

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 30 日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22530698

研究課題名（和文） 教科学習における学習者の認知メカニズムに即した教材特性の解明と教材開発

研究課題名（英文） The development of teaching materials in line with the cognitive mechanisms of the learners

研究代表者

進藤 聡彦 (SHINDO TOSHIHIKO)

山梨大学・教育学研究科・教授

研究者番号：30211296

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、教科学習における理解や問題解決の際の学習者の認知メカニズムを明らかにし、認知メカニズムに即した教材を開発することであった。その際、知識表象の変形である知識操作と客体化された具体化である実体化に着目した。実験の結果、学習者の側の要因として知識操作可能であること、教材の側の要因として実体化されていることが学習内容の理解や転移に促進効果をもつことが確かめられた。

研究成果の概要（英文）：The purposes of this research project were to clarify the learners' cognitive mechanisms of the understanding and the problem solving in the subject learning and to develop the teaching materials in line with their cognitive mechanisms. In this research project two factors were focused on; one was the knowledge operation that transforms a knowledge representation and the other was the materialization that replaces abstract symbols with concrete objects. The results of experiments revealed the effectiveness of the factors on learners' understanding and problem solving in subject learning.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・教育心理学

キーワード：教科学習・認知メカニズム・教材開発・実体化・知識操作

1. 研究開始当初の背景

学校教育では理数教科を中心に、「 p ならば q だ」というルール命題形式で記述可能な法則や公式など（以下、ルール）が取り上げられる。したがって、ルールの理解や適用を促進するような教授要因を明らかにすることは、教育実践に直結する教育心理学の重要なテーマになる。また、そうした教授要因に

よる理解や転移をもたらす認知のメカニズムの解明は、認知心理学にとっても一定の知見をもたらすものと考えられる。

このテーマで進められてきた従来の研究に共通する知見として、理解や転移の促進には既存知識体系との構造化が図られるような教材に即してルールを教授することが有効だとされている。ではどのようにすれば教

材を既有知識体系に組み込むことができるのであろうか。既に学習者の既有知識を利用してルール教授を行った場合、媒介する知識を要さずに既有知識体系と当該のルールとが結びついて、具体的な表象をつくりやすければ、理解が促進されることを示唆する結果が得られている。

この問題に関わり、今回の研究で着目したのは、教材の実体性という要因であった。実体性とは学習者にとっての具体的な表象のつくりやすさを指す概念である。すなわち、小学校の算数で用いられるような演算の教授事態での具体物の使用は、実体性を高めるために数式を具体物に置き換えたものであり、客体化された具体化である実体化に相当する。また、物理的な実体化だけではなく、ルール命題形式で表現された言語教材の表現形式を変えることで変数間の関係が理解されやすくなるという先行研究がある。このような場合も、学習者にとって具体的な表象をつくりやすいという点で実体化の1類型として捉えることができる。これらはいずれもルールと既有の知識体系を直接的に結びつきやすくする要因だと考えられる。

そこで、実体性という観点から、教科学習における学習内容の理解を促進する教材開発を目指し、その過程で学習者の認知のメカニズムを解明しようとしたのが今回の研究であった。

2. 研究の目的

本研究は学習者の認知メカニズムに即した教材の特性を解明し、学習内容（ルール）の理解や問題解決への適用（転移）を促進する教材の開発を目的とする。研究を進めるにあたり、第1の視点として「教材の実体性」に着目する。これは学習者にとって教材の意味性や表象のつくりやすさを指す概念であり、本研究では教材の実体化が学習内容の理解や転移に及ぼす効果を明らかにしようとする。

第2の視点として、「実体性」に関わって「知識操作」に着目する。学校教育では理数教科を中心に一般化された知識であるルールという形で法則や公式が取り上げられるが、心的にルールを変形すること、すなわち知識表象の形を変えていくことを知識操作と呼び、知識操作が学習内容の理解や転移に及ぼす効果を明らかにする。上記のように知識操作は、教材の意味性や表象のつくりやすさを指す概念であり、その意味で実体化の1つの方法といえる。

3. 研究の方法

本研究における方法の特徴は以下の点であった。

(1)研究材料として、実際に学校の教科教育

で教授される学習内容を取り上げた。これは本研究で得られた知見を直接的に教育実践の場に適用できるものにしようとする意図からであった。

(2)目標とすべき学習者の達成水準を定め、その到達を目指したテキストを作成し、そのテキストに即して学習者が学習する形式の介入実験を行った。これは本研究が教材開発という目的をもっていたからである。

(3)従来の教授学習過程に関する研究は、その取り扱いやすさから理数教科の内容を取り上げたものが多かった。しかし、本研究では、理数教科に加えて、従来取り上げられることの少なかった社会科領域の学習内容を取り上げた。この点も本研究の特徴として位置づけられる。

なお、介入実験の実施にあたっては、その準備として、心理学関係の先行研究のレビューと共に、関連する学校用の教科書等の分析を行った。また実際に小学校、中学校、高校の授業を長期に渡り観察し、当該校種の児童・生徒の認知特性を調査した。

研究体制として研究代表者と研究分担者が高頻度で打合せを行い、研究計画の立案から論文執筆までの一連の研究過程を共同で行った。

4. 研究成果

研究の成果として、論文や図書として公開された主なものは以下の通りである。

(1)算数・数学の学習内容から幾何学の内容に関する誤概念を取り上げた。すなわち、先行研究から長方形を相似比で n 倍すると面積も n 倍になると誤って考える者が多いことが報告されている。このような誤概念は、公式の変形を心内的に、*i*. 長方形の面積は縦と横をかけたものだ→*ii*. n 倍すると縦も横も n 倍になる→*iii*. ゆえに面積は $n \times n$ 倍になると辿るプロセスが不十分であることを意味している。この研究では正しいプロセスを促進する教授方略として「実体化」という概念を提案し、内的なプロセスの結果の実体化を行う実験を、大学生を対象に行った。

実験1では、当該の結果を実体化して示す（長方形の顔写真を用いる）群と実体化しない群を設け、公式の変形過程を教授した。その結果、プロセスの結果を実体化した群が事後テストで高成績を示した。これを踏まえ実験2と補足調査では、効果的な実体化の条件をさらに検討した。その結果、誤ったプロセスの結果（相似比で n 倍にすると面積も n 倍）を実体化した場合の図が現実の事物に照らして違和感をもちやすい場合に有効であることが示唆された。この研究は、「面積比の理解に及ぼす操作結果の実体化の効果」というタイトルで教育心理学研究、第59巻、第3号に掲載された。

(2)前述の知識操作を取り上げた。そして、「pならばqだ」と記述できるようなルール命題の前件pに順序尺度的な値や二値的な値を代入した場合に、それに対応して後件qの値がどうなるかを考える活動を「代入・対応操作」と名づけた。その上で、学習者にそのような知識操作を行わせることによって、後続の問題場面でそのルールの適用が促進されるか否かを検討した。取り上げたルールは、冬に日本海側、特に新潟地方や北陸地方で雪が多い理由に関するものであった。

実験1では99名の大学生を対象として、操作群、再生群、統制群を設けた。説明文(3群共通)の読解後に、操作群は呈示されたルールに即して、原因としての諸要因(前件)の値が変化した場合の結果としての降雪量(後件)の変化について解答した。再生群はブランクを埋めることによって説明文の内容を再学習した。統制群は説明文を読むだけであった。その結果、操作群は他の2群よりも事後の問題解決で高成績であった。

実験2では91名の大学生を対象に、ルール適用を促進するためには、実際に操作を行うことが必要なのか、それとも操作結果を記述した文章を読むだけでも効果があるのかについて検討した。実験の結果、後者を示唆する結果が得られた。本研究は「ルール命題操作による問題解決の促進」というタイトルで教育心理学研究、第59巻、1号に公表した。

(3)従来、歴史学習を取り上げた認知心理学的な研究や教育心理学的な研究は少なかった。そこで、歴史学習を取り上げて、知識操作の効果を検証しようとした。研究では「徳川幕府は全国の大名から年貢を取っていた」という誤った認識(麻柄, 1993)が対象となった。この誤認識は江戸時代の封建体制から明治維新による中央集権体制への移行の理解が不十分なことを象徴するものとして捉えられる。高校の教科書では、江戸時代の税制の例外として一定期間「上げ米(大名がその石高の1%を徳川家に差し出す)」が行われたことが記述されている。ここで、「○○の期間には××が行われた」(命題a)に接したとき、これを「○○以外の期間には××は行われなかった」という形(命題b)に論理変換できれば、先の誤りは修正される可能性が考えられた。このような論理変換も知識操作の1類型として位置づく。

実験1では大学生62名を対象に命題aと命題bの関連を検討したところ、前者を後者に変換できた者は、上げ米に関する文章を読んだ後で出題された「年貢の行方を問う問題」での正答率が高い傾向が示唆された。

実験2では大学生34名を対象に、論理操作(知識操作)を援助することにより誤った

認識の修正が図られるか否かを検討した。その結果、当該の援助が誤った認識の修正を促進する効果をもつことが確かめられた。先に述べたように上記の論理変換も知識操作の1つであり、そのような論理操作の成否が誤った認識の修正に関わることを示すものとなった。本研究は「教材文読解における操作活動が歴史の誤認識修正に及ぼす効果」のタイトルで教授学習心理学研究、第8巻、2号に掲載された。

(4)アナロジー研究の基本的課題として広く知られているDuncker(1945)の放射線問題を取り上げた。従来の諸研究から、放射線問題は解決に必要なベースとなる先行知識を教示しても解決が困難であることが知られている。本実験では、この問題をアナロジー研究の視点からではなく、問題解決に必要な知識をルール化し、知識操作がルールの適用に促進的影響を及ぼすか否かというルールの転移の視点から分析を進めた。

実験1では先の(2)で取り上げた代入・対応操作を経験することで、そのことが問題解決時に当該操作に関する知識が活性化され、ルール適用が促進されるのではないかという観点から実験が行われた。しかし、操作の有無の条件間に有意差はなく、予想に沿う結果は得られなかった。その一方で、もう1つの要因として取り上げられたルールに伴う事例の有無の条件間では有意差がみられ、その効果が認められた。ただし、それは実際に別の問題状況によって操作を行ったか否かに関わりがなかったことから、その効果は具体的な事例に即した代入・対応操作の経験の効果ではなく、工藤(2002)が述べるように事例が標的問題の解決の際の参照点となったために、ルールの適用が促進された可能性が考えられた。

実験2では、実験1で代入・対応操作の効果が認められなかった原因を、対象者が操作の位置づけが不明確であったことに求めた。そして、位置づけの明示化の有無でルールの適用が異なるかについて検証した。しかし、実験2でも知識操作がルールの適用を促進するという結果は得られなかった。知識操作の意味が不明確であったことについては、実験2の最後に求めた実験対象者からの感想の中に「何をしているのかが不明確であった」と記した者が複数みられた。このことは、知識操作の位置づけが対象者にとって不明確であったとする予想の妥当性を裏づけるものである。ただし、この要因がルールの適用に関与することは検証できなかった。

この結果は、知識操作を行うことの効果が、定型的なルール適用に限定される可能性を示唆する。この研究は、「ルール適用における操作活動の効果—Dunckerの放射線問題

に即してー」のタイトルで山梨大学紀要第 13 巻に公表した。

(5)学習に関して学習者が自発的、能動的に取り組む活動を自己調整学習という。自己調整学習は主にメタ認知を含む認知の側面と動機づけの側面から研究されているが、理科の学習における認知の側面を取り上げた。まず、理科の学習における特徴の 1 つとして、学習者が当該の学習内容に関連した誤概念をもつことを指摘した。その上で、誤概念の修正のためには、学習者自身が既存の知識に関するメタ認知的なモニタリングを行う必要があることを述べ、その認知過程を保証する教授方略について提案した。次いで、メタ認知的な制御の側面から、誤概念を修正に有効な教授方略として、知識操作を取り上げた。また、自己調整学習の観点から、学習者自身が知識操作のような認知的制御を自律的に行うことができるようになるための教授方略について、先行研究を引きながら具体的に提案した。

更に、理科の自己調整学習研究に関する今後の課題として、認知の側面と動機づけの側面などとの力働的な関係、学習に有効な認知制御の自動化の過程、自己調整過程が一般性をもつものか領域固有のものなのかという問題の解明を取り上げ、それぞれに関して問題を提起した。この内容は、『自己調整学習－理論と実践の新たな展開へー』、北大路書房の第 9 章「理科における自己調整学習」にまとめられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- (1)麻柄啓一、進藤聡彦、教材文読解における操作活動が歴史の誤認識修正に及ぼす効果、教授学習心理学研究、査読有、8 巻、2 号、2012、pp.61-70
- (2)進藤聡彦、麻柄啓一、ルール適用における操作活動の効果－Duncker の放射線問題に即して－、山梨大学教育人間科学部紀要、査読無、13 巻、2012、pp.341-350
- (3)進藤聡彦、麻柄啓一、面積比の理解に及ぼす操作結果の実体化の効果、教育心理学研究、査読有、59 巻、3 号、2011、pp.320-329
- (4)麻柄啓一、進藤聡彦、ルール命題操作による問題解決の促進、教育心理学研究、査読有、59 巻、1 号、2011、pp.1-12

[学会発表] (計 4 件)

- (1)進藤聡彦、麻柄啓一、歴史に関する誤認識の修正に及ぼす操作援助の効果、日本教育

心理学会第 54 回総会(琉球大学)、査読無、2012.11.23、同発表論文集 p.100

- (2)進藤聡彦、麻柄啓一、物の浮沈のルールにおける操作の効果、日本教授学習心理学会第 8 回大会(早稲田大学)、査読無、2012.7.1、同大会予稿集 pp.58-59
- (3)麻柄啓一、進藤聡彦、操作結果の「実体化」の違いが学習に及ぼす効果(北海学園大学)、日本教授学習心理学会第 6 回年会、査読無、2010.7.18、同発表予稿集 pp.20-21
- (4)進藤聡彦、問題解決に及ぼす知識操作情報の教授効果、日本応用心理学会第 77 回大会(京都大学)、査読無、2010.9.12、同発表論文集 p.129

[図書] (計 1 件)

- (1)進藤聡彦、他、北大路書房、自己調整学習－理論と実践の新たな展開へー、2012、183-202

[その他]

ホームページ等 該当なし

6. 研究組織

- (1)研究代表者
進藤 聡彦 (SHINDO TOSHIHIKO)
山梨大学・教育学研究科・教授
研究者番号：30211296
- (2)研究分担者
麻柄 啓一 (MAGARA KEIICHI)
早稲田大学・教育総合科学学術院・教授
研究者番号：40134340
- (3)連携研究者
なし