

## 事例2 コンピュータを活用した「三角関数」の指導の工夫

### 1 事例の概要

「コンピュータを活用した授業展開の工夫」については、以前からその必要性が指摘されている。下の表は、平成14年度、平成17年度の教育課程実施状況調査において、全国の数学科の教師900名弱に質問紙調査を実施した結果である。教室に、プロジェクタ、ノートパソコンが設置されて数年経過したが、この結果を見ても明らかのように、まだまだ活用状況は十分とは言えない。

一方、実際の授業の場面で、課題が与えられたときに、生徒は、どう計算するか、どの公式を用いるかに

躍起になり、与えられた課題を絵に表したり、図に表したり、グラフに表したりして、課題の全体像を把握しようとする努力を怠ることがある。これらのことは、課題の解決について、考えることよりも、とにかく答えを求めることができればよいと思っていること、さらに、課題の全体像をイメージする習慣がないことに起因するのではないだろうか。

そこで、コンピュータの動的操作性やシミュレーション性を活用することによって、生徒自らが、課題の全体像を把握し、そこから、数学的な関係や性質を主体的に探求するような授業を実践することにした。また、コンピュータを活用するにあたっては、単に映像・画面を見せるだけでなく、見たものをさらに発展的に捉え直すなどの活用場面を設定することによって、深い理解へと導けるよう配慮した。そのためには、見せた映像・画面を再確認する場面、発展的に捉え直す場面などを随所に盛り込んだ単元の計画の見直しが必要となる。今回は数学Ⅱ「三角関数」の全体計画を見直すとともに、各授業の場面のつながりを意識した計画を立てて実践に取り組んだ。

コンピュータを活用した授業を行っていますか。	平成14年度	平成17年度
行っている方だ	6 ( 0.7 )	10 ( 1.1 )
どちらかといえば行っている方だ	17 ( 1.9 )	18 ( 2.1 )
どちらかといえば行っていない方だ	72 ( 8.0 )	87 ( 10.0 )
行っていない方だ	794 ( 88.5 )	749 ( 86.1 )
無回答・その他	8 ( 0.9 )	6 ( 0.7 )
全体	897 ( 100 )	870 ( 100 )

数字は人数。カッコ内はその割合。

### 2 指導の展開

数学Ⅱ「三角関数」の単元は、多くの公式が出てくることから、数学の苦手な生徒にとってあまり歓迎されない単元である。そこで、コンピュータを活用することによって、グラフや公式のイメージをもたせるとともに、各授業のつながりに配慮することによって、三角関数についての理解を深めることができるような単元の指導計画を立てた。また、それによって授業時間数が増えないようにすることにも配慮した。

#### (1) コンピュータを活用した授業について

コンピュータを活用した授業を実践する上で、次の2点について留意した。1つは、準備が簡単にできることである。これは、ネット上にある多くのフリーソフトウェアを利用することで解決することができる。特に、高等学校の数学科の授業では、大阪教育大学附属高等学校池田校舎の友田勝久先生が作成された「GRAPES」、群馬県立桐生工業高等学校の和田啓助先生が作成された「Function View」、愛知教育大学の飯島康之先生が作成された「Geometric Constructor」等の利用が有効である。もう1つは、コンピュータで様々な変化の様子を見せることではなく、見せたことによって何を考えさせるかに重点をおくことである。コンピュータはあくまでも道具であり、生徒の主体的学習のきっかけとして活用するものである。また、授業を進める際には、導入、ワークシート、グループ学習等の学習形態、発問などを工夫する必要がある。

## (2) 単元「三角関数」の目標・評価規準、学習計画・評価計画

### ①単元「三角関数」の目標・評価規準

#### 単元の目標

三角関数の特徴を理解するとともに、関数についての理解を一層深め、具体的な事象の考察に活用できるようにする。

#### 単元の評価規準

関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	表現・処理	知識・理解
㉑ 角度を一般角で表すよさを認識する。 ㉒ 三角関数を具体的な事象の考察に活用しようとする。 ㉓ 弧度法のよさを認識する。	㉑ 三角関数の加法定理や三角関数の合成を、証明を通して認識する。 ㉒ 三角関数の相互関係や加法定理を用いて式を簡単にすることを考察することができる。	㉑ 三角関数の周期について理解し、そのグラフをかくことができる。 ㉒ 三角関数の方程式や不等式を解くことができる。 ㉓ 三角関数を合成することによって、最大値と最小値を求めることができる。	㉑ 三角関数について理解し、関数についての理解を深めている。 ㉒ 三角関数のグラフの特徴について理解している。

### ②単元「三角関数」のコンピュータを活用した学習計画

小単元名	指導内容	学習活動	コンピュータの活用	評価規準とのかかわり
三角関数 (13 時間)	角の拡張	○一般角を定義することで、角の拡張を行う。 ○弧度法を定義し、扇形の面積や周の長さの求め方を考察する。	・弧度法の定義を扇形の周の長さから推測する。	㉑、㉓
	三角関数とそのグラフ	○一般角に拡張した三角関数の定義を理解する。 ○三角関数のグラフの特徴を考察する。	・三角関数のグラフが単位円から生成される様子を確認する。 ・いろいろな三角関数のグラフからその特徴を考察する。	㉓、㉑、㉒、㉑
	三角関数の性質	○三角関数の相互関係や三角関数の性質を単位円、グラフを用いて考察する。 ○三角関数についての方程式・不等式を解くことができるようにするとともに、具体的な事象の考察に活用する。	・三角関数の性質を単位円、グラフを用いて考察し、導く。 ・周期的に変化する事象をコンピュータを用いて具体的に考察し、解決する。	㉒、㉒、㉒
加法定理 (7 時間)	加法定理	○三角関数の加法定理に興味をもち、活用できるようにするとともに、その証明ができるようにする。		㉑、㉒

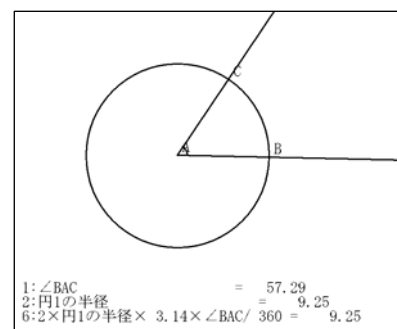
	加法定理の応用	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2倍角の公式、半角の公式を理解し、導き出すことができるようにする。</li> <li>○ 三角関数の合成について考察し、活用できるようにする。<b>(実践例の授業)</b></li> <li>○ 2倍角の公式、半角の公式、三角関数の合成を利用して、関数の最大値・最小値を考察したり、方程式・不等式が解けるようにする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ グラフの合成から三角関数の合成を考察する。</li> </ul>	㉒、㉓
問題演習(2時間)				㉒、㉓

従来の授業時数は、小单元「三角関数」が12時間、「加法定理」が7時間、「問題演習」が2時間、合計21時間であった。今回は、コンピュータを活用する時間と生徒が考察する時間が必要になるが、教材の精選によって、上記の表のように合計22時間で実施することにした。三角関数についての方程式・不等式の扱いがやや軽くなっているが、その分、三角関数のグラフの理解、加法定理・合成についての理解を深めたい。

### ③单元「三角関数」の中でのコンピュータの活用

#### 弧度法の定義

弧度法を定義する授業では、定義を与えるだけでなく、円の中心を通る2つの半直線が円の半径と同じ長さの弧の長さを切り取る時の角度を $\theta$ として、 $2\theta$ 、 $3\theta$ のときの円の半径と弧の長さ、扇形の面積について考察させた。規則性に気付いた生徒自身とともに、新たな角度の単位として、弧度法を定義した。

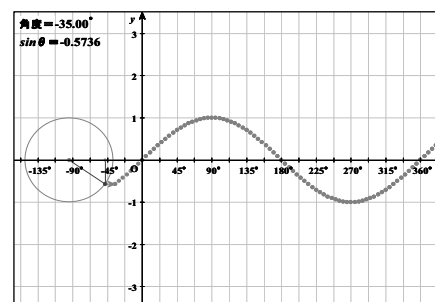


ここで利用したソフトウェアは、Geometric Constructor である。

#### 三角関数のグラフと単位円

三角関数のグラフでは、単位円からグラフを生成し、その変化の様子を確認させた。

$y = \sin x$ 、 $y = \cos x$ 、 $y = \tan x$  のグラフについて、それぞれのグラフがどのようなか各自に予想させ、その後、グループで話し合わせた。最後に、コンピュータを使って確認した。

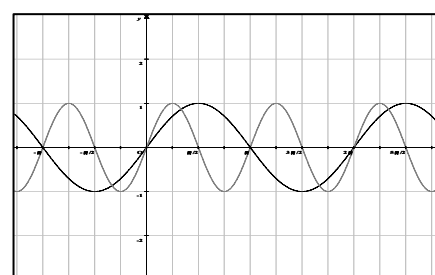


ここで利用したソフトウェアは、Function View であり、 $y = \sin x$ 、 $y = \cos x$ 、 $y = \tan x$  とともに、サンプルファイルの中にあるものを利用した。

#### 三角関数のグラフの特徴

$y = a \sin x$ 、 $y = \sin kx$ 、 $y = \sin(x - \theta)$  について、それぞれのグラフがどのようなか各自に予想させ、その後、コンピュータを使って確認した。

ここで利用したソフトウェアは、Function View である。



それぞれの授業では、まず生徒一人一人に自ら考えたグラフを表現させ、次に、グループになって生徒同士でそのグラフを確認し、グラフの特徴について意見を交換させた。その後、実際にコンピュータの画面でグラフの概形を確認した。自らのグラフを表現させるときには、前時までに学習したことを発表させるなどして考えるための時間を設けた。

### (3) 実践例

#### ①授業の概観

授業のねらい（評価規準）

$y=\sin x$ 、 $y=\cos x$  のグラフから、それらの和のグラフの概形を予測させ、 $y=\sin x + \cos x$  のグラフの特徴について考察させる。グラフの特徴から、そのグラフを表す関数の式を予測、証明するとともに、合成できる条件を考察させる。(B)

展開の工夫（ワークシート、コンピュータの活用）

授業ではワークシートを活用した。生徒がプロジェクタに映し出されたグラフと手元にあるワークシート内のグラフを見比べながら作業ができるように配慮した。ただし、ワークシートには、考え方の道筋を極力示さずに、生徒が自ら考えたことを書き込めるようにした。

また、コンピュータを利用して見せるグラフについては、なるべくシンプルに作成し、生徒のイメージを膨らませ、多様な意見を引き出せるようにした。

作成したワークシート（4枚）

**三角関数 6** ワークシート 1

2年 組 氏名

問1 次の三角関数の最大値・最小値を考えてみよう。

(1)  $y=\sin x$  最大値：\_\_\_\_\_ 最小値：\_\_\_\_\_

(2)  $y=\cos x$  最大値：\_\_\_\_\_ 最小値：\_\_\_\_\_

(3)  $y=\sin x + \cos x$  最大値：\_\_\_\_\_ 最小値：\_\_\_\_\_

◇グラフを考えてみよう。

$y=\sin x$  と  $y=\cos x$  のグラフから、 $y=\sin x + \cos x$  のグラフがどうなるか考えてみよう。

グラフから分かる最大値、最小値  
最大値：\_\_\_\_\_ 最小値：\_\_\_\_\_

◇グラフから  $y=\sin x + \cos x$  は、どんな式に変形することができるだろうか。グラフから分かること

$y=\sin x + \cos x$  は？

$y=\sin x + \cos x$  のグラフを考察し、そこから、式の変形を予測する場面でのワークシート

**三角関数 6** ワークシート 2

2年 組 氏名

◇ $\sin x + \cos x =$  \_\_\_\_\_ を証明してみよう。

問2  $y=\sin x + \sqrt{3} \cos x$  のグラフから最大値、最小値を考えてみよう。

$y=\sin x$  と  $y=\sqrt{3} \cos x$  のグラフから、 $y=\sin x + \sqrt{3} \cos x$  のグラフがどうなるかを考えてみよう。

グラフから分かる最大値、最小値  
最大値：\_\_\_\_\_ 最小値：\_\_\_\_\_

◇グラフから  $y=\sin x + \sqrt{3} \cos x$  は、どんな式に変形することができるだろうか。グラフから分かること

$y=\sin x + \sqrt{3} \cos x$  は？

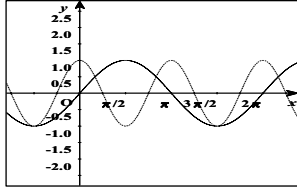
変形した式の代数的な証明と、 $y=\sin x + \sqrt{3} \cos x$  のグラフを考察し、そこから、式の変形を予測する場面のワークシート

三角関数 6 ワークシート 3

2年 組 氏名

関数  $y = a\sin x + b\cos x$  について分かったこと！

問 3 (1)  $y = \sin x + \cos 2x$  は  $y = \sin x + \cos x$  と同じように変形することができるか。



- (2)  $y = \sin 3x + \cos 2x$  は？
- (3)  $y = \sin 3x + \cos 3x$  は？
- (4)  $y = \sin 6x + \cos 6x$  は？

以上のことから分かること

三角関数 6 ワークシート 4

2年 組 氏名

◇  $y = \sin(cx) + \cos(dx)$  について、考えてみよう。

・  $c=0$  または  $d=0$  のとき  
 $y = \sin 0x + \cos x =$   
 $y = \sin x + \cos 0x =$   
 $y = \sin 0x + \cos 0x =$

・  $c=1$  または  $d=-1$  のとき  $y = \sin x + \cos(-x) =$   
 ・  $c=-1$  または  $d=1$  のとき  $y = \sin(-x) + \cos x =$

これらのことから

$y = \sin(cx) + \cos(dx)$  は、 $c, d$  の値によって容易に区別することはできないが、

【まとめ】

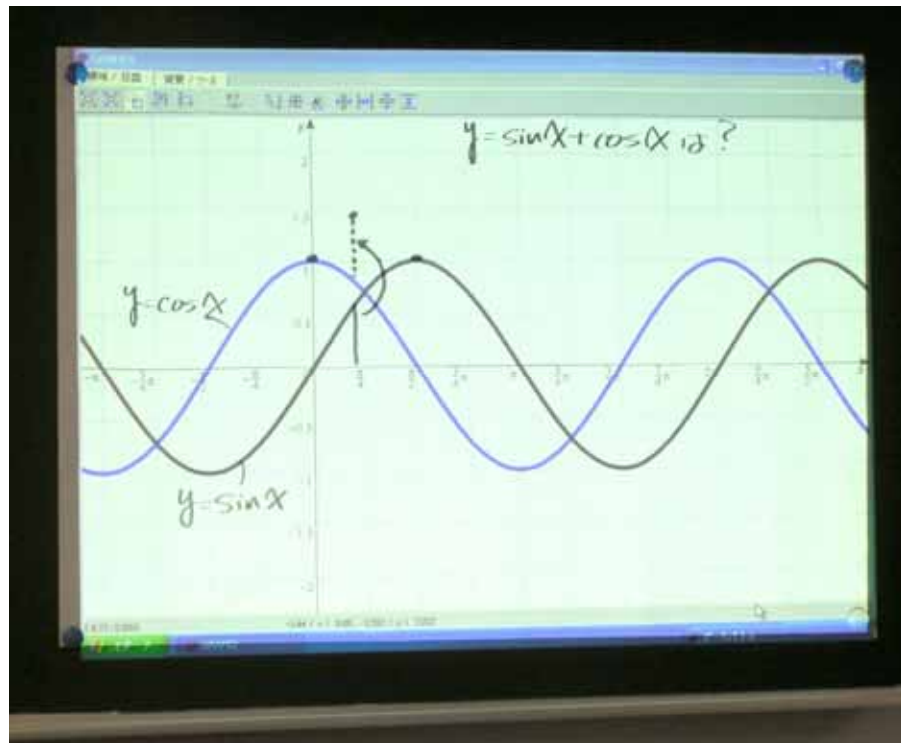
$y = \sin x + \cos x, y = \sin x + \sqrt{3} \cos x$  のように、関数  $y = a\sin(cx) + b\cos(dx)$  は、

ワークシート 1、2 で分かったことをまとめ、さらに、どのようなときに変形することができるかを考察する場面のワークシート

まとめの場面のワークシート

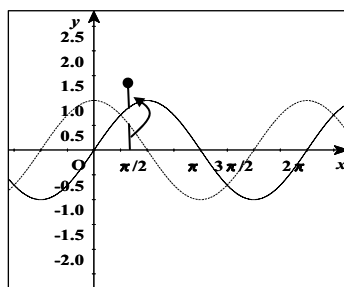
コンピュータの活用

模造紙をスクリーン代わりに用いて、そこにプロジェクタでグラフを映し出した。模造紙は、点を書き入れたり、線分を書き入れたりすることができ、関数の和のグラフを考える際に大変有効であった。グラフを表示させたソフトウェアは GRAPES である。



②授業展開

指導内容	学習活動（課題、発問、活動等）	指導上の留意点
<p>・ 課題の提示</p> <p>・ <math>y = \sin x + \cos x</math> のグラフの考察</p>	<p>○ いろいろな三角関数の最大値、最小値</p> <p>問1 次の三角関数の最大値、最小値を考えてみよう。</p> <p>(1) <math>y = \sin x</math>    最大値：_____    最小値：_____</p> <p>(2) <math>y = \cos x</math>    最大値：_____    最小値：_____</p> <p>(3) <math>y = \sin x + \cos x</math></p> <p style="text-align: center;">最大値：_____    最小値：_____</p> <hr/> <p><math>y = \sin x + \cos x</math> の最大値、最小値はどうなるか予想してみよう。</p> <p>(予想される生徒の反応)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 最大値 2、最小値 - 2</li> </ul> <hr/> <p>どうすれば、<math>y = \sin x + \cos x</math> の最大値、最小値を求めることができるだろう。</p> <p>(予想される生徒の反応)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ グラフをかく。</li> <li>・ 値を調べる。</li> </ul> <p>○ <math>y = \sin x + \cos x</math> のグラフの考察</p> <p><math>y = \sin x</math>、<math>y = \cos x</math> のグラフから <math>y = \sin x + \cos x</math> のグラフをかいてみよう。どうすれば、<math>y = \sin x + \cos x</math> のグラフをかくことができるだろう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2つの関数の和で表された関数の値は、1つの <math>x</math> の値に対応する <math>\sin x</math>、<math>\cos x</math> の値を加えたものだから、グラフも <math>x</math> 軸からの長さを加えればよいことを確認する（コンピュータによる提示）。</li> <li>・ 同じようにして、長さを取って、いくつかの点をプロットし、<math>y = \sin x + \cos x</math> のグラフを完成させる。（作業）</li> <li>・ 完成したグラフから最大値、最小値を求める。（コンピュータによる提示）</li> </ul> <hr/> <p><math>y = \sin x + \cos x</math> のグラフの特徴を読み取り、ワークシートに気付いたことを書いて、発表してみよう。</p> <p>(予想される生徒の反応)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <math>y = \sin x</math> や <math>y = \cos x</math> のグラフと同じように周期のある関数のグラフ</li> <li>・ <math>y = \sin x</math> のグラフを <math>y</math> 軸方向に拡大し、<math>x</math> 軸方向に平行移動したグラフ</li> <li>・ <math>y = \cos x</math> のグラフを <math>y</math> 軸方向に拡大し、<math>x</math> 軸方向に平行移動したグラフ</li> </ul>	<p>・ <math>y = \sin x</math>、<math>y = \cos x</math> の値域について確認する。</p> <p>・ <math>\sin x = 1</math>、<math>\cos x = 1</math> になるときの <math>x</math> の値を確認する。</p> <p>・ コンピュータでグラフを提示しながら生徒から意見を引き出す。</p> <p>・ <math>y</math> の値がマイナスのときに注意させる。<math>\frac{\pi}{6}</math>、<math>\frac{\pi}{4}</math>、<math>\frac{\pi}{3}</math> などの特別な角については、具体的に値を求めさせる。</p>



指導内容	学習活動（課題、発問、活動等）	指導上の留意点
<p>・ <math>\sin x + \cos x</math> の変形</p>	<p>○ <math>\sin x + \cos x</math> の式の変形の予測と確認</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <math>y = \sin x + \cos x</math> のグラフの特徴から、<math>\sin x + \cos x</math> はどのように変形できるか考えてみよう。 </div> <p>(予想される生徒の反応)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <math>\sin x + \cos x = \sqrt{3} \sin(x + \frac{\pi}{4})</math></li> <li>・ <math>\sin x + \cos x = \sqrt{3} \cos(x - \frac{\pi}{4})</math></li> <li>・ <math>\sin x + \cos x = \sqrt{3} \sin(x + \frac{\pi}{4})</math>、<math>\sin x + \cos x = \sqrt{3} \cos(x - \frac{\pi}{4})</math> がそれぞれ計算の上でも成り立つかどうか確認する。</li> </ul>	<p>・どちらも正しいことを確認する。</p> <p>・コンピュータで実際に両方の式を入力し、一致することを確認する。</p>
<p>・ <math>y = \sin x + \sqrt{3} \cos x</math> のグラフの考察</p>	<p>○ <math>y = \sin x + \sqrt{3} \cos x</math> のグラフの考察</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">       問2 <math>y = \sin x + \sqrt{3} \cos x</math> のグラフから最大値、最小値を調べてみよう。     </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <math>y = \sin x + \cos x</math> のときと同じようにしてグラフを作成し、最大値、最小値を求め、そのグラフから <math>\sin x + \sqrt{3} \cos x</math> がどのような式に変形できるか考えてみよう。     </div>	<p>・今までの学習を振り返り、同じように考えながら各自で取り組ませる。</p>
<p>・ <math>y = a \sin x + b \cos x</math> の確認</p>	<p>○ 関数 <math>y = a \sin x + b \cos x</math> について分かったこと。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">       問1、問2から分かったことをワークシートに書いて、発表してください。     </div> <p>(予想される生徒の反応)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <math>\sin x</math> と <math>\cos x</math> の和の関数は、<math>\sin x</math>、<math>\cos x</math> のいずれか1つで表現することができる。</li> <li>・ <math>\sin x</math> と <math>\cos x</math> の和の関数は、<math>\sin x</math> (<math>\cos x</math>) を <math>y</math> 軸方向に拡大し、<math>x</math> 軸方向に平行移動したグラフになる。</li> </ul>	<p>・2つの学習内容を確認し、生徒自身の言葉で分かったことを書かせる。多くの生徒の意見を発表させる。</p>
<p>・ <math>\sin(cx) + \cos(dx)</math> の変形の吟味</p>	<p>○ <math>\sin(cx) + \cos(dx)</math> の吟味</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">       どんな場合でも同じように、<math>\sin x</math>、<math>\cos x</math> のいずれか1つで表現することができるだろうか。     </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">       問3 (1) <math>y = \sin x + \cos 2x</math> は <math>y = \sin x + \cos x</math> と同じように変形することができるだろうか。        (2) <math>y = \sin 3x + \cos 2x</math> は？        (3) <math>y = \sin 3x + \cos 3x</math> は？        (4) <math>y = \sin 6x + \cos 6x</math> は？     </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ (1)は、グラフを作成し、そのグラフの特徴を読み取り、式が変形できるかどうか確認する。</li> </ul>	<p>・ <math>y = \sin x + \cos 2x</math> については、2倍角の公式を用いて <math>\sin x</math> の2次関数になることを確認させる。</p> <p>・ (1)から(4)までのグラフをコンピュータで提示し、確認する。</p>

指導内容	学習活動（課題、発問、活動等）	指導上の留意点
<p>・本時のまとめ</p>	<div data-bbox="539 264 1187 772" data-label="Figure"> </div> <p>・ <math>\sin x</math>、<math>\cos 2x</math>、<math>\sin 3x</math>、<math>\cos 3x</math>、<math>\sin 6x</math>、<math>\cos 6x</math> の周期、値域を確認する。</p> <div data-bbox="451 909 1203 1014" data-label="Text" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>問 1、問 2 と問 3 を比較して分かることをワークシートに書いて、発表してみよう。</p> </div> <p>(予想される生徒の反応)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <math>x</math> の係数が等しい場合は、変形することができる。</li> <li>・ <math>x</math> の係数が等しい場合は、それぞれの関数と等しい周期の関数として変形することができる。</li> <li>・ <math>x</math> の係数が異なる場合は、不思議な形で、正弦曲線にならないが周期的に変化はする。</li> </ul> <p>○ <math>\sin(cx) + \cos(dx)</math> の <math>c</math>、<math>d</math> が特別な場合の吟味</p> <div data-bbox="451 1397 1203 1503" data-label="Text" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><math>x</math> の係数が異なる場合は、本当にできないかな。いろいろと確認をしてみよう。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <math>c=0</math> または <math>d=0</math> のとき、<math>c=1</math> または <math>d=-1</math> のとき、<math>c=-1</math> または <math>d=1</math> のときについて確認する。</li> </ul> <p>○ まとめ</p> <p><math>y = \sin x + \cos x</math>、<math>y = \sin x + \sqrt{3} \cos x</math> のように、関数 <math>y = a \sin(cx) + b \cos(dx)</math> は、周期が等しい正弦、余弦の和であれば、「1つの正弦、または、余弦」で表現することができる。このことを、三角関数の合成と呼ぶ。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ (1)、(2)については、正弦曲線になっていないことをコンピュータを用いて確認する。</li> <li>・ 周期によって、変形できたり、できなかつたりすることに気付かせる。</li> <li>・ 生徒自身の言葉で分かったことを書かせる。また、発表の際には、どこからそれが分かったかを確認する。</li> </ul>



### 3 指導の結果と成果

#### (1) 生徒へのアンケート調査結果

単元終了後に生徒にアンケートを実施し、実践の状況を確認した。

○コンピュータを利用した授業はどうでしたか。

回 答	割 合	主 な 理 由
良かった	62.2%	・どのように変化するか改めてよく分かった。 ・再確認ができた。
まあまあ良かった	31.1%	・イメージができた。
あまり良くなかった	6.7%	・見ている時間が長いと眠くなる。
良くなかった	0.0%	

○コンピュータを利用したことによって、その後の理解度は高まりましたか。

回 答	割 合	主 な 理 由
高まった	35.6%	・結果をイメージしながら学べたのがよかった。 ・公式が問題を解くだけのものではないことが分かった。
まあまあ高まった	38.9%	・視覚的な確認ができた。
あまり高まらなかった	23.3%	・板書の説明で理解できたので、なくてもよい。
高まらなかった	2.2%	・結局、問題を解くときには公式だけを使う。

○今後、どのような授業を望みますか。(複数回答可)

回 答	回 答 数
これまでのような板書中心の授業	72
パソコンなどを使い視覚的な確認ができる授業	67
作業などを通した体験的な活動を取り入れた授業	32

授業を実施した第2学年90名の生徒の回答

アンケート結果を見ると、コンピュータを利用した授業を肯定的に捉えていた生徒が多かった。従来、板書中心の授業であったため、生徒には新鮮に感じる部分も多くあったと思われる。しかし、

「視覚的に確認できたので、三角関数のイメージがなんとなく頭の中に残った。」

「公式がたくさん出てきたが、公式にはそれぞれ意味があることが分かった。」

「2つのグラフを比較したり、足し合わされたりする様子がイメージできた。」

といった感想を見ると、三角関数の単元でコンピュータを利用し、イメージをもたせながら授業を進めたことは効果的であった。授業の中では、前時で見たコンピュータの映像を言葉で表現させたり、学習のつながりのある場面ではその映像を思い出させ、共通点、相違点を考えさせたりしながら授業を進めたので、単元の中でつながりのある知識になったと思われる。

また、「今後どのような授業を望みますか」という問いに対して、生徒は、「これまでのような板書中心の授業」を望んでいる一方で、「パソコンなどを使い視覚的な確認ができる授業」も同様に望んでいることが分かる。さらに、「作業などを通した体験的な活動を取り入れた授業」と回答した生徒が少ないことは、それがどのような授業なのか分からないことに原因があると思われる。今回の取組の中でも、例えば「 $y = \sin x + \cos x$  のグラフを完成させる」場面のように、何度か作業的な学習を取り入れたが、生徒はそれを実感することができなかつたのかもしれない。

## (2) 実践を通して

今回の取組を通して、今後さらに推進しなければならないことが2つある。

1つは、コンピュータなどの情報機器を積極的に活用することである。生徒の理解を助けるために、概念を視覚的に理解できるようにすることは重要なことである。特に、動きが伴う場合は有効である。今回取り組んだ三角関数の単元は、その有効な場面の1つであった。グラフ、公式の意味を確認していく際には、コンピュータは大いにその役割を果たした。コンピュータを活用した授業では、単に映像・画面を見せるだけでなく、コンピュータによって得たイメージを活用させる場面を設定することが大切である。そのことで、学習内容の理解を深めることができ、さらに学習意欲を向上させることができる。したがって、コンピュータを活用した授業を実践するためには、各授業のつながりを見直すこと、生徒に見せる映像・画面を検討することなど、単元全体の指導計画を十分練り直す必要がある。コンピュータを活用する際には、インターネット上に使い勝手のよいフリーソフトウェアが数多く存在するので、それらを利用することが得策である。また、今回の取組では、模造紙をスクリーン代わりにすることで、映し出されたグラフの中に生徒が考えたことを直接書き込むことができた。このことによって、従来の黒板の授業以上の効果を得ることができた。生徒にとって有効な様々な情報機器の活用方法を今後とも研究していくことが必要である。

もう1つは、授業の中に生徒の主体的活動を取り入れることである。従来、「授業時間が足りない」という理由で、一般に教師中心の授業が行われてきた傾向がある。一方で、生徒の家庭学習が不足し、基礎学力がなかなか定着しないという問題もある。この現状を断ち切るためには、やはり、授業の改善が大切である。そして、その改善の1つの視点は、「生徒の主体的活動」である。授業の中で、教師が一方的に知識を与えるのではなく、事象を観察させ、比較させ、そこで気付いたことを生徒自身の言葉で語らせることで、生徒の思考は活発になる。問題の解法だけに頭を悩ませるのでは、数学のおもしろさを感じ取らせることに限界がある。今回の取組では、グラフを見て気付いたこと、いくつかのグラフを比較して気付いたことなどを生徒の言葉で語らせた。授業の中では、生徒の表現力の未熟さが感じられる場面が何度かあったが、繰り返し発表させることで、徐々に表現力が向上してきた。そして、表現したことが、問題演習の場面で、問題の状況を把握するときや解法の試行錯誤のときに大いに役立っていた。従来、「どの公式を使うのか」ということにとらわれていた生徒たちから、「さっきの問題とはここが違う」とか「このことと同じことだ」といった気付きの声が多く聞こえてくるようになった。これらの声は、学習内容の理解とともに、数学の学習に対する興味・関心の高まりを示していると考えられる。問題に取り組む生徒の前向きな姿は、数学の授業の改善の成果を表すものである。今後も授業の中に生徒の主体的活動を取り入れ、生徒の学力の向上を図っていく必要がある。