

高等学校の課題研究における 数学ソフトウェアの利用について

The Use of Mathematical Software in Research Projects in High Schools

奈良学園大学人間教育学部 田中 紀子
Tanaka Noriko, Naragakuen University
Department of Education for Human Growth

1 はじめに

高等学校では、2022年度から新学習指導要領に則った新教育課程が始まっている。教科「理数」が設けられ、「理数探究基礎」と「理数探究」が位置付けられた。この教科は、約20年前から実施されているスーパーサイエンスハイスクール事業（SSH事業）における成果を、SSH校以外にも広めようというねらいがあると捉えることができる。

実際、高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説理数編の「理数科新設の経緯」には次のように書かれている。

「数学・理科にわたる探究的科目については、スーパーサイエンスハイスクール（SSH）で行われている「課題研究」等と同様、将来、学術研究を通じた知の創出をもたらすことができる人材の育成を目指し、そのための基礎的な資質・能力を身に付けることができる科目となることが期待されている。このため、今後の学術研究に求められる方向性を十分に踏まえたものとすることが重要である。」（文部科学省、2018、pp6）

本稿は、2023年3月まで勤務していた県立高等学校（SSH校）における第1学年の9クラスで行った課題研究基礎（数学）の2、3時間の実践事例紹介である。教材はイギリスで開発された教材であるBowland Maths.のコンテンツ（図1、最終ページ）を用いた。日本ではあまり見られないが、数学的なソフトウェアを用いたストーリー性のある教材に取り組みせることができればと考え、勤務校の教員皆で授業実践を行った。

ここで、実施校における課題研究の枠組について述べる。1年生では、2年後半から3年にかけてグループごとにテーマを設定して行う生徒主体の探究型課題研究「課題研究（探究I）」「課題研究（探究II）」に向けての準備段階として、各教科の学びを3時間程度ずつ実施している。数学（統計）・理科（実験）の基礎学習のほか、英語では批判的思考、国語では質問作り、そして社会科ではSDGsといったように、各教科の教員が、「課題研究（探究I）」「課題研究（探究II）」で必

要となるスキルを身に付けさせている。それに加え、情報科由来の「課題研究（情報Ⅰ）」を実施している。2年生では、「課題研究（探究Ⅰ）」において、前期は「イノベーションプラン」と名づけ、グループごとに社会における困りごとをビジネスにするという「ビジネスプラン」を構築する取組を行い、発表する。2年生後期は生徒主体の「課題研究」を実施し、グループごとに、テーマ設定、仮説・リサーチクエスションの設定、研究計画書の作成、観察・実験・調査、まとめ、ポスター発表、振り返りという、探究の一巡目を行う。それに加えて情報科由来の「課題研究（情報Ⅱ）」を学ぶ。3年生は「課題研究（探究Ⅱ）」において、2年生のときに行った研究の継続研究である生徒主体の「課題研究」を実施する。なお、グループによっては3年生から新たな研究課題に取り組むことも認めているし、グループを変えたり、研究分野を変更することも認めている。

この枠組みのなかで、今回の発表は、「課題研究（基礎）」において、ICT機器を用いた統計的活動によって、課題研究の基礎的な素養を培う授業に位置付けられる。

コロナ禍でZoomやGoogle Drive、Teams等の利用が促進され、1人1台タブレットの支給もあり、ここ3年程でICT機器を用いた授業の様相は様変わりしてきた。本校は、タブレットの使用を中心に据えた協働学習形態の授業実践報告であり、教材は数学分野でいえば数学Ⅰ「データの分析」に該当する。

2 研究内容

2.1 授業構成について

- ア) 対象：高等学校第1学年生徒（360名）
- イ) 時期：2022年9月から2023年2月のうち2または3回
- ウ) 実施授業名：解題研究基礎
- エ) 実施分野：数学Ⅰ「データの分析」に該当
- オ) 実施形態：4人グループによる協働学習（アクティブラーニング型授業）
- カ) コンテンツ：Bowland Maths.『交通事故を減らそう』
- キ) 授業の流れ（指導計画）

- 1 時間目「交通事故対策委員会を立ち上げよう」
- 2 時間目「町議会に予算案を提出しよう」
- 3 時間目「町議会で予算案を通そう」

（3時間目は発表に該当する。2時間で実施したクラスは口頭発表を実施しなかった。）

1学年9クラスで同様の授業を展開するため、授業担当者の打合せを授業前後に4、5回実施した。

2.2 授業の実際

ア) 1時間目「交通事故対策委員会を立ち上げよう」

愛知県の交通事故状況（交通事故死者数ワーストからの驚異的な改善「愛知県」事故抑え込み成功）等を伝え、愛知県の交通事故の減少率が高いことを伝える。そして、「ある街の交通事故を減らすため交通事故対策委員会を立ち上げよう」というテーマを設け、交通事故を削減する方法にはどんなものがあるか各自で考え、1位から6位の順位を付ける。

ある生徒の記入例

- 1位 技術（人を感知するセンサー）
- 2位 教育（学校で安全教育の時間をとる）
- 3位 信号
- 4位 自動車学校
- 5位 標識
- 6位 街頭

その後、Bowland Maths.「交通事故を減らそう」を紹介し、班内で交通事故の傾向を考察し、仮説を立て、他の班と共有、批判的に考察し、仮説の修正を行う。コンテンツに内在されている統計データをもとに、分析を行っていく。

イ) 2時間目「町議会に予算案を提出しよう」

100,000 £ (約 16,000,000 円) の予算内で交通事故対策の割り振りを決め、対策プランを町議会に提案しよう。提案資料は、題名、原因、対策、費用を盛り込んで PowerPoint で作成する。ソフトウェアを用いて、仮説の正確さを検証したり、可能な対策の優先順位を付ける。グラフや表を作成して、優先順位を決めた根拠を説明できるようにさせた。

教師が提示した例

○題名

子どもの交通事故を減らそう

○原因

小学生の事故は通学路に集中している。

8時から9時と15時から17時までの登下校の時間に集中している。

○対策

- ・小学校の前でパトロールを実施（1年で70万円）
- ・スクールゾーンの標識を3つ設定する。（13万円）
- ・幼稚園の西側に接している通りに歩道を設定（420万円）

合計 503万円

ウ) 3時間目「町議会で予算案を通そう」

各クラス4人ずつの10班で発表を行う。発表と質疑合わせて5分程度で実施し、評価をしながら聴き、最後に全員が評価者として「どの対策を採用するか」を判断して投票する取組を行う。

評価シートの項目

- ・ 街にとって優先すべき課題か
- ・ 適切な図、表、グラフか
- ・ 根拠（原因）が明確か
- ・ 適切な対策か（効果的か）
- ・ 発表を工夫しているか
- ・ その他のコメント

評価シートの項目ごとに、◎○△で評価をしながら聴くこととした。

3 まとめ・今後の展望

今回の教材では、最後に「日本の街」「自分たちの住む街」における交通事故対策に戻って、考えさせるような場面が構築できるとよりよい授業実践となったと思われる。また、数学ソフトウェアの活用といっても、コンテンツに内在されている統計データを用いて実施したものであり（生データにあたるデータを取り出して分析を行うことも可能ではあるものの、時間の制約もあり、そのような分析を試みたグループはなかった）、高度な数学を利用したり数学ソフトウェアの作成に取り組んだりしたわけでもない。SSH校といえど、1年生の段階では、生徒主体の探究活動である「課題研究」の準備段階としての取組が必要で、発展的な思考やプログラミング利用による探究活動の礎になる取組の一事例としての提案であり、またそれにとどまっているということが事実でもある。

私は、日本における数学ソフトウェアの傾向として、動的幾何ソフトや、テストなどの評価用ソフトの作成が主流のように感じている。しかし、子どもたちがまさにのめり込んで探究できるような教材として、Bowland Maths. のコンテンツのような、ストーリー性のある教材があってもよいのではないだろうか。そのようなストーリー性を意識した教材開発が試みられることがあってもよいのではないかと、探究型の授業を実践してきた側の視点として感じている。

生徒が主体的に探究活動を行う場面では、教師は指導ではなく支援するという立場であることが適当で、ファシリテーターとしての役目を果たすという一側面があると考えている。探究の深化のためには、一緒に考え助言をするような指導が適している。また、高等学校においては、データの「分析」に資質・能力育成の中心があるが、日常場面や現実場面在即して考えることができるような統計的「判断力」の育成も必要だろう。

教える学びから探究的な学びへと、学びの形態が変化するとき、教師にとって大切なことは、教師自身が学び続けることであろう。

Chat GPT 等の対話型 AI の登場もあり、今後、教師と生徒、生徒同士の対話だけではなく、「AI の意見も聞いてみよう」といった場面も生まれてくるだろう。長期的には、今後の AI 時代に必要な数理的能力について考察していきたい。

参考文献

- [1] Boland Math
<https://www.bowlandmaths.org.uk/index.html> (R5 年 11 月 21 日取得)
- [2] Bowland Japan
<https://bowlandjapan.org/plan> (R5 年 11 月 21 日取得)
- [3] 国立研究開発法人 科学技術振興機構 次世代人材育成事業 スーパーサイエンスハイスクール
<https://www.jst.go.jp/cpse/ssh/index.html>(R 4 年 11 月 24 日取得)
- [4] 文部科学省, 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説【数学編 理数編】, 2018.
- [5] 文部科学省, 「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料 (高等学校理数), 2022

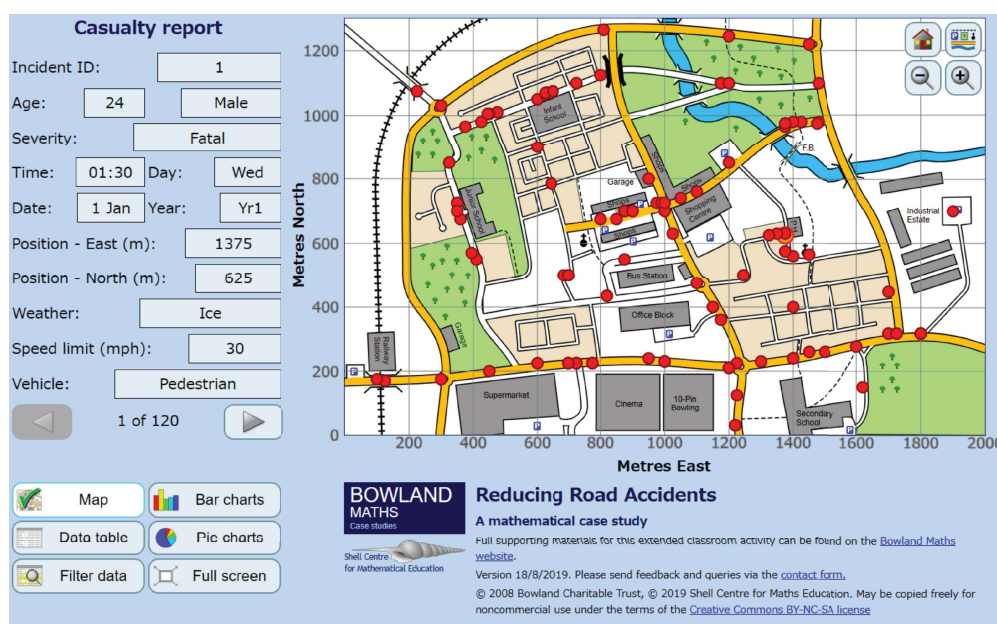


図 1. Bowland Maths. のコンテンツ例 (Reducing Road Accidents)