

ルール学習場面における学習者の質問生成とルール適用 —種子植物ルールの学習の場合—

佐藤 誠子¹

How Could Learners Generate Questions and Apply the Rule in the Learning of Seed Plants?

Seiko SATO¹

¹*Department of Human Education, Faculty of Human Studies,
Ishinomaki Senshu University, Miyagi 986-8580, Japan*

問題と目的

理科をはじめとした科学の学習では、科学的法則を学び、それをもとに現象を記述したり予測したりすることができるようになることが主たる学習目標となる。こうした学習を実現するものとして、ルール学習が挙げられる。ルールとは法則的知識のことであり、学習者はルールを学習することによってある現象を解釈するだけでなく、ルールをもとに未経験の事柄についても根拠を持った予測ができるようになる。ルール学習では、学習者はルールをその学習場面の文脈だけでなく、様々な問題場面に適用できるようになることが目標とされる。ところが、教授場面においてルールが明示的に教えられても、それを問題解決に適用できない学習者が少なくない。この背景として、学習者の持つ誤った知識による影響（麻柄他、2006⁽¹⁾）だけでなく、近年、教えられた知識（ルール）の操作の不十分さ（e.g. 工藤、2005⁽²⁾；立木・伏見、2008⁽³⁾；麻柄、2009⁽⁴⁾）や教示内容の解釈の問題（工藤、2003⁽⁵⁾、2013⁽⁶⁾；麻柄・進藤、2015⁽⁷⁾）などといった学習者要因が指摘されてきた。

しかし、学習者のルール適用の不活発さの原因は、上記の要因だけに帰することができないように思われる。というのも、これまでのルール学習研究の多くが、大学生を対象とした質問紙（教材文読解）による教授実験によって行われており（e.g. 麻柄他、2006⁽¹⁾）、それが結果的に学習者のルール学習のあり方を制限している可能性があるという方法論的制約があるからである。質問紙を用いた教授実験は、一般的には、ルールと事例の

セットが明示された教材文を学習者に読んでもらい、その後提示される事後テストの問題解決の可否によりその教授効果を検証するというものである。この方法の問題点は、学習セッションが学習者による「教材文の読解」に終始し、ルール学習にとって肝心な「ルールを使う」場面がないこと（はじめてルールを使うのは事後テストにおいてであること）にある。それに対し、実際の授業場面におけるルール学習は、教授者と学習者の相互作用によって成立するものであり、そこには学習者が学習過程において「教えられたルールを使って考える」プロセスが存在する。また、学習の過程とは問題解決の過程である（宇野、1993⁽⁸⁾）ことを踏まえれば、ルール学習では、単にルールとその事例を知るだけでなく、「ルールが成立するとしたらどのようなことが予測できるか」を考え、そしてその予測が合っているかどうかを確かめるという「予測—確認活動」が含まれる。ルール学習では、そのような問題解決を通して、ルールを使っていく中でルールに対する確信度が高められていくと考えられる。したがって、学習場面においてこのような問題解決過程がおこなわれるのであれば、結果的に事後テスト場面でのルール適用が促進されると考えられる。しかし、このような思考プロセスは、教材文の読解を中心とした方法では詳しく検討することができない。

では、上記のような質問紙実験による制約を取り払った場合、ルール学習において上記のような思考プロセス、つまり、ルールをもとに積極的に予測し確認しようとする活動は、そもそも学習者

¹石巻専修大学人間学部人間教育学科

側にどれほど生じうるものなのであろうか。上述のような問題解決過程が実現されているとすれば、「ルールを使う」ことは学習者による「質問」として現れると考えられる。では学習者はルール学習においてどのような質問を生成するのか。ルールの学習場面において、自身のもつ既有知識と照らし合わせながら知識を修正しながら進むのか、あるいは、単に教授されたルールを受容し疑問を持たず機械的にルールを適用しようとするのか。また、そうした学習過程の違いは、後続の課題解決にどのような影響を及ぼすのか。本研究では、ルールの学習過程を詳細に分析することで、いかなる学習プロセスがルールの適用を促進するのか、探索的に検討をおこなう。

方法

対象者（学習者）

私立大学生8名（A～H）である。全員が文系学部所属である。

概要

心理学関連の講義内で実施した。全15回の講義の中盤で「ルール学習」に関する内容を扱った。ルール学習ではルールを使って予測しそれが合っているかどうかを確認する「予測—確認活動」が重要になるが、それを示す例として種子植物の生殖ルールの学習を取り上げた。このルールを取り上げた理由は、小学校理科の教科書で扱われている内容であるために学習者の既有知識に大きな差はないことが想定されること、教科書においてルールと事例の構造が明確になっていることによる。授業者は筆者である。スライドを使い、学習者への発問と応答を繰り返すことでルールを教授した。学習者は自由に発言できる環境にあり、学習者からの質問があった際には授業者はそれに答えながら進めた。

手続き

授業の様子は前方と後方に設置したビデオカメラにて記録された。なお、授業改善と学習研究のためということで、受講生に撮影および研究参加への同意を得た。

(1) 教科書内容とルールの提示 まず、スラ

イド上で小学校第5学年の理科の教科書の内容（学校図書⁽⁹⁾）を提示した。教科書に沿って、アサガオとヘチマを事例に、花にはおしべとめしべがあること、めしべの先におしべの花粉がついて受粉するとめしべのものがふくらんで実になること、実の中には種子（タネ）があることを提示し、「花が咲く植物にはタネができる」というルールが成立することを説明した。

(2) 典型事例の提示 続いて、スライド上でヒマワリとアブラナの花の写真を提示し、どちらも花が咲き終わった後にはタネができることを確認した。なお、これらは教科書に記載されていないが、花が咲きタネができることが学習者にとって自明の事例である。

(3) 予想と確認① 以降は、一般的に「タネができない」と認識されやすい事例を取り上げた。まず①ではサクラの花の写真を提示し、花が咲き終わった後、タネができるかどうかを予想させた。学習者の予想をたずねた後、サクラの花にもオシベとメシベがあることを写真で提示し、「花が咲く植物にはタネができる」というルールから、「サクラには花が咲く」という事実をもとに、「サクラにはタネができるはずだ」と論理的に予測を導くことができること（ルールによる仮説的判断）を示した。その後、サクラの実の写真を提示し、サクラにもタネができることを示した。

(4) 予想と確認② ツバキの花の写真を提示し、(3)と同様にタネの有無を予想させた後、ツバキの実の写真を提示し、ツバキにもタネができることを示した。

(5) 予想と確認③ チューリップの花の写真を提示し、同様にタネの有無を予想させた。チューリップにもおしべとめしべがあることを示した後、チューリップにもタネができることを写真上で提示した。

(6) 予想と確認④ ジャガイモの花の写真を提示し、同様にタネの有無を予想させた後、ジャガイモの実の写真を提示し、ジャガイモにもタネができることを示した。

(7) 事後課題 授業終了後、A4判2枚からなるプリントを配付し回答を求めた。1枚目では「『花が咲く植物にはタネができる』というルールについてこれまでみてきたが、さらに調べてみた

いと思ったこと、新たに出てきた疑問などをなるべくたくさん書いてください」と教示し、自由に記述させた(質問生成課題)。2枚目では、チューリップ、ジャガイモ、バラ、ヒヤシンス、ハクサイ、サツマイモ、イネ、ススキの花の写真を提示し、それぞれタネができるかどうかを3択(できると思う/できないと思う/わからない)でたずねた(外延課題)。続いて、上記の外延課題について「タネができるかどうか」をどのような基準で判断していたかを具体的に記述させた。

結果

1. 学習過程におけるルールの適用について

予想と確認①(サクラ)における学習者の反応 学習過程を Table1 に示す。はじめ「タネができる」と予想した者は8名中6名(A、C、E、F、G、H)であった。ただし、その予想の根拠としてルールを適用したと考えられるのはAのみであった(Table1、S1)。他の学習者は、予想の根拠が曖昧であったり(S3)、「サクランボのようなものを見たことがある」という自身の経験を手がかりにしていた(S5、S6)。これらはルールを適用した結果の予測とは言い難い。一方、「タネができない」と予想したDは「(サクラは)木本だから」という理由を示しており(S4)、学習者自身でルール外の条件を付与してルールの適用を拒否していたことがうかがえた。そこで授業者が教科書記述に戻り、花にはおしべとめしべがあること、めしべの先におしべの花粉がついて受粉するとめしべのもとがふくらんで実になること、実の中には種子(タネ)があることを確認した。その後、サクラの解剖図を提示しサクラにもめしべとおしべがあること、めしべの根本には子房があることを示した。その上で、再度サクラにはタネができるかどうかをたずねたところ、全員が「できる」との予想に至った。このように、学習者ははじめルールにしたがってタネの存在を予測することは難しい様子であったが、サクラにもおしべ・めしべが存在することが示されると、ルールを適用して予想することができていた。

予想と確認②(ツバキ)における学習者の反応 ツバキの写真を提示し、ツバキにはタネができるかどうかをたずねたところ、全員が「できる」と

Table1 予想と確認①(サクラ)における学習過程

S1 (A): 花咲かせるものは、タネができなきゃ、次の成長に使えなくなるから・・・タネはある。探せば。見たことはないけど。
S2 (B): ない・・・ないと思う。
S3 (C): あると思う。よくわかんないけど。
S4 (D): いや～・・・木があると・・・最初は木からなってると思って。(タネは)ないかも。木がなるから。
S5 (E): 桜咲いて、夏っていうか、秋・・・わかんないですけど、サクランボみたいなのがなるから。
T1: サクランボみたいな見たことある?
S6 (E): もしかしたらあれなんじゃないかな。

注) Tは授業者、Sの()内A-Hは学習者を表す。

予想した。その理由をたずねたところ、「テレビで見たことがある」と自身の経験を根拠にしていた。ここでは予想とその根拠を深追いせずに進めた。その後、ツバキにもタネができることを提示し、ここでもルールが成立することを確認した。

予想と確認③(チューリップ)における学習者の反応 学習過程を Table2 に示す。Aの質問(S1)を受け球根はタネではないと確認したのち(T1)、改めてチューリップにはタネができるかどうかを予想させたところ、「タネができる」と予想したのは8名中4名(D、E、F、H)であった。そのうちルールを適用して予想したと考えられるのはEの1名のみであった(Table2、S6)。一方、「タネができない(わからない)」と予想した4名(A、B、C、G)のうち、G、Bは「見たことがない」という経験を根拠にしていた(S3、S7)。またA、C、Gは「球根をつくるから種子ができない」という理由でルール外の条件を付与し、ルールの適用を拒否していた(S8、S9、S3)。そこで、授業者はチューリップのおしべとめしべを提示した上で再びルールに戻り、ルールからすればおしべとめしべがあるということはタネを作ってもよいはずではないかと投げかけ、チューリップにもタネができることを示した(T2)。学習者らはチューリップにもタネができることを知って驚いた様子であったが、ここでEから「タネができるのであれば球根はいらないのではないか」との質問が出された(S10)。おそらくEは、「植物を殖やす方法は、タネか球根のいずれかである」という認識を抱いていたと考えられる。ルールから判断すればチューリップにもタネができるはずであるが、なぜ実際には球根を植えて育てるのか(なぜタ

Table2 予想と確認③ (チューリップ) における学習過程

S1 (A) : 球根はタネではないの？
 T1 : 球根はタネではない。
 (隣同士で話し合いをする)
 S2 (F) : (タネは) できるはず。でも、どんなものかは想像できない。
 S3 (G) : わからない。見たことがないから。球根があるから、タネがあるのかどうか。
 S4 (H) : できるんじゃないか。
 S5 (D) : できるかな？ 自信はない。
 S6 (E) : 花が咲くんだったら、できるんじゃないか。
 S7 (B) : 見たことがないから、できないんじゃないか。
 S8 (A) : 球根のイメージがすごく強い。タネというより球根を作るんじゃないか。
 S9 (B) : 球根のイメージが強い。
 T2 : (チューリップのおしべとめしべ(写真)を見せる。) ルールからいえば、受粉すればタネができる。球根をつくるけど、おしべとめしべがあるということは、タネを作っているといはずじゃない？ ルールからすれば、本当かな？ ..で、調べてみると、タネはできる。(チューリップのタネの写真を提示)
 (SS : 驚きの声)
 T3 : みなさん見たことないと思う。というも、タネができる前にちよん切っちゃうから。タネを作るために栄養が必要。球根に栄養がいなくなる。タネに栄養がいけないように、切ってしまう。
 S10 (E) : ちょっと疑問に思ったんですけど、タネができるんだったら球根いらんないんじゃないかって。
 T4 : いい質問だね。なんで球根を植えるのか。
 S11 (E) : タネの方が軽いし、いいんじゃないか。
 T4 : それはね..皆さんどう思う？ タネできるんだったら、球根いらんないじゃん。
 S12 (F) : タネ..だしたら、もしかしたら2年越しとかに咲くのかもしれない。
 T5 : なんでそう思った？
 S13 (F) : そこまで、球根になるまでためるんだったら、ためるのに時間がかかるし、たぶんためてる間はそんなに伸びないと思う。
 T6 : 栄養が、ってことだよな。

注) Tは授業者、Sの()内A~Hは学習者を表す。

ネから育てないのか)、疑問に思ったのであろう(S11)。そこで授業者が学習者全体にこの疑問を投げかけたところ(T4)、Fから「タネから育てるには時間がかかるのではないか」との発言があった(S12、S13)。このFの発言を受けて、その後、授業者は有性生殖と無性生殖の違いを挙げ、チューリップは観賞用の植物のため、無性生殖で毎年同じ色の花を咲かせるために球根を植えるのだということ、もし新しい色の花を咲かせたい場合には有性生殖で品種改良をしてタネを作るのだということを説明した。

予想と確認④ (ジャガイモ) における学習者の反応 最後に、ジャガイモの花を提示し、ジャガイモにはタネができるかどうかをたずねた。学習

Table3 予想と確認④ (ジャガイモ) における学習過程

T1 : ジャガイモ育てたことある？
 S1 (D) : タネイモ植える。
 T2 : タネイモ植えるよね。あれタネじゃないからね。
 S2 (D) : ああ〜。(SS、笑い)
 T3 : Dさんどう？ どういう結論に至った？
 S3 (D) : チューリップと同じ感じで、なる。育てるのが面倒くさいだけで。でも、なる。
 S4 (E) : 僕も、できるんじゃないかって思う。花が咲いてるし、さっきのチューリップと同じ感じで。イモの方が効率がいいけど。
 T4 : ああ、イモの方が(育てるのに) 効率良いけどね。Fさんどうですか。(T : 他の学習者に一人ずつ予想をたずねる)
 S5 (F、G、H、C) : できると思う。
 S6 (B) : うーん..できないんじゃないかな。
 T5 : 根拠はある？
 S7 (B) : なんとなく。
 S8 (A) : (ジャガイモの花の写真を指して) あの花の真ん中見ると、あれ花粉じゃないかって思うんですね。おしべとめしべもあるし、ユリの花とチューリップの花と似たような感じで、ジャガイモは根っここのほうに○○(※聞き取れず)ができて、結局花が咲くんじゃないかって思いました。(T : うん、花が咲いて、) 花が咲いて、球根と似たようなものをつくる。そういう性質があるのかなって。
 T6 : うん。タネは？
 S9 (A) : タネも、つくるんだけど、やっぱり、芽は出づらいのなあって思いました。(T : うん、芽は出づらい、だからタネイモを、) タネイモを植えて育てる。

注) Tは授業者、Sの()内A~Hは学習者を表す。

過程を Table3 に示す。タネイモはタネではないことを確認した後(T2)、一人ずつ予想をたずねたところ、B以外の7名が「タネができる」と予想した。その根拠として「花が咲くから」「おしべ・めしべがあるから」など、ルールを適用した結果と考えられる発言をしたのがE、Aの2名であった(S4、S8)。加えてこの2名はルールを適用するだけでなく、「“チューリップと同じ”ようにジャガイモも無性生殖(栄養生殖)で殖やすのが一般的だが、タネもできる」とチューリップとジャガイモを同類のカテゴリーと認識し、類推することでタネの存在を予想していたことがうかがえた(S4、S8、S9)。こうした類推による予想はDにもみられた(S3)。このような予想がなされたのは、③の段階で、Eの質問をきっかけに球根(無性生殖)とタネ(有性生殖)について学習できたからこそであったと考えられる。その一方で、なお「タネができない」と予想したBは「なんとなく」と発言し、確固たる根拠がないままルールの適用を拒否していた(S7)。

以上、予想と確認①~④における各学習者の予想変化を整理したものを Table4 に示す。ここで

Table4 予想と確認①～④における各学習者の予想変化

学習者	①サクラ	②ツバキ	③チューリップ	④ジャガイモ
A	○(ルール適用)	○(経験)	×(ルール外条件)	○(ルール適用、類推)
B	×		×(経験)	×
C	○		×(ルール外条件)	○
D	×(ルール外条件)		○	○(類推)
E	○(経験)		○(ルール適用)	○(ルール適用、類推)
F	○		○	○
G	○		×(経験)	○
H	○		○	○

注) ○は「タネができる」、×は「タネができない」予想を表す。

着目したいのが A と E の学習者である。まず A は、①サクラの予想ではルールを適用していたものの、③チューリップの予想において「球根をつくるからタネはできない」とルール外の条件付与による適用拒否がみられた。しかし、④ジャガイモではルールを適用するのみならず、「ジャガイモもチューリップと同じように”地下に球根のようなものをつくるがタネもできる」と類推による予測をおこなっていた。また、E は①サクラの予想において「サクラランボのようなものを見たことがある」といった経験に依拠した予測をおこなっていたが、③チューリップや④ジャガイモではルールを適用した予測をおこなうことができていた。さらに、A と E は学習過程において積極的に質問をしたり (Table2、S1、S10)、予想の際に根拠を詳しく述べたりしていた (Table3、S8)。とくに E が提示した「種ができるんだったら球根いらんじゃないか」(Table2、S10) という質問は、学習者にとって無性生殖と有性生殖に関する学習の契機となるものであった。その結果、ルールに対する確信度が高まり、④ジャガイモにおいてほぼ全員がタネの存在を予想するに至ったものと考えられる。その一方で、B は①、③、④のいずれの段階においてもルールを適用した予測をおこなわず、根拠をたずねても「なんとなく」など曖昧な反応が目立っていた。

2. 事後課題の結果

事後課題の結果を Table5 に示す。まず、質問生成課題について、ルール関連質問とその他の質問とに分類した。ルール関連質問とは、「花が咲いてもタネができない植物が存在するのか」(原命題の例外) といったルールの例外に関する質問だけでなく、「キャベツやレタスなどの葉の野菜にも花が咲きタネができるのか」(外延拡大)、「花が咲かない植物はタネができないのか」(裏命題による質問)、「タネができるものは花が咲くのか」(逆命題による質問) など、ルールの操作によって導き出された質問を含む。そのようなルール関連質問は 8 名中 6 名にみられた。また、外延課題については、すべての課題に「タネができる」と判断できた者は E と F の 2 名であった。他の学習者はススキやバラに対して「タネができない (わからない)」と判断する傾向にあり、ススキについては「花が咲くのが不明」との理由を挙げていた者が多かった。おそらく、学習者にとっての「花」概念が「鮮やかな花びらをもつもの」であったために、風媒花である (花びらのない) ススキは写真が提示されても「花」と捉えられず、ルールが適用できなかったと考えられる。

全体的には事後課題においてルールの適用が促進されたといえるが、B は事後課題においてもなお「タネができない」と答えたものが多く、その判断基準として「おしべとめしべの有無」だけでなく「自分の勘」を挙げていた。

考察

本研究の目的は、質問紙実験による方法論的制約を取り払った場合、ルールをもとに積極的に予測し確認しようとする活動は学習者側にどれほど生じるものなのか、いかなる学習過程がルールの適用を促進するのかを探索的に検討することであった。種子植物ルールの学習について、その学習過程を詳細に分析したところ、主に以下のことが明らかになった。

1 点目は、ルールの適用過程において学習者により疑問が呈示され、それが学習を促進する契機となったことである。授業でチューリップにもタネができることを確認した際、E の「タネができるんだったら球根いらんじゃないか」という

ルール学習場面における学習者の質問生成とルール適用—種子植物ルールの学習の場合—

Table5 事後課題の結果

学習者	1. 質問生成課題		2. 外延課題	
	ルール関連 質問	その他 質問	タネができない ・わからない	判断基準
A	裏命題	球根やイモをつくる植物について	ススキ	おしべとめしべの有無 ススキはシダ科?
B	—	サクラとジャガイモについて	バラ、ヒヤシンス、 ハクサイ、ススキ	おしべとめしべの有無 自分の勘
C	裏命題	—	ススキ	花の有無 ススキは花が咲くのか不明
D	逆命題の例外 裏命題の例外 外延拡大	—	バラ	おしべとめしべの有無 バラはおしべとめしべの区別がわからない
E	原命題の例外 対偶命題	タネなし果実について	—	花の有無 バラ、ヒヤシンスのタネは見たことがないが、チューリップと同じように品種改良で様々な色が作られている。
F	—	タネなし果実について	—	おしべとめしべの有無 バラとイネは品種改良で受粉させるところを見たことがある。ススキはタネと花を見たことがある。
G	裏命題 原命題の例外	サクラのタネについて	ススキ	おしべとめしべの有無 ススキのタネは見たことがない
H	逆命題	—	バラ、ススキ	おしべとめしべの有無 ススキの花は見たことがない。 バラは見たことがないができるかもしれない。

注) 外延課題については、チューリップ、ジャガイモ、バラ、ヒヤシンス、ハクサイ、サツマイモ、イネ、ススキのうち、「タネができない・わからない」と判断された植物名のみ記載した。

疑問が端緒となり、球根とタネの違い、無性生殖・有性生殖と栽培方法との関連についての学習に発展した。その後、ジャガイモのタネの有無を予想する段階で、「チューリップと同じで」と発言した者が3名いたことから、先の学習があったからこそ確信をもってタネの存在を予想できるに至ったと考えられる。Eは、学習過程において、ルールを単に機械的に適用するのではなく、なぜこの事例でもルールが成立するのか、自分なりに整合性をつける形で学習を進めようとしていたと思われる。そこから生じた疑問を解消することでルールに対する確信度が高まり、事後課題でもルールを一貫して適用することができたのではないだろうか。今後は、ルールに対する確信度を高めるルール学習のあり方について、学習者の思考過程を考慮したうえで検討する必要がある。

2点目は、未知の事柄について予測をおこなう際、ルールだけで判断しようとする傾向がみられたことである。前述の内容と関連するが、学習者は、サクラ、ツバキ、チューリップの事例を経

てジャガイモのタネの有無を予想する際、ルールによる判断だけでなく、「ジャガイモもチューリップと同じように球根のようなものをつくるが、タネもできる」とジャガイモをチューリップと同じカテゴリーに分類した上で類推による判断をおこなっていた。ルール単体でも「ジャガイモも花が咲くからタネができる」と予測することができるはずであるが、学習者が実際にタネの有無を判断する際はそうではなかったのである。このように、ルールだけで判断することが難しい思考の傾向は、佐藤・工藤 (2014)⁽¹⁰⁾においても報告されている。しかし逆に、こうした思考の傾向を踏まえれば、ルールにしたがった判断(仮説的判断)の確からしさが何らかの形で検証されれば、ルールに対する確信度が高まる可能性があるといえるだろう。ルールによる予測の結果が、他の情報や推論結果でも確かめられるようにするには、当該ルールの学習領域に関連する知識が必要となる。これまでの教材文読解を中心としたルール学習研究では、学習目標となる単一のルールのみを扱う

ことが多かった。しかし、学習者の思考の傾向を踏まえればそれだけでは不十分であり、ルールの適用を促すには、関連する知識群の教授が重要になることが示唆される¹⁾。

3点目は、事後課題において、ルールの操作による質問生成が多くの学習者にみられたことである。これまでのルール学習研究では、学習者がルール命題を自発的に操作することが困難であることが指摘されてきたが (e.g. 工藤, 2005⁽²⁾)、本研究では8名中6名の学習者にルールの操作による質問生成がみられた。授業において予測—確認活動を繰り返す中で積極的にルールを「使う」経験がなされたことで、操作水準が高まった可能性が考えられる。しかし、ルールの操作による質問生成がみられなかった2名のうち、Bは学習過程においても一向にルールを適用しようとはしなかった。具体的にいかなる経験がルールの操作に影響を及ぼしたのか、また、学習過程においてルールを適用した予測を促すにはどのような援助が求められるか、今後詳しく検討する必要がある。

以上、本研究では実際の授業における学習者のルール適用過程について分析をおこない、その特徴を記述してきたが、授業者の発問や授業で取り上げた事例が学習者の学習にどのような影響を及ぼしたのかについては詳しく検討できなかった。今後、いかなる教材や発問がルールの適用を促し課題解決を促進するのか、対象人数を拡げ具体的に検討することが課題となる。

引用文献

- (1) 麻柄啓一・進藤聡彦・工藤与志文・立木徹・植松公威・伏見陽児 (2006). 学習者の誤った知識をどう修正するか—ルバー修正ストラテジーの研究—東北大学出版会
- (2) 工藤与志文 (2005). 概念的知識の適用可能性に及ぼす知識操作水準の影響—平行四辺形求積公式の場合— 教育心理学研究, 53, 405-413.

- (3) 立木徹・伏見陽児 (2008). テスト得点の伸びを抑制するのは本当に誤概念なのか?—「論理操作の不十分さ」の可能性の検討— 教授学習心理学研究, 4, 10-16.
- (4) 麻柄啓一 (2009). 数字がないと公式が使えないのはなぜか—小学生の関係操作の可否とその原因— 教育心理学研究, 57, 180-191.
- (5) 工藤与志文 (2003). ルール学習における知識表象の不十分な抽象化とその問題 教育心理学研究, 61, 239-250.
- (6) 工藤与志文 (2013). 概念受容学習における知識の一般化可能性に及ぼす教示情報解釈の影響—「事例にもとづく帰納学習」の可能性の検討—教育心理学研究, 51, 281-287.
- (7) 麻柄啓一・進藤聡彦 (2015). ルール表象はなぜ成立しにくいのか—抽象的な概念名辞の「まくら言葉化」—教育心理学研究, 63, 267-278.
- (8) 宇野忍 (1993). 教授学習の過程と授業の設計 寺田晃・佐藤玲 (編) 新教育心理学体系① 教育心理学要説 中央法規, pp.132-142.
- (9) 日高敏隆ほか55名 (2014). みんなと学ぶ 小学校理科5年 学校図書
- (10) 佐藤誠子・工藤与志文 (2014). ルールの適用を阻害する学習者要因の検討—“ルールだけで考えること”の難しさについて—日本教授学習心理学会第10回年会予稿集, 40-41.
- (11) Kudo, Y., Sato, S., Nishibayashi, K., & Shindo, T. (2019). The Effect of Knowledge Systematization on Learning Scientific Rule: A Case Study Using a Qualitative Approach. *Annual Bulletin Graduate School of Education, Tohoku University*, 5, 29-41.

脚注

- 1 関連して、Kudo, Sato, Nishibayashi, & Shindo (2019)⁽¹¹⁾は、知識システムの構築という観点から、学習目標とすべきルールだけでなく、構造的関連をもつ複数のルールを教授することの効果について、学習者の学習過程に焦点を当てて検討している。