

スーパーサイエンスハイスクール構想における数学カリキュラムの一事例

山本 彰子 (授業担当者), 河崎 哲嗣

概要: 「科学技術・理科大好きプラン」という施策に基づいてスーパーサイエンスハイスクール (以後 SSH) 構想が提案された。平成 14 年 4 月には、全国で 26 校が SSH に研究指定された。京都教育大学附属高校では、SSH における数学カリキュラムの一例を提案し、それに基づいて SSH として教育実践を始めたので、その研究成果について報告する。

1 はじめに

平成 14 年 4 月 10 日、文部科学省により SSH の研究指定校の発表があり、日本全国で 26 校が指定を受けた。文部科学省が SSH 構想を提案する背景には、我が国の理数教育の現状があったと考えられる。一つは、我が国が科学技術創造立国として成り立ち行くには、新規産業の創出や国際的な産業競争力強化を担うことができる人材の育成が重要であるからである。しかし一方では、青少年の「科学技術離れ」「理数離れ」が厳然と存在し、理科系への進学者数が減少している。この二つの問題に、同時に答えて行くことが求められている。これらの問題点を受けて、生徒の科学への興味・関心を高め、科学の学習内容の理解の増進を図り、科学技術に対する志向を湧き立たせることにより、優秀な人材の養成を行うことを実現させるための構想と考えることが出来る。

2 科学技術、理科大好きプランと SSH

文部科学省の配布資料によると、「科学技術・理科大好きプラン」という施策では、以下の 5 項目が目的実現のための手段として提案されている。

(1) 「SSH」における先進的な科学技術、理数教育の実施

(2) 大学、学協会、研究機関と教育現場との連携の推進

(3) 先進的科学技術用教育コンテンツの開発

(4) 理科教育設備の重点的整備

(5) 国立科学博物館の充実を柱として、科学技術、理数教育の抜本的充実を図ることを柱にしている。

(1) では、「大学や研究機関等と連携し、研究開発の実施のために必要となる機器、消耗品等の整備、アドバイザーやティーチングアシスタントの派遣、科学技術系クラブ活動の活性化支援、SSH 間の成果発表会等交流活動の支援等を実施する」としている。特に「アドバイザーやティーチングアシスタントの派遣」により、実際の授業の現場に、授業のアドバイスを頂ける方の派遣という形で人的支援を受けることが可能となる。また「科学技術系クラブ活動の支援」により、授業のみならず課外活動として、以下の実践が可能となると期待できる。数学、物理、化学、生物、地学、コンピュータ、ロボット等の科学系クラブの活動として、クラブ内の個々の生徒の特定の関心分野について、彼らの知的探究心を深め、より高度な学習を可能とするため、年間や学期を通した研究プロジェクトの実施等が従来からなされている以上に可能となる。「成果発表会、コンテスト等の交流活動の支援」により、SSH 同

志の交流を推進し、個々のSSHの活動を活性化させるとともに、科学技術、理数教育のベストプラクティスを共有することが可能になると期待できる。

(2)の「大学、学協会、研究機関と教育現場との連携の推進」は、とりわけSSHの研究指定を受けた学校では強く求められていることであると考ええる。この項目で示されているプログラムメニューは、以下に示す3つである。

(a)研究者・技術者による特別授業の実施(b)大学や研究機関等と学校との連携による高度な教材等の開発等(c)研究者・技術者による教員等を対象とした研修の実施及び業績の発信である。(a)より、通常の教科書等では取り扱われない発展的な科学技術(数学)の学習内容や日常生活で使われていながらブラックボックス化してしまっている技術等に対して、生徒の関心、理解を深め、知的好奇心、探究心を高めることが期待できる。また、あわせて研究者、技術者が必要とする視点や洞察力がどのようなものであるかについて、生徒の理解を深めることができると期待できる。

(b)より、大学、学協会、研究機関等と学校が連携して、研究成果や観測データ等を活用して開発された数学教育用教材を利用することが可能となる。また、大学、研究機関等の施設、設備を活用した発展的学習を行うことも可能になると考えられる。これら(a)(b)により、教科書を越えたレベルの授業を行って来なかった指導者にも、行うことができる環境が準備され、機会が広がったといえよう。

(c)より、我々教員が第一線の研究者・技術者による最先端の科学技術についての研修を受ける機会が広がる。これにより、教育現場での科学技術、理数教育の質の向上を図ることができると期待できる。また、第一線の研究者、技術者の業績を紹介す

る展示やイベント等の開催により、最先端の科学技術の成果について、社会的認知度を高め、一層の研究活動へのインセンティブを付与するとともに、青少年をはじめとする国民の科学技術に対する関心の喚起、増進を図ることができると期待できる。

(3)の「先進的科学技術用教育コンテンツの開発」では、「SSHをはじめとした学校において、融合領域等に関する発展的な学習に活用できるデジタル教材等の研究開発を実施する。また、海外における科学技術、数学教育、理科教育に関する先駆的取組を調査し、効果的な取組の導入を推進する。」としている。「融合領域等に関するデジタル教材の研究開発」により、通常の教科書等では取り扱われない発展的内容に該当するナノ、バイオテクノロジー、ロボット工学等の先端、融合領域等に関して新たに開発されたデジタル教材を利用して、生徒の創造性や知的探求心を向上させることが期待される。「先駆的事例調査」により、我々が我が国とは異なる海外等での取組を調査したり、そこから成功事例等を学ぶための調査を行ったり、調査結果発表会としてのワークショップ等の実施が可能となる。

(4)「理科教育設備の重点的整備」では、教材、指導開発や研究活動が設備面で支援される可能性が大きくなった。

(5)「国立科学博物館の充実」では、保管されている資料などがデジタルアーカイブ化され各学校からインターネットを利用して授業の教材として利用することができるようになることが期待される。

3 京都教育大学附属高校 SSH での数学授業の展開案の一例

SSH は、学習指導要領の束縛を受けずに自由

にカリキュラム作成ができる。そこで、京都教育大学附属高校におけるSSH部門を自然科学コースと命名し、3年間の指導目標を以下に示すような指導目標を立てた。

a 自然界の様々な事物と現象の中から原理や法則性、構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒の育成

b 社会における新しい科学技術の開発に興味・関心を持って創造的に取り組む生徒の育成

c 意欲的に情報を取り入れ、発信していく生徒の育成

d 社会における科学技術のあり方を考えられる生徒の育成で、具体的に授業時間数増、数学・理科の融合教材開発等を計画した。以上の指導目標に沿って、授業時間数を増やし科目設定を以下のように行った。一年次は、数学IA 5単位を1単位増、新たに応用数学I(1単位)を設定した。二年次は、数学IIB 6単位を1単位増、新たに応用数学II(1単位)を設定した。三年次は、数学IIIC 8単位を4単位にし、新たに現代数学研究(3単位)を設定した。また数学I~III, A~Cの内容を「解析」「代幾幾何」「確率統計」という内容に再構築した。

3.1 応用数学

指導方針は「自然科学から数学をつくる」「数学を自然科学でつかう」「Technologyの積極的活用」「情報の取り入れ発信」を目標に、複雑な自然現象を分析、表現する基礎概念である「フラクタル」を教材化した。またコンピュータグラフィックの利用、英文テキストの使用等で、プレゼンテーションの実践力を養い、ポートフォリオとして記録し、情報収集・発信力をつけさせることを意図とした。また、テレビ会議システムによる海外の高校との遠隔協

同学習も計画の中にある。表2は、chaosgame という正多角形のフラクタル図形のシュミレーションで生ずる意外さに興味をひく教材として取り入れた授業実践である。

図1は、その出力例である。導入で予想もしないシェルピンスキーのギャスケットが現れたことに生徒は驚きを示した。

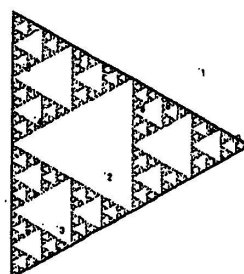
応用数学 I	
・学外のフラクタル研究者を講師として授業を行う。テーマは「フラクタルな地球」, 「自然界でフラクタル構造がつくられるメカニズムについて」を考える。	
・ディバイダによる計測から得られたデータを分析して、フラクタル次元を求める。(海岸線の計測または墨流し)	
・コンピュータ実習によってフラクタルを描く。(フラクタルの構造を視覚的に表現するためのプログラム作成)	
・プレゼンテーション実習, 他校との通信交流(生徒の学習成果を発表して相互の学習内容の水準向上を図る)	
・随時, 英文のテキストを使用 ・ポートフォリオを作成	
応用数学 II	
・カオスとフラクタル, 複素数とフラクタル(マンデルブロー集合等)	
・プレゼンテーション実習, 他校との通信交流	
※数学IAで「対数」, 関数グラフ電卓を用いて音波測定→「三角関数」	

表1. 応用数学I・IIの研究計画

授業時間	日時	内容
1時間目	5月10日	導入 (Sierpinski triangle のできる様子の観察)
2時間目	6月14日	プログラミング (コードを変更し, n角形への拡張と比率が変更できるようにする)
3時間目	6月21日	続き(予定外に時間がかかった)
4時間目	6月27日	n角形で比率を変えてシュミレーションする。
5時間目	7月5日	シュミレーションの続きとレポートの書き方指導
	7月19日	レポート提出

表2. chaosgame の授業展開

1. 比率0.5, 正三角形



2. 比率0.5, 正方形

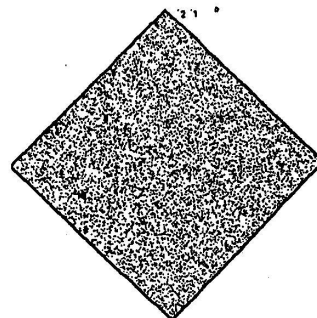


図1. 出力例

また、プログラミングコードの変更はポイント数だけの變更に留めた。レポートの評価の着眼点は、大きく(1)フラクタル図形ができる原理を見抜くか、(2)四角形の隙間のない比率が 0.5 にした場合の結果であることに気付くか、(3)比率が大きくなったときどうなっていくか、(4)調べ方、(5)独自の着眼点の5項目である。

3.2 現代数学研究

指導方針は、「3年間の総仕上げとしての課題探求」「各自にテーマを与え、本学大学教官と連携して指導」「数学の表現力・論理思考力・課題探求力の育成」とした。現段階では外部機関との研究開発の協力要請等を含めて計画中である。

3.3 「解析Ⅰ・Ⅱ」「代数幾何」「確率統計」

分野ごとの系統的・効率的な再編を意図としているが、現在の大学入試制度との絡みが大きく外部模試の出題進度に合わせた授業も想定しなければ、生徒側からの抵抗や不安があるのが現状である。SSH の研究を機に大学入試制度の早急な改革再編を期待する。また、単元として微分方程式・推定・検定を採り入れた。これは、理科へと通じる数学教材として必要と考えたものである。

4 おわりに

SSH の研究指定を受けたことで、柔軟な数学学習を行う環境づくりができた。また、科学クラブの設営も申請書の中に明記し、「その一環としての数学」をどのように活用していくのか、「地域交流」もうたっており、京都府とどう連携していくのか等課題が山積みである。大学や研究所からの外部講師の1度だけの講演で単元を終えてしまう恐れもあ

り、今後慎重な指導内容の検討・実践が必要と考える。研究成果としてこのカリキュラムが機能するのかどうか不安がないわけではないが、数学教育の改善のため最大限の努力をしたいと考える

【参考・引用文献】

- 1) 川村 康文, スーパーサイエンスハイスクール構想における物理カリキュラムの一事例, 平成14年6月
- 2) 文部科学省配布資料
- 3) 横地 清監修, 新版21世紀への学校数学の展望, p.68~, p.128~, 誠文堂新光社, 1998.10
- 4) 申請代表者 木村 捨雄, 「新科学知」とカリキュラム開発 —「新科学知」の教育的体系化と科学技術カリキュラムの開発—, p.69~p.77, 平成八年度発足重点領域申請書, 平成七年二月