

学習効果を高める視聴覚教材を取り入れた授業

－関数グラフソフトの効果的な活用－

千葉県立 ○○○○ 高等学校 ○○ ○○（数学科）

1 はじめに

高等学校学習指導要領の「第2章第4節 数学 第3款の2」には、「必要に応じて、コンピュータや情報通信ネットワークなどを適切に活用し、学習の効果を高めるようにすること」と示されている。授業の中にコンピュータを適切に取り入れることができれば、生徒の理解をより深めることができる。例えば、授業で問題を解説するときに、板書に加えてコンピュータを使うことで、より分かりやすい説明をすることができる。あるいは、解答を導く手助けとして生徒が主体的にコンピュータを操作することで、より積極的に問題に取り組む姿勢を作ることができる。このようなことから、コンピュータの導入は一層の学習効果の向上につながると考えた。

本校生徒の数学に対する苦手意識を取り除くためには、何よりもまず、学習に対する意欲を高めることが重要であり、そのためにコンピュータを活用することが効果的ではないかと考えたのが、今回の研究を行うきっかけである。生徒の学力に合わせコンピュータを適切に利用することで、少しでも生徒の苦手意識を取り除き、理解力を向上させていくことを考えた。

2 研究の目的

これまでの通常の授業の中で、コンピュータを活用したことはなく、主に黒板を使って説明していた。わかりやすい説明を心掛け、チョークの色使いなどを工夫し、視覚的に生徒が捉えやすいよう板書をしていた。しかし、それだけではなかなかうまく説明や表現ができない場面があった。特にグラフに関する問題を解説するときに、黒板の板書だけではうまく説明できないときがあった。そこで板書に加え、グラフの形をした教具を作って説明してみたが、それでも生徒にしっかり理解させるのはなかなか難しいと感じた。このような場面にコンピュータを用いてグラフを見せることで、直感的に理解できるようになるのではないかと考えた。

そこで、数学の授業で使えるコンピュータソフトを探してみると、思っている以上に多くのソフトが存在していた。身近な表計算ソフトをうまく活用して、グラフを表示するソフトもあった。現在ではフリーで入手できるものも多く、様々なものを入手し試行錯誤した結果、「GRAPES」というソフトがグラフの表示が手軽で扱いやすかったため、このソフトを用いてコンピュータを活用する授業について研究していくことにした。

基本的な使い方として、まず正確なグラフを表示させる場面でコンピュータを用いる。そして、条件を変化させることによりグラフが変化する問題を解説する場面で、グラフの変化をコンピュータを使ってみせることで、生徒の理解の向上につなげる。さらに、生徒が自らコンピュータを活用する場面を設定し、そこで利用させることで生徒の学習意欲を向上させ、理解力を高める研究を実践することにした。

3 本校の概況

(1) 本校の取組

本校は昭和 48 年に創立された全日制普通科の高等学校であり、「明朗・友愛・努力」を校訓としている。現在は各学年とも 6 クラス、240 名程の生徒が在籍している。基本的生活習慣の徹底、活力ある部活動や学校行事の推進、わかる授業の実践等を目標として、生徒一人一人が自信や誇りをもって学校生活を送るための支援を行っている。

特に基本的生活習慣についての指導は日頃から本校職員の共通理解のもと厳密に行い、3 週間に 1 回行われる頭髮服装検査では生徒一人一人を細かく観察し、頭髮や服装に少しの乱れもないようにしている。また、普段の学校生活においても丁寧な生活指導が行われているため、校内における生徒の雰囲気は大変落ち着いている。学習面では、数学や英語で習熟度別のクラス分けをして学力に応じた指導を行っており、国語ではティーム・ティーチングを実施し、生徒一人一人に対してよりきめ細やかな指導を行っている。

以上のような取組により、ここ数年、生徒の学習意欲は向上したと同時に進学意識も高まってきている。4 年前は、専門学校や大学に進学する生徒は全卒業生の 5 割程だったものが、平成 27 年春に卒業した生徒の 7 割が進学をするようになった。その一方で、教科書の基本的な問題が解けない生徒も存在しており、生徒の学力差が開いているのが本校の現状である。本研究では、この学力差のある生徒に対し、それぞれの学力に応じて、効果的にコンピュータを活用する授業について考えていく。

(2) 本校数学科の教育課程

図 1 教育課程表

科目	1 年	2 年	3 年
数学Ⅰ	3		
数学Ⅱ		5	
数学Ⅲ			(6)
数学A	2		
数学B		(2)	(2)
実用数学			(2)

本校の教育課程（数学）は図 1 のようになっている。数学Bについては 2 年、3 年の選択によって履修することができる。また数学Ⅱ、数学Ⅲは標準単位数よりも 1 時間多くし、演習する時間をより多くとって授業を行うことができる。

(3) 研究対象生徒の状況

今回、この研究を行う 2 年間で、第 1 学年から第 3 学年まですべての学年を持つことができ、それぞれの学年の生徒の特徴を生かした研究をすることができた。第 1 学年では数学Ⅰを 1 クラスと数学Aを 2 クラス担当し、第 2 学年では数学Ⅱを 1 クラス担当した。第 3 学年では数学Ⅲを 1 クラス担当した。今回研究の対象としたのは、数学Ⅰと数学Ⅱと数学Ⅲのクラスである。

ア 第1学年の生徒

第1学年の数学Ⅰでは、3クラス120名を習熟度別の4クラスに展開している。平成26年度に担当したクラスは、その中でも成績最上位クラスの生徒であった。学年全体でも比較的理解力も高く、学習意欲も高い生徒が多い。このクラスでは他のクラスに比べ難易度の高い問題を授業の中で扱っている。少しでも多くの生徒が、このような学習内容を学べるように、最上位クラスは1クラス40名で編成している。しかしながら、クラス内での理解力の差は大きく、応用問題を簡単に解く生徒がいる一方、教科書の例題を解くのが精一杯の生徒も少なからずいる。習熟度別の編成を行っているのにもかかわらず、クラス全体の学力に開きがあるクラスでもある。そこで実践を行うにあたり、生徒の実態を知るためアンケートを実施した(図2)。

図2 研究対象生徒の現状を知るためのアンケート(第1学年)

	そう思う	ややそう思う	普通	あまり思わない	思わない
数学は好きである	7	8	14	10	1
数学は得意である	3	6	10	12	9
数学Ⅰは楽しい	6	9	13	7	5
数学Ⅰは難しいと思う	14	10	13	2	1
					(人)

アンケートから、学力上位の生徒が多いクラスにしては、数学を得意であると思っている生徒は少なく、難しいと考えている生徒が多い。また、数学が楽しいと思う生徒とそうでない生徒が同程度存在しており、数学に対する意識に関して様々な生徒がいることを知ることができた。

イ 第2学年の生徒

第2学年の生徒は、1学年と同じく3クラス120名を習熟度別の4クラスに展開している。平成27年度に担当したのは、その中の成績最下位クラスの生徒であった。基本的な事柄や公式を覚えるのが精一杯で、公式を使って解く問題も教科書の例題と全く同じ形のときのみに、やっと解くことができるくらいの生徒が多い。丁寧に一人一人を見ることができるよう15～20名の編成をしている。生徒の実態を知るためアンケート調査を第1学年と同様に実施した(図3)。

図3 研究対象生徒の現状を知るためのアンケート(第2学年)

	そう思う	ややそう思う	普通	あまり思わない	思わない
数学は好きである	2	0	4	5	3
数学は得意である	2	0	2	5	5
数学Ⅱは楽しい	2	3	6	0	3
数学Ⅱは難しいと思う	4	4	4	1	1
					(人)

数学を好きだと考えている生徒は少ない。しかし、苦手な生徒の中にも、数学を楽しんでいる生徒がいることがわかる。

ウ 第3学年の生徒

第3学年の数学Ⅲは他教科との選択であるため、生徒数は13人である。多くは数学Ⅲを選択した段階では一般入試で必要であると考えている。大学受験を意識している生徒であるため、学習に対する意識も高く、前年までの数学Ⅱの授業の習熟度別クラスでも上位のクラスに在籍していた生徒が大半を占めている。そのため数学においては学年の中でも比較的理解力の高い生徒が多い。実践を行うにあたり、人数は少ないのだが、第1学年、第2学年と同様にアンケート調査を実施した（図4）。

図4 研究対象生徒の現状を知るためのアンケート（第3学年）

	そう思う	ややそう思う	普通	あまり思わない	思わない
数学は好きである	4	4	5	0	0
数学は得意である	0	3	7	1	2
数学Ⅲは楽しい	3	2	7	0	1
数学Ⅲは難しいと思う	4	2	5	2	0
					(人)

自ら希望して選択した生徒達が集まったクラスであるため、大半の生徒が数学を好きであると答えている。また、数学Ⅲは難しいとは思っていても楽しいと思っている生徒が多いため、積極的な態度で授業を受ける生徒が多いクラスである。

4 研究の方法

（1）コンピュータの活用法

各学年の担当するクラスの学力と指導内容を考えながら、次のような効果が得られるようコンピュータを授業に取り入れていくことにした。

- ・グラフを中心とした授業の解説にコンピュータを利用する。コンピュータを用いて正確なグラフを描写することで、生徒が視覚的にわかりやすく捉えることが期待できるため、複雑なグラフを描く場面が多い、第3学年の数学Ⅲの授業の中で取り入れ実践する。

- ・応用問題の解説に利用する。難易度の高い問題の中でも特に、条件の違いによるグラフの変化をしっかりと把握しなければ解くのが難しい問題において、その動きをコンピュータを用いて描写し解説する。1学年の数学Ⅰの二次関数の分野の授業に取り入れ実践する。

- ・コンピュータを生徒自身に操作させ、問題の解決に利用させる。教師から知識を与えられるだけでなく、自分たちで新たな知識を得てそれをさらに発展させていくことができれば、通常の授業に比べ学習意欲を向上させることができ、それに伴いより高い達成感を得ることができる考えた。扱う内容については、あまり難易度が高いとそれを解くためのコンピュータの使い方自体が難しくなり使いづらくなってしまうことも考えられた。能力の高い一部の生徒だけがコンピュータを使いこなして結果を得るよりも、多くの生徒が自然にコンピュータを利用し考えることが望ましいと考え、この実践は2学年の下位クラスで行うことにした。数学Ⅱの指数関数のグラフに関する内容で実践する。

(2) 留意点

実際の授業では、次の点に留意し実践した。

- ・通常の教室でプロジェクターとコンピュータを接続し、スクリーンに映し活用する。
- ・スクリーンは、黒板 1/4 ほどの大きさの白い模造紙を利用する (図 5)。
- ・問題に対応したコンピュータの設定などは教師が事前に準備しておく。

図 5 コンピュータの映し方



5 研究実践 1 グラフの描写

(1) 数学Ⅲ 微分法 ～コンピュータを用いてグラフを示す～

コンピュータを用いた実践は、まず数学Ⅲの授業で行うことにした。数学Ⅲではグラフも複雑になるため、コンピュータを効果的に使うことができる場面が多くあり、また、数学Ⅲのクラスは 13 人という少人数クラスであるため、生徒が教室の前方に座っていることから、表示される映像を全員が見やすい点も実践に向いていると考えたからである。

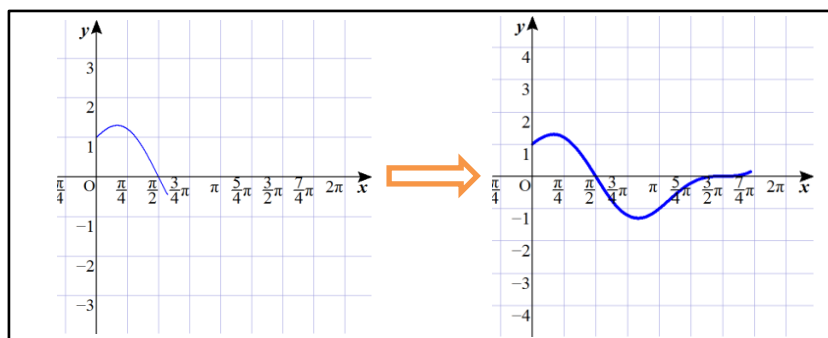
第 1 回の実践は導関数の応用の授業で行った。グラフをコンピュータを用いて正確に表し、その映像を参考にして生徒が正しいグラフをしっかりと描くことを目指した。生徒はこれまで、コンピュータを使った数学の授業の経験がなかったこともあり、事前に次の授業ではコンピュータを取り入れた授業をすると予告したところ、大半の生徒が大変興味を示していた。今回の授業で扱った問題は以下の問いである。

問 関数 $f(x) = \cos x(1 + \sin x)$ $0 \leq x \leq 2\pi$ のグラフをかけ。
また最大値と最小値を求めよ。

生徒の大半は微分までは出来ていたが、増減表まで正確に書けたのはクラスの半数ほどであった。グラフまで正確に書けたのは 2 人だけであった。解説の際に、増減表までは黒板を使って解説した。ここでグラフをスクリーンに映し出した。

その際、グラフを一括でスクリーン上に映すのではなく、 $x=0$ から、曲線上の軌跡を描くように描写してみた (図 6)。そうすることで、実際にグラフを描くとき、増減表からどう表すことができるか確認させることができた。生徒はグラフに動きが出ることで、より関心を持ってグラフを観察していた。

図 6 グラフの描写



コンピュータを用いてグラフを描写することは、私にとって初めての実践であった。この実践でどのような効果があったのかを確認するために、授業後に生徒から今回の授業についての意見を聞いてみた。すると、以下のような声を聞くことができた。

- ・グラフがきれいで見やすく、理解しやすい。
- ・増減表とグラフの実際の増減を見比べることができてグラフの意味が分かった気がする。
- ・普段使わないコンピュータの授業は新鮮だった。
- ・使っているソフトは何というものですか。

概ね、コンピュータを使う授業に対して好意的な意見が多かった。しかし、興味を持ってグラフの描写を見ても、それだけで増減表が書けるようになったわけではなく、グラフを描写して解説した後、類題を提示したときに、自分でグラフを書けるようになった生徒は少ない。それでも通常の授業のときよりも意欲をもって取り組む姿勢が見られ、少ないながらも実際に解けるようになった生徒がいたことからコンピュータを取り入れた授業は一定の効果があると考えられる。今後は、より理解力の向上につなげられるように適切なコンピュータの活用について実践していく。

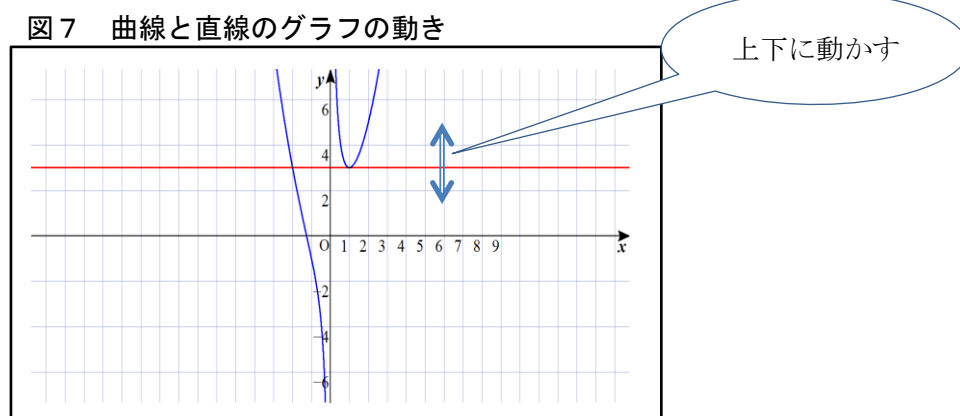
(2) 数学Ⅲ 微分法 ～動きのあるグラフの描写１～

2回目の実践は、前回に続き3学年の数学Ⅲの授業で行った。方程式の実数解の個数についての問題の解説に活用した。扱った問題は次の問いである。

問 k を定数とすると、 x についての方程式 $x^3 + 2 = kx$ の異なる実数解の個数を調べよ。

方程式を変形し、 $f(x) = \frac{x^3 + 2}{x} = x^2 + \frac{2}{x}$ とおいて微分させ、増減表を作成するところまで生徒に行かせた。この増減表を正確に表すためには $f(x)$ を微分するだけでなく、 $x \neq 0$ を踏まえ、極限の状況まで調べる必要がある。生徒は微分までは出来ても極限を正確に求めることは困難であったため、黒板を利用して解説した。その結果を踏まえ、グラフを描かせると、なんとかグラフの概形を描くことができた。

その後、前回同様コンピュータを用いて正確なグラフをスクリーン上に描写し確認させた。次に、 $y = k$ のグラフと $y = x^2 + \frac{2}{x}$ のグラフの共有点を調べるために、スクリーン上のグラフに $y = k$ のグラフを色を変えて追加した。追加したグラフの k の値を、スクリーン上で連続的に変化させることで、 x 軸に平行な直線 $y = k$ のグラフが上下に動き、交点の個数が1個から3個に変化していく様子をはっきりと確認させることができた(図7)。



前回と同様、動きのある映像を生徒は興味深く観察し、説明も集中して聞いていた。生徒はこのような映像を見ることにより、 k の値の変化による二つのグラフの交点の個数の変化を、すんなりと受け入れている様子がうかがえた。

また、スクリーンに投影された正確な図形をしっかりとノートに写し、問題を解く様子が見られた。授業後に生徒から、

- ・黒板上のグラフだけでは想像しづらい動きがよく分かった。
- ・グラフの微妙な曲がり方などがしっかり確認できてよいと思う。
- ・コンピュータがあればこの場合分けはすぐわかるが、ないと全然解けないかも。

などの意見を聞くことができた。複雑なグラフをコンピュータを用いて正確に表したことは、今回のような変数の値の変化などを表す場面での解説に非常に効果的であった。

(3) 数学Ⅲ 微分法 ～動きのあるグラフの描写2～

前回の実践で行った、コンピュータを利用して直線を動かし、視覚的に交点の数を確認したことが、解説にも効果的であったことを踏まえ、今回の実践では再び、グラフが変化するときのような問いを扱った。

問 曲線 $y=e^x$ 上の点 $P(t, e^t)$ における接線と x 軸、 y 軸との共有点をそれぞれ、 A 、 B とし、原点を O とする。 $t < 1$ として、 $\triangle AOB$ の面積を S とするとき、次の問いに答えよ。

- (1) t を用いて S を表せ。
- (2) S の最大値を求めよ。

この問題については、点 P の接線の方程式を作り、その直線と x 軸、 y 軸との交点 A 、 B の座標から三角形の面積を求めなくてはならない。このとき、接点が変わっていくことで、実際にできる三角形の形も変化する。接点がどの位置にあれば三角形の面積が最大になるのか、なかなか生徒はイメージしづらい。また、生徒は微分の計算は出来ても、接線の方程式を求め、そこから問題が表す三角形を正確に図として表現することは難しい。そこで今回は問題の全体像をつかみやすいように、最初にスクリーン上に $y=e^x$ のグラフと、点 P を接点とする接線を描写し、 t の値を変化させながら、 $\triangle AOB$ が変わっていく様子を見せることにした (図8)。

図8 接点が移動する図形の様子

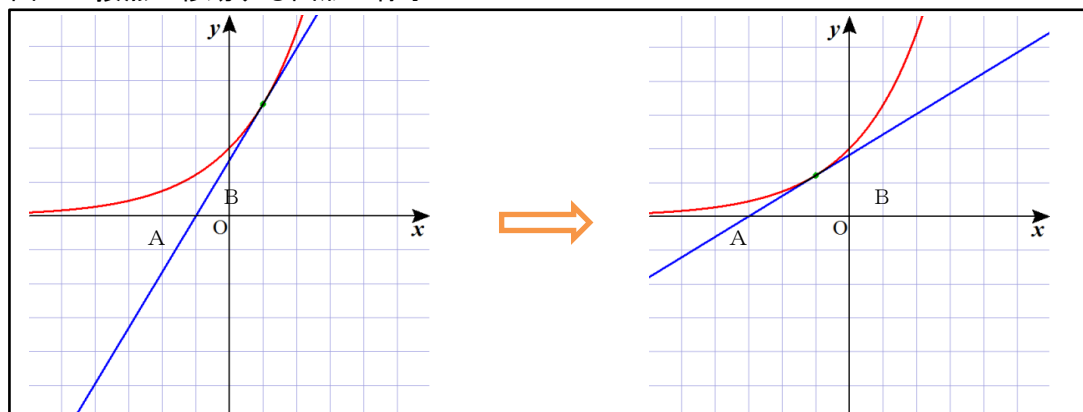


図8のようにスクリーンに投影し、値の変化に応じた $\triangle AOB$ の変化を表現した。この動きを見せることで、生徒はすぐに問題の意図を把握することができた。また、接点を移動させることで、 $\triangle AOB$ の形が変わっていく様子から、どの辺りで一番面積が大きくなるか予想させることもできた。「その予想が合っているのか、実際に計算してみよう」と問うことで生徒は意

欲的に取り組んでくれた。その後、点A、点Bの座標を求め、面積を式で表し、微分して増減を調べるところでは黒板を使って説明した。

この授業の後での生徒からの意見は次のようなものがあった。

- ・最初に問題の意味がわかると、どのようにしていけばいいのか方向性がわかってよい。
- ・動くことで、具体的にどこが大きくなるのかが目に見えてとてもわかりやすい。
- ・問題文を読んだだけでは何が三角形になるのか、全然わからなかったけど、図をみて、なるほど、そういうことか、とすっきりした。

コンピュータを活用することで、変化の様子がわかり問題に取り組みやすくなったことが生徒の意欲を高めることにつながっていると感じた。

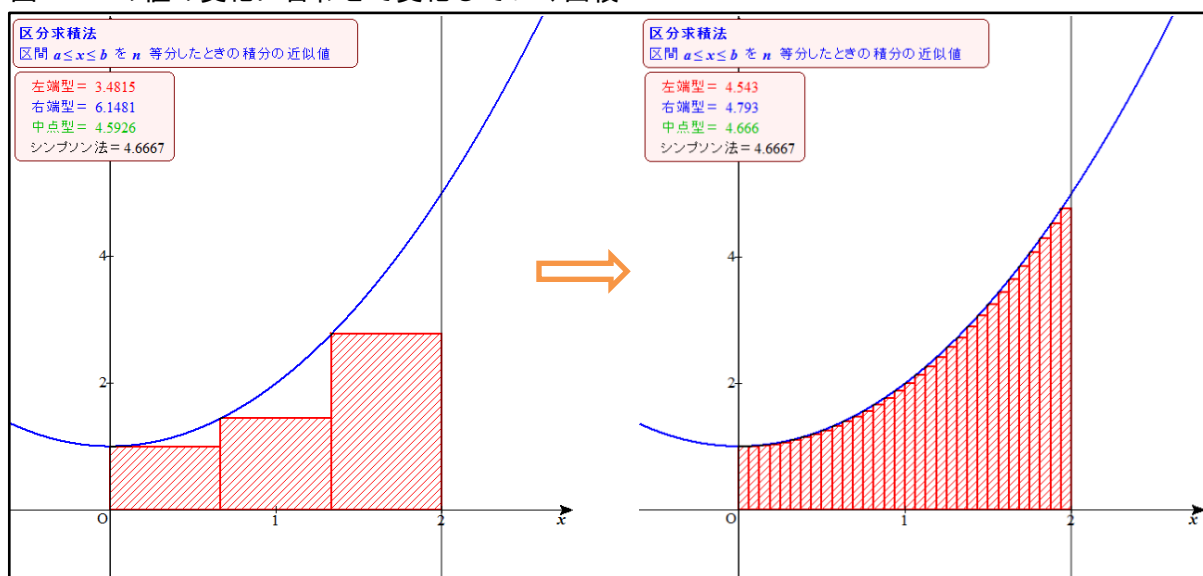
(4) 数学Ⅲ 積分法 ～区分求積法の解説に用いる～

今回は積分の範囲で、区分求積法の説明にコンピュータを活用した。区分求積法の考え方を文章や言葉だけで説明するのは難しく、また、面積の変化を板書で図に表すにしても、うまく表現するのはなかなか難しい。このような場面でこそコンピュータが活用できるのではないかと考えた。実際に扱ったのは次の問いである。

問 $y = x^2 + 1$ と x 軸, y 軸, 直線 $x = 2$ で囲まれた部分の面積を求めよ

まず、定積分の計算を用いて生徒に面積を求めさせると、ほとんどの生徒が $\frac{14}{3}$ と正確な値を求めることができた。その後、コンピュータを利用して図9のような描写をした。

図9 n の値の変化に合わせて変化していく面積



この区分求積法の説明では、0から2までを n 等分し、 n 等分された1辺の左端の y 座標を縦の長さにした長方形を表す設定にしている。その長方形の面積の和を図の左上に表示している。 n の値を1から1ずつ大きくし、その形の変化と面積の和の変化を、動きをもって表現した。図9では $n=3$ のときから $n=32$ にしたときの変化を図に表している。

この図の変化する様子を説明を加えながら表すことで、面積の和は $n=1$ のときは2だったものが少しずつ値が増加し最終的に $\frac{14}{3} \div 4.6667$ の値に近づいていくのを視覚的に確認させることができた。また、この図から面積の和の極限と積分の考えがつながっているということも感じ取ることができたようだ。実際にこの授業後のアンケートでは、

- ・難しい考え方だと思ったが、意外と面白いし動きがよく分かった。
- ・これまではなんとなく微分と積分は逆の計算をすればいいんだなと思っていただけど、今回の授業で、図形的な意味に関連しているんだなって感じられた気がする。

などの声が聞かれた。

(5) 研究実践1 実施後の感想と今後の課題

これまで行ったコンピュータを用いた授業に対し、アンケートを採ったところ、図10のような結果となった。

図10 研究実践1 実施後のアンケート

	そう思う	ややそう思う	普通	あまり思わない	思わない
授業に興味をもつことができた	6	3	2	1	0
コンピュータは問題解決に役立った	4	5	2	1	0
理解力・思考力が身についた	1	4	7	0	0
またこの説明を聞きたいと思う	6	4	1	1	0
					(人)

これまでの数学Ⅲでの実践から、グラフなどの問題解決の場面でコンピュータを利用した解説は大変効果的であると実感した。何よりも授業に対する興味が全体的に高まっているのがわかった。また、黒板上でグラフを書くよりもコンピュータを使って黒板に投影するグラフの方が見やすくわかりやすいといった回答も多く、特にグラフが動く場合の考えを視覚的に理解させるのにとっても有効であった。今後は同じような場面で積極的に用いていくことを考えていきたい。一方で「思考力が身についた」との設問に対して「そう思う」と答えた生徒は多くはない。グラフを描写するだけでは、思考力の向上にすぐに効果がでるわけではないことを生徒も感じているようである。コンピュータを授業に取り入れることで関心を高め、理解しやすくする効果を得るだけでなく、そこからさらに発展させ、思考力の向上につなげていけるような授業が実践できるように、より工夫をしていく必要があると感じた。

6 研究実践2 応用問題への利用

数学Ⅰ 二次関数 ～二次関数の最大・最小を表す～

1年生の習熟度別の最上位クラスを対象に、通常の授業では扱わない難易度の比較的高い問題を解く際に活かせると考え、コンピュータのグラフの描写を活かせる問題、特に定義域が変動する関数に関わる問題でコンピュータを扱った。今回は以下のような問いに対しコンピュータを扱った。

- 問 a を正の定数とするとき、2次関数 $y = x^2 - 2x$ ($0 \leq x \leq a$) の最大値・最小値を次の場合について求めよ。
- (1) $0 < a < 1$ (2) $1 \leq a < 2$

生徒の大半は与えられた二次関数を平方完成し、頂点を求めグラフを描くところまではできていた。しかし、定義域に文字が含まれ、その値が変化する問題に触れたことは今までなかったため、事前に予想していたとおり生徒たちはどう考えていくべきかわからないように見えた。

そこで、まずこの問の a の値が変化することによって、定義域とそれに対応する最大値・最小値がどのように変化するかを視覚的に理解させるため、コンピュータを使ってグラフの形を示した（図 11）。

図 11 a の値の変化に伴って変わる様子

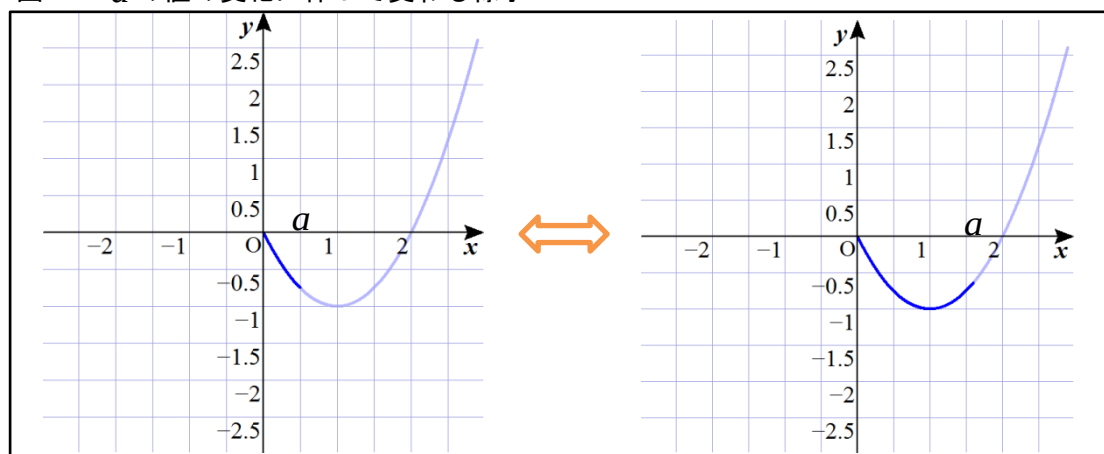


図 11 のようにして $y = x^2 - 2x$ ($0 \leq x \leq a$) の表すグラフの変化を示し、それによって最小値とそのときの x の値も変化することを示した。この時の生徒たちの反応は、熱心に映像を観察し、その変化について理解しようとしていた。何度も a の値を変化させることで少しずつその意味を理解し、最大値、最小値を求め始める様子が見られた。しかし、 $x=a$ のとき最小値となるような文字が含まれる場合の最小値の表し方に慣れておらず答えを求めるのに苦労していたため、その部分に関しては改めて黒板を使って説明をした。この授業の後にコンピュータを用いた授業をどのように思うか、アンケートを採ったところ、図 12 のような結果となった。

図 12 研究実践 2 実施後のアンケート

	そう思う	ややそう思う	普通	あまり思わない	思わない
授業に興味をもつことができた	14	6	16	3	1
コンピュータは問題解決に役立った	10	10	13	5	2
理解力・思考力が身についた	7	5	14	9	5
またこの説明を聞きたいと思う	13	9	12	3	3
(人)					

3 年生同様、コンピュータを用いた授業に興味を持った生徒は多く、また、問題解決に役に立ったという声も多い。しかし、3 年生同様、「思考力が身についた」との設問に対してはそう思う生徒は少ない。逆にクラスの 3 割の生徒が思わないと答えている。思考力の向上につながるように、今後コンピュータの利用法を変えて実践を行う。また、

- ・問題の意味を理解するにはコンピュータは便利だけど、問題を解くのは難しかった
- ・見づらい部分もあってグラフの変化がよくわからなかった

という回答があった。今回の実践のクラスは 40 名のクラスであり、3 年生の実践と同じような大きさの投影方法では、教室の後方に座っている生徒にとってグラフが小さくて見づらくなってしまっていたことは大きな反省点であった。スクリーンに投影したグラフが見えなければ意味がない。確実に全員がその効果を得られるように、人数に応じた大きさのスクリーンを用意するなど配慮をしなければならない。

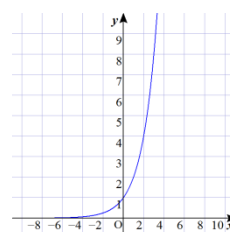
7 研究実践3 コンピュータを利用した数学的体験

数学Ⅱ 指数関数 ～いろいろなグラフを描いてみる～

今回の実践の対象となる2年生のクラスは、習熟度別の中で数学を苦手とする生徒が集まったクラスである。そのため、これまでのように応用問題を取り上げてスクリーンに投影し解説しても、コンピュータを活用した授業に興味を持たせることはできるかもしれないが、問題の解答に至らせることは難しいと考えた。そこで今回は、問題の解説にコンピュータを活用する授業ではなく、生徒自らがコンピュータを利用し、いろいろ試行をしながら問題を考えていく授業を実践することとした。扱う問題は次のようにした。

問 $y = 2^x$ は右のようなグラフになるが、 $y = a^x$ のグラフの a の値を次のように変化することによって、どのようなグラフになるか。

- ① a の値が2から増加する場合
- ② a の値が2から1まで減少する場合
- ③ a の値が1の場合
- ④ a の値が1から減少する場合

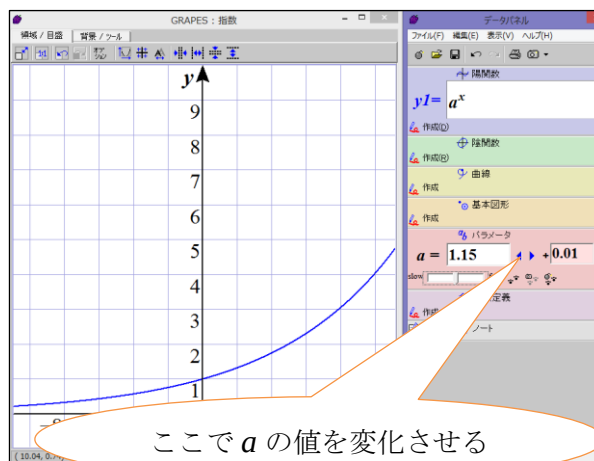


この問題を①から④の場合において、どのような形になるか、まず生徒に想像させノートに書かせた。その後、グラフの変化を発表してもらくと、生徒は、数字の変化からおおよその形の予想はできており、ほとんどの生徒が①では「より急になる」、②については「緩やかになる」、③では「まっすぐになる」などと答え、④では一部の生徒だけではあったが「より緩やかになる」などと答えていた。一通りグラフの予想をした後、実際にどのようにグラフが変化するかコンピュータで調べてみることにした。今回のクラスは16人と少人数であったため、1つの班のようにまとまってコンピュータを覗くような形で実施した(図13)。

図13 実際の授業の様子



図14 コンピュータの画面



代表の生徒が周りの生徒の意見を聞きながら、コンピュータを操作し a の値を変化させ(図14)、それに応じてグラフが変化していく様子を全員で観察した。すると①から③までは大半の生徒の予想通りであったが、「想像してたより急に曲がってる」、「 a が1ならまっすぐになるとは思ったけど、真横になるとは思わなかった」など、実際の変化と生徒が頭の中で思い描いていたこととの大きな違いに多くの生徒が驚いていた。また、この変化を見て更なる興味を持った一部の生徒は、「 a の値が負になったらどうなるんだろう」と疑問を持ち、操作している生徒に「④まで確認した後に、そのまま a の値を減少させてみよう」などと提案していた。それを

聞いていた周りの生徒も、その様子を興味深く見ていた。 a の値が負になると、連続なグラフでは描けないため、点となってグラフ上に表れるがそのグラフを見た生徒からは「すごい、こんな風になるのか」などと感嘆の声を上げていた。ここまでの結果をもう一度見直し、 a の値が負や 1 の時は特別な形になってしまうことを体験させることで、指数関数は底が負や 1 の値を除いて考えることを改めて確認した。

この授業の後にコンピュータを用いた授業をどのように思うか、アンケートを採ったところ、図 15 のような結果となった。

図 15 研究実践 3 の実施後のアンケート

	そう思う	ややそう思う	普通	あまり思わない	思わない
授業に興味をもつことができた	6	3	2	1	0
コンピュータは問題解決に役立った	4	5	2	1	0
理解力・思考力が身についた	1	4	7	0	0
またこの説明を聞きたいと思う	6	4	1	1	0
					(人)

数学に苦手意識を持っていた生徒も、コンピュータを活用することで授業に興味をもつようになった様子が見られる。また、次のような意見を聞くことができた。

- ・底の取りうる値の条件は何となく覚えていたけど、今回の授業でグラフを見てはつきりとその条件を覚えることができた。
- ・自分たちで操作して知りたいことを調べられるので、一方的に教えられるのと違って自分の力で解けた気がして良いと思う。

今回の実践に対してとても好意的な意見が多く、教具としてコンピュータを生徒自身が活用する授業はとても有効であると考えられる。

8 おわりに

今回の研究実践では 1 年から 3 年まで計 66 人を対象として、コンピュータを活用した授業を行った。この実践を行って感じたことは、想像以上に生徒の反応が良かったということだった。普段の授業と違い、コンピュータを授業に取り入れるだけで、最初はどんな生徒でも興味を持ち意欲も高まるが、結局は通常の授業の延長だと思えばすぐに飽きてしまうことも予想できた。特に学習意欲の低い生徒ほどその傾向があるだろうと想像していたが、実際に今回の研究の対象となった生徒たちは習熟度に関係なく熱心に課題に取り組み、さらにコンピュータをうまく活用し、更に自ら考えを発展しようとする姿勢が見られた。このことから、コンピュータは特別な授業として扱うのではなく、普段の授業の中に自然に取り入れていけば、授業にとっても有効に活かせる考える。今回の実践では、グラフの描写を中心に、特に変化するグラフなどをわかりやすく表示することに活用したが、他の場面でも効果的に使うことができるのではないかと考えている。そのような場面を、今後の授業の中でも考えていきたい。

最後に、このような研究の機会をいただけたことに感謝するとともに、これまでたくさんの御指導、御助言をいただいた諸先生方に心よりお礼を申し上げます。

【参考文献等】

文部科学省「高等学校学習指導要領(平成 21 年 3 月告示)」文部科学省 2009
 ソフトウェア「GRAPES」 大阪教育大学附属高等学校池田校舎 友田勝久