

# モデル化とシミュレーションの一教材

－数学，理科，情報との連携－

武 沢 護

神奈川県立厚木南高等学校

e-mail : [takezawa@atsunan.com](mailto:takezawa@atsunan.com)

## 1 はじめに

来年度から高等学校において新学習指導要領が実施され，学校週五日制にともなう教科内容の削減をはじめ，数学Ⅰと数学基礎との選択必修制度が始まる．また，「情報科」という教科の新設により，この教科を受け持つ数学科の教員が少なからず出現することも来年度からの大きな出来事である．いままで，数学の授業や教材開発において，コンピュータやテクノロジーを積極的に活用していた教員ほど「情報科」の免許を取得している傾向にあり，教科としての「数学」にはいろいろな影響が出てくると思われる．

## 2 モデル化とシミュレーションの教材開発

「情報」には情報A、情報B、情報Cと三つの科目があり，多くの高等学校では情報Aを1年次に必修科目として置くようだ．科目の性格上，将来的には「情報の科学的な理解」に重点を置く情報Bと「情報社会に参画する態度」を養う情報Cが大きな核になっていくのではないかと考えている．本稿で取り上げる「モデル化とシミュレーション」という単元は「情報B」で扱われることになっているが，これは数学と非常に深い関係を持っており，興味深い単元であるだけにどのような視点を持って教材開発すべきか述べていきたい．

### 2.1 数学教育に足りないもの

#### 2.1.1 試行錯誤と予想の数学

学校数学は従来から，論理的必然性をもとに解を求める場面が多かったが，与えられた問題や課題をあれこれ実験したり，予想したりする場面は少なかった．また，高校数学に微分方程式が姿を消してから久しいが，将来を数学的に予想するような手法が学習しにくくなっている．

#### 2.1.2 他教科と関連した数学

数学が扱う題材は，おもに「数」や「図形」や「抽象的なもの」であることが多く，身の回りの現象と関連付けたり，身の回りのものを題材としたりすることは少なかった．しかし，そもそも数学は歴史的にも，測量や天文，物理など自然科学と深い関係を保ちながら発展してきたことを振り返ると，生徒の興味・関心を高めるために，現代の学校数学にもっとこの視点を積極的に取り上げるべきだと思う．

### 2.2 情報教育に足りないもの

情報教育（情報科の教育内容）は，非常に幅広い内容をカバーするものだが，ネットワーク技術者やプログラミングのプロを養成する教科ではないし，情報社会の光や影の部分を学習するだけでもない．次年度から供給されることになっている多くの検定教科書を眺めると，一様に「数理科学的」な側面が弱い．情報という教科において，「科学的な見方・考え方」を育むような教材が是非欲しいところである．

## 3 教材開発の視点

以上から，次のような視点で教材のネタを探し，教材開発を試みた．

### 3.1 教材のネタ探し

#### 3.1.1 数学として魅力的なもの

数学の学習指導要領にとらわれず，コンピュータやテクノロジーを利用することで生徒が解決可能な数学として魅力的な題材．

#### 3.1.2 他教科と横断的・総合的關係にあるもの

いままで，数学の内容と深い関係にあった理科分野という「物理」が多かったが，最近では生物分野にも興味深い題材がある．科学を総合的に捉

えるという視点からも積極的に取り上げたい。

### 3.2 発見的学習を促す教材開発

従来からコンピュータを活用したシミュレーションの教材は、例えばモンテカルロ法を用いた円周率の求値問題のように、対象がすでに数学的に定式化されたものが多かった。しかし、定式化されていないものを、逆にシミュレーションを通して対象を理解し、発見的に理論構築することも重要である。そこでは生徒がその話題について、実験や試行錯誤を通して対象を探索することで、受け身でない主体的な学習が可能になる。そして、われわれ教師はコンピュータを使ってこそ発見でき、従来では実現が難しかった学習を通して豊かな科学の世界へ案内することができる。

## 4 いくつかの事例

ここでは、私が編集に参加した検定教科書において取り上げた内容を紹介する。[2]

### 4.1 席替え（再帰的な思考）

問題：30人のクラスで席替えをする場合、クラス全員が席替え前と違うことは、どのくらいの確率で起こるだろうか。

解説：これは確率のモンモール問題として有名で、三項間漸化式を解くことに帰着するが、これをコンピュータ上でシミュレーションすることができる。

### 4.2 ウサギの問題（再帰的な思考）

問題：一つがいの親ウサギは毎月一つがいのウサギを生み、新しく生れた子ウサギは1ヶ月後から親ウサギとなり子ウサギを生み始めるとする。最初、一つがいの子ウサギがいたとして、毎月のウサギのつがいの数を数えてみよう。

### 4.3 世代間の問題（差分方程式的な思考）

問題：ある世代の個体量を $y_n$ とおくとき、

$\frac{y_n - y_{n-1}}{y_n}$  は単位量の増加の割合を表す。

(1)この単位量の割合が一定のとき、 $y_n$ の変化はどのようなになるだろうか。

(2)この単位量の割合が1次関数( $s - t y_n$ )であ

ったら、 $s$ ,  $t$ をいろいろ変えることで $y_n$ の変化はどのようなになるだろうか。

### 4.4 セルラ・オートマトンの問題

セルラ・オートマトン (cellular automata)は細胞 (cell)になぞらえた、局所的な規則にもとづく有限個の離散的なセル構造をもつ離散ステップ変化である。

#### 4.4.1 1次元の例

局所規則：1次元セルの状態が、0, 1二つの状態からなり、あるセルに対して隣接両端の2個の和が2で割った余りを次世代のセルの値とする。初期条件が、一つのセルだけ1のとき、大域的な挙動はどうなるだろうか。

#### 4.4.2 2次元の例

有名なライフゲームや分子拡散、雪崩のモデルなどが該当する(詳細な規則はここでは述べない)。これらは、人工生命の話題や複雑系の問題と深い係わりをもつ興味深い題材であると考ええる。

## 5 おわりに

来年度から始まる教科「情報」でどの程度の学校が「情報B」選択するかどうか未知だが、いままで述べたように、コンピュータやテクノロジーを積極的に活用することで、貧弱なカリキュラムが再び面白いものとなると思う。数学は「数学」で、情報は「情報」だけで完結するのではなく、さまざまな分野の話題を総合的に探索するためにもモデル化とシミュレーションの考え方は有効であると思う。

### 参考文献

- [1] 大岩, 武井監修 「みんなのパソコン学」  
オーム社, 2001.
- [2] 大岩, 武井他 検定教科書「みんなの情報B」,  
オーム社, 2002.

[my web site]

<http://www.atsunan.com/~takezawa/math/>