

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 9 月 7 日現在

機関番号：34411

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25750314

研究課題名(和文)競泳における選手の体力特性に着目したスタート方法の提案，効果検証

研究課題名(英文)Proposal of activation method focused on physical strength characteristics of athlete during swimming, effect verification

研究代表者

尾関 一将(Ozeki, Kazumasa)

大阪体育大学・体育学部・准教授

研究者番号：90535113

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)：競泳スタート時におけるスタート台に作用する力を手部，足部それぞれ独立して測定し，評価する方法を確立することができた。

大学生以上の男子および女子競泳選手において新しいスタート台を用いたキックスタートを用いることの優位性が明らかとなった。また，女子一流競泳短距離選手のキックスタートの特徴として，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姿勢の身体重心位置を前方向にして構えていることを報告した。これらのスタート開始時の構えにおいて，スタート構え時の前方向の脚における等尺性最大脚筋力が大きいほど，跳び出し水平速度が高く，5m通過時間が有意に短かったことが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：We established a method which measures and evaluates forces acting on a starting platform from hands and feet independently.

We found an advantage of the kick-start using new starting platform in college and higher level male and female competitive swimmers. Moreover, we reported characteristics of the kick-start in elite female sprint swimmers. Their centers of gravity of whole body were located forward at the starting set position to shorten the block time rather than to get the higher horizontal velocity at take-off. Swimmers who have the greater isometric maximum muscle strength of the front leg at the set position had higher horizontal velocity at take-off and shorter 5m time.

研究分野：スポーツバイオメカニクス

キーワード：競泳 キックスタート 体力特性 等尺性最大脚筋力

1. 研究開始当初の背景

(1) 国際水泳連盟の施設規定が変更され、国際大会におけるバックプレート付きスタート台の採用が決定された。このスタート台は、競技者の好きな位置にスタートブロックを設置することができ、スタートを行う際に、後ろ脚をバックプレートに置く事によって、跳び出し時に後ろ脚でスタート台を蹴り易くする事を目的としている。

このスタート台の変更により従来のスタート台を用いたスタート方法との比較を行った研究がいくつか行われた。しかしながら、競技力向上を目的として検討を行った研究は尾関ら(2012)の報告のみであり、現場の指導者、研究者の間で実践的研究の必要性が指摘されている。

(2) スタート台の変更によって、スタート跳び出し時に後ろ脚がスタートブロックを水平に蹴りだすことができるため、跳び出し速度の増加や跳び出し角、跳び出し身体角が今までのスタートと異なることが考えられたが、そのような報告はない。つまり、スタート台にバックプレートが付いたものの、従来のスタートと同様な動作及び意識でスタートを行っているため、バックプレートを有効に用いることができていない可能性が高い。さらに尾関ら(2012)は性差や年齢によって生じる脚筋力の差により、性別、年齢による最適なスタート方法は異なることを示唆しており、脚筋力などの体力要因も踏まえた検討も必要である。

2. 研究の目的

(1) 競泳スタートにおけるキネティクスデータの取得方法の確立することで、競技力向上のためのスタート方法の模索を行う。

(2) 性別、年齢に応じた競技力向上を目的としたスタート方法の提案を行うことで競技力向上の一助とする。

(3) 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を明らかにすることで競技力向上の一助とする。

3. 研究の方法

(1) 大学競泳選手を対象として、スタート台上からのキックスタートを行わせた。傾斜 10 度の特注スタート台上の前後に防水小型フォースプレート(TF-2050-W, テック技販製)およびスタート台前面の左右に防水 3 軸力覚センサ(TL3B05-500N, テック技販製)を設置し、スタート台上動作時の力を 500Hz で測定した。得られた力データ(スタート方向の前後成分)を時間積分し、身体質量で除すことで被験者の速度変化量を算出した。

床反力データより算出された速度変化量の妥当性の検証を行うために、1 台のハイ

スピードビデオカメラ(TS3-100L, FASTEC IMAGING 社製)を用いて、撮影スピード毎秒 100 コマ、露光時間 1/2000 秒でスタート試技の撮影を行った。本研究では、スタート台が設置してあるプールサイドの壁と静止水面位置が交わる点を原点とし、被験者の進行方向である水平方向を X 軸、X 軸に直交する上向き方向を Y 軸とする静止座標系を設定し、スタート試技を二次元的に解析した。被験者の右側の耳珠点、中手指節関節、手関節、肘、肩峰、大転子、膝、外果および左側の膝、内果の 10 点に、黒いビニールテープを貼り、その上に白い半球体発泡スチロールマーカーを貼付した。CCD ビデオカメラで撮影した映像はパーソナルコンピュータに取り込み、画像分析ソフト(DKH 社製, FRAME-DIAS)を用いて手動デジタイズを行い、実長換算法を用いて被験者に貼付したマーカーの実座標を算出した。その実座標から阿江ら(1992)の身体部分係数を用いて身体重心点の座標を算出した。画像分析により得られた実座標データはバターワースデジタルフィルターを使用し、データの平滑化を行った。

(2)(3) 日本水泳連盟公認の室内プール、SEIKO 社製公認スタート台と同じ形状のスタート台を用いて 25m クロール最大努力泳をバックプレートの有無で各 2 回行わせた。なおバックプレートの位置は被験者の任意とした。電氣的に同期させた 3 台の CCD ビデオカメラ(DXC-990, SONY 社製)を用いて、撮影スピード毎秒 60 コマ、露光時間 1/1000 秒でスタート試技の撮影を行った。本研究では、スタート台が設置してあるプールサイドの壁と静止水面位置が交わる点を原点とし、被験者の進行方向である水平方向を X 軸、X 軸に直交する上向き方向を Y 軸とする静止座標系を設定し、スタート試技を二次元的に解析した。被験者の右側の耳珠点、中手指節関節、手関節、肘、肩峰、大転子、膝、外果および左側の膝、内果の 10 点に、黒いビニールテープを貼り、その上に白い半球体発泡スチロールマーカーを貼付した。CCD ビデオカメラで撮影した映像はパーソナルコンピュータに取り込み、画像分析ソフト(DKH 社製, FRAME-DIAS)を用いて手動デジタイズを行い、実長換算法を用いて被験者に貼付したマーカーの実座標を算出した。その実座標から阿江ら(1992)の身体部分係数を用いて身体重心点の座標を算出した。画像分析により得られた実座標データはバターワースデジタルフィルターを使用し、データの平滑化を行った。

4. 研究成果

(1) 床反力データより算出された被験者 1 名の跳び出し水平速度は 4.29m/s であり、四

肢それぞれから得られた水平速度の貢献は右手 0.11 m/s(2.5%), 左手 0.19m/s(4.3%), 前脚 1.48m/s(34.6%) および後脚 2.51m/s (58.6%)であった。また床反力データより算出された速度変化量は高速度カメラを用いて算出された身体重心速度とおおむね一致した。これらの結果から、後脚の発揮する力が跳び出し水平速度に大きく貢献していること、また手部における力発揮に左右差がある可能性が示唆された。

(2) キックスタートとトラックスタートにおける運動学的変量の差において、男子選手および女子選手どちらにおいてもキックスタート(K)はトラックスタート(T)と比べ15m通過時間は有意に短かった(男子K:6.78±0.33, T:6.92±0.34, p<0.01, r=.83, 女子K:7.60±0.29 sec, T:7.70±0.26 sec, p<0.01, r=.65)。

男子競泳選手においてキックスタートはトラックスタートと比較して、跳び出し速度が平均0.19±0.30m/s 向上, ブロックタイムが平均0.04±0.02sec 短縮, 15m 通過時間が0.14±0.10sec 短縮された。女子競泳選手では跳び出し水平速度が平均0.10±0.12m/s 向上, ブロックタイムが平均0.02±0.02sec 短縮, 15m 通過時間が0.11±0.08sec 短縮された。これらの変量において性差による統計学的な違いは認められなかった。(Table.1)

Table 1. The kinematic variables (Kick - Truck) in gender differences in start phase

Kinematic variables (∠Kick - Truck)	Male (mean±SD)	Female (mean±SD)	p
Horizontal velocity at take-off (m/s)	0.19±0.30	0.10±0.12	n.s
Block Time (s)	-0.04±0.03	-0.02±0.02	n.s
15m Time (s)	-0.14±0.10	-0.11±0.08	n.s

Values are means ± SD. p; Two-way analysis of variance (Kick start vs Track start).

バックプレート付きスタート台によって女子競泳選手においても跳び出し水平速度が向上することから、大学生以上の男女競泳選手においては、キックスタートを用いることを推奨する。

(3) 一流選手と大学選手における各種運動学的変量の比較を Table 2. に示した。跳び出し速度, 跳び出し角, スタート姿勢の身体重心位置, ブロックタイムおよび 15 m 通過時間に有意な差が認められた。女子国内一流競泳短距離選手のスタートの特徴として、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姿勢の身体重心位置を前方向にして構えていることが明らかとなった。

Table 2. The result of variables during start phase

Kinematic variables	Elite swimmer(n=1)	College swimmer(n=10) (mean±SD)	p
Horizontal velocity at take-off (m/s)	3.92	3.95 ± 0.16	n.s.
Speed at take-off (m/s)	3.96	4.16 ± 0.24	p < 0.05
Angle of projection at take-off (degree)	-8.4	-16.4 ± 6.5	p < 0.01
Attitude angle at take-off (degree)	38.5	33.5 ± 7.2	n.s.
Entry angle (degree)	42.0	41.1 ± 5.7	n.s.
Attitude angle on entry (degree)	42.2	39.1 ± 5.0	n.s.
Angle of attack on entry (degree)	0.2	-2.1 ± 6.8	n.s.
Horizontal coordinates for start position (cm)	16.1	27.0 ± 4.5	p < 0.01
Attitude angle at start position (degree)	77.8	87.1 ± 4.9	p < 0.01
Block Time (s)	0.60	0.73 ± 0.04	p < 0.01
15m Time (s)	6.96	7.60 ± 0.2	p < 0.01

" p " indicates p value of one sample t-test (Elite swimmer vs College swimmer)

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2件)

尾関一将, 桜井伸二, 田口正公, 競泳におけるキックスタートとトラックスタートの比較 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, 査読有, vol.17-1, 2014, 4-11

https://www.jstage.jst.go.jp/article/swex/17/1/17_4/article/-char/ja/

尾関一将, 桜井伸二, 田口正公, 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, 査読有, vol.47, 2016, 79-88

〔学会発表〕(計3件)

Kazumasa Ozeki, Shinji sakurai, Relation between the 15m time and the kinematic variables of the swimming kick start, 1st Asia-Pacific conference on Coaching science, 2014 月 7 月 12 日, Japan

水藤弘吏, 尾関一将, 池上康男, 女子競泳選手における前後脚の違いがキックスタートのパフォーマンスに与える影響, 日本体力医学会大会 2016 年 9 月 24 日, いわて県民情報交流センター(岩手)

尾関一将, 水藤弘吏, 浦田達也, 野村照夫, 桜井伸二, 競泳キックスタートにおける力の測定 手部, 足部分離型力量計による測定, 日本体育学会, 2016 年 8 月 25 日, 大阪体育大学(大阪)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況（計0件）

〔その他〕

6．研究組織

(1)研究代表者

尾関 一将 (Kazumasa Ozeki)
大阪体育大学・体育学部・准教授
研究者番号：90535113

(2)連携研究者

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

桜井 伸二 (Shinji Sakurai)
中京大学・スポーツ科学部・教授
研究者番号：20144173

(3)研究協力者

浦田 達也 (Tatsuya Urata)