

小学校児童の長期間の縦断的水泳学習がパフォーマンスとスキルに及ぼす影響

西山賢優 (文教大学教育研究所客員研究員)・梶原洋子 (文教大学大学院)

横倉三郎 (明星大学人文学部)

Influence of Long-Term Longitudinal Swimming Exercise on Performance and Skills of Elementary School Students

NISHIYAMA MASAHIRO*, KAJIWARA YOKO**

YOKOKURA SABURO***

(*Guest Researcher Institute of Education, Bunkyo University/**Graduate School of Education, Bunkyo University/**Department of Humanities, Meisei University)

要旨

民間スイミングクラブに所属する小学校児童11名(男子7名、女子4名、年齢: 9.5 ± 0.62 歳, 身長: 128.1 ± 7.60 cm、体重: 25.5 ± 3.86 kg, BMI: 15.4 ± 0.88 、運動経験: 2.5 ± 0.39 年)を対象に、水泳学習プログラムを52週間、練習頻度および練習時間は週5回、一日2時間半の練習(2時間水中練習、All Strokes Method)を行わせた。水泳学習後に、100m個人メドレーの泳パフォーマンス向上に伴って4泳法ともストローク頻度の減少とターン後のけ伸び動作距離の増加傾向が認められた。

1. はじめに

水泳の動作解析には水中であるという特殊環境から、詳細な解析には3次元動作解析機器のような高価で、かつ、大規模な装置が必要である。このため、大学の体育学部・スポーツ科学部や国立スポーツ科学センター等充実した最新施設と器具・機材を有していなければ解析が不可能であることから、18歳以下のジュニア選手、とりわけ、小学校児童を対象とした水泳の動作解析に関する報告はほとんどなされていない。

近年のコンピュータサイエンスの発展に伴って、コンピュータを活用した学習支援(Computer Assisted Instruction: 以下「CAI」と略す)プログラムの開発が進められている²⁰⁾。下門(2008)はジュニア競泳選手を対象に、国立スポーツ科学センター開発の映像データベースシステムであるSMART systemを用

いて泳フォームを撮影し、その映像を選手に観察させることにより、選手自身の自己への気づきの頻度の向上が水泳技能の向上に影響することを報告している²¹⁾。Sengoku and Nomura(2003)は、小学校児童を対象に、インターネットを利用したCAIプログラムを開発し、マルチメディアコンテンツは水泳の動作に対する理解を高め、学習に対する楽しみを増大させることを報告している¹⁹⁾。さらに、仙石ら(2007)は児童が利用可能なCAIプログラムを開発し、その活用効果を検討している²⁰⁾。それによれば、50mの泳タイムの向上に関しては、効果を見出すことはできなかったが、児童の学習動機を向上させ、学習方略を改善することが可能であることを報告している。

さて、水泳のパフォーマンスには体格(身長、四肢)、筋力・柔軟性といった身体的資質

のほか、泳ぎの技術も重要な要因であると考えられる。たとえば、ターンやけ伸びは、初心者から一線級選手に至るまでの共通した基本動作ある。後者は、平成20年3月改訂の小学校学習指導要領体育編の水泳系において、中学年の「浮く・泳ぐ運動」領域の技能内容として「浮く運動では、いろいろな浮き方やけ伸びをすること」と明示されている²⁰⁾。

け伸び動作に関する先行研究では、未熟練者と熟練者の画像解析による比較、大学女子初心者の習熟過程や大学男女中等度熟練者の動作解析などが報告されている^{1, 24)}。また、ストローク長やストローク頻度といったストロークパラメータは、技能レベルを評価する指標として広く用いられているが、これらに関する先行研究の対象は、世界選手権など国際大会出場のエリート競泳選手や大学競泳選手が中心であり、冒頭で述べたように小学生児童を対象とした報告は見当たらない^{6, 8, 10, 11, 14~16, 24, 27)}。したがって、一般の指導現場における技能評価は、指導者（コーチ）の主観的評価に頼らざるを得ない環境条件下にあるため、小学校児童のストロークパラメータやターン、そして、け伸び等の動作は如何なるものであるのか、また、水泳学習・トレーニング過程によりそれらに変容が認められる

のかどうかは解明されていない。そこで我々は、3次元動作解析や水中動作解析による大規模な装置を必要としない方法、すなわち、ここでは市販のデジタルビデオカメラによる簡易レース分析法を活用して、陸上から出来るだけ簡便に客観的情報を入手し、撮影したビデオ映像から分析する方法を考えた。

本研究では、小学校児童を対象に簡易レース分析法を用いてトライアル・レース（最大努力泳）におけるストローク頻度、ターン後のけ伸び動作距離、各区間の通過タイム、ペース配分等に着目し、長期間の縦断的水泳学習後の個人内変動の観点から、これらとトライアル・レース結果、すなわち、泳パフォーマンスとの関係を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

2-1. 被験者

被験者は、埼玉県越谷市の民間スイミングクラブ所属の11名(第3学年～第4学年)で、その内訳は男子7名、女子4名(年齢:9.5±0.62歳、身長:128.1±7.60cm、体重:25.5±3.86kg、BMI:15.4±0.88、運動経験:2.5±0.39年)である。

本研究では、被験者に対しては練習内容や水泳技能等の情報を統一するため、スイミン

表1 被験者の身体的特性および専門種目

| 被験者 | 性別 | 学年 | 年齢 | 身長 | 体重 | BMI | 専門種目 | | 経験年数 |
|-----|----|----|------|-----|----|------|------|--------|------|
| | | | | | | | 種目 | レベル(級) | |
| K.H | 男 | 4 | 10.3 | 133 | 30 | 17.0 | Fly | 8 | 2.0 |
| K.N | 男 | 4 | 10.3 | 145 | 34 | 16.2 | Fr | 8 | 2.0 |
| K.F | 男 | 4 | 9.9 | 132 | 27 | 15.5 | Ba | 11 | 2.8 |
| F.K | 女 | 4 | 10.0 | 134 | 26 | 14.5 | Fly | 6 | 2.8 |
| K.K | 女 | 4 | 9.9 | 124 | 23 | 15.0 | Br | 6 | 2.8 |
| K.M | 女 | 4 | 9.8 | 131 | 26 | 15.2 | Br | 5 | 2.8 |
| H.G | 男 | 3 | 9.5 | 123 | 24 | 15.9 | Fly | 6 | 2.8 |
| R.K | 男 | 3 | 9.0 | 120 | 21 | 14.6 | Ba | 7 | 2.8 |
| T.K | 男 | 3 | 9.0 | 123 | 24 | 15.9 | Fr | 8 | 2.8 |
| S.Y | 男 | 3 | 8.7 | 122 | 21 | 14.0 | Fly | 11 | 2.8 |
| A.M | 女 | 3 | 8.6 | 122 | 24 | 16.1 | Fly | 8 | 1.8 |

Fly:Butterfly, Ba:Back, Br:Breast, Fr:free

グクラブの1クラスを対象とし、指導者1名によって行われた。なお、被験者はすべてフリー（自由形、背泳ぎ、平泳ぎ、バタフライの近代泳法4種目を泳げる能力を有する者である。

表1は、被験者11名の身長、体重、そしてBMIの身体的特性および泳運動の経験年数とそのレベル(日本水泳連盟の水泳検定による資格級)などを示した。

男女とも平均身長は学年の全国平均値に近似した値であるが、体重は全国平均値よりも低値であり、それを反映して肥満度を表すBMI(体重/身長 m^2)は低い傾向を示した。

保護者および児童に対しては、水泳学習プログラム等の実施開始前に説明文書を配布しての説明会を開き、調査内容や水泳学習プログラムを十分納得したことを確認し、その後、承諾・同意文書にて署名を得た。

なお、研究内容については、文教大学大学院教育学研究科研究倫理委員会の承諾を得た。

2-2. 研究手順

測定期間は2010年1月から2011年1月までの52週間で、練習頻度および練習時間は週5回、一日2時間半の練習（2時間水中練習、All Strokes Method）を行わせた。なお、表2に水泳学習における基本的な練習フローを示した。

月1回、月末に行っているタイムトライアルは、泳パフォーマンスの向上を分析するために行った。タイムトライアルの実施においては、被験者にウォーミングアップを十分に行わせ、その後15分間の安静後、屋内短水路25mプールにおいて100m個人メドレーの最大努力泳を行わせた。

上記の100m個人メドレーの最大努力泳のタイム計測とともに、その動作を市販のデジタルビデオカメラ（HDビデオカメラレコーダー：HDR-PJ630V）で撮影した。

なお、月1回被験者に計時結果を提示し、月2回のビデオ動画観察を用いた泳フォー

ムの理解度や認識を深めるための学習会（90分間）を行い、改善点など技術的問題点などを把握させた（図1）。

月1回の100m個人メドレー（以降、「メドレー」と略す）最大努力泳によるタイム計測から泳パフォーマンス向上の推移を把握するとともに、動作解析は簡易レース分析法からストローク頻度、ターン後のけ伸び動作距離、そして、メドレー泳タイムにおける4泳法の占める割合について検討した。4泳法のストローク頻度は、バタフライと平泳ぎでは上肢の左右の動作を1サイクルとし、背泳ぎと自由形では片方の動作を1サイクルとして、25mにおけるストローク頻度とした。ターン後のけ伸び動作距離はターンし、プールサイドを蹴った後、上肢の初期動作開始までの距離(m)とした。

長期間の縦断的水泳学習後の泳パフォーマンスにおける個人内変動の観点から、各被験者のメドレー泳タイムで最も速かった最高タイムを「高パフォーマンス：(HP)」,最も遅かった最低タイムを「低パフォーマンス：(LP)」とし、その両群の比較から泳パフォーマンス向上に伴い、ストローク頻度およびターン後のけ伸び動作距離がどのように変容するのか、「増加」・「減少」・「不変」の3類型に分類した。

泳パフォーマンスとペース配分との関係を検討するため、①4泳法(バタフライ：Fly, 背泳ぎ：Ba, 平泳ぎ：Br, 自由形：Fr)の通過タイム(ラップタイム),②4泳法の各泳距離25mを前半区間と後半区間に分けて、その通過タイム(スプリットタイム)を計測した。①では全13回の最大努力泳の測定から「HP」・「LP」を抽出し、②では5回目から9回目の最大努力泳の測定から「HP」・「LP」を抽出した。

2-3. 統計処理

全ての統計解析は、IBM SPSS Statistics Version「20.0」を用いて行った。データは、

平均値および標準偏差で示した。2群間の比較は対応のある t 検定を行った。2群間以上の比較は対応のある一要因分散分析を行い、多重比較検定にはTukeyのHSD法を用いた。また、各項目間の相関関係はピアソンの相関関係を算出した。なお、危険率5%を有意水準とした。

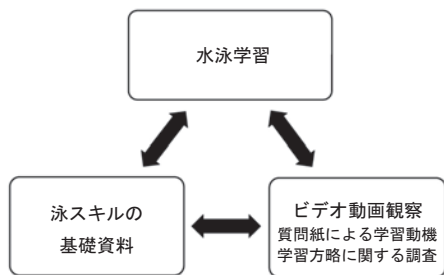


図1 ビデオ動画を用いた練習フロー

表2 基本的な練習のフロー

| 内容とねらい | | |
|---------|------------|---------|
| ① W-up | : IM Kick | Form |
| ② Drill | : IM Drill | Fast |
| ③ Kick | : Fr Kick | Hard |
| ④ Main | : Fr Swim | All out |
| ⑤ Down | : IM Swim | Form |

W-up: ウォーミングアップ, Drill: 技術練習, Kick: 下肢中心の練習, Main: 主練習, Down: クーリングダウン, IM:メドレー4種目, Fr: 自由形, Form: フォームに気をつけて「きれいに」, Fast: きれいに速く, Hard: できるだけ速く, All out: 最後まで全力で

3. 結果と考察

メドレーの泳パフォーマンスと各泳法タイム、ペース配分

図2にメドレーの泳パフォーマンスの推移を示した。

月1回の泳パフォーマンステストを52週間の測定期間で全13回測定したが、初回の測定タイムを初期レベル(100%)とし、その推移を見てみると、メドレーの泳パフォーマンスの向上には大きな個人差が認められ、被験者によっては初期レベルを逸脱する者、停滞・

低下する者が散見された。しかしながら、測定11回以降において被験者が最高パフォーマンスを発揮し、泳パフォーマンスは初期レベルに比較して増大傾向を示し、各被験者のその範囲は105~115%で、平均値は110.5%であった。なお、表3に月1回の泳パフォーマンステストの測定結果、ここではメドレーパフォーマンステストの平均値、標準偏差およびその上昇率について示した。

メドレーの泳パフォーマンスの向上は、各泳法のタイムが反映されると考えるが、バタフライ・背泳ぎ・平泳ぎ・自由形の4泳法タイムの変化を図3に示した。これは被験者11名、それぞれからHP および LPを抽出し、その平均値を比較したものである。被験者11名のメドレーの泳パフォーマンスの向上は6.5~14.2秒の範囲で、平均値は11.7±2.31秒であった。

図3から4泳法タイムは、いずれも有意にタイムの短縮が認められた。例えば、バタフライで2秒 (HP18.2±1.02秒 < LP20.2±0.97秒; $p<0.001$)、背泳ぎで2.5秒(HP22.0±1.43秒<LP 24.5±1.64秒; $p<0.001$)、平泳ぎで2.7秒(HP 26.7±0.63秒<LP29.4±0.91秒; $p<0.001$)、自由形で2秒(HP20.0±1.66秒<LP 22.2±1.55秒; $p<0.001$)のタイム短縮が認められた。

上記の結果から、2.0~2.7秒の範囲でタイムが短縮したが、平泳ぎの2.7秒が最大値で、次いで背泳ぎの2.5秒であった。

表4にメドレータイムと4泳法タイムとの相関関係を示した。

メドレータイムと4泳法タイム(バタフライ:r=0.910, 背泳ぎ:r=0.891, 平泳ぎ:r=0.740, 自由形:r=0.919)との間には0.74~0.92の極めて高い正の相関($p<0.01$)が認められた。

本研究では、1回の水泳学習においてバタフライ・背泳ぎ・平泳ぎ・自由形の4泳法を必ず練習に導入するという「All Strokes

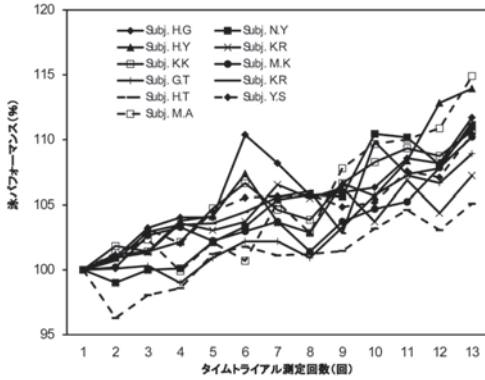


図2 メドレーの泳パフォーマンスの推移 (初期レベルを100%とする)

表3 メドレーパフォーマンステストの
 平均値、標準偏差、上昇率

| 測定回数 | メドレーパフォーマンス(秒) | メドレーパフォーマンス上昇率 (%) | 検定結果※ |
|------|----------------|--------------------|--------------------------|
| 1 | 96.0±1.18 | 100.0±0.00 | |
| 2 | 95.8±0.97 | 100.2±0.458 | 1.2>6,7,8,9,10,11,12,13; |
| 3 | 94.6±1.02 | 101.5±0.48 | |
| 4 | 94.4±1.20 | 101.8±0.619 | |
| 5 | 93.3±1.19 | 103.0±0.398 | |
| 6 | 92.0±1.52 | 104.5±0.851 | 3.4,5>11,12,13 |
| 7 | 91.7±1.21 | 104.7±0.596 | |
| 8 | 92.6±1.36 | 103.8±0.615 | 3.4>10 |
| 9 | 91.5±1.13 | 105.0±0.588 | |
| 10 | 90.1±1.20 | 106.6±0.767 | 6,7,8,9>13 |
| 11 | 89.2±1.18 | 107.8±0.539 | |
| 12 | 89.2±1.16 | 107.8±0.808 | |
| 13 | 87.0±1.11 | 110.5±0.832 | |

メドレーパフォーマンス上昇率(%): 初回の測定タイムを初期レベル(100%)としたときのメドレータイムの上昇率(%)
 ※: 多重比較はメドレータイム(秒)について示し、危険率5%未満。

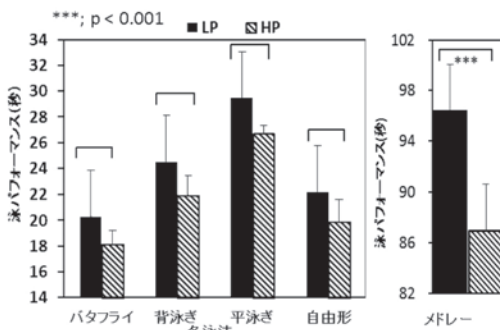


図3 メドレーにおける4泳法タイムの比較

Method」や「アムブルスター式全泳法指導法」に準ずるプログラムの展開⁹⁾に加えて、ビデオ動画観察を用いた泳フォームの理解度や認識を深めるための学習会を行ったが、4泳法タイムの顕著な向上がメドレーの泳パフォーマンス向上に反映したと容易に推察される。したがって、本研究開発プログラムが有効であることが示唆される(図1, 表2, 表3)。

図4にメドレーの泳パフォーマンスに占める4泳法タイムの割合について、その変化を示した。

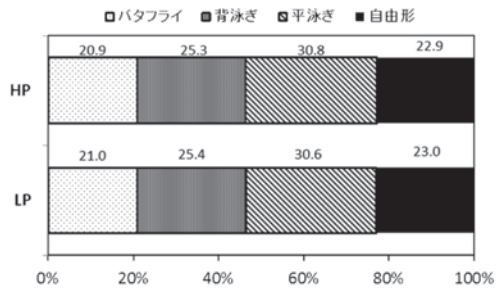


図4 メドレーの泳パフォーマンスに占める4泳法タイムの割合の比較

表4 メドレータイムと4泳法タイムとの相関

| | メドレータイム | バタフライ | 背泳ぎ | 平泳ぎ | 自由形 |
|---------|---------|--------|--------|--------|-----|
| メドレータイム | - | | | | |
| バタフライ | .910** | - | | | |
| 背泳ぎ | .891** | .781** | - | | |
| 平泳ぎ | .740** | .570** | .486* | - | |
| 自由形 | .919** | .825** | .771** | .564** | - |

**; p < 0.01

HPおよびLPの両群比較において、4泳法いずれも有意差は認められなかった。52週間に亘る水泳学習プログラム実施により、上述したようにメドレーの泳パフォーマンス向上は顕著であったが、メドレー泳タイムを100%とした場合、4泳法のそのタイムに占める割合に変化は認められなかった。換言するならば、メドレーの泳パフォーマンスが向上しても、4泳法タイムの占める割合に変容は認め

られず、そのタイムは一樣であることが示唆された。因みに、バタフライ21%、背泳ぎ25%、平泳ぎ31%、自由形23%の割合であった。

泳パフォーマンスを向上させるためには、泳速度を適切にコントロールし、ペース配分を行うことが重要であると考え。

そこで本研究では、4泳法、それぞれの泳距離25mを前半区間距離と後半区間距離に分けて、そのスプリットタイムを計測するとともに、スプリットタイムから泳速度を算出し、その結果を表5および表6に示した。

表5 メドレー泳パフォーマンスにおける前半・後半区間のスプリットタイムの比較

| 泳法 | 区間 | 前半(秒) | | 区間 | 後半(秒) | |
|-------|----|--------------|--------------|----|-----------|-----------|
| | | HP | LP | | HP | LP |
| バタフライ | 1 | 8.5±0.55*** | 8.7±0.50*** | 2 | 10.5±0.66 | 10.8±0.76 |
| 背泳ぎ | 3 | 11.0±0.73*** | 11.4±0.92*** | 4 | 12.0±0.85 | 12.4±0.98 |
| 平泳ぎ | 5 | 13.3±0.61*** | 13.6±0.71*** | 6 | 14.9±0.81 | 15.1±0.59 |
| 自由形 | 7 | 10.2±0.65*** | 10.3±0.81*** | 8 | 10.6±0.88 | 10.8±0.83 |

区間 1:スタート~12.5m, 区間 2:12.5~25m, 区間 3:25.0~37.5m, 区間 4:37.5~50m,
区間 5:50~62.5m, 区間 6:62.5~75m, 区間 7:75~87.5m, 区間 8:87.5~100m,
***p<0.001: HP前半vs.HP後半, LP前半vs.LP後半

表6 メドレー泳パフォーマンスにおける前半・後半区間の泳速度の比較

| 泳法 | 区間 | 前半(m/秒) | | 区間 | 後半(m/秒) | |
|-------|----|--------------|--------------|----|-----------|-----------|
| | | HP | LP | | HP | LP |
| バタフライ | 1 | 1.47±0.10*** | 1.45±0.88*** | 2 | 1.20±0.08 | 1.16±0.08 |
| 背泳ぎ | 3 | 1.14±0.08*** | 1.11±0.09*** | 4 | 1.04±0.08 | 1.01±0.08 |
| 平泳ぎ | 5 | 0.94±0.04*** | 0.84±0.04*** | 6 | 0.84±0.04 | 0.83±0.03 |
| 自由形 | 7 | 1.23±0.08*** | 1.22±0.10*** | 8 | 1.19±0.05 | 1.16±0.04 |

区間 1:スタート~12.5m, 区間 2:12.5~25m, 区間 3:25.0~37.5m, 区間 4:37.5~50m,
区間 5:50~62.5m, 区間 6:62.5~75m, 区間 7:75~87.5m, 区間 8:87.5~100m,
***p<0.001: HP前半vs.HP後半, LP前半vs.LP後半

HPはLPに比べて、いずれの泳法とも前半区間距離と後半区間距離のスプリットタイムが速い傾向がみられたが、有意差は認められなかった。しかしながら、HPおよびLPの両群とも4泳法における前半区間距離のスプリットタイムは後半のそれに比べて有意 ($p<0.001$) に速い傾向が認められた。なお、前半区間距離と後半区間距離のスプリッ

トタイムの差(タイム差)は、HPおよびLPの両群とも同様の傾向が認められ、バタフライ(HP2.0秒vs.LP2.1秒)が最も高値で、次いで平泳ぎ(HP1.6秒vs.LP1.5秒)、背泳ぎ(HP1.0秒vs.LP1.0秒)の順で、自由形(HP0.4秒vs.LP0.5秒)は極めて低値であった。メドレー4泳法の泳速度も上記と同様な傾向を示した。

バタフライや平泳ぎの前半区間距離と後半区間距離のスプリットタイムおよび泳速度の較差が他の泳法に比べて、大きいことから至適ペースやレースパターン等を見いだす必要性があると考え。

バタフライや平泳ぎのタイム差が大きかった理由として、①この泳法では、呼吸や腕のリカバリーのために一時的に身体が立ったような姿勢になると、身体に加わる水抵抗が増加すること、②発育期の体力的問題として、パワーの持続能力が未発達のため、パワーの発揮能力が低下し、減速すること、③疲労から水抵抗の少ない水中姿勢の保持が困難となり、泳速度の低下を余儀なくされることが考えられる²⁹⁾。上記の2泳法においては、至適ペース等を見いだす必要性は既に前述したとおりであるが、バタフライでは陸上からのスタートによる影響も大きいことが推測されることから、今後は水中より壁を蹴ってスタートする方法による追試を行い、追跡的研究により解明を試みたい。

本研究の被験者におけるメドレー泳タイムの平均値は、図3に示したように初期レベルを含めて100秒以内である。90秒程度の泳運動はエネルギー供給からみて、無酸素性エネルギー供給と有酸素性エネルギー供給との割合は、ほぼ5割程度である¹⁷⁾。後半区間距離が前半のそれに比べて有意に遅延すること、また、メドレーのバタフライ、平泳ぎの2泳法の後半区間距離の泳タイムおよび泳速度の遅延を考慮すると、オフシーズンにおける筋パワーや持久性能力の養成・強化を被験者の発育発

達状況を踏まえ、重要視する必要があるかも知れない。

メドレー泳パフォーマンスとストローク頻度、け伸び動作距離

図5に各泳法におけるストローク頻度を示した。メドレーの泳パフォーマンス向上に伴い、各泳法のストローク頻度が総じて減少する傾向にあり、平泳ぎ($p < 0.001$)と自由形($p < 0.001$)に有意差が認められた。

競泳のレース分析では、国内外の報告からストローク局面の泳速度が競技の泳パフォーマンスを決定する重要な変数として位置づけられている。たとえば、宮下ら(1999)日本水泳連盟医・科学委員会は、一線級選手を対象にレース分析を実施し、一線級選手自由形では泳速度が速くなるほどストローク頻度が増加すること、また、泳パフォーマンスの向上は、最大推進パワーの増大に伴うストローク頻度の向上によりもたらされることを報告している。加えて、世界トップ選手と比較して泳速度は同等であったが、ストローク長とストローク頻度の割合に相違がみられ、個人差が大きいことを報告している^{15,16)}

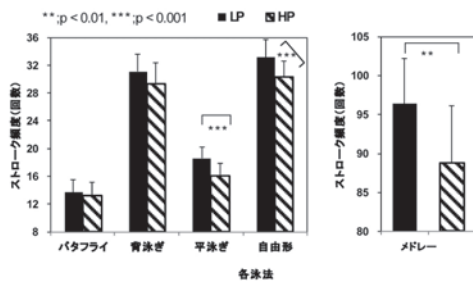


図5 各泳法におけるストローク頻度

これに対して、東島・黒瀬や平井によれば、アテネ・北京両オリンピックの金メダリストの北島康介はストローク数の減少により好成績をあげたとの報告をしている^{5, 26)}。小笠原ら(2009)も同様に、男子大学競泳選手を対象に、自由形泳法のプルとキックにおける泳距離と泳時間を分析し、両者との間に高い有意な相関があることを報告している¹⁴⁾。高木ら

(1999)は、自由形を専門とするトップ競泳選手を対象にストローク長とストローク頻度の変化について横断的に分析し、男女選手とも加齢に伴いストローク長が長くなったが、男子選手はストローク長を縮めてでもストローク頻度を増加させて泳速度を上げること、女子選手は男子選手と異なりとストローク長を保ちながらストローク頻度を増加させて泳速度を向上させる傾向にあることを報告している²⁷⁾。

上記の先行研究は国際大会や日本選手権等出場の一線級選手を対象にした報告が多く^{6,8,10,11,15,27,28)}、これらの報告から競技レベルによる泳技術の差違が認められること、加齢に伴い男女ともストローク長が増加することなどが示唆された。しかしながら、東島・黒瀬や平井を除いてほとんどが横断的研究である。本研究結果は52週間の長期間に亘る縦断的研究によるものであり、泳パフォーマンスの向上はストローク頻度の減少から、ストローク長の増加により泳速度を増加させているものと推測できる。これに類する報告は皆無である。したがって、極めて貴重な結果であることから、泳パフォーマンスの向上に伴って、今後、ストロークパラメータがどのように変容するのか、さらなる縦断的研究による報告が待たれる。

図6は各泳法のけ伸び動作距離を示した。メドレーの泳パフォーマンス向上に伴い、各泳法のけ伸び動作距離が総じて増加する傾向にあり、全ての泳法において有意差($p < 0.05$)が認められた。

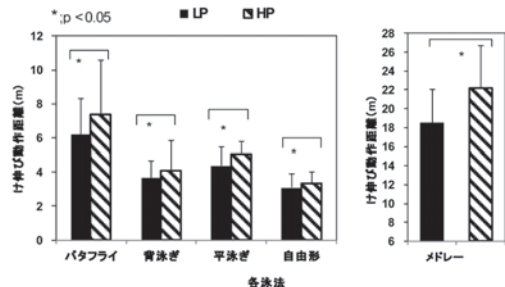


図6 各泳法におけるけ伸び動作距離

表7 被験者の各泳法におけるストローク頻度とけ伸び動作距離の変化

| 被験者 | バタフライ | | 背泳ぎ | | 平泳ぎ | | 自由形 | | メドレー | |
|-----|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|------|-------|
| | け伸び | ストローク | け伸び | ストローク | け伸び | ストローク | け伸び | ストローク | け伸び | ストローク |
| H.G | ↑ | ↓ | - | ↑ | - | ↑ | - | ↓ | ↑ | ↓ |
| N.Y | ↓ | - | - | ↑ | ↑ | ↓ | - | ↓ | - | ↓ |
| H.Y | ↑ | - | ↑ | ↓ | - | ↓ | ↓ | ↑ | - | ↓ |
| K.R | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↓ | - | ↑ | ↑ | ↓ |
| K.K | - | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↑ | - | ↑ | ↑ | ↓ |
| M.K | - | ↑ | ↑ | ↓ | - | ↑ | - | ↑ | - | ↓ |
| G.T | - | ↓ | ↑ | ↓ | - | - | - | - | ↑ | ↓ |
| K.R | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | - | ↑ | ↑ | - |
| H.T | ↑ | ↑ | - | ↑ | - | ↓ | - | ↑ | ↑ | ↓ |
| Y.S | ↑ | - | - | - | - | ↓ | - | ↑ | ↑ | - |
| M.A | ↑ | ↓ | - | ↓ | - | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ |

↑:増加, ↓:減少, -:不変, け伸び:け伸び動作距離(m)
ストローク:ストローク頻度

表7は11名の被験者における各泳法におけるストローク頻度とけ伸び動作距離の個人内変動について、表8は表7の結果を被験者全体として示したものである。

11名の被験者は、6.5～14.2秒の範囲で泳パフォーマンスが向上した。表7・8から、泳パフォーマンスの向上は4泳法のけ伸び動作距離の増加および自由形を除く3泳法のストローク頻度の減少が大きく影響を及ぼしていると考えられる。

合屋ら(2008)は、大学女子熟練泳者と非熟練泳者の比較から、熟練者の方がけ伸び動作距離が有意に長く、接地位置が浅く、重心移動軌跡が安定しているとの報告をしている⁹⁾。また、競技歴のない女子大学生1名を対象とした縦断的研究によれば、週3回(1日2時間)5週間の練習により、け伸び動作の到達距離の増大、重心移動速度(プールの壁を蹴って離れる瞬間の速度)、動作認識の明確化等が泳パフォーマンス向上に反映したとの報告をしている¹⁾。また、本研究の同被験者を対象に40週の縦断的研究を行った西山ら(2011)は「泳パフォーマンス向上は、ストローク頻度の減少とけ伸び動作距離の増大による」との報告をしている¹³⁾。

本研究の結果は、合屋らおよび西山らの報告を支持するものであった。この結果から、ストリームライン姿勢の習熟およびその保持

表8 各泳法におけるストローク頻度とけ伸び動作距離の変化

| | バタフライ | | | 背泳ぎ | | | 平泳ぎ | | | 自由形 | | | メドレー | | |
|-------------|-------|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|------|----|----|
| | 不変 | 増加 | 減少 | 不変 | 増加 | 減少 | 不変 | 増加 | 減少 | 不変 | 増加 | 減少 | 不変 | 増加 | 減少 |
| け伸び動作距離(m) | 3 | 7 | 1 | 6 | 4 | 1 | 7 | 3 | 1 | 7 | 3 | 1 | 2 | 8 | 1 |
| ストローク頻度(回数) | 3 | 2 | 6 | 2 | 3 | 6 | 2 | 3 | 6 | 1 | 5 | 5 | 2 | 2 | 7 |

が、水抵抗を低減し、泳ぎがより効率的になって、泳パフォーマンス向上に結びついたと考えられる。

本被験者のように発達途上の小学生児童のレベルでは、とりわけ、ストリームライン姿勢のできばえが泳パフォーマンスに深く関係することが示唆され、「け伸び動作」は極めて重要な基礎動作であることが改めて浮き彫りにされた。

4. まとめ

民間スイミングクラブに所属する小学校児童11名を対象に、100m個人メドレーの泳パフォーマンス向上とストローク頻度、け伸び動作の技術との関係を検討した。結果は以下のとおりであった。

- 1) 100m個人メドレーの泳タイムの向上は約12秒、初期レベルに比較して111%の泳パフォーマンスの向上が認められた。この結果から「All Strokes Method」および「泳フォームの認識度深化のためのビデオ動画観察」導入による本研究開発プログラムは有効であることが示唆された。
- 2) 100m個人メドレーの泳パフォーマンス向上に伴ってストローク頻度の減少とターン後のけ伸び動作距離の増加傾向が認められた。

本被験者は発育発達途上の児童であり、体格(身長、四肢)、筋力・柔軟性など身体的資質によりストローク頻度等が変化する可能性があることから、今後もこ

これらの問題点については、継続的かつ縦断的に追究していきたい。

文献

- 1) 合屋十四秋, 杉浦加枝子(2000):習熟過程におけるけのび動作とその認識の縦断的研究, 愛知教育大学研究報告, 49, pp15-18.
- 2) 合屋十四秋, 杉浦加枝子(2001):クロール泳の動作認識と画像解析による泳ぎのマツチング, 水泳水中運動科学, 4, pp26-32
- 3) 合屋十四秋, 野村照夫, 松井敦典(2006):けのび動作の力発揮と前方牽引による受動抵抗との関係, 愛知教育大学研究報告, 55, pp21-25.
- 4) 合屋十四秋, 野村照夫, 松井敦典, 小山田早苗(2008):けのび動作の力発揮と前方牽引による受動抵抗, 愛知教育大学研究報告, 57, pp11-16.
- 5) 平井伯昌 (2009) :平井式アスリートアプローチ, ベースボールマガジン社
- 6) 生田泰志, 松井健, 後藤真二, 野村照夫, 若吉浩二, 奥野景介, 宮下充正, 若宮知子, 森弘暢, 重松良祐, 本部洋介(1999):第74回日本選手権水泳競技大会における競泳レース分析, 日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告, 22, pp27-31
- 7) 伊藤豊彦 (2001) :小学校における体育の学習動機に関する研究～学習方略との関連類型化の試み～, 体育学研究, 46 : pp365-379
- 8) 松井健, 寺田晶裕, 立貞栄司, 本部洋介, 生田泰志, 若吉浩二, 野村照夫(1998) :競泳200m自由形種目における5m毎の泳速度とストローク変数の変化, 水泳水中運動科学, 1, pp7-12.
- 9) 村川俊彦, 大北文生, 新出昌明, 並木和彦(1993) :スイミングクラブにおける水泳指導法に関する一考察, 東海大学体育学部紀要23, pp31-45.
- 10) 野口雄慶, 出村慎一, 大杉貴康, 佐藤進, 中田征克, 北林保, 渡部満 (2005) :競泳選手と水球選手間の方向転換泳と25Mスピード泳の比較
- 11) 野口雄慶, 出村慎一, 佐藤進, 中田征克, 北林保, 大杉貴康, 渡部満(2007) :Drop-off指数を利用した泳パフォーマンス評価方法の検討, 水泳水中運動科学, 10, 1, pp16-22.
- 12) 長井力, 土岐仁, 斉藤和成(2004). クロール泳法リカバリー動作に関する運動動作評価の一試み, 水泳水中運動科学, 7, 41-49.
- 13) 西山賢優, 楠聖次郎, 梶原洋子, 横倉三郎(2012) :小学生の水泳学習におけるパフォーマンス向上と泳技能に関する研究, 日本発育発達学会第10回記念大会抄録集, p71.
- 14) 小笠原一彰, 嶋田和人, 立正伸, 若吉浩二(2009) :水球選手および競泳選手を対象としたスイム, プルおよびキックにおけるCritical Velocityの決定およびその比較, 水泳水中運動科学, 12, 1, 10-17.
- 15) 奥野景介, 野村照夫, 若吉浩二, 宮下充正, 寺田晶裕, 生田泰志, 松井健 (1998):第73回日本選手権水泳競技大会における競泳レース分析, 日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告, 21, pp131-138.
- 16) 奥野景介, 生田泰志, 若吉浩二, 野村照夫, 松井健, 宮下充正, 寺田晶裕, 重松良祐, 後藤真二, 立正伸, 黒田瑞樹(2000):第75回日本選手権水泳競技大会における競泳レース分析, 日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告, 23, pp39-43.
- 17) 荻田太(2005):水泳コーチ教本, 日本水泳連盟, 大修館書店, 33-39
- 18) 佐藤進, 出村慎一, 中田征克, 北林保, 野口雄慶(2004) :指導現場における競泳のスタート技能評価法の提案, 水泳水中運動科学, 7, pp67-73.

- 19) Sengoku & Nomura(2003) : Effect of different computer assisted instruction of elementary school children. Biomechanics and Medicine in swimming IX . Publications de l'University de Saint-etienne, France, pp 592-597.
- 20) 仙石泰雄ら(2007) : コンピュータ水泳学習支援プログラムが子どもの学習動機と学習方略に与える影響, Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci. 52, pp 161-171.
- 21) 下門洋文(2008) : SMART systemを用いたビデオフィードバックシステムの利用効果～ジュニア競泳選手を対象として～, 日本教育工学会
- 22) トレーニング科学ハンドブック(2007): トレーニング科学研究会編, 朝倉書店, pp 399-402
- 23) Steffen, J. and Hansen, G. (1987): Effect of Computer assisted instruction on development of cognitive and psychomotor learning in bowling. Journal of teaching in physical education, 6: pp 183-191.
- 24) 杉浦加枝子, 合屋十四秋(2004): 大学熟練泳者におけるけのび動作の性差, 愛知教育大学, 教育実践総合センター紀要, 7, pp 91-95
- 25) 小学校学習指導要領解説体育編(2008): 文部科学省, 東洋館出版, p 7, pp 16-17, pp 49-50.
- 26) 東島新次, 黒瀬幹夫(2009) 水泳最速のテクニック, コスミック出版
- 27) 高木英樹, 野村照夫, 若吉浩二, 奥野景介, 宮下充正(1999): 一流競泳選手のスโตรークテクニックに関する研究-200m自由形における水中動作とスโตรークインデックスとの関連について-日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告, 22, pp 32-36.
- 28) 高木英樹, 野村照夫, 若吉浩二, 奥野景介, 宮下充正(2000): 一流競泳選手のスโตรークテクニックに関する研究-200mバタフライにおける水中動作とスโตรークインデックスとの関連について-, 日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告, 23 : pp 43-46.