

数学教育におけるコンピュータ利用の理念と方法

3K-7

寺田文行, 神田信之

早稲田大学

1. 1994カリキュラムの基本理念

1994カリキュラム¹⁾では, 以下の事柄の実現が念頭におかれている。

- (1) 技術・経済環境の高度の発展に対処できる数学の重要点の精選
- (2) 情報化時代の要請に沿った数学という配慮
また, コンピュータによる操作実験的な学習を取り入れることが可能であるようにし, コンピュータの持つ威力を数学を通して理解させ, 時代の要請に答え得る構成
- (3) 生徒の学習到達度, 適正, 興味の多様化に応じた教育を行えるように編成し, とくに知識偏重の教育から, 思考重視の教育への移行

2. 1994カリキュラムにおける情報化対応

コンピュータ活用の立場は次の2つである。

- (1) 数学の理論への興味の増大ばかりでなく数学的創造力の養成

これが従来からの数学教育の実態である。数学への興味の増大のためのコンピュータ利用には, 数学理論の発展の方向の提示, 関数写像の図形的な表現, 空間図形の工夫された提示など種々の方面の教材が考えられてきた。

しかし数学的創造力の養成を目的にしたコンピュータ利用は今後の問題の一つである。考えられるコースの設計の一つの例としては, 具体的な予想・数値的なテストの繰り返しによる定理へのアプローチなどがある。

- (2) 数学的知性の涵養

数学教育の目的を多量の知識の詰め込みではなく, 生徒の“数学する心”を開かせることを念願とする。とくに数学の到達度不十分の生徒には, 操作実験的な納得を通して数学の世界を鳥瞰させることをねらいとする。このためにコンピュータを中心としたメディアが利用される。

3. C S Cの基本理念

以上のような考えに基づいた設計は今までも試みられている。しかし, コンピュータ利用を前提としない従来のカリキュラムに沿った教科書をベースにした場合“何故そこでコンピュータか”という観点で不足感をもたされることも少なくない。コンピュータを黒板とノートに代わるものとして位置づけたカリキュラムの設計をすることが望まれる。

この考えに基づいて設計したのが

C S C (Curriculum Supported by Computer)²⁾である。

次の2つの基本的な教育方法を行う。

- (1) 従来の数学教育は, 教師側が適切な導入を行うにしても, 定義・定理を初めから与えることでスタートしている。ここで望ましいのは「創造力の養成」の立場に立って, 生徒自身が定義・定理の必然性を予感するように努めることである。

- (2) また現在までは一部分の生徒のものにすぎなかった数学的知性をできるだけ広い層に広めねばならない。そのため論証を中心とした完全主義的な証明のみで理解させようとしていた定義・定理を, 生徒自身の数値実験やグラフ・図形観察も混えて

「操作実験的に納得させる」

ことで置き換えていく。この教育方法を「納得の数学」による教育と呼ぶことにする。

さらに詳しく述べてみよう。一般的に数学者が未知の世界を開拓するに当たっては, 紙上で試行錯誤を繰り返し,

「そこに何かがありそうである」

と予想し, それを端緒として予想問題をたて, しかる後その証明を試み, 定理としていくステップをたどっていくことが多い。未学習の教材

は、生徒にとっては未知の世界である。

「創造力の養成」

のために、数学教育でもこのステップを手本として、いくらかでもそれに近い道をたどらせるようなカリキュラムを組むことが考えられる。そこで、数学者が紙上で行う試行錯誤に当たるものを

「アプローチ」

と呼び指導上の大きな柱の1つとする。教師側からの押しつけではなく、生徒自身に数値実験、グラフ・図形観察等による操作実験を行わせる。この行動により授業への参加意識を持たせるとともに、定義・定理の必然性をつかませるように努力する。しかし生徒は数学者のような探求意欲を持ち合わせているとは限らないので、然るべき誘導を要する。そこにコンピュータを活用して行くのである。

「納得の数学」

による教育方法は、数学の内容をなるべく多くの生徒に自然に受け入れることができるようにするために行うものであった。操作実験的な「納得」のために、コンピュータの力を借りようというのである。この「納得」を指導上のもう1つの大きな柱とする。

C S Cのカリキュラム設計では、この「アプローチ」と「納得」を大黒柱として、つぎのような全部で6つのステップを設ける。ただし、これらのステップは、項目によっては、その一部分だけを取りあげることもある。

(1) 試行

新しい学習单元に対し、自然にその世界へ入れるように、“いたずら書き”をさせる。

(2) アプローチ

これは既に述べた。ここでは設問を設けても、それに答えさせることはしない。

(3) 通常授業とその場におけるアシスト

通常行われている授業の最中に、生徒が、既習事項の確認とか、証明途中の難解部分の解説とかをコンピュータを使って得ることができるようにしておく。

(4) 納得

これも既に述べた。

(5) 演習

従来の練習問題を行わせる部分に当たるが、

単に公式適用型だけではなく、実生活に沿った問題、いわゆる問題解決型さらにはモデリング型の問題等も行わせる。

(6) 展望

学習したことからさらに広がる数学の世界・数学理論の発展を、コンピュータ・グラフィックス等を利用して展望させる。

4. C S Cカリキュラムの事例

以上の考えに基づいたコースウェアの具体例を、カリキュラムの大黒柱の「アプローチ」と「納得」の2つだけではあるが、新カリキュラムの数学Iの「図形と計量」を事例にとり、その概略を述べてみよう。

この節の数学的な内容は、三角形の決定条件である。まずそれに対し、「試行」と「アプローチ」を合わせた部分からスタートする。この部分では何かを教え込むのではなく、生徒に辺と角の大きさを自由に入力させるといった試行を繰り返させることにより、どのような条件のときに三角形が決定するのかを感知させるように導いていくのである。また生徒が作った三角形について、残りの辺の長さや角の大きさを知らせるためにスケールや分度器を画面に登場させる。ここから生徒が、残りの辺や角が数式により導けないか、という意識を持てば「試行」と「アプローチ」の部分の目的は達成されるのである。

「納得」の部分では、例えば余弦定理を証明した後、以前に「アプローチ」のときに生徒が作った三角形に当てはめ、公式による結果が、生徒の作った三角形で妥当かどうかを見させるのである。「納得」で重要なことは、生徒自身が作ったもので妥当かどうかを確認させることが、生徒1人1人の納得につながっていくことである。

参考文献

- 1) Fumiyuki TERADA: Revised Edition of the Course of Study, The Journal of Science Education in Japan, 1989. Vol. 13, No. 2, pp63-68
- 2) 寺田文行他, 「C A C の概念とその実践」, 早稲田教育評論 第1巻第1号