

競泳におけるグラブスタートの指導法に関する研究： 水面上動作に着目して

Coaching methods for grab start in competitive swimming： focusing on the motion above surface of water

森山 進一郎¹⁾ 北川 幸夫²⁾ 平澤 愛³⁾

Shinichiro MORIYAMA, Yukio KITAGAWA and Ai HIRASAWA

Abstract

The purpose of this study was to clarifying the some efficient coaching methods of grab start. For this purpose, research was conducted with a survey concerning characteristics of the grab start by means of VTR of pictures above surface of water. 18 female collegiate competitive swimmers participated in this study as subject. Their grab start motion was video-taped with a digital video camera to analyze two dimensional kinematics. The findings appeared to warrant the following conclusions.

- 1) The time of block phase correlated significantly with the arrival time of 5m line.
- 2) At the block phase, swimmer should not have the knee in drop.
- 3) At the flight phase, distance of a jump correlated significantly with the angle of take off. But higher the angle of take off has the possibility of shortening distance of a jump oppositely. So coach should change pointed out the angle of take off according to the swimmer.
- 4) At the entry phase, the angle of entry correlated significantly with the time of entry phase. At this phase, vertical angle is very dangerous. So swimmer should note the overjumping, and coach should be careful that coaching.

keywords : *grab start, coaching method, the motion above surface of water*

I はじめに

競泳は、定められた距離を競技規則に則りいかに速く泳ぐかを競う競技である。競泳のレースは、スタートシグナル後から泳者がゴールするまでの間、スタート局面、ストローク局面、ターン局面およびフィニッシュ局面に分類することができる¹⁾。その中で、スタート局面に関してはレース全体の中で占める割合は小さいものの、競技結果に及ぼす影響は泳距離が短い種目ほど大きくなる^{10,18)}。

競泳におけるスタート動作の歴史を見ると、1960年代半ばまでは腕振り型スタートが主に用いられていた。これは、なるべく遠くへ飛ぶためにスタート合図後、腕を後方から前方へ振ってスタート動作を行う方法である。しかし、腕振り型スタートは、腕を振るために、スタートシグナル後から足がスタート台から離

台するまでに要する時間が長いという欠点がある。その後、この欠点を補う方法として1960年代後半からグラブスタートが用いられるようになった。グラブスタートは、構えた時に両手でスタート台の前もしくは側方の端をつかみ、スタートシグナル後に手を後方に振らずスタート台からそのまま前方へ振り出してスタートを行う方法である。また、グラブスタートは腕振り型スタートと比較して腕を後方に振らない分、飛距離は短くなるものの、スタートシグナル後に足がスタート台を離台するまでに要する時間が短い。スタート局面の評価は、頭部がスタート後から10m地点を通過するまでの時間によって行われる場合があるが、腕振り型スタートと比較して、グラブスタートの方が有利である¹⁰⁾とされている。また、1980年代半ばより、陸上競技で用いられるクラウチングスタートのように片足の指をスタート台前端にかけ、もう片方は後ろに引いて構えるトラッキングスタートが出現した。このスタートの目的は、通常のグラブスタートよりも更にスタートシグナル後にスタート台を足が離台するまでに

1) 日本女子体育大学 (助手)

2) 日本女子体育大学 (助教授)

3) 日本女子体育大学大学院 (大学院生)

要する時間を短くすることである。現在、トラッキングスタートを用いる選手が増えてきているものの、通常のグラブスタートに比較して特に有利な点はまだ明らかにされていないことなどから¹⁰⁾競泳のレース全体では通常のグラブスタートを用いる選手が最も多い。

スタート局面は、スタートシグナル後から足がスタート台を離台するまでのブロック局面、足の離台から手先が入水するまでのフライト局面、手先が入水してから足先が入水するまでのエントリー局面、足先が入水してから泳ぎ出すまでのグライド局面に分類²⁰⁾される。スタートの指導を行う場合、指導者が動作を観察しやすい局面は、水面上の動作であるブロック局面からエントリー局面であり、最近では、市販されているデジタルビデオカメラによりこれらの局面を撮影し、指導に利用する機会も増えてきている。

これまで、競泳のスタートに関する研究は数多く報告されているが^{3,4,5,11,12,13,14,22)}、具体的な指導法に結びつけた内容のものは、著者の文献渉猟範囲ではほとんど見られなかった。また、水泳指導書におけるスタートに関する記述も多く見られるが^{1,2,6,22,24,26,27)}、経験に基づく内容が多く、科学的根拠により記述されているものはあまり見られなかった。

そこで、本研究では、大学女子競泳選手を対象として、グラブスタートを行わせ、水面上から動作を観察できるブロック局面からエントリー局面までについて動作分析を行い、グラブスタートにおける指導ポイントを明らかにすることを目的とした。

II 方 法

1. 被検者および試技

被検者は、日常的にトレーニングを行っている大学女子競泳選手18名とし、実験試技は、スタート台上からのグラブスタートとした。なお、本研究では、構え時に両足の指が台の前端にかかっており、両手でスタート台の前もしくは側方の端を握っている状態からのスタートをグラブスタートと定義した。被検者は、試技前に十分なウォーミングアップ（台上からのグラブスタート）を行い、ウォーミングアップ後に被検者の身体計測点にテープを貼り付けた。試技は、2回行い、5 m 地点までの所要時間の短いものを分析対象とした。

実験に先立ち、被検者には、本研究の趣旨および内容について説明し、参加の同意を得た。

2. データ収集および処理

日本水泳連盟医・科学委員会²⁵⁾では、スタート局面を自由形、バタフライ、平泳ぎおよび背泳ぎの4泳法全てにおいてスタート台から15mとしている。しかし、スタート台から15mの範囲では、スタート技術だけでなく、入水後のキックの強さ、浮き上がりの速さや泳速度などの要素が所要時間に影響する。そこで、本研究では、グラブスタート動作の技術に焦点を当てるため、分析区間はスタート台より5mとした。

撮影は、デジタルビデオカメラ（Panasonic 社製、NV-GS200K）を被検者の左側方に水路に対してカメラの光軸が直交するように設置して、スタート台から5m地点までの動作を毎秒30コマで行った。キャリアプレーションは、1m間隔のマーカークをプールサイドに水平方向に設置して撮影し、身体分析点の2次元座標値を算出した。身体各部の動作解析は、水面上の動作のみを撮影したため、スタートシグナル後より手が着水するまでとした。

身体計測点は、手首、肘、肩、足首、膝および大転子の計6点とした。デジタイズは、ビデオ動作解析ソフト（DKH 社製、Frame-DIAS II）を用い、身体計測点6点の他に、スタート台の前後端、手の着水点および固定点（マーカーク）の計11点の座標値を毎秒60コマ（本研究で用いたデジタルビデオカメラは毎秒30コマだが、ビデオ動作解析ソフトは毎秒60コマに引き伸ばして解析が可能となるため）で行った。デジタイズ後、実長換算し、得られた身体分析点の2次元座標値は、計測点ごとに Wells and Winter²¹⁾の方法によって最適遮断周波数（6.0Hz）を決定し、Butterworth low-pass digital filter により平滑化した。なお、本研究では、水平方向を X 軸、鉛直方向を Y 軸とした。

3. グラブスタートの局面分類

本研究では、スタート動作を以下の3局面に分類した。

ブロック局面：スタートシグナル後からスタート台を足が離台するまで

フライト局面：足の離台から手の着水まで

エントリー局面：手の着水から全身が水没するまで

4. 測定項目および算出方法

測定項目は、グラブスタートの所要時間（ブロック局面前半：スタートシグナル後から手がスタート台を離台するまで、ブロック局面、フライト局面、エント

り一局面および頭部が5m地点に到達するまで)、飛距離(スタート台前端から手の着水点までの水平距離)、大転子速度および以下に示す各角度とした。

図1は、角度定義を示したものである。①~④はそれぞれ肘、肩、膝、大転子角度を、⑤は構え角度、⑥は飛び出し角度、⑦は入水角度を示している。各関節角度は、伸展時に正となるように定義した。以上の内、①~④の各関節角度について、ブロック局面では構え時、フライト局面では手の着水時の角度とした。さらに、ブロック局面では、膝関節についてのみ、スタートシグナル後の最大屈曲角度および最大屈曲するまでの所要時間を算出した。構え角度は、スタート台前端と肩関節を結ぶ線分とスタート台上面(スタート台の前後端を結ぶ線分)とのなす角度とした。飛び出し角度は、足の離台時におけるスタート台前端と肩関節を結ぶ線分とスタート台上面とのなす角度とした。入水角度は、手の着水時における肩関節を結ぶ線分と水面とのなす角度とした。

なお、大転子速度は、大転子の座標の変位データを数値微分することにより水平、鉛直および水平と鉛直の合成(合成)それぞれの速度を算出し、ブロック局面およびフライト局面における平均値とした。

5. 統計処理

各測定値は、平均値±標準誤差で示した。測定値間の関係は、ピアソンの相関分析を用いて検討した。統計処理は、すべてStat View Ver. 5.0(SAS社製)を用いて行い、本研究における統計的有意水準は、すべて5%($p < 0.05$)とした。

III 結 果

1. グラブスタートにおける所要時間の関係

表1は、ブロック局面前半、ブロック局面、フライト局面、エントリー局面、頭部が5m地点に到達するまで(5m)のそれぞれの所要時間(所要時間には、「T」を付記する。)および飛距離を平均値および標準誤差で示し、相関関係を付記したものである。所要時間内では、ブロック局面前半Tとブロック局面T、ブロック局面前半Tとエントリー局面T、ブロック局面Tとエントリー局面Tおよびブロック局面Tと5mTとの間に正の、ブロック局面Tとフライト局面Tとの間に負の有意な相関関係が認められた。

表1 グラブスタートにおける所要時間および飛距離との関係

Variables	Mean±SE	
ブロック局面前半 T	0'41±0'02	○●
ブロック局面 T	0'77±0'02	◆△●▲■
フライト局面 T	0'26±0'02	○■
エントリー局面 T	0'35±0'01	◆○■
5 mT	1'74±0'02	○■
飛距離 (m)	2.74±0.07	○△●▲

◆ vs ブロック局面前半, ○ vs ブロック局面, △ vs フライト局面, ● vs エントリー局面, ▲ vs 5 m, ■ vs 飛距離

表2 グラブスタートにおける動作と飛距離との関係

Variables	Mean±SE	
ブロック局面		
肘 (deg)	190.54±5.66	
膝 (deg)	151.25±5.09	
膝屈曲 (deg)	86.37±4.02	
膝屈曲 T	0'61±0'02	■
大転子 (角度) (deg)	35.69±2.28	
(水平) (m/s)	1.47±0.02	
(鉛直) (m/s)	-0.39±0.03	
(合成) (m/s)	1.16±0.03	■
傾斜 (deg)	109.93±1.66	
フライト局面		
肘 (deg)	184.99±1.87	
膝 (deg)	178.05±1.85	
肩 (deg)	133.66±4.15	
大転子 (角度) (deg)	161.91±2.36	■
(水平) (m/s)	4.34±0.05	
(鉛直) (m/s)	-1.62±0.10	■
(合成) (m/s)	4.72±0.07	■
飛び出し角度 (deg)	21.09±1.73	■
エントリー局面		
入水 (deg)	34.93±0.90	

■ vs 飛距離

2. グラブスタートにおける動作と各局面の所要時間との関係

ブロック局面において、スタートシグナル後から膝関節が最大屈曲するまでの所要時間(膝屈曲T)は、ブロック局面前半T、ブロック局面T、エントリー局面Tおよび5mTとの間に正の、フライト局面Tとの間に負の有意な相関関係がそれぞれ認められた(図2)。また、大転子の鉛直速度は、フライト局面Tとの間に正の有意な相関関係が認められた。

フライト局面において、大転子角度は、フライト局

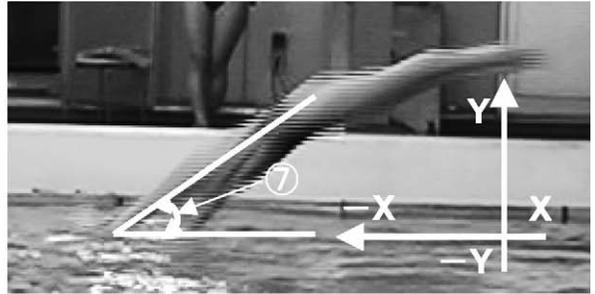
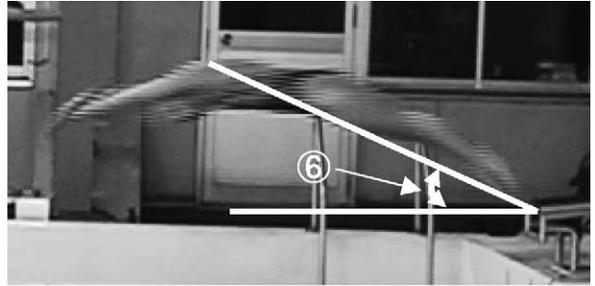
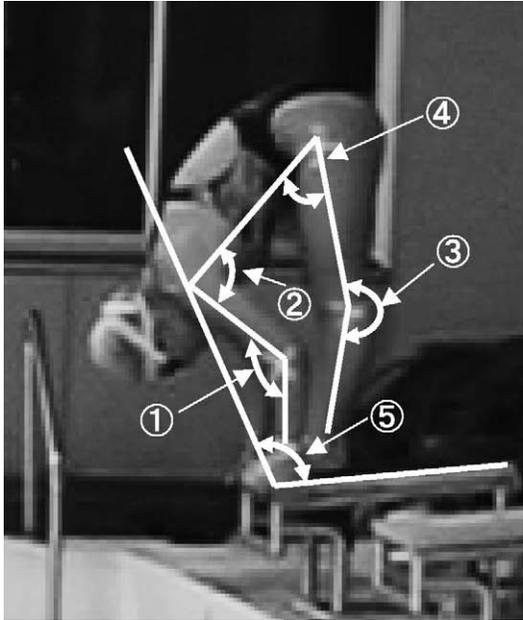


図1 角度定義

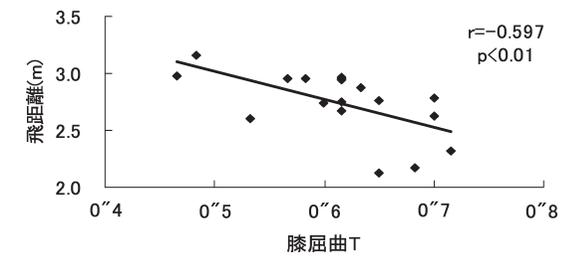
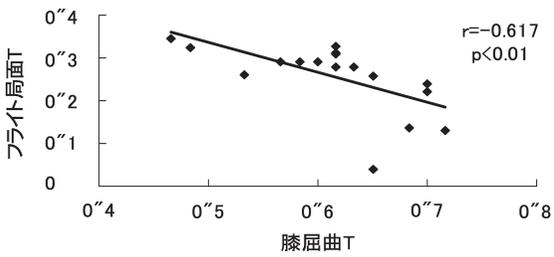
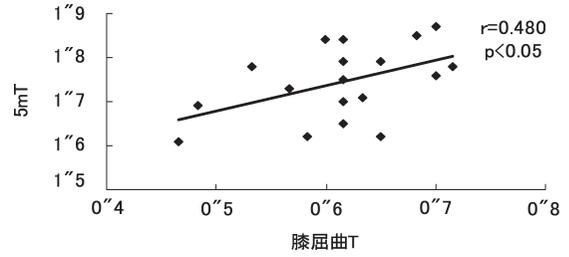
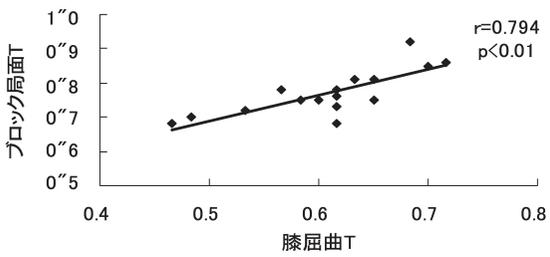
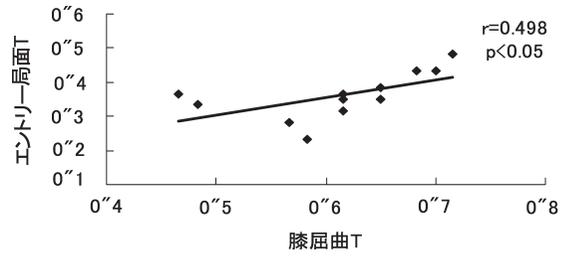
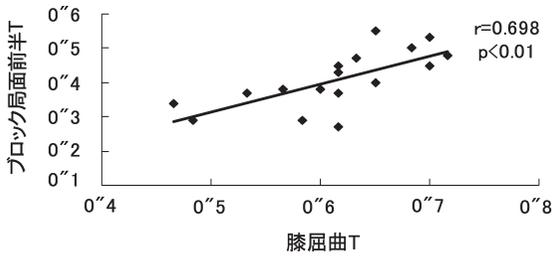


図2 膝屈曲Tと所要時間および飛距離との関係

面 T との間に正の、エントリー局面 T との間に負の有意な相関関係がそれぞれ認められた。大転子の水平速度は、ブロック局面前半 T およびブロック局面 T との間に正の、フライト局面 T との間に負の有意な相関関係がそれぞれ認められた。大転子の鉛直速度は、フライト局面 T との間に正の有意な相関関係が認められた。大転子の合成速度は、ブロック局面前半 T およびブロック局面 T との間に正の、フライト局面 T との間に負の有意な相関関係がそれぞれ認められた。飛び出し角度は、ブロック局面前半 T、ブロック局面 T およびエントリー局面 T との間に正の、フライト局面 T との間に負の有意な相関関係がそれぞれ認められた。

エントリー局面において、入水角度とエントリー局面 T との間に正の有意な相関関係が認められた。

3. グラブスタートにおける飛距離と所要時間および動作との関係

図 3 は、飛距離と所要時間および動作との関係を示したものである。飛距離と所要時間の有意な相関関係は、フライト局面 T との間に正の、ブロック局面 T、エントリー局面 T および 5 mT との間に負の有意な相関関係がそれぞれ認められた。飛距離と動作の有意な相関関係は、ブロック局面における大転子鉛直速度、フライト局面における大転子角度および大転子鉛直速度との間に正の、ブロック局面における膝屈曲 T、フライト局面における大転子合成速度および飛び出し角度との間に負の有意な相関関係がそれぞれ認められた。

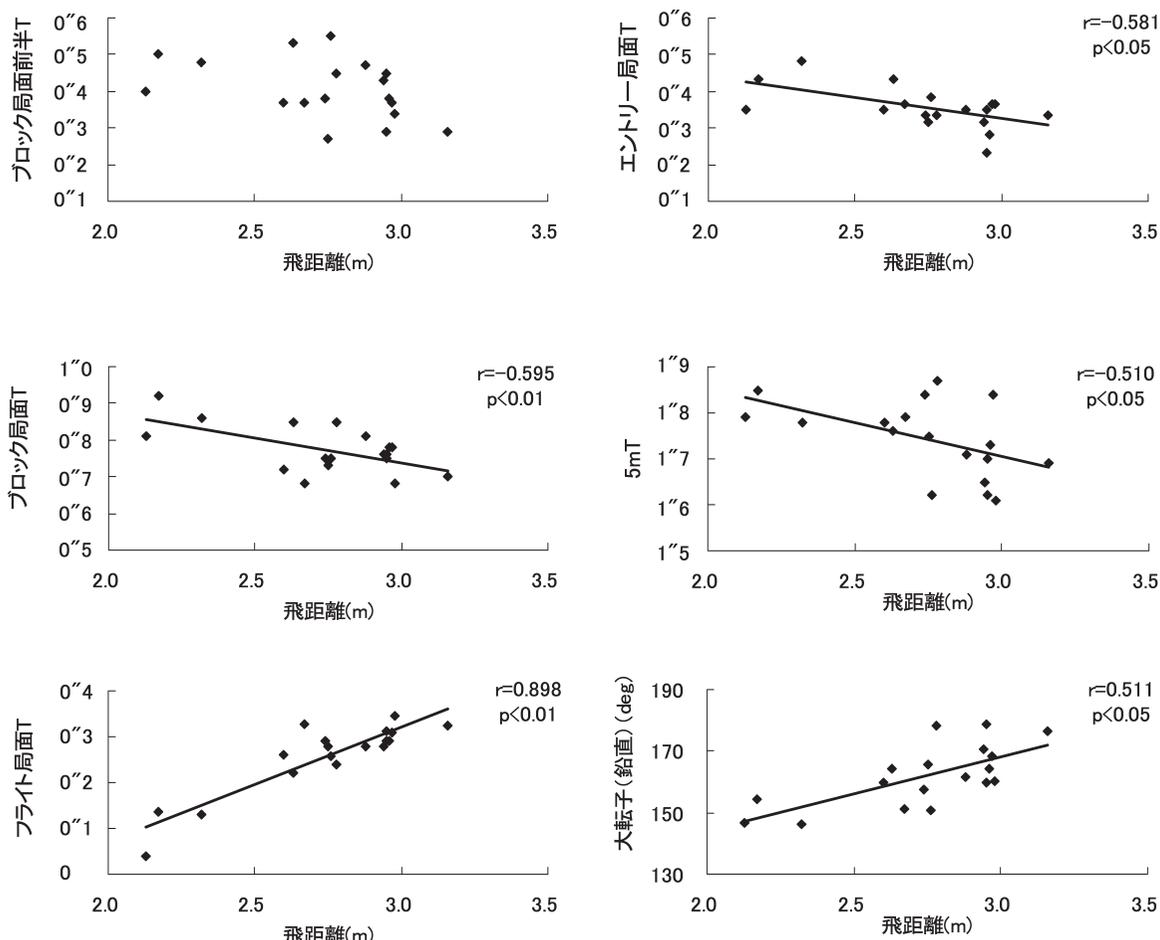


図 3 飛距離と所要時間および大転子鉛直速度との関係

4. グラブスタートにおける動作の分類

図4および図5は、足の離台時における画像を示したものである。図4は、足の離台時における足首が手首より鉛直方向に低い位置にある姿勢を示したものであり、この姿勢を通常型とした。図5は、離台時における足首が手首より鉛直方向に高い位置にある姿勢を示したものであり、この姿勢を落下型とした。いずれの型も、手が入水した後に最後につま先が入水していた。本研究の被検者は、通常型が11名、落下型が5名および以上のどちらの型にも分類できない例外型が2名であった。また、例外型の2名は、それぞれ以下のような理由から分類した。一人目の被検者は、離台時の姿勢は通常型であるが、手の着水の次につま先が入水し、最後に大転子が入水していた。もう一人の被検者は、構え時に台の側方を手で持つことによって前傾姿勢をとっていたが、この点以外は他の被検者と同様に手が入水した後、最後につま先が入水していた。



図4 通常型の離台

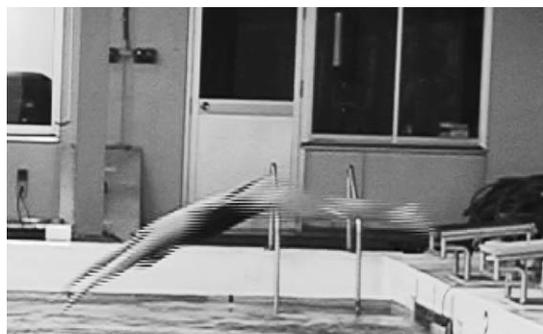


図5 落下型の離台

IV 考 察

競泳のレースにおける局面の内、スタート、ターンおよびフィニッシュの3局面は、泳ぎ以外の周辺技術

とされ、同等の泳力を有する選手同士の場合は周辺技術の習熟度が勝負を分けることになるため重要である。スタート局面に優れた泳者は、競技において最初からアドバンテージを得ることとなり、その後のレースを有利に展開していける可能性があると思われる。そこで、まずスタート局面の重要なポイントを探るためにグラブスタートにおける各局面の所要時間の観点から考察を進めていくこととする。

5 mT に対して有意な相関が認められた局面は、ブロック局面 T のみであった。このことは、スタートシグナル後から足を離台させるまでの時間を短縮させることが5 mT を短縮させることにつながることを示唆している。そして、ブロック局面前半 T とブロック局面 T との間にも正の有意な相関が認められた。ブロック局面前半 T と5 mT との間に有意な相関関係は認められなかったが、スタートシグナル後からすばやく手を離台させることは、5 mT に影響をおよぼす要因であるものと解釈することが出来る。

次に、具体的なグラブスタートにおける動作技術と各局面の所要時間について検討を試みる。ブロック局面の動作において、静止状態からスタートシグナル後に膝関節が最大屈曲を示すまでの所要時間（膝屈曲 T とする）は、ブロック局面前半 T、ブロック局面 T、エントリー局面 T および5 mT との間に正の有意な相関関係が、フライト局面 T および飛距離との間に負の有意な相関関係が認められた。静止状態の膝関節角度について、Maglischo¹⁰⁾は、構え時の姿勢について膝をあまり屈曲させないことによって腰がスタート台の前縁に近づき、結果としてスタート台からすばやく動き出すことができるが、深くかがむことは身体重心を足より後方に移動させるため、足が離台するまでの時間を長くさせる要因になるとしている。このため、構え時の膝関節角度は約30~40度屈曲させる姿勢が望ましいとしている¹⁰⁾が、本研究の被検者の平均膝関節角度は28.8度（Maglischo の角度算出に当てはめるように、180度から本研究の平均角度を差し引いた）であり、良いとされる角度とほぼ一致するとみなせた。以上より、本研究の被検者は、全体的にスタート台上ですばやく動き出せる姿勢でいると考えられる。

静止状態から最大屈曲するまでの膝関節角度の変位が大きいのということは、スタートシグナル後に一度沈み込んでから飛び出しに向けて膝関節を伸展させてことになる。Maglischo¹⁰⁾は、スタート台からの飛び出しについて、膝が約80度曲がるまで、下方、前方へ

身体を落とし、スタート台から飛び出したら足を伸展し始めるとしており、東島²⁾は体を前へ落とした時に膝を90度にする、とそれぞれ述べている。本研究の被検者では膝の最大屈曲角度は86.3度であり、東島²⁾や Maglischo¹⁰⁾の述べている角度とほぼ同様であった。しかしながら、膝の最大屈曲角度は、5 mT や飛距離などと有意な相関関係が見られなかった。そこで次に、本研究では、スタートシグナル後から膝が最大屈曲するまでの所要時間とグラフスタートにおける各局面との関係に着目した。膝関節屈曲 T とブロック局面前半 T およびブロック局面 T との間に認められた正の相関関係について考えると、膝屈曲 T が長いほど、手および足が離台するまでの所要時間が長くなっていることになる。膝屈曲 T は 5 mT との間にも正の相関関係が認められた。さらに、膝屈曲 T がフライト局面 T および飛距離との間に認められた負の相関関係について考えると、スタート台上での膝関節を最大屈曲するまでの時間が短いほど、フライト局面 T および飛距離が長いことになる。以上のことから、スタート台上での手および足の離台や膝関節の屈曲は、5 mT に影響をおよぼす要因であると解釈することができる。すなわち、5 mT を短縮するために必要なブロック局面の具体的な指導法としては、スタート台上での構え時に出来る限り飛び出すための膝関節角度の姿勢をとらせることによって膝を落とし込まないようにさせること、手をなるべく早く離台させること、などが考えられる。

フライト局面では、多くの指導書^{6,10,15,16,24)}においてスタート台から飛び出してから、腰を中心に「く」の字に曲げ、ストリームライン姿勢をとることによって一点入水（手および足がなるべく同じ場所に入水すること）につなげていくことを重要なポイントとして述べている。本研究の被検者の入水時の肘角度の平均は185.0度、大転子角度の平均は161.9度および膝角度は178.1度であり、上肢および下肢はほぼ一直線上に伸びている傾向が見られた。このことから、本研究の被検者では、入水前に腰を中心としてストリームライン姿勢がとられていると考えられる。フライト局面の動作において、手の着水直前における大転子の角度は、フライト局面 T および 5 mT との間に正の相関関係が、エントリー局面 T との間に負の相関関係が認められた。この結果と、フライト局面 T と飛距離の間および飛距離と 5 mT との間に正の有意な相関関係が認められていることを考え合わせると、飛距離を伸ばすことによって 5 mT が短縮されるため、手の着水時に手

および足がなるべく一点に入水できる範囲に空中で大転子角度を伸展させることは、飛距離の増大および 5 mT の短縮につながる可能性を有していると考えられる。また、フライト局面における大転子の水平速度および合成速度は、ブロック局面前半 T およびブロック局面 T との間に負の相関関係が認められた。このことは、足が台上に留まる時間が長くなることによって、いわゆる力をためることにつながり、結果として台上での時間が長い方が大転子の水平速度が高いものとなっていると考えられる。しかし、5 mT がブロック局面 T との間に正の相関関係が、飛距離との間に負の相関関係が認められていること、飛距離は飛び出し角度および速度によるものであることを考え合わせると、遠くへ飛ぶために適した飛び出し角度であれば、すばやく大転子を移動させることが 5 mT の短縮につながると考えることができる。飛び出し角度および飛距離について、高嶺¹⁷⁾は、日本ランキング12位以内の女子7名の平均飛び出し角度が25.9度、飛距離が3.1mと報告しており、本研究の被検者は、飛び出し角度が21.1度、飛距離が2.7mであった。本研究の被検者の大部分は、日本学生選手権出場程度であり、高嶺の被検者と比較して競技レベルが劣っていた。このことと、飛び出し角度は飛距離と正の相関が見られたことを考え合わせると、本研究の被検者の場合は飛び出し角度を大きくすることが飛距離の増大につながることを示唆される。特に、本研究で見られた落下型の被検者が飛距離を伸ばすためには、飛び出し角度を高くする必要があると思われる。しかし、過度の飛び出し角度の増大は、鉛直方向に高く飛ぶことにつながり結果として飛距離の減少につながる可能性があるため、飛び出し角度の設定については指導者が対象者の状況を見極めることが重要になってくると考えられる。以上のことから、5 mT を短縮するためのフライト局面における要因としては、入水直前には上肢および下肢はストリームライン姿勢をとり、一点入水の姿勢をとるために大転子角度を伸展させることが可能性として考えられ、指導上の留意点として挙げられる。飛び出し角度は、角度が大きいほど飛距離も大きくなると考えられるが、大きすぎる角度は鉛直方向に高く飛ぶことにつながり、飛距離を減少させる可能性があることから対象者の状況に応じて指導者の見極めが重要であることが示唆された。

エントリー局面の特に入水角度については、小さく（水平に近づける）することが大切で大きく（鉛直に近

づける) なり過ぎないように注意すべきであるとした指導書^{6,15,16)}が見られる。柴田¹⁰⁾は、入水角度について入水点が飛び込み位置から近くなることおよび入水時に両腕を下げすぎることが入水角度を大きくさせてしまい、スタート事故につながる可能性を示唆している。Maglischo¹⁰⁾は、入水中ストリームラインを保持するべきであるとし、入水角度は水面に対して約30~40度になるようにする、と述べている。本研究では、入水角度の平均が 34.9 ± 0.9 度であり、Maglischoの望ましいとする入水角度とほぼ一致していた。また、入水角度とエントリー局面 T との間に有意な正の相関関係が認められたことは、入水角度が大きいほどエントリー局面 T は長くなることを示している。すなわち、垂直に近い大きな入水角度は、エントリー局面 T を長くするだけでなく、スタート事故にもつながる危険性を有していることから注意すべき重要な点であることを示唆するものである。

V ま と め

本研究の目的は、競泳のグラフスタートにおける所要時間と動作の関連性を分析することから、水面上から見た指導ポイントを明らかにすることであった。そのため、被検者はトレーニングを継続している大学女子競泳選手18名とし、グラフスタートを撮影し、局面分類して所要時間、角度、速度、飛距離のそれぞれの関係について検討した。

主な結果は、以下の通りであった。

- 1) 5 m 到達時間とブロック局面 T との間には、有意な正の相関関係が認められた。この結果から、ブロック局面 T を短縮させることは、5 m 到達時間の短縮につながるものと考えられる。
- 2) ブロック局面において、膝関節最大屈曲時間と5 m 到達時間との間に有意な正の相関関係が認められた。これは、スタート台上において出来る限り飛び出す際の膝関節角度で構えておくことによって膝を沈み込ませないように注意させることが、より早い飛び出しにつながることを示唆するものである。
- 3) フライト局面において、飛び出し角度と飛距離との間に有意な正の相関関係が認められた。この結果から、飛び出し角度の増大は飛距離の増大につながる可能性が示唆されるが、あまりに大きな飛び出し角度は水面鉛直方向への高い飛び出しとなり、逆に飛距離を短縮させる可能性もある。このため、指導者は、対象

に応じて飛び出し角度の指導を行う必要があると考えられる。

4) エントリー局面において、入水角度とエントリー局面所要時間との間に有意な正の相関関係が認められた。大きな入水角度は、エントリー局面所要時間を増大させるだけでなく、スタート事故につながる危険性があることから、入水について指導者は、スタート事故防止をする上で最も気をつけるべき点であると考えられる。

以上の指導ポイントは、グラフスタートの指導の際に、対象者の習熟レベルに応じて適宜取り入れることによって、効率的な指導の展開につながると思われる。

引用・参考文献

- 1) 波多野勲 (1978) : 水泳教室, pp.72-75, 大修館書店, 東京.
- 2) 東島新次, 堂下雅晴 (1993) : 水泳, pp.72-85, ベースボールマガジン社, 東京.
- 3) 本間正信, 生田泰志, 宮地 力 (1997) : 競泳スタートの水中動作の分析, 身体運動のバイオメカニクス 379-384.
- 4) 生田泰志, 小堀優子, 加藤健志, 他 (1995) : 競泳のレース分析—スタート局面の細分化と競技力の関係について—, 第46回日本体育学会大会号 528.
- 5) 池内八郎 (1969) : 競泳のスタートに関する分析的研究, 体育学研究 13 : 171.
- 6) 梶川孝義 (1997) : 水泳, pp.58-59, 新星出版社, 東京.
- 7) 河合正治 (1991) : 「勝負を決めるスタート・ターン技術」スイミングマガジン, 12 : 66-69.
- 8) 河合正治 (1991) : 「勝負を決めるスタート・ターン技術」スイミングマガジン, 1 : 52-55.
- 9) 河合正治 (1992) : 「中級者のためのトップスイマーに学ぼうテクニック」スイミングマガジン, 10 : 88-92.
- 10) Maglischo, E.W. (2003) : Swimming fastest. Human Kinetics : Champaign, IL, p. 791.
- 11) 舩矢修玲, 田口信教 (1998) : 競泳のクラウチングスタートにおいて飛び出し速度に影響を与える要因, 第49回日本体育学会大会号 537.
- 12) 野村照夫, 合屋十四秋, 椿本昇三, 他 (1993) : 水泳のスタート動作パターンに関する諸動作, 体力科学 42 : 742.
- 13) 野村照夫, 武藤芳照, 太田美穂, 他 (1997) : 水泳のスタートにおける到達深度調節動作, 第48回日本体育学会大会号 440.
- 14) 佐川和則, 新宅幸憲, 浜田吉治郎, 他 (1984) : 身体各部の速度からみた2つの競泳スタート法の比較, 体力科学 33 : 386.
- 15) 柴田義晴 (2002) : 基礎からの水泳, pp.178-185, ナツメ社, 東京.

- 16) 柴田義晴 (2003) : 上達する！水泳, pp.162-167, ナツメ社, 東京.
- 17) 高嶺隆二, 吉田泰将 (1993) : 競泳のスタート技術と事故防止対策について, 慶應義塾大学体育研究所紀要 33 : 9-19.
- 18) 若吉浩二, 宮下充正, 河合正治, 他 (1990) : 競泳におけるスタート分析, 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 14 : 39-43.
- 19) 若吉浩二 (1992) : 「泳ぎの技術を考えてみよう」スイミングマガジン, 1 : 58-62.
- 20) 若吉浩二 (1997) : 「みんなで楽しもう水泳の科学」スイミングマガジン, 12 : 66-68.
- 21) Wells RP, Winter DA (1980) : Assessment of signal and noise in the kinematics of normal, pathological and sporting gaits. *Human locomotion* 1 : 92-93.
- 22) 山下義人, 渡部ゆう子 (1997) : 見てわかる 水泳, pp. 60-61, 西東社, 東京.
- 23) 吉田 章, 齊藤慎一 (1981) : 競泳におけるスタート動作の分析, 筑波大学体育科学系紀要 4 : 49-54.
- 24) 吉村 豊, 高橋雄介 (1996) : スイミング, pp.74-77, 池田書店, 東京.
- 25) 財団法人日本水泳連盟医・科学委員会 (2004) : 第80回日本選手権水泳競技大会におけるレース分析
- 26) 財団法人日本水泳連盟編 (1993) : 水泳コーチ教本, pp. 173-176, 大修館書店, 東京.
- 27) 財団法人日本水泳連盟編 (1997) : 安全水泳, pp.114-121, 大修館書店, 東京.

(平成17年9月21日受付)
(平成17年11月24日受理)

