

数学学習における関係的理解を促す反省的思考

柳田修平

群馬大学教育実践研究 別刷

第26号 17～23頁 2009

群馬大学教育学部 附属教育臨床総合センター

数学学習における関係的理解を促す 反省的思考

柳 田 修 平

群馬大学大学院教育学研究科数学教育専修

(2008年10月31日受理)

1. はじめに

数学において新しい内容を学習する場面では、既習知識が用いられることが多々ある。また、問題解決場面においても、既習知識が必要であることが多い。このことから、数学は系統性の強い教科であり、学習内容の十分な理解が必要であることがわかる。数学における理解は、Skemp (1989/1992) の研究の中で、道具的理解と関係的理解という2つの理由を挙げている。道具的理解とは、計算ができる、公式を利用して解を求めることができるといった、手続きの習得を意味する。関係的理解とは、学習内容の意味や基本的な概念の理解を意味する。道具的理解と関係的理解は、理解を得る過程が異なり、どちらか一方の理解を得ることで、必ずしももう片方の理解も得られるわけではない。理解過程をきちんと把握していない場合、理解の偏りが起こってしまう。理解が道具的理解のみに偏ってしまった場合、学習者は計算や公式を利用して解を求めることができるようになるだけで、意味や概念の理解が得られず、学習内容に系統性を持たせることができなくなってしまう。その結果、知識に関連性をもたせることができないため、公式や解法の暗記による問題解決となり、昨今急増している「数学は暗記教科である」という認識を形成してしまう。また、理解が関係的理解のみに偏ってしまった場合、意味や概念の理解を得ていても、手続きの習得が出来ていないために問題を効果的に解けないということが起こってしまう。また、解決のための手続きを習得していないと意味の理解自体が困難な場合もある。たとえば、関数において x に対応する y の値を求めることができないと、関数をグラフに表すことや、二つの数量の変化や対応を見出すことが出来ず、基礎的な概念の理解が困難になる。数学では、道具的理解が十分でなければ、問題解

決に効果的なアルゴリズムの遂行が困難になってしまい、関係的理解が十分でなければ、問題の文脈や形式が変わったとき、身につけた知識や技能を活用できなくなる可能性がある。いろいろな状況で問題の解決や学習内容の理解に学んだ知識を活用するためには、道具的理解と関係的理解のどちらも疎かにすることができない。道具的理解を得ることは、計算や、公式を利用して解を求めるという手続きを繰り返し経験することにより、手続きに慣れることで可能となる。関係的理解を得るためには、学習者が内容の意味や概念を納得するまで思考を続けることが必要となる。そこで、学習者に反省的思考を習慣づけることによって、意味や概念を納得するまで思考を続けることが可能となり、学習者に関係的理解を促すことができる。反省的思考とは、もともとジョン・デューイが提唱した概念であり、問題解決的な学習の理論的背景となったものである。デューイは反省的思考には、1. 暗示、2. 知性的整理、3. 指導的観念すなわち仮説、4. 推理作用、5. 仮説の検証、という5つの側面があると指摘し、これらの諸側面を生かして授業を構成することが、問題解決的な学習を生かした授業になるのではないかと考えた。デューイの提唱した反省的思考や、他の研究者の反省的思考の先行研究を基に、本稿では、反省的思考とは、自分または他人によって記号化・言語化されたものを意識的または無意識的に吟味する論理的な思考であるとする。数学における反省的思考とは、日常的に用いられている自らの行動を後になってから振り返り考え直す活動ではない。学習場面やいろいろな問題解決場面において反省的思考の習慣づけがなされることで、道具的理解の偏りによるアルゴリズムを遂行するだけの数学学習から抜け出し、多様な思考を経て関係的理解を得ることが可能となる。そこで

本稿では、数学における反省的思考のメカニズムを明らかにし、学習場面や問題解決場面で反省的思考がどのように働くかを考察する。数学の学習場面、問題解決場面において、学習者に反省的思考を習慣づけることで、関係的理解を促すことが可能であることを示すことが本稿の目的である。

2. 反省的思考のメカニズム

前項で定義した反省的思考について、そのメカニズムを明らかにしていく。まず、前項の定義にもあるように、反省的思考とは記号化・言語化されたものを意識的または無意識的に吟味する思考である。自分または他人によって記号化・言語化されたものを感覚的(視覚または聴覚)に捉え、脳に刺激が与えられ思考が始まる。このとき思考が始まるまでに、どのようなメカニズムが脳に働いているかは本稿では考察の対象としない。思考が始まり、表現された事象や過去の推論結果などから情報を収集し、それらをもとに仮説を設定し、その仮説を検証し結論を構成するという特徴から、反省的思考では、帰納的推論が主な役割を果たしていると考えられる。楠見孝(1996)は、帰納的推論のプロセスを3つの段階「事例獲得、仮説形成、仮説検証」にわけ、帰納的推論の第一段階である事例獲得を「命題や言語言明を把握したり、知覚的観察、記憶想起によって、事例情報を収集する段階(P.40)」、第二段階である仮説形成を「事例情報にもとづいて、一般化を行い、仮説を形成(帰納)する段階(P.40)」、第三段階である仮説検証を「仮説にもとづく結論を、観察事実にもとづいて評価し、仮説を保持するか、修正するか、棄却して新しい仮説を生成するかを決める段階(P.41)」と述べている。この、帰納的推論のプロセスと、デューイ(Dewey,1933)が指摘した反省的思考の5つの側面や、エニス(Ennis,1987)による批判的思考の構成要素を参考に、数学における反省的思考の構成を以下のようにわけるとする。

- (1) 記号化・言語化されたものによる思考のきっかけ
- (2) 思考対象の明確化
- (3) 推論の基盤の検討
- (4) 推論
- (5) 推論の確かさの検証
- (6) 結論

それぞれの構成の要素を考える。(1) 記号化・言語化

されたものによる思考のきっかけについては、上記で述べたように本稿では考察の対象としないので省略する。(2) 思考対象の明確化では、反省的思考の対象である記号化・言語化されたものに対し、何に疑問を抱いたのか、何が重要か、具体例としては何があるだろうかといった、対象を明確化するための視点を確立することが重要である。ここで思考対象が明確化されないと、それ以降の思考につながらなくなってしまう。

(3) 推論の基盤の検討では、明確化された思考対象に対して、推論を立てるためには何を情報源とすればよいか、また、その情報源は信頼の出来るものかという判断が必要になる。ここで情報源になりうるものとして、過去の推論の結果や既存知識、確立された定理、教科書等の記述などが考えられる。ここで、過去の推論の結果や既存知識が用いられることで、過去の知識との類似性や関係性を見出すことが可能になると考える。(4) 推論では、演繹的推論や帰納的推論を必要に応じて適用させる判断能力が必要である。(5) 推論の確かさの検証では暫定の結論に矛盾はないか、それまでの推論過程に矛盾はなかったかの探索や、推論の説明や結果は妥当なものであるかなどを判断する能力が必要である。(6) 結論では、思考の結論として決定した内容を、再び記号化・言語化する能力が必要である。

反省的思考の構成要素を思考の流れとして表すと、図1のようになる。図からもわかるように、「推論の確かさの検証」から、思考の流れが「思考対象の明確化」へと戻っている。これは、検証の中で推論に矛盾や疑わしい部分が出てきた際、どこに矛盾があったのか、改善すべき点はどこかなどについて、さらに反省的思考が起きるためである。そして、(2)～(5)の過程を繰り返し、推論の確かさを認められたものを「結論」として決定する。図1で、「結論」から「思考のきっかけ」へと思考の流れが伸びているのは、反省的思考が、記号化・言語化されたものを再び思考のきっかけとする性質を持っているため、1つの推論の結果が、またさらなる反省的思考を生み出すきっかけとなることを示している。この性質によって、思考者が納得いくまで思考が続き、思考対象の深い理解を得られるようになると筆者は考える。

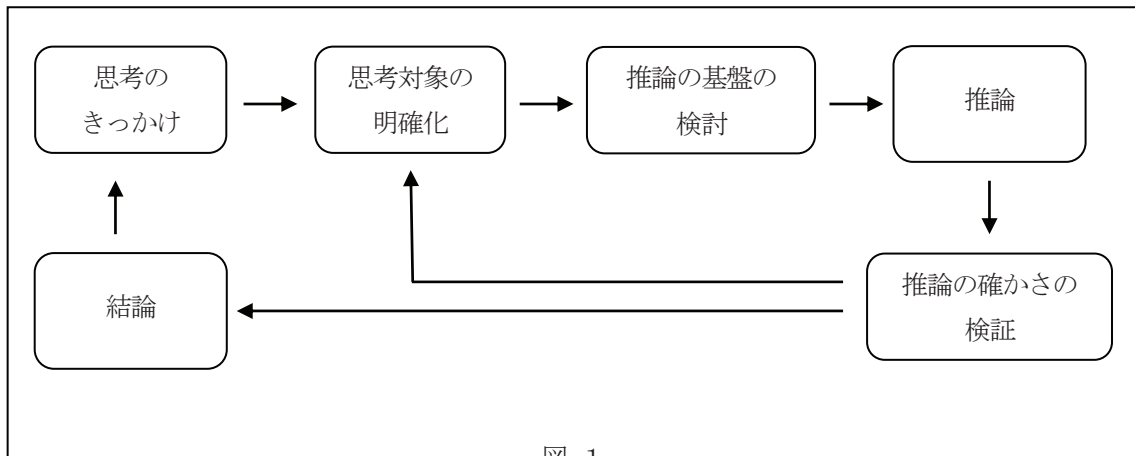


図 1

ここまで、反省的思考の構成やその要素について述べてきたが、これだけで反省的思考が十分に行えるわけではない。たとえ思考のきっかけが起きたとしても、思考者がその対象に無関心であれば、反省的思考は活発化しない。よって思考者が、きっかけにより始まる思考に興味を持つなどの傾向がなくてはならない。この傾向についてエニス (Ennis, 1987) は批判的思考者がもつ傾向性 (態度) として次の6点を挙げている。

「(a) 明確な主張や理由を求めること, (b) 信頼できる情報源を利用すること, (c) 状況全体を考慮する, 重要なものとの問題からはずれないようにする, (d) 複数の選択肢を探す, (e) 開かれた心をもつ (対話的思考, 過程にもとづく思考など), (f) 証拠や理由に立脚した立場をとる (楠見孝, 1996, p.53)」ここで挙げた傾向性については、批判的思考と同様に反省的思考者にとっても重要な傾向性 (態度) である。

学習者は、これまでに挙げた傾向性と構成を支える要素を身につけることで、反省的思考を十分に発揮することができる。

3. 学習場面における反省的思考

第3項では、数学における反省的思考が、数学の学習場面においてどのように働くのかを考察していく。まず、本稿では、学習を Skemp (1971/1973) の述べた「習慣学習, あるいは機械的暗記とよばれるものと, 理解を必要とする学習, いわば知的学習というべきものとの2種の学習 (p.4)」という分類をうけて、習慣学習と知的学習という2種の学習について考察していく。

1) 習慣学習

まず、習慣学習は、「行動が学習の結果によって強化

されるのだから、学習は行動を伴う。そして、学習されるものは行動なのであって、認知的要素は少ない (Skemp, 1989/1992, pp.40-1)」とされるように、行動の結果として身につく学習である。数学に関する習慣学習の例としては、数詞を覚えるために、音読を繰り返し行ったり、数詞の対応である数字を書いて覚えたりするなどが挙げられる。また、算数における九九の暗記も、習慣学習の代表例といえるだろう。Skempは習慣学習について「機械的暗記」や「認知的要素は少ない」と述べているが、機械的に行動を繰り返すことで学習が行える習慣学習には反省的思考は働かないのであろうか。筆者は、習慣学習においても反省的思考は働くと考える。習慣学習における学習到達目標は、行動の結果として学習内容が身につくことであることはすでに述べられている。この目標がまず、反省的思考の構成における思考のきっかけに対応する。すなわち、「何かを身につけようとする」ことが思考のきっかけとなる。次に、「何を身につけるのか」という思考対象の明確化がおこなわれる。思考対象が明確になったら、「どのような方法で暗記するか」という推論基盤の検討が行われ、それにしたがって行動が行われる。この行動が推論に対応する。推論の確かさの検証では、行動によって本当に暗記できているかどうかの確認が行われる。ここで現段階での行動ではなかなか暗記ができないという問題が起こったときは、また、推論基盤の検討に戻り、暗記の方法が再検討される。推論の確かさの検証によって、行動の結果、目標が達成されたと確認されたならば、学習到達目標をある行動によって達成できたと結論づけることが出来る。九九の暗記を例に挙げるならば、思考のきっかけとして

「九九を暗記する」という目標が与えられ、思考の明確化は「九九を覚えるために行動する」である。推論基盤の検討として、それまでに数詞を音読で身につけてきた経験から、暗記のための行動を音読と決定づける。推論過程として、音読を繰り返し行う。そして推論の確かさの検証において、音読によって暗記ができているか確認を行う。このとき、暗記が達成されていなかった場合、思考対象の明確化に戻り、なぜ暗記が達成できなかったのかを考察しなおす。推論基盤の検討として、音読の回数が足りなかったのか、漢字を繰り返し書き取ることで覚えた経験から、書いて覚える方法にしたほうがよいのではないかなどを検討し、再度行動を決定して行動を繰り返す。推論の確かさの検証によって、九九を暗記できていることが確認できたならば、結論として「九九を暗記することができた」となる。

習慣学習は、機械的暗記ともいわれるように、行動を繰り返すことで学習内容が身につくが、その行動においても、反省的思考が行われることによって単なる反復ではなく、学習者にとっても無理の少ない、より洗練された行動を行うことが可能になる。学習者が、ある目標に対し効果的でない習慣学習の方法をとっていたとき、反省的思考が働かなかったなら、学習者はその習慣学習によって、何かを身につけることが困難になることも起こりえる。習慣学習においても反省的思考が働くことが必要であると筆者は考える。

2) 知的学習

Skemp (1971/1973) は知的学習について「記号的な手段によって伝達され操作される概念構造の形成 (p.5)」として、知的学習とは概念構造の形成であるとしている。よって本項では、知的学習を概念の理解と、概念構造の形成によってなされるものとして捉えることにする。

まず、概念の理解や概念構造の形成について考察する前に、概念という言葉が何を意味するのかを考察する。Skemp (1971/1973) によると、概念とは、「われわれの経験のあいだの (数学的ではなく日常的での) 類似性に着目する活動 (p.10)」である抽象行為の所産である。抽象行為の所産は、「類似性に基づいて、いろいろな経験をひとまとめにする (p.10)」クラス分け (分類) がおこなわれる。概念は、「永続的な一種の心的変化であり、これによってすでに形成されたクラスに対

する類似性をもつものとして、新しい経験を認識できることが可能になる (p.11)」としている。そして、「概念を形成するためには、それゆえ、何か共通性をもつような多くの経験を必要とする。概念が形成された後には、われわれは (過去においても未来についても)、その概念の範例について述べることができる (p.11)」としている。ここで、注意すべきことは、概念は、われわれの経験の中での共通性の集合ではなく、あくまで類似性に着目してクラス分けされる、もしくはクラスとして定義されるものであるということである。これは、Wittgenstein が、概念の範例を多数あげ、分析するなかで、そのすべての個別例に共通する属性がないこと、互いに少しずつ類似し、少しずつ異なっていることなどを明らかにしたうえで、概念を「互いに重なり合ったり、交差しあったりしている複雑な類似性の網目 (Wittgenstein, 1953/1976, p.70)」としていることからわかる。また、概念はある概念がほかの概念の範例になることもある。そのため、「外界についての感覚・運動的経験から由来する概念 (Skemp, 1971/1973, p.14)」は1次的概念、「ほかの諸概念から抽象される概念 (Skemp, 1971/1973, p.14)」は2次的概念と呼ばれる。そして、ある概念Aが概念Bの範例であるなら、BはAよりも高次の概念であるという。概念はこのように、その概念自体がほかの概念の範例となり、ある概念に対して、より高次の概念が存在する。高次になればなるほど、それまでの概念から抽象された概念であることから、より高次の概念になればなるほど、「外界の直接体験から遠ざかる (Skemp, 1971/1973, p.14)」ことを意味している。

概念について概観をとらえたところで、数学における概念の理解と反省的思考の関係について考察していく。数学の概念は、日々の生活のなかの環境によって獲得されるような抽象度の低い概念と異なり、高度の一般性と抽象性をもっている。そのため、学習内容に含まれる概念は、学習者がすでにもっている概念よりも高次の概念であることが多い。このような抽象度の高い概念の理解について、Skemp は次の2つの原理が必要であると述べている。第一の原理は「ある個人がすでにもっている概念より高次の概念は、単なる定義によっては理解されない。唯一の方法は、適切な範例の集合を示すことである (Skemp, 1971/1973, p.21)」。この第一の原理をうけて、第二の原理として「数学に

においては、これらの範例とは、ほとんど常にまたほかの概念であるから、これらの概念がすでに学習者のなかに形成済みであることが確認されねばならない (Skemp, 1971/1973, p.21)」としている。この原理は、一般的な概念形成にも適合しており、概念理解の原理として正しいと考える。よって本稿においても、数学における概念の理解の原理として用いる。では、この概念の理解においてどのような反省的思考が働いているのだろうか。筆者は、第一の原理において、適切な範例の集合を示されたとき、範例の集合から類似性を抽象し概念を導き出す際に、反省的思考が働くと考え。このとき、第二の原理である、範例となる概念はすでに学習者の中に形成済みであると仮定して考察する。学習者は、範例の集合が示されたことによって、思考のきっかけを与えられる。そして、思考対象の明確化として、示された範例の類比をすることを設定する。推論基盤の検討には、第二の原理から、すでに形成されているその範例となる概念の知識が用いられる。推論過程において、範例同士の類似点を考察する。推論の確かさの検証において、推論で導き出した概念の範例として最初に示された範例が適切かどうかを確かめる。ここで、概念の範例として示された範例の中に矛盾するものが存在した場合、再度思考を繰り返し、確かさの検証において示された範例が、推論の結果として導き出した概念の範例として適切であることが確認されれば、結論として、示された範例から概念を導き出すことができ、学習者が概念の形成という目的を果たしたと考える。ここで反省的思考が働かなかった場合、類比において何を基盤に比較すればよいのか、過去の経験から範例がどのような概念として形成されてきたのかなどが利用できず、範例の中から概念を導き出すことが困難となる。

次に、概念構造の形成について考察する。ここまでで、各概念は、一次的概念を除き、「ほかの概念から導出され、また、他の諸概念の形成に寄与する (Skemp, 1971/1973, p.26)」ことから「他の諸概念の構造のなかに埋め込まれている (Skemp, 1971/1973, p.26)」ことがわかっている。しかし、それだけでなく、Skemp (1971/1973) は「各レベルにおいて、異なる概念の序列にいたるような別のクラス分けが可能である (p.26)」とし、各概念のクラス分けがただひとつではなく、多様に存在し、その概念がまた相互に関係づけ

られ、さまざまな方式によって構造が生じるとしている。本稿では数学における概念構造の形成を考察するにあたり、構造がいかに構成され機能するかの深い考察は避け、Skemp が定義したシエマの主要な機能について、反省的思考とのかかわりを考察する。シエマとは「心的構造に対して与えられた一般的な心理学用語 (Skemp, 1971/1973, p.28)」であり、「数学に関する複雑な概念構造を意味するだけでなく、感覚—運動的活動を協応させるより単純な構造を含んでいる (Skemp, 1971/1973, p.28)」が、本項では、主に、抽象的な概念としてのシエマを用いる。また、Skemp (1971/1973) はシエマに2つの主要な機能があると述べている。ひとつは「既存の知識を統合すること (p.28)」、もうひとつは「新しい知識を獲得する上での心的な用具となること (p.28)」である。既存の知識を統合するとは、まずある概念 A の範例 A'があるとする。概念 A はこれまで述べてきたように、多くのほかの概念とともにシエマに結びついている。統合されたシエマによって、範例 A'がいろいろな状況に対処できるよう、他の概念を利用して思考することが出来ることを意味する。当然、活用できるシエマが多いほど、多様な状況に対処できるようになる。この機能によって、反省的思考における、推論基盤の検討における基盤となる情報源や、推論の確からしさの検証における判断材料を豊富にし、より質の高い反省的思考を行えるようになる。また、既存の知識を統合する際に、反省的思考は概念同士に結びつきがあるかどうかを考えることに働く。これは、概念の理解の第一の原理における、範例の集合から概念を導き出すことを一般化したものと捉えることができる。つぎに、新しい知識を獲得する用具としてのシエマだが、これも、概念の理解における第二の原理を一般化したものと捉えることが出来る。当然ここにも反省的思考は働く。新しい学習が思考のきっかけであり、既存のシエマを利用して新しい学習を理解することが思考の対象となる。推論基盤としては、それまでに獲得したシエマが用いられ、推論過程で新しい学習を既存のシエマを活用して、適切なシエマに同化していく。確からしさの検証は、新しい学習を適切なシエマに同化し、うまく解釈できるようになっているかを確認することで得られる。その方法として、ひとつ例を挙げるならば、新しく学習することで得たシエマを、別の新しい学習内

容で、活用できるかどうかである。ここで同化がうまくいっていない場合、その先の学習を理解していくことが困難になる。そのため、同化がうまくいかなかった場合には、再度適切なシエマを用いた検討をしたり、シエマを調節し新しいシエマへと適合する方法をとったりするなどしてシエマを統合する。検証に問題がなくなれば、結論として新しい学習をシエマに結びつけることができたといえる。

Skemp (1989/1992) は「ほとんどの教科には、知的学習と習慣学習との組み合わせが必要 (p.59)」であるとし、「数学に対しては、その比率は 95%が知的学習であり、5%が習慣学習と見積もることができる (Skemp, 1989/1992, p.59)」と述べている。知的学習についてのここまでの考察で、数学の学習場面における関係的理解は、知的学習によって得られることが明らかとなった。また、知的学習における概念構造の形成に、反省的思考が働くことで、効率的に思考をすすめられることから、学習者への反省的思考の定着は、数学学習における関係的理解を促すことができると考えられる。

4. 問題解決場面における反省的思考

第4項では、数学において、学習したことがどれだけ身についているかを確認するために多々用いられる問題解決場面について、反省的思考のかかわりを考察する。本項では、人間の問題解決の過程を伊藤ら (1994) による問題解決スクリプトを用い、その過程に反省的思考がどのように働いているかを示すことで、問題解決場面における反省的思考のかかわりを明らかにする。以下に問題解決スクリプトを示す。

- ①問題理解の段階——与えられた問題の意味を理解する段階
- ②解法探索の段階——解決者の知識ベースの中から問題に当てはまる解法を探索する段階
- ③解法適用の段階——解法を利用できる形にして適用する段階
- ④解法吟味の段階——解法を適用して得られた答えが題意に合うかを吟味する段階
- ⑤答案作成の段階——解決者の内部の解決を外に表現する段階

(伊藤毅志・安西祐一郎, 1996, p.114)

上記の問題解決スクリプトの各段階に働く反省的思考を示していく。①問題理解の段階では、まず、問題が与えられたことが思考のきっかけとなり、問題の意味を理解することが思考の対象となる。推論基盤の検討では、過去の問題解決の知識や既存のシエマなどが検討すべき課題として考えられる。推論基盤をもとに、与えられた問題でいま明らかになっているものは何か、それによって何を求めるものなのかを推論する。推論の確かさの検証は、与えられた問題と照らし合わせることで確認できる。結論とし与えられた問題が何を求めるもので、その要素として何が明らかになっているかを理解する。②の解法探索の段階では、問題の意味を理解したことが思考のきっかけとなり、問題に当てはまる解法を探索することが思考対象となる。推論基盤の検討では、過去の類似した問題解決の知識や、既存のシエマが問題となる。推論基盤をもとに、与えられた問題に当てはまる解法を探索する。推論の確かさの検証は、過去の類似した問題解決で用いた解法と比較し、解法として妥当かを検証する。結論として、解法を決定する。③解法適用の段階では、解法の決定が思考のきっかけとなり、解法を解決すべき問題に適用させ答えを得ることが思考対象となる。推論基盤としては、過去の問題解決の知識と、解法と与えられた問題を照らし合わせることで考えられる。推論基盤をもとに問題を解き、推論の確かさの検証として、解法の適用に誤りがなかったかの確認を行う。結論として暫定的な答えを得る。④解法吟味の段階では、解法適用により得た答えが思考のきっかけとなり、その答えが題意に合うかを検討することが思考対象である。推論基盤は、①の問題の意味と得られた答えであり、それらを照らし合わせ、題意に合うかを考察する。推論の確かさの検証として、得られた結論と問題とを照らしあわせ矛盾がないか確認し、結論として問題の答えを決定する。⑤答案作成の段階では、解法吟味がされたことが思考のきっかけとなり、得られた解決を言語や記号で表現することが思考対象である。推論基盤としては、それを言語化するのか、記号化するのかによって過去の経験が用いられる。推論基盤をもとに得られた解決を表現する。推論の確かさの検証として、解決の表現が①～④で得られた結論と照らし合わせて矛盾していないか確認する。結論として、この問題解決が完了となる。

ここまで、各段階における反省的思考を考察してきたが、ここで挙げられた問題解決スクリプトが反省的思考と対応しているとも考えられる。つまり、問題解決スクリプトをすでに思考のきっかけが与えられた反省的思考そのものとみなすことができるのである。それによって明らかになることは、反省的思考も概念と同じように、反省的思考それ自体が、ほかの反省的思考の構成の1つとなり、ある反省的思考に対して、より高次の反省的思考が存在するということである。逆に考えれば、ひとつの反省的思考の構成に対し、さらに反省的思考が働くことによって、より深く考察することが可能だということである。この性質によって、高次の反省的思考の構成に対し反省的思考が働くことで、問題解決に対し既習知識との関係づけによる深い理解や、正確な問題解決結果が得られることが可能となる。これは問題解決においてのみでなく、すべての場合における反省的思考も同様である。反省的思考は思考対象に対してひとつとは限らないのである。

5. おわりに

本稿では、数学における関係的理解を反省的思考によって促すことが可能であることを示すために、学習場面と問題解決場面における反省的思考の働きを考察してきた。本稿で考察してきたことにより、反省的思考のメカニズムを明らかにし、学習場面における反省的思考の働きや、問題解決場面における反省的思考の働きを示すことで、反省的思考を学習者に定着させることは、数学における関係的理解を促すことが可能であると明らかになった。このことによって学習者は、多くの公式や解法を記憶する道具的理解に偏った暗記に頼る数学ではなく、新しい学習や問題解決に系統性を見出し、既習知識や技能を活用して学習を進めていくことが可能となる。また、反省的思考の定着により、一つひとつの学習内容の深い理解を得ることが可能となる。しかし、課題として、本稿では反省的思考の推論基盤として過去の推論結果や既存知識を用いたが、どのような経験をすれば学習者が過去の学習内容を推論基盤として想起しやすいかについても考察する必要がある。推論基盤を豊富にし、反省的思考を活性化するには、基盤となる知識を数学的経験として学習者にどう定着させるのか検討が必要となる。

<引用・参考文献>

- 楠見孝 (1996) 「帰納的推論と批判的思考」, 市川伸一編『認知心理学 4 思考』, 東京大学出版会, pp.40 - 53
- 伊藤毅志・安西祐一郎 (1996) 「問題解決の過程」, 市川伸一編『認知心理学 4 思考』, 東京大学出版会 p.114
- 伊藤毅志・大西昇・杉江昇 (1994) 『人間の作図過程を説明する問題解決スクリプトと作図の分類』, 電子情報通信学会論文誌
- 宮崎清孝 (1982) 「理解と視点——概念理解の場合」, 佐伯胖編『認知心理学講座 3 推論と理解』, 東京大学出版会, pp.53 - 68
- 波多野誼与夫編 (1996) 『認知心理学 5 学習と発達』, 東京大学出版会
- 銀林浩 (1985) 「算数・数学における理解」, 佐伯胖編『理解とは何か』, 東京大学出版会
- 西阪仰 (1997) 『認識と文化 13 相互行為分析という視点』, 金子書房
- John Dewey (1933/1950) 植田清次訳, 『思考の方法』, 春秋社
- John Dewey (1938/2004) 市村尚久訳, 『経験と教育』, 講談社
- R. R. Skemp (1971/1973) 藤永保・銀林浩訳, 『数学学習の心理学』, 新曜社
- R. R. Skemp (1989/1992) 平林一榮監訳, 『新しい学習理論にもとづく算数教育——小学校の数学——』, 東洋館出版社
- 滝沢武久編 (1967) 『講座 現代の思考心理学 1 思考と人間』, 明治図書
- 佐伯胖 (1983) 『子どもと教育を考える 3 「わかる」ということの意味』, 岩波書店
- 銀林浩 (1984) 『子どもと教育を考える 17 算数ざらい数学ざらい』, 岩波書店

