.52

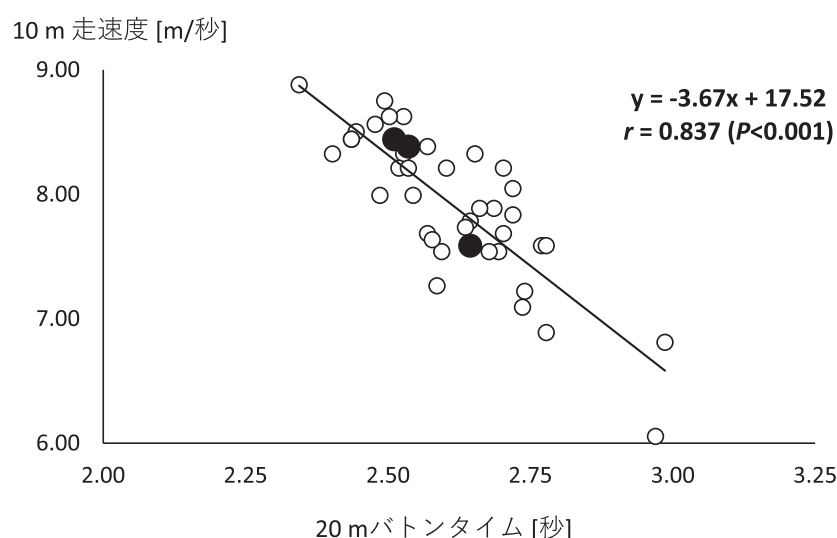


図8 20 m バトンタイムと次走者のテークオーバーゾーン後半10 m 区間の走速度との相関関係 (○：全測定値，●：ドーハ世界選手権決勝の日本代表の値)

も4番目に高い平均走速度であった(表8)。4×400 m リレーではトラックを1周する走力が求められるため、次走者は全力で加速し続けることが必ずしも400 m ラップタイムの短縮につながるわけではないが、次走者が加速した状態でバトンを受け取ることができれば、ラップタイム短縮に寄与する可能性は十分に考えられる。本研究において、20 m バトンタイムとテークオーバーゾーン後半10 m 区間の次走者の走速度との間には有意な負の相関関係($P < 0.001$)が認められたことから(図8)、テークオーバーゾーンでの円滑なバトンパスが次走者のスムーズな加速につながると考えられる。小林ら(2018)は4×400 m リレーにおいてバトンパスの位置がテークオーバーゾーンの中心で行われた場合の20 m バトンパスタイムが短いことを報告しており、このことがドーハ世界選手権のバトンパスにおいても当てはまると推察される。今後、バトンパスにも注

力し、世界大会において0.01 秒単位でもタイムを短縮することができれば、日本が再び決勝の舞台で活躍することができる可能性は高まるといえよう。

4. まとめ

2019年に行われた横浜世界リレーおよびドーハ世界選手権の男子4×400 m リレーにおけるレースパターンの傾向や日本代表と他国との差異について検討した結果、以下のことが明らかになった。

- ・横浜世界リレーの予選では、ウォルシュ選手が1走の400 m を先頭で通過したことで、2走以降日本が優位にレースを展開でき、2走以降も安定した走りをできたことが決勝進出を果たせた主要因の1つであった
- ・日本の4×400 m リレーの選手には自己ベストが44秒台の選手がいない現状を踏まえると、リレー

を走る4人全員の走力の向上が不可欠であり、1人ずつのラップタイムを0.1秒単位で短縮させていくことが世界大会での安定した好成績につながるといえる

- ・ドーハ世界選手権の決勝では、優勝したアメリカと2位のジャマイカは1走でそれぞれ44秒台のラップタイムを記録しており、アメリカは終始先頭でレースを展開していたことから、日本の400m選手全体の走力の向上が必要であることが明らかになった
- ・今回の分析対象レースにおいて、日本は2-4走の前半200mのラップタイムが20秒台後半から21秒台中盤で通過していたことから、前半200mは他国と同等のレースを展開できていた
- ・一方で、後半200mのラップタイムは世界大会の上位入賞国と比較して1秒程度下回っていたことから、最高走速度を高めることで余裕を持って前半200mを走り、後半200mの走速度の低下率を抑えることが重要な要素の1つであった
- ・ドーハ世界選手権の20mバトンタイムについて、日本の3区間平均タイムは他国と比較して最も短く、テークオーバーゾーン後半10m区間の次走者の平均走速度も高かったことから次走者が加速した状態でバトンを受け取ることができていたといえる

文献

広川龍太郎, 松林武生, 小林海, 高橋恭平, 松尾彰文, 柳谷登志雄, 土江寛裕, 苅部俊二, 杉田正明 (2016) 男子ナショナルチーム・4×100mリレーのバイオメカニクスサポート研究報告(第6報) - 2016リオオリンピック決勝上位チームの傾向など。陸上競技研究紀要, 12: 104-110.

小林海, 大沼勇人, 吉本隆哉, 岩山海渡, 高橋恭平, 松林武生, 広川龍太郎, 松尾彰文, 土江寛裕, 苅部俊二 (2017) 日本代表男子4×100mリレーのバイオメカニクスサポート～2017ロンドン世界選手権における日本代表と上位チームとの比較～。陸上競技研究紀要, 13: 183-189.

小林海, 高橋恭平, 山中亮, 渡辺圭祐, 松林武生, 広川龍太郎 (2018) 2018年シーズンにおける男子4×400mリレーのレース分析～ジャカルタアジア大会と日本選手権リレーの分析結果について～。陸上競技研究紀要, 14: 180-184.

小林海, 山中亮, 高橋恭平, 松林武生, 広川龍太郎, 松尾彰文, 杉田正明 (2017) 日本選手権リレーに

おけるU18男女混合4×400mリレーのレース分析。陸上競技研究紀要, 13: 190-196.

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.

杉田正明, 広川龍太郎, 松尾彰文, 川本和久, 高野進, 阿江通良 (2007) 4×100m, 4×400mリレーについて。陸上競技学会誌, 6: 21-26.

Rowbottom M. (2017) Men's 4x400m Final - IAAF World Championships London 2017. Available at: www.iaaf.org.