

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500695

研究課題名(和文)連続写真の観察に基づいて運動経過を把握する能力に関する研究

研究課題名(英文)A study on the ability to grasp the objective movement processes by observing sequential photographs

研究代表者

野田 智洋(NODA, Tomohiro)

高知大学・教育研究部医療学系・講師

研究者番号：00218330

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 700,000円、(間接経費) 210,000円

研究成果の概要(和文)：鉄棒運動の技を視覚的に提示した場合、客観的な運動経過は観察者にどの程度把握されるのかを明らかにする目的で、小3と中1の被験者にコマ数の多いもの、少ないもの、専門家がコマ選びをしたものという3種類の連続写真を提示し、記憶した運動経過を紙人形の操作によって再生させる実験を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

(1)コマ数の多寡は再生課題の得点に有意な影響を与えない。(2)専門家によるコマ選びも、機械的コマ割りと比較して再生課題の得点に有意な影響を与えなかった。(3)分散分析で、学年×群の交互作用が認められなかったことから、被験者の年齢は(1)と(2)の要因に対して有意な影響を与えなかった。

研究成果の概要(英文)：I presented movements to third-year elementary school students and first-year junior high school students using three types of sequential photographs, that made by many pictures arithmetically, little pictures arithmetically, and an expert chose pictures. Then I subsequently asked the subjects to reenact the movement processes using paper dolls. The following results were obtained.

(1)Mean scores on the task were not significantly higher in sequential photographs made by many pictures, than little pictures. (2)Mean scores on the task were not significantly higher in sequential photographs chosen pictures by an expert, than it made by many pictures and little pictures. (3)The age of the subjects was not identified as the factors (1) and (2) influencing mean scores on the task. Because the results of analysis of variance, interaction of "grade\*group" was not observed.

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・身体教育学

キーワード：体育科教育 運動指導 運動観察 実技教科書 連続写真

## 1. 研究開始当初の背景

スポーツ運動学における運動観察の問題については、金子(金子明友「運動観察のモルフォロジー」1987)による現象学的なアプローチがあるが、この問題に関する実験研究(安田稔・吉原博之「器械運動における運動観察能力の発達に関する一考察」1994)は非常に少ない。観察対象がどのように見えたかは、それを経験した主体だけに知られるので、他者がそれを測定する方法は極めて限定されるからである。実験的手法を用いた先行研究においては、観察された内容の言語報告を分析することで観察能力の高低を判断しているが、そもそも被験者が自身の直接体験を言語化すること自体にも限界がある。特に、言語報告の信頼性が乏しいと考えられる年少の被験者を研究対象とする場合、実験者の解釈や意味づけが実験結果に影響を及ぼす可能性を否定できない。

一方、スポーツ心理学の分野において、示範やビデオ映像を利用して他者の運動スキル遂行過程を観察することによって学習を促進させる方法はモデリングと呼ばれている(関矢寛史「運動学習における付加的情報と注意」麓信義編『運動行動の学習と制御』2006)。しかし、モデリング理論では、既習の単純動作をつなぎ合わせて新たな動作を学習する過程の研究には有力な理論となっても、全く新規な運動の学習過程に適用することは問題があると考えられている(麓信義『最新スポーツ科学事典』2006)。また、北米と日本のモデリング理論に基づく運動学習研究の現状について詳しく検討したウィリアムズと麓は、動作の内容がどのくらい初心者に理解されたかを問題にした研究は少ないと述べ、次のような事実を指摘して今後の進展に期待を寄せている。「モデルの動作に固有な情報内容や情報の性質とそれを学習しなければならぬ学習者の情報収集や解釈の過程との間の関係は、重要なテーマであるにもかかわらず研究者の注目をあびてこなかった。まねる対象となる動作の本質像に関する理解度が動作を再生する学習者の意図に反映されることは明らかなので、モデリングや視覚的提示における学習対象動作の認知という観点からの研究がこれまでの研究者が行なったレビュー以上に重要である」(ウィリアムズ・麓「モデリング理論に基づく運動学習研究の現状2」1995, p.478)。観察学習に関しては長年にわたって基礎研究を蓄積してきたはずの体育・スポーツ心理学の分野でも、観察者がモデルとなる動作の運動経過をどの程度把握したのかについては、焦点が当てられないまま今日に至ったというのが現状である。

## 2. 研究の目的

(1) 一般に、スポーツ運動学は、現象学的方法に基づいて行われる人間学的運動研究として理解されている。それに対して本研究

は、心理学的な方法を用いて客観的な観察対象としての運動経過を把握する能力について明らかにしようとする試みである。同様の立場で行われた先行研究(野田智洋ほか「連続写真に基づく鉄棒運動の技の識別に関する研究」2008, 野田智洋ほか「映像情報の提示方法の違いが運動経過の把握に与える影響：器械運動の技を観察対象として」2009)によると、以下のような研究結果が示されている。

再認課題の平均得点(変換値)は、コマ数の多い連続写真を観察させた群が、コマ数の少ない連続写真を観察させた群に比べて有意に高かった。

再認課題の平均得点(変換値)は小1から小3までの間に急激に上昇し、その後は学年進行にともなって徐々に向上することが明らかとなった。

再生課題の平均得点は、小3と中1の比較では年齢の高い方が有意に高かった。

再生課題の平均得点は、小3の場合には動画映像を提示した群が、連続写真を提示した群に比べて有意に高かったが、中1においては有意差が認められなかった。このことから、低学年の児童に運動経過を把握させるためには、連続写真を観察させるよりも、動画映像を提示する方が有効だと考えられる。

先行研究ではこのような知見が明らかにされているが、体操競技の専門家が初心者に運動経過を把握させるために最適だと考えるコマを選んで作成した連続写真と、機械的なコマ割りによって作成した連続写真との比較は行われていないのが現状である。

(2) タブレット型端末が急速に普及し、デジタル教科書の配布が現実味を帯びる中、映像情報を学習者に提示して運動経過を把握させるという、教科体育における極めて一般的な学習指導の可能性と限界について明らかにすることが急務だと考えられる。それゆえ本研究では、旧来型の紙媒体に印刷される連続写真のコマ数の多寡やコマの選び方が運動経過の把握に与える影響について詳細に検討し、どのような連続写真を掲載すれば学習者が最も理解し易いのかを判断するための基礎資料を提供することが目的となる。

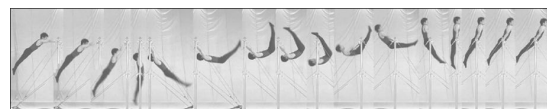


図 1.1 機械的コマ割り(6コマごと)によって作成したコマ数の多い連続写真(け上がり)A群



図 1.2 機械的コマ割り(12コマごと)によって作成したコマ数の少ない連続写真(け上がり)B群



図 1.3 体操競技の専門家がコマ選びをした連続写真(け上がり)C群

そのため、図 1.1~1.3 に示したコマ割りの連続写真を観察させた後に、把握した運動経過を同じ写真で作成した紙人形を動かすことによって再生させる課題を行わせ、以下の3点を明らかにすることを目指した。

コマ数の多寡は、再生課題の得点にどのような影響を与えるか。

専門家によるコマ選びは、機械的コマ割りと比較して再生課題の得点にどのような影響を与えるか。

被験者の年齢は、と の要因に対してどのような影響を与えるか。

### 3. 研究の方法

#### (1)実験課題

本研究で用いられた実験課題は、先行研究(野田ほか, 2009)との比較を容易にするために、同じ学年の被験者に対して同じ方法を用いて行われた。すなわち、被験者をコンピュータ・ディスプレイの前に座らせ、図 1.1~1.3 を含む 3 種類の技の連続写真で運動経過を提示した後に、観察によって記憶した内容を、連続写真で使用した静止画と同じ素材で作られた紙人形を動かして再生させるという課題である。また、同様の目的で、被験者に提示する運動の種類(鉄棒運動における「逆上がり」、「振り上がり」、「け上がり」)、提示する時間についても先行研究(野田ほか, 2009)と同一とした。

#### (2)被験者

本研究の被験者として、小3と中1の体操競技経験のない一般児童・生徒、計 187 名に協力を依頼した(表 1 参照)。

表 1 学年別、群別、分析対象者の内訳(人)

学年	群	被験者	除外者	分析対象者	男子	女子
小3	A群	31	1	30	15	15
	B群	34	4	30	15	15
	C群	31	1	30	15	15
中1	A群	31	1	30	15	15
	B群	30	0	30	15	15
	C群	30	0	30	15	15
合計		187	7	180	90	90

被験者を依頼した小3、中1の各児童・生徒を、ランダムにA群、B群、C群の3つに分け、それぞれ男女 15 名以上になるよう配置した。A群は、図 1.1 の機械的コマ割り(6コマごと)によって作成したコマ数の多い連続写真を、B群は、図 1.2 の機械的コマ割り(12コマごと)によって作成したコマ数の少ない連続写真を、C群は、図 1.3 の体操競技の

専門家がコマ選びをした連続写真を観察する被験者とした。

なお、被験者はクラス単位で実験への協力を依頼しており、端数については、各群で最も得点の低いものから順次除外した。

#### (3)実験の概要

実験は、2012年6月1日から10月18日までの間に、被験者が所属する学校で準備された実験室(空き教室、同窓会室)に1名ずつ入室させて行った。実験室には、紙人形の台紙が固定された机と椅子、映像ファイルを再生するノートパソコン、映像提示用の19インチ液晶ディスプレイ、人形撮影用のビデオカメラ各1台を準備した。ビデオカメラは、専用アタッチメントでバランスアームに取り付け、椅子の背後に設置されたキットスタンドに固定して、被験者の頭越しに紙人形を撮影できるようにした(図2参照)。

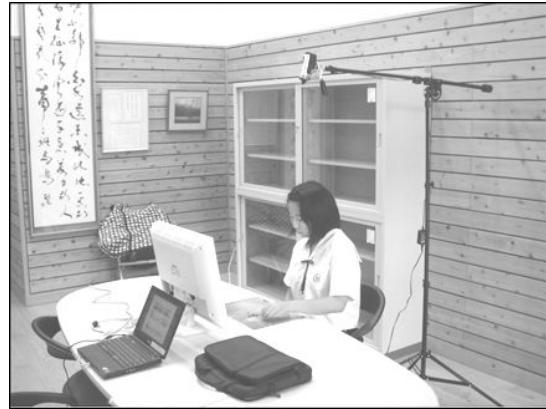


図 2 実験の様子 2012年7月13日撮影

今回の実験では、被験者の所属する学校の教員に実験者として参画してもらう必要があったため、被験者が課題を実行する際に行うべき実験者の業務を可能な限り簡素化した。すなわち被験者への口頭による説明を筆者がナレーションとして録音し、スライド送りのタイミングとともにプレゼンテーションソフトのファイルに保存した。実験者は、ノートパソコンを起動して指定されたファイルを開き、スライドショーの開始をクリックするだけで自動的に実験が実施できるよう工夫した。このことは、結果的に実験条件の統制に寄与し、被験者への説明の巧拙が実験結果に与える影響を最小限に抑えることができたと考えられる。

また、今回は被験者や実験者の時間的負担を軽減するため、先行研究(野田ら, 2009)で実施された練習課題を2回に短縮して行わせた。この時、練習課題で正答しなかった場合でも、正答のコマ送りアニメーションを見せた後、連続写真を見ながら人形を動かす練習をさせることで、すべての被験者が実験課題を理解したとみなして本実験へと移行した。

引き続き行われた本実験では、はじめに液晶ディスプレイに提示された「逆上がり」の連続写真を30秒間観察させた後、10秒以

内に机上の紙人形を動かして示された運動を再生するよう指示した。続いて、「振り上がり」の連続写真を30秒間観察させた後、同様の課題を行わせた。さらに、「け上がり」の連続写真を30秒間観察させて、同様の課題を行わせた。以上を1セットとして合計5セット試行させた。ただし、2セット目以降の連続写真の観察時間は10秒とした。実験の開始から終了までは、各群とも等しく13分である。

#### (4) 評価カテゴリーの設定と得点化

被験者が紙人形を操作する様子は、頭上に設置されたビデオカメラで撮影された後、分析作業のため直ちに動画ファイルとしてパソコンに取り込まれ、保存された。この動画映像の分析に先立って、技ごとに先行研究(野田ほか, 2009)と同じ表3のような評価カテゴリーを設定し、これに基づいて一人ずつ紙人形の動きを分析した。各技ともカテゴリーは4つで、紙人形の動きがこれらの評価カテゴリーを満たすごとに1点が与えられた。したがって、得点は各技とも1セットにつき4点、5セットの試行による満点は20点となる。

表3 評価カテゴリー一覧

評価カテゴリー	(1)	(2)	(3)	(4)
①逆上がり	垂直面を 経過 する懸垂 前振り	左右軸周 での 1回転	逆懸垂姿 勢の経過	終末局面 での支持
②振り上がり		懸垂での 振れ戻り	伸身姿勢 での 垂直面経 過	
③け上がり		逆懸垂姿 勢での 振れ戻り	屈身姿勢 の経過	

#### (5) 統計処理

集計された技ごとの得点は、同一被験者による反復測定の数値であるため、2要因に対応がなく、1要因に対応がある場合の3要因分散分析(混合計画)を行い、交互作用または、主効果に有意差が認められた場合には、Bonferroniの方法による多重比較検定を行うこととする。球面性検定が有意な場合には、Greenhouse-Geisserのによる補正を自由度が1より大きい反復測定のF値の検定に用いた。なお、統計処理はすべてPASW Statistics 18 (SPSS 18.0)を使用し、有意水準はいずれも5%未満とした。

## 4. 研究成果

### (1) コマ数の多寡による影響

得点を集計した結果、分析対象者の学年別、群別、技別の得点平均値ならびに標準偏差は、

表4.1のようになった。

表4.1 分析対象者の学年別、群別、技別の得点平均値と標準偏差

学年	群	N	①逆上がり	②振り上がり
小3	A群	30	11.50 ± 3.38	12.97 ± 4.59
	B群	30	9.97 ± 4.52	12.57 ± 4.30
	C群	30	10.20 ± 4.12	13.47 ± 3.97
中1	A群	30	14.50 ± 4.14	17.30 ± 3.83
	B群	30	14.07 ± 3.16	16.50 ± 3.70
	C群	30	15.20 ± 3.17	17.73 ± 2.92

学年	群	N	③け上がり	①②③の平均
小3	A群	30	10.77 ± 4.26	11.74 ± 3.53
	B群	30	9.77 ± 3.54	10.77 ± 3.51
	C群	30	10.83 ± 3.41	11.50 ± 3.15
中1	A群	30	14.63 ± 4.00	15.48 ± 3.58
	B群	30	13.80 ± 3.17	14.79 ± 2.64
	C群	30	15.50 ± 3.61	16.14 ± 2.73

平均値±標準偏差

各群の得点平均値に統計学的な有意差があるかどうかを検定するため、被験者の年齢(学年)×連続写真のコマ選びの違い(群)×技の運動構造の複雑さ(技)を独立変数とする3要因分散分析(混合計画)を行った。その結果、被験者間要因では表4.2のように交互作用は得られず、学年要因でのみ主効果が有意であった。このことから、A群、B群、C群の平均値間に有意差は認められず、また、どの群においても平均得点は小3よりも中1が有意に高かった(図3参照)。また、被験者内要因では、1次、2次とも交互作用は得られず、技の要因でのみ主効果が有意であった。このことから、どの群、どちらの学年においても、技の運動構造の複雑さによって得点に有意差があることが明らかになった。多重比較検定の結果、小3、中1ともに、すべての群で「振り上がり」が、「逆上がり」と「け上がり」に比べて有意に得点が高かった。

表4.2 3要因(学年×群×技)分散分析の結果

変動因	F	df	p	ε	
被験者間要因	学年	74.51	1, 174	***	
	群	1.77	2, 174	0.17	
	学年×群	0.32	2, 174	0.73	
被験者内要因	技	62.27	1.81, 315.33	***	0.91
	学年×技	0.06	1.81, 315.33	0.93	0.91
	群×技	0.59	1.81, 315.33	0.66	0.91
学年×群×技	0.70	1.81, 315.33	0.58	0.91	

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.001$

以上の結果から、再認課題で実施された先行研究(野田, 2008)とは異なり、再生課題の場合、コマ数の多い連続写真を提示された群の平均値が有意に高いとは言えない。この結果の齟齬は、どのように解釈すべきだろう。入野は「統計検定での有意性とは“差がないとはいいいにくい”という判断である。p値は“差がない”という帰無仮説が誤って棄却される確率を示したものである。サンプル数を増やせば、たいていの現象ではp値が小さ



くなっていき、帰無仮説が棄却される」(入戸野「心理生理学データの分散分析」2004)と述べている。野田らによる先行研究は、連続写真のコマ数が多いA群の被験者166名、少ないB群の被験者167名というサンプル数の多さが有意差をもたらした可能性もある。

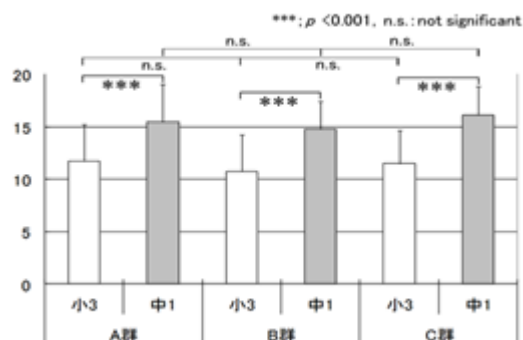


図3 学年ごと、群ごとの平均得点の比較

一方でこの結果は、スポーツ運動学の立場から言えば当然の結果だと理解されるだろう。金子は次のように述べている。「われわれは一般に、運動のかたちが複雑だったり、速すぎたりすると、VTRのスロー再現で見ようとする。スローで見てもわからなければ、静止映像に変換して、ひとコマずつ動かして見て確かめようとする。それでもわからないと、ひとコマの静止映像を精密に計測して分析する。ひとコマと次のひとコマのあいだに欠落した映像があるとわかりにくいので、高速VTRでその間隙を埋めたデータをとる。しかし、いくら細分化しても、現実の運動感覚のメロディも運動リズムもどこにも見いだせない。こうして、われわれはゼノンのいう運動パラドックスにはまり込んでいることを知らされるのだ」(金子明友『わざの伝承』2002)。

この領域の泰斗であり、多くの指導書の挿絵を描いた森も「絵のコマ数を増やしていけばいくほど生き生きとした動感提示から遠ざかっていってしまう。動感画の中に動感を埋め込むためには、数多くのコマを示すのではなく、その動きを分らせるための必要最小限のコマを精選して描くことに腐心すべきである」(森直幹「動感画による地平分析の試み」2006)という。

実験前の予測では連続写真の観察時間が同じであれば、コマ数が多いほど処理すべき情報量も増大するため、処理能力が低い場合は、情報量の多さがメリットにならないと考えられた。それゆえ、受容する情報の処理能力が未熟だと考えられる低学年の児童では、連続写真のコマ数の多寡による有意差が認められないのに対して、高学年になるほどコマ数の多い連続写真を観察させた被験者の得点が高くなると予想された。しかしながら、学年と群の要因間に交互作用が認められなかったことから、年齢が高くてもコマ数の多さが得点を高くする要因にはならないこと

が示された。このことは、先行研究においても「群と学年の要因間に交互作用が認められなかったため、低学年ではコマ数が少ないB群の平均値が高く、高学年になるに従って、A群の平均値が上昇するというような傾向は認められなかった」(野田ほか, 2008-p.117)と指摘されている。

以上の結果から、わが国で刊行されている実技教科書の編集方針は、必ずしも妥当なものとは言えないことが明らかになった。すなわち、掲載されている連続写真のコマ数は学年進行で多くなっているが、その必要性はなく、後述するように7個前後の精選されたコマを並べた連続写真を小学校低学年から中高生まで使用することが経済的にも合理的であると考えられる。もちろん、写真のモデルになっている人物が大学生であったり、小学生であったり、あるいはイラストによる連続図であったりした場合の影響については、さらなる研究の進展を待つ必要があるだろう。

## (2) 専門家のコマ選びによる影響

実験前、学習者に運動経過の概略を把握させることが容易になるよう意図して専門家によって作成された連続写真を観察したC群の被験者の得点は、年齢にかかわらずA群、B群の被験者の得点よりも有意に平均値が高くなること推察された。しかしながら、C群の平均得点は小3における「振り上がり」、「け上がり」、ならびに中1の「すべての技」において最も高かったものの、有意差が認められるほどの効果は得られなかった。極めて優れた運動技能を有し、指導経験も豊富な体操競技の専門家によるコマ選びであったとしても、その影響は限定的であることが明らかとなった。ただし、少なくとも中1ではすべての技で機械的コマ割りによるコマ数の多い連続写真より、専門家によるコマ選びによる連続写真の方が平均得点は高かったことから、連続写真の作成においてはコマの量より質が重視されるべきだと考えられる。森は、「複雑な技では当然選定する局面は多くなるが、経験上、一般的には回転運動に限らず、おおむね7個前後の局面を選んで連続動感画を作成するのが適当と思われる」(森, 2006-p.8)と述べている。

今回、専門家に選択を依頼したコマ数は8コマであり、C群の被験者が観察した「すべての技」の連続写真は8コマからなる。一方、B群の被験者が観察した機械的コマ割りによるコマ数の少ない連続写真の「逆上がり」は7コマ、「振り上がり」は9コマ、「け上がり」は8コマである。そのため、専門家が選んだ連続写真を観察したC群の平均値は専門家のコマ選びの要因とコマ数が少ないことによる要因が交絡していると考えられることもできるが、以上のような見解からこれらを分離することは不可能である。したがって、本研究においては群の要因を機械的

コマ割りによるコマ数が多い連続写真を観察する A 群、少ない連続写真を観察する B 群、専門家がコマを選んだ連続写真を観察する C 群の 3 水準としたことは妥当だと思われる。

### (3)まとめ

本研究で明らかになったことは以下の通りである。

コマ数の多寡は、再生課題の得点に有意な影響を与えない。小 3、中 1 とともに機械的コマ割りによるコマ数の少ない連続写真を観察した B 群の得点はすべての技で最も低かったが、コマ数の多い A 群との有意な差は認められなかった。

専門家によるコマ選びは、機械的コマ割りと比較して再生課題の得点に有意な影響を与えない。初心者に運動経過を把握させる上で最も効果的な静止画の組み合わせを選ぼうとする意図に基づいて専門家によって作成された連続写真を観察した C 群の得点は小 3 の「逆上がり」以外のすべての技で最も高かったが、A 群、B 群との有意差は認められなかった。

分散分析の結果、学年×群の交互作用が認められなかったことから、被験者の年齢はとの要因に対して有意な影響を与えない。すなわち、に関しては、小 3 でも中 1 でも等しく有意な差がないと言える。また、に関しては同様である。以上の理由から、実技教科書に掲載する連続写真のコマ数は学年が高くなるに従って多くする必要はなく、可能ならば当該の運動指導に習熟した専門家が学習者に運動経過の概略を把握させることが容易になるよう意図して選んだ 7 個前後のコマから作成するのが良いと考えられる。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

野田智洋、提示する連続写真の違いが運動経過の把握に与える影響、高知大学学術研究報告、査読無、62 巻、2013、1-10

[学会発表](計 2 件)

野田智洋、提示する連続写真の違いが運動経過の把握に与える影響：コマの選び方に着目して、日本体育学会第 64 回大会、2013 年 8 月 28 日、立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県)

野田智洋、連続写真作成時のコマの選び方が運動経過の把握に与える影響、日本スポーツ運動学会第 26 回大会、2013 年 3 月 27 日、筑波大学(茨城県)

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

野田 智洋(NODA, Tomohiro)  
高知大学・教育研究部医療学系・講師