

学位論文要旨

誤情報の検索が正情報の学習を促進するメカニズム

— 検索する情報量とその処理の観点からの検討 —

広島大学大学院教育学研究科  
教育人間科学専攻 心理学分野

D144287 田中 紗枝子

## 目 次

第 1 章 本研究の背景と目的	
第 1 節 テストによる学習促進 .....	1
第 2 節 誤検索効果のメカニズム .....	1
第 3 節 誤検索効果が意味ネットワークの活性化によるものである根拠 — 遅延フィードバックによる影響 — .....	2
第 4 節 本研究の目的 .....	2
第 2 章 誤情報の検索が正情報の学習を促進するメカニズムの検討	
第 1 節 検索する情報量の影響（研究 1） .....	3
第 2 節 検索情報の解答方法の影響（研究 2） .....	7
第 3 節 注意分割の影響（研究 3） .....	9
第 3 章 総合考察	
第 1 節 本研究の成果と意義 .....	12
第 2 節 今後の課題 .....	12
引用文献 .....	13

## 第 1 章 本研究の背景と目的

### 第 1 節 テストによる学習促進

学校教育の場において実施されているテストは、直接的、もしくは間接的に学習を促進する。このうち直接的な学習促進の一つとして「テスト効果」がある。事前に学習させた「記銘すべき内容」についてもう一度読むより、事前テスト (initial test, 以下 IT) を実施してその内容を検索させた方が、最終的な評価テスト (final test, 以下 FT) の成績が向上する (e.g., Roediger & Karpicke, 2006a, 2006b; Roediger et al., 2011)。では、IT で誤った場合はどのような影響があるのだろうか。Kornell et al. (2009) は、意味的に弱い関連のある単語対 (手がかり語とターゲット語のペア, 例えば「tide-beach」) を使用し、手がかり語からターゲット語を解答させる IT を行った (参加者は正しいターゲット語を知らないため、高確率で「wave」など異なる語を答えた) 後、正しいターゲット語をフィードバック (以下 FB) した。IT を行わず単語対を提示する条件と FT 成績を比較したところ、IT で誤った場合でも学習促進が生じ、この現象は誤検索 (failed retrieval) 効果と呼ばれている。

### 第 2 節 誤検索効果のメカニズム

誤検索効果が生じるメカニズムについて、IT 時に生じる意味的なネットワークの活性化によって説明する「search-set 説」(Grimaldi & Karpicke, 2012) がある。Grimaldi & Karpicke (2012) の実験 1 では意味的に関連のない単語対を用いた場合に学習促進が生じなかったことから、誤検索効果の生起には IT の際に意味的ネットワークの活性化が生じることが重要であろうと結論している。この search-set 説はテスト効果のメカニズムを説明するために提案された elaborative retrieval 説を踏襲したものである。Elaborative retrieval 説によれば、IT 時に手がかりをもとにターゲ

ットとなる情報を検索することによって手がかりと意味的に関連した情報群が活性化され、これにより FT 時に解答すべきターゲットが想起される可能性が向上する (e.g., Carpenter, 2009)。これらの説はいずれも検索時の意味的な情報の活性化によって、テストによる学習促進を説明しようとしている (Kornell & Vaughn, 2016)。

### 第3節 誤検索効果が意味ネットワークの活性化によるものである根拠—遅延フィードバックによる影響—

意味的な情報の活性化によって誤検索効果のメカニズムが説明できると考えられる根拠として、直後 FB でなければ学習促進が生じないことが挙げられる (e.g., Grimaldi & Karpicke, 2012 の実験 3, Kornell, 2014 の実験 1)。Grimaldi & Karpicke (2012) はこれが意味ネットワークの活性化が短時間しか持続しないためであると説明している。しかし文章を刺激とした場合は FB まで 24 時間程度の遅延があっても学習が促進される (e.g., Kornell, 2014 の実験 3)。Kornell (2014) はこの理由を、文章が単語対に比べて豊かな意味的ネットワークを持つためであると述べている。つまり誤検索効果の生起には意味的なネットワークの活性化が必要であり、かつ活性化量が増えれば FB までの遅延時間が長くなっても学習が促進されると考えられる。しかし単語対のみを刺激として意味ネットワーク内の情報の活性化量を操作し、誤検索効果の生起パターン、特に遅延 FB 時の学習促進効果について検討したものはない。

### 第4節 本研究の目的

以上を踏まえ、本研究では遅延 FB 条件下での誤検索効果が意味的なネットワークを活性化させることによって促進されるかを検討し、誤検索効果が生起するメカニズムを明らかにすることを目的とした。意味的なネットワークにおいて活性化する情報量が増えれば遅延 FB 下での誤

検索効果に影響するという仮説が正しければ、刺激として単語対を用いた場合でも、活性化する情報量を増やすことで遅延 FB 下でも学習促進が生じるようになるであろう。一方活性化する情報量を増やしても遅延 FB 条件下で学習促進が生じなければ、それは仮説が正しくない可能性を示唆するであろう。

## 第 2 章 誤情報の検索が正情報の学習を促進するメカニズムの検討

### 第 1 節 検索する情報量の影響 (研究 1)

#### 研究 1-1

##### 目的

本研究では、意味ネットワークにおいて活性化する情報量を増やすことが誤検索効果に影響するか検討した。

##### 方法

**参加者** 大学生 27 名 (男性 10 名, 平均年齢 19.9 歳,  $SD = 1.2$ ) が参加した。

**刺激** 手がかり語とターゲット語 100 組を使用した。これらの単語対は水野 (2011) をもとに連想強度が .041— .054 となるものを使用した。

**条件** 刺激は、手がかり語からターゲット語となりそうな単語 (以下検索語) を 1 つ解答するか 2 つ解答するか、また直後 FB か遅延 FB かを組み合わせた 4 条件 (単一直後, 複数直後, 単一遅延, 複数遅延) に、検索を行わない統制条件を加えた 5 条件で学習させた (Figure 1)。刺激は各条件に 20 組ずつ割り当て、割り当て方はカウンターバランスをとった。FB から FT までの時間を一定にするため、各条件 5 試行ずつをブライヤー試行とした。

**手続き** 実験は study phase, distractor, FT で構成した。Study phase は

IT と正答 FB を行った。IT では手がかり語から検索語を口頭で解答させ、正答 FB は手がかり語とターゲット語を対提示した。刺激の提示順序はランダムであった。検索条件の解答時間は1単語につき最大7秒であり、解答できた時点で次に進んだ。なお study phase は遅延を設けるため4ブロックに分割し、遅延条件の刺激はITの次のブロックで正答FBが提示されるようにした (Figure 1 参照)。正答FBまでの遅延時間は0.4—11.6分 ( $M = 5.6$  分,  $SD = 2.4$  分) であった。

その後 distractor として暗算課題を5分間行わせた後、FTを実施した。ここでは手がかり語を参加者ごとにランダムな順序で提示し、対になっていたターゲット語を口頭で解答するよう指示した。

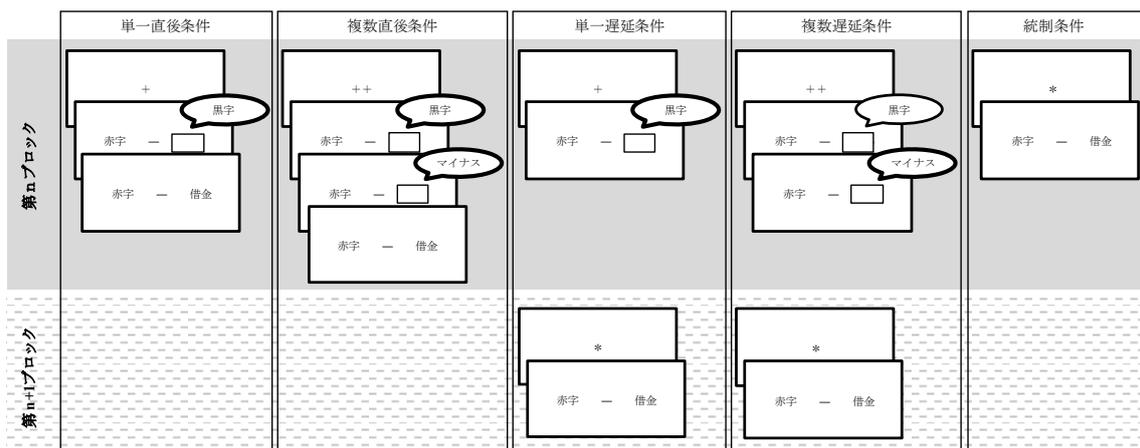


Figure 1. 各条件の刺激提示順序

## 結果と考察

検索語とターゲット語が同一であった正答試行 (4%) およびフィルター試行は以降の分析から除外した。検索条件 (4条件の成績をプールしたもの) と統制条件の FT 成績を比較した結果、検索条件の方が正答率は高く、事前に誤情報を検索することが正情報の学習を促進した (検索条件  $M = .75$ , 統制条件  $M = .62$ ,  $t(26) = 4.11$ ,  $p < .01$ ,  $d = 0.73$ )。また、4つ

の検索条件について 2（遅延の有無）×2（解答数）の二要因分散分析を行った結果、いずれの主効果も交互作用も有意ではなかった（単一遅延条件  $M = .74$ ，複数遅延条件  $M = .74$ ，単一直後条件  $M = .75$ ，複数直後条件  $M = .75$ ， $F_s(1, 26) \leq 0.39$ ， $p_s \geq .54$ ， $\eta^2_{ps} \leq .02$ ）。以上のことから、先行研究通り IT で検索を行うことは学習を促進するが、正答 FB までに遅延があっても学習が生じ、また意味ネットワークにおいて活性化する情報量を増やしても、誤検索効果への影響はなかった。

## 研究 1-2

### 目的

研究 1-1 では FB 提示までの遅延時間のばらつきが大きかったため、研究 1-2 では遅延時間を検索後 4—5 分または 10—11 分に固定し、これが学習促進に及ぼす影響について再度検討した。

### 方法

**参加者** 大学生 25 名（男性 5 名，平均年齢 19.3 歳， $SD = 2.0$ ）が参加した。

**刺激** 研究 1-1 と同一の 100 組の単語対を使用した。

**条件** 参加者が誤情報を検索した後 0 分，4—5 分，10—11 分後に正答 FB を行う 3 つの検索条件（直後条件，短遅延条件，長遅延条件）と統制条件の計 4 つの学習条件に対して，刺激を 18 組ずつ割り当て，残りの 28 組はフィラー試行とした。

**手続き** IT で手がかり語から検索語を口頭で 1 つだけ解答させた後，条件ごとに決められた遅延時間後に正しい単語対を FB した点と，複数解答条件を設けなかった点以外は研究 1-1 と同一であった。

### 結果と考察

検索語とターゲット語が同一であった試行（2%），およびフィラー試

行は分析から除外した。各条件の FT の成績について一要因分散分析を行ったところ、主効果が有意であった ( $F(3, 72) = 17.03, p < .01, \eta^2_p = .42$ )。多重比較を行った結果、3つの検索条件と統制条件の差が有意であった ( $ps < .01$ )。検索条件間に有意差はなかったが、正答率は直後条件が最も高く ( $M = .73$ )、続いて短遅延条件 ( $M = .70$ )、長遅延条件 ( $M = .68$ ) の順であった。以上の結果から、本研究でも正答 FB までに 10 分程度の遅延があっても学習が生じることが明らかとなった。このことから、研究 1-1 で設定した遅延時間では誤検索効果を消失させるには十分でなかった可能性も示唆された。

### 研究 1-3

#### 目的

研究 1-3 では FB 提示までの時間を延長し、誤検索効果へ及ぼす影響について再度検討した。

#### 方法

**参加者** 大学生 25 名（男性 3 名，平均年齢 19.6 歳， $SD = 1.4$ ）が参加した。

**刺激と条件** 研究 1-1 と同一であった。

**手続き** 実験はおおよそ研究 1-1 と同一であったが、遅延条件の FB までの時間を確保するため **study phase** を二つのブロックに分け、その間にテトリスを実施した。テトリスの実施時間は、第一ブロック開始から 15 分後の時点までとし、その後第二ブロックを実施した。遅延条件の実際の遅延時間は 15.1 分—25.2 分 ( $M = 20.4$  分， $SD = 0.5$ ) であった。

#### 結果と考察

検索語とターゲット語が同一であった試行 (5%) は分析から除外した。検索条件と統制条件の FT 成績を比較した結果、本研究においても事前

に誤情報を検索することが正情報の学習を促進した（検索条件  $M = .68$ , 統制条件  $M = .52$ ,  $t(24) = 5.96$ ,  $p < .01$ ,  $d = 0.88$ ）。また、検索条件について遅延の有無と解答数の二要因分散分析を行った結果、遅延の有無の主効果、解答数の主効果、交互作用のいずれも有意ではなかった（単一遅延条件  $M = .67$ , 複数遅延条件  $M = .67$ , 単一直後条件  $M = .70$ , 複数直後条件  $M = .70$ ,  $F_s(1, 24) \leq 1.34$ ,  $p_s \leq .26$ ,  $\eta^2_{ps} \leq .05$ ）。これより、先行研究とは異なり正答 FB までに 20 分程度の遅延があっても学習促進が生じることが明らかとなった。

## 第 2 節 検索情報の解答方法の影響（研究 2）

### 目的

これまでの研究より、遅延 FB でも学習促進が生じ得ることが示唆された。先行研究と本研究の手続きの異なる点として検索語の解答方法（口頭解答か、タイピング解答か）が挙げられる。Rapp & Fischer-Baum (2014) は spelling の時の処理について、入力された情報をもとに長期記憶から引き出された正書法に関する表象を、筆記を求められた時までワーキングメモリシステムで活性化させ続ける必要があると述べており、これを踏まえれば、先行研究ではワーキングメモリへの注意分割が必要であったために、学習促進効果が低く見積もられていた可能性がある。

検索は注意配分の際に優先的に処理され、並行して副課題を実施しても影響を受けないが、符号化は副課題下では処理が阻害される（Craig et al., 1996; Mulligan, 2008）。テスト効果においては、IT 時に副課題を課しても成績は低下しなかった（e.g., Buchin & Mulligan, 2017）が、誤検索効果では検索した情報の符号化が重要である可能性もある。以上を踏まえ、研究 2 では検索語の解答方法が及ぼす影響について検討した。

## 方法

**参加者** 大学生 25 名（男性 2 名，平均年齢 20.0 歳， $SD = 1.2$ ）が参加した。

**刺激と条件** 研究 1-1, 1-3 と同一であった。

**手続き** IT 時の解答方法をタイピングにしたこと以外は研究 1-3 と全く同一であった。遅延条件の実際の遅延時間は 15.1 分—25.3 分 ( $M = 20.0$  分， $SD = 0.5$ ) であった。

## 結果と考察

検索語とターゲット語が同一であった試行 (4%) は分析から除外した。検索条件と統制条件の FT 成績を比較した結果，本研究においても事前に誤情報を検索することが正情報の学習を促進した（検索条件  $M = .66$ ，統制条件  $M = .57$ ， $t(24) = 3.87$ ， $p < .01$ ， $d = 0.54$ ）。また検索条件について遅延の有無と解答数の二要因分散分析を行った結果，遅延の有無の主効果および交互作用が有意であった ( $F_s(1, 24) \geq 6.19$ ， $ps \leq .02$ ， $\eta^2_{ps} \geq .21$ )。解答数の主効果は有意ではなかった ( $F(1, 24) = 0.11$ ， $p = .74$ ， $\eta^2_p = .01$ )。単純主効果の検定を行った結果，複数解答条件における遅延の有無の効果と，直後条件における解答数の効果が有意であった ( $ps < .02$ ，Figure 2)。誤検索効果に意味的なネットワークにおける情報の活性化量が影響するならば，遅延 FB 条件でも複数解答させれば FT 成績は低下しないと考えられる。しかし複数遅延条件の成績は直後条件より低かった。注意分割によって十分な符号化がなされなかったために，検索語や，検索語とターゲット語の符号化が十分に行われず，遅延の間に検索手がかりが減衰した可能性がある。一方直後 FB の場合，複数解答させた方が正答率は向上した。これはタイピングにより注意分割が生じて検索語の符号化が抑制されたが，複数解答させたことによって符号化さ

れる可能性が高まり，結果として学習促進が生じたと考えられる。

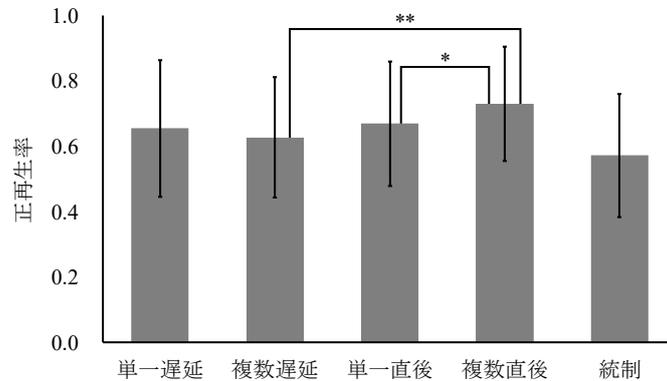


Figure 2. 研究 2 の各条件の評価テスト正答率 (\*\* $p < .01$ , \* $p < .05$ )

### 第 3 節 注意分割の影響 (研究 3)

#### 目的

研究 2 より注意分割が誤検索効果に影響する可能性が示唆された。そこで続く研究 3 ではより一般的な副課題を実施し，注意分割の影響について検討した。

#### 方法

**参加者** 大学生 47 名 (男性 9 名，平均年齢 18.3 歳， $SD = 0.7$ ) が参加した。そのうち 24 名 (男性 5 名，平均年齢 18.5 歳， $SD = 0.9$ ) を副課題なし群，残り (平均年齢 18.1 歳， $SD = 0.3$ ) を副課題あり群に振り分けた。

**刺激と条件** 主課題である単語学習課題の刺激と条件は，これまでの研究 (研究 1-1, 1-3, 研究 2) と同一であった。副課題 (数字判断課題) には 1 桁の自然数を使用した。

**手続き** 副課題あり群の参加者に IT と並行して数字判断課題を実施した点以外は，研究 1-3 とほぼ同一であった。副課題あり群は，IT の解答時間を 6 秒に固定し，検索条件の手がかり語の提示と同時に，2 秒に

1 つ数字を聴覚提示した。検索語の解答を求める画面ののち、参加者には提示された奇数の個数を入力させ、正誤を FB した。複数解答条件は、以上の手続きを 2 度繰り返した。副課題なし群は、IT の解答時間を 6 秒に固定し、その後検索語の解答を求める画面を提示した点以外は研究 1-3 と同一であった。

## 結果と考察

検索語とターゲット語が同一であった試行(4%)は分析から除外した。副課題の有無と検索の有無について二要因分散分析を実施した結果、検索の有無と副課題の有無の主効果が有意であった ( $F_s(1, 45) \geq 5.81, ps \leq .02, \eta^2_{ps} \geq .11$ )。交互作用は有意ではなかった ( $F(1, 45) = 0.04, p = .85, \eta^2_p = .00$ )。つまり、本研究においてもこれまで同様の誤検索効果が生じたが、副課題あり群は副課題を課していない統制条件の成績も低かった。この原因としては、副課題あり群の参加者が統制条件の刺激提示中に検索条件の刺激を処理していた可能性や、そもそも各群の参加者が等質でなかった可能性があるであろう。

続いて 4 つの検索条件に対して副課題が及ぼした影響について検討するため、副課題の有無×解答数×遅延の有無の 3 要因分散分析を実施した (Table 1)。その結果、2 次の交互作用は有意ではなかった ( $F(1, 45) = 0.49, p = .49, \eta^2_p = .01$ )。また 1 次の交互作用もすべて有意ではなかった ( $F_s(1, 45) \leq 2.23, ps \geq .14, \eta^2_{ps} \leq .05$ )。最後に、副課題の主効果と遅延の有無の主効果が有意であり ( $F_s(1, 45) \geq 6.38, ps \leq .02, \eta^2_{ps} \geq .12$ )、解答数の主効果は有意でなかった ( $F(1, 45) = 0.55, p = .47, \eta^2_p = .01$ )。FB 遅延については主効果のみが有意であったことから、副課題の有無によらず遅延 FB は誤検索効果を阻害したといえる。しかし、副課題×遅延の有無の一次の交互作用にのみある程度の大きさの効果量

があり，また本研究において最も検討すべき分析のため，追加として解答数をプールした遅延の有無要因の各水準における副課題要因の単純主効果の検定を行った。その結果，遅延の有無によらず副課題の単純主効果が有意であった ( $ps < .01$ )。同様に，副課題要因の各水準における遅延の有無要因の単純主効果の検定を行った結果，副課題あり群でのみ，遅延の有無の単純主効果が有意であった ( $p = .01$ , Figure 3)。これより，遅延の有無によらず副課題あり群の成績が低いこと，副課題あり群においてのみ，遅延 FB によって FT 成績が低下する可能性が示唆された。

Table 1. 研究 3 の各条件の final test 正答率

	単一	複数
全体		
直後	.73 (.17)	.72 (.15)
遅延	.69 (.19)	.68 (.19)
副課題あり		
直後	.68 (.19)	.69 (.13)
遅延	.62 (.21)	.61 (.21)
副課題なし		
直後	.78 (.13)	.75 (.16)
遅延	.74 (.16)	.74 (.15)

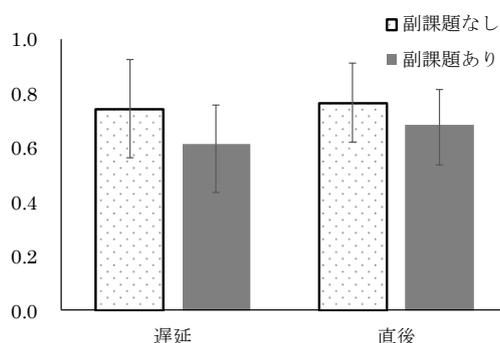


Figure 3. 研究 3 の解答数をプールした，遅延の有無と副課題の有無による final test 正答率

### 第3章 総合考察

#### 第1節 本研究の成果と意義

本研究はテストにおける誤りがどのように正答の学習を促進するのか、遅延FBの手続きを用いて検討した。誤検索効果が意味的なネットワークの豊かさ（本研究における検索語の解答数）によるものであるならば、複数解答させることは特に遅延条件の成績を向上させると考えられた。しかし本研究ではそのような結果は得られなかった。これは1回目のITにおいて誤検索効果を引き起こすのに十分な情報量が活性化され、更にそれを口頭で解答させたことによって符号化されやすかったために、FTにおける検索手がかりとして機能したと考えられる。つまり誤検索効果は「ITにおいて記録すべき正答とは異なる情報（誤情報）が符号化され、それがFT時に有効な検索手がかりとなることによって学習促進が生じる」と結論できる。本研究で扱った刺激は単語対であるが、テストにおける誤りへ注意を向けること（符号化）が後の学習を促進するという結果は、今後誤検索効果をはじめとする「誤り」を活用する学習方略を実際の学習場面に応用する際に重要な示唆となり得る。

#### 第2節 今後の課題

本研究の今後の課題は以下の3点である。第一に使用した刺激が単語対であるため、文章のようなより複雑な刺激を用いた場合に同様の結果が得られるか否かは明らかでない。第二に、先行研究を踏まえ注意分割が符号化を妨害した可能性を挙げたが、実際にIT時の情報の符号化が妨害されているかは直接検討されていない。第三に、より幼い子どもたちに対しても今回同様の結果が生じるかどうかは明らかでない。今後は教育場面における学習事態に即したより複雑な刺激を用いながら、これらの点について検討する必要があるであろう。

## 引用文献

- Buchin, Z. L., & Mulligan, N. W. (2017). The testing effect under divided attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *43*, 1934–1947.
- Carpenter, S. K. (2009). Cue strength as a moderator of the testing effect: The benefits of elaborative retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, *35*, 1563–1569.
- Craik, F. I., Govoni, R., Naveh-Benjamin, M., & Anderson, N. D. (1996). The effects of divided attention on encoding and retrieval processes in human memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *125*, 159–180.
- Grimaldi, P. J., & Karpicke, J. D. (2012). When and why do retrieval attempts enhance subsequent encoding? *Memory & Cognition*, *40*, 505–513.
- Kornell, N. (2014). Attempting to answer a meaningful question enhances subsequent learning even when feedback is delayed. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *40*, 106–114.
- Kornell, N., Hays, M. J., & Bjork, R. A. (2009). Unsuccessful retrieval attempts enhance subsequent learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *35*, 989–998.
- Kornell, N., & Vaughn, K. E. (2016). How retrieval attempts affect learning: A review and synthesis. *Psychology of Learning and Motivation*, *65*, 183–215.
- 水野りか (編) (2011). 連想語頻度表—3 モーラの漢字・ひらがな・カタカナ表記語— ナカニシヤ出版
- Mulligan, N. W. (2008). Attention and memory. *Learning and Memory: A Comprehensive Reference*, *2*, 7–22.

- Rapp, B., & Ficher-Baum, S. (2014). Representation of orthographic knowledge. In M. Goldrick, V. S. Ferreira, & M. Miozzo (Eds.), *The Oxford handbook of language production*. (pp. 338–357). Oxford, En: Oxford University Press.
- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006a). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science, 17*, 249–255.
- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006b). The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice. *Perspectives on Psychological Science, 1*, 181–210.
- Roediger, H. L., Putnam, A. L., & Smith, M. A. (2011). Ten benefits of testing and their applications to educational practice. In J. P. Mestre & B. H. Ross (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Vol. 55. The psychology of learning and motivation: Cognition in education* (pp. 1–36). San Diego, CA: Elsevier Academic Press.