

復習間隔を少しずつ広げていくことは 長期的な記憶保持を促進するか？

先行研究の批判的検証

Gradually increasing spacing does not increase vocabulary learning: A critical review of the literature

中 田 達 也
Tatsuya Nakata

Many second language (L2) vocabulary researchers have claimed that expanding spacing, which involves gradually increasing spacing between retrievals of a given item, facilitates vocabulary learning. Recent studies, however, have yielded inconsistent results regarding the effects of expanding spacing. This study conducted a critical review of earlier studies on expanding spacing. The review found that the study conducted by Landauer and Bjork (1978), which is often cited as evidence to support expanding spacing, has several limitations and does not necessarily demonstrate the value of expanding spacing for L2 vocabulary learning. This study also found that none of the studies examining the effects of expanding spacing on L2 vocabulary learning found the benefits of expanding spacing. Although several non-L2 studies have found the advantage of expanding spacing, the benefits were found only under limited conditions: (a) when the task difficulty is high, (b) feedback is not provided after retrievals, and (c) learning is measured by a posttest given within 24 hours of the treatment. Taken together, this study demonstrates that gradually increasing spacing does not necessarily facilitate long-term retention, and the pedagogical value of expanding spacing for L2 vocabulary learning may be limited.

キーワード

expanding spacing, equal spacing, retrieval, spacing effect, expanding retrieval effect

第二言語 (以下、L2) 語彙習得に関する研究から、検索練習 (retrieval practice) が語彙の長期的な記憶保持を促進することが示されている (Barcroft, 2007; Karpicke & Roediger, 2008; Nakata, 2017)。ここで言う検索とは、以前に学習した内容を記憶の中から取り出すことを指す。例えば、apple という英単語が「りんご」という意味であることを学んだ学習者に、「apple とはどのような意味ですか?」と尋ねたとする。この場合、学習者は apple に関する情報を記憶の中から取り出すことが求められるため、この学習活動は検索の一例である。検索練習は効果的な語彙学習活動であるものの、時間とともにその記憶は減衰し、やがて忘却されてしまう。したがって、記憶を定着させるためには、検索練習を定期的に複数回行うことが欠かせない。どのようなスケジュールで検索練習を行えば語彙の長期的な記憶保持が促進されるかは、L2 語彙習得研究における重要な研究課題の一つである。

語彙の復習スケジュールは、集中学習 (massed learning) と分散学習 (spaced learning) とに大別される。集中学習とは、間隔を置かずにある学習項目を複数回繰り返すことを指す。一方で、分散学習とは、間隔を置いてある学習項目を複数回繰り返すことを指す。これまでの研究により、集中学習よりも分散学習の方が長期的な記憶保持を促進することが示されている。これは、分散効果 (spacing effect) と呼ばれる現象である (分散効果に関するメタ分析に関しては、Cepeda, Pashler, Vul, Wixted, & Rohrer, 2006; Dempster, 1989, 1996; Janiszewski, Noel, & Sawyer, 2003 等を参照)。集中学習と比較して、分散学習は L2 語彙の記憶保持を 2 倍以上促進することが示されており (Nakata, 2015a)、分散効果を利用することによって語彙習得を促進することが期待出来る。

分散学習の効果を論じる際に、absolute spacing と relative spacing という 2 種類の spacing を区別することが有益である (Karpicke & Bauernschmidt, 2011)。Absolute spacing とは、ある学習項目が複数回学習される場合の、学習間隔の総計のことである。例えば、ある単語が 2 分間隔で、合計 4 回学習されたとする。この場合、2 分間の学習間隔が合計で 3 回あるため、この単語の absolute spacing は 6 分間 (2 分間 × 3 回 = 6 分間) となる。一方で、relative spacing とは、個々の学習機会がそれぞれどのように分布しているかを指す。relative spacing の具体例としては、拡張分散学習 (expanding spacing) ・均等分散学習 (equal spacing) ・縮小分散学習 (contracting spacing) という 3 つのスケジュールが挙げられる。拡張分散学習とは「1 週間後 → 2 週間後 → 3 週間後」というように、回数を重ねるにつれて、復習の間隔を少しずつ長くしていくスケジュールのことを指す (expanding spacing は、expanding rehearsal ・ expanded rehearsal ・ expanded retrieval 等と呼ばれるこ

復習間隔を少しずつ広げていくことは長期的な記憶保持を促進するか？（中田）

ともある)。均等分散学習とは、「2週間後→2週間後→2週間後」というように、ある学習項目を一定の間隔で繰り返すスケジュールのことである。縮小分散学習とは、「3週間後→2週間後→1週間後」というように、回数を重ねるにつれて、復習の間隔を少しずつ小さくしていくスケジュールを指す。

分散学習スケジュールの中で、拡張分散学習が最も効果的な復習スケジュールであると多くの心理学者および応用言語学者が指摘している（Baddeley, 1997; Bjork, 1994; Ellis, 1995; Hulstijn, 2001; Mondria & Mondria-de Vries, 1994; Nation, 2001; Pimsleur, 1967; Schmitt, 2000, 2007; Schmitt & Schmitt, 1995)。拡張分散学習が学習を促進するという現象は、拡張検索練習効果（expanding retrieval effect）と呼ばれる。市販の単語学習ソフトでも、拡張分散学習を採用しているものが数多く見られ（例えば、iKnow <https://iknow.jp/>、Anki <https://apps.ankiweb.net/>、Word Engine <http://www.wordengine.jp/vflash> 等）、拡張分散学習が学習を促進するという考えは、研究者のみならず一般にも広く行き渡っていると考えられる。

しかしながら、近年の研究では、拡張分散学習は短期的な記憶保持を促進する可能性はあるものの、長期的な記憶保持は促進しないという結果が得られており、拡張検索練習効果が必ずしも実証されているとは言い難い（e.g., Kang, Lindsey, Mozer, & Pashler, 2014; Karpicke & Bauernschmidt, 2011; Karpicke & Roediger, 2007; Nakata, 2015a; Pyc & Rawson, 2007)。本稿では、拡張分散学習がなぜ記憶保持を促進すると考えられているか理論的背景を述べた上で、拡張分散学習の効果を調べたこれまでの研究結果を検討することを目的とする。

1. 拡張分散学習の効果に関する理論的背景

拡張分散学習が記憶保持を促進するという考えの理論的背景となっているのが、「検索練習効果」(the retrieval practice effect) と「検索努力仮説」(the retrieval effort hypothesis) という2つの仮説である（Ellis, 1995; Karpicke & Bauernschmidt, 2011; Karpicke & Roediger, 2010; Logan & Balota, 2008; Storm, Bjork, & Storm, 2010)。検索練習効果とは、記憶を正しく想起することで、長期的な記憶保持が促進されるという仮説である。例えば、「appleの意味は何ですか？」と尋ねられた場合、正しい答え（りんご）を思い出せた方が、思い出せなかった場合よりも、appleという語に関する記憶が強固になるということを指

す。これは、想起に成功することで記憶へたどり着くための経路が強化され、記憶が取り出しやすくなるためであると考えられている。

2番目の検索努力仮説とは、困難な状態で記憶を想起することで、長期的な記憶保持が促進されるという仮説である (Pyc & Rawson, 2009)。例えば、apple という英単語を学んだばかりの学習者がいたとする。この学習者に、学習の直後に「apple の意味は何ですか？」と尋ねた場合と、学習の1週間後に同じ質問をした場合とでは、後者の方がより記憶保持を促進すると考えられる。これは、学習の1週間後に apple の記憶を想起した方が、学習の直後に想起するよりもより大きな心的努力を必要とし、この心的努力が記憶保持を促進すると考えられているためである。

検索練習効果と検索努力仮説は、それぞれ相反する内容である。なぜなら、検索努力仮説によれば、復習の間隔は長ければ長いほど良いことになる。これは、復習間隔が長ければ長いほどより大きな心的努力が必要となり、記憶保持が促進されるからである。一方で、検索練習効果によると、復習の間隔は短ければ短いほど良い。検索練習効果によれば、語彙に関する記憶を正しく思い出した時に初めて記憶が強化される。復習と復習の間隔が空きすぎてしまうと、その単語の記憶を正しく想起することが不可能になるため、検索練習効果によると学習間隔を長くしすぎることは記憶保持を阻害することになる。

検索練習効果と検索努力仮説が示唆することは、両者に折り合いをつけ、記憶が忘却されるぎりぎりの時点でその項目に関する記憶を想起した際に、記憶保持が最も促進されるということである。例えば、ある単語に関する記憶が60秒後に忘却されるのであれば、59秒後にその単語の記憶を思い出すのが、最も効果的な復習スケジュールであるということになる。

検索練習効果と検索努力仮説はさらに、新しい語彙を学習した場合は、学習の直後に検索練習をした方が良いということを示唆する。学習の直後に検索練習をしないと、記憶を正しく想起することが出来ないため、記憶を正しく想起することで長期的な記憶保持が促進されるという検索練習効果に反してしまう。2回目の検索練習は、1回目の検索練習よりも長い間隔を空けることが出来る。これは、1回目の検索練習で語彙の記憶が強化されたことで、記憶の減衰速度が緩やかになり、間隔を多少長くしても正しく想起出来ると考えられるからである。3回目の検索練習は、2回目よりももっと長い間隔を空けることが出来る。これは、2回の検索練習を行ったことで、記憶がより強化され、復習間隔をさらに長くしても正しく想起出来ると考えられるからである。

復習間隔を少しずつ広げていくことは長期的な記憶保持を促進するか？（中田）

同じようにして、練習回数が増えるごとに間隔を徐々に長くしていくことで、記憶が忘却されるぎりぎりの時点で、その項目に関する記憶を想起出来る可能性が高くなる。ここで言う間隔を徐々に長くしていく復習スケジュールとは、拡張分散学習に他ならない。ゆえに、検索練習効果と検索努力仮説によると、拡張分散学習が最も長期的な記憶保持を可能にすると考えられる。

2. 拡張分散学習に関する記念碑的研究：Landauer & Bjork（1978）

拡張分散学習の効果を実証した研究として最も広く知られているのは、心理学者である Landauer & Bjork（1978）によって行われた研究であろう。彼らの研究は、“influential paper”（Roediger & Butler, 2011）、“landmark paper”（Roediger & Karpicke, 2010）、“often-cited chapter”（Balota, Duchek, & Logan, 2007）等と評されている。引用の数も多く、Google Scholar（<https://scholar.google.com>）によると、2018年3月現在で Landauer & Bjork（1978）は700を越える研究に引用されている。なお、その内の約200件が2010年以降に出版されたものであり、出版から40年を経ても引き続き引用され続けている影響力の大きな論文であることがうかがえる。

Landauer & Bjork（1978）は、拡張分散学習・均等分散学習・縮小分散学習という3種類の relative spacing の効果を比較し、拡張分散学習が最も高い記憶保持に結びつくという結果を得た。Landauer & Bjork の研究は、心理学者のみならず、応用言語学者にも大きな影響を与えた。L2 語彙習得の分野でも、拡張分散学習が最も効果的な語彙学習スケジュールであるという主張がしばしば見られるが（e.g., Barcroft, 2015; Ellis, 1995; Hulstijn, 2001; Mondria & Mondria-de Vries, 1994; Schmitt, 2000; Schmitt & Schmitt, 1995）、その主張の根拠として挙げられているのは多くの場合 Landauer & Bjork の研究である。しかしながら、Landauer & Bjork の研究を詳細に検討すると、彼らの研究を元に拡張分散学習が最も効果的な L2 語彙学習スケジュールであると主張することには、慎重になるべきだと考えられる。それは、以下の5つの理由による。

第1に、Landauer & Bjork（1978）は学習の直後に行ったテストのみで学習効果を測定しており、遅延テストは行っていない。すなわち、短期的な学習効果を測定しているものの、長期的な記憶保持は測定していない、ということである。近年の研究では、短期的な記憶を促進する学習法が、長期的な記憶保持を促進するとは限らないということが示され

ている (e.g., Bjork, 1994, 1999; Karpicke & Bauernschmidt, 2011; Pashler, Zarow, & Triplett, 2003; Schmidt & Bjork, 1992; Schneider, Healy, & Bourne, 2002)。したがって、学習の直後に行ったテストで拡張分散学習の方がより高い得点に結びついたとしても、それが長期的な記憶保持を促進すると結論づけることは必ずしも出来ない。

第2に、研究で使用した学習項目数が極端に少ないという方法論上の問題も挙げられる。Landauer & Bjork (1978) は拡張分散学習や均等分散学習等の複数の学習条件の効果を比較したが、それぞれの条件につき、1つあるいは2つの学習項目しか使用していない。1つの学習条件につきどのくらいの項目数が必要であるかについては明確な基準はないものの、結果を一般化するためにはなるべく多くの項目を用いることが望ましいという指摘 (Schmitt, 2010) を考えると、1～2の項目しか使用していない Landauer & Bjork の研究結果が十分に妥当なものであるかどうかは、意見が分かれるところであろう。

第3に、Landauer & Bjork (1978) の研究では、検索練習の後にフィードバック (feedback) が与えられていない。フィードバックとは、検索練習の後に提示される正解等の情報のことである (Nakata, 2015b)。例えば、「apple とはどのような意味ですか?」と尋ねられ、その正解 (りんご) が学習者に提示された場合、これをフィードバックと言う。L2 語彙学習では、検索練習の後にはフィードバックが与えられるのが一般的である。例えば、Nakata (2011) は9つの語彙学習ソフトウェアについて調査を行ったが、いずれのソフトウェアでも検索練習の後にフィードバックは表示されていた。また、単語帳や単語カードで自主学習をする際にも、単語の意味が正しく思い出せなければ、答えを確認することが一般的であろう。検索練習の後にフィードバックが提供されなかったという点で、Landauer & Bjork (1978) の研究は一般的な語彙学習の状況とはかけ離れており、生態学的妥当性 (ecological validity) に欠けていると言える。したがって、彼らの研究結果を L2 語彙学習にあてはめることには、慎重になるべきだと考えられる。

第4に、Landauer & Bjork (1978) では拡張分散学習の方が均等分散学習よりも高い記憶保持に結びつくという結果が得られたものの、その差はわずかなものであった。学習の直後に行われたテストでは、拡張分散学習の正答率が45%であったのに対して、均等分散学習の正答率は40%で、その差は5%に過ぎなかった。拡張分散学習と均等分散学習の差は統計的に有意であったが、これは被験者数が多かったこと (それぞれの条件につき468人) によるところが大きいと考えられる。Landauer & Bjork は効果量を報告していないが、報告されている統計量 (t 値および自由度) を元に効果量を計算すると、 $r = .21$ となる。

復習間隔を少しずつ広げていくことは長期的な記憶保持を促進するか？（中田）

竹内・水本（2014）により提示されているガイドライン（小： $0.1 \leq r < 0.3$ 、中： $0.3 \leq r < 0.5$ 、大： $r \geq 0.5$ ）によると、これは小さい効果（small effect）と見なされる範囲である。すなわち、Landauer & Bjork は拡張分散学習と均等分散学習の間に差があったことを示したものの、その差が実質的に意味があるとは必ずしも言い切れないということである。

最後に、Landauer & Bjork（1978）は2つの実験結果を報告しているが、いずれも L2 語彙ではなく、第一言語（以下、L1）における人名の学習（name learning）を調査したものであるということにも留意すべきである。Landauer & Bjork が行った1つ目の実験では、参加者は苗字と名前の組み合わせ（例. Elizabeth Grant）を覚えるように指示された。その後、名前が提示され（例. Elizabeth _____）、それに対応する苗字（例. Grant）を答えるように指示された。実験2では、人物の顔を見て、その人の名前を答えることが求められた。人名を覚えることと、L2 語彙を覚えることには共通点はあるものの、そのプロセスには大きな違いがある。具体的には、L2 語彙学習においては、まず L2 単語の語形（スペリングや発音）を覚え、それを意味と結びつけることが求められる。例えば、日本人英語学習者が apple という英単語を覚える場合は、まず apple のスペリングや発音を覚えることが必要である。その後、apple という語形を「りんご」という概念と結びつける。一方で、L1 における人名の学習においては、語形は既知であることがほとんどである。例えば、英語母語話者が“Elizabeth Grant”という人名を覚える場合、“Elizabeth” および“Grant”という語形は既知のものであり、新しい語形を覚える必要はない。このように、L2 語彙学習と母語における人名学習には相違点があるため、Landauer & Bjork の結果をそのまま L2 語彙学習に応用して良いか、疑問が残る。以上のように、拡張分散学習が有効であることの根拠として語彙習得研究者にも引用されることが多い Landauer & Bjork（1978）であるが、仔細に検討してみると、彼らの研究結果を L2 語彙学習にあてはめることには慎重になるべきだと考えられる。

拡張分散学習の効果を示している研究として、Rea & Modigliani（1985）や Siegel & Misselt（1984）の研究が引用されることもある。しかしながら、これらの研究は、拡張分散学習と集中学習（massed learning）の効果のみしか比較していない、ということに注意すべきである。既述の通り、集中学習とは間隔を置かずにある学習項目を複数回繰り返すことを指す。拡張分散学習が集中学習よりも高い保持率に結びついたからといって、復習の間隔を少しずつ長くしていくことが効果的であるとは必ずしも言い切れない。なぜなら、拡張分散学習が集中学習よりも高い保持率に結びついたとしても、その原因が復習間隔を

少しずつ広げていったからなのか、あるいは、単に復習と復習の間に間隔が空いていたからなのか、はっきりしないからである。拡張分散学習が効果的な分散学習スケジュールであることを示すためには、他の種類の relative spacing (均等分散学習や縮小分散学習等)と比較して、拡張分散学習がより効果的であることを示す必要がある。換言すれば、Rea & Modigliani (1985) や Siegel & Misselt (1984) の研究は、分散学習が集中学習よりも高い保持率に結びつくという広く知られている現象 (分散効果) を再現しているに過ぎず、拡張分散学習の有効性に関しては、何一つ示唆を与えていないのである。

3. L2 語彙習得における拡張分散学習の効果

次に、L2 語彙習得において拡張分散学習と他の種類の relative spacing の効果を比較した研究について検討する。Relative spacing の種類としては、拡張分散学習の他に均等分散学習 (ある学習項目を一定の間隔で繰り返すスケジュール) と縮小分散学習 (回数を重ねるにつれて、復習の間隔を少しずつ小さくしていくスケジュール) が知られているが、拡張分散学習の比較対象として用いられているのは、多くの場合均等分散学習である (例外的に、Karpicke & Bauernschmidt, 2011 のみが L2 語彙学習における拡張分散学習と縮小分散学習の効果を比較している)。縮小分散学習が拡張分散学習の比較対象として用いられることがほとんどない理由としては、縮小分散学習が学習を促進するという理論的な背景や実証的な証拠がないことが考えられる (Nakata, 2013)。

L2 語彙学習において拡張分散学習と均等分散学習の効果を比較した研究としては、Pyc & Rawson (2007) ・ Karpicke & Bauernschmidt (2011) ・ Kang, Lindsey, Mozer & Pashler (2014) ・ Nakata (2015a) ・ Kanayama & Kasahara (2016) の5つがある。なお、Schuetze & Weimer-Stuckmann (2010, 2011) ・ Schuetze (2015) も L2 語彙学習における拡張分散学習と均等分散学習の効果を比較している。しかし、彼らの研究では両条件における absolute spacing が統制されていないため、実験結果が拡張分散学習と均等分散学習の違いによるものなのか、それとも absolute spacing の違いによるものなのか、切り分けることが出来ない。したがって、ここでは Schuetze らの研究については詳述しない。

L2 語彙学習において拡張分散学習と均等分散学習の効果を比較した5つの研究では、いずれも両条件の間に大きな差は得られていない。Pyc & Rawson (2007) の研究では、161人のアメリカ人大学生が48のSwahili語と英語の単語ペアを、拡張分散学習条件あるいは

復習間隔を少しずつ広げていくことは長期的な記憶保持を促進するか？（中田）

均等分散学習条件のいずれかで学習した。学習の40分後に行われた事後テストにおいて、両条件の間に統計的に有意な差は見られなかった。

Karpicke & Bauernschmidt (2011) の研究では、96人のアメリカ人大学生が24のソフトウェア語と英語の単語ペアを学習した。彼らの研究では、relative spacing（拡張分散学習・均等分散学習・縮小分散学習）と absolute spacing（小・中・大）という2つの要因が同時に操作された。1週間後に行われた事後テストの結果、relative spacingの主効果、および relative spacing と absolute spacing の交互作用はいずれも統計的に有意ではなかった。この結果は、3種類の relative spacing の効果に大きな差がなかったことを意味する。一方で、absolute spacing の効果は有意であり、absolute spacing が長い学習条件ほど、遅延テスト得点が高かった（小：49%、中：64%、大：75%）。Karpicke & Bauernschmidt の研究結果は、absolute spacing が長期的な保持率に影響を与える一方で、relative spacing は有意な影響を与えないことを示唆している。すなわち、長期的な記憶保持を促進するために重要なのは長い absolute spacing を用いることであり、学習間隔を徐々に広げていくかどうかは重要ではない、ということである。

Nakata (2015a) は、128人の日本人英語学習者を対象に、拡張分散学習と均等分散学習の効果を比較した。Karpicke & Bauernschmidt (2011) と同じく、relative spacing（拡張分散学習・均等分散学習）と absolute spacing（小・中・大）という2つの要因が同時に操作された。学習効果は、学習直後および1週間後に行われた受容テスト（L2からL1に翻訳するテスト）および産出テスト（L1からL2に翻訳するテスト）により測定された。産出テストにおいては拡張分散学習と均等分散学習との間に統計的に有意な差は見られなかった。一方で、受容テストにおいては、拡張分散学習の正答率が均等分散学習よりも統計的に有意に高かった。しかしながら、以下の2つの理由により、両者の差はあまりないと Nakata (2015a) は解釈している。第1に、拡張分散学習と均等分散学習の間に統計的な有意差は見られたものの、効果量は小さかった。さらに、平均値の差もわずかであり、差の信頼区間（confidence intervals）は狭かった。これらの結果は、拡張分散学習と均等分散学習の効果の違いは実質的な意味をほとんど持たないことを示唆する。第2に、Nakata (2015a) の研究では、産出テストと受容テストという2種類の事後テストが行われたが、産出テスト結果の方が学習成果をより正確に反映している可能性がある。Nakata (2015a) の研究では、産出テストの直後に受容テストが行われたが、産出テストで問題（cues）として提示された和訳が、受容テストでは正解となっていた。したがって、受容テストの結

果はその直前に行われた産出テストに影響されていた可能性がある。さらに、学習中の検索練習は産出形式 (L1 訳が表示され、それに対応する L2 単語をキーボードで入力する形式) であったため、学習中の検索練習と形式が一致している産出テストの方が学習成果をより正確に反映している可能性がある。以上の理由から、Nakata (2015a) の研究では、産出テストと受容テストという2種類の事後テストが行われたが、産出テストの方が学習効果をより厳密に反映していると考えられる。産出テストにおいては拡張分散学習と均等分散学習との間に統計的に有意な差が見られなかったことを考慮すると、両者にはほとんど差がないと解釈するのが妥当であると考えられる。

Karpicke & Bauernschmidt (2011)・Nakata (2015a)・Pyc & Rawson (2007) の研究は、いずれも within-session spacing (単一の学習セッション内における学習間隔) を操作したものである。一方で、Kang et al. (2014) および Kanayama & Kasahara (2016) は between-session spacing (複数の学習セッション間の間隔) を操作した上で、拡張分散学習と均等分散学習の効果を比較した。Kang et al. の研究では、37 人の参加者が 60 の日本語と英語の単語ペアを学習した。学習は 4 週間にわたって行われた。均等分散学習条件では、1 日目・10 日目・19 日目・28 日目に、拡張分散学習条件では 1 日目・3 日目・9 日目・28 日目に学習が行われた。学習中の正答率は拡張分散学習の方が高かったものの、83 日目に行われた事後テストにおいて、両者の正答率に有意な差は見られなかった (均等分散学習: 46%、拡張分散学習: 49%)。Kanayama & Kasahara (2016) では、53 人の日本人大学生が 20 の英単語と和訳のペアを拡張分散学習あるいは均等分散学習のいずれかの条件で学習した。均等分散学習条件では、1 日目・8 日目・15 日目・22 日目に、拡張分散学習条件では 1 日目に 2 回、その後 8 日目・22 日目に学習が行われた。3 週間後の遅延テストにおいて、両者の正答率に有意な差は見られなかった。

上に示したように、L2 語彙学習において拡張分散学習と均等分散学習の効果を比較した研究では、いずれも拡張分散学習の効果を支持する結果は得られていない。したがって、復習の間隔を少しずつ長くしていくことが効果的な L2 語彙学習法であるという主張を支持する実証的証拠が十分に存在するとは言い難い。

4. 拡張分散学習の効果に影響を与える要因

拡張分散学習と均等分散学習の効果を比較した研究は、応用言語学のみならず、心理学の分野でも多く見られる。L2 語彙以外の項目（L1 の単語や人名等）を使用した研究を含め、拡張分散学習と均等分散学習の効果を比較した研究の結果をまとめると、以下の通りとなる。

(1) 拡張分散学習の方が均等分散学習よりも効果的（7 研究）

Cull, Shaughnessy, & Zechmeister (1996); Dobson (2011); Karpicke & Roediger (2007); Landauer & Bjork (1978); Logan & Balota (2008); Maddox, Balota, Coane, & Duchek (2011, 実験 2); Storm, Bjork, & Storm (2010)

(2) 拡張分散学習と均等分散学習との間に大きな差はない（11 研究）

Balota, Duchek, Sergent-Marshall, & Roediger (2006); Carpenter & DeLosh (2005); Cull (2000); Kanayama & Kasahara (2016); Kang et al. (2014); Karpicke & Bauernschmidt (2011); Karpicke & Roediger (2010); Maddox et al. (2011, 実験 2); Nakata (2015a); Pyc & Rawson (2007); Shaughnessy & Zechmeister (1992)

(3) 均等分散学習の方が拡張分散学習よりも効果的（3 研究）

Cull (2000); Karpicke & Roediger (2007); Logan & Balota (2008)

上の一覧が示す通り、7つの研究では、拡張分散学習の方が均等分散学習よりも効果的であるという結果が得られている。一方で、11の研究では、拡張分散学習と均等分散学習との間に大きな差は得られていない。残りの3つの研究では、均等分散学習の方が拡張分散学習よりも効果的であるという結果が得られている。このように、拡張分散学習の効果に関して、これまでの研究によって得られた結果は必ずしも一貫していない。その理由として、Nakata (2013) は、拡張分散学習の効果が少なくとも3つの要因に左右されるからであると指摘している。その3つの要因とは、(a) 検索練習の困難度、(b) 検索練習後のフィードバックの有無、(c) 事後テストの時期、の3つである。

拡張分散学習の効果に影響を与える1つ目の要因として考えられるのは、検索練習の困難度である (Logan & Balota, 2008; Storm et al., 2010)。拡張分散学習が効果的であるという理論的背景の1つには、拡張分散学習では1回目の検索練習が学習直後に行われるため、

検索練習が成功する可能性が高くなる、という考えがある（「1. 拡張分散学習の効果に関する理論的背景」を参照）。検索練習の困難度が高い場合は、記憶の減衰速度が早いと考えられるため、検索が成功するためには、1回目の検索練習がなるべく早く行われる必要がある。したがって、検索練習の困難度が高い場合は、1回目の検索練習が学習直後に行われる拡張分散学習の方が検索の成功率が高くなり、結果として記憶保持を促進すると考えられる。一方で、検索困難度が低い場合は、記憶の減衰速度は比較的緩やかであるため、1回目の検索練習までの間隔が長かったとしても、検索が成功する可能性は高い。そのため、検索練習の困難度が低い場合は、1回目の検索練習の成功率が他の分散学習スケジュールよりも高くなるという拡張検索練習効果の前提が必ずしも満たされないため、拡張分散学習の優位性が見られなくなると考えられる。Logan & Balota (2008)・Storm et al. (2010)によって行われた研究では、検索困難度が高い場合に限って拡張検索練習効果が観察されており、検索練習の困難度が拡張分散学習の効果に影響を与えるという仮説が支持されている。

2つ目に、検索練習後のフィードバック（正解）の有無が拡張分散学習の効果に影響を与える可能性が指摘されている（Balota et al., 2007; Cepeda et al., 2006; Cull et al., 1996; Storm et al., 2010）。これは、「フィードバック仮説」（the feedback hypothesis; Cepeda et al., 2006）と呼ばれる考え方である。拡張分散学習では、均等分散学習と比較して、1回目の検索練習が行われるまでの間隔が短い。したがって、均等分散学習では、拡張分散学習よりも記憶が減衰した状態で検索練習が行われるため、1回目の検索練習の成功率は低くなる。1回目の検索練習が不正解であり、フィードバックが提示されない場合、学習者には間違いを訂正する機会が与えられないため、以降の検索練習も同じく不正解になる可能性が高い。そのため、検索練習の後にフィードバックが提示されない場合、均等分散学習では、検索練習の成功率が拡張分散学習よりも一貫して低くなると考えられる。したがって、記憶を正しく想起することで長期的な記憶保持が促進されるという検索練習効果によれば、フィードバックが提示されない場合、均等分散学習の効果は限定的なものと予想される（Balota et al., 2007; Cepeda et al., 2006; Cull et al., 1996; Karpicke & Bauernschmidt, 2011; Karpicke & Roediger, 2007; Storm et al., 2010）。一方で、検索練習の後にフィードバックが提示される場合、1回目の検索練習が不正解であったとしても、学習者には間違いを訂正する機会が与えられるため、以降の検索練習の正答率に関して、拡張分散学習と均等分散学習とでは大きな違いは見られなくなると予想される。したがって、拡張分散学習

復習間隔を少しずつ広げていくことは長期的な記憶保持を促進するか？（中田）

が均等分散学習よりも効果的になるのは、検索練習後にフィードバックが提示されない場合に限定されると考えられる。これまでの研究でも、拡張分散学習の方が均等分散学習よりも効果的であることを示した7つの研究では、いずれも検索練習の後にフィードバックは提示されていない（Cull et al., 1996, 実験1 & 4; Dobson, 2011; Karpicke & Roediger, 2007, 実験1; Landauer & Bjork, 1978; Logan & Balota, 2008; Maddox et al., 2011, 実験2; Storm et al., 2010, 実験2 & 3）。一方で、フィードバックが提示された研究の中で、拡張分散学習の有効性を示したものはない（Balota et al., 2006, 実験2 & 3; Cull et al., 1996, 実験5; Cull, 2000, 実験1-4; Kang et al., 2014; Karpicke & Roediger, 2007, 実験2 & 3; Karpicke & Roediger, 2010, 実験2; Nakata, 2015a; Pyc & Rawson, 2007）。これらの研究結果は、フィードバックの有無が拡張分散学習の効果に影響を与えるというフィードバック仮説を支持するものである。

拡張分散学習の効果に影響を与える3つ目の要因として考えられるのは、事後テストのタイミングである。拡張分散学習は短期的には効果があるものの、長期的には効果がないという指摘がある（Balota et al., 2007; Karpicke & Roediger, 2007; Logan & Balota, 2008; Roediger & Karpicke, 2010; Storm et al., 2010）。拡張分散学習の効果が短期的にしか見られない理由も、1回目の検索練習までの間隔の違いに起因すると考えられている。均等分散学習と比較して、拡張分散学習では1回目の検索練習が行われるまでの間隔が短い。したがって、拡張分散学習においては、1回目の検索練習において、長期記憶からではなく一次記憶（primary memory）から想起が行われると考えられる（Karpicke & Roediger, 2007; Roediger & Karpicke, 2010; Storm et al., 2010）。一方で、均等分散学習においては、1回目の検索練習が行われるまでの間隔が長いため、一次記憶から想起が行われる可能性は低い。一次記憶からの想起は、短期的な記憶保持を促進するものの、長期的な保持は促進しない。そのため、拡張分散学習は短期的には効果があるものの、長期的には効果がないと考えられる。学習終了後から24時間以内に事後テストを行った研究では、拡張分散学習の有効性は見られているものの（Cull et al., 1996, 実験1 & 4; Karpicke & Roediger, 2007, 実験1; Landauer & Bjork, 1978; Logan & Balota, 2008; Maddox et al., 2011, 実験2）、24時間以降に効果を測定した研究の多くでは、拡張分散学習の有効性は観察されていない（Cull, 2000, 実験3 & 4; Kanayama & Kasahara, 2016; Kang et al., 2014; Karpicke & Bauernschmidt, 2011; Karpicke & Roediger, 2007, 2010; Logan & Balota, 2008; Nakata, 2015a; Storm et al., 2010, 実験1）。これらの研究結果は、拡張分散学習は短期的には効果があるものの、長期

的には効果がないという可能性を支持するものである。

これまでに行われた研究を統合すると、(a) 検索練習の困難度が高く、(b) 検索練習後にフィードバックが提供されておらず、(c) 事後テストが学習終了後24時間以内に行われた場合に限り、拡張分散学習は記憶保持を促進する可能性がある、ということがうかがえる。このように、拡張分散学習の効果は様々な要因の影響を受け、必ずしも頑強な現象ではない。したがって、先行研究の結果を元に、「復習の間隔を少しずつ広げていくことは長期的な記憶保持を促進する」と主張することは、妥当ではないように思われる。

また、一定の条件下で拡張分散学習の効果が見られていることは事実であるものの、その条件はL2学習者にとって必ずしも有益なものであるとは言い難い。第1に、検索練習の後にフィードバックが提供されていない場合に限って、拡張分散学習が記憶保持を促進する可能性が示されているが、L2語彙学習においては、検索練習の後にフィードバックが提示されるのが一般的である。語彙学習ソフトウェアの多くでは、検索練習の後にフィードバックが表示されている (Nakata, 2013)。また、単語帳や単語カードで自主学習をする際にも、答えを確認することが一般的であろう。L2語彙学習において、検索練習の後にはフィードバックが提示されることが多いことを考慮すると、フィードバックが提供されていない場合に限って記憶保持を促進する拡張分散学習が、L2学習者にとって有益な学習法であるとは言い難い。

第2に、拡張分散学習は短期的には記憶保持を促進するが、長期的な記憶保持は促進しない可能性があるという点についても留意すべきである。「明日テストがあるので単語を覚えたいが、テストの後は忘れても構わない」といった特殊な状況を除き、L2語彙を学習する目的は、その記憶を長期的に保持することであろう。したがって、短期的にしか記憶保持を促進しない学習法が、L2学習者にとって真に有益とは考えにくい。以上のように、拡張分散学習に関してこれまでに行われた研究の結果を考えると、拡張分散学習を効果的な語彙学習法として薦めることは妥当ではないと言えよう。

5. 理論的示唆

検索練習効果と検索努力仮説によれば、拡張分散学習は長期的な記憶保持を促進するはずである (「1. 拡張分散学習の効果に関する理論的背景」を参照)。しかしながら、実証研究では必ずしもそのような結果は得られていない。その理由として、以下の3つの説明

復習間隔を少しずつ広げていくことは長期的な記憶保持を促進するか？（中田）

がなされている。第1に、拡張検索練習効果の理論的背景の1つである検索練習効果によれば、記憶を正しく想起することで、長期的な記憶保持が促進される。しかし、検索練習効果は実証研究によって必ずしも支持されていない。例えば、absolute spacing の効果を比較した研究では、短い absolute spacing の方が、検索練習においては高い正答率に結びつくものの、長期的には長い absolute spacing の方がより高い保持率に結びつくことが示されている（e.g., Crothers & Suppes, 1967; Karpicke & Bauernschmidt, 2011; Nakata & Suzuki, in press; Nakata & Webb, 2016; Pashler et al., 2003; Pyc & Rawson, 2007）。これは、遅延効果（lag effect）と呼ばれる現象である。拡張検索練習効果の理論的背景の1つである検索練習効果が必ずしも頑強な現象ではないため、拡張検索練習効果自体も観察されない可能性がある。

2つ目の説明として挙げられているのが、一次記憶と長期記憶の違いによるものである（Karpicke & Roediger, 2007; Roediger & Karpicke, 2010）。既述の通り、均等分散学習では1回目の検索練習が行われるまでの間隔が長いため、一次記憶からではなく長期記憶から想起が行われると考えられる。一方で、拡張分散学習では1回目の検索練習が行われるまでの間隔が短いため、長期記憶からではなく一次記憶から想起が行われる可能性が高い。一次記憶からの想起は、短期的な記憶は促進するものの、長期的な保持は促進しない。そのため、拡張分散学習は長期的な記憶保持には必ずしも結びつかないと考えられる。

3つ目の説明は、the desirable difficulties framework（e.g., Bjork, 1994; Schmidt & Bjork, 1992）によるものである。The desirable difficulties framework によれば、検索練習の正答率を高める学習法は短期的には記憶を促進するが、長期的な保持は阻害する。拡張分散学習では1回目の検索練習が行われるまでの間隔が短いため、検索練習の正答率は高くなる。検索練習効果によればこれは好ましいものだが、the desirable difficulties framework によると、検索練習の正答率を高くすることで、拡張分散学習は長期的な保持を阻害すると考えられる（Karpicke & Roediger, 2007; Roediger & Karpicke, 2010）。

Landauer & Bjork（1978）の研究をきっかけに、拡張分散学習が長期的な記憶保持を促進するという考えは広まっていくこととなった。しかしながら、その後の実証研究では、拡張分散学習の有効性を支持する結果は必ずしも得られていない。その理由として、上に述べたような3つの解釈が挙げられている。拡張分散学習が長期的な保持を必ずしも促進しないという立場は、実証的にも理論的にも認知心理学の分野では主流になりつつあると言えるであろう（e.g., Karpicke & Roediger, 2007; Roediger & Karpicke, 2010）。

6. 終わりに

拡張分散学習が最も効果的な復習スケジュールであるという指摘は多く見られるものの、近年の実証研究では、必ずしもそのような結果は得られていない。そこで本稿では、拡張分散学習の効果を検証した先行研究の結果を精査した。その結果、拡張分散学習の効果を実証した研究として広く引用されている Landauer & Bjork (1978) の研究は、必ずしも拡張分散学習が L2 語彙の長期的保持を促進する可能性を示しているわけではないことが示唆された。また、L2 語彙習得において拡張分散学習の効果を調査した研究では、いずれにおいても拡張分散学習の有効性は支持されていなかった。L2 語彙習得以外の研究においては、拡張分散学習の有効性を示す研究はいくつか存在するものの、(a) 検索練習の困難度が高く、(b) 検索練習後にフィードバックが提供されず、(c) 事後テストが学習終了後 24 時間以内に行われた場合という、ごく限られた条件でしか拡張分散学習の有効性は実証されていないことも明らかになった。復習の間隔を少しずつ広げていくことは、L2 語彙の長期的な記憶保持を促進すると主張されることがあるが、実証研究を見る限り、そのような主張を支持する根拠は希薄であると言わざるを得ない。

拡張分散学習が効果的な L2 語彙学習スケジュールであるという主張は、1990～2000 年代に広く見られた (e.g., Ellis, 1995; Hulstijn, 2001; Mondria & Mondria-de Vries, 1994; Nation, 2001; Schmitt, 2000; Schmitt & Schmitt, 1995)。しかしながら、拡張分散学習が必ずしも長期的な語彙習得を促進するわけではないという認識は、L2 語彙習得研究者の間にも少しずつ広まりつつある。例えば、L2 語彙習得において最も影響力がある書籍は、Paul Nation の *Learning Vocabulary in Another Language* (Cambridge University Press) であろう。2001 年に出版された初版 (Nation, 2001) では、拡張分散学習が語彙習得を促進するという旨の記述があったものの、2013 年に出版された第 2 版 (Nation, 2013) では、拡張分散学習は少なくとも均等分散学習と同じくらい効果的であるという記述に変更されている。

その一方で、近年出版された書籍や論文の中でも、拡張分散学習が最も効果的な復習スケジュールであるという記述がいまだに見られることも事実である (e.g., Barcroft, 2015)。拡張分散学習が多くの単語学習ソフトウェアで採用されている (Nakata, 2011) ことを考慮すると、研究者が拡張分散学習の有効性を主張したことの影響は依然根強いと考えられる。本稿が拡張分散学習の効果を再検討する一助となることを願う。

参考文献

- Baddeley, A. D. (1997). *Human memory: Theory and practice* (Revised ed.). East Sussex, UK: Psychology Press.
- Balota, D. A., Duchek, J. M., & Logan, J. M. (2007). Is expanded retrieval practice a superior form of spaced retrieval? A critical review of the extant literature. In J. S. Nairne (Ed.), *The foundations of remembering: Essays in honor of Henry L. Roediger III* (pp. 83–105). New York, NY: Psychology Press.
- Balota, D. A., Duchek, J. M., Sergent-Marshall, S. D., & Roediger, H. L. (2006). Does expanded retrieval produce benefits over equal-interval spacing? Explorations of spacing effects in healthy aging and early stage Alzheimer's disease. *Psychology and Aging, 21*, 19–31. doi:10.1037/0882-7974.21.1.19
- Barcroft, J. (2007). Effects of opportunities for word retrieval during second language vocabulary learning. *Language Learning, 57*, 35–56. doi:10.1111/j.1467-9922.2007.00398.x
- Barcroft, J. (2015). *Lexical input processing and vocabulary learning*. Amsterdam, Netherlands: John Benjamins.
- 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. (1999). Assessing our own competence: Heuristics and illusions. In D. Gopher & A. Koriat (Eds.), *Attention and performance XVII: Cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application* (pp. 435–459). Cambridge, MA: MIT Press.
- Carpenter, S. K., & DeLosh, E. L. (2005). Application of the testing and spacing effects to name learning. *Applied Cognitive Psychology, 19*, 619–636. doi:10.1002/acp.1101
- Cepeda, N. J., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J. T., & Rohrer, D. (2006). Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis. *Psychological Bulletin, 132*, 354–380. doi:10.1037/0033-2909.132.3.354
- Crothers, E., & Suppes, P. (1967). *Experiments in second language learning*. New York, NY: Academic Press.
- Cull, W. L. (2000). Untangling the benefits of multiple study opportunities and repeated testing for cued recall. *Applied Cognitive Psychology, 14*, 215–235. doi:10.1002/(SICI)1099-0720(200005/06)14:3<215::AID-ACP640>3.0.CO;2-1
- Cull, W. L., Shaughnessy, J. J., & Zechmeister, E. B. (1996). Expanding understanding of the expanding-pattern-of-retrieval mnemonic: Toward confidence in applicability. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 2*, 365–378. doi:10.1037/1076-898X.2.4.365
- Dempster, F. N. (1989). Spacing effects and their implications for theory and practice. *Educational Psychology Review, 1*, 309–330. doi:10.1007/BF01320097
- Dempster, F. N. (1996). Distributing and managing the conditions of encoding and practice. In E. L. Bjork & R. A. Bjork (Eds.), *Human memory* (pp. 197–236). San Diego, CA: Academic Press.

- Dobson, J. L. (2011). Effect of selected “desirable difficulty” learning strategies on the retention of physiology information. *Advances in Physiology Education*, *35*, 378–383. doi:10.1152/advan.00039.2011
- Ellis, N. C. (1995). The psychology of foreign language vocabulary acquisition: Implications for CALL. *Computer Assisted Language Learning*, *8*, 103–128. doi:10.1080/0958822940080202
- Hulstijn, J. H. (2001). Intentional and incidental second language vocabulary learning: A reappraisal of elaboration, rehearsal, and automaticity. In P. Robinson (Ed.), *Cognition and second language instruction* (pp. 258–286). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Janiszewski, C., Noel, H., & Sawyer, A. G. (2003). A meta-analysis of the spacing effect in verbal learning: Implications for research on advertising repetition and consumer memory. *Journal of Consumer Research*, *30*, 138–149. doi:10.1086/374692
- Kanayama, K., & Kasahara, K. (2016). The effects of expanding and equally-spaced retrieval practice on long-term L2 vocabulary retention. *ARELE: Annual Review of English Language Education in Japan*, *27*, 217–232. doi:10.20581/arele.27.0_217
- Kang, S. H. K., Lindsey, R. V., Mozer, M. C., & Pashler, H. (2014). Retrieval practice over the long term: Should spacing be expanding or equal-interval? *Psychonomic Bulletin & Review*, *21*, 1544–1550. doi:10.3758/s13423-014-0636-z
- Karpicke, J. D., & Bauernschmidt, A. (2011). Spaced retrieval: Absolute spacing enhances learning regardless of relative spacing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *37*, 1250–1257. doi:10.1037/a0023436
- Karpicke, J. D., & Roediger, H. L. (2007). Expanding retrieval practice promotes short-term retention, but equally spaced retrieval enhances long-term retention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *33*, 704–719. doi:10.1037/0278-7393.33.4.704
- Karpicke, J. D., & Roediger, H. L. (2008). The critical importance of retrieval for learning. *Science*, *319*, 966–968. doi:10.1126/science.1152408
- Karpicke, J. D., & Roediger, H. L. (2010). Is expanding retrieval a superior method for learning text materials? *Memory and Cognition*, *38*, 116–124. doi:10.3758/MC.38.1.116
- 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). London, UK: Academic Press.
- Logan, J. M., & Balota, D. A. (2008). Expanded vs. equal interval spaced retrieval practice: Exploring different schedules of spacing and retention interval in younger and older adults. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *15*, 257–280. doi:10.1080/13825580701322171
- Maddox, G. B., Balota, D. A., Coane, J. H., & Duchek, J. M. (2011). The role of forgetting rate in producing a benefit of expanded over equal spaced retrieval in young and older adults. *Psychology and Aging*, *26*, 661–670. doi:10.1037/a0022942
- Mondria, J. A., & Mondria-de Vries, S. (1994). Efficiently memorizing words with the help of word cards and “hand computer”: Theory and applications. *System*, *22*, 47–57. doi:10.1016/0346-251X

(94) 90039-6

- Nakata, T. (2011). Computer-assisted second language vocabulary learning in a paired-associate paradigm: A critical investigation of flashcard software. *Computer Assisted Language Learning*, 24, 17–38. doi:10.1080/09588221.2010.520675
- Nakata, T. (2013). *Optimising second language vocabulary learning from flashcards* (Unpublished doctoral dissertation). Victoria University of Wellington, New Zealand.
- Nakata, T. (2015a). Effects of expanding and equal spacing on second language vocabulary learning: Does gradually increasing spacing increase vocabulary learning? *Studies in Second Language Acquisition*, 37, 677–711. doi:10.1017/S0272263114000825
- Nakata, T. (2015b). Effects of feedback timing on second language vocabulary learning: Does delaying feedback increase learning? *Language Teaching Research*, 19, 416–434. doi:10.1177/1362168814541721
- Nakata, T. (2017). Does repeated practice make perfect? The effects of within-session repeated retrieval on second language vocabulary learning. *Studies in Second Language Acquisition*, 39, 653–679. doi:10.1017/S0272263116000280
- Nakata, T., & Suzuki, Y. (in press). Effects of massing and spacing on the learning of semantically related and unrelated words. *Studies in Second Language Acquisition*. doi:10.1017/S0272263118000219
- Nakata, T., & Webb, S. (2016). Does studying vocabulary in smaller sets increase learning? The effects of part and whole learning on second language vocabulary acquisition. *Studies in Second Language Acquisition*, 38, 523–552. doi:10.1017/S0272263115000236
- Nation, I. S. P. (2001). *Learning vocabulary in another language*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Nation, I. S. P. (2013). *Learning vocabulary in another language* (2nd ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Pashler, H., Zarow, G., & Triplett, B. (2003). Is temporal spacing of tests helpful even when it inflates error rates? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29, 1051–1057. doi:10.1037/0278-7393.29.6.1051
- Pimsleur, P. (1967). A memory schedule. *Modern Language Journal*, 51, 73–75. doi:10.1111/j.1540-4781.1967.tb06700.x
- Pyc, M. A., & Rawson, K. A. (2007). Examining the efficiency of schedules of distributed retrieval practice. *Memory & Cognition*, 35, 1917–1927. doi:10.3758/BF03192925
- Pyc, M. A., & Rawson, K. A. (2009). Testing the retrieval effort hypothesis: Does greater difficulty correctly recalling information lead to higher levels of memory? *Journal of Memory and Language*, 60, 437–447. doi:10.1016/j.jml.2009.01.004
- Rea, C. P., & Modigliani, V. (1985). The effect of expanded versus massed practice on the retention of multiplication facts and spelling lists. *Human Learning: Journal of Practical Research & Applications*, 4, 11–18.

- Roediger, H. L., & Butler, A. C. (2011). The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in Cognitive Sciences*, 15, 20–27. doi:10.1016/j.tics.2010.09.003
- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2010). Intricacies of spaced retrieval: A resolution. In A. S. Benjamin (Ed.), *Successful remembering and successful forgetting: A festschrift in honor of Robert A. Bjork* (pp. 23–47). New York, NY: Psychology Press.
- Schmidt, R. A., & Bjork, R. A. (1992). New conceptualizations of practice: Common principles in three paradigms suggest new concepts for training. *Psychological Science*, 3, 207–217. doi:10.1111/j.1467-9280.1992.tb00029.x
- Schmitt, N. (2000). *Vocabulary in language teaching*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Schmitt, N. (2007). Current trends in vocabulary learning and teaching. In J. Cummins & C. Davison (Eds.), *The international handbook of English language teaching* (pp. 827–842). Norwell, MA: Springer.
- Schmitt, N. (2010). *Researching vocabulary: A vocabulary research manual*. Basingstoke, UK: Palgrave Macmillan.
- Schmitt, N., & Schmitt, D. (1995). Vocabulary notebooks: Theoretical underpinnings and practical suggestions. *ELT Journal*, 49, 133–143. doi:10.1093/elt/49.2.133
- Schneider, V. I., Healy, A. F., & Bourne, L. E. (2002). What is learned under difficult conditions is hard to forget: Contextual interference effects in foreign vocabulary acquisition, retention, and transfer. *Journal of Memory and Language*, 46, 419–440. doi:10.1006/jmla.2001.2813
- Schuetze, U. (2015). Spacing techniques in second language vocabulary acquisition: Short-term gains vs. long-term memory. *Language Teaching Research*, 19, 28–42. doi:10.1177/1362168814541726
- Schuetze, U., & Weimer-Stuckmann, G. (2010). Virtual Vocabulary: Research and learning in lexical processing. *CALICO Journal*, 27, 517–528.
- Schuetze, U., & Weimer-Stuckmann, G. (2011). Retention in SLA lexical processing. *CALICO Journal*, 28, 460–472.
- Shaughnessy, J. J., & Zechmeister, E. B. (1992). Memory-monitoring accuracy as influenced by the distribution of retrieval practice. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 30, 125–128.
- Siegel, M. A., & Misselt, A. L. (1984). Adaptive feedback and review paradigm for computer-based drills. *Journal of Educational Psychology*, 76, 310–317. doi:10.1037/0022-0663.76.2.310
- Storm, B. C., Bjork, R. A., & Storm, J. C. (2010). Optimizing retrieval as a learning event: When and why expanding retrieval practice enhances long-term retention. *Memory & Cognition*, 38, 244–253. doi:10.3758/MC.38.2.244
- 竹内理・水本篤 (2014). 『外国語教育研究ハンドブック—研究手法のより良い理解のために— (改訂版)』 松柏社