

生徒の主体的な数学活動を促す工夫

—紙を用いた作業的活動を取り入れた教材—

〇〇〇立〇〇〇〇高等学校 〇〇 〇〇（数学科）

1 はじめに

平成 11 年 12 月に公示された「高等学校学習指導要領解説 数学編」による改訂の趣旨には「新しい高等学校学習指導要領は，教育課程審議会の答申を踏まえ，自ら学び，自ら考える力などの〔生きる力〕を育成することを基本的なねらいとし，（以下略）」という記述があり，このことを受けて様々な研究が行われてきている。この間，社会情勢の変化とともに学習指導要領の一部改正が行われてきた（平成 14 年 5 月，15 年 4 月，15 年 12 月一部改正）が，平成 19 年 11 月の教育課程部会「教育課程部会におけるこれまでの審議のまとめ」において述べられているように，〔生きる力〕の育成という基本的な考え方は今後も継承されると思われる。

平成 20 年 1 月に公表された「幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」（答申）の算数，数学の改善の基本方針では「算数科，数学科については，その課題を踏まえ，小・中・高等学校を通じて，発達の段階に応じ，算数的活動・数学的活動を一層充実させ，基礎的・基本的な知識・技能を確実に身に付け，数学的な思考力・表現力を育て，学ぶ意欲を高めるようにする」とある。特に算数科，数学科における課題として「算数的活動・数学的活動については，数量や図形についての作業的活動や体験的活動などを取り入れる授業が学校現場において次第に増えてきているが，より多くの実践例を開発したり，活動のねらいをより明確にしたりすることが必要である」という指摘がなされている。また，同答申において「高等学校では，必修科目や多くの生徒の選択が見込まれる科目に「課題学習」を位置付ける」とある。高等学校においては抽象的な指導内容が多いため，作業的活動が課題学習であるとは言い切れないかもしれない。しかしながら，課題学習の素地を養う上でも作業的活動は大きな役割を果たすと考えている。

上記のことを踏まえ，本研究においては，〔生きる力〕の育成の具体的な方策として，『作業的活動を取り入れた教材』についての実践研究を行い，考察していきたい。

2 研究の実践

（1）作業的活動を取り入れた教材開発

ある日の放課後，次の問題がなかなか理解できないということで質問にきた生徒がいた。

（問題） a は定数とする。関数 $y = x^2 - 2x (a \leq x \leq a + 2)$ の最大値，最小値を求めよ。

以前にも同様の質問を受けたことがある。つまり，この問題は生徒にとって理解しにくい問題と考えることができる。この問題の解法は，授業で，2 次関数のグラフを板書しただけではなく，生徒の理解を助けるために，図 1，図 2 のような手作りの教具を用いて，説明を行った。

そのときの生徒の様子から、理解できた生徒が多いと考えていた。しかし質問にきた生徒は、「なんとなくはわかるのだが、なかなか腑に落ちない」そうである。授業と同じ説明を繰り返していたが、なかなかその生徒は納得しなかった。そこで、私が説明するのではなく、生徒の思考ペースで生徒自ら下記①から③を再現してもらったこととした。

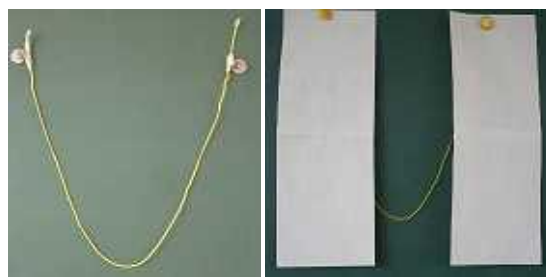


図 1

図 2

- ① 2次関数のグラフを紙の上にかいてもらう（2次関数の紙：図3）。
- ② 本問題では、定義域の幅が一定であるから、その幅が一定になるように紙を切ってもらう（定義域の紙：図4）。
- ③ 2次関数の紙（図3）の上に、定義域の紙（図4）を重ねて実際に動かしながら生徒に考えてもらう。

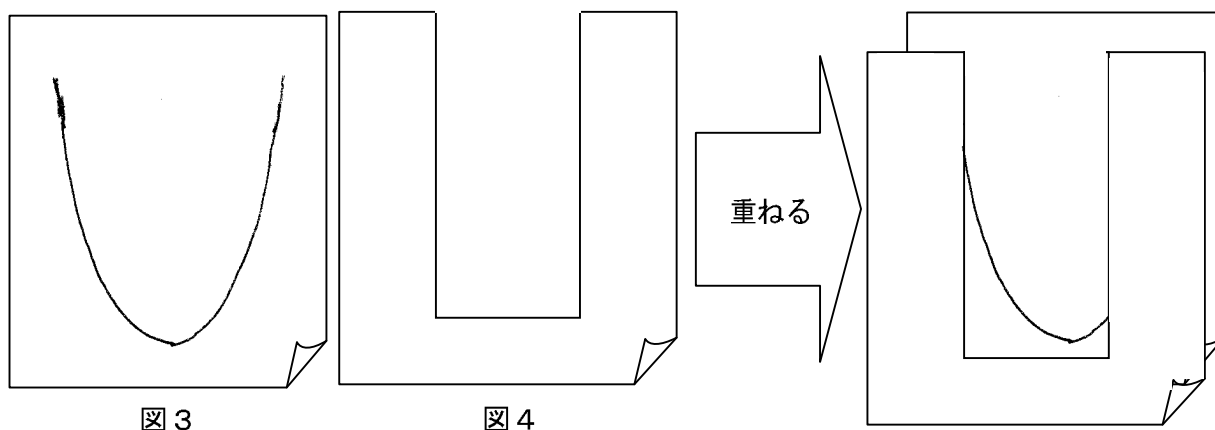


図 3

図 4

上記のことを生徒に自ら行わせていると、ある時『あっ！なるほど！！』という声が生徒の口からでてきた。その瞬間、その生徒は本当に納得したようである。

この出来事から、私は本研究の動機となる、次のようなことを考えた。

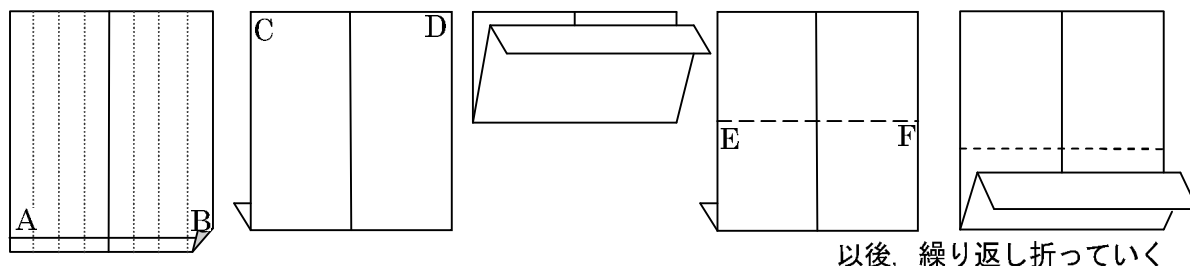
人から説明されただけでは十分に理解しているとはいえない場合がある。教材を授業で演示するだけでは不十分であり、授業中にわかったような錯覚に陥っていて、実は理解が不十分な生徒もいる。また、教員の説明を聞いて理解することが数学を学ぶことであると勘違いしている生徒もいると感じている。

数学を本当に理解するためには、自らが手を動かして考えることが大切である。このことは、頭の中での思考実験を紙に書きながら考えることと捉えられることが多い。しかしながら、上記のような、具体的な「もの」を動かすことにより、問題の本質が見えてくることもあるであろう。そこで、本研究では、「もの」として最も身近な「紙」に着目して教材開発を行っていくこととした。また、その教材を教員が演示するだけではなく、生徒自らが教材を動かすことにより得られる生徒自らの「作業的活動」に注目した授業実践を行う。

（2）授業実践 1（指数関数・対数関数の折り紙グラフ）

指数対数のグラフの指導において、生徒自らが紙を折る作業的活動により導入を図った。授業の流れは以下のとおりである。

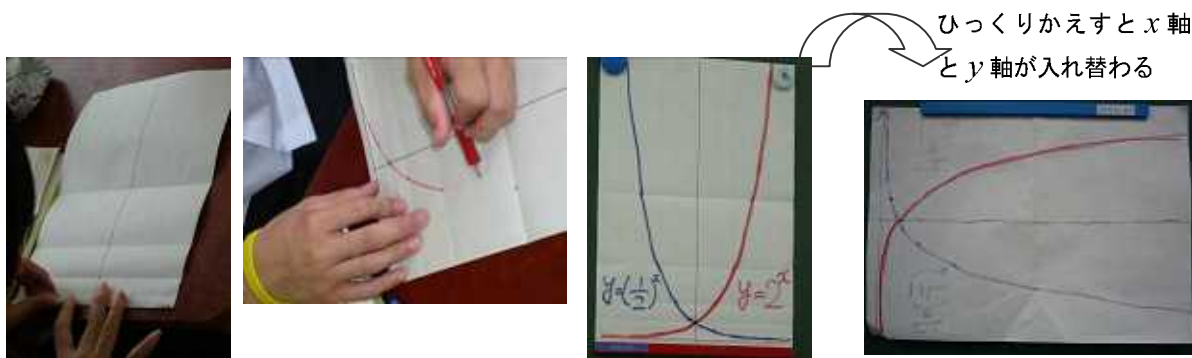
- ① A 4 版の図のようなわら半紙を配付し、 x 軸に相当する線（図の線分 A B）を山折りしてもらう。
- ② 山折りした線を上の部分（線分 C D）に重ね、折ってもらう（折り目を線分 E F とする）。
- ③ 次に、②でできた折り目（線分 E F）に線分 A B をあわせ、新たに折り目を作ってもらう。
- ④ ③と同様の作業を繰り返し行ってもらう。何回繰り返すかの指示はしなかったが、なるべく多く折るように指示した。



- ⑤ できた折り目のうち、上から 4 番目に「1」（ y 軸の目盛り）を記入させ、できた折り目と x 軸の関係を考えさせる。
- ⑥ 折り目と点線でできた交点を線で結ぶ。このとき、 $2^{\frac{1}{2}} = \sqrt{2} \approx 1.414$ や $2^{\frac{3}{2}} = 2\sqrt{2} \approx 2.828$ の値に気をつけさせ、折り目ではないが $\left(\frac{1}{2}, 1.414\right)$ や $\left(\frac{3}{2}, 2.828\right)$ を通るような滑らかな曲線をかきようにする。このようにして、 $y = 2^x$ のグラフをかかせる。
- ⑦ 同様に $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ のグラフもかかせる。
- ⑧ 指数関数の特徴をまとめる。

後日、対数関数のグラフの導入において⑨のように上記のグラフを利用する。

- ⑨ $y = 2^x \Leftrightarrow x = \log_2 y$ であるから、 x と y の値を逆にすればよい。つまり、 $y = 2^x$ のグラフにおける x 軸を y 軸に、 y 軸を x 軸にすればよいことになる。指数関数のグラフを裏返しにするとどうなるかを生徒に気づかせ、裏返しにすることはどういうことかを考えさせる。直線 $y = x$ に関して折り返せばよいことも体感できる。



ア 授業について

平成 19 年度第 2 学年の 3 クラスの生徒に対して授業を行った。理数科 40 名、普通科理系 41 名、普通科文系 40 名の各クラスである。

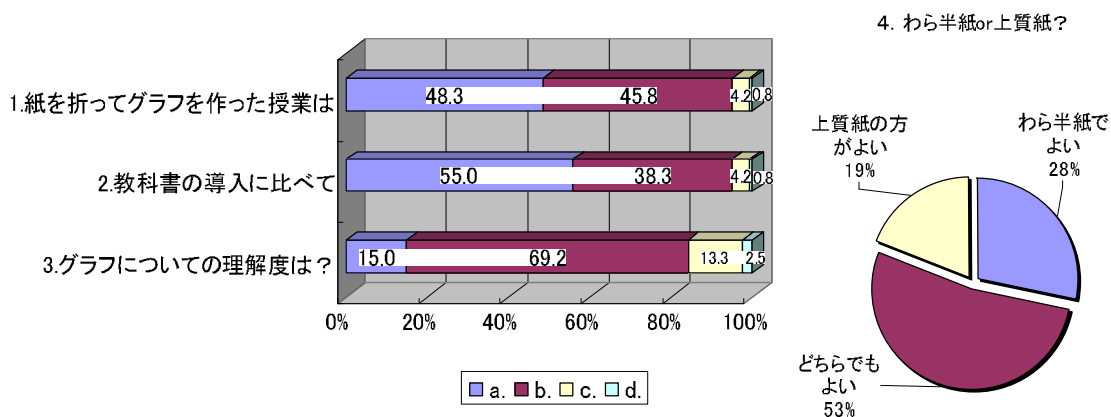
指数関数のグラフの導入場面において、作業的活動を1時間の授業の前半部分に充てた。授業の後半では、 $y=3^x$ 等、指数の底を変えたグラフを予想させながら、指数関数のグラフをまとめ、演習プリントを行った。また、授業後に次のようなアンケートを実施した。

イ アンケートについて

1. 紙を折ってグラフを作った授業は
a. よい b. まあよい c. あまりよくない d. よくない
2. 教科書の導入と比べて
a. よい b. まあよい c. あまりよくない d. よくない
3. 指数関数や対数関数のグラフについて
a. 理解できた b. だいたい理解できた c. あまり理解できなかった d. まったく理解できなかった
4. 今回はわら半紙を用いましたが、上質紙の方がいいと思いますか？
わら半紙でよい どちらでもよい 上質紙の方がよい

アンケート結果

121名に対して授業を行い、アンケートを採った。アンケート回答数は120である。グラフ内の数字は百分率で示してある。



授業の感想（抜粋）

肯定的な感想

◇定義が難しかったが、理解できれば簡単だった。◇自分で（グラフを）かいたので、より理解が増しました。◇実際に自分の手でグラフをつかったので、わかりやすかったし楽しかった。◇紙を折るのが楽しかった。もっと折りたかったけれど、紙が大きすぎてもあとで見にくいと思うので、A4サイズでいいと思う。B5くらいだと少ししか折れない。◇プチ工作している感じだったので楽しかったです。◇指数と対数のつながりがよくわかった。◇自分でグラフを実際に作ったので理解しやすかったと思います。普通に教科書で勉強するよりも、こういう風にしたらほうがわかる気がしました（同様な感想3）。◇指数関数のグラフを裏返すと対数関数のグラフになって不思議だった。◇下手に小難しい説明よりわかりやすかった。◇教科書のほうが説明がわかりにくい。◇ただ話を聞くよりも楽しいしわかりやすいと思う。◇自分の手を動かして考えるから、頭に入ってきたと思う（同様な感想3）。◇指数関数のグラフの形を忘れてしまったときに、今回の授業での作業を思い浮かべてすぐにかき方を思い出すことができたから、わかりやすくてよかったと思います。対数関数も指数関数の裏返しということがよくわかりました。

否定的な感想

◇紙が折りにくかった。◇あらかじめ折り目が印刷されていればもっとわかりやすいと思います（同様2）。◇もう少し小さい紙（A5くらい）のほうが全体を一気に見られるので理解しやすいと思う。

ウ 考察

理数科・普通科理系・普通科文系と3クラスに分けてアンケートを分析したが、アンケート結果に大きな差は認められなかった。紙を折るという、作業的な取組は非常に効果が高かったことがアンケート結果から読み取ることができる。

(ア) 項目1～3について

項目1と2については「よい」という回答と「まあよい」という回答に対してほとんど回答数に差がない。しかしながら、項目3の「指数関数・対数関数の理解度」についての回答において、「理解できた」という回答と「だいたい理解できた」という回答に大きな開きがある。アンケートを一つひとつ細かくチェックしてみると、項目1で「よい」と回答している生徒は項目2でも「よい」と答え、「まあよい」と答えている生徒は項目2でも「まあよい」と回答している生徒が大半である。項目1と2については大きな相関が見られるものの、項目3についてはそれほど大きな相関が見られない。原因のひとつとして考えられるのが、生徒一人ひとりの「理解した」という感覚が異なっているからではないかと思う。今回のアンケートでは「理解」という言葉を用いてアンケートを採ったが、この言葉を「わかったか」という言葉に変えてアンケートを採れば結果は違っていたかもしれないと感じている。いずれにせよ、項目3においても「理解できた」と「だいたい理解できた」をあわせれば、8割強の生徒が理解を深めることができたという回答している。

(イ) 項目4について

今回の授業においては、紙を折ることにより指数関数・対数関数のグラフをかいた。授業を行うにあたり、結構悩んだのが紙の質である。「トレーシングペーパー」を用いるのが最適であると思う。しかし、いつもトレーシングペーパーが常備されているわけではないし、トレーシングペーパーは高価である。トレーシングペーパーに準ずるものとしてOA用紙（ファックス原紙）も考えられる。しかし、OA化が進んでいるためか、本校にはOA用紙が常備されていなかったため、今回は裏にインクがにじみやすいという観点から「わら半紙」で授業に臨んだ。項目4で紙についてのアンケートを採ったところ、紙の質はどちらも構わないという意見が約半数であった。「上質紙でもわら半紙でも役割は同じだから」、「どちらも作業に支障はないから」等、今回の授業の本質を捉えれば、紙の質はあまり大きな問題にはならないようである。なお、わら半紙がよいと答えたものの代表的な理由は「インクがしみやすい。裏にうつりやすい」というものが一番多かったが、「環境にやさしそう」という意見も複数あった。逆に上質紙のほうがよいという意見では「（わら半紙だと）折り目が見にくい」、「穴が開きやすく保存しにくい」などの意見があった。

(ウ) 実践の効果

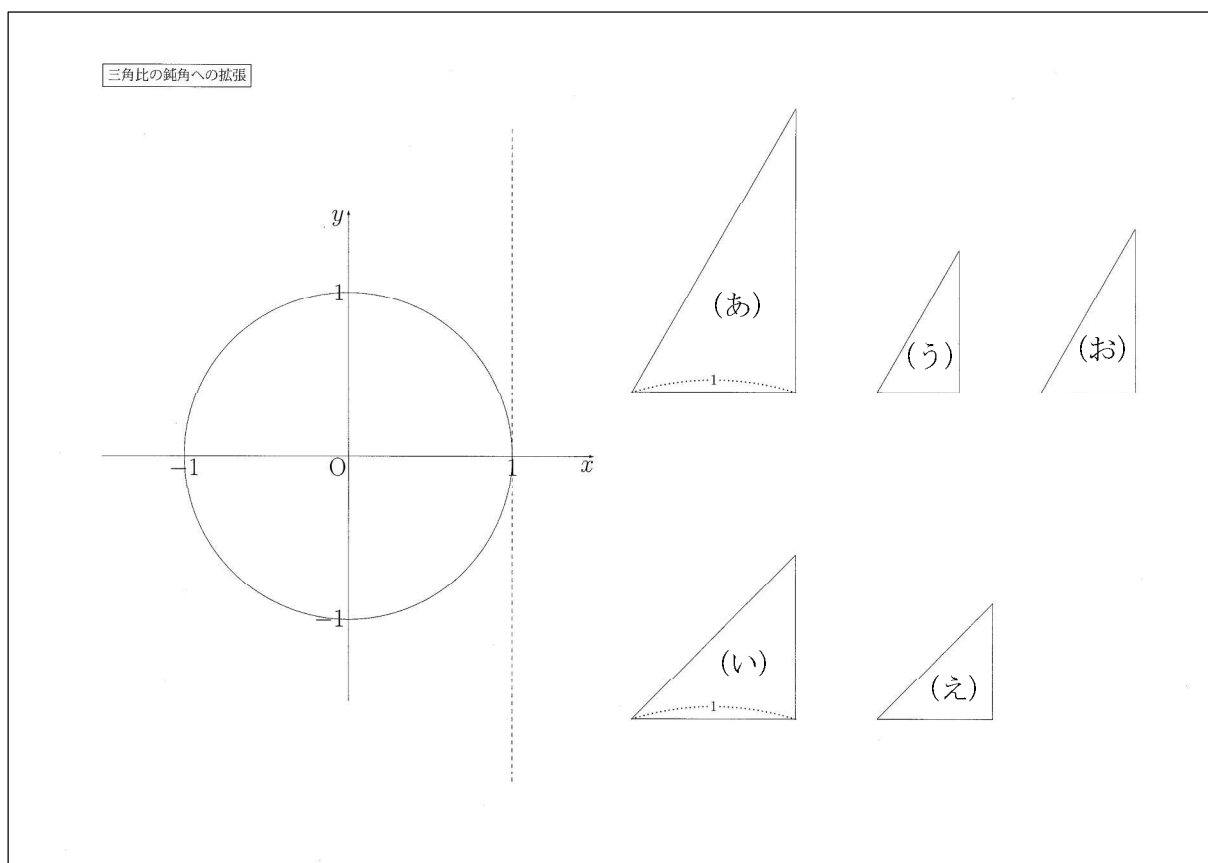
本教材では、対数関数の導入を指数関数のグラフを裏返すことにより導入した。経験上、対数を学んだばかりの生徒は、対数のグラフを「なんとなく」かいていると感じていた。「指数関数のグラフと対数関数のグラフは直線 $y=x$ に関して対称」であり、互いに逆関数の関係になっていることを、単なる知識ではなく身をもって学ぶことができたようである。教科書の静的な図ではなく、動的な作業を通じてグラフの理解を深めてもらうことがこの授業のねらいの一つであったのであるが、お

おむね達成されたと思う。生徒の授業の感想では、そのことに触れている生徒も多くいたため、教育的な効果は大きかったと考えている。

(3) 授業実践2 (三角比の鈍角への拡張)

平成19年度の第1学年の生徒に対して「切り取った直角三角形を単位円周上に置く」という作業的活動を通して、三角比の鈍角への拡張の授業を行った。授業の流れは以下の通りである。

- ① 図のようなプリントを配付し、直角三角形を切り取ってもらう。(直角三角形内の(あ)、(い)、…、(お)は本稿での説明のために記述。実際の配付プリントには記載されていない。)



- ② 直角三角形 (あ), (い) を切り取り、角度や辺の長さを記入してもらう。
- ③ 斜辺を1にしてある直角三角形 (う), (え) を切り取り、(あ), (い) との角度や長さを比べながら辺の長さを記入してもらう。このとき、重ねる等の作業を通して相似な図形であることを留意させる。
- ④ 鋭角において (あ)・(う) の三角比, (い)・(え) の三角比が同じであることを確認した上で、(う) と (え) を用いて $\sin \theta$, $\cos \theta$ が単位円周上での座標と一致することに気づかせる。
- ⑤ $\sin \theta$, $\cos \theta$ の値を単位円周上の y 座標, x 座標として定義する。(う) を置くことにより $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ を読み取らせる作業等の後、鈍角 θ に対する $\sin \theta$, $\cos \theta$ をまとめる。
- ⑥ $\tan \theta$ についても③④と同様な作業を行い、直角三角形 (あ), (い), (お) を用いて定

義する。(お)は縦が1の直角三角形であり、この直角三角形を横に置くことにより $\tan 30^\circ$ がすぐわかるように準備した。) 上記⑤と同様に $\tan \theta$ についてもまとめる。このとき、 $\tan 90^\circ$ が定義されないことを強調する。

⑦ 三角比の値の範囲や簡単な三角方程式について触れ、まとめる。

ア 授業について

本校では、第1学年において習熟度別授業を展開している。平成19年度、20年度とも私は第1学年の授業を担当していなかったため、他の職員が担当している2クラスに対し2時間だけ出張授業という形で授業を行った。2クラスの内訳は、「2クラスを3展開したクラスの中で上位クラス(αクラス)」35名、および「3クラスを4展開したクラスの中で標準的なクラス(δクラス)」25名である。

最初の1時間目の前半で次のように導入を図った。紙を切り取らせ、辺の値を記入させた上で切り取った三角形を用いながら鋭角の三角比の復習を行い、正弦と余弦について単位円を用いた定義を確認した。そして、 120° 等の有名角についての正弦、余弦の値を求めさせ、終わらないものは宿題とした。2時間目の前半では、鈍角における正弦、余弦の値の復習を行い、単位円における正接の定義、鈍角への拡張を行った。後半は、「等式 $\sin \theta = \frac{1}{2}$ 等を満たす θ の値を求めさせる」授業を行った。その後、アンケートを実施した。



イ アンケートについて

- | | | | | |
|---------------------------|-----------|--------------|--------------|---------|
| 1. 今回の授業の理解度は? | a. よくわかった | b. いつもとかわらない | c. よくわからなかった | |
| 2. 紙を使った授業は | a. よい | b. まあよい | c. あまりよくない | d. よくない |
| 3. 教科書の導入と比べて | a. よい | b. まあよい | c. あまりよくない | d. よくない |
| 4. 今学んでいる単元が三角「比」といわれる理由が | a. 理解できた | b. 理解できなかった | | |

アンケート結果

授業実施日に欠席者がいたため、全体のアンケート回答数は54である。表中の数字は回答数である。

1. 今回の授業の理解度は？

	α	δ	全体
a.よくわかった	23	17	40
b.いつもとかわからない	10	3	13
c.よくわからなかった	0	1	1
計	33	21	54

2. 紙を使った授業は？

	α	δ	全体
a.よい	17	17	34
b.まあよい	13	3	16
c.あまりよくない	3	1	4
d.よくない	0	0	0
計	33	21	54

3. 教科書の導入と比べて

	α	δ	全体
a.よい	18	14	32
b.まあよい	13	7	20
c.あまりよくない	2	0	2
d.よくない	0	0	0
計	33	21	54

4. 三角「比」といわれる理由は？

	α	δ	全体
a.理解できた	28	13	41
b.理解できなかった	5	8	13
計	33	21	54

生徒の感想（抜粋）

肯定的な感想

【 α 】

◇いつもよりよく理解できた（同様7）。◇紙を使うということが新鮮でよかった。◇紙を使うことによって、見ることができるので三角比を捉えるのに役に立ったし、わかりやすかった。◇教科書よりもはるかにわかりやすかった（同様3）。◇いつもより集中できました。◇教科書べったりではなく、口頭と紙だけでやるのも新鮮な感じでよかった。◇ただ教科書に書いてある事実を教えられても理解に時間がかかったと思うが、紙を使うことで理解するのが早かった。◇楽しい授業だった。◇普段の（受動的な）授業と違って、いろいろ紙を動かしたりなど能動的な授業で、わかりやすかったし、印象に残った。◇最初は紙の使い方がわからずまったく理解できなかったが、後半はよく理解することができた。◇頭に残った。

【 δ 】

◇ はさみを使った作業があったので、難しいという先入観を持つことなくできた。◇紙を使った授業というのが新鮮で楽しかった。◇黒板だけでなく、手元にも図があって自分で当てはめながらできたので内容が理解できた。◇紙を使っていてとてもわかりやすかったです。頭にしっかり残りました（同様8）。◇分母にくる数を1にするとわかりやすいんだな，と思いました。（下線は筆者）◇今回の授業は、高校に入ってから初めてのやり方だったので、いつもより興味をもって楽しく学習できたと思う。◇教科書のように絵で表されるよりも、紙で説明されるほうがわかりやすくてよかった。必要に応じて大きさの違う三角形が使われていたので、教科書よりわかりやすかったです。◇楽しい授業だった。◇実際に紙を使って自分で確かめながら値を出す方が格段にわかりやすかった。

否定的な感想

【 α 】

◇ただノートをとるだけの授業よりとてもわかりやすかった。ただ、紙を切る等の作業が少々面倒くさかった。◇どんなところをノートに書いたりするかわかんなかった。◇紙をつかった授業はわかりやすかったが、調べる角度と場所によって比の違う紙を使い分けるのが大変だった。

【 δ 】

◇紙を切るのが面倒だった。はじめからきってあったら時間の無駄もないし、ごみも出ない…。◇紙を使うと授業のテンポが遅くなる。

ウ 考察

実際の三角形を置いて三角比を考えさせる授業は、事後アンケートを見る限りおおむね好評であった。三角形を実際に置きながら、代表的な三角比（ $\sin 30^\circ$ ， $\cos 120^\circ$ 等）を求めさせると、 δ クラスでは、「わかった～！そういうことか！」という声も聞かれたことから、有効な教材であったと思う。

アンケート結果を詳細に見てみると、 α クラスと δ クラスでの違いが読み取れる。項目1について見てみると、「いつもとかわらない」と回答したものが δ クラスではほとんどいなかった（21人中3名、14%）が、 α クラスでは33人中10名（30%）であった。上位層の中には今回のように紙を切って置いたりしなくとも、三角比の鈍角への拡張は理解できるということかもしれない。今回の教材は、基礎・基本的な事柄を、道具を作らせながら展開した授業であった。発展的な内容についても、同様に効果的な教材を開発しなければならないことを痛感した次第である。

私の感覚ではあるが、有名角の三角比の値を覚えてしまえばいいと思っている生徒が少なくないように感じている。三角比の意味について、自らの作業を通して体験し、理解してもらいたいということが、今回の授業実践のねらいの一つであった。項目4の結果を見ると、全体として7～8割の生徒がその意味を理解したと回答している。今回の授業の中では、三角形を切った後、三角形の向きなどをいろいろ変えたり、相似な2つの三角形を実際に並べてみたり、重ね合わせてみたりして相似比が一定であることが確認できた。このような作業的活動が普通の教科書どおりの授業に比べ、生徒たちの理解を深めているものと考ええる。

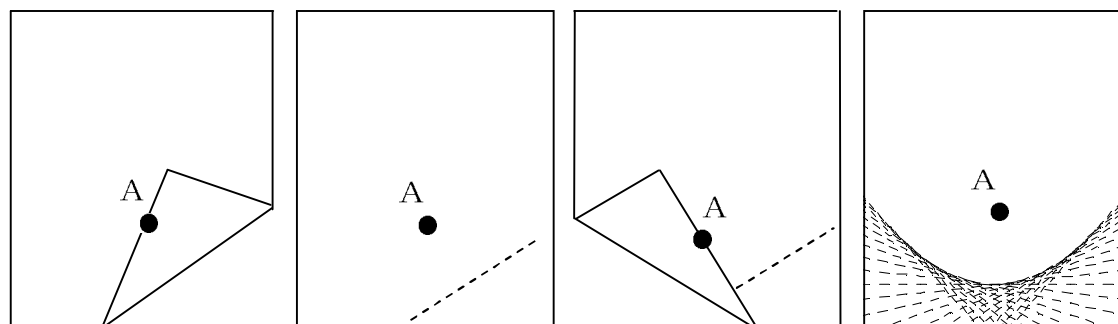
生徒の感想では、下線の感想が印象に残っている。この感想を書いた生徒は三角「比」ということをしっかり理解できたであろうし、今後三角関数へ発展していく場面においても無理なく理解していくと思う。

（4）授業実践3（2次曲線の導入）

単元「2次曲線」の導入では、条件（定義）を与え、その条件を満たすような点の軌跡として放物線をはじめとする2次曲線の方程式を導いていく。この際、大切なのは与えられた条件をしっかりと認識することである。ところが、導かれた式を丸暗記する生徒が多く、定義と式が乖離していることが多い。そこで、少しでも2次曲線の定義を頭に残してもらいながら進めてもらうため、導入時に紙を用いた作業的活動を行った上で授業を展開した。

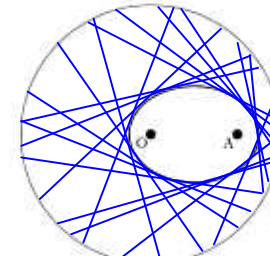
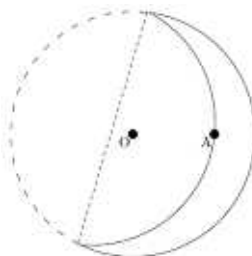
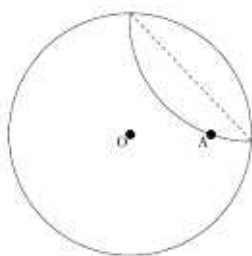
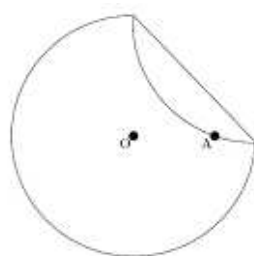
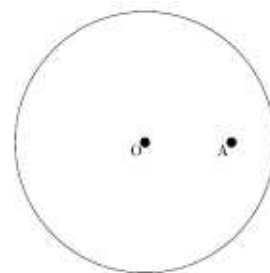
放物線

- ① A4用紙に自由に点を取ってもらい、印を付けさせる（便宜上、Aとする）。
- ② 紙の底辺が点Aと重なるように折り返し、折り目をしっかり付けさせ、元に戻す（開かせる）。
- ③ 異なる折り方をすると異なる折り目ができるので、②をなるべく多く、繰り返し行わせる。
- ④ 放物線が現れる。



楕円

- ① A 4 用紙いっぱい印刷された円を切り取る。
- ② 切り取った円の中心 O と中心以外の任意の場所（便宜上、 A とする）に自由に点を取ってもらい、印を付けさせる。
- ③ 円の周囲が点 A と重なるように折り、折り目をしっかり付けさせ、元に戻す（開かせる）。
- ④ 異なる折り方をするとは異なる折り目ができるので、③をなるべく多く、繰り返し行わせる。
- ⑤ 楕円が現れる。



ア 授業について

実践 1 を行った理数科 40 名、普通科理系 41 名に対し、これらを展開した。

いずれのクラスも、前単元の節末演習問題を行った授業の後半 25 分程度を使い、放物線、楕円の 2 種類を生徒自身に折ってもらった。作業の遅いものについては、宿題という形をとった。

イ アンケートについて

1. 紙を折って曲線を作った授業は

- a. よい b. まあよい c. あまりよくない d. よくない

2. 紙を折ることで放物線や楕円ができたことは

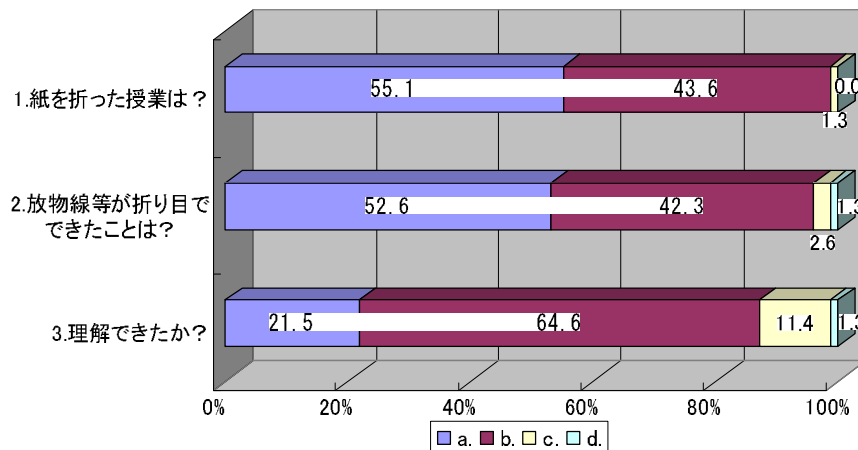
- a. よい b. まあよい c. あまりよくない d. よくない

3. 放物線や楕円ができたことについて

- a. 理解できた b. だいたい理解できた c. あまり理解できなかった d. まったく理解できなかった

アンケート結果

当日、授業を欠席した等の理由により、アンケートの回答数は 78 である。結果は、次のようになった。グラフ内の数字は百分率で示してある。



授業の感想（抜粋）

肯定的な感想

◇紙を使う細かい作業だったけれど、形ができていくうちに楽しくなった。実際に作業をしてかながえてみるというのは大切だと思います。◇式やグラフだけでなく、実際に手を動かして図形を作ることは頭に残る。◇必死に計算してその形を求めてきた2次関数が、また別の形で見ることで面白かった。◇面白かった！たまにはこういう授業をやってほしい。◇紙を使って放物線や楕円を実際に作ってみると、授業の内容がすんなり頭に入ってきたので、イメージをつかみやすくていいなと思いました。◇放物線ができたのはなんとなくイメージできていたが、楕円の方は「なぜ円を使ったのだろう？」から抜け出せなかった。でも、その後の説明ですっきりした。◇ノートで書いただけの学習で理解することよりもわかりやすかったと思う。◇紙を折って放物線ができたのは本当に面白かった。だから、定義とかもすんなり覚えられた。◇紙を折って曲線をつくったので、定直線と焦点の関係がよくわかりました。◇今まで放物線等のことについて深く考えたことなかった。もっといろいろな図形についても知りたくなった。◇受身の授業でなかったので眠くならなかった（笑）。◇話をただ聞いているだけじゃなくて、紙を使ったほうが授業に参加しているって感じる。

否定的な感想

◇折り目がわからなくなってぐちゃぐちゃしてしまった。

ウ 考察

実践1と同様、自ら手を動かして理解を深めさせるというねらいをもった実践である。実践1ですでに紙を折る授業を経験していたため、新鮮さはないと考えていた。しかし、予想に反して紙を配ったときの生徒たちの表情は普段の授業と異なり、何か期待するような空気を感じた。その感じを裏付けるようなアンケート結果であったように思う。

放物線については、とにかく紙を折りましょう、という簡単な指示だけであったため、紙を縦長に置いて作業した生徒と横長に置いた生徒に差が見られた。紙を縦長に置いて折っていくとかなり横に広がった放物線で浮き出てくるため、放物線であるということがあまりよくわからない。反面、紙を横長において作業を行った生徒はきれいな放物線が現れ、その生徒は大変満足げであった。このように、実際に行ってみないとわからないことは多い。このような発見が授業においてはとても大切であると思う。

アンケート結果を受け、ほとんどの生徒が折り目で放物線・楕円ができたことを理解したようである。しかしながら、生徒の感想の中で「なぜ？」という感想がいくつかあった。そのため、「この折り目はなんだろうか？」ということに触れ、包絡線を紹介した。過去、包絡線について説明したことがあるが、生徒たちの多くは具体的なイメージ

がわからないようであった。ところが、今回の生徒たちは違っていた。実際に包絡線を自分自身で作った上で説明を聞いているということが大きく影響していると思う。

この授業後、包絡線についての理解度をアンケート形式（理解できた or 理解できなかった）で答えてもらった。78 名中、理解できたと答えた生徒が 41 名、理解できなかったと答えた生徒が 37 名であり、半数以上が理解できたと回答する、非常に驚いた結果を得た。紙を折るクラスと折らないクラスでの比較を行った上での結論ではないが、実際に紙を折り折り目が包絡線だという具体的なイメージをもったことが、このような結果に結びついたのだと思う。

3 おわりに

本研究を行っている時期は、文部科学省による学習指導要領の改訂の真ただ中であつた。高等学校の学習指導要領の方向性は示されているものの、具体的な改訂は現段階では発表されていない。そのため、本研究が新しい学習指導要領の主旨に沿ったものかどうかはわからないが、冒頭でも述べた答申から判断すると方向性は合致しているものと思う。新しい学習指導要領では、高等学校で「課題学習」が導入される見込みである。高等学校における課題学習の素地として、本研究では生徒自らの作業的活動に着目して研究を行ってきた。高等学校における内容は抽象的なものも多く、作業的活動を授業に取り入れることは有効な場面も多いことが実感できたものの、その限界も感じている。本研究を終えて感じていることを最後にまとめたい。

本研究では場所を選ばずに全生徒が取り組むことができるという観点から、「紙」という「もの」に着目して研究を行ってきた。情報化社会と呼ばれるようになって久しい現代、生徒たちのほとんどが携帯電話というコンピュータを持ち歩いている時代である。すべての生徒がコンピュータ（携帯電話）を持っているわけではないので、本研究では扱わなかった。しかしながら、これからの将来を担う生徒たちにとって、コンピュータを用いた教材は多くの可能性を秘めているであろう。

また、本研究における 3 つの教材では、生徒の学習意欲を喚起するという観点では非常に有効であつた。[生きる力] の育成において、そのきっかけとしては非常に有効な教材ではあるが、これだけでは[生きる力] の育成には不十分であると感じている。この不十分な部分を補う一つの教材として、生徒自らによる『問題作り』が有効であると考えている。本研究で述べることはできなかったが、生徒による『問題作り』は、生徒はもちろんのこと、われわれ教員にとっても非常に刺激のあるいい教材である。新しい学習指導要領における「課題学習」の位置づけにも合致していると思われるので、今後の課題としたい。

今後は、このような別の観点からの生徒の主体的な活動を促す研究を行っていきたいと考えている。

【参考文献】

- ・ 中央教育審議会 初等中等教育分科会 教育課程部会「教育課程部会におけるこれまでの審議のまとめ」2007.11.7
- ・ 中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」2008.1.17
- ・ 何森仁、小沢健一、近藤年示、時永晃 共著 「のびのび数学」 三省堂