

## 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～

小林海<sup>1)</sup> 大沼勇人<sup>2)</sup> 吉本隆哉<sup>2)</sup> 岩山海渡<sup>2)</sup> 高橋恭平<sup>3)</sup> 松林武生<sup>2)</sup>  
広川龍太郎<sup>4)</sup> 松尾彰文<sup>5)</sup> 土江寛裕<sup>6)</sup> 荻部俊二<sup>7)</sup>  
1) 東京経済大学 2) 国立スポーツ科学センター 3) 熊本高等専門学校  
4) 東海大学 5) 鹿屋体育大学 6) 東洋大学 7) 法政大学

### 1. はじめに

2017年8月に行われたロンドン世界選手権の男子4×100 mリレーにおいて、日本代表チームは世界選手権では初めて銅メダルを獲得することができた。また、2016年のリオデジャネイロオリンピック（銀メダル）に続き、2大会連続でのメダル獲得は陸上の男子短距離界にとって快挙といえる成績であった。

世界選手権が行われた2017年8月時点で、4×100mリレーに出場した日本代表選手の6人中5人の100 mシーズンベストが10.0秒台（多田修平：10.08秒，飯塚翔太：10.08秒，桐生祥秀：10.04秒，ケンブリッジ飛鳥：10.08秒，サニブラウンハキーム：10.05秒）であり、個々の高い走力がロンドン世界選手権における銅メダル獲得に大きく貢献したといえる。しかしながら、9秒台のベストタイムを複数人揃える海外のチームに対して、世界選手権の男子4×100 mリレーで日本代表がメダルを獲得するためには、個々の走力に加え、テークオーバーゾーンでの円滑なバトンパスの技術が不可欠となる。

日本代表男子4×100 mリレーチームが採用しているアンダーハンドパスはオーバーハンドパスと比較して利得距離（2選手間の距離）が短いため、テークオーバーゾーンにおけるバトンパスの時間ではオーバーハンドパスの方が有利にはたらく。しかしながら、オーバーハンドパスは次走者が腕を高く上げるため、バトンパスの失敗リスクが高まる。オーバーハンドパスと比較してアンダーハンドパスは腕を高く上げないため、バトンパスが容易であるだけでなく、次走者が走る姿勢に近く、加速しやすいという利点もある。近年の国内短距離選手の競技力向

上に伴い、世界大会の日本代表選手を固定化することは困難なため、どの選手が代表に選出されても、確実なバトンパスを行うためにアンダーハンドパスは有用なバトンパス方法であるといえる。

現在、男子短距離の日本代表合宿では、アンダーハンドパスであってもバトンパス時の利得距離を延伸させることに加え、テークオーバーゾーン内におけるバトンパスの位置に着目し、バトンパスタイムの短縮を意図した練習に取り組んできた。日本陸連科学委員会は同強化委員会や国立スポーツ科学センターと協力し、世界大会における4×100mリレーのレース分析に加え、合宿時におけるバトンパス練習の測定を継続して実施してきた（広川ら 2016，小林 2016，松林ら 2012など）。本報告では、これまでの取り組みやその成果も踏まえ、2017年に行われたロンドン世界選手権における日本と上位チームとの比較から、日本が銅メダルを獲得することができた要因と今後の展望について検討した。

### 2. 方法

#### 2-1. 分析対象レースとチーム

2017年の世界選手権では、メダルを獲得した日本を含む上位3か国と中国を、2016年リオデジャネイロオリンピックでは、メダルを獲得した日本を含む上位3か国（ジャマイカは決勝のみ）とアメリカ、中国をそれぞれ分析対象とした。

##### ・2017年ロンドン世界選手権

予選：日本，イギリス，アメリカ，中国  
決勝：日本，イギリス，アメリカ，中国

##### ・2016年リオデジャネイロオリンピック

予選：日本，カナダ，アメリカ，中国  
決勝：日本，ジャマイカ，カナダ，アメリカ，中

国

2016年リオデジャネイロオリンピック予選のジャマイカはインフィールド内の跳躍マット等の遮蔽物によりグラウンド上の校正点を撮影することができなかったため、分析対象から除外した。

## 2-2. 測定方法

測定には6台のハイスピードデジタルビデオカメラを用い (LUMIX DMC-FZ300, 239.76 fps), 各カメラをスタンド最上部にそれぞれ配置し (図1), パンニング方式でレース映像を取得した。すべてのカメラはスターターのピストルの閃光を撮影することで、時間を同期した。また、競技場内でのキャリブレーション測定ができなかったため、予め各撮影地点から各レーンの加速線 (ブルーライン) とテークオーバーゾーンの開始線, 中間線, 終了線, およびの静止画と動画を撮影し, 分析の際の校正点として用いた。また, 2-3走のテークオーバーゾーン出+10 m地点については400 mハードルの6台目を校正点としたが, 1-2走と3-4走のテークオーバーゾーン出+10 m地点については, 校正点となるグラウンドマークがないため, テークオーバーゾーンのセンターラインとテークオーバーゾーン出口との距離から位置情報を計算し, 各レーンのテークオーバー

ゾーン出+10 mに関する位置情報を推定した。

## 2-3. 分析方法

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。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時間を求めた。分析はこれまでに4×100mリレーの分析に携わった経験のある2名がそれぞれ行い, それぞれのデータを照合して, 2人の分析者の誤差が1フレーム (0.004秒) 以内になるまで分析を繰り返した。分析項目はバトンを持つ選手を基準に算出したバトン100 mタイムと各走者個人の100 mタイム, バトンパスの要素を排除した各走者のタイム, 各テークオーバーゾーンの20 mバトンタイム (広川ら2016) と40 mバトンタイム, および次走者のバトンゾーン出+10 m (30-40 m区間) 走速度, テークオーバーゾーン内のバトンパス開始地点と終了地点, バトンパスに要した距離であった。加えて, 4×100 mリレータイムと40 mバトンタイムとの相関関係 (図2) を算出した。

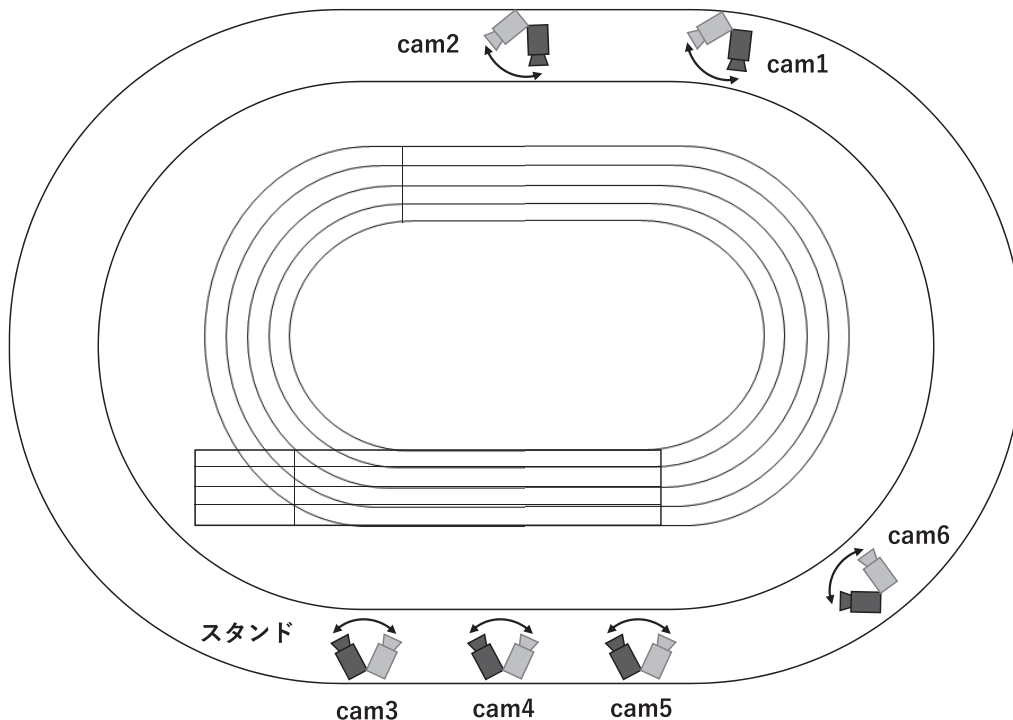


図1 4×400 mリレーの撮影レイアウト

cam1: 1-2走と3-4走のバトンパスを, cam2: 3-4走のバトンパスを, cam3: 2-3走と3-4走のバトンパスを, cam4: 1-2走と2-3走のバトンパスを, cam5: 1-2走のバトンパスを, cam6: 2-3走のバトンパスをそれぞれ撮影した

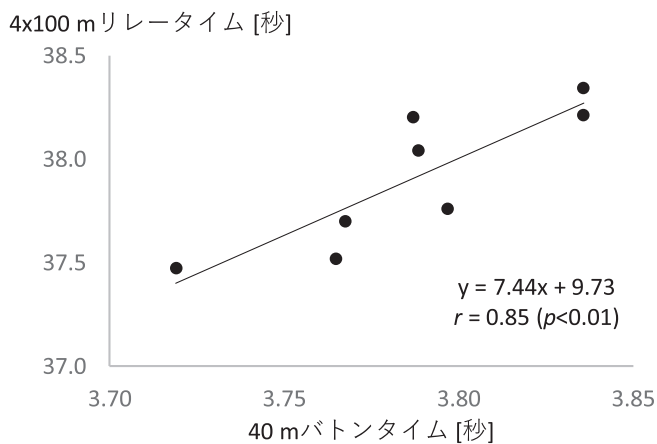


図2 2017年世界選手権における4×400mリレーのタイムと40mバトン区間タイムとの相関関係  
両者の間には有意な正の相関関係が認められた

### 3. 結果および考察

2017年世界選手権4×100mリレー決勝の個人タイムおよびバトンパス区間を除外した各走者のタイム(表1①-④のタイム)をみると、1走はイギリス、2走はアメリカ、3走は日本(桐生祥秀)、4走はアメリカがそれぞれ最速タイムであった。また、バトン100mタイムをみると、1-2走の間接点で日本はイギリスと0.12秒のタイム差があり(表1)、2-3走の間接点では0.36秒までその差を広げられていた(2-3走間接点、日本:19.60秒、イギリス:

19.24秒)。イギリスやアメリカは個々の走力で日本を上回るため、レース前半で他国に先行されると、レース後半でその差を逆転することは難しい。2-3走のバトンパス時点で、他国を先行できないまでも、その差を0.1秒以内にとどめておく必要がある。2016年リオデジャネイロオリンピックでは、1走で日本(山縣亮太)がレースをリードする展開にあり(表2)、2-3走の間接点でのジャマイカとの差は全くなかった(2-3走間接点、日本:19.32秒、ジャマイカ:19.32秒)。今世界選手権では、桐生選手が3走の区間最速タイムで走っていたことを考慮すると、前半でリードすることができれば、リオデジャネイロオリンピック時の日本記録(37.60秒)に近いタイムでフィニッシュすることができていたと考えられる。また、アジアではじめて37秒台を樹立した中国に対しては、4走(藤光謙司)で0.04秒下回ったものの(表14走90mタイム)、その他の区間では上回ることができていた。中国は身近なライバル国であり、身体的特性も近い国であることを考慮すると、リオデジャネイロオリンピックと今世界選手権は十分評価できる結果であったといえる。

バトン区間20mタイムはバトンの受け渡し位置等の影響を受けやすく、バトンパス全体の良し悪しを必ずしも評価できないため、現在の日本代表男子4×100mリレーはバトンパスをテークオーバーゾーンの20mにその前後10mを加えた40m区間のタイムを重視している。世界選手権のバトン区間

表1 2017年世界選手権における各走者の個人タイム

ラウンド 国名	予選				決勝				
	日本	イギリス	アメリカ	中国	日本	イギリス	アメリカ	中国	
組, レーン 記録[秒]	1組5レーン	1組4レーン	1組8レーン	2組6レーン	9レーン	7レーン	4レーン	8レーン	
	38.21	37.76	37.70	38.20	38.04	37.47	37.52	38.34	
バトン100mタイム[秒]	1走	10.38	10.36	10.40	10.35	10.33	10.21	10.38	10.43
	2走	9.15	8.98	9.12	9.36	9.27	9.03	8.97	9.28
	3走	9.33	9.26	9.24	9.21	9.20	9.19	9.28	9.41
	4走	9.34	9.16	8.94	9.28	9.24	9.05	8.89	9.22
個人100mタイム[秒]	1走	10.38	10.36	10.40	10.35	10.33	10.21	10.38	10.43
	2走	9.24	9.09	9.23	9.44	9.38	9.13	9.08	9.38
	3走	9.41	9.36	9.33	9.36	9.30	9.30	9.48	9.58
	4走	9.34	9.16	8.94	9.28	9.24	9.05	8.89	9.22
1走80mタイム[秒](スタート→ブルーライン)	8.51	8.46	8.51	8.59	8.48	8.40	8.51	8.58	
①1走90mタイム[秒](スタート→2走イン)	9.47	9.40	9.47	9.56	9.43	9.33	9.46	9.55	
②2走100mタイム[秒](2走イン→3走イン)	9.42	9.22	9.35	9.63	9.45	9.26	9.14	9.43	
③3走100mタイム[秒](3走イン→4走イン)	9.48	9.51	9.47	9.44	9.39	9.49	9.58	9.55	
④4走110mタイム[秒](4走イン→フィニッシュ)	10.49	10.29	10.02	10.42	10.37	10.18	10.00	10.34	
4走90mタイム[秒](3走アウト→フィニッシュ)	8.31	8.15	7.98	8.29	8.25	8.04	7.92	8.21	
合計タイム[秒](①+②+③+④)	38.86	38.42	38.31	39.04	38.64	38.26	38.18	38.87	

表2 2016年リオデジャネイロオリンピックにおける各走者の個人タイム

2016 リオデジャネイロオリンピック										
ラウンド 国名 組, レーン 記録 [秒]	予選				決勝					
	日本	カナダ	中国	アメリカ	日本	ジャマイカ	カナダ	中国	アメリカ	
	2組6レーン	1組2レーン	1組4レーン	1組3レーン	5レーン	4レーン	7レーン	6レーン	3レーン	
	<b>37.68</b>	37.89	37.82	37.65	<b>37.60</b>	37.27	37.64	37.90	DQ	
バトン 100mタイム [秒]	1走	<b>10.26</b>	10.32	10.33	10.29	<b>10.14</b>	10.29	10.39	10.46	10.46
	2走	<b>9.09</b>	9.22	9.04	8.92	<b>9.18</b>	9.03	9.13	9.04	9.04
	3走	<b>9.27</b>	9.13	9.24	9.28	<b>9.24</b>	9.20	9.27	9.18	9.18
	4走	<b>9.05</b>	9.22	9.21	9.17	<b>9.04</b>	8.75	8.84	9.23	9.23
個人 100mタイム [秒]	1走	<b>10.26</b>	10.32	10.33	10.29	<b>10.14</b>	10.29	10.39	10.46	10.46
	2走	<b>9.18</b>	9.33	9.12	8.97	<b>9.30</b>	9.12	9.29	9.17	9.17
	3走	<b>9.38</b>	9.29	9.38	9.42	<b>9.36</b>	9.31	9.40	9.34	9.34
	4走	<b>9.05</b>	9.22	9.21	9.17	<b>9.04</b>	8.75	8.84	9.23	9.23
1走80mタイム [秒] (スタート→ブルーライン)	<b>8.44</b>	8.48	8.49	8.41	<b>8.37</b>	8.37	8.51	8.64	8.64	
①1走90mタイム [秒] (スタート→2走イン)	<b>9.38</b>	9.43	9.45	9.35	<b>9.31</b>	9.32	9.47	9.59	9.59	
②2走100mタイム [秒] (2走イン→3走イン)	<b>9.26</b>	9.45	9.31	9.13	<b>9.44</b>	9.20	9.39	9.35	9.35	
③3走100mタイム [秒] (3走イン→4走イン)	<b>9.41</b>	9.44	9.47	9.59	<b>9.43</b>	9.52	9.50	9.43	9.43	
④4走110mタイム [秒] (4走イン→フィニッシュ)	<b>10.16</b>	10.32	10.35	10.29	<b>10.16</b>	9.91	9.93	10.34	10.34	
4走90mタイム [秒] (3走アウト→フィニッシュ)	<b>8.07</b>	8.21	8.18	8.15	<b>8.03</b>	7.72	7.85	8.21	8.21	
合計タイム [秒] (①+②+③+④)	<b>38.21</b>	38.65	38.58	38.37	<b>38.33</b>	37.95	38.29	38.72	38.72	

表3 2017年世界選手権における20mおよび40mバトン区間タイム, 次走者の30-40m区間走速度

2017 ロンドン世界選手権									
ラウンド 国名		予選				決勝			
		日本	イギリス	アメリカ	中国	日本	イギリス	アメリカ	中国
バトン区間 20mタイム [秒]	1-2走	<b>1.93</b>	1.94	1.92	1.85	<b>1.90</b>	1.86	1.88	1.89
	2-3走	<b>1.91</b>	1.88	1.91	1.89	<b>1.91</b>	1.86	1.93	1.94
	3-4走	<b>2.03</b>	1.90	1.90	1.91	<b>1.91</b>	1.84	1.86	2.00
	平均	<b>1.95</b>	1.91	1.91	1.88	<b>1.91</b>	1.85	1.89	1.94
バトン区間 40mタイム [秒]	1-2走	<b>3.80</b>	3.78	3.78	3.80	<b>3.77</b>	3.70	3.74	3.79
	2-3走	<b>3.77</b>	3.82	3.78	3.77	<b>3.82</b>	3.75	3.81	3.83
	3-4走	<b>3.94</b>	3.79	3.74	3.79	<b>3.78</b>	3.71	3.75	3.89
	平均	<b>3.84</b>	3.80	3.77	3.79	<b>3.79</b>	3.72	3.76	3.84
バトン区間 30-40m走速度 [m/秒]	2走	<b>10.90</b>	11.10	11.10	10.16	<b>10.95</b>	11.15	10.95	10.80
	3走	<b>10.70</b>	9.71	10.56	10.52	<b>10.56</b>	10.52	10.56	10.52
	4走	<b>10.52</b>	10.56	11.26	10.75	<b>10.90</b>	10.90	11.20	10.80
	平均	<b>10.71</b>	10.46	10.97	10.48	<b>10.80</b>	10.86	10.90	10.71

40 mタイムをみると、予選ではアメリカ3-4走の3.74秒、決勝ではイギリス1-2走の3.70秒がそれぞれ最速であった。日本代表では、以前は3.80秒以内を目標としていたが、個々の走力向上に伴い、リオデジャネイロオリンピックからは3.75秒以内を目標と定めてバトンパス練習を行ってきた。今世界選手権では予選の2-3走および決勝の1-2走の3.77秒が最速であり、目標の3.75秒以内はいずれの区間でも達成できなかった。当然、気候や風の影響が全大会で一定ではないが、イギリスやアメリカが3.75秒以内でバトンパスを行っていたことを考慮すると、他国と同等か他国を上回るタイムが求められる。今後は3.70秒を目標とし、すべての区間で3.70秒を達成できるようにバトンパス練習を行う必要があるかもしれない。

ロンドン世界選手権における日本代表の予選と決勝のバトン区間40mタイムを比較すると、決勝は予選から平均で0.05秒短縮できていた(表3)。日本陸連科学委員会は予選終了後にレース映像の即時分析を実施し、速報値を同強化委員会の男子4×100mリレースタッフにフィードバックしてきた。今世界選手権の決勝におけるバトン区間40mタイムの短縮は、それらの情報も踏まえた的確なバトンパスの問題点の修正が行えていたことを示すものであり、これらのことが銅メダルの獲得に寄与したといえる。その一方で、今世界選手権のバトン区間40mタイムの平均値は予選、決勝ともにリオデジャネイロオリンピックの40mタイムを上回ることはできなかった(表3-4)。2017年の7-8月に行われた直前合宿では、リオデジャネイロオリンピック前

表4 2016年リオデジャネイロオリンピックにおける20 mおよび40 mバトン区間タイム, 次走者の30-40 m区間走速度

2016 リオデジャネイロオリンピック										
ラウンド 国名		予選				決勝				
		日本	カナダ	中国	アメリカ	日本	ジャマイカ	カナダ	中国	アメリカ
バトン区間 20mタイム [秒]	1-2走	<b>1.86</b>	1.90	1.88	1.93	<b>1.86</b>	1.95	1.91	1.89	1.92
	2-3走	<b>1.91</b>	1.91	1.85	1.94	<b>1.85</b>	1.96	1.89	1.81	1.95
	3-4走	<b>1.94</b>	1.82	1.92	1.88	<b>1.93</b>	1.88	1.92	1.86	1.88
	平均	<b>1.90</b>	1.88	1.88	1.91	<b>1.88</b>	1.93	1.91	1.86	1.92
バトン区間 40mタイム [秒]	1-2走	<b>3.70</b>	3.77	3.75	3.76	<b>3.73</b>	3.80	3.76	3.77	3.81
	2-3走	<b>3.79</b>	3.80	3.71	3.79	<b>3.72</b>	3.83	3.77	3.67	3.82
	3-4走	<b>3.87</b>	3.71	3.80	3.80	<b>3.82</b>	3.78	3.80	3.77	3.84
	平均	<b>3.79</b>	3.76	3.75	3.78	<b>3.76</b>	3.80	3.78	3.74	3.82
バトン区間 30-40m走速度 [m/秒]	2走	<b>11.13</b>	10.85	10.95	11.20	<b>10.66</b>	11.10	11.15	10.82	11.36
	3走	<b>10.75</b>	10.61	10.52	10.52	<b>10.75</b>	10.56	10.70	10.61	10.56
	4走	<b>10.36</b>	10.75	10.80	10.45	<b>10.52</b>	10.38	10.82	10.45	9.95
	平均	<b>10.74</b>	10.74	10.75	10.72	<b>10.64</b>	10.68	10.89	10.63	10.62

表5 2017年世界選手権におけるテークオーバーゾーン内で次走者がバトンに触れた地点と前走者がバトンを離れた地点(上段), 2人がバトンに触れていた距離(下段)

2017 ロンドン世界選手権																
ラウンド 国名	予選								決勝							
	日本		イギリス		アメリカ		中国		日本		イギリス		アメリカ		中国	
バトンパス	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]
	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]	距離 [m]
1-2走	<b>7.0</b>	<b>10.0</b>	4.5	8.0	3.0	5.5	13.0	15.0	<b>7.0</b>	<b>13.0</b>	5.0	9.0	3.0	6.0	8.0	11.5
	<b>3.0</b>		3.5		2.5		2.0		<b>6.0</b>		4.0		3.0		3.5	
2-3走	<b>4.5</b>	<b>8.0</b>	4.5	10.0	5.0	7.5	5.0	7.0	<b>5.0</b>	<b>8.0</b>	6.5	10.0	3.0	7.0	6.5	10.0
	<b>3.5</b>		5.5		2.5		2.0		<b>3.0</b>		3.5		4.0		3.5	
3-4走	<b>4.0</b>	<b>8.5</b>	9.0	11.5	1.0	4.5	3.0	5.0	<b>7.0</b>	<b>10.0</b>	8.0	11.0	4.0	6.0	0.5	5.0
	<b>4.5</b>		2.5		3.5		2.0		<b>3.0</b>		3.0		2.0		4.5	
平均	<b>5.2</b>	<b>8.8</b>	6.0	9.8	3.0	5.8	7.0	9.0	<b>6.3</b>	<b>10.3</b>	6.5	10.0	3.3	6.3	5.0	8.8
	<b>3.7</b>		3.8		2.8		2.0		<b>4.0</b>		3.5		3.0		3.8	

の合宿と比較して十分なバトンパス練習が実施できず、このことがオリンピックのバトン区間40 mタイムを下回った一因として挙げられる。また、世界選手権の4×400 mリレーのタイムと40 mバトン区間タイムとの間には有意な正の相関関係が認められた(図2)ことから、4×100 mリレー全体のタイムの短縮には40 mバトン区間タイムを短縮することが重要であることがわかる。これらの結果を踏まえ、直前合宿における高精度なバトンパス練習が必須であり、合宿の段階でバトン区間40 mタイムの目標を3.70秒に練習するとともに、その際のデータ収集とフィードバックによる科学的なサポートが必要だと考えられる。

バトン区間の20 mあるいは40 mタイムを決める主要因として、個々の走力のほかに利得距離やテークオーバーゾーン内のバトンパスが行われた位置、そして前走者と次走者がバトンに触れている時間(距離)が挙げられる。これまでの大会で利得距離を測定することはできていないが、バトンパスが

行われた位置と前走者と次走者の2人がバトンに触れていた距離については検討してきた(表5-6)。ロンドン世界選手権の日本代表のバトンパスが行われた位置は予選(平均5.2-8.8 m)、決勝(平均6.3-10.3 m)ともにテークオーバーゾーンの前半から中盤であった(表5)。この傾向は他国も同様であり、各国ともに比較的テークオーバーゾーン前半でバトンパスが行われていた。テークオーバーゾーン後半でのバトンパスはバトンパスに失敗すると失格となるリスクが増大するため、前半で次走者がバトンを確実に受け取り、その後加速するバトンパスを行っていたと推察される。しかし、日本代表は次走者が十分に加速してバトンを受け取るために、テークオーバーゾーン中間付近でバトンパスを行うことを目標としていたため、今世界選手権は完璧なバトンパスが遂行できていたとは言い難い。

また、ロンドン世界選手権の前走者と次走者の2人がバトンに触れていた距離の平均値は日本が他国と比較して最も長かった(表5)。このことは、次

表6 2016年リオデジャネイロオリンピックにおけるテークオーバーゾーン内で次走者がバトンに触れた地点と前走者がバトンを離れた地点（上段）、2人がバトンに触れていた距離（下段）

2016 リオデジャネイロオリンピック																			
ラウンド 国名	予選								決勝										
	日本		カナダ		中国		アメリカ		日本		ジャマイカ		カナダ		中国		アメリカ		
バトンパス	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	on [m]	off [m]	
	距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		距離 [m]		
1-2走	5.5	9.0	4.0	8.0	6.5	9.0	3.5	8.0	10.0	15.5	2.0	4.5	2.0	5.5	8.5	12.5	-2.0	2.0	
	3.5		4.0		2.5		4.5		5.5		2.5		3.5		4.0		4.0		
2-3走	4.0	6.5	2.5	6.0	6.5	8.5	3.5	7.5	8.5	10.5	2.5	5.0	7.5	9.5	9.5	12.0	3.0	6.5	
	2.5		3.5		2.0		4.0		2.0		2.5		2.0		2.5		3.5		
3-4走	5.0	8.0	8.5	11.0	3.5	5.5	6.5	10.5	5.5	8.0	8.0	10.0	2.0	4.5	5.0	7.0	10.5	13.5	
	3.0		2.5		2.0		4.0		2.5		2.0		2.5		2.0		3.0		
平均	4.8	7.8	5.0	8.3	5.5	7.7	4.5	8.7	8.0	11.3	4.2	6.5	3.8	6.5	7.7	10.5	3.8	7.3	
	3.0		3.3		2.2		4.2		3.3		2.3		2.7		2.8		3.5		

走者が本来の走動作ができず、加速しづらい距離が増大することを示すものであり、このこともバトン区間 40 m タイムがイギリスやアメリカを下回ったことにつながったと考えられる。加えて、今世界選手権の2人がバトンに触れていた距離の平均値はリオデジャネイロオリンピックのそれと比較しても長かったことから（表5-6）、今後、日本代表のバトンパスには改善の余地があることがわかる。安定して4×100 m リレーを37秒台で走るためには、バトンパスを行う位置だけでなく、2人がバトンに触れる距離を最小限にとどめることが必要であろう。今世界選手権では、予選のイギリス2-3走のバトンパスにおいて、2人がバトンに触れていた距離は5.5 m であり、3走のテークオーバーゾーン後10 m の走速度は唯一10 m/秒を下回っていた（9.71 m/秒）。このことから、バトン区間タイムの短縮には次走者が十分に加速してバトンを貰う必要があり、2人がバトンに触れている距離（時間）の短縮が重要であるかがわかる。

2020年の東京オリンピックに向けては、個々の走力を向上が求められるだけでなく、バトンパスの精度を一層高めることが重要となる。そのための一助として、合宿時や国際大会における科学的なデータ収集とフィードバックが果たす役割も重要である。バトンパス時の選手同士の受け渡しの感覚だけでなく、それらの映像データやタイム分析結果を活用することで、更なる日本記録更新と東京オリンピックでの表彰台を期待したい。

#### 4. まとめ

2017年に行われたロンドン世界選手権における日本代表が銅メダルを獲得することができた要因と今後の課題について検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

- 2017年世界選手権の決勝では、レース前半（2-3走中間点）でイギリスに差を広げられていたが、中国を上回っていたことを考慮すると、今世界選手権は評価できる結果であったといえる
- 日本代表の予選と決勝のバトン区間40 m タイムを比較すると、決勝は平均で0.05秒タイムを短縮できていたが、イギリスやアメリカのバトン区間40 m タイムが3.75秒以内であったことを考慮すると、今後、すべての区間で3.70秒を達成できるようにバトンパス練習を行う必要があろう
- 日本代表のバトンパスが行われた位置は予選、決勝ともにテークオーバーゾーンの前半から中盤であったが、次走者が十分に加速してバトンを受け取るための目標通りにはいかなかった
- 前走者と次走者の2人がバトンに触れていた距離は日本が他国と比較して最も長かったことから、この距離を短縮することがバトン区間タイム短縮につながると考えられる

2020年の東京オリンピックに向けて、バトンパス時の選手の主観的な感覚に加えて、合宿時や国際大会における科学的なデータ収集とフィードバックを継続することで、更なる日本記録更新と東京オリンピックでの表彰台を期待したい。

#### 参考文献

- 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.
- 広川龍太郎, 松尾彰文, 松林武生, 小林海, 高橋恭平, 柳谷登志雄, 小山宏之, 土江寛裕, 荻部俊二, 杉田正明 (2015) 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5報）. 陸上競技研究紀要, 11 : 150-154.
- 広川龍太郎, 松尾彰文, 松林武生, 小林海, 山本真帆, 高橋恭平, 柳谷登志雄, 榎本靖士, 小山宏之, 門野洋介, 岡崎和伸, 土江寛裕, 伊東浩司, 杉田正明 (2014) 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4報）. 陸上競技研究紀要, 10 : 100-103.
- 伊藤信之 (2015) 4 × 100m リレーにおける走者の疾走能力および走者間の間合いの評価. 日本陸上競技学会第14回大会
- 小林海 (2017) リオデジャネイロオリンピック 4 × 100mR 銀メダル獲得への軌跡 ~ 科学的データからみた銀メダル獲得への軌跡 ~. スプリント研究, 26 : 7-10
- 松林武生, 松尾彰文, 貴嶋孝太, 山本真帆, 広川龍太郎 (2012) 陸上競技男子 4 × 100m リレーにおけるバトンパス技術の評価. 第9回 JISS スポーツ科学会議.
- 太田涼 (2017) 女子競技者の 100m レース分析結果を用いた 4 × 100m リレーのバトンパス完了地点, リレータイムおよびバトンパス所要時間の推定に関する研究. スプリント研究, 26 : 11-22
- 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.