

# 高等学校教科「情報」における数学ソフトウェア活用の可能性

千葉県立船橋啓明高等学校 大橋 真也 (Shinya OHASHI)  
Chiba prefectural Funabashi-Keimei Highschool

## あらすじ

高等学校数学科において、数学ソフトウェアの活用は遅々として進まない。高等学校において、他に数学ソフトウェアを活用する場面はないのだろうか。ここでは、高等学校情報科における数学的側面を考慮し、数学ソフトウェアの活用についても検討していく。

## 1 はじめに

これまで、高等学校数学科における数学ソフトウェアの活用の可能性について、検討してきた。これまでの高等学校数学科における数学科における数学ソフトウェアの活用について整理するとともに、もう一つの可能性として、高等学校情報科における数学ソフトウェアの活用の可能性について考える。

## 2 高等学校数学科における活用

### 2.1 高等学校数学科のコンピュータ活用の課題

現状の高等学校数学科でコンピュータの活用や数学ソフトウェアの活用が進まないのには次のような5点の原因がよく言われている。しかし、それらに対しては多くの誤解も含まれているのが現状である。

高等学校の新学習指導要領においては、旧来の学習指導要領の数学 B や数学 C にあった「数値計算とコンピュータ」、「統計とコンピュータ」、「式と曲線」のようなコンピュータを数学に積極的に活用する単元が、表面的にはなくなったために、数学科におけるコンピュータの活用について、なくなったと誤解されている。先行実施されている現行の学習指導要領では、課題学習などのコンピュータ活用や数学ソフトウェアを用いた探求活動の可能性も考えることができる。また数学 I に新設された「データの分析」に関しても、データの処理に関しては、コンピュータの活用を考慮することができる。

2つ目として、数学科でコンピュータを活用する場合、コンピュータ教室で実施する場合も考えられるが、多くの高等学校にコンピュータ教室は1つしかなく、その教室の多くの時間は、教科「情報」の時間で埋まっている。そのため、数学科の授業を定期的にコンピュータ教室で、実施することは難しく、臨時で行うにも、なかなか空きがないのが現状である。確かにコンピュータ室で数学の授業を実践するには、これに関連してさまざまな問題もあるが、普通教室に数台のノート PC を持ってきて行うことやタブレット PC、スマートフォンの活用について検討することが可能

であり、数学科の授業において、必ずしもコンピュータや数学ソフトウェアを活用できないというわけではない。

3つ目として、数学ソフトウェアの購入予算がなく、数学ソフトウェアが高額であるということも要因としてはよく挙げられる。しかし、これに関しても大きな誤解であり、高価なものもあれば、フリーのものもあり、Wolfram|AlphaのようなWebベースの数学ソフトウェアなどもあるので、PCに改めてインストールする必要さえなくても、活用することは可能である。さらに、Mathematicaで作成した動的教材に関しては、Wolfram社で無料で提供されているCDF Playerで実行可能であるために、教材作成のためのMathematicaを1本購入(アカデミックバージョンや教員バージョンがある)すればよいだけである。

4つ目として、数学ソフトウェアが手元にあったとしても、中等教育の学校現場の通常の教材研究の時間で手一杯であり、それらを授業で活用する教材を作成する時間が取ることができないということもよく言われる。これらの解決策としても簡単に数学教材を作成できるテンプレートやツールの存在がある。Wolfram社の提供するDemonstrations Projectなどは、7000以上もの教材が無料で提供されており、これらをそのままあるいはカスタマイズすることによって、自分の授業に活用できる教材が簡単に作成することができる。さらに先に挙げたWolfram|Alphaでは、これらをWebベースで、簡単なインターフェイスを提供するためのWidgetを作成するWidget Builderも提供されている。さらに、前項でも上げたCDFも教材を作成する時間を大幅に短縮するツールとなり得る。

5つ目として、中等教育における数学は、受験対策を行う関係から、数学ソフトウェアで探求活動などの時間を割くことができないともいわれる。これに関しても、受験問題に関して、数学ソフトウェアで理解を深める活動は、予備校なども含めて広く行われている。数学の教育は、紙と鉛筆、黒板とチョークだけで行うものではないことは、理解されてきているのである。

## 2.2 高等学校数学科の活用の現状

高等学校などの中等教育において、数学ソフトウェアが活用されにくい原因とその誤解に関してのネガティブな側面について説明してきた。それでは、実際の高等学校で、ポジティブに数学ソフトウェアを活用するために障壁となる問題はあるのだろうか。

2012年度から先行実施されている新学習指導要領では、第1年次の数学において、「データの分析」が必修科目として導入され、本年度より実施されている。これらの中で、ヒストグラムや箱ひげ図、実際のデータの分析などで、数学ソフトウェアが必要になると考えられていた。しかし、教科書や副教材などでは、学習指導要領解説などで説明されている箱ひげ図や四分位数などに関して、少ないデータのサンプルを挙げるのみであり、実習に関しても複数のデータを箱ひげ図で比較して分析するなどの考えさえ、扱われていない教科書も多い。また教科書の最後の単元として扱われているため、冬休みの課題やワークブックによる運用で、実際にデータを使った実習などを行わないでその単元を済ましてしまうような方法がとられている教科書も多い。確かに授業の単位数に比較してやる内容が増えたためにそこに実際のデータを扱った実習や課題学習を含めるのには難しい現状があることは確かである。しかし、全くそれらを行わないですむような方法を教科書段階で提供することによって、高等学校の数学科での内容が変わってしまうことには問題があるだろう。

また数学ソフトウェアやコンピュータを数学に取り入れる先生は、現状でもいて、それらの先生における実践も報告されている。しかし、それらの件数は少なく、数学にコンピュータを全く取り入れない先生との格差は広がるばかりである。さらに、これらのコンピュータを活用した教育実践に関しての評価もあまりなく、数学教育におけるより深い研究が行われていないのが現状である。

更に学校現場の数学ソフトウェアの活用を後押しするような、大学などの数学教育に関する研究も少なく、数学ソフトウェアが数学教育に与える効果などに関する調査や研究が待たれている。

### 3 高等学校教科「情報」における活用

それでは、視点を少し変えてみよう。数学ソフトウェアは、高等学校では数学科においてでしか用いられないのだろうか。高等学校で数学を活用しているのは、理科、家庭科、情報科など様々な教科で活用がなされている。これらの数学を活用する教科における数学ソフトウェアの活用について、今回は情報科における活用を考える。

#### 3.1 教科「情報」とは何か

高等学校の情報科は、2003年より教科「情報」が新設され、実施されている。情報科の教育は、数学や理科の先生が掛け持ちまたは専門で教えている場合が多く、現教育課程においては、「情報A」、「情報B」、「情報C」の科目から最低1科目を選択し、高等学校における必修科目としている。2013年度から実施される、新学習指導要領においても「社会と情報」、「情報の科学」の2科目からの選択を行う必修科目となっている。

情報科の各科目は、コンピュータを使うことは目的としてはいないが、ある程度コンピュータを用いた実習を通して教科内容を学習することが前提とはなっている。つまり、多くの高等学校においては、コンピュータ教室を利用して行う教科であり、その授業の中では通常コンピュータを活用した実習を含んでいるのである。

さらに、この教科で用いられるソフトウェアは、ある程度その教科の先生の裁量で選択することができる。つまり、情報科の授業内容に応じて、数学ソフトウェアを導入、活用する可能性があるのである。

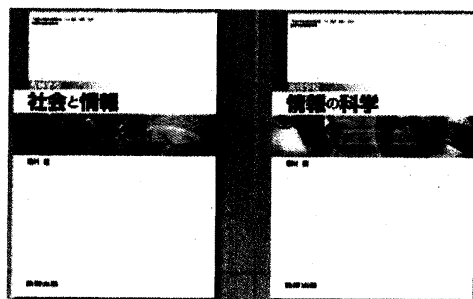


図 1: 情報科の共通科目

#### 3.2 情報科の学習指導要領

教科書は、文部科学省の発行する学習指導要領並びに学習指導要領解説に従って、編集され作成されている。学習指導要領第2章第10節情報第3款の1には、指導計画の作成に当たっての配慮事項として、「(1) 中学校における情報教育の成果を踏まえ、情報科での学習が他の各教科・科目等の学習に役立つよう、他の各教科・科目等との連携を図ること。」「(5) 公民科及び数学科などとの

関連を図るとともに、教科の目標に即した調和のとれた指導が行われるよう留意すること。」とあり、それを受け、高等学校学習指導要領解説情報編の第1部第3章第1節では、それに関して以下のように説明している。

(1) 他の各教科・科目等との連携について

共通教科情報科における教育は、高等学校における情報教育の中核を担う重要な教育であるが、共通教科情報科における教育だけで情報教育のすべてが行われるわけではない。共通教科情報科のねらいは、情報活用能力を育成することであるが、もとよりこのねらいは共通教科情報科の学習だけで達成されるのではなく、各教科・科目等のすべての教育活動を通して達成されるものである。各教科・科目等においては、それぞれの性格やねらいに即して情報活用能力を育成する教育が行われる。共通教科情報科においては、情報教育の目標の観点に基づき、各教科・科目等と密接な関連を図りながら計画的な指導によって実践的な情報活用能力を育成することになる。共通教科情報科を要として高等学校の教育全体を通して情報教育は行われるのである。

これは、情報科が数学科の内容や目的に従って、それに基づいた教科間の連携の必要性と重要性を表している。さらに、そのあとには、具体的な数学科との連携として以下のような記述もある。

(5) 公民科及び数学科などとの連携について

共通教科情報科と他の各教科・科目等との連携の必要性や重要性については(1)で規定しており、公民科や数学科も(1)の趣旨に沿って連携を図ることになるが、公民科や数学科の指導計画の作成と内容の取扱いに当たっての配慮事項に、情報教育の視点や、共通教科情報科との連携を図るとともに学習内容の系統性に留意する旨の規定が置かれているため、改めてここに同趣旨の内容を明記したものである。

(中略)

また、数学科では、第3款の1の(3)において、各科目を履修させるに当たっては、情報科の内容を踏まえ、相互の連携を図るとともに学習内容の系統性に留意する旨の規定を設けている。

ここでは、数学科側の情報科に配慮した指導計画を考えることを示している。

これらのことから、数学ソフトウェアを情報科で使うことは、基本的には可能である。それでは、具体的な科目や教科書ではどのように示されているのだろうか。

### 3.3 「情報の科学」について

情報科の科目には、共通科目と専門科目の2種類がある。共通科目は、すべての学科において必修科目とするものであり、専門科目は、専門学科を中心に作られた応用的な科目である。共通科目の中には、前述した「社会と情報」と「情報の科学」がある。ここでは、数学ソフトウェアを扱う可能性の高い「情報の科学」に着目していく。

現学習指導要領における共通科目に当たる科目は、情報A、B、Cの3科目であるが、これの高等学校ごとの採択にはかなりの偏りがある。「情報A」が7割程度の採択であり、あとの2つはそれぞれ1.5割程度の採択なのである。これには、「情報A」が文系理系の生徒を問わず、基礎的な科目内容で学習及び実習できることにある。それでは、来年度からの「社会と情報」と「情報の

科学」ではどうだろうか。「情報 A」に当たる内容は中学校の技術家庭科の内容に含まれたために、それに当たる科目は存在していない。そのため、多くの高等学校で見られるような文系優勢の状況から、「社会と情報」が多くの採択を得ると考えられている。どちらかといえば理系指向である「情報の科学」は、1割程度の採択になると予想されていた。情報科を教えている教員が、数学や理科出身の教員が多いにもかかわらず、これは不思議なことである。しかし、実際には、「情報の科学」は高等学校の次年度の教科書採択時期である 2012 年 6 月段階では、約 3 割の採択になっている。

「情報の科学」では、数学ソフトウェアを活用できる内容としては、モデリング、シミュレーション、予測、回帰分析などの PISA が求める数学リテラシーに近い内容が含まれている。またこれらの内容に関しては、コンピュータの利用を前提として考えられているためにある程度の大きさのデータを使うことが想定されている。そのため、数学 I にある「データの分析」よりも数学ソフトウェアの活用の可能性はあると考えられる。

さらに先に挙げた高等学校学習指導要領解説情報編では、第 1 部第 2 章第 2 節の「情報の科学」の目標では、以下のように述べられている。

(一部省略)

このように、「情報の科学」では、問題解決との関わりの中で、情報機器や情報通信技術を効果的に活用するための知識と技能を習得させるが、ただ単に問題解決の作業を行わせるというだけではなく、そこで利用されるコンピュータによる処理手順の自動実行、論理的な考え方、統計的なデータの扱い方などを様々な場面で生かせる応用力を習得させる。このため、指導に当たっては、コンピュータやソフトウェアの操作方法の習得やプログラミング言語の記法の習得などが主目的にならないように留意し、ソフトウェアや処理手順の自動実行の原理を科学的に理解し、これらを必要に応じて活用できる能力の育成と活用方法の習得に重点を置くことが必要である。

ここで挙げられている「論理的な考え方、統計的なデータの扱い方などを様々な場面で生かせる応用力」ということから、数学科のコンピュータまたは数学ソフトウェアの活用の可能性を検討することができると思う。

### 3.4 新しい教科書と数学ソフトウェア

それでは、2013 年度から実際に使われる教科書の内容を見てみよう。教科書の内容は、学習指導要領とは異なる。それらは教科書の執筆者のスキルや知識によって、内容がかなり異なるということである。数学科の教科書間に見られる違いとは大きく異なり、扱う内容自体が異なる教科書もあるのである。そのため、前述の問題解決や論理的な考え方、統計的なデータの扱いなどに関しても、ほとんど扱っていない教科書から、それらを詳しく扱っている教科書まで多種多様なのである。

実際に見てみると、回帰分析や時系列データを扱っている教科書がいくつかある一方で、全く見当外れなソフトウェアの活用を解説している教科書も見受けられる。

ある教科書のシミュレーションの単元を見てみよう。ここでは、あるイベントを開催した際の月日、曜日、天候、入場者数のデータから、モデルを考え、グラフ化することによりデータを分析しようとしている。曜日ごとの平均入場者数や転向後との平均入場者数なども考え、それらの棒グラフを元に、入場者数を予測するモデル式を作成している。ここには掲載していないが、実際に回帰分析を行い、予測式を作っている部分も見られた。

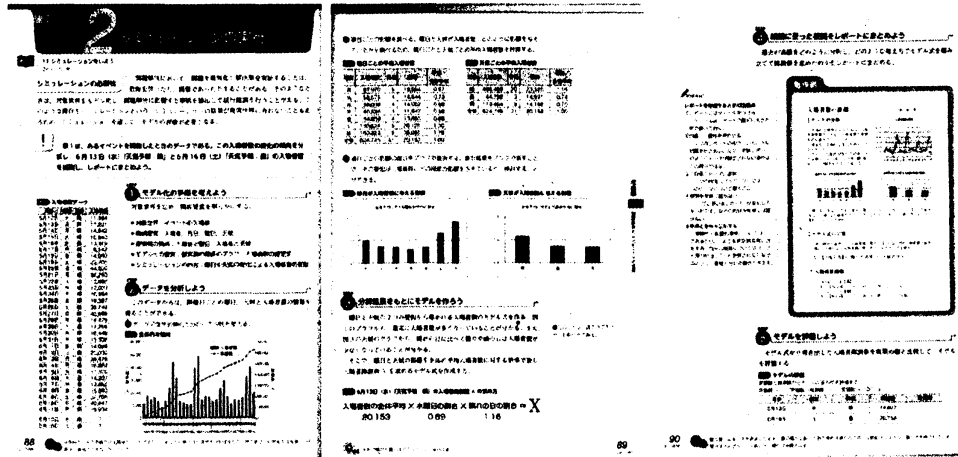


図 2: シミュレーションの単元

「スギ花粉の飛散量を予測しよう」という実習のページでは、時系列データの分析を行い、それらの散布図や回帰分析した結果などを掲載している。また実際にモデルを作りシミュレーションを行うところまで行っている。

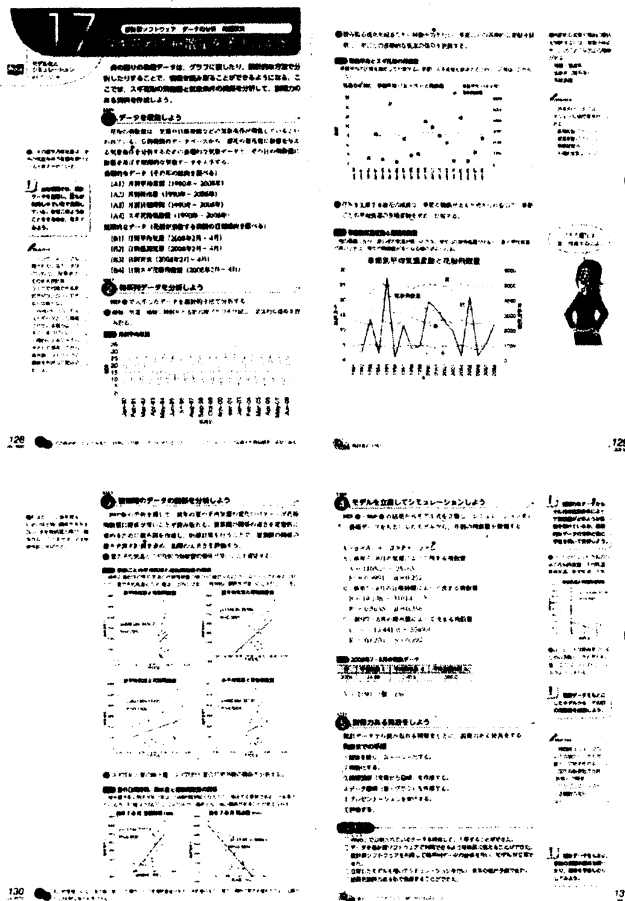


図 3: スギ花粉の飛散量を予測しよう

これらの実習は、表計算ソフトウェアの Microsoft Excel などでも実習が可能であるかもしれない。しかし、表計算ソフトウェアがこれらの実習に最適であるとは言えない。表計算ソフトウェアが高等学校の情報科で多く用いられているのは、数学ソフトウェアや統計分析ソフトウェアが、コンピュータ教室に導入されていないからであり、これらの代替として用いられているのである。またこの教科を教える教員が、表計算ソフトウェアのみに習熟しているからである。

このような状況は、数学ソフトウェアに転換することが可能である。数学ソフトウェアによる実習例やそれらの使い方に関する指導書を用意すればいいだけである。また必要な数学ソフトウェアの存在やインストールを簡単にすればよいだけである。高等学校の先生方は、このようなソフトウェアに関しては、柔軟性を持っていると言っていいだろう。本当によいソフトウェアがあることが分かれば、それらを進んで授業に活かそうと考えていくことだろう。

## 4 数学ソフトウェア活用のための準備

情報科で数学ソフトウェアを活用する準備として、これらのソフトウェアを選定し、指導マニュアルや事例を作る必要があることが分かった。まだ必要なものがある。これらの実習を行うために、ある程度クリーニングされたデータが必要なのである。データのクリーニングなども生徒に実習を行わせたいことから、完全にクリーニングされている必要はないが、適切なサイズのデータが欲しいのである。これらのデータに関しては総務省の統計局や統計数理研究所などでも提供しまっている。

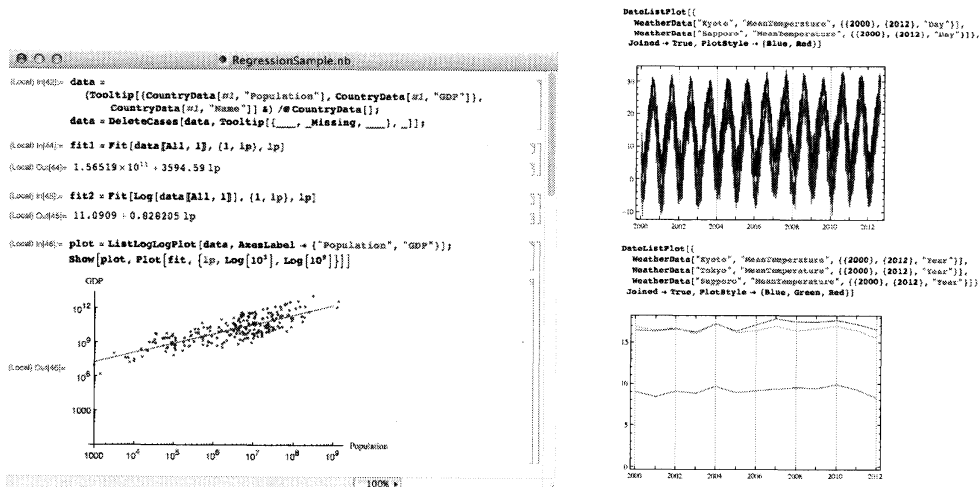


図 4: さまざまなデータ分析

これらの実習に適した数学ソフトウェアはどのようなものだろうか。これに関しては、追って検討していきたいと考えている。また、ソフトウェアの活用マニュアルに関しては、教科書の指導書の内容なども含めてみていきたいと考えている。

## 5 おわりに

今回考察した内容を以下にまとめる。

- 情報科の新共通科目「情報の科学」では、プログラミングやシミュレーションの単元において、数学ソフトウェアの活用を考えることができる。
- 「情報の科学」で円滑にこれらの実習を行うための指導事例や指導マニュアル、さまざまなデータの提供が必要になる。
- 数学化と情報科の教科間の連携を考えれば、その他にもさまざまな活用の可能性を広げることできる。例えば、グラフとプログラミングの関連やコンピュータグラフィックスなど。
- 数学ソフトウェアを活用できる生徒の育成は、先生の能力や質に関わっている。また数学ソフトウェアのよさが理解できる先生を育成していく必要がある。さらに、数学ソフトウェアの教育における有効性を研究していく必要もある。