

平成 22 年 5 月 26 日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2006～2009  
 課題番号：18530509  
 研究課題名（和文） 「納得」の過程に着目した教科学習の改善に関する教育心理学研究  
 研究課題名（英文） Educational Psychology Research on the Improvements of Subjects Learning from the Viewpoint of Realization Process  
 研究代表者  
 進藤 聡彦（SHINDO TOSHIHIKO）  
 山梨大学・教育人間科学部・教授  
 研究者番号：30211296

## 研究成果の概要（和文）：

本研究は教科教育において、詰め込み型の学習ではなく、納得の過程を経て学習者に学習内容が理解されるような教授要因を明らかにしようとした。その際、納得の過程が特に必要とされる誤概念の修正に着目し、その修正を目指した実験が行われた。その結果、反証事例として有効な事例の性質、学習者の既有知識への依拠、学習者の誤概念へのメタ認知的なモニタリングの喚起など、いくつかの教授要因の解明がなされた。

## 研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study was to develop the instruction principles which promote learners' learning of subject materials with learners' realization processes instead of rote learning. We directed our attention to misconceptions in the study, because the reforms of misconceptions needed realization process especially. Several experiments which tried to reform misconceptions on rules of science and social science were carried out. The results of experiments revealed that using example which work as effective counter examples to misconceptions, systematizing learners' misconception to the appropriate rule, and so on were important for reforming misconception with learners' realization processes.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,000,000	0	1,000,000
2007年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	3,400,000	720,000	4,120,000

研究分野：心理学

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，納得，誤概念，教授・学習過程

## 1. 研究開始当初の背景

従来、教科教育について「詰め込み型教育」と「ゆとり教育」という二項対立的な捉え方が一般的であった。これは教授内容の量に着目した捉え方である。しかし、学習者の内容理解の観点からみると、「詰め込み型教育」で想定するのは機械的記憶による学習であり、それと対置されるべきは学習内容が納得され知識の構造化が図られるような有意味学習である。これは教授内容の量とは直接の関係をもたない。本研究は、教科の学習内容をいかに有意味化するかという問題を研究の背景とした。

## 2. 研究の目的

一般に新たに教授される学習内容が学習者において理解されるためには、関連する既有知識への接続・照合、既有知識に基づく新規の学習内容の解釈、既有知識体系との整合性の吟味、既有知識体系への構造化といった内的過程を経ることが予想される。

こうした過程のうち、既有知識体系との整合性が成立しない場合には、学習内容が納得されず、新規に教授された学習内容は既有知識体系に統合されることがない。そのような場合には、学習者は機械的学習に頼らざるを得ず、その結果、教授された知識は剥落しやすいものとなる。特に学習者が誤概念をもつ場合には、誤概念が自らの経験に基づくために確証度が高く、それと矛盾する新規に教授される知識は納得されずに受け入れられにくい。その結果、誤概念が残存してしまう。そうした事態を防ぐためには、学習者に納得が得られるような教授方略がとられなければならない。また、納得の過程を欠く場合の機械的学習は動機の点からみても、望ましいものではない。

本研究では、主に学習者のもつ誤概念を取り上げ、納得の過程を欠いた場合の誤概念の残存や誤概念への回帰という現象を確認した上で、納得の過程を保証する教授要因の解明することを目的とした。

## 3. 研究の方法

小学校から高校までの学校教育で取り上げられる理数教科、社会科の内容に関する誤概念の存在を明らかにした。その上で、誤概念の修正を促進する教授方略を実験・調査を通して実証的に解明する方法により研究を進めた。

具体的には、事前テストによって誤概念を検出し、教授方略を属性記述することによって要因化し、そうした要因をもたない教授方略と比較することにより、当該の誤概念を修正するのに有効な教授要因を探った。

## 4. 研究成果

研究の成果は7編の論文としてまとめられた。その内容は以下の(1)～(7)である。

(1) 誤概念、前概念・ル・バーなどと呼ばれる学習者が過去の経験から自生的に獲得した不適切な知識がある。そうした不適切な知識の修正には、学習者の納得の過程が必要になる。そこで、今回の科学研究費補助金により実施された研究成果を中心とした先行諸研究を参照しながら誤概念の修正を阻害する要因を明らかにした。その上で、納得を保証して誤概念を修正する教授要因を探った。

このうち、誤概念の修正にとっての阻害要因として誤概念のもつ妥当性・別解釈・例外への懸念の3つを挙げた。誤概念のもつ妥当性とは誤概念が過去の経験などから形成され、それへの確証度が高いという性質であり、別解釈とはある現象が不適切ではあるが学習者にとっては既有知識体系に位置づく説明原理により、現象を理解するという性質を指す。また、例外への懸念とは、教授された「 $p$ ならば $q$ である」と記述できるような知識(ルール)を全称命題として受け入れようとしない認知的な性質である。

それぞれの阻害要因に対処するための教授要因について、学習者の誤りが限定的な範囲で成立することを認めた上で、適切な知識を形成する補強情報、より正しいと思う知識を用いようとする構えの形成、複数の事例の使用など、誤概念の修正を図る教授要因を挙げて納得の過程との関連でそれらの教授要因の重要性について論じた。

(2) 小学校5、6年生が問題に数値が記載されていなくても公式を用いることができるか否かを調査した。具体的には底辺の長さが等しく高さが異なる2つの平行四辺形(あるいは2つの三角形)を提示して面積の大小判断とその理由の記述を求めた。正答者は平行四辺形の場合が49名中18名、三角形の場合135名中80名に留まった。また底辺の長さが等しく高さが2倍である三角形の面積を「2倍」と答えることができたのは135名中62名に留まった(彼らは具体的な数値が与えられれば面積を算出することは可能であった)。

公式の変数間の関係のみに着目して答の大小を導き出す操作を「関係操作」と名づけた上で、関係操作ができない原因を分析した。その結果、①図形の大きさの違いを絶対把握ではなく相対把握しようとする、②面積差は保存されないが面積比は保存される(差の非保存・関係保存)ことの理解が必要であることが示唆された。

(3) 「温かい水ほど気体を溶かす」という誤概念を修正するためにどのような象徴事例が効果をもつのかについて実験が計画された。象徴事例とはルール命題「 $p$ ならば $q$

だ」の後件qを具体化した事例である。実験では異なる3種の象徴事例により誤概念の修正が図られた。用いられた象徴事例は「鍋の中の水を加熱すると小泡が出てくること(気泡事例)」「栓を抜いたコーラを室内に放置すると冷蔵庫に入れたときよりも炭酸が抜けやすくなること(コーラ事例)」「沸騰した水を冷やし、冷凍庫に入れると空気を含まない透明な氷ができること(氷事例)」の3種であった。

実験の結果、事後テストでは3つの象徴事例のうち、気泡事例を与えられた群の成績が最も低かった。更に、「冷たい水ほど気体を溶かす」というルールと象徴事例の関係をどのように捉えたのかについて自由記述で求めた結果、気泡事例では「気泡は水が気化したものであり、水中に溶けていた気体ではない」や「根拠として成立していない」など、コーラ事例や気泡事例に比べて別の説明原理により解釈される解答や既有知識に位置づかないために象徴事例自体を無視する回答が多く見られた。このことから事例により、誤概念を修正する際には適切な概念に位置づくようなものが有効であることが明らかになった。

(4) 商品が高価格である理由を需要ではなく、コストに求める経済学に関する大学生の不適切な認識が取り上げられた。実験では最初に標的問題として山頂の缶ジュースが高価格で販売される理由を問うた。続いて、山頂の缶ジュースが高価格の理由はコストではなく、需要によることを説明するテキストの読解を求めた。その際、具体群では、山頂への運搬費(コスト)と利益の具体的な金額の内訳を示し、相対的にコストの値は小さく利益の上乗せ分が大きいという情報(補強情報)を付加したテキストが、また抽象群には具体群と同様の付加情報を含んでいたが、具体的な金額の明示を欠くテキストが与えられた。比較群のテキストでは、付加情報部分を欠いていた。付加情報は、コストによる限定的な妥当性を認めつつ、需要による説明がより妥当であることを教授するものとなっていた。

実験の結果、一旦は不適切な認識の修正が図られる傾向がみられたが、不適切な認識を誘発するような情報を与えると、具体群では不適切な認識へのリバウンドは認められなかったが、抽象群や比較群ではリバウンド傾向が認められた。このことから、不適切な認識や誤概念への回帰を防ぐためには学習者の不適切な認識や誤概念に依拠しながら修正を図ることが有効であることが示唆された。

(5) 小学校5年生の算数では、図形の性質として多角形の内角の和が取り上げられる。本稿では、この内容の発展的な学習として、

星形十角形の内角の和を求める過程を取り上げた授業実践を報告し、その内容が発展的な学習に適っているか否かについて検討した。その際、 $180^\circ$ 以上の内角(以下、優角)をもつ図形について、児童はそれらを内角と認めない適用範囲の縮小過剰型の誤概念をもつことが予想された。この点について事前調査を行ったところ、予想を支持する結果が得られた。こうした誤概念を利用すると同時に、優角をもつ内角をそれとして認めさせることに焦点を当て、授業実践と結果の分析を行った。

その結果、既習の内角の和を手掛かりに優角も内角であることに納得する傾向が明らかになった。また、誤概念が学習を興味・関心のあるものにすると同時に、その修正は図形の外延の拡大にも資することが示された。こうした結果から、星形十角形の内角の和を求める過程を取り上げた学習は、図形の性質の学習に関する発展的な学習として適っていること、また新規の知識であっても、確証度の高いものであれば誤概念の修正のための有効な情報として機能することが示唆された。

(6) 「花が咲けば種子ができる」という種子植物に関するルールを大学生に教示した後に、彼らはその教示をどのように解釈しているかを探る質問を行った研究がある。その結果、約50%の者は種子植物に当てはまる一般的な関係が教示されたとは解釈していないことが報告されている。また、そのような者は、いくつかの種子植物に関して種子があるか否かという問題でも多くの間違いを示した。しかし、当該の先行研究ではなぜ彼らが一般的関係を把握できなかったかについて説明していない。本研究では、ルールには例外があるかもしれないという学習者の懸念によって、一般的関係の把握が妨害され、それによってルールの適用が妨げられるという仮説を検討しようとした。

約100名の大学生に対して種子植物のルールが教示された。その際、研究1では先行研究と同様にチューリップを事例として用い、研究2ではアブラナを用いた。いずれの場合も約70%の者が先のルールには例外があると考えていること、また他の事例に対してルールを適用できないことが明らかとなった。例外への懸念に打ち勝ってルールを適用できるようにするために、研究3では紙面上で「かけ事態」を設定して、ある事例が、教示されたルールで示される特徴を持つか否かの判断を求めた。その結果、かけ事態では通常のテスト形式で質問するよりも多くの学習者がルールに基づいて解答した。その後、通常のテスト形式で質問しても、別の事例に対してルールを適用して解答することができた。

(7) これまで学習者の誤概念を修正するために、反証例を用いる方法と用いない方法の2つのタイプの教授法が提案されてきた。しかし、これらの方法はそれぞれに短所を持つ。本研究ではこれら2つの教授法を組み合わせた新しい方法を提案した。それは以下の方法であった。まず、誤概念を適用した場合には正しい解決ができない問題を提示する。続いて誤概念を持っていても解決可能な類似の問題を提示する。その問題での正しい解決に基づいて、学習者に正しいルールを把握させ、さらにそのルールを一連の類似問題に対して適用できるようにするというものである。この方法と従来の2つの方法が誤概念の修正に及ぼす効果を検討した。76名の大学生が3群のいずれかに割り当てられた。被験者の多くは、真空は物を吸い寄せるという誤概念を持っていた。

実験の結果、今回提案した方法は他の2つの方法より次の3点で優れていることが明らかとなった。まず、学習者の誤概念を最も効果的に修正できた。また、自分の知識が変化したという意識を学習者に持たせやすかった。さらに学習者の興味を喚起した。今回提案した方法は誤概念の修正に効果的であることが明らかとなった。この方法は「融合法」と名づけられた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計7件)

- ① 進藤聡彦、教科学習における納得の過程を保証する条件、山梨大学教育人間科学部紀要 (CD版)、査読無、11、2010、224-232.
- ② 麻柄啓一、数字がないと公式が使えないのはなぜかー小学生の関係操作の成否とその原因ー、教育心理学研究、査読有、57、2009、180-191.
- ③ 進藤聡彦、麻柄啓一、象徴事例の違いが誤ルールの修正に及ぼす影響ー気体の溶解度に関するルールをめぐってー、山梨大学教育人間科学部紀要 (CD版)、査読無、10、2009、183-194.
- ④ 進藤聡彦、麻柄啓一、補強情報が誤ルールのリバウンド抑制に及ぼす効果、山梨大学教育人間科学部紀要 (CD版)、査読無、9、2008、225-235.
- ⑤ 進藤聡彦、中込裕理、小学生の誤った内角概念を利用した発展的な学習ー納得の過程への着目と発展的学習の教材開発の視点からー、教授学習心理学研究、査読有、3、2007、13-19.
- ⑥ 麻柄啓一、例外への懸念がルール学習に及ぼす影響ールールの適用をいかに促進するかー、教育心理学研究、査読有、54、2006、151-161.
- ⑦ 進藤聡彦、麻柄啓一、伏見陽児、誤概念

の修正に有効な反証事例の使用方略ー融合法の効果ー、教育心理学研究、査読有、54、2006、162-173.

〔学会発表〕(計6件)

- ① 進藤聡彦、麻柄啓一、問題解決に及ぼすルール命題操作の効果、日本教授学習心理学第5回年会、2009年6月21日、東北福祉大学
- ② 麻柄啓一、法則理解における3段階モデルー数値操作・関係操作・因果操作ー、日本教育心理学第50回総会、2008年10月13日、東京学芸大学
- ③ 進藤聡彦、麻柄啓一、ルール推理の根拠として位置づきやすい象徴事例の条件、日本教育心理学第49回総会、2007年9月15日、文教大学
- ④ 麻柄啓一、進藤聡彦、誤概念のリバウンドを防ぐ教示の条件、日本教育心理学第49回総会、2007年9月17日、文教大学
- ⑤ 進藤聡彦、麻柄啓一、誤概念への回帰を防ぐ教授法の検討ー補強情報の教授効果に着目してー、日本教授学習心理学第3回年会、2007年6月23日、札幌学院大学
- ⑥ 進藤聡彦、中込裕理、守屋誠司、小学生の限定的な内角概念を納得的に拡大する教授方略、日本教授学習心理学第2回年会、2006年6月25日、茨城キリスト教大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

進藤 聡彦 (SHINDO TOSHIHIKO)  
山梨大学・教育人間科学部・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