

運動情報の記憶と学習におけるパラドックス

調枝 孝治, 橋本 晃啓, 北村 靖治

広島大学総合科学部保健体育講座

(1986.10.31 受理)

Paradox in Memory and Learning Movement Information

Koji CHOSHI, Akihiro HASHIMOTO and
Seiji KITAMURA

Abstract

The purpose of the study was to investigate the paradox in memory and learning movement information.

The experiment consisted of the following three phase: (a) the acquisition phase (pattern of runs & repetitions; 1236665432), (b) the interpolated phase (random pattern; 251364), and (c) the transfer test phase (pattern of trills; 2123434565).

A 3×3 (reinforcement trials×interpolated task trials) factorial design was used, in which nine group of 10 male university subjects learned the tracking task of serial patterns in each phase.

Results showed that increasing the number of reinforcement and interpolated task trials facilitated transfer to a task of greater complexity than the originally learned tasks. These results are considered as support for Battig's conceptualization of contextual interference effects on transfer.

緒 言

運動スキルの習得過程では認知 (cognition) と運動 (motor control) の相互作用が多く見られる。よく知られているように、認知というのは、感覚・知覚・記憶・判断・推理などの知識を習得したり知的課題を解決したりする場合の情報処理機能をさす。運動学習との関係で問題になるのは、とくに知覚や記憶の機能である。運動のプランやイメージを実際の運動に変換したり、運動課題の系列を記憶したりすることは、運動スキルの習得過程では当然のこととして行われる。また、多くの運動スキルは各要素が時空間的に系列化されているため、これらの運動要素間の文脈的記憶は運動スキルの習得段階に重要な影響を与えている。では、このような運動に関する情報の記憶や学習の機構はよくわかっているのかというと、その点に関しては現在研究中というのが実情を正確に言い表わしていると言えよう。本研究では、運動情報の記憶と学習におけるパラドックスに焦点をあて、運動スキルの習得、保持、転移の各段階で生じる認知と運動の相互作用を検討する。

これまで言語や運動を課題として、その記憶再生のレベルを問題にした研究は多い。ところが

それらの研究の中に興味あるパラドックスがいくつか見出されている。

1) 分散効果 (spacing effects)。まず, Peterson & Peterson (1959)¹¹⁾ の短期記憶の実験結果からはじめる。Peterson らは被験者に3つの文字を学習させ、18秒までのさまざまな保持時間(保持時間中、材料をリハーサルするのを妨げるために、418, 415, 412, …と3つ毎に数字を逆唱させる)での再生率を求めた。その結果、保持時間の関数として再生率が減少することがわかった。この知見は現在では驚かれはしないが、次に Peterson et al (1963)¹²⁾ が行なった実験は後に分散効果と呼ばれて、記憶再生のパラドックスのひとつとなった。

現在、言語材料の短期記憶の研究で用いられている実験方法は、Brown-Peterson Paradigm と呼ばれるものである。それは、文字項目の提示→保持間隔(時間)→再生と続くものである。この方法による結果が先述の Peterson の研究である。ところが、Peterson はこれを次のように変容した。つまり、文字項目の提示→提示間隔(時間)→文字項目の再提示→保持間隔(時間)→再生とした。そして、同じ材料を用いて、提示間隔時間を0~60秒までの7水準、保持間隔を8秒、16秒、60秒の3水準として両者の関係を検討した。その結果、保持間隔時間が長くなれば再生率は減少するということは、以前の研究と一致していたが、提示間隔時間が長くなると再生率が増大するというめずらしい結果を得た。これは、2回の文字提示間の忘却あるいは干渉(interference)が保持を促進させるというパラドックスである。このような学習文脈間の時間分散が記憶を改善するという意味で分散効果と呼ばれている。その後、この分散効果は Madigan (1969)¹⁰⁾ によっても確かめられている。他方、運動情報に関する同様な結果は Marshall et al (1975)¹²⁾, (1977)¹³⁾ でも見出されている。

2) 文脈干渉効果 (contextual interference effects)。忘却がスキルの習得を促進させるというパラドックスは、文脈の干渉という点からも同じメカニズムがあることが見出されている。

Battig (1966)⁹⁾ はやはり言語学習の研究から、次のようなパラドックスを確認している。それは、「課題間の促進は課題内の干渉により生じる」と要約できる。つまり、第1課題の学習で課題内の干渉を大きくすると、その後の第2課題(第1課題と類似か関連のある課題)の学習で最高の促進が生じる傾向があるということである。Battig (1979)⁴⁾ は、後にこの現象を文脈干渉効果と呼んだ。この現象も普通では考えられないパラドックである。

最初の学習中の文脈干渉が増大すれば、その後の変化した文脈条件での保持や転移が改善されるという文脈干渉効果は、とくに運動課題で Shea & Morgan (1979)¹⁵⁾, Shea & Zimny (1983)¹⁶⁾, Lee & Magill (1983)⁸⁾, Lee & Magill (1985)⁹⁾ らで検討されてきている。文脈干渉を実験的に操作する場合、ある運動課題(その多くは系列文脈課題である)のいくつかを、ランダム提示する条件(random condition, 高文脈干渉)と他方、ある課題が完了すると次の課題に移行する一定提示条件(blocked condition, 低文脈干渉)、さらにこれらの組合せによる実験が行なわれている。また、いくつかの課題なり刺激を ABCABC… というようにローテーションさせる系列提示条件(serial condition) も行なわれている。そして、ランダムと系列提示条件は類似の結果が生じているが、それらと一定提示条件では明らかに文脈干渉効果が前者に有利に働いていることが認められている。

3) 練習の多様性 (variability of practice)。分散効果と文脈干渉効果に加えて、もうひとつのパラドックスは Schmidt (1975)¹⁷⁾ の schema theory である。この理論の主張は、文脈干渉効果のランダム提示条件と同じく、いくつかの運動課題を練習する場合、いろいろと(ランダムに)順序を変えて多様に練習する方が、一定の練習条件より新しい課題への転移を容易にするというものである。Schmidt の schema theory は Adams (1971)²⁾ の closed-loop theory と対比されて運動学習理論の中心となっているが、この練習の多様性がどうして生起するかという詳細

な説明はなされていない。また、この理論は、ここでとりあげている運動情報の記憶再生のパラドックスの枠組では検討されていない。しかし、練習の多様性は、Battig が提出した文脈干渉効果と類似のメカニズムが存在していることは確かである。

以上のように運動スキルの学習初期での文脈干渉が、その後の保持や転移に有効な働きを示すという一連の知見は^{5),6),7)}これまでの特殊で一定な習得スケジュールに疑問を投げかけるが、どうしてそうなるのかの説明は、これからの問題である。

このようなパラドックスとは少し視点が異なるが、調枝 (1978)¹⁸⁾ は系列パターンの追従課題を用いて別のパドックスを見出している。それによると、系列パターンを追従する場合、その系列に対する情報が与えられない場合、積極的にエラー反応することにより正しいフィードバック情報を得ながら系列の構造を学習した方が、単なる正反応による学習よりも新しい変化事態での学習を促進させるという結果を得ている。学習の初期に積極的にエラー反応をする方が、後の保持や転移を促進させるということは、文脈干渉効果と似たところがある。一般に学習と呼ばれる事態では、最初の刺激提示は初心者にとってはノイズに近いものである。そして、その事態でのエラー反応は避けられない事実である。このような場合、このノイズを処理できるためには、どのような学習ストラテジーをとればその後の転移が容易になるのかの問題となる。

Andrew (1973)¹¹⁾ はノイズを処理するためには、その学習の系が冗長になっていなければならないことを指摘している。調枝 (1982)¹⁹⁾、(1986)²⁰⁾ はこの考え方を系列パターン追従課題の適応事態で確認している。そこで、本研究ではこれまでの研究と同じく系列パターン追従課題を用いて、運動情報の記憶と学習においてみられるパラドックス現象を念頭において、課題に対する強化数(冗長度)と干渉刺激(ノイズ)を関係づけながら、転移段階におけるパフォーマンスを検討することにした。

研究 方法

【被験者】被験者は大学生男子(19~20歳)90名。各被験者は10名づつ初期学習の強化数(0, 10, 30回)×挿入課題の試行数(0, 3, 10回)により9つの群にランダムに割当てられた。学習課題となる系列パターンと初期学習と転移の間に挿入されるランダム系列は、つぎの3種類であった。初期系列パターンは、run と repetition を含む系列パターンで、1 2 3 6 6 6 5 4 3 2。そして挿入系列パターンは、2 5 1 3 6 4 というランダム系列パターンであった。さらに転移段階でのテストパターンとして、trill と呼ばれる2 1 2 3 4 3 4 5 6 5 という系列パターンが設定された。この trill というパターンは、run や repetition というパターンよりも課題が高次であるといわれる。実験は訓練の転移のパラダイムにのっとり行なわれた。つまり、各被験者は習得段階で、指定された強化数だけ初期系列パターンを追従し、その後挿入系列パターンを指定された試行数だけ追従する。挿入課題がない条件では、30秒間の休憩が与えられた。その後、転移段階でテスト系列パターンを20試行追従した。

【実験装置と測定】装置は Fig. 1 に示してある系列反応装置を用いた。これを説明すると、被験者の前方70cmの位置に合図の刺激(ブザー音)と6つの刺激表示ボックスがある。それらは左から右へ10cm間隔に並べられている。また、刺激ライト(発光赤色ダイオード)に対して、被験者の手もとに反応器(タッチスイッチ)が左から右へと、やはり10cm間隔で6つ並べられている。

そして、刺激点灯時間は100msec、刺激提示間隔時間は500msecで、それらの提示や4つのパフォーマンス測定(正反応、見越反応、誤反応、無反応)の集計・分析は、すべてマイクロコンピュータによってコントロールされた。

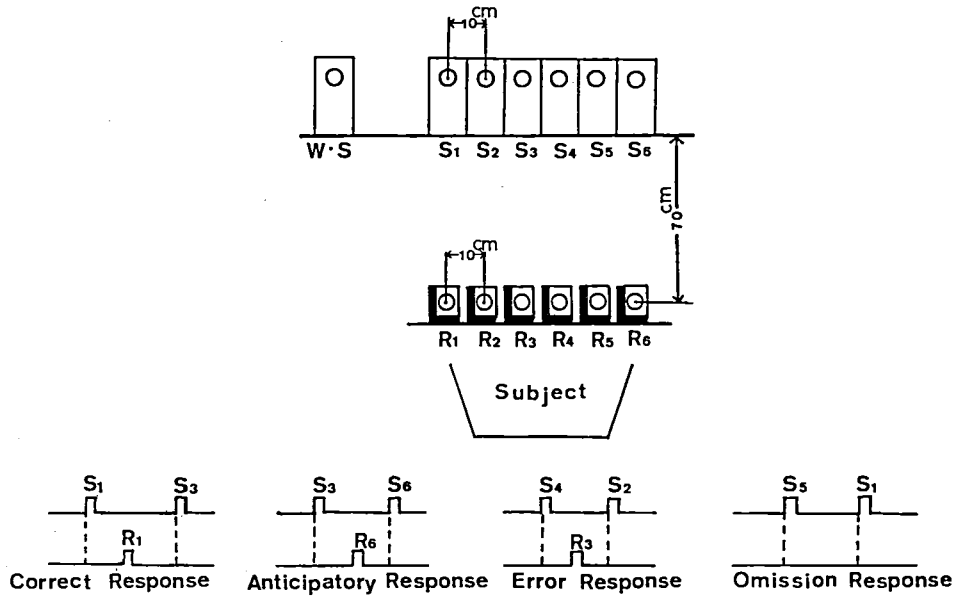


Fig.1 Experimental situations and four performance measures

〔実験手続〕各被験者は、強化数と挿入試行数の9つの条件でそれぞれ、習得段階→挿入段階→転移（保持）段階と系列パターンを追従した。たとえば、強化数10回→挿入試行数10回→転移テスト20回の群を例にとると、まず、初期習得段階では、1 2 3 6 6 6 5 4 3 2を1系列1試行として10回くりかえし追従する。その際、各被験者は、刺激ライトの点灯と反応を一致させるように、刺激系列を予測しながら、右手の人差指で反応器にタッチするように要求された。この場合の見越反応は許された。この系列パターンがすべて追従し終ると、ただちに挿入系列パターンの2 5 1 3 4 6が10回提示され、これに対しても最初の習得系列パターンと同様に反応した。さらにこの挿入系列パターンがすべて完遂されるとすぐに、転移段階での系列パターンである2 1 2 3 4 3 4 5 6 5が20回連続提示された。これにも同様な反応手続が要求された。結果は、4つのパフォーマンス測定について、9つの条件ごとに再生された反応率を検討した。

結果と考察

1) 挿入課題の処理レベル

この実験では、最初の学習の強化数（冗長度と関係がある）の程度によって、その後に挿入されるランダム系列の課題（ノイズの干渉）の処理がいかに行われるかを、より高次の転移（保持）テスト系列のパフォーマンスで検討することに主要な関心がある。そこで、まず、挿入課題として導入された系列パターンがいかなる処理を受けたかをみておく必要がある。

Fig. 2 と Fig. 3 に示してある結果を説明すると、横軸に系列位置があり、縦軸には4つのパフォーマンス測定のパーセントが示してある。さらに図の上部には、各群の表示が示してある。ここで、0は原学習の試行数、Iは挿入課題の試行数、Tは転移テストの試行数を示している。そのため、今後は各群の呼び方を、0—3群、10—3群、30—10群などと表示することにする。

さて、まず文脈干渉の中位な Fig. 2 について、4つの測定から群間と系列位置の2要因の分散分析を行なった。その結果、誤反応の系列位置 ($F(10,5)=4.23, P<.05$) だけが有意で、

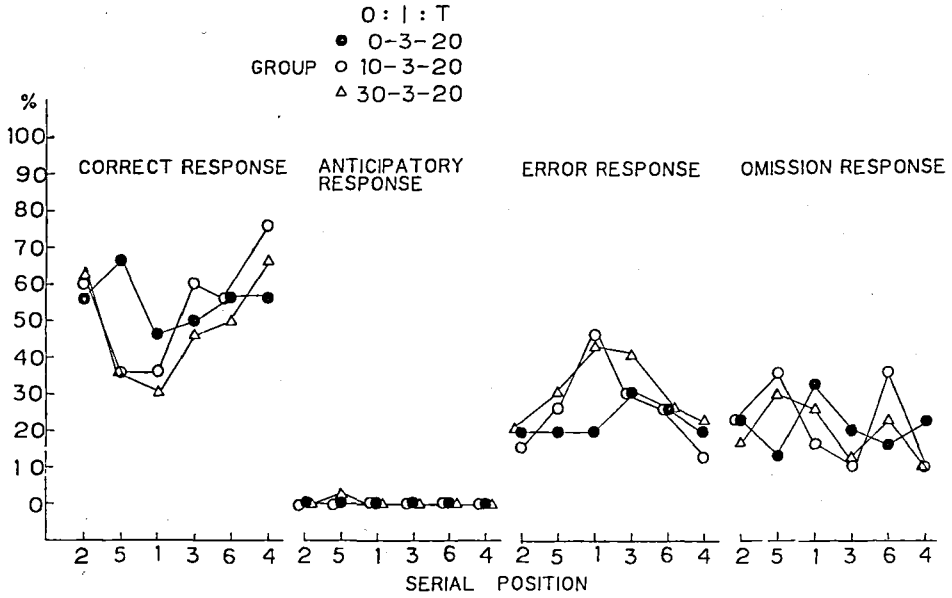


Fig.2 Percentage of four performance measures as a function of the serial position and the number of reinforcements on the interpolated task (3 trials).
Note. O=Original learning trials : I=Interpolated task trials : T=Transfer test trials

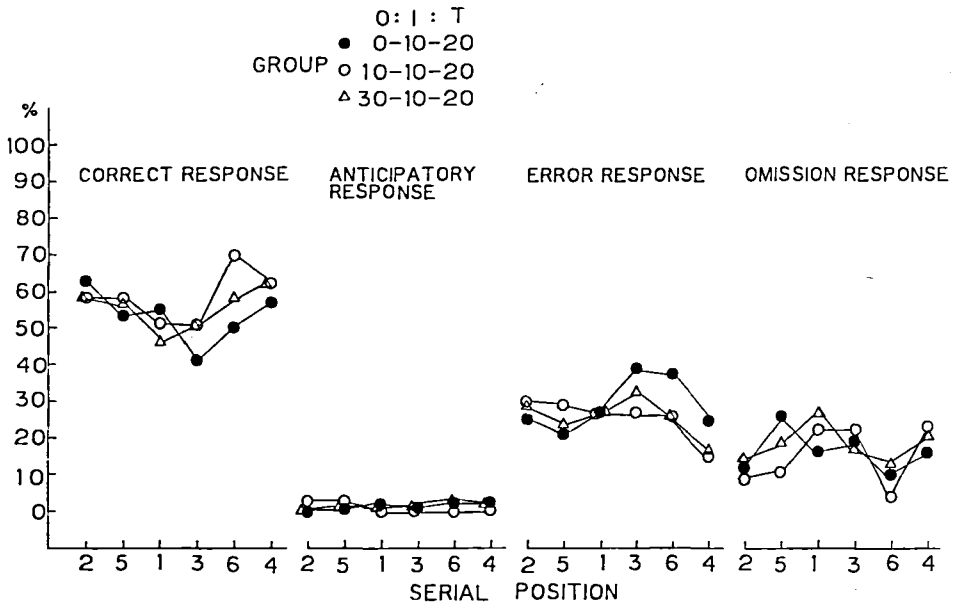


Fig.3 Percentage of four performance measures as a function of the serial position and the number of reinforcements on the interpolated task (10 trials).
Note. O=Original learning trials : I=Interpolated task trials : T=Transfer test trials.

他の測度の系列位置と群間のすべてに有意差は見出されなかった。つぎに、文脈干渉が大きい Fig. 3 について同様な分析を行なった結果、すべての群間、系列位置について有意な差は見出されなかった。さらに、4つのパフォーマンス測度について、文脈干渉の中位な Fig. 2 とその大きい Fig. 3 を比較した結果、見越反応では0—3群と0—10群の間に有意な差が見出された ($F(5,1)=9.45, P<.05$)。そして、誤反応では同じく0—10群の群間 ($F(5,1)=22.22, P<.01$) と系列位置 ($F(5,5)=12.33, P<.01$) に有意差が認められただけで、他の群間、系列位置には変化は見出されなかった。

これらの結果、251364という系列は大体平均的に一様に処理されていることがわかる。本来ならば、3試行の挿入課題よりも10試行の挿入課題の方が系列を処理するレベルが低下してもよいと考えられる。結果は、誤反応が強化数のない群の10試行挿入課題で3試行挿入課題より有意に増加しただけであった。しかし、この挿入課題に対する結果の一様性はランダム系列の性質を反映していることがわかった。そこで、以後はこの挿入課題の条件内と条件間について、詳細に検討することにする。

2) 習得段階と転移段階の無反応の処理レベル

それでは、4つのパフォーマンス測度のそれぞれについて、順次習得段階と転移段階の結果を検討することにする。まず無反応の結果を示したのが Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6 である。

そして、挿入課題のない条件について、習得段階では強化数の多い群が少い群よりも無反応は有意に減少していた ($F(9,1)=19.15, P<.01$)。それに系列位置効果 ($F(9,9)=8.03, P<.01$) も見られた。その後の転移段階では、群間 ($F(9,2)=6.45, P<.01$) と系列位置 ($F(9,9)=9.72, P<.01$) の両方に有意な差があった。しかし、その差は大きくない。Fig. 5 の挿入課題が3試行の条件をみると、習得段階では変化がなく、転移段階では群間 ($F(18,2)=46.00, P<.01$) と系列位置 ($F(18,9)=10.96, P<.01$) が有意で、Fig. 4 の転移段階より少し群間の差が著しいことがわかる。さらに進んで、Fig. 6 の挿入課題が10試行の条件では、習得段階で群

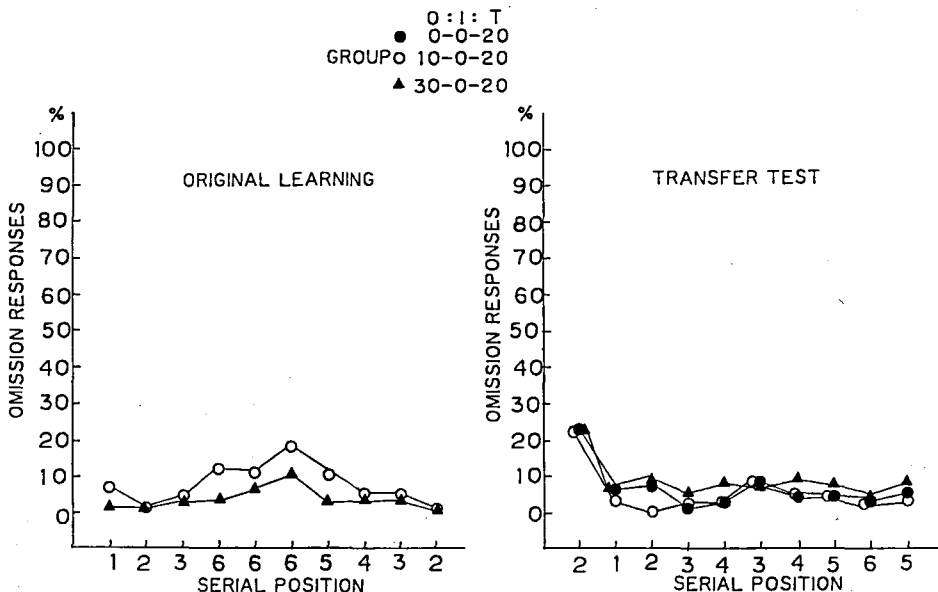


Fig. 4 Percentage of omission responses as a function of the serial position and the number of reinforcements on the tracking task of serial pattern in original learning and transfer test.
 Note. O=Original learning trials; I=Interpolated task trials; T=Transfer test trials.

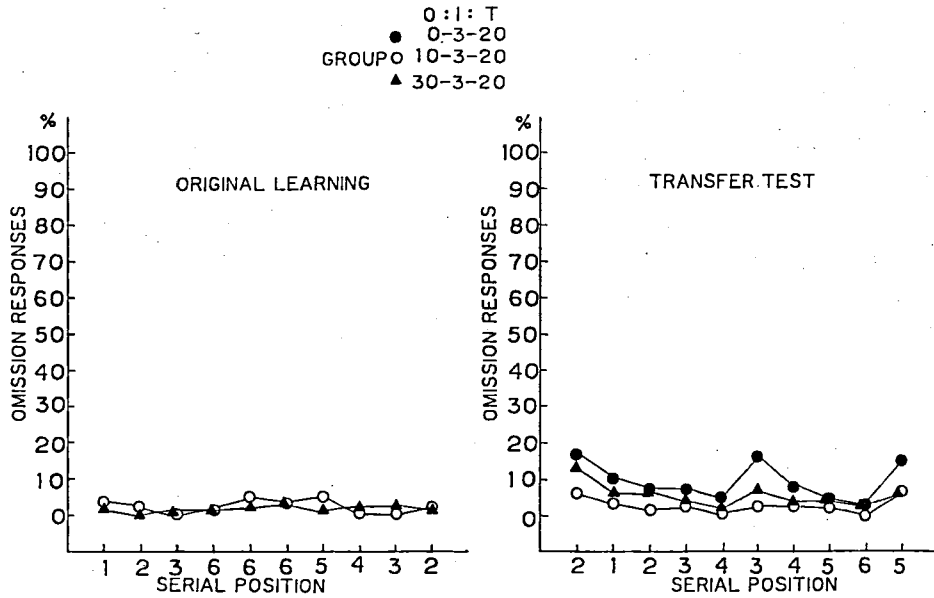


Fig. 5 Percentage of omission responses as a function of the serial position and the number of reinforcements on the tracking task of serial pattern in original learning and transfer test.
 Note. O=Original learning trials; I=Interpolated task trials; T=Transfer test trials.

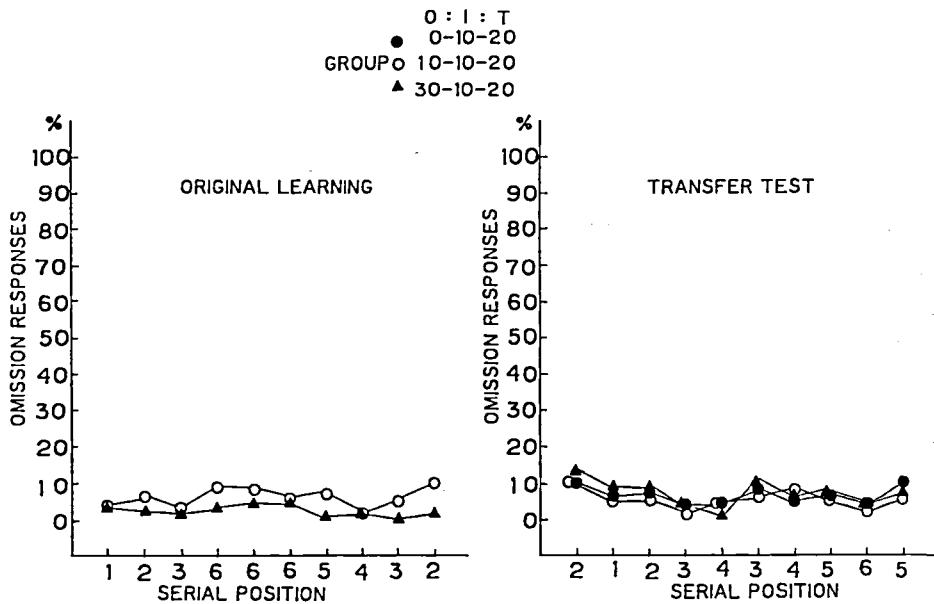


Fig. 6 Percentage of omission responses as a function of the serial position and the number of reinforcements on the tracking task of serial pattern in original learning and transfer test.
 Note. O=Original learning trials; I=Interpolated task trials; T=Transfer test trials.

間及び系列位置に効果は見出されなかった。そして、転移段階でも系列位置 ($F(18,9)=6.68$, $p<.01$) だけが有意差があった。

つぎに、挿入課題の条件間の比較をしてみると、まず10試行という強化数では、10-3群<10-10群<10-0群の順に無反応が多いことが認められた ($F(18,2)=10.11$, $p<.01$)。しかし、30試行という強化数では、3つの挿入課題条件間には差は見出されなかった。また、転移段階のテストでは、0-0群、0-3群、0-10群間に差があり ($F(18,2)=4.60$, $p<.05$)、系列位置効果 ($F(18,9)=6.38$, $p<.01$) も差が認められた。そして、強化数10回の条件では、各挿入課題条件間 ($F(18,9)=6.38$, $p<.01$) も差が認められた。そして、強化数10回の条件では、各挿入課題条件間 ($F(18,2)=3.68$, $p<.05$) と系列位置 ($F(18,9)=4.01$, $p<.01$) で有意、強化数30回の条件でも同じく、各挿入課題条件間 ($F(18,2)=9.57$, $p<.01$) と系列位置 ($F(18,9)=7.34$, $p<.01$) に有意な効果が認められた。しかし、無反応の結果をみるかぎり、それぞれの差は小さく各系列パターンはうまく処理されているといえよう。

3) 習得段階と転移段階の誤反応の処理レベル

無反応と同様な検討を誤反応について行なうため、その結果が Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9 に示してある。Fig. 7は挿入課題が無い条件である。それでは順次、挿入課題の条件内の検討をしていくことにする。まず Fig. 7では、習得段階で群間 ($F(9,1)=29.29$, $p<.01$) と系列位置 ($F(9,9)=4.92$, $p<.01$) で変化に差が見出された。その他の Fig. 8 と Fig. 9の習得段階では何ら変化が認められなかった。系列位置に差があるのは、run の終る位置と repetition の始まりと終りで誤反応が多い習得パターンとなっていることがわかる。つぎに転移段階では、系列位置 ($F(18,9)=10.79$, $p<.01$) のみが有意であった。これは Fig. 7からもわかるとおり、run よりも trill の系列パターンの方が処理が困難であることを物語っている。このことは、挿入課題が3試行の条件、同じく10試行の条件でも同じである。Fig. 8 をみると、群間 ($F(18,2)=21.05$, $p<.01$) と系列位置 ($F(18,9)=9.10$, $p<.01$) で、さらに Fig. 9でも群間 ($F(18,2)=$

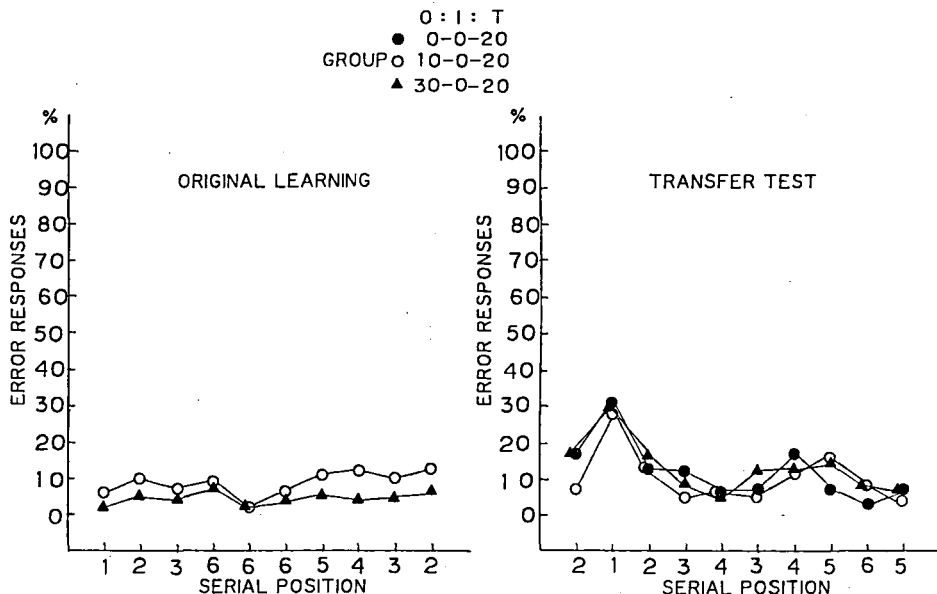


Fig. 7 Percentage of error responses as a function of the serial position and the number of reinforcements on the tracking task of serial pattern in original learning and transfer test. Note. O=Original learning trials; I=Interpolated task trials; T=Transfer test trials.

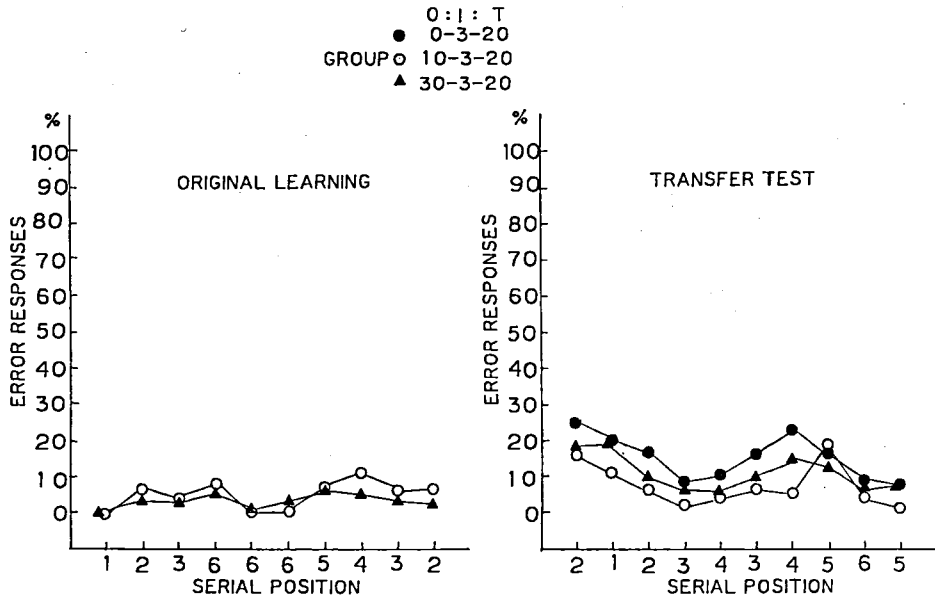


Fig. 8 Percentage of error responses as a function of the serial position and the number of reinforcements on the tracking task of serial pattern in original learning and transfer test. Note. O=Original learning trials; I=Interpolated task trials; T=Transfer test trials.

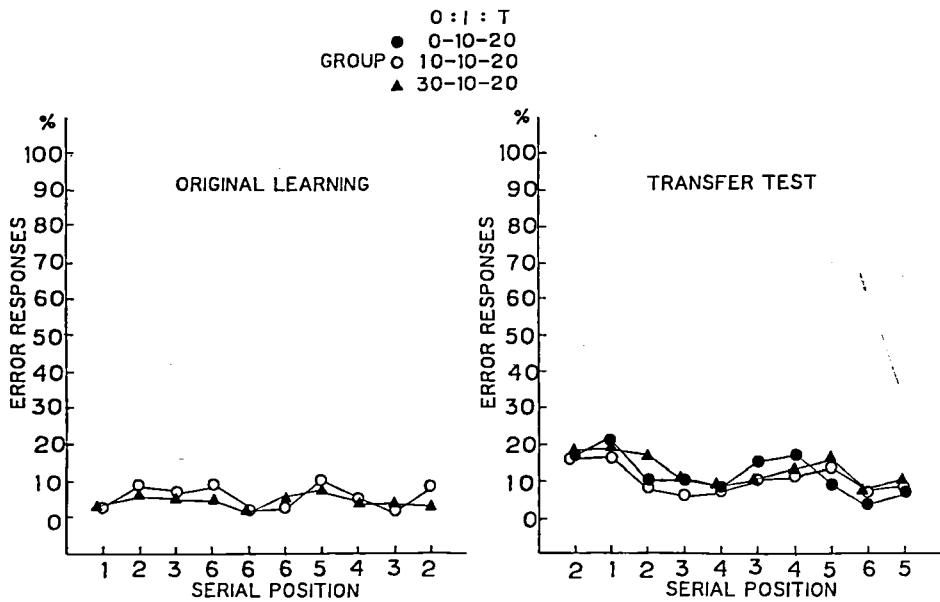


Fig. 9 Percentage of error responses as a function of the serial position and the number of reinforcements on the tracking task of serial pattern in original learning and transfer test. Note. O=Original learning trials; I=Interpolated task trials; T=Transfer test trials.

3.29, $p < .05$) と系列位置 ($F(18,9)=7.27, p < .01$) とともに有意な差が見出された。この結果から、誤反応が少ないのは強化数が10の群であることがわかる。そのことをもっとくわしくみるために、各挿入課題条件ごとの習得段階と転移段階の成績を比較することにする。それによると、習得段階では、強化数10回については群間 ($F(18,2)=8.37, p < .01$) と系列位置 ($F(18,9)=5.82, p < .01$) で有意差が認められた。さらに、強化数30回では、同じく群間 ($F(18,2)=7.96, p < .01$) と系列位置 ($F(18,9)=7.58, p < .01$) に有意な効果があった。しかしそれらの差はわずかであり略々同じ習得パターンを示していた。つぎに転移段階では、無強化条件で、群間 ($F(18,2)=4.49, p < .05$) と系列位置 ($F(18,9)=10.42, p < .01$) に効果が認められた。しかし、他の2条件では群間に差はなく、系列位置で強化数10回と ($F(18,9)=5.43, p < .01$)、強化数30回が ($F(18,9)=13.43, p < .01$) 有意であった。

以上のように、無反応と誤反応の占める割合は小さく、本来の研究目的を検討するには、つぎの正反応と見越反応をみるしかない。

4) 習得段階と転移段階の正反応の処理レベル

習得段階における原学習が比較的処理しやすい系列パターンで、その次に挿入されるランダム系列を処理しながら、最後に転移段階で比較的処理しにくい系列パターンでテストされるという過程をふみながら、運動スキルの習得レベルを問うたのが今回の実験である。その意味からすれば、正反応とつぎの見越反応が考察の対象となるべきである。正反応の結果は、Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12 に示してある。これらの結果をみるとわかるように、それぞれの段階ごとにこれまでの無反応と誤反応の結果よりは、より明確に群間の特徴が表われている。

それでは、Fig. 10 から順番に結果を検討する。まず、各挿入課題条件ごとに習得段階と転移段階を分散分析すると、挿入課題の無い習得段階では、群間 ($F(9,1)=157.24, p < .01$) と系列位置 ($F(9,9)=3.66, p < .01$) で、つぎの転移段階でも、群間 ($F(9,1)=5.72, p < .05$) と

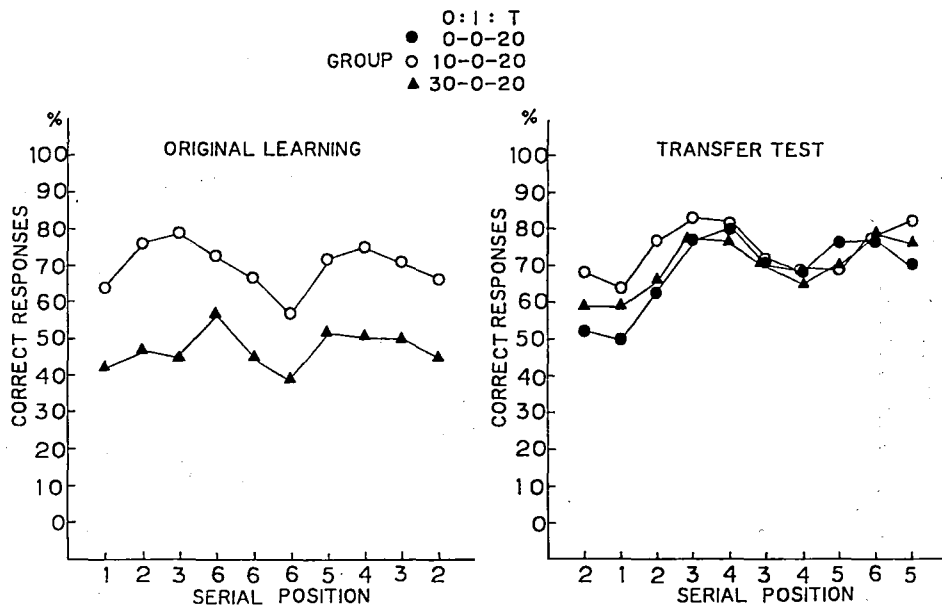


Fig.10 Percentage of correct responses as a function of the serial position and the number of reinforcements on the tracking task of serial pattern in original learning and transfer test.

Note. O=Original learning trials : I=Interpolated task trials : T=Transfer test trials.

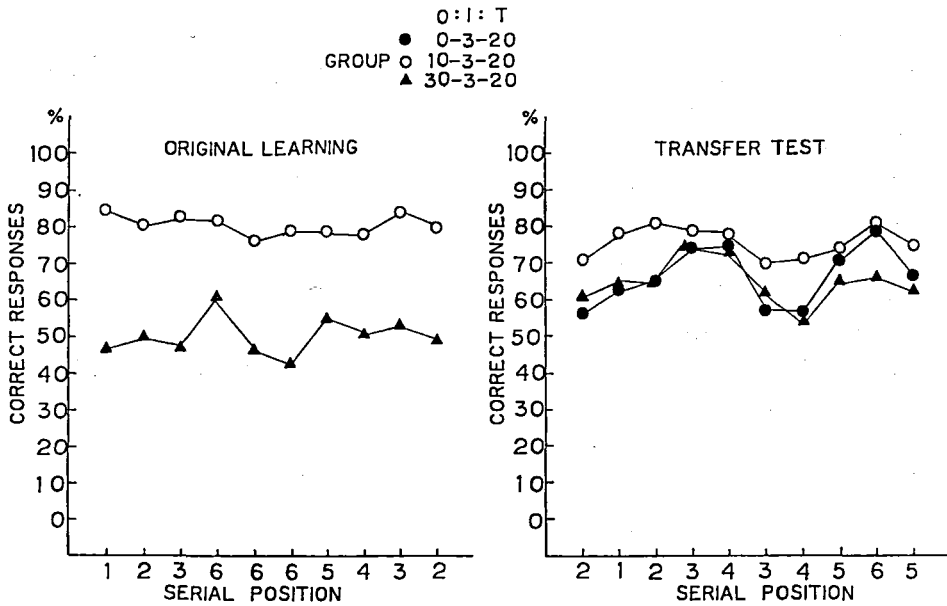


Fig.11 Percentage of correct responses as a function of the serial position and the number of reinforcements on the tracking task of serial pattern in original learning and transfer test. Note. O=Original learning trials: I=Interpolated task trials: T=Transfer test trials.

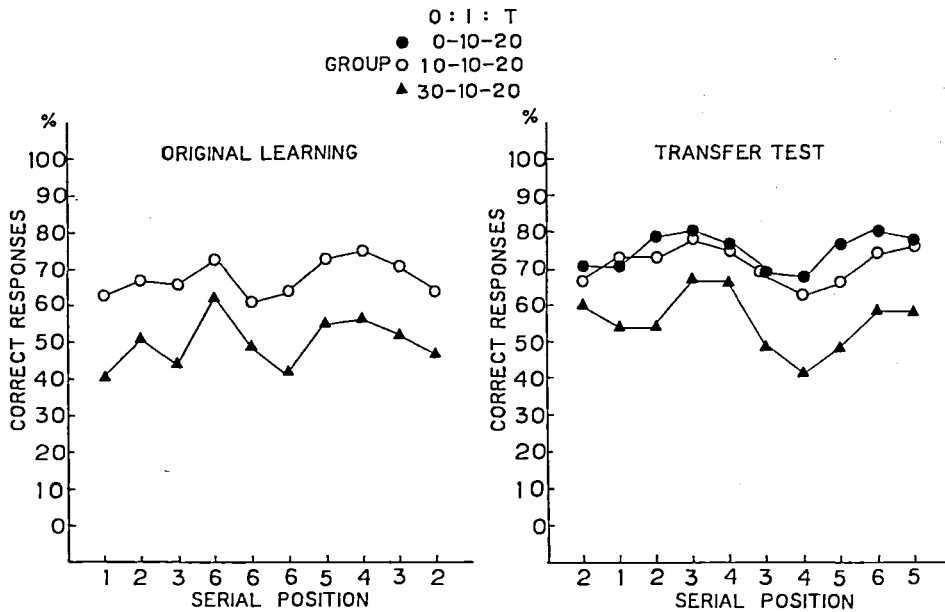


Fig.12 Percentage of correct responses as a function of the serial position and the number of reinforcements on the tracking task of serial pattern in original learning and transfer test. Note. O=Original learning trials: I=Interpolated task trials: T=Transfer test trials.

系列位置 ($F(18,9)=10.03$, $p<.01$) に有意な差が見出された。正反応と見越反応の相補関係があるため、強化数の少ない方が正反応が多い。また系列位置効果も正反応と見越反応の相補性を反映した結果となっていて、系列の文脈効果がよく表われている。このような結果は、つぎの挿入課題が3試行と同じく10試行の条件でも同じであった。Fig. 11では、習得段階で群間 ($F(9,1)=320.60$, $p<.01$)、転移段階で群間 ($F(18,2)=29.59$, $p<.01$) と系列位置 ($F(18,9)=7.23$, $p<.01$) がそれぞれ有意であった。同様に、Fig. 12でも習得段階の群間 ($F(9,1)=200.62$, $p<.01$) と系列位置 ($F(9,9)=8.45$, $p<.01$) が有意で10-10群の方が30-10群よりも正反応が増大していた。さらに転移段階において、群間 ($F(18,2)=106.72$, $p<.01$) と系列位置 ($F(18,9)=7.61$, $p<.01$) が著しい差を示していた。このような3つの図を比較すると、それらの特徴はもっとよく抽出される。

そこで、挿入課題条件間の比較をまず強化数10回の群間について検討した。その結果、群間 ($F(18,2)=28.50$, $p<.01$) で有意となり、挿入課題3試行の条件が最も正反応が多かった。また、強化数30回では、群間 ($F(18,2)=7.32$, $p<.01$) と系列位置 ($F(18,9)=30.00$, $p<.01$) が有意な差があり、挿入課題10試行の条件が最も正反応が多かった。

転移段階では、強化数がない条件で群間 ($F(18,2)=4.39$, $p<.05$) と系列位置 ($F(18,9)=4.72$, $p<.01$) が効果があった。そして強化数が10では、群間 ($F(18,2)=4.69$, $p<.05$) と系列位置 ($F(18,9)=6.21$, $p<.01$)、さらに強化数が30では、群間 ($F(18,2)=25.34$, $p<.01$) と系列位置 ($F(18,9)=4.23$, $p<.01$) とそれぞれが有意な差を示していた。この結果、とくに転移段階をみると、強化数と挿入課題の試行数の関係から3群の間に区別しうる変化が認められる。すなわち、強化数が無しと30試行の両群は、挿入課題条件の0と3試行で同じパターンを示し、他の強化数10試行群と異った結果を生じている。しかし、挿入課題条件の10試行では、一転して強化数0と10試行の両群が同じ習得パターンを示し、他の強化数30試行群と著しい差を生じさせていた。これらのことから、ただちに強化数と文脈干渉の機能をもつ挿入課題の関係を述べることはできない。それは、学習測度の最も高次の測度として出現する見越反応の結果をみないとわからないのである。無反応→誤反応→正反応→見越反応とつづく反応測度の発達は、学習の複雑度からいえば、冗長さの発達と関係が深い。そして、強化数が多いとそれだけその系列の習熟度が高まることから、その系列内に含まれる各運動要素間の文脈的結合は強化され、相互の関係や順序を予測可能にさせることになる。ここに至って、はじめて、文脈干渉に対する強化数の増大による冗長さがどのような役割を果たすかを検討できるといってもよからう。

5) 習得段階と転移段階の見越反応の処理レベル

それでは、最後の反応測度としての見越反応を検討することにする。見越反応の結果は、Fig. 13, Fig. 14, Fig. 15に示してある。これらの結果をみると、正反応と見越反応の相補性はよくわかると思う。まず、Fig. 13の習得段階を検討すると、群間 ($F(9,1)=410.93$, $p<.01$) と系列位置 ($F(9,9)=7.47$, $p<.01$) で有意な差が認められた。これを見ると、明らかに強化数の多い群がそうでない群よりも、より多くの見越反応を出現させていることがわかる。系列パターンの処理で最も重要な機能は系列を見越す能力である。その意味からも、これらの結果は納得できるものである。さらに系列位置効果については、run と repetition の構造を反映したきれいな結果がでている。これらの結果と挿入課題で用いられたランダム系列の再生結果を比較した時、どちらに多くの文脈的(意味)関係があるかがわかるだろう。次に転移段階に移行すると、群間 ($F(18,2)=10.05$, $p<.05$) と系列位置 ($F(18,9)=4.79$, $p<.01$) で有意であったが、これらの差は他の挿入課題条件と比較した時、小さいものである。本来ならば、挿入課題のない条件が最も転移効果があってもよいと考えられるが、結果はそうならないのが不思議である。先行課

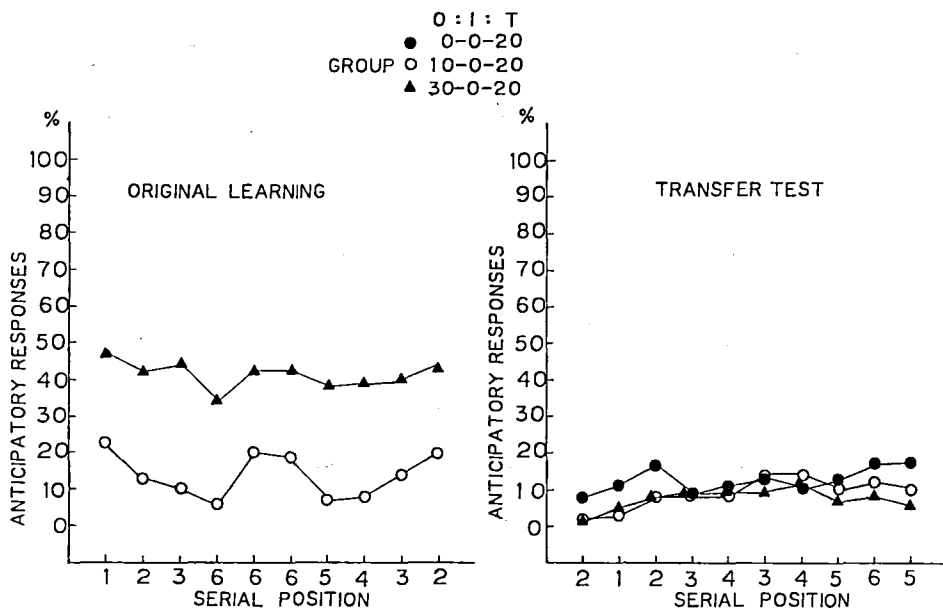


Fig. 13 Percentage of anticipatory responses as a function of the serial position and the number of reinforcements on the tracking task of serial pattern in original learning and transfer test. Note. O=Original learning trials: I=Interpolated task trials: T=Transfer test trials.

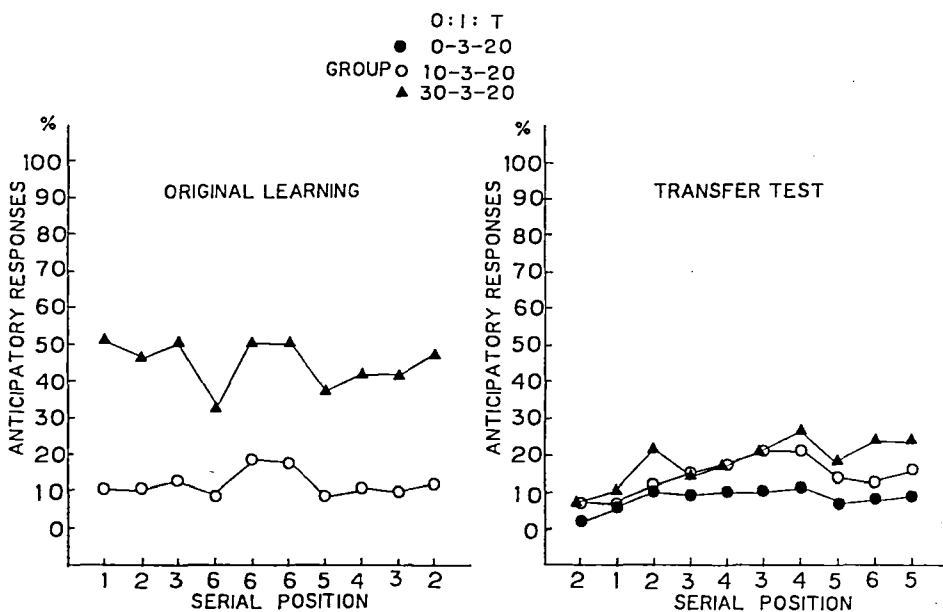


Fig. 14 Percentage of anticipatory responses as a function of the serial position and the number of reinforcements on the tracking task of serial pattern in original learning and transfer test. Note. O=Original learning trials: I=Interpolated task trials: T=Transfer test trials.

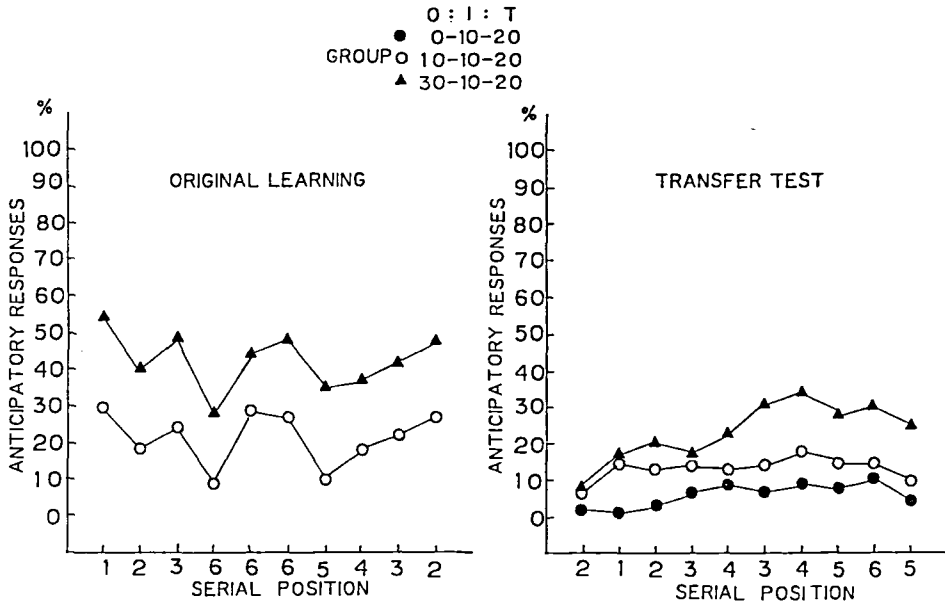


Fig. 15 Percentage of anticipatory responses as a function of the serial position and the number of reinforcements on the tracking task of serial pattern in original learning and transfer test. Note. O=Original learning trials: I=Interpolated task trials: T=Transfer test trials.

題の学習が後続課題の学習を低下させる 順向抑制 (proactive inhibition) に似ているが、厳密な順向抑制の実験計画と異なっているので明確には言えない。しかし、何らかの干渉がそこにあることは確かである。転移段階の trill の課題が習得段階の系列課題より処理が困難なことが原因かも知れない。おそらく両者の原因で、転移が促進されていない。

Fig. 14 に移ると、まず習得段階では群間 ($F(9,1)=511.18, p<.01$) と系列位置 ($F(18,9)=10.63, p<.01$) で有意な差が認められた。この結果から、特に転移段階をみると、挿入課題がない条件よりも成績が良いという結果がみられる。そして、強化数の多い順に見越反応の増加が認められる。このような結果は、Fig. 15 を検討すれば、なおさら特徴ある習得パターンであることがわかるだろう。

Fig. 15 の習得段階は、群間 ($F(9,1)=354.74, p<.01$) と系列位置 ($F(9,9)=18.75, p<.01$) に著しい有意差が見出され、同様に転移段階でも、群間 ($F(18,2)=51.03, p<.01$) と系列位置 ($F(18,9)=3.67, p<.01$) に有意な効果が認められた。この結果から、どうして挿入課題の試行数が最も多い条件で、転移段階の成績が良いのか、その説明に苦慮する。これらのことを、はっきりさせるために、挿入課題の条件間の比較をする。まず、習得段階における強化数10試行では、群間 ($F(18,2)=17.21, p<.01$) と系列位置 ($F(18,9)=5.06, p<.01$) で有意、さらに強化数30試行では、系列位置 ($F(18,9)=34.29, p<.01$) のみに有意であった。つぎに、転移段階における強化数0では、群間 ($F(18,2)=15.31, p<.01$) と系列位置 ($F(18,9)=3.18, p<.05$) に、また強化数10試行では、群間 ($F(18,2)=8.09, p<.01$) と系列位置 ($F(18,9)=4.01, p<.01$) に、そして強化数30試行では、群間 ($F(18,2)=90.46, p<.01$) と系列位置 ($F(18,9)=12.41, p<.01$) にそれぞれ著しい有意な差が見出された。そして、これらの結果から結論できることといえば、強化数の増大にしたがって見越反応も増大するが、さらに興味あることは、挿入課題の試行数の増大とともに転移効果も良いということ。そして、これらの

両者の結果から、強化数が多く挿入課題の試行数が多いほど、転移効果も良いという、文脈干渉効果に似たパラドックスがこの実験でも見出されたということである。このパラドックスを何と呼べばよいかかわからないが、このような結果が生じる原因として、系列を精緻化 (elaboration) するためとか系列の項目間を区別 (distinctiveness) するためだとかの説明が行なわれているが、そのための実験的証拠は乏しい。

運動スキルの習得過程では、認知と運動の相互作用が多くみられる。そして、とくに認知の機能の中でとくに運動情報の記憶と学習に関しては、いくつかのパラドックスが見出されている。それらは、分散効果、文脈干渉効果、シェーマ理論の練習の多様性、それに今回の実験結果のような挿入課題 (ランダム系列) の干渉効果がある。ランダムなものを処理するためには、冗長度が有効なはたらきをすることはこれまでの研究からよく理解できる。しかし、ランダムなものを処理している時に形成される能力というのは、どのような能力なのだろうか。それは、ランダムな情報から徐々に秩序のある情報パターンを形成する自己組織化の問題とも深く関係している。しかし、これらの問題についてはこれからの研究に期待するほかはない。

要 約

運動スキルの習得段階を習得段階→挿入段階→転移段階と分けて、それぞれの段階に異なった系列パターンの追従課題を設定した。そして、習得段階の強化試行数と挿入課題の試行数から9つの条件に大学生男子90名を10名ずつランダムに割当て、系列パターンを追従させることにより、運動情報の記憶と学習に関係したパラドックスを検討した。結果は4つのパフォーマンス測定 (正反応、見越反応、誤反応、無反応) から運動と認知の相互作用を検討した。そして主要な結果はつぎの通りであった。習得段階における強化数の増大は見越反応の増大と正反応の減少という相補性を示したが、挿入課題の試行数の増大がその後の転移を改善するという興味ある結果を得た。また、挿入課題の干渉を克服するには強化数の増大にともなう冗長性が大きく貢献することも確められた。そして、これまで言語や運動の課題で見出されている、分散効果、文脈干渉効果、練習の多様性効果といったパラドックスと似た現象が挿入課題 (ランダム系列) を導入することにより生じた。これらの結果に対する説明は今後の課題として残された。

参 考 文 献

- 1) Andrew, A. M.: Significance feedback and redundancy reduction in self-organizing networks. In F. Pichler, & R. Trappl, (Eds.), *Advances in cybernetics and system research*. Vol 1, Transcripta Book, London, 244—252, 1973.
- 2) Adams, J. A.: A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3, 111—150, 1971.
- 3) Battig, W. F.: Facilitation and interference. In E. A. Bilodeau (Ed.), *Acquisition of skill*. New York: Academic Press, 1966.
- 4) Battig, W. F.: The flexibility of human memory. In L. S. Cermak & F. I. M. Craik (Eds.), *Levels of processing in human memory*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1979.
- 5) Del Rey, P., Wughalter, E. H. & Whitehurst, M.: The effects of contextual interference on females with varied experience in open sport skills. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53, 108—115, 1982.
- 6) Del Rey, P., Whitehurst, M., Wughalter, E., & Barnwall, J.: Contextual interference and experience in acquisition and transfer. *Perceptual and Motor Skills*, 57, 241—242, 1983.
- 7) Del Rey, P.: Effects of contextual interference on the memory of older females differing in

- level of physical activity. *Perceptual and Motor Skills*, 55, 171—180, 1982.
- 8) Lee, T.D., & Magill, R.A.: The locus of contextual interference in motor-skill acquisition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 9, 730—746, 1983.
 - 9) Lee, T.D., & Magill, R.A.: Can forgetting facilitate skill acquisition?. In D. Goodman, R.B. Wilberg, and I.M. Franks (Eds.), *Differing Perspectives in Motor Learning, Memory, and Control*. New York: North-Holland. 1985.
 - 10) Madigan, S.A.: Intraserial repetition and coding processes in free call. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 828—835, 1969.
 - 11) Marshall, P.H., Wyatt, S.L., Moore, S.A., & Sigman, S.E.: Inter-repetition interval in short-term memory. *Perceptual and Motor Skills*, 40, 535—538, 1975.
 - 12) Marshall, P.H., Jones, M.T., & Sheehan, E.M.: The spacing effect in short-term motor memory: The differential attention hypothesis. *Journal of Motor Behavior*, 9, 119—126, 1977.
 - 13) Peterson, L.R., & Peterson, M.J.: Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 193—198, 1959.
 - 14) Peterson, L.R., Wampler, R., Kirkpatrick, M., & Saltzman, D.: Effect of spacing presentations on retention of a paired associate over short intervals. *Journal of Experimental Psychology*, 66, 206, 206—209, 1963.
 - 15) Shea, J.B. & Morgan, R.L.: Contextual interference effects on the acquisition, retention and transfe of a motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5, 179—187, 1979.
 - 16) Shea, J.B. & Zimny, S.T.: Context effects in memory and learning movement information. In R.A. Magill (Ed.), *Memory and Control of Action*. Amsterdam: North-Holland. 1983.
 - 17) Schmidt, R.A.: A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225—260, 1975.
 - 18) 調枝孝治: 子どもの運動適応と反応エラーの問題—積極的に誤る能力の意義—. 体育心理専門分科会シンポジウム, 日本体育学会第29回大会号, 605, 1978.
 - 19) 調枝孝治: 運動学習における適応過程の分析. 広島大学総合科学部紀要Ⅲ, 情報行動科学研究, 第6巻, 75—82, 1982.
 - 20) 調枝孝治: 知覚—運動学習の適応過程—複雑性と相補性. 広島大学総合科学部紀要Ⅵ, 保健体育学研究, 第3巻, 21—30, 1986.
 - 21) 調枝孝治: 自己組織系としての人間の運動学習. 広島大学総合科学部紀要Ⅵ, 保健体育学研究, 第4巻, 11—21, 1987.