

100m全力クロール泳時のストローク特性とペ-ス配分との関係

| | |
|-----|---|
| 著者 | 春日 晃章, 出村 慎一, 佐藤 進 |
| 雑誌名 | サーキュラー = circular |
| 巻 | 57 |
| ページ | 137-144 |
| 発行年 | 1996-01-01 |
| URL | http://hdl.handle.net/2297/29371 |

100m全カクロー泳時のストローク特性とペース配分との関係

春日晃章¹⁾ 出村慎一²⁾ 佐藤 進³⁾

The relationship of stroke-characteristics and race pace in 100m crawl swim.

Kohsho KASUGA¹ Shinichi DEMURA² Susumu SATO³

Abstract

In this study, the 100m swim was divided into 4 sections, and each section was divided into 3 phases (start-, stroke-, and turn-phases). Swimming tests (S1 ~ S3) in three sections and a 100 m swim test (S4) were carried out. Swimming tests of S1, S2 and S3 were corresponding to the first, the second and third, and the fourth section during a 100m swim, respectively.

A total of 52 high school and college competitive swimmers was selected as subjects, and was divided into two different groups in swimming ability. One group consisted of 16 swimmers with experience of the national swim meets(G1), and the other group consisted of 36 swimmers without its experience (G2). They were asked to swim in crawl stroke as fast as possible in all 4 swimming tests. Swimming speed, stroke number, and stroke length in stroke-phase except for start and turn-phases in the above-stated sections during S4 were compared with those in each section of the swimming test, and the relationship of stroke-characteristics and race pace in 100m swim was examined.

The main findings obtained in this study may be summarized as follows;

1. Both groups swam slow pace intentionally, as compared with swimming speed at all out, in the first section of 100m swim, to minimize the decline of swim speed in the latter half.
2. The decline of swimming speed in the latter half of 100m swim was greater in G2 than G1. It was inferred that G1 is superior to G2 in physical fitness and stroke skill to keep swimming speed in the latter half, and the decline of swimming speed in G2 is more influenced by physical fatigue more than by slow pace in first section.
3. In crawl stroke, it is important to hold swimming form with smaller stroke number and longer stroke length in order to keep swimming speed.

1) 聖徳学園女子短期大学
2) 金沢大学教育学部
3) 金沢工業大学

1. *Shotoku Gakuen Women's Jounior College*
2. *Faculty of Education, Kanazawa University*
3. *Kanazawa Institute of Technology*

I. 目 的

競泳のレース分析に関しては、これまでレースを幾つかの区間に分類し、各区間の泳タイム較差を指標としたペース配分の研究がなされてきた³⁾。最近では、各区間をさらにスタート局面、ストローク局面及びターン局面の3つに分類し、泳タイム、ストローク数、ストローク長等の指標を用いた研究が報告されている^{2) 8-13)}。

これらの研究では、ペース配分及びストローク特性の分析や、スタート、ターン及びストローク技能の評価がなされ、より総合的に水泳パフォーマンスを捉えている。

選手がレース時に全力で泳いでいると仮定した場合、その結果は、距離の長短に関係なく、該当する泳距離における最高泳パフォーマンスと考えられる。しかし、最高泳スピードの維持が困難な泳距離における水泳パフォーマンスは、自己の能力を最も効果的に発揮可能なペース配分を考慮していると考えられる。競泳の場合、十分にトレーニングを積んだ選手であっても、オールアウトに近い状態では、40～50秒後には無酸素性代謝の効率が著しく低下し、泳スピードの維持が困難となることから⁴⁾、100mという短い距離であってもペース配分を考慮していると考えられる。したがって、100m全力泳のストローク特性を分析する場合、選手が持つ最高スピード泳時と対比して捉える必要がある。しかし、従来の研究では、単にレース中の水泳パフォーマンスの変化を捉えることに主眼が置かれ、最高スピード泳時の水泳パフォーマンスとの対比から捉えたものは見られない。

本研究では、100mを4区間に分類し、各区間の条件に対応する区間泳テストを実施し(図1参照)、泳力群別観点から、泳スピード、ストローク数及びストローク長を比較分析することによって、100m全力泳時のペース配分とストローク特性との関係を明らかにすることを主たる目的とした。

II. 方 法

1. 標 本

被検者は、北陸3県の高校または大学の水泳部及びスイミングスクールに所属する競泳選手52名であった。これらの標本のうち、全国大会出場経験を持つ者16名を上位群、全国大会出場経験を持たない者36名を下位群とした。

2. 泳力テスト

本研究では、100mを25mずつ4区間に分け、各区間からスタート及びターンの影響が大きいと思われる区間を除いた区間をストローク局面とし、それぞれ第1区間(10-20m)、第2区間(30-45m)、第3区間(55-70m)及び第4区間(80-100m)とした。そして、各区間の条件に対応する泳テストとして、25m+ターン後5m泳(泳テスト1:第1区間に対応)、ターン前5m+25m泳+ターン後5m泳(泳テスト2:第2と第3区間に対応)、及びターン前5m+25m泳(泳テスト3:第4区間に対応)の3パターンの変形25m泳テストと、100m全力泳(泳テスト4)の4つのテストを実施した(図1参照)。

各泳テストでは、ストローク局面における泳スピード、ストローク数及びストローク長を測定した。そして、泳テスト1～3において測定された各区間の泳スピード、ストローク数及びストローク長を、被検者の最高泳スピード発揮時の値と仮定し、この3変量を基準として、泳テスト4で得られる各区間の3変量の値との比(泳スピード比=SVR、ストローク数比=SNR、ストローク長比=SLR)を算出した(表1参照)。

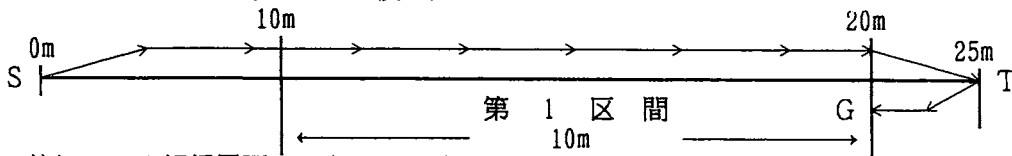
3. 撮影方法及びビデオ解析

撮影方法は、ソニー製8mmビデオカメラ1台を使用し、被検者の泳ぎに合わせて各ストローク局面を移動し撮影する移動撮影法によって実施した(図1参照)。ビデオ解析は、スタート及びターンの影響を除いた各ストローク局面

(第1区間～第4区間：図1参照) についての
み実施し、頭部が通過した時点を基準に泳タイム
及びストローク数を計測した。泳タイムの計
測には、SEIKO製ストップウォッチを用いた。
ビデオ解析における信頼性については、同一検
者が間隔をあけて2度計測した両測定値間の相
関係数によって検討した。また、客観性は、10
年以上の競泳経験を持つ2人の検者が計測条件
を共通に理解し、同一被検者の泳テストをビデ

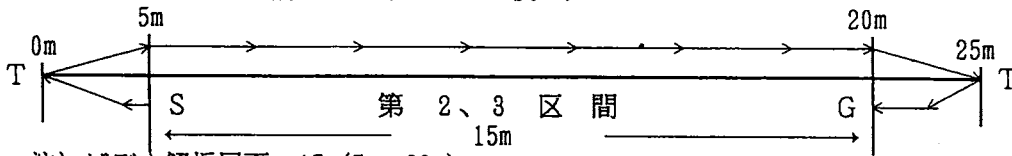
オ観察して計測した、両検者の測定値間の相関
係数によって検討した。その結果、各区間のス
トローク局面における泳タイム及びストローク
数の信頼性はそれぞれ0.891及び0.862以上、
客観性はそれぞれ0.841及び0.795以上の有意
な高い値が認められた。従って本研究における
ビデオ解析値の信頼性及び客観性は高いと考え
られる。

(1)泳テスト1 (25m泳+ ターン後5m)



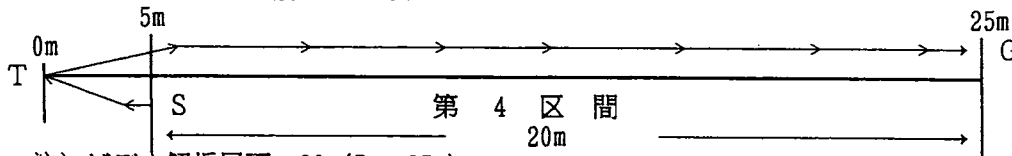
注) ビデオ解析局面 10m(10m～20m)

(2)泳テスト2 (ターン前5m+25m泳+ ターン後5m)



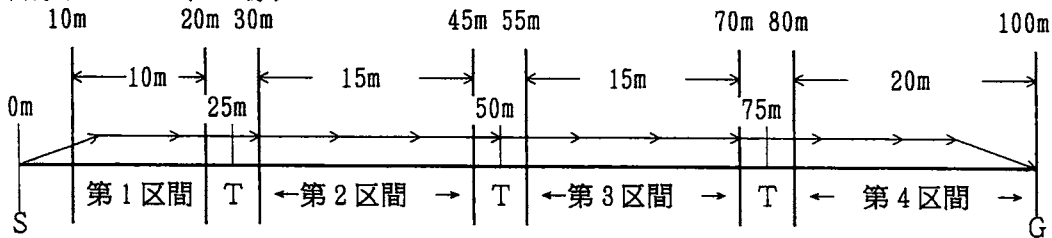
注) ビデオ解析局面：15m(5m～20m)

(3)泳テスト3 (ターン前5m+25m泳)



注) ビデオ解析局面：20m(5m～25m)

(4)泳テスト4 (100m泳)



注) ビデオ解析局面：第1区間 10m(10m～20m)、第2区間 15m(30m～45m)
第3区間 15m(55m～70m)、第4区間 20m(80m～100m)
S：スタート、T：ターン、G：ゴール

図1 変形25m及び100m泳のビデオ解析局面

表1 本研究において用いる指標

| | |
|----------------|----------------------------------|
| 泳スピード (m/sec.) | : SV (Swim Velocity), 泳距離 ÷ 泳タイム |
| ストローク数 (times) | : SN (Stroke Number) |
| ストローク数 (times) | : SN (Stroke Number) |
| ストローク長 (m) | : SL (Stroke Length), 泳距離 ÷ SN |
| 泳スピード比 (SVR) | : 100m全力泳中における各区間のSV ÷ 区間全力泳時のSV |
| ストローク数比 (SNR) | : 100m全力泳中における各区間のSN ÷ 区間全力泳時のSN |
| ストローク長比 (SLR) | : 100m全力泳中における各区間のSL ÷ 区間全力泳時のSL |

注) SVR < 1.0: 100m泳におけるSTが区間全力泳時に比べて遅いことを意味する。
 SNR > 1.0: 100m泳におけるSNが区間全力泳時に比べて多いことを意味する。
 SLR < 1.0: 100m泳におけるSLが区間全力泳時に比べて短いことを意味する。
 SV, SN, 及びSLはストローク局面における値。区間全力泳は図1参照。

表2 区間全力泳時の各区間におけるSV(m/sec.)の群間差

| 変 量 | 上 位 群 | | 下 位 群 | | t-Value |
|--------|-------|----------------|-------|----------------|---------|
| | N | \bar{X} (SD) | N | \bar{X} (SD) | |
| 第1区間 | 16 | 1.85(0.108) | 36 | 1.58(0.154) | 6.23** |
| 第2,3区間 | 16 | 1.72(0.087) | 36 | 1.48(0.154) | 6.98** |
| 第4区間 | 16 | 1.68(0.097) | 36 | 1.48(0.150) | 5.61** |

注) 表中の値はストローク局面における値。*: P < 0.01,
 第1区間, 第2及び第3区間, 及び第4区間はそれぞれ,
 泳テスト1, 泳テスト2, 及び泳テスト3に対応(図1参照)。

表3 100m全力泳時の各区間におけるSV (m/sec.) の群間差

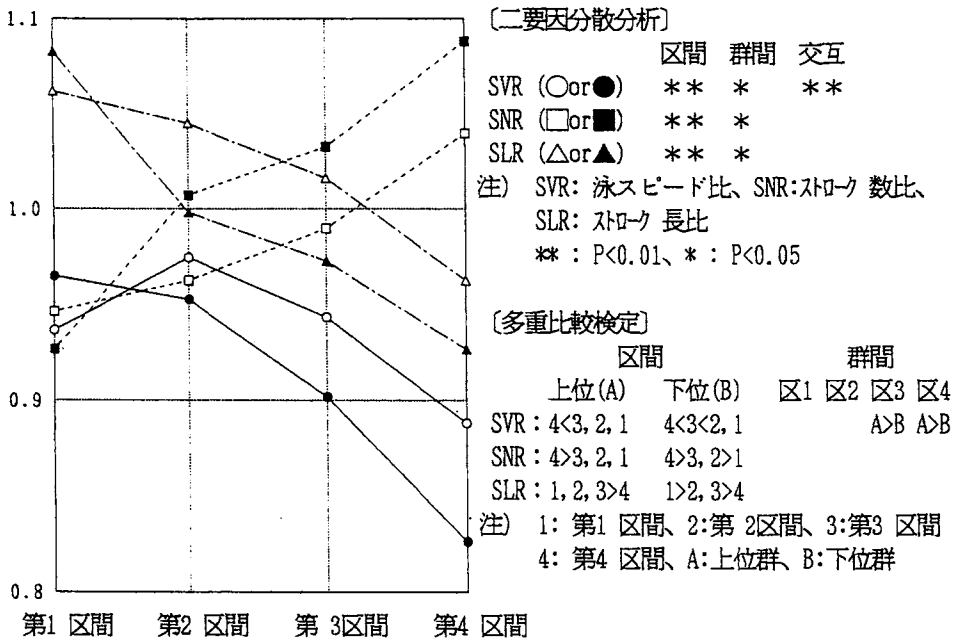
| 区 間 | 上 位 群 | | 下 位 群 | | t-Value |
|----------------|-------|----------------|-------|----------------|---------|
| | N | \bar{X} (SD) | N | \bar{X} (SD) | |
| 第1区間 (10~20m) | 16 | 1.74 (0.350) | 36 | 1.52 (0.160) | 2.64* |
| 第2区間 (30~45m) | 16 | 1.68 (0.080) | 36 | 1.41 (0.139) | 8.63** |
| 第3区間 (55~70m) | 16 | 1.62 (0.078) | 36 | 1.33 (0.135) | 9.53** |
| 第4区間 (80~100m) | 16 | 1.49 (0.084) | 36 | 1.22 (0.128) | 8.81** |

注) 各区間は図1 - 泳テスト4参照。 * : P < 0.05, ** : P < 0.01

表4 100m全力泳時の各区間におけるSVR, SNR及びSLRの基礎統計値

| 変 量 | | 第1区間 | 第2区間 | 第3区間 | 第4区間 |
|---------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | \bar{X} (SD) | \bar{X} (SD) | \bar{X} (SD) | \bar{X} (SD) |
| 上位群 (N=16) | SVR | 0.94(0.151) | 0.98(0.036) | 0.94(0.036) | 0.89(0.043) |
| | SNR | 0.95(0.071) | 0.96(0.073) | 0.99(0.069) | 1.04(0.050) |
| | SLR | 1.06(0.084) | 1.05(0.085) | 1.02(0.075) | 0.96(0.045) |
| 下位群 (N=36) | SVR | 0.97(0.049) | 0.95(0.045) | 0.90(0.050) | 0.83(0.065) |
| | SNR | 0.93(0.058) | 1.01(0.070) | 1.03(0.072) | 1.09(0.104) |
| | SLR | 1.08(0.069) | 1.00(0.068) | 0.97(0.066) | 0.93(0.086) |

注) SVR: 泳スピード比, SNR: ストローク数比, SLR: ストローク長比
 各区間は図1 - 泳テスト4参照。



注) ○—: 泳スピード比、□—: ストローク数比、△—: ストローク長比 (上位群)
●—: 泳スピード比、■—: ストローク数比、▲—: ストローク長比 (下位群)

図2 SVR, SNR, 及びSLRの泳力別・区間別による二要因分散分析結果

4. 解析方法

100m泳のペース配分を検討するために、100m泳における区間泳と、対応する変形25m泳テストにおける各区間泳との泳スピード比 (SVR)、ストローク数比 (SNR) 及びストローク長比 (SLR) を算出し、これらの区間別及び泳力群別平均値の有意差を検討するために二要因分散分析を利用した。主要因に有意差が認められた場合には多重比較検定を行った。

III. 結果及び考察

表2は泳テスト1～3で得られた区間全力泳時の各区間における両群間の泳スピードを、また表3は100m全力泳時の各区間における両群間の泳スピードを比較した結果をそれぞれ示している。いずれの区間泳においても上位群の泳ス

ピードが有意に速いことから、スピード泳能力は上位群の方が優れると推測される。また、表4は100m全力泳時の各区間における泳スピード比 (SVR)、ストローク数比 (SNR) 及びストローク長比 (SLR) の基礎統計値を、図2はそれらの区間及び群間による二要因分散分析及び多重比較検定の結果を示している。

分散分析の結果、SVRにおいて有意な交互作用が認められ、区間別及び群間別に検討した結果、有意な区間差及び群間差が認められた。また、SNR及びSLRにおいて有意な区間差及び群間差が認められた。多重比較検定の結果、SVRの区間差については、上位群では第4区間に有意な低下を示したのに対し、下位群では、第3区間以降、泳距離の延長に伴って有意な低下が認められた。上位群と比較して下位群の方が早い時期から泳スピードの有意な低下が生じ

ると推測される。また、SVRの群間差についてみると、第3及び第4区間において上位群の方が有意に大きな値を示した。これは、第3及び第4区間では、下位群よりも上位群の方が、区間全力泳時の泳スピードに対する100m全力泳時の泳スピードが相対的に速く、最大泳スピードにより近い泳スピードで泳いでいることを意味する。

神前³⁾は、世界選手権及びオリンピック出場選手を対象に、自由形におけるレースペースを検討し、オープン及びネガティブペース（レース後半を前半よりも速く泳ぐペース）が多く使われているが、特定のペース配分に定着していないと報告している。また自由形は、4泳法の中で前後半のタイム較差が最も少なく、泳能力の高い者程、前後半のタイム較差は少ないとしている。本研究においても、100m前後半のタイム較差は下位群の方が大きく、第3及び第4区間における泳スピードは上位群の方が有意に速く、同様な傾向が認められた。しかし、上位群においても第4区間でSVRの低下が認められた。また、上位群のSVRの変化を見ると、100mを通して一定ではなく第2区間で増加し、それ以降は減少する傾向を示した。SVRが増加するということは、第2区間よりも第1区間の泳スピードが遅いことを意味する。第1区間は最も身体的疲労が少ないことを考えると、上位群は第1区間において意識的に泳スピードをやや抑えており、それが後半の泳スピードの維持に貢献していると考えられる。

一方、下位群は、第1区間のSVRが上位群よりも小さく、相対的に上位群よりも速い泳スピードであり、上位群と比較してややオーバーペースで泳ぎ出していると考えられる。しかし、上位群と同様、下位群の場合も100m全力泳時における第1区間の泳スピードが最高泳スピード発揮時よりも遅い（表2及び表3参照）ことから、下位群も、後半における泳スピード維持のために第1区間の泳スピードを抑えたペース配分を行っていると考えられる。この第1区間の

泳スピードを抑えたペース配分による後半の泳スピード維持への貢献が上位群よりも下位群において低いのは、下位群の方が泳スピードを維持するための身体的能力に劣ることが大きな理由と考えられる。つまり、下位群では第1区間における泳スピードの抑制よりも、身体的疲労の方が後半の泳スピード維持に強く影響すると推測される。

次に、SNR及びSLRの変化をみると、多重比較検定の結果、両変量とも、下位群では第2及び第3区間と第1区間及び第4区間に有意差を示し、上位群では第1から第3区間と第4区間に有意差を示した。これは下位群の場合、区間全力泳時と比較して、第1区間よりも第2及び第3区間、第2及び第3区間よりも第4区間でストローク長は短縮し、ストローク数は増加したことを意味する。前述の結果から、両群とも、泳距離の延長に伴う身体的疲労は、ストローク特性に影響を及ぼすが、その傾向は下位群の方が顕著であると考えられる。また、SNRが1.0を上回り、SLRが1.0を下回る地点（変換点）は、下位群では第2区間、上位群では第4区間にみられ、上位群の方が遅く現れた。SNRが1.0を上回り、SLRが1.0を下回することは、25m全力泳時よりもストローク数が多く、ストローク長が短い泳フォームに変化したことを意味する。上位群では、泳距離の延長に伴うSVRの有意な増加の出現が下位群と比べて遅いことから、ストローク数が少なく、ストローク長が長い効率の良い泳フォームをより長い距離維持することが、泳スピードの維持に貢献すると考えられる。従って、上位群は下位群と比較して、泳スピードを維持するための身体的能力のみならず、泳スピードをより効率的に維持しうるストローク技能にも優れると推測される。また、変換点の出現区間をSVRの変化と対応させてみると、両群とも変換点以降にSVRの有意な増加が認められた。このことから、ストローク数の増加及びストローク長の短縮は泳スピード低下の前兆であり、変換点の出現を遅ら

せること、つまり、ストローク数が少なくストローク長の長い泳フォームを維持することが泳スピードの維持に重要と考えられる。若吉ら⁸⁾は、ストローク数とストローク長は密接な相反関係にあり、これらの変化は泳スピードの低下に密接に関与すると報告している。本研究においても、両群とも、両変数が同時期に有意な変化を示し、変換点以降に泳スピードの低下がみられたことから、両者は密接な相反関係にあり、両者の変化が泳スピードの変化に大きく影響すると推測される。

IV. ま と め

泳力の上位群及び下位群ともに、後半の泳スピード低下を最小限に止めるために、第1区間

の泳スピードを意識的にやや抑えるペース配分を行っているが、その貢献度は上位群の方が高い。これは、下位群では、第1区間における泳スピードの抑制よりも身体的疲労の方が後半の泳スピード維持に強い影響を及ぼすためと推測される。また、クロール泳において、ストローク数の増加及びストローク長の短縮は泳スピード低下の前兆であり、泳スピードの維持には、ストローク数が少なくストローク長の長い泳フォームの維持が重要と考えられる。上位群は、ストローク数が少なくストローク長の長い泳フォームをより長く維持可能なことから、泳スピードを維持しうる身体的能力に加え、それをより効率的に維持しうるストローク技能にも優れると推測される。

文 献 (References)

- 1) 出村慎一・松浦義行 (1979) 筋力と水泳パフォーマンスとの関係. 体育学研究 24 :59-69.
- 2) 伊藤雅浩・中川保敬・田口信教 (1991) 高校男子選手の100m平泳ぎのトレーニング法—世界の一流選手と九州の高校生選手の比較から—. 体育の科学 41(4):299-304.
- 3) 神前知弘 (1988) 競泳100mレースにおけるペース配分に関する研究. 水泳研究 13(3):22-34
- 4) Maglischo, E. W: *Swimming faster*, Mayfield, Cal,1982, (野村武男・糸山直文・椿本昇三・野村照夫訳 (1986) スイミングファスター. ベースボールマガジン社:pp. 355-368.
- 5) 野村照夫・松浦義行 (1987) 水泳パフォーマンスに関与する能力の抽出とその相対的貢献度—大学一流選手の場合—. 体育学研究 31(4):293-302.
- 6) 野村照夫・宮下充正・武藤芳照・若吉浩二ら (1993) 日本選手権並びにパンパシフィック大会におけるレース分析, 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.II. 競技種目別競技力向上に関する研究:165-176.
- 7) 上野真一 (1988) 100m自由形における記録とストロークの関係. 水泳研究 13(4):46-57.
- 8) 若吉浩二・野村照夫 (1990) 昭和62年度日本選手権競泳競技大会における SWIMMING TECHNIQUE の研究. 体育の科学:26-41.
- 9) 若吉浩二・野村照夫・立浪勝・石川雄一 (1990) オリンピック代表選手のレース分析—オリンピック代表選考会 100m 種目から—. 水泳研究:10-23.
- 10) 若吉浩二・野村照夫・高橋伍郎・宮下充正 (1987) ビデオ撮影による競泳競技のレース分析—1987年日本選手権水泳競技大会において—. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.II. 競技種目別競技力向上に関する研究:27-33.
- 11) 若吉浩二・野村照夫・高橋伍郎・宮下充正 (1988) ビデオ撮影による競泳競技のレース分析 (第2報)—1988年ソウルオリンピック代表選手選考会において—. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.II. 競技種目別競技力向上に関する研究:225-231.
- 12) 若吉浩二・野村照夫・立浪勝・橋伍郎・宮下充正 (1989) ビデオ撮影による競泳競技のレース分析 (第3報)—1989年パンパシフィック水泳大会において—. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.II. 競技種目別競技力向上に関する研究:83-90.

- 13) 若吉浩二・宮下充正・野村照夫・小堀優子 (1992) 泳速度増加に伴うストローク頻度とストローク長の変化—1991年及び1992年度日本選手権レース分析結果200m種目より—, 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.II. 競技種目別競技力向上に関する研究:189-194.
-