

問題解決のための「モデル化とシミュレーション」の活用型学習 「アクティブ・ラーニング」充実に向けての実践事例

埼玉県立川越南高等学校 情報科 教諭 春日井 優

1. はじめに

情報科の授業において、「自分の進路選択を考えよう」「文化祭のクラス企画を提案しよう」というような問題解決が行われている。

現行の学習指導要領において、すべての教科にわたって「コンピュータや情報通信ネットワークを適切に活用する」ことが求められている。実際、私の勤務校においても、生物基礎で「生物の多様性の保存」というテーマについて調べて発表する授業が行われたり、保健で「健康に関することを調べて新聞を作ろう」というテーマの授業が行われている。このような情報科以外でも生徒が情報通信ネットワークを活用して調べたことを発表する授業実践は、数多くの実践報告が出されている。

冒頭に述べたような授業に情報科が終始し、教科固有の学習がはっきりしない実践の積み重ねでは、情報科の存在意義が問われかねない。改善の方向性として、学習対象を情報技術や情報社会など情報科のテーマを題材とすること、情報科特有の手法を用いて問題を解決することが考えられる。

次期学習指導要領の検討が行われているが、教科固有の学習として「情報や情報技術の科学的な理解」、「情報技術を効果的に活用して問題を解決」ということが挙げられている^[1]。

本稿では、その1つの方向性として「情報技術を効果的に活用して問題解決」をする「モデル化とシミュレーション」の授業の実践報告を行う。この実践報告は、次期学習指導要領のキーワード

になっているアクティブ・ラーニングに関する議論^[1]と重なる部分も多いと考えており、単に「モデル化とシミュレーション」の授業実践としてだけでなく、アクティブ・ラーニングの実践として御高覧いただきたいと考えている。

2. 習得型学習と活用型学習

現行の学習指導要領において、「習得型」、「活用型」、「探究型」という3つの学習の型について述べられている^[2]。これらの型について改めて確認するが、「習得型」学習は基本的な知識・技能を習得するものであり、広く行われている学習である。「活用型」学習は、観察・実験、レポートの作成、論述など知識・技能の活用を図るものである。「探究型」学習は、教科の枠を超えた課題について解決する学習で、主に総合的な学習の時間を想定しているものである。

モデル化とシミュレーションでは、数式モデルを作り、計算を自動実行することによりシミュレーションができることを学習する。これは、コンピュータによる自動実行という「情報手段の特性の理解」と、「求められた値を評価する方法の理解」という情報の科学的な理解に位置づけられる。このような知識や技能を習得する学習は「習得型」学習である。本実践についても「習得型」授業を行い、さらに「活用型」学習を行った。「活用型」授業については、「5. 授業実践の紹介」で詳しく実践報告する。

3. 授業実践で意識していること

「生徒による問題解決」の授業を実践するにあ

たり、意識している理論的背景として、社会構成主義がある。その概念の1つに「発達の最近接領域 (Zone of Proximal Development, 以下ZPD)」がある。1人でできることと、支援があればできることには差がある。支援があればできることがZPDである。

ZPDの状況にいる生徒に対して、足場かけ (scaffolding) が適切しているかを考えながら指導することを意識している。特に、教え込み過ぎない適切な支援であるか常に考えている。

4. 授業実践についてのQ&A

モデル化とシミュレーションの授業についての疑問をQ&A形式で整理する。すべての疑問に答えるものではないが、現状の情報科の課題として指摘されている事項や、モデル化とシミュレーションの実践報告で不十分であると考えていることを取り上げる。

Q1 ソフトウェアの使い方をしっかりできないとシミュレーションはできないのでは？

A1 生徒がどの程度できるかを確かめるために、ひとまず使わせてみましょう。プリントなどで操作スキルの確認問題を配布し、生徒に操作させてみると、生徒はある程度のことのできる事がわかり、指導が必要なことが見えてきます。検定試験の合格を目指すような指導ではなく、問題解決をすることを通してソフトウェア活用の有用性を感じることが、後々で学習する動機になったり、実用的に活用したりすることに繋がると思います。

Q2 モデル化とシミュレーションでは何を教えたらいいのでしょうか？

A2 モデル化とシミュレーションは、情報の科学の教科書でさまざまな題材が扱われています。実教出版の『情報の科学』の教科書^[3]では、時間変化に伴う量的変化、確率的な事象、待ち行列などが取り上げられています。ほかにも、線形計画法や統計的手法を用いて値を推測する問題がある

ので、そのような例を取り上げるとよいと思います。さらに深く教材を研究される場合には、『最新モデル化とシミュレーション』^[4]などの書籍を参考にするとよいでしょう。

線形計画法で用いる表計算ソフトウェアのソルバーのようなブラックボックス化された機能を使うのではなく、生徒自身が数式モデルを考えてシミュレーションすることは、結果を評価したり改善ができるようになる上で重要です。

Q3 数学ができる生徒にしか教えられないのではないのでしょうか？

A3 Q2で取り上げたシミュレーションで使う計算は基本的には四則演算になります。それ以外には、最大・最小を求めたり、平均を求めたり、場合分けのためにIFを用いたりする程度です。そのため、問題を解く感覚としては小学校の算数で出題される文章題を、変数を用いて数式モデルを作っていくようなものになります。

数学の試験で点数が取れても、単に解き方を覚えているだけの生徒は、改めて学習の仕方を見直す必要に気付かせることができます。

数式モデルを作る難易度としては、小学校の文章題程度ですが、コンピュータを活用して自動計算させることにより、指数関数や反復試行の確率などの高校数学の問題を近似的に解くことができます。微積分を学習した生徒に対しては、変数分離形の微分方程式の解法との比較もできますが、微積分の知識がなくても近似的な解を得ることはできます。

Q4 モデル化とシミュレーションを教えるだけで十分ではないのでしょうか？

A4 モデル化とシミュレーションは、習得型学習の教材として十分成立します。しかし、前提には何か問題を解決することがあります。学習指導要領解説^[5]においても、「問題解決においてモデル化とシミュレーションの考え方が活用できるようにさせる」こと、「単にアプリケーションソフトウェアやプログラム言語を使ってモデル化とシ

ミュレーションを行うことに主眼を置くのではなく、問題解決を適切に行うための有効な手段としてモデル化とシミュレーションを取り扱うことが大切」との指導上の留意点が書かれています。やはりモデル化とシミュレーションの知識と技能を習得させるだけでは不十分でしょう。

Q5 教えるだけでも難しいのに、活用までする必要があるのでしょくか？

A5 難しいからできないと言って始めなければ何もありません。生徒の思考力・判断力・表現力を育成する上で、教えたことにより生徒が何を思ったかだけではなく、知ったことをどう使えるかということも経験させる必要があります。そのためには、習得型学習と合わせて活用型学習を行うことが重要です。

問題の条件を生徒が取り組みやすいように制約を設けたり、既に学習したモデルを変更することで行える問題を解決させたりすることで、生徒にとって手が届くような工夫をするとよいと思います。また、習得型の授業の、どのシミュレーションに近いかを示したり、ヒントを与えたりというような足場かけをすることにより、生徒自身で習得した内容を活用することができます。

Q6 探究型学習のようなリアルな場面の中で学習した方がよいのではないでしょくか？

A6 そのような学習でできるのが最もよいと思います。しかし、シミュレーションを行わずに解決できる問題も多くあるため、モデル化とシミュレーションを確実に経験させるためには、習得型学習と活用型学習を組み合わせるのが現実的な方法になるでしょう。

5. 授業実践の紹介

これまでに述べたことを踏まえて行った授業実践を紹介する。授業時間は表1のとおりである。

この授業の中で、本稿では10～13時限に行ったモデル化とシミュレーションを活用した問題解決について詳しく紹介する。授業の形式は3名また

は4名でのグループワークとした。この人数としたことは、グループ内で何らかの役割を確実に担うことができ、問題解決が難しくても複数人で行うことで習得した内容の確認やアイデアを出し合うことを期待したものである。

課題として提示したことは、「数量的な検討が必要なテーマについてシミュレーションを使う問題解決を行い、一連の過程を発表しなさい」というものである。解決する問題は架空のものでも可とした。この課題では、具体的な問題を発見するには時間がかかると考え、次のようなシミュレーションを例示した(表2)。

表1 モデル化とシミュレーションの授業時数

時間	内容
1 時限	表計算ソフトウェアの練習
2～8 時限	モデル化とシミュレーションの習得
10～13時限	モデル化とシミュレーションを活用した問題解決
14・15時限	プレゼンテーション

表2 シミュレーションの例(一部)

- ・ 電球の種類の違いによる費用の比較
- ・ 住宅ローンのシミュレーション
- ・ 日本の人口の変化のシミュレーション
- ・ すぐろくでの移動量のシミュレーション
- ・ 全種類の景品を揃えるまでのシミュレーション(いわゆるコンパガチャ)
- ・ 釣り銭の枚数のシミュレーション
- ・ コンビニのレジの数と並び方での待ち時間のシミュレーション

これらの例示されたシミュレーションの活用の方法は表3に示した3つの方法となった。生徒が主体的に取り組むためには、モデル化とシミュレーションの理解を深めるとともに、道具として活用できることが必要である。

多くの生徒はそれぞれ主体的に問題を設定し問題解決に向けて取り組んでいた。しかし、このようなグループでの問題解決に慣れている生徒ばかりではなく、自分たちで問題を発見することや解決することに慣れておらず、何をしてもよいかかわ

からない生徒もいる。そのため、教師の役割として表4のようなことを行った。

この授業でコンプガチャに取り組んだグループの発表スライドの一部を図1に示す。

表3 生徒が行ったシミュレーション

- ・ 習得型学習で作成した表の数値を修正することにより、既存のモデルを利用したグループ
- ・ 習得型で学習した数式モデルをもとに、類似の数式モデルを作り、新たにシミュレーションをしたグループ
- ・ 自分たちの問題に合わせた数式モデルを考えて、新たにシミュレーションを行ったグループ

表4 問題解決学習における教師の役割

- ・ グループの活動の様子を見守り、ファシリテーターとしての役割を行う
- ・ 生徒が質問をした際には、単に答えるのではなく、足場かけとなる支援になるよう対応する(場合によっては質問に回答しない)
- ・ 生徒からの質問がない場合には、教師から生徒に質問をし、生徒の活動状況を把握する

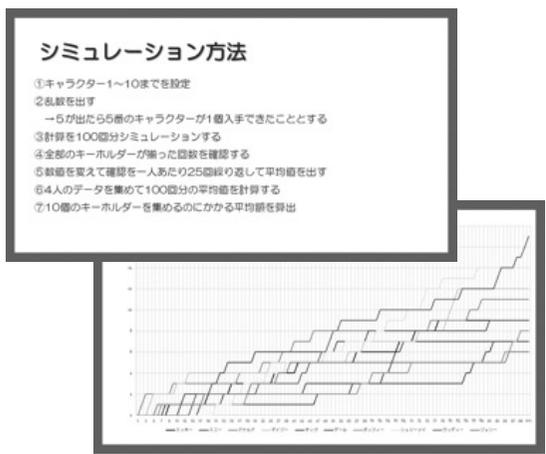


図1 生徒の発表スライド(一部)

この授業を通しての生徒の主な感想を表5に示す。生徒はシミュレーションを行うことに意義を感じるとともに、グループでの学習を通して他者との相互作用の有効性を感じていた。

教師の目から見た印象として、文化祭の行列を減らすというような現実に近い問題を設定するなどの工夫をし、主体的に取り組んでいた。また、

単にシミュレーションで得られた数値をそのまま解決案にするのではなく、その数値を評価する場面も見られ、生徒に考える余地をもたせたことが効果的な学習につながったと考えている。

表5 生徒の感想

- ・ シミュレーションをして、どのような結果になるかがわかった
- ・ 将来役に立ちそう
- ・ 他の班の発表を見て、さらに工夫したら良かったと思った
- ・ 1人では難しいものでも、班で行うとよいものが作れ、他の班の発表も良い刺激になった

6. おわりに

情報の科学的な理解としての「モデル化とシミュレーション」を、問題解決に適用する「活用型」学習を行った。その方法としてグループワークを行い、生徒間の相互作用により学習が深まることが授業を通して見られた。

次期学習指導要領の検討が始まり、「アクティブ・ラーニング」という言葉が脚光を浴びているが、単にアクティブな「活動」だけが注目されるのではなく、「情報科の学習」を効果的に行うような「学習活動」の実践が積み重ねられていくことを期待している。

参考文献

- [1] 中央教育審議会：教育課程企画特別部会論点整理，平成27年
- [2] 文部科学省：高等学校学習指導要領解説総則編，平成21年
- [3] 岡本敏雄・山極隆他：最新情報の科学，平成25年，実教出版
- [4] 正司和彦・高橋参吉：最新モデル化とシミュレーション，平成18年，実教出版
- [5] 文部科学省：高等学校学習指導要領解説情報編，平成22年