

令和 3 年 6 月 18 日現在

機関番号：33111

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K13156

研究課題名（和文）背泳ぎスタート技術向上を促すフィードバックシステムの開発とトレーニングへの応用

研究課題名（英文）Development of feedback system for improving backstroke start performance in competitive swimming

研究代表者

奈良 梨央 (Nara, Rio)

新潟医療福祉大学・健康科学部・助教

研究者番号：70708148

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、下肢関節伸展のタイミングの違いにより、背泳ぎスタートパフォーマンスにどのような影響を与えるかを検討した。対象者は選手11名とし、スタート時に股関節伸展後に膝関節伸展（KAH）、股関節と膝関節の同時伸展（SHK）、股関節伸展前に膝関節伸展（KBH）の3つを用いた。最も5mタイムが短いのはKAHであり、足離れ時の大転子垂直位置は、KAHとSHKがKBHよりも高く、KAHでは、指先から大転子が水中に入るまでの水平距離である入水範囲が最も短かった。この結果から、KAHは足離れ後のアーチ姿勢をとりやすくし5m通過時間を短縮するホールエントリーを可能にすることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

背泳ぎスタートルールの改正後、スタート合図前の構えに関する研究が中心に進められてきた。従って、スタート合図後の動きに着目する本研究の遂行ができたことにより、背泳ぎスタート局面全体の動作を記述することができた。その上、至適な股関節伸展角度を明らかにできた点は、評価指標を示すコーチングとは一線を画しており、競技者に合わせたコーチングを可能にすることが考えられる。さらに、これらの研究結果は、スイミングクラブや学校体育など、水泳指導の現場に取り入れることができることが考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study investigated how the difference in the timing of the extension of the joints of the lower limbs during take-off affects the backstroke start performance. Eleven backstroke swimmers performed three lower-limb joint extension sequences of backstroke start: knee extension after hip extension (KAH), simultaneous hip and knee extension (SHK), and knee extension before hip extension (KBH). The shortest 5-m time was performed at KAH. The greater trochanter (GT) vertical positions at toe-off were higher at KAH and SHK than at KBH. KAH had a shorter entry range, defined as the horizontal distance from the fingertip (FT) to the GT entry in the water, than KBH and SHK. The results suggested that KAH makes it easier to take the arched-back posture after toe-off, allowing the performance of a hole-entry technique that reduces the entry range and the 5-m time.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：競泳 背泳ぎ スタート技術 関節伸展

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

競泳におけるスタート局面は、ストローク、ターン、フィニッシュと比較して、競技種目の中で最も速い局面であるため、レースの中で最も重要な要素の一つである。また、4泳法の中で、背泳ぎは唯一、水中からスタートする種目であり、スタート時に滑る恐れがあった。しかし、2014年、ルール改正により、Back Stroke Ledge (BSL) が導入され、滑るリスクが軽減された。

BSLの導入以来、BSLの使用した背泳ぎスタートに関する研究が進められており、跳び出し角度が大きくなる(De Jesus et al., 2016; Ikeda et al., 2017)ことや入水距離が長くなる(Barkwell and Dickey J., 2018)ことが明らかされている。これまでの背泳ぎスタートに関する研究の多くは、スタート合図前の構え姿勢や足離れ後の局面に多くが着目されており、足離れ前の下肢関節伸展のタイミングの違いが、スタートパフォーマンスに与える影響を調べた研究は非常に少ない。

先行研究において、スタート後の入水技術を調べた結果、跳び出し後、アーチ姿勢を取り、1点入水することが、5m通過時間を決定する最も重要な要素であることを示した(武田ら., 2011)。さらに、背泳ぎの専門選手と非専門選手で、スタート動作を比較した結果、専門選手の方が、スタート合図後、より早い段階で、速い速度で股関節を伸展させ、足離れ時の股関節の位置が高いということを報告した。以上の結果から、足離れ時前において、早い段階で股関節伸展を開始した方が、足離れ後のアーチ姿勢をとれることに繋がることを示唆した(Takeda et al., 2014)。さらに、我々の先行研究では、スタート合図後、股関節伸展から膝関節伸展までの時間差が大きい選手は、5m通過時間が短いことを示した(奈良ら, 2015)。これらの先行研究から、股関節伸展後に膝関節伸展をすることがスタート動作の重要な因子の一つであることが示唆された。しかし、これらの先行研究は、対象者間での比較をしたものであり、対象者内での比較、検討をされたものではなかった。

### 2. 研究の目的

本研究では、股関節および膝関節伸展のタイミングの違いが、BSLを使用して行う背泳ぎスタートのパフォーマンスにどのような影響を与えるのかを明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

本研究では、大学競泳選手11名(男性7名、女性4名)を対象とし、スタート合図後、次のような下肢関節伸展のタイミングで跳び出すように指示した。

- 1) 股関節を先に伸展し膝伸展を伸展する方法  
Knee extension After Hip extension (KAH)
- 2) 股関節と膝関節を同時に伸展する方法  
Simultaneous Hip and Knee extension (SHK)
- 3) 股関節の伸展前に膝関節を伸展する方法  
Knee extension before hip extension (KBH)

本実験において、背泳ぎスタートに関する動作を矢状面にて記録し、背泳ぎスタート中のデータについて、三次元動作解析システムを用いて撮影した。測定点は頭頂・耳珠点・胸骨上縁・第7頸椎・概則上腕骨上踝・肘・手首・中手指節間関節・肋骨下端・大転子・大腿骨外側上踝・外側踝・小指球・踵骨の14か所とし、自発光マーカーを装着した。スタートの際には、水中での動きの影響を少なくするために、5mを過ぎるまで、推進力が生まれるようなキック動作は一切行わないよう指示した。スタート動作についてキネマティクスのデータを利用して、分析した。

### 4. 研究成果

5m通過時間では股関節を先に伸展させるようなKAHが一番短い値を示し、次にSHK、KBHの順であった。さらに、KAHの試技では、指先が入水する際の大転子の垂直位置を高くし、1点入水ができていたことから、3試技の中で最も高いパフォーマンスであることが明らかとなった。

以上の結果から、足離れ時に股関節の後に膝関節を伸展することで、足離れ後のアーチ姿勢が取りやすくなり、入水範囲を小さくした1点入水が可能となり、5m通過時間の短縮に繋がることが示唆された。さらに、KAHでは、入水範囲と5m通過時間(図1)、足離れ時における大転子の垂直位置と入水範囲(図2)、手先が入水する時の大転子の垂直位置と入水範囲との間に有意な相関関係(図3)が認められた。先行研究や指導書に、背泳ぎのスタートパフォーマンスに影響する重要な要素の一つとして、入水技術があげられ、跳び出した後にとるアーチ姿勢は、入水範囲を小さくし、1点入水を行うために重要な要素ということが言われている。これらの先行研究や本研究の結果を踏まえると、KAHのように股関節を膝関節よりも先に伸展してスタートすることは、5m通過時間だけでなく入水範囲も狭くなることが考えられる。

さらに、背泳ぎスタートに影響を与えると考えられている跳び出し時の水平速度に関しては、全ての試技間で有意な差は認められなかった。これまでの多くの先行研究では、足離れ時の水平速度がスタートパフォーマンスに影響を与える要因である可能性を示唆している。しかし、先行

研究においても背泳ぎの専門選手と非専門選手との間で、足離れ時の水平速度に差はなく、専門選手の方が、5m 通過時間がより短いことを明らかにしている。加えて、足離れ時よりも前に股関節伸展を早い段階で開始することが、アーチ姿勢をとることができ、1点入水を行うための重要な要素であることが示唆された。以上のことから、背泳ぎのスタートでは足離れ時で高い水平速度を得ることよりも、足離れ後の動作が重要であることが示唆された。

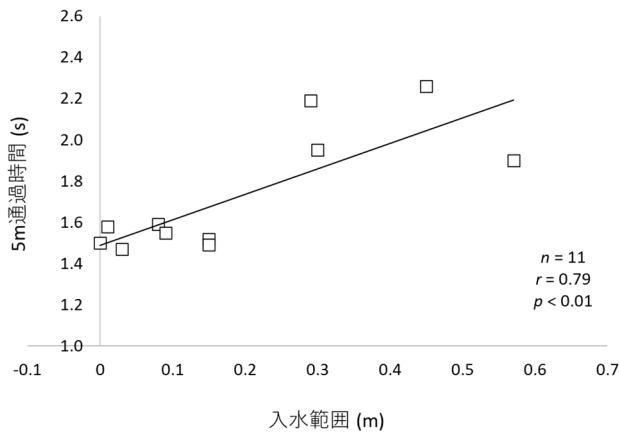


図 1. KAH のスタートによる入水範囲と 5m 通過時間の関係

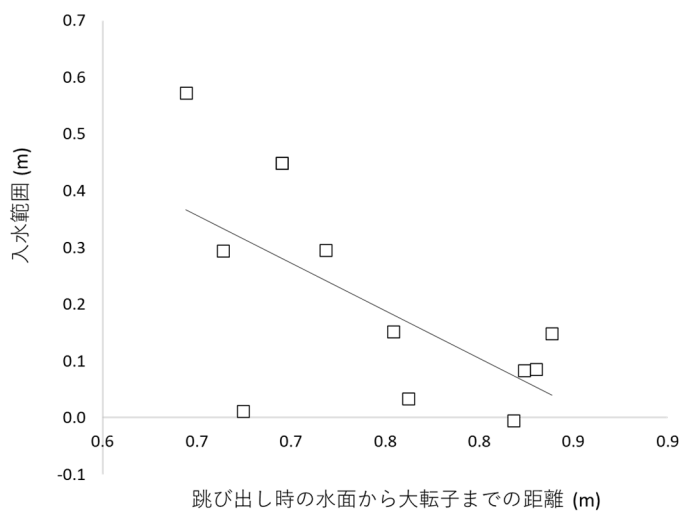


図 2. KAH のスタートによる飛び出し時の水面から大転子までの距離と入水範囲の関係

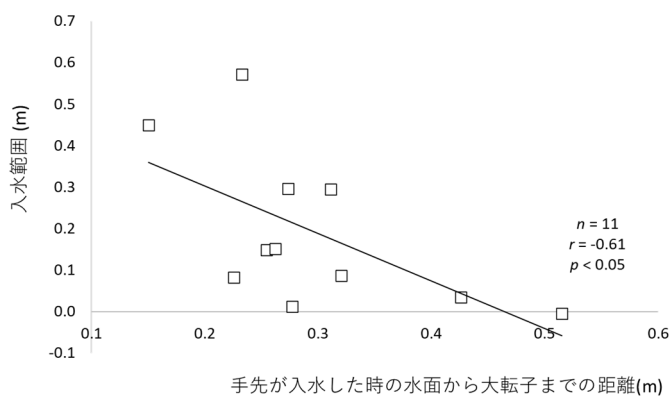


図 3. KAH のスタートによる手先が入水した時の水面から大転子までの距離と入水範囲の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Nara Rio, Ikeda Yusuke, Shimojo Hirofumi, Sato Daisuke, Ichikawa Hiroshi, Baba Yasuhiro, Shimoyama Yoshimitsu	4. 巻 -
2. 論文標題 Does different timing of hip and knee joint extension during take-off affect backstroke start performance?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sports Biomechanics	6. 最初と最後の頁 1~12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Rio Nara, Daisuke Sato, Shunta Yasui, Hiroshi Ichikawa, Yasuhiro Baba, Yoshimitsu Shimoyama
2. 発表標題 The optimal timing of knee extension in backstroke start
3. 学会等名 The XIIIth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming（国際学会）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究協力者	下山 好充  (Shimoyama Yoshimitsu)	新潟医療福祉大学・健康スポーツ学科・教授  (33111)	
研究協力者	佐藤 大輔  (Sato Daisuke)	新潟医療福祉大学・健康スポーツ学科・教授  (33111)	
研究協力者	池田 祐介  (Ikeda Yusuke)	新潟医療福祉大学・健康スポーツ学科・准教授  (33111)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	下門 洋文  (Shimojo Hirofumi)	新潟医療福祉大学・健康スポーツ学科・講師  (33111)	
研究協力者	馬場 康博  (Baba Yasuhiro)	新潟医療福祉大学・健康スポーツ学科・講師  (33111)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関