

素朴理論の修正ストラテジーに関する研究 (1)

松 田 君 彦・徳 永 誠 一*

(2006年10月18日 受理)

Teaching Strategies and Children's Revision of Naive Theories (1)

MATSUDA Kimihiko・TOKUNAGA Seiichi

第一部

はじめに

われわれは学校教育などの意図的・計画的な教育によってばかりでなく、日常の生活経験の中からさまざまな知識を得ている。しかし、そのようにして獲得された知識の中には科学的には誤った不適切なものもみられ、それらは一般には素朴理論などと呼ばれている。そして、学習者が素朴理論をもつ場合、学校教育によって「適切な知識」が教授されただけでは、素朴理論の修正は困難だといわれている。

では、なぜ素朴理論は「適切な知識」に修正されにくいのか、また、素朴理論を「適切な知識」に修正するためにはどのような教授ストラテジーが採用されるべきなのか、こうした問題は従来、教育心理学の重要な研究テーマの一つとされているが、本論文においては小学校5年生の算数指導の場面を事例とした研究を報告する。

第 I 章 素朴理論に関する研究の概観

1 素朴理論の性質

近年の認知心理学的な考え方に従えば、学習とは外界からの情報を受動的に受け入れるのではなく、情報を能動的に選択し、解釈し、主体的に意味を構成する過程であるとされるが、素朴理論もこうした能動的な認知活動の所産の一つとして考えることができる。このような、人間が学校などで科学的概念を学習する前に日常生活で自然に獲得する知識体系は、前概念 (preconception ; Clement,1982)、誤概念 (misconception ; Fisher,1985)、ル・パー (長野, 1967 ; 細谷, 1969)、インフォーマルな知識 (中島, 1994 ; 吉田, 2003)、素朴概念 (naive concept) などと記述されてきたものと同様な概念であるが、これらに共通する特徴は、専門家のもつ概念とは異なること、多く

* 鹿児島市立伊敷台小学校

の人に共有されること、容易には変化しないこと、科学理論とは別の信念体形を形成していることなどがあげられる。また、それらは具体的な事例を基盤にして生成されるものであり、多くの場合、その構成要素や要素間の関係は意識されないままである。そのため、随意的に思考操作を行うことが難しい場合が多い。

さらに、丸野(1996)は「素朴理論はすべての出来事を矛盾なく整合的に説明できる厳密性の高い科学的理論ではなく、いかに有効かという実用的な志向性のもとに獲得される枠組みである」と捉えている。

素朴理論は、直接観察できない現象に対しても科学理論のように推論することができ、種々の現象の生起を予測する機能を持っていることを前提にしている。また、科学理論のように自覚的な仮説検証の過程を経て理論の構築や精緻化が行われるわけではなく、理論の中身が言語化可能な形で存在しているのでもないとみられている。

ここで、あらためてFisher(1985)を参考にしながら、素朴理論の特徴を列挙してみる。

第1は、素朴理論が不適切だといわれるのは、現在の学校教育などで取り上げられている科学体系とは整合しないという意味である。

第2に、素朴理論は個々の断片的な知識として存在するのではなく、ある素朴理論が別の素朴理論の根拠になるなど、相互関連的な体系性をもつという特徴がある。また、ある素朴理論が固有の問題解決だけでなく、一定領域の問題解決に適用されることから裏付けられるように、素朴理論がルール命題形式で記述されるような場合、命題に代入可能な複数の事例をもつ。この点が一般化された知識という意を内包する「理論」といわれる理由の一つである。

第3に、多くの人に共通に観察されるという特徴がある。この特徴から、素朴理論は多くの人が共有する経験に基づく、類似の生成メカニズムにより獲得されることが想定できる。

第4に、学校教育との関係で最も注目すべきことは、単に適切な知識を言語的に教授したり、実験事実を観察させたりするのみでは、素朴理論の修正は困難な場合が多い。この観点からは学習者の素朴理論は、適切な知識の獲得を妨害するものという捉え方ができる。

第5に、不適切であるとはいえ、まったく不合理なものではないことも特徴である。素朴理論は日常生活において合理性をまったく欠くものではなく、部分的な妥当性は認められることになる。

2 自生的に獲得された「不適切な知識」の記述概念としての π (ルバー)

(1) ルレグ・システム(ruleg system)の構成要素としての π (ルバー)

Evans, Homme & Glaser(1962)は、言語的教材のプログラム学習の際の教示、発問を分類、記号化し、教授活動の系列の記述様式としてのルレグ・システムを提唱した。ルレグ・システムで教授活動を記述することで、多様な教授活動が同一の枠組みで捉えられることから、教授原則など教授ストラテジーの一般化、理論化の際の有効な枠組みが得られた。ルレグ・システムはプログラム学習にとどまらず、広く教授プログラム一般の記述様式として有効性をもつと考えられる。

Evansらにより分類・記号化された教示、発問とは以下のものである。

- ① ru : ルと呼ばれ、定義、公式、経験法則、公理などの一般性をもった命題
- ② eg : エグと呼ばれ、 ru に代入される個々の事例
- ③ \overline{eg} : エグバーと呼ばれ、 ru に対する誤った事例や ru の例外例
- ④ \overline{ru} : ルティルディと呼ばれ、発問や問題に相当する未完結の ru 、特に完結性の高い \overline{ru} は $\overline{\overline{ru}}$ と表される。
- ⑤ \overline{eg} : エグティルディと呼ばれ、 ru への代入について未完結な eg 、特に完結性の高い \overline{eg} は $\overline{\overline{eg}}$ と表される。

例えば、このようなルレグ・システムを採用し、 ru を演繹的に導こうとする教授過程を記すると、 $ru \rightarrow eg \rightarrow eg$ などと記述できることになる。

一方、細谷（1970）は「問題解決は原理の集合である知識によってなされ、かつ、その知識を拡大ないし修正する過程である」とし、解決されるべき問題はそこで用いられ、あるいは発見されるべき原理とその適用例との関係から分類することも可能であると述べた上で、ルレグ・システムを学習者の知識の分類・記述に援用している。そして上記のEvansの諸概念に \overline{ru} という概念を加えた（細谷，1983）。この \overline{ru} はこれまで「不適切な知識」、もしくは素朴概念として言及してきたものに相当する概念である。 \overline{ru} が加えられることにより、学習事態に関わる外的条件（教示、発問などを含めた教材）と内的条件（学習者の既有知識）、さらには両者の相互作用の結果としての理解（パフォーマンス）を同一様式で記述することが可能になる。同時に、教授—学習過程において発問や教示などを独立変数、それに対する学習者の認知過程を媒介変数、理解パフォーマンスを従属変数と捉えた場合、複雑で多様な教授—学習事態を同一の形式で記述することも可能になる。これは、教授—学習事態の記述様式としての利点であり、ルレグ・システムに位置づけられた \overline{ru} という概念が、自生的に獲得された「不適切な知識」を記述する同様な概念である素朴理論、前概念、誤概念などと異なる点である。

また、「不適切な知識」をルール命題形式で記述しようとすることも、 \overline{ru} という概念が先にあげた諸概念と異なっている点である。先に素朴理論の特徴の1つとして「不適切な知識」がルール命題で記述されるような場合、それは代入可能な複数の事例をもつという点で「理論」といい得るのであると述べた。これがかって素朴概念と呼ばれていたものが、素朴理論と言い換えられるようになった所以でもある。同様に、事例をもつ一般化された知識（ルール）として捉えようとする点にも、 \overline{ru} が学習者の実態を的確に捉えているという長所が見いだせる。以上のように、教授—学習過程の記述様式としての利点、知識をルール表現可能なものとして捉えることによって、学習者の所有する知識を実態に即して把握しているのではないかという点を重視して、本研究でこれまで素朴理論として言及してきた“学習者が自生的に獲得した「不適切な知識」を表現する用語として \overline{ru} を用いることにする。

(2) $\bar{r}u$ の分類

細谷(1996)はルール命題形式で記述される $\bar{r}u$ の形成に関して、前提項ないし帰結項の選び間違え、選び過ぎ、選び不足などや適用範囲の拡大過剰や縮小過剰といった特徴をあげる。これらの特徴により $\bar{r}u$ を分類することも可能である。例えば、麻柄(1991)は $\bar{r}u$ を属性の選び間違いによる $\bar{r}u$ と、誤れる特殊化による $\bar{r}u$ の2つに分類する。この分類を参考に2種の $\bar{r}u$ の定義を試みると、前者は着目すべき属性には着目せずに、 ru にとって非関連な属性に着目し、また、着目すべき属性には着目するが、それ以外の属性にも着目する $\bar{r}u$ である。例えば、太陽高度に着目すべきところを、地球と太陽の距離に着目して「夏が暑いのは地球と太陽の距離が短いからだ」というような $\bar{r}u$ がこれにあたる。後者は着目すべき属性に着目しているが、その適用範囲を不適切に限定したり、対象がもつ着目する必要のない属性に着目し、その属性の一定の範囲のみに ru を適用する $\bar{r}u$ である。この分類の例としては、温度という着目すべき属性には着目しながらも、「水は温度に応じて三態変化するが、鉄や酸素は三態変化しない」といった、本来着目すべきでない常温での物質の個性性、ないし水との近似性に着目し、その一定の範囲にのみ ru が適用可能だとする $\bar{r}u$ が挙げられる。進藤(2002)は、こうした分類は相互に独立した要因の差異や、同一要因内の水準の違いに依拠したものではないにせよ、属性記述による $\bar{r}u$ の分類を可能にし、個々の $\bar{r}u$ の修正ストラテジーを一般化しようとする場合に有効な枠組みとなる可能性があることを指摘している。

(3) $\bar{r}u$ 研究の教育心理学上の意義

Siegler(1976)のルール評価アプローチには、 $\bar{r}u$ によって「不適切な知識」を表現しようという観点や、この「不適切な知識」は一定領域の事例をもつルールであると見なす考えが含まれている。つまりルール評価アプローチは、子どもたちが不十分ながらも一貫したルールを用いて課題の解決を図っていること、認知発達は使用されるルールの洗練化の過程であることを前提としている。ただし、Sieglerを始めとして新ピアジェ派と呼ばれる研究者の理論は、認知発達を規定する要因として年齢と対応した情報処理能力の量や質を仮定する。

Inhelder & Piaget(1958)の理論に従えば、プログラミングのような抽象度の高い課題の遂行が可能になるのは11,12歳頃からの形式的操作期からだということになる。しかし、低学年の児童から中年のサラリーマンまでがプログラミングを学ぶパソコン教室で、最も習熟度が高いのは児童であるといった事例はまれではないし、同様な結果は、子どもであってもチェスに詳しい者はチェスに不案内な大人に比べて、駒の配置の記憶に優れているというChi(1978)の報告にもみられる。このような事例からは、認知発達を規定するのは加齢というよりも対象についての領域固有の知識であるといえそうである。こうした前提に立った場合、学習者の $\bar{r}u$ が修正され、 ru が形成されるためには、加齢を待つのではなく、認知発達を援助するものとしての ru の教授活動が行われねばならないことになる。しかし、先に述べたように $\bar{r}u$ をもつ学習者に ru を教授するだけでは ru の獲得は困難であり、 $\bar{r}u$ 修正のための一定の教授ストラテジーが採用されねばならない。よって、 ru を形成しようとする際には、当該 ru に対応する $\bar{r}u$ を発見し、いかに $\bar{r}u$ を ru に修正すべきかという観点から

問題を捉える必要がある。そして、その解明は学校教育で採用すべき教授ストラテジーの開発や改善の問題に直結することから、教育実践上の意義を有することになる。

(4) ruの教授過程で生起する4種の認知過程

進藤(2002)は、学校教育における教授—学習事態で学習者が \bar{ru} を有し、それとは矛盾する ru が教授された場合に想定される4種の認知過程をFig.1のようにまとめている。

第1は、 \bar{ru} が ru に修正される場合である (Fig.1のA型)。このような過程の事例として彼は、地球儀・メルカトル地図間の面積の変更に関する自らの実践例を挙げている (進藤, 1997)。それによれば、小学校6年生に事前テストとして課された地球儀・メルカトル地図間の各国の面積の大

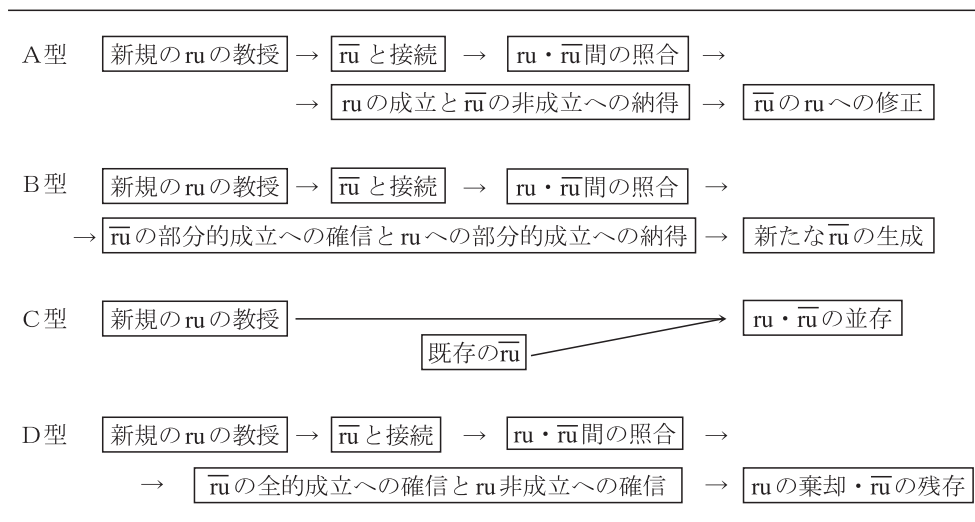


Fig. 1 $ru \cdot \bar{ru}$ 間の4種類の接合・承合課程 [進藤(2002)より]

小の比較課題において、全体の59.0%が変更はないと判断した。彼らは、地球儀の各国の面積がそのままメルカトル地図に反映されているという \bar{ru} をもっていたことになる。そこで、教授活動としてまず、地球儀上のオーストラリアとグリーンランドの面積を比較させ、メルカトル地図で当該2カ所の面積が逆転する様子を示したところ、一斉に「あれー」という驚きの声が上がった。そこで、面積の逆転の理由を尋ねると、「どちらかが間違っている」との回答が得られた。次に、地球儀が船底型地図に変換され、更に船底型地図がメルカトル地図に変換されていることを、地球儀に見立てたオレンジの皮を剥かせるなど、実際の作業を通して教授した。このような教授活動の後で、事前テストと同様の事後テストを課したところ、メルカトル地図では緯度が高いほど面積が拡大するという ru を獲得したと考えられる者が79.5%に達した。教授活動では地球儀からメルカトル地図への変更過程のみを取り上げたが、事後テストでは逆の変換過程の結果を問う問題にも高い正答率を示したことから、この教授活動により学習者の内部では、 \bar{ru} の ru への修正が生じたと見なすことができる。

2つ目の認知過程として、 $\bar{r}u$ を調整することによってあらたな $\bar{r}u$ が生成される場合が考えられる (Fig.1のB型)。彼はこの事例として、所澤(1991)の報告する小学校6年生の「水溶液の性質」の授業で観察された子ども達の反応を上げている。教師は、ピーカーの中に溶かした塩がどうなったかを問うた。当初、子ども達は水に塩が溶けた状態に対して、塩はなくなるという解答をした。目に見えない対象は存在しないという $\bar{r}u$ に従った反応であろう。そこで教師は、実験1として水溶液の味を確かめさせてみたが、子ども達は、味だけは残り塩本体はなくなるというあらたな $\bar{r}u$ を生み出した。そこで教師は、実験2として水溶液を蒸発乾固させるが、子ども達は、塩は水に溶けると味に変成するするというあらたな $\bar{r}u$ で現象を説明する。このような事例に、当初の $\bar{r}u$ を根幹とし、それとは矛盾する実験結果を体験・観察することによって $\bar{r}u$ が調整され、新たな $\bar{r}u$ が生成されていく様子を見て取ることができる。

3番目の認知過程として、 $\bar{r}u$ が修正されることなく、学習者において ru と $\bar{r}u$ が並存してしまう場合が挙げられる (Fig.1のC型)。このような認知過程を示唆するものとして、彼は小野寺(1995)の次のような事例を紹介している。相対的に温かい水は上昇し、冷たい水は下降するという子どもにとって既知のルールがある。また、水は0℃になると氷になるというルールも既知である。ところが、2つのルールを知っている子どもでも、冬の夜に上部だけが凍っているたらいの水の様子を見て2つの知識の矛盾に気づかない場合が多いという。このような現象は、互いに矛盾するはずのルールが同一個人内に並存しうることを示唆するものである。

4番目の認知過程として、 ru が言語的に教授されたり、 ru に支配された観察事実に基づいて ru が教授されても、 ru を否定して受け入れずに、 $\bar{r}u$ を温存し続ける場合もあり得る (Fig.1のD型)。先の所澤(1991)の報告する授業では、実験3として塩を溶かす前後の重さを比較した。重さは不変であるという結果は、「塩は水に溶けるとなくなる」という子ども達が当初もっていた $\bar{r}u$ や、それが実験1と2によって調整され、最終的には子ども達が生成した「塩は水に溶けると味に変成する」という $\bar{r}u$ では説明ができない。そのような実験結果を目の当たりにして、子ども達は秤の誤差に固執し、重さが不変だという実験事実を否定したという。

これら4つの認知過程のうち、A型の $\bar{r}u$ が ru に修正される場合には、新規に教授される ru が、既存の $\bar{r}u$ に接続され、両者の異同の照合、 $\bar{r}u$ の ru への納得的変換といった過程が必要になる。この観点からみるとB型とD型として挙げた新たな $\bar{r}u$ の生成と ru の否定は、 $ru \cdot \bar{r}u$ 間の接続・照合の過程は生起するが、 $\bar{r}u$ の ru への納得的変換がなされずに $\bar{r}u$ が残存した状態だといえる。これらに対し、C型の互いに矛盾する ru と $\bar{r}u$ が並存する場合は、新旧の知識の接合・照合の過程が生じないため、以後の過程が生起しないものと考えられる。これが進藤(2002)の考察である。

第Ⅱ章 素朴理論修正ストラテジーに関する心理学的研究の概観

1 科学的概念の教授法に関する研究

学習者である子ども達は、学校で科学的概念を教わる時に白紙の状態で臨むわけではなく、既に

自分なりの知識や理解を構成している。この学習者が自分なりに構成した理解である素朴理論は、学校で教わる科学的概念とは異なる場合が多い。それにもかかわらず、これまでの学校における教育方法は、科学的概念に変化させるのが困難であるといった事例も多い。

学校教育の授業場面では、これまでも科学的概念を教授する際には、学習者の既有知識を十分に考慮した教授を行う必要があるということは指摘されている。しかし、教育実践の中で生かされていないのは、学習者の既有知識を明らかにしたところで、科学的概念へ変化させる手立てが十分でなかったのではないかと考えざるを得ないが、近年の心理学的研究では、科学的概念獲得の条件や獲得を促す教授法を提案し得る実証的研究が精力的に行われるようになってきた。

(1) 知識同士を結びつける

学習者の内部において矛盾する知識同士が結びつけられないまま混在している場合があることは小野寺(1995)で紹介したところであるが、それ以外にも類似した研究報告は多々ある(中島, 1995, 2000; 山縣, 2000)。さらにそれらをどのように関連付けるかという点から教授法を提案する研究(工藤, 1997; 中島, 1995, 2000)がいくつか見られる。これらの研究から、科学的概念と日常経験の間の矛盾に気づくだけでは不十分であり、これらを結びつける原理を教えることが有効であることがわかった。

(2) 誤概念を強める

学習者のもつ誤概念が強固なものであるほど、科学的概念は獲得されにくいといわれてきた。これに対して進藤(2002)によれば、西川(1999)は誤概念の確信度を高めるために挙証活動(授業前に自分の考えが正しいと思う証拠を挙げて証明させる)を行い、その後に実験をしたところ、挙証活動を行った群の方が概念獲得率や保持率が高いということを明らかにした。これは、一貫した誤概念をもつ子どもの方が教授の効果が高いということであり、学習者のもつ誤概念が強固なものであるほど、科学的概念は獲得されにくいということを否定するものであった。

(3) 反証例を提示する

従来から、 π の修正には素朴概念に反する事象を観察させることが、場合によっては有効であることが指摘されてきた。しかし、反証の提示が必ずしも概念変化をもたらすわけではないことは麻柄(1990, 1996)などで示されてきた。これらのことから、反証例を提示して効果があったケース、なかったケースを詳細に検討し、どのような場合に反証例の提示が促進的な働きをするのかを明らかにしていく作業が残されている。

(4) 科学学習における思考の外化(概念地図)

自分の知識や認知活動の結果を対象化し、それに対して意識的に働きかけるといった内省的思考活動が、既有知識の変更を促しうることが指摘されている(稲垣・波多野, 1989, 三宅・波多野, 1990)。このような深い理解を導くような思考は簡単に生じるものではないが、学習者の思考を支援する方法の一つに思考の外化がある。

思考の外化とは、人間の内的な認知活動を、自分あるいは他者に向かって、シンボルや図を用い

て表現する活動である。思考内容を外化して操作可能なものに変換することによって、自分の知識の曖昧さや不十分さに気づき、吟味するという認知活動が生じやすくなるものと考えられる（三宅・波多野，1990）

科学教育においては、思考を図的表象として外化する際の認知過程の分析がなされ始めている（山崎・三輪，1998，湯浅・大島・大島，2000）。被験者の問題解決中の発話プロトコル分析などを行い、思考を図的な表象として外化することによって、普通には関連づけが難しい知識同士を関連づけたり、既有知識と新情報を結びつける認知活動が促進されたりすることが示されている。

(5) 科学学習における仲間との協同

三宅(2000)は、他者との相互作用によって理解が深まる場合、相互作用過程の中に次の3つのステップが含まれると述べている。

- ① 協同状況は参加メンバーひとり一人の思考プロセスの明示的な外化を促進する
- ② 参加メンバーそれぞれに外化された内容の意識的な再吟味を許容する
- ③ 批判的な視点や考え方の生成を導く

直観に反する、難しい科学的概念について仲間と話し合いをする場合に、③のプロセスが起ると理解が促進されることが示されている。Chan(1996)の研究は、協同による学習が促進されるのは、学習者が自他の知識の疑問点、矛盾点、不足点を認識し、それを解決するための説明を生成するという「問題を中心にすえた説明構築活動」を行う場合であることを示唆する。

また、Osaka & Simon(1997)の協同による科学的発見過程についての研究では、単独条件に比べてペア条件では、対立仮説や証拠に対する反論を考えるなどの批判的な説明活動が活発になることが示されている。また、ペア条件では「説明の要求」の生起率、説明の要求に対して答えが提出される割合はペアの方が多いいことも明らかになった。なお、この研究では、発見に成功するか否かには、説明活動の生起率だけでなく、「決定的実験」（その実験を行わないと発見に至らないような一連の実験）を行うかどうか深く関与していることも示されている。

森田・稲垣(1997)は、小学校4、5年生の異分母分数の足し算の授業において、選択肢を提示する選択群よりも、自分で答えを構成させる自発群の方が議論が発展し、理解度も高いことを示している。自発群の生徒が選択群の生徒よりも説明、質問、反論などのコメントを多く行うことが明らかになった。特に「正答」について、自発群の児童の方が議論が発展し、理解度も高いことを示している。

協同の科学学習においては、自他の理解や解釈の問題点を発見し、説明を生成するという活動が起るか否かが学習の成功の鍵を握っており、学習者自らに問題点の発見、説明生成の活動が起りやすいのが協同学習の利点であると考えられる。

2 ru・rū間の接続・照合の観点からのrūの修正ストラテジーに関する研究

(1) ru・rū間の接合・照合に及ぼす学習者の関与状況の役割

進藤(2002)は、Alper(1946)が規定する自我関与，課題関与という概念に基づき，学習者の課題への関与状況をFig.2に示すように4つのタイプに分類している。

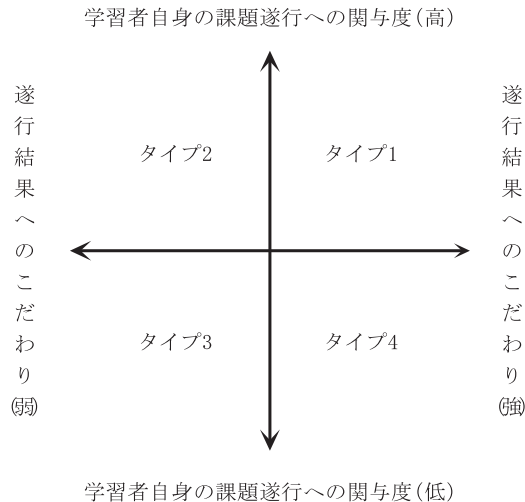


Fig. 2 学習者自身の課題遂行への関わり方の4タイプ [進藤(2002)より]

タイプ1は自分自身の問題として課題遂行を捉えようとする程度が高く，遂行結果へのこだわりも強い場合である。このタイプは，第三者などによる外的評価が与えられるようなときに多く見られる。課題の遂行結果は他者との比較で捉えられ，自己の能力を自他に示すものとして重要な意味をもつために，遂行結果へのこだわりは強い。しかしこの場合，課題の内容自体は重要視されない。

これに対して，課題遂行に対しては関与度が高いが，結果へのこだわりの程度は弱い場合がタイプ2である。このタイプは，課題の内容自体に関与し，課題の内容の習得が重要視されるような場合である。そして結果へのこだわりは自己完結的であり，自身の遂行結果を他者と比較するようなことは必要としない。この意味で，結果へのこだわりの程度は弱い。

タイプ3は，課題の遂行への関与度，結果へのこだわりがいずれも低い場合である。これは，課題遂行が学習者にとってどのような意味もないと認識される場合に見られるものである。したがって，遂行結果へのこだわりもない。タイプ4は，課題遂行を自分自身の問題として捉えることはないが，結果へのこだわりが強い場合である。

進藤(2002)によれば，Nicholls(1984)などの最近の研究では，学習者の自我関与状況と課題関与状況を次のように規定している。自我関与状況とは，自分の能力を他者に示したり，自分自身に対して高い自己評価を得ることに関心が向けられる状態である。一方，課題関与とは能力を高め，そのために力を出そうとすることに関心が向けられる状態である。すなわち，自我関与とはタイプ1に相当し，課題関与はタイプ2に相当するものである。そして，学習者が課題関与状況にある場合，

新規に提示される情報に関連する既有知識の活性化・検索が促進され、新規情報と既有知識が関連づけられやすくなる可能性があると考えられた。

進藤(2002)の考察に基づけば、学習者に課題関与状況を方向付けるような課題設定が行われた場合には、学習者において新規の情報である ru と、それに対応する既有知識である \bar{ru} の間の接続・照合過程が生起されやすく、 \bar{ru} の修正が促進される可能性が考えられることになるが、宇野(1991)の研究でそれを支持するような結果が得られている。さらに宇野は実験結果の考察において、課題関与状況を付与するために設定された事前の問題解決によって、被験者は自らの既有知識の無さや曖昧さに気づく機会、自らの既有知識から解答を予想する機会がもてるのではないかと述べているが、こうした機能は、いずれも新規情報とそれに関連する既有知識の接合・照合を促進するものとして捉えることができそうである。

宇野(1991)と同様に、課題関与状況がメタ認知機能を促進させるという報告もある。例えば、Nolen(1988)は学習の際に課題関与している者は、自我関与している者に比べて、辞書などで調べてみるといった自発的な学習方法に加え、自分の言葉で言い換えてみるといった認知方略を多く用いることを報告している。このような結果は、事前の問題解決を経験した者にとどまらず、課題関与状況にある学習者一般において、新規情報に関連する既有知識をモニタリングしたり、新旧知識を比較・対照するといった能動的な情報処理過程が生起しやすいことを示唆するものであるといえる。

(2) 学習者の \bar{ru} の顕在化による $ru \cdot \bar{ru}$ 間の接続・照合の促進ストラテジーに関する研究 (例外例の検証を用いた研究)

「三角形の内角の和は 180° である」という ru は小学校5年生時の学習内容であるが、当該 ru の教授に際して、通常の教科書の例示用の図形には極端な角をもつ三角形は含まれていない。進藤(1993)は、教科書に従って正三角形に近い三角形を例示した後で、いくつかの三角形について内角の和を予想させたところ、極端な鋭角をもつ三角形の内角の和は過小評価される傾向が認められた。子ども達は、角の数といった着目すべき属性とその値には着目しているが、それに加え三角形に含まれる特定の内角の大きさに着目しているのではないか。その結果、「(極端な内角をもたない) 三角形の内角の和は 180° である」と記述できるような \bar{ru} をもつのではないかと予想している。このような \bar{ru} は、本来着目すべきではない属性の特定の値に着目するという点で、「誤れる特殊化型」に分類されるものである。学習者は自らの \bar{ru} に無自覚的であり、このような事例を用いて ru を教授しても、その ru を誤って例外例と認識している範囲に自発的に適用してみるということがない。そのために、 ru が \bar{ru} に抵触することを意識することなく、 ru と \bar{ru} が並存してしまう。進藤(1993)では「eg 検証型の方略」を採用して、不適切に例外だとみなしている事例による ru の検証をおこなって、 \bar{ru} の修正効果を確認している。進藤(1993)は、この方法には学習者に自らの \bar{ru} を顕在化させ、 $ru \cdot \bar{ru}$ 間の接続と両者の異同の照合を促進する機能があるものと推測している。

(3) 学習者の \bar{ru} を明確化させることによる $ru \cdot \bar{ru}$ 間の接続・照合の促進ストラテジーの研究

進藤(2002)は、属性の選び間違いによる \bar{ru} に関して、学習者自らの \bar{ru} に対する認識を明確化させることによって、 $ru \cdot \bar{ru}$ 間の接続・照合過程を促進し、 \bar{ru} の修正を図ろうとする教授ストラテジーを検証している。1つは、被験者が \bar{ru} をもつ場合には、 ru の学習に先立って前置問題を経験させることで既有知識である \bar{ru} が喚起され、 \bar{ru} が意識される程度が高い状態で ru に触れるようにした。もう1つは、事前の前置問題に加えて、その解決に適用されたと推定される \bar{ru} を命題化して、それが自らの判断理由と一致するか否かを考えさせる課題を与えた。

実験の結果、前置問題の解決や前置判断課題をおこなった2群において \bar{ru} の修正度は高かった。また、この両群の比較では、前置問題のみをおこなった群よりも前置問題と前置判断課題の両方をおこなった群で、洗練された ru の獲得や、 \bar{ru} の修正傾向が認められ、前置判断課題の \bar{ru} の修正に及ぼす有効性が確認された。また、前置判断課題を課すことで、 ru が教授された場合に意外だという認識をもたせやすかったことから、前置判断課題が \bar{ru} の修正に対してもつ機能は $ru \cdot \bar{ru}$ 間の接続・照合の促進にあることが確かめられた。

(4) 複数事例による ru の教授が $ru \cdot \bar{ru}$ 間の接続・照合に及ぼす効果に関する研究

Gick & Holyoak(1983)は、複数の基底領域となる知識が与えられた場合には、単数の知識が与えられた場合に比べて自発的な類推が生じやすいという結果を報告し、それは一般化されたスキーマが機能的に抽出されたためだろうと考察している。

進藤(1999)は、問題構造の同一性認知を保証するためには、 \bar{ru} の事例になっている個々の問題状況のもつ ru にとっての非関連な属性を捨象させ、関連属性だけを抽出させることが有効だと考え、 ru の教授の際に複数で多様な問題状況を用いるという方法を考えた。実験の結果、そのような方法を採用した場合でも \bar{ru} を修正するまでには至らなかった。しかし、 \bar{ru} の適用が残存するのと同時に、 ru の適用者も増加した。 ru の適用者の増加をもたらすという効果は、個々の問題状況のもつ非関連属性が捨象され、関連属性だけが帰納された結果によると考えられる。よって、この方法が \bar{ru} の事例についても非関連属性を捨象させ、それが ru の事例となることを認知させやすくする可能性があるものと考えられる。

参考・引用文献

- Alper, T.G. 1946 Task-orientation vs ego-orientation in learning and retention. *American Journal of Psychology*, 59, 236-248.
- Chan, C. 1996 Problem-centered inn quirky inn collaborative science learning
- Chi, M.T.H. 1978 Knowledge structures and memory development. In R S.Siegler (Ed.) *Children's thinking : What develops?*. Lawrence Erlbaum Associates, Pp.73-96.
- Clement, J. 1982 Student's preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50, 66-71.
- Evans, J.L., Homme, J.E. & Glaser, R. 1962 The ruleg system for the construction of programmed verbal learning sequences. *The Journal of Educational Research*, 55, 513-518.
- Fisher, K.M. 1985 A misconception in biology : Amino acids and translation. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 53-62.

- Gick, M.L. & Holyoak, K.J. 1983 Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.
- 細谷純 1969 教育目標のくだきかた 児童心理 金子書房, 266, 56-61.
- 細谷純 1970 問題解決 東洋(編)『講座心理学8 思考と言語』 東京大学出版会 207-236.
- 細谷純 1983 プログラミングのための諸条件 東洋ら(企画)『講座現代の心理学3 学習と環境』 小学館 299-388.
- 細谷純 1996 『強化学習の心理学』 中央法規
- 稲垣佳代子・波多野誼余夫 1989 人はいかに学ぶか 中公新書
- Inhelder, B. & Piaget, J. 1958 (Trs. by A. Parsons & S. Milgram) *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. Routledge & Kegan Poul.
- 工藤与志文 1997 科学読み物の読解に及ぼす誤った知識の影響 読書科学 第37巻 第2号
- 麻柄啓一 1991 科学的概念の発達 丸野俊一(編)『新児童心理学講座5 概念と知識の発達』 金子書房 155-197.
- 丸野俊一 1996 心の理論とは 発達, 66(17), 20-27.
- 三宅ほなみ・波多野誼余夫 1990 日常的認知活動の社会文化的制約 日本認知学会(編) 認知科学の発展 Vol.4. 講談社 105-131
- 三宅ほなみ 2000 建設的相互作用を引き起こすために 植田一博・岡田猛(編著) 協同の知を探る一創造的 コラボレーションの認知科学 共立出版 40-45
- 森田英嗣・稲垣佳代子 1997 選択肢提示の有無が算数での集団討議の過程と所産に及ぼす効果 日本心理学研究 第45巻 第2号
- 中島伸子 1995 「観察によって得た知識」と「科学的情報から得た知識」をいかに関連づけるか—地球の形の概念の場合— 教育心理学研究, 43, 113-124.
- 中島伸子 2000 知識獲得の過程: 科学的概念の獲得と教育 風間書房
- 中島素之 1994 文章理解に及ぼす動機付け指向性の効果 日本教育心理学会第36回総会発表論文集, 368.
- 永野重史 1967 能力分類の試み(1). 授業研究, 49, 118-125.
- Nicholls, J.G. 1984 Conceptions of ability and achievement motivation. In Ames & Ames(Eds.) *Research on motivation in education* Vol.1: Student motivation. Academic Press. Pp.39-73.
- Nolen, J.G. 1988 Reasons for studying: Motivational orientations and study strategies. *Cognition & instruction*, 5, 269-287.
- Osaka, T. & Simon, H. A. 1997 Collaborative discovery in a scientific domain. *Cognitive Science*, 21, 109-146.
- 小野寺淑行 1995 学習の過程 宇野忍(編)『授業に学び授業を創る教育心理学』 中央法規 29-60.
- 進藤聡彦 1997 \bar{r} の変換における新旧知識の接続過程 UTVサイエンス振興基金研究報告書, 6, 43-46.
- 進藤聡彦 1993 適用範囲の縮小過剰型の \bar{r} の修正方略 教育心理学研究, 41, 135-142.
- 進藤聡彦 1999 r ・ \bar{r} 間の接続・照合過程の抑制要因としての \bar{r} に対する不明確な認識 山梨大学教育人間科学部研究報告, 49, 229-236.
- 進藤聡彦 2002 素朴理論の修正ストラテジー 風間書房
- Siegler, R.S. 1976 Three aspects of cognitive development. *Cognitive Psychology*, 8, 481-520. *Cognitive Psychology*, 8, 481-520.
- 所澤潤 1991 「わかる」ことと「学ぶ」こと 滝沢武久・東洋(編)『応用心理学講座9 教授・学習の行動科学』 福村出版 58-83.
- 宇野忍 1991 文章教材からの知識の獲得に及ぼす学習者の関与状況の影響について 東北大学教育学部研究年報, 38, 115-146.
- 湯浅且敏・大島純・大島律子 2002 電子メディアを用いた自己説明活動の促進: 方略的自己説明の教授の効果 日本認知科学会第17回大会 248-249
- 山縣宏美 2000 理科学習における概念変化のプロセスとその要因 京都大学大学院教育学研究科紀要 第47巻
- 山崎治・三輪和久 1998 図的表象の外化に基づく洞察過程の分析 日本認知科学会第15回大会 28
- 吉田甫 2003 学力低下をどう克服するか 新曜社