

日本代表男女4×100 mリレーのバイオメカニクスサポート ～2019年の国際大会における日本代表リレーチームの分析結果について～

小林海¹⁾ 高橋恭平²⁾ 大沼勇人³⁾ 山中亮⁴⁾ 渡辺圭祐⁵⁾ 松林武生⁶⁾ 広川龍太郎⁷⁾
土江寛裕⁸⁾

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

1. はじめに

2019年5月に、これまでバハマで行われていたIAAF世界リレー選手権がはじめて横浜で開催され(横浜世界リレー)、日本から男女4×100 mリレーチームが出場した。この大会は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)の出場権を決める重要な国際大会であり、決勝に進出できればドーハ世界選手権の出場権を得られるものであった。日本は男女ともに決勝に進出することができなかったが、男子は7月にロンドンで行われたダイヤモンドリーグにおける結果(37.78秒)により、ドーハ世界選手権の出場権を獲得した。ドーハの世界選手権では、2大会連続となる銅メダルを獲得し、決勝の記録(37.43秒)はこれまで日本がもつアジア記録(37.60秒)を0.17秒更新する好記録であった。

2016年のリオデジャネイロオリンピック決勝で樹立した当時のアジア記録は1走に山縣亮太(セイコー)、2走に飯塚翔太(ミズノ)、3走に桐生祥秀(日本生命)、4走にケンブリッジ飛鳥(ナイキ)の布陣で臨んだ結果であった。一方、今年行われたドーハ世界選手権は1走に多田修平(住友電工)、2走に白石黄良々(セレスポ)、3走に桐生祥秀、4走にサニブラウンハキーム(フロリダ大)であり、両大会に出場したのは桐生祥秀のみであった。また、ドーハ世界選手権では予選の1走は2019年に100 mで9.98秒を記録した小池祐貴(住友電工)であったことに加えて、ドーハ世界選手権が行われた2019年10月時点での日本代表選手の100 mの自己ベストは平均10.05秒(多田修平:10.07秒, 白石黄良々:10.19秒, 桐生祥秀:9.98秒, サニブラウンハキーム:9.97秒)であったことを考慮すると、

個々の走力が確実に向上し、これまでに練習を重ねてきたアンダーハンドパスが円熟期を迎えていることに加えて、4人の高い走力がアジア記録更新に寄与したといえる。

女子日本代表は2018年11月にリレーのプロジェクトチームを発足し、トライアウト形式での選手選考を2019年1月に実施した。トライアウトにより先行されたメンバーは春先の沖縄合宿や3月のシンガポールオープン、4月ドーハで行われた第23回アジア陸上競技選手権(アジア選手権)を経て横浜世界リレーに臨んだが、残念ながら決勝進出には至らず、ドーハ世界選手権の出場権を獲得することはできなかった。4×100 mリレー女子日本代表は男子日本代表のアンダーハンドパスと異なりオーバーハンドパスを採用しているが、オーバーハンドパスの精度や個々の走力などについて、世界大会に出場する他国との比較・検討することで、科学的な見地から来年のオリンピックに向けて強化すべき点に関する示唆が与えられると考えられる。

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ともに、男女それぞれの4×100 mリレーにおける合宿時のテークオーバーゾーン内のバトンパスタイムの測定を実施してきた(広川ら2016, 広川ら2015, 小林ら2017, 小林ら2017, 小林ら2018, 松林ら2012など)。それらの結果は強化委員会にフィードバックされ、男女それぞれがターゲットとする国際大会の4×100 mリレーメンバーの選考や国際大会での科学的なサポートに寄与してきた。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を中心に各走者の走力とテークオーバーゾーンでのバトンパスの分析結果について、日本と世界の上位国との比較を通じてレース結果に及ぼす要因について検討した。

2. 方法

2-1. 分析対象レースと対象国

男子に関して、横浜世界リレーは決勝に進出した上位5か国の予選と決勝それぞれのレースを、ドーハ世界選手権は決勝上位4か国と予選各組上位3か国をそれぞれ分析対象とした。女子に関して、横浜世界リレーは決勝に進出した上位4か国の予選と決勝に加えて日本のレースを加えた合計9か国分のレースを、ドーハ世界選手権は決勝上位3か国と日本が世界大会の決勝に進出することを考慮した下位2か国を、予選はその5か国に中国を加えた6か国をそれぞれ分析対象とした。また、女子日本代表についてはアジア選手権に出場したため、同選手権における日本と中国のレースについても分析を行った。

2-2. 測定方法

対象試合における4×100mリレーのレース測定には6台のハイスピードデジタルビデオカメラを用いた(Lumix GH5S, Panasonic [239.76 fps] 3台, LUMIX DMC-FZ300, Panasonic [239.76 fps] 3台)。撮影は先行研究(小林ら 2017, 小林ら 2018)に倣い、各カメラをスタンド最上部にそれぞれ配置し、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閃光を撮影し、その閃光により時間を同期した。また、すべての試合において、予め各撮影地点を定め、各撮影地点から各レーンのテークオーバーゾーンの開始線、終了線を動画および静止画で撮影し、地点分析の際の校正点として用いた。また、男子リレーではテークオーバーゾーンの30mに加えて、テークオーバーゾーン+10mの計40mをバトンタイムの1つの指標としているが(小林ら 2018, 小林ら 2017 など)、テークオーバーゾーン後10mの地点には基準線がないため、2-3走のテークオーバーゾーン後+10m地点については400mハードルの6台目を校正点とし、1-2走と3-4走のテークオーバーゾーン後+10m地点については、テークオーバーゾーンのセンターラインと出口との距離を大会前に測定し、予め定めた撮影位置より撮影することで校正点とした。

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者が少なくとも2度の分析を行い、2回の分析間の誤差が1フレーム(0.004秒)以内になるまで分析を繰り返した。分析項目は広川ら(2016)および小林ら(2018)などを参考に、バトンを持つ選手を基準に算出したバトン100mラップタイムと100m毎のスプリットタイム、30mのテークオーバーゾーンタイム(30mバトンタイム)男子の分析では、30mバトンタイムに加えて、テークオーバーゾーン後+10mを含めた40mバトンタイムをそれぞれ算出した。また、100mの自己ベスト記録からバトン100mラップタイムを引いたタイム(利得タイム)を算出し、4×100mリレーにおける走力の評価対象とした。加えて、男子では40mバトンタイム、女子では30mバトンタイムと利得タイム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

今年度の大会測定結果をみると、男女ともに総じてドーハ世界選手権の方が横浜世界リレーよりも4×100mリレータイムが短縮されていた(表1-2, 表6-7)。横浜世界リレーが行われた5月上旬は多くの選手がシーズン序盤から前半であるため、1シーズンにおけるピーキングがその時期にはないことがその要因の1つと考えられる。また、ドーハ世界選手権では、リレーのみならず個人種目も同選手権内で行われるため、個人種目で出場する選手はコンディションを合わせた状態で個人種目とリレーに臨んでいたと推察される。これらのことを考慮すると、女子4×100mリレーの東京オリンピック出場権を獲得するために、日本は次年度の早い段階にピーキングを合わせてリレータイムの短縮を目指す必要があるといえる。

男子4×100mリレーの結果について、ドーハ世界選手権決勝における日本のバトン100mラップタイムを優勝したアメリカや2位のイギリスと比較すると、1走の多田修平と4走のサニブラウンハキームこそ両国に及ばなかったが、2走の白石黄良々はアメリカを、3走の桐生祥秀はイギリスをそれぞれ上回っていた(表2)。この結果は日本の個々の走力の高さを示すものであり、100mの自己ベストで勝る他国の選手とも対等に渡り合える走力を有していることを示すものである。また、同選手権におけ

る 100 m の自己ベスト記録からバトン 100 m ラップタイムを引いた利得タイムについても、決勝での日本の 3 区間合計 -2.96 秒は予選と決勝を合わせた利得タイムの中で最も大きな差であった (表 4)。このことは、日本が個々の走力を最大限に活かす走りできていたことを示すものであり、世界選手権の決勝の舞台においても高いパフォーマンスを発揮できる選手が 4 人揃っていたことを示すものでもある。しかしながら、同選手権で優勝したアメリカは男子 100 m で優勝した Coleman を 1 走に、男子 200 m で優勝した Lyles を 4 走に配置する布陣で臨んでおり、ともに区間 1 位の走りで他国を先行するレースを展開していた (表 2)。特に、Coleman は曲線を走る 1 走でありながら区間 9.91 秒を記録しており、アメリカが有利にレースを展開する契機となる走りをしてきた。今後、4 × 100 m リレーで日本がアメリカを上回るためには、1 走で Coleman を超える走りをするにはできなくとも、その差をドーハ世界選手権以上に短縮する必要がある。また、100 m の自己ベストと順位の関係性をみても、横浜世界リレーのブラジルや中国を除いて自己ベストが短い国が上位を占める結果であったことを考慮すると、4 人の走力の高さが重要であることが改めて示された結果であったといえる。

40 m バトンタイムをみると、ドーハ世界選手権では上位に入賞した国は 3 区間の平均で 3.75 秒前後であり、各国のバトンパスの技術が向上していることが窺える結果であった (表 2)。その中で、日本は 3 区間の平均 40 m バトンタイムが 3.72 秒であり、他国と比較して最も速いバトンタイムを記録していた。また、横浜世界リレーで優勝したブラジルも決勝では最も速い平均タイム (3.75 秒) を記録しており (表 1)、リレーにおけるバトンパスが重要であることが改めて示される結果であったといえる。これまでの 40 m バトンタイムをみると、各区間で 3.75 秒以内に抑えることが重要となることが示されてきたが (小林ら 2017)、同選手権の結果を踏まえると、今後は 3.70 秒を目指すバトンパスが求められるかもしれない。また、今回分析を行った横浜世界リレー決勝の 5 か国とドーハ世界選手権決勝の 4 か国の計 9 か国のうち、8 か国が予選よりも決勝の 40 m バトンタイムを短縮させていた (表 1-2)。これは他国も日本と同様にバトンパスに注力し、バトンパス練習を行ってきた表れであると考えられる。結果的に、日本を含む 3 か国がエリア記録 (日本：アジア記録、イギリス：ヨーロッパ記録、ブラジル：南アメリカ記録) を更新しており、今後

多くの国が記録を更新するものと予想される。

横浜世界リレーとドーハ世界選手権の 40 m バトンタイムと利得タイムとの相関関係について、両者の間には有意な負の相関関係 ($P < 0.001$) が認められた (図 1)。この結果は、4 × 100 m リレーにおいて、個々の走力だけでなく、バトンパスの技術も必要であることを意味するものである。そのためには、次走者がバトンを貰ってから加速するのではなく、十分に加速しながら、その延長でバトンを貰うことが求められる (小林ら 2017, 小林ら 2018, 山本ら 2018)。一方、ドーハ世界選手権の日本のバトンパスタイムは他国よりも短かったことを考慮すると、日本は極めて高いバトンパス技術を有していると考えられ、今後日本がさらにリレーのタイムを短縮させるためには、個々の走力の更なる向上と、それに応じた高い走速度下での正確なバトンパスが重要となろう。

女子 4 × 100 m リレーの結果について、横浜世界リレーとドーハ世界選手権の決勝上位国は自己ベストが短く、世界選手権決勝のイギリスを除いて自己ベストと決勝の順位とが一致する結果であった。この結果は男子と同様に、あるいは男子以上に女子では個々の走力が重要であり、4 人の走力が 4 × 100 m リレーの結果に大きく関与することを示すものである。横浜世界リレーで優勝したアメリカは、1 走と 2 走が区間トップのバトン 100 m ラップタイムを記録しており、ドーハ世界選手権で優勝したジャマイカも 2 走と 3 走が区間 1 位を、1 走と 4 走が区間 2 位を記録していた。序盤からレースを他国よりも前で展開することで、例えば次走者が隣のレーンを走る他国の選手にスタートのタイミングを惑わされる必要性が低くなるため、ドーハ世界選手権の男子 4 × 100 m リレーで優勝したアメリカのように、女子においてもレース前半で他国を先行するために、リレーを走る 4 人の中でも走力の高い選手を配置することが重要であると推察される。また、同選手権決勝で 2 走を走ったジャマイカの Fraser-Pryce (同選手権女子 100 m 優勝) とイギリスの Asher-Smith (同選手権女子 100 m 2 位, 200 m 優勝) は加速した状態でバトンを受け取る 4 × 100 m リレーとはいえ、ともに 9 秒台のラップタイム (それぞれ 9.74 秒と 9.94 秒) を記録していた。このことから、女子 4 × 100 m リレーにおいて上位を目指す上では高い走力を持つ選手が数多くいることが求められることが分かる。

女子日本代表はアジア選手権で 6 位であったが、優勝した中国と 2 秒以上のタイム差があった。100

mの自己ベストは日本が平均 11.68 秒であったのに対して、中国は平均 11.13 秒であったことから、個々の走力差がそのままリレーのタイムに反映されたといえる。また、横浜世界リレーにおいても、決勝に進出した国よりも平均で 0.5 秒近く自己ベストが遅く、このことが決勝進出を果たせなかった主要因の1つと考えられる。一方で、横浜世界リレー予選のバトン 100 m ラップタイムは 2 走の山田未来（日体大）が 10.56 秒を記録しており、決勝に進出したジャマイカの 2 走（Morrison）を 0.03 秒上回っていた。また、1 走の土井杏南（JAL）もジャマイカやブラジルの 1 走と 0.1 秒以内のラップタイムを記録しており、世界と勝負ができる可能性を残した結果であったといえる。ドーハ世界選手権の決勝進出ラインは 42.82 秒であったことを考慮すると、現日本記録（43.39 秒）の更新が不可欠だが、42 秒台のタイムを記録することができれば、オリンピックの出場と決勝進出に対して十分な可能性を示す結果であった。

女子の利得タイムをみると、ドーハ世界選手権は横浜世界リレーと比較して予選、決勝ともに利得タイムが大きかった。この結果は、男子と同様に、個人種目の有無やコンディションの違いが影響したものと考えられる。一方、両大会において、決勝にかけて利得タイムを大幅に短縮できていた国は少なかったが、同世界選手権で優勝したジャマイカは予選よりも決勝で 0.69 秒利得タイムを短縮できており、個々の走力に加えて利得タイムを大幅に短縮できたことも優勝につながった要因の1つと考えられる。バトンパスの成否によりどの程度利得タイムを短縮できるかについては今後の検討課題だが、女子においては決勝に向けてのバトンパスの改善が決勝での 4 × 100 m リレータイムの短縮に寄与する可能性が考えられる。日本の利得タイムは横浜世界リレー、アジア選手権ともに 2 秒以上（それぞれ -2.61 秒と -2.32 秒）であったことから、日本は 4 人ともに個々の走力を十分に発揮できていたと考えられる。この結果からも、日本の 4 × 100 m リレータイムの短縮には 4 人全員の走力の向上が不可欠といえる。

女子の 30 m バトンタイムはドーハ世界選手権、横浜世界リレーともに 3.1 秒台から 3.4 秒を記録していたが、両大会の結果から、世界大会の決勝を目指す上では 3.2 秒台前半のバトンタイムが必要であることが明らかになった。世界大会に出場している国の多くはオーバーハンドパスを用いているが、オーバーハンドパスは利得距離が大きい分、バ

トンパスに時間を要するとバトンパスの失敗や次走者の不十分な加速につながるため（小林ら 2017）、前走者と次走者とのバトン渡す際の距離感が重要となる。ドーハ世界選手権決勝において、すべての区間でバトンパスが円滑に行われたイギリスは自己ベストでは勝るアメリカを先行してゴールしていたことから、男子と同様に、バトン区間でのタイム短縮が重要であるといえる。同選手権で優勝したジャマイカは予選から決勝にかけて 3 区間合計で 0.21 秒 30 m バトンタイムを短縮できており、このことも利得タイムの短縮と同選手権優勝に貢献したといえる。同選手権と横浜世界リレーの予選と決勝について、同選手権で優勝したジャマイカは予選から決勝にかけて 30 m バトンタイムを 3 区間で合計 0.21 秒短縮できていたことから、女子では個々の走力が順位に大きく影響するが、決勝に向けてのバトンパスを修正することも、決勝での 4 × 100 m リレータイムの短縮に貢献すると推察される。

日本の横浜世界リレー予選およびアジア選手権の 30 m バトンタイムをみると、それぞれ平均で 3.34 秒と 3.40 秒であり、世界大会の上位に入賞した他国と比較して 0.1 秒程度遅い結果であった。バトンパスは個々の走力とバトンパスの技術が主な決定因子となるため（小林ら 2017）、100 m 自己ベストで平均 0.5 秒近く速い他国に対して 0.1 秒程度の差であったことを考慮すると、日本は次走者が加速した段階でバトンパスを行えており、比較的スムーズなバトンパスが行えていたといえよう。しかし、日本が東京オリンピック出場と決勝進出を目指す上では、この平均 0.1 秒の 30 m バトンタイム差を短縮しなくてはならず、そのためには、上述の通り 4 人全員の走力向上が不可欠となる。

横浜世界リレーとドーハ世界選手権の 30 m バトンタイムと利得タイムとの相関関係をみると、両者の間には有意な負の相関関係（ $P < 0.05$ ）が認められた（図 2）。即ち、女子においても 4 × 100 m リレーにおけるバトンパスの技術も必要であることを意味するものである。一方、男子におけるバトンタイムと利得タイムとの関係と比較して、女子では高い相関は認められなかったことから、女子ではバトンパスの技術もさることながら、個々の走力がバトンタイムや 4 × 100 m リレータイムに影響を及ぼすことが示された。この相関関係からも、今後、日本が 4 × 100 m リレータイムの短縮を図る上では、4 人全員の走力の向上が不可欠であることが明らかになった。

本研究の結果を踏まえ、今後、主に合宿時におけ

るバトン練習において、男子はバトン区間 40 m タイムが 3.75 秒以内を、女子はバトン区間 30 m タイムが 3.2 秒台を目標に練習する必要があり、その際のデータ収集と即時フィードバックを通して科学的な視点からのサポートを継続的に実施することで、国際大会での更なる記録の更新と上位入賞が可能になると考える。

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、およびアジア選手権について、日本と世界の 4 × 100 m リレーのラップタイムやバトン区間におけるバトンタイムについて検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

- 男子 4 × 100 m リレーの結果について、日本は個々の走力の高さがドーハ世界選手権の銅メダル獲得に寄与しており、そのことが利得タイムの大きさからも明らかになった
- 40 m バトンタイムについて、ドーハ世界選手権では上位に入賞した国や横浜世界リレーで優勝したブラジルの同タイムは平均で 3.7 秒前半から中盤であったことから、バトンパスがタイムや順位を決める上で重要であり、日本は 3.70 秒を目指すバトンパスが求められる可能性がある
- 女子 4 × 100 m リレーの結果について、女子では男子以上に個々の走力が重要であり、4 人の走力が 4 × 100 m リレーの結果に大きく関与することを示していた
- 女子日本代表のアジア選手権の結果と同選手権で優勝した中国とを比較した結果、4 人の走力差がリレーのタイムに反映されていたことを考慮すると、女子日本代表が現日本記録 (43.39 秒) を更新し、42 秒台のタイムを記録することができれば、オリンピックの出場と決勝進出は十分可能である
- 女子の利得タイムをみると、ドーハ世界選手権で優勝したジャマイカは予選よりも決勝で 0.69 秒利得タイムを短縮できており、個々の走力に加えて利得タイムを大幅に短縮できたことも優勝につながった要因の 1 つであった
- 女子の 30 m バトンタイムについて、ドーハ世界選手権決勝において、すべての区間でバトンパスが円滑に行われたイギリスは自己ベストでは勝るアメリカを先行してゴールしていたことから、男子と同様に、バトンタイムの短縮が重要であることが明らかになった

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.
- 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
- 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, 高橋恭平, 山中亮, 渡辺圭祐, 大沼勇人, 吉本隆哉, 丹治史弥, 山本真帆, 松林武生, 広川龍太郎, 土江寛裕 (2018) 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 ~ 2018 ジャカルタアジア大会の分析結果と過去のレースとの比較 ~。陸上競技研究紀要, 14 : 175-179.
- 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。
- 山本大輔, 三宅庸平 (2018) 4 × 100mR における疾走能力およびバトンパスに関する要因がレースタイムに及ぼす影響。天理大学学报 248 : 1-7.

表1 横浜世界リレー男子4×100mリレーにおける予選と決勝の各走者の100m自己ベストタイム、バトン100mラップタイム、バトン100mスプリットタイム、バトン30mタイム、およびバトン40mタイム

横浜世界リレー		決勝					予選				
国名	ブラジル	アメリカ	イギリス	中国	フランス	イギリス	ブラジル	フランス	アメリカ	中国	
記録[秒]	38.05	38.07	38.15	38.16	38.31	38.11	38.22	38.46	38.34	38.51	
組	-	-	-	-	-	1	1	2	3	3	
順位	1	2	3	4	5	1	2	2	1	2	
走者	1走	Nascimento	Rodgers	Ujah	Wu	Dutamby	Ujah	Nascimento	Fall	Rodgers	Wu
	2走	Vides	Gatlin	Aikines-Aryeetey	Xie	Vicaut	Aikines-Aryeetey	Vides	Vicaut	Gatlin	Xie
	3走	Silva	Young	Gemili	Su	Zeze	Gemili	Silva	Zeze	Young	Su
	4走	Oliveira	Lyles	Mitchell-Blake	Liang	Fall	Mitchell-Blake	Oliveira	Dutamby	Burrell	Liang
100m自己ベスト [秒]	1走	10.11	9.85	9.95	10.17	10.12	9.95	10.11	10.13	9.85	10.17
	2走	10.08	9.74	10.08	9.97	9.86	10.08	10.08	9.86	9.74	9.97
	3走	10.10	9.92	9.97	9.91	10.16	9.97	10.10	10.16	9.92	9.91
	4走	10.02	9.86	9.99	10.34	10.13	9.99	10.02	10.12	9.93	10.34
	平均	10.08	9.84	10.00	10.10	10.07	10.00	10.08	10.07	9.86	10.10
バトン100m ラップタイム [秒]	1走	10.29	10.32	10.43	10.22	10.51	10.45	10.42	10.35	10.39	10.37
	2走	9.17	9.13	9.16	9.13	9.16	9.26	9.26	9.38	9.26	9.16
	3走	9.35	9.62	9.15	9.36	9.23	9.17	9.32	9.30	9.15	9.04
	4走	9.24	9.01	9.42	9.46	9.41	9.24	9.22	9.43	9.54	9.93
バトン100m毎 スプリットタイム [秒]	1走	10.29	10.32	10.43	10.22	10.51	10.45	10.42	10.35	10.39	10.37
	2走	19.46	19.44	19.59	19.34	19.68	19.70	19.68	19.73	19.65	19.54
	3走	28.81	29.06	28.73	28.70	28.90	28.87	29.00	29.03	28.80	28.58
	4走	38.05	38.07	38.15	38.16	38.31	38.11	38.22	38.46	38.34	38.51
バトン30mタイム[秒]	1-2走	2.77	2.80	2.87	2.77	2.85	2.84	2.87	2.77	2.82	2.86
	2-3走	2.79	2.93	2.86	2.84	2.90	2.88	2.77	2.81	2.91	2.79
	3-4走	2.84	2.94	2.85	2.88	2.84	2.85	2.82	2.93	2.88	2.92
	平均	2.80	2.89	2.86	2.83	2.86	2.86	2.82	2.83	2.87	2.86
バトン40mタイム[秒]	1-2走	3.72	3.74	3.81	3.70	3.77	3.81	3.85	3.84	3.76	3.80
	2-3走	3.74	3.93	3.82	3.78	3.83	3.85	3.72	3.77	3.85	3.72
	3-4走	3.79	3.86	3.87	3.84	3.82	3.82	3.80	3.95	3.96	4.07
	平均	3.75	3.84	3.83	3.77	3.81	3.82	3.79	3.85	3.86	3.86

表2 ドーハ世界選手権男子4×100mリレーにおける予選と決勝の各走者の100m自己ベストタイム、バトン100mラップタイム、バトン100mスプリットタイム、バトン30mタイム、およびバトン40mタイム

ドーハ世界選手権		決勝					予選				
国名	アメリカ	イギリス	日本	ブラジル	イギリス	ブラジル	アメリカ	南アフリカ	日本	中国	
記録[秒]	37.10	37.36	37.43	37.72	37.56	37.90	38.03	37.65	37.78	37.79	
組	-	-	-	-	1	1	1	2	2	2	
順位	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	
走者	1走	Coleman	Gemili	多田	Nascimento	Gemili	Nascimento	Coleman	Dlodlo	小池	Su
	2走	Gatlin	Hughes	白石	Dos Santos	Hughes	Coleman	Gatlin	Magakwe	白石	Xu
	3走	Rodgers	Kilty	桐生	Silva	Kilty	Silva	Rodgers	Munyai	桐生	Wu
	4走	Lyles	Michell-Blake	サニブラウン	Oliveira	Michell-Blake	Oliveira	Gillespie	Simbene	サニブラウン	Xie
100m自己ベスト [秒]	1走	9.76	9.97	10.07	10.10	9.97	10.10	9.76	10.08	9.98	9.91
	2走	9.74	9.91	10.19	10.07	9.91	10.07	9.74	9.98	10.19	10.12
	3走	9.85	10.01	9.98	10.10	10.01	10.10	9.85	10.10	9.98	10.17
	4走	9.86	9.99	9.97	10.02	9.99	10.02	9.93	9.89	9.97	9.97
	平均	9.80	9.97	10.05	10.07	9.97	10.07	9.82	10.01	10.03	10.04
バトン100m ラップタイム [秒]	1走	9.91	10.24	10.25	10.45	10.23	10.41	9.96	10.26	10.37	10.32
	2走	9.10	8.75	9.04	9.06	8.93	9.12	9.22	9.18	9.08	9.18
	3走	9.31	9.46	9.19	9.16	9.26	9.27	9.22	9.23	9.31	9.26
	4走	8.77	8.91	8.95	9.05	9.14	9.11	9.63	8.98	9.03	9.03
バトン100m スプリットタイム [秒]	1走	9.91	10.24	10.25	10.45	10.23	10.41	9.96	10.26	10.37	10.32
	2走	19.01	19.00	19.29	19.51	19.16	19.52	19.18	19.44	19.45	19.50
	3走	28.33	28.45	28.48	28.67	28.42	28.79	28.40	28.67	28.75	28.76
	4走	37.10	37.36	37.43	37.72	37.56	37.90	38.03	37.65	37.78	37.79
バトン30mタイム[秒]	1-2走	2.69	2.79	2.81	2.82	2.82	2.86	2.84	2.79	2.78	2.82
	2-3走	2.96	2.74	2.79	2.82	2.83	2.76	2.87	2.91	2.88	2.84
	3-4走	2.92	2.82	2.79	2.78	2.80	2.77	2.96	2.80	2.88	2.84
	平均	2.85	2.78	2.80	2.80	2.81	2.80	2.89	2.83	2.85	2.83
バトン40mタイム[秒]	1-2走	3.60	3.70	3.74	3.74	3.73	3.82	3.77	3.72	3.69	3.75
	2-3走	3.88	3.75	3.71	3.74	3.77	3.70	3.80	3.86	3.80	3.76
	3-4走	3.82	3.74	3.70	3.70	3.78	3.72	4.08	3.76	3.81	3.77
	平均	3.77	3.73	3.72	3.73	3.76	3.75	3.88	3.78	3.76	3.76

表3 横浜世界リレーにおける男子4×100 mリレーの利得タイム

大会名		横浜世界リレー [秒]									
ラウンド		決勝					予選				
国名		ブラジル	アメリカ	イギリス	中国	フランス	イギリス	ブラジル	フランス	アメリカ	中国
2走		-0.91	-0.61	-0.92	-0.84	-0.70	-0.82	-0.82	-0.48	-0.48	-0.81
3走		-0.75	-0.30	-0.82	-0.55	-0.93	-0.80	-0.78	-0.86	-0.77	-0.87
4走		-0.78	-0.85	-0.57	-0.88	-0.72	-0.75	-0.80	-0.69	-0.39	-0.41
合計		-2.44	-1.77	-2.32	-2.28	-2.35	-2.38	-2.40	-2.03	-1.64	-2.08

表4 ドーハ世界選手権における男子4×100 mリレーの利得タイム

大会名		ドーハ世界選手権 [秒]									
ラウンド		決勝				予選					
国名		アメリカ	イギリス	日本	ブラジル	イギリス	ブラジル	アメリカ	南アフリカ	日本	中国
2走		-0.64	-1.16	-1.15	-1.01	-0.98	-0.95	-0.52	-0.80	-1.11	-0.94
3走		-0.54	-0.55	-0.79	-0.94	-0.75	-0.83	-0.63	-0.87	-0.67	-0.91
4走		-1.09	-1.08	-1.02	-0.97	-0.85	-0.91	-0.30	-0.91	-0.94	-0.94
合計		-2.26	-2.79	-2.96	-2.92	-2.58	-2.70	-1.45	-2.58	-2.73	-2.79

表5 横浜世界リレーおよびドーハ世界選手権における男子4×100 mリレーの予選と決勝との40 mバトンタイム差

大会名	ドーハ世界選手権 [秒]				横浜世界リレー [秒]				
国名	アメリカ	イギリス	日本	ブラジル	ブラジル	アメリカ	イギリス	中国	フランス
1-2走	-0.17	-0.03	0.05	-0.08	-0.13	-0.02	0.00	-0.10	-0.07
2-3走	0.08	-0.03	-0.09	0.04	0.02	0.08	-0.03	0.07	0.06
3-4走	-0.25	-0.04	-0.10	-0.03	-0.02	-0.09	0.05	-0.22	-0.13
合計	-0.35	-0.10	-0.14	-0.07	-0.13	-0.03	0.03	-0.26	-0.14

利得タイム [秒]

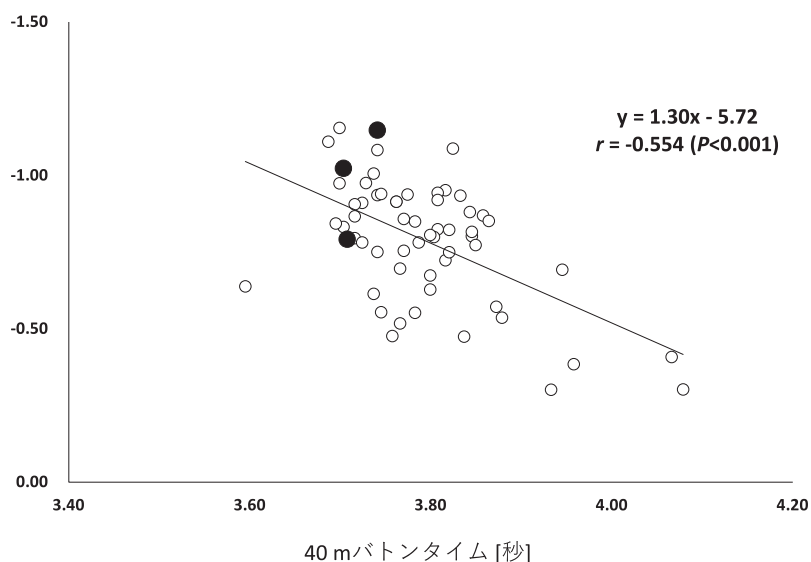


図1 横浜世界リレーおよびドーハ世界選手権の男子4×100 mリレーにおける40 mバトンタイムと利得タイムとの相関関係 (○：全測定値，●：ドーハ世界選手権決勝の日本代表の値)

表6 横浜世界リレー女子4×100mリレーにおける予選と決勝の各走者の100m自己ベストタイム, バトン100mラップタイム, バトン100mスプリットタイム, およびバトン30mタイム

大会名		横浜世界リレー 決勝				横浜世界リレー 予選				アジア選手権 決勝		
国名		アメリカ	ジャマイカ	ドイツ	ブラジル	アメリカ	ブラジル	日本	ジャマイカ	ドイツ	中国	日本
記録 [秒]		43.27	43.29	43.68	43.75	42.51	43.07	44.24	43.08	43.03	42.87	44.95
組		-	-	-	-	1	1	1	3	3	1	1
順位		1	2	3	4	1	2	4	2	1	1	6
走者	1走	Brisco	Evans	Kwayie	Azevedo	Brisco	Fidelis	土井	Simpson	Kwayie	Liang	壹岐
	2走	Henderson	Morrison	Burghardt	Martins	Henderson	Martins	山田	Morrison	Burghardt	Wei	山田
	3走	Bryant	Forbes	Lückenkemper	Krasucki	Bryant	Krasucki	壹岐	Forbes	Lückenkemper	Kong	青野
	4走	Hobbs	Smith	Haase	Rosa	Hobbs	Rosa	三宅	Smith	Hasse	Ge	三宅
100m自己ベスト [秒]	1走	10.96	11.22	11.22	11.41	10.96	11.42	11.43	10.82	11.22	11.13	11.66
	2走	10.96	10.96	11.32	11.35	10.96	11.35	11.62	10.96	11.32	10.99	11.62
	3走	10.99	11.10	10.95	11.13	10.99	11.13	11.66	11.10	10.95	11.34	11.65
	4走	10.85	11.04	11.06	11.03	10.85	11.03	11.80	11.04	11.06	11.04	11.80
	平均	10.94	11.08	11.14	11.23	10.94	11.23	11.63	10.98	11.14	11.13	11.68
バトン100mラップタイム [秒]	1走	11.44	11.58	11.52	11.80	11.37	11.71	11.77	11.73	11.60	11.57	12.20
	2走	10.47	10.68	10.74	10.61	10.44	10.25	10.56	10.59	10.47	10.31	10.69
	3走	10.64	10.60	10.36	10.57	10.45	10.99	11.21	10.48	10.29	10.59	11.29
	4走	10.72	10.43	11.06	10.77	10.25	10.12	10.70	10.28	10.66	10.40	10.78
バトン100m毎スプリットタイム [秒]	1走	11.44	11.58	11.52	11.80	11.37	11.71	11.77	11.73	11.60	11.57	12.20
	2走	21.91	22.26	22.25	22.41	21.81	21.96	22.33	22.32	22.08	21.88	22.88
	3走	32.55	32.86	32.62	32.98	32.26	32.95	33.54	32.80	32.37	32.47	34.17
	4走	43.27	43.29	43.68	43.75	42.51	43.07	44.24	43.08	43.03	42.87	44.95
バトン30mタイム [秒]	1-2走	3.22	3.20	3.08	3.28	3.17	3.18	3.30	3.27	3.20	3.15	3.32
	2-3走	3.34	3.34	3.40	3.27	3.38	3.32	3.38	3.29	3.17	3.27	3.45
	3-4走	3.35	3.27	3.34	3.32	3.24	3.19	3.34	3.22	3.26	3.22	3.44
	平均	3.30	3.27	3.27	3.29	3.26	3.23	3.34	3.26	3.21	3.22	3.40

表7 ドーハ世界選手権女子4×100mリレーにおける予選と決勝の各走者の100m自己ベストタイム, バトン100mラップタイム, バトン100mスプリットタイム, およびバトン30mタイム

大会名		ドーハ世界選手権 決勝					ドーハ世界選手権 予選					
国名		ジャマイカ	イギリス	アメリカ	トリニダード	イタリア	アメリカ	トリニダード	ジャマイカ	イギリス	中国	イタリア
記録 [秒]		41.44	41.85	42.10	42.71	42.98	42.46	42.75	42.11	42.25	42.36	42.90
組		-	-	-	-	-	1	1	2	2	2	2
順位		1	2	3	6	7	1	2	1	2	3	5
走者	1走	Whyte	Philip	Bryant	Hackett	Abreu	Bryant	Hackett	Whyte	Philip	Liang	Abreu
	2走	Fraser-Pryce	Asher-Smith	Daniels	Baptiste	Hooper	Daniels	Baptiste	Fraser-Pryce	Lansiquot	Wei	Hooper
	3走	Smith	Nelson	Akinosun	Prieto	Bongiorni	Akinosun	Thomas	Smith	Nelson	Kong	Bongiorni
	4走	Jackson	Neita	Parker	Durant	Siragusa	Parker	Durant	Morrison	Neita	Ge	Siragusa
100m自己ベスト [秒]	1走	11.04	11.10	10.99	11.07	11.51	10.99	11.07	11.04	11.10	11.13	11.51
	2走	10.70	10.83	10.99	10.84	11.34	10.99	10.84	10.70	11.09	10.99	11.34
	3走	11.04	11.19	10.95	11.40	11.39	10.95	11.22	11.04	11.19	11.34	11.39
	4走	11.13	11.12	11.02	11.17	11.21	11.02	11.17	10.96	11.12	11.04	11.21
	平均	10.98	11.06	10.99	11.12	11.36	10.99	11.08	10.94	11.13	11.13	11.36
バトン100mラップタイム [秒]	1走	11.33	11.51	11.29	11.73	11.82	11.46	11.54	11.48	11.48	11.39	11.80
	2走	9.74	9.94	10.19	10.13	10.24	10.25	10.23	10.02	10.28	10.16	10.26
	3走	10.36	10.40	10.41	10.59	10.61	10.50	10.48	10.43	10.48	10.51	10.52
	4走	10.01	10.00	10.21	10.27	10.32	10.26	10.51	10.18	10.01	10.29	10.32
バトン100m毎スプリットタイム [秒]	1走	11.33	11.51	11.29	11.73	11.82	11.46	11.54	11.48	11.48	11.39	11.80
	2走	21.07	21.45	21.48	21.86	22.06	21.71	21.77	21.50	21.76	21.56	22.06
	3走	31.43	31.85	31.89	32.44	32.66	32.20	32.24	31.93	32.24	32.07	32.58
	4走	41.44	41.85	42.10	42.71	42.98	42.46	42.75	42.11	42.25	42.36	42.90
バトン30mタイム [秒]	1-2走	3.15	3.21	3.19	3.34	3.19	3.32	3.27	3.28	3.11	3.10	3.17
	2-3走	3.13	3.23	3.24	3.19	3.04	3.24	3.24	3.33	3.27	3.22	3.12
	3-4走	3.32	3.17	3.27	3.33	3.39	3.28	3.32	3.20	3.20	3.19	3.30
	平均	3.20	3.20	3.23	3.29	3.21	3.28	3.28	3.27	3.19	3.17	3.20

表 8 横浜世界リレーにおける女子 4 × 100 m リレーの利得タイム

大会名	横浜世界リレー 決勝 [秒]				横浜世界リレー 予選 [秒]					アジア選手権 決勝 [秒]	
	アメリカ	ジャマイカ	ドイツ	ブラジル	アメリカ	ジャマイカ	ドイツ	ブラジル	日本	中国	日本
2走	-0.49	-0.28	-0.58	-0.74	-0.52	-0.37	-0.85	-1.10	-1.06	-0.68	-0.93
3走	-0.35	-0.50	-0.59	-0.56	-0.54	-0.62	-0.66	-0.14	-0.45	-0.75	-0.36
4走	-0.13	-0.61	0.00	-0.26	-0.60	-0.76	-0.40	-0.91	-1.10	-0.64	-1.02
合計	-0.97	-1.39	-1.17	-1.56	-1.66	-1.75	-1.90	-2.15	-2.61	-2.07	-2.32

表 9 ドーハ世界選手権における女子 4 × 100 m リレーの利得タイム

大会名	ドーハ世界選手権 決勝 [秒]					ドーハ世界選手権 予選 [秒]					
	ジャマイカ	イギリス	アメリカ	トリニダード	イタリア	ジャマイカ	イギリス	アメリカ	トリニダード	イタリア	中国
2走	-0.96	-0.89	-0.80	-0.71	-1.10	-0.68	-0.81	-0.74	-0.61	-1.08	-0.83
3走	-0.68	-0.79	-0.54	-0.81	-0.78	-0.61	-0.71	-0.45	-0.74	-0.87	-0.83
4走	-1.12	-1.12	-0.81	-0.90	-0.89	-0.78	-1.11	-0.76	-0.66	-0.89	-0.75
合計	-2.76	-2.80	-2.15	-2.43	-2.78	-2.07	-2.63	-1.96	-2.02	-2.84	-2.40

表 10 横浜世界リレーおよびドーハ世界選手権における女子 4 × 100 m リレーの予選と決勝との 30 m バトンタイム差

大会名	ドーハ世界選手権 [秒]					横浜世界リレー [秒]			
	ジャマイカ	イギリス	アメリカ	トリニダード	イタリア	アメリカ	ジャマイカ	ドイツ	ブラジル
1-2走	-0.13	0.10	-0.13	0.08	0.03	0.05	-0.08	-0.12	0.10
2-3走	-0.20	-0.04	-0.01	-0.05	-0.08	-0.05	0.04	0.23	-0.05
3-4走	0.12	-0.03	-0.01	0.01	0.09	0.11	0.06	0.08	0.12
合計	-0.21	0.03	-0.14	0.04	0.03	0.12	0.03	0.19	0.18

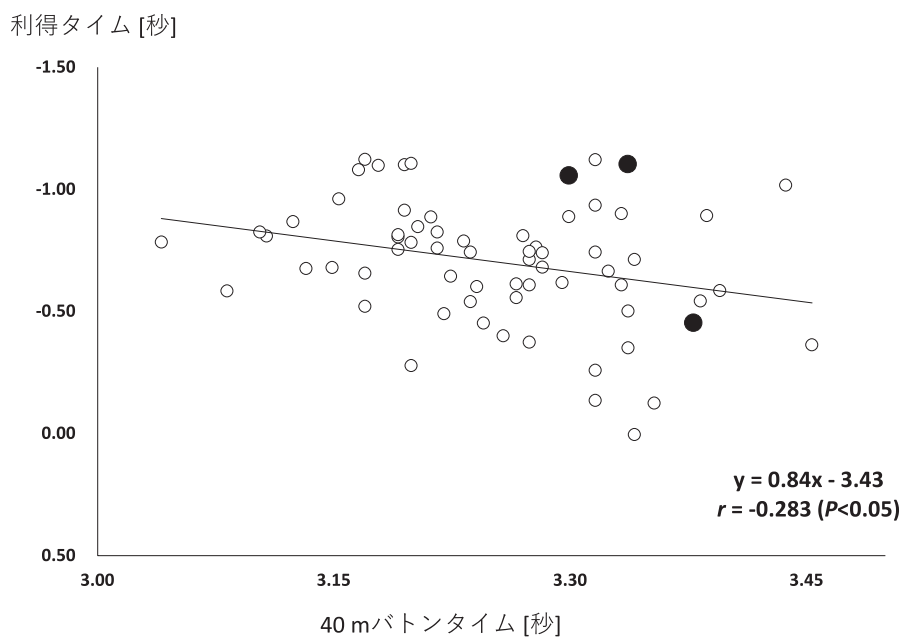


図 2 横浜世界リレーおよびドーハ世界選手権の女子 4 × 100 m リレーにおける 30 m バトンタイムと利得タイムとの相関関係 (○ : 全測定値, ● : 横浜世界リレー予選の日本代表の値)