

クロール泳の水中上肢動作特性

本間三和子

Underwater armstroke of front crawl stroke in swimming

HOMMA Miwako

1. 研究の目的

競泳のクロール泳において、推進力の約7割が上肢動作によるものであるといわれている¹⁾。本研究は大学男子競泳選手のクロール泳の水中上肢動作を運動学的に分析し、競泳におけるストローク指導の指標となるデータを収集することを目的とした。専門とする距離の違いによって水中上肢動作がどのように異なるかを検討した。

2. 研究方法

2.1 対象動作と動作局面の分類

本研究はクロール泳の上肢水中動作を分析対象とした。非呼吸時の動作を左右対称の動作と仮定し、左腕のみを分析した。1ストロークの水中動作を以下のように4局面に分類、定義した。

- ①入水・前伸び局面：指先が入水してから、反対側の肩が水底方向にローリングを始めるまで。
- ②キャッチ局面：反対側の肩が水底方向にローリングを始めてから、指先が肩峰の鉛直線上を通過するまで。
- ③プッシュ局面：指先が肩峰の鉛直線上から、肋骨下端の鉛直線上を通過するまで。
- ④フィニッシュ局面：指先が肋骨下端の鉛直線上から、出水するまで。

2.2 被験者

筑波大学水泳部競泳に所属する自由形を専門とする男子大学競泳選手8名の動作を分析対象とした。被験者の競技レベルは全国大会出場レベルから全国大会決勝進出レベルであった。8

名のうち4名は自由形中・長距離を専門とする選手（中・長距離群）、残りの4名は自由形短距離を専門とする選手（短距離群）であった。

2.3 実験場所・試技

筑波大学屋内プール内の回流水槽（五十嵐工業製：4.6 m × 2.0 m × 1.5 m）で行った。被験者各々の100 m自由形自己ベストタイムの泳速を100%とし、80%の流水速度の設定で30秒間のクロール動作を2試技行った。試技中の安定した時点での、左腕1ストロークを抽出し、分析対象動作とした。

2.4 撮影方法

被験者の身体10箇所に白と黒のビニルテープを用いてマーキングを行い、画像分析における身体各部の目印とした。マーキングポイントは、指先、中手指節関節左、中手指節関節右、手首左、手首右、肘右、肘左、肩峰、肋骨下端、大転子の10箇所とした。

デジタルビデオカメラを側方面に1台、底方面に3台設置し、被験者の上肢水中動作が映るよう画角を設定し撮影した。デジタルビデオカメラのシャッタースピードを1/250秒、フレーム数を30コマ/秒とした。

2.5 分析方法・項目

上述の方法で撮影した画像から、画像分析ソフト（Frame-DIAS IV：DKH社製）において手動でデジタイズを行い、三次元DLT法（Direct Liner Transformation method）を用いて、被験者のマーキングポイントの三次元実座標を算出した。本実験では、被験者の進行方向をx軸、上

下方向を y 軸、左右方向を z 軸とした。

算出した身体各部の実座標から以下の項目を分析した。なお、算出されたデータは Frame-DIAS IV におけるフィルタリング機能を用い、遮断周波数 6 Hz の 3 点移動平均フィルターにてデータの平滑化を行った。

- (1) 4 局面の所要時間
- (2) 入水・前伸び局面、キャッチ局面およびフィニッシュ局面の開始時と、出水時（試技終了時）の肘角度
- (3) 側面および底面からみた指先、肘、肩峰の軌跡

全ての分析項目において中・長距離群と短距離群の平均値の比較を行った。比較には t 検定を用い、有意水準は危険率 5% 未満とした。

3.1 4 局面の所要時間

4 つの局面における所要時間を、中・長距離群、短距離群の間で比較した結果、有意な差はみられなかった。このことから、距離特性が異なる選手間においても、ストロークの所要時間はほぼ同一であると考えられ、1 ストロークにかかる時間は 1.0 ± 0.1 秒の範囲内であった。また、どの選手もキャッチ局面に最も時間をかけており（中・長距離群 41%、短距離群 41%）、その次は入水・前伸び局面（26%、30%）、フィニッシュ局面（19%、20%）、プッシュ局面（14%、12%）であった。1 ストロークの所要時間の約 7 割はストローク前半部分の、入水・前伸び局面、キャッチ局面が占めていることが分かった。

3.2 各局面の平均肘角度

入水・前伸び局面、キャッチ局面およびフィニッシュ局面の開始時と、出水時の肘角度を、中・長距離群、短距離群に分けて比較した結果、全ての局面において、中・長距離群と短距離群の間に有意な差はみられなかった。このことから、距離特性が異なる選手間においても、肘角度の変化はほぼ同一であると考えられた。

入水時にはほとんど肘が曲がっておらず、キャッチ局面で肘を屈曲しはじめ、プッシュ局面で $125 - 130^\circ$ に曲げ、出水時に肘を少し伸ばしながら（ $152 - 144^\circ$ ）水中動作を終えていた。水泳指導では、キャッチ局面で肘の角度

を約 90° に曲げるのが好ましいといわれている（高橋、1987）²⁾。しかし、本研究において肘角度が 90° まで屈曲している選手はおらず、最も屈曲している選手でも 116° であった。このことから、実際の指導の場面において、肘をもっとも屈曲させたときの角度は $125 - 130^\circ$ を目安に指導するのが好ましいと考えられた。

3.3 指先、肘、肩峰の軌跡

側面からみた指先、肘、肩峰の軌跡は、中・長距離群、短距離群ともに大きな差はみられなかった。図 1 と図 2 に底面からみた被験者の指先の軌跡を示した。完全な一直線を描く選手はみられなかったが、わずかに曲線を描きながらほぼ一直線にストロークをしている選手がほとんどであった。中・長距離群の 2 名は S 字に近いストロークパターンを描いたが、両群ともに I 字と S 字のストロークパターンが混在しているため、距離特性によるものであると特定はできない。Maglischo (2003)³⁾ はクロールのストロークの軌跡を底面からみたとき、指先が S 字を描くように動かすのが好ましいとしている。しかし本研究においては、指先はゆるやかなカーブを伴った一直線に近い I 字を描くストロークをしている選手が多くみられた。

4. まとめ

本研究の結果、クロールの水中上肢動作の所要時間、肘角度、および軌跡において、専門距離の違いによる動作特性の相違は見られなかった。しかしながら、男子大学競泳選手 8 名の共通特性として以下のことが明らかになった：1) 1 ストロークの所要時間は 1.0 ± 0.1 秒以内で、その 7 割を前半部分が占めていた、2) 肘がもっとも屈曲したのはプル局面の開始時で $125 - 130^\circ$ であった、3) 側面からみたストロークの軌跡は水面に対して半円形を描いた、4) 底面からみたストロークの軌跡はゆるやかなカーブを伴った I 字型ストロークパターンを描いた。

文 献

- 1) 高木英樹 (2002)：人はどこまで速く泳げるのか、岩波書店。
- 2) 高橋伍郎 (1987)：初心者のための水泳教室、高橋書店。

- 3) Maglischo, E.W. (2003): Front crawl stroke, Swimming fastest, Human kinetics, Champaign, IL, pp.95-144.

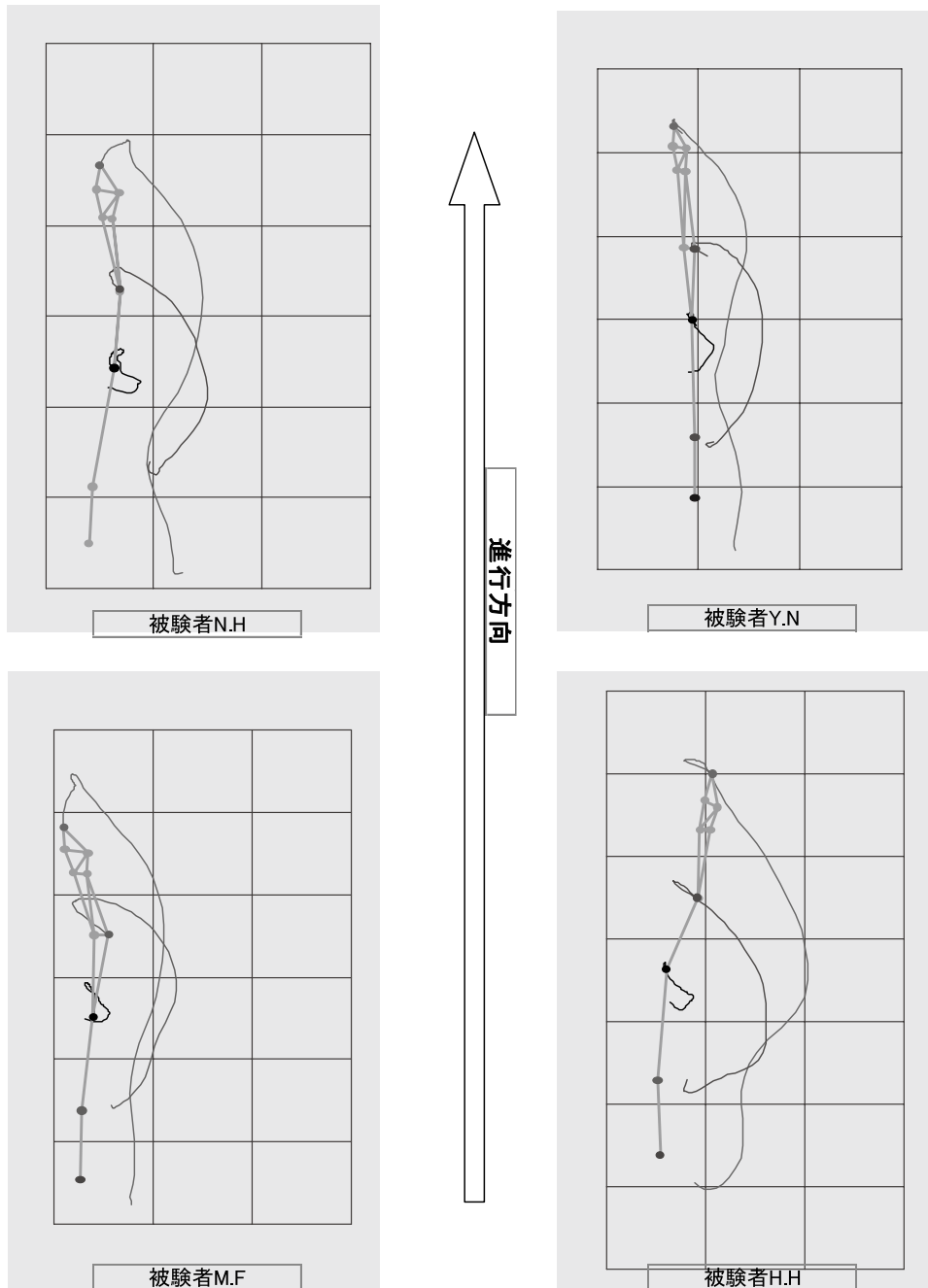


図1 中・長距離群におけるストロークの軌跡(底方面)

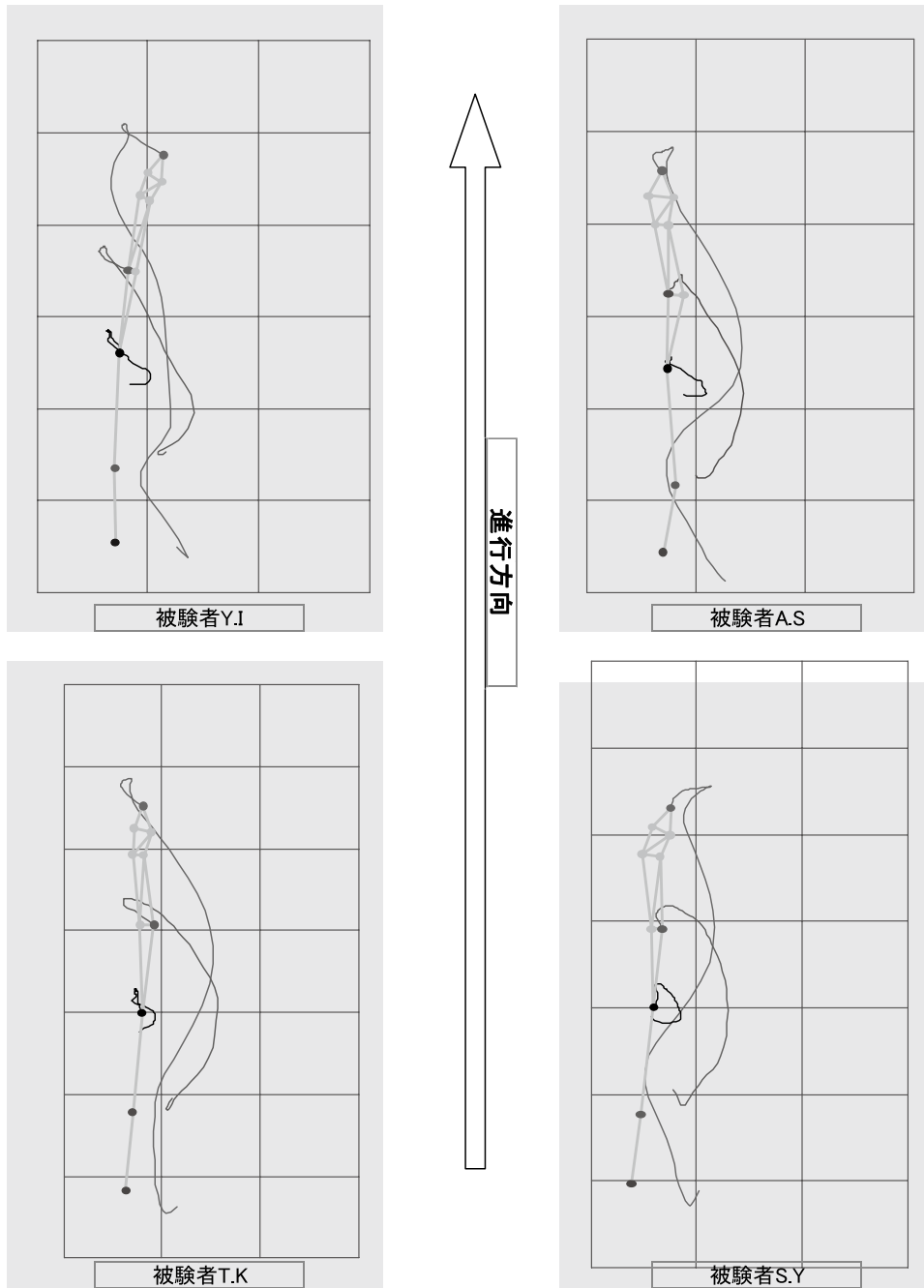


図2 短距離群におけるストロークの軌跡（底方面）