

第 37 回静岡国際陸上競技大会男子 200m 走におけるスタート後 80-130m の スピードおよびステップ変数の特徴

広野 泰子¹⁾ 藤井 範久¹⁾ 山中 亮²⁾ 松林 武生³⁾ 丹治 史弥⁴⁾

1) 筑波大学 2) 新潟食料農業大学 3) 国立スポーツ科学センター 4) 東海大学

1. はじめに

本稿では、2022 年シーズンの男子 200m 走のランキング上位 10 選手のうち、9 選手がシーズンベスト記録を樹立した第 37 回静岡国際陸上競技大会のスピード変化を分析し、その特徴を示すとともに、飯塚選手（2022 年シーズンベスト 20.34s）と犬塚選手（2022 年シーズンベスト 20.40s）のステップ変数の変化を比較する。

2. 方法

2.1 対象

対象は第 37 回静岡国際陸上競技大会の男子 200m 走の予選および決勝レースであった。

2.2 データ収集

200m 走のスタート後 75-135m 付近（曲走路と直

走路との切り替わり点の前 45m から切り替わり点の後 15m）を分析範囲とした。分析範囲における対象者の走動作を 11 台のビデオカメラ（Lumix-FZ200 および Lumix-FZ300, Panasonic 社製, サンプリング周波数：239.76Hz, 画面分解能：640 × 480pix, 露光時間：1/239.76s 以下）を用いて撮影した。画面に LED ライト（PH110A, PH120, PH126, PH 140, PH150, PH155, DKH 社製）を映しこむことによってカメラ間の時間同期を行った。

2.3 データ処理

(1) 3次元座標値の算出

分析点は左右つま先とした。分析点および後述する走路に既存の特徴点の画面座標値をデジタイザ（Frame DIAS-VI, DKH 社製）を用いて取得した後、透視投影の逆変換によって 3次元座標値を求めた（図 1）。変換パラメータであるカメラの位置、姿勢および焦点距離は、コースを区切る白線、白線とテ

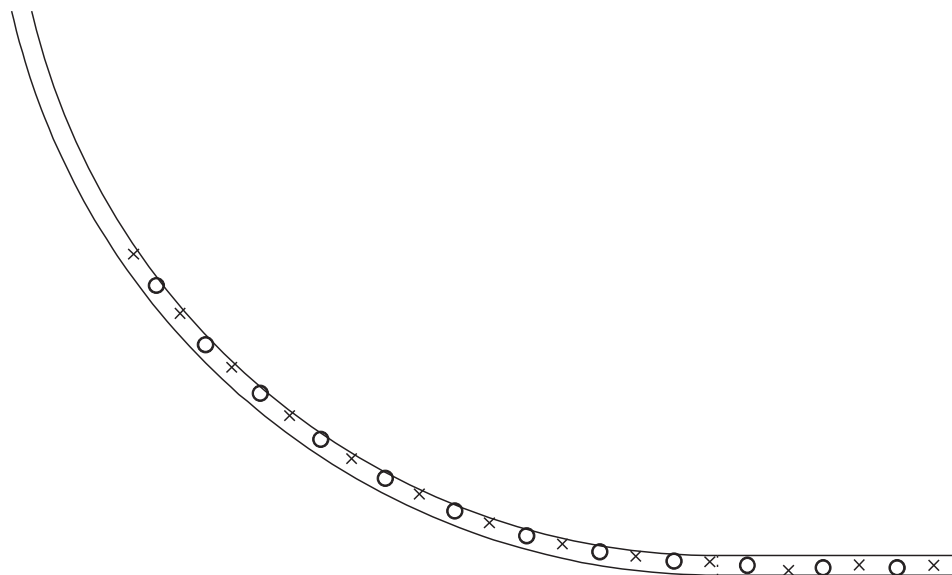


図 1 接地足つま先の座標値の例（飯塚選手の決勝レース，フィニッシュタイム 20.32s）
白抜き丸は右接地足つま先，クロスは左接地足つま先。

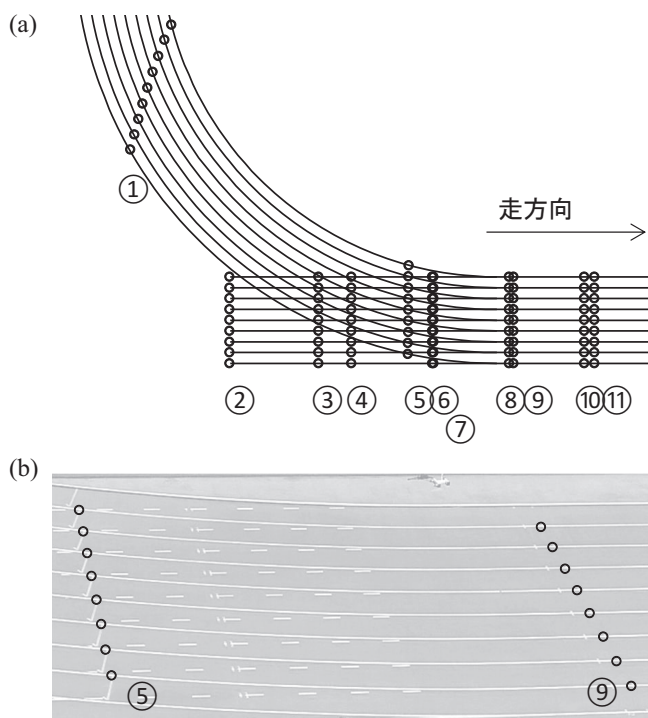


図2 走路に既存の特徴点

(a) 本稿で用いた走路に既存の特徴点の位置.

- ① 4 × 400mR のテイクオーバーゾーン (3 - 4 走) 入口
- ② 110mH スタート
- ③ 100m 走スタート
- ④ 110mH の 1 台目ハードル
- ⑤ 4 × 400mR のテイクオーバーゾーン (3 - 4 走) 出口
- ⑥ 100mH の 1 台目ハードル
- ⑦ 110mH の 2 台目ハードル
- ⑧ 100mH の 2 台目ハードル
- ⑨ 110mH の 3 台目ハードル
- ⑩ 100mH の 3 台目ハードル
- ⑪ 110mH の 4 台目ハードル

(b) 白抜き丸は画面に映った特徴点.

イクオーバーゾーンを示す線との交点といった走路に既存の特徴点 (図2) を用いて算出した (広野と藤井 2021; 鈴木ら, 2016).

(2) 分析項目

接地および滞空時間: ビデオ映像から接地フレームと離地フレームを目視で判断し, 接地から離地の1フレーム前までを接地期, 離地から接地の1フレーム前までを滞空期とした. そして, 接地期および滞

空期のフレーム数をサンプリング周波数で除した値を接地および滞空時間とした.

ステップ長: 接地期における接地足つま先の水平距離をステップ長とした.

走速度: ステップ長を接地時間と滞空時間で除した値をスピードとした.

以上の分析項目については, スタート後 90, 100, 110, 120 および 130m 点近傍 4 ステップの平均値を算出し, 各地点の値とした.

最高スピード: 各地点のスピードの最高値を分析範囲における最高スピードとした.

スピード変化率: 130 地点のスピードと 90m 地点のスピードとの差を 90m 地点のスピードで除した値に 100 を掛けた値分析範囲におけるスピード変化率とした. 100 地点のスピードと 90m 地点のスピードとの差を 90 地点のスピードで除した値に 100 を掛けた値を 90-100m 区間のスピード変化率とした. 100-110m 区間, 110-120m 区間, 120-130m 区間のスピード変化率も同様に算出した.

(3) 群分け

パフォーマンスレベル毎の特徴を示すために, フィニッシュタイムが 20.60s 以内, 20.61-20.80s, 20.81-22.00s の 3 群に分け, 各パラメータの郡内の平均値を算出した.

2.5 統計処理

ピアソンの相関係数を用いて 2 変数間の関係性を検討した. 有意水準は 5% 未満とした.

3. 結果と考察

3.1 スピード変化の特徴

本稿では接地足つま先の水平距離として算出したステップ長, 接地および滞空時間を用いてスピードを算出しているのに対して, これまでの 200m 走に関する分析 (高橋ら, 2016; 高橋ら 2019; 高橋ら 2020) で示されてきたスピードの多くは, コースに沿った距離が既知である複数の基準点を設けて, 基準点を胴体部分が通過した時刻を用いて算出されてきた. 選手の軌道はコース方向に一致しないため, 例えばコースに沿って 10m 移動する場合, 選手の移動距離 (本稿ではステップ長) は 10m よりも長くなる. このことにより, 本稿で示すスピードはこれまで報告されてきたものよりも大きな値として示され

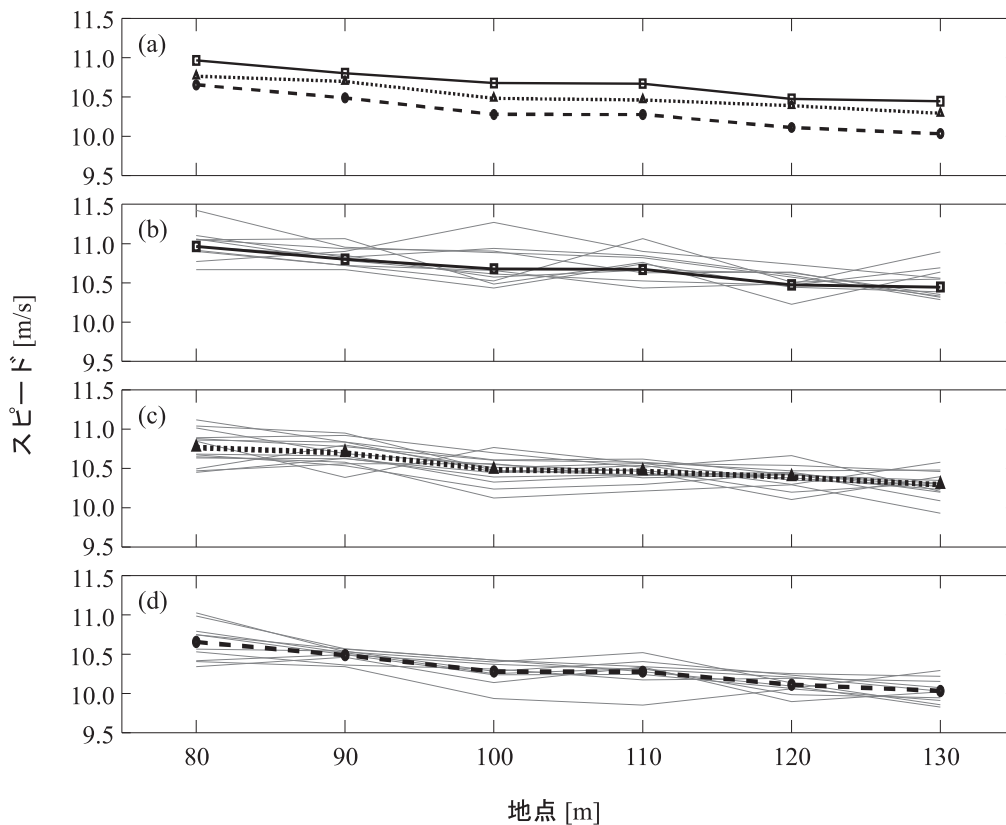
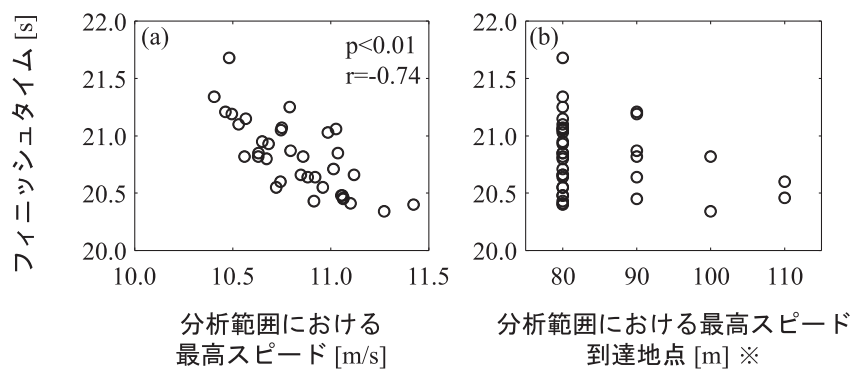


図3 分析範囲におけるスピード変化

- (a) 実線はフィニッシュタイムが 20.60s 以内の選手の平均値，破線はフィニッシュタイムが 21.01-22.00s の選手の平均値，点線はフィニッシュタイムが 20.61-21.00s の選手の平均値。
 (b-d) 灰色実線は，上段から順に 20.60s 以内，フィニッシュタイムが 21.01-22.00s，20.61-21.00s の選手の値．黒破線，黒点線および黒実線は (a) と同様．



※本稿の分析範囲はスタート後75-135mであり，レース中の最高スピードの到達地点とは異なる。

図4 分析範囲における最高スピード (a) およびその到達点 (b)

る可能性がある。

図3に分析範囲におけるスピード変化を示した。スタート後80-130mの間は，いずれの地点においてもフィニッシュタイムが早い群の方が遅い群よりもスピードが高かった。

図4に本稿の分析範囲における最高スピードおよびその出現地点を示した。最高スピードとフィ

ニッシュタイムとの間に負の相関関係が示された ($p < 0.01$, $r = -0.74$)。多くの選手の最高スピードは80m地点で出現していた。なお，本稿の分析範囲はスタート後75-135mであり，レース中の最高スピード到達地点とは異なる可能性があることに留意しなければならない。

図5に各地点のスピードとフィニッシュタイム

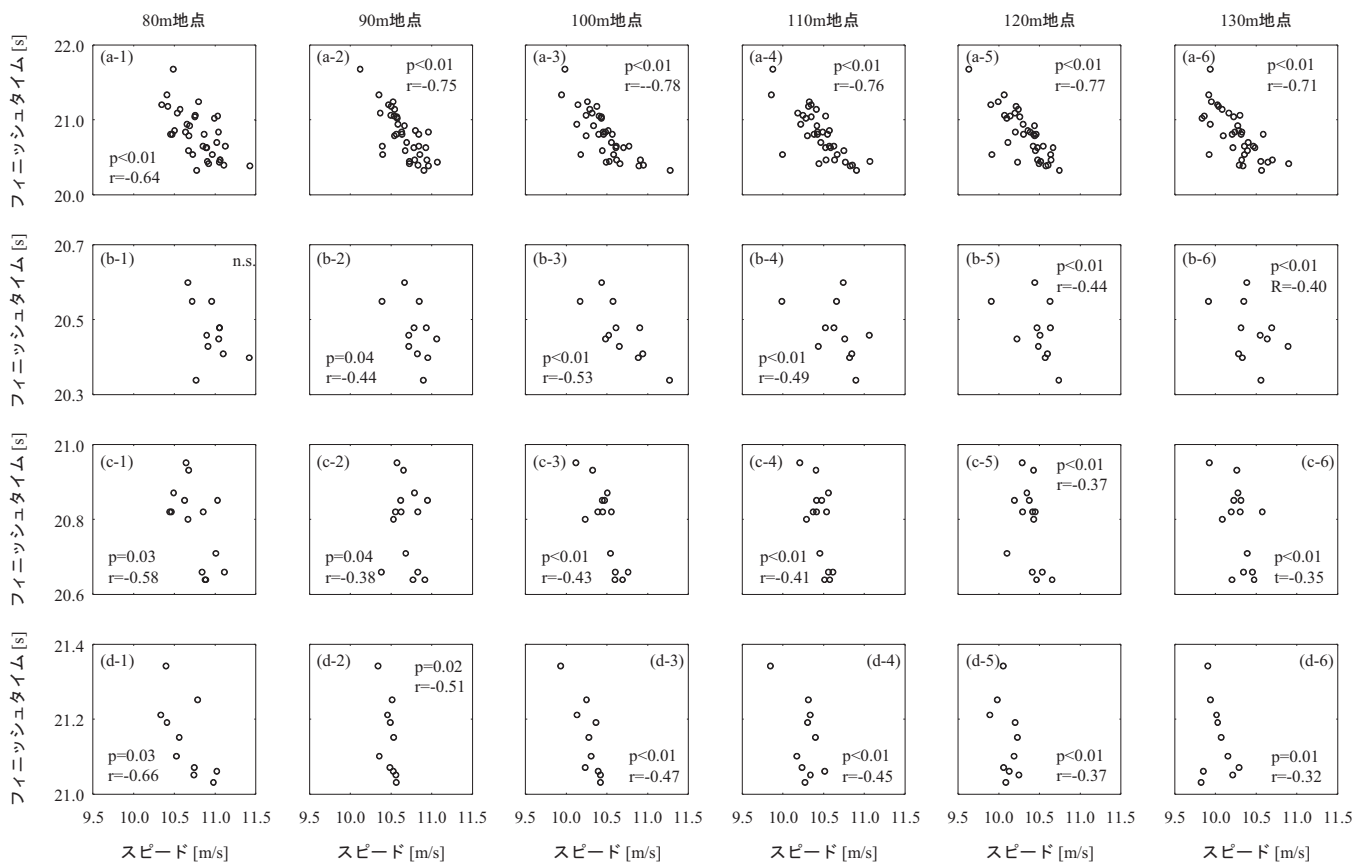


図5 各地点のスピードとフィニッシュタイムの関係

(a-1 から a-6) 対象選手全体.

(b-1 から b-6) フィニッシュタイムが 20.60s 以内の選手.

(c-1 から c-6) フィニッシュタイムが 20.61-21.00s の選手.

(d-1 から d-6) フィニッシュタイムが 21.01-22.00s の選手

の関係を示した. フィニッシュタイムが 20.61-21.00s 群の 80 地点を除いて, 対象選手全体およびフィニッシュタイムで分けたいずれの群においてもスピードとフィニッシュタイムの間に有意な負の相関関係が示された.

図 6 に分析範囲におけるスピード変化率とフィニッシュタイムの関係を示した. なお, 方法で述べた群分けに, フィニッシュタイムが 20.80s 以内の群を追加して示している. 対象選手全体およびフィニッシュタイムで分けたいずれの群においても有意な相関関係は示されなかった.

フィニッシュタイムが 20.80s 以内の群を示した図 6e からフィニッシュタイムが早い飯塚選手 (黒三角) と犬塚選手 (黒丸) の特徴を観察する. 他の選手と比較して, 飯塚選手はスピード低下が小さい (フィニッシュタイムが 20.34s の決勝は -1.96%, フィニッシュタイムが 20.43s の予選は -0.19%) のに対して, 犬塚選手はスピード低下が大きい (フィニッシュタイムが 20.41s の決勝は -7.34%, フィ

ニッシュタイムが 20.40s の予選は -9.56%) 傾向がみられた.

3.2 飯塚選手と犬塚選手のスピードおよびステップ変数の変化

図 8 に飯塚選手と犬塚選手のスピードおよびステップ変数の変化を示した. スピード変化をみると, 飯塚選手は 20.34s で走った決勝レースでは 100m 地点で最高スピードに到達していたのに対して, 20.43s で走った予選レースでは 80m 地点で最高スピードに到達していた. 飯塚選手の予選と決勝は 80m 地点から 130m 地点のスピード減少量が小さいことは共通しているものの, 決勝レースでは 100m 地点を最高スピードとして逆 U 字, 予選レースでは 130m 地点を最低スピードとして U 字という異なる変化を示していた. 一方, 犬塚選手の予選と決勝レースはともに 80m 地点から 130m 地点までスピードが低下していた. ステップ変数をみると, 飯塚選手の決勝レースでは最高スピードに到達した 100 m 地点

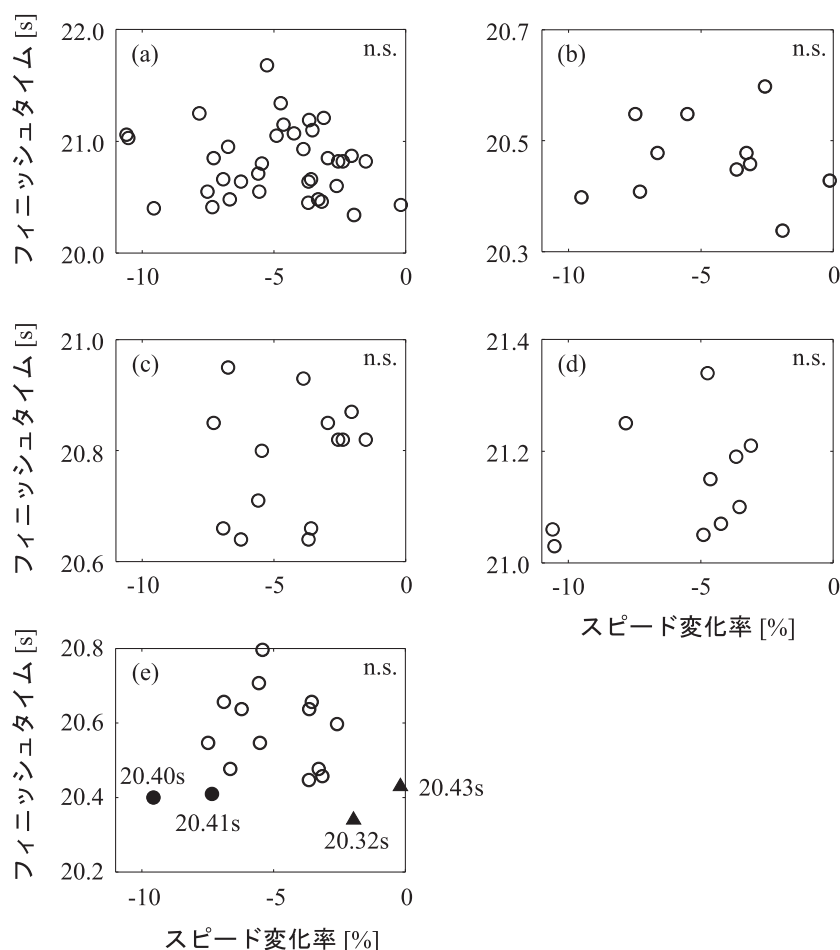


図6 分析範囲におけるスピード変化率とフィニッシュタイムとの関係

- (a) 対象選手全体.
- (b) フィニッシュタイムが 20.60s 以内の選手.
- (c) フィニッシュタイムが 20.61-21.00s の選手.
- (d) フィニッシュタイムが 21.00-22.00s の選手.
- (e) フィニッシュタイムが 21.80s 以内の選手. 黒三角は飯塚選手, 黒丸は犬塚選手.

では滞空時間が減少し, ステップ長が僅かに増加していた. 予選レースでは, スピードが低下した 110 m および 120 m 地点では滞空時間が増加し, ステップ長が僅かに減少していた. 犬塚選手は, 予選と決勝レースはともに 80 m 地点から 130 m 地点までに滞空時間が増加し, ステップ長が低下する傾向がみられた.

飯塚選手の決勝記録 (20.34s) と犬塚選手の予選記録 (20.40s) は 2022 年シーズンの日本ランキング 1 位と 2 位であり, 国内トップレベルの 200 m レースであった. しかし, 両者のスピードおよびステップ変数の変化は異なる傾向を示しており, 200 m 走を 20 秒前半で走るためには異なるスピード変化の戦略がある可能性が示された. その戦略を明らかにするためには, フィニッシュタイムが同等の選手の複数レースを比較していくことが望まれる.

4. まとめ

第 37 回静岡国際陸上競技大会の男子 200m 走のスタート後 80-130m のスピードおよびステップ変数を分析した結果, フィニッシュタイムが 20.32-22.00s のレベルでは, スタート後 80-130m 中のスピードとフィニッシュタイムは有意な負の相関関係が示された. 一方, その間のスピード変化率とフィニッシュタイムの間には有意な相関関係は示されなかった. また, 2022 年シーズン国内 1, 2 位の飯塚選手と犬塚選手のレースを比較すると, 飯塚選手はスタート後 80-130m のスピード変化 (低下) が他の選手と比べて小さいのに対して, 犬塚選手は大きかった. また, 80-130m 区間の最高スピード到達地点やステップ変数の変化も異なっていた.

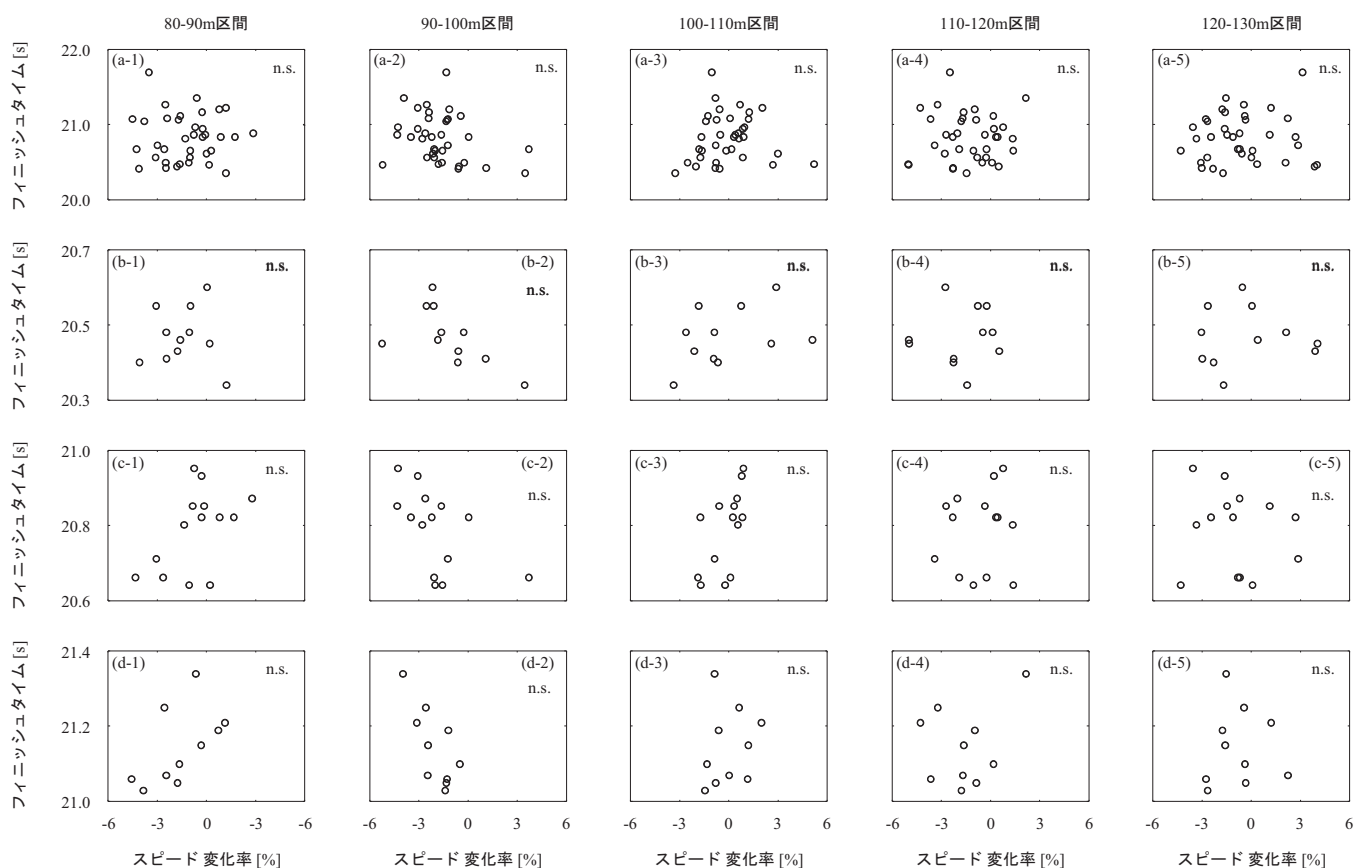


図7 スピード変化率とフィニッシュタイムの関係

- (a-1 から a-5) 対象選手全体.
- (b-1 から b-5) フィニッシュタイムが 20.60s 以内の選手.
- (c-1 から c-5) フィニッシュタイムが 20.61-21.00s の選手.
- (d-1 から d-5) フィニッシュタイムが 21.01-22.00s の選手.

参考文献

- 広野泰子, 藤井範久 (2021) 身体部分長の不変性を利用したカメラパラメータの算出における関節点の画面座標値に含まれる量子化誤差の影響. 第42回バイオメカニズム学術講演会予稿集. p. C1-4.
- 鈴木雄太, 竹中俊輔, 榎本靖士, 田内健二 (2016) 競技場の特徴点を利用したカメラパラメータ算出法に関する研究. バイオメカニクス研究, 20:2-9. https://doi.org/10.32226/jjbse.20_2016_001
- 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, 山元康平, 山中亮, 大家利之, 吉本隆哉, 大沼勇人, 輪島裕美 (2016) 2016年国内外トップスプリンターの200mにおける走パフォーマンス分析. 陸上競技研究紀要, 12:84-91.
- 高橋恭平, 広川龍太郎, 小林海, 山中亮, 大沼勇人, 松林武生, 渡辺圭佑 (2019) 一流200m選手
- のレース分析 - 2019年シーズンの国内外主要競技会に着目して -. 陸上競技研究紀要, 15:148-157.
- 高橋恭平, 小林海, 山中亮, 大沼勇人, 綿谷貴志, 松林武生, 山本真帆, 笠井信一, 関子あまね (2021) 東京オリンピックシーズンにおける国内200mおよびU16 陸上150mのレース分析. 陸上競技研究紀要. 17: 118-139.

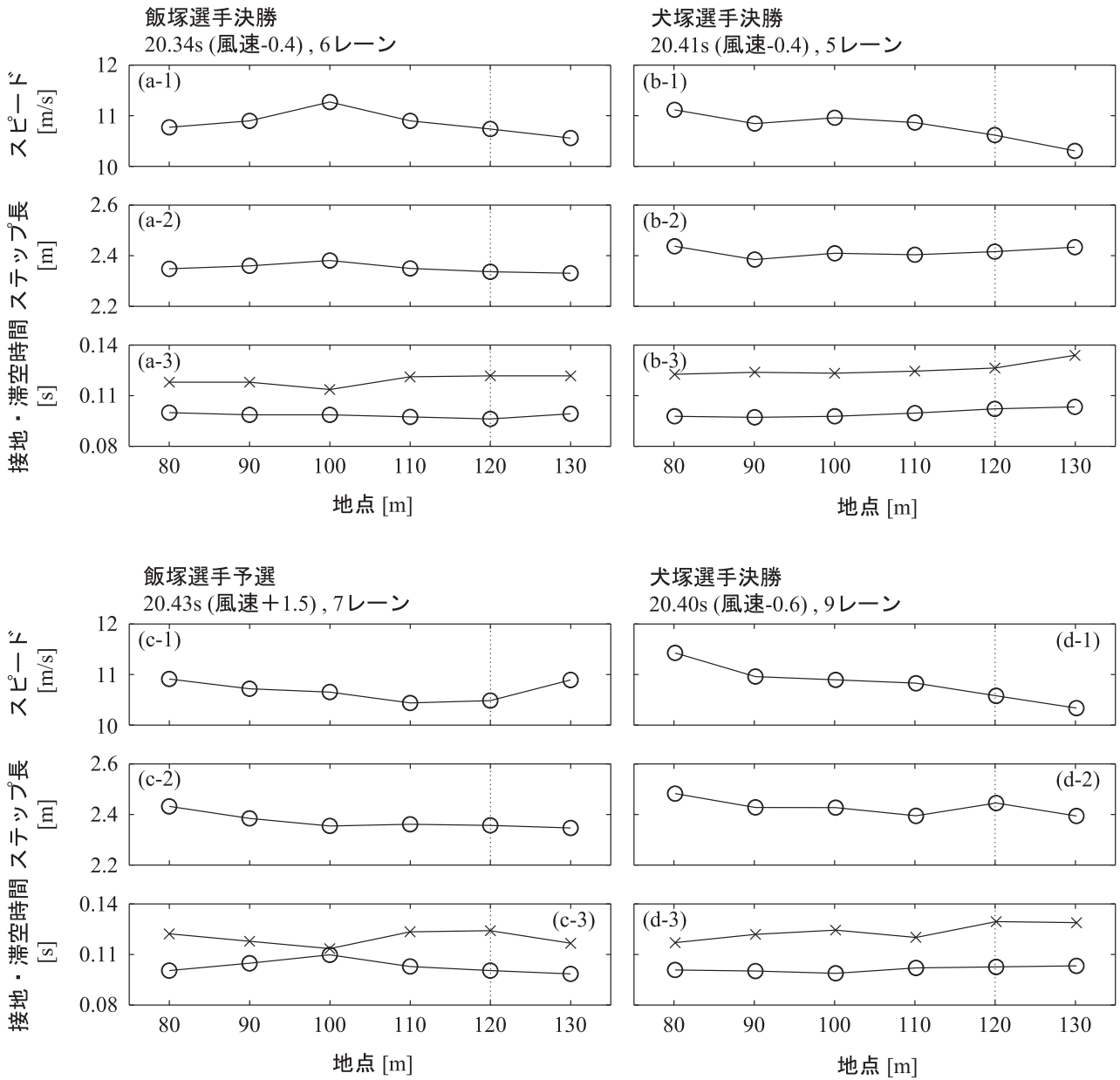


図8 飯塚選手と犬塚選手のスピードおよびステップ変数の変化

(a-1 から a-3) 飯塚選手の決勝

(b-1 から b-3) 犬塚選手の決勝

(c-1 から c-3) 飯塚選手の予選

(d-1 から d-3) 犬塚選手の予選

(a3), (b3), (c3) および (d3) では白抜き丸が接地時間, クロスが滞空時間.