

平泳ぎ泳動作の発達とその評価について

合 屋 十四秋
(体育教室)

An Evaluation for the Development and Motor Patterns during Breaststroke Swimming in Children.

Toshiaki GOYA
(Department of Health and Physical Education)

1. 研究目的

人の生涯にわたる運動全般の基本となる動作は、神経系の発達がほぼ完成される児童期に獲得され、そこに至るまでの発育、発達の特徴と密接な関係があるといわれている⁽³⁾。大別すれば、ヒトが生まれつきもっている内的要因（遺伝形質）と学習などによって形成される外的要因（環境）との絡み合いによって動作の習得が達成される⁽²⁾。発達バイオメカニクス⁽⁴⁾の分野では、運動パフォーマンスのみで運動発達を捉えるのではなく、運動のしかたや獲得のプロセスを分析、評価する方法を提言している。

つまり、動作の発達段階とは動作獲得プロセスの仮説モデルと言い換えることも可能であることから、動作様式を明らかにすることによって、評価だけでなく、動作の習得レベルに合わせた具体的な指導方法や、教具の開発が可能となる。

このような背景から、幼児の基本動作の動作様式⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾や運動発達を観察的に評価する方法⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾が研究され、望ましい運動発達とはどうあるべきか、よりよい運動指導のあり方はどうあるべきかの視点を見いだしてきている⁽¹²⁾。

しかし、水泳運動ではわずかにクロール泳動作様式の発達様式についての研究⁽¹⁾がなされているが、他の泳法については全く明らかにされていない。水泳の能力の評価は、ある一定の距離を泳いだときのタイムや可泳距離によって行われているのがほとんどである。同じタイムや可泳距離であってもそれを生み出すに至った過程には多くの違いがみられるはずである。つまり泳動作の発達そのものにも着目し評価を行うべきであると考えられる。

本研究ではクロール泳法に続き、比較的ポピュラーな平泳ぎ泳法を取り上げ、その泳動作様式の発達を明らかにするとともに、動作パターンの分類と評価を行なうことによって、水泳教材のカリキュラムや指導内容、方法の再検討をめざすものである。

2. 研究方法

2. 1 被検者

被検者は小学校4～6年生191名(男84名,女107名),中学校1年生49名(男25名,女24名)の計240名であった。表1に男子の,表2に女子の身長,体重の平均と標準偏差を示した。

表1 男子の身長,体重の平均と標準偏差

平均±SD

学 年	身長 (cm)	体重 (kg)
小4	134.4±5.5	32.6±8.0
5	138.3±5.4	33.1±5.2
6	144.1±9.3	37.4±9.9
中1	157.3±5.5	48.1±8.8

表2 女子の身長,体重の平均と標準偏差

平均±SD

学 年	身長 (cm)	体重 (kg)
小4	135.2±6.7	30.6±6.1
5	141.3±7.2	34.2±6.3
6	147.3±5.8	39.8±6.9
中1	153.7±4.3	44.7±6.7

2. 2 実験方法

任意に抽出した被検者に11mの距離をデッドスタートによる平泳ぎを全力で泳がせ、水中側面・水上側面の2方向より8mmVTRカメラで撮影した。水中についてはVTRを水中ハウジングで防水し、撮影した。また、その時に要したタイムとストローク数を測定した。

2. 3 分析方法

2. 3. 1 動作カテゴリーの設定

モニターテレビ画面上で被検者の泳動作をボディポジション・キック動作・プル動作・タイミング(キッ

ク、プル、呼吸のタイミング)に観点をおいて観察し、計15項目の身体部位別のカテゴリーを作成した。動作カテゴリーの組合せは表3に示した。

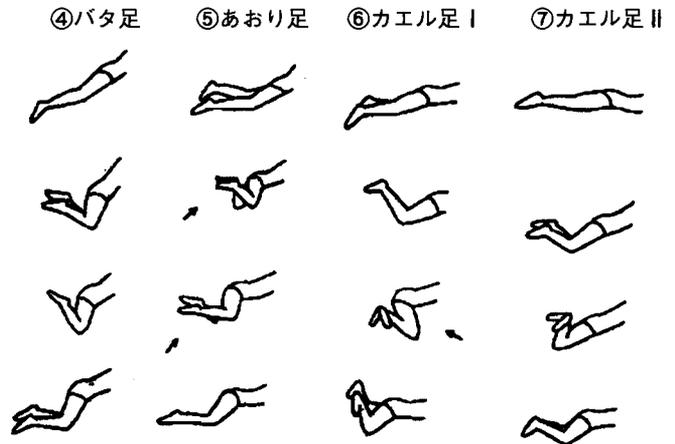
動作カテゴリーの内容とその特徴は図1 (ボディポジション)、図2 (キック動作)、図3 (プル動作) に示した。

タイミング動作のカテゴリーは以下のようであった。

- ⑫腕をかき終わった時に膝の屈曲はみられない
- ⑬腕をかき始めると同時に膝を屈曲する
- ⑭腕をかき終わると同時に膝を屈曲する
- ⑮グライドがある

2. 3. 2 動作パターンの分類方法

各パターンのキー・カテゴリーは表3の□線枠内に示した。各パターンを最も特徴づける動作カテゴリーをキー・カテゴリーとして位置づけ、それをもとに未熟型のパターン1から成熟型のパターン5までの、5つの典型的な泳動作パターンに分類した。また実験時に、被検者に対し、生年月日・水泳歴(学校の授業以外の特別な水泳経験)等のアンケートを行った。さらに、1ストロークに要する時間・1ストロークに進む距離(以下PT・PDと略す)を泳距離、泳タイムおよびストローク数から求めた。



股関節の屈曲角度が大きい

図2 キック動作の特徴

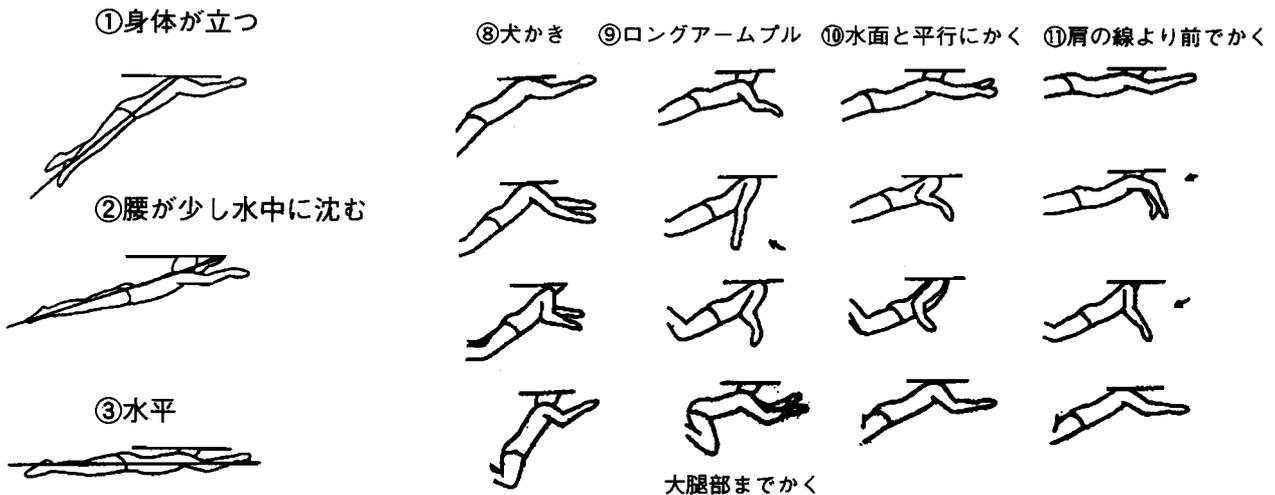


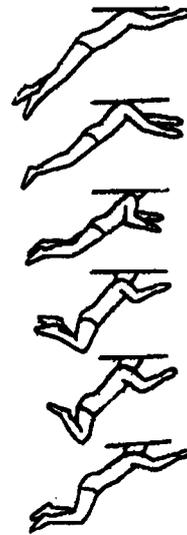
図1 ボディポジションの特徴

図3 プル動作の特徴

表3 動作パターンと動作カテゴリーの関係

パターン カテゴリー	1	2	3	4	5
ボディポ ジション	立つ①	斜め②		水平③	
キック	ドルフイ ンキック ④	あおり 足 ⑤	カエル足1 (股関節の 屈曲角度が 大きい) ⑥	カエル足2 (斜め上後 方にけっ ている) ⑦	
プル	犬かき ⑧	ロングアーム プル(大腿部 までかく) ⑨	水面と平 行に左右 にかく⑩	肩の線よ り前でか く ⑪	
タイミング	腕をかき終 わった時に 膝の屈曲が ない ⑫	腕をかき始 めると同時 に膝を屈曲 する ⑬	腕をかき 終わると同 時に膝を屈 曲する ⑭	グライド がある ⑮	

注1. 表中のマルで囲った番号は動作カテゴリー番号を示す。
注2. 表中の二重に□枠で囲った動作カテゴリーがキー・カテゴリーとなる。



- ①ボディポジションは上体が反り、足を真下にして身体が立つ。体全体が沈む。
- ②キックはバタ足か、上下方向のあおり足。
- ③プルは犬かきに似た動作。
- ④タイミングは、腕をかきながら呼吸するが、腕をかき終わった時に膝の屈曲は見られない。

図4 パターン1の特徴

3. 結果および考察

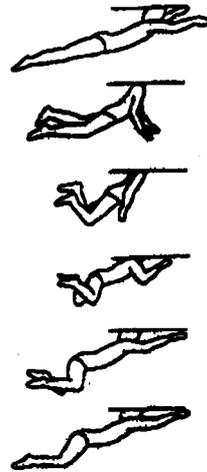
3. 1 動作パターンの分類

3. 1. 1 動作カテゴリー

平泳ぎの泳動作様式を明らかにするために、まず泳動作様式の発達を捉える身体部位別のカテゴリーを設定した。動作カテゴリーは幼児の基本動作様式の研究⁽⁷⁾においても設定され、その組合せにより動作様式の発達段階が明らかにされている。また、動作パターンに分類する際に、最もそのパターンを特徴づける動作カテゴリーをキー・カテゴリーとした。クロール泳における研究⁽¹⁾では、ボディポジションを単一のキー・カテゴリーとしている。これは、『抵抗をできる限り少なくして進む』という水泳の特性によるもので、クロール泳の様に常にフラットな姿勢で泳ぐ種目では、ボディポジションが抵抗に大きな影響を及ぼすからである。しかし平泳ぎでは、クロール泳とは違い、複雑なコンビネーションによって泳ぎが成り立っており、ボディポジションのみをキー・カテゴリーとして泳動作すべてを説明することはできないと判断した。従って、本研究ではキー・カテゴリーをパターン1から5まで、ボディポジション→キック動作→プル動作→タイミングという順に、パターンごとに設定した。

3. 1. 2 動作パターン

動作カテゴリーを組み合わせることにより、平泳ぎ泳動作様式の類型化を行なった。動作パターンは、幼児の投球動作様式⁽⁷⁾で5段階に分類されており、観察的に評価することが可能であると示唆されている。ク

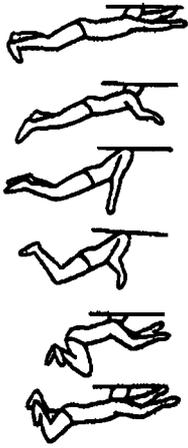


- ①ボディポジションは水面に対して、上体が反り、脚が少し水中に沈む。
- ②キックは水面と平行なあおり足。
- ③プルはロングアームプルで水面から水底の方向にかく。
- ④タイミングは、腕をかき始めると同時に膝を屈曲し、腕を前方へ伸ばすととも足をけりだす。

図5 パターン2の特徴

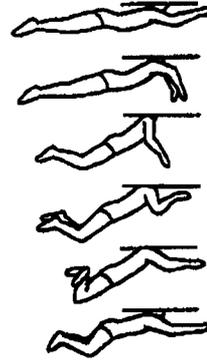
ロール泳⁽¹⁾でも、5段階に分類された泳動作パターンが報告されている。一般に、段階評価する際に実用性のある5段階評価が用いられている場合が多い。従って本研究でも、5段階にパターン进行分类することとした。その結果、泳動作様式の未熟なパターン1から成熟したパターン5まで、5つのパターンに分類することができた。図4～8の各動作パターンの内容をまとめると以下の通りとなった。

【パターン1】



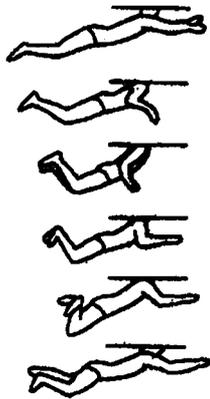
- ①ボディポジションはパターン2と同じである。
- ②キックはカエル足だが、股関節の屈曲角度が大きい、または膝関節の屈曲角度が小さい。
- ③プルはパターン2と同じである。
タイミングはパターン2と同じである。

図6 パターン3の特徴



- ①ボディポジションはパターン4と同じである。
- ②キックはパターン4と同じである。
- ③プルは手の平のかきを肩の線より前でできる。
- ④タイミングはパターン2, 3, 4と同じであるが、グライドがある。

図8 パターン5の特徴



- ①ボディポジションは水面に対して、身体が水平に近く、水面に浮く。
- ②キックはカエル足で斜め上後方にけている。
プルは水面と平行に左右にかく。
- ③タイミングは、腕をかき終わると同時に素早く膝を屈曲し、腕を前方へ伸ばすとともに足をけり出す。グライドがない。

図7 パターン4の特徴

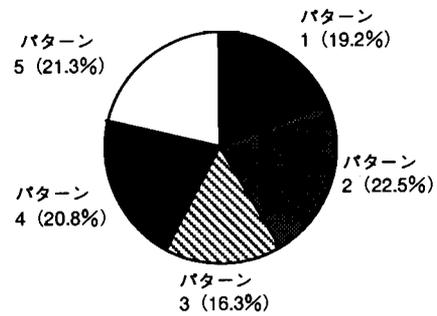


図9 各パターンの出現率 (男女)

未熟な泳ぎで、最も特徴づけているのがボディポジションである。上体が反り、足を真下にして身体が立った状態である。キック動作もカエル足には程遠く、ドルフィンキックを行っている。プル動作は犬かきに近く、タイミングもバラバラである。

【パターン2】

キック動作はあおり足になっている。ボディポジ

ションは脚が少し下がる程度である。プル動作はロングアームプルである。タイミングでは、腕をかき始めた時に膝の屈曲が見られ、腕を前に伸ばすとともに足をけり出す動作が行われる。

【パターン3】

キック動作はカエル足ができる。しかし、股関節の屈曲角度が大きかったり膝関節の屈曲角度が小さかったりして、技術的には低い段階である。ボディポジション、プル動作、タイミングはパターン2と同じである。

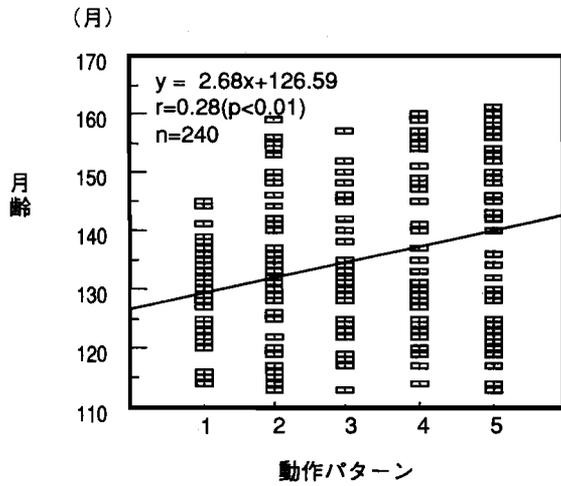


図10 月齢と動作パターンとの関係

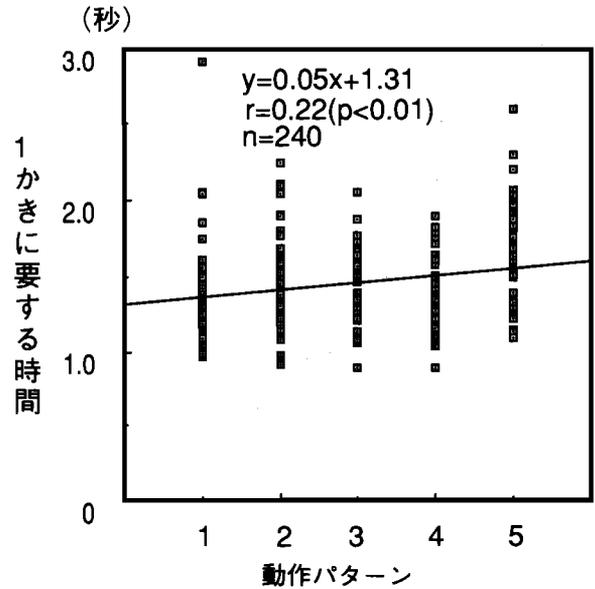


図13 ひとかきに要する時間と動作パターンとの関係

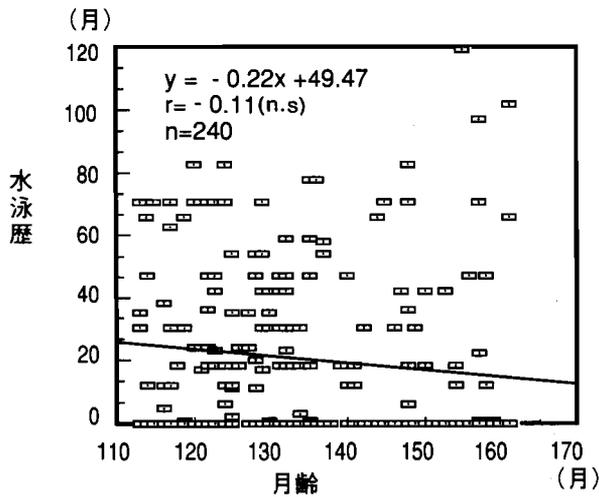


図11 月齢と水泳歴との関係

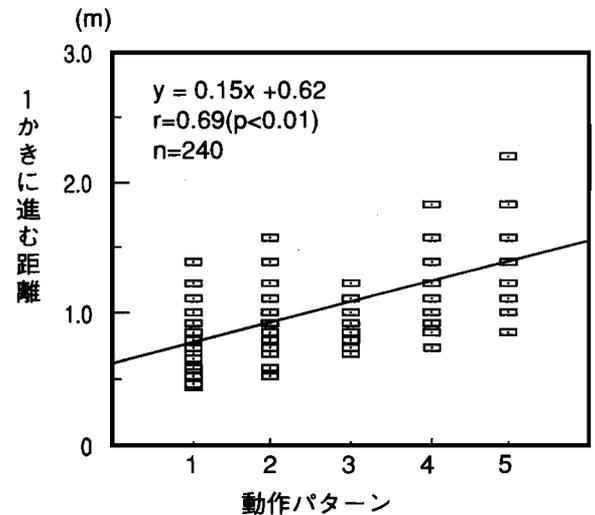


図14 ひとかきに進む距離と動作パターンとの関係

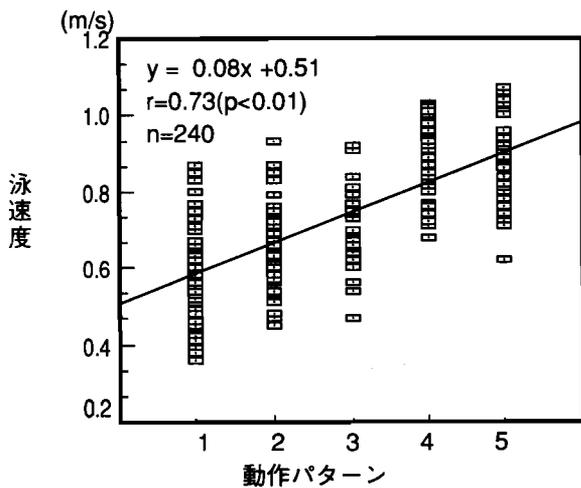


図12 泳速度と動作パターンとの関係

【パターン 4】

キック動作のカエル足が完成に近い状態である。ボディポジションは水面に対して、ほぼ水平になっている。プル動作は腹部の辺りまで、水面と平行に左右にかいている。タイミングは腕をかき終わると同時に素早い膝の屈曲がみられ、腕を前に伸ばすと共に足をけ

りだす動作が行われる。

【パターン 5】

プル動作は、手の平のかきが肩の線より前でできる。ボディポジション、キック動作ともパターン 4 と同じだが、タイミングにおいてグライドが見られる点について明らかに異なっている。グライドを行うことによって推進力を有効に使うことができ、熟練した泳動作に、より近い泳ぎになっている。

3. 1. 3 各パターンの出現率と泳速度・動作パターン

各パターンの出現率はパターン 1 が19.2%，2 が22.5%，3 が16.3%，4 が20.8%，5 が21.3%であった。

各パターンとも約20%の値を示した。(図9)

各パターンの泳速度・ストローク数を表4に示した。動作パターンの発達に伴って泳速度は増加し、ストローク数は減少した。

表4 各動作パターンの平均速度およびストローク数

パターン	速度 (m/s)	ストローク数 (回)
1	0.58±0.13	14.8±4.0
2	0.67±0.10	12.0±2.8
3	0.71±0.09	11.3±2.0
4	0.86±0.09	9.7±1.7
5	0.89±0.10	7.7±1.4

3. 2 泳動作の発達

3. 2. 1 動作パターン、月齢および水泳歴の関係

月齢の増加に伴い動作パターンの発達が見られた(図10)。そこで小学生だけを対象として関係をみたところ、 $r=0.071$ ($n=191$)と有意な相関はみられなかった。従って、パターン5に月齢の高い中学生が分布したことによって、相関がみられる結果になったと思われる。現在の水泳指導のほとんどがクロール泳を最初に教え、次に平泳ぎや背泳ぎへと導入、展開することを考慮すると、この順序性の結果の反映とも考えられる。すなわち、平泳ぎではクロール泳⁽¹⁾同様、月齢の増加に伴い動作パターンの発達はみられないのではないかと考えられる。このことは月齢と水泳歴との関係(図11)、 $r=-0.11$ (N. S. $n=240$)から表されるように、水泳運動のできばえは、学習経験量の大小によって獲得されていくことを示唆するものである。

3. 2. 2 泳速度、PT、PDおよび動作パターンとの関係

泳速度と動作パターンとの間には $r=0.73$ ($p<0.01$, $n=240$)と有意な相関がみられた(図12)。これは、泳ぎの「かたち」がよくなると、そのパフォーマンスも向上することを示しており、本研究のパターン分類が妥当であったことを裏付けるものであろう。一方、動作パターンの発達に伴いPTおよびPDの増加がみられた(図13, 図14)。つまり、動作パターンの発達に伴ってストローク数が減少し、抵抗の少ないグライド姿勢がとれるようになったことを示唆している。クロール泳ではPDの増加による泳速度の増加がみられたが、平泳ぎではPTおよびPDの双方の増加によって泳速度が増加することがわかった。すなわち、キック動作のあとのグライド姿勢をとる時間が長くなり、なおかつひとかきで進む距離が伸びることによってパフォーマンスが向上したことがわかる。

4. 結論

本研究では、小学校4年生から中学校1年生までの平泳ぎ泳動作様式の発達過程を明らかにし、泳動作パターンを分類、評価することによって、教材やカリキュラムの再検討をすることを目的とした。結果は以下の通りであった。

- (1)泳動作の発達段階は、発達の未熟なパターン1から成熟したパターン5まで、5つのパターンに分類することができた。
- (2)各パターンの出現率はパターン1が19.2%、2が22.5%、3が16.3%、4が20.8%、5が21.3%と各パターンは20%前後の値を示した。
- (3)水泳歴の増加と動作パターンの発達との間には1%水準で有意な相関がみられ、学習経験量の大小により泳ぎのかたちがよくなることが示唆された。
- (4)泳速度、PTおよびPDの増加と動作パターンの発達との間には1%水準で有意な相関がみられた。すなわち、グライド姿勢を長くとり、同時にひとかきで進む距離を大きくすることによって、平泳ぎのパフォーマンスは向上していくことがわかった。

引用文献

- 1) 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, 第11回日本バイオメカニクス学会大会論集, 286-291. 1992.
- 2) 合屋十四秋, 天野義裕, 星川保, 松井秀治: 発育発達にともなうスポーツパフォーマンスの変容に関する縦断的研究——卵性および二卵性双生児一組ずつの事例——, デサントスポーツ科学, 14: 151-168. 1993
- 3) 後藤幸弘: (連載)発達バイオメカニクス2, 立位から歩行への動作の移り変わり, 体育の科学, (34) 12: 927-933, 1984.
- 4) 大道 等: (連載)発達バイオメカニクス1, 乳幼児における「まわる」「ころがる」の発達, (34) 11: 837-843, 1984.
- 5) 宮丸凱史: 投動作の発達, 体育の科学, 35: 211-218, 1985
- 6) 宮丸凱史, 中村和彦, 松浦義行: 幼児の跳動作の発達と評価に関する研究, 体育科学, 17: 66-76, 1989
- 7) 中村和彦, 宮丸凱史, 久野譜也: 幼児の投動作様式の発達とその評価に関する研究, 筑波大学体育科学系紀要, 10: 157-166, 1987.
- 8) 中村和彦, 宮丸凱史, 富田達彦: 幼児のころがり動作の発達とその評価に関する研究, 筑波大学体育科学系紀要, 11: 153-163, 1988
- 9) 中村和彦, 宮丸凱史: 幼児の捕球動作様式の発達とその評価に関する研究, 筑波大学体育科学系紀要, 12: 135-143, 1989
- 10) 中村和彦, 宮丸凱史: 幼児期の動作発達と精神発達との関係, 山梨大学教育学部研究報告, 40: 131-137, 1989
- 11) 中村和彦, 植屋清見, 宮丸凱史: 幼児の形態発達と動作発達との関係, 山梨大学教育学部研究報告, 41: 148-155, 1990
- 12) 中村和彦, 運動発達研究における発達バイオメカニクス, 山梨大学教育学部研究報告, (42) 156-163, 1992.

(平成7年9月11日受理)