

## 2018 年度 U20 世界選手権大会と U20 日本選手権大会における決勝進出者のデータの比較

山中 亮<sup>1)</sup> 高橋恭平<sup>2)</sup> 松林武生<sup>3)</sup> 渡辺圭佑<sup>4)</sup> 小山宏之<sup>5)</sup> 小林 海<sup>6)</sup> 広川龍太郎<sup>7)</sup>

1) 新潟食料農業大学 2) 熊本高等専門学校 3) 国立スポーツ科学センター

4) 日本スポーツ振興センター 5) 京都教育大学 6) 東京経済大学 7) 東海大学

### 1. はじめに

本稿では、2018 年度に日本陸上競技連盟科学委員会によるバイオメカニクスサポートの活動として実施された 20 歳以下 (U20) の選手を対象とした競技会の男子および女子 400m 走における分析結果を示す。U20 の 400m 走の種目においては、男子および女子のそれぞれにおいて、日本人トップレベル選手と世界トップレベル選手とのパフォーマンスの差異が大きいため、そのパフォーマンスの差異はどのような要因によるものなのかを検討することを目的とした。この目的を明らかにするために、本稿では、U20 世界選手権大会の決勝に出場した選手と、U20 日本選手権大会の 400m 走の決勝に出場した選手における競技会で得られたデータを比較する。また、18 歳以下 (U18) の選手を対象とした競技会 (U18 日本選手権大会) の 400m 走の決勝に出場した選手のデータを参考値として結果を示す。

### 2. 方法

#### 2-1. 対象競技会

対象競技会は、下記 3 競技会とした。

- ・第 17 回 U20 世界選手権大会 (7 月 10 - 15 日, フィンランド・タンペレ) (以下, 「U20 世界選手権」)
- ・第 34 回 U20 日本陸上競技選手権大会 (10 月 19 - 21 日, 愛知) (以下, 「U20 日本選手権」)
- ・第 12 回 U18 日本陸上競技選手権大会 (10 月 19 - 21 日, 愛知) (以下, 「U18 日本選手権」)

#### 2-2. 対象選手

対象選手は、上記 3 つの競技会における決勝に進出した選手 (男子 24 名, 女子 24 名) であった。男子 400m 走における競技会別の記録の平均値は、U20 世界選手権, U20 日本選手権および U18 日本選手権

において、それぞれ、 $46.4 \pm 1.0$  s,  $47.8 \pm 0.2$  s および  $48.2 \pm 0.5$  s (平均値±標準偏差) であった。また、女子 400m 走における競技会別の記録の平均値は、U20 世界選手権, U20 日本選手権および U18 日本選手権において、それぞれ、 $52.7 \pm 0.7$  s,  $55.7 \pm 0.8$  s および  $56.0 \pm 0.6$  s であった。

#### 2-3. 撮影方法

400m 走のレース時に、3-4 台のデジタルビデオカメラ (DMC-FZ300, Panasonic, Japan, 59.94fps) を用いて、スタートピストルの閃光または発煙を撮影した後に、全選手をカメラの画角内に収めながら追従撮影を実施した。4 台のカメラの設置場所は、第 1 曲走路の中央付近, バックストレート, 第 4 曲走路付近, およびホームストレートのフィニッシュライン付近の各スタンドであった。3 台のカメラで対応する場合、上記 4 カ所から、第 4 局走路付近のスタンドからの撮影カ所を除いた 3 カ所で実施した。また、後述する分析に用いるために、400m ハードル (400mH) 走の全 10 台のハードル設置位置の映像および静止画像を、同様の 3-4 カ所の設置場所から撮影した。

#### 2-4. 分析方法

400m 走の分析は、先行研究 (持田ら 2007, 山元ら 2016, 山中ら 2017) に倣い、Overlay 方式を用いて実施した。Overlay による分析には、表計算ソフトウェア (MS-Excel 2010) の Visual Basic for Application を用いて開発した映像分析プログラムを用いた。全ての分析には、400mH 走のハードルの設置位置 (45m, 80m, 115m, 150m, 185m, 220m, 255m, 290m, 325m および 360m 地点) およびフィニッシュライン (400m) の計 11 地点を分析ポイントとして用いた。

通過タイムは、各分析ポイントを選手の胴体部分

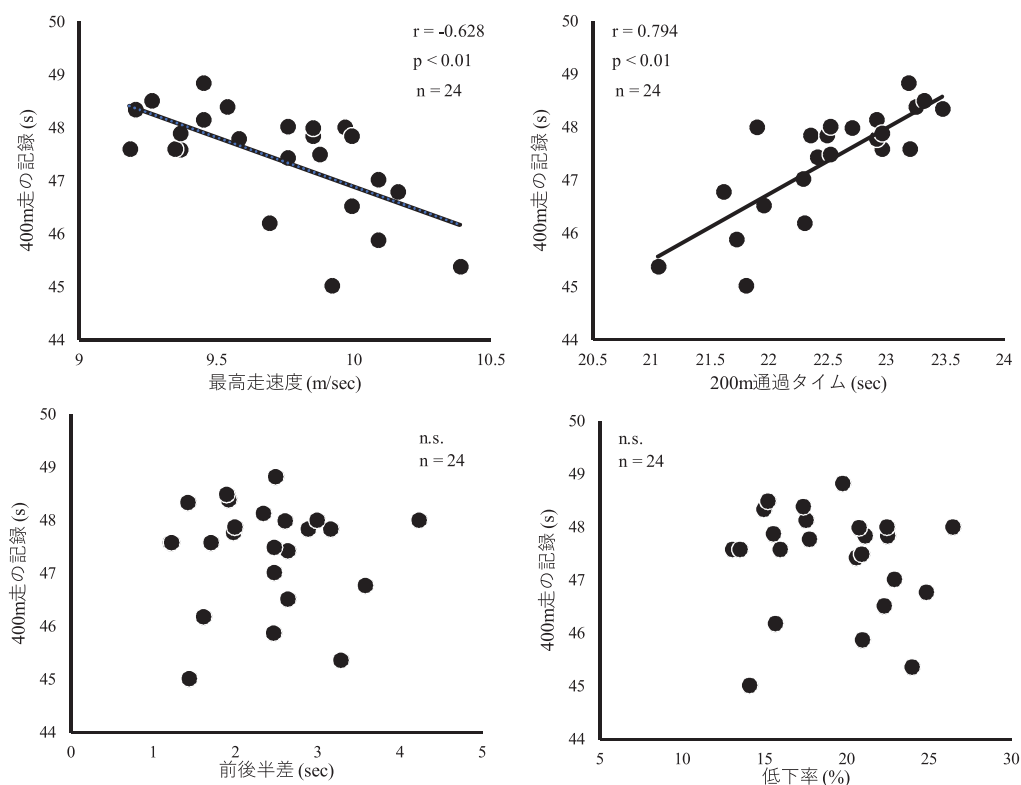


図1. 400m 走の記録と最高走速度, 200m 通過タイム, 前後半差, および走速度低下率との関係(男子 400m 選手を対象)

が通過した時点のフレーム数から算出した。また、50m 毎の通過タイムを、各地点を挟む前後 2 つの分析ポイントにおける通過タイムを用いて、時間と距離の直線回帰式にその地点の距離を内挿することによって推定値として算出した(持田ら 2007, 山元ら 2016, 山中ら 2017)。150m 地点の通過タイムは、400m ハードル(以下、「400mH」)走の 4 台目のハードルの地点の通過タイムを、400m 地点の通過タイムは公式記録を、それぞれ用いた。さらに、100m および 200m 毎の区間タイムも算出した。また、走速度低下の評価指標として、レース前半と後半の 200m 区間タイムの差(以下、「前後半差」)を算出した。

各分析ポイント間(分析区間)の平均走速度(m/s)は、各分析ポイントの通過タイムから各分析区間に要した時間を算出し、分析区間の距離をその区間に要した時間で除することで求めた。また、先行研究(持田ら 2007, 山元ら 2016, 山中ら 2017)に倣い、全分析区間における平均走速度の最高値(最高走速度)から 325-360m 区間の平均走速度を引いた値を最高走速度で除し、100 を乗ずることで、走速度低下率を算出した。

平均ピッチ(steps/s)は、各分析区間で要した歩数とその時間から、1 秒間当たりの歩数として算出した。歩数は、左右差の影響を排除するために偶数歩とした。平均ストライド(m)は、各分析区間の

平均走速度を平均ピッチで除することによって算出した。

測定値は、平均値±標準偏差で示した。U20 世界選手権と U20 日本選手権の決勝進出者のデータを比較するために、student's-t テストを用いた。二変量間の関係性を検討するために、ピアソンの相関係数を用いた。有意水準は、5% 未満とした。

### 3. 結果

図1には、本稿で対象とした男子 400m 走の全選手における 400m 走の記録と最高走速度、200m の通過タイム、前後半差および走速度低下率との関係をそれぞれ示した。その結果、男子 400m 走の記録と最高走速度との間に有意 ( $p < 0.01$ ) な負の相関関係が、そして、男子 400m 走の記録と 200m 通過タイムとの間に有意 ( $p < 0.01$ ) な正の相関関係が、それぞれ認められた。一方、男子 400m 走の記録と、前後半差および走速度低下率との間には、有意な相関関係がそれぞれ認められなかった。図2には、本稿で対象とした女子 400m 走の全選手における 400m 走の記録と最高走速度、200m の通過タイム、前後半差および走速度低下率との関係を示した。その結果、男子 400m 走と同様に、女子 400m 走の記録と最高走速度との間に有意 ( $p < 0.01$ ) な負の相関関係が、そして、女子 400m 走の記録と 200m 通過タイム

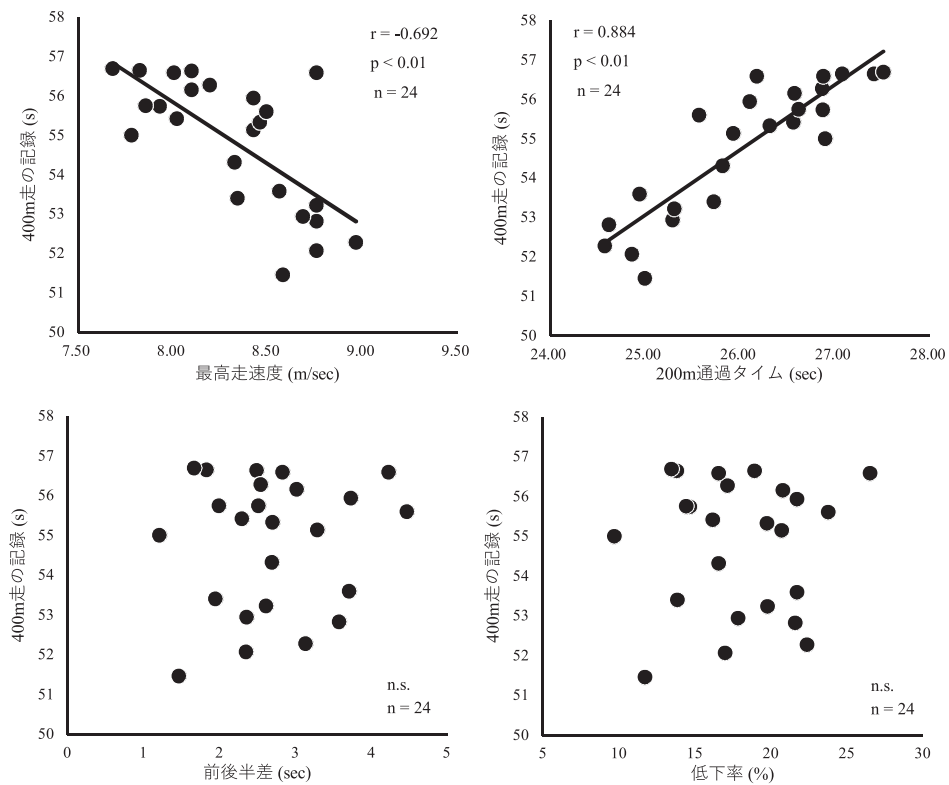


図2. 400m 走の記録と最高走速度, 200m 通過タイム, 前後半差, および走速度低下率との関係(女子 400m 選手を対象)

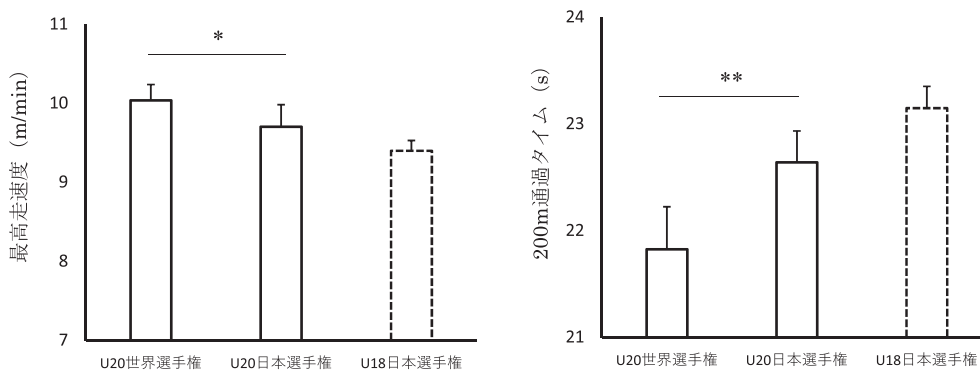


図3. 男子 400m 走における最高走速度と 200m 通過タイムの比較

\*:  $p < 0.05$  (U20 世界選手権 vs U20 日本選手権)

\*\* :  $p < 0.001$  (U20 世界選手権 vs U20 日本選手権)

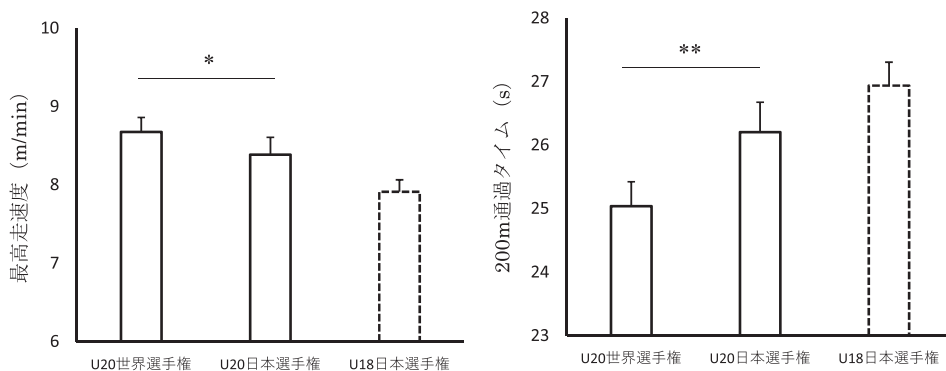


図4. 女子 400m 走における最高走速度と 200m 通過タイムの比較

\*:  $p < 0.01$  (U20 世界選手権 vs U20 日本選手権)

\*\* :  $p < 0.001$  (U20 世界選手権 vs U20 日本選手権)

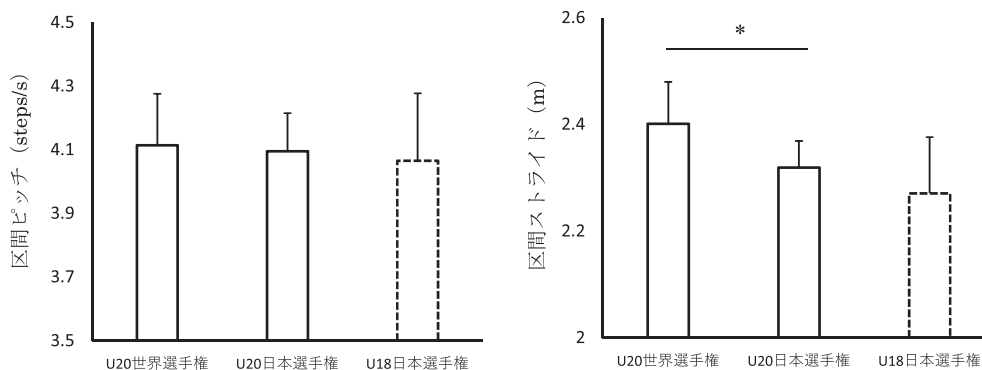


図5. 男子 400m 走における最高走速度が出現した区間のピッチおよびストライドの比較  
\*:  $p < 0.05$  (U20 世界選手権 vs U20 日本選手権)

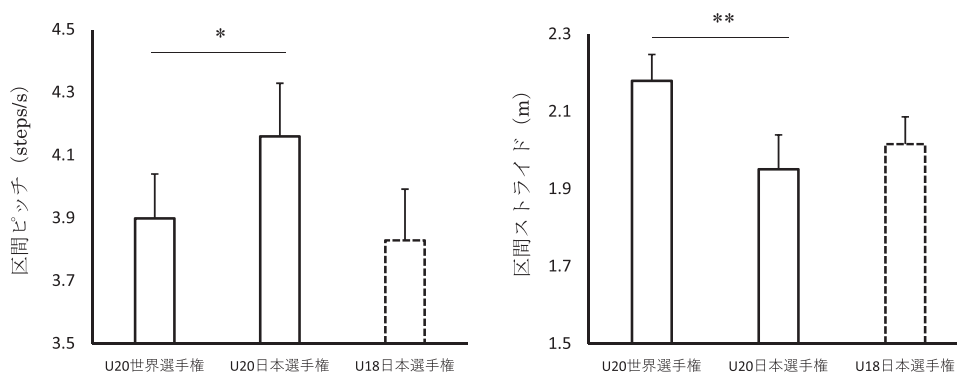


図6. 女子 400m 走における最高走速度が出現した区間のピッチおよびストライドの比較  
\*:  $p < 0.01$  (U20 世界選手権 vs U20 日本選手権)  
\*\*:  $p < 0.001$  (U20 世界選手権 vs U20 日本選手権)

との間に有意 ( $p < 0.01$ ) な正の相関関係が、それぞれ認められた。一方、女子 400m 走の記録と、前後半差および走速度低下率との間には、有意な相関関係がそれぞれ認められなかった。

男子および女子 400m 走において、400m 走の記録と最高走速度、そして、400m 走の記録と 200m 通過タイムとの間に、それぞれ有意な相関関係が認められた。そこで、男子および女子 400m 走における最高走速度と 200m 通過タイムの値を、U20 世界選手権と U20 日本選手権との間で、それぞれ比較した(男子：図 3，女子：図 4)。その結果、400m 走における最高走速度は、U20 世界選手権の方が U20 日本選手権よりも、男子および女子ともに、有意 (男子： $p < 0.05$ , 女子： $p < 0.01$ ) に高い値を示した。一方、400m 走における 200m 通過タイムは、U20 世界選手権の方が U20 日本選手権よりも、男子および女子ともに、有意 (男子： $p < 0.001$ , 女子： $p < 0.001$ ) に低い値を示した。

さらに、U20 世界選手権と U20 日本選手権との間にある最高走速度の差を生み出す要因を検討するために、最高走速度が出現した区間におけるピッチおよびストライドを、それぞれ比較した (男子：図 5，

女子：図 6)。その結果、400m 走において最高走速度が出現した区間のピッチは、男子では U20 世界選手権と U20 日本選手権との間に差異が認められなかったが、女子では U20 日本選手権の方が U20 世界選手権に比べて有意 ( $p < 0.01$ ) に高い値を示した。一方、400m 走において最高走速度が出現した区間のストライドは、U20 世界選手権の方が U20 日本選手権よりも、男子および女子ともに、有意 (男子： $p < 0.05$ , 女子： $p < 0.001$ ) に高い値を示した。

## まとめ

本稿では、2018 年度に開催された U20 世界選手権および U20 日本選手権の 400m 走決勝に出場した選手の競技会におけるデータを比較した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 男子および女子 400m 走において、400m 走の記録と最高走速度および 200m 通過タイムとの間に、それぞれ有意な相関関係が認められた。
- 男子および女子 400m 走において、最高走速度は、U20 世界選手権の方が U20 日本選手権よりも、有意に高い値を示した。

- ・男子および女子 400m 走において，200m 通過タイムは，U20 世界選手権の方が U20 日本選手権よりも，有意に低い値を示した．
- ・女子 400m 走において，最高走速度が出現した区間のピッチは，U20 日本選手権の方が U20 世界選手権よりも，有意に高い値を示した．
- ・男子および女子 400m 走において，最高走速度が出現した区間のストライドは，U20 世界選手権の方が U20 日本選手権よりも，有意に高い値を示した．

## 参考文献

- 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
- 山元康平・高橋恭平・広川龍太郎・松林武生・小林海・松尾彰文・柳谷登志雄 (2016) 2016 主要競技会における男女 400m 走のレース分析．陸上競技研究紀要，12: 98-103
- 山中 亮・高橋恭平・小林海・広川龍太郎・松尾彰文・柳谷登志雄・渡辺圭佑・吉本隆哉・大沼勇人・岩沼海渡・丹治史弥・山本真帆・松林武生 (2017) 2017 年度競技会における男女 400m のレース分析．陸上競技研究紀要，13: 174-182