

氏 名 (本籍)	本 間 三和子 (新 潟 県)		
学 位 の 種 類	博 士 (体育科学)		
学 位 記 番 号	博 乙 第 2368 号		
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当		
審 査 研 究 科	人間総合科学研究科		
学 位 論 文 題 目	シンクロナイズドスイミングにおける推進技術の動作特性と指導観点		
主 査	筑波大学教授	医学博士	野 村 武 男
副 査	筑波大学准教授	博士 (工学)	高 木 英 樹
副 査	筑波大学准教授	博士 (学術)	藤 井 範 久
副 査	筑波大学教授	教育学博士	田 中 喜代次
副 査	筑波大学准教授		白 木 仁

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

### (目的)

シンクロナイズドスイミングでは、スカーリング（腕のかきによって推進力を生む動作）やエッグビーターキック（膝を支点として下腿を左右交互に巻いて推進力を生む立ち泳ぎの一種）といった推進技術によって上方への推進力を得、身体の一部を水上に保持し、さまざまな表現動作を可能にしている。スカーリングとエッグビーターキックはシンクロナイズドスイミングの技と動作を行うために不可欠の基本技術であり、これらは技の優劣を左右する重要な技術である。これまで、推進技術に関して、流体力学的理論からのテクニクの解説や、経験から記述された指導法や技術解説は数多くなされており、基本的な技術指導ポイントについては共通見解が示されている。しかし、それらの記述は実験的研究によって検証されておらず、また、初心者や初級者の競技水準での指導上有用な示唆にとどまっている。そして、過去になされたスカーリングやエッグビーターキックの動作分析は、そのほとんどが2次元分析であり、3次元的な動作を解明するにはなお研究の余地があると思われる。さらに一流シンクロナイズドスイミング選手を対象とした研究がほとんどみられず、上級者が実際にどのような動作を行っているのかが明らかにされていない。それゆえ、スカーリングとエッグビーターキックのスキル向上に結びつく指導上の実践的示唆が十分になされているとはいえない。

本研究では、3次元 DLT 法を用いて一流シンクロナイズドスイミング選手のスカーリングとエッグビーターキックの動作特性を運動学的に明らかにし、上級者の特長からより効率的な推進技術の指導観点を導き出すことを目的とした。

### (対象と方法)

以下の3つの研究課題を設定した。研究課題1はフラットスカル、研究課題2はサポートスカル、研究課題3はエッグビーターキックを研究対象とし、動作分析実験を行った。すべての実験（実験1～5）は、水中から撮影したスカーリング動作またはエッグビーターキック動作を、3次元 DLT 法を用いて運動学的に分析した。被験者は世界トップレベルの日本代表シンクロナイズドスイミング選手とした。

### 【研究課題 1】 フラットスカルの動作特性と指導観点

#### 1-1 一流シンクロナイズドスイミング選手のフラットスカル動作 [実験 1]

フラットスカルの動作特性を明らかにし、上位選手の特長から指導観点を導き出す。

#### 1-2 荷重負荷の違いによるフラットスカル動作の比較 [実験 2]

水平系基本姿勢 3 種類におけるフラットスカル動作の比較を行い、水上荷重負荷の違いによってフラットスカル動作がどのように変化するかを検討する。

### 【研究課題 2】 サポートスカルの動作特性と指導観点

#### 2-1 一流シンクロナイズドスイミング選手のサポートスカル動作 [実験 3]

サポートスカルの動作特性を明らかにし、上位選手の特長から指導観点を導き出す。

#### 2-2 垂直姿勢保持能力の高い選手のサポートスカル動作 [実験 4]

サポートスカルスキルの高い者の動作の特長から指導観点を導き出す。

#### 2-3 垂直姿勢保持能力と筋力および体組成との関連

垂直姿勢保持能力と、肩の筋力、体組成との関連を検討する。

### 【研究課題 3】 エッグビーターキックの動作特性と指導観点

#### 3-1 エッグビーターキックスキルの高い選手の動作 [実験 5]

エッグビーターキックスキルの高い者の動作の特長から指導観点を導き出す。

#### 3-2 エッグビーターキックスキルと筋力および柔軟性との関連

エッグビーターキックスキルと、脚・体幹の筋力、股関節・足部の柔軟性との関連を検討する。

#### (結果)

フラットスカル動作では、肘は一定の高さを保持し、肘は手首と同じかそれより高い位置にあり、上位群の方が上腕の外転が少なく固定されていた。そして、外側の円が大きい横 8 の字または内側が尖ったしずく型のスカルパターンを描き、負荷が増えると、水平かつ扁平のスカルパターンでスカルテンポが増すことが明らかとなった。

サポートスカル動作では、肘は上腕の外転に連動して前腕を水平に保つように  $100^{\circ} - 145^{\circ}$  の範囲で屈曲させ、スカルレンジは  $100-110^{\circ}$  で身体の前側から横まで  $1/4$  円を描いていた。フラットスカル同様に外側の円が大きい横 8 の字または内側が尖ったしずく型のスカルパターンを描いた。垂直姿勢保持能力と体重あたり肩関節外旋筋力 ( $60 \cdot 120^{\circ}/s$ ) との間に有意な相関関係が認められた。

エッグビーターキック動作において上位者は、膝と踵の位置が高く、踵の上下動が少なかった。そして足首が描く平面と水面との角度が小さかった。また大腿の内旋、足部の背屈、内転が強くみられた。また、エッグビーターキックスキルと膝関節屈曲  $60 \cdot 120^{\circ}/s$ 、体幹屈曲  $60^{\circ}/s$  との間に有意な相関関係が認められた。

#### (考察)

##### (1) スカーリングの動作特性

- ・フラットスカルとサポートスカルは肘を支点とした前腕の回転運動であり、前腕の回内・回外運動によって手のひらに傾きをもたせ、主に手前で推進力を生む技術であると考えられた。
- ・フラットスカルとサポートスカルにおいては、指導書でいわれてきた上腕と肘を固定してスカルすることが本研究で実証された。一方、従来、横 8 の字型といわれてきたスカルパターンは外側の円が大きい横 8 の字型または内側の尖ったしずく型のスカルパターンを描き、外側移行局面で下方に水を押す動きがみられた。このことより、ストローク局面では揚力成分の大きい推進力を発揮し、外側移行局面では抗力成分の大きい推進力を発生させていると考えられた。

##### (2) スカーリングの指導観点

- ・フラットスカルとサポートスカルに共通した指導観点は、上腕と肘を固定し、前腕と手をユニットにして

前腕部を水平に保って動かすこと、およびインからアウトへのかき出しを水平方向にすることであった。フラットスカルでは肘を外に張り高い位置を保つこと、サポートスカルは前腕を水平に保つこと、および正面からほぼ真横までスカルすることが重要な指導観点であると示唆された。

- ・サポートスカルスキルの習得には、肩外旋筋群を意識しながらトレーニングすることが重要であると示唆された。

### (3) エッグビーターキックの動作特性

- ・エッグビーターキックは、膝を中心に下腿部を回転させる運動で、足裏に傾きをつけて主に足裏で推進力を生む技術であると考えられた。
- ・エッグビーターキック動作は‘水平キックタイプ’と‘鉛直キックタイプ’に分類され、水平キックタイプは効率よく揚力を利用できていると考えられた。

### (4) エッグビーターキックの指導観点

- ・エッグビーターキックは、膝を腰と同じかそれより高く保つこと、踵を臀部近くに引き付け横方向へ蹴ること、および足部を柔らかく用いて足の裏で水を練るような感覚で蹴ることが重要な指導観点であると示唆された。
- ・エッグビーターキックスキルの習得には、ハムストリングスおよび腹直筋・大腰筋などの股関節屈曲に関わる筋群を鍛えることが重要と示唆された。

以上のように、本研究によってフラットスカル、サポートスカルおよびエッグビーターキックのいずれにおいても、上級者は揚力成分を効率よく利用できる動作をしていたことが示唆された。さらに、本研究によって、これまで経験や理論的背景から通説となっていたスカーリングやエッグビーターキックの技術解説とは異なる指導観点がいくつか示され、それぞれのスキル向上のための実践的示唆を得ることができた。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

学位論文審査委員会において審査委員全員出席のもとに学力の確認を行い、論文について説明をもとめ、関連事項について質疑応答を行った結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。