

数学における試行錯誤の道具としての表計算ソフトの可能性 — 中学校選択授業「社会とつながる数学」を例に —

Possibility of Spreadsheet Software as a Tool for Trial and Error in Mathematics
- In an Optional Class “Mathematics Connected with Society” in a Junior High School -

藤川 大祐¹⁾ 小池 翔太²⁾ 阿部 学³⁾ 根岸 千悠³⁾

Daisuke FUJIKAWA¹⁾ Shota KOIKE²⁾ Manabu ABE³⁾ Chiharu NEGISHI³⁾

¹⁾千葉大学 ²⁾千葉大学大学院教育学研究科 ³⁾千葉大学大学院人文社会科学研究科

¹⁾Chiba University ²⁾Graduate School of Education, Chiba University

³⁾Graduate School of Humanities and Social Sciences, Chiba University

<あらまし> 数学教育においては効率的に計算を行ったり、図形を動かして考えたりと、さまざまな目的のために ICT が活用されうる。こうした場合、数学教育のために準備されたソフトウェアが使われることが多く、その種のソフトウェアがないところでは同様の活動を行うことが難しい。他方、汎用性のある表計算ソフトは、特別なシートやマクロ等を準備せず教師や児童生徒が数学教育に活用できる道具としてとらえられることは少ない。中学校選択数学授業にて表計算ソフトを汎用的な道具として活用する試みを行った。表計算ソフトの数学における試行錯誤の道具として広く活用可能であることが示唆された。

<キーワード> 社会とつながる数学、表計算ソフト、試行錯誤、道具、汎用性

1. 数学教育における表計算ソフトの活用

数学教育における ICT 活用は、さまざまになされている。数学教育用のソフトウェアを活用して図形や関数について学ぶ実践は非常に多く、工業系の高校や大学では数学教育に関数電卓を活用することは一般的だと言える。小中学校においても、デジタル教科書・教材がさまざまに開発、活用されている。

他方、一般に教育や学習において特別なソフトウェアやハードウェアに依存することにはリスクがある。情報機器の発達は目覚ましく、ソフトウェアやハードウェアの環境が頻繁に変わるので、長期にわたって必要なソフトウェアやハードウェアを確保することが困難である。こうしたことから、広く普及している汎用性のあるソフトウェアやハードウェアを教育に活用することも、求められる。汎用性のあるソフトウェアやハードウェアを教育に活かそうとする取り組みとしては、たとえば、Apple の iPhone や iPad 用のアプリを障害をもつ子どもたちの学習や生活全般に活用しようとする「あきちゃんの魔法のポケットプロジェクト」がある。

数学教育においては、Excel 等のパソコン用表

計算ソフトの活用が重要と考えられる。こうした表計算ソフトは非常に広くしており、数学に必要な関数計算、グラフ作成、変数にさまざまな値を代入したときの計算等が可能である。もちろん、図形の描画や分数計算等、表計算ソフトでは扱いにくいことがらもあるが、数学教育においては表計算ソフトが活用できる場面は多い。

仮に、教師や児童生徒が日常的にノート型パソコンやタブレット型端末を持ち歩くようになったとしよう。それらの端末には汎用的な表計算ソフトがインストールされていることが期待できる（現状ではタブレット型端末については表計算ソフトがインストールされていないことも多いであろうが、ウェブアプリ等も含め、無料もしくは安価で表計算ソフトを利用することは可能だ）。そのような状況であれば、授業中に必要と感じられたときにすぐに表計算ソフトを起動して、計算、表やグラフの作成等の作業を行うことができる。わざわざ特別なソフトウェアやハードウェアの準備を必要とせず、汎用の道具を教師も児童生徒も持ち歩き、必要なときに活用できるようになることが望ましいであろう。

2. 「社会とつながる数学」での活用

以上のような考え方に基づき、発表者らが2011年度に担当した中学校選択授業「社会とつながる数学」にて、教師側の道具として表計算ソフトがインストールされたノート型パソコンを持ち込み、どのような場面で表計算ソフトの活用が可能かを検討した。

この「社会とつながる数学」は、大学と中学校の連携研究の一環として特別に設けられた選択授業で、毎週1回、半期13回、この授業を選択した12名の3年生生徒を対象に実施したものである。各回のテーマは、以下の通りである。

- 第1回 オリエンテーション
- 第2回 正方形の対角線
- 第3回 無理数と背理法
- 第4回 ピタゴラスと整数
- 第5回～第6回 音律と数学
- 第7回～第8回 素数と暗号
- 第9回 完全数
- 第10回～第11回 ユークリッド幾何学の体系
- 第12回～第13回 虚数と電気工学

たとえば、第5回～第6回の「音楽と数学」においては、次のように表計算ソフトを活用することがあった。

(1) 2の12乗根を求める

「音律と数学」では、音楽で使われるドレミファ…といった音の高さを、音楽の歴史にふれつつ数学的に扱っている。周波数が単純な整数比となっている二つの音は、きれいに響く。そして、最も単純な比である1:2の比がオクターブである。

現代の主流の音律である平均律では、1オクターブは半音12個分の音階である。ドと#ド、ミとファのように半音の関係にある二つの音の比率は一定と考えられるので、半音の二つの音の周波数比を1:aと表すと、 $a^{12}=2$ となり、aは2の(正の)12乗根ということになる。

表計算ソフトを使ってこのaの値(近似値)を求めるには、セルに $=2^{(1/12)}$ という式を入れるだけであるが、中学生には1/12乗は未習である上に、たとえ習っていたとしても1/12乗根を求めているという実感をもちにくいと考えられる。そこで、スクリーン上に表示した表計算ソフト上にaを表す列と a^{12} を表す列を作成し、生徒たち

に順にaがいくつと考えられるかを述べさせ、徐々に2の12乗根に近い値が出される(図1)。

a	a^{12}
1.1	3.138428377
1.05	1.795856326
1.06	2.012196472
1.055	1.901207486
1.058	1.967107129
1.059	1.989534714
1.0595	2.000836183
(中略)	
1.059463093	1.999999969
1.059463094	1.999999992
1.059463095	2.000000015

図1 2の12乗根を求める

(2) 平均律と純正律を比較する

(1)の結果をもとに、aの整数乗を表計算ソフトで求めることで、低いドを1としたときの各音の周波数比が得られる。ドと5度の関係にあるソは1.49831であり、2:3の比に非常に近いことがわかる。他方で、ドと3度の関係にあるミは1.25992であり、3:4の比に近いものの0.8%近くのズレがあることがわかる。

ドミソなどの和音をピアノで弾くことがあるが、ドとソが比較的きれいに響くのに対して、ドとミはややにごった響きになる。このような平均律の性質が、数学的に理解できることになる。

なお、12の音で1オクターブとする12音階よりも、1.5に近い音が出てくるのは29音階や41音階であり、実用性はなさそうだ。このことも、表計算ソフトで順に計算することで明らかにすることができる。

3. 今後に向けて

情報技術の進展をふまえ、数学教育で扱われる内容の再検討が必要と考えられる。と同時に、授業の中で汎用的な試行錯誤の道具としての表計算ソフトをどこでどのように活用するかについて、さらなる検討が必要である。

このためにも、教師が日頃から表計算ソフトのインストールされた端末を身近に置き、授業中でも授業外でも数学的な問題解決のために積極的に表計算ソフトを活用し、活用の可能性を実践の文脈の中で探ることが必要と考えられる。