

# 数学教育の多様化を支えるためにツール型ソフトが目指すべき方向性

## — GC/Java のソフト・コンテンツ開発を例として —

愛知教育大学 飯島 康之

### 0 はじめに

筆者は、作図ツールGeometric Constructorに関するソフト・コンテンツ開発の方向性を大きく変えた(飯島[2002])。そのような方向性はこれからのコンピュータ利用に関して、標準的コンテンツの開発と共に、「多様化」という教育現場のニーズに応えようとするものである。GC/Javaに関する知見を元に、数学教育の多様化という今後の課題に対して、ツール型ソフトは何を行えるかをまとめることにした。

### 1. 数学教育の「多様化」を支えるためのインフラ整備の必要性

#### — 学力向上フロンティア事業から感じること —

2002年度からの教育現場では、様々な変化への対応に追われていると言っていだろう。筆者は、学力向上フロンティア事業で愛知県内の様々な小・中学校と接点を持つ機会を得ている。その中で感じているいくつかの変化を以下にまとめる。

#### 1.1 絶対評価等に伴う教科書等の重視

絶対評価の導入や、少人数指導(特に当初は均一分割型が多かった)に伴い、「授業者が異なっても同じ授業を実施する/同じ評価をする」等の目的から、必然的に「標準(その代表としての教科書)への準拠」の傾向が強まった。「独自の工夫」をした授業は、「他と違う」ことや、客観的評価基準の妥当性や内容・時間数の削減等から、減少したと言っていだろう。

#### 1.2 少人数学習指導や習熟度別学習がもたらしたもの

少人数指導も習熟度別学習を多くの学校で取り入れるようになると共に、少し様相が変わってきた。「単一的な標準的授業の実施」から、「複数の授業内容/形態の実施」に変わり、「どういう違いを作るか」に焦点が変わったからだ。教科書を一つの標準としたとき、その標準に何をどれくらい加えるのか。どの程度減らすのか。どういう学習活動を行うのか。学習集団の特性に合わせ、どういう違いを作るかがねらいとなっている。

一律の基準への準拠と違い、潜在的に複数の選択肢を持つことになった学校は、生徒・保護者・地域に対して説明し納得を得る機会をこれまで以上に持つこととなった。また、少人数指導は多くの場合、(ある生徒にとっての)授業担当者の交代の機会を多くするため、生徒・保護者による「教員の評価」の機会を増やしている。少なくとも「A先生の20人の授業を受けるくらいなら、B先生の40人の授業を受ける方がいい」といわれない程度の努力をしなければならない。

### 1.3 理念としての規制緩和・自由化そして競争

個に応じた指導を工夫するということは、実態に合わせて指導内容/形態を工夫できることを意味する。規制緩和あるいは自由化の一環として解釈することができるだろう。現実には、時間の制約や(最低基準としての)学習指導要領の存在など、その自由度は決して高いとは言えない。しかし、少なくとも教育制度の在り方を考える上で、これまでの教育政策とは根本的に異なった方向性が生まれていることは理解すべきだし、それに合わせた教育システム全体の在り方を、我々数学教育研究者も考え、行動していくべきだと思う。

マスコミの報道等で目立つのは、市町村別/学校別の平均点のweb公開等による「競争」である。テストの点数のみに目を奪われた「競争」は教育に益するものは少ないと思うが、より広い意味で、教育活動の質に関して競争すること、そしてそのためのルールとして、学校や教員に対する規制緩和や自由化を行うということは、教育の活性化に益する部分が大いだと思う。

### 1.4 教材・評価等を改善する上で不可欠なもの

数学教育において「工夫」すべき基本は、教材や指導法であろう。習熟度別学習指導などにおいては、異なる学習集団に対して同じ教材で授業を行うことの方がおかしいわけで、それぞれの集団に適した教材を使う方が妥当であろう。そのようなことを見越しているためか、学力向上フロンティア事業における今年の課題は教材開発である。

しかし、現実には教材開発のためのサポートがないことが多くの学校・教員にとって悩みの種となっている。少人数指導のための人的配置は確かなにされているが、そこで配慮されているのは「授業実施」のためのマンパワー「のみ」である。よりはっきり言えば、加配に対応する実績作りのために、多くの教員の担当授業時間数は増える。打ち合わせの時間なども必要であり、教材開発/研究のための時間の確保は難しい。

一方、習熟度別学習等を配慮して作られた教材を提供する企業などもある。担当する生徒に適切な教材はどれかを「選択」し、工夫して使うことは教員の責務である。しかし、そのための「基礎資料」等はアウトソーシングしてもいいはずである。しかし、現実には、人的配置以外の予算はほとんどないため、そのようなことはできない。あるいは、生徒に対するより細かい評価を行うとすると、たとえば、「個人カルテ」が提案される。もちろん、効果が期待できるだろう。しかし、それを紙で行うとなると、膨大な労力と時間がそこに投入されることになる。

教員の加配のための投資は決して少なくない。しかし、そうして確保されたマンパワーも、適切に活用するための工夫があってこそ生きる。授業時間「数」をこなすことを要求し、そのための教材開発・資料整理・評価等を効率化するための投資がないために様々なことで教員を忙殺してしまうというのは、非常に困ったことである。「授業実施者」という役割だけでなく、教材開発/選択や評価を「一定の時間と労力」でより効果的に行うための仕掛けを構築することが不可欠ではないかを感じる。

### 1.5 多様化のために変えるべき体制

上記は、学力向上フロンティア事業のみに関わる問題ではないと思う。つまり、教育活動の多

様性をこれからの時代のスローガンとして掲げ、その権限と責任を当事者である学校/教員に委ねるならば、それを支援する体制を整えるべきだ。支援・補給体制のないまま「がんばれ」と言われてもがんばりようがない。補給体制の整備は「誰」がすべきなのだろうか。私は「我々がそのイニシアティブを取りうるチャンスだ」と思う。それぞれの学校/教員が、それぞれの教育現場に適した教材/指導法を取りうるという自由市場が形成されつつあるならば、数学教育界に蓄積されてきた成果を提案し、採用していただく。問題点があるものは必要に応じて改良していく。そういう体制を作ることが必要ではないだろうか。

このような観点から数学教育界を眺めると、少なくとも次の点での改善が必要と考える。

- (a) 教育現場に対する「提案能力」の向上
- (b) より豊富な「教育目標」の提案
- (c) 幅広い「教材/コンテンツ」の提供
- (b) 理論を「使える形」に変えて提供する

「明日の授業を具体的にどうするか」は研究者が提供すべきものではない。しかし、今まで以上に具体的な形で、様々な提案をすべきである。その代表的なものは、多様化を支えるための幅広い「教材/コンテンツ」とそれを支える「教育目標」であろう。また、「少し深く研究してみよう」と思った教員が、数学教育学を利用したいと思ったときに、「一定の時間と労力で一定の成果が上がる」ような「使える形」に我々の研究成果/方法を提供することが必要だと考える。(実は、ツール型ソフトは、『「一定の時間と労力で一定の成果が上がる」ような「使える形」に我々の研究成果/方法を提供』する典型例の一つでもある。)

## 2. コンピュータ利用の現状との可能性

### 2.1 後退/停滞している数学教育でのコンピュータ利用

少なくとも、2002年度の教育現場においては、コンピュータ(特にツール型ソフトの)利用は大幅に減少した。その原因としては、次のようなものが考えられる。

- (a) 授業時間の減少
- (b) 内容の削減に伴い、既存の教育実践の多くがそのままの形では行えなくなった。
- (c) コンピュータ室の機器更新に伴い、セキュリティ等が高くなり、(教員による)「独自の利用」が難しくなった。

また、前節で述べたような「独自の工夫」をした授業がしにくくなったことも影響していると思える。このような意味において、これまでコンピュータを利用してきた先生方にとっては、コンピュータ利用は大きく後退しているのが現状と言えるだろう。

では、ニーズはないのだろうか。次の2点において、新しいニーズの可能性があると考えている。

### 2.2 標準的な授業の中での利用

まず第一が、標準的な授業の中での利用である。文部科学省による「教育の情報化」によって、

教科教育におけるコンピュータ利用の「標準的な姿」は、普通教室における「コンピュータ+プロジェクタ」の利用に変わった。特にプロジェクタに関しては、「授業の道具」としての認識や機器の整備状況は、地域によって大きな差がある。「使いたいと思ったらすぐに使える」学校はまだ少ないのが現状ではあろう。しかし、社会全体の中で、「プレゼンテーション」の重要性の認識が高まり、行われる機会が増え、そのための機器としてのプロジェクタの高性能化・低価格化も進んでいる状況を考えれば、いずれ「授業のための標準的な道具」としての位置を得ていくであろう。

それを前提とするならば、コンピュータ利用の一つのニーズは、「標準的な授業の中での利用」であり、「数分間程度の効果的なプレゼンテーション」である。これまでコンピュータを使ってこなかった先生にとっても、「この程度の準備とこの程度の時間の投資で、この程度の成果があるならば使ってみよう」と思えるものを提供できるかどうかが成否の基準であろう。基本的に、そのようなコンテンツは教科書等に準拠したパッケージを企業が開発し、CD/DVD等の形態で販売するのが適していると言える。

しかし、それは企業任せにすればいいということではない。研究者/実践者が、これまでの様々な研究成果の中で、「これは標準的な授業でのプレゼンに生かせる」ものを提供しない限り、「表面的にはきれいであっても授業では役に立たない」ものにしかならないだろう。

### 2.3 多様化を支えるための利用

もう一つのニーズは「多様化」にある。先に述べたように、「個に応じた教育」の実践は、必然的に「多様化」に結びつく。Web上で検索等しながら「標準的な授業」の周辺にある「様々な実践」に役立つ様々なリソースを利用するというのは、これからの時代において最も安価かつグローバルに行える方法であろう。

上記の「教科書準拠パッケージ」と違って、このような多様性に対するニーズは、それぞれのコンテンツに対するニーズは少ないから、「ここで探せば必ず問題は解決する」というくらい、非常に包括的なコンテンツ生成を行わない限り、(有料化をめざした)民間主導によるものは作れないだろう。

つまり、このような多様化に対応するためには、研究機関やNPOなどの非営利団体を中心とした機関が、ユーザーのニーズを反映したり、ユーザー自身をその活動の中核に位置づけながらリソースを拡大していくことが適していると言える。

### 2.4 多様化への入り口としての「標準」

このように「標準」と「多様化」という二つのニーズを考えると、この二つが乖離してしまうべきではないと思う。理科・社会科などでは、標準的コンテンツ = ビデオクリップ集のような印象があるが、数学の場合、必ずしも分かりやすさだけをねらったビデオクリップが適しているとも思えない。必要に応じて、カスタマイズ可能であり、「多様化への入り口」としての「標準」であることが重要と思われる。

### 3. これからのツール型ソフトウェアのあるべき姿

#### 3.1 Webアプリケーション化

ブラウザ上でそのまま使える。ここでのWebアプリケーションという言葉は、その程度の意味で使っているが、学校にある標準的な機器に標準的なソフトが入っていさえすれば使える形でソフト開発をするべきである。逆に、学校の標準的な機器は、Java、Flashなど、代表的なソフトで生成されたアプレットは動作するようにしておくべきである。

他の方法としては、どの学校にもインストールされているソフト(Excelなど)のマクロなどとして開発するとか、単体で動作するソフトとして開発するなどの方法が考えられる。

少なくとも、「インストールしなければ動作しない」ソフトは、かなり限られた環境の中でないと使えないことを認識すべきである。

#### 3.2 データ等を「コンテンツ」の形で提供

ブラウザ上でこれを使うとき、「データを読み込む」という感覚ではなく、ある部分をクリックすると、当該の画面が表示され、どう使うべきかを指示などが適切な形で示されているべきであろう。このように、ブラウザ上で表示される「まとめり」のことを通称「コンテンツ」と呼ぶことが多いが、そのようなコンテンツ集として提供すべきである。

#### 3.3 そのソフト「ならでは」の数学的探究/授業

ツールがツールたるゆえんは、それが新しい数学的探究や授業を可能にしてくれることにある。しかも「一つ」ではなく、数多くのものを可能にしてくれることにある。基本的に、多くのツールは、そのような可能性を利用者の力量に委ねているわけだが、教育用ソフトの場合には、少なくとも典型的な事例をコンテンツの形で提供し、容易に体験可能であるようにすべきである。あるいは、ケーススタディやエピソードというような形で「読み物」として理解できるようにすべきである。

#### 3.4 標準的コンテンツとの接点

ツール型ソフトを利用したこれまでの多くの実践事例がそうであるように、ツール型ソフトの特徴を十二分に発揮した授業というものは、標準的な授業とは違った特徴を持つ。それは大きな利点であると同時に、大多数の先生方が敬遠する原因の一つでもあった。その接点を作る意味でも、そのツール型ソフトを使った標準的コンテンツを作るべきである。そのソフトを使うと「なるほど」と思えるような場面を5分程度のプレゼンテーションとして提示すべきである。ソフト自身にプレゼン的な機能を持たせるとか、機能を大幅に制限して初心者でも簡単に操作できるようにするとか、ビデオクリップの生成、パワーポイントなどのプレゼンソフトとの連携などの方法によって実現することができるだろう。

教科書はもともとそのようなツール「なし」に使うことを想定して書かれているため、教科書の問題などにそのツールを使ってみたところで、あまり利点を感じることがないのも事実ではあるが、そのような標準的コンテンツを入り口として、さらにそれを発展させた場合には、こういう事例もあるというスタンスを持つことが重要だと考える。

### 3.5 他のアプレットやソフトとの連携

DOSの時代は、一つのソフト自身が一つの環境を意味していた。しかし、現在、ブラウザの上で様々なものが統合されている。アプレットとして部品化されたソフトは、他のアプレットと組み合わせてコンテンツの中に置くこともできるし、サーバサイドのソフトと連携することによって、様々な機能を付加することもできる。たとえば、レポートを書き、データを保存することもできれば、離れた人々が一つの問題に協議しあうこともできる。

つまり、単体のソフトにすべての機能を盛り込もうとしなくても、様々なソフトを組み合わせることによって、様々な使い方を提供することができる。それらは、教育の中での「多様性」に応える上でも重要なことである。ニーズが発生したときに、それに合わせて「ソフト全体を作りなおす」のではなく、部品としての一部のソフトを改良したり、組合せを変えることによって対処できる可能性が高くなるからだ。

### 3.6 シームレスに、より広くより深い数学的探究へと進む道を作る

以上のことは、別の観点から考えると、標準的コンテンツを入り口としながら、「同じ環境のまま」必要に応じて多様な使い方への可能性を提供することを意味する。「授業」の段階で工夫しようと思えば工夫することもできるし、教員自身の教材研究あるいは興味を持った生徒が「より深い探究」を行うための「次の環境」を用意することを意味する。「さらに深く」と思うときには、プレゼンテーション的なコンテンツではなく、教員あるいは生徒自身が主体的に探究することが必要となる。それらの環境を、標準的なコンテンツと「同じ環境のまま」で提供できる。しかも、そういう環境を利用するのに必要なのは、ネット環境と、(ブラウザ等が動く)標準的なコンピュータのみであるため、学校においても、家庭においても、学習の「継続」が可能になる。

## 4 今後の課題

### 4.1 「教育活動を支援するための情報化」の必要性

学力向上の件で、各学校を訪れるときに、コンピュータ利用を考える学校はほとんどなかったし、私もそういう提案をしたことはない。特に2002年度は少人数指導のノウハウを蓄積・確立する段階だったためでもある。子どもの多様なニーズに応えようとする「職員室での情報交換」が有力な手段となるわけだが、さらにそれを越えようとする非常に困難になる。私のような不勉強なものにできるアドバイスも限られている。それを乗り越える「次の時代」のためのインフラとして、「教育活動を支えるための(教員のための)情報化」があるように思えてならない。

もちろん、学校における機器の整備状況の問題や、それをどう使おうとするかという教員の意識の問題もある。また、そのようなものとしての情報化を導入し、様々な仕組みを切り換えるには、機器の整備や学校内/地域内での様々な仕事の仕方の変更など、多くのハードルが存在する。そして、現実に学力向上フロンティア事業などでは、人的な措置はあっても、環境整備のための予算はないから、そのハードルを越えようとする学校はありえない。そのようなハードルのクリアを目指す代わりに、今までのノウハウでクリアできる範囲で何ができるかを考え、努力する方

向性に収まる。それはそれで、現在できる最善の方法と思えるが、人的配置にかかるコストや、そこで足りなくなっているものを考えるとき、「教育活動を支援するための情報化」は重要な課題として考えるべきと思う。

#### 4.2 「数学教育研究者」がすべきこと

このような教育活動への支援としての情報化を考えるときに、もう一つ気になることがある。それは、「誰がそこで、どういう貢献をすべきなのか」という問題である。

たとえば、少人数指導に関連して、多くの学校では算数・数学教育への関心は高まっている。しかし、少人数指導の方法論は数学教育研究の主流ではないこともあってか、多くの研究者はあまり最近の教育現場への関心が高くないように思える。1.5の中でも述べたことだが、我々、数学教育研究者は教育実践との接点においてどのような形での貢献が可能なのかをプランニングし、実際に提案してみる場所として、「教育活動を支援するための情報化」に関わってみるべきではないだろうか。

#### 4.3 ツール型ソフトでの試みの具現化

また、当面の自分自身の課題としては、GCを中心とするツール型ソフトに関連して、多様な学習形態を想定し、それらに対応する典型的なコンテンツ等を整備し、可能性を実験可能な段階まで高めることが、具体的な課題である。