

氏名（本籍地）	齋藤 玲
学位の種類	博士（情報科学）
学位記番号	情博第685号
学位授与年月日	平成31年 3月27日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科、専攻	東北大学大学院情報科学研究科（博士課程） 人間社会情報科学専攻
学位論文題目	学習における Retrieval Practice に関する教育認知科学研究
論文審査委員	（主査）東北大学 教授 邑本俊亮 東北大学 教授 松宮一道 東北大学 教授 堀田龍也 宮城教育大学 教授 平真木夫 東北大学 准教授 和田裕一

論文内容の要旨

現在、IT・ICTの急速な進歩による社会構造・雇用形態の変化に伴い、学校制度・教育方法が大きく変わろうとしている。新しい学校制度においては、子どもたちにある特定の情報を獲得させるだけでなく、それを獲得するための方法を身につけさせることが重要であると考えられている。本稿は、効果的な教授・学習法（以下、学習法）とはどのようなものであるかを明らかにしようとするものである。

これまでの学習法研究では、学習すべき内容に対してそれに関連する情報を付加する認知活動を経験すること、すなわち精緻化（elaboration）を基礎とする学習法（精緻化型学習法）が学習にとって有効性が高いということがよく知られてきた。一方、近年の認知科学研究における最重要キーワードの一つとして retrieval practice が挙げられ、それを学習法に応用しようとする動きが活発化している。Retrieval practice とは、心内から情報を取り出してみること（記憶検索してみること）である。過去十数年のあいだに、ある学習材料の符号化を行ったあとに再び符号化を繰り返すよりも、一度符号化を行ったあとに記憶検索を繰り返すほうが、学習（特に記憶定着）にとって効果的であるということが相次いで報告されてきた。この Retrieval practice を基礎とする学習法は、記憶検索型学習法（retrieval-based learning）とも呼ばれるくらいに、有効性の高い学習法としての地位を現在築きつつある。しかしながら、この記憶検索型学習法に関する実験的検討がなされはじめてからまだ日が浅いということもあり、その有効性を含めて検討すべき課題が散在している。そこで、本稿では記憶検索型学習法の有効性に関する詳細な検討を行い、それがいかなる認知メカニズムに基づいて生起するのかに関して、特に再学習活動時の認知過程の変化に着目して、実験的検討とモデル化を行う。

以下では、各章の要旨を述べる。

第1章 背景と目的

第1章では、精緻化型学習法と記憶検索型学習法に関する先行研究を整理し、本稿で取り組むべき課題を述べた。具体的には、これまでに記憶検索型学習法の有効性に関する研究は、さまざまな学習材料（テキストだけでなくアニメーションなど）を用いて・さまざまな文脈（実験室だけでなく中学校や高等学校の教室）において行われてきたということ、また当該学習法による学習効果を説明する理論では、記憶検索活動時の認知過程を中心に仮定され、それに関してはかなり明らかになってきたといえるということを述べた。そして、このような状況を踏まえ、具体的

な課題として、1) これまでの記憶検索型学習法の有効性に関する研究では、符号化を繰り返す学習法との比較が大半を占め、精緻化型学習法と比較した場合の有効性については十分に検証されてこなかったということ、2) 効果検証において再学習活動を含む記憶検索型学習法が一般的に用いられるようになったにも関わらず、再学習活動時にどのような認知過程が生じているかに関する実証研究はほとんど行われてこなかったということを取り上げた。

第2章 記憶検索型学習法の有効性の検証

第2章では、精緻化型学習法と比較した場合の記憶検索型学習法の有効性について検討するために実験を行った。このとき、先行研究で用いられた概念地図法ではなく、以下で説明する図表作成を伴うノート作成を記憶検索型学習法の比較対照として設定し、精緻化型学習法における制約を相対的に弱めることで、参加者が十分に精緻化を行えるように操作した。実験では、テキスト（説明文）を学習材料として、参加者である大学生に記憶検索型学習法か精緻化型学習法のいずれかを経験させた。記憶検索型学習法群の参加者は、テキストを読んだあとに、テキストについておぼえていることをできるだけたくさん思い出すという自由再生課題（記憶検索課題）を行い、さらにテキストの読みと自由再生課題をもう一度ずつ繰り返した。精緻化型学習法群の参加者は、テキストを一度読んだあとに、テキストを参照しながら、テキストの内容を図表や絵、あるいは記号を用いながら、自分自身の言葉でまとめた（図表作成を伴うノート作成）。一週間後に行われた最終テスト課題は、テキストに書かれた情報一つをもとに解答可能な問題（逐語問題）と、テキストに書かれた複数の情報同士を組み合わせることで解答可能な問題（応用問題）であった。実験の結果、逐語問題においては記憶検索型学習法群のほうが精緻化型学習法群よりも成績が有意に高く、応用問題においては記憶検索型学習法群と精緻化型学習法群とは同等の成績であった。これらの結果から、先行研究で報告された記憶検索型学習法の応用問題での有効性は、精緻化型学習法の制約の強さのためである可能性が示唆された。また、制約の弱い精緻化型学習法と比較しても逐語問題では記憶検索型学習法が高い成績を示すことから、情報の記憶定着には記憶検索活動が有効であることが明らかとなった。

第3章 記憶検索型学習法の有効性の検証：Bayesian meta-analysis

第3章では、これまでの（精緻化型学習法と記憶検索型学習法による有効性の違いを検討した）研究の結果をもとに個別のベイズファクター（BF: Bayes factor）を算出するとともに、それらの結果を Bayesian meta-analysis を用いて統合することで、学習法による有効性の違いをベイズ的仮説検定のもとで再検討した。その結果、逐語問題においてはいかなる精緻化型学習法との比較においても対立仮説が支持され、応用問題においては対立仮説を支持するものと帰無仮説を支持するものとに分かれた。応用問題において帰無仮説を支持したものは、精緻化型学習法が精緻化型学習法として機能する（精緻化型学習法において学習者が精緻化を十分に行えるだろう）場合との比較であった。これらのことから、逐語問題においては、いかなる精緻化型学習法との比較においても記憶検索型学習法の有効性はたしかに高いといえるが、応用問題においては、精緻化型学習法が精緻化型学習法として機能する場合には、記憶検索型学習法とのあいだに有効性の差はないということが明らかとなった。

第4章 小学生における記憶検索型学習法の有効性の検証

第4章では、テキスト（説明文）を学習材料として、参加者の小学6年生にいずれかの学習法（手がかり再生形式の記憶検索型学習法、自由再生形式の記憶検索型学習法、精緻化型学習法）を体験させた。ここでは、大学生と比べて学習経験が十分ではない小学生にとって記憶検索課題時にテキストのどの箇所を思い出せばよいのかという手がかりが彼らの学習を助けるだろうということを仮定した。手がかり再生形式の記憶検索型学習法群の参加者は、思い出するためのヒント

(テキストの各段落に対する見出し) をもとに記憶検索課題を行い、自由再生形式の記憶検索型学習法群の参加者は、そのようなヒントなしに記憶検索課題を行った。一週間後に行われた最終テスト課題の結果、傾向としてはあるが、逐語問題においては、手がかり再生形式群は精緻化型学習法群と比べて成績が高かったものの、自由再生形式群では精緻化型学習法群とのあいだには差はなかった。応用問題においては、いずれの群間にも差はなかった。これらの結果から、小学生が(大学生と同様に)逐語問題における記憶検索型学習法の有効性を享受するためには、思い出すためのヒントいわば足場がけが記憶検索課題時に必要であろうということが示唆された。

第5章 記憶検索課題による再読時の読みの調節：眼球運動を指標として

第5章では、記憶検索型学習法において学習者が再読時にどのような読みを行っているのかを検討するために、眼球運動測定装置を用いた実験を行った。実験では、テキスト(説明文)を学習材料として、参加者をRP群(初読後に記憶検索課題を経験する)とNRP群(初読後に記憶検索課題を経験しない)のいずれかに配置したうえで、再読時から初読時にかけての読み指標(読み時間、注視回数、平均注視時間)の値がどのように変化するかを検討した。具体的には、読み指標の値の差分(差分値: 再読時 - 初読時)を算出し、NRP群のように読みのみを繰り返す場合に生じるとされている“読みの繰り返し効果(初読時から再読時にかけて読み指標の値が減衰する)”が、初読後に記憶検索課題を経験するRP群において抑制されるかどうかを検討した。その結果、NRP群では読みの繰り返し効果が生じるが、RP群では当該効果の発生が抑制されるということが明らかとなった。

第6章 記憶検索課題による再読時の読みの調節：眼球運動と瞳孔サイズを指標として

第6章では、第5章で用いた読み指標(読み時間、注視回数、平均注視時間)だけでなく、新たな読み指標(瞳孔サイズ、瞬目率、平均瞬目時間等)も用いて、記憶検索課題後の読みの調節について、実験的検討を行った。第5章と同様に、NRP群において読みの繰り返し効果が生じるかどうか、あるいはRP群において当該効果の発生が抑制されるかどうかを再検討した。また本章では、記憶検索課題で再生に成功した箇所と失敗した箇所とで、再読時の読みが異なるかどうかについても検討した。実験では、第5章と同様にテキスト(説明文)を学習材料として、参加者をRP群とNRP群のいずれかに配置した。

実験の結果、新たに用いた読み指標でも、NRP群においては読みの繰り返し効果が確認され、RP群においては当該効果の発生が抑制されることが確認された(第5章の結果が再現された)。また、RP群の参加者において、初読後の記憶検索課題時に再生に失敗した箇所に対する読み時間の差分値(再読時 - 初読時)が、再生に成功した箇所に対する読み時間の差分値と比べて、大きいということが確認された。この結果は、RP群の参加者は再読時に、記憶検索課題時の再生失敗箇所に対して、集中的な読みを行ったという証拠となる。以上の結果から、学習者は、初読後に記憶検索課題を経験することによって、そのときに自身の記憶・理解をモニタリングし、そのモニタリングの成果をもとに再読時の読みを調節するということが明らかとなったといっていよう。

第7章 総合考察

第7章では、これまでの成果をまとめたうえで、教育への示唆と本稿の限界に関する考察を行った。また本章では、本稿で得られた知見に基づき、記憶検索型学習法の認知メカニズムを説明するためのモデルを提案した。

7.2節で提案したモデル(図1:論文では図7-1)は、テキストを学習対象とする場合の記憶検索型学習法の認知過程を説明するためのものである。このモデルでは、学習者が外的環境(学習対象)と内部環境とのインタラクションにおいてどのような認知過程を経験するのか、そしてそ

これらの経験を通して記憶表象にどのような変化が生じるのかについて説明する。

一回目の学習活動（図左）では、テキストを読んでそれらの内容を頭のなかに記憶表象として形成することすなわち学習内容の符号化が行われる。このとき記憶表象には学習対象に対する学習経験をしたときのエピソードコンテキストが生成される。また一回目の学習活動時において学習者が自発的に学習項目同士あるいは学習項目と既有知識との精緻化を行うこともある。記憶検索活動（図中央）では、思い出せた学習項目に対しては、記憶検索過程を経て精緻化が生じると同時に再符号化が生じ、さらに一回目の学習活動時のエピソードコンテキストと記憶検索活動時のエピソードコンテキストの両方が、検索手がかりとして利用できることになる。再学習活動時（図右）では、記憶検索活動で思い出せなかった学習項目に対しては、その失敗を補うために戦略的に学習することを目的として当該項目への集中的な符号化処理が生じる。これは記憶検索に誘発された、あるいは記憶検索活動時に作られたエピソードコンテキストに誘発された、再学習活動時の学習行動の調節である。また、そのような処理の結果として、当該の学習項目が精緻化される。このときのエピソードコンテキストも生成され、それも検索手がかりとして利用可能になる。本モデルは、記憶検索型学習法の学習効果は記憶検索活動とそれに続く再学習活動の相乗効果であることを明確化し、当該学習法を支える認知過程の解明に向けた重要な枠組みとして機能すると考える。

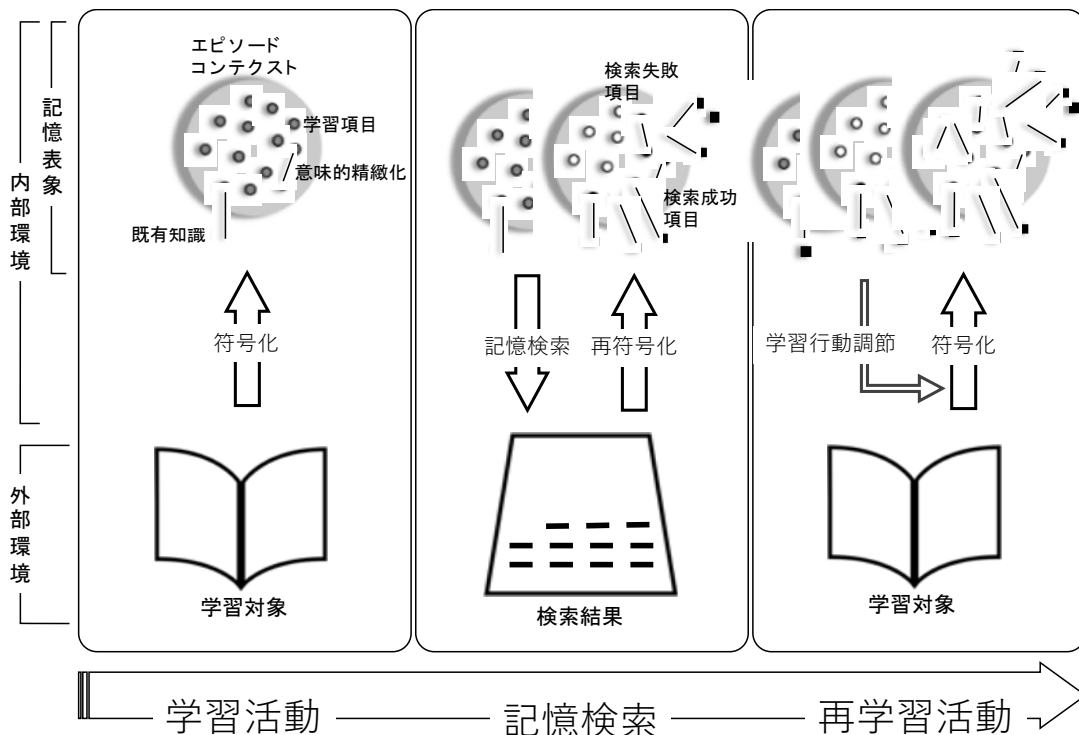


図1. ハイブリッドモデル: 記憶検索型学習法の認知メカニズムを説明するためのモデル
 Note: このモデルの横軸は時間経過を示しており、一回目の学習活動（図左）、記憶検索（図中央）、再学習活動時（図右）と左から右に流れる。