

東北数学教育学会年報

1995 3.31 第26号

## 数学教育用数式処理システムと その異なるPC上での活用の国際化の課題

橋川 学 (尚絅女学院短期大学)

### 概要

宮城県の数学教員のグループでは、かねてより数式処理システムを開発し、その授業での実用を考え、IBM, NEC, 富士通での3機種で行なってきた。この継続研究結果の問題点については、前号の東北数学教育学会年報1994第25号で「数式処理システムの授業での使用に関する諸問題」として発表している。今回この継続研究のまとめとして、「An Algebraic Formula Manipulation System for Education and Its Implementation on Different PCs」をACM (Association for Computing Machinery) が主催する国際会議 (International Conference on APL - APL94) に提出した。論文は審査に合格し発表が行なわれたが、このシステムの動くところを見たいとの要望には応えられなかった。理由は、日本語を使用するために開発された日本のコンピュータシステムの特殊性によるものである。最近その解決策として DOS/Vがあるが双方向のものではない。

ここでは、数年にわたる継続研究の全貌を述べ、発表を通して直面した国際化の課題について考察したい。

キーワード [数学教育・数式処理・APL]

### 1. 数式処理の継続研究

宮城県の数学教員の集まる宮城県高等学校教育研究会数学部会電子計算機研修グループは、1970年に発足したグループで、数学の授業のための共同での仕事には、1972年の「普通高校における計算機教育のミニマムエッセンシャルについて」の発表、1980年の数学の授業で用いる「APLテキスト」の作成、1984年のグラフィックスによる「Computer Assisted Mathematics 基礎解析編」がある。数式処理の研究は1985年以来のことである。

グループの数式処理への関心は、コンピュータの出力結果を数値ではなく数式で得たいとの願望から始まっている。それは、高校数学でのコンピュータの数値的利用の限界を体験から知る者の非数値的利用への期待であり、より自由度の高い学習による個人に適應する能力開発の可能性を探る試みであり、学習者の思考の過程への支援としての存在を考えることであり、APLで書かれた数式処理なら、グラフィックスと数値計算の併用による効果的な教材を開発できるという見通しに支えられた関心である。

このようにして始まった教育用数式処理の開発とその利用の継続研究は、グループメンバーによりその時々々にまとめられ発表されている。ここにその経過を主な論文で示す。

## I 構想と展望(1985-1992)

- 1) 橋川孚・秋本一郎・小野秀寿、APLによる数式処理システムと数学教育、宮城県算数・数学教育研究(仙台)大会、1985
- 2) 研修グループ橋川孚他34名、APLによる数式処理システムと高等学校数学、東京大学大型計算機センター REDUCEプログラミング資料第3集、1986
- 3) 橋川孚・秋本一郎、数式処理システムAPL Math の開発の現況と今後の展望、東京大学大型計算機センター REDUCEプログラミング資料第4集、1987
- 4) 橋川孚・小野秀寿、高校数学における数式処理の利用、電子通信情報学会、1988
- 5) 橋川孚、パーソナルコンピュータの利用の歴史と数式処理の必要性、高校数学におけるパーソナルコンピュータの利用に関するTSCフェロー研究報告書1989年3月1992

## II 開発(1986-1990)

- 6) 星光昭・滝口和也、APLによる数式処理の試み-'86 中間報告、日本アイ・ビー・エム1986APLシンポジウム、1986
- 7) 星光昭、数式処理システムAPL Math の因数分解-因数定理 Lagrangeの補間公式、日本数学教育学会全国(東京)大会、1986
- 8) 滝口和也・佐藤一雄、数式処理システムAPL Math の因数分解-Berlkampのアルゴリズム、日本数学教育学会全国(東京)大会、1986
- 9) 小野秀寿、数式処理システムAPL Math のマンマシンインターフェイス、日本数学教育学会全国(東京)大会、1986
- 10) 星光昭、数式処理のための数値計算と一文字多項式の計算、東京大学大型計算機センター REDUCEプログラミング資料第4集、1987
- 11) 滝口和也・佐藤一雄、Berlkampの方法による因数分解、東京大学大型計算機センター REDUCEプログラミング資料第4集、1987
- 12) 小野秀寿、数式表示システム、東京大学大型計算機センターREDUCEプログラミング資料第4集、1987
- 13) 星光昭、2変数多項式の因数分解、東京大学大型計算機センターREDUCEプログラミング資料第5集に提出(未発表)、1988
- 14) 小野秀寿、数式処理システムAPL Math のマンマシンインターフェイス(その2)、日本数学教育学会全国(静岡)大会、1988
- 15) 小野秀寿、数式処理システムによるAPLからの学習支援環境について、宮城県算数・数学教育研究(仙台)大会、1988
- 16) 川畑享・菅原宏一・鷲尾幸雄・菅原琢、I-APLのNEC版の作成とその利用、日本数学教育学会全国(松山)大会、1990

## III 利用(1988-1994)

- 17) 橋川孚・渡辺正孝、数式処理システムAPL Math の授業での利用-数学I因数分解 日本数学教育学会全国(静岡)大会、1988
- 18) 研修グループ橋川孚他44名、次期教育課程にむけての高校数学におけるコンピュータ利用に関する文部省への要望、文部省へ提出、1988

- 19) 橋川学、数式処理システム A P L Math の授業での利用—数学 I 因数分解を中心として、日本数学教育学会誌第71巻第9号、1990
- 20) 菅原宏一他23名、数式処理システムの機種を越えた活用、日本数学教育学会全国(岩手)大会、1991
- 21) 研修グループ橋川学他52名、A P L M a t h 基本編、1991
- 22) 星光昭、数学教育における数式処理、日本数学教育学会全国(滋賀)大会、1993
- 23) 橋川学、数式処理システムの授業での使用に関する諸問題、東北数学教育学会年報第25号、1993
- 24) 橋川学、考える道具としてのコンピュータ、平成5年度文部省委託研究算数・数学科における学習用ソフトウェアとその活用に関する研究第2年次研究実績報告書、1994
- 25) 橋川学・菅原宏一・鷲尾幸雄、An Algebraic Formula Manipulation System for Education and Its Implementation on Different PCs, International Conference on APL - APL94, 1994

## 2. 国際会議での発表を通して

今回ベルギーのアントワープで発表された論文「An Algebraic Formula Manipulation System for Education and Its Implementation on Different PCs」は、完成された数式処理システムを授業で用いるに当って、その特長を生かして従来のC A Iシステムの欠陥をカバーする教育用システムを作り上げ、それを更にこれまで難しかったメーカーの異なる3機種で使用できるようにして、バックグラウンドの異なる8学校の授業で実践した結果に基づいている。

これは、通常は他のシステムに組み込むことが困難な数式処理システムが日本語A P Lで書かれているため、教育用システムに自由に組み込むことができ、新しい教育の実現が可能であったこと、日本語A P LをI - A P Lに書き直すことで広い利用の展望を開いたこと、これを実際の授業の場で実証したことである。

国際会議の場では、研修グループの考え方と手法、そして多くのメンバーのその実現に向けての努力とが評価され、その結果としての授業で用いたソフトを見たい、できればそれを使いたいとの要望があった。しかし、日本から持参したソフトは、D O S / Vで動く数式処理システムも、英文モードで走るI - A P Lの教育用システムも、アントワープでは同じメーカーの機械であっても見せることは出来なかった。一方ロシアの若い助教授のDr. Buzin のグラフィックスのファイルは、日本のD O S / Vマシンで動くのである。

1988年のシドニーの国際会議での発表「APL Graphics for Learning Mathematics」のときも同様であった。この論文は、数学の理解を助けるためにグラフィックスを用いようとするとき、グラフィックスの基本手法が行列の一次変換であることから、行列の演算を得意とするA P Lでグラフィックスのシステムを書くことによって、教師は主として基礎解析の分野で解説にそれを用い、生徒は代数幾何の演習としてグラフィックスを作る授業

を展開した結果に基づくものである。特に代数幾何の演習での APLGraphics の利用の手法は注目を集め、この発表で用いられたグラフィックスは APL88 のワークショップで「APL in A Japanese High School」としてオーストラリアの教育関係の方々にも紹介されたが、システムが動くところが見たいという要望には応えられなかった。たとえ同じメーカーの同じ機種であっても、日本国内向けと海外向けとは、仕様が異なるためである。

### 3. 国際化の課題

国際会議での6年を隔てた2度の発表の経験から感ずることは、日本の数学教育でのコンピュータ利用は、グラフィックスにせよ数式処理にせよ世界の最先端にあるとしても、それを使うことは日本の国内に限られ、動くところを見せることも出来ないという事実である。日本では今は世界の優れたソフトを、望むなら手に入れることも、それを動かして使うこともできる。しかしその逆は、最近のDOS/Vの環境であっても難しい。

発表の帰途、米国に立ち寄り通信の実験をする機会があった。日本とは異なりパソコン通信のネットワークのIDは全て同じである。日本から米国の人への通信は簡潔であるのに、米国からは、日本の相手がどの通信ネットワークでサービスを受けるかによって、IDを換えなければならない。マルチメディア時代の基本となる通信の実用の面で日本は立ち後れていると言えよう。

現在筆者は、コンピュータネットワークを通して外国の大学と共に Virtual Classroom を作ろうと計画している。日本の学生と外国の大学生が対等に話会うために、互に相手の母国語で会話するバーチャルクラスルームの構想である。これには日本語で外国と交信するための技術的な困難と相手大学の問題が存在するが、実現すればさらに Virtual Classroom での数学学習の可能性も、新しい数学教育の方向の開拓も、見出すことができると考えている。

APL94カンファレンスで発表した数式処理を用いた教育用システムは、その作成の過程で英国のI-APLのWorld ChairmanのMr. Anthony Camachoを初めとする多くの方々の支援があった。それを思うとき、日本の成果もまた、国外の必要とするところで、役立つことを願いたい。

### 4. 終りに

これまでの研究を進める過程で、数学教育とくに数学学習にコンピュータを用いることにご造詣の深い東北数学教育学会を主催する岩手大学教授佐伯卓也先生に、授業を見て頂く等のご支援を頂いてきた。

ここに、佐伯卓也岩手大学教授に深く感謝し厚く御礼を申し上げる。

Subject for Internationalization of  
An Algebraic Formula Manipulation System for Education  
and Its implementation on Different PCs.

Makoto Kikkawa  
Shokei Women's Junior College

When studying the application of APL to high school education to help students in their understanding of mathematical concept, many teachers encountered difficulties in that the result of their study could not be used in their classes because schools had provided them with computer models which can not run APL. The author and her co-workers of the Computer Study Group of Miyagi Prefecture Society of Mathematical Education found a way to solve such a difficulty by porting study files from NiHonGo APL to I-APL. They used APL systems on IBM, NEC and Fujitsu machines in classroom at different schools. About a topic of this study, the author reported the preceding number of Journal of Tohoku Society of Mathematics Education No.25, on title of "Problems in Applying Formula Manipulation in Classroom". And in 1994, at International Conference on APL -APL94, the author spoke on title of "An Algebraic Formula Manipulation System for Education and Its Implementation on Different PCs". At the APL94, many participant wants to see this system, but the author can not ran the system for characteristic of Japanese computer system. This paper describes all of these studies, and discusses the problems internationalized of the studies.