

# 数列の授業におけるコンピュータの導入

愛媛県立三崎高等学校 井上栄治

## 1 はじめに

本年度より数学部会コンピュータ研究委員会へのお誘いを受けた。私自身、高校教師になって6年目を終えたところであるが、以前は東京にある日本電気株式会社に勤務し、海外モバイルワイヤレスシステム事業部やモバイルビジネス開発本部などで海外モバイルオペレーターを顧客としたシステムエンジニアとして働いていた。その経験を買われて、本委員会にお誘いを受けたのではないかと感じている。しかしながら、1年目こそコンピュータを導入した授業をたくさん試みていたが、現在は、年に1、2回程度しか導入していない。特に、本年度は進路課長を仰せつかって、自転車操業の日々が続き、授業で新しいことに挑戦できていないことを猛省している。

今回紹介する内容は、数年前から行っている授業内容である。「コンピュータ研究」と言うほどの内容ではないことをあらかじめ御承知おきたい。

## 2 内容

数学の授業において、「ハノイの塔」が教材として用いられる機会は多いと思われる。私自身も、数学Bの中にある数列の『漸化式』における導入として頻繁に使用している。そこでは、ハノイの塔の説明および最小回数の発見、さらには漸化式の応用例やクイズまでを、プレゼンテーション用ソフトである Microsoft Office PowerPoint を使い、アニメーションを取り入れながら分かりやすく説明している。PowerPoint は私が大学4回生の頃、すなわち13、14年くらい前から使い始めた。当時はOHPシートの代わり程度の機能しかなかったが、御存知のとおり現在は多種の有用な機能を付加したすぐれたソフトとなっている。

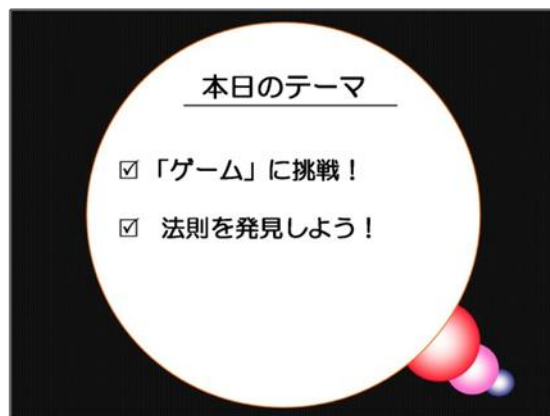
今回の内容は、通常の授業向けだけでなく、夏休み中に実施される中学生向け体験授業用に改良したり、さらには昨年度来校した中国杭州からの修学旅行団との交流授業向けにも改良したりしている。

以下、実際に黒板に映し出したスライド（一部）を使いながら授業の流れを説明する。

### (1) 導入

図1を黒板に映し出し、本時の授業の流れを紹介する。

図1 本日のテーマ



### (2) ゲームの説明

図2から図4を順番に映し出し、今回のゲームについて詳しく説明する。特に、ハノイの塔の初心者に対しては、ルールをしっかりと理解させるよう説明する。

図2 ゲーム説明



図3 指令内容

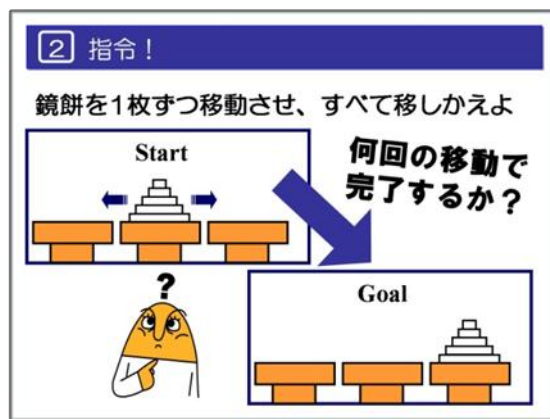
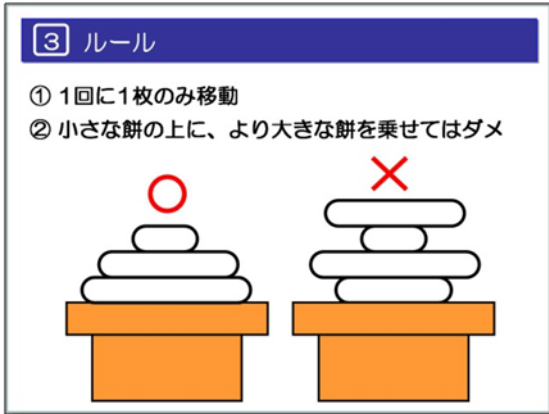


図4 ルール説明



(3) ゲーム

図5のような7段までのハノイの塔の模型を生徒に配布し、3枚から順に最小回数を求めさせる。模型の数が限られているため、人数が多いクラスについては、2人～4人組で作業をさせる。

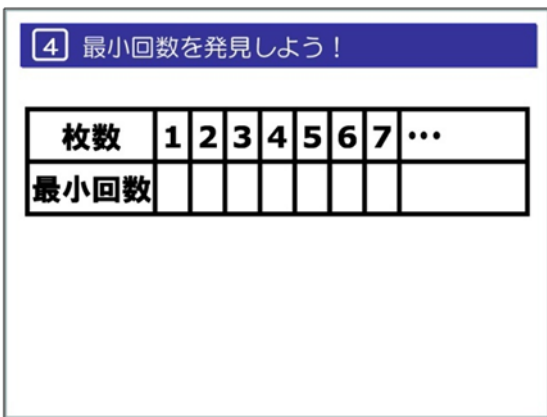
図5 ハノイの塔の模型



(4) 解答と考察

生徒が作業をしている間に、図6を黒板に映し出しておいて、答えを発見できた者（あるいはグループ）に、順次答えを板書させていく。

図6 最小回数の発見



一定の時間がきたら作業する手を止めさせ、全員で答えを確認していく。そして、作業しながら思いついた法則を答えさせ、図7～図9のようにチョークで書き込みながら説明を加える。さらに、 $n$ 枚の場合ならどうなるかまで考察させていく。

図7 最小回数の記入

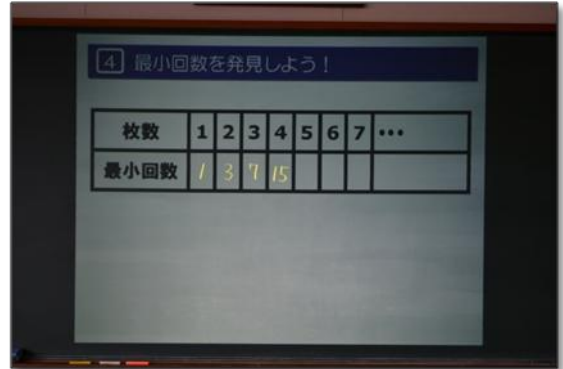


図8 法則の発見 (1)

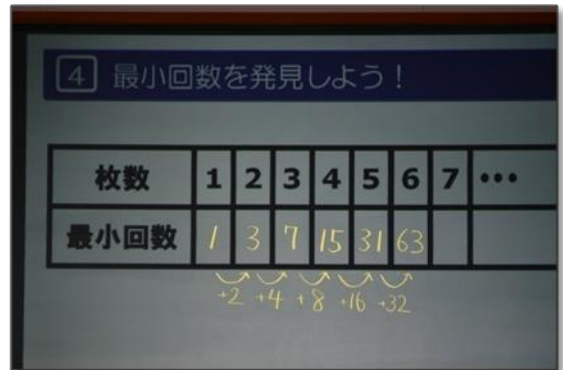
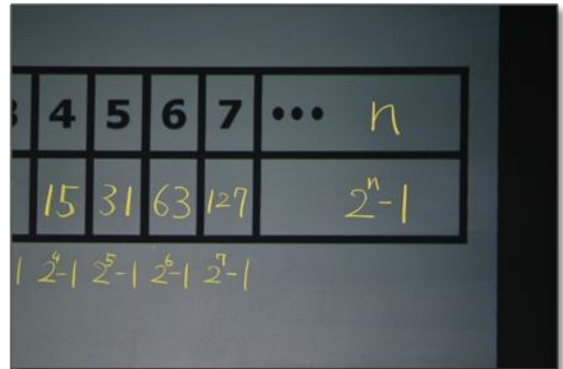


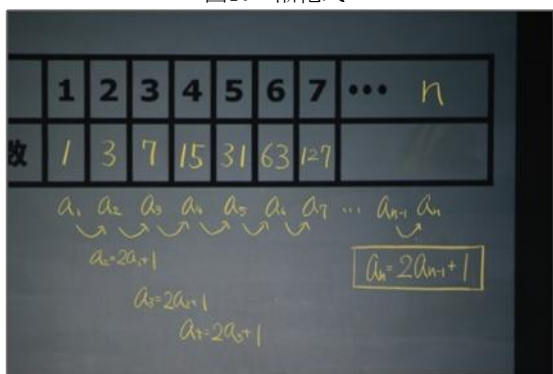
図9 法則の発見 (2)



(5) 漸化式の導入

図10のように黒板を使いながら、最小回数を数列 $\{a_n\}$ とした場合に、 $a_n = 2a_{n-1} + 1$ という関係がうまれることを説明する。さらにいくつかの例題を用いて漸化式とは何かを概説し、次時より漸化式について深く学習していくことを付け加えておく。

図10 漸化式



さらに、漸化式を用いた実用例として、

$$a_{n+1} = 4a_n(1 - a_n), \quad a_1 = 0.1$$

を紹介する。これを順次求めていくと、

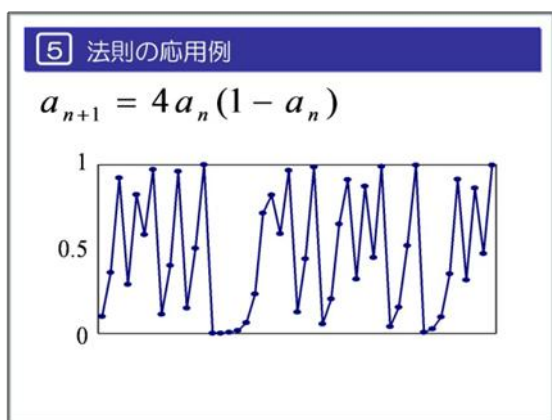
$$a_2 = 4a_1(1 - a_1) = 0.36$$

$$a_3 = 4a_2(1 - a_2) = 0.9216$$

$$a_4 = 4a_3(1 - a_3) = 0.28901376$$

となり、横軸を $n$ 、縦軸を $a_n$ として、数値を順にプロットしていくと図11のようなグラフになる。これは携帯電話の秘匿性などの研究分野において利用されている乱雑な(カオス的な)数列であることを話す。さらに、携帯電話のネットワーク図や音声通信・パケット通信の仕組みなども説明することで、数学が世の中の仕組みに使われていることに興味を抱かせる。

図11 応用例



(6) おまけ

$n$  枚の最小回数が  $2^n - 1$  となることに絡めて、『指数』についても触れておく。「ドラえもん」の「バイバイン」という道具を紹介し、 $y = 2^x$  のグラフを描く。さらには  $2^{50}$  の値を考察するために、図12のクイズをする。ちなみに、中国修学旅行団向けの授業の際には、図13 のよ

うな改良版を使用した。

図12  $2^{50}$ の応用クイズ

**第1問** 新聞紙を50回折ると？

① ノート	⑤ 校舎
② 鉛筆	⑥ 東京タワー
③ イス	⑦ 富士山
④ 机	⑧ 火星

図13  $2^{50}$  の応用クイズ (中国旅行団向け)

**問題** 折疊50次报纸的话, 高度呢？

① This desk
② This building
③ The Great Wall
④ Distance to Mars

### 3 最後に

50分の授業では、この内容を全て終えることができないクラスもあった。ゲームの時間や考察の時間を短くすればよいのだが、できる限り生徒たちに作業をさせたいので、まだまだ授業の組み立てを改良する必要がある。また、コンピュータを用いた本授業に対する生徒たちの反応は良いが、ノートに記述させる機会が少なく、必ずしも次の授業につながっているとは言えないので、プリントを用いるなどの工夫が必要である。

冒頭でも述べたように、最近ではコンピュータを用いて分かりやすい授業を行うことができていない。来年度は研究をすすめ、分かりやすい授業を突き詰めていきたいと思う。