

# 再活性化説に基づく効果的な分散学習スケジュールの実現

水 野 り か<sup>1</sup>

本研究の目的は、再活性化説に基づいて最も効果的な分散学習スケジュールを予測し、検証することにある。再活性化説とは、分散提示だと提示間隔内に先行刺激の活性度が減衰するので後続刺激の再活性化量が高まり、これが再生率の上昇につながるとするものである。実験1では、反復プライミングの手法により様々な提示間隔での再活性化量が調べられ、提示回数とともに再活性化量が最大となる提示間隔が広がることが見いだされた。実験2では、提示ごとの再活性化量が最大となるよう設定された延長型の分散学習スケジュールの分散効果が他の条件と比較され、最大となることが確認された。また、再活性化量が最大となる提示間隔が拡大するのは、提示回数のためではなく、以前の再活性化量のためである可能性が示唆された。実験3では、この可能性が反復プライミングの手法で確認された。これらの結果はみな、再活性化説を支持していただけてだけでなく、効果的な分散学習スケジュールの設定に関して重要な教育的示唆を与えてくれた。

キーワード：分散効果、分散学習、活性度、再活性化、反復プライミング。

## 問 題

分散学習の方が集中学習よりも再生率が高まるという分散効果の存在は、数多くの研究で明らかにされており、教育心理学的に最も重要な知見の1つとなっている。分散効果は、技能学習から系列刺激の記憶や文章の理解に至るまでの実に様々な学習内容・材料で確認されており (e.g., Glenberg & Lehmann, 1980; Glover & Corkill, 1987), その効果は非常に高く、しかも極めて長期間存続することが確認されている (Bahrick & Phelps, 1987)。

にもかかわらず、分散効果の原因については、これまで処理不足説、符号化多様性説など、数多くの説明が試みられてきたが、いずれの説にも反証が提出されており、未だ定説が得られるに至っていない (Greene, 1989; 水野, 1996a)。事実、数多くの教育心理学書には、分散学習が有効であるとは書かれていても、その原因は特定されてはいない。そして、これが原因してか、教育現場では、分散学習の有効性が教師にも児童・生徒にもあまり認識されていないという調査結果もある (Rothkopf, 1963; Zechmeister & Shaughnessy, 1980)。

このように、頑健でしかも長期間持続する分散効果が教育心理学的に極めて重要な知見の1つであるにもかかわらず、この原因が特定できず、教育現場にも十分認識されていないという現状は、教育心理学者とし

て極めて不本意だと言わざるを得ない。

水野 (1997) は、こうした現状を受け、分散効果の原因を記憶の活性度の観点から改めて考察し、従来の多様な実験結果に一貫した説明を与えることのできる新たな説、再活性化説を提案した。この説は、分散効果は、以前提示された刺激の記憶の活性度が提示間隔内に減衰し、再提示時の再活性化量が多くなるために生じるとするもので、水野 (1997) は、実験とシミュレーションを併用した学際的アプローチにより、再活性化説の基本的妥当性を検証した。また、水野 (1998) は、反復プライミングの手法で再活性化量を測定し、これを再生率と比較するという心理実験により、この再活性化説をより直接的な形で検証することに成功した。

さらに、水野 (1997) は、Cantor & Engle (1993) が定義するように、作業記憶が一定以上の活性度を有したすぐにも利用可能な記憶の状態だと仮定し、以前学習した記憶の活性度が一定以上高い場合は作業記憶が再活性化され、それ以下の場合は長期記憶が再活性化されるという、2つの場合を考えるべきであることを示唆した。そして、水野 (1996a) は、再生率への影響から考えて、作業記憶の再活性化のうち、以前学習した記憶の活性度が極めて高く、それを維持するためだけの再活性化量が少ない再活性化は維持リハーサルに、以前の活性度が若干減衰しており、再活性化量が多い再活性化は精緻化リハーサルに相当することを示唆した。一方、長期記憶の再活性化は検索にあたるとされ、その根拠として、水野 (1997) は、再活性化の効果と検

<sup>1</sup> 信州大学工学部

索練習効果 (Landauer & Bjork, 1978) の類似性を示した。

ただし、このように分散効果の原因を明らかにしただけでは、現場の教師に分散学習の有効性を納得させることができるだけで、どのようにすれば大きな効果もたらされるかといった、具体的かつ現実的な教育心理学的示唆を提供することはできない。幸い、再活性化説は、分散効果の原因を特定しただけでなく、その生起過程を具体化したものであるため、提示間隔による分散効果の大きさの違いを予測できるという利点を有する。

そこで、本研究では、この再活性化説の利点を利用し、どのような分散学習スケジュールが最も大きな分散効果をもたらすのかを具体的に明らかにし、より現実的な教育的示唆を得ることを目的とする。

この目的のためにこれまでの研究で得られた知見の中で最も有用だと考えられるのは、水野 (1997) の自由再生実験で得られた、提示回数の分散効果への影響に関する知見である。水野 (1997) の実験では、提示回数を独立変数とした提示2回と提示3回の場合の再生率が測定された。そして、提示回数が増えても単純に再生率が上昇するわけではないこと、そして、提示回数が増えると、再生率の上昇により広い提示間隔が必要であることが見いだされた。そしてこの結果は、提示回数が増えると記憶活性度の減衰速度がゆるやかになり、以前と同じだけの再活性化量を得るためにはより広い提示間隔をあけなければならない可能性を示していると解釈された (FIGURE 1 参照)。そして水野 (1997) は、活性度の減衰速度が提示回数とともにゆるやかになるようモデルを改良し、その場合に推定される再生率と実験で得られる再生率とを照合することで、この考え方の妥当性を確認した。

学習回数が増えれば、記憶が減衰しにくくなるというのは、直感的にも納得のいくものである。そしてこれが確かだとすれば、反復学習で高い分散効果を得るためには、提示回数が増すごとに徐々に提示間隔を広

げていくような分散学習スケジュールが最も効果的なのではないかという、教育的にも極めて有用な予想が成り立つ。

そこで本研究では、水野 (1997) で得られた分散効果への提示回数の影響が、記憶活性度の減衰速度の違いに起因することをより直接的な形で実験的に検証するとともに、そのデータをもとに、提示回数ごとに最も再活性化量が多くなるよう、徐々に提示間隔を広げた分散学習スケジュールを設定し、その有効性を確認するものとする。

記憶活性度の変化ならびに再活性化量を直接測定する実験的方法とは、水野 (1998) の用いた反復プライミングの手法である。この手法は、同じ刺激を反復提示する場合、活性化拡散理論で仮定されているように先行刺激が記憶の活性度を高めるため、後続刺激の処理時間が早まるという原理を応用したもので、後続刺激の処理時間は、先行刺激の活性度が高ければ早く、低ければ遅くなるとされる。したがって、視点をええれば、後続刺激の処理時間は、後続刺激の再活性化に要した時間だとみなすことができる (FIGURE 1 参照)。実際、水野 (1998) では、提示間隔を独立変数とした提示回数2回の反復プライミング実験で、後続刺激の処理時間が再活性化量の指標となりうることが確認されている。

そこで、本研究でもこの反復プライミングの手法を利用し、提示回数3回までの提示間隔に沿った再活性化量の変化を明らかにする。もしも、提示回数が増えると再活性化量が最大となる提示間隔が広がるならば、提示回数とともに活性度の減衰速度がゆるやかになることの直接的な証拠が得られる。次に、この実験結果をもとに、提示回数とともに徐々に提示間隔を広げ、提示ごとに最も再活性化量が多くなるような分散学習スケジュールを設定し、分散効果を調べる。もしもこの設定が最も効果的であることが明らかにできれば、再活性化説の妥当性にさらなる確証が得られると同時に、頑健だとされる分散効果をさらに効果的な形で教育実践で応用するための重要な示唆が得られると考える。

## 実験 1

### 目的

様々な提示間隔条件で3回反復提示した場合の提示間隔、提示回数ごとの刺激の処理時間を調べることで、提示回数による記憶の活性度の変化の仕方の違いと再活性化量の変化の仕方の違いを明らかにする。

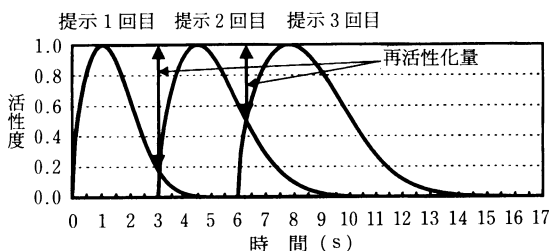


FIGURE 1 提示回数ごとの作業記憶内の活性度の変化と再活性化量の関係

1 回目の処理時間は条件間で提示位置に偏りがないことを確認するのに用いる。分析の焦点は 2 回目と 3 回目の処理時間であり、2 回目の処理時間は 2 回目の再活性化量の、3 回目の処理時間は 3 回目の再活性化量の指標となる。提示回数が増すと記憶活性度の減衰の仕方がゆるやかになるならば、処理時間が最大となる提示間隔は、3 回目の方が 2 回目よりも広くなると予想される。

## 方 法

**被験者** 大学生 30 名 (女性 15 名, 男性 15 名)。

**課 題** 反復プライミング実験で一般的に用いられる, 単語か非単語かを判断する語彙判断課題を用いる。

**条 件** 提示間隔は, 挿入項目数 (Insertion, 以下 In) で操作し, In0, In1, In2, In3, In4, In5, In6, In7, In8, In15 の 10 条件を設けた。提示回数は 3 回である。

**刺 激** 刺激系列は, 10 条件で同一の単語が 3 回反復されるため, 単語 30 項目と非単語 30 項目の計 60 項目からなるものとした。各条件の系列位置の決定に際しては, 次の点に留意した。まず, 系列の最初と最後の 6 項目は系列位置の影響を受けやすいため, 分析の対象となる 30 項目の単語ではなく, 非単語が出現するように設定した。また, 各条件の刺激の系列位置に偏りが生じないように, あらかじめ中央の 48 項目内に全条件が含まれるような系列を 12 種類作成し, その中から各条件の提示 2 回目の系列位置の分散が最も小さくなる 10 種類を選出した (APPENDIX A: 全条件の系列位置の平均と  $SD$ : 31.37(0.41))。10 種類としたのは, 10 種の単語を 10 条件すべてで満遍なく出現させるためである。

分析の対象となる刺激は, 2 文字 4 拍の漢字表記語で, 使用率順語彙表 (国立国語研究所, 1984) の中から, 出現頻度がほぼ等しく, しかも, 形態的複雑さが大きく異ならない 16 画から 25 画の単語を選定した。各被験者は 1 つの系列を 1 試行として, 2 試行行うので, 選定された漢字は 10 条件  $\times$  2 セッション分の 20 語である (TABLE 1)。非単語は, 1 試行 30 語ゆえ, 2 試行で 60 語となる。これは, 分析の対象となる単語の漢字との重複がないよう, 他の単語の 1 文字を別の単語の 1 文字に置き換えて作成した。

その上で, 10 種の刺激系列に分析の対照となる単語がすべての条件に 1 度ずつ出現するよう割り当てたも

のを 2 試行分用意し, その上で, 各被験者に, 試行ごとに系列の異なる組を割り当てた。よって, 各条件に割り当てられた分析の対照となる単語は被験者ごとに異なり, しかも, 各単語は全条件に満遍なく出現することになる。各試行の非単語の系列位置の割り当ては被験者ごとにランダムである。

**手続き** パーソナル・コンピュータ (NEC 9821Xa) で制御された個別実験で, 各刺激の提示時間は, 水野 (1998) を参考に, 1500ms に設定された。被験者は, 短い練習の後, 3 分の休憩をはさんで 2 つの試行を行った。各試行で被験者は, 刺激が 1500ms ごとに 1 項目ずつ, ディスプレイ (飯山電機 MF8617) 中央に提示されてゆくので, 提示された語が単語だと思う場合は Yes, 非単語だと思う場合は No のキーをできるだけ早く正確に押すように教示された。また, 反応とともに単語は画面から消えるが, 次の提示は反応時間に関わりなく 1500ms 後に提示されるので, 1500ms 以内に答えられない場合は, 無解答となって次の単語が提示されることをあらかじめ注意した。反応と反応時間はすべてコンピュータに記録された。全所要時間は, 平均約 20 分であった。

## 結果と考察

各提示回数での提示間隔ごとの平均反応時間を FIGURE 2 に示す。各個人の 2 試行の平均反応時間をもとに, 提示回数 (3)  $\times$  提示間隔 (10) の 2 要因被験者内分散分析を行った。その結果, 提示回数の主効果 ( $F(2, 58) = 66.73, p < .01$ ), 提示間隔の主効果 ( $F(9, 261) = 2.71, p < .01$ ), 及び, 交互作用 ( $F(18, 522) = 1.98, p < .05$ ) のすべてが有意であった。

提示回数ごとの提示間隔の単純主効果の検定では, 提示 1 回目では有意ではなく ( $F(9, 783) = 0.30, ns$ ), 提示 2 回目 ( $F(9, 783) = 3.37, p < .01$ ) と提示 3 回目 ( $F(9, 783) = 3.05, p < .01$ ) では有意で, 提示間隔によって反応時間が変化することが確認された (プールされた誤差項:  $MSe = 4235.88$ )。

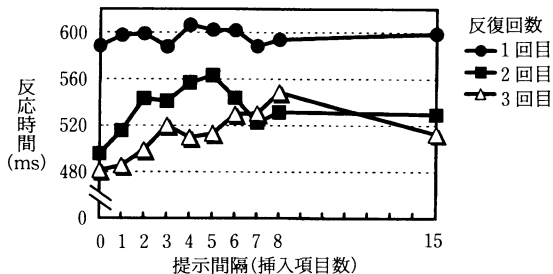


FIGURE 2 提示回数ごとの平均反応時間

TABLE 1 実験 1 の単語刺激

|       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 試行目 | 宣言 | 色彩 | 海軍 | 判断 | 冒險 | 開発 | 確信 | 計算 | 品質 | 面積 |
| 2 試行目 | 民族 | 大関 | 内閣 | 滞在 | 空間 | 段階 | 推進 | 店員 | 製造 | 電報 |

そこで、提示2回と3回の各々の提示間隔間の反応時間の差をTukeyのHSD検定で多重比較した。その結果、 $HSD=33.87$  ( $p<.05$ ),  $39.01$  ( $p<.01$ ) で、提示2回の場合は、In0とIn2, In3, In4, In5, In6 (以上 $p<.01$ ), In8, In20 (以上 $p<.05$ ), In1とIn4, In5 (ともに $p<.01$ ), In2とIn7 ( $p<.05$ ), In3とIn7 ( $p<.05$ ), In4とIn7 ( $p<.01$ ), In5とIn7 ( $p<.01$ ) で有意差があり、提示3回の場合はIn0とIn3 ( $p<.05$ ), In6, In7, In8 (以上 $p<.01$ ), In1とIn3 ( $p<.05$ ), In6, In7, In8 (以上 $p<.01$ ), In2とIn8 ( $p<.01$ ), In4とIn8 ( $p<.05$ ), In5とIn8 ( $p<.05$ ), In8とIn20 ( $p<.05$ ) で有意差があった。つまり、提示2回の場合は、In2, In3とやや反応時間が長くなり、In4, In5でそれがピークに達し、In6でやや下降してIn7で再度短くなったことになる。一方、提示3回の場合は、In3でやや反応時間が長くなったものの、その傾向は提示2回の場合よりやや広いIn6, In7で顕著となり、さらにIn8で極めて長くなったことになる。

まず、2回目の反応時間がIn5の後若干短くなりほぼ安定したのは、問題で述べたように、提示間隔がある程度以上になると、作業記憶内の記憶が安定した長期記憶に転送され定着するため、再活性化量が最高時よりやや少なくなるとともに安定するという水野(1998)の知見と一致している。

そして、提示回数が多くなると再活性化量が増える提示間隔が大きくなったことは、提示回数が増えるにつれて先行刺激の活性度の減衰速度がゆるやかになるという予想を裏付けるものであり、また、提示回数が増えると提示間隔が広くないと分散効果が大きくなるのはこれが原因だとする再活性化説の考え方を支持するものである。

この実験結果に基づけば、提示2回目はIn5で提示3回目はIn8で提示するスケジュールが、最も分散効果を高めると予想される。そこで実験2では、この予想を検証する。

## 実験 2

### 目的

実験1の結果に基づき、提示回数ごとに再活性化量が最も多くなる、1回目の提示間隔がIn5、2回目の提示間隔がIn8 (以下、In5-8のように記す) という分散学習スケジュールでの再生率を提示間隔が異なる他の条件の再生率と比較し、これが最も効果的であるという予想を検証する。

### 方法

**被験者** 大学生42名 (女性18名, 男性24名)。

### 課題 自由再生課題。

**条件** 提示回数は3回とした。提示間隔は、1回目を再活性化量の少ないIn1と再活性化量が最大となるIn5とし、2回目を、再活性化量に有意差があること、等間隔の提示条件が含まれること、連続提示の条件を含むこと、の3点を考慮した上で、In0, In1, In3, In5, In8, In11, In15とした。よって全条件数は、これらの組み合わせた14条件となる。

**刺激** 1つの刺激系列に14条件すべてを含めると系列が長くなりすぎ、実験1と条件が異なりすぎてしまうこと、被験者の負担が大きくなりすぎることで、等の問題がある。よって、全条件を2つの系列に分けるものとし、1系列目にIn1-0, In1-3, In1-8, In1-15, In5-1, In5-5, In5-11, 2系列目にIn1-1, In1-5, In1-11, In5-0, In5-3, In5-8, In5-15を配置した。各条件の出現する系列位置の設定に関して考慮した点は実験1と同様で、60項目のうち、最初と最後の6項目、計12項目には分析の対象となる条件が現れないような16種類の系列をあらかじめ作成し、各条件の系列位置に偏りが生じないように、各条件の3回提示される系列位置の中央値の分散が最小となる14種類を選定した (APPENDIX B: 全条件の系列位置の中央値の平均とSD;  $29.88(0.52)$ )。

刺激は、分析の対象となる14条件×2試行分の28語の2文字4拍の漢字表記語を、実験1と同じ条件・方法で選定した。これらの各条件への配置の仕方も実験1と同様、各条件に各単語が満遍なく配置されるよう設定した。また、自由再生課題には本来は不要ではあるが、実験1とできるだけ実験条件をそろえるため、60項目中半数の30項目×2試行 (各2系列) 分の120語は非単語とし、単語の不足分である9項目×2試行 (各2系列) 分の36語をフィラー単語とした。非単語ならびにフィラー単語の配置は、被験者ごとにランダムとした。分析の対象となる単語28語とフィラー単語36語をTABLE 2に示す。

**手続き** 実験1と同じパーソナル・コンピュータによる個別実験で、刺激の提示時間も実験1と同様1500msとした。被験者は短い練習の後、3分の休憩をはさんで2つの試行を行った。各試行は、1系列目と2系列目の2つのセッションに分かれており、半数の被験者は1系列目のセッションから、残りの半数の被験者は2系列目のセッションから開始した。各セッションで、被験者は、60項目の刺激が1500msごとにディスプレイ中央に提示されてゆくので、その中の単語だけをできるだけたくさん記銘するよう教示された。記銘後

TABLE 2 実験2・実験3の単語刺激

| 分析対象   | フィラー |
|--|------|
| 1 試行目 伝統 対策 親友 当選 誘拐 損失 豊作 実物 妨害 役割 本質 造船 提案 鉛筆 番号 獲得<br>犯罪 財政 測定 先輩 寝室 運転 感動 敗北 交通 改善 作戦 栽培 能率 体験 看板 診察 |      |
| 2 試行目 真実 字間 人類 論争 日曜 連想 金融 採用 血液 実現 免税 財産 連絡 鉄道 警戒 啓蒙<br>混乱 原型 服装 賛成 探偵 応接 総合 分裂 制限 満足 運命 風景 発電 解散 紡績 敬礼 |      |

は、作業記憶からの再生を妨害するために、系列最後の6項目分の9秒間に加え、11秒間数字の逆算課題を行わせ、その後自由再生用紙への記入開始を促し、終了したら手を挙げるよう教示した。自由再生に要した時間は1セッションにつき、平均約5分であった。次のセッションの開始までにも3分間の休憩をはさんだ。各試行の所要時間は平均約30分、全所要時間は平均約1時間であった。

### 結果と考察

結果をFIGURE 3に示す。個人の2試行の平均再生率をもとに、1回目の提示間隔(2)×2回目の提示間隔(7)の被験者内の2要因分散分析を行った。その結果、1回目の提示間隔の主効果は有意ではなく( $F(1, 41)=0.23$ ,  $ns$ )、2回目の提示間隔の主効果( $F(6, 246)=6.35$ ,  $p<.01$ )、及び、交互作用( $F(6, 246)=2.19$ ,  $p<.05$ )が有意であった。そして、1回目の提示間隔条件ごとの2回目の提示間隔の単純主効果の検定では、1回目がIn1の場合もIn5の場合も、2回目の提示回数によって再生率が有意に異なっていた( $F(9, 492)=2.16$ ,  $p<.05$ ;  $F(9, 492)=3.54$ ,  $p<.01$ ; プールされた誤差項:  $MSe=0.11$ )。

そこで、1回目がIn1とIn5の条件ごとに2回目のどの提示間隔間で差があったのかをTukeyのHSD検定で多重比較した。その結果、HSD( $p<.05$ )=0.14、HSD( $p<.01$ )=0.19で、1回目がIn1の条件では、2回目の提示間隔In0の再生率がすべての条件よりも有意に低く(In1, In8, 以上 $p<.05$ ; In3, In5, In11, In15, 以上 $p<.01$ )、

In5での再生率だけがIn1よりも有意に高かった( $p<.05$ )。したがって1回目がIn1の場合は、In5で分散効果がピークに達したと見なすことができる。一方、1回目がIn5の条件では、2回目の提示間隔In0とIn1の再生率がともにIn3( $p<.05$ )、In8、In11、In15(以上 $p<.01$ )よりも有意に低く、In8の再生率が上記In0、In1に加えてIn3( $p<.05$ )、In5( $p<.01$ )、In15( $p<.05$ )よりも有意に高かった。したがって1回目がIn5の場合は、2回目のIn5まで低かった再生率がIn8で急に最大にまで上昇したと見なすことができる。そして、両条件で最大となったIn1-5とIn5-8の再生率を対応のある $t$ 検定で比較したところ、有意差が認められた( $t(41)=2.119$ ,  $p<.05$ )。

よって、In5-8という分散学習スケジュールが最も効果的であるという予想は検証され、提示回数に伴う活性度の減衰速度の緩和を考慮した、徐々に提示間隔を広げてゆく分散学習スケジュールの有効性が確認された。ただし、1回目がIn1の時のIn11、In15や1回目がIn5の時のIn11、In15では、再生率がほとんど低下せず、比較的高いままであり、特にそれは1回目がIn5の場合に著しかった。したがって、学習効率という側面では確かにIn1-5、In5-8が優れていたとは言え、2回目の提示間隔が広く、長期記憶が再活性化される可能性がある場合に関しては、再考すべきである。よって、この点については、最後の総合的考察で改めて考察する。

これ以外に、今回得られた結果の中で特に注目すべきは、分散効果が最大となった2回目の提示間隔が、1回目がIn1の場合はIn5であったのに対し、1回目がIn5の場合はIn8と、それよりも広がったことである。実際、これと同様の結果は、水野(1996b)でも得られており、その実験では、2桁の数字を1回目の提示間隔をIn2、In3とし、2回目の提示間隔をIn5、In6、In7、In8と変化させて3回提示し、1回目がIn2の場合は2回目がIn5、1回目がIn3の場合は2回目がIn6で最も分散効果が大きくなることが見だされている。そこで次に、この原因を詳細に考察した。

1回目の提示間隔がIn1の場合とIn5の場合で異なるのは、2回目に刺激が提示された結果得られた再活性化量である。実験1の2回提示の場合の反応時間を見てもわかるように、1回目の提示間隔がIn1のように狭い場合はその再活性化量は少なく、In5のように広い場合は多かったと考えられる。したがって、2回目提示された結果得られた再活性化量が少ない場合には再生率が最大となる3回目の提示までの間隔が狭

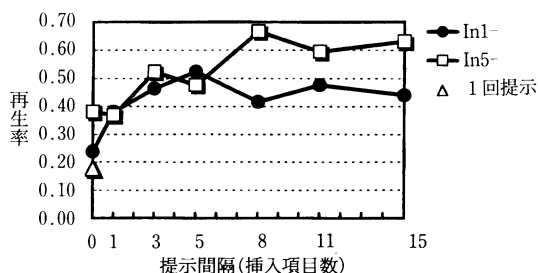


FIGURE 3 1回目の提示間隔がIn1とIn5の場合の2回目の提示間隔ごとの平均再生率

く、再活性化量が多い場合にはその間隔が広がったということになる。このことは、これまで考えていたように、活性度の減衰速度に影響するのが、単なる提示回数ではなく、提示された結果得られた再活性化量だと考えれば、次のように合理的に説明することができる。すなわち、1回目がIn1の場合のように2回目の提示の結果得られた再活性化量が少ない場合は、活性度の減衰速度はあまりゆるやかにならず、比較的狭い提示間隔で3回目が提示された方が再生率が高くなったが、In5の場合のようにその再活性化量が多い場合は、活性度の減衰速度が非常にゆるやかになるので、広い提示間隔で3回目が提示された方が再生率が高くなったと説明することができる。

この考え方が正しければ、延長型の分散学習のスケジュールを決定する場合には、提示回数ではなく、提示された結果得られた再活性化量に応じて次の提示間隔を決める必要があることになり、これは効果的なスケジュールの設定を左右する極めて重要な問題である。

そこで実験3では、もう1度実験1と同じ反復ブライミングの手法を用いて、この、提示された結果得られた再活性化量が多いほど活性度の減衰速度がゆるやかになるという考え方を実験的に検証する。

### 実験 3

#### 目 的

活性度の減衰速度に影響するのが単なる提示回数ではなく、提示された結果得られた再活性化量である可能性を検討する。

#### 方 法

**被験者** 大学生28名(女性12名,男性16名)。

**条件・刺激** 実験2に準ずる。

**課 題** 実験1と同じ語彙判断課題。ただし、実験3では、3回目が提示された結果得られる再活性化量の変化の仕方が1回目の提示間隔によって異なるか否かを調べればよい。よって、ここでは、3回目が提示された結果得られる再活性化量の指標である、3回目の語彙判断時間を測定し、これを1回目の提示間隔がIn1の条件とIn5の条件で比較する。

**手続き** 実験1・2と同じパーソナル・コンピュータによる個別実験で、刺激の提示方法は実験2と、反応時間の測定方法は実験1と同じである。被験者は短い練習と3分の休憩の後、各々2セッションからなる2試行を行った。全所要時間は平均30分であった。

#### 結果と考察

結果をFIGURE 4に示す。個人の2試行の平均反応時

間をもとに、1回目の提示間隔(2)×2回目の提示間隔(7)の被験者内2要因分散分析を行った。その結果、1回目の提示間隔の主効果( $F(1, 27)=5.84, p<.01$ )、2回目の提示間隔の主効果( $F(6, 162)=11.78, p<.01$ )、及び、交互作用( $F(6, 162)=2.53, p<.05$ )のすべてが有意であった。

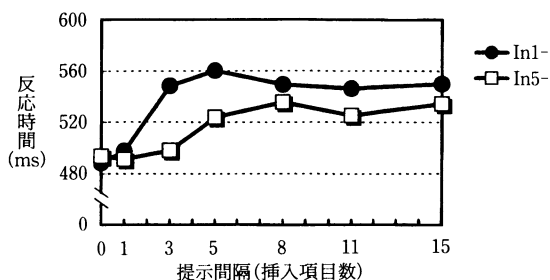


FIGURE 4 1回目の提示間隔がIn1とIn5の場合の2回目の提示間隔ごとの平均反応時間

1回目の提示間隔の単純主効果は、2回目の提示間隔がIn3の場合とIn5の場合に有意で( $F(1, 189)=13.78, p<.01$ ;  $F(1, 189)=7.33, p<.01$ ; プールされた誤差項:  $MSe=2579.25$ )、ともに1回目がIn1の場合の方が反応時間が長かった。この結果は、1回目の提示間隔が少ない方が、2回目の提示間隔がIn3, In5のような比較的短い提示間隔の場合に再活性化量が多くなること、つまり、2回目の提示後の活性度の減衰が比較的短い提示間隔で生じていたことを示している。

一方、2回目の提示間隔の単純主効果は、1回目がIn1の場合も( $F(9, 324)=7.00, p<.01$ )、In5の場合も( $F(9, 324)=3.28, p<.01$ )有意だった(プールされた誤差項:  $MSe=2181.23$ )。そこで、1回目の提示間隔がIn1の場合とIn5の場合の各々で、2回目のどの提示間隔間に差があるのかをTukeyのHSD検定で多重比較した。その結果、 $HSD=24.45 (p<.05)$ ,  $HSD=32.13 (p<.01)$ で、1回目がIn1の場合はIn0とIn1の反応時間が他のすべての条件の反応時間より有意に短く、In5の場合はIn0, In1, In3の反応時間が他のすべての条件の反応時間より短かった。したがって、再活性化量が顕著に多くなった。つまり、2回目の提示後の活性度が顕著な減少を示し始めたのは、1回目がIn1の条件ではIn3以降、1回目がIn5の条件ではIn5以降ということになる。そして、この結果とFIGURE 4を照らし合わせると、1回目がIn1の条件ではIn3以降急激に上昇した再活性化量その後In5で最大となり、1回目がIn5の条件では、In5以降急激に上昇した再活性化量がIn8

で最大となっていることがわかる。

最大の反応時間と直前の反応時間に有意差がなかったのは、活性度の減衰がFIGURE 1のようにゆるやかに進行したと考えられる以上当然であり、必ずしも有意差がある必要はない。

以上から、提示された結果得られた再活性化量が多少の次の回の再活性化量が增大する提示間隔が広まることの証拠が得られ、記憶の活性度の減衰速度に影響するのは単なる提示回数ではなく、提示された結果得られた再活性化量であることが明らかとなった。

### 総合的考察

本研究を通じて、再活性化説から導かれた、提示された結果得られた再活性化量に応じて提示間隔を徐々に広げ、提示ごとの再活性化量が最大となるよう設定された延長型の分散学習スケジュールが、最も大きい分散効果をもたらすことを示すことができた。

特に、活性度の減衰速度に影響するのが単なる提示回数ではなく、提示された結果得られた再活性化量であるという新たな知見は、これまでのように提示間隔を等しくした分散学習の研究では知り得なかったことであり、本研究で得られた最も貴重な知見ではないかと考える。また、この知見は、学習効果は必ずしも学習回数に比例しないことや、以前の学習量が十分ならばかなり間隔をおいてから再学習しても効果があがるが、以前の学習量が不十分ならあまり間隔をおかずに再学習する必要があることについての我々の直感とも一致するものである。そして、本研究がこの直感が客観的にも妥当であることを明らかにしたことで、教育現場に対しても、次のような具体的な教育的示唆を行うことができる。

まず、本研究のような短期的な分散学習は、近年盛んに利用されるようになったパーソナル・コンピュータによる外国語の単語の対連合学習やプログラム学習のような解答選択形式のCAIなどでよく見られるが、こうした場合は、同一学習項目の間に他の項目を挟むなどして、前に提示された学習項目の記憶活性度がある程度減衰した時点で同じ材料を再提示する必要があるが、その学習スパンは、提示ごとに徐々に広げていく方が効果的だと言える。ただし、記憶活性度の減衰速度は、学習材料や、作業記憶容量や能力の個人差などによって異なると考えられるため、その間隔は状況に応じて柔軟に決定する必要がある。具体的には、難解な学習材料を学習する場合や、作業記憶容量が少なかったり、あるいは、当該学習内容の能力が低い子供

に対して再提示を行う場合は、比較的短い間隔から始める必要があると考えられる。逆に、学習材料が簡単だったり、作業記憶容量が多い、あるいは、能力の高い子供には、比較的長い提示間隔から始めることが有効だと考えられる。特にCAIの場合は、個人ベースで学習を行わせることができるので、子供の正答率や解答に要した時間などをフィードバックとして利用してはじめての提示間隔を決定したり、あるいは、学習の深度に応じて提示間隔を広げるなど、個人ごとの柔軟な対応を行うことも可能だと考えられる。

したがって今後は、こうした短期的な延長型分散学習スケジュールにのっとった、より現実的な学習材料でのCAIを作成し、その有効性を検討するという方向の実践的研究が必要だと考える。

一方、より長期的な分散学習の場合は、実験2の結果と考察で述べた長期記憶が再活性化されたと考えられる場合の知見が参考になる。実験2では、2回目の提示間隔が非常に広い場合の再生率が、比較的高いまま一定となった。こうした結果は、Glenberg (1976, 1979), Madigan (1969), Melton (1970) などの代表的な研究結果と一致するものだが、水野 (1997) の結果とは大きく異なる。今回の研究や上記のような代表的な研究と、水野 (1997) とが大きく異なる点は、刺激が単語か数字かという点であり、両刺激の大きな相違点は、関連する知識の量、すなわち、長期記憶量にある。このことと、再生率が比較的高いまま安定した提示間隔の広さから考えて、再生率が下がらなかったのは、数字では不可能だった長期記憶の再活性化が単語の場合には可能だったためではないかと考えられる。また、水野 (1997) では、等間隔で2回提示した場合よりも3回提示した場合の方が、提示間隔が広い場合の再生率が低下しない傾向が見いだされている。そして本研究では、1回目の提示間隔がIn5の場合の方がIn1の場合よりもこの傾向が著しかった。これら2つの実験条件に共通するのは、提示間隔が常にある程度広く、かつ、繰り返し回数が多くなったことである。そしてこのような条件では、既に以前の記憶が長期記憶に転送・定着し、3回目に刺激が提示された際、長期記憶が再活性化された可能性が高い。

このように、長期記憶が再活性化された場合の再生率が比較的高いまま安定するのであれば、作業記憶内の再活性化量を考慮する以外にも、記憶の転送・定着状況に応じて長期記憶を再活性化できるよう提示間隔を延長すれば、学習効率という点では若干劣っても、ある程度効果的な延長型分散学習スケジュールを設定

できると考えられる。特に、現実の学習場面では、比較的長期にわたる分散学習が行われたり、関連知識の多い複雑な学習材料が用いられる場合の方がむしろ多いことを考えれば、長期記憶が再活性化される場合の分散効果の生起過程についてもより詳細に検討してゆくべきであることは疑いもない。

興味深いことに、長期記憶が再活性化されるような長期的な反復学習でも、今回扱ったような学習間隔を徐々に広げる学習スケジュールが有効である可能性を示唆する研究がある。Landauer & Bjork (1978) は、分散効果ではなく、テスト効果、あるいは、検索練習効果を研究する中で、どのような間隔で繰り返し思い出させることが、最終的な再生率を高めるかを実験的に検討した。そして、かろうじて思い出せる学習間隔で繰り返し学習することが最も効果的であること、しかも、その間隔は、学習回数とともに徐々に広がっていくことを確認し、これを延長リハーサルの効果と呼んだ。

この、かろうじて思い出せる、あるいは、かろうじて検索できる学習間隔とは、活性度が完全にではないが、かなり減衰している状態に当たると考えられる。そして、その状態で検索することは、まさに再活性化可能なぎりぎりの時点で長期記憶を再活性化することだと考えられ、その場合、この時点での再活性化量は最大となるはずである。したがって、長期的な分散学習における分散効果の生起過程や分散学習スケジュールを考える上でも再活性化説は適用可能であり、短期的な分散学習と同様、次のような延長型分散学習スケジュールが最も効果的となると考えられる。

毎回、前回の学習内容を思い出せるぎりぎりの時点で学習材料を再提示、再学習させれば、そのつど学習量は十分となる。すると、本研究結果から考えて、再活性化可能なスパンは徐々に広がり、必然的かつ自然に、適切な延長型分散学習スケジュールになると考えられる。ただし、この場合も、短期的な分散学習の場合と同様、適切な学習スパンは学習材料の難易度、学習の深度、あるいは、当該学習における子供の能力によっても異なってくるはずである。したがって具体的には、特に学習材料が難しかったり、子供の理解が不十分だと感じられたり子供の能力があまり高くない場合は、初めのうちはできるだけ時間をおかず同じ学習材料を反復して教える工夫をしたり、授業時間内にそれができなくとも、宿題を与えたり、次回の授業のはじめに前回の復習をすることが有効だと考えられる。また、延長の度合いを決定するには、前回の学習量、

すなわち、子供の記憶や理解の程度を常に見きわめる必要があり、できるだけ前回の学習を思い出し、再活性化できるぎりぎりの時点で再学習させるような工夫が必要であろう。

このような工夫として最も簡単に行えるのが質問である。質問の間隔を徐々に広げていくことは、時間的に制約の多い現実の教育場面でも、比較的容易なはずである。ただし、子供があまり理解していないような場合や、質問しても答えられない可能性が高い場合には、質問ではなく、もう1度教えた方が効果的であろう。なぜなら、再活性化ができなければ、再活性化量は得られないからである。また、子供の理解度にばらつきがある場合には、質問に答えられそうな子供に答えさせるのが望ましいと考えられる。なぜなら、こうすることが、答えられた子供にとっては検索練習となり、答えられない子供にとっては再学習の機会になるからである。

こうした長期記憶の再活性化による分散効果や分散学習スケジュールについては、今後もさらに実証的な研究を重ねていく必要がある。ただし、長期記憶の再活性化量を作業記憶の再活性化量のように厳密に測定しようとしても、材料による長期記憶量の違い、個人による長期記憶量の違いなど様々な要因が再活性化しやすさに影響するため、再活性化量だけをとらえることは極めて困難である。こうした問題に対処するためには、そして、今後、延長型の分散学習スケジュールの有効性を広く検証し、教育実践での応用を目指すためには、再活性化量の詳細だけにこだわらず、しかし、再活性化量が影響する可能性を念頭に入れた上で、より長期的な分散学習スケジュールを設定した場合の効果を、大胆なアプローチで検討してゆく研究への方向転換が必要だと考える。

## 引用文献

- Bahrick, H. P., & Phelps, E. 1987 Retention of Spanish vocabulary over 8 years. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, **13**, 344-349.
- Cantor, J., & Engle, R. W. 1993 Working memory capacity as long-term memory activation : An individual-differences approach. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, **19**, 1101-1114.
- Glenberg, A. M. 1976 Monotonic and non-monotonic lag effects in paired-associate and



- recognition memory paradigms. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **13**, 1—16.
- Glenberg, A. M. 1979 Component-level theory of the effect of spacing of repetitions on recall and recognition. *Memory & Cognition*, **7**, 95—112.
- Glenberg, A. M., & Lehmann, T. S. 1980 Spacing repetitions over 1 week. *Memory and Cognition*, **8**, 528—538.
- Glover, J. A., & Corkill, A. H. 1987 Influence of paraphrased repetitions on the spacing effect. *Journal of Educational Psychology*, **79**, 198—199.
- Greene, R. L. 1989 Spacing effects in memory: A two-process account. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **15**, 371—377.
- 国立国語研究所 1984 現代雑誌九十種の用語用字 第1分冊 総記および語彙表, 第4版 国立国語研究所報告21 秀英出版
- 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*. London: Academic Press. Pp. 625—632.
- Madigan, S. A. 1969 Intraserial repetition and coding processes in 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.
- 水野りか 1996a 分散効果—展望と新たな説の提案— 静岡理工科大学研究紀要, **5**, 181—197.
- 水野りか 1996b 効果的な分散学習スケジュールの予測と検証 日本教育心理学会第38回総会発表論文集, 455.
- 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.
- 水野りか 1998 分散学習の有効性の原因—再活性化量の影響の実験的検証— 教育心理学研究, **46**, 11—20.
- Rothkopf, E. Z. 1963 Some observations on predicting instructional effectiveness by simple inspection. *Journal of Programmed Instruction*, **3**, 19—20.
- 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.

(1997.7.28 受稿, '98.1.24 受理)

## *Realization of an Effective Spaced Learning Schedule Based on a Reactivation Theory of the Spacing Effect*

RIKA MIZUNO (FACULTY OF ENGINEERING, SHINSHU UNIVERSITY) JAPANESE JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, 1998, 46, 173—183

This study aims at predicting the most effective spaced learning schedule based on a reactivation theory and to prove its effectiveness. The reactivation theory assumes that the activation decay of memory within spaces leads to increased reactivation at succeeding presentation, which causes the spacing effect. In Experiment 1, reactivation was measured using a repetition priming paradigm to find that the space with the greatest reactivation expanded as presentation times increased. Experiment 2 showed that no other condition yielded a spacing effect greater than the expanding spaced learning schedule with the greatest reactivation at each presentation. It was also suggested that the expansion of the space with the greatest reactivation was not caused by increase in presentation time but by the previous reactivation. In Experiment 3, the above possibility was confirmed through a repetition priming paradigm. All of these results not only supported the reactivation theory but also gave us a foundation on which to construct a more effective spaced learning schedule.

Key words: spacing effect, spaced learning, activation level, reactivation, repetition priming.

APPENDIX A 実験1の刺激系列

| 系列位置  | 1                   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1~6   | a)                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 7     |                     | (3,1)  |        |        |        |        |        |        | (2,1)  |        |
| 8     |                     |        |        | (8,1)  | (1,1)  | (15,1) |        |        |        |        |
| 9     |                     |        |        |        | (2,1)  | (5,1)  |        |        |        |        |
| 10    |                     |        | (6,1)  | (5,1)  | (1,2)  |        | (7,1)  | (2,2)  |        |        |
| 11    | (3,1) <sup>b)</sup> | (3,2)  | (0,1)  |        | (15,1) |        |        | (4,1)  |        |        |
| 12    |                     |        | (0,2)  | (7,1)  | (1,3)  | (2,2)  | (0,1)  | (4,1)  |        |        |
| 13    | (15,1)              |        | (0,3)  |        |        |        | (0,2)  | (15,1) | (2,3)  | (0,1)  |
| 14    |                     | (6,1)  | (7,1)  |        | (4,1)  | (8,1)  | 3      | (0,1)  |        | (0,2)  |
| 15    | (3,2)               | (3,3)  |        | (15,1) | (6,1)  | (2,3)  | (5,2)  | (0,2)  | (15,1) | (0,3)  |
| 16    |                     | (15,1) |        | (5,2)  | (8,1)  |        | (2,1)  | (0,3)  | (4,2)  | (8,1)  |
| 17    | (4,1)               | (2,1)  | (6,2)  | (8,2)  |        |        | (8,1)  | (4,2)  |        | (1,1)  |
| 18    |                     |        |        |        |        |        | (7,2)  | (3,1)  | (5,1)  |        |
| 19    | (3,3)               | (4,1)  | (15,1) | (1,1)  | (4,2)  |        | (2,2)  |        |        | (1,2)  |
| 20    |                     | (2,2)  |        | (7,2)  |        | (6,1)  | (15,1) |        |        |        |
| 21    | (6,1)               | (6,2)  |        | (1,2)  |        | (7,1)  | (5,3)  |        | (4,3)  | (1,3)  |
| 22    | (4,2)               | (8,1)  | (7,2)  | (5,3)  | (6,2)  |        | (2,3)  | (4,3)  | (3,2)  | (15,1) |
| 23    |                     | (2,3)  |        | (1,3)  |        | (8,2)  |        | (1,1)  |        |        |
| 24    | (0,1)               | (4,2)  | (6,3)  | (2,1)  | (4,3)  | (15,2) | (6,1)  |        | (7,1)  | (5,2)  |
| 25    | (0,2)               |        | (1,1)  |        | (8,2)  |        |        | (1,2)  | (8,1)  | (8,2)  |
| 26    | (0,3)               |        | (5,1)  | (8,3)  |        | (1,1)  | (8, 2) | (7,3)  | (3,3)  | (6,1)  |
| 27    | (4,3)               | (5,1)  | (1,2)  | (2,2)  | (15,2) | (6,2)  |        | (1,3)  |        | (3,1)  |
| 28    | (6,2)               | (6,3)  |        | (7,3)  |        | (1,2)  |        | (0,1)  | (7,1)  |        |
| 29    | (15,2)              | (4,3)  | (1,3)  |        | (6,3)  | (7,2)  |        | (15,2) | (0,2)  |        |
| 30    | (5,1)               |        | (7,3)  | (2,3)  | (5,1)  | (1,3)  | (1,1)  | (5,1)  | (0,3)  | (5,3)  |
| 31    | (7,1)               | (8,2)  |        | (15,2) | (3,1)  | (4,1)  | (6,2)  | (3,1)  | (15,2) | (3,2)  |
| 32    |                     | (15,2) | (5,2)  |        | (7,1)  | (8,3)  | (1,2)  | (8,1)  | (7,2)  |        |
| 33    |                     | (5,2)  | (3,1)  |        |        |        | (7,1)  |        | (5,1)  | (6,2)  |
| 34    | (8,1)               | (7,1)  | (8,1)  |        | (8,3)  | (6,3)  | (1,3)  |        | (8,2)  | (8,3)  |
| 35    | (6,3)               |        | (15,2) |        | (3,2)  | (3,1)  | (8,3)  | (3,2)  |        | (3,3)  |
| 36    | (5,2)               |        |        | (6,1)  | (5,2)  | (4,2)  | (15,2) | (5,2)  |        | (7,2)  |
| 37    |                     |        | (3,2)  | (3,1)  |        | (7,3)  |        |        | (6,1)  |        |
| 38    | (2,1)               |        | (5,3)  |        |        | (5,1)  | (6,3)  |        |        | (15,2) |
| 39    | (7,2)               | (5,3)  | (4,1)  |        | (3,3)  | (3,2)  |        | (3,3)  | (5,2)  | (2,1)  |
| 40    |                     | (8,3)  |        | (7,2)  | (15,3) | (4,1)  | (6,1)  | (7,3)  | (6,3)  |        |
| 41    | (2,2)               | (1,1)  | (3,3)  | (3,2)  |        | (4,3)  | (7,2)  | (8,2)  |        | (4,1)  |
| 42    | (5,3)               | (7,2)  |        |        | (5,3)  |        |        | (5,3)  |        | (2,2)  |
| 43    | (8,2)               | (1,2)  | (8,2)  | (6,2)  | (15,3) | (3,3)  | (3,1)  |        | (8,3)  |        |
| 44    | (2,3)               |        | (4,2)  | (4,1)  | (2,1)  | (5,2)  |        |        | (6,2)  | (7,3)  |
| 45    | (15,3)              | (1,3)  |        | (3,3)  |        |        | (4,2)  | (15,3) | (5,3)  | (2,3)  |
| 46    |                     |        |        |        |        |        | (2,1)  |        | (4,2)  |        |
| 47    | (7,3)               |        | (2,1)  | (15,3) | (2,2)  |        | (3,2)  | (6,2)  | (15,3) |        |
| 48    |                     | (15,3) |        |        | (7,3)  |        |        |        |        |        |
| 49    | (1,1)               |        | (4,3)  | (4,2)  |        |        | (7,3)  | (2,2)  |        |        |
| 50    |                     | (7,3)  | (2,2)  | (6,3)  | (2,3)  | (5,3)  | (4,3)  | (8,3)  | (1,1)  |        |
| 51    | (1,2)               |        | (15,3) | (0,1)  |        | (0,1)  | (3,3)  |        | (6,3)  | (4,3)  |
| 52    | (8,3)               | (0,1)  | (8,3)  | (0,2)  | (0,1)  | (0,2)  | (15,3) | (2,3)  | (1,2)  |        |
| 53    | (1,3)               | (0,2)  | (2,3)  | (0,3)  | (0,2)  | (0,3)  |        |        |        |        |
| 54    |                     | (0,3)  |        | (4,3)  | (0,3)  |        |        | (6,3)  | (1,3)  | (15,3) |
| 55~60 |                     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

APPENDIX B 実験2・実験3の刺激系列

| 系列位置  | 1     | 1' <sup>a)</sup> | 2     | 2'    | 3     | 3'    | 4     | 4'    |
|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1~6   | b)    |                  |       |       |       |       |       |       |
| 7     |       |                  |       | 15,1  |       |       |       |       |
| 8     |       |                  |       |       | 13,1  |       | 511,1 |       |
| 9     | 51,1  | 15,1             | 115,1 | 15,2  |       |       | 51,1  |       |
| 10    |       | 515,1            |       |       | 13,2  |       |       |       |
| 11    |       | 15,2             | 115,2 | 53,1  |       |       | 515,1 |       |
| 12    |       |                  |       |       |       | 515,1 |       |       |
| 13    |       | 111,1            | 10,1  |       |       |       | 55,1  |       |
| 14    |       |                  | 51,1  | 111,1 | 13,3  | 58,1  | 511,2 | 50,1  |
| 15    | 51,2  | 111,2            | 10,2  | 15,3  |       |       | 51,2  |       |
| 16    | 18,1  | 515,2            | 10,3  | 111,2 | 511,1 |       |       |       |
| 17    | 51,3  | 15,3             |       | 53,2  |       |       | 51,3  | 515,2 |
| 18    | 18,2  |                  |       | 58,1  | 115,1 | 515,2 |       |       |
| 19    |       |                  |       |       |       |       | 55,2  | 58,1  |
| 20    | 115,1 | 53,1             | 51,2  |       | 115,2 | 58,2  |       | 50,2  |
| 21    |       |                  |       | 53,3  |       |       |       | 50,3  |
| 22    | 115,2 |                  | 51,3  |       | 511,2 | 111,1 | 115,1 | 15,1  |
| 23    | 511,1 |                  |       |       |       | 11,1  |       |       |
| 24    | 55,1  |                  | 18,1  | 58,2  |       | 111,2 | 115,2 | 15,2  |
| 25    |       |                  |       |       | 55,1  | 11,2  | 55,3  | 58,2  |
| 26    |       | 53,2             | 18,2  |       |       |       | 511,3 |       |
| 27    | 18,3  | 111,3            | 115,3 |       | 51,1  | 11,3  | 13,1  |       |
| 28    |       |                  |       | 111,3 |       |       |       |       |
| 29    | 511,2 | 50,1             |       | 515,1 |       | 58,3  | 13,2  |       |
| 30    | 55,2  | 53,3             |       |       |       |       |       | 15,3  |
| 31    | 10,1  |                  |       |       | 55,2  |       |       |       |
| 32    |       | 515,3            |       | 11,1  |       |       |       | 53,1  |
| 33    | 10,2  | 58,1             | 511,1 | 58,3  | 51,2  |       | 13,3  | 515,3 |
| 34    | 10,3  |                  |       | 11,2  | 511,3 | 515,3 |       | 58,3  |
| 35    |       | 50,2             | 18,3  | 515,2 | 51,3  |       |       | 111,1 |
| 36    | 55,3  | 50,3             |       | 11,3  | 115,3 | 111,3 | 18,1  |       |
| 37    |       |                  | 55,1  | 50,1  | 55,3  |       |       | 111,2 |
| 38    | 115,3 |                  |       |       |       | 50,1  | 18,2  | 53,2  |
| 39    |       | 58,2             | 511,2 |       | 18,1  |       |       |       |
| 40    |       | 11,1             |       |       |       | 53,1  | 115,3 |       |
| 41    | 511,3 |                  |       |       | 18,2  | 15,1  |       |       |
| 42    | 13,1  | 11,2             |       |       |       |       | 10,1  | 53,3  |
| 43    |       |                  | 55,2  | 50,2  |       | 15,2  |       |       |
| 44    | 13,2  | 11,3             |       | 50,3  |       | 50,2  | 10,2  |       |
| 45    |       |                  |       |       | 10,1  | 50,3  | 10,3  |       |
| 46    |       |                  | 13,1  |       |       | 53,2  |       |       |
| 47    |       |                  |       |       | 10,2  |       | 18,3  |       |
| 48    | 13,3  | 58,3             | 13,2  |       | 10,3  |       |       | 11,1  |
| 49    |       |                  | 55,3  |       |       | 15,3  |       | 111,3 |
| 50    |       |                  |       |       | 18,3  | 53,3  |       | 11,2  |
| 51    |       |                  | 511,3 | 515,3 |       |       |       |       |
| 52    |       |                  | 13,3  |       |       |       |       | 11,3  |
| 53    |       |                  |       |       |       |       |       |       |
| 54    |       |                  |       |       |       |       |       |       |
| 55~60 |       |                  |       |       |       |       |       |       |

a) 空欄：非単語を割り当て、b) ( ) 内は、(挿入項目数, 提示回数)を表わす。

## APPENDIX B 実験2・実験3の刺激系列

|       | 5     | 5'    | 6     | 6'    | 7     | 7'    | 8     | 8'    | 9     | 9'    | 10    | 10'   | 11    | 11'   | 12    | 12'   | 13    | 13'   | 14    | 14'   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1~6   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 7     |       | 53,1  |       |       |       | 515,1 |       |       |       | 111,1 |       |       | 10,1  |       | 18,1  |       | 511,1 |       | 10,1  |       |
| 8     |       | 111,1 | 55,1  | 58,1  | 13,1  |       |       | 515,1 | 13,1  |       |       | 53,1  |       | 15,1  |       |       |       | 50,1  |       |       |
| 9     |       |       |       |       | 115,1 |       | 55,1  |       |       | 111,2 | 10,1  |       | 10,2  |       | 18,2  | 11,1  |       |       | 10,2  |       |
| 10    |       | 111,2 |       |       | 13,2  |       | 13,1  |       | 13,2  | 50,1  |       |       | 10,3  | 15,2  | 511,1 |       |       |       | 10,3  | 50,1  |
| 11    | 55,1  |       |       |       | 115,2 |       |       |       | 55,1  |       | 10,2  | 11,1  | 511,1 |       |       | 11,2  |       |       |       |       |
| 12    |       |       |       |       |       | 13,2  |       |       |       |       | 10,3  |       |       |       |       | 111,1 | 18,1  | 53,1  | 18,1  |       |
| 13    | 10,1  | 53,2  |       | 11,1  |       | 515,2 |       |       |       |       | 51,1  | 11,2  |       | 53,1  |       | 11,3  | 511,2 |       |       |       |
| 14    |       |       | 55,2  | 58,2  | 13,3  |       |       | 515,2 | 13,3  |       |       | 53,2  |       |       |       | 111,2 | 18,2  | 50,2  | 18,2  | 58,1  |
| 15    | 10,2  |       |       | 11,2  |       |       | 55,2  | 11,1  |       |       | 115,1 | 11,3  |       | 50,1  | 55,1  |       |       | 50,3  |       |       |
| 16    | 10,3  |       |       | 515,1 |       |       | 13,3  | 50,1  |       | 50,2  |       |       | 18,1  | 15,3  | 511,2 |       |       |       | 115,1 | 50,2  |
| 17    | 55,2  | 53,3  |       | 11,3  |       | 111,1 |       | 11,2  | 55,2  | 50,3  | 115,2 |       | 511,2 |       |       | 515,1 |       | 111,1 |       | 50,3  |
| 18    |       |       |       |       |       |       | 115,1 |       | 18,1  |       | 511,1 | 53,3  | 18,2  | 515,1 | 18,3  |       |       | 53,2  | 115,2 |       |
| 19    | 13,1  | 15,1  |       |       |       | 111,2 |       | 11,3  |       | 58,1  | 51,2  |       |       | 53,2  |       |       | 10,1  | 111,2 |       | 11,1  |
| 20    |       | 58,1  |       | 55,3  |       |       | 115,2 |       | 18,2  |       |       | 58,1  |       |       |       |       | 51,1  | 515,1 |       | 58,2  |
| 21    | 13,2  | 15,2  | 511,1 |       |       |       | 55,3  |       |       | 111,3 | 51,3  | 515,1 |       | 50,2  | 55,2  |       | 10,2  |       |       | 11,2  |
| 22    |       | 111,3 |       | 515,2 |       |       |       | 50,2  |       |       |       | 15,1  |       | 50,3  |       |       | 10,3  | 53,3  |       |       |
| 23    | 55,3  |       | 13,1  | 58,3  |       |       | 511,1 | 50,3  | 55,3  |       |       |       | 115,1 | 53,3  |       | 515,2 | 18,3  | 58,1  | 18,3  | 11,3  |
| 24    |       |       |       | 53,1  |       |       |       | 15,1  |       |       | 511,2 | 15,2  | 51,1  | 515,2 |       |       |       |       |       |       |
| 25    | 13,3  |       | 13,2  | 15,1  |       |       |       |       | 51,1  | 58,2  |       |       | 115,2 |       |       | 15,1  | 511,3 |       | 51,1  |       |
| 26    | 511,1 | 58,2  |       |       | 511,1 | 11,1  |       | 15,2  |       |       |       | 58,2  |       |       |       | 111,3 | 51,2  | 515,2 |       |       |
| 27    |       | 15,3  | 511,2 | 15,2  | 115,3 |       |       |       |       | 515,1 |       | 515,2 | 18,3  | 11,1  | 55,3  | 15,2  |       |       |       |       |
| 28    | 18,1  |       |       |       |       | 11,2  |       |       | 115,1 |       |       |       |       | 111,1 | 511,3 | 50,1  | 51,3  |       |       |       |
| 29    |       |       | 13,3  |       |       | 515,3 | 511,2 |       | 18,3  |       |       |       | 511,3 | 11,2  | 13,1  |       | 13,1  | 58,2  |       | 58,3  |
| 30    | 18,2  |       |       | 53,2  | 51,1  | 11,3  |       | 515,3 | 115,2 |       | 15,3  |       | 51,2  | 111,2 | 115,1 | 58,1  |       |       |       |       |
| 31    | 115,1 | 515,1 | 10,1  |       |       | 111,3 |       | 58,1  | 51,2  | 53,1  |       |       |       | 11,3  | 13,2  |       | 13,2  | 111,3 | 51,2  |       |
| 32    | 511,2 |       |       |       | 511,2 | 58,1  |       | 15,3  |       |       | 55,1  |       | 51,3  |       | 115,2 |       | 115,1 | 15,1  |       | 515,1 |
| 33    | 115,2 |       | 10,2  | 15,3  | 55,1  |       | 18,1  |       | 51,3  | 515,2 | 115,3 |       | 55,1  |       |       | 15,3  |       |       | 51,3  |       |
| 34    |       | 11,1  | 10,3  | 53,3  |       | 15,1  |       | 53,1  |       | 58,3  |       |       |       |       |       | 50,2  | 115,2 | 15,2  | 115,3 |       |
| 35    |       | 58,3  | 115,1 |       | 18,1  | 53,1  | 18,2  |       |       |       |       | 58,3  |       |       | 13,3  | 50,3  | 13,3  |       | 511,1 | 111,1 |
| 36    |       | 11,2  | 18,1  |       | 51,2  | 15,2  | 115,3 | 111,1 | 511,1 |       | 511,3 | 111,1 |       |       |       | 58,2  |       |       |       |       |
| 37    |       | 515,2 | 115,2 |       | 18,2  |       |       | 58,2  | 10,1  | 53,2  |       |       |       | 58,1  |       | 53,1  |       |       |       | 111,2 |
| 38    |       | 11,3  | 18,2  | 515,3 | 51,3  | 58,2  |       | 111,2 |       | 11,1  | 55,2  | 111,2 |       |       | 51,1  |       |       | 58,3  |       | 515,2 |
| 39    | 18,3  |       | 511,3 | 111,1 | 55,2  |       |       |       | 10,2  |       |       |       | 55,2  |       |       | 515,3 | 55,1  |       |       |       |
| 40    |       |       | 51,1  |       |       |       | 51,1  | 53,2  | 10,3  | 11,2  | 18,1  | 50,1  |       | 515,3 | 10,1  |       |       | 15,3  |       | 53,1  |
| 41    |       | 50,1  |       |       |       | 53,2  | 511,3 |       |       | 53,3  |       |       | 115,3 |       |       |       |       |       | 511,2 |       |
| 42    |       |       |       |       |       | 15,3  |       |       | 511,2 | 11,3  | 18,2  |       |       | 111,3 | 10,2  |       |       | 515,3 | 55,1  |       |
| 43    |       |       |       | 50,1  |       |       |       |       |       |       |       | 515,3 |       | 58,2  | 10,3  | 53,2  |       |       | 13,1  |       |
| 44    | 511,3 |       |       |       | 511,3 | 50,1  | 18,3  | 53,3  |       |       |       | 55,3  |       |       | 51,2  |       |       | 11,1  |       |       |
| 45    | 51,1  |       |       |       | 55,3  | 53,3  |       |       |       | 15,1  |       |       | 55,3  |       |       | 58,3  | 55,2  |       | 13,2  | 15,1  |
| 46    |       |       | 51,2  |       | 18,3  |       | 51,2  | 58,3  | 115,3 |       | 13,1  | 50,2  | 13,1  |       | 51,3  |       |       | 11,2  |       | 53,2  |
| 47    |       | 50,2  | 18,3  |       |       | 58,3  | 10,1  |       |       | 15,2  |       | 50,3  |       |       |       | 53,3  |       |       |       | 15,2  |
| 48    |       | 50,3  | 51,3  |       | 10,1  |       | 51,3  |       |       |       | 13,2  |       | 13,2  |       | 115,3 |       |       | 11,3  | 55,2  |       |
| 49    | 115,3 |       |       | 50,2  |       |       | 10,2  |       |       | 515,3 |       |       |       |       |       |       |       |       | 13,3  | 111,3 |
| 50    |       |       |       | 50,3  | 10,2  | 50,2  | 10,3  | 111,3 |       |       |       | 111,3 |       |       |       |       | 115,3 |       |       | 53,3  |
| 51    | 51,2  |       |       |       | 10,3  | 50,3  |       |       |       |       | 18,3  |       |       |       |       |       | 55,3  |       |       |       |
| 52    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 13,3  |       | 13,3  | 58,3  |       |       |       |       |       |       |
| 53    | 51,3  | 515,3 | 115,3 | 111,3 |       |       |       |       |       | 15,3  |       |       |       |       |       |       |       |       | 511,3 | 15,3  |
| 54    |       |       |       |       |       |       |       |       | 511,3 |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 55,3  | 515,3 |
| 55~60 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

a) 系列を2分した各セッションを表わす。b) 空欄は、フィルター単語及び非単語を割り当てた部分。c) 例) 52,1: In5-2の1回目の提示位置を表わす。