

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～

小林海¹⁾ 高橋恭平²⁾ 山中亮³⁾ 渡辺圭祐⁴⁾ 松林武生⁵⁾ 広川龍太郎⁶⁾

1) 東京経済大学 2) 熊本高等専門学校 3) 新潟食料農業大学 4) 日本スポーツ振興センター
5) 国立スポーツ科学センター 6) 東海大学

1. はじめに

近年の世界大会における男子400mの記録は短縮しており、2016年には約17年ぶりに世界記録も更新された(43.03秒, Wayde Van Niekerk [RSA]). 世界的な400mの記録の短縮に伴い、国際大会における男子4×400mリレーの記録の短縮もみられ、決勝進出には2:59秒台の記録が求められるようになりつつある。一方、日本代表の男子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年以上その記録を更新することができていない。

男子4×400mリレーは4×100mリレーと比較して、バトンパスのタイミングや次走者の動き出しといったバトンパスの技術よりも、個々の走力が記録や順位に大きく影響するため、走力の高い4選手を揃えることが重要となる。特に、2走の100m以降はオープンレーンとなるため、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、そのためにも高い走力を有する選手を揃える必要があるといえる。これまでに、4×100mリレーに関する研究や報告は多くなされてきたが(広川ら 2016, 小林ら 2017, 松林ら 2012 など)、4×400mリレーのラップタイムといった客観的なデータは乏しく(杉田ら 2007)、男子4×400mリレーに求められる要素については不明な点が多い。

本研究では、2018年に行われた第18回アジア競技大会(アジア大会)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および順位変動に関する分析と、第102回日本陸上競技選手権リレー競技大会(日本選手権リレー)の同種目の分析結果から、男子4×400mリレーに資する要因について検討した。

2. 方法

2-1. 分析対象レース

2018年に行われたアジア大会の男子4×400mリレー決勝の日本を含む上位3か国とBahrainの4チームと、日本選手権リレーの男子4×400mリレー決勝に進出した8チームを分析対象とした。

2-2. 測定方法

ラップタイム分析には、2台のデジタルビデオカメラを用いて、サンプリングレートを59.94 fps(≒60 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レース映像を撮影した(小林ら 2017)。2台のカメラはスタートおよびゴールの撮影を行える位置と、200mの通過位置にそれぞれ配置した。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、200mのラップタイムと400m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200m通過地点および1-2走のバトン受け渡し地点(1走400m通過地点)を撮影するために、1走の撮影では、はじめに1台のカメラを1-2コーナーから、もう1台のカメラを3-4コーナーから撮影を行った(図1, cam1とcam2)。その後、各走者の200m通過地点と400m通過地点を撮影するためにフィニッシュラインと200m通過地点の延長線上にそれぞれ撮影位置を移動して撮影を続けた。また、1走の200m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走の撮影位置から予め静止画および動画にて校正点を撮影した。アジア大会では1走の200m通過地点を予め計測できなかったため、400mの通過のみを測定対象とし

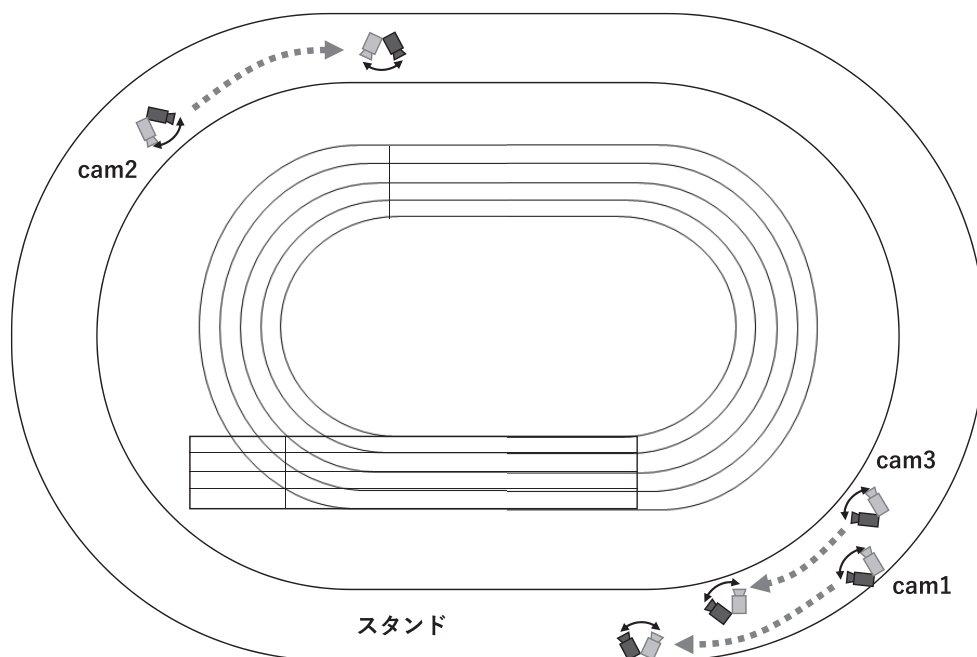


図1 4×400 m リレーの撮影レイアウト

た.

日本選手権リレーでは、ラップタイム分析用カメラとは別に、バトンパス分析用に1台のカメラ(59.94 fps)をスタンドに設置した(図1, cam3). 撮影に際し、1-2走のバトンパスは6レーンのバトンゾーン(テークオーバーゾーン)出口の延長線上にカメラを配置して撮影を行い、その後、2-3走と3-4走のバトンパスに合わせて撮影位置をバトンゾーンの出口付近の延長線上に移動して撮影を続けた。

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。日本選手権リレーでは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、200mごとのトップチームとのタイム差を算出した。日本選手権リレーでは、上述の項目に加えて、バトンパスが行われた位置と20 mのバトンゾーンに要した時間との相関関係を算出した。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

アジア大会の男子4×400 mリレー決勝において、日本(ウォルシュ・ジュリアン選手[東洋大] - 小池祐貴選手[ANA] - 安部孝駿選手[デサント] - 飯塚翔太選手[ミズノ])はQatar, Indiaに次ぐ3位で銅メダルを獲得した。一方、日本の記録は3:01.94秒で、Qatar(3:00.56秒)とは1.5秒近い差があり、日本記録とも1秒以上の差があった。先述の通り、世界大会での決勝進出の目安となる2:59秒台の記録が求められるとすると、今後、2秒近く(1人平均0.5秒)の記録短縮が必要となる。

表1はアジア大会決勝における日本を含む上位3か国とBahrainの各選手のラップタイムを示したものである。Qatarは1走に2017年のロンドン世界選手権の男子400 mハードルで7位に入賞したAbderrahman Samba選手を、4走に同世界選手権の男子400 mで銅メダルを獲得したAbdalelah Haroun選手を起用してレースを終始リードしており、日本は1走のタイム差をレース終盤まで縮めることができなかった(表2)。また、2位のIndiaはQatarのような世界大会で決勝に進出できるだけの走力を選手はいないものの、3走と4走がそれぞれ44秒台のラップタイムを記録しており、このことが日本を上回った要因の1つと考えられる。

アジア大会決勝の順位変動をみても、Qatarが終始先頭を維持し、その後ろをIndiaと日本が追従する展開であったことがわかる(図2)。この結果からも、4×400 mリレーのレース全体を有利に展開

表1 アジア大会決勝の上位3か国と Bahrain における各走者の400 m ラップタイムと前後半200 m のラップタイム

国名	記録	1走		2走		3走		4走	
		0-200m	200-400m	0-200m	200-400m	0-200m	200-400m	0-200m	200-400m
Qatar	3:00.56	-	44.56	21.20	23.95	21.88	24.55	21.06	23.35
India	3:01.85	-	46.30	21.46	24.52	20.79	24.12	21.01	23.64
Japan	3:01.94	-	45.75	21.60	24.60	21.13	24.22	21.11	23.52
Bahrain	3:03.97	-	46.81	21.20	24.12	21.38	25.10	21.41	23.92

表2 アジア大会決勝における Qatar に対する India, 日本, Bahrain それぞれの200 m ごとのラップタイム差

1走は前半200 m のラップタイムを計測することができなかったため、400 m のラップタイムのみを算出した

国名	記録	1走		2走		3走		4走	
		0-400m	0-200m	200-400m	0-200m	200-400m	0-200m	200-400m	
Qatar	3:00.56	-	-	-	-	-	-	-	-
India	3:01.85	1.74	2.00	2.58	1.48	1.05	1.00	1.29	
Japan	3:01.94	1.18	1.59	2.24	1.49	1.16	1.21	1.38	
Bahrain	3:03.97	2.24	2.25	2.42	1.92	2.48	2.83	3.40	

するためには、常に先頭か先頭集団でレースを行わなくてはならないことがわかる。また、世界大会では各国の選手の競技力が高いため、1走者間で1秒以上のタイム差を縮めて順位を上げることは非常に難しいため、先行を許しても、その差を1秒以内(7-8 m以内)に抑えることも重要になる。そのため、1走の重要性が非常に高く、今大会の結果と過去の世界大会の結果(Rowbottom 2017)を勘案すると、2分台を目指すためには、1走が44秒台中盤で2走にバトンを渡せることが求められるといえよう。

日本選手権リレー決勝の1走のラップタイムをみると、優勝した住友電工、2位の中京大、4位の順天堂大の3チームが47秒台、3位の東洋大と5位の福岡大が48秒台で通過しており(表3)、決勝上位チームの方が下位チームよりもラップタイムは短かった。これらの結果は、アジア大会と同様に、4×400 mリレーでは1走の重要性が非常に高いことを示すものである。2走以降のラップタイムをみると、住友電工、中京大、東洋大の3チームの2走と4走がそれぞれ47秒前後のラップタイムを記録しており、前半200 mを21秒台から22秒台前半で、後半200 mを24秒台から25秒台前半で通過していた。2走の100 m以降はオープンレーンになるため、前後の選手との位置関係を考慮しながらレースを展開しなくてはならない。したがって、4

1走-400M 2走-200M 2走-400M 3走-200M 3走-400M 4走-200M 4走-400M

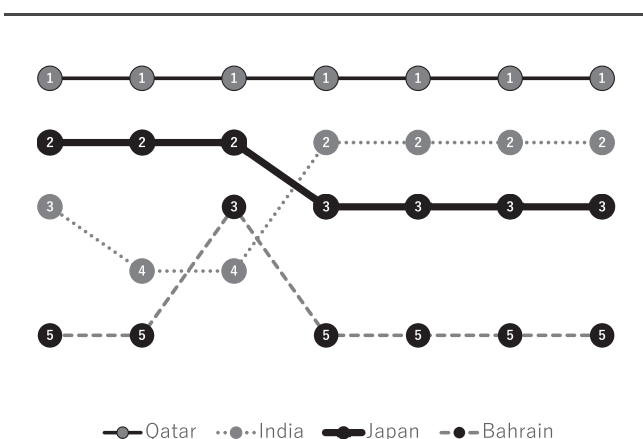


図2 アジア大会決勝における Qatar, India, 日本, Bahrain の順位変動

×400 mリレーでは400 mを速く走るだけでなく、他チームの選手の走速度に柔軟に対応できる走力が必要となる。

日本選手権リレーでは、住友電工が優勝したにも関わらず、1走の400 m地点と2走から4走の200 m地点はいずれも中京大が先行していた点は非常に興味深い(表4)。特に、住友電工は3走と4走で一度先行されても、400 m地点で再度先行できていたことになる。換言すれば、住友電工はレースを先行することで、各選手が400 m全体のペース配分を調節できていたと考えられる。この結果からも、先

表3 日本選手権リレー決勝における各走者の400 m ラップタイムと前後半200 m のラップタイム

チーム名	記録	1走		2走		3走		4走					
		400m		400m		400m		400m					
		0-200m	200-400m	0-200m	200-400m	0-200m	200-400m	0-200m	200-400m				
住友電工	3:09.35	47.77	46.62	47.88	47.07	22.55	25.23	22.04	24.58	23.37	24.52	22.22	24.85
中京大	3:09.64	47.65	46.99	48.00	47.01	23.17	24.47	22.00	24.99	22.99	25.00	21.70	25.32
東洋大	3:09.70	48.35	46.65	47.80	46.91	23.52	24.83	21.80	24.85	23.00	24.80	22.31	24.60
順天堂大	3:10.10	47.64	47.56	47.19	47.72	22.56	25.08	22.34	25.22	22.70	24.49	22.41	25.31
福岡大	3:12.01	48.16	47.25	48.26	48.34	23.06	25.11	22.47	24.77	22.06	26.20	22.46	25.88
近畿大	3:13.57	49.60	46.81	48.06	49.09	23.09	26.51	21.92	24.89	23.00	25.07	22.35	26.74
国士館大	3:13.98	49.36	48.21	47.91	48.52	23.33	26.03	22.13	26.08	22.66	25.25	22.52	25.99
中央大	3:15.06	49.32	48.12	48.20	49.42	23.52	25.79	22.50	25.63	22.91	25.29	22.85	26.58

表4 日本選手権リレー決勝における住友電工に対する他の決勝進出チームの200 m ごとのラップタイム差

チーム名	記録	1走		2走		3走		4走	
		0-200m	200-400m	0-200m	200-400m	0-200m	200-400m	0-200m	200-400m
住友電工	3:09.35	-	-	-	-	-	-	-	-
中京大	3:09.64	0.63	-0.13	-0.17	0.24	-0.13	0.36	-0.17	0.30
東洋大	3:09.70	0.97	0.58	0.33	0.60	0.23	0.52	0.60	0.35
順天堂大	3:10.10	0.01	-0.13	0.17	0.80	0.13	0.11	0.30	0.76
福岡大	3:12.01	0.51	0.39	0.83	1.02	-0.28	1.40	1.64	2.67
近畿大	3:13.57	0.54	1.83	1.71	2.02	1.65	2.20	2.33	4.22
国士館大	3:13.98	0.78	1.58	1.67	3.17	2.46	3.19	3.50	4.64
中央大	3:15.06	0.98	1.54	2.00	3.04	2.59	3.36	3.99	5.71

頭でレースを展開する利点が示され、先頭か先頭集団でレースを行うことが4×400 m リレーのレース結果に影響を及ぼすといえる。

4×400 m リレーのバトンゾーン(20 m)は4×100 m リレーのそれ(30 m)よりも短いため、次走者が高い走速度でバトンを貰うことは難しい。また、前走者の走速度も4×100 m リレーと比較して低いため、バトンゾーンの後半でバトンパスを行うことはバトンパス失敗の可能性を増大させると推測される。一方、日本選手権リレー決勝のバトンパスが行われた位置と20 m のバトンゾーンに要した時間との関係を見ると(図3)、両者の間には有意な負の相関関係が認められた(P<0.05)。このことは、次走者が加速しながらバトンを貰うことで、バトンゾーンのタイムを短縮できる可能性があることを意味するものである。例えば、1回のバトンパスで0.1秒短縮できれば、4×400 m リレーのタイムを0.3秒短縮できる計算になり、1位の住友電工と2位の中京大とのタイム差(0.3秒)に相当することになる。今後、4×400 m リレーのバトンゾーンに関する詳細な分析が必要だが、図3の結果を考慮すると、

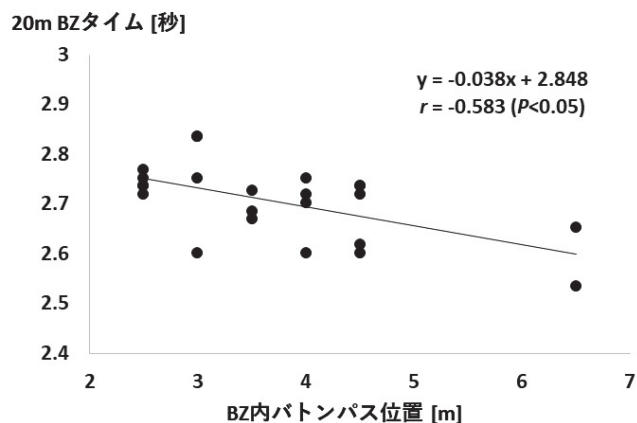


図3 日本選手権リレー決勝のバトンゾーン(BZ)内のバトンパスが行われた位置と20 m のバトンゾーンに要した時間との相関関係
両者の間には有意な負の相関関係が認められた(P<0.05)

バトンゾーンのタイム短縮を意図した練習が重要になるかもしれない。但し、2-3走、3-4走のバトンパスはオープンレーンで行われるため、高い走速度でのバトンパスは他チームとの衝突の危険性を増大

させることも承知しておかなくてはならない。

4. まとめ

男子4×400 mリレーについて、2018年に行われたアジア大会決勝と日本選手権リレー決勝のラップタイムおよび順位変動について検討した結果、以下のことが明らかになった。

- ・アジア大会において、QatarとIndiaは44秒台のラップタイムを記録する選手が複数名いたことから、日本が日本記録の更新と世界大会での入賞を目指すためには、複数名の選手が44秒台で走ることができ、1走が44秒台中盤で2走にバトンを渡すことが求められるといえよう
- ・アジア大会の順位変動をみても、Qatarが終始先頭を維持し、その後をIndiaと日本が追従する展開であったことから、4×400 mリレーのレース全体を有利に展開するためには、常に先頭か先頭集団でレースを行わなくてはならないと考えられる
- ・アジア大会と同様に、日本選手権リレーにおいても1走の重要性が高く、2走以降の選手についても、400 mを速く走るだけでなく、他チームの選手の走速度に柔軟に対応できる走力が重要であるといえる
- ・日本選手権リレーでは、住友電工が優勝したが、住友電工はレースを先行することで、各選手が400 m全体のペース配分を調節できていたと考えられ、先頭でレースを展開するためには、先頭か先頭集団でレースを行うことが重要であることが改めて示された
- ・日本選手権リレーのバトンパスが行われた位置と20 mのバトンゾーンに要した時間と間には有意な負の相関関係が認められたことから、4×400mリレーにおいても次走者が加速しながらバトンを貰うことで、バトンゾーンのタイムを短縮できる可能性があると考えられる

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, 荻部俊二, 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, 荻部俊二 (2017) 日本代表男子4×100 m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, 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4×400 m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.