

## 運動学習における多様性練習の構造に関する研究

筒井 清次郎

Seijiro TSUTSUI

(体育教室)

### Abstract

The purpose of this study was to explore the best structure of practice variability in the motor learning. The task was to reproduct the angle. The number of training trials was 24. Test was composed to a criterion test and two transfer tests. One of the transfer tests was easier test than criterion test, and the other was more difficult test.

The results were as follow :

- 1) In criterion test, practice variability group in all training trials was superior to others.
- 2) In easier transfer test, the orderly practice variability group was superior to constant practice group and non-orderly practice variability group.
- 3) In more difficult transfer test, the orderly practice variability group was not superior to others.

### 目 的

ある一つの運動技術が学習されるためには、どのような条件で、どのようなやり方をすれば、どういう結果が得られるかという抽象化されたルールが形成されなければならない。この運動技術について抽象化されたルールは運動反応スキーマと呼ばれている。

では、運動スキーマを発達させるためには、言い換えれば、運動学習を成立させるためには、どのような練習方法が有効なのであろうか。

従来の練習方法としては、ドリルの考え方が中心であった。そこでは、目標となる運動を学習させる場合、その目標ばかりを繰り返し練習し、誤差を排除しながら正しい運動を習得することが重視されていた。バスケットボールのシュートを練習する場合、特定の位置から何度も練習し、シュート感覚を身につけさせる方法である。

これに対して、運動スキーマが多くのデータ点からの回帰直線に基づくものであるという考えから、基準と類似した多様な練習を行う練習方法の有効性を示唆する仮説がある。この考えは、Schmidt (1975)<sup>18)</sup>が提唱したスキーマ理論における多様性仮説と呼ばれるものである。ゲーム場面ではさまざまな位置からシュートを打たなければならないので、

多様な距離や角度から練習し、多様なデータ点を貯蔵し、より正確な回帰直線を導けるようにする方法である。

ドリル型の基準となる練習のみを行う基準練習と、基準と類似した多様な練習を行う多様性練習のどちらが有効であるかは、運動学習研究者の関心を集め、多くの検証実験を導いた。それらの結果、ほとんどの研究は多様性練習の有効性を支持するものであった (Kerr and Booth, 1978<sup>7)</sup>; Williams and Rodney, 1978<sup>21)</sup>; Magil and Reeve, 1978<sup>9)</sup>; 筒井・杉原, 1986<sup>20)</sup>など)。

ところで、先行研究はすべて、多様性仮説の検証実験であるために、どちらが有効かという二者択一の研究である。多様性練習が基準練習よりも有効であることは明らかにされたが、多様性練習には劣るものの基準練習によって学習が進むこともまた事実である。したがって、練習試行全体では多様性練習がより有効であるが、練習のある段階においては基準練習の方が有効な時期があるかも知れない。たとえば、学習課題に不慣れな初期段階のみについてみれば、多様性練習よりも基準練習の方が有効であることも考えられる。

そこで、本研究では、運動学習のどの段階は多様性練習を導入し、どの段階は基準練習を導入すると良いかを検討することを目的とする。

## 方 法

### 1. 実験期間

昭和63年7月から8月に行った。

### 2. 被験者

大学生64名を対象にし、そのうちわけは男女それぞれ32名である。

### 3. 課 題

実験器具は、キネマトメータに準ずる機器で、先端は直径1.5 cmの円棒を握るようになっている。運動は、閉眼状態における、右腕による左から右へと半円形の角度再生である。練習試行では、正しい角度を知らせるため、ストッパーを取り付けた。

### 4. 練習試行における実験条件

被験者を各群の男女数が一定になるように考慮し、その他は無作為に次の4群に分け、練習させた(表1参照)。練習試行回数は24試行であり、練習試行間隔は10秒である。

表1 実験条件および、基準テスト・転移テストの群分け

グループ	人員	練習内容	基準テスト	転移テスト
グループ①	16	105度24回	基準—基準練習群	単一練習群
グループ②	8 8	105度12回—90度4回—100度4回—110度4回 105度12回—120度4回—110度4回—100度4回	基準—多様性練習群	多様性非系列練習群
グループ③	8 8	90度4回—100度4回—110度4回—105度12回 120度4回—110度4回—100度4回—105度12回	多様性—基準練習群	多様性非系列練習群
グループ④	8 8	90度8回—100度8回—110度8回 120度8回—110度8回—100度8回	多様性—多様性練習群	多様性系列練習群

① 基準—基準練習群(C—C群)……前半・後半とも基準練習のみを行う

- ② 基準—多様性練習群 (C—V群)……前半は基準練習を、後半は多様性練習を行う
- ③ 多様性—基準練習群 (V—C群)……前半は多様性練習を、後半は基準練習を行う
- ④ 多様性—多様性練習群 (V—V群)……前半・後半とも多様性練習を行う

5. テスト試行における実験条件

テスト試行として、基準角度 (105度) を5試行と、転移角度 (70度と140度) を各5試行の合計15試行行った (表1参照)。70度は練習範囲よりも難度の低い角度であり、140度は難度の高い角度である。テスト試行間隔は10秒である。また、練習試行とテスト試行の間隔およびテスト角度が変わる際には、直前に行った試行の記憶が消失するのに約30秒間を要するため、1分間休憩させた。

6. 従属変数

目標値からのズレの絶対値の平均 (AE: Absolute Error) を用いた。

結 果

1. 基準テストについて

基準角度 (105度) における4群の平均値と標準偏差を表2, 図1に示す。

表2 基準テスト (105度) における平均値と標準偏差

グループ	人数	平均値	標準偏差
基準—基準練習群	16	4.74	1.55
基準—多様性練習群	16	4.38	2.06
多様性—基準練習群	16	4.34	1.18
多様性—多様性練習群	16	3.39	1.66

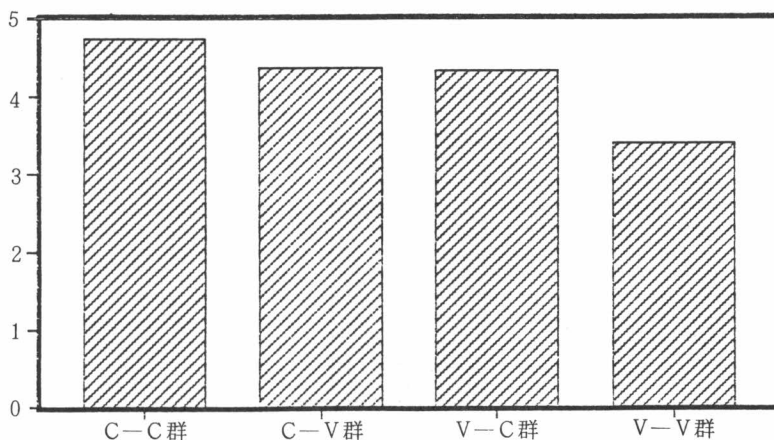


図1 基準テスト (105度) における平均値と標準偏差

多様性—多様性練習群が最も少ない誤差を示し、基準—基準練習群が最も多い誤差を示した。そこで、1元配置の分散分析を行ったところ5%水準で有意差がみられたので、さらに、多重比較を行った。その結果、多様性—多様性練習群と基準—基準練習群の間に5%水準の有意差がみられた。

このことから、基準テストの再生においても、基準のみを練習するよりも多様な練習を行う方が良いことが示され、多様性仮説<sup>18)</sup>を支持するものである。しかし、課題に対する慣れを考慮し、練習段階の前半は基準練習を行い後半は多様性練習を行う基準—多様性練習が最も有効ではないかと考えたが、この考えは否定された。

## 2. 転移テストについて

転移テストは、練習範囲よりも小さい70度と大きい140度から構成されている。

この転移テストは、いずれの群も練習していないので、基準練習と多様性練習の比較ではなく、単一練習（テスト以外の1角度）と多様性練習の比較になる。さらに、多様性練習群は、一定の方向に徐々に角度が増減し、それぞれの角度の練習回数が等しい多様性系列群と、角度の増減に一定の方向性がなく、それぞれの角度の練習回数も一定でない多様性非系列群に分けられる（表1参照）。そこで、単一練習群と多様性非系列練習群と多様性

表3 転移テスト（70度）における平均値と標準偏差

グループ	人数	平均値	標準偏差
単一練習群	16	9.95	2.87
多様性系列群	16	7.50	3.52
多様性非系列群	32	10.01	4.22

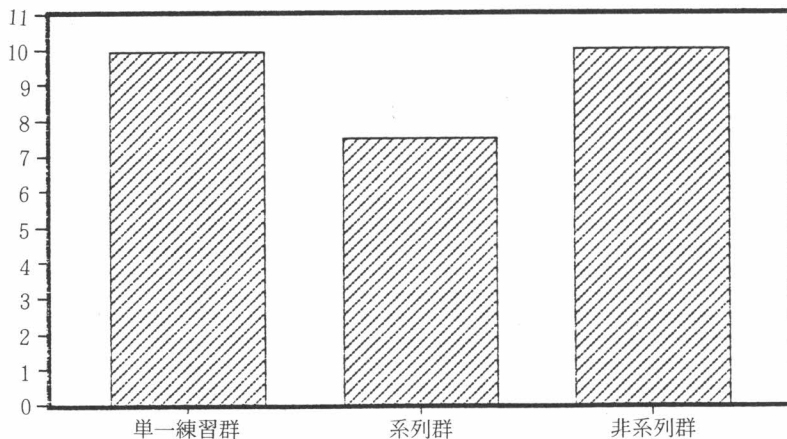


図2 転移テスト（70度）における平均値と標準偏差

系列練習群の比較を行った。

練習範囲よりも小さい角度(70度)における4群の平均値と標準偏差を表3, 図2に示す。

多様性系列練習群が最も少ない誤差を示し, 単一練習群, 多様性非系列練習群の順であった。そこで, 1元配置の分散分析を行ったところ5%水準で有意差がみられたので, さらに, 多重比較を行った。その結果, 多様性系列練習群と多様性非系列練習群の間, また多様性系列練習群と基準練習群の間に, それぞれ5%水準の有意差がみられた。このことから, 練習よりも小さい角度においては, 多様性系列練習が最も有効であることが示されたとともに, 同じ多様性練習にもかかわらず, 非系列な構造にした場合, 単一練習と変わらないことが明らかになった。

練習範囲よりも大きい角度(140度)における4群の平均値と標準偏差を表4, 図3に示す。

多様性系列練習群が最も少ない誤差を示し, 単一練習群, 多様性非系列練習群の順であった。そこで, 1元配置の分散分析を行ったところ有意差がみられなかった。このことから練習よりも大きい角度においては, 練習条件の構造による影響はあまり見られないことが示唆された。

表4 転移テスト(140度)における平均値と標準偏差

グループ	人数	平均値	標準偏差
単一練習群	16	9.96	4.74
多様性系列群	16	9.34	4.47
多様性非系列群	32	10.13	4.47

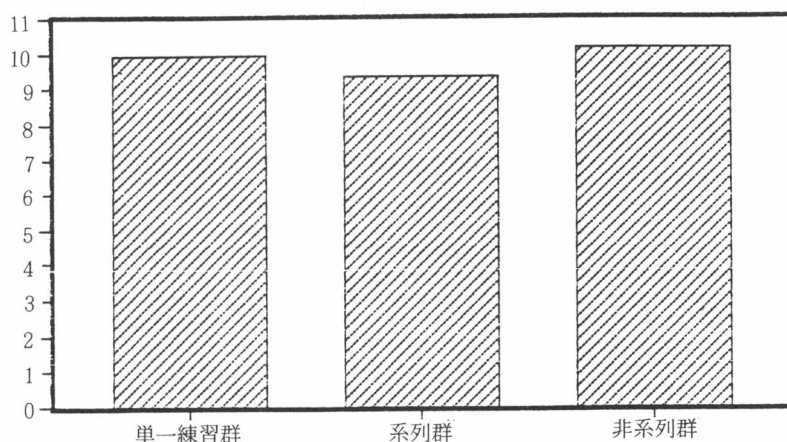


図3 転移テスト(140度)における平均値と標準偏差

転移テストにおける結果は、練習範囲よりも難度の低い課題においては、多様性練習が有効であり、難度の高い課題においては、多様性練習の効果はあまりみられないことを示唆した筒井・杉原（1986）<sup>20)</sup>と一致するものである。

## 考 察

多様性練習の有効性が知られているが、学習段階によっては、基準練習を行った方が良い場合もあるのではないかと考え、学習段階を二つに分け、多様性練習と基準練習を組み合わせ、4群を比較検討した。球技などの指導において、最初は要因の少ない容易な課題を行わせ、慣れてくると、次第に要因を増やし、困難な課題に挑戦させていく方法がよく用いられる。そこで、本研究においても、練習の初期には基準練習を反復し課題に慣れさせ、練習の後期には多様性練習をさせた方が有効ではないかと考えたが、この考えは否定され、練習全体を通じて多様性練習を行う方が有効であることが示された。このことは、学習段階の初期に、必ずしも容易な練習をさせる必要がないことを示唆しているのかも知れない。

Batting（1979）<sup>3)</sup>は、分脈干渉効果（contextual interference effect）について検討している。いつも決まりきった動かし方を繰り返す練習に比べて、毎回異なる動かし方をする練習は、試行相互に干渉し合い、一回毎に入念な情報処理を必要とする。その結果、練習中の成績は劣るが、一回毎により深いレベルで情報処理がなされるために、保持や転移において優れているという考え方である。この考えを用いると、基準練習を12回繰り返す練習方法は、試行相互の干渉が少なく、一回毎の情報処理が浅いため、学習効果が少なかったと考えられる。したがって、同一角度の反復回数が少ないほど良い成績であったのかもしれない。しかし、本研究の結果が、分脈干渉効果のみで説明できるのかどうかは、さらなる検討が必要である。また、分脈干渉効果の考えに従って、情報処理が深ければ深いほど、より優れた学習効果が期待できるかどうかについても検討する必要がある。その結果によっては、従来の球技等の指導について行われている情報処理要因の少ない課題から多い課題へという練習方法が、根本から否定されうることにもなりうるであろう。

練習順序による多様性効果の違いに関する研究としては、Newell and Shapiro（1976）<sup>15)</sup>や筒井・杉原（1986）<sup>20)</sup>の研究がある。Newell and Shapiroは、速いタイミング課題を用いた研究で、練習範囲外のテスト課題（180 msec）において、70 msec 練習後130 ms 練習を行った群の方が、逆の順序で練習を行った群よりも良い成績を示したと報告している。また、筆者ら（筒井・杉原）は、練習順序に関しては、有意な水準には達していないが、難度の高い課題から低い課題へと組む方が、逆の順序で組むよりもよい成績を示す傾向がみられたと報告している。このように、同じ多様性練習においても、練習順序が異なるとその効果が異なることが示唆されている。そこで、本研究では系列的順序の多様性練習と非系列的順序の多様性練習の効果の違いを検討してみた。その結果、同じ多様性練習でも、系列的に組む方が、非系列的に組むよりも、有効であることが明らかになった。従来指摘されているように、多様性練習の構造については、未解決の問題が多く残されており、追研究が必要である。

最後に、転移テストが練習範囲よりも簡単な課題においては、練習方法の効果が明らかになるが、練習範囲よりも困難な課題においてはあまり差がみられないという先行研究（筒

井・杉原, 1986)<sup>20)</sup>を支持するものであった。これは、練習範囲よりも困難な課題を遂行する場合、練習によって発達した運動スキーマの修正が必要で、そのままでは十分応用できないためかもしれない。

## 結 論

運動学習において、最も効果的な多様性練習の構造を検討することを目的とし、実験が行われた。課題は角度再生課題である。練習試行は24試行で、転移テストは、練習よりも難度の低い角度と高い角度が設定された。結果は以下に示す通りである。

- 1) 基準テストにおいて、全体を通して多様性練習を行った群が最も優れていた。
- 2) 練習よりも難度の低い転移テストにおいて、系列的に組んだ多様性練習が最も有効であった。
- 3) 練習よりも難度の高い転移テストにおいて、多様性練習の効果はあまり見られなかった。

(平成元年9月16日受理)

## 引用・参考文献

- 1) Adams, J. A., "A closed-loop theory of motor learning," *Journal of Motor Behavior*, 2: 111-49, 1971.
- 2) 粟木一博・久保田徹, 「運動技能学習における練習の多様化効果に関する研究——回転盤追跡課題におけるシェマールの発達——」, *中京大学体育学論叢*, 30: 27-32, 1989.
- 3) Bating, W. F., "The flexibility of human memory." In L. S. Cermak & F. I. M. Craik (Eds.). *Level of processing and human memory*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1978.
- 4) Husak, W. S. & Reeve, T. G., "Novel response production as a function of variability and amount of practice," *Research Quarterly*, 50: 215-21, 1979.
- 5) Kelso, J. A. S. & Norman, P. E., "Motor schema formation in children," *Developmental Psychology*, 14: 153-56.
- 6) Kerr, R. & Booth, B., "Skill acquisition in elementary school children and schema theory," *Psychology of Motor Behavior and Sports, Human Kinetics, Champaign*, 1977. pp243-47.
- 7) Kerr, R. & Booth, B., "Specific and varied of motor skill," *Perceptual and Motor Skills*, 46: 395-401, 1978.
- 8) Lee, T. D., Magill, R. A. & Weeks, R. J., "Influence of practice schedule on testing schema theory predictions in adults," *Journal of Motor Behavior*, 17: 283-99, 1985.
- 9) Magill, R. A. & Reeve, T. G., "Variability of prior practice in learning and retention of model motor response" *Perceptual and Motor Skills*, 46: 107-10, 1978.
- 10) McCracken, H. D. & Stelmach, G. E., "A test of the schema theory of discrete motor learning" *Journal of Motor Behavior*, 9: 193-201, 1977.
- 11) 森司朗・杉原隆, 「Practice Variability の構造に関する研究」, *鹿屋体育大学研究紀要*, 3: 25-30, 1988.

- 12) 森司朗・杉原隆, 「多様化をもった練習の有効性に関する発達の検討——上手投げの正確性の学習に関して——」, 体育学研究, 33-4 : 331-339, 1989.
- 13) Moxley, S. E., "Schema : The variability of practice hypothesis," *Journal of Motor Behavior*, 11 : 65-70, 1979.
- 14) 長山くるみ, 「練習の多様性の効果の検討」, 筑波大学卒業論文, 1979.
- 15) Newell, K. M. & Shapiro, D. C. "Variability of practice and transfer of training : Some evidence toward a schema view of motor learning," *Journal of Motor Behavior*, 8 : 233-44, 1976.
- 16) Pigott, R. E. & Shapiro, D. C., "Motor schema : The structure of the variability session," *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 55 : 41-45, 1984.
- 17) Reeve, T. G., "Error detection and variability of practice in learning a motor skill," in Landers, D. M. & Christina, R. W. (Ed.), *Psychology of Motor Behavior and Sports, Human Kinetics, Champaign*, 1977. pp44-50.
- 18) Schmidt, R. A., "A schema theory of discrete motor skill learning," *Psychological Review*, 82 : 225-60, 1975.
- 19) Shapiro, D. C. & Schmidt, R. A., "The shema theory : Recent evidence and developmental implications ," in Kelso, J. A. S. & Clark, J. E. (Ed.), *The Development of Movement Control and Co-ordination*, John Willey and Sons Publisher : New York, 1982. pp113-50.
- 20) 筒井清次郎・杉原隆, 「運動学習における練習の多様性効果に関する研究」, 体育学研究, 30-4 : 263-71, 1986.
- 21) Williams, I. D. & Rodney, M., "Intrinsic feedback interpolation and closed-loop theory," *Journal of Motor Behavior*, 10 : 25-36, 1978.
- 22) Wrisberg, C. A. & Ragsdale, M. R., "Further tests of Schmidt's schema theory," *Journal of Motor Behavior*, 11 : 159-66, 1979.
- 23) Zelaznik, H. N., "Transfer in rapid timing tasks," in Landers, D. M. & Christina, R. W. (Ed.), *Psychology of Motor Behavior and Sports, Human Kinetics, New York*, 1977. pp36-43.