

運動技能学習における練習の多様性効果に関する研究 —一回転盤追跡課題におけるシェマルールの発達—

栗木一博・久保田徹

The study of the practice variability in the motor learning —Development of a schema rule for a rotary pursuit task—

Kazuhiro Awaki・Toru Kubota

abstract

The present study was designed to investigate the effects of practice variability in continuous skill of motor performance. Subjects were assigned a tracking task of rotating light spots with preferred-hand, which was 50rpm in a clockwise direction. After forty learning trials, subjects performed 5 test trials (radius of 90mm) and 5 transfer trials (radius of 39mm or 141mm). The learning conditions were as follows:

(1) one radius (test radius) group, (2) one radius (non-test radius) group. (3) four radius (contained test radius) groups. (4) four radius (non-test radius) group.

Totally 64 subjects were divided arbitrarily into these four groups.

No difference between contained test radius group and non-test radius group was found both in test and transfer trials, which do not support the closed-loop theory of skill acquisition. There was no difference between four variability group and one radius group both in test and transfer trials, which do not support the schema notion of skill acquisition. These results suggested that task characteristics are important factor for analysing the effects of practice variability.

It is also conceivable that continuous skill is not separate category from discrete skill but rather integration of the latter.

実験目的

Adams (1971)¹¹⁾ は運動によって実際に生じたフィードバックと比較するための基準となる運動のイメージとして知覚痕跡, そして運動を選択し開始する運動プログラムとして記憶痕跡を定義し閉回路理論 (Closed-loop Theory) を提唱している。この理論は, 知覚痕跡および記憶痕跡と目標とする運動との間に1対1の対応があるという仮定のもとに考えだされたものである。しかし, この閉回路理論に対して, 新奇な課題の学習はその基準が存在しないために

全く達成できないこと, また, 日常行っている動作は非常に多岐にわたっておりこのコントロールのためには無限とっていいほどのプログラムを貯蔵する必要性が生ずることといった理論的問題点が指摘された。

Schmidt(1975)¹³⁾ による Schema 理論は, これらの理論的問題点を説明するために発展させられた理論である。これは, 運動プログラムが目標とされる運動課題と1対1対応しているのではなく抽象的なルールとして結びついているとする考え方である。

学習の多様性効果に関する研究はこの2つの

理論の重要な論争点の1つである。閉回路理論では知覚痕跡も記憶痕跡も過去における目標とする運動の経験が必要不可欠であるのに対し、Schema理論においては一定のルール形成に役立つような運動経験がもたらされるならば学習の目標となる運動反応の経験は必要とされない。さらに運動反応Schemaは外部からの環境などに関する情報、発揮するスピードや力量などの要素の決定、KRやフィードバックから得られる情報を伴った運動経験の正の関数として形成されるが、同時に運動の多様性の関数であるとも考えられる。

このような理論的背景のもとに多くの学習の多様性に着目した実験が行われてきた。そして、その多くの実験結果がSchema理論の支持を示している。(Margolis and Christina⁹⁾, McCracken and Stelmach¹⁰⁾, Wrisberg and Ragsdale¹⁷⁾, など)

従来行われてきたこれらの学習の多様性の研究において課題として取り上げられた技能はそのほとんどがdiscrete skillであった。

本研究では、このdiscrete skillに対比されるものとして、continuous skillである回転追跡課題を取り上げた。円を描くという連続動作のSchema形成において円の直径を変化させるといった多様性を持った練習が有効かどうかを明らかにすることを目的とした。

また、あわせてAdamsの閉回路理論への検討を加えるためにテスト課題を練習の中を含める群と含めない群との比較も行った。

実験方法

1. 日時

1988年10月7日～11月15日

2. 場所

中京大学4号館3階

3. 被験者

大学生 男子32名、女子32名、計64名

4. 課題

課題には回転盤追跡課題を用いた。この課題は40～50試行で一時的天井効果が現れること、被験者にとって新奇な課題であることから、こ

の実験の課題に適しているものと考えられる。

5. 装置

刺激提示及び時間計測のためにランダムターゲットパーシュートローター(竹井機器製)デジタルタイマー(竹井機器製)を用いた。このランダムターゲットシュートローターは盤上に光点があらわれそれをスタイラスの先端についた光電管で追跡するというものである。この実験に際して7種類の半径の円盤を使用した。これはアクリル盤を加工して自作したものをを用いた。

6. 練習試行の実験計画

練習試行において被験者を男女の比率が均等になるようにランダムに次の4つの練習条件に振り分けた。

- 1) 基準半径のみを行う群(V1TC)
- 2) 基準半径以外の単一練習を行う群(V1NT)
- 3) 基準半径を含む4種類の半径で練習を行う群(V4TC)
- 4) 基準半径を含まない4種類の半径で練習を行う群(V4NT)

4種類の半径で練習を行うV4TC群とV4NT群とは練習の順序効果を分離するために56mmから124mmへ半径が増加する人数と124mmから56mmへ半径が減少する人数とが同数になるようにした。試行数は10試行を1ブロックとして4ブロック行った。1試行は30秒で次の試行までのrestは30秒であった。また、光点の回転速度は50rpmである。これは練習試行、テスト試行を通じて同様である。表

表1 各群が練習試行で行う直径

Blocks	1	2	3	4	n
(Groups)					
V1TC	90 mm	90 mm	90 mm	90 mm	16
V1NT	56 mm	56 mm	56 mm	56 mm	8
V4TC	124 mm	124 mm	124 mm	124 mm	8
	56 mm	73 mm	90 mm	124 mm	4
V4NT	56 mm	90 mm	107 mm	124 mm	4
	124 mm	90 mm	73 mm	56 mm	4
V4NT	124 mm	107 mm	90 mm	56 mm	4
	56 mm	73 mm	107 mm	124 mm	8
	124 mm	107 mm	73 mm	56 mm	8

1に各群が練習試行で行うブロックごとの半径と被験者数を示した。

7. テスト試行の実験計画

第5ブロックの最初の5試行を基準半径90mmとし後半5試行を転移半径とした。転移半径による試行を行う際に39mmで行う者と141mmで行う者とが各群において同数になるようにランダムに振り分けた。

8. 依存変数

得点はすべて30秒間のタイムオンターゲット(光電管が光点をとらえた時間)とした。なお、テスト試行では、基準半径5試行及び転移半径の5試行の平均値をその被験者の得点とし統計処理に用いた。

実験結果

基準半径における条件差

図1は各群の第5ブロックの前半5試行における基準半径の平均得点とその標準偏差を示したものである。

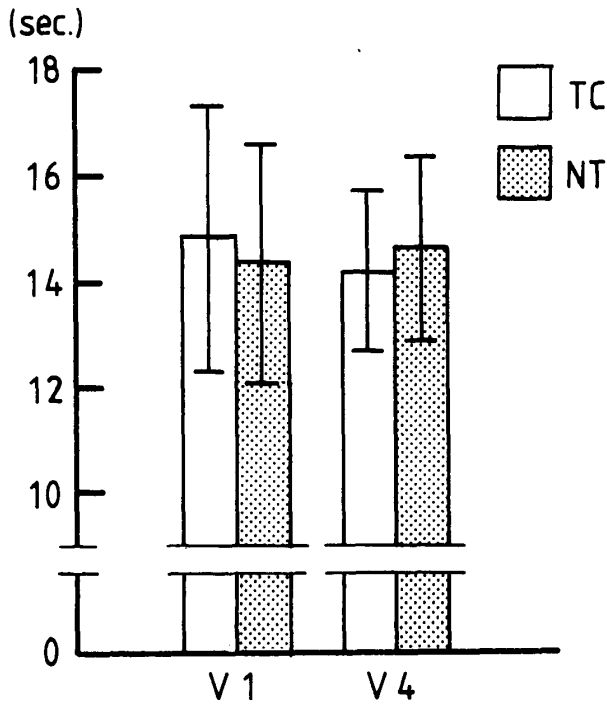


図1 基準半径における各群の平均得点および標準偏差

多様性の有無(2)×基準半径の有無(2)について2要因(2要因とも被験者間要因)の分散分析を行った。その結果、条件および相互作用いずれにおいても有意な差はみいだされなかった。したがって多様性練習の効果および基準半径を含む練習の有効性はみられなかったと考えられる。

転移半径における条件差

図2は転移半径141mm5試行における各群の平均得点とその標準偏差を示したものである。

多様性の有無(2)×基準半径の有無(2)について2要因(2要因とも被験者間要因)の分散分析を行った。その結果、条件および相互作用いずれにおいても有意な差はみられなかった。

図3は転移半径39mm5試行における各群の平均得点とその標準偏差を示したものである。

多様性の有無(2)×基準課題の有無(2)について2要因(2要因とも被験者間要因)の分散分析を行った。その結果、条件および交互作用いずれにおいても有意な差はみられなかった。したがって、転移半径においても多様性練習効果および基準半径を含む練習の有効性はみられな

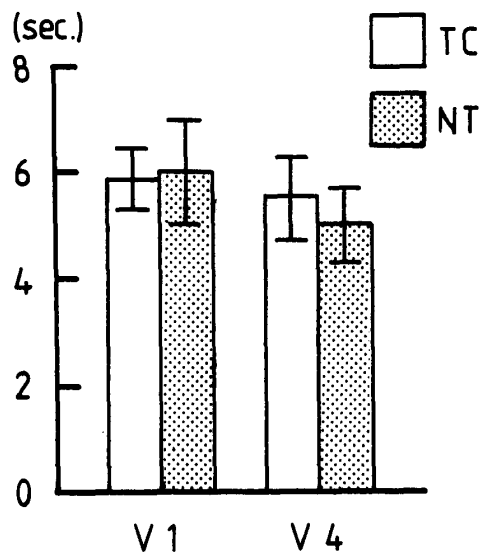


図2 転移半径(141mm)における各群の平均得点および標準偏差

かったと考えられる。

練習試行の系列に関する分析

図4は上昇系列(56mmから124mmへと半径が増加するもの)と下降系列(124mmから

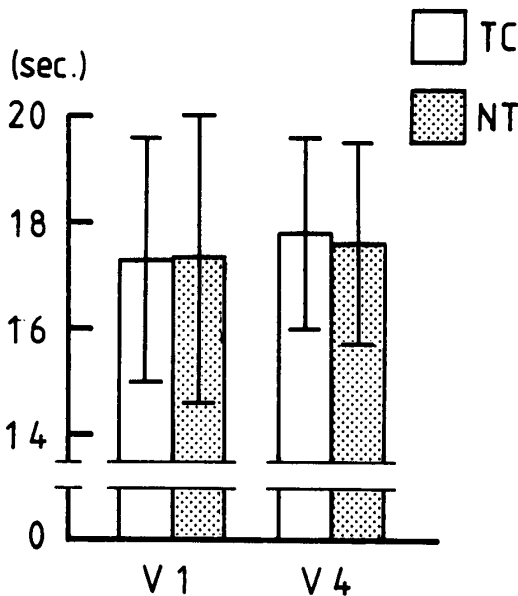


図3 転移半径(39mm)における各群の平均得点および標準偏差

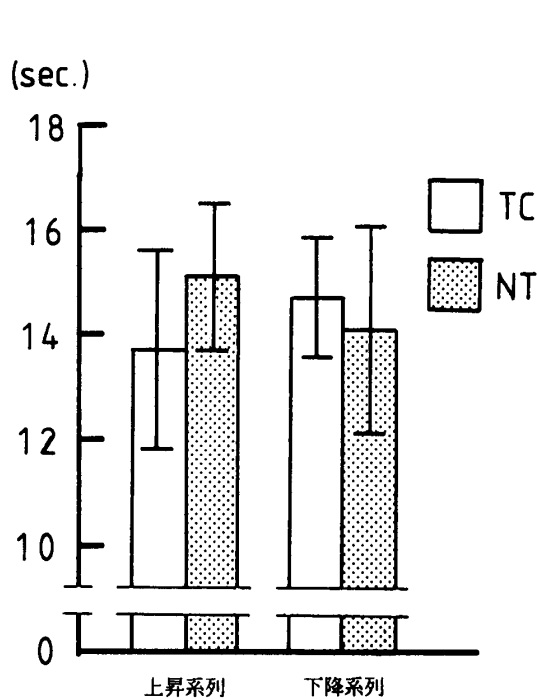


図4 基準半径の有無における上昇系列と下降系列との平均得点および標準偏差

56mmへと半径が減少するもの)別に基準課題を含む練習を行った群と基準課題を含まない練習を行った群との平均点と標準偏差とを示したものである。

系列(2)×基準半径の有無(2)についての2要因(2要因とも被験者間要因)の分散分析を行った。その結果、条件および交互作用いずれにおいても有意な差はみいだされなかった。

図5は2つの系列別に2つの転移半径(39mm, 141mm)の平均得点と標準偏差とを示したものである。

系列(2)×転移半径(2)について2要因(2要因とも被験者間要因)の分散分析を行った。その結果、転移半径について0.1%水準(df=1/28, F=138.84)で有意な主効果がみられた。この結果は、141mmが39mmより困難性の高い課題であることを示している。また、系列についての条件および交互作用には有意な差はみられなかった。

したがって、基準半径の有無および転移半径の困難度にかかわらず練習の系列に差はみられなかった。

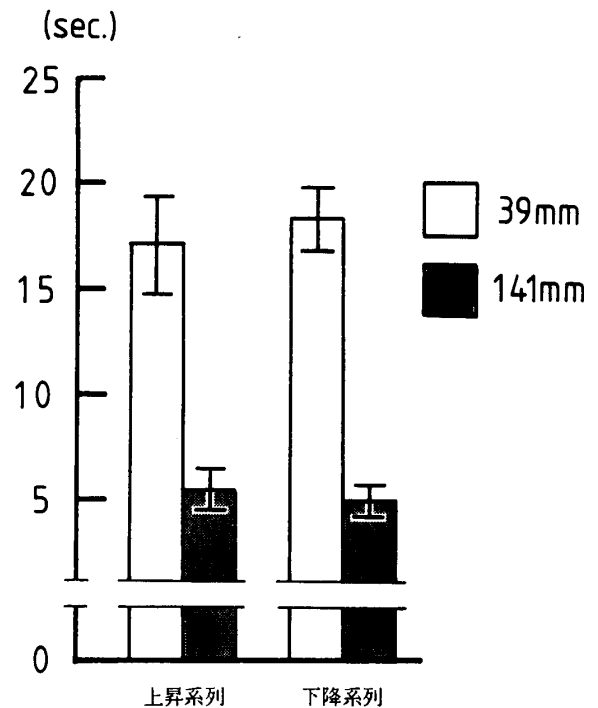


図5 転移半径(141mm, 39mm)における上昇系列と下降系列との平均得点および標準偏差

考 察

本研究において基準課題の有無に関する学習の促進の違いはみられなかった。Adamsの閉回路理論においては、内的な運動プログラムと目標とする運動の間に1対1対応の関係が必要不可欠とされており、練習試行には目標とする運動が含まれなければならない。しかし、本実験では目標とする運動が含まれない群にも学習がみられた。つまり、これは閉回路理論を否定する結果を得たことになる。

次に、学習の多様性効果についての検討を行う。基準半径、転移直径いずれのテスト試行においても学習の多様性効果はみられなかった。これは、運動 schema の形成のためには、練習試行の幅を広げることが有効であるとする schema 理論を支持するものではない。

Wrisberg and Ragsdale¹⁷⁾ は移動する光点に対して反応するタイミング課題を用いて、求められる反応の高い多様性と刺激の高い多様性で練習を行った群がより大きなパフォーマンスの向上を示したと報告している。本実験では刺激としての円の直径を変化させることによりそれに対する反応の多様性が生起し回転盤追跡における Schema の形成がなされるであろうという仮説のもとに計画された。しかし、この連続的な運動課題は discrete skill の集合体であるとも考えることも可能である。したがって、基準課題によってのみ練習を行ってきた群も多様な discrete skill に対して多様な反応を行ったとも推察され、これがこの実験から多様性効果が検出されなかった一つの原因ではないかと考えられる。

また、本実験では被験者として大学生を用いたが運動の実践的な見地からみて、連続的な刺激に対して連続的な反応が要求される運動は数多くみられる(例えば捕球動作など)。そのため、被験者がこの種の運動に対してすでに schema をある程度発達させた状態にあったのではないかと考えられ、これも多様性練習の効果を阻む要因と推察される。

次に、練習試行における課題の系列について

の検討をおこなう。第1ブロックにおける56 mm と 124 mm との得点の比較を行ったところ56 mm が有意($P < .001$)に高い得点を示した。このことから、直径の増加は困難度の増加と考えられる。筒井と杉原は練習順序は難度の高い方から低い方へ組んだ方法が効果的であると示唆しているが、本研究からは両系列間に有意な差は認められなかった。今後さらに検討を要する。

結 論

連続的な技能である回転追跡技能における練習の多様性効果および基準半径の有無による影響を明らかにするために、大学学部学生を被験者として実験を行ったところ次のような結果を得た

- (1) 多様性練習群と単一練習群とのテスト試行および転移試行におけるパフォーマンスには有意な差はみられなかった。
- (2) 基準半径の有無によるテスト試行および転移試行におけるパフォーマンスの差はみられなかった
- (3) 練習の系列によるテスト試行および転移試行における影響はみられなかった。

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) Adams, J. A., "Issues for a closed-loop theory of motor learning", in Stelmach, G. E., (Ed.), *Motor control*, Academic Press: New York, 1976. pp.87-107
- 3) Carson, L. M. and Wiegand, B. M., "Motor schema formation and retention in young children", *Journal of Motor Behavior*, 11: 247-51, 1979.
- 4) Kelso, J. A. S. and Norman, P. E., "Motor schema formation in children", *Development Psychology*, 14: 153-56, 1978.

- 5) Kerr, R., "Practice variability", *Perceptual and Motor Skills*, 54: 219-24, 1982
- 6) Kerr, R. and Booth, B., "Skill acquisition in elementary school children and schema theory", *Psychology of motor behavior*, 2: 243-47, 1977.
- 7) Kerr, R. and Booth, B., "Specific and varied of motor skill", *Perceptual and Motor Skills*, 46: 395-401, 1978.
- 8) Magil, R. A. and Reeve, T. G., "Variability of prior practice in learning and retention of a motor response", *Perceptual and Motor Skills*, 46: 107-10, 1978.
- 9) Margolis, J. F. and Chistina, R. W., "A test of Schmidt's schema theory of discrete motor skill learning", *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 52: 474-83, 1981.
- 10) McCracken, H. D. and Stelmach, G. E., "A test of the schema theory of discrete motor learning", *Journal of Motor Behavior*, 9: 193-201, 1977.
- 11) Moxley, S. E., "The variability of practice hypothesis", *Journal of Motor Behavior*, 11: 65-70, 1979.
- 12) Newell, K. M. and Shapiro, D. C., "Variability of practice and transfer of training", *Journal of Motor Behavior*, 8: 233-43, 1976.
- 13) Schmidt, R. A., "A schema theory of discrete motor skill learning", *Psychological Review*, 82: 225-60, 1975.
- 14) Schmidt, R. A., "The schema as a solution to some persistent problems in motor learning theory", in Stelmach, G. E. (Ed.), *Motor control*, Academic Press: New York, 1976. pp.41-65.
- 15) 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, 第30巻 第4号 263-71, 1986

- 16) Williams, I. D. and Rodney, M., "Intrinsic feedback interpolation and closed-loop theory", *Journal of Motor Behavior*, 10: 159-66, 1979.
- 17) Wrisberg, C. A. and Ragsdale, M. R., "Further tests of Schmidt's schema theory", *Journal of Motor Behavior*, 11: 159-66, 1979.

抄録和訳

本研究は運動の連続的な課題における練習の多様性効果を調査するために計画された。被験者は利き手で毎分50回転で時計回りに回る光点を追跡する課題が課せられた。40試行の後、被験者は、5回のテスト試行(半径90mm)と5回の転移試行(半径39mmまたは141mm)を行った。学習条件は次のとおりである。

- (1) 単一半径群(テスト半径)
 - (2) 単一半径群(テスト半径ではない)
 - (3) 4種類の半径群(テスト半径を含む)
 - (4) 4種類の半径群(テスト半径を含まない)
- 64名の被験者は無作為に、4つの学習条件に振り分けられた。

テスト試行と転移試行とにおいて、テスト半径を含む群とテスト半径が含まれない群の間には差はなかった。この結果は技能学習における閉回路理論を支持するものではない。また、テスト試行と転移試行とにおいて、多様性群と単一半径群との間に差はなかった。この結果は、技能の獲得におけるシマの概念を支持するものではない。この結果は、練習の多様性効果の分析において課題の特性は重要な要因であることを示唆している。またそれは、連続的な課題が分離された課題と別のカテゴリーに属するものというより、むしろ後者が集成されたものという考え方を支持しているのではないかと推察される。