生徒の主体的活動を重視した授業実践

ーグラフ関数電卓を活用した授業実践ー

千葉県立 〇〇〇〇 高等学校 〇〇 〇〇 (数学)

1 はじめに

平成 17 年2月より約3年に及ぶ審議を経てまとめられた中央教育審議会答申を踏まえ, 平成 21 年3月9日,新しい高等学校学習指導要領が公示された。この新高等学校学習指導 要領は,平成 25 年度入学生から年次進行で実施するが,総則や特別活動等は平成 22 年度 から,数学と理科は平成 24 年度の入学生から先行実施することとされている。その中で高 等学校数学科の目標は「数学的活動を通して,数学における基本的な概念や原理・法則の 体系的な理解を深め,事象を数学的に考察し表現する能力を高め,創造性の基礎を培うと ともに,数学のよさを認識し,それらを積極的に活用して数学的論拠に基づいて判断する 態度を育てる。」となっており,数学的活動や,内容の系統性,表現するための言語能力 を重視している。そこで生徒の主体的な活動を生かした作業的活動を行うことにより,生 徒の学ぶ意欲を高めながら,原理・法則の理解を深め,そして発展的課題へ取り組むこと で,根拠を明らかにし筋道を立てて体系的に考えることや,言葉や数,式,図,表,グラ フなどの相互関連を理解し,それらを適切に用いて問題を解決したりする能力の伸長を目 指した授業を実施しようと考えた。

本校は 90%以上が大学への進学を希望しており,授業も効率の良い,教師の一方的な講 義形式のものがほとんどである。限られた時間内に一定の内容を終わらせるためには,教 員主導型の授業になってしまうのだが,多少,時間がかかっても,生徒に印象強く残る授

業ができないだろうかと日々考えていた。とある先生から グラフ関数電卓(図1)というものがあるということを聞 き,これを授業に活用してみたら生徒の興味を引くおもし ろい授業ができるのではないかと考えた。グラフ関数電卓 は,従来の関数電卓では考えられなかった動的なグラフ描 画や数式処理,図形作図機能を持っており,数学の概念や 原理・法則を視覚的に理解することが可能であり,生徒の 数学への興味・関心を高めることができる。また,煩雑な 計算をグラフ関数電卓で処理することにより,数学的な見 方や考え方のよさ,数学の概念や原理・法則のよさ,数学 的な表現や処理の仕方のよさを認識させることができる。 そこでグラフ関数電卓を用いた授業実践をいくつか行って みた。





2 授業実践例1 (数学C 2章 式と曲線 2節 媒介変数表示と極座標)

(1) グラフ関数電卓の基本操作練習

関数 $y = -2x^2 + 3x + 1$ のグラフをかけ。



グラフ関数電卓配付の様子1



グラフ関数電卓配付の様子2

図2 関数入力画面

: Y=

Graph Func

○で電源を入れる。p でMAIN MENU画面が 表示されるので、 ○○ でカーソルをGRAPHへ移動して、1
で決定(図2)。-2f^2 +3f+1 ○○
入力し(図3)、1で決定。

※使用したグラフ関数電卓は、コンピュータのENTERキ ーが1 ボタンで、ESCキーがd ボタンにあたる。ミス

があって、もとに戻したい場合は d,また文字を消したい 場合は P で対処するよう指示する。

関数の入力が全員完了したことが確認できたら, u (D RAW)でグラフを描くよう指示する(図4)。 2次関数の グラフが画面に現れ,生徒から「すごい!」という感嘆の声が 上がる。そして留学でアメリカから帰ってきた生徒が,「俺, これ持っているよ。向こうでは,授業はもちろん,テストにも 持ち込めるんだよ」と得意そうに話していた。このグラフ関数 電卓で,お世話になったカシオ計算機株式会社の方からも,「海 外でのシェアはあるんですが,日本でのシェアはまだまだなん です。海外はテストにこの電卓を持ち込めるのですが,日本で は・・・・」という話を伺っていた。コンピュータ室でこういった Y4: [—] Y5: [—] Y F Xt Yt X

SEL DEL TWO STYL MIND DRAW

図3 関数入力完了画面

Graph Func :Y= Y1=-2X²+3X+1





グラフ描写をさせることはもちろん可能であるが、手軽に、そして普通教室でこういった視覚 的な授業を行うことができることは、大きなメリットであると考える。

数-2-2

カシオ計算機株式会社の方へグラフ関数電卓の販売状況を質問したところ,以下のような回 答を頂いた。

①世界的なグラフ関数電卓マーケットは約400万台。

②海外:国内比率は、ほぼ100%海外。(グラフ関数電卓のみ)

③日本におけるグラフ関数の現状だが、東京学芸大学附属国際中等教育学校が「fx-9 860GII-N」を毎年、新入生の130名に全員購入させている。こういった学校があ る一方、学校備品として40台 or 20台 購入する学校はまだ少ない。

(2) 実践問題の解

放物線 $y = x^2 + 2tx - 2t$ の頂点 Pは, tの値が変化するとき,どのような曲線上を動くか。

ア 関数の入力

グラフの画面から d を押して, 関数入力画面に戻り, 「カーソルを先ほどの式に持って 行く。 P を押し, q でY e s を選択して, 関数を消去する。p で, MAIN MENU画面 に戻り, でガ ソルをDYNAに移し, 1 で決定。関数入力画面になる(図5)。 f^2 +2a ff-2a → 入力し(図6)1で決定。 r (VAR)を押し, w (SET)を押して, パラ メータ入力画面にする(図7)。



Dynamic Func:Y= Y1=0 Y2: Y3: Y4: Y5: Y6: Y F Xt Yt



図7 パラメータ入力画



イ パラメータ及び座標軸変更の設定

Startの値を -5 と入力し,1で決定。End の値は5と入力して,1。Stepの値は0.5 と入力して,1で決定する。もう一度1を押すと先ほどの SET画面(図8)に戻り,u(DYNA)で放物線が動く 様子を見ることができる。グラフが大きすぎるので,Oで グラフの動きを止め,dでSET画面に戻り,Leで V-Window画面(図9)にして,Xminを-20 と入力して1,Xmaxを20と入力して1を押し, *x*軸のサイズを変える。そして ◎ でYminにカーソルを 移動させ,-20と入力して1を押し,Ymaxを 20と入力して1を押し,y軸のサイズを変える。





図9 V-Window画面

View	Window
Xmin	:-6.3
max	:6.3
scal	e: <u>1</u>
_dot	:0 <u>.</u> 1
Ymin	-3,1
<u>_max_</u>	<u>:3.1</u>
INIT THE	IGSTD Shop <u>Ro</u>ta

ウ 放物線の移動

再び1を押して、SET画面にしてu(DYNA)で放物線の動く様子を見ると、頂点の軌跡を認識しやすくなっている(図10-1~20)。



エ生徒の様子

グラフを見た直後,生徒に「放物線の頂点はどんな図形を描いているか?」と問いかけたと ころ,「上に凸の放物線です」と期待通りの答えが返ってきた。「それでは,本当に上に凸の 放物線になるのか確かめてみよう」と黒板に方程式をかき,計算してみせる。

 $y = x^2 + 2tx - 2t$ だが、生徒を指名して、頂点が認識できるよう、変形させる。

 $y = (x+t)^2 - t^2 - 2t$ と変形できたら,頂点の座標を別の生徒に答えさせる。

「頂点のx座標が-t, y座標が $-t^2 - 2t$ 」と答えが返ってきたら,

 $\begin{cases} x = -t \\ y = -t^2 - 2t \end{cases}$ と黒板にかき、「この2式より*t*を消去すれば、頂点の軌跡が得られるよね」

と言い、さらに別の生徒を指名してtを消去させる。

tを消去した式が $y = -x^2 + 2x$ であることは、容易にわかる。

ノートに正解がかけたら、もう一度、グラフを動かしてみるよう指示する。

「本当だ!」という声が,至るところから上がった。また「この軌跡のy切片は?」との問いに,「0」という答え,そして「原点を通っているよ!」と納得した様子である。普段の授業では,答えが出れば終了という感じで通過してしまい,問題の本質的な意味を考えることはあまりない。効率を考えるとそうなってしまうのは仕方のないことなのだが,グラフが動くのを目の当たりにした今回の授業では,ほぼ全員の生徒が納得して,軌跡の方程式を求めることができた。

(3) 実践結果

アンケートを実施した結果は次の通りである。(有効回答数 31 名)

質問1 今日の授業内容は理解できましたか

図 11



質問3 グラフ関数電卓をまた使ってみたい ですか

質問2 グラフ関数電卓をうまく使えましたか

図 12 まあまあ使 あまり使い 完璧に使い 全く使えな こなせな いこなした, こなした,9 かった,2 16 かった,4 0% 20% 40% 60% 80% 100%

図 13



移動する放物線のさらに頂点の軌跡ということで、なかなか理解しにくい問題であるが、 実際に放物線の動く様子を見ることができたことからか、大多数が納得した(図 11)。全 員に1台ずつ渡すだけの台数がなかったため、一人に1台ではなく、二人に1台渡したこ とで、二人で意見を交換しながら活動できたことで初めてのグラフ関数電卓もうまく使い こなせたのではないかと考える(図 12)。電卓を使いこなしたことと連動するが、大部分 の生徒がまた使ってみたいと感じていた(図 13)。また二人で意見交換することでコミュ ニケーション能力の伸長も図れたのではないかと思う。一方「理解できなかった」、「全 く使えなかった」と答えた生徒が少数いたが(図 11・12),二人に1台のところ片方の生 徒がずっと操作し続けたため、もう一方の生徒は、うまく授業に参加できなくなったので はないかと思われる。グルーピングを工夫したり、机間巡視をしっかり行うことが必要で ある。

以下、このグラフ関数電卓を使用した授業実践をいくつか紹介したい。

(数学Ⅱ 5章 微分と積分 2節 導関数の応用) 3 授業実践例2

(1) グラフ関数電卓の基本操作練習





ボタンをカラーコピーしたボードを使用

画面(図14)を出す。他の講座で使用したデータが残っているの で、データをリセットさせる。 でアイコンをSYSTEMにも っていき、1 ボタンで決定。 SystemManager 画面(図15)で、 RESETyを押し、RESET画面(図16)でMAINw、選 択画面(図17)でYesqを押し、しばらく待つと、リセット完了 画面(図18)が表示されるので EXITdを押し、pで MAINMENU(図14)に戻す。MEINMENU画面に戻ったら でアイコンをGRAPHにあわせ1ボタンで決定。関数入力画 面になるので、f^2 -3 と入力し(図19)、 1ボタンで決定。u(DROW)でグラフが現れる(図20)。「でき た」という声が、あちこちから聞こえてきた。



図 16 RESET画面 ***** RESET ***** F1:Setup Data F2:Main Memories F3:Add-In F4:Storage Memories F5:Add-In&Storage F5:Add-In



(2) 実践問題の解

3次方程式 $x^3 - 3x - a = 0$ の異なる実数解の個数は、定数aの値によってどのように変わるか。

3次方程式 $x^3 - 3x - a = 0$ を $x^3 - 3x = a$ と変形し,

3次関数 $y = x^3 - 3x$ のグラフと 直線 y = a との共有点を調べ, 3次方程式 $x^3 - 3x - a = 0$ の解の個数を答える問題なのだが, もちろん定数aの値によってグラフの共 有点の個数, すなわち方程式の解の個数が変化する。3次関数 $y = x^3 - 3x$ のグラフと直線y = aとの共有点をグラフ関数電卓を使って視覚的に確認してみた。

ア 関数の消去,入力

d でグラフ画面から関数入力画面に戻し, p でアイコン画面 にして **()** でアイコンをDYNAに合わせ1で決定。先ほどの2 次関数の式 $y = x^2 - 3x + 2$ が表示されているので, P を押し, 式を 消す。Y e s, N o と聞いてくるので **(図 21)** Y e s q を押すと2 次関数の式は消える。次に f^3 -3f と入力し1を 押すと $y = x^3 - 3x$ が入力される。

イ パラメータ及び座標軸変更の設定

「 でY2にカーソルを移動しaflを押してy = aを入力。 r (VAR) そしてw(SET)でパラメータ入力画面(図22) となるので,そこでaの範囲を設定する。-41410.5





1で(図23)下限を-4,上限を4,そして0.5刻みで増加 ・減少と設定。

ウ 直線の移動

1そしてu (DYNA) を押すと,直線 y = a の動く様子を 見ることができる。グラフの上端・下端が一部切れているので, 0 でグラフの動きを止め,dでSET画面に戻り,L e で V-Window画面 (図24) にして,Xminを-9と 入力して1,Xmaxを9と入力して1を押し, x軸のサ イズを変える。そして でYminにカーソルを移動させ, -6と入力して1を,Ymaxを6と入力して1を押し, y軸のサイズを変える。再び1を押して,SET画面にしてu (DYNA) で放物線の動く様子を見ると,3次関数 $y = x^3 - 3x$

(DYNA) で放物線の動く様子を見ると、3次菌数 y=x -3x のグラフと、直線 y=a との共有点の推移が認識できる(図 25-1~ 13)。



x軸, y軸に目盛りがあり,かつパラメータにあたるAの値が表示されていることで,A= -2,2でそれぞれ極小,極大に直線が接して共有点が2個であることがはっきり分かる。こ の問題のポイントは,『変形した方程式が,3次関数のグラフとx軸に平行な直線との共有点 を求める式として見ることができるか』であるが,グラフの動く様子を見ることにより印象深 く生徒の記憶に残ったはずである。

(3) 実践結果

前回の実践でグラフ関数電卓をうまく操作できなかった生徒が数名いた。その反省を生かして、ボタンをカラーコピーしたボードを用意した。今回もグラフ関数電卓を初めて使用する講座であったが、ほとんどの生徒はスムーズに操作しており、うまく操作できなかった生徒の数も若干減ってきている(図27)。理解できなかった生徒だが、理解は計算機の操作と連動してお

図 23 Too Many Functions Dynamic Setting A Start:-4 End :4 Step :0.5

図24 V-Window画面







り,操作がうまくできれば,理解できるようになると考える(図 26)。同じく計算機の操作と連動しているが,大部分の生徒がまた電卓を使ってみたいと考えている(図 28)。

アンケートを実施した結果は次の通りである。(有効回答数 37 名)

質問1 今日の授業内容は理解できましたか

図 26

質問2 グラフ関数電卓をうまく使えましたか

質問3 グラフ関数電卓をまた使ってみたい ですか



図 28



4 授業実践例3 (数学Ⅱ 2章 図形と方程式 3節 軌跡と領域)

(1) グラフ関数電卓の基本操作練習

次の連立不等式の表す領域を図示せよ。 $\begin{cases}
x + 2y - 2 \leq 0 \cdots 1 \\
x - y + 1 \geq 0 \cdots 2 \\
y \geq 0 \cdots 3
\end{cases}$

0 で電源を入れ、p でMA I NMENU画面(図 14)を 出す。他の講座で使用したデータが残っているので、データをリセ ットさせる(P5~P6参照)。ME I NMENU画面に戻ったら、 でアイコンをGRAPHにあわせ1ボタンで決定。関数入力画面

になるので、①を変形した $y \leq -\frac{1}{2}x + 1$ を入力。 (TYPE)

u($\blacktriangleright r(y \leq) -z1$ 2 f+11で入力完了。

次に②を変形した $y \leq x+1$ を入力。f+11 で入力完了。

で入力完了(図29)。u(DRAW)で連立不等式①②③の表す領域

が現れる(図 30)。この講座も、初めてグラフ関数電卓を使用したのだが前回同様、ボタンをカ ラーコピーしたボードを用意したため、ほとんどの生徒は、スムーズに操作していた。また二 人に1台で行ったため、適宜相談しながら操作することになり、一人で悩むという状況は起こ らなかった。

カラーボードを使っての授業風景



図 30



よく理解で きた,10 23 がった,3 23 0% 20% 40% 60% 80% 100%

(2)実践問題の解

連立不等式	$x+2y \leq 4$,	$x-y \leq 1$,	$x \geqq 0$,	$y \ge 0$
の表す領域Dを図示し,	点 (<i>x</i> , <i>y</i>) がこの領	頁域を動くとき,	2x + yの最大値と	最小値を求めよ。

この問題は、領域内に属する無数の点のなかから、『x 座標を 2 倍した数と y 座標との和』 が最大そして最小となる点を求めるのだが、直線2x + y = k(変形するとy = -2x + k)上の点 はすべて『x 座標を 2 倍した数と y 座標との和が k』になることを利用する。

ア 領域Dの図示

図 31 領域 D





r ($y \leq$) -z1 2f+ 2fで入力完了。次に $x - y \leq 1$ を変形した $y \geq x - 1$ を 入力。e (TYPE) u (▶e ($y \geq$) f-11 で入力完了。 $x \geq 0$ を入力。 e (TYPE) u ()▶ () ♠ $x \geq$)01 で入力完了。最後に $y \geq 0$ を入力。 e (TYPE) u (▶e ($y \geq$) 01 で入力完了。u (DRAW) で領域Dが現 れる (図 31) 。

イ 答えの予想

ここで、この領域内でx座標、y座標がともに整数値となる点を生徒に答えさせる。x軸、y軸に目盛りがあり、すぐに(1,1)という声があがる。「境界線は含む、それとも含まない?」とたずねると、「含む」と答えが返ってくる。すると(0,0)、(0,1)、(0,2)、

(1,0)の4点及び,直線 $y = -\frac{1}{2}x + 2$ と y = x - 1 との交点(2,1)が挙がった。 (0,0),(0,1),(0,2),(1,0),(1,1),(2,1)の6点を板書し

て,それぞれの点における2x+yの値を計算してみる。

(0, 0) $\mathcal{O} \geq 2x + y = 0$, (0, 1) $\mathcal{O} \geq 2x + y = 1$, (0, 2) $\mathcal{O} \geq 2x + y = 2$, (1, 0) $\mathcal{O} \geq 2x + y = 2$, (1, 1) $\mathcal{O} \geq 2x + y = 3$, (2, 1) $\mathcal{O} \geq 2x + y = 5$

ウ最大値、最小値の確認

2x + yの値が一番小さいのは点(0,0) で0になる。一番大きいのは点(2,1) で5に なる。一目瞭然である。「でも領域Dの中にはこのほか無数に点が存在しているよね」と問い かけると、生徒はうなずく。「最小値が0,最大値が5と言い切って本当に大丈夫?」と問い かけると生徒の表情も自信がなさそうになる。そこで「最大値が5になるかどうか確かめる方 法がある」と言い,説明を続ける。2x + y = 5 は y = -2x + 5と変形できる。これは傾き -2, y切片5の直線の方程式なのだが、この直線上の点はすべてx座標とy座標が2x + y = 5という関係になっている。すなわち直線 y = -2x + 5上の点はすべて『x座標を2倍した数とy 座標との和が5』ということである。 図 32

エ 領域 Dと直線の表示

そこで先ほど領域Dを表示した画面に直線 y = -2x + 5を重ねて表示



してみる。de(TYPE)q(y=)-2f+51u(DRAW)で領域Dに直線y=-2x+5が重 ねて表示される(図 32)。この直線上の点はすべて『x座標を2倍した数とy座標との和が5』 ということを繰り返す。この直線と領域Dが重なっている点があり、それが(2, 1)である ことも確認できる。

オ y切片の変化

次に d で関数入力画面に戻り, 直線の y 切片を6 にかえて 1 そして再び u (DRAW) (図 33)。この直線 y = -2x + 6上の点はすべて『x座標を2 倍した数と y 座標との和が6』ということを再度確認。この直線と領域D が重なっている点はないことも容易に認識できる。すなわち2x + y = 6と なる点は領域D内には存在しないことが示されたことになる。



ここでy切片を7にかえた直線y = -2x + 7と領域Dとの共有点はあるかどうか質問してみる。「ない」という答えが返ってきたので、続けてじゃあ領域D内に2x + y = 7となる点は存在するかと、質問してみる。「そっか、ないよ」という声があちらこちらであがる。

ここでdで関数入力画面に戻り,直線のy切片を4にかえて1 そして再びu (DRAW) (図 34)。 この直線y = -2x + 4上の点はすべて『x座標を2倍した数とy座標との 和が4』ということを再度確認。そして2x + y = 4となる点は領域D内に あるか質問してみる。すると「ある」と答えるので、「何個ある?」と聞いてみ ると困った顔をするので、「答えられないよね。なぜなら無数にあるから」





カ領域Dの表示設定

ここで 2x + y = k とおき,領域Dと直線 y = -2x + k の関係が k の値を変化させ るとどうなるか視覚的に確認してみる。(注:kは電卓上ではAと表示される)dで関数入

カ画面に戻り、 ご y = -2x + 4にカーソルを重ねて P を押し, q でY e s を選択して, 直線の方程式を消去する。そして再び u (D R A W) を押すと領域Dが表示される。そこで i を押し(図 35), q (P I C T U R E) (図 36), q (S T O R E) (図 37), メモリー番号を聞いてく るので 1 を押し(図 38), 1 で領域D をメモリーの 1 番に保存する。





STO RCL





STO RCL

図 38



っぎに dp で の ソルをDYNAにもっていき 1 を押す (図 39)。 先ほどの領域をあらわす不等式が残っているので,カー ソルをあわせて,Pを押し,qでYesを選択して,消去する。 4 つとも消去できたら,Lp (SET UP)を押し,SET UP画面 (図 40)に。 ○ でBackgroundにカーソルをあわ せ (図 41),w(PICT)を押すと,メモリー番号を聞いてくる ので (図 42) 1を押す(図 43)。1を押すと,Background

Store In Picture Memor:

Pict[1~20]:

数-2-10





図 40

Input/Outpu	t:Math	
Dynamic Typ	e:Stop	
Locus	:Off	
Y=Draw Spee	d:Norm	
Draw Туре	:Connec	t.
Graph Func	:On	
Background	:None	+
Math Line		

図 41

Input/Output	Math
Dynamic Type	Stop
Locus	Off
Y=Draw Speed	Norm
Draw Type Geoch Euse	Connect
Backspound	None J
None PICT	- Home - V

が設定される(図44)。



キ 直線の移動

dを押すと再び関数入力画面となる。 かーソルをY1にあわせ、
-2f+af1(図45)。そしてr(VER)w(SET)
-61610.51(図46)でパラメータのAの範囲を
-6≦A≦6,そして0.5刻みに設定。1を押してu(DYNA)で
領域Dの上を直線y=-2x+kが動くようすが現れる(図47-1~12)。



図 47-2 図 47-4 図 47-1 図 47-3 Y1=-2X+A Y1=-2X+A Y1=-2X+A Y1=-2X+A A=-2 A=-1.5 A=-0.5 A=-6 図 47-5 図 47-6 図 47-7 図 47-8 Y1=-2X+A V1=-2X+8 Y1=-2X+8 Y1=-2X+A A=1 A=2 A=3 A=4 図 47-9 図 47-10 図 47-11 図 47-12 Y1=-2X+A Y1=-2X+A Y1=-2X+A Y1=-2X+A A=4.5 A=5 A=5.5 8=6

Aの値が表示されているが、このAの値が各直線上の各点の『x座標を2倍した数とy座標 との和』の値となっている。Aの値は0.5刻みであるが、領域D内の点は $0 \le 2x + y \le 5$ と なっていることが視覚的に認識できる。

(3) 実践結果

アンケートを実施した結果は次の通りである。(有効回答数 37 名)

質問1 今日の授業内容は理解できましたか



質問2 グラフ関数電卓をうまく使えましたか

数-2-11

質問3 グラフ関数電卓をまた使ってみたい

ですか



アンケートの結果,理解できなかった生徒が数名いた(図 48)。もっとも今回扱った問 題は領域を利用して,変数が2個入った一次式の最大値,最小値を検証する難易度の高い 問題で,生徒にとっては理解しづらい部分であり,黒板のみを使って行う授業であったら 理解できる生徒はもっと少なかったと考えられる。直線2x+y=k上の点はすべて,『x座 標を2倍した数とy座標との和がk』ということであり,すなわちその直線のy切片の値と なっていることを把握させ,さらに直線の移動を画面で見ることで,多くの生徒が,直線 とこの領域の関係が,一次式の最大値,最小値とつながっているということを理解できた ようである。また二人で1台のグラフ関数電卓を使用させたのだが,片方の生徒が一方的 に使用し続けることがないよう机間巡視をしながら指導した。そしてコミュニケーション が難しそうな男女のペアには一人に一台使用させるよう臨機応変に対応したところ,うま く扱えなかった生徒の数も実践例2に比べて減った(図 27・49)。連動してまたグラフ関数 電卓を使用してみたい生徒も多かった(図 50)。指導の際に生徒の状況をよく観察するこ との重要性を再確認させられた。

5 おわりに

今回3つの授業実践例を紹介したが、これらの授業実践例以外にも、様々な場面でグラフ関数電卓が活用できる。数学Iにおいては2次関数の導入部分であるグラフの平行移動,数学Ⅱでは三角関数のグラフの平行移動などで活用できる。もちろんグラフの移動だけでなく、様々なグラフを容易に表すことができるので、数学Ⅲの不連続な範囲を含む複雑なグラフ、数学Cのサイクロイド、リサージュ曲線、アルキメデスの渦巻線などは煩雑な計算をすることなく視覚的に認識させることができる。グラフ関数電卓は、文字通り作業を行いながら、煩雑な計算を省くことにより、問題の本質に触れさせることができ、そこから根拠を明らかにして筋道を立てて体系的に考えることや、自分の考えを表現し伝えあったりする能力の伸長が期待できるのではないかと考える。

最後に本研究を行うにあたって,お世話になった株式会社カシオ計算機の皆様方,また 県教育庁指導課及び教科指導員の先生方には,きめ細やかなご指導をいただき深く感謝いた します。

【参考文献】: 文部科学省「高等学校学習指導要領」平成 21 年 3 月