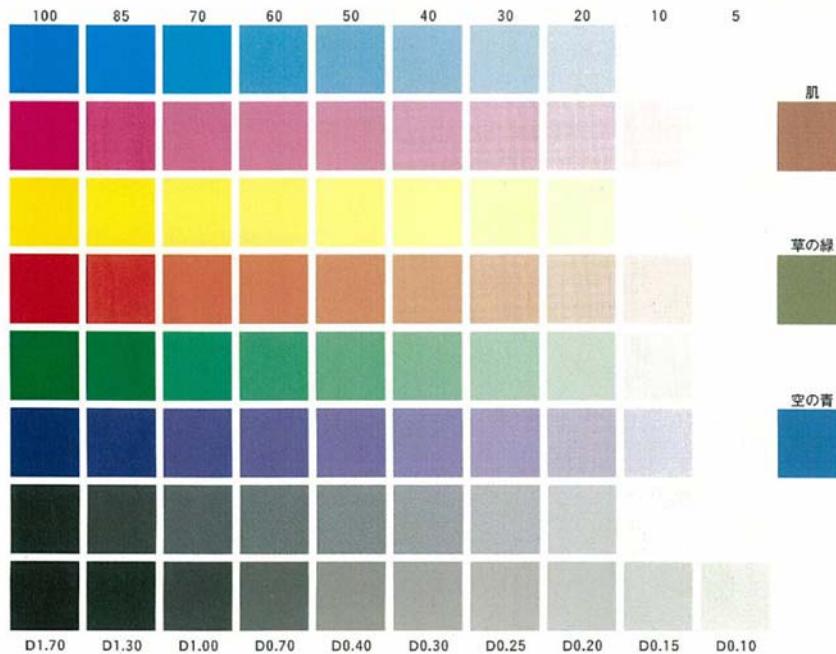


We conduct many of these  
We conduct many of these  
We conduct many of these  
We conduct many of these



We conduct many of these  
We conduct many of these  
We conduct many of these  
We conduct many of these

## 知識の習得における分散効果の有効利用に 関する認知心理学的研究<sup>1,2,3</sup>



総合情報学研究科

総合情報学専攻

07D7004

田中 孝治

<sup>1</sup> 本研究の実験 1・2 は、日本認知科学会第 24 回大会において発表された（田中・加藤, 2007）。

<sup>2</sup> 本研究の実験 3・4 は、日本認知科学会第 25 回大会において発表された（田中・加藤, 2008）。

<sup>3</sup> 本研究の実験 1・2・4 は、認知心理学研究第 7 卷第 1 号において掲載された（田中・加藤, 2009）。

## 論文要旨

### 1. はじめに

めまぐるしい社会の変化に対応できるように、多くの人が学校教育を終えた後も、日々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、知識を効率的・効果的に習得するための学習方略が学校教育の場だけではなく社会生活全般においても求められている。本研究では、四つの実験から従来の記憶研究で提唱されている分散効果の生態学的妥当性と頑健性を示すと共に、学習方略として分散効果を有効に活用する方策について検証を加えた。ここでは特に関連が深い三つの実験について取り上げる。

### 2. 実験 1・2

#### 2.1 実験方法

**2.1.1 実験参加者** 実験 1 では、大学生 135 人を三つの学習方略条件に 45 人ずつ、実験 2 では、大学生 126 人を三つの学習方略条件に 42 人ずつ無作為に配置した。

**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。それらの項目について実験参加者と異なる大学生 36 人を対象にスクリーニングテストを行い、正答率が 0% であった 15 項目を本実験で使用した。

**2.1.3 実験デザイン** 学習フェーズは 1 項目につき 2 回とした。2 回の学習フェーズに対する学習方略の条件として、いずれの学習フェーズにおいても問題文と解答が同時に提示される「学習－学習」条件 (SS 条件)、いずれの学習フェーズにおいても問題文と解答が提示された後に覚えられたかどうかについて 7 段階（実験 2 では、2 段階）のメタ記憶判断を求められる「学習 + メタ記憶判断－学習 + メタ記憶判断」条件 (MM 条件)、1 回目の学習フェーズでは問題文と解答が同時に提示されるが 2 回目の学習フェーズでは問題文のみが提示されて解答を求められる「学習－テスト」条件 (ST 条件) の 3 種類を設定した。ST 条件においては、実験 2 では、プリテストの回答方法について周知を図るために練習問題を 5 間行わせた。また、分散効果に関する学習方略条件については、上記の三つの学習方略条件のそれぞれにおいて、学習項目の 2 回の学習フ

エーズの間隔を挿入される別の問題の数（「1 問」、「5 問」、「11 問」）によって操作した。

#### 2.2 結果

**2.2.1 実験 1** ポストテストの結果について、3 (学習方略) × 3 (挿入問題数) の 2 元配置の分散分析を適用した。学習方略の主効果は有意な傾向を示しており、MM 条件、ST 条件よりも SS 条件の方がポストテストの正答率が高い傾向を示した。また、挿入問題数の主効果が有意であり、挿入問題数を 1 問とするよりも 5 問、11 問とした方がポストテストの正答率が高かった。なお、学習方略と挿入問題数の交互作用は有意ではなかった。

**2.2.2 実験 2** ポストテストの結果について、3 (学習方略) × 3 (挿入問題数) の 2 元配置の分散分析を適用したところ、学習方略の主効果は有意ではなかった。挿入問題数の主効果も有意ではなかったが、交互作用に有意な傾向が見られた。そこで、学習素材に 2 度触れる SS 条件と MM 条件を対象に 2 (学習方略) × 3 (挿入問題数) の 2 元配置の分散分析を適用してみた。学習方略の主効果は有意ではなかったが、挿入問題数の主効果が有意であり、挿入問題数を 1 問、5 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かった。なお、学習方略と挿入問題数の交互作用は有意ではなかった。

#### 2.3 考察

分散効果については、新しい知識の習得という課題に対して、実験 1・2 ともに、学習素材に 2 度触れる SS 条件と MM 条件で分散効果を支持する結果が得られた。これらは、分散効果の頑健性を示す結果であるといえる。テスト効果については特に支持する結果は得られなかった。学習時にメタ記憶判断を行うことによる付随的な検索経験や精緻化処理の効果の可能性についても支持する結果は得られなかった。

### 3. 実験 4 (実験 3 は省略)

#### 3.1 実験方法

**3.1.1 実験参加者** 大学生 96 人を 3 条件に 32 人ずつ無作為に配置した。

**3.1.2 実験素材と実験デザイン** 学習素材は実験 1・2 と同様の 15 項目に加え、実験 1 に際して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 項目を使用した。その中の 8 項目をターゲットの学習素材とし、残りの 8 項目を同種の学習素材として用いた。また、学習フェーズの間隔に挿入する迷路課題の難易度は迷路パズルの複雑さにより操作した。学習フェーズを 1 時間につき 2 回とし、2 回の学習フェーズの間で行う挿入課題として、複雑な迷路パズルを与えられる「複雑迷路」条件、比較的単純な迷路パズルを与えられる「単純迷路」条件を用意した。さらに、迷路課題の代わりに、実験素材と同種の素材を学習する「同種素材」条件を用意した。また、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。

### 3.2 結果と考察

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、挿入課題の主効果は有意ではなかった。挿入問題数の主効果が有意であり、挿入問題数を 1 問とするよりも 13 問とした方がテストの正答率が高く、分散効果が見られた。また、挿入課題と挿入問題数の交互作用は有意ではなかった。

この結果は、学習フェーズの間で行う挿入課題の難易度が学習課題の成績に影響しないことを示唆するものであり、さらに、挿入課題として同種の素材の学習を行っても学習課題の成績に大きく影響しないことを示唆するものである。つまり、学習フェーズの間で行う課題の特性については特に考慮する必要はなく、単に時間をあけることが重要であるといえる。このことから、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別の素材の学習に利用することが考えられる。

### 4. 全体的考察

分散効果については、実社会の要求に即した新しい知識の習得という課題に対して、実験 1・2・3 とともに、分散効果を支持する結果が得られた。さらに、実験 4 では、分散された学習フェーズの間に挿入される課題の特性や難易度にかかわりなく分散効果が得られた。これらは、分散効果の生態学的妥当性と頑健性を示す結果であるといえ、分散学習がさらなる加算的な効果をもたらすものと期待できることから、分散学習を様々な学習方略とともに取り入れることを推奨するものといえる。

## 図表一覧

Table 2-1. Aims of the present research

Table 3-1. Learning Strategies in Experiment 1

Figure 1-1. Massed and distributed learning sessions.

Figure 1-2. Massed and spaced study items.

Figure 2-1. Mean proportion of idea units recalled on the final test as a function of learning conditions (Roediger & Karpicke, 2006b, Exp 1).

Figure 2-2. Mean proportion of idea units recalled on the final test as a function of learning conditions (Roediger & Karpicke, 2006b, Exp 2).

Figure 3-1. Mean proportions correct as a function of learning and spacing conditions in Experiment 1.

Figure 4-1. Mean proportions correct as a function of learning and spacing conditions in Experiment 2.

Figure 5-1. A schematic presentation of the composition and time interval of learning phases for each learning strategy used in Experiment 3.

Figure 5-2. Mean proportions correct as a function of learning and spacing conditions in Experiment 3.

Figure 5-3. Comparison between two learning conditions, with and without blank, that were of equal study time for and equal interval between learning phases (Experiment 3).

Figure 5-4. Comparison between two learning conditions that were of standard and shorter (with blank) item presentations but were of equal interval between item presentations (Experiment 3).

Figure 5-5. Comparison between two learning conditions that were of equivalent time and composition (with blank) of learning phase but of unequal interval between learning phases (Experiment 3).

Figure 6-1. Mean proportions correct as a function of interpolated tasks and spacing condition in Experiment 4.

## 目 次

### 第 1 章

研究の背景 .....	1
1.1 何故、学び方を学ぶのか .....	1
1.2 分散効果とは .....	2
1.3 分散効果の発生メカニズム .....	4
1.4 分散効果の使用と実際の授業環境との隔たり .....	6

### 第 2 章

研究の目的 .....	7
2.1 分散効果の有効利用を目指して .....	7
2.1 生態学的妥当性についての検討 .....	8
2.2 分散効果の複合利用についての検討 .....	8
2.2.1 テスト効果 .....	9
2.2.2 メタ記憶判断 .....	11
2.3 分散させるための時間の有効利用についての検討 .....	13

### 第 3 章

実験 1：分散効果とテスト効果およびメタ記憶判断の効果 .....	14
3.1 実験方法 .....	14
3.2 結果と考察 .....	17

### 第 4 章

実験 2：分散効果とテスト効果およびメタ記憶判断の効果 — テストの課題要求への慣れと注意分割の軽減を踏まえて — .....	20
4.1 実験方法 .....	20
4.2 結果と考察 .....	21

**第 5 章**

実験 3：分散効果と学習後のブランク画面の提示の効果.....	24
5.1 実験方法 .....	25
5.2 結果と考察 .....	27

**第 6 章**

実験 4：分散効果の有効利用を求めて .....	32
6.1 実験方法 .....	34
6.2 結果と考察 .....	35

**第 7 章**

全体的考察 .....	38
7.1 生態学的妥当性の検討 .....	38
7.2 分散効果の複合利用 .....	38
7.2.1 テスト効果 .....	39
7.2.2 メタ記憶判断 .....	39
7.3 時間の有効利用 .....	40
7.4 分散効果の頑健性 .....	40
7.5 教育実践に向けて .....	41
<b>引用文献</b> .....	43
<b>謝辞</b> .....	50
<b>付録</b> .....	51

**第 1 章****研究の背景****1.1 何故、学び方を学ぶのか**

我々は、数多くの知識を習得しながら成長している。そして、習得した知識によって文化や技術を発達させてきた。それと同時に、その文化や技術を活用するために学習を続けてきたのである。文化や技術の発展が緩やかだったかつての時代では、学校教育で学んだ知識や見習い期間に身に付けた技能などが生涯において役立つと考えられていた。しかし現在では、絶え間ない社会の変化に対応できるように、我々に求められる知識や技能の数は増加する一方である。さらに、近年、日本の社会では高齢化が進み、団塊世代の大量退職を前に、知識の伝承、つまり先駆者が培ってきた大量の知識や技能の学習が急務になっている。このように、多くの人が学校教育を終えた後も、日々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。

つまり、我々は生涯にわたり何かを学び続けることを余儀なくされている。このように生涯において学習に費やす時間が増加するなかで、新たな知識の習得にいかほどの時間が割けるのであろうか。また、たとえ多くの時間を費やして習得した知識でも、変化の激しい現代社会における過去の遺産になっていることが考えられる。そのため、知識を効率的・効果的に習得するための学習方略が学校教育の場だけではなく社会生活全般においても求められている。

学習方略に関する記憶実験はこれまでにも数多く行われており、本研究で取り上げる「分散効果」をはじめ、記憶の処理過程の観点から様々な学習方略が提唱されている。さらに学習方略を記憶の処理過程から見たこれらの効果に対し、メタ認知の観点から学習方略を捉える研究も行われている。

## 1.2 分散効果とは

ある教材を学習する機会（学習フェーズ）が複数回与えられるとしたら、連続的に集中して学習するだろうか。それとも時間間隔をあけて学習フェーズを分散させるだろうか。多くの人は集中して学習することを選ぶのではないだろうか。しかし、実際は学習フェーズを分散させる分散学習の方が、学習フェーズを集中させる集中学習よりも効果的なのである。これを分散効果（spacing effect）と呼ぶ。分散効果は古くは1885年のEbbinghausの記憶実験に始まり、その後1900年代初期、1930年代、1960年代後期から1970年代、1980年代初中期にかけて意欲的に研究が行われてきた（Bruce & Bahrick, 1992）。これらの研究から、学習フェーズを集中させるよりも分散させる方が記憶の保持に効果のあることが示されており（e.g., Melton, 1970; Hintzman, 1974; Dempster, 1988），場合によっては、学習フェーズを分散させる方が集中させるよりも2倍ほどの効果をもつことが示されている（e.g., Madigan, 1969; Bahrick & Phelps, 1987; Dempster, 1987; Underwood, 1970）。

例えば、Dempster（1987, Experiment 3）は、大学生48人を実験参加者とし、実験参加者にとって未知と思われる38個の英単語の対の学習において分散効果を示した。実験参加者は、提示条件によって二つの群に分けられた（集中提示条件 vs. 分散提示条件）。実験参加者は、集中提示の場合は、“A A A B B B C C C ...”，分散提示の場合は、“A B C ... A B C ... A B C ...”の順で1ページにつき1項目が提示される114ページからなるブックレットを使用して単語の学習を行った。さらに単語の対と同時に三つの例文が提示されるかによってそれぞれ二つの群に分けられた。その結果、例文が提示されるかどうかにかかわらず、分散提示の方が集中提示に比べて再生率が高かったことが示された。

ところで、学習フェーズを分散させるには二通りの分散方法が考えられる。それは、学習セッションの分散と学習項目の分散である。学習セッションの分散とは、複数の学習項目を一つのセッションと捉え、学習のセッション単位で分散させることを示し、これを分散学習（distributed practice）という（Figure 1-1）。一方、学習項目の分散とは、複数の学習項目から作成されるリスト内にある項目単位で分散さ

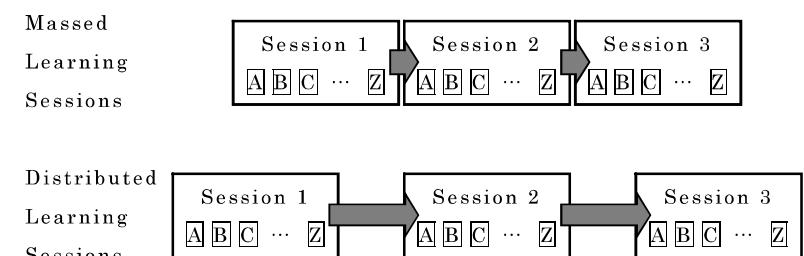


Figure 1-1. Massed and distributed learning sessions.

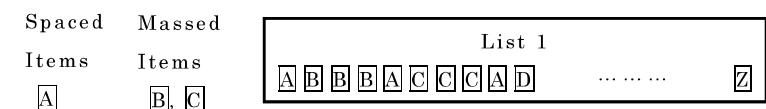


Figure 1-2. Massed and spaced study items.

せることを示し、これにより得られる効果を分散効果という（Figure 1-2）。従来の研究では、これら二つの分散方法が区別して論じられてきたが、学習セッション自体を一つの学習項目として見るならば、学習セッションの分散も学習項目の分散と捉えることも可能であるため、本研究では、これら二つの分散方法を一つのものとして捉え，“分散効果”として論じる。

これらどちらの分散方法の検討においても効果が得られていることから、分散効果の幅広い活用が期待できると考える。しかしながら、現在の多くの教育現場では授業環境を用意する教師が授業の進行計画を立てており、学習者自身が学習フェーズの分散の間隔を確保することは困難である。したがって、教授する側が分散効果を利用した授業の進行計画を立てる必要がある。特に、e-learningのように教授する側が学習の進行を決定できる場合には、学習者の進行が集中学習にならないように、開発者は学習フェーズが分散されるようにプログラムする必要がある。

このように教授する側が分散効果を利用することによって、学習者の記憶成績を向上させることができると考えられることから、分散効果を有効に利用する方法を知ることが教育現場や社会生活全般において重要であるといえる。

それでは、分散効果はどのようなメカニズムで発生しているのだろうか。そこで、次の節では、分散効果の発生メカニズムについて論じることにする。

### 1.3 分散効果の発生メカニズム

これまで述べたように、心理学の長い歴史の中で、分散効果を示す実験結果が数多く報告されている。しかしながら、発生メカニズムについては、数多くの説が提唱されてきたが、いずれの説にも反証があり、未だ統一的見解が得られるに至っていないのが現状である(Greene, 1989; 北尾, 2002; 水野, 2004)。したがって、ここでは主要な説について概観するに留める。

Hintzman (1976) と Dempster (1996) は、分散効果の発生メカニズムを、符号化多様説（あるいは符号化変動説）(encoding variability theories) と処理不足説 (deficient-processing theories) に大きく二つに分類し整理している。符号化多様説とは、集中学習の場合は、同一の文脈で刺激が提示されるため符号化が一様なのに対し、分散学習の場合は、異なる文脈で刺激が提示されるため符号化が多様であるため、学習が促進されると説明するものである。一方、処理不足説とは、集中提示の場合に行われる処理が分散提示の場合に比べて不足するため、分散学習の方が集中学習よりも学習の効果があると説明するものである。

さらに、処理不足説は不足する処理に焦点をあて、非意図的な処理不足と意図的な処理不足の二つに分類される。非意図的な処理不足を焦点とした説として挙げられるのが、固定説 (consolidation hypothesis; Landauer, 1969) と慣化説 (habituation-recovery hypothesis; Hintzman, 1974, 1976) である。固定説とは、記憶が比較的不安定な短期記憶からより安定した検索可能な状態の長期記憶に移行するためには時間がかかるとし、覚えた情報が固定される前に繰り返し提示される集

中提示の場合、分散提示に比べて、固定される情報の量が少なくなってしまうというものである。慣化説とは、集中提示の場合、分散提示に比べて、刺激に対する慣れが生じるため、刺激に対する反応が抑制されてしまうというものである。

意図的な処理不足を焦点とした説として挙げられるのが、リハーサル説 (rehearsal hypothesis: Rundus, 1971) と注意説 (voluntary-attention hypothesis: Hintzman, 1974, 1976) である。リハーサル説とは、分散提示の方が集中提示に比べて記憶保持に効果があるのは、分散提示の場合、集中提示に比べて意図的なリハーサルがより多くされるためと説明するものである。また、注意説とは、集中提示の場合、分散提示に比べて意図的な注意がより少なくなるため、分散提示の方が学習の効果があると説明するものである。

これらの説を整理するために、Greene (1989) は、行う記憶テストによって発生メカニズムを分類する二過程説 (two-process account) を提案した。これは、再認テストや手がかり再生のようにあらかじめ検索手がかりが与えられている場合は、処理不足説によって説明され、自由再生テストのように検索手がかりが与えられない場合は、符号化多様説によって説明されるとしたものである。また、水野 (1997) は、これらの説とは異なる、再活性化説 (reactivation theory) を提案した。これは、連続提示の場合は、再学習までの活性度の減衰が少ないため再活性量が少なく、分散提示の場合は、再学習までの活性度の減衰が多いため再活性量が多く、この再活性量の違いによって説明されるとしたものである。

このような分散効果の発生メカニズムについての議論が数多く行われているにもかかわらず、実際の授業環境では分散効果が利用されていないのが現状である。それは何故であろうか。水野 (1998) は、分散効果が教育実践に活かされていないのは、分散効果の原因やメカニズムが明確に記述されておらず、説得力や具体性に欠けているためとしている。しかし本研究では、メカニズムの解明がなされていなくても、分散効果を示す研究結果が数多く報告されていることから、分散効果を教育実践に活用することが重要であると考える。そこで、次の節において、分散効果が実際の授業環境において利用されていない理由について論じることにする。

#### 1.4 分散効果の使用と実際の授業環境との隔たり

これまで分散効果を示す研究が数多く報告されているにもかかわらず、分散学習よりも集中学習の方が効果的であると広く信じられている現状がある (Zechmeister & Shaughnessy, 1980; Simon & Bjork, 2001)。Esgate & Groome (2005) はこの理由について、集中学習が短期的な学習期間で良い成績をもたらすため、この一時的な利益により学習者が長期的な学習方略の効果について誤った判断を行うためであるとしている。実際に、分散効果に関する研究がこのように長い歴史を持つにもかかわらず、研究成果が実際の教育現場に採り入れられることはほとんどなかったといってよい。この原因の一つとして、分散効果を示す研究成果と実際の教育現場との間に隔たりが存在するからだと考えられる。

Richland, Linn & Bjork (2007) は、分散効果など学習効果に関する伝統的な実験研究の成果と実際の授業環境の隔たりを埋めるために、二つのアプローチを提唱している。一つは、実験研究の実験デザインにより得られた学習効果に関する現象を、実際に使用されるような生態学的妥当性 (Neisser, 1976; 1978) の高い学習素材や保持期間を用いた実験デザインでも学習効果を明らかにすることである。なぜなら、従来の実験研究の多くが、単純な学習素材を使用し保持期間も短いものであり、実社会に即した学習素材や長い保持期間を採用したものはごく少ないからである。もう一つは、実際の授業環境の中で、実験研究で提唱されてきた学習効果を引き出すことである。Richland ら (2007) は、これらのアプローチをとるためには、実験研究を行う研究者や授業環境での研究を行う研究者を含め、様々な関係者の協力が必要であるとしている。また、他の学習効果とは別に、分散効果特有の問題が存在し、分散効果を教育現場に導入するためには、学習時間を分散させるために学習時間以上の時間が掛かるといった時間の制約の問題があげられる (Vash, 1989; Esgate & Groome, 2005)。

## 第2章

### 研究の目的

#### 2.1 分散効果の有効利用を目指して

本研究は、分散効果の教育現場への導入を目指し、知識の習得における分散効果の有効利用を検討したものである。そこで本研究の一連の実験では、Richland ら (2007) も提唱しているアプローチの一つである生態学的妥当性の高い学習素材を使用することで、分散効果の生態学的妥当性について検証した (Table 2-1)。さらに、分散効果を有効に利用するために、二つの利用方法を検証した。一つは、分散効果を他の学習方略と複合して使用するという方法である。なぜなら、分散効果を他の学習方略と複合して用いることで、効果が加算的に働くならば、分散効果をさらに有効に利用することが可能になるからである。そこで、実験 1 と 2 では、分散効果を他の学習方略と複合して検証することで、分散効果が加算的な効果をもたらすかについて検討を加えた (Table 2-1)。もう一つは、分散効果に必要な学習を分散させるための時間を有効に利用する方法である。上述したように、分散させるための時間を有効に利用しない限り、分散効果を教育現場に導入することは困難なのである。そこで、実験 4 では、分散させるための時間の有効利用について検討を加えた (Table 2-1)。本章では、それぞれの検証について詳述する。

Table 2-1  
Aims of the present research

Research Aims	Experiments			
	1	2	3	4
Ecological validity	○	○	○	○
Incremental effect	○	○	—	—
Efficient use of spacing	—	—	—	○

## 2.1 生態学的妥当性についての検討

上述の通り、分散効果の研究成果が実際の教育現場に導入されることのなかった原因の一つに、従来の実験研究における学習課題の多くが単語リストの再生や再認、無関連な単語の対連合学習など、実際の教育場面では学習課題として取り上げられることがないようなものであったことが挙げられる (Roediger & Karpicke, 2006a)。すなわち、実際の教育場面に適用されるには研究の生態学的妥当性に課題があったといえる。

分散効果に関する記憶研究でよく用いられるのが対連合学習であるが、その多くは、手がかり語とターゲット語がともに既知である項目を用いて任意の対を作成し、それら任意の項目間の対連合学習を求めるものであった。本研究では、このような既知項目間の対連合学習を任意のエピソード記憶の課題と位置づけ、生態学的妥当性に欠けるものとした。それに対して、実験参加者にとって未知である知識をターゲットとして使用し、既知である語を用いた説明文を手がかりとして使用することで、新たな知識の習得という実社会の学習により近い課題を設定することにした。

さらに、学習素材の選定に当たっては、実験参加者にとって学習するメリットのある知識を使用することが望ましいと考え、就職試験等でも用いられる一般常識問題を学習素材として使用した。一般常識問題はメタ認知研究の分野でも使用されており、例えば Nelson & Narens (1980) によって 300 項目の一般常識問題が整備されている。本研究では、実験参加者にとって未知の知識であることを保証するために、類似の実験参加者群に対してスクリーニングテストを行い、未知の知識であることが確認された問題のみを使用した。

## 2.2 分散効果の複合利用についての検討

上述の通り、分散効果を他の学習方略と複合して使用することで、効果が加算的に働くならば、分散効果をより有効に利用することが可能になる。そこで本研究の実験 1・2 では、分散効果について生態学的妥当

性の観点から検討を加えると共に、これまでの数多くの記憶研究において提唱されているテスト効果と複合させて検証した。また、新たな学習方略の可能性を探るために、学習時に意識的にメタ記憶判断を行うことの効果を分散効果と複合させて検証した。このように、これら二つの効果をそれぞれ分散効果と複合させて検討することで、分散効果がこれらの効果にさらに加算的な効果をもたらすかについて検証した。ここでは、複合利用の対象としたテスト効果とメタ記憶判断について紹介する。

### 2.2.1 テスト効果

テスト効果の研究も長い歴史を持ち、1939 年の Spitzer の記憶実験に始まり、散発的ながら長年にわたり研究がなされてきている (Roediger & Karpicke, 2006b)。それらの研究から、記憶テストを行うことで再学習と同等もしくはそれ以上の効果が記憶保持に期待できることが示されている (e.g., Carrier & Pashler, 1992; Wheeler & Roediger, 1992; Brainerd, Kingma, & Howe, 1985; Halff, 1977; Nungester & Duchastel, 1982)。さらに、分散効果とテスト効果の相乗効果に着目した実験も行われており、テストの間隔を段階的に拡張することはテストの間隔を一定にするよりも記憶保持に効果のあることが示されている (Landauer & Bjork, 1978)。

Roediger & Karpicke (2006b) は、ワシントン大学の大学生 120 人を実験参加者とし、「TOEFL」より二つの散文を実験素材として用いて、テスト効果が長期の記憶保持に及ぼす影響についての検証を行った。実験参加者は学習条件として最初の学習から二分後に再学習を行う「再学習」条件、もしくは初期テストを行う「テスト」条件のいずれか一方に無作為に割り当てられた。さらに最終テストが「五分後」、「二日後」、「一週間後」のいずれかに与えられた。その結果を Figure 2-1 に示す。五分後に行われた最終テストにおいては、テスト条件よりも再学習条件の正答率が高かった (75% vs. 81%)。しかし、二日後および一週間後に行われた最終テストにおいては、テスト条件が再学習条件の正答率を上回っていた (二日後 : 68% vs. 54%, 一週間後 : 56% vs. 42%)。

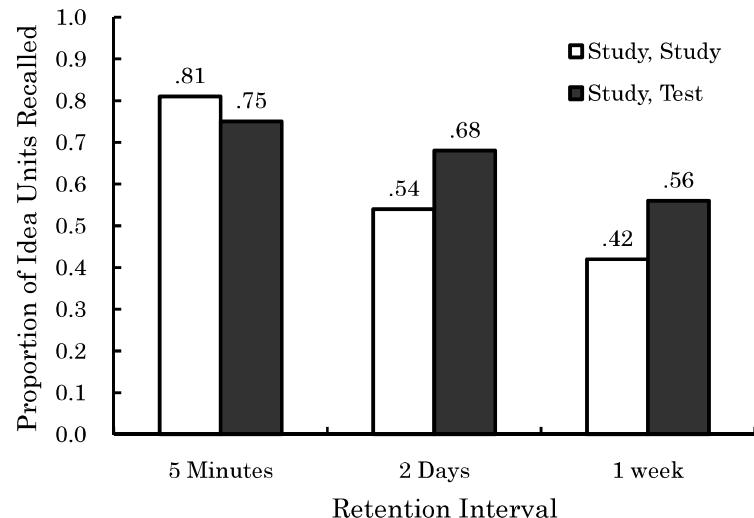


Figure 2-1. Mean proportion of idea units recalled on the final test as a function of learning conditions (Roediger & Karpicke, 2006b, Exp 1).

さらに Roediger & Karpicke (2006b) は、同じ項目を使用し、学習条件を初学習の後の三回の学習機会のすべての機会を再学習に使用する「再学習」条件（以下、SSSS 条件と称す。S : 学習）、初学習の後の三回の学習機会のうち最後の機会をテストに使用する「シングルテスト」条件（以下、SSST 条件と称す。T : テスト）、初学習の後の三回の学習機会のすべての機会をテストに使用する「繰り返しテスト」条件（以下、STTT 条件と称す。），とした実験を行った。その際、最終テストは「五分後」もしくは「一週間後」のいずれか一方で行われた。その結果を Figure 2-2 に示す。五分後に行われた最終テストにおいては、SSSS 条件が他の条件の再生率よりも高かった (SSSS: 83%, SSST: 78%, STTT: 71%) が、一週間後に行われた再生テストにおいては、SSSS 条件は他

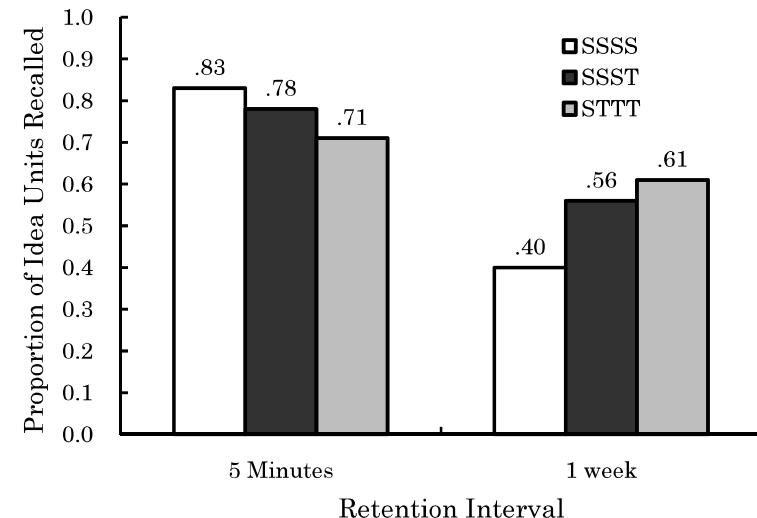


Figure 2-2. Mean proportion of idea units recalled on the final test as a function of learning conditions (Roediger & Karpicke, 2006b, Exp 2).

の条件の再生率よりも劣る結果となった (SSSS: 40%, SSST: 56%, STTT: 61%)。彼らはこれらの結果から、五分後に見られなかった初期テストの効果が一週間後という長期の記憶保持において効果的であることを示した。

## 2.2.2 メタ記憶判断

本研究では、メタ認知的な処理過程の記憶への効果という観点から新しい学習方略の可能性について検討を加えた。メタ認知は、自己の認知能力を把握し、認知過程を監視・制御するなど、学習方略を司る機能とされている (e.g., Nelson & Narens, 1990, 1994; Metcalfe, 1996; Son & Metcalfe, 2000)。Metcalfe & Kornell (2006) は、メタ認知を

研究する最も重要な理由の一つとして、メタ認知が学習時間の配分など人々の学習方略を決定する重要な役割を持つことを挙げている。本研究で取り扱うメタ記憶判断はこのメタ認知の下位概念であり、学習項目をどの程度記憶できたかを判断することをいう。

Son (2004) は、実験参加者に学習直後に六段階のメタ記憶判断を行わせ、再学習に用いる方略として、時間をあけずに続けて行う（集中学習）か、時間をあけて行う（分散学習）か、あるいは再学習を必要としないかを選択させることで、メタ記憶判断と選択される学習方略の関係性について検討を加えた。その結果、学習することができたと判断された項目は分散学習が選択され、それに対して学習することができないと判断された項目の多くは集中学習が選択されることが示された。分散効果の観点から考えると、学習することができないと判断した項目ほど分散学習を選択する必要があり、この結果から、実験参加者は不適切な方略を選択する傾向があるといえる。

また、Kornell & Bjork (2006, Experiment 2) は、フラッシュカードを使う学習方法において、学習済みとしてカードを取り除く判断を的確に行うためには学習における正確なモニタリングが必要であるとして、それぞれの学習項目について取り除くかどうかの判断とメタ記憶判断を行わせ、メタ記憶判断の正確さについて検討を加えた。その結果、実験参加者はメタ記憶判断において完全に覚えられたと判断した項目を取り除くのではなく、中程度のメタ記憶判断を与えた項目を主に取り除くという傾向を示した。

これらの結果は実験参加者のメタ記憶判断が必ずしも適切ではないことを示す結果であるといえる。しかしながら、こうしたメタ記憶判断を行う際には、記憶に保持された学習素材が少なからず活性化されるはずであり、こうした活性化が記憶の強化に繋がる可能性が考えられる。しかし、メタ記憶に関する過去の研究は、メタ記憶判断を行うこと自体が記憶保持に効果をもたらす可能性については着目していない。本研究では、素材を学習した後で、その素材についての習得の度合いを自己評価させ、こうしたメタ記憶判断がもたらす記憶への効果について検討を加えることにした。テスト効果については検索の経験がもたらすポジティブな効果であるという検索仮説が一定の支持を得ている (Dempster,

1996; Roediger & Karpicke, 2006a) が、学習後に行うメタ記憶判断においても評価対象の学習項目をもう一度想起するという処理過程が必ず伴うはずである。また、学習の機会が複数回与えられる場合、学習直後に意識的にメタ記憶判断を行うことで、次の学習機会においてどのような処理過程を適用すべきかについて有効なフィードバックを得られるものと期待できる。特に、困難な学習課題の場合、次の学習機会において、学習項目の再認識がたとえ断片的であっても既知感を伴う限り、より精緻な処理過程の適用を促す働きをなすものと思われる (cf. Bjork, 1994)。

### 2.3 分散させるための時間の有効利用についての検討

Dempster (1988) は、学校の授業においても分散学習を採り入れるべきであると主張している。この主張に対して、Vash (1989) は、実際の授業環境において分散学習を導入することは時間的な制約から困難であると反論している。同様に、Esgate & Groome (2005) は、分散効果を利用する分散学習は学習フェーズを分散させる必要があるため、集中学習に比べて全体として学習時間が長くなる。そのため、学習フェーズを分散させるために用いる時間間隔を有効に利用しない限り効率的ではないと指摘している。

これまで分散学習の時間間隔を実験要因として操作したもの (e.g., Baddeley, 1990) や再生までの時間を実験要因としたもの (e.g., Bahrick & Phelps, 1987) など分散効果に関して様々な研究が行われてきた。しかし、分散された学習フェーズの間の時間をいかに有効利用するかについては、これまであまり検討されてこなかった。そこで本研究の実験 4 では、学習フェーズ間の時間を同様の素材の学習に支障なく適用できれば、結果的に全体としてより効率的に学習できることになると考え、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ることにした。

### 第3章

#### 実験1：分散効果とテスト効果およびメタ記憶判断の効果

実験1の目的の一つは、新知識の習得という実際的な学習課題において、再学習に替えてテストを行うことの効果および学習時にメタ記憶判断を行うことの効果について検討を加えることであった。具体的には、初回の学習機会と同様に2回目の学習機会において再び学習を行う条件を基準として、2回目の学習機会は再学習に替えてテストを行う条件と、2回の学習機会にそれぞれメタ記憶判断を行う条件の効果を比較した。さらに、それぞれの学習方略において、2回の学習機会の間隔が短い条件と長い条件を組み込むことで、これらの学習方略に対して分散効果が加算的な効果をもたらすかについて検討を加えた。なお、再学習に替えてテストを行う条件では、実験参加者の回答に対してフィードバック(正解の提示)を与えなかった。これは、テスト効果の先行研究においてフィードバックを与えない場合でもテスト効果がみられること(Roediger & Karpicke, 2006a)と、学習素材の提示時間および全体の学習時間について他の学習方略条件との統制を図るためにあった。

#### 3.1 実験方法

##### 実験参加者

導入レベルの認知科学を受講中の下位年次の大学生135人を三つの学習方略条件に45人ずつ無作為に配置した。

##### 実験素材

実験参加者にとって新たな知識である学習項目を作成するにあたって、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。各項目の問題文は簡潔な1文で表す

ものとし、その答えは1単語で表すものとした。例えば、問題文が“「借り入れを除く税収などの歳入」から「過去の借り入れに対する元利払いを除いた歳出」を差し引いた財政収支。”で解答が“プライマリーバランス”というようなものであった。これら80項目について実験参加者よりも上位年次の大学生36人を対象にスクリーニングテストを行った。スクリーニングテストは、解答者の負担を考慮して、1人あたりの項目数を40とし、解答するのに十分な一定時間内で答えを求めた。順序効果を考慮して、80項目を無作為に4組に分け、二つの組の組合せと提示順序を変えて計12セットのテスト問題を作成し、それらを均等に用いた。スクリーニングテストの結果、正答率が0%であった15項目を本実験の学習項目とした。

##### 実験デザイン

学習フェーズは1項目につき2回とした。2回の学習フェーズに対する学習方略の条件として、いずれの学習フェーズにおいても問題文と解答が同時に提示される「学習-学習」条件(SS条件)、いずれの学習フェーズにおいても問題文と解答が提示された後に覚えられたかどうかについてメタ記憶判断を求められる「学習+メタ記憶判断-学習+メタ記憶判断」条件(MM条件)、1回目の学習フェーズでは問題文と解答が同時に提示されるが2回目の学習フェーズでは問題文のみが提示されて解答を求められる「学習-テスト」条件(ST条件)の3種類を設定した(Table 3-1)。いずれの学習方略条件においても、各項目の1回目の提示時間は初出であることを考慮して11秒とし、2回目の提示時間は9秒とした。

Table 3-1

Learning Strategies in Experiment 1

Learning Phase 1		Learning Phase 2	
SS	Study		Study
MM	Study + Metacognitive Judgment		Study + Metacognitive Judgment
ST	Study		Test

これらの学習方略条件間における全体の学習時間の統制を図るために、SS 条件においては学習項目の提示後に各回とも 3 秒間のブランク画面を挿入した。ST 条件では 1 回目の項目提示の後にはブランク画面を 3 秒間挿入したが、2 回目の項目提示の際には、語句説明のみを 9 秒間提示し、続いて解答を求める画面を 3.5 秒間提示した。MM 条件においては、学習項目の提示に続いて学習度を 7 段階（1：全く覚えられていない—7：完璧に覚えることができた）で評定する画面を提示した。評定画面は実験参加者が該当する数字を入力すると次の画面に切り替わるように設定されていた。

分散効果に関する学習方略条件については、上記の三つの学習方略条件のそれぞれにおいて、学習項目の 2 回の学習フェーズの間隔を挿入される別の問題の数によって操作した。挿入される問題数は「1 問」、「5 問」、あるいは「11 問」で、15 個の学習項目をこれら三つの挿入問題数条件に 5 個ずつ配置した。すべての学習項目を三つの挿入問題数条件において均等に用いるために三つの問題提示リストを作成し、実験参加者間で均等に用いた。

#### 実験手続き

後述のポストテストを除き、実験はすべて心理学実験ソフト SuperLab で制御された。学習項目は一つずつコンピュータ画面の上部に語句の説明文、下部に語句が提示された。

実験参加者は、はじめに画面表示の例示を受けた。次に、SS 条件の実

験参加者は、画面の上下に表示される語句の説明文と語句を読んで語句の意味を学習した。MM 条件の実験参加者は、SS 条件と同様の画面において語句の学習を行った後、続いて提示される学習度評定の画面において、語句を覚えることができたと思うかについて 7 段階で自己評価を行った。実験参加者が数字を入力すると次の語句説明の画面に切り替わった。ST 条件では、実験参加者は 1 回目の学習フェーズにおいて、SS 条件と同様の画面を提示され、語句の学習を行った。ST 条件の 2 回目の学習フェーズ（プリテスト）では、画面に語句の説明文のみが提示され、続いて「語句は？」と中央に書かれた回答画面が提示され、実験参加者は答えの語句を実験担当者に口頭で回答した。

実験参加者はいずれかの学習方略条件において計 31 個（ターゲット 15 問 ×2 回提示 + ダミー問題 1 問 1 回提示）の学習課題を行った。そして、学習課題終了 5 分後にターゲットの 15 問を対象としたポストテストを行った。ポストテストは筆記形式で、解答用紙の左側には学習時に提示された語句の説明文が記載され、右側には解答欄が設けられていた。

#### 3.2 結果と考察

三つの学習方略条件（SS, MM, ST）と三つの挿入問題数（分散）条件に分けて求めたポストテストの平均正答率を Figure 3-1 に示す。ポストテストの結果について、学習方略が実験参加者間要因で挿入問題数が実験参加者内要因である 3 (学習方略) × 3 (挿入問題数) の 2 元配置の分散分析を適用した。学習方略の主効果は有意水準に達しなかったが有意な傾向 ( $F(2, 132) = 3.03, .05 < p < .1$ ) を示しており、MM 条件、ST 条件よりも SS 条件の方がポストテストの正答率が高い傾向を示した。また、挿入問題数の主効果が有意 ( $F(2, 264) = 11.73, p < .001$ ) であり、挿入問題数を 1 問とするよりも 5 問、11 問とした方がポストテストの正答率が高かった。なお、学習方略と挿入問題数の交互作用は有意ではなかった ( $F < 1$ )。

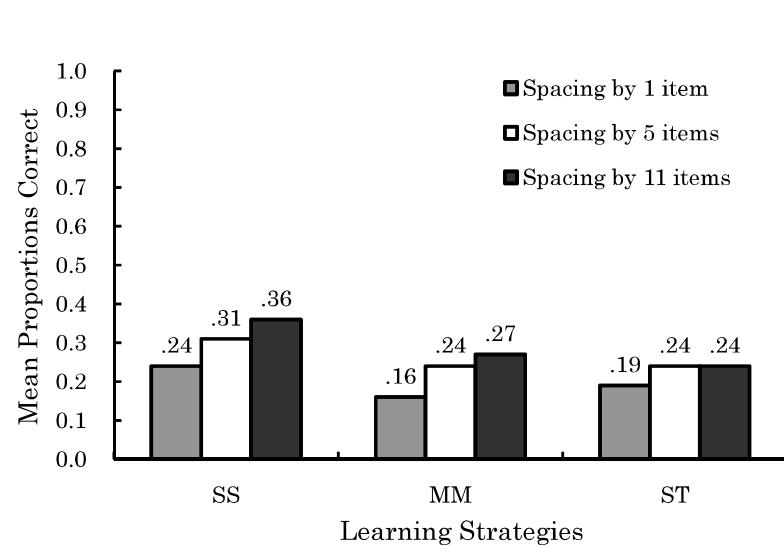


Figure 3-1. Mean proportions correct as a function of learning and spacing conditions in Experiment 1.

実際の学習に即した課題要求に対しても得られた。これは、分散効果の生態学的妥当性を示す結果であるといえる。また、どの学習方略に組み込まれたかにかかわらず分散効果が得られたことは、分散効果の頑健性を示す結果であるといえる。

ST 条件の正答率が、SS 条件の正答率を上回るといったテスト効果が見られなかっただけでなく、むしろ SS 条件の正答率よりも低い傾向を示した。これについては、口頭での回答を求めるプリテストに対する練習問題が与えられなかつたため、実験参加者がプリテストにおける課題要求に的確に対応できなかつた可能性が考えられる。MM 条件についても、ポストテストの成績が SS 条件を上回るといったメタ記憶判断の効果が見られず、むしろ SS 条件よりも成績が下回るという傾向を示した。これは、メタ記憶判断がそもそも記憶保持に効果がないことを示すものとも考えられるが、実験で用いた学習度評定の課題要求が比較的高く、二重課題による注意分割が起きた可能性も考えられる。

その一方で、挿入問題数を 1 問とするよりも 5 問、11 問とした方がポストテストの正答率が高いという分散効果が、新たな知識の習得という

## 第4章

### 実験2：分散効果とテスト効果およびメタ記憶判断の効果 — テストの課題要求への慣れと注意分割の軽減を踏まえて —

実験1において、分散効果は示されたものの、テスト効果およびメタ記憶判断の効果は見られなかった。テスト効果が見られなかった理由として、プリテストに対する練習問題が与えられなかつたことから、実験参加者が口頭での回答を含む課題要求に不慣れであり、2回目の学習機会を十分に活用できなかつた可能性が考えられる。また、メタ記憶判断の効果が見られなかつた理由として、7段階での評価を求める学習度評定が実験参加者にとって二重課題となり注意分割が起きた可能性が考えられる。

そこで、実験2では、ST条件におけるプリテストについて練習問題を与えて教示を徹底するとともに、MM条件におけるメタ記憶判断の負荷を軽減するために学習度評定を7段階評価から二者択一へと簡略化し、これらの学習方略の効果について再び検証を行つた。

#### 4.1 実験方法

##### 実験参加者

導入レベルの認知科学を受講中の実験1とは別の下位年次の大学生126人を三つの学習方略条件に42人ずつ無作為に配置した。

##### 実験素材と実験デザイン

ST条件における練習問題として既存の知識で解答できる一般常識問題を新たに5問作成した。これら5問の練習問題は全体の時間が長くなりすぎないように挿入問題が0問と1問のものとに限定した。また、MM条件における学習度評定の画面を、7段階評価を求めるものから、「覚え

ることができましたか」という問い合わせに対して「はい」か「いいえ」で回答するものに変更した。そのほかの実験素材および実験デザインについては実験1と同じであった。

##### 実験手続き

ST条件においてプリテストの回答方法について周知を図るために練習問題を5問行わせたことと、MM条件において学習度評定を「はい／いいえ」の二者択一で行わせたこと以外は実験1と同様であった。

#### 4.2 結果と考察

3種類の学習方略条件（SS, MM, ST）と三つの挿入問題数（分散）条件に対するポストテストの平均正答率をFigure 4-1に示す。ポストテストの結果について、学習方略が実験参加者間要因で挿入問題数が実験参加者内要因である3（学習方略）×3（挿入問題数）の2元配置の分散分析を適用したところ、学習方略の主効果は有意ではなかつた（ $F(2, 123) = 1.26, p = .29$ ）。挿入問題数の主効果も有意ではなかつたが（ $F(2, 264) = 1.92, p = .14$ ）、交互作用に有意な傾向（ $F(4, 264) = 2.04, .05 < p < .1$ ）が見られた。

実験1で見られた挿入問題数の主効果が実験2では見られなかつた。代わりに、交互作用が有意な傾向を示した。これは、ST条件が、他の2条件とは異なり、挿入問題数が少ない場合の方がポストテストの成績が良いという傾向を示したことによるといえる。これは、実験1のST条件とは異なる結果である。ST条件に関して実験1と実験2の違いは、学習課題の前に練習問題を行わせたか否かである。実験2で行われた練習問題は、口頭での回答に慣れさせるためのものであり、全体の練習時間が長くなりすぎないようにと、挿入問題数が0問と1問のものに限定した。記憶テストへの備え方が実際の記憶成績に影響を与える（Tversky, 1973）ことがあり、学習フェーズの間隔が短いケースのみを練習問題として与えたことが、挿入問題数が1問の場合の学習に対して有利な練習効果をもたらした可能性が考えられる。

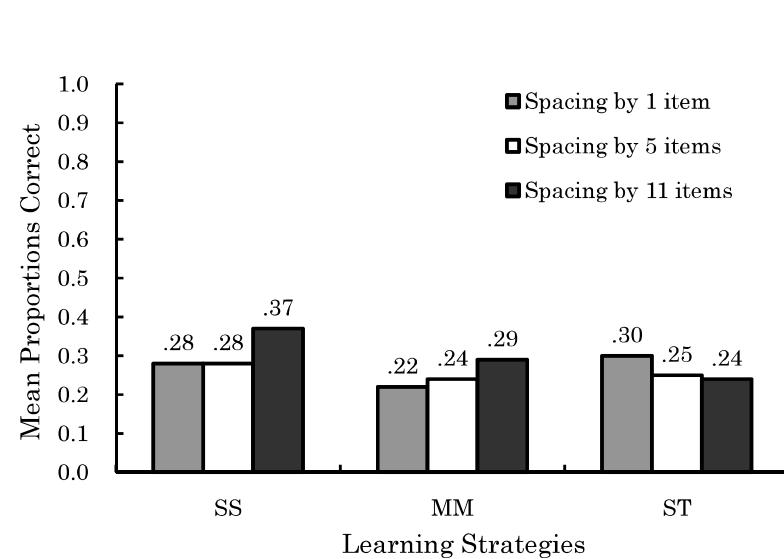


Figure 4-1. Mean proportions correct as a function of learning and spacing conditions in Experiment 2.

そこで、2回の学習フェーズのいずれにおいても問題文と解答を提示されるという点で共通しているSS条件とMM条件を対象に2(学習方略)×3(挿入問題数)の2元配置の分散分析を適用してみた。学習方略の主効果は有意ではなかった( $F(1, 82) = 2.39, p = .13$ )が、挿入問題数の主効果が有意( $F(2, 164) = 4.75, p < .01$ )であり、挿入問題数を1問、5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かった。なお、学習方略と挿入問題数の交互作用は有意ではなかった( $F < 1$ )。このことから、SS条件とMM条件においては、新知識の習得という状況においても、学習方略に依存せず分散効果が得られたといえる。

一方、MM条件におけるメタ記憶判断については、実験1と同じく効果が認められなかった。しかし、実験1ではSS条件よりも劣っていた成績が、実験2ではSS条件と有意な差を示さないところまで向上した。これらは、SS条件のように特別な方略を指示されない学習においても自

発的にメタ記憶判断が行われており、負荷のかかる意識的なメタ記憶判断はむしろ注意分割を招く危険性があることを示唆するものと考えられる。

## 第5章

### 実験3：分散効果と学習後のブランク画面の提示の効果

実験1・2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。対象の学習素材に触れながら（例えば、見ながら、もしくは、聞きながら）行うリハーサルを刺激ベースのリハーサル (stimulus-based rehearsal) といい、対象の学習素材に触れることなく記憶の中にある学習素材を利用して行うリハーサルを記憶ベースのリハーサル (memory-based rehearsal) という。Watkins & Peynircioglu (1982) は、学習者のリハーサルは、学習の初期段階では刺激ベースのリハーサルを行うが、熟達するにつれて記憶ベースのリハーサルに移り変わるとして、これら二つは区別されるべきとしている。さらに Johnson (1980) は、刺激ベースのリハーサルは、対象の学習素材に触れ続けるため学習試行と状況が変わらないことから、単に追加された学習試行であるとしている。これらのことから記憶ベースのリハーサルの方が刺激ベースのリハーサルに比べて、記憶保持に効果を持つことが十分に考えられる。実験1・2のSS条件では、ブランク画面が提示されている間に、こうした記憶ベースのリハーサルが効果的に働いた可能性が考えられる。そこで、実験3では、ブランク画面を提示する条件と提示しない条件を比較することで、問題提示直後にブランク画面を提示することの効果について検証を加えた。

## 5.1 実験方法

### 実験参加者

導入レベルの認知科学を受講中の実験1・2とは異なる下位年次の大学生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。

### 実験素材

実験1・2で使用した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。

### 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、実験1・2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秒間のブランク画面を提示する条件を本研究では「ブランク提示」条件とした (Figure 5-1)。ブランク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「ブランク非提示」条件を用意した (Figure 5-1)。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、その時間をブランク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、ブランク提示条件における問題提示の間隔をブランク非提示条件における問題提示の間隔と等しくした「間隔短縮」条件を加え (Figure 5-1)、ブランク非提示条件と

Condition	Focus of Analysis	Learning Phase 1		Insert Item(s)	Learning Phase 2	
No Blank	Interval of Learning Phases	Study Item		Study Item		
	Interval of Item Presentation	Study Item		Study Item		
With Blank	Interval of Learning Phases	Study Item	Blank	Study Item		Blank
	Interval of Item Presentation	Study Item	Blank	Study Item		Blank
Shorter Interval with Blank	Interval of Learning Phases	Study Item	Blank	Study Item	Blank	
	Interval of Item Presentation	Study Item	Blank	Study Item	Blank	

Figure 5-1. A schematic presentation of the composition and time interval of learning phases for each learning strategy used in Experiment 3.

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ブランク画面に置き換えることの有効性の検証を行った。さらに、ブランク提示条件と間隔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。

### 実験手続き

後述のポストテストを除き、実験はすべて心理学実験ソフト SuperLab で制御された。学習項目は一つずつコンピュータ画面の上部に語句の説明文、下部に語句が提示された。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問を対象としたポストテストを行った。ポストテストは筆記形式で、解答用紙の左側には学習時に提示された語句の説明文が記載され、右側には解答欄が設けられていた。

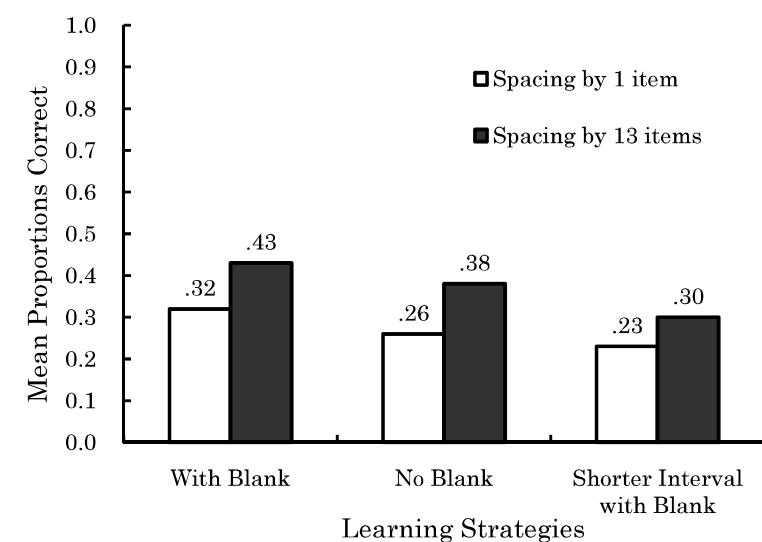


Figure 5-2. Mean proportions correct as a function of learning and spacing conditions in Experiment 3.

### 5.2 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 Figure 5-2 に示す。

#### 学習フェーズの間隔が等しい条件の比較

ブランク非提示条件とブランク提示条件は、一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、その時間をブランク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ブランク提示条件

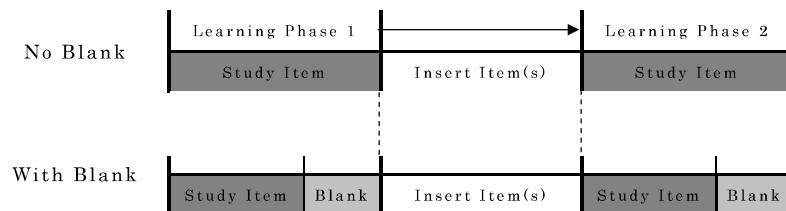


Figure 5-3. Comparison between two learning conditions, with and without blank, that were of equal study time for and equal interval between learning phases (Experiment 3).

とブランク非提示条件を対象に分析を行った (Figure 5-3)。

ポストテストの結果について、学習方略を実験参加者間要因で挿入問題数が実験参加者内要因である 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 ( $F(1, 94) = 20.67, p < .0001$ ) 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 ( $F(1, 94) = 1.32, p = .25$ ) 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ブランク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。

#### 問題提示の間隔が等しい条件の比較

実験 3 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ブランク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、前項の学習フェーズの間隔が等しい条件の比較において、ブランク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、その時間をブランク画面の提示に置き換えることの効果が同じく期待できないものなのかなを調べるため、一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ブランク非提示条件と間隔短縮条件

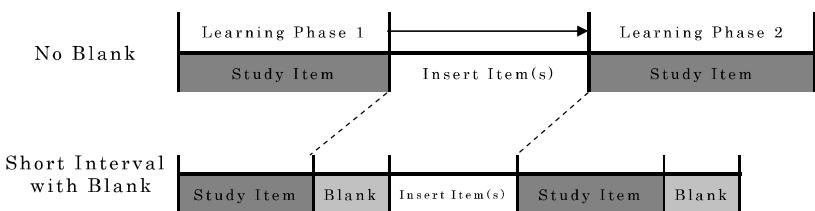


Figure 5-4. Comparison between two learning conditions that were of standard and shorter (with blank) item presentations but were of equal interval between item presentations (Experiment 3).

件を対象に分析を行った (Figure 5-4)。

ポストテストの結果について、学習方略を実験参加者間要因で挿入問題数が実験参加者内要因である 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 ( $F(1, 94) = 19.38, p < .0001$ ) 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 ( $F(1, 94) = 1.70, p = .20$ ) 及び交互作用 ( $F(1, 94) = 1.96, p = .16$ ) 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ブランク非提示条件に比べ、他の学習素材とブランク画面に触れる間隔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。

#### 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間隔短縮条件は 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

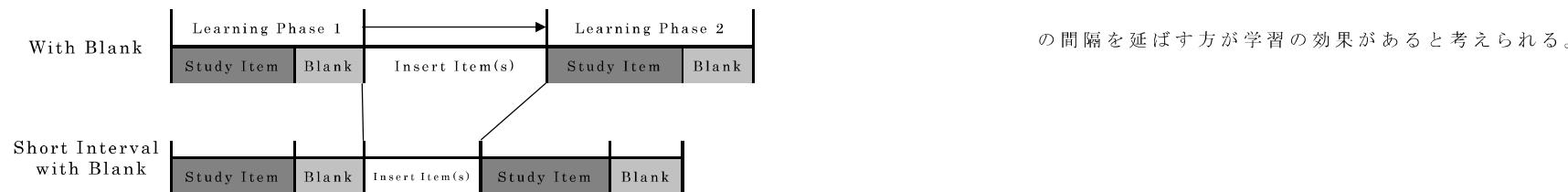


Figure 5-5. Comparison between two learning conditions that were of equivalent time and composition (with blank) of learning phase but of unequal interval between learning phases (Experiment 3).

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間隔短縮条件を対象に分析を行った（Figure 5-5）。

ポストテストの結果について、学習方略を実験参加者間要因で挿入問題数が実験参加者内要因である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 ( $F(1, 94) = 10.67, p < .01$ ) 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 ( $F(1, 94) = 5.94, p < .05$ ) であり、間隔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、間隔短縮条件に比べ、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。

### 3 条件の比較

間隔短縮条件を基に考えると、間隔短縮条件の問題提示の時間を延ばした条件がブランク非提示条件といえ、間隔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。間隔短縮条件とブランク非提示条件の間に有意差ではなく、間隔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。

## 第6章

### 実験4：分散効果の有効利用を求めて

実験1・2とともに、学習素材に2度触れるSS条件とMM条件において、実験3では全ての条件において、新たな知識の習得という課題要求の高い学習状況においても分散効果が得られた。このことは学習フェーズの分散に用いる時間間隔の有効利用をさらに求めるものといえる。なぜなら、分散学習は生態学的妥当性と頑健性の観点から効果的な学習方略であるといえるが、学習フェーズを分散させる必要があるため、全体の学習時間が長くなる。このため、分散された学習フェーズの間を有効利用できない限り、効率的であるとはいえないからである。

実験4では、学習フェーズの分散に用いる時間間隔を有効に利用する方法として、別の学習素材についての習得に適用できないか検討することにした。ここで考えなければならないのは、学習フェーズの間に挿入される課題による学習課題への干渉の可能性である。先に学習した情報の記憶が後に続く情報の学習を阻害する順向干渉も、後に学習した情報が先に学習した情報の記憶を阻害する逆向干渉も、テストされる情報と阻害する情報の類似度が大きいほど干渉が大きいことが示されている(Underwood, 1957)。したがって、挿入される課題が同種の素材の場合は学習課題への干渉が起きる可能性が十分に考えられる。学習フェーズの間を別の学習素材の習得に利用できれば全体としてより効率的に学習できるといえるが、挿入される学習素材により干渉が起きて全体的に成績が下がることは好ましくない。

そこで実験4では、挿入される課題による干渉が起こりやすいと思われる同種の素材と、干渉が軽減されると期待できる異種の素材を挿入課題に用いることで、学習フェーズの間に挿入される課題によって分散効果の有効性に影響が現れるか検証した。具体的には、同種の素材として学習素材と同じ一般常識問題を、異種の課題として迷路パズルを用いた。異種の挿入課題に迷路パズルを使用したのは、学習課題とは異種の性質を持つように、記憶を求める課題ではなく、言語素材に関する視覚的ブ

ライミングあるいは干渉を起こす課題でもないことと、それ自体が実験参加者にとって特異な課題ではないことが望まれたからである。

さらに、学習フェーズの間に挿入される課題の難易度による影響についても検討を加えることにした。Underwood(1970)は、分散学習の挿入課題として、何もしない条件、一桁の足し算を読む条件(e.g., 3+4)、実際に一桁の足し算を行う条件の三つを設定し、2音節からなる名詞を記憶させた。その結果、各条件において分散効果が得られたが、足し算を行う条件のみが他の2条件よりも再生率が低かった。そこで、挿入課題の時間を1秒から2秒に増やし、一桁の足し算を読む条件と一桁の足し算を行う条件の2条件を比較したところ、2条件の再生率に差は見られなかった。これらの結果から、Underwoodは挿入課題の難易度は分散効果に影響を及ぼさないとした。しかし、Underwoodの研究の学習素材と挿入課題はともに単純なものであり、分散の間隔も2秒と実際の学習環境に即しているとは言い難い。

Bjork & Allen(1970)は、二回の素材提示によって、一般的な三つの4文字の名詞を記憶させた。二回の提示間隔は、挿入課題によって、4.5秒と18秒の二つに設定された。実験参加者は、挿入課題として3桁もしくは5桁によって難易度が操作された数字の読み上げを求められた。二回目の素材提示から再生テストまでの保持期間は、12秒もしくは20秒のいずれかであった。その結果、各条件において分散効果が得られた。また、挿入課題の難易度が影響したのは、挿入時間が長くかつ保持期間が長い条件のみで、挿入課題の難易度が高い方が、難易度が低い場合に比べて、再生テストの間違いの頻度が少なかった。他の条件に関しては、統計的に有意な差は見られなかったものの、挿入課題の難易度が高い方が、難易度の低い場合に比べて、間違いの頻度が低い傾向が見受けられた。しかし、Bjorkらの研究の学習素材と挿入課題もともに単純なものであり、分散の間隔が15秒、テストまでの保持期間が20秒とこちらも実際の学習環境に即しているとは言い難い。そこで実験4では、実験1と同様に新たな知識の習得という実際の学習に近い課題において、挿入される課題の難易度を迷路パズルの複雑さによって操作し、学習フェーズの間に行う課題の難易度がターゲット課題の学習に及ぼす影響について検証した。

## 6.1 実験方法

### 実験参加者

導入レベルの認知科学を受講中の実験1・2・3とは別の下位年次の大学生96人を3条件に32人ずつ無作為に配置した。

### 実験素材と実験デザイン

学習素材は実験1・2・3と同様の15項目に加え、実験1に際して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項目を使用した。その中の8項目をターゲットの学習素材とし、残りの8項目を同種の学習素材として用いた。また、学習フェーズの間隔に挿入する迷路課題の難易度は迷路パズルの複雑さにより操作した。迷路パズルは複雑なものと単純なものとに分けて、それぞれA4用紙1枚に1問として計40問からなる冊子を用意した。

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で行う挿入課題として、複雑な迷路パズルを与えられる「複雑迷路」条件、比較的単純な迷路パズルを与えられる「単純迷路」条件を用意した。実験参加者はヘッドホンから流れるビ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、実験素材と同種の素材を学習する「同種素材」条件を用意した。各問題の提示時間は1回目、2回目ともに10秒とした。また、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。

16項目の学習素材をターゲットと同種課題で均等に用いるためにカウンターバランスを行い、さらに、ターゲットとして用いられる学習項目を二つの挿入課題数条件で均等に用いるために四つの問題提示リストを作成した。これらの提示リストを同種課題および異種課題の各条件において実験参加者間で均等に用いた。

### 実験手続き

迷路パズルを挿入課題として与えられる異種課題条件では、実験参加者はビープ音の合図に従って語句の学習と迷路パズルを交互に行うように指示された。また、迷路パズルは毎回新しいパズルから開始し、パズルのルール（壁を通り抜けない）を守り、できるだけ多くのパズルに取り組むように指示された。同種の素材が挿入課題に用いられる条件では、語句の学習を行うようにとの教示のみであったが、異種課題条件との統制を図るために、提示項目の切り替え時にビープ音が鳴るように設定された。

実験参加者は、はじめに語句説明と語句が上下に表示される画面を1枚例示された。異種課題条件では、画面の例示に続いて例題用の迷路パズルを1問与えられた。実験参加者はいずれかの挿入課題条件において学習および挿入課題を行い、終了5分後に実験1・2と同様の筆記形式のテストを行った。このテストは、異種課題条件、同種素材条件とともにターゲットの8問のみを対象とするものであった。

## 6.2 結果と考察

迷路課題に難易度の差があったかを確認するために、単純迷路条件と複雑迷路条件の遂行成績を比較した。遂行成績を計算するため、迷路パズル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過したごとに得点を与えた。単純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、単純迷路条件の平均点が41.0点( $SD = 14.2$ )だったのに対し、複雑迷路条件の平均点は、12.9点( $SD = 5.3$ )であった。また、迷路課題の採点結果に対して $t$ 検定を適用したところ、迷路課題の効果が有意( $t(70) = 10.28, p < .0001$ )であった。これらは、二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。

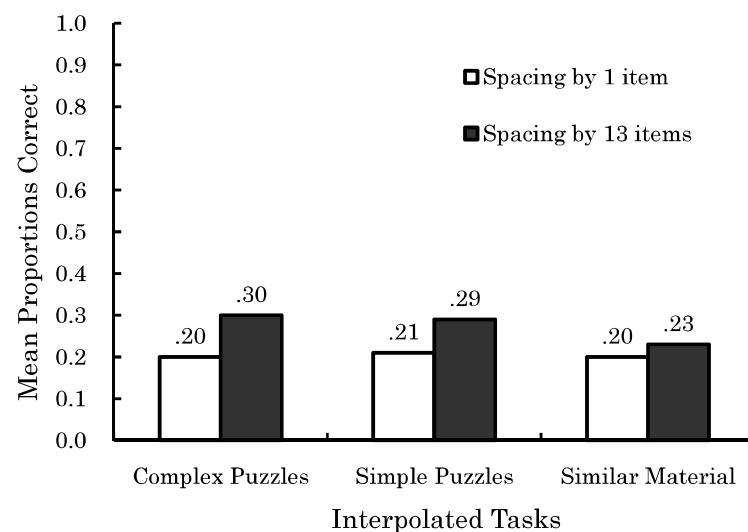


Figure 6-1. Mean proportions correct as a function of interpolated tasks and spacing condition in Experiment 4.

3種類の挿入課題条件におけるテストの平均正答率を Figure 6-1 に示す。テストの結果について、挿入課題が実験参加者要因で挿入問題数が実験参加者内要因である  $3$  (挿入課題)  $\times 2$  (挿入問題数) の 2 元配置の分散分析を適用したところ、挿入課題の主効果は有意ではなかった ( $F < 1$ )。挿入問題数の主効果が有意 ( $F(1, 93) = 4.42, p < .05$ ) 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、挿入課題と挿入問題数の交互作用は有意ではなかった ( $F < 1$ )。

この結果は、学習フェーズの間で行う挿入課題の難易度が学習課題の成績に影響しないことを示唆するものであり、さらに、挿入課題として同種の素材の学習を行っても学習課題の成績に大きく影響しないことを

示唆するものである。つまり、学習フェーズの間で行う課題の特性については特に考慮する必要はなく、単に時間をあけることが重要であるといえる。このことから、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別の素材の学習に利用することが考えられる。

## 第7章

### 全体的考察

本研究は、「分散効果の生態学的妥当性」、「分散効果の複合利用」および「分散させるための時間の有効利用」の大きく三つテーマに基づいて行われた。そこで第7章では、それぞれについてさらに考察を加える。

#### 7.1 生態学的妥当性の検討

従来の記憶実験では、対連合学習のような単語の対が学習素材として使用されてきた。そして、それらの多くが、手がかり語とターゲット語が共に既知である項目を使用した任意の対であった。しかし、日常生活で遭遇する“新しい知識の習得”的な学習素材は、未知である知識であり、その意味を既知である語によって与えられるものがほとんどである。そのため、Richlandら(2007)も、学習素材を生態学的妥当性の高いものにする必要があるとしている。そこで本研究では、実験参加者にとって未知である知識をターゲットとして使用し、既知である語を用いた説明文を手がかりとして使用することで、学習素材を生態学的妥当性の高いものとした。こうした実社会の要求に即した新しい知識の習得という課題に対して、実験1・2とともに、学習素材に2度触れるSS条件とMM条件で分散効果を支持する結果が得られた。また、実験3・4においても、全ての条件において分散効果を支持する結果が得られた。これらの結果は、分散効果の生態学的妥当性と頑健性を示す結果であるといえる。

#### 7.2 分散効果の複合利用

分散効果を他の学習方略と複合して使用することで、効果が加算的に働くならば、分散効果をより有効に利用することが可能であるといえる。そこで本研究では、分散効果を従来の記憶研究で提唱されてきたテスト

効果と新たな学習方略の可能性としてのメタ記憶判断の効果と複合して検討することで、分散効果の複合利用の加算的效果について検証した。その結果、分散効果は見られたものの、複合して検証を行ったテスト効果とメタ記憶判断の効果はいずれも見られなかった。これについて、それぞれ次の項で考察する。

#### 7.2.1 テスト効果

テスト効果については特に支持する結果は得られなかった。Roediger & Karpicke (2006b)は、学習から5分後のポストテストにおいては再学習条件の方がテスト条件よりも正答率が高いが、学習から1週間後のポストテストにおいてはテスト条件の方が再学習条件よりも正答率が高くなることを示した。学習からポストテストまでの保持期間を5分とした本研究においても、実験1では「学習－学習」条件の方が「学習－テスト」条件よりも正答率が高いという結果が得られた。本研究で用いた比較的困難な学習課題についても、長い保持期間後にポストテストを行った場合に、Roediger & Karpicke (2006b)と同様にテスト効果が見られるか興味のあるところであり、再学習に替えてテストを行うことの短期的な効果と長期的な効果についての系統だった検討がさらに求められる。

#### 7.2.2 メタ記憶判断

学習時にメタ記憶判断を行うことによる付随的な検索経験や精緻化処理の効果の可能性についても支持する結果は得られなかった。さらに、メタ記憶判断を7段階評定から2段階評定にしたところ、「学習－学習」条件との差が縮まった。これは、意識的なメタ記憶判断はかえって注意分割を招き、学習に費やされる符号化処理の効果を低減させる可能性があることを示唆するものといえる。また、「学習－学習」条件においても本研究で用いたようなメタ記憶判断がそもそも自発的に行われていた可能性が考えられる。なぜなら、学習後にテストが実施されるとわかっている場合は、学習時に後で思い出すことができるかどうか自問自答する

ことが十分に考えられるからである。いずれにしても、学習者が意識的に行う方略としてのメタ認知的処理の効果については、新たなメタ記憶判断を案出してさらに検討を進める必要がある。

### 7.3 時間の有効利用

実験4においては、記憶の保持について、学習フェーズの分散に適用する時間間隔は影響するが、学習フェーズの間に行う挿入課題の質と難易度にはほとんど影響を受けないことが示された。これは、学習フェーズの間で行う課題の特性については特に考慮する必要はなく、時間間隔をあけることが重要であることを示唆するものであり、実験1・2で示され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。同種の学習課題を間に挿入しても後のテストの成績にほとんど影響しないことから、分散学習において学習フェーズの間の時間を有効に利用する方法として、何らかの学習素材の習得に利用することが考えられる。しかしながら、同種の素材についての学習を挿入した条件は、異種の素材の学習を挿入した条件に比べて、統計的に有意な差は見られなかったものの、テストの成績が全体的に5%ほど低く、分散効果の減少も見られた。今後、学習フェーズの間隔を同種の素材の学習に適用するという利用方法についてはさらに詳細な検証が必要である。

### 7.4 分散効果の頑健性

学習効果に関する研究成果を実際の教育現場に採り入れるためには、生態学的妥当性の高い学習素材や保持期間を用いた実験研究を行うなどの実験研究からのアプローチと、実験研究で提唱してきた学習効果を実際の授業環境の中で効果を示すといった、実際の授業環境からのアプローチが必要である（Richland, Linn & Bjork, 2007）。本研究では、前者のアプローチでもある生態学的妥当性の高い学習素材を使用した実験研究において分散効果を示した。これらは、分散効果の生態学的妥当性と頑健性を示す結果であるといえる。さらに、分散効果を他の学習方略と複合して使用しても、分散効果が示された。この結果も効果の頑健

性を支持するものであるといえる。しかし、分散効果を利用する分散学習は、学習フェーズの間隔を確保するための時間を有効に利用しないかぎり、効率的な学習方略とは言えない（Esgate & Groome, 2005）。そこで本研究では、学習フェーズの分散を確保するための時間を学習時間に充てることが可能であるかを検証した。その結果、時間間隔は影響するが、時間確保のために行う学習の質と難易度は影響をしないといった効果の頑健性を支持する結果が得られた。これら本研究の結果は、分散効果の頑健性を示す結果であるといえ、分散効果の教育現場への導入がさらに期待できるものである。そのため、今後、もう一方のアプローチである実際の授業環境の中で分散効果を示すような研究を進めていく必要があるだろう。

### 7.5 教育実践に向けて

本研究で得られた結果より、分散効果は実際の教育実践での使用が期待される。例えば、フラッシュカードを用いた学習では、覚えたカードを取り除く行為が行われる。覚えたカードを取り外すことで、覚えていないカードに費やす時間を多くすることができるのだが、これでは集中学習になってしまい、逆効果の可能性がある（Kornell & Bjork, 2006）。したがって、覚えていないカードが集中学習にならないように、つまり分散効果が得られるように、過学習（over learning）になってしまっても、覚えたカードは取り除かないことがむしろ望ましいのである。しかし、それでは学習時間が非効率に使用されることになる。そこで本研究の結果より、分散させるための時間は他の学習への使用が可能であることが支持されたことから、覚えたカードを新規のカードと差し替える方略が考えられる。なぜなら、新規のカードに差し替えた場合は、覚えていないカードは集中学習にならず分散効果が期待でき、さらに学習者は、新たな学習素材に取り組むことができるからである。この例のように、学習者が分散効果を意識し学習時間を配分することができれば良いのだが、学習者は集中学習の方が効果的であると思いがちである（Simon & Bjork, 2001）。したがって、学習者に学習時間の効果的な配分を依存するのは実際には困難であると考える。しかし、例えば、e-learningの教

授方略として分散効果を採り入れることは可能であると考える。なぜなら、e-learningの場合、従来のフラッシュカードなど紙媒体の学習素材とは違い、作成者が学習素材の提示の時間的操作を分散効果が期待できるようにプログラムすることが可能であるからである。このように学習環境を用意する立場の者が、分散効果を学習方略として積極的に取り入れることが、本研究の結果からも期待される。

## 引用文献

- Baddeley, A. D. (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Bahrick, H. P., & Phelps, E. (1987). Retention of Spanish vocabulary over 8 years. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **13**, 344-349.
- Brainerd, C. J., Kingma, J., & Howe, M. L. (1985). On the development of forgetting. *Child Development*, **56**, 1103-1119.
- Bjork, R.A. (1994). Memory and metamemory considerations in the training of human beings. In J. Metcalfe & A. Shimamura (Eds.), *Metacognition: Knowing about knowing* (pp. 185-205). Cambridge, MA: MIT Press.
- Bjork, R. A., & Allen, T. W. (1970). The spacing effect: Consolidation or differential encoding? *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **9**, 567-572.
- Bruce, D., & Bahrick, H. P. (1992). Perceptions of past research. *American Psychologist*, **47**, 319-328.
- Carrier, M., & Pashler, H. (1992). The influence of retrieval on retention. *Memory and Cognition*, **20**, 633-642.
- Dempster, F. N. (1987). Effects of variable encoding and spaced presentations on vocabulary learning. *Journal of Educational Psychology*, **79**, 162-170.

Dempster, F. N. (1988). The spacing effect: A case study in the failure to apply the results of psychological research. *American Psychology*, **43**, 627-634.

Dempster, F. N. (1996). Distributing and managing the conditions of encoding and practice. In E. L. Bjork & R. A. Bjork (Eds.), *Memory* (pp. 317-344). San Diego, CA: Academic Press.

Esgate, A., & Groome, D. (2005). *An introduction to applied cognitive psychology*. New York: Psychology Press.

Greene, R. L. (1989). Spacing effects in memory: A two-process account. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **15**, 371-377.

Halff, H. M. (1977). The role of opportunities for recall in learning to retrieve. *American Journal of Psychology*, **90**, 383-406.

Hintzman, D. L. (1974). Theoretical implications of the spacing effect. In R. L. Solso (Ed.). *Theories in cognitive psychology: The Loyola Symposium* (pp. 77-99). Potomac, MD.: Erlbaum.

Hintzman, D. L. (1976). Repetition and memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, **10**, 47-91. New York: Academic Press.

Johnson, R. E. (1980). Memory-based rehearsal. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, **14**, (pp.263-307). New York: Academic Press.

北尾倫彦 (2002). 記憶の分散効果に関する研究の展望. 心理学評論, **45**(2), 164-179.

(Kitao, N. (2002). A review of research on the spacing effect in memory. *Japanese Psychological Review*, **45**(2), 164-179.)

Kornell, N., & Bjork, R. A. (2006). Negative consequence of self-regulated study with flashcards. Paper presented at the 18th APS Annual Convention, N. Y.

Landauer, T. K. (1969). Reinforcement as consolidation. *Psychological Review*, **76**, 82-96.

Landauer, T. K., & Bjork R. A. (1978). Optimum rehearsal patterns and name learning. In M. M. Gruneberg, P. E. Morris, & R. N. Sykes (Eds.), *Practical aspects of memory* (pp. 625-632). New York: Academic Press.

Madigan, S. A. (1969). Intraserial repletion and coding processes in the free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **8**, 828-835.

Melton, A. W. (1970). The situation with respect to the spacing of repetitions and memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **9**, 596-606.

Metcalfe, J. (1996). Metacognitive Process. In E. L. Bjork & R.A. Bjork (Eds.), *Memory* (pp. 381-407). San Diego, CA: Academic Press.

Metcalfe, J., & Kornell, N. (2006). Study efficacy and the region of proximal learning framework. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **32**, 609-622.

水野りか (1997). 分散効果の生起過程の解明 — 再活性化説の実験と

- シミュレーションによる検証 — 認知科学, 4(2), 20-38.
- (Mizuno, R. (1998). Exploring the cause of spacing effects: A test of a reactivation theory by experiments and simulations. *Cognitive Studies*, 4(2), 20-38.)
- 水野りか (1998). 分散効果の有効性の原因 — 再活性化量の影響の実験的検証 — 教育心理学研究, 46, 11-20.
- (Mizuno, R. (1998). The cause of spacing effect: A test on the influence of reactivation amount. *Japanese Journal of Education psychology*, 46, 11-20.)
- 水野りか (2004). 処理水準の再活性化説による説明可能性の実験的検討 教育心理学研究, 52, 33-43.
- (Mizuno, R. (2004). Application of reactivation theory to the explanation of processing levels. *Japanese Journal of Education psychology*, 52, 33-43.)
- Neisser, U. (1976). *Cognition and reality*. San Francisco: Freeman.
- Neisser, U. (1978). Memory: What are the important questions? In M. M. Gruneberg, P. E. Morris, & R. N. Sykes (Eds.), *Practical aspects of memory* (pp. 3-24). New York: Academic Press.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1980). Norms of 300 general-information questions: Accuracy of recall, latency of recall, and feeling-of-knowing ratings. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 338-368.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. *The Psychology of Learning and Motivation*, 26, 125-141. N.Y.: Academic Press.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1994). Why investigate metacognition. In J. Metcalfe & A. P. Shimamura (Eds.), *Metacognition: Knowing about knowing* (pp. 1-25). MIT Press.
- Nungester, R. J., & Duchastel, P. C. (1982). Testing versus review: Effects on retention. *Journal of Educational Psychology*, 74, 18-22.
- Richland, L. E., Linn, M. C. & R. A. Bjork (2007). Instruction. In Durso, F. T. (Eds), *Handbook of applied cognition: Second edition* (555-583). John Wiley & Sons, Ltd.
- Roediger, H. L., III. & Karpicke, J. D. (2006a). The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice. *Perspectives on Psychological Science*, 1(3), 181-210.
- Roediger, H. L., III. & Karpicke, J. D. (2006b). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, 17, 249-255.
- Rundus, D. (1971). Analysis of rehearsal processes in free recall. *Journal of Experimental Psychology*, 89, 63-77.
- Simon, D. A., & Bjork, R. A. (2001). Metacognition in motor learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27, 907-912.
- Son, L. K. (2004). Spacing one's study: Evidence for a metacognitive control strategy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30, 601-604.
- Son, L. K., & Metcalfe, J. (2000). Metacognitive control strategy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 125-141.

*Cognition*, **26**, 204-221.

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回大会発表論文集, 166-167.  
(Tanaka, K., & Kato, T.)

田中孝治・加藤隆 (2008). 学習方略としての分散効果の有効利用, 日本認知科学会第25回大会発表論文集, 292-297.  
(Tanaka, K., & Kato, T.)

田中孝治・加藤隆 (2009). 新たな知識の習得における分散効果の頑健性, 認知心理学研究, 7(1), 39-47.  
(Tanaka, K., & Kato, T. (2009). The robustness of the spacing effect in the acquisition of unfamiliar real-world knowledge. *Japanese Journal of Cognitive Psychology*, **7**(1), 39-47.)

Tversky, B. (1973). Encoding processes in recognition and recall. *Cognitive Psychology*, **5**, 275-287.

Underwood, B. J. (1957). Interference and forgetting. *Psychological Review*, **64**, 49-60.

Underwood, B. J. (1970). A breakdown of the total-time law in free-recall learning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **9**, 573-580.

Vash, C.L. (1989). The spacing effect: A case study in the failure to apply the results of psychological research (Comment). *American Psychologist*, **44**, 1547.

Watkins, M. J., & Peynircioglu (1982). A perspective on rehearsal. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of learning and motivation*, **16**,

153-190. New York: Academic Press

Wheeler, M. A., & Roediger, H. L., III. (1992). Disparate effects of repeated testing: Reconciling Ballard's (1913) and Bartlett's (1932) results. *Psychological Science*, **3**, 240-245.

Zechmeister, E. B., & Shaughnessy, J. J. (1980). When you know that you know and when you think that you know but you don't. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **15**, 41-44.

## 謝 辞

博士論文を書き上げるまで、修士課程から5年間という長きに渡りご指導いただき、研究の機会を与えてくださった関西大学総合情報学部加藤隆先生に多大な感謝をいたします。

実験1・2に協力していただいた、加藤ゼミ10期生の小澤瑞生氏、倉橋尚美氏、藏満友輝氏に感謝の意を表します。同じ研究仲間として、著者に刺激を与え、励ましをいただいた、大久保雅史氏、織田朝美氏、北脇陽子氏、志水将俊氏、中村慎佑氏、吉村啓氏、和田怜奈氏に心から御礼申し上げます。

最後に、著者を温かく見守り、惜しみない援助をし続けてくれた家族や友人に深く感謝いたします。

## 付 錄

### 学習素材

「借り入れを除く税収などの歳入」から「過去の借り入れに対する元利払いを除いた歳出」を差し引いた財政収支。

### プライマリーバランス

金融機関に特別勘定を設け、国内金融取引とは分離した形で非居住者との金融取引を行う市場

### オフショア市場

主として多国籍企業が税負担軽減を目的に利用する所得税率などが極めて低い国や地域。

### タックスヘイブン

スポーツドリンクの一つで、体液より浸透圧が低いために、水に比べて体に吸収されやすいという特徴を持つ機能性飲料。

### ハイポトニック飲料

投資家、債権者、取引先、従業員、顧客、環境影響者などを指す企業全体を取りまく利害関係者。

### ステークホルダー

選挙後まだ任期の残っている落選議員や大統領などが影響力を失った状態を揶揄的に表す用語。

#### レームダック

2004 年に環境分野の活動家としては史上初のノーベル平和賞を受賞したケニア出身の女性環境保護活動家

#### ワンガリ・マータイ

代表作としてピュリツツア賞受賞作の「大地」、「母」などを書いたアメリカの女流小説家。

#### パール・バッカ

南米ペルー沖から太平洋東部赤道域にかけて海面の水温が平年より低い状態が続く現象

#### ラニーニャ現象

環境に著しい影響を及ぼす可能性のある 13 種類の大規模事業に対し、環境に対する影響の事前評価を義務づけた法律。

#### 環境アシスメント法

米、英、カナダ、豪、ニュージーランドによって編成される、人工衛星と電算機を使った大規模な通信傍受システム。

#### エシュロン

あらゆる法令やルールを厳格に尊重し、社会的規範に基づいて誠実かつ公正な企業活動を遂行すること。

#### コンプライアンス

あらかじめ決まった値段で、前菜・主菜・デザートなどをそれぞれ数種類のメニューの中から 1 皿ずつ選ぶ形式。

#### プリフィクス形式

2004 年 12 月に米コンピュータ大手の IBM のパソコン事業を買収した中国のパソコン最大手の企業グループ。

#### レノボ

代表作としてノーベル文学賞受賞作の「ジャン・クリストフ」、「魅せられたる魂」などを書いた作家。

#### ロマン・ロラン

商品をどのように仕入れ、どのようにして販売すればよいかなどの仕入れから販売までの計画的な営業活動。

マーチャンダイジング