

## 「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-

広川龍太郎<sup>1)</sup> 松林武生<sup>2)</sup> 小林海<sup>3)</sup> 高橋恭平<sup>4)</sup> 松尾彰文<sup>5)</sup>  
柳谷登志雄<sup>6)</sup> 土江寛裕<sup>7)</sup> 荻部俊二<sup>8)</sup> 杉田正明<sup>9)</sup>

1) 東海大学 2) 国立スポーツ科学センター 3) 日本スポーツ振興センター  
4) 熊本高等専門学校 5) 鹿屋体育大学 6) 順天堂大学 7) 東洋大学 8) 法政大学  
9) 三重大学

### I. はじめに

2008 北京五輪での銅メダルを獲得、また 2012 ロンドンオリンピックでも第 5 位入賞に続き、リオデジャネイロ五輪ではアジア新記録にて銀メダルを獲得する快挙を遂げた。

今までの報告に続き、今回はリオデジャネイロ五輪時における日本のデータと、決勝で上位に入ったジャマイカ、カナダ、中国、そして失格にはなったがメダル圏であった米国の分析を行った。各国のデータを分析することにより、日本チームの一助となれればと願っている。

尚、日本陸連科学委員会ならびにチーム「ニッポン」マルチサポート事業で行っているデータ収集ならびにフィードバックの詳細は、過去の研究報告第 1～5 報ならびに 2012 年日本スプリント学会における「ロンドンオリンピックに向けた男子 4×100m リレーへの科学的サポート(松尾ら)」、日本スプリント学会第 27 回大会における「銀メダルへのプロセス～科学サポートと具体的取り組み(小林ら)」ならびに日本陸上競技学会第 15 回大会における「リオオリンピックでの医科学サポートの実際(小林)」の報告を参照されたい。

### II. 方法

高速度カメラであるほど、分析値は正確に算出できる。しかし、高速度になる程、画角が狭くなり、画質が粗くキャリブレーションマークが見つらなくなる物が多い。またカメラが大型化して、海外への持ち運びが難しくなる場合もある。今回の撮影では、  
① 海外での撮影であること、治安を考え荷物を最

小限に出来ること

- ② 日本チームを中心に複数のチームを捉えること
- ③ 撮影時刻が夜間であること
- ④ カメラマン数が少ないこと

を考えて、パナソニック製 FZ-300 を選択し、HD 画質 120frame/秒で撮影することを決めた。FZ300 は HD で 120frame/秒の記録が可能である。HD は画角が広いので複数のチームを捉えることが出来、また画質も良いので走路上のマーキングも分かりやすい。撮影は全て観客スタンドで行い、キャリブレーションマークならびに走者が的確に収まる位置で撮影した。オリンピックでは通常大会よりも立ち入り制限区域が多くなるので、撮影の位置確保は重要になってくる。カメラ位置などの概略図は図 1 の通りである。1 台のカメラで 1 パスゾーンの撮影では無く、複数箇所の撮影をして補完をし、データに誤差の出ない様に細心の注意を払った。撮影位置の全てにおいて、スターターのシグナル光が入る様に撮影した。また各ゾーンのマークをキャリブレーションとして用いた。

パス区間タイムや走速度の算出は、Microsoft® 製 Excel を用いた。また Apple® 製 Final Cut Pro X ならびに QuickTime Pro7 を用いてコマの割り出しをした。

### III. フィードバックしたデータについて

リレーのバトンパスタイムなどの分析区間は、図 2 を基準としている(2014 年度第 4 報、2015 年度第 5 報と同様である)。大会時ならびに練習時は①から④を適宜組み合わせ、データ収集ならびにフィードバックをしている。今回はキャリブレーション

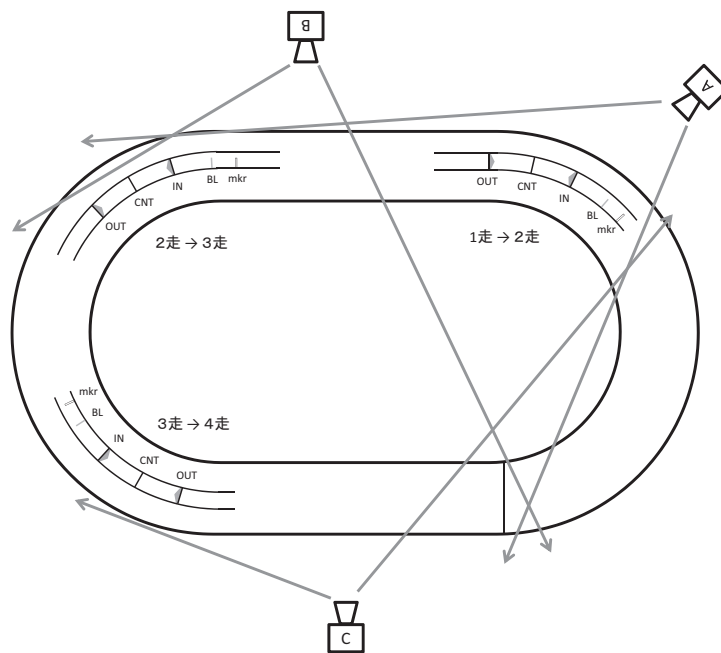
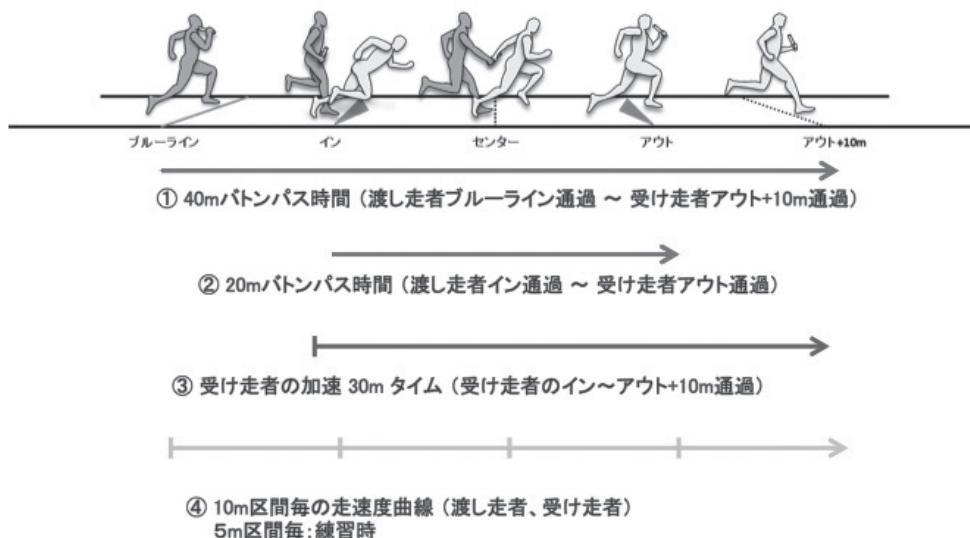


図 1



(松林他、JISS科学会議、2012)

図 2

ションを取りやすい、図中②の 20m バトンパス区間のデータを算出した。また各個人の区間タイムも算出した。1 走はブルーまでの 80m タイムとインまでの 90m タイムを算出した。基本的には 90m タイムが指標となると考えるが、状況によってインまでに前走者と詰まる事があり、減速している可能性があるため、80m タイムも参考のため算出している。2 走ならびに 3 走はインからインまでの 100m タイムとした。4 走はインからゴールまでの 110m タイムとアウトからゴールまでの 90m タイムとした。予選時のジャマイカのみ、キャリブレーションマークとフィールド器具が重なってしまい分析が不可能で

あったため、除外した。フィードバックしたデータと過去に算出したバスタイムのデータを表 1 に示した。

バスタイムの結果を見ると、決勝時の日本はパス三カ所の総計が 5 秒 64 と、優勝したジャマイカよりも早く、また昨年の北京世界選手権時の 5 秒 90 よりも 0.26 秒も向上していた。今までよりも利得距離を伸ばしたアンダーハンドパスの方法や、パスの受け渡し場所の最適化など、強化の現場において、様々な戦略を立ててトレーニングをした結果が実を結んだと言えた。しかしながら中国は 5 秒 56 と日本を上回るタイムを出している。小林の報告にもあ

るが、日本は未だパスにおいてもタイム短縮の余地があり、この先、更なるリレータイムの向上が考えられた。

個人の走タイム合計（表1中の①+②+③+④）を見てみると、決勝ではジャマイカ37秒95、カナダ38秒29、日本38秒34であった。日本は予選で38秒21を出している。日本は予選の38秒21、決勝38秒34ともに、9秒台選手を4名揃えている米国よりも早かった。また第1走では山縣が、第3走では桐生が、区間の中で1番早いタイムを出している。第2走の飯塚は4番目、ケンブリッジも4番目のタイムで走っていた。これらのことから、日本の4選手は、フラットレースにおいて9秒台が出る可能性が非常に高いのではと考えている。

また、個人区間タイムがフラットレースのシーズンベスト記録（以下、SB）に対して何%であったのかを算出した（表2）。第4報でも述べたが、この%数値や関連の情報を蓄積することによって、リレー時における目標指標が作成できればと考えている。

SBはIAAFのウェブサイトなどを参考にした。200mが専門の選手の様子、100m記録よりも、200m記録の1/2のタイムの方が良い選手は、その数値を用いた。表中の%数値が小さいほど、SBに対してリレーでのタイムが良かったことを表している。1走のTANGやHAYNES、山縣や、2走のCOLEMANや飯塚、3走のSUや桐生、4走はBOLTやDE GRASSEの強豪に続いてケンブリッジが良かった事が伺えた。

図3～6はSBと個人区間タイムの相関図である。横軸はSBを、縦軸は個人区間タイムを表している。また黒色プロットがリオ五輪データを表す。1走の相関係数は0.75、2走は0.65、3走は0.64、4走は0.73であった。第4報の時と比べて、どの区間においても若干、相関係数が上がっていた。また2走と3走は相関係数は1走と4走に比べて相関係数は低かった（第4報の時と同様）。1走と4走は $r=0.73$ 以上で $p$ 値も0.001以下と比較的高い相関係数であった。2走と3走は、風の方向であったり、2度のパスの影響による加減速が影響していることが考えられた。1走と4走はパスが1回しかないことや、選考の際に安定して能力を発揮できる選手を選んでいる事などが考えられるが、「1走と4走は、どのような状況であってもSBと同じタイムが充分望める」ことが伺えた。今後、さらにデータを収集して、方向性を見いだせればと考えている。

## 参考文献

- 小林海（2016）リオオリンピックでの医科学サポートの実際 日本陸上競技学会第15回大会
- 小林海 土江寛裕（2016）銀メダルへのプロセス～科学サポートと具体的取り組み 日本スプリント学会第27回大会
- 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 vol.11、150-154
- 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
- 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 vol.10、100-103
- 広川龍太郎 松尾彰文 松林武生 貴嶋孝太 山本真帆 高橋恭平 渡辺圭佑 綿谷貴志 柳谷登志雄 持田尚 森丘保典 杉田正明 荻部俊二 土江寛裕 高野進（2013）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3報）陸上競技研究紀要 vol.9、61-65
- 広川龍太郎 松尾彰文 柳谷登志雄 持田尚 森丘保典 松林武生 貴嶋孝太 山本真帆 高橋恭平 渡辺圭佑 綿谷貴志 杉田正明 荻部俊二 土江寛裕 高野進（2012）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報告（第2報）陸上競技研究紀要 vol.8、35-38
- 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
- 広川龍太郎 松尾彰文 杉田正明（2009）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報告 陸上競技研究紀要 vol.5、67-70
- 杉田正明 広川龍太郎 松尾彰文 川本和久 高野進 阿江道良（2007）4×100m、4×400mリレーについて 陸上競技学会誌 vol.6 21-26

柳谷登志雄 小山桂史 杉田正明 (2007) 男子 4  
× 100mR 決勝に見るバトンパスワーク 陸上競技  
マガジン 12 154-155

杉田正明 広川龍太郎 高野進 有川秀之 川本和  
久 阿江道良 小林寛道 (2005) 国際グランプリ  
大阪大会 2004 の 4 × 100m リレーバトンパス分析  
陸上競技の医科学サポート研究 REPORT2004  
121-123

杉田正明 杉浦雄策 林忠男 持田尚 石井好二郎  
阿江道良 小林寛道 (2004) 南部記念陸上 4 ×  
100m リレーのバトンパス分析 陸上競技の医科  
学サポート研究 REPORT2003 101-106

表 1

【20170131日本陸連科学委員会】

2016 リオオリンピック												
予選			決勝									
組1位	組2位	組3位	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	DQ	3位
3レーン	4レーン	2レーン	4レーン	5レーン	7レーン	6レーン	7レーン	2レーン	6レーン	7レーン	6レーン	3レーン
日本37.68AR	中国37.62AR	カナダ37.69	ジャマイカ37.27	日本37.60AR	カナダ37.64	中国37.90						米国
1.86	1.93	1.88	1.90	1.86	1.91	1.89	1.92	1.89	1.88	1.95	1.92	1.95
1.94	1.85	1.85	1.96	1.85	1.89	1.81	1.92	1.81	1.88	1.95	1.88	1.95
1.88	1.92	1.82	1.88	1.93	1.92	1.86	1.92	1.86	1.88	1.95	1.88	1.95
ハスタイム計	5.75	5.65	5.73	5.63	5.72	5.56	5.72	5.66	5.72	5.56	5.75	5.75
1走80mタイム(ブルーまで)	8.41	8.49	8.43	8.37	8.37	8.64	8.51	8.37	8.41	8.41	8.41	8.41
①1走90mタイム(インまで)	9.38	9.45	9.35	9.32	9.31	9.47	9.47	9.39	9.42	9.47	9.47	9.47
②2走100mタイム	9.26	9.31	9.45	9.20	9.44	9.35	9.36	9.35	9.36	9.35	9.35	9.07
③3走100mタイム	9.41	9.47	9.44	9.32	9.43	9.43	9.30	9.43	9.30	9.39	9.39	9.39
④4走100mタイム	10.16	10.35	10.32	9.91	10.34	10.34	9.93	10.34	9.93	10.34	10.34	10.30
4走アウト→コーナル90mタイム	8.07	8.18	8.21	7.72	8.03	8.21	7.85	8.21	8.02	8.02	8.02	8.02
①*②*③*④	38.21	38.37	38.58	37.95	38.34	38.29	38.29	38.34	38.72	38.72	38.72	38.38
1走者名(SB)	YAMAGATA I 0.03	RODGERS 9.97	TANG I 0.30	HAYNES I 0.16	POWELL 9.92	YAMAGATA I 0.03	HAYNES I 0.16	TANG I 0.30	RODGERS 9.97			
2走者名(SB)	IZUKA I 0.06	COLEMAN 9.95	XIE I 0.08	BROWN 9.96	BLAKE 9.93	IZUKA I 0.06	BROWN 9.96	XIE I 0.08	GATLIN 9.80			
3走者名(SB)	KIRYU I 0.01	GAY 9.97	SU I 0.08	RODNEY 9.98	ASHMADE 9.94	KIRYU I 0.01	RODNEY 9.98	SU I 0.08	GAY 9.87			
4走者名(SB)	CAMBRIDGE I 0.10	LAWSON I 0.07	ZHANG I 0.24	AJOMALE I 0.15	BOLT 9.81	CAMBRIDGE I 0.10	DE GRASSE 9.91	ZHANG I 0.24	BROMELL 9.84			
4名平均	10.05	9.99	10.17	10.06	9.90	10.05	10.05	10.17	9.87			
ハスタイム計	5.90	5.59	5.86	5.66	5.91	5.63	5.61	5.89	5.64			
1走80mタイム(ブルーまで)	8.58	8.53	8.37	8.67	8.63	8.51	8.80	8.64	8.44	8.46	8.46	8.53
①1走90mタイム(インまで)	9.55	9.49	9.29	9.58	9.53	9.44	9.77	9.53	9.35	9.41	9.35	9.43
②2走100mタイム	9.38	9.43	9.14	9.37	9.30	9.31	9.30	9.44	9.08	9.38	9.08	9.47
③3走100mタイム	9.68	9.48	9.84	9.58	9.76	9.83	9.84	9.93	9.51	9.73	9.36	9.74
④4走100mタイム	10.75	10.22	9.90	10.23	10.26	10.41	10.04	10.27	10.54	10.33	10.22	10.33
4走アウト→コーナル90mタイム	8.41	8.17	7.72	8.09	8.11	8.21	7.80	8.05	8.33	8.27	8.16	8.27
①*②*③*④	39.35	38.62	38.17	38.75	38.85	38.85	38.98	39.24	38.46	38.97	38.97	38.61
1走者名(SB)	木澤戸 I 0.28	MO I 0.38	CARTER 9.98	MO I 0.38	BROWN I 0.1	REUS I 0.09	BROWN I 0.17	WALSH I 0.22	BROMELL 9.84	KILTY I 0.05	CHEN 不明	山藤 I 0.14
2走者名(SB)	藤光 I 0.24	XIE I 0.25	POWELL 9.81	XIE I 0.25	DE GRASSE 9.92	KNIPPHALS I 0.13	LEWALTRE I 0.07	BAILEY I 0.11	GATLIN 9.74	TALBOT I 0.14	XIE 20.44, 10.24w	飯塚 I 0.25
3走者名(SB)	長田 I 0.19	SU 9.99	ASHMADE 9.91	SU 9.99	RODNEY I 0.28	KNOSEKOW I 0.28	ANGUWAN I 0.32	JARVIS I 0.89	GAY 9.87	ELLINGTON I 0.19	SU I 0.10	高平 I 0.19
4走者名(SB)	谷口 I 0.37	ZHANG I 0.13	BOLT 9.79	ZHANG I 0.13	WARNER I 0.16	MENGTAO I 0.35	VICAUT 9.86	FRANCIS I 0.28	RODGERS 9.86	UJAH 9.96	ZHANG I 0.17	高瀬 I 0.13
4名平均	10.27	10.18	9.87	10.18	10.11	10.20	10.10	10.37	9.82	10.19	無し	10.17

2014 アシヤ大会												
予選			決勝									
組4位	組3位	組2位	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	DQ	7位
7レーン	8レーン	9レーン	4レーン	9レーン	3レーン	8レーン	5レーン	2レーン	7レーン	7レーン	6レーン	7レーン
日本38.60	中国37.92AR	ジャマイカ37.36	中国38.01	カナダ38.13	ドイツ38.15	フランス38.23	アンティガア38.61	イギリス				
1.92	1.91	1.84	1.89	1.91	1.84	1.93	1.83	1.85	1.94	1.82	1.95	1.94
1.94	1.85	2.10	1.86	2.10	1.86	1.92	1.97	1.87	1.82	1.95	1.95	1.82
2.04	1.84	1.91	1.93	1.90	1.93	1.96	2.02	1.89	1.93	1.95	1.95	1.93
ハスタイム計	5.90	5.59	5.86	5.66	5.91	5.63	5.81	5.89	5.64	5.69	5.64	5.64
1走80mタイム(ブルーまで)	8.58	8.53	8.37	8.67	8.63	8.51	8.80	8.64	8.44	8.46	8.46	8.53
①1走90mタイム(インまで)	9.55	9.49	9.29	9.58	9.53	9.44	9.77	9.53	9.35	9.41	9.35	9.43
②2走100mタイム	9.38	9.43	9.14	9.37	9.30	9.31	9.30	9.44	9.08	9.38	9.08	9.47
③3走100mタイム	9.68	9.48	9.84	9.58	9.76	9.83	9.84	9.93	9.51	9.73	9.36	9.74
④4走100mタイム	10.75	10.22	9.90	10.23	10.26	10.41	10.04	10.27	10.54	10.33	10.22	10.33
4走アウト→コーナル90mタイム	8.41	8.17	7.72	8.09	8.11	8.21	7.80	8.05	8.33	8.27	8.16	8.27
①*②*③*④	39.35	38.62	38.17	38.75	38.85	38.85	38.98	39.24	38.46	38.97	38.97	38.61

※1走は80mタイムと90mタイムを、4走は110mタイムと90mタイムを算出。(詰まる、ギリギリ届くという事があるので、複数の判断材料があった方が良い)  
 ※ジャマイカの予選は分析不可能の為、除外した。  
 ※個人シーズンベストはIAAFサイトより抽出した。200mの記録の方が良い場合は、200mの記録を割ったものを記入した。

表 2

2016リオ五輪ならびに2015北京決勝進出チーム+予選の日本、中国+2014アジア大会日本と中国、2014世界ジュニア決勝上位4ヶ国

	1走			2走			3走			4走							
	NAME	SB	リレー時の90mタイム	%	NAME	SB	リレー時のin→100mタイム	%	NAME	SB	リレー時のin→100mタイム	%	NAME	SB	リレー時のout→90mタイム	%	
TANG 予	10.30	9.43	91.55		COLEMAN	9.95	9.13	91.76		SU 決	10.08	9.43	93.55	BOLT	9.81	7.72	78.70
HAYNES 予	10.16	9.43	92.81		IZUKA 予	10.06	9.26	92.05		SU 予	10.08	9.47	93.95	DE GRASSE	9.91	7.85	79.21
YAMAGATA 決	10.03	9.31	92.82		XIE 予	10.08	9.31	92.36		KIRYU 予	10.01	9.41	94.01	CAMBRIDGE 決	10.10	8.03	79.50
TANG 決	10.30	9.59	93.11		GATLIN* DQ	9.80	9.07	92.55		KIRYU 決	10.01	9.43	94.21	ZHANG 予	10.24	8.18	79.88
HAYNES 決	10.16	9.47	93.21		BLAKE	9.93	9.2	92.65		RODNEY 予	9.88	9.44	94.59	CAMBRIDGE 予	10.10	8.07	79.90
YAMAGATA 予	10.03	9.38	93.52		XIE 決	10.08	9.35	92.76		RODNEY 決	9.98	9.52	95.19	ZHANG 決	10.24	8.21	80.18
HAYNES 予	9.97	9.35	93.78		IZUKA 決	10.06	9.44	93.84		ASHMEADE	9.94	9.52	95.77	AJOMALE	10.15	8.21	80.89
RODGERS 予	9.92	9.32	93.95		BROWN 決	9.96	9.39	94.28		ASHMEADE 予	9.97	9.59	96.19	LAWSON	10.07	8.15	80.93
POWELL	9.97	9.42	94.48		BROWN 予	9.96	9.45	94.88		GAY 決* DQ	9.97	9.59	96.19	BROMELL* DQ	9.84	8.02	81.50
RODGERS 決* DQ	9.97	9.42	94.48		XIE 予	10.22	9.34	91.39		CLARKE ジュ	10.48	9.58	91.41	BOLT	9.79	7.72	78.86
MO 決	10.38	9.58	92.29		XIE 決	10.25	9.37	91.41		SU 予	10.10	9.36	92.67	VICAUT	9.86	7.80	79.11
OOSETO	10.28	9.55	92.90		FUJIMITSU	10.24	9.38	91.60		KOIKE ジュ	10.32	9.73	94.28	LI ジュ	10.66	8.44	79.17
YAMAGATA	10.14	9.43	93.00		KNIPPHALS	10.13	9.31	91.91		LIN ジュ	10.54	9.94	94.31	FRIDAY ジュ	10.00	7.93	79.30
CARTER	9.98	9.29	95.09		XIE 予	10.25	9.43	92.00		SU 予	9.99	9.48	94.69	MENGA	10.35	8.21	79.32
KAWAKAMI ジュ	10.45	9.75	93.30		LEMAITRE	10.07	9.30	92.35		RODNEY	10.28	9.76	94.84	MORI ジュ	10.36	8.24	79.54
REUS	10.09	9.44	93.56		TALBOT	10.14	9.38	92.50		NAGATA	10.19	9.68	95.00	WARNER	10.16	8.11	79.82
KILTY	10.05	9.41	93.63		IZUKA	10.19	9.47	92.93		TAKAHIRA	10.25	9.74	95.02	ZHANG 決	10.13	8.09	79.86
MO ジュ	10.37	9.72	93.73		POWELL	9.81	9.14	93.17		ANJUMAN	10.32	9.84	95.35	MINZIE ジュ	10.16	8.13	80.02
WALSH	10.22	9.60	93.93		GATLIN	9.74	9.08	93.22		JARVIS	10.40	9.93	95.48	ZHANG 予	10.17	8.16	80.24
BROWN	10.10	9.53	94.36		BAILEY	10.11	9.44	93.37		ELLINGTON	10.19	9.73	95.49	FRANCIS	10.03	8.05	80.26
ROBINSON ジュ	10.37	9.81	94.60		DEGRASSE	9.92	9.30	93.75		KOSENKOW	10.26	9.83	95.81	ZHANG 予	10.13	8.17	80.65
MILLER ジュ	10.19	9.68	95.00		LIANG ジュ	10.48	9.88	95.23		SU 決	9.99	9.58	95.90	TANIGUCHI	10.37	8.41	81.10
BROMELL	9.84	9.35	95.02		BROMELL ジュ	9.97	9.54	95.69		GAY	9.87	9.51	96.35	TAKASE	10.13	8.27	81.64
BIRON	10.17	9.71	96.07		KIRYU ジュ	10.05	9.72	96.72		WILLIAMS ジュ	10.21	9.87	96.67	RODGERS DQ	9.86	8.33	84.48
CHEN	無し	8.76	無し		OHARA ジュ	10.19	10.07	98.82		ASHMADE	9.91	9.84	99.29	UJAH	9.96	DNF	無し
			93.73	1.06	平均%		93.50	1.79	平均%		95.18	1.48	平均%		80.22	1.22	
			標準偏差	標準偏差	標準偏差		標準偏差	標準偏差	標準偏差		標準偏差	標準偏差	標準偏差		標準偏差	標準偏差	

※%は、数字が小さいほど、シーズンベストに対してリレー時の個人タイムが良いことを表す。  
 ※ 100mのSBが不明の選手は、200mの記録÷2で算出。  
 ※ 2016飯塚選手、2014飯塚選手と高平選手は、100mより200mのSBタイムの方が良かったので、200mのタイムより算出。  
 ※ ジュは、世界ジュニアの決勝進出チームメンバー。  
 ※ アはアジア大会を表す。

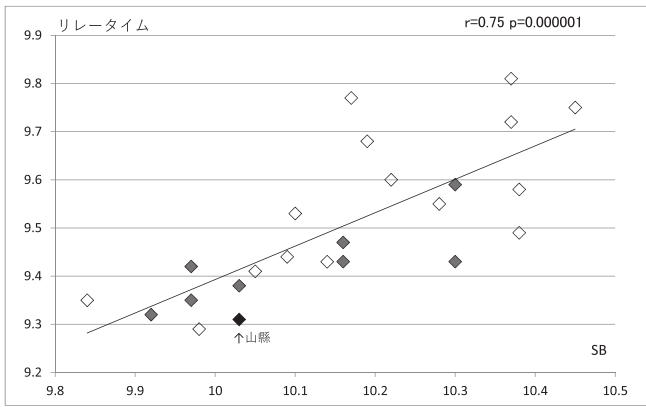


図3 1走の相関図

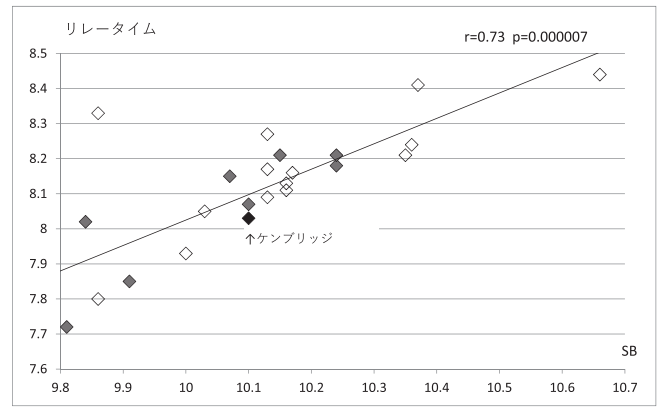


図6 4走の相関図

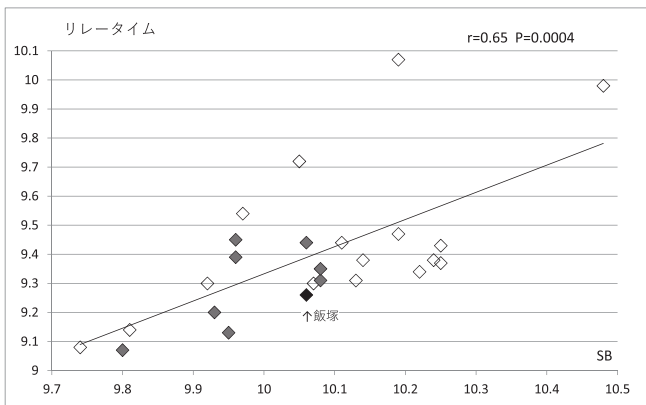


図4 2走の相関図

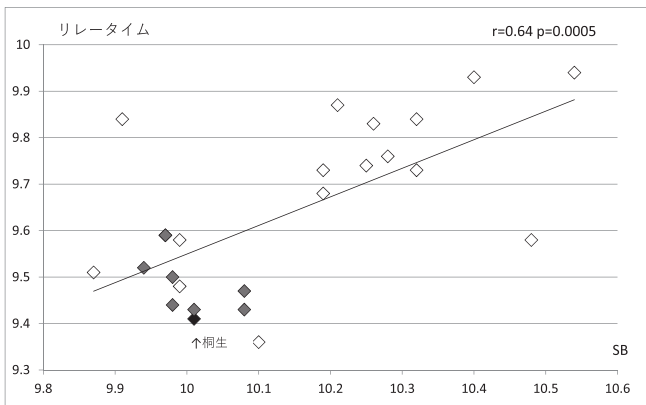


図5 3走の相関図