

数学におけるコンピュータを利用した授業作り

北海道札幌稲北高等学校 早苗 雅史

* このレポートは次のページで見ることができます。

URL : http://www.nikonet.or.jp/spring/kouza_1/kouza_1.htm E-mail : cptoh@mue.biglobe.ne.jp

急激な勢いでやってきた情報化社会。すでにコンピュータは我々の生活にとって切り離すことができない存在となってきました。その中で教育の世界だけが取り残されてしまっているような感じさえしてしまいます。

本講座ではコンピュータが数学教育にどのように活用されるべきか、具体例をあげながら基礎的な事項から考えていきたいと思います。

本来ならコンピュータを学習に生かす上での様々な理念や方策等から述べるべきでしょうが、講座自体の活性化を図りたいと思い、具体的なプレゼンテーションから入っていききたいと思います。

1. 数学の世界を広げてくれる多彩な数学用ソフト

1_1 用途に適したソフトの選択をしよう

数学用のソフトといっても様々なものがあります。大事なことはその学習内容に応じて用途に適したソフトを選ぶことだといえます。

- ・ 提示用に用いるのか、発見学習的に用いるのか
- ・ イメージ画像を作りたい
- ・ 言語学習として用いる
- ・ 動画なのか静止画なのか

等、その他にもいろいろな事が考えられます。

1_2 良質なフリーソフトについて

ソフト自体に費用がかかるという事もあります。特に著作権の関係で台数分の著作権が必要となります。DOS の時代では日本 IBM の「関数ラボ」等は使い勝手もよく、多くの先生方が使用されていたのではないのでしょうか。しかし、台数分のソフトを購入するとなるとかなりの金額になります。また Wolfram の「Mathematica」にいたっては、とても手が出ない金額になってしまいます。そのため授業でコンピュータを用いたが諦めてしまう、という人もいるのではないのでしょうか。

しかし、最近では数学用のフリーのソフトウェアがいくつも提供されるようになってきました。それも高校数学で用いるには機能も十分備えた、良質なソフトが提供されています。ネット上からダウンロードするだけで、いつも最新のものが手に入ります。

次の第 2 節でフリーソフトの代表的なものを紹介し、第 7 節でそのうちの 1 つを実際に演習として使用します。

また、午後の部でこうしたソフトをどうやって入手することができるのか、実際にダウンロードしてみましょう。

1_3 どんなソフトがいいの? ~ソフトの評価について

用途が決まればあとは実際に使ってみます。使ってみると、ここが使いやすいとか、こんな機能が欲しい、など色々と

そのソフトに感想を持つようになります。このように、こういった点でソフト自体を評価するのか、ということも大事な点になってきます。具体的には、

- ・ 操作性が簡単であるか
- ・ 視覚的に見栄えが良いか
- ・ 必要な機能は備えているか

などです。ネット上で配信されるフリーソフトは、細かな機能や操作性について直接作者に要望をメールで送ると取り上げてくれる場合もあります。

2. 簡単なフリーソフトを実際に使ってみる

2_1 関数グラフ表示ソフト「Grapes」

GRAPES (Graph Presentation & Experiment System) を使うと、与えられた関数をグラフ化しさまざまな角度から調べることが、簡単にできます。

最も大きな特徴は、陽関数、陰関数、極方程式、不等式の表す領域などをマウス操作によって簡単に描画、操作できる点です。そのため初心者優しく設計されているといえます。

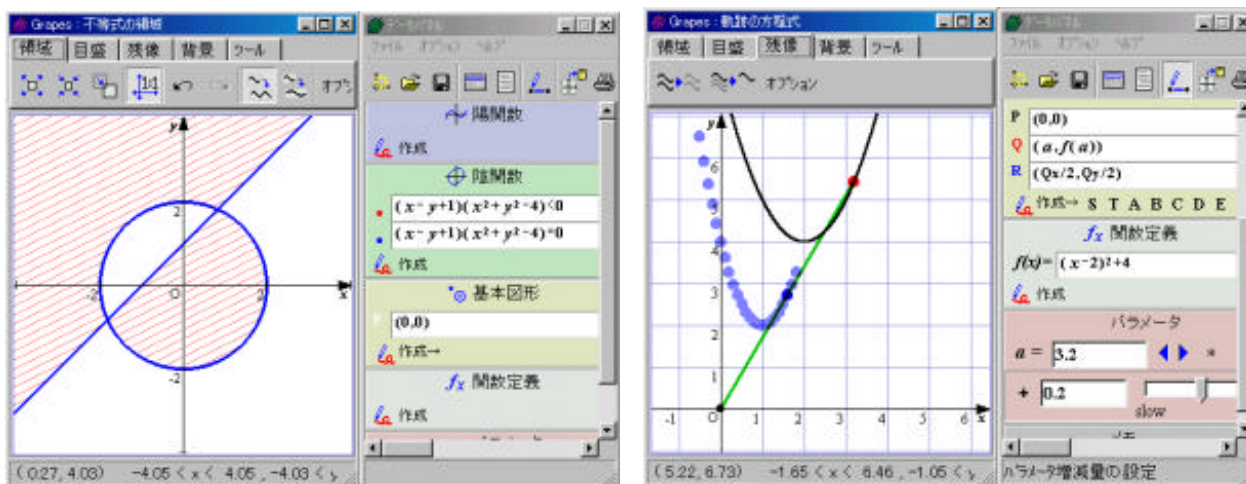
《作者のページ》

- ・「Grapes への扉」(大阪教育大学附属高等学校池田校舎 友田勝久)

<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~tomodak/grapes/index.html>

《参考ページ》

- ・「【演習】関数グラフ表示ソフト「GRAPES」」 <http://www.nikonet.or.jp/spring/grapes/grapes.htm>



2_2 図形作図ツール「GC (Geometric Constructor)」

GC(Geometric Constructor)は、個々の数学的探究を支援すると同時に「授業」での使いやすさを追究した図形作図ツールです。生徒の思考を重要視し、発見学習的な環境を提供してくれます。

なにより操作性が簡単で、図形作成に必要な機能を豊富に備えている点が魅力的だといえます。“これはどうなっているのだろう”といった、ちょっとした疑問を試行錯誤するには最適なソフトだといえます。

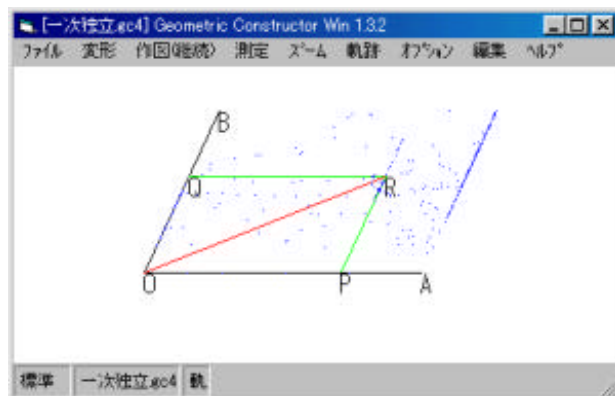
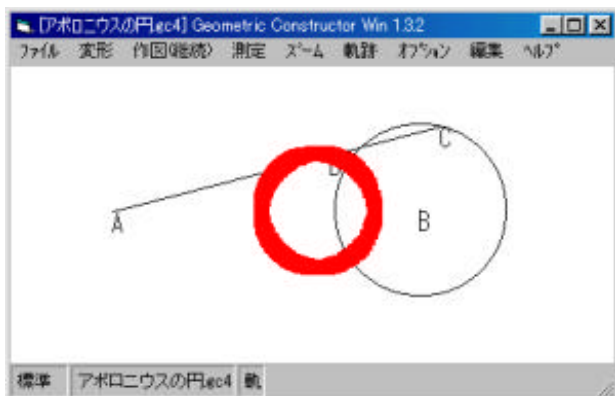
《作者のページ》

- ・「GC 通信」(愛知教育大学数学教室 飯島 康之)

<http://www.auemath.aichi-edu.ac.jp/teacher/ijjima/gc/magazine/gcmg9706.htm>

《参考ページ》

- ・「終点 P の存在範囲」 http://www.nikonet.or.jp/spring/end_p/end_p.htm



2_3 プログラミング言語ソフト「十進 BASIC」

(仮称)十進 BASIC は、さまざまな数理現象を考察するための道具です。複雑な計算手順を分かりやすく表現することができ、また、その結果をグラフ化して視覚的に表現することが簡単にできます。

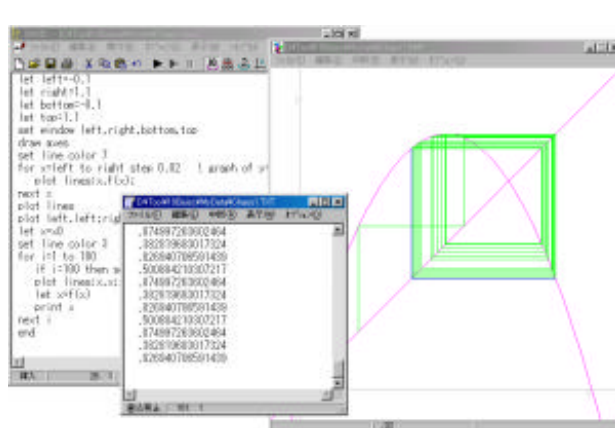
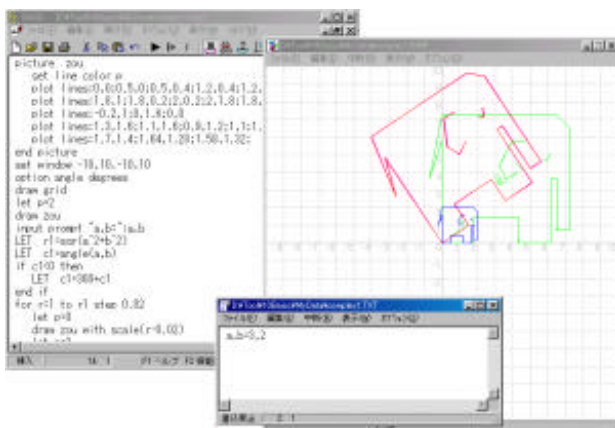
また、構造化が可能なことや、デバッグ機能も備えているため、授業で用いるのに適しています。

《作者のページ》

- ・「十進 BASIC のページ」(文教大学教育学部 白石和夫) <http://www.vector.co.jp/authors/VA008683/>

《参考ページ》

- ・「10 進 BASIC で描くグラフィックス」 http://www.nikonet.or.jp/spring/10b_grp/10b_grp.htm
- ・「やすい！はやい！うまい！グラフィックス調理法」(中村文則) <http://www.nikonet.or.jp/spring/10basic/10basic.html>



2_4 関数グラフ表示ソフト「FunctionView」

FunctionView はパソコンに不慣れな生徒でもすぐに操作して使えることができる「関数グラフ表示ソフト」です。様々な関数・図形を登録し、表示することができます。

最も大きな特徴は実際の授業を想定した機能を初めから備えているところです。そのため、使い勝手や補助プログラムなど痒いところに手が届く、気の利いた仕上がりとなっています。また、提示用、プリント教材におけるグラフ作成のほか、再配布フリーのため全てのパソコンにインストールして生徒に問題解決の場面で操作させることも可能です。

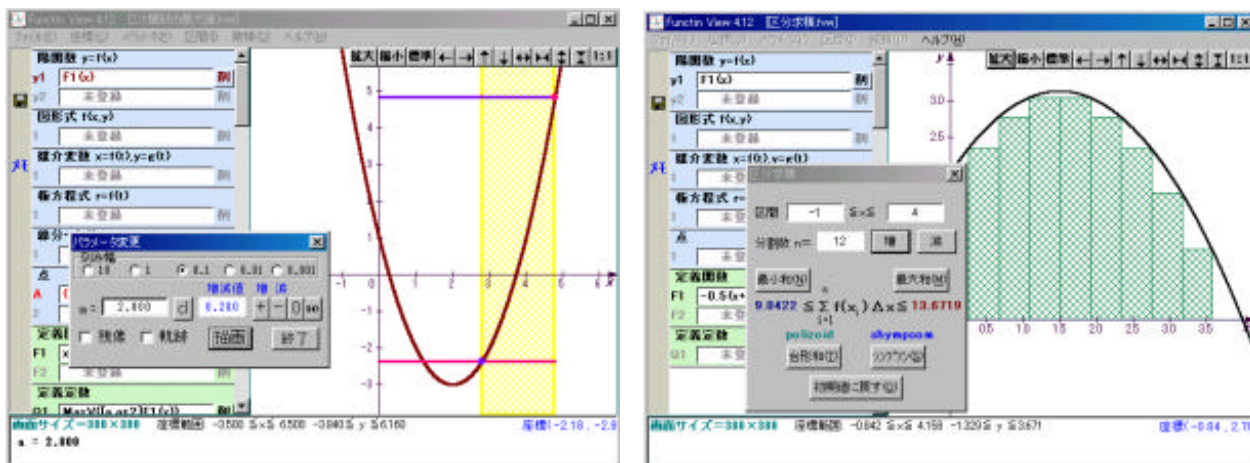
《作者のページ》

- ・「FunctionView のホームページ」(群馬県立桐生工業高等学校 和田 啓助)

<http://www.tohgoku.or.jp/~kei-wada/index.htm>

《参考ページ》

- ・「授業における簡単なコンピュータ利用の実際」(小山 茂樹) <http://www.nikonet.or.jp/spring/cppra/cppra.htm>
- ・「Function View 問題集 -Ver3.42j- 」(小山 茂樹) http://www.nikonet.or.jp/spring/fv_ex/fv_ex.htm
- ・「【演習】高校数学支援ツール「関数グラフ表示ソフト」(菅原 満) <http://www.nikonet.or.jp/spring/Fview/Fview.htm>



3. コンピュータを利用した授業作りの実際

それでは実際の実践例をもとに、活用の仕方を考えてみましょう。なんでもかんでもコンピュータを用いようとしてもうまくはいきません。活用の効果がない場面での使用は、逆効果を招くだけです。コンピュータより教具を用いる方が、効果的な場合も多いといえます。また、一昔前と違ってコンピュータに触れるだけで、生徒が興味・関心を持つわけではありません。きちんとした内容が伴わなくては、生徒にとってつまらない授業になってしまうといえます。

3_1 コンピュータを授業で利用する目的

まず、何のためにコンピュータを利用するかという基本的な押さえをしっかり持つことが大事だといえます。基本的には、次の点が挙げられます。

- ・生徒の授業理解度を高めるため

教える題材の中には板書だけでは伝えきれない場面に遭遇することが多くあります。例えば、グラフや図を多く用いる題材や3次元空間などではコンピュータは効果的です。

- ・発見学習的な要素

シミュレーション型のソフトや図形作図ツールなどでは、コンピュータを通して得られたイメージやデータから数学的な考察を行うことが可能です。

- ・科学的な思考力の育成

現在、数学A、B、Cにおいて導入されているアルゴリズム関係では、数学的な要素を通してコンピュータの仕組みを知ると同時に、科学的な思考力の育成を目指しています。

- ・生徒に数学に関する興味や関心を喚起するため

情報化や社会の変化に伴い数学の必要性が増してきているにも関わらず、生徒たちの数学離れが確実に進んできています。「数学に対する興味・関心」の芽を大事に育ててあげることも大事です。

- ・ネットを通じた教材研究

ネット上に存在する数学の題材を調べる。

3_2 コンピュータ利用時の留意事項

コンピュータ利用時に注意する点を押さえておきましょう。

- ・コンピュータ利用の目的の明確化
- ・使用形態をどうするか（生徒一人一台での演習なのか教師主体のプレゼンなのか）
- ・コンピュータ利用場面の設定（どの場面で使用するか）
- ・時間配分の設定（学習指導案の作成）
- ・事前の準備（場所の確保，プリントの作成，必要ソフトの確認とインストール）

また，コンピュータは，あくまでも学習者を支援する一つの道具と押さえ，普通の授業の流れを乱さないように配慮することが必要です。

《参考ページ》

- ・「授業における簡単なコンピュータ利用の実際」(小山 茂樹) <http://www.nikonet.or.jp/spring/cppra/cppra.htm>

3_3 実際の活用例を見てみよう ～「2次関数」での活用を例に

それでは実際の活用例を2次関数を例に見てみましょう。2次関数での利用は最もクラシカルな利用といえますが，それだけに基本となる利用法を考えることができます。「2次関数」といっても，導入部分で利用したり，最大・最小値などの応用部分で用いるなどいくつかの場面が考えられますが，導入部分での実践例を紹介しましょう。

実践の大まかな流れはこうです。数「2次関数」の学習の最初の3時間をパソコンを用いて学習。最初の2時間は，情報処理室で生徒がパソコンで「GRAPES」というソフトを用いて2次関数，1次関数のグラフを描画，プリントアウトするという実習形式。3時間目は，教室で教師がプロジェクトを用いて提示用の形式を取りながら，実習のまとめと説明という一斉授業の中でパソコンを活用しました。

実習形式の学習では，いわゆる“データ収集”という形で，自分で関数のパラメータを変化させることによって得られるグラフを集めさせました。得られたデータを切り取り，プリントに貼らせる作業と，それらをもとにどういった事が考察できるかという2点を課題として生徒に残しました。

一斉授業の提示形式の授業では，それらのデータをもとに，生徒の考察した事柄を指名しながら答えてもらいました。プロジェクトに映し出される「GRAPES」の画像をもとに，前次までの実習を体験すると同時に，生徒の考察した事項をパラメータを変化させながら実証していきました。

3_4 若干の工夫点

取りたててよくある授業実践ですが，その中で自分なりに工夫した若干のところを挙げておきます。

- ・2次関数の式の形を一般形から先に導入

(元)厚別高校の川崎先生の実践にもあったように，一般形の式を先に与えパラメータの変化を考察させました。一般的な形から導入する方がより自然で，特にパラメータbの役割が生徒に問題意識を持たせません。標準形での動きの単純さが引き立つことにより，標準形の重要性が感覚としてわかります。

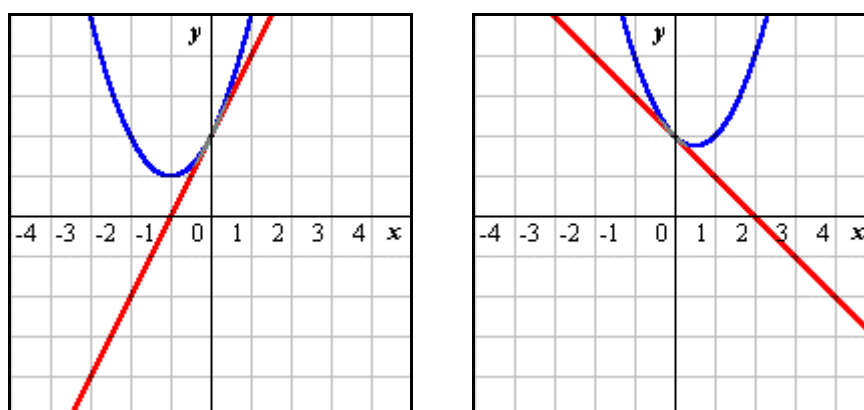
- ・プリントアウトした画像をプリントに貼る作業による“実習感覚”

「GRAPES」のプリントアウト画像の初期値にちょうどあうサイズの枠を作り，切り取った画像をプリントに貼らせていきました。理科の実習的な感覚でデータ集を行うといったところでしょうか。

- ・2次関数の一般形のパラメータbの説明の補足に「和関数」としてのイメージを導入

2次関数の一般形のパラメータbの持つ意味はなかなか難しいところですが，以前数実研で札幌新川高校の中村文則が発表された「和関数としての2次関数のグラフ」の考え方を補足として説明しました。 $y=ax^2+bx+c$ のグラフを $y=ax^2$ と $y=bx+c$ のグラフの和関数として考え，y軸上の切片cで $y=bx+c$ の直線に接するということを，パソコンでパラメー

タを変えながら提示しました。このとき、3つのグラフを同時に描画するよりも、 $y=ax^2+bx+c$ と $y=bx+c$ のグラフを色を変えて動かした方がよりわかりやすいといえます。



・ プロジェクタで提示するときの簡易スクリーンの使用

教室でプロジェクタを用いるとき、案外問題になるのがスクリーンです。備え付けてあればいいのですが、そうでない場合持って行くのが重たく、プロジェクタ、パソコンも用意しなければならないことを考えると億劫になってしまいます。そのため、授業に効果的と思っても実際に授業で行うのは躊躇してしまう、そんなことにもなってしまいがちです。そのため、布で作った簡易スクリーンをしました。

・ 提示用授業実施時における準備

プロジェクタを利用した授業を展開するとき、もう一つ面倒なのが機器の準備です。接続のためのコード類は、あらかじめ接続しておくのがよいといえます。ノートパソコンとプロジェクタ、プロジェクタからの電源延長コード。こうしたものの準備を事前しておくことで授業へのスムーズな移行が可能となります。また、プロジェクタはかなり小型化しているので持ち運びもできるのですが、やはりキャスターに載せて、教室に運んだとき電源を入れるだけの状態にしておくことが必要といえます。

3_5 授業での様子

授業での様子で気をついた点を簡単にまとめておきます。

・ 中学校でパソコンに触れている生徒も多く抵抗感はかなり薄い

パソコンに初めて触れる生徒は以前に比べ、かなり少なくなってきているようです（実際にはじめての生徒に手を挙げさせて調べると、クラスにほんの何人かといったところでしょう）。中学校で行っていることと、家庭への普及もあるようです。

・ ソフト「GRAPES」の操作法は簡単に会得

ソフト「GRAPES」を使用しての感想としては、まず第一に操作性が簡単だということがあげられます。生徒も関数の式を入力して、パラメータを変化させる、という作業はスムーズにいきました。残像を残すときに若干戸惑ったようですが、全体的には操作性に配慮された使いやすいソフトといえます。

・ 作業は本当に熱心

パソコンを用いる授業のときは、あいかわらず生徒は熱心でした。課題が全て終わらなかった生徒は授業が終わっても残って作業をしていましたし、2次限目のときは始業前から揃っていました。

・ “係数” a, b, c ではなく “パラメータ” a, b, c

「GRAPES」で使用していた “パラメータ” という言葉を、生徒が自然に使ってました。普通、授業では “係数” a, b, c という言葉を用いることが多いのですが、“パラメータ” という言葉が自然と口につき、そしてその “パラメータ” を変化させるとグラフが変化するという感覚が知らず知らずのうちに身についていたようです。

・考察部分は物足りない？

考察部分の記述は、若干物足りない感じがしました。生徒の能力もあるのですが、オープンエンドな問題に慣れていないという点もあるといえます。

《参考ページ》

- ・「2次関数の導入部分におけるコンピュータの活用」 http://www.nikonet.or.jp/spring/gp_ft/gp_ft.htm
- ・「CAI 実施への取り組み」(道立研究所 川崎義明) <http://www.nikonet.or.jp/spring/cai/cai.htm>
- ・「和関数としての2次関数のグラフ」(札幌新川高校 中村文則) <http://www.nikonet.or.jp/spring/add/add.htm>

4. 最強の数学ソフト「Mathematica」

数学のソフトを語る上で、はずすことができないのが「Mathematica」です。基本的な機能が優れていることはもちろん、世界中に蓄積された様々なパッケージを用いることで、更に進んだ使い方をすることができます。

4.1 数式処理として

「Mathematica」は数学的な基本計算はほとんど計算することができます。この他にも「ベクトルの計算」「複素数の計算」「1次変換」「順列・組合せ」等の計算も可能です。

The screenshot shows the Mathematica interface with four input-output pairs. Red arrows point to the input lines, which are labeled with their respective operations in red text:

- In[1]:** `Expand[(x + 1)^3]` ← 展開
Out[1]: $1 + 3x + 3x^2 + x^3$
- In[2]:** `Factor[x^3 + y^3 + z^3 - 3xyz]` ← 因数分解
Out[2]: $(x + y + z)(x^2 - xy + y^2 - xz - yz + z^2)$
- In[3]:** `Solve[x^2 + 2x - 15 == 0, x]` ← 方程式
Out[3]: $\{(x \rightarrow -5), (x \rightarrow 3)\}$
- In[4]:** `Integrate[x^5, x]` ← 積分
Out[4]: $\frac{x^6}{6}$

4.2 3次元グラフィックスソフトとして

3次元図形は最もイメージしやすい分野の一つといってもよいといえます。3次元関数をグラフ化してイメージすることができるか否かは、問題の本質を理解する上で大きな意味を持ちます。

Mathematica はそんな3次元関数を描画する機能を、豊富に備えています。オプションで様々な要素も指定できます。

The screenshot shows the Mathematica interface with a 3D plot. The input is:

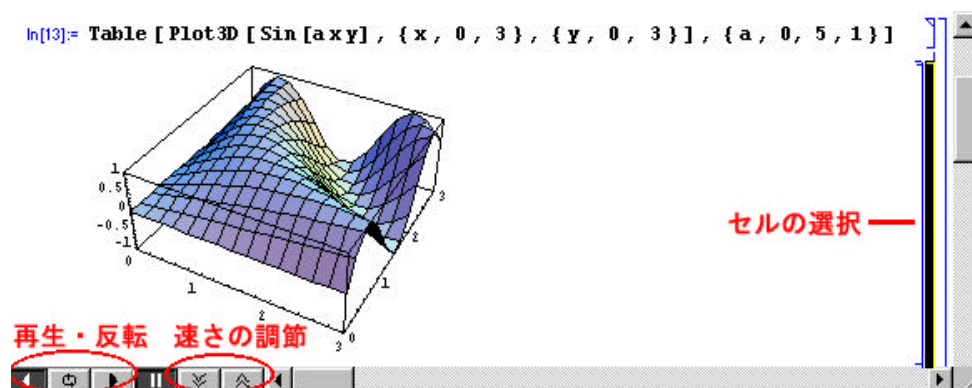
```
In[6]:= Plot3D[Sin[x] Sin[y], {x, 0, 2 Pi}, {y, 0, 2 Pi}]
```

The output is a 3D surface plot of the function $\sin(x)\sin(y)$ over the domain $x \in [0, 2\pi]$ and $y \in [0, 2\pi]$. The plot shows a wavy surface with a grid overlay. The axes are labeled with 0, 2, 4, and 6. Below the plot, the output is:

```
Out[6]= - SurfaceGraphics -
```

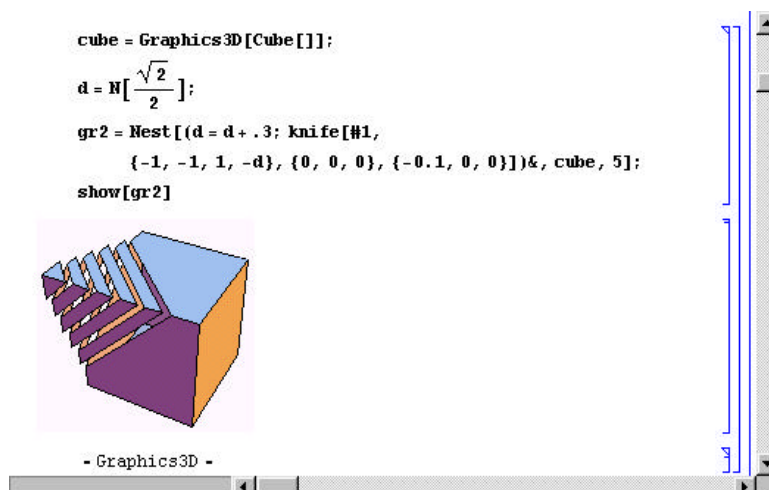
4_3 アニメーション

Mathematica では作成した画像をアニメーションにして表示することもできます。再生や反転、コマ送りなどもできてパラメータに伴うグラフの変化などを見るには最適です。



4_4 パッケージを用いる

Mathematica では様々なパッケージを用いることで、更にその機能を広げることができます。次の図は任意の空間図形を任意の平面で切断する関数 `knife[]` (滋賀県河瀬高校 高橋英和) を用いて、立方体を切断する様子を描いたものです。



《参考ページ》

- ・「3DGraphics In Mathematica」 http://www.nikonet.or.jp/spring/sanae/3D_Math/3D_Math.htm
- ・「空間における曲面と曲線」 <http://www.nikonet.or.jp/spring/sanae/MathCurves/MathCurves.htm>
- ・「Let's Enjoy with Plot3D」 <http://www.nikonet.or.jp/spring/Plot3D/Plot3D.htm>

5. もはや特別でないコンピュータ

5_1 あくまでも教材が中心

これまで見てきたように数学に用いることができるソフトは数多く存在します。しかし、どんなソフトを用いたとしても大事なものは教材の中身です。魅力ある授業を作るには、魅力ある題材が必要になります。ソフトウェアの機能を理解して使いこなす前に、こういった場面で、どんな内容で用いたいのか。そうした教材研究こそが必要であると思われる。

5_2 コンピュータは万能でない

コンピュータばかりに頼るのも大きな問題があります。最近の生徒はコンピュータに慣れている世代ですから、内容が伴っていなかったり、ただだらと間延びした授業ではそっぽを向いてしまいます。場面によっては、様々な教具を用いた方が、逆に生徒にとっては新鮮で、かつ、インパクトが強いといえます。また、数学通信やイメージ画像を多く取り入れたプリントなども効果があります。

《参考ページ》

- ・「2次関数を楽しく」(大山 斉) http://www.nikonet.or.jp/spring/b_box/b_box.htm
- ・「関数を身近なものに」(大山 斉) <http://www.nikonet.or.jp/spring/blackbox/function.htm>
- ・「折り紙と数学」(加藤 渾一) <http://www.nikonet.or.jp/spring/origami/origami.htm>
- ・「多角形をたたむ」(加藤 渾一) <http://www.nikonet.or.jp/spring/tatamu/tatamu.htm>
- ・「実験(実見)的数学のすすめ」(菅原 満) <http://www.nikonet.or.jp/spring/jikken/jikken.htm>
- ・「数学玉手箱」 <http://www.nikonet.or.jp/spring/sanae/MathTopic/MathTopic.htm>
- ・「マスオ博士の気ままに数学」 <http://www.nikonet.or.jp/spring/kimama/kimama.htm>

5_3 誰がどのように使うのかを考える

コンピュータをどういった場面で使うか、ということも大事な要素です。

- ・ 教師が授業で使う
- ・ 生徒が授業で使う
- ・ 教師が教材研究として使う

色々な場面が考えられますが、その内容に適した使い方も考える必要があります。

《参考ページ》

- ・「授業における簡単なコンピュータ利用の実際」(小山 茂樹) <http://www.nikonet.or.jp/spring/cppra/cppra.htm>

5_4 道具から環境へ

コンピュータ自体は、あくまで数学を学習するうえでの道具でしかありません。繰り返しになりますが、大事なのは“魅力ある教材の研究”なのです。

最近では、そうした道具から更に踏み込んで“環境”としてのコンピュータ、ともいわれています。既に、日常的になりつつあるコンピュータ、わたし達はどうか付き合っていけばよいのかをよく考える必要があります。

5_5 科目「情報」との関係は

次期カリキュラムに登場する新教科「情報」。普通科目「情報」は、いかにして情報を活用し、表現していくのか、そうした基本的な事項を学んでいきます。決してスキルを学ぶものではありません。

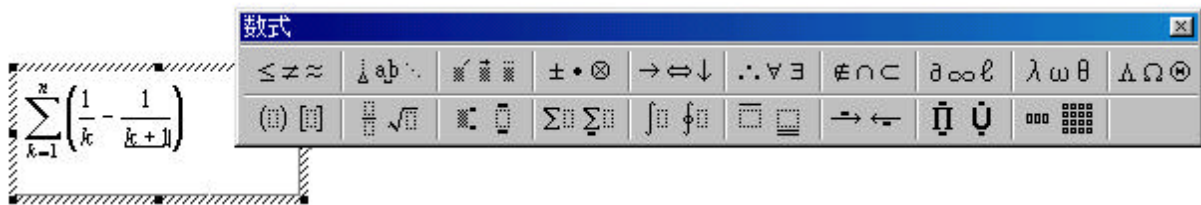
これまで、数学A、B、Cにそれぞれあったコンピュータに関する部分は、数学Bの一部を除いて消えることになりました。これまでの数学的なアルゴリズム部分は「情報B」の中に吸収された形となっています。問題はその中では数学的な素養が入っていないということです。最も危惧されるのは、コンピュータは「情報」に任せればよいとなれば、コンピュータを用いた数学教育が後退してしまうのではないかとことです。

6. 数学のプリント作成について

数学用のソフトウェアとは関係ありませんが、道研の講座では要望が多い「数学プリント作成」について、簡単に触れてみたいと思います。

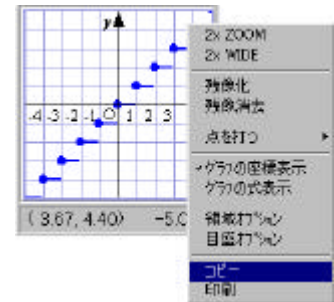
6_1 基本的なワープロ文書と数式記号

問題になるのは、数式記号をどうするか、という点です。代表的なワープロである「Word」や「一太郎」には数式用のエディタがついていますので、それを用いると作成することができます。しかし、手間がかかるのが難点です。また、「Mathcad」のような数式文書を作成するのに適したソフトを用いたり、「Mathematica」をワープロとして用いることもできます。



6_2 数学用ソフトからのカット&ペースト

数学用のプリントを作る際に、図を入れたいということがよくあります。先ほど紹介したフリーソフトの「Grapse」や「FunctionView」などでは、作成した図やグラフをコピーして、別なワープロのソフトに貼り付けることができます。手軽で機能も豊富なので、とても便利です。

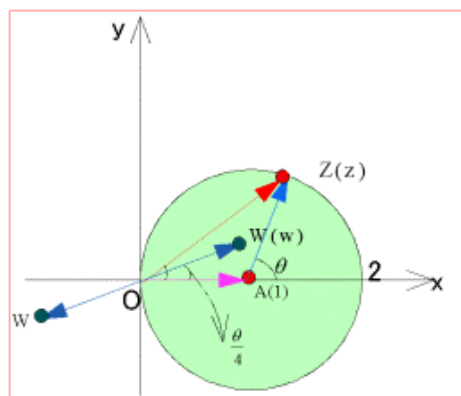
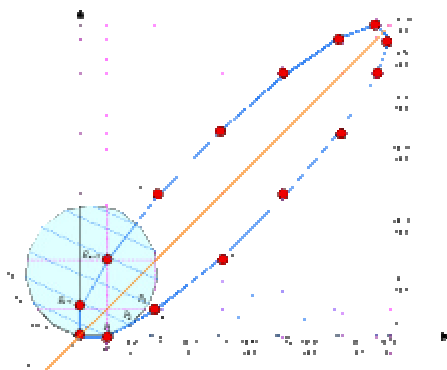


6_3 作図用ソフト

もっと凝った図を作りたいというときには、専用のソフトを使うことが必要です。主として次の2つの系統のソフトがあれば十分です。

・ DRAW 系ソフト

正確な描画やレイアウトを作図するのが DRAW ソフトです。きっちりとした円や多角形，平行線，ベジェ曲線などを作成することができます。



・ PAINT 系ソフト

イラストや終え描き用のソフトが PAINT ソフトですが、プリント作成の場合には画面をキャプチャする機能が使い勝手が良いといえます。画面キャプチャ機能を用いると、各種ソフトで作成した画像の好きな部分を取り込むことができます。

6_4 数式文書作成 TeX

更に一步進んだ数式文書作成としてお勧めなのが TeX です。フリーのソフトですから、お金もかかりません。ワープロなのですが、テキスト形式で打ち込み、コンパイルする必要があります。

仕上がりがきれいですし、マクロを用いることで、数式に関する様々な文書を作成することができます。

```
¥documentclass[a4j,10pt]{jarticle}
¥begin{document}
¥displaystyle¥sum_{k=1}^n ¥frac{1}{k^2-1}$
¥end{document}
```

コンパイル

$$\sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2-1}$$

《参考ページ》

- ・「pTeX 環境における数式文書作成」 <http://www.nikonet.or.jp/spring/ptex/ptex.htm>

7. 演習「関数グラフ表示ソフト Grapes」

7_1 ソフトのダウンロード

コンピュータの立ち上げ

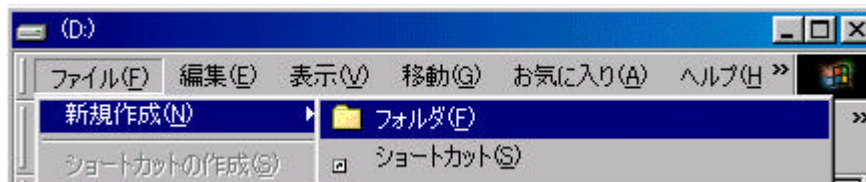
ログイン時のパスワード

ブラウザ(「インターネットエクスプローラ」)の立ち上げ



フォルダの作成

「マイ コンピュータ」 「(D)」 「ファイル」 「新規作成」 「フォルダ」 「grapes」



ソフトのダウンロード

URL (アドレス) を入力してページを表示する



アドレス <http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~tomodak/grapes/>

ファイルの保存 D:¥grapes

ソフトの解凍

ファイルの解凍 (自己解凍ファイル)

解凍先 D:¥grapes

ソフト「Grapes」の立ち上げ

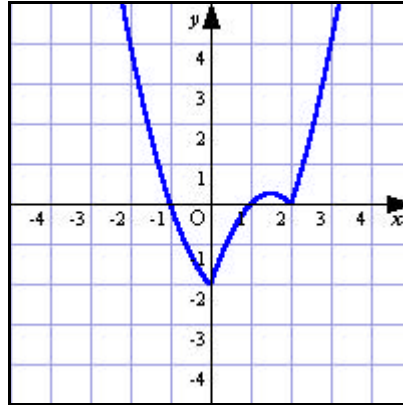
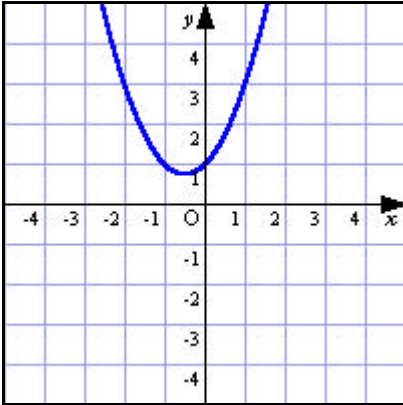
7_2 陽関数のグラフ

次の関数のグラフを描け。

(1) $y=ax^2+bx+c$ (2) $y=|x^2-2x|+x-2$

(Calculator)

(1) $y_1=ax^2+bx+c$ (2) $y_1=abs(x^2-2x)+x-2$



《類題》 次の関数のグラフを描け。

(1) $y=a \sin(bx+c)$ (2) $y=\log_a x$

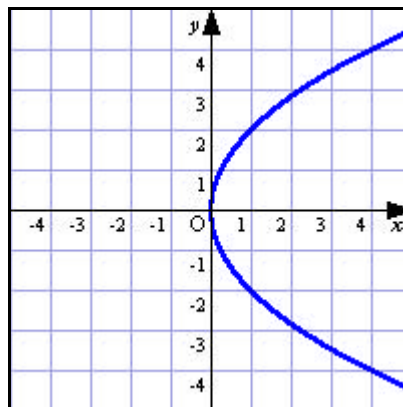
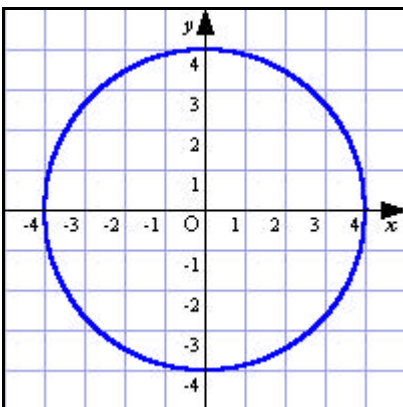
7_3 陰関数のグラフ

次の関数のグラフを描け。

(1) $x^2+y^2=16$ (2) $y^2=4sx$

(Calculator)

(1) $x^2+y^2=16$ (2) $y^2-4sx=0$



《類題》 次の関数のグラフを描け。

(1) $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ (2) $x^3+y^3=3axy$

7_4 極値の描くグラフ

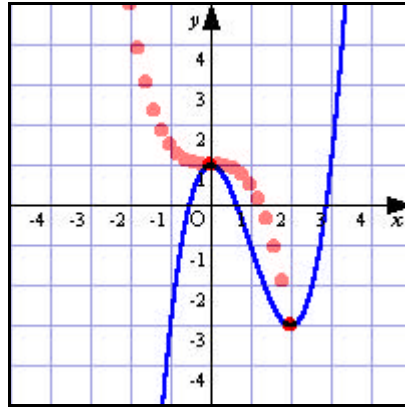
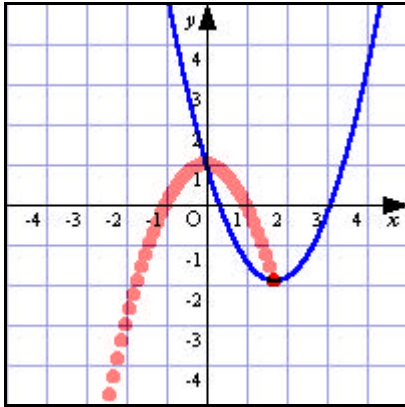
次の関数の極値の描く関数を求めよ。

(1) $y=x^2+2ax+b$ (2) $y=x^3+3ax^2+b$

(Calculator)

(1) $y_1=x^2+2ax+b$ 点 P $x=-a$ $y=-a^2+b$ または $f(x)=x^2+2ax+b$ $y_1=f(x)$ $y_2=(f(x)=0)f(x)$

(2) $f(x)=x^3+3ax^2+b$ $y_1=f(x)$ $y_2=(f(x)=0)f(x)$



《類題》関数 $y=x^4+ax^3+2$ の極値の描く関数を求めよ。

7_5 軌跡の方程式

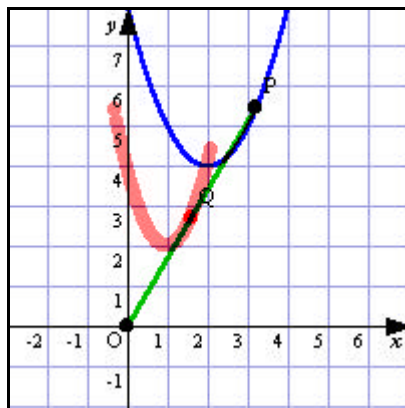
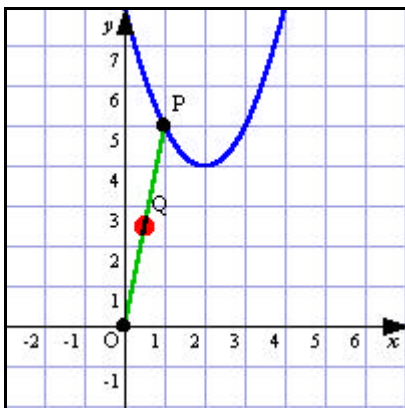
原点 O と放物線 $y=(x-2)^2+4$ 上の点 Q とを結ぶ線分 OQ の中点を P とする。この点 Q が放物線上を動くとき、点 P の描く図形の方程式を求めよ。

(Calculator)

$f(x)=(x-2)^2+4$ $y_1=f(x)$

点 A $x=0$ $y=0$ 点 P $x=a$ $y=f(a)$ 点 Q $x=Px/2$ $y=Py/2$

点 A と点 P を線で結ぶ



《類題》点 A (-4, 0) と点 (2, 0) を中心とする円上の点 Q とを結ぶ線分 AQ を 2 : 1 に内分する点を P とする。この点 Q が円上を動くとき、点 P の描く図形の方程式を求めよ。