

20.

Mosaic による数式処理を用いた教育
— MSSG プロジェクト —

神戸大学発達科学部

高橋 正

(Tadashi Takahashi)

e-mail: takahasi@kobe-u.ac.jp

神戸大学教育学研究科

橋場 弘和

(Hirokazu Hashiba)

e-mail: hashiba@kobe-u.ac.jp

神戸大学教育学研究科

井林 憲一

(Ken-ichi Ibayashi)

e-mail: ibayashi@kobe-u.ac.jp

現在、ネットワーク環境を整備することは、多くの分野において進められている。このような整備計画は時代の要請として、情報社会に拍車をかけている。学校教育の現場においてもコンピュータは導入され、教師のコンピュータを用いた研究発表には、BASIC による CAI コースウェアの作成、コンピュータ言語を用いた数学教材の指導、数式処理システムの利用等、教育現場において、コンピュータを使える教師の増えたことを象徴するテーマが多くなった。しかしながら、コンピュータを用いた数学教育の研究は、このような研究発表を中心とするテーマだけでよいのだろうか。コンピュータサイエンスは飛躍的に進歩している。情報スーパーハイウェイの構想が夢であり、多くの見直しが必要となり、一時的な波はあるだろうが、全体の流れとしては、高速処理のマシンを中心としたネットワークシステムの構築と、その利用形態の研究に進むであろう。このような現状において、コンピュータを用いた数学教育の進むべき方向は何か。それは、多くの活用結果を集積し、学習者にとって効果的

な活用方法を全世界的にリアルタイムで展開することである。

そのためには、ネットワーク環境を積極的に利用し、数学の良さを教えるために役立つプログラム、使用方法等をいつでも、誰でもが、簡単に見ることができるようにし、数学での利用が他の分野に比べ有意義なことをアピールするべきである。このような研究活動を行うグループとして、MSSG プロジェクト (Mathematical Science Study Group Project) を提唱し、活動を始めた。

ネットワーク環境において、文字データ、音声データ、画像データ等を統合的に扱えるマルチメディアソフトウェアとして、mosaic がある。Mosaic を効果的に使用し、ネットワーク環境下において、数式処理システムを用いた教育活動は、魅力ある新しい数学教育となる。

本稿では、ネットワーク環境下において数式処理システムを用いた教育における、効果的利用法として、次の3つのポイントに焦点をあて考察する。

1. Getting into Workstation.

パソコンからワークステーション等にアクセスし、パソコンでワークステーション等を使う。

2. Communication by using WWW (include e-mail and mailing lists).

コンピュータを双方向の通信機器として使う。テレビなどの受け身のメディアではなく、自分自信からの情報発信ができる、マルチメディアマシンとして使う。

3. Development of teaching materials by using FTP site.

ネットワーク環境で得た情報を自分のパソコンで使う。さらに、他のユーザに自分の情報を与えたり、互いに協力してものを作る。

これら3つのポイントについて、具体的な例を中心に考察する。

20.1 Getting into Workstation.

パソコンからワークステーションの数式処理システム Risa/Asir を使う。(パソコンからのワークステーションへのリモートログイン) ワークステーションとは、ネットワークに対応し、マルチタスク、マルチユーザ (同時に複数のユーザが複数の仕事をさせることができる) 機能を持ったコンピュータである。パソコンをネットワークを介してワークステーションの端末にすることにより、高性能のワークステーションをあたかも自分のマシンのように使うことができる。

<例1>

telnet により、手元の Macintosh から神戸大学発達科学部数理情報教室のワークステーション (マシン名: main) に入る。

<例2>

eXodus を使って、手元の Macintosh をワークステーション (main) の X 端末にし、ワークステーションの Risa/Asir を使う。このようにして X 端末にすると、ワークステーション上の Risa/Asir

に陰関数のグラフを描かせることができる。

Risa/Asir は、媒介変数表示や特別なライブラリのロードなしに陰関数のグラフを描く機能を持っている。また、そのグラフの中心部分を拡大して、グラフの詳細を観察する。Risa/Asir は、拡大したい部分をマウスで選択するだけで、新たに拡大したグラフを表示する。

20.2 Communication by using WWW (include e-mail and mailing lists).

コンピュータを双方向の通信機器として使う。テレビなどの受け身のメディアではなく、自分自信からの情報発信ができる、マルチメディアマシンとして使う。マルチメディアとは、「文字、音声、画像、動画などをデジタルに融合させ、統一的、双方向に扱うメディア・テクノロジー」というのが、現在のところ一般的なようである。CD-ROM をメディアとする PC による「パーソナル・マルチメディア」と、高帯域のネットワークをメディアとして大量のデータを相互に交換する「ネットワーク・マルチメディア」は、区別されている。これからのマルチメディアは、「ネットワーク・マルチメディア」が主流になると思われる。ネットワーク上のマルチメディア実現のためには、大容量の通信データを処理するための CPU の開発、グラフィックスの表示速度を改善するための技術の開発、さらには、画像データのデジタル圧縮技術の開発などが必要とされている。

ネットワーク・マルチメディアが活気づく背景

アメリカでは、クリントン政権が新世界秩序時代へ向けての国家政策として、情報スーパーハイウェイ構想を提唱し、計画を進めている。その構想として、次の内容を挙げている。

- 情報化社会を迎え、企業・研究室・図書館等を結ぶ超高速情報ネットワーク構想
- HPCC (High Performance Computing and Communication) プロジェクト
- ファイバー・トゥ・ザ・ホーム計画

2 番目の HPCC プロジェクトでは、以下の 4 つの内容が挙げられている。

NREN 全米研究通信網の構築

HPCC 高機能電算機システムの開発

ASTA 先端ソフトウェア技術の開発

BRHT 基礎研究人材育成

これに対し、日本では、新社会資本の整備構想として次のような計画を進めている。

- 新世代通信網利用高度化協会プラン
- NTT による一般家庭への光ファイバーの敷設計画
- CATV 事業に関する規制緩和

1 番目の新世代通信網実験協議会には、多くの企業が登録し、共同研究を進めている。これらの計画がネットワーク・マルチメディア実現の環境を整えている。

教育における情報化はどうあるべきか

アメリカでは、先に述べたように、すべての研究機関のみならず、高校、中学校、小学校を含む教育機関をネットワークで結ぶ NREN (National Research and Education Network) が走り始めている。その主旨はすべての研究機関と教育機関をコンピュータネットワークで結ぶことにある。今後、ネットワークにコンピュータを接続することは、世界的規模のコンピュータの一部品を接続すること（端末であり、かつ、他のユーザのプロセッサにもなる）と考えなければならない。通信速度の向上は、自分の目の前のコンピュータを一枚のボードと化して世界的規模のコンピュータにアクセスさせる。B-ISDN が利用されるようになれば、大学（広い意味で学校）は、ある場所に教室を固定し、そこに集まり、教師が声を発し、学習者はその音声を捉え、学習するという形式自体に変化をもたらすことになる。世界中とリアルタイムに繋がり、マルチメディアとして対応できることにより、家庭からでも、職場からでも教育を受ける可能性が生じることになる。21世紀に向けた、情報化への対応を積極的に取り入れるべきである。そのための一つの方法として、マルチメディアの教育への活用がある。

マルチメディアソフトウェア

パーソナルマルチメディアの例として、ハイパーカードが挙げられる。ハイパーカードは、1987年にハイパーテキストという概念を基に、アップル社のマッキントッシュのために開発された、カード型の言語である。情報を、立体的かつ有機的に記述することによって、自分のレベルに合わせて、情報の「深さ」を直接変えて読んだり、結合状態を変化させることができる（簡単にカードを差し替えられる）ものを、ハイパーテキストと呼ぶ。したがって、ハイパーテキストであれば、情報の分岐先には、一瞬のうちに移動し（簡単に検索できる）、必要とあれば手持ちの情報を既存のものに割り込ませて（必要に応じて新しいカードを簡単に差し込むこと）、あたかも一体のものとして取り扱うことができる。ラフな表現をすれば、ハイパーテキストの基本は、紙芝居である。カードを沢山作ってにおいて、次々と文字、絵、音声等の情報をカードの上に表現する。これだけならば、これまでの一次的テキストであるが、ハイパーテキストは、この一枚一枚のカードからいろいろなカードに自由に飛ぶことができる。あるカードのある場所（これをボタンと呼び、ボタンは絵でも文字でも可能である）をマウスでダブルクリック（二度マウスのボタンを押す）すると、直ちにそのカードに飛ぶ。したがって、カードの束をいくつも持った、早手の紙芝居である。

ハイパーカードは、1台のコンピュータにおけるデータのリンクを自由自在に組み替えて全体を構成する。この考えを全世界的に、インターネットに接続されているマシンで行うことが考えられる。この考え方によるマルチメディアソフトウェアの一例が Mosaic である。したがって、Mosaic は世界中のマシンを使った大がかりな（音も絵も出せる）紙芝居である。

20.3 Development of teaching materials by using FTP site.

ネットワーク環境で得た情報を自分のパソコンで使う。さらに、他のユーザに自分の情報を与えたり、互いに協力して教材を作ることが可能になる。

電子メールと ftp を利用した教材の共同開発

数式処理システム Mathematica の開発販売元である Wolfram Research 社は、Mathematica の効果的な利用例を集積し、CD(MathSource)、ftp などですれらを公開することを行っている。Wolfram Research 社の Mathematica の効果的な利用例集も期待されるが、数学教育としての効果的な使用例を (Mathematica を用いたものに限らず) 自ら作成し、蓄積し、公開し、評価する活動もすべきである。

電子メールを使うことにより、お互いに別々のところにながら、共同で教材開発ができる。優れた教材の開発には、現職の教師の経験や発想が十分活かされるべきである。しかし、設備、時間、その他の問題により、一人の教師が注ぐことのできるエネルギーには限界があるであろう。ネットワークを利用することにより1つの学校の中という地理的な制限がなくなり、教師にとって、他校の教師との教材の共同開発に取り組みやすい環境が提供される。さらに学校という枠を越え、大学生が生んだアイデアを現場の教師が取り入れることもできる。逆に、現場の教師の求める教材を、大学などで、実際にプログラムし、その評価を現場の教師が返し、さらに改良するという活動も考えられる。

現在、実験的に、学生が Mathematica で作った数学教材を、神戸大学発達科学部数理情報教室のワークステーション (main) に設定した anonymous ftp サイトに置いた。anonymous ftp サイトは、インターネットを利用できる環境にあれば誰でもアクセスできる ftp サイトである。この ftp サイトから教材を手元にコピーし (パソコンでこの操作を行うための、非常に使いやすいソフトが開発されている)、使用した結果や感想、プログラムを改良したもの、または改良のアイデアなどを再び ftp サイトにおき、公開するという活動が可能である。

<例3>

Feach で ftp サイトから数式処理システム Mathematica のファイルを Macintosh にコピー (get) する。get した Mathematica のファイルを Macintosh の Mathematica で実行する。

このように開発した教材を anonymous ftp サイトにおき、誰でも利用・改良できるようにすることで、電子メールと共に、ftp サイトが教材の共同開発の場と成り得る。多くの教師により吟味され、改良されることが、より優れた教材の開発にとって必要である。

Mosaic は、メール機能、ftp の機能等を持ち、ネットワーク上での多くの機能を有している。Mosaic による数式処理を用いた教育は、実験を始めた段階である。本稿で用いた使用例及び図入りのドキュメントを神戸大学発達科学部数理情報教室のワークステーション (main.h.kobe-u.ac.jp) の ftp で配布する準備を進めている。