

学習方略としての分散効果の有効利用

田中 孝治¹⁾ 加藤 隆²⁾

1) 関西大学総合情報学研究科

2) 関西大学総合情報学部

1. はじめに

多くの人が学校教育を終えた後も、めまぐるしい社会の変化に対応できるように、日々の限られた時間の中で新たな知識の習得を求められている。そのため、新たな知識を効率的に習得するための効果的な学習方略は、学校教育の場だけではなく生涯学習の観点からも求められる。

これまで学習方略に関連した記憶研究が数多く行われている (Dempster, 1996) が、田中・加藤 (2007) は、テスト効果やメタ記憶判断の効果を利用した学習方略の可能性について、分散効果との関係で検討を加えた。さらにその中で、これまでの記憶研究で典型的に使用されている既知項目間の対連合学習というエピソード記憶のテスト課題ではなく、実験参加者にとって全く新しい知識の習得という実世界により近い学習状況を設定し、生態学的妥当性の観点から分散効果について検証した。

分散効果とは、学習フェーズを集中させるよりもむしろ時間間隔を空けて分散させるほうが記憶保持に効果があるとするものである。実験の結果、難易度の高い新知識の習得という困難な状況でも学習方略にかかわらず分散効果が見られた。本研究は、田中・加藤 (2007) と同じ実験素材を使用して、学習フェーズを分散させることの何が分散効果の頑健性をもたらすのかについて検証を加えたものである。

田中・加藤 (2007) において、一貫して最も正答率が高かったのは、2回の学習フェーズにおいて共に問題提示のみを行う条件であった。しかし、問題提示のみを行う条件は、問題提示直後にメタ記憶判断を行

わせる条件と学習時間の統制を図るために、問題提示直後にブランク画面を提示していた。つまり、学習フェーズが問題提示とブランク画面の提示から構成されていたといえる。学習フェーズが問題提示だけである場合、実験参加者は学習素材を見続ける中でリハーサルを行うことになり、刺激ベースのリハーサル (stimulus-based rehearsal) を行うと考えられる。一方、問題提示に続いてブランク画面が提示される場合、ブランク画面が提示されている間、学習素材を見ることができないため、リハーサルは記憶の中の素材に対して行う必要がある。田中・加藤 (2007) では、こうした記憶ベースのリハーサル (memory-based rehearsal) が効果的に働いた可能性が考えられる。そこで、本研究の実験1では、問題提示直後にブランク画面を提示して記憶ベースのリハーサルを促すことの効果について検証を加えた。

また、これまでも分散効果を示す研究が数多くなされているが、Esgate & Groome (2005) は分散効果を利用する分散学習は学習時間を分散させるため、集中学習に比べ全体として学習時間がかかるゆえに、学習フェーズを分散させるために用いる時間を有効利用しない限り効率的ではないと指摘している。しかし、分散された学習フェーズの間の時間をいかに利用するかはこれまであまり検討されてこなかった。そこで、実験2では、分散された学習フェーズの間の時間を有効に利用する方法の提案を目指し、学習フェーズの間に挿入される課題の難易度を操作することで、学習フェーズの間に行う課題の難易度が後のテストに及ぼ

す影響について検証を行った。さらに、学習フェーズの間を他の学習素材の学習に利用できれば、全体としてより効率的に学習できるのではないかと考え、同種の素材の学習を挿入した場合の影響について検証を加えた。

2. 実験 1

2.1 実験方法

2.1.1 実験参加者

下位年次の大学生 144 人を実験参加者とした。下記に示す 3 条件にそれぞれ 48 人を無作為に配置した。

2.1.2 実験素材

大学生の就職活動のための試験対策用常識問題集などから収集した一般常識問題 80 項目を用意した。それらの項目に対し実験参加者とは異なる上位年次の大学生 36 名によるスクリーニングテストを行い、正答率が 0% であった 15 項目を本実験の学習素材として用いた。その中の 10 項目をターゲットとし、残りの 5 項目は学習フェーズの間隔の確保に用いた。学習フェーズの間隔の確保に用いた項目はポストテストの対象としなかった。ターゲットとなる項目と学習フェーズの間隔の確保に用いる項目は実験参加者間で均等に用いるためにカウンターバランスを行った。

2.1.3 実験デザイン

学習フェーズを 1 問につき 2 回とし、2 回の学習フェーズに対する学習方略として、田中・加藤 (2007) で使用された、1 回の学習フェーズにおいて問題提示後に 3 秒間の空白画面を提示する条件を本研究で

は「空白提示」条件とした (図 1)。空白画面を提示せずにそのまま問題を提示し続ける条件として「問題提示」条件を用意した (図 1)。これら 2 条件を比較することで、問題提示の時間を一部減らして、その時間を空白画面の提示に置き換えることの有効性についての検証を行った。しかし、これら 2 条件は学習フェーズの間隔という観点では等しいが、実験参加者が実際に学習素材を目にする、問題提示の間隔という観点では違いがある。そこで、空白提示条件における問題提示の間隔を問題提示条件における問題提示の間隔と等しくした「時間短縮」条件を加え (図 1)、問題提示条件と比較することで、問題提示の間隔が等しい条件間での問題提示の一部を空白画面に置き換えることの有効性の検証を行った。さらに、空白提示条件と時間短縮条件の比較を行うことで、問題提示の時間間隔を確保することの重要性について検証を行った。また、学習フェーズの間隔について長短 2 種類の分散条件を設定したが、これは挿入問題の数 (「1 問」・「11 問」) によって操作した。

2.1.4 実験手続き

各条件の最初に例題を 1 問用意した。この例題では、干渉を起こさないように既存の知識で解答できる一般常識問題を使用した (例: 日本で 1 番高い山は / 富士山)。実験参加者は例題終了後、いずれかの学習方略条件において学習課題を行い、学習課題終了 5 分後に学習課題で提示された 15 問のうちターゲットとなる 10 問を対象とし

条件	分析の視点	1 回目の学習フェーズ		問題挿入	2 回目の学習フェーズ	
問題提示	学習フェーズの間隔	問題提示		←→	問題提示	
	問題提示の間隔	問題提示		←→	問題提示	
空白提示	学習フェーズの間隔	問題提示	空白	←→	問題提示	空白
	問題提示の間隔	問題提示	空白	←→	問題提示	空白
時間短縮	学習フェーズの間隔	問題提示	空白	←→	問題提示	空白
	問題提示の間隔	問題提示	空白	←→	問題提示	空白

図 1 実験 1 の各学習方略において 1 つの問題を学習する際の刺激提示順序と時間経過

たポストテストを行った。

2.2 結果と考察

3種類の学習方略に対するポストテストの正答率の平均値を図2に示す。

2.2.1 学習フェーズの間隔が等しい条件の比較

問題提示条件と空白提示条件は、1つの学習項目における1回目の学習フェーズの終了から2回目の学習フェーズの開始までの時間間隔が等しく統制されているので、問題提示の時間を一部減らして、その時間を空白画面の提示に置き換えることの効果について調べることができる。そこで、学習フェーズの間隔が等しい空白提示条件と問題提示条件を対象に分析を行った(図3)。

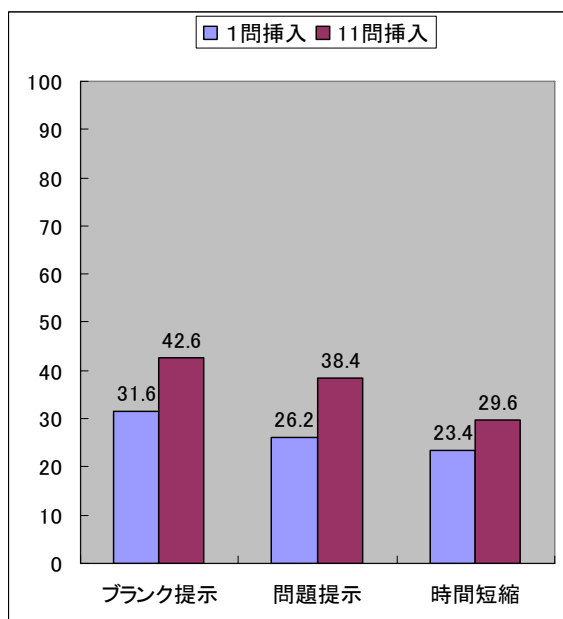


図2 各学習方略における挿入問題数別の正答率

2(学習方略)×2(挿入問題数)の2元配置の分散分析を適用したところ、挿入問題数の主効果が有意($F(1, 94) = 20.67, p < 0.0001$)であり、挿入問題数を1問とするよりも11問とした方がポストテストの正答率が高く、分散効果が見られた。また、学習方略の主効果($F(1, 94) = 1.32, p = 0.25$)及び交互作用($F < 1$)が有意でなかったことから、問題提示の時間を一部減らして空白画面の提示に置き換えることによる有効性は見られなかった。

2.2.2 問題提示の間隔が等しい条件の比較

実験1では、学習フェーズの間隔が等しい条件の比較と、問題提示の間隔が等しい条件の比較を通して、問題提示の時間を減らして学習フェーズに空白画面を挿入することについての有効性を見ようとした。しかし、前節の学習フェーズの間隔が等しい条件の比較において、空白画面の有効性は見られなかった。そこで、問題提示の間隔が等しい条件においても、問題提示の時間を一部減らして、その時間を空白画面の提示に置き換えることの効果と同じく期待できないものなのかを調べるため、1つの学習項目における1回目の問題提示の終了から2回目の問題提示までの時間間隔が等しい問題提示条件と時間短縮条件を対象に分析を行った(図4)。

2(学習方略)×2(挿入問題数)の2元配置の分散分析を適用したところ、挿入問題数の主効果が有意($F(1, 94) = 19.38, p < 0.0001$)であり、挿入問題数を1問とす

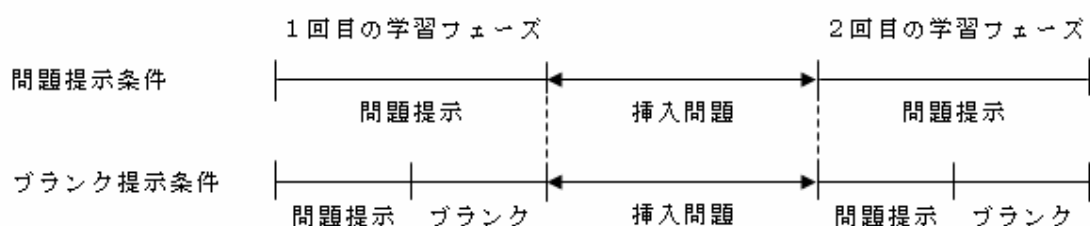


図3 学習フェーズの間隔が等しい条件の比較

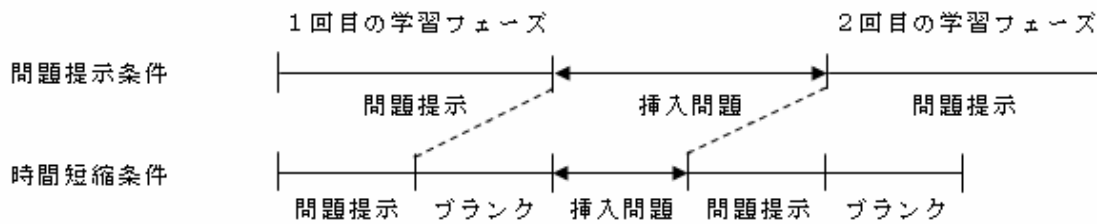


図4 問題提示の間隔が等しい条件の比較

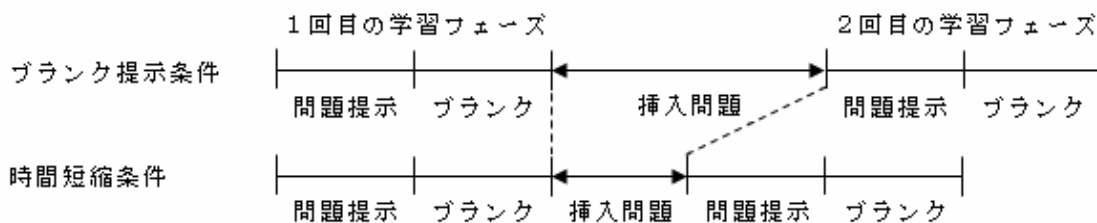


図5 ブランク画面が提示される条件の比較

るよりも 11 問とした方がポストテストの正答率が高く、分散効果が見られた。また、学習方略の主効果 ($F(1, 94) = 1.70, p = 0.20$) と交互作用 ($F(1, 94) = 1.96, p = 0.16$) は有意でなかったことから、問題提示の間隔が等しい条件においても、問題提示の時間を一部減らして、学習フェーズにブランク画面を挿入することの有効性は見られなかった。これらの2条件は問題提示の間隔は等しいが、その間の時間に他の学習素材を見続ける問題提示条件に比べ、他の学習素材とブランク画面に触れる時間短縮条件の方が課題要求の負荷が幾分小さい可能性が考えられる。しかし、2条件に有意な差がなかったことから、問題提示の間隔の時間を確保することで同等の水準の成績と分散効果が得られる可能性が考えられる。

2.2.3 ブランク画面が挿入される条件の比較

ブランク提示条件と時間短縮条件は1回の学習フェーズにおいて問題提示後にブランク画面が提示されるという点では、学習フェーズは等しく統制されており、1回目の学習フェーズの終了から2回目の学習フェーズの開始の時間間隔のみが異なるので、

2回の問題提示の時間間隔を確保することの重要性を調べることができる。そこで、ブランク提示条件と時間短縮条件を対象に分析を行った(図5)。

2(学習方略) × 2(挿入問題数)の2元配置の分散分析を適用したところ、挿入問題数の主効果が有意($F(1, 94) = 10.67, p < 0.01$)であり、挿入問題数を1問とするよりも11問とした方がポストテストの正答率が高く、分散効果が見られた。また、学習方略の主効果が有意($F(1, 94) = 5.94, p < 0.05$)であり、時間短縮条件よりもブランク提示条件の方がポストテストの正答率が高かった。しかし、交互作用は有意ではなかった($F < 1$)。ブランク提示条件は、時間短縮条件に比べ、問題提示の時間は同じであるが、問題提示の間隔が長く、このことが学習方略としての効果の差をもたらしたと考えられる。

2.2.4 3条件の比較

時間短縮条件を基に考えると、時間短縮条件の問題提示の時間を延ばした条件が問題提示条件といえ、時間短縮条件の問題提示の間隔を長くした条件がブランク提示条件といえる。時間短縮条件と問題提示条件の間に有意差はなく、時間短縮条件とブラ

ンク提示条件の間に有意差があったことから、問題提示の時間を延ばすよりも、問題提示の間隔を延ばす方が学習の効果があると考えられる。

3. 実験2

実験1の結果は、学習フェーズの間に一定の時間間隔を設けることの重要性を示している。このことは、学習フェーズの分散に用いる時間の有効利用をさらに求めるものといえる。前述の通り、実験2の目的は学習フェーズの間に挿入される課題によって分散効果を含む学習方略の有効性に影響が現れるかを検証することであった。具体的には、学習素材とは異種の課題として迷路パズルを用い、同種の課題として学習素材と同じ一般常識問題を用いた。

3.1 実験方法

3.1.1 実験参加者

実験1とは異なる下位年次の大学生96人を実験参加者とした。下記に示す3条件にそれぞれ32人を無作為に配置した。

3.1.2 実験素材

学習素材は実験1と同様の15項目に加え、実験1で行われたスクリーニングテストの結果から正答率0%の問題を1項目追加し、計16項目を本実験で使用した。その中の8項目をターゲットとし、残りの8項目を同種の課題として用いた。同種の課題として用いた項目はポストテストの対象としなかった。ターゲットとなる項目と同種課題となる項目は実験参加者間で均等に用いるためカウンターバランスを行った。また、学習フェーズの間隔に挿入する課題として用いた迷路は、難易度を高く設定したものには、くもん出版「めいろあそび1集」(年齢のめやす 4・5・6歳)から実験者が抜粋した迷路を使用し、難易度を低く設定したものには、くもん出版「はじめてのめいろ2集」(年齢のめやす 2・3・4歳)から実験者が抜粋した迷路を用いた。

3.1.3 実験デザイン

学習フェーズを1問につき2回とし、2回の学習フェーズの間隔で行う挿入課題として、難易度の高い迷路を行う「難関迷路」条件、難易度の低い迷路を行う「簡単迷路」条件の2種類を用意した。実験参加者はヘッドホンから流れるブープ音によって学習課題と迷路課題の切り替えを行った。さらに、迷路課題の代わりに、実験素材と同種の学習素材の学習を挿入課題として行う「同種素材」条件を用意した。また、実験1と同様に、学習フェーズの間隔を挿入課題数(「1問」・「13問」)によって2通りに操作した。

3.1.4 実験手続き

各条件の最初に実験1と同様の例題を1問用意した。実験参加者は例題終了後、いずれかの挿入課題条件において学習課題を行い、学習課題終了5分後に学習課題の8問を対象としたポストテストを行った。

3.2 結果と考察

3種類の挿入課題に対するポストテストの正答率の平均値を図6に示す。

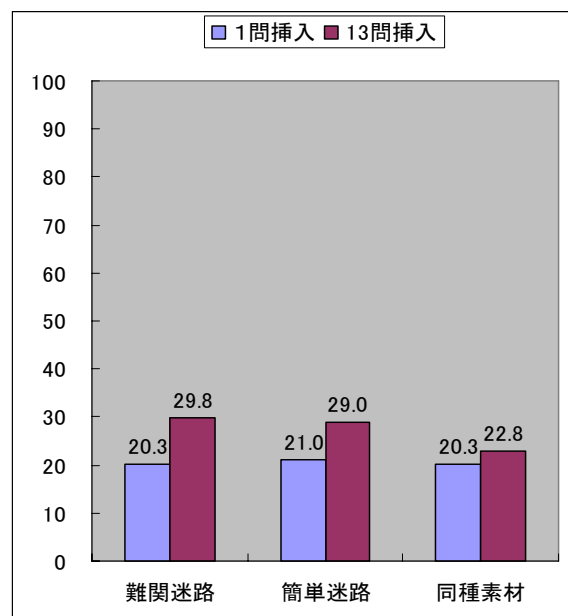


図6 各挿入課題における挿入問題数別の正答率

3.2.1 迷路課題の結果

迷路課題の入口と出口までを結ぶ距離を10等分してポイントを定め、実験参加者がそのポイントを通じたごとにポイントを与えた。簡単迷路条件において最も成績の良かった実験参加者の成績を100点と設定したところ、簡単迷路条件の平均点が41.0点だったのに対し、難関迷路条件の平均点は、12.9点と大幅な開きがあり、2つの迷路課題における難易度の違いを示す結果といえる。

3.2.2 ポストテストの結果

ポストテストの結果について、3（挿入課題）×2（挿入問題数）の2元配置の分散分析を適用したところ、挿入問題数の主効果が有意（ $F(1, 93) = 4.42, p < 0.05$ ）であり、挿入問題数を1問とするよりも13問とした方がポストテストの正答率が高く、分散効果が見られた。また、挿入課題の主効果及び交互作用は有意ではなかった（ともに、 $F < 1$ ）。このことから、学習フェーズの間で行う挿入課題の難易度はポストテストの成績に影響しないことが示唆された。さらに、挿入課題として同種の学習課題を行ってもポストテストの成績に影響しないことが示唆された。

4. 全体的考察

田中・加藤（2007）は、従来の既知項目間の対連合学習というエピソード記憶のテスト課題ではなく、新知識の習得という実世界により近い学習状況においても、学習方略にかかわらず分散効果が見られることから、分散効果は頑健であり、生態学的妥当性を持つものと論じた。本研究において、分散効果については、実験1・2共に同様の結果が得られた。学習フェーズの分散の間隔は影響するが、学習フェーズの使い方や挿入課題の質にはほとんど影響を受けないことから、先の田中・加藤（2007）の示した分散効果の頑健性にさらなる支持を与

える結果であるといえる。さらに、生態学的妥当性に配慮した素材においても効果が示されたことは、実世界の学習状況においての分散効果に対する期待をさらに深めるものである。

また、実験2において、学習フェーズの間で行う課題については、特に難易度を考慮する必要はなく、単に時間を空けることが必要であることが示唆された。また、同種の学習課題を行っても、後のテストの成績に影響しないことから、学習フェーズの間の時間を有効に利用する方法として、学習フェーズの間隔を他の学習素材の学習に利用することが考えられる。しかし、同種の素材の学習を挿入した条件は、有意な差は見られなかったものの、他の条件に比べポストテストの正答率が5%ほど低く、分散効果の減少も見られることから、今後、学習フェーズの間隔を他の学習素材の学習に利用することについてはさらなる検証が必要である。

謝辞

本研究は、2003年度－2007年度文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業（学術フロンティア推進事業）「合意形成のための認知的・数理的情報処理システムの構築」の助成を受けた。

参考文献

- Esgate, A., & Groome, D. (2005). *An introduction to applied cognitive psychology*. New York: Psychology Press.
- Dempster, F.N. (1996). Distributing and managing the conditions of encoding and practice. In E.L. Bjork & R.A. Bjork (Eds.), *Memory*. San Diego, CA: Academic Press.
- 田中 孝治・加藤 隆 (2007) 学習方略としての符号化処理の効果, 日本認知科学会第24回発表論文集, p.166-167