

＜原著＞

水泳学習におけるスカーリング指導に関する基礎的研究

中井 聖¹⁾

A fundamental investigation of the instruction of sculling in swimming learning

Akira NAKAI¹⁾

The purpose of this study was to investigate effects of sculling learning on swimming abilities in college swimming classes. 17 male college students were divided into two groups; the group that performed sculling training for 10 minutes in every class (SC group) and the group that did not perform the training (CT group) and then the time required for 50-m maximal crawl stroke, backstroke and breaststroke was measured in the participants of each group at the beginning and end of the whole classes. Consequently, there were significant differences between the required time in all swimming styles at the beginning of the classes and that at the end of the classes in both groups and the required time in all styles in SC group was equivalent to that in CT group at the beginning and end of the classes. These indicate that the contents of the swimming classes in this study had improving effects of swimming abilities among college students and however sculling training for short duration was ineffective in the enhancement of swimming abilities. Nevertheless, the participants of SC group perceived the changes of kinesthesia for catching and pushing water. This fact implies even sculling training for short duration has the possibility of learning kinesthesia for catching and pushing water and improving swimming skills.

Key words : 大学水泳授業, 泳能力, クロール, 背泳ぎ, 平泳ぎ, 身体感覚
college swimming classes, swimming ability, crawl stroke, backstroke,
breaststroke, kinesthesia

I . はじめに

水泳は腕のプル動作や脚のキック動作によって得られた推進力を用いて水中を移動するという特性を有しており¹⁾、腕や脚を用いて推進力を得る技術の良し悪しが泳記録を左右している²⁾。クロール、背泳ぎ、平泳ぎの各泳法における腕のプル動作の泳速度に対する貢献度はそれぞれ90%、72%、73%であり、

水泳時の推進力の多くが腕のプル動作によって生じることが指摘されている³⁾。

スカーリング (sculling) は腕を水中で動かして推進力を得る推進技術であり⁴⁾、腕のプル動作を構成する要素の1つとされている⁵⁾。スカーリング時には、水中で肘を支点とした前腕の回内および回外運動が行われ、手部において推進力が生み出される⁶⁾。これらのことから、水泳学習においてスカーリングを習

1) 神戸医療福祉大学 (Kobe University of Welfare) 〒679-2217 兵庫県神崎郡福崎町高岡1966-5

得することで、腕のプル動作によって獲得される推進力が増大し、泳速度や泳記録などの泳能力が向上することが予想される。

スカーリングに関しては、シンクロナイズドスイミング中のスカーリングの動作特性^{6,7)}や推進力の発生機序^{8,9)}についていくつかの報告がなされている。一方、水泳の基礎的な技術練習としてスカーリングが取り入れられているにもかかわらず⁵⁾、水泳中のスカーリングについてはクロール泳時のプル動作への貢献についての報告¹⁰⁾がなされているのみである。また、水泳学習においてスカーリングのトレーニングを行った場合に泳能力にどのような影響を与えるのかについては検討がなされていない。

そこで本研究では、大学生を対象とした水泳授業においてスカーリングのトレーニングを行い、授業前後の泳記録を比較することで、スカーリングの習得が泳能力に及ぼす効果について検討し、水泳学習におけるスカーリング指導に関する基礎的知見を得ることを目的とした。

Ⅱ．方法

1. 被験者

K大学の体育・スポーツ系学科に所属する大学生のうち、2013年度に水泳授業を履修した17名を被験者とした。被験者の全員が男子であり、年齢(平均±標準偏差)は 20.1 ± 0.4 歳、身体特徴は身長が 1.71 ± 0.04 m、身体質量が 63.2 ± 10.2 kg、体脂肪率が $19.8 \pm 7.4\%$ であった。被験者には予め研究の目的や方法、予測される影響について十分説明して同意を得た後、実験を実施した。

2. 実験プロトコル

(1) 授業前の泳記録の測定

第1回目の授業時に、K大学の室内プール(室温:26.3℃、水温:26.5℃)において被験者の泳記録を測定した。被験者に各自十分なウォーミングアップを行わせた後、水中からスタートさせ、クロール、背泳ぎおよび平泳ぎの各泳法による50 m全力泳を行った。そして、その所要時間をストップウォッチ(SVAJ003、セイコーウォッチ社製)を用いて0.1 sまで計測し、授業前の泳記録とした。全力泳による疲労を考慮し、各泳法での測定の間には被験者に十分な休息を取らせた。

(2) 第2回目から第8回目の授業でのトレーニング

第2回目から第8回目までの授業では、クロール、背泳ぎ、平泳ぎの各泳法の泳記録の向上を目標とし、各泳法のキック、プル、コンビネーションおよびターンの基本動作の学習と技術練習、既習項目のトレーニングを行い、各回とも1000 m程度の泳距離を課する授業内容とした。各回の授業では、最初にその回の運動課題とねらいを説明し、ウォーミングアップさせた後、距離泳による既習項目のトレーニングを行った。その後、ドリル練習やインターバル泳などを用いた運動課題のトレーニングを実施した。授業中には、被験者が有する運動課題上の問題点とその改善策について指導者からできるだけ多くアドバイスを与えるよう配慮した。

授業前の3泳法での泳記録の合計が上位の者から順に、授業のウォーミングアップ時に約10分間のスカーリングのトレーニングを行う群(SC群)と行わない群(CT群)に振り分け、2群の泳能力が同程度となるよう配慮してグループ分けした。SC群が授業のウォーミングアップ時に行うスカーリングのトレーニング内容は水泳指導教本⁵⁾を参考として以下のとおりとした(図1参照)。2回

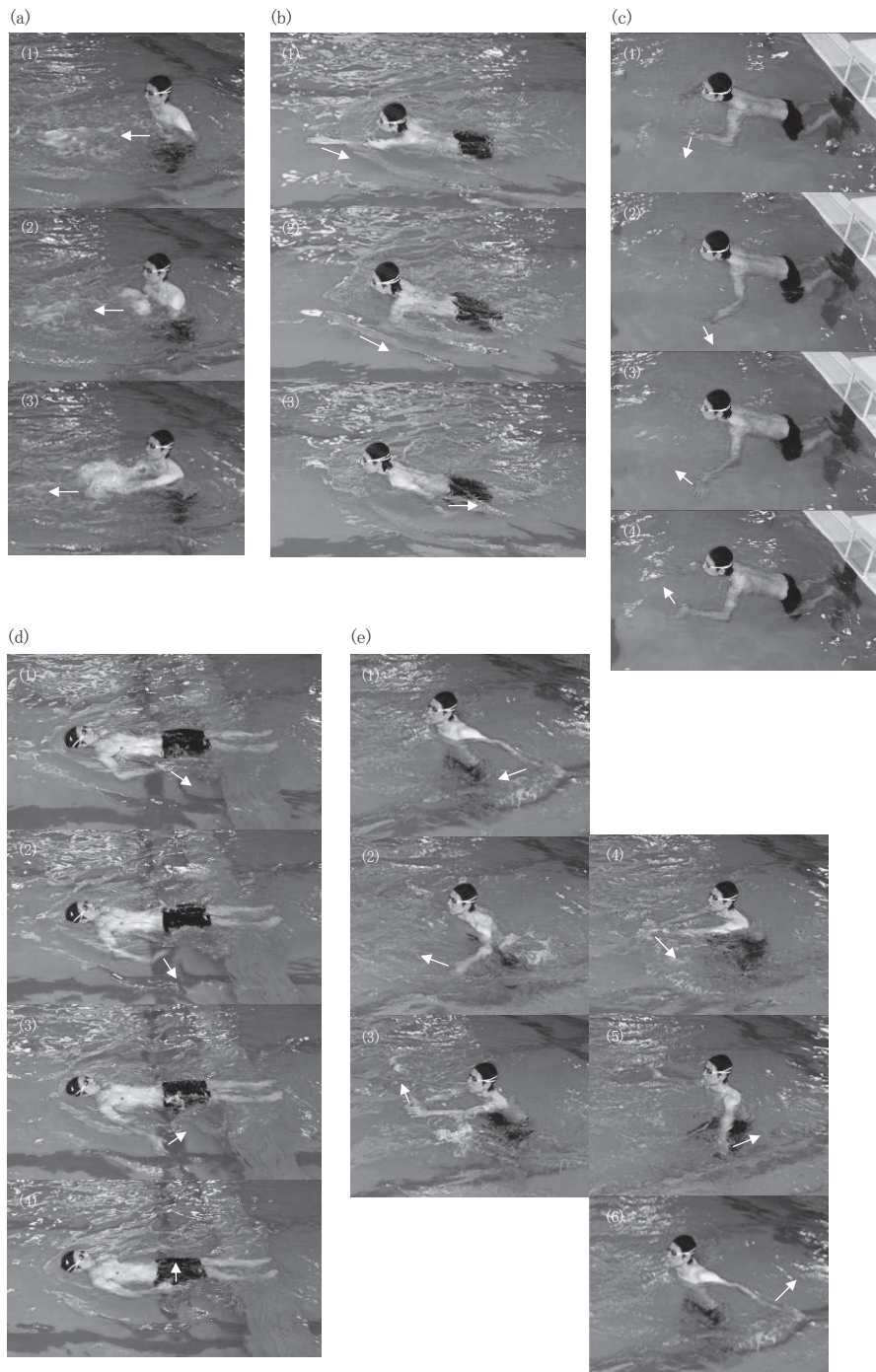


図1. 授業のウォーミングアップ時に行ったスカーリングのトレーニング内容

(a) 手掌で水を前方に押し出す動き, (b) 犬かき, (c) 壁に足をつけてスカーリングで浮かぶ動き, (d) 腰の横でスカーリングして頭上方向に推進する動き, (e) 手掌で水を挟みこんだり押し出したりする動き. 矢印は手掌の向きと水をかき込むあるいは押し出す方向を示す.

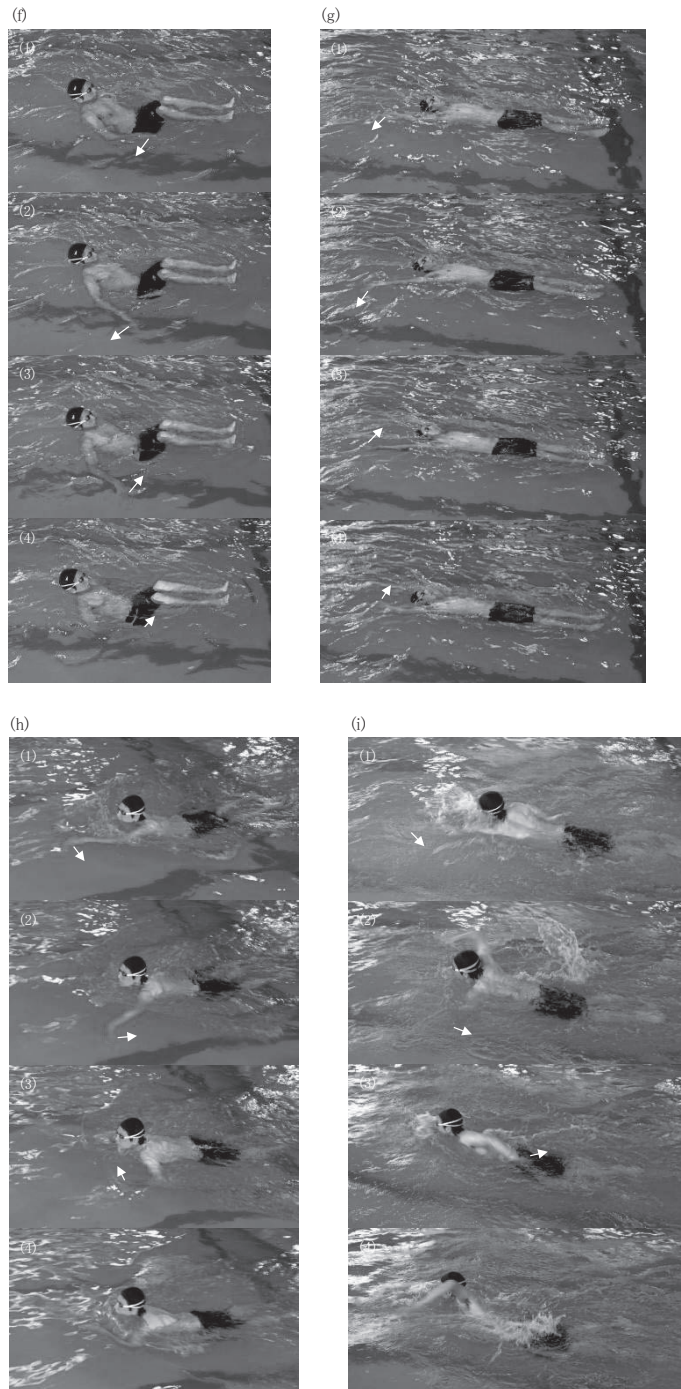


図1. 授業のウォーミングアップ時に行ったスカーリングのトレーニング内容

(f) 腰の横でスカーリングしてつま先方向に推進する動き, (g) 頭上でスカーリングしてつま先方向に推進する動き, (h) 顔を前方に挙げたままの平泳ぎのプル, (i) 顔を前方に挙げたままのクロール.

目の授業時には、立位姿勢で胸の前に構えた手掌で水を前方に押し出す動き（図1(a)）、浮き身で顔を前方に挙げ、手掌で交互に前方から水をかき込んで後方に押し出すとともにバタ足を行う動き（以下、犬かき、50 m；図1(b)）、壁に足をつけて顔を前方に挙げ、スカーリングして浮かぶ動き（図1(c)）を行った。3回目には壁に足をつけてスカーリングして浮かぶ動き、犬かき（50 m）、背浮き姿勢から腰の横でスカーリングして頭上方向に推進する動き（50 m、図1(d)）、4回目には立位姿勢で両腕を広げ、手掌で水を挟みこんだり押し出したりする動き（図1(e)）、犬かき（50 m）、腰の横でスカーリングして頭上方向に推進する動き（50 m）を行った。5回目および6回目には犬かき（25 m）、腰の横でスカーリングして頭上方向に推進する動き（25 m）、背浮き姿勢でやや股関節を曲げ、腰の横でスカーリングしてつま先方向に推進する動き（25 m、図1(f)）、背浮き姿勢を取り、頭上でスカーリングしてつま先方向に推進する動き（25 m、図1(g)）、7回目および8回目には犬かき（25 m）、腰の横でスカーリングして頭上方向に推進する動き（25 m）、顔を前方に挙げたままでの平泳ぎのプル（25 m、図1(h)）、顔を前方に挙げたままでのクロール（25 m、図1(i)）を行った。なお、CT群はウォーミングアップ時に前述のSC群のトレーニング内容に代えて、水中ウォーキング（50 m）とイルカ飛び（50 m）を行った。

(3) 授業後の泳記録の測定

第9回目の授業時に、授業前の泳記録の測定と同様の手順で被験者のクロール、背泳ぎおよび平泳ぎの50 m 全力泳の記録を測定した。測定時の室温は28.7℃、水温は28.5℃であった。測定終了後、SC群の被験者に質問紙を用いて、授業でのスカーリングのトレーニングによって身に付いたことや各泳法に現れた変化について自由記述させた。

3. 統計処理

測定した各泳法の泳記録について、CT群、SC群それぞれの平均値および標準偏差を算出した。授業前および授業後の各群の泳記録については、等分散性をLeveneの等分散性の検定を用いて確認し、等分散性が仮定された場合は対応のないt検定、等分散性が仮定されなかった場合はWelch法を用いて、群間の平均値の差を検定した。また、各群での授業前後の泳記録は対応のあるt検定を用いて授業前後間の平均値の差を検定した。全ての統計処理は統計解析ソフト（SPSS 15.0J for Windows, SPSS Inc. 製）を使用して行い、統計的有意水準は5%未満に設定した。

Ⅲ. 結果

1. 授業前の各泳法の泳記録

授業前のクロールの泳記録はCT群が51.0 ± 10.0 s、SC群が46.2 ± 6.9 s、背泳ぎの泳記

表1. CT群とSC群の授業前の各泳法の泳記録

項目	CT群		SC群		t(15)
	M	SD	M	SD	
クロール (s)	51.0	10.0	46.2	6.9	1.14
背泳ぎ (s)	72.4	17.2	70.2	14.4	0.28
平泳ぎ (s)	74.0	16.9	66.6	14.7	0.95

n = 16. M: 平均値, SD: 標準偏差.

録はCT群が 72.4 ± 17.2 s、SC群が 70.2 ± 14.4 s、平泳ぎの泳記録はCT群が 74.0 ± 16.9 s、SC群が 66.6 ± 14.7 sであった(表1)。全ての泳法の授業前の泳記録において、CT群とSC群の間に差は見られなかった。

2. 授業後の各泳法の泳記録

表2に示したとおり、授業後のクロールの泳記録はCT群が 41.8 ± 4.9 s、SC群が 41.8 ± 5.5 s、背泳ぎの泳記録はCT群が 55.9 ± 7.6 s、SC群が 57.6 ± 7.8 s、平泳ぎの泳記録はCT群が 63.3 ± 12.5 s、SC群が 59.6 ± 10.7 sであり、全ての泳法でCT群とSC群の間に差は認められなかった。

3. 各群における授業前後の各泳法の泳記録

CT群では、授業前と授業後のクロール、背泳ぎおよび平泳ぎの泳記録間に有意な差が

認められた(それぞれ $t(8) = 4.92, p < .01$; $t(8) = 3.73, p < .01$; $t(8) = 4.24, p < .01$; 表3)。SC群の授業前後の全ての泳法の泳記録の間に有意な差が見られた(クロール: $t(7) = 3.39, p < .05$; 背泳ぎ: $t(7) = 3.64, p < .01$; 平泳ぎ: $t(7) = 3.09, p < .05$)。

IV. 考察

大学水泳授業においてスカーリングのトレーニングを行った際の授業前後の泳記録を比較し、スカーリングの習得が泳能力の改善に与える影響について検討したい。まず授業前の泳記録について検討すると、全ての泳法の授業前の泳記録においてCT群とSC群との間に差が見られなかった(表1)。このことから、授業前の両群の泳能力は同等であったことが示唆され、3泳法の泳記録の合計が上位の者から順に2群に振り分けるという本

表2. CT群とSC群の授業後の各泳法の泳記録

項目	CT群		SC群		$t(15)$
	M	SD	M	SD	
クロール (s)	41.8	4.9	41.8	5.5	0.00
背泳ぎ (s)	55.9	7.6	57.6	7.8	-0.48
平泳ぎ (s)	63.3	12.5	59.6	10.7	0.64

$n = 16$. M : 平均値, SD : 標準偏差.

表3. 各群における授業前後の各泳法の泳記録とその差異

項目	授業前		授業後		授業前後の差		$t(8)$	ES
	M	SD	M	SD	M	SD		
CT群								
クロール (s)	51.0	10.0	41.8	4.9	9.2	5.6	4.92**	1.168
背泳ぎ (s)	72.4	17.2	55.9	7.6	16.5	13.3	3.73**	1.242
平泳ぎ (s)	74.0	16.9	63.3	12.5	10.7	7.6	4.24**	.723
SC群								
クロール (s)	46.2	6.9	41.8	5.5	5.6	4.4	3.39*	1.441
背泳ぎ (s)	70.2	14.4	57.6	7.8	13.3	12.6	3.64**	1.548
平泳ぎ (s)	66.6	14.7	59.6	10.7	7.6	7.0	3.09*	1.336

t 値は授業前後の泳記録の平均値の関係を示す。CT群: $n = 9$, SC群: $n = 8$. M : 平均値, SD : 標準偏差, ES : 効果量.

* $p < .05$, ** $p < .01$.

研究で用いた方法が2群の泳能力を同程度とするグループ分けとして妥当かつ有用であることが示された。

CT 群、SC 群共に、クロール、背泳ぎ、平泳ぎのいずれの泳法においても、授業前と比較して授業後に泳記録が大きく改善した(表3)。本研究の授業では、まず被験者に運動課題の内容やねらいを理解させてから、その運動課題の練習を繰り返し行い、指導者から被験者に運動課題上の問題点や改善策を提示するという学習活動を行った。運動指導現場における運動学習では、学習者がまず目標とする動作を理解し、その動作を記憶してから運動を実行すること、運動終了後に指導者から学習者に運動の結果を伝えることが重要であるとシュミットは述べており、そのことによって学習者は実際行った動作と目標とする動作との誤差を縮めるよう自己の運動プログラムを調節できるとされている¹¹⁾。本研究の授業の学習活動はこの一連の運動学習過程に即しており、運動学習としての効果を十分に有したことから、被験者の泳能力を大きく伸長できたと思われる。また本研究の毎回の授業では、被験者にドリル練習や距離泳、インターバル泳で1000 m 程度泳がせたが、前述した一連の運動学習過程に添った学習活動とすれば、この泳距離の設定で大学生の各泳法の泳能力を十分伸長できることが併せて明らかとなった。

表3に示したとおり、CT 群、SC 群の両群において、背泳ぎの授業前後の泳記録の差はクロールや平泳ぎに比べて大きい傾向であった。先行研究¹²⁾では、小学校から高等学校までの水泳授業ではクロールと平泳ぎが主として取り上げられ、背泳ぎがあまり取り扱われていないことが指摘されており、本研究の授業内での被験者からの聞き取りでも同様の内容が確認された。よって、これまで学習

機会が比較的少なく、泳能力の獲得の程度が低い背泳ぎのトレーナビリティはクロールや平泳ぎと比して高く、背泳ぎの泳能力が大学での水泳授業によって大きく改善される可能性があると考えられる。

SC 群の授業後の泳記録はクロール、背泳ぎ、平泳ぎの全ての泳法においてCT 群と同等であった(表2)。本研究では、スカーリングの習得によって泳能力が向上するという仮説の基、スカーリングのトレーニングを行った場合と行わなかった場合の授業後の泳記録の差異を検討したが、スカーリングのトレーニングが1回の授業あたり10分程度、授業回数が7回と短時間かつ短期間であれば、スカーリングの習得による泳能力向上の効果は認められないことが明らかとなった。しかしながら、授業後の泳記録測定後にSC 群の被験者から得られた自由記述の回答をKJ 法¹³⁾によってまとめると、クロールでは「水をキャッチする感覚が身についた」、「水をプッシュする感覚が身についた」、「プルの力強さが増した」、「1ストロークでの推進距離が伸びた」、背泳ぎでは「水をうまくプッシュできるようになり、体が浮くようになった」、「1ストロークでの推進距離が伸びた」、平泳ぎでは「水をキャッチする感覚が身についた」、「プルの力強さが増した」という結果がそれぞれ得られた。下門ほか¹⁴⁾は、運動学習における一連の学習過程の中で学習者が得られる情報には、指導者から学習者に与えられるアドバイスのような外的なフィードバック情報に加え、学習者自身が運動中に知覚する身体感覚のような内的なフィードバック情報が存在すると述べている。また、運動学習における技能の習得とは、学習者が運動中に知覚した身体感覚を記憶してその運動を再現することだとしている。水泳学習においては、学習者が水を押す感覚¹⁵⁾や四肢を供給させてコ

ントロールする感覚といった身体感覚を意識することで正しい水泳技能が習得され¹⁶⁾、習得された水泳技能の良否が泳記録を決定するとされている¹⁷⁾。そして、泳能力が高い大学競泳選手はこれらの身体感覚を重点的に意識して水泳技能の改善を図っていることが報告されている¹⁴⁾。したがって、本研究のSC群の被験者が前述したような身体感覚の変化を主観的に感じ取ったということは、比較的短期間のスカーリングのトレーニングであっても水をキャッチする感覚やプッシュする感覚が習得でき、水泳技能が改善される可能性があることを示している。泳記録を決定する泳速度は1ストロークでの推進距離とピッチの積として表すことができ、1ストロークでの推進距離の伸長は泳速度の向上、つまり泳記録の短縮に繋がる⁵⁾。SC群の被験者はスカーリングのトレーニングによって水をキャッチしたりプッシュしたりする感覚が身につく、腕のプル動作が改善されて推進力が増大したため、主観的ではあるが1ストロークでの推進距離が伸長して泳記録が向上したのではないと思われる。よって、CT群とSC群は本研究の授業により同程度泳能力が向上したが、スカーリングのトレーニングを行っていないCT群はSC群とは異なる機序で泳能力が向上した可能性があると考えられる。

本研究では、短時間かつ短期間のスカーリングのトレーニングを行った場合の泳能力の変化について検討したが、スカーリングのトレーニングをより長時間かつより長期間に渡って行った場合の泳記録や身体感覚への影響、あるいは泳動作の変化を調べ、水泳技能や泳能力にどのような効果をもたらすのかについて検討することが今後の課題となろう。

文献

- 1) Karpovich, P. V.: Analysis of the propelling force in the crawl stroke. *Research Quarterly*, 6(2), 49-58, 1935
- 2) 合屋十四秋, 野村照夫, 松井敦典, 高木英樹: クロール泳動作の発達. 北川薫編, 動きとスポーツの科学: 第11回日本バイオメカニクス学会大会論集, 286-291, 第11回日本バイオメカニクス学会大会実行委員会, 1992
- 3) 蒲田安久, 栗林徹, 山下芳男: 水泳におけるプルの能力と泳力. 岩手大学教育学部研究年報, 54(2), 89-102, 1994
- 4) 本間三和子: シンクロナイズドスイミングにおけるスカーリングとエッグビーターキックの技術に関する文献研究. 筑波大学体育科学系紀要, 29, 1-14, 2006
- 5) 財団法人日本水泳連盟: 上級者指導法(より速く泳ぐためには). 水泳指導教本[第3版], 90-100, 大修館書店, 2009
- 6) 本間三和子: 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. 平成20年度筑波大学大学院人間総合科学研究科博士学位論文, 2008
- 7) 本間三和子, 本間正信, 窪康之: シンクロナイズドスイミングにおける荷重負荷の違いによるフラットスカル動作の比較. *トレーニング科学*, 19(2), 137-148, 2007
- 8) 高木英樹, 野村照夫, 松井敦典, 南隆尚, 合屋十四秋: スカーリング動作による推力発揮に関する流体力学的考察. 三重大大学教育学部研究紀要 自然科学, 50, 111-119, 1999
- 9) 松内一雄: 非定常推進理論に基づくシンクロのスカルによる推進力発生メカニズム. 平成23年度科学研究費助成事業研究成果報告書, 2012

- 10) 合屋十四秋, 天野義裕, 米田吉孝: 水中エレクトロゴニオメーターによるクロール泳のプル動作の解明. 星川保, 豊島進太郎編, 走・跳・投・打・泳運動における“よい動き”とは: 第7回日本バイオメカニクス学会大会論集, 174-180, 第7回日本バイオメカニクス学会大会組織委員会, 1984
- 11) シュミット: 調枝孝治訳, 運動学習とパフォーマンス. 大修館書店, 1994
- 12) 中井聖, 中山忠彦: 体育系大学生の水泳の授業経験と水泳に対する好嫌度の特徴. 聖泉大学スポーツ文化研究所紀要, 5(1), 29-37, 2013
- 13) 川喜田二郎: 問題解決学－KJ法ワークブック. 講談社, 1976
- 14) 下門洋文, 仙石康雄, 椿本昇三, 高木英樹: 大学競泳選手が泳技能改善時に重視している身体感覚. 体育学研究, 57, 201-123, 2012
- 15) Councilman, J. E.: The science of swimming, 172-188, Pelham Books Ltd, 1968
- 16) Seifert, L., Leblanc, H., Chollet, D., Delignieres, D.: Inter-limb coordination in swimming: Effect of speed and skill level. Human Movement Science, 29(1), 103-113, 2010
- 17) Barbosa, T., Bragada, J., Reis, V., Marinho, D., Carvalho, C., Silva, A.: Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: Updating the state of the art. Journal of Science and Medicine in Sport, 13(2), 262-269, 2010