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

野田 智洋^{1,2)} 朝岡 正雄³⁾ 長谷川聖修³⁾ 加藤 澤男³⁾

Tomohiro Noda^{1,2}, Masao Asaoka³, Kiyonao Hasegawa³ and Sawao Kato³: Effects of differences in methods of presenting visual information on the understanding of movement processes: Observation of movements in apparatus gymnastics. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci., 54: 15-28, June, 2009.

Abstract : The purpose of the study was to elucidate the extent to which observers are able to grasp objective movement processes, while observing a visual presentation of movement using a horizontal bar. We presented movements to third-year elementary school students and first-year junior high school students using two presentation methods, specifically sequential photographs and video clips, and subsequently asked the subjects to reenact the movement processes using paper dolls. The following results were obtained.

1. Mean scores for the task were significantly higher in the third-year elementary school students than in the first-year junior high school students. This suggests that the ability to understand movement processes improves with age.

2. Among third-year elementary school students, mean scores for the task were significantly higher for students who were shown video clips than for those shown sequential photographs, whereas no significant differences were observed among first-year junior high school students. This suggests that video clips are a more effective presentation method for early elementary school students.

3. Mean scores for movements with complex movement structures were low for both presentation methods. Further consideration about presentation of complex movements may be necessary.

4. Experience of playing sports in elementary school was identified as a factor influencing mean scores for the task. Students who had experience of sports and watching movements while playing sports were thought to be more capable of understanding movement processes even when watching them for the first time.

Key words : motor learning, observation of human movement, video clip, sequential photographs

キーワード：運動学習，運動観察，動画映像，連続写真

Ⅰ 緒 論

運動観察力は体育教師にとって基本的で、中核的な能力であるばかりでなく、運動を習得しようとしている生徒本人にとっても大切な学習内容で

ある。授業において、新しい運動を学習させようとする場合、習得すべき運動課題を学習者に理解させるために、映像情報の提示や教師による示範が行われるのが一般である。マイネル（1981, p. 375）は、示範の意義について詳細に述べながら、運動系の学習の過程は、まず目を通して始まるの

1) 高知大学医学部
〒783-8505 南国市岡豊町小蓮
2) 筑波大学大学院人間総合科学研究科
〒305-8574 つくば市天王台 1-1-1
3) 筑波大学体育科学系
〒305-8574 つくば市天王台 1-1-1
連絡先 野田智洋

1. Kochi Medical School, Kochi University
Kohasu Oko-cho, Nankoku-shi, Kochi 783-8505
2. University of Tsukuba, Graduate School of Comprehensive Human Science, Doctoral Program in Coaching Science
1-1-1 Tennohdai, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-8574
3. University of Tsukuba, Institute of Health and Sport Science
1-1-1 Tennohdai, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-8574
Corresponding author nodat@kochi-u.ac.jp

だと指摘している。それゆえ生徒には、何よりも、示された運動経過を観察する能力が必要とされる。特に器械運動の学習において、映像情報を観察させることによって運動経過の全体像を把握させることは、極めて重要な課題であると考えられる。なぜなら、逆位や回転など、非日常的驚異性を特徴とする「技」（金子, 1976, p. 14）を学習対象としているため、運動経過の把握が不十分なまま実施させることは危険をともなうからである。

運動技術の学習初期に行われる映像情報の提示は、その運動ができない学習者に客観的な運動経過の概略について把握させることを目的としている。同じ目的で、指導者による示範が行われることもあるが、教科体育においては圧倒的に前者の方が多くと思われる。なぜなら、学習指導要領に例示された運動領域は多岐にわたり、指導者がそれらすべての運動技能に習熟することは極めて困難だからである。岸野（1970）によると、スライドや8ミリフィルムなどの視聴覚機器が教具として利用され、示範の代わりをするようになったのは、わが国では第二次大戦後のことだという。現在では、映像処理技術の急速な進歩によって、当時とは比べものにならないほど多様な提示方法が可能となり、紙媒体による連続写真や連続図の提示に加え、ビデオテープや、DVD、ハードディスクに記録された動画映像の提示が頻繁に行われている。前者としては、カラー印刷された写真や図が、多くのスポーツ指導書や雑誌、実技教科書に所収しと掲載されるようになった。また、後者については、パーソナルコンピュータの普及と動画圧縮技術の進歩によって、繰り返し再生、スロー再生、コマ送りなど自在な提示が比較的簡便に実施できるようになっている。

しかしながら、当該の運動経過を初めて目にする学習者たちが、提示された映像情報から何を求めているのか、あるいは、学習者には何が、どこまで見えているのかを明らかにすることを目指した研究は決して十分とは言えない。たとえば、佐藤（2001）は、スポーツ運動学の立場から、教員志望の大学生に「指導者の観察ポイント」を身に付けさせる方法を探ることを目的として、以下のよう

な実験を行っている。はじめに、スロー再生や静止画像を提示しながら「とび前転」の運動技術について説明を行い、危険を回避するには着手局面で腰角度を広く保ちながら前転に移行することが重要であることを十分に教示した。次に、6種類の技能レベルが異なる「とび前転」のビデオ映像を観察させた後、運動経過の特徴に関する線画描写と言語報告を行わせた。その結果、前転のなめらかさや安全性に関する記述をなるべく多くするように「観察ポイント」を指示したにもかかわらず、空中局面の姿勢が運動経過全体の評価を決定してしまう傾向が認められたという。このことから、佐藤は「観察ポイントとして事前に重要性を指摘されていても、実際の運動経過から動きの本質的特性を把握することが難しいのは、観察に影響を及ぼす要因の多様性にある」と述べて、基礎的研究の必要性を強く主張している。

これに対して、スポーツ心理学の領域で行われている観察学習に関する研究の多くは、バンデュラ（1975）によるモデリング理論に基づいて構築されている。しかし、社会的学習理論における行動再生と、運動経過の提示による運動技術の学習を同列に扱うことはできない。このことは、当該領域の研究者の間でも自覚されており、麓（2006）は『最新スポーツ科学事典』のモデリングに関する項目の最後を、「バンデュラに全面的に依拠しない運動の観察学習研究のパラダイム開発が望まれる」と締めくくっている。また、視聴覚機器を利用したビデオフィードバックの効果について概説した関矢（2006）は、ビデオフィードバックは学習を促進するが、モデリング映像の併用効果については未解明の点が多いと述べて、研究が必ずしも進展していないことを示唆している。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、運動経過の観察能力の詳細については、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ろう。

II 研究目的

野田ほか（2008）は、連続写真の提示に基づい

て鉄棒運動の技を識別する能力に影響を与える要因を明らかにする目的で、以下のような実験を行っている。すなわち、ある技の連続写真を被験者に一定時間観察させた後、6種類の技からランダムに提示される1つの動画映像を見て、その技が連続写真で示された技と同じかどうかを判断させるというものである。実験で用いられた連続写真には、①ほんてん逆上がり（以下「逆上がり」と略す）、②後ろ振り上がり（以下「振り上がり」と略す）、③け上がりの運動経過が示されている。動画映像は、これら3つの技に加えて、運動構造が類似している「片ももかけ上がり」、「振り上がり・後方支持回転」、「両ももかけ上がり」の計6種類である。被験者は、小学校1年生、3年生、5年生、中学校1年生、高校1年生の一般児童・生徒、計360名であり、クラス単位で実験が行われた。

実験課題の正答率を統計的に比較した結果、コマ数の多い連続写真を観察させたA群の平均値が有意に高かったため、コマ数は多い方が有効だと推察された。また、平均値は小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。さらに、観察者のスポーツ経験と逆上がりの技能習得の間には、どちらか一方の属性があれば平均値が有意に高いという相補的な関係が認められたという。

連続写真から得た情報を動画映像から得た情報で照合したこの実験課題において、正答率が学年進行とともに向上したとの結果からは、2つの可能性が考えられる。第1に、連続写真から運動経過を把握する能力と、動画映像から運動経過を把握する能力が、双方ともに加齢にともなって向上した可能性である。第2に、どちらか一方は不変のままであったが、片方の能力が発達した結果、正答率が向上した可能性である。研究結果からは、現時点で、どちらが正しい解釈なのかは示されていない。それゆえ、たとえば動画映像から運動経過を把握する能力は不変であるが、連続写真から運動経過を把握する能力は、年齢に依存するとの仮説を立て、それを検証することによって研究を

発展させることができる。

また、コマ数の多い連続写真を観察させた被験者の正答率が、少ない連続写真を観察させた被験者に比べて有意に高かったとの研究結果から、連続写真の内容が正答率に影響を与えることが明らかにされた。このことから、器械運動の専門家による人為的なコマ選びが正答率を向上させることが予想され、これについても検討する余地がある。ただし、この場合でも、連続写真の観察によって動画映像を上回る正答率を得ることはないと推察される。

一方、この実験課題は再認法の一種であり、記憶の測定方法としては再生法や再学習法に比べて想起の難易度が容易だと言われている（大場、2006）。この場合、被験者は連続写真から単に運動の方向や特徴的な一瞬の姿勢のみを捉えて記憶し、これに基づいて動画映像を識別することが可能である。したがって、この実験においては、連続写真で提示された技と動画映像で提示された技の識別に成功したとしても、被験者が運動経過をどの程度把握していたのかを明らかにすることはできない。それゆえ本論では、この研究結果を踏まえた上で、器械運動の技を連続写真と動画映像という2つの異なる方法で提示した場合に、客観的な運動経過はどの程度把握されるのかを明らかにすることが目指された。その際、提示方法の違いや被験者の年齢、運動経験などの要因が、後述する実験課題の得点にどのような影響を与えるのかについて詳細に検討する。このために、本論では以下の3つの仮説を立て、実験を通してこれらを検証することが試みられた。

仮説（1）：学齢期の児童・生徒の場合、連続写真の観察では年齢の高い方が運動経過を把握する能力も高いが、動画映像の観察では年齢による影響がみられない。

仮説（2）：運動経過を把握させるには、連続写真よりも動画映像を提示した方が有効である。

仮説（3）：被験者の属性のうち、小学校時代の教科外スポーツ経験と逆上がりの技能習得の有無は、ともに運動経過の把握に影響を与える要因である。

仮説を検証することによって、提示された映像情報から客観的運動経過を把握する能力に影響を与える要因が明らかになれば、運動観察力に関する研究ばかりでなく、器械運動の学習指導にとって貴重な基礎資料を提供することが期待される。

III 実験構成

1. 実験課題

通常、見ている人が観察対象から得た視覚的イメージは本人が内観を通して知るのみであり、その内容について他者が直接知る術はない。他者観察能力に関する研究の隘路はここに存在し、現在まで研究内容の充実を阻んできた理由もここにあると考えられる。もちろん、どのように見えたのかを観察者の言語報告に基づいて分析し、その内容を把握しようとした研究（安田・吉原, 1994）もあるが、そもそも観察者が自身の直接体験を言語化すること自体に限界がある。また、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対象とする場合、実験者の解釈や意味づけが結果に影響を及ぼす可能性を否定できない。これに対して、実験方法を工夫することによって言語分析を回避したのが高木（1992）の研究である。この研究では、2つの類似した運動経過を動画映像として提示し、未経験者と熟練者の運動把握の構造を比較するために、デッサン用のモデル人形を被験者に渡し、どこが違うのかを人形を動かすことによって再現させるという方法が用いられている。本研究では、この方法を参考にして、被験者が観察に基づいて記憶した客観的運動経過の視覚的イメージを紙人形の操作によって再生させる実験課題を創作した。さらに、人形の動きを2次元平面上に展開させることで被験者の動かし方に制限を加え、これを頭上から固定カメラで撮影することによって測定誤差を最小限に抑えることにした。もちろんこの場合でも、再生された人形の動きをどのように解釈するかは実験者に委ねられるので、言語分析による研究において生じる問題がすべて解決されるわけではない。しかし、手指による紙人形の操作能力は、小学校低学年でも十分に発達して

いると考えられるため、受容した視覚的イメージを表現する際のハンディキャップは、語彙量に依存する言語報告に比べて少ないと思われる。以上のことから、本研究においては、被験者をコンピュータ・ディスプレイの前に座らせ、連続写真あるいは動画映像として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課題を行わせることにした。

また、本実験で被験者に提示する運動は、先行研究（野田ほか, 2008）との比較を容易にするために、鉄棒運動における①逆上がり、②振り上がり、③け上がりという3種類の技を選んだ。また、同様の目的で、観察させる連続写真と動画映像を提示する時間についても先行研究と同一にした^{注1)}。

2. 連続写真と動画映像の作成

実験に使用する連続写真と動画映像を作成するために、先行研究（野田ほか, 2008）で撮影された6種類のビデオクリップの中から、①逆上がり、②振り上がり、③け上がりの動画ファイルを手に入れた。

連続写真の作成にあたって、はじめに①から③の各技の動画ファイルから、1コマ毎に静止画を切り出して並べた連続写真の一覧表を印刷した。次に、共同研究者の一人（体操競技の選手、コーチ経験者）がその中から、初心者に運動経過を把握させる上で最も効果的だと考えた静止画8コマを選び出し、被験者に提示する3種類の連続写真を作成した（図1参照）。

動画映像は、①から③のそれぞれの技が1回ずつ通常の再生速度、同一の再生時間で提示された。

3. 紙人形の作成

はじめに、動画ファイルから、高鉄棒と背景だけが写っている静止画を切り出して印刷し、フィルムラミネートして台紙とした。次に、け上がりを実施している体操選手の写真（図1の連続写真3段目の③け上がり）を切り抜き、腕、頭部と胴体、脚の3部位に切り分けた後、鉄棒の握り部分、肩関節、腰関節の3カ所をリベットで止めて、こ

図1 被験者に提示した連続写真。上から①逆上がり、②振り上がり、③け上がりである。それぞれカラー画像としてディスプレイに提示した。

これらの関節が水平面上で自由に動く紙人形を作成した。人形の動きを撮影する必要があることから、被験者の手指が人形を覆い隠すことがないように、保護用の透明フィルムを胴体と脚部の背面方向に延長して垂直に折り曲げ、「ツマミ」とした。被験者は、図2のようにこの「ツマミ」部分を指で挟んで人形を動かす、観察した技の運動経過を台紙の平面上に再現することができる。

4. 被験者

野田ほか(2008)によると、連続写真と動画の識別課題の正答率は、小1から小3までは急激に上昇し、その後は学年の進行にともなって、徐々に向上することが示されている。この結果は、小1から小3までの発達にともなう神経生理学的な機能の成熟から影響を受けたものと推察されている。

図2 作成した紙人形を動かす被験者。中1のA群に配置した被験者が動かす紙人形を真上から撮影した静止画。ビデオカメラはキットスタンドに専用アタッチメントで固定され、頭越しに紙人形を撮影している。

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	実験期間
小 3	A 群	33	3	30	15	15	2007/6/7-7/28
	B 群	31	1	30	15	15	
中 1	A 群	30	0	30	15	15	2007/7/17-7/25
	B 群	30	0	30	15	15	
合計		124	4	120	60	60	

る。本論の実験課題は、連続写真、動画映像それぞれの再生課題であるが、識別課題と同じく他者観察能力の一部を構成する能力を測定していると考えられることから、先行研究の結果と同様の傾向を示すことが予想される。したがって、小学3年生と中学1年生の状況を把握することができれば、小1、小3、小5、中1、高1までの他者観察能力の変化の様相はおおよそ推察することが可能である。それゆえ、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124名に協力を依頼した（表1参照）。その際、実験の内容が被験者に不利益を与える可能性がないことを当該学校長に詳しく説明して承諾を得たため、児童・生徒本人と保護者には実験同意書の提出を求めなかった。

被験者を依頼した小3、中1の各児童・生徒は、ランダムにA群とB群の2つに分けられた。A群は、専門家が作成した①逆上がり、②振り上がり、③け上がりの連続写真を観察対象とする被験者である。これに対して、B群は①から③の動画映像を観察対象とする被験者である。

なお、小3の被験者のうち4名は、分析対象から外さざるを得なかった。実験者の手違いにより、後述する練習課題、ならびに実験課題の観察回数を規定通りに実施できなかったことが原因である。このため、新たに小3の被験者4名を追加して同じ実験を行い、各学年、各群とも、分析対象者がそれぞれ30名になるようにした。

5. 実験の概要

実験は、2007年6月7日から7月28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（コンピュータ室、多目的室、応接室）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。

実験室では、被験者に実験課題を理解させるため、以下のような手順で練習課題を行わせた。はじめに、被験者を紙人形の台紙が固定された机の前に座らせ、課題について説明を行った。次に、A群の被験者には、高鉄棒で行われた「順手懸垂前振りから順手懸垂後ろ振り」までの映像に基づいて作成された5コマの連続写真を、B群の被験者には同じ内容の動画映像を観察させた。続いて「懸垂前振りの開始体勢」を確認させた後、目の前の紙人形を見えたように動かすことで、観察した運動を再現するよう指示した。実験者は練習課題の再現結果についてその場で正誤の判断を下し、被験者に口頭でフィードバック情報を与えた。1回目あるいは2回目で正答した場合でも、事前学習の量を統一するために3回まで同じ練習課題を行わせた。3回目の練習課題でも正答しなかった場合には、正答のコマ送りアニメーションを見せるとともに、口頭でも説明を加え、1度だけ正し

表2 内的運動生活史に関する質問紙調査項目（中学1年生用）

- (1) あなたは男子ですか、女子ですか。
- (2) あなたは、身体を動かすことが好きですか。
- (3) あなたは、保育園（幼稚園）の頃に、習い事として何かスポーツをしていましたか。（スイミングや、体操教室、少年野球、少年サッカーなど何でも構いません。）
- (4) あなたは、小学生の頃に1年以上、学校の体育の時間とは別に、何かスポーツをしていましたか。（スイミングや、体操教室、少年野球、少年サッカーなど何でも構いません。）
- (5) あなたは現在、学校の体育の時間とは別に、何かスポーツをしていますか。（運動部活動を含みます。）
- (6) あなたは学校の体操部やスポーツクラブで、体操競技の鞍馬やつり輪、段違い平行棒や平均台を誰か（学校の先生、クラブのコーチ、親…その他誰でも構いません）に習ったことがありますか。
- (7) あなたは鉄棒運動の「逆上がり」を知っていますか。
- (8) あなたは鉄棒運動の「逆上がり」ができますか。

†：項目（1）は、男女の別を、それ以外は、「はい」か「いいえ」のどちらかに○をつけるよう指示した。

††：小学3年生用では項目（4）を「あなたは今、学校のたいいくのじかんとはべつに、何かスポーツをしていますか」とし、項目（5）を削除した。よって、質問は7項目となる。

く人形を動かす練習をさせた。以上の手続きを経ることで、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、A群の被験者の場合、はじめに液晶ディスプレイに提示された①逆上がりの連続写真を30秒間観察させた後、以下のように指示した。「連続写真の運動と同じように紙人形を動かしてください。動かし終わったら、“おわり”と言って手を離してください。」紙人形を動かすための制限時間は10秒とし、チャイムを鳴らして被験者に知らせた。被験者が動かし終わったことを確認したら、実験者は必ず次の試行に向けて、人形を懸垂前振りの開始位置まで戻した。続いて、②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、③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。

B群の被験者の場合には、練習課題に引き続いて、ディスプレイに提示された①逆上がりの動画映像を4.33秒間観察させた後、次の指示を与えた。「ビデオの運動と同じように紙人形を動かしてください。動かし終わったら、“おわり”と言って手を離してください。」紙人形を動かす制限時間、実験者による次の試行に向けての準備ともにA群

と同様とした。以下、②から③の技についても同様の課題を行わせ、これを1セットとして合計5セット行わせた。

なお、実験課題の終了後、大まかな運動生活史を把握する目的で質問紙調査を行った。被験者を実験室に残し、アンケート用紙を手渡して記入させた後、その場で回収した。中1の被験者に対する質問項目は、表2に示した通りである。小3の被験者にも、平易な表現の平仮名による質問文を作成して実施した。なお、②振り上がりや③け上がりを専門の指導者から教えてもらったことのある体操競技の経験者は、実験課題を遂行する上で有利になる可能性が高い。そのため、設問（6）に「はい」と回答した被験者は、直接本人から事情を聞いて競技歴を確認した。その結果、除外すべき被験者はいなかった。

6. 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、分析作業の効率化と映像の劣化防止のため、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、技ごとに以下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。

観察対象とした高鉄棒における①逆上がりは、

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	

[†]: 垂直面とは、鉄棒と左右の支柱で作られる垂直に立った仮想面のことである。

懸垂前振りから左右軸周に1回転して支持になる回転上がりに、②振り上がりは前振りの後、懸垂のまま振れもどって支持へと至る回転未満上がりに分類される(金子, 1976, p. 48). また、③け上がりは、懸垂前振りから「きりかえし技術」と「上昇回転技術」を使って支持に至る「振れもどり上がり」(金子, 1984)の代表的な技である。したがって、表3のように①から③の各技に共通する評価カテゴリーとして、まず、(1)垂直面を経過する懸垂前振りと(4)終末局面での支持が設定された。

次に、観察対象とした3つの技の運動経過に現われる特徴について、被験者がどの程度把握したのかを評価する視点が必要となる。このためには、(1)垂直面を経過する懸垂前振りの後、(4)終末局面での支持に至るまでの間に「その技がどんな課題をやるように義務づけられているのか」を明らかにする「運動形態的構成要素」(金子, 1976, p. 177)が考慮されなければならない。この運動形態的構成要素は、身体が器械に対してどのように空間的に転位するかを明らかにする「体勢変化要因」(金子, 1976, p. 177)と、器械に対して転位する身体がどんな姿勢になっているかを明らかにする「姿勢変化要因」(金子, 1976, p. 193)の2つに分けられる。それゆえ本論では、体勢変化要因に関する評価カテゴリーとして、①逆上がりでは(2)左右軸周での1回転、②振り上がりでは(2)懸垂での振れ戻り、③け上がりでは(2)逆懸垂姿勢での振

れ戻りが、さらに姿勢変化要因に関する評価カテゴリーとして、①逆上がりでは(3)逆懸垂姿勢の経過、②振り上がりでは(3)伸身姿勢での垂直面経過、③け上がりでは(3)屈身姿勢の経過が設定された(表3参照)。

以上、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。

7. 統計処理

はじめに、被験者の年齢(学年)×連続写真か動画映像かという提示方法(群)×技の運動構造の複雑さ^{注2)}(技)を独立変数とする3要因分散分析(混合計画)を行った。次に、小学校時代の教科外スポーツ経験(経験)×逆上がりができるかどうか(技能)×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)を行い、属性による影響について分析した。ともに、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った。なお、統計処理はすべてSPSS 15.0を使用し、有意水準はいずれも5%未満とした。

IV 結 果

評価カテゴリーに基づいて紙人形の動きを得点

表4 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	③け上がり	①②③の平均
小3	A群	30	12.00±3.62	14.50±3.95	10.57±2.79	12.36±3.80
	B群	30	14.27±1.95	17.53±1.74	12.79±3.61	14.92±3.17
中1	A群	30	15.93±2.56	18.40±2.33	16.47±2.73	16.93±2.72
	B群	30	16.53±2.22	17.67±1.58	15.93±2.65	16.71±2.28

平均値±標準偏差

表5 反復測定データを含む分散分析の結果

変 動 因		F	df	p
間 被 要 験 因 者	学年	74.83	1, 116	***
	群	10.15	1, 116	**
	学年×群	14.36	1, 116	***
被 験 者 内 要 因	技	58.78	2, 232	***
	学年×技	8.49	2, 232	***
	群×技	0.36	2, 232	0.70
	学年×群×技	1.62	2, 232	0.20
間 被 要 験 因 者	経験	11.72	1, 116	**
	技能	0.71	1, 116	0.40
	経験×技能	0.29	1, 116	0.59
被 験 者 内 要 因	技	58.34	2, 232	***
	経験×技	3.14	2, 232	*
	技能×技	0.12	2, 232	0.89
	経験×技能×技	3.33	2, 232	*

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

化し、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のようになった。

反復測定データを含む分散分析の結果、2次の交互作用は得られなかったが、学年×群の交互作用が有意で、学年要因、群要因ともに主効果が有意であった（表5参照）。単純主効果を検定するために、各群における学年比較を行ったところ、両群とも中1が小3に比べて有意に平均得点が高かった（図3参照）。次に、それぞれの学年における群間比較を行ったところ、図3のように、小3

図3 群ごと、学年ごとの比較。それぞれの平均値と標準偏差は表4を参照のこと。*: $p < 0.05$, n.s.; not significant

では連続写真を提示したA群が動画映像を提示したB群より有意に平均得点が低かった。これに対して、中1ではA群の平均得点がB群よりやや高いものの、両群間に有意差が認められなかった（図3参照）。

また、学年×技の交互作用が得られ、技の主効果も有意であった（表5参照）。単純主効果を検定するために、各技における学年比較を行ったところ、すべての技で学年間に有意差が認められた（図4参照）。続いて、学年ごとに技の要因を多重比較したところ、小3では②振り上がり > ①逆上がり > ③け上りの順で有意に低くなり、中1では、②振り上がり > ①逆上がり ≈ ③け上がりであった（図4参照）。

さらに、技の要因について両学年を含んだ多重比較を行ったところ、学年毎の単純主効果の検定における中1の結果と同様に、①逆上がりと③け

図4 各学年における技ごとの比較。中1の①逆上がりと③け上がりの比較でのみ有意差が認められなかった。
*, $p < 0.05$, n.s.; not significant

図5 各技における属性の比較（小学校時代の教科外スポーツ経験）*, $p < 0.05$

上がりで有意差が認められなかったのに対して、②振り上がりは他の技に比べて有意に得点が高かった。これは、技の構造要因によって平均得点異なることを示している。

次に、小学校時代の教科外スポーツ経験（経験）×逆上がりができるかどうか（技能）×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）を行ったところ、被験者間要因のうち、経験×技能の交互作用と技能の主効果は有意でなく、スポーツ経験の主効果だけが有意であった（表5参照）。多重比較を行ったところ、スポーツ経験があると答えた者は、図5に示したように、すべての技で平均得点が有意に高かった。

図6 各技における属性の比較（逆上がりができるかどうか）*, $p < 0.05$, n.s.; not significant

それに対して、逆上がりができると答えた者と、できないと答えた者に有意差は認められなかった（図6参照）。なお、表5のように被験者内要因のうち、経験×技能×技、経験×技の交互作用、ならびに技の主効果に有意差が認められたが、ここでは被験者間の属性を比較することが目的であるため、これ以上の分析は行わなかった。

V 考 察

1. 仮説（1）の検証

分散分析の結果、学年×群の交互作用が有意で、学年要因、群要因ともに主効果が有意であった（表5参照）。単純主効果を検定するために、各群における学年比較を行ったところ、両群とも中1が小3に比べて有意に平均得点が高かった（図3参照）。このことから、「学齢期の児童・生徒の場合、連続写真の観察では年齢の高い方が運動経過を把握する能力も高いが、動画映像の観察では年齢による影響がみられない」とする仮説（1）は否定され、動画の観察でも高学年の方が平均得点は高いことが明らかとなった。

この結果は、素朴な日常体験と矛盾する。子育てを経験した者であれば、2歳児でも幼児向け番組に出てくる体操のお兄さんの動きが模倣できることを知っている。動画映像を観察して運動経過を把握し、即座に再現した結果である。兄弟がい

れば、年少児は親が逐一教えることなく兄や姉の運動を模倣することによって多くの動きを獲得していく。最近では、乳児が静止画よりも動画に魅力を感じ、動きをとまなう日常的な顔を認識する能力が高いことも分かっている（仲渡ほか, 2007）。これらの事実に基づくと、座位や直立位で行われる日常的な運動やその組み合わせであれば、動画映像から運動経過を把握する能力は極めて早く発達し、学齢期ともなれば成人とあまり変わらない能力を獲得していると推察される。

しかし、本研究の結果は、観察対象が非日常的驚異性を特徴とする器械運動の技である場合、小3と中1ではこの能力に有意な差があることを示している。分散分析の結果、学年×技の交互作用が得られ、すべての技で学年間に有意差が認められた。また、各学年における技の要因を多重比較したところ、図4のように、小3では②振り上がり > ①逆上がり > ③け上りの順で有意に低くなり、観察対象の運動構造が複雑^{注2)}であれば平均得点が低い傾向が認められた。中1の場合は、①逆上がりと③け上がりでは差がなかったものの、両者ともに②振り上がりに比べて有意に平均得点が低かった（図4参照）。以上のことから、観察対象の運動構造が一定以上複雑であれば、暦年齢の経過にともなう観察経験や運動経験などの蓄積が課題の平均得点に大きな影響を与えと考えられる。

2. 仮説（2）の検証

学年ごとに群間比較を行ったところ、小3では連続写真を提示したA群が動画映像を提示したB群より有意に平均得点が低かったのに対して、中1では両群間に有意差が認められなかった（図3参照）。このことから、「運動経過を把握させるには、連続写真よりも動画映像を提示した方が有効である」との仮説（2）も一般化できる命題とはなり得ないことが示された。

先行研究（野田ほか, 2008）によると、連続写真と動画の識別課題において、年少の被験者の正答率が低かった原因はワーキングメモリ（working memory）の発達が未熟なためではないかと推測さ

れている。中1の被験者が連続写真の観察によって動画映像と同程度の平均得点を得た事実は、ワーキングメモリないしはこれを基盤にした認知能力の発達が、6歳から12歳までの間に認められ、それ以後の思春期において徐々に成熟する（五十嵐・加藤, 2000）ことから説明できる。また、イメージを自在に操作できる年齢になれば、何度でも遡って確認できる静止画像の連続の方が、瞬時に消え去ってしまう動画映像よりも客観的運動経過を把握するのに有効であったという理解も可能である。

以上のことから、小3の学習者に器械運動の技を提示する場合、実技教科書に掲載されている連続写真（図）よりも、動画映像を観察させる方が望ましいと推察される。また、中1の場合、提示方法に有意差は認められなかったが、観察させる時間は動画を提示する方が短くて済むため、授業時間の有効活用という面から言えば動画映像による提示が良いと思われる。しかしながら、運動経過にはベルグソンの意味での特権的瞬間というものが存在し、技能の獲得に大きな影響を及ぼすと考えられている（佐野, 1989）。専門家によって作成された連続写真（図1参照）は、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作成されたものである。機械的コマ割りとは異なる理念に基づいて抽出された、特権的瞬間の連続なのである。「数枚の写真や図を提示して説明するときには、無数にある瞬間からどの局面の図ないし写真を抜き出すのが重要となる。選ばれた局面は等質的空間・時間の単なる一瞬ではなく、連続する運動経過においてある特定の意味を持った局面である」（佐藤, 1990）。そのため、イメージの操作能力が十分に発達した年齢段階の学習者に対しては、そのような意図に基づく連続写真を提示した方が、動画よりも有効に客観的運動経過を把握させることができたと考えられる。

3. 仮説（3）の検証

先行研究（野田ほか, 2008）では、被験者の属性のうち「小学校時代の教科外スポーツ経験」と

「逆上がりの技能習得」の有無が、連続写真と動画を識別する能力に影響を与える要因であることが示唆されている。本論ではこれを検証する目的で、スポーツ経験と、逆上がりの技能、技の運動構造を独立変数とする3要因分散分析を行った。その結果、被験者間要因のうち、スポーツ経験の主効果だけが有意であった(表5参照)。したがって、仮説(3)「被験者の属性のうち、小学校時代の教科外スポーツ経験と逆上がりの技能習得の有無は、ともに運動経過の把握に影響を与える要因である」も、完全には支持することができなかった。本論におけるスポーツ経験の有無という属性は、質問紙調査(表2参照)における「あなたは、小学生の頃に1年以上、学校の体育の時間とは別に、何かスポーツをしていましたか(小3の場合:あなたは、今…していますか)」との設問(4)に対する回答に基づいている。この問いに「はい」と答えた者は、スポーツ経験があると見なしで処理した結果、図5に示したように、すべての技で平均得点が有意に高かった。

マイネル(1981, p. 141)によれば、「人間の運動観察力は、いわば、人間がその生活のなかで収集し、獲得した数えきれないほどの運動経験と運動知識によって増大する」という。運動経験とは、「運動を繰り返して練習し自動化されることによって獲得された潜在的運動モデルの全体」(佐野, 2006)であり、本論で言うところの「スポーツ経験」は、厳密にはこれと同義ではない。しかしながら多くの場合、スポーツ経験がある者は一定の運動経験を保持していると考えられ、そのことが被験者の平均得点を押し上げた要因であると推察できる。

一方、本論においては、図6のように逆上がりが「できる」と答えた者と、「できない」と答えた者の平均得点に有意差は認められなかった。「踏みきり逆上がり」ができる者は、そのやり方を知っており、力を入れる部位や方向、タイミングを記憶しているはずである。すなわち、逆上がりの運動経過に関する空間的情報のみならず、時間的・力動的情報も保持しているがゆえに「できる」と考えられる。しかも、その情報のうちのいくらかは、類似の運動構造をもつ「ほんてん逆上がり」

に共通する情報だと思われる。そのため、逆上がりの技能習得は、平均得点に影響を与える要因の1つとなっても不思議ではない。しかしながら、本論においては、すべての技の平均得点に有意差が認められなかった。それゆえ、客観的運動経過を把握する能力に、運動技能の習得は直接役に立たないことが推察される。これは、逆上がりができると答えた被験者の①逆上がりの平均得点が、②振り上がりより有意に低いことから首肯できる(図6参照)。彼らは、体操競技経験のない一般児童・生徒であることから、①逆上がりはできたとしても、②振り上がりはできないと推察されるからである。

先行研究(野田ほか, 2008)では、スポーツ経験と逆上がりの技能習得には、相補的な関係が認められたことに基づいて、両者にとまって必然的に生じる観察経験が識別能力に影響を与えたのではないかと推察されている。これに関連して、金子(1976, p. 280)は次のように述べている。「技を客観観察することが単に運動経過をできるだけ正確に再現すること、すなわち、高速度撮影やストロボを利用して経過の各局面を捉えることだけでは技を観察したことにはならない。それは単に技の経過を映し出したに過ぎず、その技の遂行の特徴ある印象は明らかにされないし、技をコーチするための何らの資料を得ることにならない。」指導者に要求される潜勢自己運動をともなった高度な運動観察力(金子, 1987)には、当該種目に要求される運動の技能習熟が不可欠であるけれども、学習対象となる運動経過を映しとることを目的とした提示には、観察者の技能習熟は無関係だと考えられる。

VI 要 約

本論の目的は、器械運動の技を連続写真と動画映像という2つの異なる方法で提示した場合に、学習者は客観的な運動経過をどの程度把握することができるのかを明らかにすることである。そのため、小3と中1の体操競技経験のない一般児童・生徒124名を被験者として、鉄棒運動の技を

2種類の提示方法を用いて観察させ、記憶した技の運動経過を紙人形の操作によって再現させる実験を行った。その際、提示方法の違いや被験者の年齢、運動経験などの要因が、実験課題の得点にどのような影響を与えるのかについて分散分析を用いて詳細に検討した。その結果、以下の事柄が明らかになった。

1. 実験課題の平均得点は、小3と中1の比較では年齢の高い方が有意に高かった。このことは、学齢期の児童・生徒においては、学年が上がるとともに客観的運動経過を把握する能力が高くなることを推察させる。

2. 実験課題の平均得点は、小3の場合には動画映像を提示したB群が、連続写真を提示したA群に比べて有意に高く、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。さらに、運動構造の複雑な技を動画として観察させる場合には、スローモーション再生や観察の反復などの工夫が必要だと考えられる。このことは、A群ばかりでなくB群でも、小3は中1に比べて有意に平均得点が低かったことから推察される。

3. 技ごとの平均得点に有意差が認められ、小3では②振り上がり > ①逆上がり > ③け上がり、中1では②振り上がり > ①逆上がり = ③け上がりであった。連続写真、動画映像いずれの方法を用いても、運動構造が複雑な技では平均得点が低いことから、複雑な運動を提示する場合には、学年を問わず、反復観察させるなどの配慮が必要だと考えられる。

4. 被験者の属性のうち、小学校時代のスポーツ経験は、課題の平均得点に影響を及ぼす要因の1つであったが、逆上りの技能習得は無関係であった。小学校時代にスポーツを習ったり自発的に行った経験や、それに付随して運動を観察する経験を積んでいる者は、初めて観察する運動であっても運動経過を把握する能力が高いと考えられる。

謝辞

本研究を実施するにあたり、多大なご理解とご協力を賜りました高知市立布師田小学校、南国市立岡豊小学校、いの町立伊野南小学校、高知学芸中学校の先生方ならびに児童・生徒の皆様に、記して感謝の意を表します。

注

注1) 本論の実験課題は、被験者に連続写真と動画映像を一定時間提示して、どの程度運動経過を把握することができたかを測定しようとするものである。そこで、提示方法の違いを比較するのだから、提示する時間は同一にすべきだとの主張もあり得る。動画映像を通常速度で再生すると4秒前後で終わってしまうので、複数回繰り返すことによって、連続写真の提示時間と等しくすることも可能である。しかしながら、静止画の連続を観察させて頭の中で運動のイメージを作らせる方法と、動いている映像を観察させる方法とでは、もともと観察させる映像情報の性質が違うのだから、時間を統一する必要はないと考えられる。もちろん、連続写真の観察から運動経過を把握する方が、より困難な課題だと考え、動画の観察に比べて提示時間を長くした。

注2) 運動構造とは「ひとつのまとまりある人間の運動全体の中で、それを構成している個々の部分が相互に結合している関係」(朝岡, 1990; 三上, 2006)であると定義される。「運動学習では一般に、学習目標となっている運動形態と運動構造が類似している運動を『易しいものから難しいものへ』という指導方法論の原則にしたがって配列した、一連の教材(運動の学習系統)が用いられる」(佐藤, 2006, p.32)。したがって、学習系統は、運動構造が単純なものから複雑なものへと並べられており、運動構造が複雑であるとは、運動構造の類縁性に基づいて体系化された運動ファミリー(佐藤, 2006, p.33)の中で、技能の習得が困難なものは運動構造が複雑であると解釈される。しかし、①逆上がり、②振り上がり、③け上がりは、それぞれ別の運動ファミリーに属している関係から、単純比較することは困難である。そこで、運動構造を構成するカテゴリーのうち、空間的・時間的な分節を表わす局面構造の概念によって分析すると、身体が左右軸周に1回転する①逆上が

りより、上下が逆さまにならずに支持へと至る回転未満上がりに分類される②振り上がりの方が単純な運動構造をしていると考えられる。さらに、③け上がりは、懸垂前振りから「きりかえし技術」と「上昇回転技術」を使って支持に至る「振れもどり上がり」(金子, 1984) の代表的な技であるため、②振り上がりよりは、運動構造が複雑であると考えられる。以上のことから、運動構造の複雑さを比較した場合、②振り上がりより①逆上がりが、また、②振り上がりより③け上がりがより複雑だと結論付けられる。

文 献

- 朝岡正雄 (1990) 運動構造. 金子明友・朝岡正雄編著 運動学講義. 大修館書店: 東京, p. 260.
- バンデュラ: 原野広太郎・福島脩美訳 (1975) モデリングの心理学—観察学習の理論と方法. 金子書房: 東京, pp. 3-69.
- 麓 信義 (2006) リハーサル. (社) 日本体育学会監修 最新スポーツ科学事典. 平凡社: 東京, pp. 817-818.
- 五十嵐一枝・加藤元一郎 (2000) ワーキングメモリの発達. 荳阪直行編 脳とワーキングメモリ. 京都大学学術出版会: 京都, p. 306.
- 金子明友 (1976) 体操競技のコーチング. 大修館書店: 東京.
- 金子明友 (1984) 教師のための器械運動指導法シリーズ—鉄棒運動. 大修館書店: 東京, pp. 328-333.
- 金子明友 (1987) 運動観察のモルフォロジー. 筑波大学体育科学系紀要, 10: 113-124.
- 岸野雄三 (1970) 示範とは何か—視聴覚教育との関連において—. 体育の科学, 20(4): 209-211.
- マイネル: 金子明友訳 (1981) スポーツ運動学. 大修館書店: 東京.
- 三上 肇 (2006) 運動構造. (社) 日本体育学会監修 最新スポーツ科学事典. 平凡社: 東京, p. 46.
- 仲渡江美・大塚由美子・山口真美 (2007) 赤ちゃんは外界をどう記憶するのか. 教育と医学, 648: 48-56.
- 野田智洋・朝岡正雄・長谷川聖修・加藤澤男 (2008) 連続写真に基づく鉄棒運動の技の識別に関する研究. 体育学研究, 53: 111-122.
- 大場 渉 (2006) 運動と記憶. 麓 信義編 運動行動の学習と制御. 杏林書院: 東京, p. 95.
- 佐野 淳 (1989) スポーツ運動の“運動形態”に関する一考察. スポーツ運動学研究, 2: 35-44.
- 佐野 淳 (2006) 運動経験. (社) 日本体育学会監修 最新スポーツ科学事典. 平凡社: 東京, p. 81.
- 佐藤 誠 (2006) 運動の系統学習. (社) 日本体育学会監修 最新スポーツ科学事典. 平凡社: 東京.
- 佐藤 徹 (1990) 運動の質的把握の方法に関するモルフォロジー的研究. スポーツ運動学研究, 3: 27-38.
- 佐藤 徹 (2001) 運動観察のトレーニングに関する基礎的研究. スポーツ運動学研究, 14: 15-25.
- 関矢寛史 (2006) 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. 杏林書院: 東京, p. 131.
- 高木信幸 (1992) 運動把握の構造に関するモルフォロジー的考察. 平成4年度筑波大学スポーツ運動学研究室卒業論文抄録: 73-82.
- 安田 稔・吉原博之 (1994) 器械運動における運動観察能力の発達に関する一考察. 体操競技研究, 2: 69-78.

(平成20年3月6日受付)
(平成20年11月5日受理)