

## 数学科における「考える」授業の実践†

岡本 和範\*

大曲農業高等学校

杜 威\*\*

秋田大学教育文化学部

高校の現場で、殆どの数学教師が捉えている「考える」授業とは、アルゴリズム化した解法の手順がない（経験したことのない）問題を与え、生徒に熟考させる授業のことである。実際そのような授業では、難しい問題を考えさせる必要があるため、教師側が始めから敬遠したり、生徒が手をつけることができないから、考えることすらできなかつたりすることが殆どである。

一方、脳科学の研究では、人間は話しているときにも動いているときにも考えているといわれている。脳が活発に活動している状態が「考えている」状態なのである。

本研究では、脳科学の知見を参考に、脳が広い範囲で活性化する活動とより高次の領域で活性化させる活動を、数学の学習活動に結びつけて考察することによって効果的な学習指導方法を整理した。また、「考える」ことによって脳を鍛えるにはどのような活動が望ましいのかを明らかにした。さらに、「考える」授業の実践とはどうあるべきかを考案した。

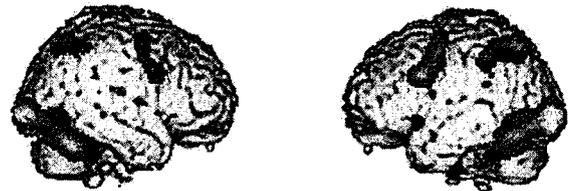
**キーワード：**考える、脳細胞の活性化、概念形成、関連づけ、文脈配置

### 1. はじめに

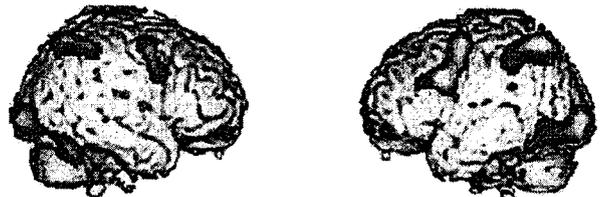
最近、脳活動の画像診断技術の急激な向上に伴って、「数学の難しい文章題を解くよりも一桁の足し算の繰り返しのほうが、脳が活発に活動している」などは明らかにされており、次の図1、2、3、4にまとめられている<sup>1)</sup>。図1～図4において、左右がそれぞれ左脳と右脳を表しているものであり、黒くみえるところは、活動している部分である。

川島氏らのチーム（2001）は、学習によって脳の広い範囲を活性化させることに注目し、週5日間、20分程度の1桁の足し算や読み書きを痴呆患者に行わせたところ、症状に明らかな改善が認められたと

1 桁の足し算をしている時の脳活動



1 桁の引き算をしている時の脳活動



1 桁のかけ算をしている時の脳活動



図1 簡単な計算のイメージング

2002年1月22日受理

†Teaching Thinking Skills in Mathematics Courses

\*Kazunori OKAMOTO, Akita Prefectural Oomagari agricultural high school

\*\*Du WEI, Faculty of Education and Human Studies, Akita University, Akita

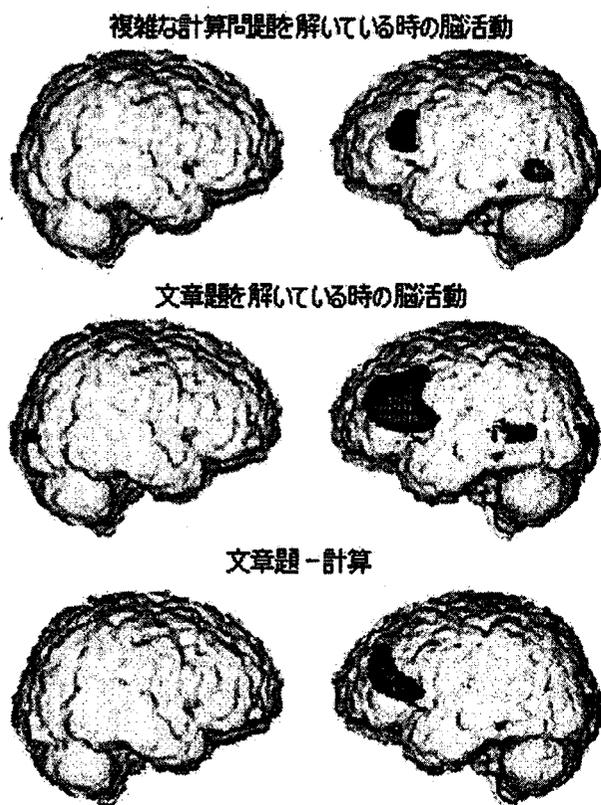


図2 文章題のイメージング

いう。

学習療法と名付けられたこの方法は、脳の発達障害などの治療、記憶力の向上、すぐにキレル子供の情動の抑制をする研究などへの応用が進んでいるようである。世界的にも注目されている研究で、2002年12月、日米英仏の脳科学者が共同の研究組織を旗揚げした。また、教育現場の声としても陰山氏(2002)らが、百升計算は学力向上に効果があることを経験的なデータから提唱している。

脳科学の研究は、ここ20年間で急激に進展した分野であるが、私たちが調べた限りでは脳科学と学習を結びつけて扱われている研究は、まだ少ないようである。今後、われわれ教育現場等に携わる者として、上記のような脳科学者が生理学的に実証した、またはこれから実証することを基にして、経験的なデータをより一層理論的に整理していくことは盛んに行っていかなければならないと考える。

本研究は、第一に、現在、明らかにされた脳の発達や、種々の機能を、数学の学習に結びつけて考察することにより効果的な学習方法を整理する。第二に、高校における数学の学習活動を概念形成、関連づけ、文脈配置の3つの観点から、「考える」ことによって脳を鍛えるためには、どのような活動が望

ましいのかを考察し、それを通して考える授業の実践とはどうあるべきかを考案する。

## 2. 「考える」授業

まず、「考える」すなわち「思考」の規定であるが、論理学では、思考という働きは、観察や記憶によって頭の中に蓄えられた内容を関連させ、新しい関係を作り出す働きとみなされており、その基本形式として、概念作用、判断作用、推理作用の三つがあげられている。心理学でも、これを借用して思考を説明しているものが多い。また、以上の3つの作用に問題解決を加えているものや、問題解決そのものを思考と考えているものもある。

高等学校数学科では、今回の学習指導要領で、新たに「数学的活動を通して創造性の基礎を培う」という文言が加えられたが、この数学的活動というのが、それまで、問題解決能力や考える力と表現されていたものであり、詳しく述べると、「身近な事象を数学化し、数学的な課題を設定する活動」、「数学的に考察、処理し、数学的知識(数学の新しい理論・定理等)を構成する活動」、「数学的知識を意味づけたり、活用したりする活動」などがあげられる。

本研究では、上記で述べた様々な作用や活動を全て「考える」と捉えている。ただし、図1、2で示した通り、脳の活動には程度の差があるため、「より」脳を活発に活動させるための授業として「考える」授業とする。よって、「考える」授業とは、数学の教材を媒介として、脳を活性化させ、脳の発達を促す授業を目指していることになる。

## 3. 考える活動の促進

### A. 概念形成

ここでは、数学の授業における概念獲得の過程について「考える」活動を述べる。

#### a. 経験

はじめに、脳の成長は環境からの刺激の種類によって直接影響を受け、その成長は20歳になっても終わらない。この脳の成長を促す刺激とは「主体的に関わった経験」が必要であることを多くの研究者たちが明らかにしている。

実生活において、いろいろなことに興味を持って、

主体的に関わるということは、環境から解決すべき問題を見つけることである。子供の頃は、好奇心を持って、見て、聞いて、触って、臭いを嗅いで、時には口の中に入れるなど、全感覚的情報を統合して判断することであり、例えば身体を使った遊びがそれにあたる。そして、成長するにつれて、具体的事象から抽象的事象へと経験への関わりが広がってくる。

それでは、高校数学の授業で、主体的に関わるということは、どのような場面が想像できるのであろうか。解決すべき問題を見つけるという観点から考えてみる。まず、数学の問題を解く場面を想像してみる。大まかに分類すると、

①問題提示 ②問題解き ③反復練習

となる。多くの生徒たちは、③の段階で、テスト対策や受験対策といった名目を掲げて主体的に取り組んでいる。①の段階は、教師が進度や習熟度にあわせて問題を選んでやり、②の段階では、真面目に板書された内容をノートに写しているといった状況が、筆者の経験した実際の授業風景である。しかし、本来であれば、②の段階で、自ら問題を発見することをしなければならない。次に例をあげる。

問題  $a = 7$ ,  $b = 8$ ,  $\angle C = 120^\circ$  である三角形  $ABC$  について、この三角形の内接円の半径  $r$  を求めよ。

もし、この問題を解こうとした生徒が、

$S = \frac{r}{2}(a+b+c)$  という公式を学習していたなら、

(i) 三角形  $ABC$  の面積  $S$

(ii)  $c$  の長さ

を求めなければならないと気付くであろう。つまり、

(i) (ii) に焦点をあてて考える必要が出てくる。これは、自ら主体的に問題を設定したと言えるのではなかろうか。これは、③の反復練習でも繰り返されることで、そのような意味で数学は、解決すべき問題を見つけ、主体的に関わるための格好のシミュレーションであると言えるのではなかろうか。

しかし、実際教科書の問題からセンター試験の問題までを見てみると、上記の解決すべき問題群は、小問という形式で出てきており、生徒の発見するチャンスが逸しているように感じられる。普段の授業から意識して、生徒に解決すべき問題を発見させる指

導を心がける必要があるように思われる。いずれにせよ、数学には、大なり小なり解決すべき問題を発見させる材料がたくさん存在しており、それらに生徒が主体的に取り組むことが、数学の概念を獲得するための前提条件となる。

次に、生徒が主体的に経験に関わるためにわれわれ教師がどのように接すればよいのかを考察する。

まず、世話をする人に強く管理された子供は、物事を率先してやる気風や思考の技能に欠けていると考えられる。大人が過度に活動を統制したり制限したりすると、子供たちは問題解決能力や精神力が弱くなる。また、度の過ぎたせっかん、体罰、罵倒、あざけりも子供の発達を妨げる。一方で、いろいろな学習場面において、大人の導きがなければ、子供は深く考えたり、対応したりすることができないことも明らかである。例えば、主体的な経験によって記憶されることも、大人の適切な問いかけやアドバイスがあれば、子供はいろいろな角度からその経験を捉え直すことができる。また、与えられた時間内に問題を解決しようとするときには、熟練した大人のアドバイスが必要になる。

以上より、我々の目標が、能動的な学習者を育てることであるならば、自分自身の思考を構築するために素材を選べるようにする指導が望まれているのではなかろうか。つまり、われわれ教師の課題とは、過剰な支持と、生徒自身の問題解決能力を後押しすることとははっきりとした境界線を見極めることであり、指導の主眼は生徒に何かを教えるのではなく、生徒がいかにして自分の経験や考えをまとめ上げるかを見つける手助けをすることであると思われる。

そこで、次の b では経験をまとめ上げること、c では考えをまとめ上げることについて考察してみる。

## b. 経験をまとめ上げること

脳科学の知見から、「経験された事実は、一つの記憶として、ニューロン<sup>1</sup>のネットワークとなり一時保存されているが、およそ2年を過ぎれば、永久保存のために皮質へ転送される。また、継続的に使わなければ、そのネットワークは消滅してしまう。」<sup>(2)</sup> という。

<sup>1</sup> もっとも主要なタイプの脳細胞であり、脳の活動の中心的役割を担っている。ニューロンの役割で大事なものは、他のニューロンに素早くメッセージを送ることであり、これは電気信号によって伝えられる。

このことを、数学の言語（数学的用語や記号、数学特有の言い回しなど）の獲得という側面から考察してみる。例えば、高校の数学Ⅰで、最初に出てくる用語の「頂点」は、どの教科書もグラフを書き、軸と放物線の交点という形で視覚的・言語的に説明している。ここで、もし、生徒が、学習が進んだ後も「頂点」を意識していれば、平行移動では（グラフを点の集まりと見たときに）一番特徴のある点だということを確認する。また、頂点と、二次関数のグラフの値域や二次方程式の解の公式、判別式との関係で、さらには数学Ⅱの微分法などで、「頂点」に注意を向けることによって、いろいろな意味を吹き込んでいく（「頂点」という箱に物を入れるように意味を持たせて行くことであるが、概念を形成していく過程のことである。以下も同様）。

つまり、数学の言語を継続的に使うということは、繰り返し意識していることであり、その結果、その言語に吹き込まれる意味が広がり、概念を形成することにつながると考えられる。そのため、われわれ教師は、生徒を問題に向き合わせるのと同時に、関連する既知の知識に注意を向けさせる手助けをする必要があると考えられる。

### c. 考えをまとめ上げる

「経験をまとめ上げること」と「考えをまとめ上げること」には密接な従属関係がある。つまり、まとめ上げられた種々の経験を組み立てることによって思考が行われるのである。ここでは、「公式」を例に、数学の学習が、考えをまとめ上げるのに、非常に相応しい科目であるという立場で考察する。

まず、公式は「公式そのものが解法全体を表していなければならない」のであるように、用いるときは、概念も同時に呼び出すよう心掛けなければいけない。ここでいう概念には、適用条件や公式を導く過程、また、他の問題で用いたときの前後のつながりなどのことも含む。熟練者と初心者の違いは、この概念を背景として公式を使えるか、すなわち公式を「考えがまとめ上げられたもの」として捉えて活用しているかどうかによって現れてくる。

公式を、概念を想起しながら使えるようになれば、どのような条件の時に使えるか、ということ意識しているため、問題文に隠れた適用条件を見出すようになる。その結果、前後のつながりを捉えたうえで、何が重要かを見抜けるようになる。また、何

と何から何が求まるかという関係が、一見してわかるようになってきているので的確な視点で問題を分析できるようになり、与えられた数値から新たに導くことのできる値はどことどこなのかということを的確に判断する。さらに、公式を導く過程にヒントが隠されている問題（多く見かけられる）に対しては、公式を分解した形で使えるようになり、最初から公式を変形した形で用いることに違和感がないなど、数学の概念の形成や定着に良い効果があると思われる。くれぐれも、公式を記号的なものとして扱わないことや連想的な処理をしないことに注意する必要がある。

### d. 本当に考えているか

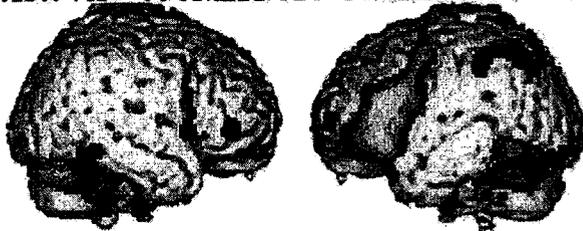
2において、考える行為を脳がより活発に活動している状態と定義したが、上記b, cで、生徒は本当に考えているのだろうか。

まず、図3と図4を通して脳科学の興味深い知見を見てみよう。

物を表す単語を見せてその物を視覚的にイメージしている時の脳活動



物を表す単語2つからなる造語を見せて、その物を空想している時の脳活動



空想している時の脳活動と物のイメージしている時の比較

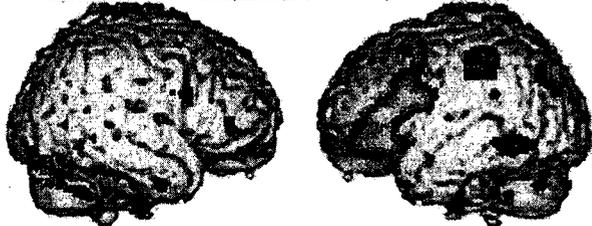


図3 空想のイメージング

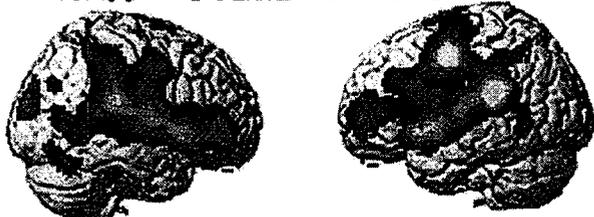
図3は「ものを表す単語を見せて空想しているときよりも、ものを表す単語2つからなる造語を見せ

て、その物を空想している時の方が、脳は活発に活動する。」ということを示している。そして、図4は、数唱のイメージングを示している。図4の上段が、声を出さずに1から10までを繰り返し数えている時の脳活動の状態を示し、中下段は、101から110までと、素数を小さい順に暗唱している時の脳活動の画像診断図である。下にいくほど活発に活動していることが分かる。

1 から10までを順番に暗唱している時の脳活動



101 から110までを順番に暗唱している時の脳活動



素数を小さい順に暗唱している時の脳活動

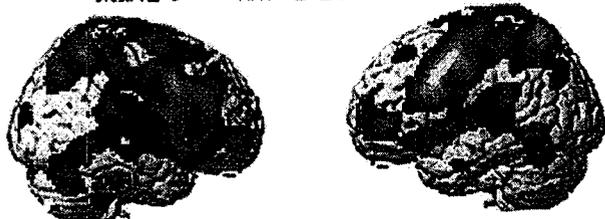


図4 数唱のイメージング

この図3と図4からは、活動の内容が同じであれば、より複雑な問題の方が脳は活発に活動することが分かる。

しかし、一方では、図1、図3と図4から、

- ① 複雑な計算問題を解いているとき
- ② 一桁の足し算をしているとき
- ③ 数唱しているとき

の順で脳の活動は強くなる、という結果がでている。

私たちは、以上のことを、次のように考えた。活動の内容が同じであれば、より「複雑」な問題の方が脳は活発に活動することは脳科学の知見からも明らかである。ただし、ここでいう「複雑」とは、「より概念化が必要」という意味で、難しくしたり手間を増やしたりという意味ではない。

われわれにとって「数」とは、最も身近なものであり、「数」には、色々な意味が吹き込まれている。それら種々の意味を数と同時に引き出しやすい状況が、③→②→①の順番になるのではないだろうか考える。そのため、学習においては、無意識的に(精神的に負担がかからなくなる程度まで習熟させることによって)種々の概念を想起しながら、問題解決をさせるようにすれば、脳を活発に活動させることにつながると考えられる。

従って、用語や記号を呼び出すときには、概念的知識を同時に呼び出すことで、脳は活発に活動する。また、公式は概念を想起して使えるようにすることで、脳が活発に活動し、考える授業につながるのではないかと考えられる。

次に、もう一つの問題、「一桁の足し算」と「難しい文章題」の脳活動の比較に対する疑問であるが、このことには、次のようなことを考えている。

難しい文章題の方でより強い活動をしている楕円形の部分は、前頭前野という領野である。この前頭前野という領野は、人間と他の動物との違いを最も特徴的に表す場所であり、思考する、行動を抑制する、コミュニケーションをする、情動の抑制をする、意志決定をする等の働きを司る<sup>9)</sup>。また、脳は低次の機能から高次の機能へと次第にその形態を整えていくのであるが、前頭前野がその形態を整えるには20年以上の歳月が必要であることも明らかにされている。以上のことを考慮すると、確かに脳の広い範囲を活性化させるという意味では、一桁の計算の繰り返しの方が効果的ではあるが、高次の機能を活性化させる目的では、文章題の方が効率的であるということになる。

高等学校で学ぶ数学に話を戻すと、b、cで述べたことをしっかりと実践できれば、一桁の足し算と文章題の両方の効用を享受できることになり、数学は脳を活性化させるために非常に相応しい科目であるということになる。

## B. 関連づけ

ここでは、以上で述べた獲得された概念を関連づけ、整理する過程で「考える」という行為を考察する。

まず、脳科学の知見で、認知物体失認という症例をもつ複数の患者のデータから、人間は物体をカテゴリーごとに分類していることが明らかになってい

る。さらに進んだ研究では、例えば、人の名前を扱うカテゴリーが損傷した場合、それぞれの人物の名前は忘れてしまうが、特徴や、一緒に過ごした記憶など、それぞれの人物に関連した事象は覚えている。しかし、スクリーンや記事で目にしただけの有名人などは、全く忘れ去られているという。

このことから、私たちは、図5のように、概念の代表的表象を網紐の結節点に喩えて、第一に、一つ概念に対して、結節点を多くつくる必要があると考えた。この結節点とは、概念を引き出すときの取手の役割を担っているという理由からである。第二に、この結節点は、種々のカテゴリーに分類されて整理されるが、作り出した結節点の中で、最も重要な点を認識し、どの取手からつまみ上げても、その重要な結節点を中心となって引き寄せられる強固な紐でつなげていることが大切であると考えた。その結果、ある結節点をつまみ上げると、その結節点の近くも影響されて持ち上がるが、同時に、強い繋がりで結ばれた重要な結節点の近くも影響されて引き寄せられるということになる。そして、この近くで影響を受けた結節点を参照することが、関連づけであると考えている。

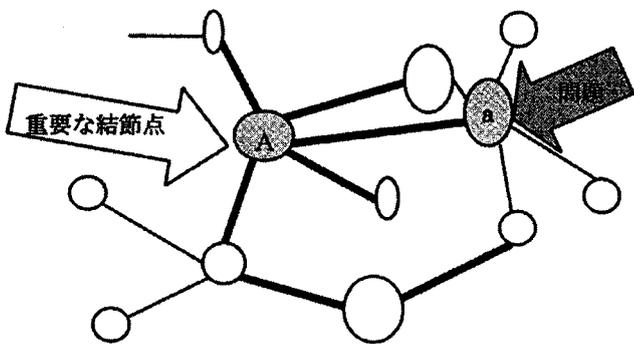


図5 関連づけのイメージ

認知心理学の研究では、一つ一つの概念に関していえば、初心者も専門家も同じような概念を持っている。しかし両者の違いはその関係づけにある。初心者は多分に連想的でまとまりが感じられないのに対して、専門家は、概念間の関係づけが明確になっている。何が重要であるかという認識も明快である。初心者と専門家の違いは、この関係づけの仕方にある。そのため、バラバラに覚えた知識を専門家のようにまとまりの良い知識にしていくことが、初心者から専門家への変化を記述する重要な概念であると考えているが、この連想的な関係づけが、重要な結

節点を引き寄せていないために起こることと考えられる。次の例を見てみよう。

A, B 2人が相撲の試合をする。Aが勝つ確率は $\frac{1}{2}$ であるとし、どちらかが3勝した時点で試合は終わるものとする。このとき、Aが3勝1敗で勝つ確率を求めよ。

この問題では、 ${}_3C_1 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 \left(\frac{1}{2}\right) \times \frac{1}{2}$  が正しい立式なのだが、次の①②のように立式して間違い生徒が多数見かけられる。

$$\textcircled{1} \left(\frac{1}{2}\right)^3 \left(\frac{1}{2}\right), \quad \textcircled{2} {}_4C_1 \left(\frac{1}{2}\right)^3 \left(\frac{1}{2}\right)$$

生徒は、問題を読みとるため、いろいろな確率の概念的知識を呼び出して考えるが、①では、同様な確からしさの原理に関する概念的知識をしっかりと呼び出していなかったこと、②では場合の数の概念につながる場面設定がうまくできなかったこと、によって間違っただけと思われる。ここで、②と比べて、①で呼び出せなかった概念は、上述の重要な結節点にあたると思われるため、より問題がある。

それでは、以上のような、概念間の関連づけを行う過程で、われわれ教師はどのような役割を担うべきであろうか。

脳科学の知見で「人間は、明らかに、それぞれの必要性に合わせて新しい結合をつくる名人である。信じられないほどの柔軟さで、どんな能力でも頻繁に使って身につけ、改造し、向上させ、磨きをかけることができる。それはひとえに刺激の結果なのである。」<sup>(6)</sup>ということが述べられている。刺激とは、注意を向けて意識することであり、われわれの脳は、そうすることによって自動的に最適な結合をつくり出してくれるのである。そのため、ここでも生徒が主体的に関わるということが大切になる。

しかし、数学は小中高と進むにつれて、より抽象的になり、日常との結びつきが弱くなっていく。学習の積み重ねがあるにせよ、それらの記憶だけでは新しい事象に対応できないことがある。これらは実社会でも同様にいえることで、新しい状況に対応するためには今までに経験したことのないことを表象する能力が必要となる。我々教師の直接的な役割は、言語や記号を用いて、先人たちの多量の概念や知識

を伝えることであるが、上記のような場面を想定すれば、生徒に知識を発見させ、新たな概念を構築する経験をさせる必要がある。一方、教師の持つ概念や知識が全て言葉で教えられたものであれば、生徒の概念体系は、教師と同じであり続けるかも知れないが、経験から何かを学ぶのであれば、二人が全く同じ経験をしても、両者の概念体系は異なってくるであろう。

以上より、われわれ教師は、模範的な概念体系を正確に伝えることを目標としながらも、生徒の経験を尊重し、生徒が自らの経験をまとめ上げる形で概念を形成させる導きをすることが大切になってくるのがわかる。

### C. 文脈配置

ここでは、以上で述べたことを道具とした問題演習に取り組む場面で、「考える」という行為を考察する。ただし、問題を解く際に、概念を背景として解いているため、「考えている」とか、問題を解くことによって新たな概念の広がりが見られると考えるが、「考えている」ということは、1と2で述べてあるので、以下では、生徒の解答づくりに焦点をあて、考えや情報を理解・統合し、適切な言語を見つけ、それらを並べる場面で「考える」という行為を考察する。書いて表現するということは、考えを他者に伝えるためだけでなく、課題の理解を明確にし、自分の考えを検討するために用いられる、最良の手法であり、思考と言語の能力を調べる究極の検査法であると考えたからである。

そこで、まずは熟練者と初心者の解答づくりの違いを考えてみる。実際の学習場面では、われわれ教師が生徒に示す解答は何らか（思考の流れや操作の手順を意識したり、高次の刺激を与えたり、など）のメッセージが込められている。それに対して、殆どの生徒は、分かる（操作できる）ところから、手をつけ、再び全体の文章に戻り、情報を置き換えたことによって、さらに分かる箇所に手をつけ、解答をつくるように見え、その記述は、思いつきであり、系統的に思考と言語を組み合わせたようには映らない。さらに詳しく述べると、熟練者は、殆どの問題でワーキングメモリーと呼ばれる記憶を使った作業を行い、解答をする。例えば、

$y = x^2 - 2x - 3$  のグラフが、 $x$  軸から切り取る線分の長さを求めよ。

という問題では、2次関数のグラフと線分の概念を同時に心の中で処理し、解を得るには軸と放物線の共有点がわかればよい、と見通しを立て、さらに問題の本質を捉えたうえで解答に入る。この、解答に入るまでがワーキングメモリーで行われる作業である。しかし、この一時的に心の中に止めておく記憶は、短期記憶といって、個数で  $7 \pm 2$  個、時間で、せいぜい10~30秒程度しか保持できず、時間とともに失われるものである。そのため初心者は、見通しを立てることができず、思いつきで解答を始める。また、問題の本質を意識した解答をつくることができず、復習で自分の解答を振り返ったときに戸惑ってしまう。そこで、私たちは、下書きを重視した学習活動が大切であると考えた。その理由は次の通りである。

初心者は、熟練者が頭の中で行う作業を下書きで代行することにより、十分な時間が与えられ、じっくりと「考える」ことができる。また、その問題の本質は何か、自分はどこで躓いたか、などを確認し、後に振りかえるであろう自分を意識した解答をつくることにより、下書きを媒介として自分自身と対話し、うまく表現しようと「考える」ことができる。

### 4. 最後に

以上の考察をまとめて、考える活動を促進するためには、数学的な言語は、概念を背景とした呼び出しが無意識的に行われるように、また、公式などは考えがまとめられたものとして活用できるように成らなければならない。さらに、下書きを大切にすることにより、一つの解答文に、ひとつの考え全体を当てはめて表現できるように、繰り返し意識して取り組むことが必要であると考えられる。その結果、脳が活発に活動し、脳の発達を促すと考えられる。

本研究を行う根底には、今まで心の中で捉えられていた「考える」という行為を、生理学的な面から捉えることにより、説得力をもって、生徒の活動を支援できるのではないか、という思いがあったのだが、今まで重要とされてきた種々の学習や指導の方法が正しかったことを確認しただけに終わってしまうのではないかと不安もある。今後、学習療法

の進展を参考にし、改善させていく必要があるとともに、高等学校の現場において、共感して下さる先生方とともに、本研究で確認したことを実施することにより評価を与え、改良していかなければならないと感じている。

#### 引用文献

- (1) 『高次機能のブレインイメージング』川島隆太著 医学書院 2002 pp.131～163
- (2) 『脳の探求』スーザン・グリーンフィールド著 中野恵津子訳 無名舎 2000 p.123
- (3) 『読み書き計算が子どもの脳を育てる』川島隆太著 子どもの未来社 2002 pp.18～21
- (4) 同(2) p.77

#### 参考文献

1. 『知性の進化』ジョセフ・C・ピアス著 西村弁作他訳 大修館書店 1995
2. 『認知心理学への招待』御領謙・菊池正・江草浩幸共著 サイエンス社 1993
3. 『記憶の神経心理学』山鳥重著 医学書院 2002
4. 『言語の脳科学』酒井邦嘉著 中公新書 2002
5. 『認知科学8 思考』中島秀之・高野陽太郎・伊藤正男共著 岩波新書 1994
6. 『日本語と数理』細井勉著 共立出版株式会社 1985
7. 『数学的思考の構造』塚原成夫著 現代数学社 2000
8. 『数学科教育』橋本吉彦・町田彰一郎・杉山吉茂・澤田利夫共著 学文社 1999
9. 『本当の学力をつける本』陰山英男著 文藝春秋 2002

#### Summary

Teaching thinking skills in mathematics courses in high school may usually implicate a type of lesson in which teacher gives students a problem, for which there is no specific algorithmic rule leading up to an automatic solution. Perhaps because this type of lesson appears to be too demanding to teachers as well as to students, teachers, understandably, tend to avoid dealing with it in the classroom, while students remain only perplexed in face of such a task. However, as recent research in the field of brain science suggests, thinking skills are not necessarily complex higher-order problem solving skills, but rather involved in apparently lower-order skills, such as speaking. The present paper puts forward a syllabus for teaching thinking skills in mathematics courses, whereby an attempt is made to illustrate several learning activities for enhancing brain functioning on the basis of recent findings in the field.

**Key Words :** Think, Forms the Concept by the Activation of the Brain Cell, Concept Formation, Relation, Context Arrangement

(Received January 22, 2002)