

令和 5 年 5 月 6 日現在

機関番号：32508

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K03264

研究課題名（和文）ルールと操作的知識の構造化が教科学習の促進に及ぼす効果と教材開発

研究課題名（英文）The effect of structuring rules and operational knowledge on the promotion of subject learning and its application to teaching materials

研究代表者

進藤 聡彦（Shindo, Toshihiko）

放送大学・教養学部・教授

研究者番号：30211296

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,800,000円

研究成果の概要（和文）：学校教育では「 p ならば q だ」と一般命題形式で記述しうる法則などのルールが教授される。本研究課題では、教授されたルールを変形して使用する知識操作が知識の構造化に及ぼす効果や、ルールのもつ予測機能の理解が当該ルールの問題解決への適用に及ぼす促進効果を実証的に明らかにしようとした。その結果、知識操作の一類型である代入操作が、構造的知識の形成し、問題解決を促進することが明らかになった。また、ルールの予測機能の教授が当該ルールの問題解決の適用に有効であったことから、ルールのもつ要約機能と予測機能のうち、後者の認識の不十分さがルールの問題解決への適用を抑制していることを示唆する結果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ルール学習において、取り上げたルールをいかに構造化された知識にするか、また当該のルールを広範な問題に適用可能にするにはどうしたらよいかという転移の問題は、教育心理学や認知心理学の中心的テーマとなってきた。このテーマに関わり、本研究では知識操作に着目して知識の構造化を促進する教授方略を明らかにしたり、ルールの予測機能が転移に関わる要因であることを明らかにする調査・実験を行った。そこで得られた知見はこれまでにないものであり、教育心理学や認知心理学の研究において一定の意義を有するとともに、学校教育で教授されるルールを取り上げた点で教材開発の側面ももたつめ、教育実践上の意義もあると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In school education, rules such as scientific rules and mathematical formulas that can be described in the form of general propositions such as "If p , then q " are taught. The purpose of this research project is to establish a hypothesis that understanding rules and problem solving may be facilitated by knowledge manipulation using modified rules that have been taught, and to verify the hypothesis through research and experiments. there were. As a major research result, there is a study that showed the effectiveness of referring to a known concrete object in the task of judging the correspondence between the entity of area and volume and the numerical value. In addition, he categorized the types of knowledge manipulation, and wrote a book that systematically summarized the effects of each type on learning according to concrete teaching materials. At the same time, we also studied the inhibitory factors of rule learning.

研究分野：教育心理学

キーワード：知識操作 ルール学習 教科教育 知識の構造化

1. 研究開始当初の背景

学校で教授される教科の学習内容を学習者に理解させ、それを広範な問題解決に適用できるようにする教授ストラテジーや、それが学習に効果をもつメカニズムを明らかにすることが教育心理学研究の中心的なテーマの1つになっている。また、このような知識の獲得や理解、転移の問題は人の情報処理のプロセスを取り上げる認知心理学の重要なテーマでもある。

ところで、学校教育における算数・数学科、理科や社会科などでは、「 p ならば q である(以下、 $p \rightarrow q$)」のような命題形式で記述可能な宣言的知識である法則や公式などのルールが学習者に習得されることが、教授目標になる。こうしたルール学習について、従来どのような事例を用いるか(典型例か、非典型例か等)、ルールの説明原理をどのような教材で教えるか(アナロジー等)、ルールに対する確証度をいかに高めるか(対比ルールの呈示や誤概念の修正等)などの研究が行われ、多くの有効な知見が得られてきた。

本研究課題はルールの理解に関わって、知識としてのルールをいかに構造化するか、また学習したルールをどのように広範な問題に適用可能にするかという問題を取り上げる。この問題は上記のように教育心理学や認知心理学の中心的テーマに深く関わると同時に、従来の研究では必ずしも明らかになっておらず、その解明は教育心理学や認知心理学の研究上の意義を有する。また、学校教育で取り上げられるルールを対象にすることで、新たな教材の開発という点で教育実践上の意義ももつ。

2. 研究の目的

本研究課題では、ルール学習における知識の構造化、およびルールの転移を促進する教授方略とそのメカニズムの解明が研究の目的であった。とりわけ、前者に関してはルール「 $p \rightarrow q$ 」を変形してみる知識操作の効果に着目し、その効果を明らかにすることが目的であった。また、転移に関しては、ルールのもつ要約機能と予測機能という2つの機能のうち、これまで取り上げられることのなかった予測機能に着目して研究を進めた。

3. 研究の方法

実験法、調査法を用いて仮説の検証などを行った。実施した実験のなかには新たに「誘導法」と命名した方法を導入した研究もある。「誘導法」とは、課題解決に必要な知識を誘導情報として段階的に与えることによって、学習者の推論を解決への筋道に誘導し、そこでの回答の変化や反応を分析する方法である。

4. 研究成果

研究成果は以下の6つの論文、口頭発表、著書にまとめ、公表した。

大学生を対象に面積や体積の数値と実体との対応関係の把握が不十分なことを確認した。その上で、数値と対応する実体量をより正確に捉えられるようにするために、彼らにとって数値と実体の関連が既知の参照事例を提示する群と非提示の群の事後テストの結果を比較した。その結果、前者の方が有意に高成績であった。これは面積や体積の教授の際に、数値と実体の量の関係が明らかな事例を伴わせることが有効であることを示すとともに、用いられた参照事例は知識操作のうちの代入事例に相当するものであることから、知識操作の有効性を確認する事例としても位置づく。

ルール学習の有効性を明らかにした上で、ルール「 $p \rightarrow q$ 」を変形する知識操作を前件 p と後件 q の関係を変える「関係操作」、 $p \rightarrow q$ の前件 p に具体的な事例を代入する「代入操作」、 $p \rightarrow q$ の一方の変数のある方向に変化させた場合の、他の変数の値の変化を導く「変数操作」、 $p \rightarrow q$ の後件 q を事例によって具体化する「象徴操作」に類型化し、それぞれの機能を学校教育で取り上げられる学習内容に即して明らかにする著書を出版した。この中では、現行の学習指導要領に掲げられている「習得・活用・探究」という学習活動との関連についても触れた。

ルール学習において、教授されたルールによる問題解決が必ずしもなされないという例を数多くの研究が報告してきた。このようなルールによる問題解決の困難さについて、教授されたルールと矛盾する誤ルールを学習者が所持しているためという「誤ルール説」と、例外への懸念などによりルールの一般化可能性を誤って低く見積もってしまうためという「ルール誤解釈説」が提案されてきた。本研究では、誘導法によって従来の説の妥当性を検討した。種子植物の生殖ルールを教授するための文章教材の学習と問題解決を大学生に求め、その後の面接調査において、ルールによる課題解決を誘導する問いかけを行った。その結果、対象者の誘導過程の反応は「誤ルール説」や「ルール誤解釈説」とは整合せず、ルールを課題解決に積極的に使用しない「ルール不使用説」といい得るものであることが示された。

ルールの転移について、従来、ルールが教授されても、学習者にとって既知であった事例に対しては当該のルールを適用するが、未知の事例に対しては適用をひかえる傾向のあることが報告されてきた。この研究では第1の目的として、ルールは既知事例に適用されやすい一方、未知事例には適用されにくいこと(既知性効果)を、より明確な形で確認することであった。また、

第2の目的は既知性効果が確認された場合、未知事例はなぜルール適用範囲から除外されるのかを明らかにすることであった。その際、ルールのもつ要約機能と予測機能のうち、後者に関する学習者の認識が不十分であるためとする仮説を設けた。実験では大学生を対象に、金属の特性に関するルールを取り上げて、ルールの要約機能および予測機能をそれぞれ強調して教授する群を設け、仮説の検証を行うための実験を実施した。その結果、要約機能を強調する群では、既知性効果が確認されたのに対して、予測機能を強調した群では既知性効果は解消された。また、予測機能の教授効果は、植物の生殖に関する他のルールの問題解決にも転移した。一方、ルールの意味解釈に関する課題では、両群間に明確な差は認められなかった。

知識としてのルールの構造化を促進する教授方略について、他との共通性や個別特性に着目したルールのシステム化(構造化)という観点からのルール学習を提案する西林(2021)の論考を参照しながら論じた。西林(2021)は陸上の植物と藻類の構造を例に、両者を対比することで、陸上の植物が「葉・茎・根」をもつことの必然性が生まれるため、そのルールが事例に適用されることが論理的に決まってくるとする。この指摘に基づいて、他との共通性や個別特性をルールの教授時に同時に取り上げることは、ルールの確証度を高め、ルールの転移も促進するとする試案を提出した。また、ルールの構造化を目指す教授事態でどの範囲の知識の獲得を目標とするのかを考える際に問題となる「ルールの閉合性」の問題を取り上げた工藤(2022)の提案についても論評した。

物質の膨張と植物の生殖に関する2つのルールを取り上げ、大学生を対象にルールのもつ要約機能と予測機能に関する認識の強さを調べた。その結果、いずれのルールについても当該の機能を有しないとすると予測機能で多くみられる傾向は認められたものの、要約機能に比して予測機能についての認識が希薄であることは明確な形では確認できなかった。この結果は上記と不整合であり、その原因としての実験では実際に適用してみる過程があったのに対して、本調査ではそのような過程を欠いていた。このことが、2つの研究結果が不一致になった原因なのではないかとする考察を行った。なお、知識操作をしたルール命題に対する要約機能や予測機能についての認識の強さの間の相関を明らかにする調査も実施されたが、関連は見出せなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 工藤与志文, 佐藤誠子, 進藤聡彦	4. 巻 17
2. 論文標題 ルールによる課題解決はなぜ困難なのか - 「誘導法」によるルール学習研究 -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 教授学習心理学研究	6. 最初と最後の頁 1~15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 工藤与志文, 佐藤誠子, 進藤聡彦	4. 巻 71
2. 論文標題 ルールの予測機能の教授が課題解決に及ぼす効果 - 「知識適用における既知性効果」とその解消 -	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 教育心理学研究	6. 最初と最後の頁 38~50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5926/jjep.71.38	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 渡邊大輔, 宇野 忍, 工藤与志文, 進藤聡彦	4. 巻 18
2. 論文標題 教授学習心理学研究の対象と方法	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 教授学習心理学研究	6. 最初と最後の頁 27~52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 佐藤誠子, 工藤与志文, 進藤聡彦
2. 発表標題 ルールの予測機能の教授が課題解決に及ぼす効果
3. 学会等名 日本教授学習心理学会第17回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 工藤与志文, 進藤聡彦, 佐藤誠子
2. 発表標題 課題解決における既有知識の使用に及ぼす大学教育の影響
3. 学会等名 日本教育心理学会第62回総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 進藤聡彦・守屋誠司
2. 発表標題 数値と実体との対応関係の把握と参照事例提示の効果
3. 学会等名 日本教育心理学会第61回総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 進藤聡彦, 工藤与志文, 佐藤誠子
2. 発表標題 ルールの2つの機能の理解
3. 学会等名 日本教授学習心理学会第18回年会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 工藤 与志文、進藤 聡彦、麻柄 啓一	4. 発行年 2022年
2. 出版社 新曜社	5. 総ページ数 202
3. 書名 思考力を育む「知識操作」の心理学	

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	工藤 与志文 (Kudo Yoshifumi) (20231293)	東北大学・教育学研究科・教授 (11301)	
研究分担者	佐藤 誠子 (Sato Seiko) (20633655)	石巻専修大学・人間学部・准教授 (31308)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関