

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 16 日現在

機関番号：33902

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26750286

研究課題名(和文)競泳スタートにおける飛び出しから入水後までの定量的評価法の確立

研究課題名(英文) Establishment of a quantitative evaluation of the kick-start technique in competitive swimming

研究代表者

水藤 弘史 (Suito, Hiroshi)

愛知学院大学・心身科学部・准教授

研究者番号：10513145

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：レースにおける競技記録とスタート局面との関係を検討するとともに、飛び出しから入水後までの動作を捉える定量的評価システムを構築することを目的とした。
100m種目において、全ての種目でスタート局面と競技記録との間に有意な関係があることがわかった。一方、飛び出しから入水に至る動作を捉える撮影システムを構築して測定したものの、入水局面では分析誤差が大きく現れるため、定量的な評価が困難であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to investigate the relationship between 100 m race time and 15 m time (start phase) in competitive swimming and to establish a quantitative evaluation system to capture the kick-start motion from take-off to after entry in the water. It was found that there were significant relationships between the start phase and the swimming performance in the 100 m events (freestyle, breaststroke, backstroke and butterfly). On the other hand, although this study developed a system to capture the kick-start motion, it was suggested that quantitative evaluation of entry into the water phase was difficult.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：水泳 キックスタート バイオメカニクス パフォーマンス 速度・加速度

1. 研究開始当初の背景

競泳において、スタートは最も高い速度を獲得することができる局面である。特に、短距離種目ではスタート局面(15 m)が全体の距離に対して占める割合が高くなるため、スタートの成否がパフォーマンスに与える影響は大きいといえる。また、100分の1秒を競うトップレベルの選手ではスタートシグナルからの素早い反応や高い飛び出し速度、入水後における減速の抑制の改善が求められる。

近年、競泳ではバックプレート付きの新スタート台が導入され、バックプレートを利用したスタート(以下、キックスタート)が一般的となった。このキックスタートは、従来のスタートと比べ、スタートシグナルから飛び出しまでの反応時間が有意に短くなるとともに、飛び出し水平速度が向上すると報告されている。スタート局面は、泳者の空間的状态によってブロック期、フライト期、エントリー期、グライド期と細分化されている。これまで競泳スタートに関するバイオメカニクス研究の多くは、スタート台上からの飛び出し、入水直前までのブロック期とフライト期の動作に関する研究が多い。しかしながら、スタート局面は、エントリー期やグライド期の入水や水中での動作の影響も大きい。そのため、スタート台を飛び出してから入水後までを一連の動作として捉える必要がある。

このように、競泳スタートについて、飛び出しから入水後までの動作を一連動作として捉え、定量的に評価することができれば、スタートの練習やトレーニングに有用な知見をもたらすだろう。

2. 研究の目的

競泳スタートのパフォーマンスを評価する方法として、身体重心や身体の特定位点の速度や加速度の様相を調べる必要がある。速度や加速度を測定する方法としては、画像分析法や加速度計を用いることが考えられる。本研究では、画像分析法や加速度計を用いて飛び出しから入水後までの速度や加速度の測定法を確立することである。

3. 研究の方法

(1) 競技記録とスタート局面の関係の検討

本研究では、スタート局面と競技記録との関係について検討するため、近代4泳法の100m種目について競技記録とスタート局面の通過時間との関係について調べた。対象は、2012年から2014年の日本選手権100m種目に出場した男女231名とした。競技記録については、正式時間を採用し、スタート局面の通過時間については、スタートシグナルから15mの頭部通過時間を録画したビデオ映像から分析した。

(2) 入水局面を分析するための測定法

競泳スタートは、ブロック期、フライト期、

エントリー期、グライド期と細分化されており、スタート台を飛び出してから入水後までの様相を一連の動作として捉えることがスタートを指導する上で必要となる。本研究では、競泳スタートにおける飛び出しから入水後までの動作を一連の動作として捉えるとともに、運動学的特徴を定量的評価するための測定法の開発を試みた。

加速度計を用いた測定法

競泳のスタートでは、入水する際、大きな水しぶきが発生する。そのため、画像で身体各部の様子を捉えることが困難となる。そこで本研究では、加速度計を用いて飛び出しから入水後までの加速度の様相を検討することとした。対象は、大学水泳部に所属する男子競泳選手1名とした。対象者の腰部に加速度計を貼付し、全力でのキックスタートを実施させた。

画像分析を用いた測定法

本研究では、水しぶきや泡が生じても身体各部の位置を把握することができるよう自立式発光マーカーを用いて飛び出しから入水後までの速度の様相を検討することとした。対象は、大学水泳部に所属する女子競泳選手5名とした。全ての対象者には、身体各部5点(左肩峰、左大転子、左大腿骨外側上顆、右大腿骨内側上顆)に自立式発光マーカーを貼付した。対象者の側方に、水上および水中にカメラを設置した。2台のカメラの映像をビデオミキサーにより上下1画面に合成し、録画した。得られた映像から、動作分析ソフトを用いて、飛び出しから入水後までの身体各部5点をデジタル化し、身体各部の2次元座標値を得た。今回は、入水局面を評価することが可能かを検討するため、左大転子1点を用いて、その変位データから速度を求めた。速度の算出方法としては、左大転子の変位データを一次の数値微分することで、速度を算出した。

4. 研究成果

(1) 競技記録とスタート局面の関係

表1に、各種目における男女の競技記録とスタート局面通過時間との結果を示す。競技記録とスタート局面との間には、全ての種目において有意な相関関係($p < 0.001$)が認められた。男子では、背泳ぎ種目において高い相関係数がみられたのに対し、女子では平泳ぎ種目において高い相関係数がみられた。競技種目に応じて性差がみられる可能性があると考えられる。以上のことから、100m種目については、スタート局面の競技記録に与える影響が大きいことを示唆する結果を得ることができた。

表 1 各種目における 15m 通過時間と 100m 記録との関係

	男子 (n=113)	女子 (n=117)
クロール	競技記録 (s): 50.80 ± 0.88 スタート局面通過時間 (s)	競技記録 (s): 57.24 ± 1.10 スタート局面通過時間 (s)
平均時間 (s)	5.91	6.89
標準偏差 (s)	0.21	0.22
r 値	0.481	0.607
背泳ぎ	男子 (n=124) 競技記録 (s): 56.26 ± 1.38 スタート局面通過時間 (s)	女子 (n=134) 競技記録 (s): 63.31 ± 1.30 スタート局面通過時間 (s)
平均時間 (s)	6.59	7.69
標準偏差 (s)	0.20	0.30
r 値	0.642	0.618
平泳ぎ	男子 (n=142) 競技記録 (s): 62.38 ± 1.13 スタート局面通過時間 (s)	女子 (n=124) 競技記録 (s): 70.41 ± 1.61 スタート局面通過時間 (s)
平均時間 (s)	6.86	8.17
標準偏差 (s)	0.24	0.27
r 値	0.554	0.685
バタフライ	男子 (n=128) 競技記録 (s): 54.08 ± 1.03 スタート局面通過時間 (s)	女子 (n=120) 競技記録 (s): 61.21 ± 1.13 スタート局面通過時間 (s)
平均時間 (s)	5.96	7.05
標準偏差 (s)	0.22	0.24
r 値	0.477	0.506

(2) 飛び出しから入水後までの測定について

加速度計による測定

本研究では、飛び出しから入水後までの運動学的特徴を定量的に示すため、無線式の加速度計を対象者の腰部に貼付して計測を行った。しかしながら、加速度計のデータを受信することが困難であり、入水直後に受信データが途絶えてしまう状況が生じた。そのため、無線式の加速度計を使用して測定することは現時点で困難であるといえる。

画像分析を用いた測定

上記の理由から、飛び出しから入水後までの運動学的特徴を定量的に示すために、加速度計ではなく、画像分析法を用いることとした。

図 1 は、本研究で開発した撮影システムによって得られた画像である。飛び出しから入水後までの動作を一画面で表示し、確認することができる。

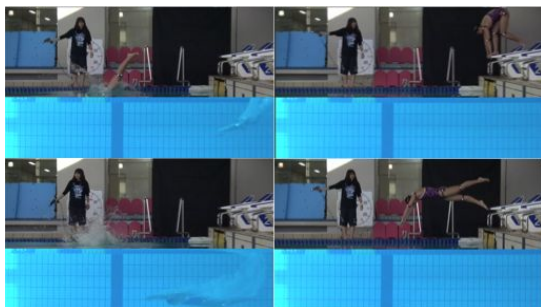


図 1 撮影映像の一例

図 2 に、飛び出しから入水後 7.0 m までの大転子の水平方向への変位を示したものである。時間とともに移動距離が増加していた。図 2 に、大転子の水平方向の速度変化を示した。飛び出し水平速度のピーク値は、4.0 m/s

付近を示していた。しかしながら、1.2 秒から 1.3 秒付近において急激な速度低下がみられた。ここは、陸上と水中の映像から取得したデータが切り替わる入水局面である。

図 3 に、入水局面における大転子の変位データを示した。白抜ききのマーカーが陸上のデータであり、塗り潰しのマーカーが水中のデータである。陸上と水中に切り替わった直前直後の変位データをみると、変位データに歪みが生じていることがわかる。この歪みの影響により、入水局面での速度が大きく低下を示したといえる。したがって、水上と水中のスタート動作については、それぞれ評価できるものの、入水動作を含めて評価するためには、歪みを取り除く処理が必要になるだろう。この歪みについては、水上と水中の画角やキャリブレーションの方法といった設定の問題があるとともに、分析方法についても今後、検討する必要がある。

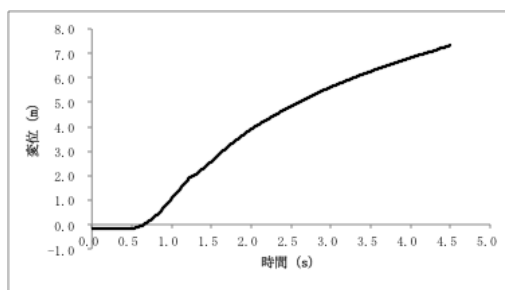


図 2 大転子の水平方向への変位データ

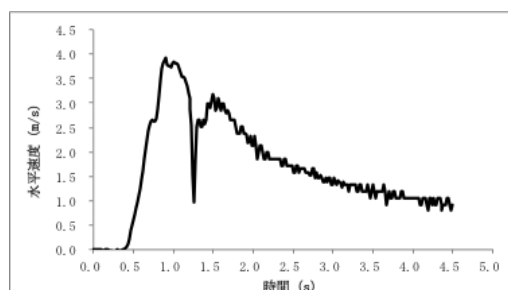


図 3 大転子の水平速度データ

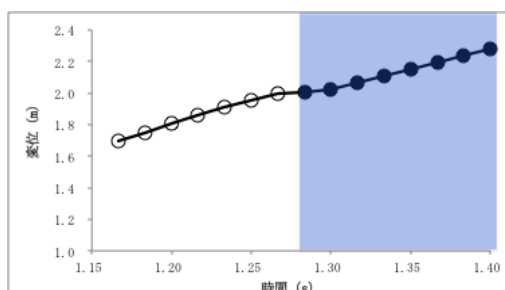


図 4 入水局面における大転子の水平方向への変位データ

本研究によって、100m 種目におけるスタート局面の重要性が示された。また、飛び出しから入水後までのスタート動作を撮影することは可能となった。しかしながら、定量的

に評価するためには、陸上から水中へと切替る入水局面で生じる歪みの処理方法を解決する必要がある。今後の課題として、場面が移り変わるような際の撮影および分析方法を検討したい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Hiroshi Suito, Hiroyuki Nunome, Yasuo Ikegami, Relationship between 100 m race times and start, stroke, turn, finish phases at the freestyle Japanese swimmers, The 33rd International Conference on Biomechanics in Sports Proceedings, 査読有, 33, 2015, 178-181.

〔学会発表〕(計 2 件)

水藤弘史、池上康男、4 泳法における 100m 種目の競技記録とスタート、ストローク、ターン、フィニッシュ局面との関係、第 28 回日本トレーニング科学会大会、2015 年 11 月 14 日・15 日、鹿屋体育大学(鹿児島県鹿屋市)。

Hiroshi Suito, Hiroyuki Nunome, Yasuo Ikegami, Relationship between 100 m race times and start, stroke, turn, finish phases at the freestyle Japanese swimmers, 33rd International Conference on Biomechanics in Sports, 2015 年 6 月 29 日～7 月 3 日, Poitiers (France).

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

水藤 弘史 (SUITO, Hiroshi)
愛知学院大学・心身科学部・准教授
研究者番号：10513145

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()