

研究報告

エリート選手とジュニアエリート選手の キックスタートに関する事例的研究

ジュニアエリート選手のパフォーマンス向上の要因について

佐藤 大典¹⁾・水上 拓也²⁾・中筋 勘太³⁾
草薙 健太⁴⁾・高橋 繁浩⁴⁾

A case study of the kick start of elite and junior elite swimmers
Factors contributing to improved performance of junior elite swimmers

Daisuke SATO, Takuya MIZUKAMI, Kanta NAKASUJI,
Kenta KUSANAGI, Shigehiro TAKAHASHI

1. 緒言

競泳のレースは、スタート局面、ストローク局面、ターン局面、フィニッシュ局面より構成される(日本水泳連盟, 2019)。スタート局面は、スタート地点より頭部が15m地点を通過するまでと定義されており、レース中に最も高い速度を獲得することができる(若吉ほか, 2001)。50mのような短距離種目では、スタート局面所要時間が競技記録の25%程度を占める(水藤ほか, 2015)。100m種目における競技記録に対する各局面の貢献度を調査した報告(生田ほか, 2001)では、日本選手権決勝群は日本選手権予選群よりもストローク局面以外の貢献度が高く、その中でも特にスタート局面の重要性が高いと報告している。したがって、競技距離が短いほど競技記録に対するスタート局面の貢献が大きくなり、スタート局面の改善が競技力向上に必要な要因であるといえる。

スタート局面のパフォーマンスを向上させるためには、ブロック期(スタートシグナルから泳者がスタート台を離台するまで)におけるス

タート台から離台した瞬間の身体重心水平速度(以下、「跳び出し水平速度」とする)を高めることが重要である(尾関ほか, 2014; 武田ほか, 2006)。さらにエントリー期(身体の一部が入水してから全身が入水するまで)では、入水姿勢角が小さく、入水迎え角が0度に近い入水方法を行うことにより、入水時に生じる身体重心速度の減速を抑制することが報告されている(尾関ほか, 2010)。また、水は空気よりも密度が高いことから、泳者は抵抗が少ない空中で長い飛距離を獲得することも求められる。

女子国内一流選手と女子大学生選手のキックスタートを比較した報告(尾関ほか, 2016)では、女子国内一流選手の特徴として、高い跳び出し水平速度の獲得よりもブロックタイムを短縮するために、スタート構え時の身体重心位置をより前方にして構えていたことが報告されている。このように、競技レベルが異なる選手のスタート動作を比較することで、エリート選手のスタート動作の特徴を抽出することができ、競技力が低い選手は動作特徴を比較することで、改善点を見つけ自身の競技力向上に繋げる

¹⁾びわこ成蹊スポーツ大学スポーツ学部・²⁾大阪体育大学大学院スポーツ科学研究科

³⁾びわこ成蹊スポーツ大学大学院・⁴⁾中京大学スポーツ科学部

ことができる。

本研究では、成人男子国内一流選手と中学生男子国内一流選手のスタート動作を比較し、中学生男子国内一流選手の競技力向上に向けた改善点について言及することを目的とした。

2. 方法

2.1 対象者

対象者は、日本代表経験のある男子成人選手1名（以下、エリート選手）、全国中学校水泳競技大会にて優勝経験のある男子中学生選手1名（以下、ジュニア選手）とした。実験に先立ち、被験者には本研究の目的および測定内容、危険性について十分に説明を行った後、実験への参加の同意を得た。

2.2 実験試技

試技は屋外プール(50m×8レーン、水深1.5mから3.0m)にて実施し、公益財団法人日本水泳連盟公認のバックプレート付きのスタート台(SEIKO社製)を用いた。被験者は、普段競技会で用いる位置にバックプレートを設置し、キックスタートより15m最大努力泳を実施した。なお、被験者には入水後の動作について、1) クロールでの最大努力泳、2) ストリームライン姿勢の保持の2条件を指示(各1回ずつ)し、本研究では2) ストリームライン姿勢の保持を分析

試技とした。試技順はランダムとし、対象者に実験の前に30分間のウォーミングアップを行わせた。

2.3 撮影およびデータ処理

試技の撮影には2台のハイスピードカメラ(コーチングカム、JVC社製、サンプリング周波数:120Hz、露光時間:1/1000秒)を用いた。ハイスピードカメラを被験者側方のプールサイドおよび水中窓に設置し、試技の撮影を実施した。

撮影した映像より、デジタルソフト(Frame-Dias 6、DKH社製)を用いて、分析範囲における身体特徴点12点(耳珠点、右肩、右肘、右手首、右手部指先、右大転子、左右膝、左右足首、左右足部指先)の位置をデジタル化し、実長換算法にて実座標値を得た。その実座標から阿江ほか(1992)の身体部分係数を用いて身体重心点の座標値を算出した。画像分析により得られた実座標は、プール壁面と水面の堺目を原点とし、対象者の進行方向をX軸、鉛直方向をY軸とした。得られた実座標値は、バターワースローパスフィルタを用いて平滑化を行った。遮断周波数は先行研究(武田ほか、2006; 武田ほか、2007)を参考に7Hzとした。

2.4 算出項目

収集した座標データを用い、以下に示す項目を算出した。なお、その概略図を図1に示した。

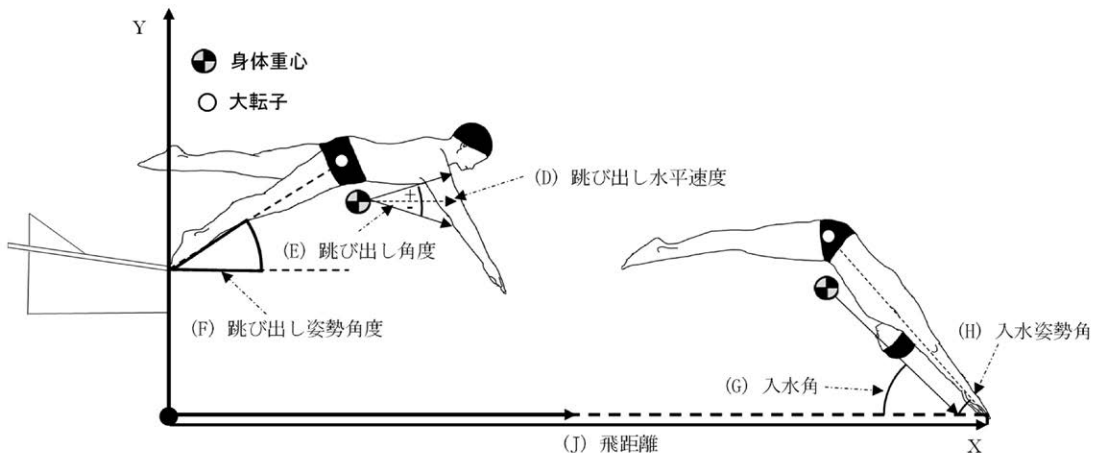


図1 算出項目に関する概略図

- A) 飛び出し時間 (s)：スタートシグナルから前脚がスタート台より離れるまでに要した時間。
- B) 滞空時間 (s)：前脚がスタート台から離れてから、手部指先が水面に着水するまでに要した時間。
- C) 5m通過時間 (s)：スタートシグナルから頭部が5mを通過するまでに要した時間。
- D) 飛び出し水平速度 (m/s)：スタート台から飛び出し瞬間（泳者の足部がスタート台を離れた時点）の身体重心水平速度。
- E) 飛び出し角度 (deg)：スタート台から飛び出した瞬間の身体重心速度ベクトルが水面となす角度。
- F) 飛び出し姿勢角度 (deg)：台上飛び出し時の大転子とスタート台の先端を結ぶ線分が水面となす角度。
- G) 入水角度 (deg)：入水開始時（泳者の手部が入水した時点）の身体重心の速度ベクトルが水面となす角度。
- H) 入水姿勢角度 (deg)：入水開始時の大転子と手部を結ぶ線分が水面となす角度。
- I) 入水迎え角度 (deg)：入水姿勢角度から入水角度を差し引いた角度差。
- J) 飛距離：入水開始時におけるスタート台先端から手部指先までの水平距離。

表1 各算出項目の比較

| 変数名 | 単位 | エリート | ジュニア | 差 |
|----------|-------|------|-------|-------|
| 飛び出し時間 | (s) | 0.72 | 0.78 | -0.07 |
| 滞空時間 | (s) | 0.37 | 0.25 | 0.12 |
| 飛び出し水平速度 | (m/s) | 4.43 | 4.32 | 0.11 |
| 飛び出し角度 | (deg) | 2.0 | -10.0 | 12.0 |
| 飛び出し姿勢角 | (deg) | 45.0 | 30.1 | 14.9 |
| 入水角度 | (deg) | 38.6 | 34.4 | 4.2 |
| 入水姿勢角度 | (deg) | 40.9 | 34.6 | 6.3 |
| 入水迎え角 | (deg) | 2.3 | 0.2 | 2.1 |
| 5m通過時間 | (s) | 1.57 | 1.62 | -0.04 |
| 飛距離 | (m) | 3.28 | 3.08 | 0.20 |

ジュニア選手が3.08mと、エリート選手の方が0.20m高値を示した。これらのことより、エリート選手はブロック期において、高い飛び出し水平速度を獲得し、かつ高い飛び出し角度を維持することでより長い飛距離を獲得していることがわかる。一方で、ジュニア選手は飛び出し角度が大きく負の値を示すことから、水面方向に飛び出していることから、飛距離の減少に繋がったことが推察される。このことより、ジュニア選手は、飛び出し水平速度を高めること、飛び出し角度を0度に近づけ飛距離を獲得することが、ブロック期における競技力向上のための改善点といえる。

3.2 エントリー期について

入水角度は、エリート選手が38.6度、ジュニア選手が34.4度と、エリート選手の方が4.2度大きかった。入水姿勢角度では、エリート選手が40.9度、ジュニア選手が34.6度と、エリート選手の方が6.3度大きかった。入水迎え角度では、エリート選手が2.3度、ジュニア選手が0.2度と、エリート選手の方が2.1度大きかった。尾関ほか(2010)は、入水姿勢角度が小さく、入水迎え角度を0度に近づける入水方法を行うことにより、入水時の減速の抑制に繋がると報告している。本研究では、飛び出し時間ではエリート選手が0.72s、ジュニア選手が0.78sと、飛び出し時間の差は0.06sであったのに対し、5m通過時間ではエリート選手が1.57s、ジュニア選手が1.62sと、5m通過時の時間差は0.05秒と短縮し

3. 結果および考察

表1に各項目の平均値および標準偏差について示した。

3.1 ブロック期について

競泳スタート局面を決定する主な力学的要因は、飛び出し水平速度および入水時における減速である（尾関ほか、2014）。ブロック期におけるスタートパフォーマンスの向上に重要である飛び出し水平速度では、エリート選手が4.43m/s、ジュニア選手が4.32m/sと、エリート選手の方が0.11m/s高値を示した。飛び出し角度では、エリート選手が2.0度、ジュニア選手が-10.0度と、エリート選手の方が12.0度高値を示した。飛距離では、エリート選手が3.28m、ジュニア選手が3.08mと、エリート選手の方が0.20m高値を示した。

ていた。すなわち、ジュニア選手はエリート選手よりも入水時の減速を抑制する入水姿勢であるため、ブロック期から5m通過までの時間差が一定であったと考えられる。

4. まとめ

本研究では、成人男子国内一流選手と中学生男子国内一流選手のスタート動作を比較し、中学生男子国内一流選手の競技力向上に向けた改善点について言及することを目的とした。その結果、ジュニア選手はスタート局面のパフォーマンスを向上させるために、1) 飛び出し水平速度を高めること、2) 飛び出し角度を0度に近づけ飛距離を獲得することが改善点として挙げられた。一方で、入水時の身体姿勢については、エリート選手よりも入水時の減速を抑制する入水姿勢であることが窺えた。

5. 引用・参考文献

- 1) 阿江通良・湯海鵬・横井孝志. (1992) 日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定. バイオメカニズム, 11: 23-33.
- 2) 生田泰志・野村照夫・石川昌紀・奥野景介・松井健・若吉浩二. (2001) 競泳100m種目ではどの局面が重要か? スポーツ方法学研究, 15: 109-117.
- 3) 日本水泳連盟編. (2019) 水泳指導教本三訂

版. 大修館書店.

- 4) 尾関一将・桜井伸二・田口正公. (2014) 競泳におけるキックスタートとトラックススタートの比較: 性差を踏まえたパフォーマンスの検討. 水泳水中運動科学, 17:4-11, 2014.
- 5) 尾関一将・桜井伸二・田口正公. (2016) 女子国内一流競泳短距離選手のキックスタートの運動学的特徴. 大阪体育大学紀要, 47, 79-87.
- 6) 尾関一将・桜井伸二・高橋繁浩・田口正公. (2010) 入水方法の違いが競泳スタートパフォーマンスに与える影響. バイオメカニクス研究, 14, 12-19.
- 7) 武田剛・市川浩・杉本誠二・三輪飛寛・椿本昇三・野村武夫. (2007) 競泳グラブスタートの飛び出し角度に影響を与える動力学的要因. バイオメカニクス研究, 11:183-197.
- 8) 武田剛・市川浩・杉本誠二・野村武男. (2006) 競泳スタートにおける飛び出し角度の変化が飛び出し速度, 飛距離とブロックタimeに与える影響. 体育学研究, 51: 515-524.
- 9) 若吉浩二・劉華・森弘暢・福本隆行・小野桂市. (2001) 日本選手権における競泳100m自由形レースにおける泳速度とストローク変数の変化に関する研究. スポーツ方法学研究, 14: 31-40, 2001.