

## コンピュータを利用した中学校・高等学校の数学科授業の 教材開発・授業の創造

——インターネットや校内 LAN を利用して——

井ノ迫 泰 弘

これからの数学科の授業は、学びの転換を目指すために、つくられた数学を伝達する授業中心から、実験・実測等を取り入れて数学を体験する、いわば『数学をつくっていく授業』を重視していくべきである。このために教師は授業前に思考過程を十分に検討して教材や情報をサーバに置き、校内 LAN で結ばれているコンピュータを利用し、授業でこれらを提示する。本稿は、インターネットや校内 LAN を利用し、このような授業の展開例と、その授業を実施するための課題等について研究したものである。

### 1. はじめに

本校は、広島大学が東広島市に統合移転した後、大学附属として機能するために、コンピュータ・ネットワークの整備が進められてきた。そして平成7年、床面積 600 m<sup>2</sup> の3階建ての情報教育棟が建設され、1階の高等学校情報処理教室には Windows コンピュータ、2階の中学校情報処理教室には Macintosh コンピュータを整備している。また3階には、マルチメディアプレゼンテーションや、インターネット活用の一斉授業を行うための120名収容の大教室を整備している。校内は Windows NT によって校内 LAN が構築され、全教室と図書室にコンピュータが設置され、インターネットやメールが利用されている。

### 2. 本研究の目的と計画

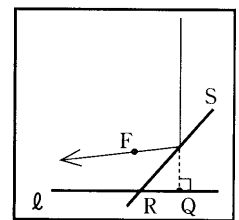
インターネットや校内 LAN を利用することによって、これからの数学科の授業は、以下のように、これまでには不可能であったことを可能にする授業を実施することができる。本研究は中学校や高等学校におけるこのような授業の教材の開発や授業の創造を研究の目的としている。端的に表現すれば、「学びの転換を目指した数学科の新しい授業」を目指している。具体的には、以下のことを目指している。

- (1) つくられた数学を伝達する授業中心から、実験・実測等を取り入れて数学を体験する、いわば『数学をつくっていく授業』を重視していくべきと考えている。このためには、実験や実測、シミュレーションが必要であり、教師は授

業の前に思考過程を十分に確認し、いろいろな場面設定をして、教材や情報をサーバに置き、校内 LAN を利用してコンピュータ教室での授業にこれらを提示する。

- (2) インターネットには、学習した事柄に関するいろいろな情報や問題が発見できる。これらを利用して、学習した事柄を「生きて働く知識」として利用し、理解をさらに深めさせるようにする。
  - (3) 個に応じた授業展開や教材を用意し、校内 LAN を利用してコンピュータ室での学習でこれらを提示し、個々に応じた学習に取り組ませる。
- (1)の授業の具体例を提示してみよう。

右の図において、平面の鏡面  $\ell$  に垂直である彼方から入射した光線は、鏡面  $\ell$  で反射する。この  $\ell$  で反射する光線をすべて点 F に集めることができれば、点 F においた物体を燃やすことができるだろう。そこで鏡面  $\ell$  と光源の間



に平面鏡 RS を置いて、鏡面  $\ell$  に集まる光線をすべて点 F に集める、しかも同時に点 F に集めるには、鏡 RS どのように置けばよいだろうか。すなわち、鏡面  $\ell$  上の各点 Q に対して、点 Q に入る光線を点 F に集めるには鏡 RS をどのように置くか。

このように生徒に問を投げかけ、平面鏡 RS は線分 FQ の垂直二等分線になるように置けばよいことを発見させる。そしてこのことを数学的に整理すると、直線  $\ell$  上の任意の点 Q に対して、線分 FQ の垂

直二等分線 RS は、点 Q が直線  $l$  上を動くとき、どのような図形を描くだろうかという問題に帰着する。

このことを右図のような紙で折って確かめさせる。(図 1 と図 2)

そして、コンピュータシミュレーションで最終的な理解を得るように指導すると放物線の持っている図形的な性質や点 F が焦点と言われることも発見的に指導できる。この指導案は資料 1 として提示した。

このように、身の回りで見られる事象から課題を見だし数学的に表現してその実験を紙を折ったり、コンピュータによるシミュレーションで確かめ、最終的には座標を導入して数学的に証明するのである。この例はこれからの望ましい授業の一つの方向として、これまでの授業の長所を残しつつ、機器の利用による詳細な教材研究によって、つくられた数学を伝達する授業中心から、シミュレーションや実験・実測等を取り入れて数学を体験する、いわば『数学をつくっていく授業』の典型的な具体例である。教師は授業の前に教室でこのような思考過程を十分に研究して確認し、いろいろな場面設定をして、情報をサーバに置き、インターネットや校内 LAN を利用してこれらの教材を提示するのである。

本研究の計画としては以下のことを考え実施した。

(1) 教材の開発と授業の実施

これまで開発した教材の授業は適宜実施し、結果を考察する。また、新たな教材の開発を継

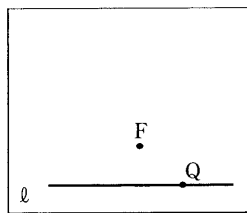


図 1

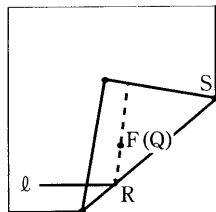
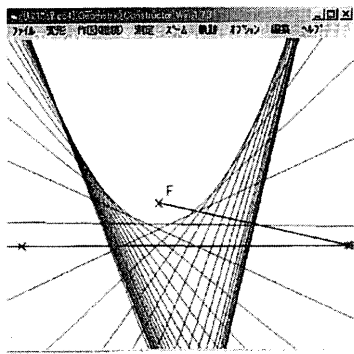
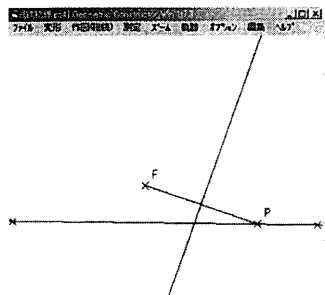


図 2



続的に実施し、関連する教材の学習の直後に、適宜授業を実施する。

(2) 研究の総括

授業実施後の課題・感想は報告書にまとめる。

3. 実施した授業の具体例

ア. 中学校における授業例

a. インターネットを利用した授業例(中学校 1 年) — 1 次方程式の問題を解く —

1 次方程式の学習の後、方程式の歴史的な話題や興味ある場面設定の問題等を研究させるために、インターネットで「方程式」の語の由来や興味ある場面設定の問題を研究させる。この学習により、教科書や問題集の問題よりも学習者に強い興味を持たせ、主体的な学習が可能になる。この点がこの授業の工夫した点である。

・指導計画

- (1) 1 次方程式の意味と解, 解き方: …… 4 時間
- (2) 1 次方程式を利用して問題を解く: …… 3 時間
- (3) HP 利用による 1 次方程式の話題・問題の研究 ……以下の 3 時間

- ① コンピュータ利用の注意・規則の確認。
- ② インターネット で 1 次方程式に関する話題で、興味をもてそうな HP を検索し、その HP の話題・問題を研究する。
- ③ HP の興味ある方程式の問題を解く。

・指導のねらい

ここでは①～③のについて記すが、インターネットで、1 次方程式の興味ある話題・問題を検索し、その話題や問題について研究させることである。

興味ある HP の具体例

「ディオファントスの生涯」の他に、インドの問題も生徒が興味を持つ問題である。

**方程式の“お話”**

(1) 世界最古の数学書「アームス・ソピリス」	…紀元前 1700 年
(2) デイオファントスの生涯	…古代ギリシャ時代
(3) 地球の大きさを測ったエラトステネス	…紀元前 250 年
(4) 「方程」の由来	…100 年中国「九章算術」
(5) インドの問題	…500 年
(6) 「鶴亀算」より難し「鶴六タコ算」	…江戸時代「算学量子問」
(7) 牧場の牛	…ニュートン著「普通算術」より
(8) 時計の針のおきかえ	…アインシュタインの友人が

過去から現在までの方程式の歴史を振り返ってみましょう!

top

<http://mis.edu.yamaguchi-u.ac.jp/~math1/susuki/home/math13/0000/start.htm>

**ディオファントスの生涯**

ディオファントスは、古代ギリシャの数学者ですが、  
次のような言い伝えがあります。

「ディオファントスは、一生の $\frac{1}{6}$ を少年として過ごし、一生の $\frac{1}{12}$ を青年として過ごした。その後、一生の $\frac{1}{7}$ たって結婚し、その5年後に子どもが生まれた。その子は父の一生の半分だけ生き、父はその子の死の4年後になくなった。」

さて、ディオファントスは何歳でなくなったのでしょうか?

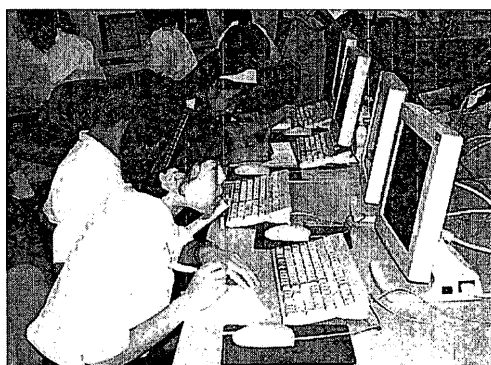
答え

<http://mis.edu.yamaguchi-u.ac.jp/~math1/susiki/home/math13/0000/10-2.htm>

1次方程式の解の意味やその解き方については教科書に沿って指導する。その後、方程式についての歴史的な話題や、興味ある場面設定の方程式の問題等を研究させるために、インターネットでHPを検索させ、「方程式」の語の由来や面白い場面設定の問題について研究させる。このような指導により、教科書や問題集の問題よりも生徒に強い興味を持たせ、主体的に学習させることができること、さらに、アカウント名やパスワード等校内のネットワーク端末の利用の基礎的な知識・技能の習得、ネチケットなどについても指導することをねらっている。

・授業についての生徒の感想

- ・解答・解法があってわかりやすかった。
- ・見たこともない面白い問題ばかりだ。
- ・式を作るのがすごく面白かった。正解したときは達成感があってうれしい。
- ・方程式にストーリーがあって面白かった。
- ・こんな授業をどんどんやってほしい。
- ・自分で問題HPを開き解くのが面白い。



・授業を終えての反省

「ディオファントスの生涯」だけでなく、インドの数学のどの問題も、場面設定が興味を持たせるものであった。このように一つの単元の学習の後、イン

ターネットでHPを検索させ、問題演習や、興味ある話題を検索して学習する方法は、情報教育の一面をもつ授業になるとと思われる。

**b. 表計算ソフトを利用した授業例（中学校2年）**  
—— 1次関数の具体例：時間の経過と火のついた線香の長さ ——

時間が経過するとき、火のついた線香の長さを実測して、グラフ化させ、線香の長さが時間の1次関数となっていることを理解させる指導である。1次関数の指導をほぼ終えた後、この時間では、実測から1次関数の式を求める手順を学習させようと意図した。授業の中でコンピュータを利用して、今までよりも生徒に発見的な場面をより自然な形で与えることができるようになり、生徒の思考過程をより自然にした授業が可能になってくるだろう。

・指導計画

- (1) 1次関数と変化の割合…………… 2時間
- (2) 1次関数のグラフとそのかき方…………… 4時間
- (3) 1次関数の式の求め方と1次関数の利用…………… 2時間
- (4) 2元1次方程式や連立方程式の解とグラフ…………… 3時間
- (5) 1次関数の応用…………… 1時間（本時）
- (6) 問題練習…………… 2時間

・授業を終えての反省

本時の授業で生徒が興味を持つ点は、表計算ソフトの利用により得られたデータをグラフ用紙上に点として表すと、確かに直線上に並んでいることが理解できることであり、さらにその直線の式を得ることができることである。回帰直線の用語や説明なしでコンピュータの力を借り、直線の方程式を得るのではあるが、直感的に直線が存在することは理解できるので、授業の内容は十分理解したと考えている。表計算ソフトの効果的な利用例であり、この点がこの授業の工夫点である。

・具体的な展開：資料1を参照されたい

**イ. 高等学校における授業例**

**a. ダウンロードプログラムを利用した授業例**  
円に外接する四角形の性質（数学A）

—— 図形シミュレーションソフトの利用 ——

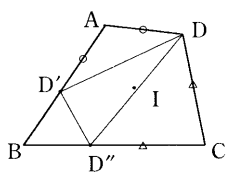
ダウンロードして得られる図形シミュレーションソフト：Geometric Constructorによって、四角形が円に外接するとき、どんな性質が成り立つかが発見させ、逆に発見した性質を満たす四角形は、円に外接することを確認する授業である。

新学習指導要領における数学Aの目標には、「事象を数学的に考察し処理する能力を育てるとともに、

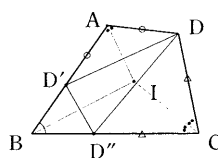
数学的な見方や考え方のよさを認識できるようにする」とある。これを受けて、「平面図形」においては、「三角形の五心」について考えさせ、図形の性質の数学的美しさを体験させ、図形について考察する力を一層深めさせたい。本時と次時の指導で、円に外接する四角形の性質を発見させ、逆にその性質を持つ四角形は円に外接する理由をそれまでの学習事項を利用して考えさせるのである。

本時は四角形 ABCD において、  
 四角形が円に外接する $\Rightarrow AD+BC=AB+CD$   
 を発見させるのであるが、その逆も成り立つことを次時の授業で自然な発想で考えさせ、証明させる。以下、その証明方法について述べるが、この授業で工夫した点である。

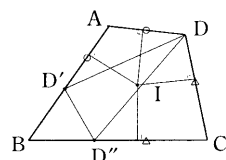
四角形 ABCD において  
 $AD+BC=AB+CD$   
 $\Rightarrow$ 四角形は円に外接する  
 の証明は以下ようになる。  
 四角形 ABCD において、  
 $AD=AD'$ ,  $CD=CD''$ となる点  
 $D'$ ,  $D''$ を辺 AB, BC 上にとると



↓



↓



- (1)  $\triangle D'BD''$  は二等辺三角形になる。
- (2)  $\angle A$ ,  $\angle B$ ,  $\angle C$  の二等分線は辺  $DD'$ ,  $D'D''$ ,  $DD''$  の垂直二等分線となり、 $\triangle DD'D''$  の外心 I で交わる。
- (3) 点 I から 4 辺 AB, BC, CD, DA に垂線を下ろすと、これらの長さはすべて等しくなる。すなわち、四角形 ABCD は円に外接する。

この教材全体での指導内容は以下ようになる。

- (1) 三角形の五心の意味を理解させ、五心に関わる性質を証明できるようにする。
  - (2) 三角形の重心、外心、垂心の位置関係を予想させ、その証明を考えさせる。
  - (3) 三角形の五心のまとめとして、円に外接する四角形の性質を発見させ、逆にその性質を持つ四角形が円に外接する証明を考えさせる。
  - (4) いろいろな図形の作図や、コンピュータによるシミュレーションを通して、平面図形の性質を発見させ、自ら学習する態度や研究する態度の育成をはかる。
- ・指導計画：以下、コンピュータによる作図・シミュレーションを利用し、三角形の五心を研究する。

- (1) 三角形の外心と外接円…………… 1 時間
  - (2) 三角形の内心と内接円…………… 1 時間
  - (3) 三角形の傍心と傍接円…………… 1 時間
  - (4) 三角形の重心と垂心…………… 1 時間
  - (5) 三角形の重心、外心、垂心の位置関係… 2 時間
  - (6) 四角形が円に外接する条件
    - ・円に外接する四角形の性質…………… 本時
    - ・円に外接する四角形の条件…………… 1 時間
- ・授業の実際：資料 2 参照  
 ・授業を終えての反省

四角形 ABCD において、 $AB+CD=BC+DA$  であれば、この四角形は円に外接するシミュレーションを提示したこともこの授業の工夫点であるが、時間に余裕があれば、その作成も生徒にさせた方が学習内容の理解が深まると思う。時間的な工夫を加え、学習者がこのようなシミュレーションを作成できるような授業展開を工夫していくようにしたい。コンピュータでシミュレーションすることの長所や意義については、証明をしたとき、その証明方法が正しいことを、図形の位置関係を変えて確認するか、補助線を加えた証明では、証明における補助線の有効性を確認する場合等たくさんの場面がある。

b. 表計算ソフトを利用した授業例

有理数の循環節（数学 I）

一分母が素数である分数の循環節の長さの種類—

正の整数  $p$  を 2, 5 以外の素数とし、 $p$  を分母とする分数で分子の値を変えて小数表示したとき、以下のことを発見的に理解させようとする授業である。

- (1) 循環節の長さ $n$ と循環節からできる数の輪の個数について
 
$$n \times (\text{輪の個数}) = (p \text{ で割ったときの余りの個数}) = p - 1$$

- (2) 循環節の長さ  $n$  について、  
 $10^n \equiv 1 \pmod{p}$  となる最小の正数  $n$  に等しい」  
 有理数の概念や、有理数が無限小数となるとき、循環小数になることやその理由などはこれまでに学習している。ここでは分母が素数である分数の循環小数について、課題研究の導入とする授業を実施する。この課題研究によって、生徒が有理数の理解を深め、無理数や実数の概念を一層深めることを目標としている。この授業で工夫した点は、表計算ソフトを利用して、同じあまりが現れるとそのセルの色が赤になって、循環節を表示する点で、循環節を容易に発見できるようにした点である。

本時の学習の結果生ずる新たな疑問については、課題学習として継続的に研究させ、生徒自身によって解決するように指導していきたい。

この教材全体での指導内容は以下ようになる。

- (1) 有理数や無理数の概念を理解し、これらをまとめた数の集合として実数の概念を理解させる。
- (2) 具体例を通して、有限小数、無限小数、循環小数について理解させる。
- (3) 実数の分類を理解し、実数の絶対値について理解を深めさせる。
- (4) 根号を含む式について、能率良く正しく計算できるようにする。
- (5) 特別な数の2重根号をはずす方法を理解し、根号を含む数の理解を深める。

・指導計画

- (1) 有理数と実数・実数の絶対値…………… 3時間
- (2) 平方根を含む式の計算…………… 1時間
- (3) 分母の有理化…………… 1時間
- (4) 二重根号がはずれる数…………… 1時間
- (5) 有理数の循環節（本時はその第2時）…… 2時間

本時の指導過程：資料3を参照されたい

・授業を終えての反省

表計算ソフトを利用した授業の斬新な展開例で、「分母を素数とする有理数の循環節の種類とその長さの関係」を発見させ、有理数や無理数への理解を深めることをねらった指導として提示した。

協議の結果明らかになったことは、説明に使う用語が生徒に慣れていなくて、授業の導入では説明が理解しにくかったのではないかということ、しかし、追究することが明確に理解されてくれば、深い思考と発見の知的感動を十分に与える教材で、中学校3年数学、高等学校の数学Aや微分・積分において、学習内容の理解に応じて指導内容を深めることができる教材となるので、このような意味からの指導の具体的展開を研究することが、興味ある今後の課題として確認された。また、本時の学習の結果生ずる新たな疑問については、課題学習として継続的に研究させることも可能な教材であることが確認された。

c. ダウンロードプログラムを利用した授業例

2次曲線と離心率（数学C）

——プログラム言語：十進 BASIC の利用——

数学Cでは、曲線の新たな表現方法として媒介変数表示や極方程式による表示を扱い、コンピュータ等を活用していろいろな曲線をえがき、グラフを観察して、それぞれの式表示のよさの理解を深める。このとき、コンピュータといえども、人間がグラフをえがく方法と同様な方法でグラフをえがくことを理解させることができる。ここではフリーソフトを利用していろいろな曲線のグラフを描くことを考えた。まず教師がインターネットを利用してフリーソフトをダウンロードし、サーバーに種々のプログラムを作成して保存した。生徒はそれを引き出して修

正し、曲線をえがく。ここでは、下記の URL から十進 BASIC をダウンロードして、利用した。

**(仮称)十進BASICのホームページ**

**B A S I C**

Engineer's All purpose Symbolic Instructional Code

〈仮称〉十進BASICは、コンピュータを計算の道具として使う人のためのプログラミング言語です。構造化プログラミングに対応しているので、アルゴリズムをわかりやすく記述できます。国際規格のJIS Full BASICに準拠しています。グラフィックスやファイルにも対応しています。独自の拡張として複素数や多桁の有理数の計算を行うモードもあります。十進BASIC掲示板を開設しました。利用者相互の交流の場としてご利用ください。

<http://hp.vector.co.jp/authors/VA008683/>

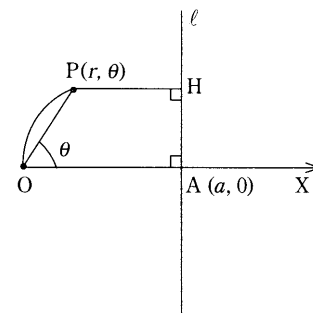
このソフトでは、グラフィック画面やテキスト画面が表示されるのはもちろん、プログラムのステップ実行が可能で、プログラムの概念を理解させるのに好都合である。また、分数表示や千桁表示での計算も可能で、グラフをえがく命令も簡単で授業で利用しやすいものである。

- ・指導計画：コンピュータによる関数や方程式のグラフ、媒介変数表示のグラフ、極方程式のグラフ…………… 4時間（本時はその第3時）

・授業の実際：

数学Cにおける教科書の例題

「 $a > 0$  のとき、極座標が  $(a, 0)$  である点  $A$  を通り、始線  $OX$  に垂直な直線を  $l$  とする。極  $O$  と直線  $l$  からの距離の比が  $e : 1$  である点  $P$  の軌跡の極方程式を求めよ」を学習させた後、離心率  $e$  の値を  $0.2$  の間隔で  $0.4 \sim 1.4$

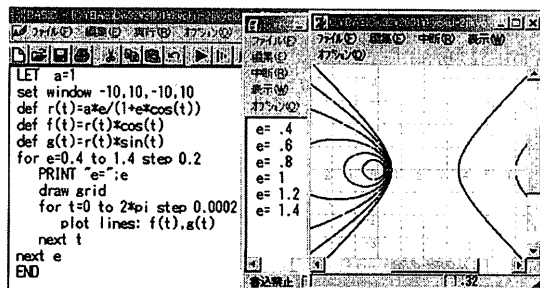


まで変化させ、対応する2次曲線を表示して、

- 離心率について  $0 < e < 1 \Rightarrow$  楕円
- $e = 1 \Rightarrow$  放物線
- $1 < e \Rightarrow$  双曲線

を理解させようとした。

次の画面は、そのプログラムと実行結果である。



・授業を終えての反省

この時間では、特に離心率と楕円・放物線・双曲線の関係をシミュレーションさせたが、離心率を0.2から1.4まで0.2の間隔で増加させ、各値に対応する2時曲線を描くことによって、離心率の値と楕円、放物線、双曲線の関係を鮮やかに理解させることができる。この点がこの授業の工夫した点である。生徒には感動を与える授業であったと思っている。このことは以下の生徒の感想からも推察できる。

- ・離心率と楕円，放物線，双曲線との関係を目でしっかり見ることができ，頭にもしっかり刻み込むことができた。
- ・あれだけのプログラムでいろいろな図形が出てくることに感動した。

d. インターネットを利用した授業例

いろいろな統計データの相関を調べる

(数学基礎)

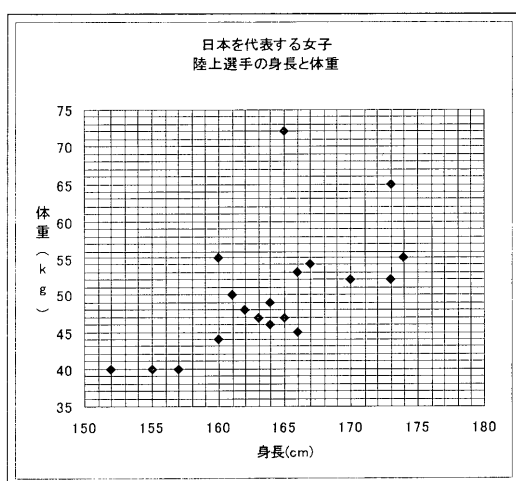
——インターネットからデータを取得して——

例えば，データとして

「日本陸上競技連盟 <http://www.rikuren.or.jp/>」を開き，日本を代表する陸上競技選手名鑑からデータを取得し，このデータを整理し，相関図を作成したり，相関係数を計算したりする。

例)

日本を代表する男子陸上選手			日本を代表する女子陸上選手		
身長	体重		身長	体重	
身長	1		身長	1	
体重	0.744	1	体重	0.607	1



他にも野球，サッカー，バレーボール，バスケットボール，高校野球などデータを取得することができる。環境に関するデータや生物に関するデータも取得し，整理して相関図や相関係数を考えることによって興味をもたせながら学習させることができる。

興味あるデータを取得させ，生徒の主体的な学習を目論んでいることがこの授業の工夫した点である。

4. 授業を実施した成果と反省・課題

インターネットや校内 LAN を利用した数学科の授業を実施してきたが，これらの経験からこのような授業を実施するための教材研究の仕方，授業の準備・授業の実施，授業実施後の課題，また校内 LAN への配慮等についての留意点を以下まとめる。

(1) 教材研究・教材作成について

- ① 特に図形の問題で，新しい性質の自然な発見や図形の定理の自然な考え方による証明，自然な発想による補助線の思いつきなどを生徒に発見させるためには，指導者が事前にその図形のいろいろな位置の場合を十分に試行錯誤し，証明のためにどのようにすれば自然な発想を誘い出し証明できるかを考えてみると，ヒントが得られる場合がある。このためには，生徒の思考過程に沿い自然な発想による証明になるようその図形の特別な位置の場合を考えてみるとかすると，自然な発想につながる場合が多い。
- ② 教材作成の視点の一つとして，シミュレーションにより理解させるような場面だけでなく，コンピュータを利用して考えさせる場面設定にできる場合も，コンピュータ利用の有効な場面とすることができる。
- ③ 毎日の授業を実施しながら，コンピュータを利用した方が効果的であること，コンピュータを利用して初めて可能かも知れないと思った気づきなどのアイデアやコンピュータ利用の工夫について書き留めておき，機会を見つけてどのようにすれば可能になるか，試行錯誤してやる必要がある。
- ④ 現在ではたくさんの方が数学の問題演習のためのホームページを開設しておられ，問題も基本的な問題から難問まで，また個に応じた指導のための HP も見つけることができる。利用させて頂き気づきがあれば生徒に連絡させるなどすると，メールの利用にもつながり，HP も更に良いものになると思う。
- ⑤ 1つの単元の授業を終えたとき，問題演習や発展的な話題の調べ学習の意味でインターネットで検索し，適当な HP が発見できれば，2～3時間位の時間数で，授業に利用することができる。ただし，必ず教師があらかじめ検索し，適当な HP の幾つかを提示して指示するようにする必要がある。
- ⑥ 日々の授業においても，その教材に関係する概念やキーになる用語を1つ決めて，インターネッ

トで検索すると、授業に利用できる話題を得ることができ、チョーク一本での授業よりは興味・関心を持たせる授業へのヒントとなる。

- ⑦ 実際の授業ではコンピュータ利用の視点を決めて利用する必要がある。1台で指導者だけが利用して説明するのか、生徒各自がコンピュータを利用するのか。前者の場合は必要に応じて指導者が利用すればよいので、全員で同じことを考えるので、授業の一体感がある。しかし生徒は自分の思っていることを自由に試すことはできない。後者の場合、生徒は自分の疑問に応じて試すことができるが、逆に作業中心の授業になるので、授業中は指導者の意図が伝わりにくい。後者の場合は実習や演習の意味の授業に適しており、そのためにはあらかじめその日に学習者がすべき作業内容を印刷物で配布し、最初の全体への説明後は、その印刷物の説明に従って作業させるようにした方が効率的である。その場合、その日の課題の解答や作業のまとめを記入して提出させるように、指導内容や印刷物を工夫する必要がある。作業が指導者の意図に沿って進み、学習者がどの内容をどこまで学習したのかということ把握できるようにすることが必要である。

#### (2) 授業実施上の留意点

- ① 校内 LAN による利用が可能であるとき、指導者は授業の前に研究室で自分用のコンピュータで授業に利用するファイルを作成して共有のフォルダに保存しておき、授業ではそのファイルを生徒に取り出させて授業を実施する。教室が校内 LAN で

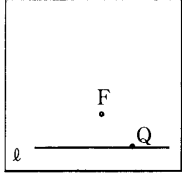
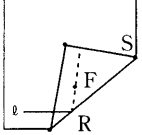
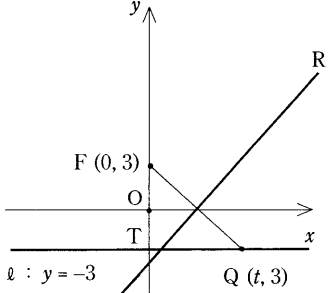
利用可能であるときは便利であるが、反面、共有フォルダのファイルを利用時に、誤って消去される場合もあるので、消去されない専用のフォルダにも保存しておくこと。無断でファイルの消去等をしないよう十分なネチケット指導をしておく必要がある。

- ② 生徒各自にコンピュータを利用させる場合は、あらかじめ座席表を準備して、座席を指定する必要がある。コンピュータの故障に素早く対応するためには、そのコンピュータの利用者を明確にしておく必要がある。決して自由席にしないこと。
- ③ データのダウンロードは手順をきちんと示してやれば、混乱することなく生徒各自にファイルをダウンロードさせることも可能である。ただし、事前に教室のコンピュータの管理者と保存する場所など十分な連絡を取り保存する場所などに注意させる必要がある。この場合生徒には、勝手にダウンロードしないよう指導しておく必要がある。
- ④ システムのセキュリティ等のためにもシステムの管理者と十分な連携を取りながら、授業を進めていく必要がある。

#### 参考文献等

1. 日本数学教育学会編「学校数学の授業構成を問い直す」, 産業図書株式会社, 1997, p. 166~p. 180
2. 正田実編「コンピュータ等を活用した指導」, 明治図書, 1989
3. 参考 HP  
<http://home.hiroshima-u.ac.jp/inosako/index.html>

資料1  
本時の指導過程

学習内容	指導過程・学習活動	指導上の留意点
<p>(導入)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●課題の確認</li> <li>・紙の折り方の確認</li> </ul> <p>(展開)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●課題の解決のために</li> <li>・座標平面の設定</li> <li>・折り目の方程式</li> <li>・折り目が通ることと <math>t</math> の値の関係</li> <li>・証明する</li> </ul> <p>(まとめ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●本時の学習内容の確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●下の本時の課題を提起し、①、②を確認させる。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>定点 <math>F</math> と <math>F</math> を通らない定直線 <math>l</math> がかき込まれた紙がある。<math>l</math> 上に点 <math>Q</math> をとり <math>Q</math> が <math>F</math> に重なるように紙を折って、折り目 <math>RS</math> をつくる。</p> <p>このようにして、<math>l</math> 上に <math>Q</math> を次々にとり、折り目 <math>RS</math> をつくる時、折り目 <math>RS</math> によってどんな曲線が浮かび上がってくるだろうか。</p> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>①折り目が現れる範囲と現れない範囲の境目として、曲線が浮かび上がってくる。</li> <li>②①の考察により、線分 <math>FQ</math> の垂直二等分線に着目し、コンピュータによるシミュレーションで浮かび上がってくる曲線は放物線であると予想できる。</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>●上の課題の解決を次のようにして考えさせる。</li> </ul> <p>(1)座標平面を設定し、直線や点の座標をきめる。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① <math>F</math> から <math>l</math> に下ろした垂線の足を <math>T</math>、線分 <math>FT</math> の垂直二等分線を <math>x</math> 軸、直線 <math>FT</math> を <math>y</math> 軸とする。また、定点 <math>F</math> を <math>(0, 3)</math>、直線 <math>l</math> を <math>y = -3</math> とするなど証明に必要な設定を確認させる。</li> <li>② <math>l</math> 上の動点を <math>Q(t, -3)</math> として、折り目 <math>RS</math> の方程式を求めさせる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・直線 <math>RS</math> は、<math>y = \frac{t}{6} \left( x - \frac{t}{2} \right)</math> ……⑦となる。</li> </ul> </li> <li>③折り目 <math>RS</math> が通る範囲を求めるにはどのようにすればよいか考えさせる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・例として、折り目 <math>RS</math> が次の点を通るかどうか考えさせる。点 <math>A(1, -2)</math>、点 <math>B(1, 3)</math></li> <li>・これらの具体例から次のことを発見させる。点 <math>P(x_0, y_0)</math> の座標を方程式⑦に代入したとき折り目 <math>RS</math> が点 <math>P</math> を通る <math>\Leftrightarrow</math> 方程式の実数 <math>t</math> が決まる</li> </ul> </li> <li>④曲線が放物線であることの証明を考える。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・点 <math>P(x_0, y_0)</math> の場合、<math>t^2 - 2tx_0 + 12y_0 = 0</math> から定まる <math>t</math> の値に対して、直線⑦は点 <math>P</math> を通る。<math>t</math> の値は、<math>t = x_0 \pm \sqrt{x_0^2 - 12y_0}</math></li> <li>・<math>x_0^2 - 12y_0 \geq 0</math> を満たす <math>x_0, y_0</math> に対して、実数 <math>t</math> の値が決まってくるから、直線 <math>RS</math> が点 <math>P(x_0, y_0)</math> を通ることになる。</li> <li>ゆえに、折り目 <math>RS</math> が通る範囲は、領域 <math>y \leq \frac{x^2}{12}</math> となる。</li> </ul> </li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>●本時の学習内容をまとめ、確認させる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・座標平面を考え、図形の方程式を用いて課題が解決できた。このことから座標平面や図形を式で扱うことの有用性を確認させる。</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大きな紙を用意して、折り方を演示してみせる。</li> <li>・折り目は線分 <math>QF</math> の垂直二等分線であることまた浮かび上がって上がってくる。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>曲線は折り目の通る範囲と通らない範囲の境目である。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ソフト利用方法は学習済み。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <p>整理して <math>2tx - 12y - t^2 = 0</math> ……⑦</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要であれば、さらにいくつかの具体的な点に対応する <math>t</math> の値を求め、考え方を理解させる。</li> <li>・ここが大切。コンピュータによるシミュレーションで通る点 <math>\Leftrightarrow</math> <math>\left\{ \begin{array}{l} \text{方程式⑦の実数 } t \text{ が} \\ \text{きまる} \end{array} \right.</math> を理解させたい。</li> <li>・境界は <math>y = \frac{x^2}{12}</math> となる。</li> </ul>
<p>(備考) 利用ソフト：Geometric Constructor (フリーソフト)</p>		



学習内容	指導過程・学習活動	指導上の留意点																																				
<p>(導入) ●課題の確認</p> <p>(展開) ●課題の解決</p> <p>●学習内容のまとめ ・本時の学習内容の確認</p>	<p>●次の問題について考えることにする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日常生活に見られる1次関数の例を考える。</li> <li>・1次関数の例として、次のことを本時の課題として確認する。</li> </ul> <div data-bbox="427 526 1015 685" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>— 本時の課題 —</p> <p>火のついた線香の長さは、時間の関数であることが予想される。本時は、一定の時間が経過したときの線香の長さを実測し、線香の長さが時間の1次関数となることを調べることにする。</p> </div> <p>●課題を解決するために以下のような作業をさせる。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)線香に火をつけて、1分間ごとにその長さを実測する。</li> <li>(2)実測した数値を、表計算ソフトに入力してそのグラフをえがく。</li> <li>(3)数値の信頼性等を考慮しながら、計測を始めてからの時間 <math>x</math> (分) と、線香の長さ <math>y</math> (mm) の関係を考える。</li> </ol> <p>・指導者がソフトを利用して予想される最適な直線を求め、実測値のグラフ、予想した1次式のグラフと比較して、予想が正しいことを確認する。</p> <table border="1" style="margin: 5px 0;"> <caption>・実測例</caption> <thead> <tr> <th>時間(秒)</th> <th>長さ(mm)</th> <th>予想の1次式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>133</td><td>131</td></tr> <tr><td>1</td><td>127</td><td>127.2</td></tr> <tr><td>2</td><td>123</td><td>123.4</td></tr> <tr><td>3</td><td>120</td><td>119.6</td></tr> <tr><td>4</td><td>116</td><td>115.8</td></tr> <tr><td>5</td><td>112</td><td>112</td></tr> <tr><td>6</td><td>110</td><td>108.2</td></tr> <tr><td>7</td><td>105</td><td>104.4</td></tr> <tr><td>8</td><td>101</td><td>100.6</td></tr> <tr><td>9</td><td>97</td><td>96.8</td></tr> <tr><td>10</td><td>93</td><td>93</td></tr> </tbody> </table> <p>●本時の学習内容をまとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・個々の実測値が曖昧であっても、1次関数を考えることによって、線香の長さが予想でき1次関数を考えるよさが確認できる。</li> </ul>	時間(秒)	長さ(mm)	予想の1次式	0	133	131	1	127	127.2	2	123	123.4	3	120	119.6	4	116	115.8	5	112	112	6	110	108.2	7	105	104.4	8	101	100.6	9	97	96.8	10	93	93	<p>・具体的、日常的な場面に結びつくようにしたい。</p> <p>・生徒から予想、予想が正しいことを確かめる方法等を引き出すように努める。</p> <div data-bbox="1059 766 1423 1115" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p style="text-align: center;">時間の経過と線香の長さ</p> </div> <div data-bbox="810 1263 1174 1639" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p style="text-align: center;">時間の経過と線香の長さ <math>y = -3.8364x + 131.64</math></p> </div> <p>・本時の展開では、ソフトの利用の精度等から、グラフを描くのは、鉛筆でグラフ用紙にかく方がよいが、ここではあえて表計算ソフトを利用した。</p>
時間(秒)	長さ(mm)	予想の1次式																																				
0	133	131																																				
1	127	127.2																																				
2	123	123.4																																				
3	120	119.6																																				
4	116	115.8																																				
5	112	112																																				
6	110	108.2																																				
7	105	104.4																																				
8	101	100.6																																				
9	97	96.8																																				
10	93	93																																				
<p>(備考) 利用ソフト：Microsoft Excel</p>																																						



資料4  
本時の指導過程

学習内容	指導過程・学習活動	指導上の留意点																																																																																																																																																										
<p>(導入) ・前時の学習内容の確認</p> <p>●課題の確認 ・本時の課題の確認</p> <p>(展開) ●課題の解決</p> <p>●学習内容のまとめ</p>	<p>●前時は、表計算ソフトで、分数を小数表示する方法を学習した。本時はその表を利用して、考えることを確認する。</p> <table border="1" data-bbox="459 481 1150 658"> <tr><td></td><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>G</td><td>H</td><td>I</td><td>J</td><td>K</td><td>L</td><td>M</td><td>N</td><td>O</td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td>分子</td><td>商</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td>6</td><td>0</td><td>4</td><td>6</td><td>1</td><td>5</td><td>3</td><td>8</td><td>4</td><td>6</td><td>1</td><td>5</td><td>3</td><td>8</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td>13</td><td>6</td><td>8</td><td>2</td><td>7</td><td>5</td><td>11</td><td>6</td><td>8</td><td>2</td><td>7</td><td>5</td><td>11</td><td>6</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td>分母</td><td>余り</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p>●2, 5以外の素数 <math>p</math> を分母とする分数について、分子をいろいろ変えたとき、どんな性質が予想・発見されるか、具体例から考えてみる。</p> <p>① <math>p=3, 7, 13, 31</math> であるときの循環節の長さとおの個数を表にまとめてみる。</p> <p>② 表にまとめたこれらの例から、予想される性質について考える。</p> <p>●予想される性質を、次のようにまとめる。</p> <p>① 素数 <math>p</math> を分母とする分数では、分子を変えても、循環節の長さが等しくなる。</p> <p>② 素数 <math>p</math> を分母とする分数では、1つの余りが決まると、次の余りが決まる。従って、余りがいくつかのグループに分かれ、同じグループの余りの循環節を輪にすると同じ輪になる。</p> <p>●見つけた性質を次のようにまとめ、確認する。</p> <p>① 分母をきめると分子を変えても循環節の長さは等しい。</p> <p>② (循環節の長さ) × (輪の個数)  <math>= (p</math> で割ったときの余りの個数)  <math>= p-1</math></p> <p>●本時の学習内容をまとめる。</p> <p>・循環節の長さについて、予想される性質とそのようになることの説明を課題とする。</p>		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	1																2		分子	商													3		6	0	4	6	1	5	3	8	4	6	1	5	3	8	4		13	6	8	2	7	5	11	6	8	2	7	5	11	6	5		分母	余り													6																<p>・本日の表は、同じ余りが現れると、そのセルの色が変わるように設定してある。</p> <p>この点がこの授業の工夫点である。</p> <table border="1" data-bbox="1082 725 1394 1238"> <thead> <tr> <th>分母</th> <th>循環節の長さ</th> <th>輪の種類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>7</td><td>6</td><td>1</td></tr> <tr><td>11</td><td>2</td><td>5</td></tr> <tr><td>13</td><td>6</td><td>2</td></tr> <tr><td>17</td><td>16</td><td>1</td></tr> <tr><td>19</td><td>18</td><td>1</td></tr> <tr><td>23</td><td>22</td><td>1</td></tr> <tr><td>29</td><td>28</td><td>1</td></tr> <tr><td>31</td><td>15</td><td>2</td></tr> <tr><td>37</td><td>18</td><td>2</td></tr> <tr><td>41</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr><td>43</td><td>21</td><td>2</td></tr> <tr><td>47</td><td>46</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> <p>・素数 <math>p</math> を分母とする分数では、1つの余りが決まると、次の余りが決まる。</p> <p>すなわち、余りに現れる数は順番も込めて決まってくることから、説明する。</p> <p>・課題の解答は、後日レポートにまとめ、提出するように指示する。</p>	分母	循環節の長さ	輪の種類	3	1	2	7	6	1	11	2	5	13	6	2	17	16	1	19	18	1	23	22	1	29	28	1	31	15	2	37	18	2	41	5	8	43	21	2	47	46	1
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O																																																																																																																																													
1																																																																																																																																																												
2		分子	商																																																																																																																																																									
3		6	0	4	6	1	5	3	8	4	6	1	5	3	8																																																																																																																																													
4		13	6	8	2	7	5	11	6	8	2	7	5	11	6																																																																																																																																													
5		分母	余り																																																																																																																																																									
6																																																																																																																																																												
分母	循環節の長さ	輪の種類																																																																																																																																																										
3	1	2																																																																																																																																																										
7	6	1																																																																																																																																																										
11	2	5																																																																																																																																																										
13	6	2																																																																																																																																																										
17	16	1																																																																																																																																																										
19	18	1																																																																																																																																																										
23	22	1																																																																																																																																																										
29	28	1																																																																																																																																																										
31	15	2																																																																																																																																																										
37	18	2																																																																																																																																																										
41	5	8																																																																																																																																																										
43	21	2																																																																																																																																																										
47	46	1																																																																																																																																																										
<p>(備考) 使用ソフト：Microsoft Excel</p>																																																																																																																																																												