

けのび動作の習熟過程と気づきに関する追跡研究 —リリース前の動作と力発揮を中心に—

杉浦 加枝子(Kaeko Sugiura)
合屋 十四秋(Toshiaki Goya)

愛知教育大学大学院教育学研究科
愛知教育大学教育学部

【要旨】

本研究では、初心者1名の練習後2年間におけるけのび動作の動きや感覚への気づきの変化を、リリース前の動作および力発揮に着目し、VTR画像、水中フォースプレートおよび質問紙を用いて、明らかにすることを目的とした。その結果、準備局面での力発揮は、1年後より2年後の方が大きくなり、所要時間は短くなった。しかし、熟練者と比べると力発揮は小さく、所要時間は大きかった。立ち上がりは熟練者と異なり、ゆるやかであった。また準備局面の動作では、1、2年後ともに接地時からリリース時まで、腰関節角度を伸展させて力発揮をしており、「ため」の動作の出現がほとんどみられなかった。一方、動作認識においては、練習前は意識できていなかったのが、練習後以降は全体的に認識できるようになった。また口答質問から、「気づき」のレベルに質的な変容が生じたことが示唆された。

◆ キーワード：けのび動作、動作認識、画像解析、力発揮、追跡研究

1. 目的

近年、スポーツ現場では、科学的データの活用が不可欠になってきており、一流コーチは科学的データの活用から選手の内的な状況を読みとり、洞察できる能力の必要性が指摘されている(阿江¹⁾)。また、結城¹⁶⁾は、選手のパフォーマンスには、物理的な事実と感覚的な事実の2つの側面が存在し、動きを改善しようとするとき、感覚的事実の中で何か新しい気づきを生みだし、動きを修正していくことを示唆している。これらのことから、パフォーマンスの向上には技術のみでなく、気づきへのアプローチも重要だと考えられる。

合屋・杉浦⁵⁾は、初心者に一定期間の練習を行わせ、その前後のけのび動作に対する気づきと動作の変化を検討した。その結果、壁を蹴った後のストリームラインのみでなく、壁を蹴るまでの動作に着目する必要性を説いている。けのび動作に関する研究(Takahashi et al.¹⁵⁾、高橋¹³⁾、土居・小林³⁾では、熟練者及び初心者の方力発揮、膝関節角度等を検討したものはあるが、追跡研究をしたものはほとんどない。また、認識の度合いと実際の泳ぎそのものとのマッチングがどのような様相を呈しているのかも、ほとんどわかっていない。

そこで本研究では、縦断的に追跡している初心者1名の、練習後2年間の動きや感覚への気づきの変化を、VTR画像、

水中フォースプレートによる力発揮および質問紙による調査によって、明らかにすることを目的とした。今回は、特にけのび動作のリリース前の動作と力発揮に着目した。

2. 方法

被験者は、初心者として競技歴のない大学水泳部員女子1名(身長158.0m、体重54.5kg)であった。実験期日は、練習前が1997年5月、練習後が同年8月、1年後が1998年8月、2年後が1999年8月であった。実験試技は、十分にウォーミングアップを行わせた後、全力でけのび動作をそれぞれ10回ずつ行わせた。

VTR画像は、NAC社製HSV-400(200f.p.s)により、被験者の右側方の動作を撮影し、DKH社製FDWを用いて解析を行った。けのび動作は、床から爪先が離れ(以降、離地時)、壁から爪先点が離れる時(以後、リリース時)から0.5sec時までと、その前後5コマであった。分析項目は、重心移動速度、重心の投射角度、腰および膝関節角度であった。壁を蹴る力の測定は、水中用フォースプレート(ストレインゲージ式：防水ゲージ使用)を用いて行った。フォースプレートからの電気信号は、ストレインアンプ(三栄測器製：6M82)で増幅しMaclab/8s(ADI社製)でAD変換した。水中の映像とフォースプレートからの電気信号は、HSV-400により同期した。

認識をとらえるための質問紙は、高橋¹⁴⁾、合屋⁴⁾による4泳法の泳法別自己診断項目を参考にし、下記の6項目を作成した。

1. 上体と腰が安定しているか。
2. 腰と首の力が抜けているか。
3. 腰が落ちたり出たりしていないか。
4. 膝が曲がっていないか。
5. 顎が出ていないか。
6. 肩で耳を挟むようにしているか。

被験者には、各実験後に質問紙の各項目について、「5:はい」、「4:いいえ」、「3:どちらともいえない」、「2:意識したことがない」、「1:質問の意味がわからない」のいずれかで回答させた。5.4は、「自分の動作や感覚をはっきりと認識している」とし、3.2.1は、「認識していない」と解釈した。これは、動作が実際にできているか否かに関わらず、動作を認識しているかどうかという観点から評価した。

練習は、1997年に1日2時間の練習を週に3回のペースで5週間実施した。練習内容は表.1に示した。言語指示方法は、

村川ら¹²⁾の感覚的言語を参考に行った。1998年は週2回、約3000mの水泳部の練習を行ったが、1999年は、練習量を保持できなかった。

表1 練習内容

練習項目	内 容	実施回数				
		1	2	3	4	5
水慣れ	・水中歩行	○	○			
	・ポビング	○	○	○		
けのび動作	・陸上での姿勢の確認	○	○			
	・水中での姿勢の確認		○	○		
	・壁を蹴り、素早くストリームラインをつくる	○	○	○	○	○
	・潜って壁に足をつく		○	○	○	○
	・膝を出して力をためる		○	○	○	○

3.結果

3.1パフォーマンスの変化

泳力の変化を測定するために、デッドスタートでの50mクロール全力泳を測定した。練習前では、36.8mを38.9秒、平均泳速度が0.95m/sec、ストローク長が1.84m/stroke、ストローク頻度が0.51stroke/secであった。練習後ではそれぞれ46.6秒、1.07m/sec、1.56m/stroke、

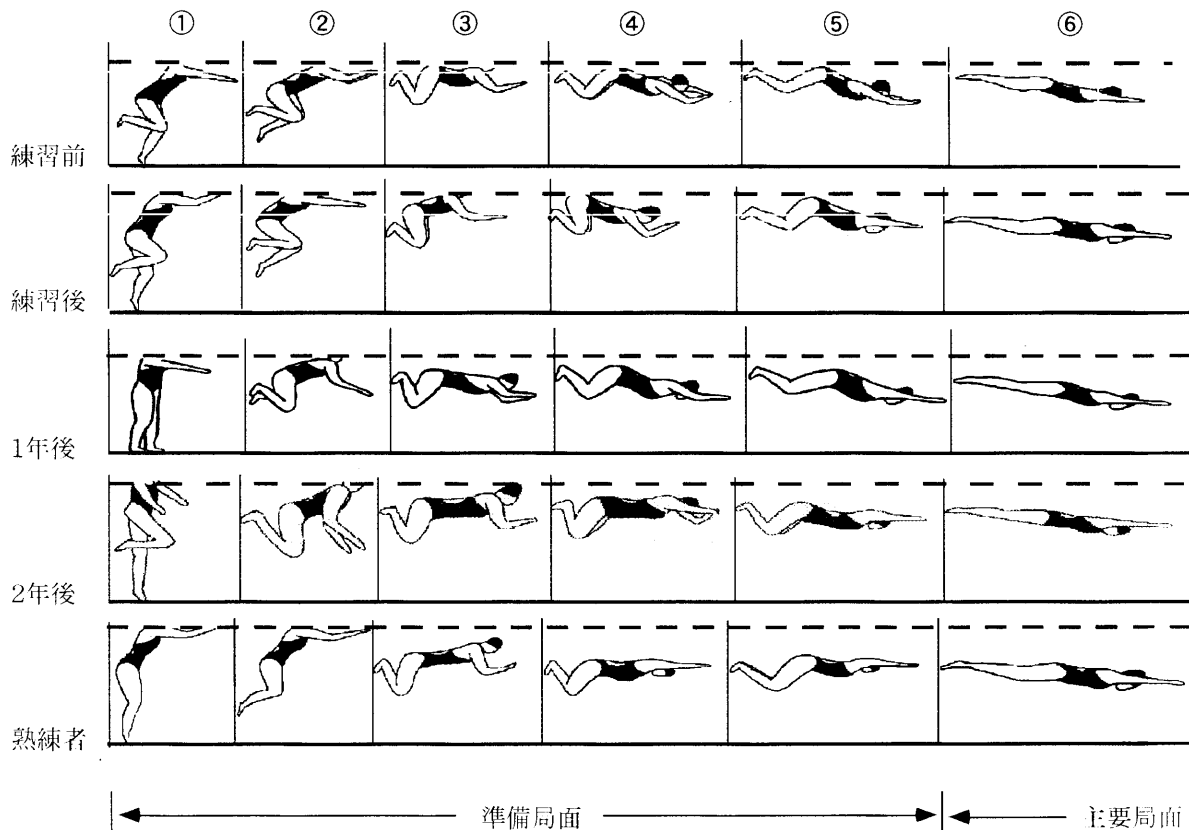


図1 けのび動作の変化

0.69stroke/sec, 1年後では39.3秒, 1.27m/sec, 1.67m/stroke, 0.76stroke/sec, 2年後では39.0秒, 1.28m/sec, 1.85m/stroke, 0.69stroke/secであった。けのび動作の到達距離は, 練習前が5.7m, 練習後が8.0m, 1年後が10.5m, 2年後が10.9mと大きくなった。熟練者のけのび動作の到達距離は10.1mであった。

3.2 重心移動速度及び投射角度の変化

図1.に練習前から2年後までと熟練者のけのび動作の姿勢の変化を示した。①は離地時, ③は足が壁に着いたとき(以降, 接地時), ⑥はリリース時の姿勢である。①の離地時から⑤までの動作を準備局面とし, ⑥のリリース時からを主要局面とした。その結果, 練習前後の③の接地時では, 頭が水面から出ていたが, 1年後以降は頭が水中に入っていた。

表2.に, 重心移動速度および投射角度の変化を示した。重心移動軌跡の投射角度は, 水面とリリース時から0.5秒後の重心位置とのなす角度とした。初心者は, 水面に対して下向きであったのに対し, 熟練者は上向きであった。

表2 重心移動速度と投射角度の変化

	重心移動速度 リリース時(m/sec)	重心投射角度 (deg)
練習前	2.32 ± 0.55	10.67 ± 2.50
練習後	2.68 ± 0.08	6.19 ± 0.88
1年後	2.70 ± 0.05	10.55 ± 1.57
2年後	2.77 ± 0.10	5.85 ± 0.89
熟練者	2.80 ± 0.15	2.42 ± 1.64

* P<0.05 ** P<0.01 *** P<0.001

3.3 準備局面における力発揮の変化

図2.に, 初心者の1, 2年後および熟練者の壁を蹴る力発揮の変化の1例を示した。接地時からリリース時までをプロットした。1年後は, 力発揮のピーク値が651.6 ± 39.2N, 接地からリリースまでの所要時間が0.61 ± 0.14sec, 接地時からピーク時までの所要時間が, 0.55 ± 0.13secであった。2年後は, それぞれ776.6 ± 89.16 N, 0.69 ± 0.16sec, 0.60 ± 0.10secであった。熟練者は891.1 ± 83.26 N, 0.60 ± 0.12sec, 0.47 ± 0.16secであった。

図3.4.に図2.と同試技の接地時からリリース時までの腰・膝関節角度の変化を示した。腰関節角度は膝関節, 大転子, 肩関節のなす角度とし, 膝関節角度は, 大転子, 膝関節,

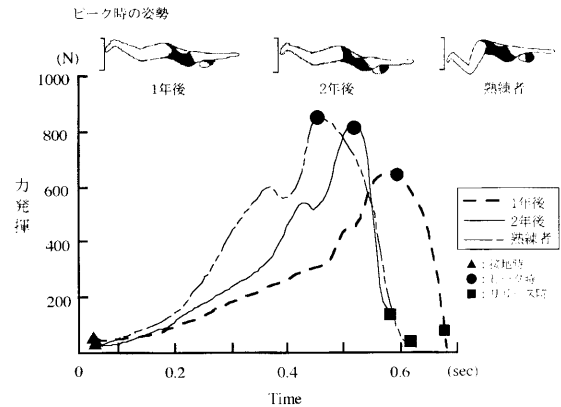


図2 壁に対する力発揮の変化—接地時からリリース時まで—

足関節のなす角度とした。その結果, 接地時の腰関節角度は, 1年後が122.64 ± 12.03度, 2年後が104.09 ± 8.77度, 熟練者が110.79 ± 16.73度であった。ピーク時では, 1年後が141.52 ± 3.47度, 2年後が124.28 ± 9.46度, 熟練者が100.14 ± 17.28度であった。接地時の膝関節角度は, 1年後が40.07 ± 9.91度, 2年後が56.32 ± 15.51度, 熟練者が33.55 ± 3.81度であった。ピーク時では, 1年後が109.86 ± 10.50度, 2年後が38.77 ± 7.88度, 熟練者が54.44 ± 21.15度であった。腰・膝関節ともに熟練者が大きく屈曲していた。

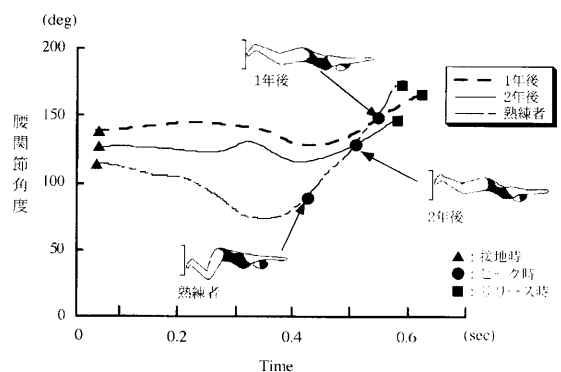


図3 腰関節角度の変化—接地時からリリース時まで—

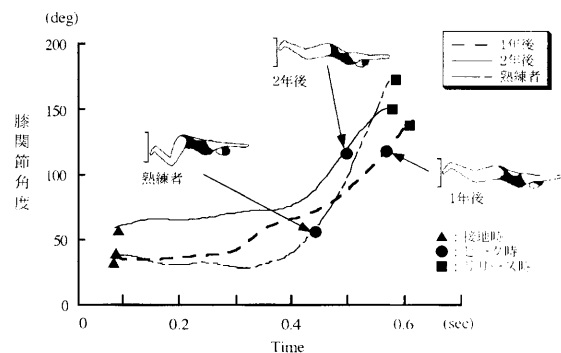


図4 膝関節角度の変化—接地時からリリース時まで—

3.4 質問紙による認識の変化

質問紙の各項目に対する回答は、練習前では全ての項目において「2.意識したことがない」と回答していたが、練習後では、項目2の「腰と首の力が抜けているか。」に対して「4.いいえ」と回答した以外は、全ての項目において「5.はい」と回答していた。1年後では、項目1の「上体と腰が安定しているか」と項目3の「腰が出たり落ちたりしていないか」に対して「3.どちらともいえない」と回答した以外は、すべて「5.はい」と回答していた。また2年後では、項目2「腰や首の力が抜けているか」に対して「3.どちらともいえない」と回答した以外は、すべて「5.はい」と回答していた。

4.考察

1.パフォーマンスの変化について

デッドスタートでの50mクロール全力泳は、練習前は50m泳ぐことができなかったが、練習後の46.58秒から2年後の39.0秒と7.58秒向上した。本研究の初心者、ストローク頻度は変わらず、ストローク長を0.29m/stroke大きくすることで、平均泳速度を0.21m/sec向上させた。また、けのび動作の到達距離は、5.7mから10.9mへと5.2m大きくなった。

2.リリース前の力発揮について

高橋¹³⁾は、けのび動作は初心者から一流選手にいたるまでの大切な技術であると指摘している。合屋・杉浦⁵⁾は、初心者におけるけのび動作の練習前後の動きと気づきの変化を検討した結果、壁を蹴った後のストリームラインのみでなく、壁を蹴るまでの動作に着目する必要性を指摘している。そこで本研究では、けのび動作における、リリース前の準備局面の動作と力発揮に着目した。準備局面における力発揮のピーク値は、2年後の方が1年後より124.98N増加した。接地時からリリース時までの所要時間は0.1sec減少し、接地時からピーク値までの所要時間は0.44sec減少した(P<0.01)。しかし、熟練者と比較してみると、ピーク値は2年後の値に比べ有意に大きく(P<0.01)、力発揮の所要時間は、2年後の値より減少傾向を示した。これらのことから、熟練者は接地時からリリース時までの所要時間が短く、ピーク値まで素早く立ち上がるのに対し、初心者では接地時からリリース時までの所要時間が長く、ピーク値までゆるやかに立ち上がっていることがわかった。高橋¹³⁾は、「熟練者は、初めか

ら立ち上がりが急で泳者の体重と同程度の力を発揮するところで一度横這いとなり、リリースに向けて再び力の発揮が大きくなる」と報告している。この一度横這いとなるのは、リリースに備えた、いわゆる「ため」の部分である。すなわち、ストリームラインづくりに相当すると考えられる。本被験者は熟練者に比べて、1、2年後とも緩やかな立ち上がりを示し、特に1年後では一度横這いとなる「ため」の出現がみられずピークに達していた。従って、重心の移動速度が異なるのは、リリースまでの動作の違いが、リリース後の前面抵抗に大きく影響を与えることが示唆された。

一方、準備局面における力発揮時の動作をみみると、初心者の接地時からピーク値までの腰関節角度は、1年後および2年後ともに伸展していた。また膝関節角度は、1年後では大きく伸展しているのに対し、2年後ではほとんど伸展せず、ピーク値以降に伸展していた。これに対して熟練者は、腰・膝関節ともにピーク値以降に伸展していた。これは、接地時からピーク値までの間に、腰・膝関節の屈曲を保持することで、力発揮が横這いとなる「ため」をつくりだしていることを示している。これらのことから、初心者は、力発揮のピーク値まで腰関節を伸展させているため、「ため」を作り出すことができないまま、リリース時まで達していると思われた。

以上のことより、指導者および学習者ともに、上手なけのび動作の習得には、壁を蹴った後のストリームラインではなく、その結果を導く準備局面の動作に焦点をあてるべきである。

3.動作認識について

体育学習では、よい動作が「できる」だけでは十分でなく、意識性、意図性の認識「わかる」が必要であるが、技能習得の過程では意識面での理解と、動作そのものの合理性が必ずしも一致していないことが報告されている(大野²⁾、金子⁷⁾、マイネル⁹⁾)。しかし、感覚的事実からの気づき(結城¹⁶⁾)や、選手の内的状況を読みとる洞察力の必要性(阿江¹⁾)を見逃すことはできない。動作認識に関する先行研究では、星野⁶⁾が競技者及び非競技者における走動作の身体への気づきについて、松下・阿江¹⁰⁾が未経験者における空手の前蹴り動作の運動観察について、松下・山田¹¹⁾が初心者における空手前蹴りの自己評価について、香田ほか⁸⁾が初心者の剣道の打ち返し動作と意識について報告されている。また水泳では、合屋⁴⁾

が一般学生における4泳法の練習前後の動作認識の変容について報告している。

合屋⁴⁾は、水中運動の動作認識と、実際の動きのマッチングを解明することの重要性を指摘している。そこで本研究では、けのび動作の認識と動作のマッチングの度合いが縦断的にどのように変容するかに焦点をあててみた。「けのび」動作に関する質問項目全体を見てみると、練習前では、全ての項目において「2.意識したことがない」と解答していた。これは、「気づき」のレベルが「できていない」か「わからない」という認識の表れだと考えられる。練習後では「5.はい」が5/6項目、「4.いいえ」が1/6項目であった。また1年後では、「5.はい」が4/6項目、「3.どちらともいえない」が2/6項目であり、2年後では、「5.はい」が5/6項目、「3.どちらともいえない」が1/6項目であった。従って、けのび動作に対する認識は、全体的には高まったと言える。しかしながら、練習後から2年後までの質問項目1.(上体と腰が安定しているか)、2.(腰と首の力が抜けているか)、3.(腰が落ちたり、出たりしていないか)に対する答えは一定ではなかった。すなわち、練習後では質問項目2が「いいえ」であり、1年後と2年後では質問項目1と3が「どちらともいえない」、2年後では質問項目2が「どちらともいえない」というように、回答に明確な判断がなされていなかった。そこで、1年後及び2年後の質問紙に対する回答の後、何故そのように回答したか口答で質問したところ、被験者は、「練習を重ねたり、上手な人の泳ぎをみていたら、自分はまだできていないとは言えない。」と回答した。これらのことから、単に回答が変容したのみではなく、「気づき」のレベルの質的な変容が生じたのではないかと思われた。従って、基本的な技術を手がかりとして、初歩的なレベルからある完成された一定のレベルに達するまでの「動き」と「気づき」の関係がどのようにかわり合って、形成されていくのかを体系的に類型化する必要がある。

5.まとめ

本研究では、初心者1名の練習後2年間におけるけのび動作の動きや感覚への気づきの変化を、リリース前の動作および力発揮に着目し、VTR画像、水中フォースプレートおよび質問紙を用いて、明らかにすることを目的とした。

結果は以下の通りであった。

- 1.到達距離は2年間で5.2m大きくなり、重心の投射角度は、2年間を通して、水面に対して下向きであったが、水平に近づいた。一方、熟練者は、水面に対して上向きであった。リリース時の重心移動速度は、練習によって0.35m/sec大きくなったが、1年後からは、ほとんど変化がみられなかった。
- 2.接地時からリリース時までの力発揮のピーク値は、2年後の方が1年後より124.98N増加し、接地時からリリース時までの所要時間は、0.1sec減少した。熟練者は、接地時からリリース時までの所要時間が短く、ピーク値まで素早く立ち上がるのに対し、初心者では、接地時からリリース時までの所要時間が長く、ピーク値までゆるやかに立ち上がることがわかった。
- 3.被験者の接地時からリリース時までの腰・膝関節角度は、1年後と2年後で変化はみられたが、接地時では熟練者よりも腰・膝関節が伸展し、特にピーク値まで腰関節を伸展させ続けて力発揮をしていた。そのため、ストリームラインを作り出す「ため」を作り出すことができないままリリースしていた。
- 4.より上手なけのび動作を習得させるために、リリース後のストリームラインではなく、それをつくり出す準備局面の動作に大いに注目すべきである。
- 5.けのび動作に対する認識は、2年間で「わからない」「できない」というレベルから高まったが、質問内容の「上体と腰が安定しているか」「腰と首の力が抜けているか」「腰が落ちたり、出たりしていないか」については、練習後から2年後までの回答が一定ではなく、明確な判断がなされていなかった。従って、「気づき」のレベルに質的な変容が生じたことが考えられた。

【引用文献】

- 1)阿江通良(1999)バイオメカニクスデータを現場にどう活かすか。トレーニング科学1-10(3):139-144.
- 2)天野義裕(1987)陸上運動の方法。関岡康雄ほか編。動作についての気づきの評価。道話書院:東京。pp77-81.
- 3)土居陽治郎・小林一敏(1985)けのびのモデルによる解析。東京体育学研究12:115-118.
- 4)合屋十四秋(1997)水中運動の動作認識とその変容について。愛知教育大学教科教育センター研究報告21:253-260
- 5)合屋十四秋・杉浦加枝子(1999)クロール泳の動作認識と画像解析による泳ぎのマッチング。水泳水中運動科学2:26-32.
- 6)星野公夫(1982)走動作における身体への気づき。順天堂大学保健体育紀要25:78-87.
- 7)金子明友(1988)体育・保健科教育論。島崎仁ほか編。体育学習のスポーツ運動学的視座。東信堂:東京。pp55-65.

- 8) 香田郡秀・長尾進・吉田恭将(1989)剣道の初心者指導に関する一考察-初心者の打ち返し分析と自己の動作の意識について-. 筑波大学体育研究11：29-37.
- 9) マイネル (1981) 金子明友訳. マイネルスポーツ運動学. 大修館書店：東京. pp374-400.
- 10) 松下雅雄・阿江通良(1984)未経験者の運動観察に関する研究-空手の前蹴りを例として-. 筑波大学体育科学紀要：93-105.
- 11) 松下雅雄・山田幸雄(1987)初心者における動作の自己評価について-空手の前蹴りを用いて-. 筑波大学体育研究：111-116.
- 12) 村川俊彦・今村義正・山田秀樹・新出昌明(1987)水泳指導における感覚的言語に関する研究「速く泳ぐ」ために-. 東海大学紀要体育学部17：37-49.
- 13) 高橋伍郎 (1983) 水泳における身体運動. J.J.SPORTS.SCI. 2 (7) : 2-7
- 14) 高橋伍郎・古橋廣之進 (1984)NHK趣味講座ベストスイミング. 日本放送協会編. 日本放送出版協会：東京. pp34-105.
- 15) Takahashi.G.Yoshida.A.tsubakimoto,.S.Miyashita,.M. (1983) Propulsive Force Generated by Swimmers during a Turning Motion. B.M.in Swimming：192-198.
- 16) 結城匡啓(1999)長野オリンピックのメダル獲得に向けたバイオメカニクスのサポート活動：日本スピードスケートチームのスラップスケート対策. 体育学研究44：33-41