

「考える力」を育てる指導の在り方

－授業におけるコミュニケーション活動を通して－

数学科 齊藤 雄輔 酒井 功夫 植木 恵美 生井 美保

1 はじめに

平成18年2月の中教審答申において、「人間力」の向上を図る教育内容の改善の方向が打ち出され、現行指導要領で提唱されている「生きる力」の育成の実現へ向けての具体的な教育指針と改善していかなければならない内容が示された。「人間力」という考え方の柱になるものの一つとして、自己と他者の関係が挙げられており、協調性・責任感、感性・表現、人間関係形成の育成が重要であると例示されている。

また、「生きる力」の基盤の一つである「確かな学力の育成」について、理数教育の改善の方向として次のようなものが挙げられている。

(知識・技能の定着)

○内容の理解を深めるために、問題を解決した後、その過程を振り返ったり、問題を発展させることが大切である。

(思考力・表現力等の育成)

○自分の考えを分かりやすく説明したり一般化するなどの数学的活動をより一層充実し、数学的な見方、考え方を育成する必要がある。

これらの改善の方向の背景にあるものは、「国際数学・理科教育動向調査」(TIMSS調査)の中学校数学で前回よりも平均点が低かったことや、「OECD学習到達度調査」(PIISA調査)の数学的活用能力について、特に解釈を要する設問、自分の考えや根拠を明らかにして論述する設問に課題があったことである。

以上のことなどから本校数学科では、数学の授業においてコミュニケーション活動を取り入れ、生徒同士や、生徒と教師と一緒に学ぶことを通して、お互いがお互いを刺激しあい、考えを深化させたり、新たな考えを創り出せるような授業展開を実践してきた。そして、確かな学力の一つである「考える力」を育てることに重点を置いて、日々の授業に取り組んでいる。

それでは、これまでの本校数学科における実践をもとに、授業におけるコミュニケーション活動が、「考える力」とどう関係していくのかを述べておきたい。

コミュニケーション活動をするにあたって、生徒たちは友達、教師、さらに自分自身に対しても自分の言葉で語りかけている。そしてその言葉に対して、同意したり、反対したり、疑問を述べたりすることを通して、相互の共通理解を形成していく。例えば、問題が解決に至った思考の過程を友だちに説明しようとするれば、具体物を見せたり、友達に分かるように話をしなければならない。そのためには、情報を伝える相手の立場に立って、自分の考え方や知識を見直し、相手にとって分かりやすくそれを再構成しなければならない。もちろん、話をするにあたって言葉はもちろん、図や式、グラフといった数学的表現も用いることができるので、それらのよさや必然性も理解することにつながる。

また、友だちの考えを聞くことによって、自分が気付かなかった考え方を知ったり、分からなかったことが解決したりする。もちろんそれだけではなく、いろいろな考えを知る

ことにより自らの考えの位置が明確になったり、他の考えと関連づけることにより自らの考えが豊かになる。つまり、コミュニケーション活動を通して、思考の広がりを得ながら自らの視点も高めていくことができるのである。

これまでのことから、「考える力」を育てるためには、コミュニケーション活動の活用が重要な一つの方法であると考え、それを活性化するための手だてを検証してきた。本稿では、平成16年度からの本校数学科におけるコミュニケーションに関する研究について、実践例を示しながら、コミュニケーション活動が活性化されたか、また「考える力」が育ってきたかを評価し、研究のまとめとしていきたいと考えている。

2 これまでの研究の概要

まず、数学的な活動をするにあたっては、一人で自問自答することも重要なことであるが、ここではコミュニケーション活動を活用する場面として、問題解決の過程と照らし合わせ、次の三つの機会について考えることとした。

- ①教師の発問に対して答える場面
- ②生徒同士で話し合いをする場面
- ③授業で発表をする場面

①の場面については、多くが課題設定の場面であり、我々教師の発問の質によって左右されることが大きい。生徒たちの考えが深まるような題材選びやワークシートの工夫はもちろんのこと、どの生徒も課題を深く理解できるように教師と生徒の間で十分にコミュニケーションをとっていく必要がある。これについては、効果的な発問を継続していくことを手だてとして実施していくことにし、研究の中心は②の場面と③の場面の二つに絞ることとした。

②の場面については、主に課題解決の場面であり、ここで教師側がどのような観点を与えたかによって話し合いの質が大きく変わってくる。本校数学科では任意小集団での話し合い活動を中心としているので、話し合いを活性化させるための手だてもそれに応じたものになっている。ちなみに任意小集団をとっている理由としては、生徒の主体性を重視していることと、ある程度自由に話し合いをさせることにより、自力解決の時間もとれるようにしているためである。それでは②の場面において、手だてを以下に列挙する。

- ・自力解決の後、挙手により解決に至った生徒をクラス全員に分からせてから、話し合いをさせる。
- ・解決できた生徒にヒントカードを作成させ、未解決の生徒が必要に応じて情報を得られるようにする。
- ・あらかじめ答えを与えておいて、なぜそうなるのかを話し合わせる。
- ・一応の解決が見られた生徒に解決内容を板書させ、教師が考えさせたいポイントを説明した後に、話し合いをさせる。

以上のような手だてにより、自分の考えの間違いに気付かせたり、自分の考えを整理させる手助けをしている。

③の場面については、解決を振り返り、思考過程を理解していくことが重要である。発表におけるコミュニケーション活動により、課題解決の場面で気付かなかったことを友だちから誤りや疑問として指摘されたり、友だちに説明していく中で自分の解法の不十分さ

に気付くとともに、誤りも認識することができる。この場面での手だてとしては、解決内容を記したノートやワークシート、黒板の板書をただ読み上げるのではなく、板書や図・表を上手く活用し、「この～」「その～」「あの～」と指し示しながら発表させるようにしたり、複数の生徒に同じ説明を繰り返しさせたりすることによって、解法への理解を深めさせる手助けをしている。

以上のような手だてを、授業の目標や場面に応じて活用しながら、常に「考える力」を育てることを意識して授業を行っている。

3 コミュニケーション活動を取り入れた授業の実際

前述の通り、数学の授業におけるコミュニケーション活動を活用する場面として、①教師の発問に対して答える場面、②生徒同士で話し合いをする場面、③授業で発表をする場面を考えることとしている。ここでは、特に②の任意小集団による話し合い活動について、話し合いを活性化させることにより、本時のねらいを達成させようとした実践例を紹介する。

中学校3学年「 $y = ax^2$ 」の授業を通して

(1) 題 目 関数のオリエンテーション「さまざまな関数を含んだ場面の考察」

(2) 目 標

・ 伴って変わる2つの数量の関係を意欲的に考察し、いろいろな関係を知ることによって、単元の見通しをたてようとする。

・ 問題場面から伴って変わる2つの数量の関係を見だし、それらの関係を既習の知識によって考察することができる。

(3) 任意小集団による話し合い活動をさせるにあたって、教師から与える観点

① 何秒後に面積の変化が変わるのかを確認し合う

② 三角形の面積を求める考え方を確認し合う

(4) 充実した話し合い活動にさせるための手だて

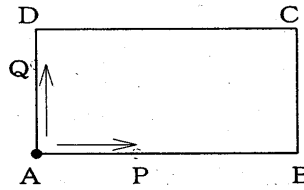
・ 挙手により課題を解決できた生徒をクラス全員に分からせてから話し合い活動をさせる。

・ 席を移動するときには、必ずワークシートを持たせ、メモをとりながら聞かせるようにする。

・ 自分なりの方法で表現できた生徒には、自分の考えを図を用いて説明させることにより、自分の考えをきちんと整理させるようにする。

(5) 展開

具 体 目 標	学 習 活 動
<p>・ 問題場면을把握することができる。</p>	<p>1 問題場면을把握し、ともなって変わる数量を見つけ発表する。</p> <p>(問題場面) 長方形ABCDがある。頂点A上にある点が、P、Qそれぞれの方向に同時に動き出し、点Cまで動くとき、何が変わるだろうか。</p>



・ともなって変わる2つの数量について、課題を設定し、調べることができる。

・考察結果をもとに、気付いたことを発表し、次時以降の学習内容について見通しを立てられる。

・本時の学習の取り組みについて、自己評価できる。

(予想される反応)

- ・AP, AQの距離
- ・点P(点Q)が動いた距離
- ・ $\triangle APQ$ の面積 ・ $\triangle ABP$ の面積

- ・ $\triangle ADQ$ の面積 ・ $\triangle PCQ$ の面積
- ・ $ABPDQ$ の面積 ・時間 etc.

2 ともなって変わる2つの数量について調べる。

(1) 発表された中から、数学的に考察が深まるだろう2つの数量に注目する。

(2) x 秒後の $\triangle APQ$ の面積を y cm^2 とし、課題を設定する。

(3) 条件を設定する。

・長方形の縦の長さを6 cm , 横の長さを10 cm とする。

・点Pの動く速さを2 $\text{cm}/\text{秒}$, 点Qの動く速さを1 $\text{cm}/\text{秒}$ とする。

(4) 自分なりの方法で考察する。

(予想される反応例)

$$\text{式 } y = x^2 \quad (0 \leq x \leq 5)$$

$$y = 5x \quad (5 \leq x \leq 6)$$

$$y = -x^2 + 11x \quad (6 \leq x \leq 8)$$

$$y = -3x + 48 \quad (8 \leq x \leq 16)$$

表・グラフ等

(5) 話し合い活動を行い、考察の内容を確認し合う。

・変域と面積の変化についての確認

・三角形の面積を求める考え方を確認

3 考察結果をもとに、気付いたことを発表する。

・点が2つ動くときは、2次式の関数になるようだ

・2次式の関数は変化の割合が一定でないようだ

・2次式の関数はグラフが直線にならないようだ

4 本時の学習活動を振り返り、次時以降の学習内容に関心を持つ。

授業についての考察を「ア 本時における話し合い活動の目的」「イ 本時における話し合い活動の様子」「ウ 話し合い活動が本時の目標を達成するのに、有効であったかどうか」

に項立てし、述べることにする。

ア 本時における話し合い活動の目的

本時はともなって変わる2つの数量の関係を表・グラフ・式に表し、新しい単元の内容である2次式の関数について、既習の内容との違いや、気付いたことを考察させることが重要である。そのため、1人でも多くの生徒が、2つの数量の関係を何らかの形に表せることが望ましい。しかし、既習の内容であっても、全員が表現するのは困難だと予想されるため、任意小集団で話し合い活動をさせ、表現できない生徒への手助けとした。

イ 本時における話し合い活動の様子

教師側の観察と、授業後に生徒にとったアンケートよりまとめていきたい。まず、話し合い活動への参加の状況であるが、約半数の生徒が任意小集団による話し合い活動に参加していた。話し合い活動に参加しない生徒については、最後まで1人で考えたいと思っていたり、分からないけれど友達に聞けなかったりといった様子であった。集団の人数については、4~5人の比較的大きなグループで、積極的に意見を交換していた生徒達もいれば、隣や前後の座席の生徒と2~3人で必要に応じて話し合いをしていた生徒達もいた。つづいて、アンケートの結果であるが、設問は「友達と小集団で話し合うことにより、自

分の考えを整理したり、分からなかったところを確認できたか」である。39名中、33名の生徒は、本時の話し合い活動を肯定的にとらえていたので、生徒にとってはおおむね話し合い活動が有効であったといえよう。

ウ 話し合い活動が本時の目標を達成するのに、有効であったかどうか

まず、生徒が課題解決の時に使用したワークシートを見た上での判断であるが、ほとんどの生徒が表・グラフ・式のいずれかで二つの数量の関係を表現できていた。この二つの数量の関係は、変域により四つの場面に分かれ、そのうちの二つが新しい内容である2次式の関数であることから、表現するにも比較的難易度が高い。それをふまえて考えると、話し合い活動が、課題解決の手助けとなったと言えるであろう。次に、本時の目標である学習の見通しが立てられたかどうかを判断するため、表・グラフ・式に表現してみて気付いたこと、分かったことを生徒に記入させたところ、39人全員が2次式の関数のグラフが曲線になることや、変化の割合が一定でないことなどのこれから学習していく内容について答えられていた。これも、ほとんどの生徒が何らかの形で表現できたことで、新しい関数についても考察できたと考えられるので、話し合い活動が本時の目標を達成するのに有効であったと言えるであろう。

4 研究の評価

☆ アンケート
次の各項目は、授業中の活動や考えについてのものです。この項目をよく読み、あなたの授業中の活動や考えについて、あてはまるものを選びなさい。
また、③・⑤・⑧については、具体的にわかりやすく書きなさい。

年 組 (男 ・ 女)

<p>① 数学は好きですか。 ア 好き イ どちらかという好き ウ あまり好きではない エ 好きではない</p> <p>②と③は、①で、ア「好き」、イ「どちらかという好き」と答えた人への質問です。</p> <p>② 数学のどのような活動場面が好きですか。(複数回答可) ア 課題設定の場面 イ 個人での課題探究の場面 ウ 小集団での課題検討の場面 エ 考えを発表する場面 オ 問題演習の場面</p> <p>③ ②の理由を書きなさい。</p> <p>④と⑤は、①で、ウ「あまり好きではない」、エ「好きではない」と答えた人への質問です。</p> <p>④ 数学のどのような活動場面が好きではないのですか。(複数回答可) ア 課題設定の場面 イ 個人での課題探究の場面 ウ 小集団での課題検討の場面 エ 考えを発表する場面 オ 問題演習の場面</p> <p>⑤ ④の理由を書きなさい。</p> <p>⑥ 課題をまず自分一人で考えようとしていますか。 ア している イ どちらかというしている ウ あまりしていない エ していない</p>	<p>⑦ 学習内容がわからなかったとき、あなたはどのようにしていますか。 ア 一人で考え続ける イ 先生に質問する ウ 友だちと話し合う エ 何もしない</p> <p>⑧ 小集団活動をする場合、どのような形態が好ましいですか。 ア 座席等をもとにしたグループ イ 指定されたグループ ウ 自由</p> <p>⑨ 小集団活動をする場合、すすんで集団に入ろうとしていますか。また、小集団の中で、積極的に友だちに自分の意見を伝えたり、友だちの意見を聞いたりしていますか。 ア している イ どちらかというしている ウ あまりしていない エ していない</p> <p>⑩ 自分の考えをすすんで発表しようとしていますか。 ア している イ どちらかというしている ウ あまりしていない エ していない</p> <p>⑪は、⑩で、ウ「あまりしていない」、エ「していない」と答えた人への質問です。</p> <p>⑪ その理由として、考えられるものを選びなさい。(複数回答可) ア 学習内容がわからないから イ 学習内容がわかるが、表現することが苦手だから ウ 自信がないから エ 人前で話すことは好きではないから</p> <p>⑫ 今回のアンケートの内容に関することで、日頃から感じていることや自分の考えがあれば書きなさい。</p>
---	---

我々は、(1)授業におけるコミュニケーション活動が活性化されたか、またコミュニケーション活動が有効に働き、数学科の目標とする(2)「考える力」を育てることができたかについて検証した。

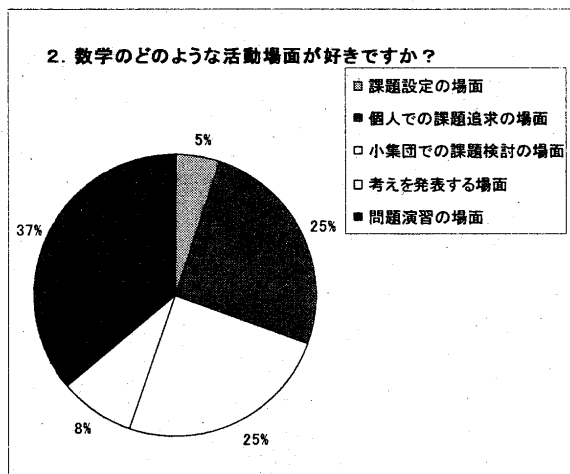
検証方法は、(1)については、平成15年度に実施したアンケートと同じものを全生徒に実施し、その結果を比較検討した。また(2)については、単元末に実施している観点別テストの結果と、目標基準準拠検査(CRT)の結果によるところから考えた。

(1) コミュニケーションに関する意識調査

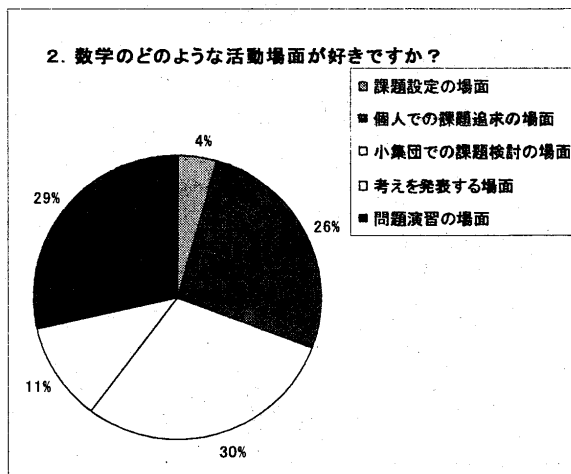
授業中の活動や考えについて、生徒の様子を知ることがをねらいとして平成18年12月に先に示したアンケート調査を行った。

平成16年度に実施した調査結果と今回の結果を比較してみると、設問1の「数学は好きですか」については数%認められる程度であり、あまり変化はなかった。また、設問9の「小集団活動において進んで小集団に入ろうとし、積極的に自分の意見を伝えたり、友だちの意見を聞いたりしていますか？」についても若干マイナス的な傾向になっているが、大きな変化はなかった。さらに、設問10の「自分の考えを進んで発表しようとしていますか？」についても大きな変化は認められないが、発表場面における主体性が依然として育っていないことが明らかとなった。このことは、設問11における「発表が積極的に行えない理由は何ですか？」の回答で「自信がないから」とか「人前で話すことが苦手」といった項目があいかわらず多く、発表における態度形成に問題があることがわかった。

次に、今回とったアンケートの結果の項目で、平成16年度の結果と違ったことについて、述べたい。まず、設問2において「数学のどのような場面が好きですか？」については、今回は前回に比べて小集団での検討場面を好む生徒の割合が減って、問題演習の場面を好む生徒の割合が増えている。



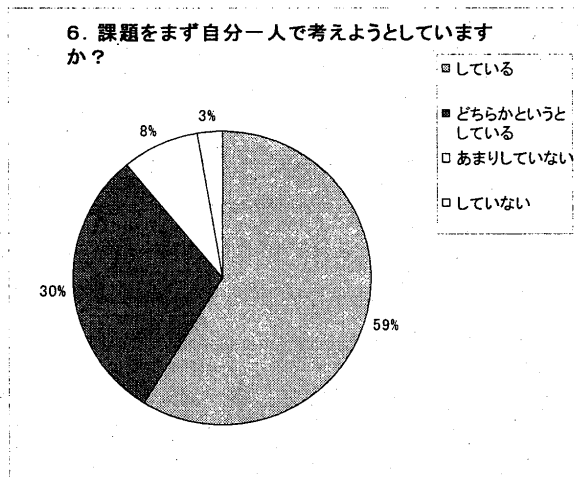
平成18年度



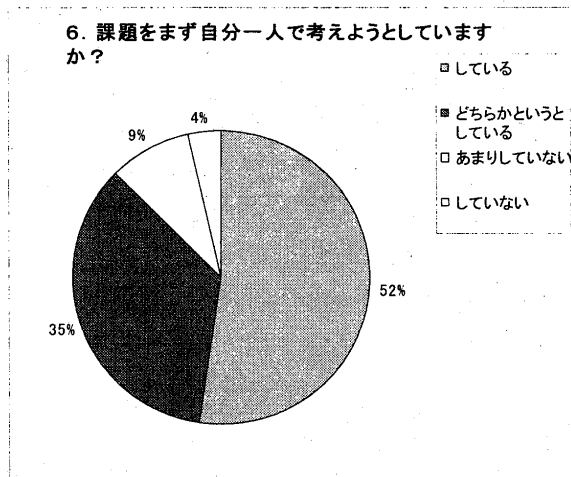
平成16年度

その理由としては、勉強の成果が目に見えて出てくるのが楽しいためとか、実力がつくからといった直接学習成績に結びつけた意見を言う生徒や単にグループ活動が好きではないといった態度形成が育っていない生徒がいることから考えると高校受験という現実が頭のどこかにあるからだと考えられる。しかし、反面数学が好きであると答えた生徒の中には、自分の力で問題を解くのが好きだからとか数学は奥が深くて考えて楽しく感じられるからといった数学の目標である「考える力」の育成に結びついた意見を述べる生徒もみられ、今後できるだけこのような意見がもてるような生徒を育てていきたいと考えている。

また、このことは設問6の「課題をまず自分一人で考えようとしていますか？」において、「している」と答えた割合が52%から59%に増えたことからもうかがうことができる。

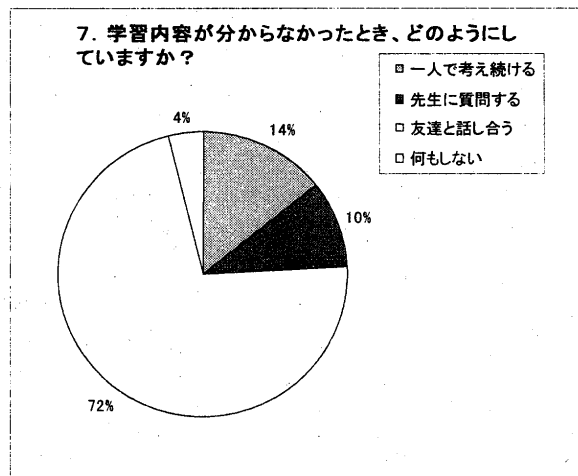


平成18年度

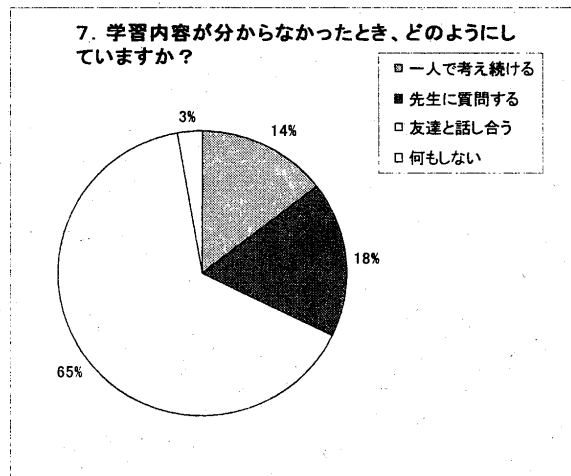


平成16年度

次に、課題を自分一人で考えようとしている生徒が、多くなってきている反面、学習内容が分からないときにどの様に行っているかについては、設問7の結果から分かるように、そのまま自分一人で考え続けるのではなく、70%以上の生徒が友達と話し合うようにしており、話し合い活動の大切さを認識していることがうかがえる。また、この話し合いは、設問8から前回の結果と同じように任意小集団活動を好んでいることも分かる。やはり、このことから、話し合いをさせる場合には、ただ話し合いの時間をとるのではなく、話し合う観点を与えたり、わからないところを自由に話し合える雰囲気をつくることが重要であると思われる。



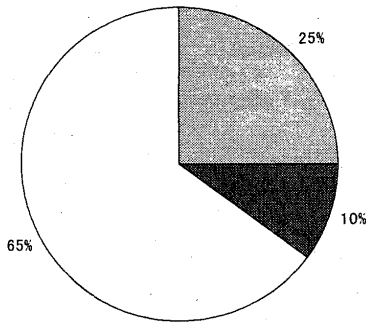
平成18年度



平成16年度

8. 小集団活動をする場合、どのような形態が好ましいですか？

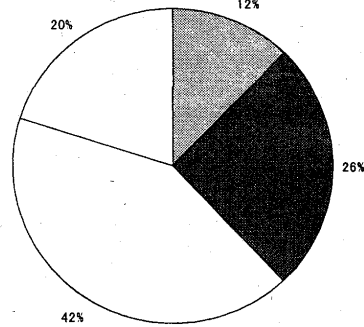
- 座席等をもとにしたグループ
- 指定されたグループ
- 自由



平成18年度

10. 自分の考えを進んで発表しようとしていますか？

- している
- どちらかというとしている
- あまりしていない
- していない



平成18年度

以上のことから、話し合い活動は、前回の時と比べて数値的には活性化されているとは言いがたい。しかしながら、課題解決をしていく際には、この話し合い活動の必要性を十二分に感じており、われわれ教師が、通り一遍で話し合い活動を取り入れるのではなく、成果を期待できる場面でねらいをもって仕組んでいくことが重要であろう。

また、自分の考えを発表するといったコミュニケーション活動については、設問10で前回と今回の結果から、大きな変化は見られず、相変わらず消極的な態度であることがわかる。このことから、発表しようとする意欲の向上と表現力の育成が喫緊の課題であると考えられる。

(2) 「考える力」に関する評価

まずは、観点別テストの結果による検証であるが、本校数学科では「数学的な考え方」についての問題はすべて途中の考え方も記入させる記述式にしている。これは、考える過程も重視していることと、日頃より考え方を表現させることを指導しているため、それについても評価したいと考えているためである。

【観点別テストの答案用紙から抜粋】

⑥ 次の図のように、円に内接する正方形がある。円の半径の長さが5cmのとき、正方形の1辺の長さを求めなさい。途中の考え方も書きなさい。【見方・考え方】

途中の考え方

円の半径は5cmなので、直径は10cm。
円の直径はどこでも等しいので、正方形の対角線の長さも10cmとなる。

正方形の面積 = 対角線 × 対角線 × $\frac{1}{2}$
で求められるので、面積は $10 \times 10 \times \frac{1}{2} = 50$ (cm²)

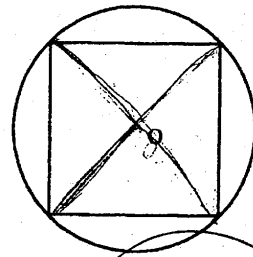
正方形の1辺を x cm とすると、

$$x^2 = 50$$

$$x = \pm\sqrt{50} = \pm 5\sqrt{2}$$

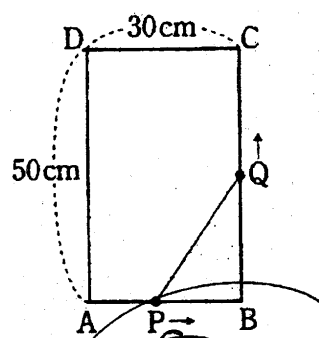
$x = \pm 5\sqrt{2}$ であるが、 $x = -5\sqrt{2}$ は 題意に 適さないので、

$$x = 5\sqrt{2} \text{ となる。}$$



答え $5\sqrt{2}$ cm

12 右の図のような長方形ABCDがある。
 点Pは、辺AB上をAからBまで毎秒2cmの速さで動き、点Qは、辺BC上をBからCまで毎秒4cmの速さで動く。P、Qが同時に出発するとき、 $\triangle PBQ$ の面積が 200cm^2 になるのは何秒後ですか。途中の考え方も書きなさい。【考え方】



$\triangle PBQ$ の面積が 200cm^2 という事は
 $BP \times BQ \times \frac{1}{2} = 200$ という事である
 BP の長さは $(30 - 2x)\text{cm}$ と表せる
 BQ は $4x\text{cm}$ と表せるので
 $4x(30 - 2x) \times \frac{1}{2} = 200$ $x(15 - x) = 50$
 $2x(30 - 2x) = 200$ $-x^2 + 15x - 50 = 0$
 $x(30 - 2x) = 100$ $x^2 - 15x + 50 = 0$
 $(x - 10)(x - 5) = 0$

$x = 5, 10$ $(30 - 2x)$ の値の2つ
 $x < 15$ となり $x = 5, 10$ は
 2点とも満たす
 $x = 5$ のとき 10 秒後
 $x = 10$ のとき 20 秒後

日頃から考え方を表現する力を育てようと心がけてきた結果、ある程度筋道を立てながら表現できる生徒が多くなってきている。もちろん、まだまだ表現できない生徒も多にいるが、表現できる生徒が増えてくることで、コミュニケーション活動も一層活性化され、相互にやりとりさせながら表現力を培っていくことにもつながってくるであろう。

次に、CRT（目標基準準拠検査）の結果から「考える力」がどれくらい育ってきているのかを評価していきたい。本校では3学年が毎年12月の初旬に、1・2学年が毎年1月の中旬にCRTを行っているが、平成17年度と平成18年度の2学年と3学年について、数学的な見方や考え方の得点率を比較してみることにする。

平成17年度2学年	平成18年度2学年
68.2	77.4
平成17年度3学年	平成18年度3学年
81.5	84.1

平成18年度からは学習指導要領の一部改正に基づき、発展学習が盛り込まれるなど、教科書の内容が多少変わった。しかし、本校においては以前から、問題解決型の授業を中心にやや発展的で多様な思考力を育てられるような題材を扱いながら授業を行ってきたので、その影響はないと思われる。その上で17年度に比べ、18年度の方が得点率が高い結果が出ているのは、生徒の考える力を意識して育ててきた結果と言えるだろう。

5 おわりに

数学科の授業は、多くが問題解決を中心に展開している。それは、問題解決に向けて論理的に考えたり、友だちに論理的に説明したりすることを求めているのである。また、同時にその問題解決後に、それまでの学習を生かして、問題場面を変えたり、数範囲を拡げ

たりする発展的な考え方を子どもたちに育成したいと考えているのである。このように、考える力を育てていくことを目的として、平成16年度からの3年間、コミュニケーション活動を通じた研究を行ってきた。その結果は、我々がねらいとしたところまで必ずしも育ってはいないが、先に述べたように、少なからずもいくつかの成果が認められた。これらは、日頃から授業の中で、生徒の課題を見つけ出す、コミュニケーションを通して生徒の理解を拡げていく、授業を振り返り、自分自身で気づいたことを整理すると言ったことを心がけてきたことによるものと考えられる。

反面、いくつかの課題も明確となった。それは、我々がねらっていたほどコミュニケーション活動が活発にはならなかったということである。その理由としては、我々の考えた手だてが適切ではなかったのかも知れない。これから、その原因を明確にすることが必要であると考えられる。また、今回の研究では、考える力を育てることを目的としたが、誰もが予想できない急激な社会の変化の中で、考える力以外にも育てなければいけない学力があるものと考えられる。つまり、学力の本質に迫り、数学科においてそれらの力を総合的に育てていくことが、社会における数学の必要性を知ってもらうことになり、学習意欲の向上にもつながっていくものと考えられる。

【参考文献】

- ・学力の質的向上をめざす算数科授業の創造 2005年明治図書 赤井利行 著
- ・数学的コミュニケーション能力の育成 1998年明治図書 金本良通 著
- ・宇大附属中研究論集第53集, 第54集 2005年, 2006年