

文部科学省研究開発学校

平成24（2012）年度指定
スーパーサイエンスハイスクール

研究開発実施報告書

第四年次

研究開発課題

豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティストを育成する

中高大院連携プログラムの研究開発

平成28（2016）年3月

筑波大学附属駒場高等学校

目 次

1. 研究開発実施報告書（要約）	i
2. 研究開発の成果と課題	iii

I. 研究開発の課題	1
II. 研究開発の経緯	5
III. 研究開発の内容	
(i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施	
a. 高校2年生筑波大学訪問	8
b. 中学3年生筑波大学訪問	10
c. 東京医科歯科大学研究室訪問	12
(ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す 「課題研究」等のプログラム研究と実施	
a. SSH 生徒研究発表会	13
b. 東京都指定校合同発表会	14
c. 理科課題研究発表会	15
d. マスフェスタ生徒数学研究発表会	16
e. MIMS 現象数理学研究発表会	16
(iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成	
a. SSH シリーズセミナー「メディア虎の穴」	17
(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成	
a. 外部講師を活用したプレゼンテーション指導	19
b. 台湾台中第一高級中学との交流	20
c. コア SSH 国際交流プログラムへの参加	22
d. サイエンス・ダイアログ	25
(v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及	
a. 数学科教員研修会	26
b. 数学科開発教材	27
(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成	
a. 数学科	38
b. 理科	39
c. 国語科	40
d. 地歴・公民科	41
e. 保健体育科	42
IV. 実施の効果とその評価	
a. 講演会・実験講座生徒アンケート	43
b. 台湾台中第一高級中学との交流プログラムの評価	44
c. 国際交流プログラムの評価	46
d. 数学的思考力を育てる教材の開発と普及についての評価	48
V. 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及	49
VI. SSH 中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況	51
VII. 校内における SSH の組織的推進体制	52
・資料	53

平成 27 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題	豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティストを育成する 中高大院連携プログラムの研究開発
② 研究開発の概要	<p>希望するすべての生徒に理数系研究入門の機会を与えると同時に、意欲の高い生徒には、研究遂行能力、英語による学術発表能力を引き上げるプログラムの開発を行う。また、大学附属の中高一貫校である特性を活かして全人教育を視野に入れた多様なプログラムを展開し、幅広い教養と強い探究心をもつグローバル・サイエンティストの育成を目指す。研究の柱は以下に示すとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施 (ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施 (iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成 (iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成 (v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及 (vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成
③ 平成 27 年度実施規模	全校生徒を対象に実施する
④ 研究開発内容	<p>○研究計画</p> <p><第 1 年次> 5 年計画の第 1 年次は、準備・リサーチ段階と位置づけ、研究開発の柱 (i) については試行、(ii) および (iii) について、本格的に実施するための準備を進める。また、柱 (iv) ~ (vi) については、これまでの SSH 研究開発の評価をふまえ、継続的実践・改良・普及を進める。</p> <p><第 2 年次> 第 2 年次は、試行段階と位置づけ、研究開発の柱 (i) について本格的に実施するとともに、(ii) および (iii) について本格的に実施するための準備を進め、一部の内容を試行する。また、柱 (iv) ~ (vi) については、これまでの SSH 研究開発の評価をふまえ継続的実践・改良・普及を進める。</p> <p><第 3 年次> 第 3 年次は、研究を具体的に展開する。研究開発の柱 (i) ~ (iii) について、試行～本格的な実施に取り組む。また、柱 (iv) ~ (vi) については、これまでの SSH 研究開発の評価をふまえ、継続的実践・改良・普及を進める。</p> <p><第 4 年次> 第 4 年次は、研究の深化・充実をはかる。すべての研究開発の柱について、第 3 年次までに開発した教育プログラムや教材を本格的に展開し、評価を試みる。(今年度)</p> <p><第 5 年次> 第 5 年次は、研究の完結および発展期ととらえる。第 4 年次までの研究開発で得られた成果をもとに、開発した教育プログラムや教材を、他校でも活用できるような形での普遍化に取り組む。</p>

○教育課程上の特例等特記すべき事項

本校の教育課程に「理科課題研究」および「学校設定科目：課題研究」を設定した。

○平成27年度の教育課程の内容

巻末・関係資料の通り

○具体的な研究事項・活動内容

今年度（第4年次）の研究事項・活動内容を研究開発内容の柱を（i）～（vi）の順に示す。

（i）高校2年生および中学3年生を対象の筑波大学研究室訪問を実施した。また、東京医科歯科大学の協力を得て、医学系進学希望者を中心に大学附属病院での見学実習を行った。

（ii）理科では、「理科課題研究」を教育課程に設定し実施した。また、高校2年生総合学習「ゼミナール」や通常の授業、部活動をベースに、生徒の研究内容の水準を維持・向上させる取り組みを更に進めた。また、科学オリンピックや国内外での研究発表プログラムなどに意欲の高い生徒の積極的な参加を促し、科学系クラブや「ゼミナール」等を通して支援を行った。

（iii）情報検索やメディア活用に関する能力を高め、プレゼンテーションスキルを涵養するセミナー「メディア虎の穴」を本校において実施（2期目、3期目）した。

（iv）国立台中第一高級中学とは姉妹校締結を行い、今後も研究交流を継続していくことになった。コアSSH校等、他校の海外派遣交流事業にも積極的に参加・協力を行った。また、国際交流の成果を多くの生徒に還元するため、参加生徒による報告会を企画・実施した。英語では、研究発表・交流を支援するため、外部講師による効果的なプレゼンテーション技術の指導を仰ぐプログラムを実施した。また、東京医科歯科大学のGCW（Global Communication Workshop）「国際保健問題英語模擬交渉」学部生向けのワークショップに参加させていただいた。

（v）これまで開発してきた中・高の教材を改良し、さらに円滑な接続を目指して教材開発を行った。開発した教材については、「数学科教員研修会」「第42回教育研究会」で発表し、広く評価を求めた。教材内容だけでなく、具体的な指導案として提案できるように冊子を作成した。

（vi）理系・文系を問わず、幅広い科学への関心と理解、科学と人間社会との関係への関心と理解を育むとともに、科学者・技術者として必要な資質を涵養するための講座・講演を展開した。また、日経新聞社の協力を得て「社会発見！サイエンス講座」を2回開講した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

詳細は、次章にて研究開発内容の柱（i）～（vi）の順に示す。筑波大学・東京医科歯科大学研究室訪問では、多くの研究室の協力を頂き成果があった。大学や研究機関・他の高校との連携を視野に入れた「課題研究」の取り組みを模索できたと考える。大学等とのさらなる有効な連携関係を構築していくことは今後も課題である。シリーズセミナー「メディア虎の穴」は受講希望人数が多く、限られた生徒を対象とせざるを得ない点が課題だが、アーカイブ化やビジター参加も許可して対応した。台中一中との国際交流プログラムは、台湾を訪問する企画だけでなく先方の来日があり、本校における国際交流デー開催に発展した。数学科では徳島県立城南高等学校における「数学科教員研修会」および本校の第42回教育研究会「グローバル人材の育成をめざして」でSSH開発教材を発表できたが、更に具体的な提案をしたいと考え、指導案集の作成に取り組んだ。

○実施上の課題と今後の取組

3年次の中間評価で指摘を受けた事項について、SSH運営指導委員会・校内推進委員会での検討を踏まえ、具体的な改善策を講じた。「理科課題研究」「学校設定科目：課題研究」の導入については、教育課程上に位置付けてから本格実施となった本年度より効果と課題を検証し、中高の接続も視野にいたした生徒の主体的かつ探究的な活動を支援できるプログラムへ発展させたい。第1期・第2期SSHから巣立った卒業生についての調査・研究も今後の課題である。また、本校の取組の内容・成果をもっと発信し、広く評価を求めることが重要である。最終年度に向けて、第3期SSH総括とともに本校SSH合計15年間のまとめに取り組んでいく。

平成 27 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果	<p>研究開発の柱 (i) ~ (vi) の順に示す。</p> <p>(i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施</p> <p>高校 2 年生および中学 3 年生を対象とした筑波大学研究室訪問では、開講された講座数は高校 2 年生で 21 講座、中学 3 年生で 28 講座であった。高校への連絡進学を控えた中学 3 年生にとって、大学で行われている研究に直接触れ、学問的刺激を受けることは中高の連携の観点においても意義深い。また、東京医科歯科大学の協力を得て、医学系進学希望者を中心に大学附属病院での見学実習を行った。4 年目になる今年は 33 名の参加希望があり、その全員に対し 7 コースを実施していただいた。講師として指導してくれた本校卒業生は、4 年前にこのプログラムに参加したことが進路決定に影響したということであり、直接の成果として評価したい。</p> <p>(ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施</p> <p>理科では「理科課題研究」を教育課程に設定し実施し、積極的・主体的に研究に取り組んだ生徒たちの成果を単位として評価できるようになり、研究を奨励する効果があった。数学科では筑波大学との連携を活かした高校 2 年生総合学習「ゼミナール」を継続した。また、筑波大学で実施される「高校生科学体験教室」, 「GFEST(Global Future Expert in Science and Technology)」に生徒 6 名を派遣し、大学における研究の継続的な指導の可能性や高校側で行うべき事前・事後指導について検討を行った。</p> <p>生徒による自主的・探究的研究の成果は、本校で開催の「テーマ研究発表会」、大阪で開催された「SSH 生徒研究発表会」、都内の指定校が参加する「東京都内指定校合同発表会」や、コア SSH 校や大学等の企画する発表会「マスフェスタ」「MIMS」、また「国立台中第一高級中学との研究交流会」などの場で発信し、中には高い評価を得たものもあった。</p> <p>(iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成</p> <p>一昨年度開始した SSH シリーズセミナー「メディア虎の穴」、昨年度の 2 期目に続き、第 3 期は計画に改良を加えて実施した。その結果、生徒のメディア活用能力が高まった。</p> <p>(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成</p> <p>英語プレゼンテーション能力の育成を強化するため、「サイエンス・ダイアログ」など外部講師による講座を実施した。発表原稿やポスター制作に欠かせない専門用語を駆使した表現の指導も課題となっていたが、今年度も筑波大学の予算措置で実現した日本在住の外国人若手研究者との交流会(「イングリッシュルーム」)を毎月 2 回程度開催し、科学コンテンツを英語で表現する能力育成に活用した。さらに、中学生・海外に行かない生徒向けに海外交流プログラム参加生徒による追体験講座を企画し、成果を広く共有できるよう努めた。</p> <p>国立台中第一高級中学とは姉妹校締結をし、研究交流を継続した。「発表評価票 (Presentation Evaluation Sheet)」による相互評価では、全ての項目で良い結果を得た。また、先方の来日が 5 月にあり、本校において国際交流デーというイベントに発展した際は多くの生徒がバディを希望し積極的に取り組んだ。</p> <p>さらに、コア SSH 校等が企画する国際交流プログラムにも生徒・引率教員を派遣した。</p> <p>(v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及について</p> <p>徳島県立城南高校において「数学科教員研修会」を開催し、授業実践・研究協議を行い教材開発と</p>
-----------	---

その発信に努めた。本校で開催した第 42 回教育研究会「グローバル人材の育成をめざして」では中学 3 年と高校 1 年の数学の授業を公開し、参加者から忌憚のない意見、貴重な情報を得た。

(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成について

社会科による「科学者の社会的責任」をテーマとした講演会をはじめ、このプログラムは第 1 期 SSH 開始時（平成 14 年）からの伝統ある実践である。今年度は日経新聞社の協力を得て「社会発見！サイエンス講座」を 2 回開講でき、社会とのつながりを模索できた。

② 研究開発の課題

研究開発の柱 (i) ～ (vi) の順に示す。

(i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施

筑波大学研究室訪問は、「理科課題研究」につながる継続指導の模索にもなったが、中 3 と高 2 の単発の企画でなく、中高一貫の流れの中で成果を出せるようにしたい。東京医科歯科大学での見学実習（12 月）では、高 1～高 3 までの多くの希望者が全員参加でき、充実した研修になった。参加生徒の成果は感想やアンケートだけでなく、他の生徒に伝えて成果を普及できるシステムも検討したい。

(ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施

生徒の研究は学校外を活動の場とした事例も多くなっている。こうした授業外や学校外で行われる活動も奨励しつつ、その生徒の活動を十分に評価できていない点は課題である。特に、大学研究室における活動については、継続的な指導の可能性や高校側で行うべき事前・事後指導について大学と協議を行い、有効な連携関係を構築していくことが必要である。

「ゼミナール」の課題・テーマは、生徒が取り組む研究分野にある制限がかかる。高校の実験室レベルで可能な内容であることを前提にしつつ、生徒の興味・関心の高い分野にも対応できる柔軟性をどこまで確保できるかが課題となっている。

中学 3 年生総合学習「テーマ学習」を起点として興味・関心の高まった生徒による自主的・探究的活動を支援し、中高接続意識した事例の蓄積が必要である。今年度は「GFEST(Global Future Expert in Science and Technology)」(筑波大学)に中学生も参加しており、長い目で見た中高大連携の取り組みが続いている。

国際科学オリンピックやその予選に相当する国内プログラムに参加する生徒について、それぞれの活動の実態を把握し、効果的な支援の在り方について検討する必要がある。

校内・校外で実施される数々の研究発表会では、成果を発表する生徒にとっては貴重な場となっている。関係生徒以外にも成果を知らせるために、各表彰について生徒集会で発表して榮譽を称えるとともに、中学生や下級生に研究意欲を喚起していきたい。

(iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成

「メディア虎の穴」は受講希望人数が多く、限られた生徒を対象とせざるを得ない点が課題である。機材や作業規模の関係で可能な場合はビジター生徒も受け入れ、さらにアーカイブ化も行った。

(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

派遣された生徒の体験が、他の生徒にも還元できる機会を拡大していくことが課題である。

国際交流の場で研究発表を行う生徒たちの自主的・探究的活動について、発表が研究のゴールとなるケースも見受けられた。中高大と長い目で見た継続的な研究を支援していきたい。

(v) SSH校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及について

「徳島数学科教員研修会」および「第42回教育研究会」では本校数学科の開発教材を発表したが、今後は単なる教材内容だけでなく、指導案集などより具体的な提案を模索したい。

(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成について

テーマ・内容を精選し、講座の多様性を確保することが必要である。また、今後は企業における研究活動もさらに紹介していきたい。

I. 研究開発の課題

1. 研究開発の実施期間

指定を受けた日から平成 29 年 3 月 31 日まで

2. 研究開発課題

豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティスト (global scientist) を育成する中高大院連携プログラムの研究開発

3. 研究開発の概要

本校は、平成 14 年度～18 年度の 5 年間に、研究主題「先駆的な科学者・技術者を育成するための中高一貫カリキュラム研究と教材開発」の研究を行った (第 1 期)。ここで開発したカリキュラムや教材等を基盤として、平成 19 年度～23 年度の 5 年間には、研究主題「国際社会で活躍する科学者・技術者を育成する中高一貫カリキュラム研究と教材開発—中高大院の連携を生かしたサイエンスコミュニケーション能力育成の研究—」のもと、生徒どうしの「教え合い・学び合い」を活かした「サイエンスコミュニケーション」能力の育成や、国際的な研究・交流活動の支援に取り組んできた (第 2 期)。

平成 24 年度からのスーパーサイエンスハイスクール (SSH) (第 3 期) では、希望するすべての生徒に理数系研究入門の機会を与えるとともに、意欲の高い生徒には、少人数による「課題研究」の深化によって研究遂行能力を高めながら、英語による学術発表能力を世界で通用するレベルに引き上げるプログラムの開発を行う。さらに、大学附属の中高一貫校である特性を活かし、幅広い教養と強い探究心をもつグローバル・サイエンティストを育成するための全人教育を視野に入れた、理数系教科のみに偏らない多様なプログラム展開に留意する。

研究開発の柱は以下に示すとおりである。

- (i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施
- (ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施
- (iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成
- (iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

(v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及

(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成

4. 現状の分析と研究の仮説

第 1 期で開発した教材は通常の授業の質を高め、第 2 期では中学も視野にいたカリキュラム研究にまで発展させることができた。また、中学生と高校生が教え合う・学びあう実践や、国内外での研究発表へ参加を通して、コミュニケーション能力の育成に必要なノウハウを蓄積した。

一方、実施したカリキュラムは、本校の特徴である「生徒全員を対象」のため、すべての生徒に研究 (テーマ研究) を義務づけることになり、一部の教員に負担が集中し、期待通りの成果が得られない場合があることや、生徒によっては取り組みに消極的になる者も現れてきた。加えて、いっそうの成長が期待できる生徒の能力を十分に伸ばしきれていない課題も生じていた。

そこで、10 年間の SSH 実践の蓄積を踏まえ、生徒の興味・関心や個性を活かしながら、より高い能力をもった人材 (グローバル・サイエンティスト) を育成するのが、第 3 期の目的である。

グローバル・サイエンティストとしての基礎的能力の育成には、「科学的リテラシー」や「サイエンスコミュニケーション能力」を育む特別講座や通常の授業への取り組みが必要不可欠と考えられる。これらは、本校の長年の伝統である「教養主義」とも連動させ、今後も生徒全員を対象に実施することで有能な科学者・技術者の育成に資するものと考え、柱(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成、として位置付けた。

SSH 研究開発の各研究内容の柱に関わる仮説は、以下の通りである。

(i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施

生徒それぞれの興味・関心を引きだし、得意分野を見つけさせて研究への意欲を高めるためには、きっかけとなる学問的な刺激が必要ではないか。そのように考え、中学 3 年生と高校 2 年生の 2 回に分け、生徒全員に大学での研究を体験させる。また、普段接する機会のない現場の臨床医師や研究者から直接指導を受けるため、東京医科歯科大学の高大院連携プログラムに参加させる。

(ii)意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施

昨年度のSSH運営指導委員会および校内推進委員会では、中間評価で指摘を受けた事項について、課題となった背景とその改善策について検討を行った。理科では、生徒の主体的・探究的活動の支援強化、授業との連携強化を図る方策について協議を行い、とりわけ「理科課題研究」の導入については、教育課程上に位置付けてから本格実施となった本年度より効果と課題を検証し、中高の接続も視野にいたした生徒の活動を支援できるプログラムへ発展させたいと考えている。

(iii)科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成

SSH シリーズセミナー「メディア虎の穴」は、今年度前期まで第2期を実施し、今年度後期からは第3期目に入った。2期目に続き3期目も参加希望者が募集定員を上回り、限られた生徒を対象とせざるを得ない点が課題として残った。アーカイブ化、ビジター参加制度などで対応している。

(iv)国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

英語プレゼンテーション能力の育成を強化するため、昨年に引き続き外部講師による講座を実施した。また、発表内容やポスター制作に欠かせない専門用語を駆使した表現の指導は課題となっていたが、今年度は筑波大学の予算措置で実現した日本在住の外国人若手研究者との交流会(「イングリッシュルーム」)を開催し、科学コンテンツを英語で表現する能力育成に活用した。これは今後もさらに発展・継続させたい。

国立台中第一高級中学(台中一中)との交流は7年目を迎えた。今年度は5月に先方の来校があり、12月には本校から台中一中へ出向いて研究交流会(Academic and Cultural Exchange Program)を実施した。研究発表会(本校:7報、台中一中:6報)では英語による口頭発表が行われ、昨年同様「発表評価票(Presentation Evaluation Sheet)」による相互評価を行った。

課題となっていた参加生徒以外への成果還元については、今年度も研究発表の一部をインターネット経由で本校へ同時中継し、多くの仲間が場を共有できる環境づくりに努めた。また、参加生徒

による追体験講座を1月に企画し、成果を広く共有するとともに、次年度の参加を希望する下級生に対する意欲向上を図った。

その他、立命館高校SSH科学技術人材育成重点枠、横浜サイエンスフロンティア高校コアSSHの連携校として、それぞれ、高雄(台湾)、Thomas Jefferson 高校(米)における海外研修へ2名ずつの生徒と引率教員1名ずつを派遣した。これらのプログラムは、SSH校の生徒同士の交流による教育的効果も大きい。年間を通して継続したプログラムが計画されるようになってからは、参加生徒の達成感や満足度が高まった。

今年度はThe Thailand-Japan Student Science Fair 2015(TJSSF2015)というタイ教育省による推進プログラムに本校より生徒3名と引率1名が参加し、研究発表と交流を行った。このような海外の研修機会があれば、今後も積極的に取り組みたい。

SSHの取り組む生徒の中から海外の大学へ進学する生徒も出てきているので、海外進学の卒業生の追跡調査も行いたい。

(v)SSH校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及

科学研究の基礎となる数学的思考力を育成することは、将来のグローバル・サイエンティスト育成のためにも重要である。本校数学科では、初めてSSHに指定された2002年度からこれまで14年間継続して「創造的な教材・指導法及びカリキュラムの開発—中高6ヶ年から大学へ—」と題して教材を開発し、本校の教育研究会や本校主催の数学科教員研修会(SSH交流会支援による実施を含む)で発表してきた。これは日々の数学の授業の充実を目指した取り組みであり、生徒の知的な興味関心を刺激し数学的思考力を育成するような教材を日々の授業で扱えば、生徒の課題研究などの活動を活性化する基盤になる、そしてSSH校に限らず数学科の教員はそのような教材を必要としている、と考えたからである。今後は更に具体的な提案ができるよう、指導案集なども作成するつもりである。これまでの研究成果を踏まえつつ、校内での実践と他校への成果の普及を図っていく。

(vi)科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成

科学者・技術者として必要な資質を涵養するた

めには、幅広い科学への関心と理解、科学と人間社会との関係への関心と理解を育むことが大切である。

これら一連の活動により、生徒それぞれの興味・関心や得意分野等に沿う形で、意欲の高い生徒の探究心を伸ばして、将来国際的に活躍できるグローバル・サイエンティストを育成するとともに、その他の生徒についても個性に応じたプログラムを提供することで効果的な成長を促し、無理のない持続可能なSSH活動が実践できるものと考ええる。

最終的には、海外の大学も含めた生徒の幅広い進路選択につながっていくことが期待できる。

5. 研究内容・方法・検証

研究内容の柱 (i) ~ (vi) の順に詳述する。

(i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施

希望するすべての生徒に理数系研究入門の機会を与えるため、筑波大学の全面的協力を得て、中学3年生と高校2年生対象の大学研究室訪問を研究体験型プログラムに進化させる。中3では全体会を行い、筑波大学 GFEST (Global Future Expert in Science and Technology) の紹介も行う。

プログラムの内容については、中・高それぞれの生徒の発達段階を考慮して探究心や研究意欲を高める工夫をし、高校2年総合的な学習の「ゼミナール」やその先の「課題研究」における主体的研究へのモチベーションを高める。さらに、「課題研究」への継続指導にも取り組む。

実施後に、生徒・大学教員・高校教員へのアンケート調査や大学との意見交換を行い、効果の検証を行う。

(ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施

筑波大学や他大学・研究機関との連携を活かし「ゼミナール」を継続・発展させ、「課題研究」における生徒の主体的研究を支援する。

数学科では、学習意欲の高い生徒が集まる「ゼミナール」において、数学専攻の大学教員や大学院生から日常的に直接指導を受ける機会を設ける。

また、SSHのOBである本校卒業生のゼミナール参加・指導も企画しSSHの成果の還元も目指す。

理科では、「ゼミナール」における学習態度・意欲を考慮し、継続的研究に堪える意欲をもち、対外的な発表を目指す生徒について、大学・研究機関を活用した「理科課題研究」の開設による効果的な指導を目指す。

それぞれ、研究を対外的な発表ができるレベルまで取り組むことによって達成感を引き出し、グローバル・サイエンティストを目指す意欲と探究心を育成する。さらに、科学オリンピックや科学コンクール、国際的な研究交流への参加支援についても、科学系のクラブ活動や「ゼミナール」、「課題研究」等を通して積極的に進める。参加生徒の成果は生徒集会等で発表し、健闘を称えると同時に、他の生徒の意欲も喚起する。また、生徒の進路調査や対外的な発表、コンクール等の参加人数および結果調査等により効果を検証する。

(iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成

対外的な研究発表・意見交換の準備を望む生徒を募り、講師に企業の研究者・スタッフも活用したりレクチャー講座を開催する。

実施の効果については、対外的な研究発表・意見交換の成果や参加生徒へのアンケート調査等により検証する。

(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

<国際交流プログラム>

台湾国立台中第一高級中等学、海外の高校との研究交流を継続・発展させる。他のSSH校や大学、企業が企画する海外派遣交流事業へも参加・協力することで、さらなる機会の拡大を目指す。

また、国際科学オリンピック、科学コンクール等への参加生徒を語学力の側面から支援する。

さらに、国際交流の成果を多くの生徒に還元し、学校全体の意識を高めるために、参加生徒による報告会を行う。

また、海外からの学校訪問も積極的に受け入れ、生徒との交流を図る。

<プレゼンテーション能力の育成>

英語では、通常の授業内においてもスピーチ、

ディスカッションなどプレゼンテーション能力に関わる活動を全ての学年でそれぞれの学習レベルに合わせて行う。また、英語による研究発表・交流を支援するため、ALT・外部講師の積極的な活用や筑波大学との連携により、プレゼンテーションの指導を強化する。英語・科学両面についての興味・関心の育成を図るとともに、海外の大学等への進学を意識させる。ここ数年は、海外の大学へ進学を希望する生徒・実際に進学する生徒も出てきている。

さらに、より意欲の高い生徒については、本格的な研究活動を行わせるとともに、英語によるプレゼンテーション指導を充実し、国際的な場での研究発表・交流に参加する機会を与える。

一方海外からの学校訪問の際は、バディの希望者を募り、海外の高校生と個別に直接英語で接して交流する機会を設ける。

実施の効果については、参加生徒へのアンケート調査の他、対外的な発表、各種コンクール等の参加人数および結果調査、長期的には進路調査等により検証する。

(v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及

第1期・第2期のSSH10年間においては、新しい数学教材の「統計」「微分方程式」をはじめ、幅広い分野の教材を開発し、授業に活用してきた。この教材について、大学や他校の教員との研究協議を通して普及しやすいよう改良を進めてきた経験を踏まえ、新学習指導要領のもと、その趣旨を活かした先進的な教材の開発を行う。また、開発した新しい教材を広く発信するために、教員対象の研修会を行うとともに、各地域の学校と連携して地域における合同研修会を企画し、開催する。さらに、指導案集のような具体的な提案資料も作成する。

実施の効果については、開発した教材を、SSH校や大学と連携した合同研修会等で発表し、広く評価を求める。

(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成

理系・文系を問わず、幅広い科学への関心と理解、科学と人間社会との関係への関心と理解の育

成を目指し、「科学者の社会的責任」をテーマとして講演会を実施する。

講師には、国内外で活躍する教養人・文化人を招く。これらの講座、中学生にも広く参加を呼びかけて、早期から科学と人間社会との関係への関心を高める。

社会科では、高校2年生の授業「ゼミナール」において、これまで取り組んだ水俣実習を継承・発展させる。福島第一原子力発電所の事故を含めた過去の経験や教訓を考察し、継承することによって、今後の科学・技術の発展のあり方を探る。実習の成果は活字化して残し、次年度以降の授業にも役立てる。

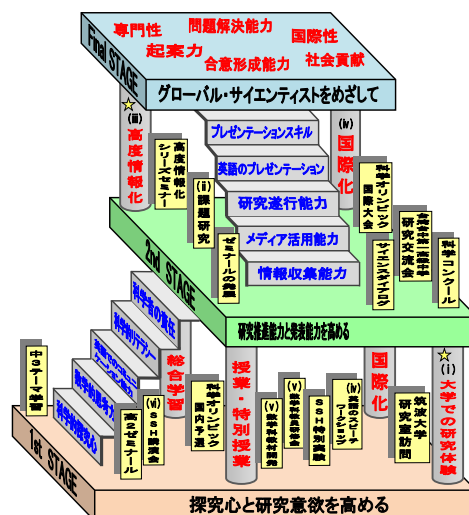
国語科では、通常の授業や講演会の活用により、中学生では生徒の論理的思考力を育成するプログラム、高校生では、科学史や科学哲学についての作品などに触れ、社会における科学のあり方について考えを深めるプログラムを実施する。

保健体育科では、筑波大学や研究機関と連携し、体育学・運動学・健康体力学についての理解を深めるため、この領域における第一線の専門家を招き、講演会等を実施する。

それぞれ、参加生徒へのアンケート調査結果を講師の方々へも還元し、効果を検証する。

6. 教育課程

実施された教育課程は、巻末の関係資料の通りである。今年度から本校の教育課程に「理科課題研究」および「学校設定科目：課題研究」を設定した。「理科課題研究」および「学校設定科目：課題研究」について、今年度は高校3年生の選択科目であったが、来年度以降は高校2年生にも拡大して実施する。(文責：研究部 更科元子)



II. 研究開発の経緯

1. 第4年次研究の概略

5年計画の第4年次は、研究の深化・充実をはかった。研究内容の柱(i)～(vi)すべてについてこれまでのSSH研究の評価をふまえ、継続的実践・改良・普及を進めた。第3年次までに開発した教育プログラムや教材を本格的に展開するとともに評価を試み、最終年度となる来年度に向けてまとめの準備に入った。

以下、研究内容の柱に沿って概略を報告する。

(i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める 大学研究室体験の実施

高校2年生および中学3年生を対象の筑波大学研究室訪問・東京医科歯科大学見学実習を行った。

- ・7月9日(木)高校2年生筑波大学研究室訪問
- ・12月17日(木)東京医科歯科大学見学実習
- ・2月9日(火)中学3年生筑波大学研究室訪問

(ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施

数学科では、筑波大学との連携を活かし、高校2年生総合学習「ゼミナール」を実施した。ここでは、数学専攻の大学教員や大学院生から日常的に直接指導を受ける機会を設けた。

理科では、新学習指導要領における「理科課題研究」の指導・展開の方法について、筑波大学の協力を得て実践を試みた。

さらに、科学オリンピックや各種コンクール、国内外での研究発表プログラム、校内での研究発表会などに意欲の高い生徒の積極的な参加を促し、科学系のクラブ活動や「ゼミナール」等を通して支援を行った。生徒の発表を以下に挙げる。

- ・8月5日(水)SSH生徒研究発表会(於:大阪)
- ・8月22日(土)大阪府立大手前高校SSH科学技術人材育成重卒事業「マスフェスタ」(生徒数学研究発表会)(於:大阪市)
- ・9月19日(土)SSH理科課題研究発表会(於:本校)
- ・10月11日(日)高校生によるMIMS現象数理学研究発表会(於:明治大学中野キャンパス)
- ・12月23日(水)SSH東京都内指定校合同発表会(於:東京農工大学)
- ・3月17日(木)ysf FIRST(横浜サイエンス

フロンティア高校:国際科学フォーラム)

(iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成

第4年次はシリーズセミナー「メディア虎の穴」を本格実施した。前半は第2期、12月からは第3期シリーズである。

4月4日(土)メディア虎の穴「判例から見る著作権法」、講師:小崎和隆氏(グリー)

4月18日(土)メディア虎の穴「オンライン・プレゼンテーションの極意①」講師:高橋忍氏(マイクロソフト)

5月9日(土)メディア虎の穴「オンライン・プレゼンテーションの極意②」講師:高橋忍氏(マイクロソフト)

12月5日(土)メディア虎の穴(第3シリーズ)「クラウドを活用した研究スタイル」講師:杉田和久氏(テック・ステート)

12月7日(月)メディア虎の穴「プレゼンとは?」講師:西脇資哲氏(日本マイクロソフト)

12月10日(木)メディア虎の穴「クラウドを活用した研究スタイル」講師:杉田和久氏(テック・ステート)

12月11日(金)メディア虎の穴「学術情報の探し方」講師:加藤志保 研究員(本校)

12月12日(土)メディア虎の穴「シナリオの重要性」講師:西脇資哲氏(日本マイクロソフト)

1月21日(金)メディア虎の穴「スライド作成」講師:西脇資哲氏(日本マイクロソフト)

2月16日(火)メディア虎の穴「魅力的な話し方」講師:西脇資哲氏(日本マイクロソフト)

3月11日(金)メディア虎の穴「共同でスライド作成」講師:小宮一浩教諭 土井宏之教諭(本校)

3月14日(月)メディア虎の穴「口頭発表会」講師:西脇資哲氏(日本マイクロソフト)

3月15日(火)メディア虎の穴「これからポスター発表をする高校生のために」講師:酒井聡樹氏(東北大学)

2016/4/月上旬 メディア虎の穴「判例から見る著作権法」講師:小崎和隆氏(グリー)

2016/4/中旬 メディア虎の穴

「オンライン・プレゼンテーションの極意」 講師：高橋忍 氏（日本マイクロソフト）

2016/5/上旬 メディア虎の穴

「オンライン・プレゼンテーションの極意」 講師：高橋忍 氏（日本マイクロソフト）

(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

国立台中第一高級中学との研究交流を継続し、発表生徒の事前・事後指導の充実や研究発表の相互評価を行った。また、コア SSH 校や SSH 科学技術人材育成重点校採択校の海外派遣交流事業についても積極的に参加・協力をを行った。

・5月27日(水)国際交流デー(台中一中来校)

・12月8日(火)～13日(日):台湾台中

国立台中第一高級中学における

「Academic and Cultural Exchange Program」

(授業参加、英語口頭発表・交流)

・12月16日(水)～19日(土)

立命館高校 SSH 新規重点校事業「国際ネットワークを活用した国際連携課題研究の推進と手法の開発」共同研究海外研修 (台湾高雄高級中学、高雄女子高級中学、淡江大学)

・12月20日(木)～25日(金):タイ

The Thailand-Japan Student Science Fair 2015 (TJSSF2015)

・1月4日(月)～9日(土):米バージニア

「Thomas Jefferson 高校サイエンス研修」

※横浜サイエンスフロンティア高校コア SSH

・3月27日(日)～31日(木)釜山国際高校との交流

また、国際交流の成果を多くの生徒に還元し、学校全体の意識を高めるために、1月9日(土)に参加生徒による報告会を企画した。この他にも、「TOMODACHI Toshiba Science & Technology Leadership Academy」「東京医科歯科大学の GCW (Global Communication Workshop) 『国際保健問題英語模擬交渉』学部生向けのワークショップ」など、大学や企業が企画する国際交流プログラムにも積極的に協力し、生徒の活動の場を広げた。

英語による研究発表・交流を支援するため、外部講師による効果的なプレゼンテーション技術の指導を仰ぐプログラムを継続して実施した。また、英語の通常授業においても、スピーチやディスカッションなど実践的能力育成を意識して展開した。

7月4日(土)

「プレゼンテーション能力の向上に関するワークショップ」(中3・高1対象)

講師：Mr. Gary Vierheller

Ms. Sachiyo Vierheller

12月5日(土)

「プレゼンテーション能力の向上に関するワークショップ」(台湾研修参加生徒対象)

講師：同上

3月12日(土)

「プレゼンテーション能力の向上に関するワークショップ」(対象：中1・2の希望生徒、釜山への派遣生徒)

講師：同上

また、筑波大学の予算措置で実現した日本在住の外国人若手研究者との交流会(「イングリッシュルーム」)を月に2回程度開催し、科学コンテンツを英語で表現する能力育成に活用している。

(v) SSH校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及

新学習指導要領下での先進的教材を活かした授業を実践した。また、これまで開発してきた中・高の教材を改良し、さらに円滑な接続を目指して教材開発を行った。開発した教材については、本校の教育研究会や SSH 校や大学と連携した教員研修会等で発表し、広く評価を求めた。また単なる教材提案にとどまらない具体的な内容にするため、新たに指導案集を作成した。

8月26日(水)：徳島県立城南高校

「SSH 交流会支援教員研修会」

11月21日(土) 第42回 教育研究会

「グローバル人材の育成をめざして」

(vi) 科学者・技術者に必要な

科学的リテラシーの育成

理系・文系を問わず、幅広い科学への関心と理解、科学と人間社会との関係への関心と理解を育むとともに、科学者・技術者として必要な資質を涵養するための講座・講演を展開した。

社会科では「科学者の社会的責任」をテーマに掲げ、高校2年生「ゼミナール」において講座『水俣から日本社会を考える』を開講し、これまでの SSH において取り組んだ水俣実習(フィールドワーク)を発展させた。また、同テーマによる総合講座を本校で実施した。

国語科においても専門家を招き、教科の特性を

活かした SSH 特別講座・特別講演等を実施し、生徒の科学的リテラシーの育成に取り組んだ。この他にも、企業が行う最先端の研究に触れる講座を企画・実施した。

<数学科・理科>

・12月9日(水)

第43回数学科 SSH 特別講座

『不可能立体の不条理の世界ー見たものを信じてよいのでしょうかー』杉原厚吉氏(明治大学)

・12月11日(金)

第44回数学科 SSH 特別講座

『高次の統計学』矢田和善氏(筑波大学)

・3月15日(火)理科SSH講演会

「人力宇宙エレベーターを構想する」

佐藤実先生(東海大学理学部)

<総合講座>

・8月4日(火)~7日(金):水俣市

「高2ゼミナール『水俣から日本社会を考える』フィールドワーク」

・1月19日(火) 国語科 SSH 講演会『手塚治虫の初期作品ー科学とユートピアー』

巖谷國士氏

・1月22日(土)

社会発見!サイエンス講座(日経新聞)

『セコム(株)顔認証技術について』

・3月11日(金)

社会発見!サイエンス講座(日経新聞)

『エリジオン(株)』

・3月 保健体育科SSH 小山孟志氏(東海大学)

2. 委員会等の活動

①校内推進委員会

実施計画書、事業計画書、事業経費説明書等書類の作成および事業の評価方法の検討などを計12名で担当した。

②運営指導委員会

7月11日(土)、1月30日(土)に計6名の運営指導委員と校内推進委員で開催した。

③校内プロジェクト委員会

校内プロジェクト4(国際交流プロジェクト)を中心に、研究内容の柱(iv)を担当した。

④研究部

3月19日(木)平成27年度実施計画書提出

3月23日(月)平成26年度研究開発実施報告書提出

3月31日(火)平成26年度事業完了報告書提出

5月15日(金)平成27年度交流会支援申請書提出

(数学科教員研修会) → 採択

5月20日(金)立命館高校SSH連携校会議

6月23日(火)第1回校内研修会「SSHとSGHの現在」

植草透公氏(横浜サイエンスフロンティア高校)

6月30日(火)平成26年度SSH活動実績調査票提出

7月11日(土)第1回SSH運営指導委員会

7月17日(金)SSH東京都指定校合同発表会連絡会

(都立多摩科学技術高校)

7月30日(木)SSH校内推進委員会

9月14日(月)海外研修実施計画書提出

9月19日(土)SSH 秋の情報交換会

(大阪教育大学附属天王寺高校) 教員1名出席

10月15日(木)第1回予算見直し提出

11月21日(土)第42回教育研究会

「グローバル人材の育成をめざして」

シンポジウム『SSHの現在と今後

ー国際交流のあり方を考えるー』

シンポジスト:銀島文氏(国立教育政策研究所)・

田中博氏(学校法人立命館)・遠藤広樹氏(横浜

サイエンスフロンティア高校)・細谷哲雄氏(市

川中・高校)・高橋みどり氏(静岡北高校)・梶

山正明(本校)

12月20日(日)SSH冬の情報交換会(法政大学)

教員3名出席

第2分科会「数学と理科で求められている資

質・能力を統合した科学的な探究力育成に 向け

てどのような教材が開発できるか」にて

発表『数理(数学ー物理)融合教材「2次曲

線の不思議と物理現象」の教材開発と実践』

1月8日(金)第2回予算見直し提出

1月30日(土)第2回SSH運営指導委員会

2月17日(水)第2回校内研修会「プロジェクト

中間報告および今後のSSHについて」

2月25日(木)立命館高校SSH連携校会議

3月8日(火)SSH事務処理説明会(科学技術館)

3月:次年度実施計画書・事業計画書提出

3月:平成27年度研究開発実施報告書提出

その他、SSH見学来校者対応等

⑤その他

筑波大学・附属学校連携委員会駒場連携小委

員会(7月9日(木)筑波大学)において意見交

換を行った。(文責:研究部 更科元子)

Ⅲ. 研究開発の実施内容

(i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施

a. 高校2年生筑波大学研究室訪問

1. 仮説

高等教育機関である大学の教育・研究内容に直接触れることが、生徒の進路決定に役立つのではないか。また、学問に対する興味・関心を一層高めることで、現在の学習意欲を増進するのではないか。

2. 概要

筑波大学訪問（2015年7月9日実施、高校2年対象）は、本校生徒が第一線で活躍している研究者と出会い専門の学問領域に直接触れることができるという意味で、高等教育機関の理解・体験の場となっている。本年度の特徴は次の通りである。

①生徒の希望に沿い、受講講座を決定したこと。

生徒自身が希望した講座で学ぶことが生徒の意欲関心を高めるうえで欠かせないと考え、できるだけ生徒が第一希望の講座に参加できるよう計画した。開講講座は実験や生徒参加型の実践的なものが多く、参加生徒のひとりひとりが意欲的に学習することができた。また、教授や院生との交流を通して大学生生活の一端を経験し、〈研究の場〉をじかに見ることで、より積極的に自らの進路をイメージする機会となった。なかには定員超えの講座もあったが、大学の協力により実験器具を人数分用意し、少人数の時と同じように丁寧に指導して頂くことができた。

②行き帰りの移動方法を大幅に変更したこと。

今年度は、秋葉原駅・筑波大学間を学年全員で一斉に移動した。当日の朝8時に秋葉原駅に158名が集合し、団体乗車券でつくばエクスプレスに乗車した。生徒を受講講座ごとに班とし、つくば駅から班ごとに路線バスに乗って開講場所へ向かった。帰りは、講座ごとに終了時間が異なるため、班ごとにつくば駅まで移動、団体乗車券で16時半のつくばエクスプレスに乗車し、18時頃に秋葉原駅で解散した。受講前後に別の講座を受講する生徒とも話をする機会が増え、それぞれの学びを共有する良い機会になったようだ。



説明を聞く

開講講座一覧

	講座名	生徒数
1	グローバル化の体感～多様な留学生と一緒に英語で模擬国連を体験してみよう～多文化接触・多言語コミュニケーション	4
2	「日本古典文学」を考える	7
3	ゲーム理論・経済理論の実験	38
4	HIVとアフリカの経済発展	5
5	イモリの再生—再生できる・できないの原因を探る—	3
6	生物の不思議 『なんでだろう?』を化学する	3
7	微生物燃料電池—微生物が電気を作る—	8
8	“見える“を可能にする蛍光タンパク質!	5
9	人類と地球を救う微生物	3
10	墨流しから表面自由エネルギーについて考える	2
11	火星表面の地形は語る	16
12	ニュートンからケプラーへ	14
13	望遠鏡を作ろう	18
14	NMRで分子の構造を調べてみよう!	8
15	身近な物・現象を科学の目で見ると	4
16	微積分学裏口散歩	4
17	ビッグデータの情報科学	8
18	情報推薦技術と情報システム設計	4
19	知識共有の世界への招待	3
20	iPS細胞の実用化に向けて	3
21	肝臓の疾患モデル	8



皆で分析

3. 訪問を終えて

この大学訪問が生徒の進路決定の参考になったのだろうか、また、学問に対する興味・関心を一層高め、現在の学習意欲を増進することになったのだろうか。研究室訪問後に実施したフィードバックをもとに検証してみたい。生徒の記述を掲げる。

①もともと MRI や NMR には興味を持っていました。磁力で分子構造を判定したり、身体の中身を覗いたりなんてできるものなのだろうか、というわけで、講座選択のときは迷わず第一志望にしました、今回僕はこの講座をとっても楽しみにしていました。一番印象深いのは、やはり NMR の機械です。僕より背が高かったし、1億円以上もするということにはさすがに驚きました。そんな機械を使うところを間近で見るなんてことはそうそう無いと思うので、本当に貴重な経験ができました。どんな機械もパソコンを使えないと話にならないということを改めて感じたので、この夏休みはパソコンの勉強でもしてみようと思っています。

実験結果から分子構造を推測する練習問題もとても面白かったです。正直、これをやるまであまり NMR の結果の使い方を理解していなかったのので、問題を解きながら教えてもらうことで一層理解が深まりました。

②今回の筑波大学訪問では消化器系の疾患に関する講義だけでなく、筑波大学に関することや、医学部に進学することの意義について、先生自身の経験談など、自分にとって大いに役に立つことを楽しく学べました。また、手術の実際のビデオを見させていただいたことも貴重な経験だと思います。食道の手術のビデオを見たときには少し衝撃的でしたが、その部分を含めて普段見られない手術がどのように行われているかを少しでも知る手掛かりになりました。午後のマウス解剖実験では、

実習という形で普段勉強した内容が実際にはどうなっているか、をマウスの解剖をすることで再学習することができました。生物実験を行う際の鉄則、動物にかかる負担を最も少なくする、ということがどれだけ大切かということを改めて実感しました。最も印象に残ったこととして、「臨床医が救える患者は一生の間でも限られている。それに対して、基礎研究をしているものたちは何百万、何千万もの患者を救うこともできる。」という言葉がとても心に残りました。今回の訪問で得たことを生かして、目標に向かって全力で進んでいきたいと思います。

【検証】

①②のような回答は多数あったが、それらからは、筑波大学訪問での経験が生徒の進路決定の一助になり、自らの興味関心を高め、学習意欲を新たにしたい様子が見える。一過性の経験ではなく、生徒自身がこれからの学習につなげているところも注目される。また、高価な実験機器を使う実験や、生物実験に関わる責任、そこで実感される命の尊さ、研究が世の中に果たす役割など、研究者としての倫理観の育成にも資することができたといえるだろう。

4. 実施方法について

2で記したように、今年度は秋葉原駅から筑波大学まで一斉移動を行った。交通費が節約されるなどのメリットがあったが、改善点も挙げられる。

まず、行きも帰りも通勤・通学ラッシュの時間にあたり、駅も電車も大変混雑するため、周囲に多大な迷惑をかけることになってしまった。158人の生徒が列になって改札を通ろうとしても人ごみで列を維持できなかった。乗車するときも混雑緩和のため、先発と後発というように複数の電車に分乗するようにと駅から要請があり、しかし改札を出る時は団体券で一度に出なければならず、苦労した。団体客用の設備がある新幹線移動などは段違いの困難さがあった。また、駅構内の雑踏か電車の中にいるので、生徒をまとめて教員が指示を出したり、点呼を取ったりすることは不可能に近い。点呼は生徒の安全を守るために欠かせない業務である。これからも有意義な取り組みを続けていくためにも、改善が必要である。

(文責：高校2年担任団・杉村千亜希)

b. 中学3年生筑波大学訪問

1. 仮説

高校への連絡進学を控えた中学3年生にとって、大学で行われている研究に直接触れ、学問的刺激を受けることが、生徒それぞれに意識の変化をもたらし、興味・関心を喚起するのではないか。また、彼らは高校への連絡進学後に本格的にSSH活動に関わるようになるが、この研究室訪問によって高校での学習活動・研究活動への意欲を高めるのではないか。そして、このこと自体が「中高大院連携プログラム」の趣旨に適う活動になるのではないか。これらの仮説にもとづいて、本プログラムを実施した。2005年度より実施をはじめ、今年で11年目となる。

2. 概要

実施日：2016年2月9日(火)

参加者：中学3年生 119名

日程：

- 10:00～10:50 全体講義
- 10:50～11:00 筑波大学GFEST紹介
- 12:15～13:30 前半講座(各研究室)
- 13:45～15:00 後半講座(各研究室)

本校では中学から高校へと連絡進学ができるため、一般的な「受験勉強」が中学3年生に求められていない。そのため比較的余裕のある中学3年のこの時期を利用して大学訪問を実施している。

実施に当たっては、筑波大学教育推進部社会連携課の計らいで全学的な協力が得られた。10月中旬から受入依頼を始め、11月下旬には開講可能講座を提示していただいた。それを受け12月には受講講座を決定した。当日、生徒は全体講義の後に、事前に希望した前半・後半の2講座を受講した。

今回より本校と大学との往復は学年全体で移動することとなった。つくばエクスプレスと関東鉄道自動車部の協力で、乗車整理や臨時便対応がなされ、円滑な移動が可能となった。

2.1 事前学習

今回は、大学訪問を単なるイベントで終わらせるのではなく、生徒自らが主体的に参加している意識を持てるように、以下の事前学習を試みた。

①訪問先研究室のブラウジング(冬休み課題)

各自が希望した研究室や担当の大学教員について、著書やWebページを読み込ませ、「調べたこと」「知りたいこと」を記させた。

②訪問先研究室への質問状作成・送付(1月)

訪問先ごとに生徒に①を持ち寄らせて、協議させ、訪問先への事前質問を作成・提出させた。

2.2 全体講義「地域貢献を目指した大学での研究」

筑波大学生命環境系教授の星野貴行氏(前・本校校長)から講義を受けた。「霞ヶ浦のコイに恋して」の副題がつけられた講義では、乳酸菌の研究を通して得られた知見を、コイヘルペスウイルスで壊滅的な打撃を受けた地元水産業の復興に生かした経験が語られた。

また、昨年度より開始された中高大連携の人材育成プログラムGFEST(JST委託事業)について、コーディネーターの尾嶋好美氏より説明を受けた。

2.3 研究室訪問

(1)開講講座一覧

開講に協力して下さった講座は表1に示す28講座であった。そのうち1講座は希望調整がつかず、残念ながら非開講となった。

表1 開講協力講座一覧(実績数)

テーマ	前	後	計
哲学カフェ	9		9
最近の憲法問題	7		7
国際関係を考える視点	20		20
動物の感覚受容	5		5
細胞の生と死のふしぎ	6		6
昆虫と信号化学物質	5		5
微生物燃料電池の話 -微生物が電気を作る-	5	5	10
”微生物の力”を借りるにはどうすればいいの?	3	3	6
生物の不思議『なんでだろう?』を化学する	8	4	12
紙を使ったエレクトロニクスの製作	3		3
天気予報と地球温暖化予測のからくり	9		9
未来のエネルギー 地上の太陽への挑戦	16	9	25
触覚のサイエンス&テクノロジー	16	5	21
情報技術によるインタラクションの拡張		6	6
学校図書館における情報探索プロセスモデル	1		1
生活習慣病の分子生物学	3	4	7
テーピング実践講座	3		3
「文化」という言葉		4	4
現代の幸福観について考えよう		20	20
「放射能」をとらえて離さない土壌		4	4
猫にもわかる球面幾何学		10	10
自然から学ぶ		7	7
ファイナンスと数理入門		4	4
ビッグデータの情報科学		12	12
肝臓バーチャル手術体験		6	6
幹細胞研究とその応用		10	10
環境物質に対する生体の防御応答戦略		6	6
筑波大学芸術専門学群卒業作品展(後期)			(開講せず)

(2) 訪問の実際



図1 講義・実習の様子

(左「哲学カフェ」、右「幹細胞研究とその応用」)

実際の授業への参加、特別の実験実習への参加、施設見学、そして1対1の対話など、講座によって形式はさまざまであったが、本校中学生のために趣向を凝らしたプログラムを組んで下さった。前述(2.1②)の質問状を質疑に取り入れて下さった講座も見られた。

3. 訪問を終えて —事後アンケートの結果—

今回のプログラムが、生徒の研究への興味・関心を喚起したのだろうか。訪問後に実施した全数調査(実施日2016年2月09日～11日、Webフォームから回答。n=119)をもとに分析を試みた。

3.1 研究室訪問が生徒の興味・関心を高めたか

「講座を受けて、その分野への関心は高まったか」(各人2講座分回答、5点法(5…高まった、1…逆に関心が薄くなった))

5	4	3	2	1	合計
152	65	16	4	1	238

5と4を合わせると実に9割を超える生徒が、訪問によって関心が高まったと述べている。

3.2 事前学習は訪問を深めるのに役だったか

①「冬休みの宿題は訪問を深めるのに役だったか」(5点法(5…役だった、1…役立たなかった))

5	4	3	2	1	合計
27	34	32	19	7	119

中間層を除いて整理すると、5と4の「有用層」と2と1の「無用層」の比率は、51:22であった。

②班での質問票作成は訪問を深めるのに役だったか(5点法(5…役だった、1…役立たなかった))

5	4	3	2	1	合計
28	30	34	19	8	119

全問同様に整理すると「有用層」と「無用層」の比率は49:23であった。記述回答を紹介する。

- ・有用層:「事前学習によって当日の内容を理解する助けになった。」「事前学習を全くしないというのはさすがに危険であるし、当日楽しめない

と思われる。だがそこまで深い事前学習は不要だったかもしれない」

- ・無用層:「事前学習がないことを前提にしてお話しして下さるので今のままでは意味がない。」「大学で研究している内容を中学生がWebページだけで予習するのは厳しい。」

3.3 このプログラムの生徒満足度はどの程度か

「今回の訪問の満足度は5点法で何点だったか」(5…満足だった,1…満足でなかった)。

5	4	3	2	1	合計
73	41	3	1	1	119

5と4を合わせると96%の生徒が、訪問を満足だと評価している。3.2の両問で「無用層」に当たる回答をした生徒もほぼ満足だと回答していることがわかり、大学の研究室訪問自体が持つ大きな魅力が伺える。記述回答を紹介する。

- ・「大変興味深く、探究心をくすぐられて、ここまで興奮し、考えにふけたのは初めてだったと言っても過言ではありませんでした。」
- ・「研究というものがいかに地道な努力の上で成り立っているものであるかということを改めて感じることができた。」

3.4 大学教員は事前学習を有用だととらえたか

今回は、研究室訪問を受け入れて下さった大学教員にも事後アンケートを行った。そこから事前学習についての項目を見してみる(実施日2016年2月10日～16日、Webフォームから回答、27名に依頼、19名から回答)。

「事前に送付した生徒の質問票は講座準備に役立ったか」(5点法(5…大いに役立った、1…全く役立たない))

5	4	3	2	1	合計
7	11	1	0	0	19

「役立った」という回答が大半であった。記述回答からもそのことが伺える。

- ・「予め頂いた質問票が、学生さんの興味や知識のレベルの把握に役立ちました。」

4. 今後の課題

事後アンケートで生徒、大学教員ともに指摘された点を挙げ、次回での改善を期待したい。

- ・前後半講座間の移動時間の短さ(現状15分)
- ・授業時間の短さ(実習系の講座で75分は短い)

(文責: 中学3年担任団・植村徹)

C. 東京医科歯科大学研究室訪問 2015

1. 仮説

本校のSSH活動「東京医科歯科大学研究室訪問」は2012年度に始めて今年で4年目になる。それ以前から筑波大学との連携はあったが、本校OBの東京医科歯科大学古川哲史教授から、同大学の高大連携プログラムとの協力で、医科歯科大学見学と実習の機会をいただいたことがきっかけである。本校生に医学進学希望の生徒は多数おり、医学研究及び臨床の現場を見学できることは、社会に貢献する医師の使命を知り、探究心や研究意欲を高めると考えられる。

2. 方法・内容

- ・日時：2015年12月17日（木）
- ・人数：7コース33名（5コース20名を募集したところ33名の希望があり、医科歯科大学のご厚意で企画を拡大していただいた）
- ・時程：午前 スキルラボ見学
午後 各研究室（A～G）実習
本校OB学生・ドクターとの懇談
- ・コース：

A 臨床解剖学	原田理代 先生	5名
形態形成機構を知るための発生生物学的研究		
B 法医学	船越丈司 先生	5名
・死因究明・中毒学		
C 救急災害医学	森下幸治 先生	4名
救急医療の見学、ER・ドクターカーの見学		
D 分子免疫学	東みゆき 先生	4名
免疫チェックポイント分子阻害による抗癌免疫応答増強		
E ゲノム病理学	砂河孝行 先生	5名
遺伝子工学の基礎を学ぶ		
F 薬化学	平野智也 先生	5名
機能を持った分子を創る		
G バイオ情報学	安田賢二 先生	5名
iPS細胞由来などの心筋細胞を用いたアガロースゲル微細加工技術による細胞ネットワークの構築、および細胞ネットワークを用いた創薬における心毒性評価技術の紹介		

事前にそれぞれのコースについて、次の①～⑦の何が可能かが提示された。

- ①教授又は准教授と話ができる。
- ②研究者からの話が聞ける。

- ③簡単な実験ができる。
- ④若手研究員と話ができる。
- ⑤機器の操作や動物を見学できる。
- ⑥研究室全体の見学ができる。
- ⑦ミニレクチャーを受けることができる。

・生徒の活動

午前のスキルラボラトリー見学では、腹腔鏡手術のシミュレーションや聴診器による実習をさせていただいた。壁のポスターには『説明を読んだり人を見るだけではなく、自分でやり人に教えること』とあり、実際に手を動かす実習を重視していることが実感された。



午後の研究室訪問では、マウスに触ったり、基礎医学の実験を学んだり、ERを見学したりと各コースで実習させていただいた。ERでは本校のOB医師がちょうど勤務中であった。最後に、本校OBの学部生2名とドクター2名からお話があった。そのうち1名は4年前にこの企画がきっかけで医科歯科大に進学した経緯を話してくれた。



3. 検証

ここ数年本校から東京医科歯科大学など医学部への進学希望者が増えている理由として、この高大連携プログラムがある。参加生徒アンケートでは「ヘリポートやERやICUが見学出来てよかった」「実際にゲルの電気泳動の観察ができた」「PCRによる遺伝子抽出技術に関し非常に興味深かった」「テレビでやっているドラマと現場は全然違うことを知った」などの記載があった。この企画により生徒の探究心や研究意欲を高めることができたと考えている。（文責：研究部・更科元子）

(ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施

a. SSH 生徒研究発表会

1. 仮説

全国から集まった SSH の研究発表を見聞したり、他校の生徒や教員、研究機関所属の研究者の前で自分の研究を発表したりする貴重な機会が、生徒自身の更なる研究継続のモチベーションを高めたり、将来の学習意欲を向上させたりする効果は十分に高いのではないかと考えられた。特に現在、理科課題研究に取り組んでいる生徒には身近な問題として捉えられるものと期待し今年度は高校3年生の理科課題研究履修者を参加させた。

2. 方法

2.1 プログラムの内容

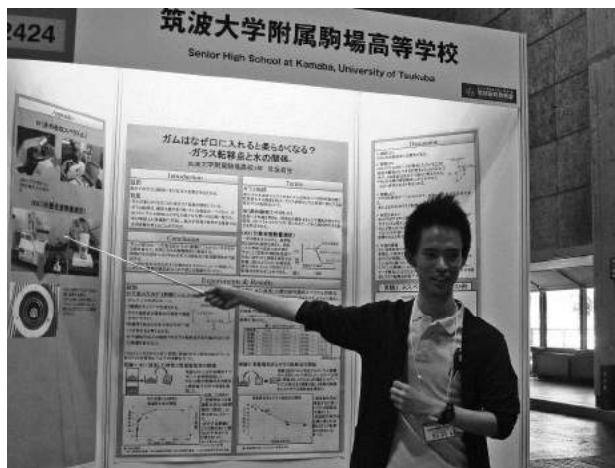
日時：2015年8月5日（水）～6日（木）

場所：インテックス大阪

概要：①藤嶋 昭 氏(東京理科大学長)講演『研究は楽しい!!先人の科学者に学びつつ、身のまわりの現象をヒントに新しい科学を作っていこう』
②ポスター発表・全体会(代表発表校選出・講評)
③全体会(口頭発表・表彰・講評)

2.2 参加生徒の活動

参加生徒8名は全て高校3年理科課題研究履修者であり9月に本校で行われる研究発表会を控えていた。うち1名がポスター発表『ガムはなぜ口に入れると柔らかくなる? -ガラス転移点と水の関係- Why gums get soft in mouth? -Effects of the water contained on the glass transition temperature-』を行い参加生徒投票による賞を受賞した。



3. 検証

参加生徒全員に書かせた感想文には、多くの研究発表について興味関心を持って聞くことができたこと、またそれが自分自身の今後の研究や学習への励みになったこと、また他校の生徒の活動が大変刺激になり友だちになれたり親交を深めたりすることができて大変有意義であったことが覗かれた。理科課題研究履修者の参加が期待した一定の成果をあげることができたと見られる。以下は参加生徒の感想文の抜粋である。

「今回の研究発表で感じたことは二つある。一つ目は研究の大変さだ。(中略)特に、いかに対照実験において比較する条件以外を揃えるかという点については、今後授業や大学以降に生かしたい。二つ目は、発表の効果、楽しさだ。一般の方々に向けて自分の研究を発表するのは今回が初めてだった。自分のポスターを見て近寄ってきてくれ、僕が解説を始めると僕の一挙一動に注目して真剣な顔で説明を聞いてくれるという感覚は他では得ることのできないものだ。発表を聞いてくれる人は、僕の研究について、ポスターと僕の解説しか情報がない。その中でいかにわかりやすく自分の研究の効用度や結果の意外性、考察などを伝えるかは難しいが、逆に言えば、研究のアピールポイントや強調する結果を僕が変えられるということだ。(中略)今回の発表で、化学に詳しくな先生のような人にも、生徒の人たちにも、自分が行ったことに興味を持ってもらえて、驚かれたり、面白そうという表情やコメントをもらえたことは、本当に嬉しいことだった。僕はもともと人に何かをわかりやすく説明するのが苦手なタイプなので、今回の経験はとても役に立ち、また自信を持つこともできた。」「高校生の研究ということで敷居が高過ぎず、かつオリジナリティをもった研究が多くあり、とても面白かったです。僕が過去にやってみたことのある実験テーマの研究もあり、発表者と意気投合できて楽しい一時を過ごせました。もう少し、発表の場以外での交流の機会を設けてもいいかと思いましたが、とても満足できるプログラムでした。」「若手研究者の講演では免疫学者の方のお話を聞くことができ、神経系と免疫系の連絡について興味深い最新の研究についてお話を伺うことができました。」

(文責：研究部・仲里友一)

b. 2015 年度東京都指定校合同発表会

1. 仮説

このプログラムは、東京都からの提案を受けて 2008 年度から実施されており、今年度で 8 年目を迎えた。東京都内の SSH 指定校が、相互に学校の取組や日頃の活動の成果や課題を発表し、意見交換を行うことで、今後の各校の取組の発展に資することを旨とした。1 校あたりの参加生徒数が多く、交流の広がる効果が期待できる。

2. 方法

2.1 プログラムの内容

日時：2015 年 12 月 23 日（水）10:00～16:15

場所：東京農工大学 小金井キャンパス

概要：開会式、口頭発表（第 1・第 2・第 3 会場）、ポスター発表、閉会式・講評

参加校：都内 SSH 指定校 13 校

2.2 参加生徒の活動

本校からは生徒 14 名が参加し、発表を行った。

(1) 口頭発表「初等幾何と二次曲線」（2 年）

要旨（抜粋）

初等幾何においては対称性がある程度高い結果に対しては、対称性の低い証明が見つかることが多い。そこでそれらに対して対称性の高い証明をつけられないかと考えた。

完全四辺形や完全四角形に関する命題が放物線や直角双曲線を使って示せた。また五角形に関する命題が一般の二次曲線を用いて示せた。出てきた対象の自由度を考える。すると対称性の高い証明が得られている場合に、使った曲線と示される命題に出てくる対象の自由度が一致していることがわかる。

結論 対称性のある初等幾何の対象（点，直線，円）4 つが現れてそれが共円や共線であることを，対称性を保ちつつ示す場合においては放物線や直角双曲線を考えることは有効である。5 つの場合には二次曲線を考えることは有効であるが，適用できる場合は少なく，あったとしても対称性を崩して示してしまったほうがよい。3 つの場合は円などを用いて純粋に初等幾何的に示す方がよい。

(2) ポスター発表

ポスター発表時間は三等分され、発表者がポスター前で待機しなければならない時間を 50 分としたため、個人発表の生徒も残りの時間で他校の

生徒の発表を見ることができた。本校からは以下の 8 本を発表した。

	分野	タイトル	学年
①	数	オイラー関数の値にならない数	1
②	情	DSL on Ruby	2
③	数	平均概念の一般化	2
④	一般	水俣病	2
⑤	化	塩分と旨みの関係について ～ポテトチップスの味～	2
⑥	生	Activated Carbon	2
⑦	一般	Why has VOCALOID spread worldwide ?	2
⑧	数	2 次無理数の連分数展開	2



直前の台中一中での研究発表に引き続いて発表をおこなう生徒が多かった。それぞれの発表会は英語発表と日本語発表という違いはあるが、成果のまとめや見直しの機会としての機能を果たし、大変有益なものとなっている。また、高 2 ゼミや高 1 授業からの発表希望者も意欲的に参加した。このような場では発表だけでなく、質問し交流し刺激しあうことに意義がある。特にポスター発表では、質問者と発表者の距離が近く、より深く掘り下げた質疑応答が行われた。



3. 検証

口頭発表やポスター発表を通して、プレゼンテーション能力やコミュニケーション能力の育成に成果が見られた。また、社会や情報を発信することで、SSH の意義・目的を再確認できるよい機会となった。（文責：研究部・更科元子）

c. 理科課題研究発表会

1. 仮説

今年度から高校3年次に行っていた「テーマ研究」がなくなり、代わって理科課題研究の履修選択者の研究発表の場を設けることとした。聴衆を本校生徒だけに限定せずオープンな形にすれば、外部参加者からのフィードバックを得ることができ、それが理科課題研究に取り組んできた生徒の今後の研究や発表の際の新たな目標となることが期待された。また、聞きに来た低学年生徒には、今後の理科課題研究の概要を知る良い機会になることも期待された。

2. 方法

2.1 準備

広く外部からの参加者を募るために、簡単な案内をつくり全国のSSHに本校教育研究会の案内とともに送付した。また、JSTのホームページにも掲載してもらって告知を十分に行った。

理科課題研究履修者には全員（全研究）に発表が必須であることや外部からの参加者や後輩参加者が見込まれることを伝え意識を高めた。

2.2 プログラムの内容

日時：2015年9月19日（土）13：00～15：00

場所：本校化学講義室（座席数46+後方席約10）
研究発表内容

- ①「ビスマス骸晶が美しい色を出す仕組み」(化学)
- ②「キイロシヨウジョウバエにおけるzesteの発現パターンの解析」(生物)
- ③「EBT指示薬の色調変化の改善」(化学)
- ④「ガムはなぜ口に入れると柔らかくなる？-ガラス転移点と水の関係-」(化学) 以上4報



2.3 参加者について

本校高校2年生で理科のゼミナールを選択している生徒14名の参加と本校理科教員、および外部からの来校者3名の参加があった。

3. 検証

本校生徒参加者に依頼したアンケート（全回答数14）の集計は以下の通りであった。

Q1. 4テーマを総合して、研究内容（レベル等）についてどうでしたか。良い（10名）、やや良い（4名）、やや悪い（0名）、悪い（0名）

Q2. 個別の研究について意見や感想があれば下に書いてください。

- ・わかりやすく噛み砕いて説明してくれる発表が多くてよかった。
- ・ゼミで扱っている実験方法の具体的な活用法を知ることができてモチベーションが上がった。
- ・ガムが口のまわりに着く理由がわかった。
- ・身近なところを研究テーマとしてやるというのはとても興味深かった。

Q3. 発表会の運営はどうでしたか。良い（7名）、やや良い（6名）、やや悪い（1名）、悪い（0名）

Q4. 発表会の運営について特に意見や感想があれば下に書いてください。（なし）

Q5. この発表会は高3理科課題研究の履修選択を決める上で参考になりましたか。大変参考になった（7名）、やや参考になった（7名）、あまり参考にならなかった（0名）、全く参考にならなかった（0名）

Q6. この発表会に参加して、現時点で高3理科課題研究を選択しようと思いませんか。選択したい（2名）、選択したくない（0名）、未定（12名）

Q7. 高3理科課題研究について、特に質問があれば下に書いて下さい。（なし）

生徒は研究発表の内容には興味を持てたようであるが、理科課題研究選択への強い決意にはまだ至っていないようである。以下は外部参加者の感想からの抜粋である。

「自由選択科目の研究としてはハイレベルで驚いた。」「生徒が中心になって運営できるのがとても良い。」「寝てしまっていた2年生が少し気になりました。本当に刺激的でハイレベルな研究、聞きやすいプレゼンテーションでした。」

（文責：研究部・仲里友一）

d. マス・フェスタ（数学生徒研究発表会）

1. 仮説

「マス・フェスタ（全国数学生徒研究発表会）」は、SSH校である大阪府立大手前高等学校が毎年実施しているもので、今回が7回目である。数学に興味・関心をもつ高校生たちが全国より集まることで、互いの研究発表を通して交流し、研究を深めていくことができる。本校も昨年度に続き代表生徒2名とともに参加した。

2. 実施の概要

日時：2015年8月22日（土）9:30～16:00

会場：エルおおさか（大阪市中央区）

3. 本校からの研究発表

高2ゼミナール高2生徒1名が口頭発表とポスター発表、高校1年生1名がポスター発表を行った。

『初等幾何と二次曲線』（口頭・ポスター）

『パスカルの三角形の活用』（ポスター）



4. 検証

今回の参加者1名は高2ゼミナール受講者で、日頃教室で仲間に研究を発表している生徒である。大好きな数学を通して全国からの参加者とすぐに打ち解け、数学の課題研究を行う者同士、仲間意識を高めたようであった。また、発表時の指導・助言をもとにして、今後の研究をどう進めたらよいかのヒントが得られたようで、2学期以降の本校での活動で研究をさらに発展させることができ、二名とも本校で取り組む台湾の台中での研究発表（12月）にも参加できた。このイベントは大阪開催ということで前泊し、発表時間まで熱心に準備をする姿に熱意を実感した。また、口頭発表に対する質問にも積極的に挙手をして取り組み、成果が上がったと考えている。

（文責：数学科 三井田裕樹）

e. 高校生による MIMS 現象数理学研究発表会

1. 仮説

「高校生による MIMS 現象数理学研究発表会」は、明治大学先端数理科学インスティテュート（MIMS）の主催で行われ、「身の回りの現象を数理の目で見る！」をテーマに、全国の高校生が研究発表を行うものである。今年が5回目の開催であり、本校は第1回から毎年参加している。現象を数学で解明する活動を通して、参加生徒が数学への興味・関心をさらに高めることが期待できる。

2. 実施の概要

日時：2015年10月11日（日）10:00～16:30

会場：明治大学中野キャンパス低層棟5階ホール

内容：高校生が集まり、現象数理学に関する自主研究について、6件の口頭発表と27件のポスター発表を行った。中央大学藤田岳彦教授を審査委員長とする、大学教員による審査が行われ、優秀な発表が数件表彰される。

3. 本校からの研究発表

本校からは2名が参加し、口頭発表とポスター発表に取り組んだ。

- ・「正 n 角形の形になるグラフの式について」（口頭発表・ポスター発表、高校1年）
- ・「球の配置と体積」（ポスター発表、高校2年）



4. 検証

発表者たちにとって、大学の立派なホールでの口頭発表や、最先端で現象数理学の研究を行っている大学教員から直接講評をいただいたことは、大いに刺激になった様子である。その結果、発表者はもとより、今回発表しなかった参加生徒の中にも、次の発表機会で、自分の研究発表を希望する者が出ている。このような影響をみると、研究発表会への参加は、研究への意欲を高めるうえでもとても有意であると考えられる。

（文責：数学科 町田多加志）

(iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成

a. SSH シリーズセミナー 「メディア虎の穴」

1. 仮説

技芸科では、SSH シリーズセミナー「メディア虎の穴」を構築して、生徒の研究・発表に必要な情報検索やプレゼンテーションスキルを涵養することを目標とした。このようなスキルを養うことが、「豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティスト」の育成に有用だと考えるからである。

4年次である今年度はシリーズセミナーの第2期後半と第3期前半を実施した。その過程を報告する。あわせて、第2期終了後に寄せられた生徒の講座への評価を紹介する。

2. 方法

2.1 第2期実施計画

第2期の受講期間は、2014年11月開始・2015年5月終了で実施した。

実施計画は、表1のとおりである。

講	タイトル	実施予定日	時間
0	オリエンテーション	2014/11/13	1
1-1	クラウドを活用した研究スタイル	2014/12/06	2
2	プレゼンテーションの計画	2014/12/08	2
3	学術情報の探し方	2014/12/12	2
1-2	クラウドを活用した研究スタイル	2014/12/15	2
4-1	スライド資料の作成	2015/01/23	2
4-2		2015/02/19	3
4-3		2015/03/09	2
5	口頭でのプレゼン技術	2015/03/12	3
6	これからポスター発表をする高校生のために	2015/03/13	2
7	判例から見る著作権法	2015/04/04	2
8-1	オンライン・プレゼンテーションの極意	2015/04/18	3
8-2		2015/05/09	3

表1 2014年11月開始分 連続セミナー第2期 実施計画

第1期同様、各方面の協力を得て講師陣が揃った。プレゼンテーションに関しては、日本マイクロソフト株式会社の富沢高明氏（法務・政策企画統括本部技術政策部長）にご協力いただき同社から講師派遣の協力をいただいている（講義0,2,4-1,4-3,5,8）。

また、研究計画の立て方やポスター発表などは、他 SSH 実施校での指導実績のある酒井聡樹氏（東北大学大学院准教授、講義6）、クラウド上での研究コラボレーションに関してはシステム開発に長けた杉田和久氏（有限会社テックステート、講義1）の協力を得た。

本校内からは学校図書館司書の加藤志保（講義3）、技芸科の小宮一浩（音楽、講義4-2）と土井宏之（美術、講義4-2）が講師を務め、全体調整は渡邊（技術、情報）と植村が担当している。

その他、受講環境などは2014年度までに構築したものを利用した（2014年度の報告書参照）。

第2期は受講生を20名に増やしたため、受講生用のタブレットPCを4台買い増した。

2.2 講座の様子（第1期後半、一部講座のみ）

番号は講座番号である。

⑦判例から見る著作権法（2015/04/04）

本校OBで企業の法務担当である小崎和隆氏（グリーン）が「知的財産権概論」、「著作物の定



義」「引用のルール」などを、判例を交えながら講義された。質疑応答に多くの時間が割かれた。

生徒：著作権について、今までは特許と似たようなものだと思っていましたが、今回の話を聞いて違いがわかりました。著作権法は非親告罪化という話も聞くので、少し興味を持っていましたが、なかなか難しい問題であるということを感じました。

⑧オンライン・プレゼンテーション実習（2015/04/18, 05/09）



高橋忍氏（MS）が「配信」を前提としたプレゼンテーションについて、通常のプレゼンとの違いや注意点を講義し、グループでの製作を指導した。

生徒：オンラインプレゼンは、ただプレゼンを動画にするというのではなく、環境を考えて行わなければならないと痛感した。特に相手の姿が見えないというのは不安に感じた。今回のテーマによって、メディア虎の穴で自分が何を果たのかを考えることができ、うれしかった。

2.3 受講者への講座への評価

第2期終了後、受講者全員にアンケートを実施した(n=17)。結果のごく一部を紹介する。

5(高まった)	4	3	2	1(高まらず)
10	7	0	0	0

表2 受講後のプレゼン全般への知識・理解

5(満足)	4	3	2	1(不満)
12	5	0	0	0

表3 シリーズ全体の満足度

受講生からは好意的な評価を得たが、講座構成について、いくつかの要望が出された(次項)。

2.4 第3期実施計画

受講生評価や講師からの意見を入れ、口頭発表の機会をさらに増加させるよう計画を変更した。

講	タイトル	実施予定日	時間
1-1	クラウドを活用した研究スタイル	2015/12/05	2
3-1	プレゼンとは?	2015/12/07	2
1-2	クラウドを活用した研究スタイル	2015/12/10	2
2	学術情報の探し方	2015/12/11	2
3-2	シナリオの重要性	2015/12/12	2
3-3	スライド作成	2016/01/21	2
3-4	魅力的な話し方	2016/02/16	2
3-5	共同でスライド作成	2016/03/11	2
3-6	口頭発表会	2016/03/14	3
4	これからポスター発表をする 高校生のために	2016/03/15	2
5	判例から見る著作権法	2016/04/02	2
6-1	オンライン・プレゼンテーションの極意	2016/04/23	3
6-2		2016/05/07	3

表4 2015年12月開始分 連続セミナー第3期実施計画

2.5 講座の様子(第3期前半、一部講座のみ)

番号は講座番号である。

①クラウドを利用した研究スタイル

(2015/12/05, 10)

杉田氏がクラウド環境(Office365のSharePoint チームサイト)の利用法、クラウドとノートアプリ(OneNote)を利用したコラボレーション方法、ファイル共有方法、などを指導した。また、コミュニケーションツール Skype for Business を用いたリアルタイムチャットや画面共有などを体験した。

生徒：ネットを利用した共有や文字認識、skypeによる連絡など、多岐にわたり、かつ実際の作業にとっても役立つ内容ばかりでとてもためになりました。複数人での研究や発表について技術面でとてもありがたいお話でした。

②学術情報の探し方(2015/12/11)

本校図書館司書の加藤が、調べる手順・手段と情報の種類、調べた情報の整理の仕方などを講義し、学校図書館やWebを使用した実際の調査演習を指導した。

③-2 シナリオの重要(2015/12/12)



プレゼンテーション全般に造詣の深い西脇資哲氏(MS)に、プレゼン準備段階でのシナリオづくりや表現の技術について実習してもらった。

生徒：今日のチーム内発表では、引用や修飾といった教えていただいた技術がうまく使えず悔しかったです。3月の発表までに教えてもらった内容を使いこなせるようにして、相手を動かせる良いプレゼンテーションをできるようになりたいです。

3. 検証

第5年次も継続して表4に掲げた計画を実施し、受講者・講師へのアンケートや、受講者の研究発表の様子を追跡することで、講座内容の検証を行い、改善につなげる。

(文責：家庭科・情報科 植村徹)

(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

a. 外部講師を活用したプレゼンテーション指導

1. 仮説

本校生徒は理科や数学などで高い能力を示しているが、各種研究発表でそれらを発揮するには、英語の力と効果的にわかりやすく伝える力の二つがさらに必要である。この内の後者を、専門家による指導を受けることで、技術と自信の両面でさらに伸ばすことができると考えられる。対象学年や目的に応じてプログラムの細部を変えることで、それぞれに応じた効果が期待できる。

2. 方法

(1) 英語科 SSH 特別講座

今年度も Gary Vierheller, Sachiyo Vierheller 両氏の協力を得て、第1回（7月4日／中3以上希望生徒対象）、第2回（12月5日／台湾派遣生徒対象）、第3回（3月12日／中1・中2希望生徒および釜山派遣生徒対象）の3回実施した。生徒は数人のグループに分かれ、ワークシートに基づいてスクリプトをその場で作成し、聴衆を引き付けるためのさまざまなスキル、スピーチをする際の声の強弱、イントネーション、アイコンタクト、身振りなどについて、実際発表をしながら指導を受けた。台湾派遣生徒対象のリハーサルでは、1チームずつ発表（の一部）を行い、話し方やパワーポイントの構成に関する指導を受け、最後に全体的な注意点を挙げていただいた。第3回の中学生対象の回では、春休みに釜山国際高校に派遣予定の高校生がグループリーダーとして中学生のヘルプに入り、ワークショップ終了後に彼らも自分たちの発表についての指導を受けた。

(2) イングリッシュルーム

一昨年度より本校で始まった「イングリッシュルーム」で指導役を務める、東京大学大学院留学生の外国人にも依頼し、台中一中・釜山国際高校派遣生徒の原稿チェックやスピーチ練習の指導を受けた。今年は、前もって交流に行く生徒たちにアナウンスをしておいたので、原稿チェックなども昨年度よりスムーズであった。

3. 検証

今年度で5年目の試みになるが、アンケートなどから見ると、初めて経験する生徒へのインパクトが非常に大きい。これは、普段行わない訓練に関する指導について生徒は高い関心を示し、またその効果も高いからであると思われる。また、海外派遣生徒へのアンケートでも大いに役立ったという意見が多かった。海外派遣生徒だけでなく、参加した全ての生徒がプレゼンテーションのコツをつかみ、自信を持って行うための良いきっかけになっていると言える。今後も継続的に行うことで、さらに多くの生徒が人前で自信を持って英語で伝えられるようになることが望まれる。

(文責：英語科・山田忠弘)



英語でプレゼンでのジェスチャーをアドバイスしていただく生徒



イングリッシュ・ルームの講師に助言をいただく

b. 台湾台中第一高級中学との交流

1. 仮説

台湾台中第一高級中学（以下、台中一中）との交流は2009年に始まり、今年で7年目を迎える。交流開始当初より、英語科を中心とした発表指導のノウハウや、本校全教員による生徒の探求的な学習指導の成果が蓄積され、今年度は本校と台中一中が姉妹校締結をするに至った。このことは、これまでのSSH事業の一環である台中一中との研究交流の、ひとつの到達点であると言えよう。



<姉妹校締結>

今年度は12月8日～12月13日の6日間で台湾を訪問した。高校1年生4名、高校2年生12名の計16名の生徒が参加し、今回は姉妹校締結調印のため、林校長も引率に加わった。

ここでは台中一中での2日間にわたる研究交流訪問について取り上げる。今年度も国際的な場面でよりよい発表ができるようになるために、どのような要素が有効かを検証し、以下の3点の仮説を立てた。

(1) 専門家によるプレゼンテーション指導

4年前から専門家に来ていただき、発表技術の向上のためのアドバイスを求めるとともに、本校が定期的に行っているイングリッシュルームの講師にも同様の指導を受けている。発表を洗練することで内容理解が深まるとともに、コミュニケーション能力やプレゼン能力が育まれ、発表本番の自信や、研究発表会の活性化につながることを期待できる。

(2) 評価シート

3年前からの試みで、発表テーマに対するアプローチの妥当性、説明の分かりやすさを双方各々の発表に対して双方で評価する評価シートを導入している。これにより質疑応答以外でも、

発表者にとっては多くのフィードバックを得られることが期待できる。

(3) 理数系の共同授業の有効性

初年度より、訪問初日は双方の生徒が共に同じ授業で同じ課題を解決するプログラムを設定している。協力して課題を解決することで、コミュニケーションが深まり、翌日の研究交流がより活性化することが期待できる。

2. 方法

2.1 交流第1日目 授業参加と文化交流

台中一中訪問の第1日目、歓迎セレモニー及び姉妹校締結調印式の後、2つの授業に参加した。午前中は物理の実験で、与えられた太陽電池の起電力を、光量を種々変化させて測定するという物理オリンピックの課題に取り組んだ。課題が分かりやすく設定しており、また、適切な作業量が計画されていたため、生徒同士で自然と役割分担をして協働しながら実験に取り組んだ。理論的な結果と異なる実験結果に試行錯誤や議論の過程でコミュニケーションをさらに深めることができた。

昼食とお昼休みは長めに設定されており、昼食後はバレーボールを一緒にプレーする姿が見受けられ、このバレーボールで緊張がほぐれた様子である。

午後はプログラミングの授業で、LEDの点滅パターンをプログラムする、というものだった。

2つの授業はいずれも体験型の共同作業中心の授業であったため、意思の疎通には問題はなく、コミュニケーションも深めることができた。

その後、互いの学校紹介をし、伝統楽器による音楽演奏等が行われた。



<物理の実験の様子>



<昼休みのバレーボール>



<プログラミングの授業>

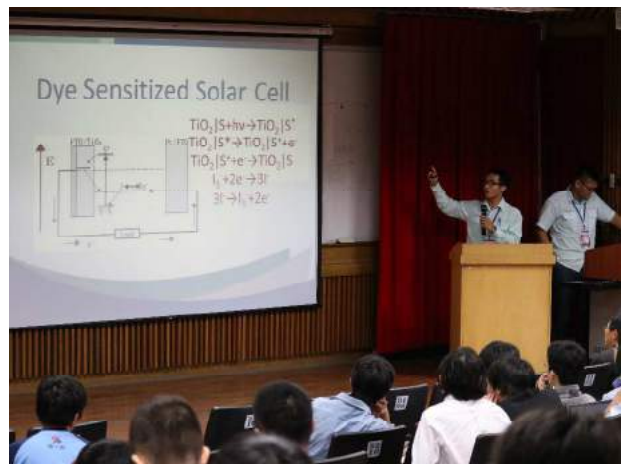
2.2 交流第2日目 研究発表会

生徒にとっては訪問の中核となる発表会である。発表前夜まで、ホテルの会議室を貸し切り、入念に発表練習を行った。今回は林校長のアドバイスを昇華すべく、現地での発表準備は熱のこもったものになった。発表は双方とも真剣に聴いていた。本校からはSSHとして生徒が研究した7本の発表があり、プログラミング、数学、化学、文化、環境問題などさまざまな分野の研究発表を行った。

このように、多岐にわたる内容について研究活動ができるのは、本校が全校生徒を対象に全職員でSSH事業に取り組んでいるからこそである。本校からの発表の中では、特に水俣病の発表が印象深い。現代社会の難しい課題の解決には国際的に協力しなければならない、という雰囲気になったことが印象的であるとともに、若い世代に頼もしさを感じるほどだった。



<水俣病についての発表>



<台中一中生徒の発表>

3. 検証

3点の仮説を検証する。

- (1) 発表の質は一定のレベルに達していたため、仮説(1)の有効性は立証できた。今回は林校長の直前のアドバイスで発表の質がさらに高いものになったことから、専門家のアドバイスをすぐに昇華する能力が育まれたこともあわせて立証されたことも、大きな成果であろう。
- (2) 発表者にとっては、聞き手がどの程度理解をしているのかは、発表中は分かりづらい。しかし、評価シートに記述された数値や感想からフィードバックを得て「予想以上に多くの人が真剣に聞いてくれていたことが分かって良かった」と手ごたえを記述している生徒もおり、一定の成果があったと判断できる。評価シートの結果は本稿第VI部で表にまとめられている。
- (3) 初日の共同作業を通して交流が深まり、仮説(1)と仮説(2)がより高いレベルで横断的に立証できたことが、仮説(3)の立証である。

(文責：数学科・吉崎健太 / 化学科・吉田哲也)

c. コア SSH 国際交流プログラムへの参加

c-1 立命館高校 SSH 新規重点事業「国際ネットワークを活用した国際連携課題研究の推進と手法の開発」への参加

1. 仮説

立命館高校は早くから全国レベル～国際レベルのサイエンスフェアを主催しており、国際連携課題研究の推進に向けた、この新たな重点事業への参加は、本校の生徒が他校生徒とより一層緊密な共同・協調を体験し刺激を受けることが期待された。また、引率にあたる本校教員もプログラム企画・立案の方法を現場からより詳細に知ることができる貴重な機会であると期待された。

2. 方法

2.1 連携の概要と本校からの参加

連携校は主催の立命館高校の他、県立福島、早稲田本庄、東海大高輪台、東工大附属、静岡北、大阪府立千里、本校の合計 8 校。生徒の共同研究を最終ゴールとしている。本校からは高校 1 年生 1 名、高校 2 年生 1 名の合計 2 名が参加した。

2.2 共同研究研修会・発表会

a. 研究研修会：2015 年 7 月 20 日（月） 共同研究を目指しての研修。講義に加えて、テーマ I 「強い電磁コイルの作り方」が課題として与えられ、各校ごとに 8 月中に成果をまとめることとなった。

b. 発表会：2015 年 9 月 6 日（日） テーマ I についての研究成果の発表を行い、お互いの成果について議論した。テーマ II が提示された。テーマ II-①急坂を上る電車を作る（電池、銅線、磁石で）。テーマ II-②細管を伝わる音速の遅れについて。本校はテーマ II-②が割り当てられ、早稲田大学本庄高等学校生徒、高雄高級中学生徒との共同研究チームとなった。

c. 共同研究海外研修：2015 年 12 月 16 日（水）～12 月 19 日（土） 訪問先：台湾高雄高級中学、高雄女子高級中学、淡江大学 高雄高級中学での講義とテーマ II についての研究、高雄女子高級中学での研究成果の発表と討議、淡江大学でのロボットに関する講義と実習が行われた。

2.3 その他のプログラム

a. グローバル研修会：2015 年 7 月 29 日（水）～31 日（金） タイ Mahidol の生徒が来日、東京

研修を行うプログラムへの自主的参加。本校生徒は、7 月 30 日（木）東工大講座へ 1 名、7 月 31 日（金）自然科学研究機構 脳科学講座へ 2 名が参加した。

b. JSSF (Japan Super Science Fair) : 2015 年 11 月 2 日（月）～6 日（金） 本校生徒は文化祭の日程の重なるため参加できなかった。

3. 検証

自分たちの行った研究の成果を発表し合う企画への参加は多かったが、今回の国際連携課題研究の取り組みは、研究の段階から他校生徒とのやりとり、共同実験、共同作業が必要であり今までの国際交流プログラムとは大きく異なるものであった。生徒が共同実験の際に英語を通じてやりとりを行う場面が多くあり、実験の進め方やまとめ方の違いを実感できたようである。また台湾共同研究研修で生徒はホームステイ 2 泊を体験し、より一層台湾の文化に触れ理解を深められたと確信している。以下は参加生徒の感想からの引用である。
・「特に高雄高級中学の生徒の熱心さには頭が下がる思いがした。台湾の高校生たちの勉強への熱意、第二言語の英語に対して知識と能力など正直このままの自分で良いのかな、と考えさせられる場面が多かった。（講義を受けて）国際共同研究の楽しさと難しさ、そして打開策などとても面白い内容を学べた。」

・「台湾で共に行動することでだんだんと仲良くなることができ、最後にはとても打ち解けていたので、この関係を継続したい。高雄高級中学の先生が講義で言っていた、共同研究の際の乗り越えるべき課題は今回の我々の研究についての問題とまさに一致していたので、その解決方法について提示された以外にも考えて将来もっと優れた発表ができるようになりたい。」

国際レベルの共同研究の困難さとその克服について具体的な例を交えた高雄高級中学 Leo Hsieh 先生による講義「国際共同科学研究の意義と方法」は興味深く今後の活動の示唆に富んでいた。また主催校である立命館高等学校の田中博先生、Rosenfeld David Benjamin 先生が話された「国民レベルのつながり、これこそが国際交流である。」との信念には生徒共々引率教員も大変感銘を受けた。今回の国際交流を考える示唆に富む研修であった。

（文責：研究部・仲里友一）

c-2 TJ-SSF2015 への参加

1. 仮説

本プログラムはこれまで本校が参加してきたタイプの理科系の発表シンポジウムであり、参加に際して当然問われる理数系の研究、英語力、そして国際交流のためのコミュニケーション力が、これまでの本校SSHで養われているかの試金石と言える。

2. 方法

2.1 TJ-SSF2015

本プログラムは、タイの科学教育振興に尽力された Maha Chakri Sirindhorn 王女の 60 歳の誕生日を記念し、日本 150 名 (25 校) とタイ 300 名 (41 校) の高校生を招待して行われる高校生科学シンポジウムで、大規模な開催は今年度が初めてとなる。本校への招待は同じSSH校の立命館高校を介して行われ、予算の関係から生徒 3 名 (高1・2名、高2・1名)、教員 1 名を派遣した。

2.2 参加準備

参加に際しては年度初めに TJ-SSF2015 のサイトが用意され、生徒たちは参加者登録や要旨・原稿提出などを指示通り行い、その他の細かい打ち合わせ等は、引率教員が本部や現地でのバディ校担当者とメールを通じて行った。

2.3 スケジュール

日時：2015年12月21日(月)～25日(金)

場所：Princess Chulabhorn Science High School
Petchaburi 及びその近郊

会場校は首都バンコクから車で3時間ほどの南にある Petchaburi 県にある王立 Science School の一つである。

生徒による口頭・ポスター発表は2・3日目に行われ、本校は高2生徒が口頭発表、高1生徒2名がポスター発表を行った。

その他の時間も講演、フィールドワーク、タイ文化体験など多彩なイベントがあり、生徒・教員共に大変忙しいスケジュールであったが、会場校の生徒・教員がそれぞれバディとしてついてくれ、大変親身に面倒をみてくれた。

3. 検証

本校の他のSSHプログラムと同様、研究に関しては理科の教員の指導を受け、英語については

本校 English Room 講師のチェックを受けるなどのルーティンに乗り、一定レベルの発表をすることができたと言える。コミュニケーションについても、海外校による本校訪問の際のバディ経験からある程度の自信を持って臨めたのではないかと考えられる。

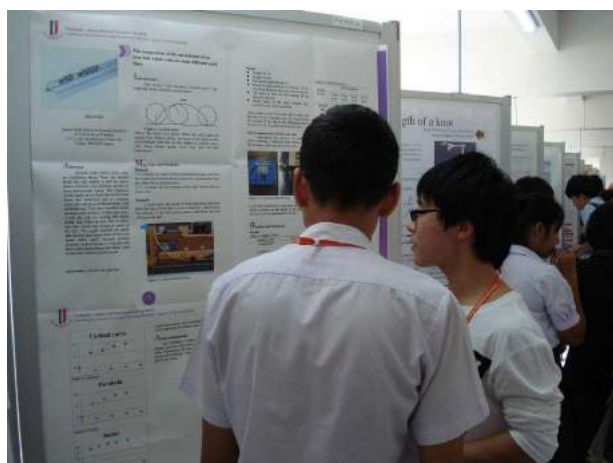
(文責：研究部・英語科・山田忠弘)



高2生徒口頭発表 (ゲーム理論)



高1生徒ポスター発表 (数学)



高1生徒ポスター発表 (物理)

c-3 YSF 米国研修

1. 仮説

本研修は、グローバルに活躍する科学者として必要な資質を育成するため、英語での研究発表のトレーニングを行うとともに、海外の科学教育・研究のあり方を知り、志を同じくする同年代の生徒と交流することで学習意欲をいっそう喚起することをねらいとする。

2. プログラムの内容

日時：2016年1月4日（月）～9日（土）

場所：Thomas Jefferson High School for Science and Technology（以下、TJ 高校と略記）ほか

概要：主な活動を以下に示す。

4日…成田出発、ワシントン D.C.見学、国立歴史博物館見学（キュレーターによるエジソンについての解説講義を含む）、国立自然史博物館見学

5日…Towson 大学研究所実験実習(DNA 抽出)、NASA ゴダード宇宙センター見学・NASA 勤務の日本人研究者との交流

6日…TJ 高校にて通常授業（生命科学、工学、統計、プログラミングなど）に参加、個人研究の発表（ポスターセッション形式で複数回）

7日…国立航空宇宙博物館見学（キュレーターによる解説講義を含む）、国立衛生研究所 NIH 内がん研究所にて小林久隆先生より講義・NIH 施設見学

8日…ワシントン D.C.出発

9日…成田到着

本校からは高2生徒2名を派遣し、TJ 高校では化学分野・生物分野でそれぞれ個人研究の発表を行った。同生徒は、3月17日に開催される YSF 国際科学フォーラム（ysfFIRST）にも参加予定。

3. 検証

旅程中移動時のバス車内では、研修を一つ終えるたびに感想を一人ずつ発言した。各自がそれらを毎日ノートに記録し、帰国後に報告書をまとめた。その資料を参考に、本研修の成果を検証する。

TJ 高校でのポスターセッションでは、聴衆との距離が近いため、また何度も発表して多少の余裕が出たため、生徒は聴衆の反応を見て自身のプレ

ゼンテーションを反省し、修正を試みることができた。全行程を通して、生徒はコミュニケーションに対する意識を高くもち、聴き手になる際にも必ずリアクション（質問）をして有意義な議論につなげようとする姿勢を徹底していた。

こうした科学を介したコミュニケーションのスキルをはじめ、本研修が生徒にもたらしたものは、「グローバルな科学者として必要な資質は何か」「それらを身につけるために今何をすべきか」という問いへのヒントだったと考えられる。

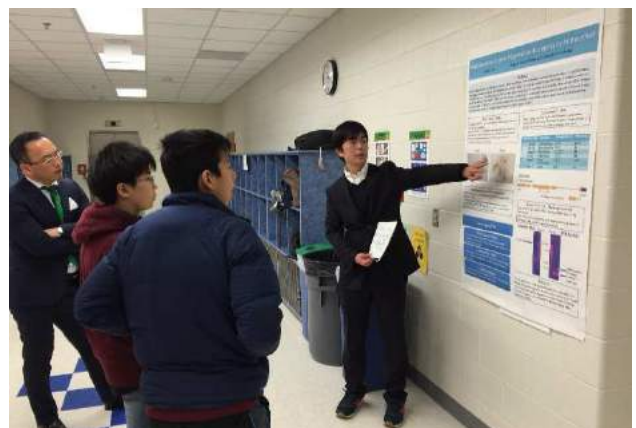
生徒の印象に強く残ったのは、たとえば次のようなことであった。

・科学者は、専門的な研究を深めるだけでなく、自らの研究の意義を他人に理解してもらうための技術を磨く必要がある。そうすることで、研究環境を自らの手で築き上げ、様々な研究者に示唆を与えて研究を多方面に発展させることができる。

・科学者は客観的事実に基づいて思考する。自らの仮説に思い入れるあまり事実認識を歪めてはならない。研究をチームで行う際には、それぞれが自由に意見を言える関係性が大切である。

・実際の科学研究は、日本の大学受験科目のように区切られているわけではなく、異なる学問領域の知見を重ねあう視点が必要なことがある。将来何が役に立つか決めつけずに、様々なことを学んでおくといよい。

以上のように、本研修を通して生徒は、単なる英語発表のスキルや海外での交流経験以上の成果を得ている。自らの体験を今後の指針につなげるうえで、他校の研修参加者や TJ 高校生徒との交流に並んで、米国で活躍する「先輩」研究者からのレクチャーがたいへん有益であった。



TJ 高校でのポスターセッションの様子

（文責：公民科・山本智也）

d. サイエンス・ダイアログ

1. 仮説

プレゼンテーション技術には「論理的な構成・話し方・パワーポイントの作り方」などが含まれるが、これらを学ぶためには、具体的な良いお手本となる機会を多く持つことが必須である。本校では外国人講師による英語での専門的なプレゼンを数多く聴くことで、生徒の能力を醸成できると考えた。

2. 方法

2.1 サイエンス・ダイアログの利用

日本学術振興会が、日本に滞在中の海外若手研究者を中高に無料で派遣し、その人の専門分野に関する講義を行うサイエンス・ダイアログというプログラムを提供している。本校は土曜日に実施する中3テーマ学習と高2ゼミナールの受講者を対象に、このプログラムに参加して6年目を迎えるが受講生徒たちには大変良い刺激になっている。

14名の中学3年生と15名の高校2年生が本プログラムを選択した。

2.2 中学3年生のテーマ学習

今年度の年間プログラムは以下の通りである。

表1. 実施日, 講師 (出身国), プレゼン分野

Date	Speaker	Topic
①June 6	—	全体オリエンテーション
②June 20	Dr. Young (USA)	生物学 (生物科学)
③Sept. 12	Dr. Robles (Nicaragua)	実験動物学 (イモリ網膜再生)
④Sept. 26	Dr. Rogers (UK)	生体分子科学 (ペプチドの翻訳合成技術)
⑤Oct. 17	Dr. Beroya-Eitner (Philippines)	工学 (社会・安全システム科学)
⑥Jan. 16	Dr. Jouen (France)	人間情報学 (教授ロボットの設計手法)
⑦Feb. 7	受講生徒自身のプレゼン	各自の興味に応じた内容 【Coffee / Marsupial / Moon / Danshari など】

2.3 高校2年生のゼミナール

今年度の年間プログラムは以下の通りである。

表2. 実施日, 講師 (出身国), プレゼン分野

Date	Speaker	Topic
①May 9	—	全体オリエンテーション
②May 30	—	講座オリエンテーション
③June 13	Dr. Perche (France)	工学 (人間医工学)
④June. 27	Dr. Lajko (Hungary)	物理学 (新奇量子相)
⑤Sep. 19	Dr. Benomar (France)	天文学 (赤色巨星の星震学)
⑥Oct. 3	Dr. Mceown (Canada)	医歯薬学 (睡眠)
⑦Nov. 14	Dr. Sriswasdi (Thailand)	生物学 (ゲノム科学)
⑧Jan. 9 ⑨Jan. 23	受講生徒自身のプレゼン	各自の興味に応じた内容 【probability / gestures / vocaloid / colors など】

3. 検証

テーマ学習とゼミナールの最終回には、これまでのプレゼン受講を踏まえ、生徒自身による英語のプレゼンテーションを行った。トピックは各自の興味に応じて多岐に渡るが、サイエンス・ダイアログを受講して特に顕著な効果はパワーポイントの作り方に現れていた。多くの生徒が見やすく興味深いファイルを作っていた。また、英語の話し方も聴衆を意識しアイコンタクトを取りながらゆっくり話した者が多く、途中で聴衆に質問を投げかけるなどインタラクティブなプレゼンとなるよう意識していた。英語力そのものがあがるにつれ、さらに洗練されたプレゼンができるようになるだろう。(文責: 英語科 多尾奈央子)



Dr. Robles (ニカラグア) によるイモリの観察実習

(v)SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及

a. 数学科教員研修会

SSH 研究で開発した教材・カリキュラムを数学科教員研修会および本校教育研究会で公開し、今後の研究の指針を得ている。今年度は数学科教員研修会を 8 月に交流会支援により徳島県で実施した。これについて報告する。

1. SSH 数学教員徳島研修会

①仮説

本校数学科が研究開発した教材等を発表し研究協議するとともに、徳島県立城南高等学校及び香川県観音寺第一高等学校での取り組みを伺い、今後に資することを目的とした研修会である。

②実施概要

日程：平成 26 年 8 月 27 日（木）

会場：徳島県立城南高等学校

- ・研究授業Ⅰ「絶対値を含む関数のグラフによる運賃の表現」

授業者：須田 学（筑波大駒場教諭）

生徒：城南高校応用数理科 2 年生

- ・研究授業Ⅱ「2 次関数のグラフと x 軸との位置関係」

授業者：長瀬慎一郎（城南高校教諭）

生徒：城南高校応用数理科 1 年生

- ・研究授業についての研究協議

本校及び城南高校、香川県立観音寺第一高校による報告、意見交換

参加者：城南高校の先生、観音寺第一高校の先生、徳島県内の高等学校の先生、本校教員

約 50 名

（筑波大駒場からの発表内容）

- ・本校数学科SSHの取り組み 三井田裕樹
- ・複素数と複素数平面 更科元子
- ・斜行座標の薦め～ベクトルの活用を目指して 鈴木清夫
- ・双心四角形の探求 須藤雄生
- ・大学での学びに繋がる筑駒での統計教育 町田多加志
- ・生徒の課題発見能力を育む教材としてのオイ関数 吉崎健太

（研究授業で扱った課題から）

問題 岡山から大阪、大阪から東京の新幹線での

移動距離がそれぞれ 180km、540km とする。SSH 指定校で生徒研究発表会を開くとき、交通費の節約とエコの観点から、参加する生徒の新幹線での移動距離が最短になるよう開催する都市を決める。参加する生徒が、岡山 3 名、大阪 0 名、東京 1 名 のとき、開催する都市をどこにすれば良いか。ただし、開催都市は新幹線の沿線上であれば、岡山、大阪、東京に限らなくても良いとする。



③検証

香川研修会（2013 年度）、北海道研修会（2014 年度）に続き、今回も研究授業を含む教員研修会となった。城南高校の生徒に協力してもらい、本校数学科の教材に取り組む研究授業を行った。教員の報告・意見交換にとどまらず、具体的な教材に対する生徒の活動を、本校教員と城南高校の先生の授業で比較して見ることで、先生方だけでなく参加生徒からも貴重な意見をいただくことができた。また、新しい開発教材も発表した。

そして、徳島県の数学教育の様子や、各校の校内における取り組みに関する情報交換ができ、大変有意義な会であった。東京から離れ、このように他県の多くの先生方と現地で交流できることは SSH の取り組みならではのことである。会場をお願いした城南高校、ご協力いただいた観音寺第一高校の先生方に深く感謝したい。



b. 数学科開発教材

1. 仮説

本校数学科では、筑波大学や他大学の関係者の協力も得ながら、大学や社会での学びにつながる数学教材の開発および指導法の研究を行っている。2002年度から継続して合計 10 年間指定を受けたスーパーサイエンスハイスクール (SSH) の研究の中で数学科は、大学での学びにつながる数学、特に「統計」(集団の特徴を掴む考え方や手法) および「微分方程式」(微小な変化から関数の特徴を捉える考え方) に関する教材開発と授業実践を始めた。その後、優れた教材を適切に配置し指導することが生徒の数学への興味関心を高め数学的能力を育成するという考えのもと、魅力的で有効な教材を開発し、中高一貫カリキュラムの一層の充実を目指した。

2012年度以降も『幅広い教養と強い探究心をもつ国際性豊かな最先端 研究者を育成する高大連携プログラムの研究と実施』をテーマに、これらの取り組みを継続し、更なる教材の開発と実証的な考察・研究を行うこととした。

2. 方法

これまでに 76 の教材を開発し、中学校・高等学校のカリキュラムにそれぞれ配置するとともに、SSH 教員研修会を開催 (別ページ参照) し、研究の成果を公開・発信している。本年度研究開発を行ったのは、以下の 4 教材である。次ページ以降に開発教材の一覧、および開発教材のうち 2 件 (★印) を掲載する。

a1-4	速算術
A1-5	オイラー関数について
A2-3	斜交座標の薦め
A2-4	漸化式★
A3-3	複素数と複素数平面
g3-5	双心四角形の性質
D2-2	3次関数の性質★

なお、記号の意味は次のとおりである。

「A. 代数(Algebra)」、 「An. 解析(Analysis)」、 「G. 幾何(Geometry)」、 「P. 確率(Probability)」、 「S. 統計(Statistics)」、 「D. 微分方程式(Differential Equation)」、 「O. その他(Others)」

各項目を整理する際、中学を小文字、高校を大文字にして、校種を区別した。また、教材開発の際に想定している、もしくは、実際に授業をおこなった学年を数字で示した。学年を特定していない教材や複数学年での取り扱いを想定している教材は、数字の代わりに「f」を用いた。

〔例〕 an2. 合成関数とグラフ

An. は解析であり、先頭が小文字なので中学生対象、すなわち中学 2 年の「解析」の教材を表す。

3. 検証

本校における教材開発では、基本姿勢として「生徒と教員の相互作用で築き上げる」ことが共通している。教員は、これまでに蓄積された経験、数学教育の実践における先行研究などに、自らの感性も交えて、毎時の授業のなかで、生徒が考えるに値する素材を中心課題として提示する。生徒はそれに反応し、自らの発想や、解決にいたる道筋、さらなる発展課題などを見つけていく。その過程では、自らの考えを発表したり、それに対する他の生徒の反応をもとに、足りない部分を補ったりといった活動も行われる。教員は、そこで得られた生徒の発想や、生徒同士で高まった議論を整理し、授業のなかで生徒の思考水準を高めていくとともに、さらに課題を洗練させていく。ときには、週に 1 度行われる本校数学科の教科会においてその事例が報告、共有され、教員同士でも相互に教材を深めていく。こうして出来ているのが、本校数学科の開発教材である。

これらの教材は日々の教育実践のなかで、生徒の知的な興味関心を十分満足させている。一例として、本年度も日本ジュニア数学オリンピック予選に 130 名をこえる中学生、日本数学オリンピックに 80 名をこえる高校生が参加している。

また、8月のSSH数学科徳島教員研修会(別ページ参照)では、徳島城南高校の生徒を対象として本校教員が公開授業を行うとともに、徳島城南高校の教員に、本校の開発教材を用いて授業を実施してもらうという形の研究授業も行った。これらを通して、広く全国に成果を問い、フィードバックを経て教材開発の深化・発展につなげていけるものと考えている。

これらの検証を踏まえ、今後も新たな教材を開発するとともに実践を積み上げ、よりよい教材、よりよいカリキュラムを目指して研究を続けていきたい。

(数学科共同執筆、取りまとめ文責：三井田裕樹)

開発教材一覧 (筑波大学附属駒場中・高等学校数学科)

★印は本稿に記載, ☆印は本年度開発

2015年度

a1.	整数	2008
a1-2.	有理数	2007
a1-3.	剰余類の演算とウィルソンの定理	2014
a1-4.	速算術	2015☆
a3.	暗号理論と整数論	2006
A1.	数と方程式	2008
A1-2.	平方根の連分数展開について	2012
A1-3.	高校における整数問題	2014
A1-4.	開平方と連分数による平方根の近似値	2014
A1-5.	オイラー関数について	2015☆
A2.	離散な数列と連続な関数	2009
A2-2.	ΣK^4 と区分求積法	2011
A2-3.	斜交座標の薦め	2015☆
A2-4.	漸化式	2015★
A3.	置換と正多面体群	2007
A3-2.	1 次変換の線形性	2008
A3-3.	複素数と複素数平面	2015☆
an1.	2 元 1 次方程式とその応用	2007
an2.	合成関数とグラフ	2009
an3.	絶対値を含む関数のグラフ	2009
an3-2.	絶対値とガウス記号を含む関数のソフトウェアによるグラフ描画	2010
An1.	2 次関数	2007
An1-2	2 次関数 (2)	2009
An1-3	和や積のグラフ	2010
An1-4.	図で証明する三角関数の性質	2013
An2.	円周率の近似	2007
An2-2.	三角関数表を作る	2006
An2-3.	加法定理から導き出される多項式	2006
An2-4.	三角関数の和と積の周期	2011
g1.	四角形の合同条件	2008
g1-2.	作図の教材	2009
g1-3.	四角形の性質 (包含関係)	2010
g1-4.	正多面体の面や辺の作る角	2012
g1-5.	三平方の定理	2013
g2.	チェバ・メネラウスの定理	2007
g3.	立方体の切断	2007
g3-2.	反転法	2007
g3-3.	立方体の切断 (2)	2009

g3-4.	ヘロンの公式の幾何的証明と応用	2013
g3-5.	双心四角形の性質	2015☆
G1.	四面体の幾何	2008
G1-2.	デカルトの円定理	2009
G1-3.	正多角形と等積な正方形の作図法	2013
G2.	正 17 角形の作図	2008
G2-2.	ベクトルの内積と方べきの定理	2011
s1.	統計の基本	2006
s2.	標準偏差・近似直線	2006
s3.	正規分布と標準化	2006
s3-2.	シミュレーションによる授業	2006
S1.	回帰直線・近似曲線	2006
S1-2.	数理統計学入門	2009
S2.	残差分析によるデータ系列の関係	2007
S3.	主成分分析入門	2007
S3-2.	正規分布の平均の推定	2008
d1.	自然数の和, 平方数の和, 立方数の和	2007
d1-2.	『数える』	2010
d2.	グラフや図形の移動・変形	2006
d3.	2 次関数の接線	2006
d3-2.	面積・体積	2006
d3-3.	最大・最小	2006
d3-4.	放物線で囲まれる面積	2013
d3-5.	場合の数 ～樹形図から漸化式へ～	2014
D1.	包絡線	2006
D2.	グラフ描画の方法 -テクノロジーへの挑戦-	2007
D2-2.	3 次関数の性質	2015★
D3.	包絡線(その2)	2006
D3-2.	微分方程式	2006
D3-3.	微分方程式の応用	2006
D3-4.	関数のグラフの描画法	2008
D3-5.	曲線と面積	2008
Of.	4 元数を高校数学へ	2007
O2.	有限世界の数学	2007
p2.	身近な確率・連続変量の確率	2011
Pf1.	組み合わせの確率モデル	2007
Pf2.	EBI と確率・統計	2007
Pf3.	無限集合の確率	2008

A2-4. 漸化式

関連分野：代数分野
 高等数学：代数学
 対象学年：高校2年生
 関連単元：「数列」、「場合の数」
 教材名：「漸化式」

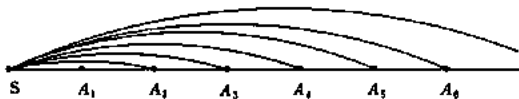
《漸化式》

漸化式について学習指導要領では、「漸化式について理解し、それらを事象の考察に活用できるようにする」とある。そこで、経路問題を通して、事象の考察に漸化式の利用が有効であることを理解し、さらに、その活用の幅を広げるため、2次元の漸化式や関数を導入した漸化式などを扱う教材を試みた。

A2-4.1. 経路と漸化式

問1 n は自然数のとき、点 S から点 A_n までの扇をたどって進む経路数を n を用いて表せ。ただし、進める経路は常に図の右方向とし、左方向へは進めないものとする。また、経路は右側に続いているものとする。

(1)



(2)



(3)



点 A_n までの経路数を a_n 通りとする。このとき、点 A_n に経路が繋がっている点からの関係をそれぞれ表すと、

$$(1) \quad a_1 = 1, \quad a_{n+1} = a_n + 1$$

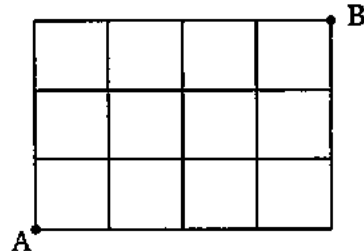
$$(2) \quad a_1 = 1, \quad a_{n+1} = 3a_n$$

$$(3) \quad a_1 = 1, \quad a_2 = 1, \quad a_{n+2} = a_{n+1} + a_n$$

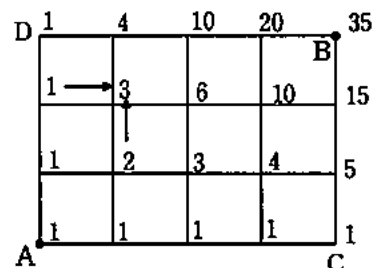
となり、(1)は等差数列、(2)は等比数列、(3)はフィボナッチ数列を表す漸化式となる。これより、各経路数を n を用いて表すことができる。

A2-4.2. 碁盤目状の経路と漸化式

問2 次の図のような碁盤目状の道で、点 A から点 B まで、最短で行く道順は何通りありますか。



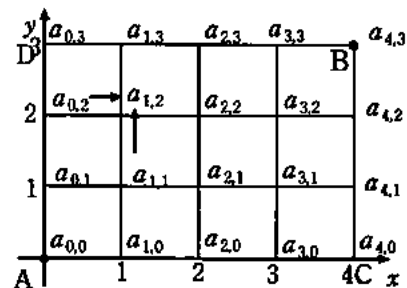
場合の数の組合せの問題として扱われるこの問題は、下ののように、図に交差点までの経路数を書き入れていくことで求めることができる。



この経路数の計算方法を、漸化式で表す方法を考える。

問1の直線上に並んだ点と異なり、問2の点は、2次元の碁盤目状の格子点となるため、点を表すため2変数を用いて表示する。その結果、経路数も同様に2変数を用いて表すこととする。なお、格子点のことを今後は交差点ということとする。

そこで、交差点の位置を、点 A を原点、道 AC を x 軸、道 AD を y 軸、1ブロックを単位1とすると、点を示す座標のように交差点を表記することとして、各交差点までの経路数を $a_{x,y}$ 通りとすると、下の図のように表示できる。



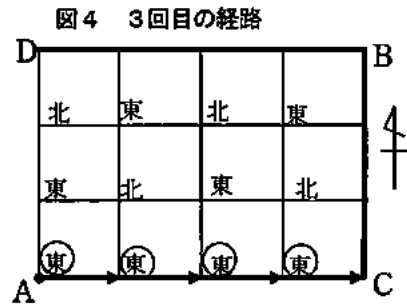
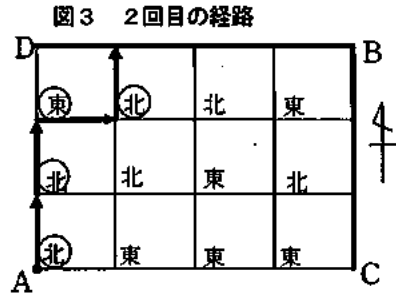
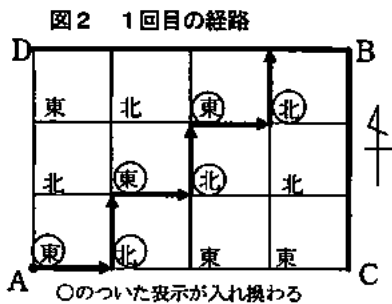
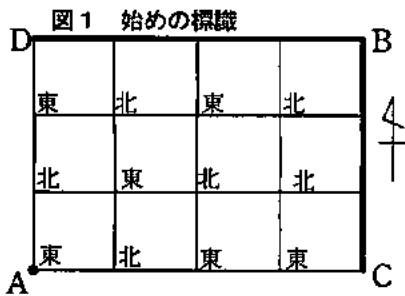
経路数の計算方法を、漸化式を用いて表すと、次のようになる。

$$\begin{cases} a_{0,0} = 1 \\ x=0 \text{ のとき、} a_{0,y} = 1 & (1 \leq y \leq 3) \\ y=0 \text{ のとき、} a_{x,0} = 1 & (1 \leq x \leq 4) \\ x > 0, y > 0 \text{ のとき、} a_{x,y} = a_{x-1,y} + a_{x,y-1} & (1 \leq x \leq 4, 1 \leq y \leq 3) \end{cases}$$

A2-4.3. 条件のついた碁盤目状の経路と漸化式

経路問題に条件をつけることで、漸化式で表すために工夫が必要となる場合である。なお、この問題に生徒はとても集中して取り組んでいた。

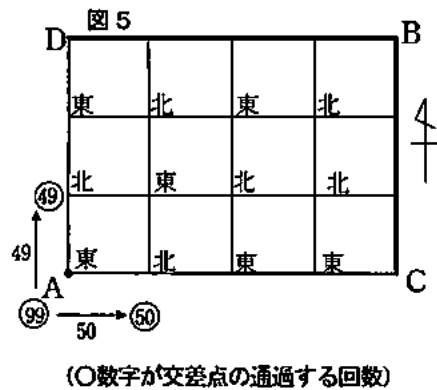
問3 東西方向に走る4本の道と南北方向に走る5本の道が碁盤目状になった道がある。このような道を、100回、点Aから出発して、道BCまたは道BDまでに到達するまでの経路について考える。ただし、この道の各交差点には、進む方向を示す標識が立っており、標識には、「北」と「東」のいずれかが表示され、通過すると入れ換わるようになっている。例えば、始めの標識が図1の場合、3回目までの経路はそれぞれ図2~4のようになる。このとき、100回目の経路を示せ。



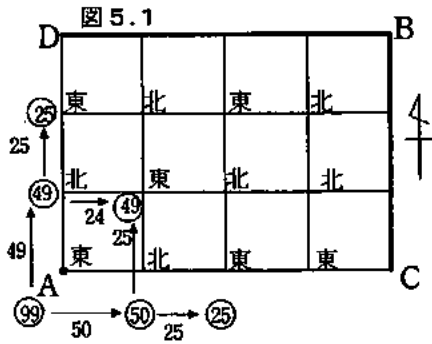
この解法のポイントは、99回目までに、各交差点を何回通過したかが分かれば、100回目の標識の表示が「北」か「東」かが分かることである。

まず、具体的に考えてみる。

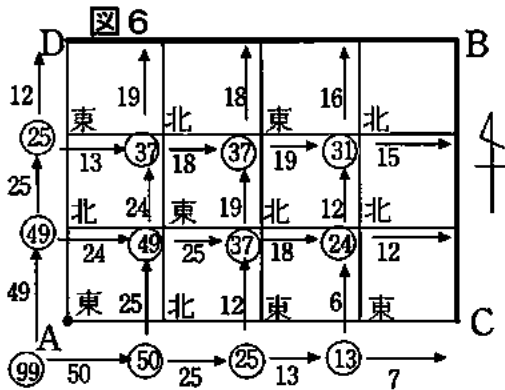
スタート地点の点Aは、99回通過し、始めが「東」であるから、図5のように、99回中50回が「東」、49回が「北」に向かって進む。よって、99回目は「東」に向かって進むので、100回目の標識は、「北」が表示されることが分かる。



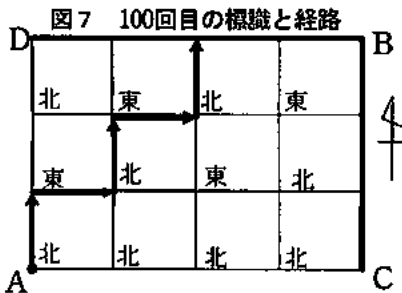
すると、次の交差点の通過する回数分かり、図5.1のように、また、その次の交差点の通過する回数分かる。



これを繰り返すことによって、99回の経路で、各交差点の通過する回数が調べると、次の図6のようになる。



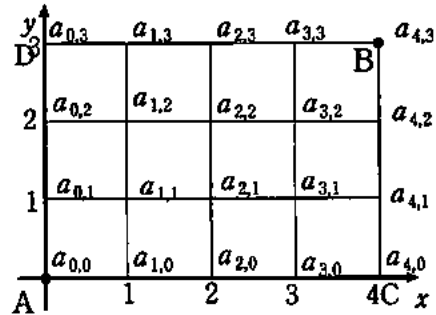
その結果、図7が100回目の経路を示す標識と経路である。



では、この経路を、漸化式で表す方法を考える。

問2と同様に基盤目状のため、2変数を用いた漸化式で表す。交差点の位置を、点Aを原点、道ACをx軸、道ADをy軸、1ブロックを単位1とみて、点の座標のように表記する。

そして、各交差点の通過する回数を $a_{x,y}$ とする。



次に、問2と異なる点は、

<1>標識によって進む方向が決まる。

<2>通過する度に進む方向が入れ替わるため、交差点から次の交差点に進む回数が、交差点を通過する回数の約半分ずつに分かれる。

ことであり、具体例から、通過する回数が偶数回ならば、半分ずつの回数が次の交差点まで進む回数となり、通過する回数が奇数回ならば、始めに標識で示された方向に行く回数ももう一方の方向に行く回数よりも1回多くなる事が分かる。

そこで、漸化式を用いて表すために、次の2つの工夫を取り入れる。

始めに各交差点の標識に示された進む方向を $s_{x,y}$ と表すものとし、

$$\text{北のとき} \cdot s_{x,y} = N$$

$$\text{東のとき} \cdot s_{x,y} = E$$

とする。

また、通過する回数が奇数回の場合の対応として、次のような関数を定義する。

$$\text{小数点以下切り上げ関数 } U(X)$$

$$\text{小数点以下切り捨て関数 } D(X)$$

この関数によって、例えば、

$$U(3.5) = 4, U(4) = 4$$

$$D(3.5) = 3, D(4) = 4$$

となる。

すると、各交差点の通過する回数 $a_{x,y}$ は、次のように漸化式を用いて表すことができる。

i) $x = 0, y = 0$ において

$$a_{0,0} = 99$$

ii) $x = 0, 0 < y \leq 3$ において、

$$s_{0,y-1} = N \text{ のとき, } a_{0,y} = U \left(\frac{a_{0,y-1}}{2} \right)$$

$$s_{0,y-1} = E \text{ のとき, } a_{0,y} = D \left(\frac{a_{0,y-1}}{2} \right)$$

iii) $0 < x \leq 4, y = 0$ において、

$$s_{x-1,0} = N \text{ のとき, } a_{x,0} = D \left(\frac{a_{x-1,0}}{2} \right)$$

$$s_{x-1,0} = E \text{ のとき, } a_{x,0} = U \left(\frac{a_{x-1,0}}{2} \right)$$

iv) $0 < x \leq 4, 0 < y \leq 3$ において、

$s_{x,y-1} = N, s_{x-1,y} = N$ のとき、

$$a_{x,y} = U \left(\frac{a_{x,y-1}}{2} \right) + D \left(\frac{a_{x-1,y}}{2} \right)$$

$s_{x,y-1} = E, s_{x-1,y} = E$ のとき、

$$a_{x,y} = D \left(\frac{a_{x,y-1}}{2} \right) + U \left(\frac{a_{x-1,y}}{2} \right)$$

$s_{x,y-1} = N, s_{x-1,y} = E$ のとき、

$$a_{x,y} = U \left(\frac{a_{x,y-1}}{2} \right) + U \left(\frac{a_{x-1,y}}{2} \right)$$

$s_{x,y-1} = E, s_{x-1,y} = N$ のとき、

$$a_{x,y} = D \left(\frac{a_{x,y-1}}{2} \right) + D \left(\frac{a_{x-1,y}}{2} \right)$$

この漸化式から、各交差点の通過する回数を、簡単な式で表すことはできないが、条件のついた経路問題の事象の考察を十分に行ったと考えられる。

なお、通過する回数が偶数回か奇数回かで漸化式を立てることも可能であり、視点を変えると異なる式もできる。

次は、始めの標識と道の数を変えた類題である。解答は各自で求めてほしい。

問4 問3と同じルールで、始めの標識が図8のとき、1000回目の経路を示せ。



A2-4.4. 今後の展開

漸化式を学習する際、生徒たちは、いろいろな式のパターンから一般項を求めることに時間をかけ、このような事象を考察し数量間の関係や操作を漸化式で表すなど、漸化式の有効性を意識せずに学習を終えてしまうことが多い。そこで、このような問題に取り組み、その中で漸化式の有効性や拡張の可能性を感じてもらえたらと思う。

なお、この教材は、60期卒業生の吉里さんが、本校の教育実習で実践した教材である。彼は、漸化式を自ら立てるという感覚を理解し、それに対して意欲的になってほしいという思いから、このような教材を開発した。さらに、この教材の続きとして、最長部分列問題や最長共通部分文字列問題やナップサック問題なども実践しており、この続編として掲載していきたい。

(2015年 町田)

D2-2. 3次関数の性質と応用

関連分野：代数分野

高等数学：微分法

対象学年：高校2年生

関連単元：3次関数の性質

教材名：3次関数の性質を見抜く

〈関数を持つ様々な性質について考察する教材〉

中学から学習をする「1次関数」、「2次関数」の話題を高校において改めて取り上げることは多い。直線と放物線の関係に注目する問題や、図形と方程式などで扱う接線の問題、微積分などの問題など多岐に渡って扱われる。ここでは、高校2年生で初めて登場する「3次関数」について、中高一貫で学習する1次関数や2次関数を用いて性質を考察し、3次式の図形的な意味や、3次関数の特徴づける要素について学ぶ教材を紹介する。過去に発表した本校開発教材集の中でも多く扱われている『関数』についての教材を基礎にした、さらに発展的な内容となる。

3次関数のグラフについて、もっとも大きな特徴として挙げられる、点対称性に注目し、幾何的なアプローチから問題を解くことで、3次関数の性質を見抜く力を養うことを目標とする。

なお、指導対象となる高校2年生は本校の教材集で扱われているようなカバリエリの法則や、2次関数の面積の性質、関数の和と差などの教材が既習であることを付記しておく。

1-1. 3次関数の点対称性

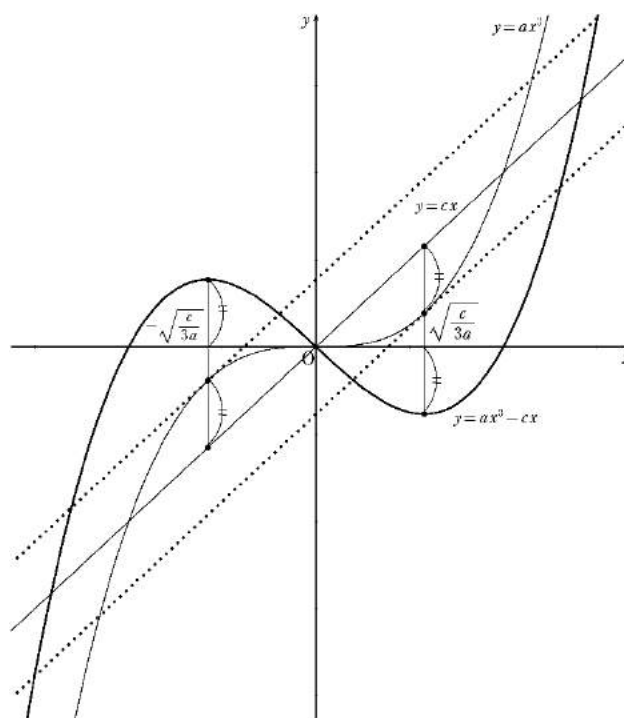
3次関数 $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$ は、まずは1回微分をして、極大値、極小値を求め、増減表を作り、グラフを描くという手順が一般的な解析の方法である。もちろん、ある点において点対称ではあるのだが、変曲点についての議論は2回微分が必要となるので、数学Ⅱで扱うことはできない。しかし、点対称の基準となる点を以下のようにして考えることで、3次関数の性質を見ることが可能となる。

また、点対称性を用いた3次関数の性質としてよく扱われる4等分性や、極値をとる点における接線の利用も実際の授業では扱った。また、接線の導出や微分法もすべて既習の段階でこの題材を扱ったので、できるだけ微分をしないで3次関数の解析はできないか、という問いかけをすることを心掛けた。

1-2. $y = ax^3$ のグラフと直線

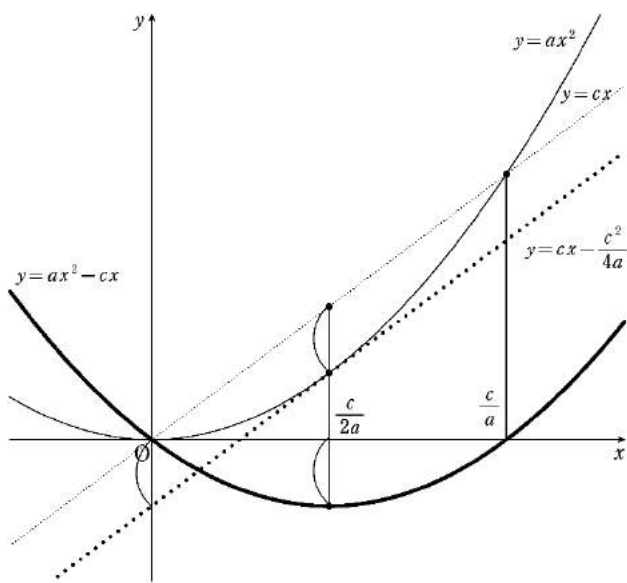
2次関数において、もっとも基本となるグラフは原点が頂点となる $y = ax^2$ である。すべての2次関数はこのグラフを平行移動したものであり、かつ、相似であることは言うまでもない。言い換えるとすべての2次関数の基準となる関数は $y = ax^2$ である。また、このグラフは y 軸について線対称であり、その性質は放物線の大きな特徴として扱うこととなる。

そこで、同様に、3次関数であれば、 $y = ax^3$ を基準にしたいと考えたいところではあるが、残念ながら2次関数のような相似性をもっていない。原点において点対称であることは明らかであるが、すべての3次関数はこのグラフを平行移動したものではない。そこで、 $y = ax^3$ と、 $y = cx$ のグラフの位置関係を考え、3次関数と1次関数の差をとった関数、 $y = ax^3 - cx$ のグラフについて考察する。



図のように、点対称の関数(奇関数)の差になるので、その対称性は維持されて、新たな関数は原点对称のグラフとなり、その極値をとる点というのは、 $y = cx$ と同じ傾きを持つ $y = ax^3$ の接線の接点の x 座標に一致している。それはグラフの位置関係を見れば明らかで、 $y = ax^3 - cx$ の極値は $x = \pm\sqrt{\frac{c}{3a}}$ の y 座標であり、その値は、 $x = \pm\sqrt{\frac{c}{3a}}$ における $y = cx$ と

$y = ax^3$ の差になっている。この関係は、2次関数と1次関数の差の関係でも同様のことがわかり、たとえば、 $y = ax^2 - cx$ とすると、 $y = ax^2$ と $y = cx$ の交点の x 座標は、 $x = 0, \frac{c}{a}$ となり、その中点 $x = \frac{c}{2a}$ がちょうど $y = ax^2 - cx$ の頂点の x 座標である。そして、中点 $x = \frac{c}{2a}$ における、 $y = ax^2$ の接線は $y = cx$ と傾きが同じとなり、先ほど述べた3次関数の場合と同様の関係が見ることができる。



ここで興味深いのは2次関数の場合も3次関数の場合も、差をとった1次関数と傾きが同じ接線の y 切片は極値に一致していることで、これも理由は図より明らかである。このような性質を考えることで3次関数の様々な問題について、微分に頼らない解法が生徒から提案された。

問題

関数 $y = x^3 - 12x$ の極小値とそのときの x の値を求めよ。

もちろんこの関数を微分することで極値を出すことができるのだが、 $y = x^3$ と、 $y = 12x$ のグラフを考えることで極値を導き出す。傾きが12になる $y = x^3$ の接線の x 座標は $x = \pm 2$ である。したがって、求める関数の極小値を与える x 座標は $x = 2$ であり、極小値は $2^3 - 24 = -16$ である。

2. 3次関数の点対称性とその応用

ここで任意の3次関数 $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ について、その変曲点をとる x 座標を3次関数の点対称性から、点対称の中心点と呼ぶことにする。そこで、その中心点は簡単な計算から、 x 座標が

$$x = -\frac{b}{3a} \cdots (\ast)$$

と表される。すなわち、すべての3次関数はこの中心点を平行移動したものであり、2次関数と同様に相似拡大したものと考えることができる。したがって、原点対称である関数、 $y = ax^3 - cx$ を平行移動することですべての3次関数を決定することができるのである。そのように考えて次のような問題に取り組む。

問題

関数 $y = 2x^3 + 9x^2 - 3x - 7$ が $x = \alpha$ で極大値 M をとり、 $x = \beta$ で極小値 m をとるとき、 $\beta - \alpha$ の値と $M - m$ の値を求めよ。

こちらは、微分法を学習する際に頻出する問題の一つで、定積分から求める解法や、微分した式から導出する2次方程式の解と係数の関係から求める手法など、多くのことを学ぶことができる問題として有名である。しかし、この問題も生徒から微分の使い方を工夫して計算量を圧倒的に減らした解法が提案された。

その方法は、与えられた関数をそのまま考えるのではなく、先述の関数、 $y = ax^3 - cx$ に平行移動するという方法である。

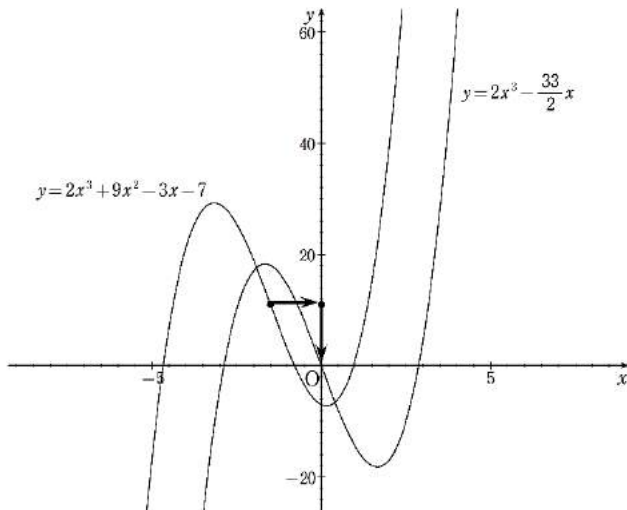
(解) この3次関数の点対称の中心は $x = -\frac{3}{2}$ であることから、その座標は $(-\frac{3}{2}, 11)$ であるから、 x 軸方向に $+\frac{3}{2}$ 、 y 軸方向に -11 平行移動すると、

$$y = 2\left(x - \frac{3}{2}\right)^3 + 9\left(x - \frac{3}{2}\right)^2 - 3\left(x - \frac{3}{2}\right) - 18$$

一見大変そうな計算ではあるが、結果は定数項と2次の項の係数は0であるから、1次の項のみの係数を計算すればよく、

$$y = 2x^3 - \frac{33}{2}x$$

となる。



この3次関数の極値をとる座標は、 $y = 2x^3$ と、 $y = \frac{33}{2}x$ のグラフの関係を考えて、 $y = 2x^3$ の接線の傾きが $\frac{33}{2}$ となるような x 座標を考えればよく、

$$x = \pm \frac{\sqrt{11}}{2}$$

のときとわかる。したがって求める値は、

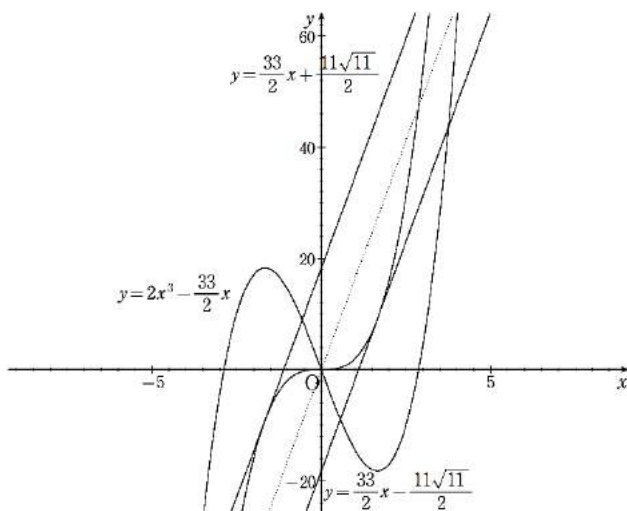
$$\beta - \alpha = \sqrt{11}$$

である。また極値の差は、 $y = 2x^3$ の $x = \pm \frac{\sqrt{11}}{2}$

における接線の y 切片の差を考えればよく、接線の方程式が

$$y = \frac{33}{2}x \pm \frac{11\sqrt{11}}{2}$$

より、 $M - m = 11\sqrt{11}$ である。



ここで、この結果に注目すべきは、接線の y 切片がそ

のまま極大値・極小値に一致していることが興味深い結果である。これは、関数の差を考えているためで、先述の 1-2 で扱ったことが根拠となっている。したがって煩わしい3次式の計算をすることなく極値を求めることもできる。

また、 $x = \pm \frac{\sqrt{11}}{2}$ は $y = 2x^3 + 9x^2 - 3x - 7$ の $y' = 6x^2 + 18x - 3$ で $y' = 0$ を解いたときに出てくる、解の公式の無理数の部分であり、この

$$y' = 6x^2 + 18x - 3$$

を2次関数でみたときに x 軸と交わる点であることがわかるので、この2次関数の軸を与える x 座標が3次関数の点対称の中心となっていることもわかる。

このようにこの問題では出てきた結果を眺めているようなアプローチで3次関数の性質を垣間見ることができた。

3. 3次関数決定問題への応用

問題

$x = 1$ で極大値 6 をとり、 $x = 2$ で極小値 5 をとる 3次関数を求めよ。

高校2年生で微分法を取り組む際に、とてもよく出題される典型的な問題で、一般的には極値をとる条件から $f'(x)$ を計算し、連立方程式を用いて計算する解法がある。しかし、すべての3次関数は上記の奇関数の平行移動と拡大で考えることができる。微分を使わず、最も基本的な3次関数として、 $y = ax^3 - cx$ を用いた解法を紹介する。こちらも生徒から提案された解法である。

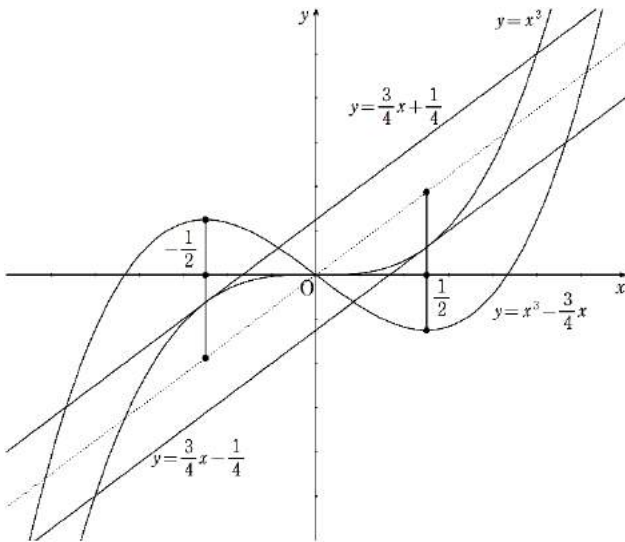
(解) まず、求める極値をとる x 座標と y 座標の差がそれぞれ 1 であることに注目する。

そこで、 $y = x^3$ の関数と原点を通る直線の関数の差を考えて極値をとる x 座標の差が 1 となるものを作ることを考える。すなわち、奇関数 $y = x^3 - cx$ を考えて、 $x = \pm \frac{1}{2}$ において極値をとるような関数を作ればよい。

これまでの問題とは逆に考えれば、 $y' = 3x^2$ より、傾きが $\frac{3}{4}$ である原点を通る直線 $y = \frac{3}{4}x$ で $y = x^3$ から差をとった関数、すなわち、

$$y = x^3 - \frac{3}{4}x$$

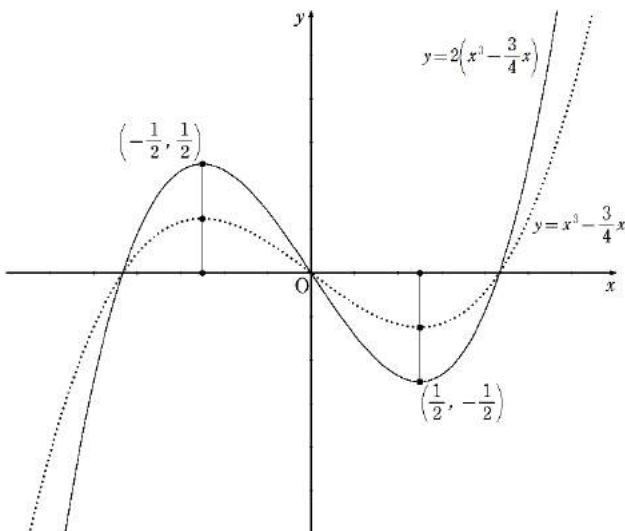
を考えればよい。すると、グラフは以下ようになる。



グラフより、 x 座標の差が1であるが、 y 座標の差は $\frac{1}{2}$ となる。そこで、この関数は原点对称であるから、 y 軸方向に2倍に相似拡大すれば y 座標の差は1となる。その関数は

$$y = 2\left(x^3 - \frac{3}{4}x\right)$$

であり、グラフは次のようになる。



また、題意より（極大と極小の平均が点対称の中心となる）、求める関数の点対称の中心は $\left(\frac{3}{2}, \frac{11}{2}\right)$ である

ことから、 $y = 2\left(x^3 - \frac{3}{4}x\right)$ を x 軸方向 $+\frac{3}{2}$ に y 軸方向 $+\frac{11}{2}$ だけ平行移動すればよく、求める関数は、

$$y = 2\left(\left(x - \frac{3}{2}\right)^3 - \frac{3}{4}\left(x - \frac{3}{2}\right)\right) + \frac{11}{2} \cdots (\text{※※})$$

となる。

ところで、(※※)の式を計算すると、

$$y = 2x^3 - 9x^2 + 12x + 1$$

となる。ここで、逆の操作を考えてみると、2次関数における平方完成の式変形とよく似ていることがわかる。3次の場合、点対称の中心を原点に平行移動する変形を考える際、「2次の項と定数項を0にする」ことができればよいということに気が付く。したがって、2次係数が0になれば、3次関数は平行移動し、 y 軸上に点対称の中心が来ていることがわかる。

すなわち、

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

から平行移動した関数、

$f(x - \alpha) = a(x - \alpha)^3 + b(x - \alpha)^2 + c(x - \alpha) + d$ を計算し、2次の項が0になるように α を決めればよい。したがって、このときの α は

$$\alpha = \frac{b}{3a}$$

であるから、 $f(x)$ の点対称の中心は、

$$x = -\frac{b}{3a}$$

という x 座標となる。これが前章にある(※)についての論証となる。

この問題についても、ただの計算問題ではなく、3次関数の性質を深く考察ができ、原点对称の3次関数を使って考えればどのような3次関数も相似拡大で関数決定ができるという結果になっている。

4. 接線への応用

本校開発教材集、「d3 2次関数の接線」において紹介されているように、2次関数の接線は連立方程式の重解条件を使うことで以下のように求めることができる。

★2次関数 $f(x) = ax^2 + bx + c$ の $x = \alpha$ における接線は、求める直線を $y = g(x)$ とおくと、 $y = f(x)$ との連立方程式の解が $x = \alpha$ で重解である

ことから、 $f(x) - g(x) = a(x - \alpha)^2$ である。
従って求める直線の方程式は

$$y = g(x) = ax^2 + bx + c - a(x - \alpha)^2$$

である。

ここでは、これを3次関数に拡張することを考える。
そこで、先述の3次関数 $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$
の点対称の中心は

$$x = -\frac{b}{3a}$$

であることを注意し、次の問題に取り組む。

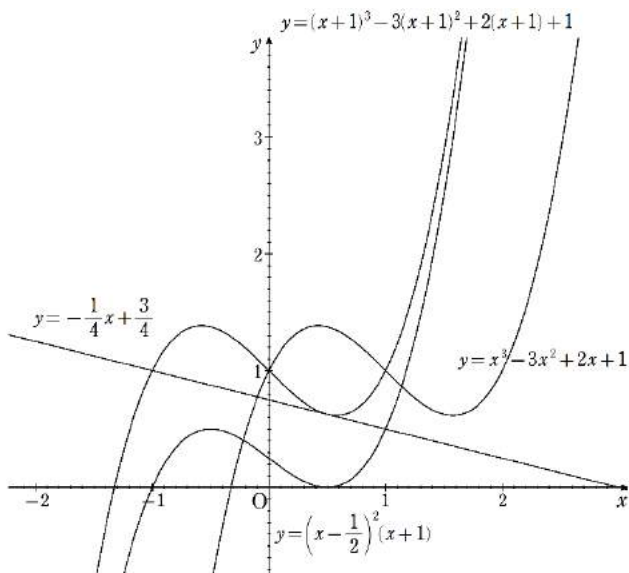
問題

$y = x^3 - 3x^2 + 2x + 1$ の $x = \frac{3}{2}$ における接線の方程式を求めよ。

もちろん、微分をすれば方程式を導出することも簡単ではあるが、ここでは、点対称の中心に注目し、その中心を y 軸上にするように平行移動を考える。

今、この関数の中心は(1, 1) であることから、 x 軸方向に -1 だけ平行移動する関数を考える。

$$\begin{aligned} y &= (x+1)^3 - 3(x+1)^2 + 2(x+1) + 1 \\ &= x^3 - x + 1 \cdots (*) \end{aligned}$$



この平行移動した関数は原点において点対称であることから、以下の図にあるように、 y 軸上に中心をも

ち、 x 軸上において $x = \frac{1}{2}$ で接しているような3次関数は

$$y = \left(x - \frac{1}{2}\right)^2 (x + 1)$$

と書くことができる。

従って、(*) の3次関数の $x = \frac{1}{2}$ における接線の方程式を $y = g(x)$ とおくと、(*) との連立方程式は $x = \frac{1}{2}$ で重解を持つような3次方程式で、その中心の

x 座標が y 軸上にある3次関数、すなわち、

$$x^3 - x + 1 - g(x) = \left(x - \frac{1}{2}\right)^2 (x + 1)$$

となり、

$$\begin{aligned} g(x) &= x^3 - x + 1 - \left(x - \frac{1}{2}\right)^2 (x + 1) \\ &= -\frac{1}{4}x + \frac{3}{4} \end{aligned}$$

である。求める接線の方程式はこれを x 軸方向に $+1$ 、だけ平行移動すればよく、

$$y = -\frac{1}{4}(x - 1) + \frac{3}{4}$$

となる。

中学代数の授業において、本校で開発された教材を様々な場面で利用し、高校1年生で今一度関数の基本的な性質に触れたあと、微分法の単元を改めてみると、それまでに培ったアイデアと、新しい発想で、計算練習ばかりになりがちな微分法の授業が本当に盛り上がる結果になった。

扱っている題材としてはとてもシンプルであり、どれも微分法の授業では典型とされるものばかりである。関数の性質を見極めることで、2次関数・3次関数で囲まれる部分の面積についても定積分をしないで取り組むことができる。何より、これらの考え方のベースはカバリエリの原理にあり、ここまでの授業で折に触れて扱ってきたことがこのような教材開発につながったと言える。生徒が自分でこのような解法を持ってきたときの盛り上がりは本当に楽しいものである。

(2015 三井田)

(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成

a. 数学科

1. 仮説

生徒の数学への興味・関心を高めるとともに、数学に対する理解を深め、数学を学ぶ意義を感じてもらうためには、中高の授業で学ぶ数学が将来どのように発展するのか、どのように活用されるのか等を知ることが有効である、という仮説のもと、各分野の最先端で活躍する外部の研究者に、1回90分で講演してもらう『数学特別講座』を実施している。したがって講義の内容は純粋な数学に限定せず、「統計」・「微分方程式」など数学を応用する分野も含めている。

2. 実施の概要

募集案内を配布して希望者を募り、期末考査後の特別授業期間中に講義していただいた。

本年度に実施した特別講座のテーマと日程・講師は以下の通りである。回数は平成14年度からの通算、テーマと内容は生徒への募集案内に記載したものである。

○第43回数学特別講座 『不可能立体の不条理の世界～見たものを信じてよいのでしょうか～』

日 時：12月9日（水） 13:30～15:00

場 所：オープンスペース

講 師：杉原 厚吉 先生

明治大学 先端数理科学インスティテュート 教授



内 容：(参加募集案内より一部抜粋)

百聞は一見にしかずといわれますが、見たからといって本当のことが理解できたと安心するのは危険です。なぜなら、実際とは違うように見えてしまう目の錯覚という現象があるからです。ここ

では、不可能立体を素材に使用して、映像から奥行きや立体を知覚する際の錯覚を観察し、なぜそのような錯覚が起こるのかを数理モデルを使用して考えていきます。

○第44回数学特別講座 『「高次」の統計学』

日 時：12月11日（金） 13:30～15:00

場 所：50周年記念会館

講 師：矢田 和善 先生

筑波大学数理物質系 助教



内 容：(参加募集案内より一部抜粋)

統計学の特徴の一つは、物事の精度を数学的に保証できるという点です。すなわち、統計学の背後には数学が隠れています。本講演では、二つの高次な統計解析手法とその背後にある高度な数学を紹介したいと思います。

3. 検証

受講後のアンケートによると、参加者の約90%が講座内容は今後の自分の学習に役立つと答えており、数学についての興味関心が高まったと思われる。

【アンケートの自由記述より抜粋】

(高1) 計算で不可能立体を作ってしまうのはとても興味深かった。(第43回)

(中3) 稜線のパターンや方程式から不可能立体を選別する方法は画期的だと思った。(第43回)

(中1) コンピュータも図形を間違えるというのが面白かった。(第43回)

(高1) 次元を上げると球面になったり軸上になったりして面白かった。誤差をださないようにすること、標本数を多くしすぎないで適切にすることにメリットがあると分かった。(第44回)

(中1) 統計学があらゆるところに深くかかわっていたので、かなり使えると思った。(第44回)

(文責：数学科 須田学)

b. 理科

b-1 物理分野

特別講座「人力宇宙エレベーターを構想する」

1. 仮説

規模が壮大で高いハードルが無数に存在するからこそ、現実のものとして捉えることは難しいテーマである。そこで、仮にハードルの幾つかを克服できたと想定し、他のハードルの克服可能性を探る作業を「フィジビリティ・スタディ」として導入することによって、自然界を多角的かつ客観的に捉え分析する力が身につくことを期待している。

2. 内容・方法

講師：佐藤 実先生（東海大学理学部講師）

日時：2016年3月15日（火）13:00～16:00

実施予定

場所：本校50周年記念会館

対象：中学3年生～高校2年生の希望者

実施内容：講義・実習

（文責：理科（物理）・真梶克彦）

b-2 化学分野

特別講座「核磁気共鳴（NMR）による

有機化合物の構造決定の理論と実験」

1. 仮説

化学科ゼミナール受講生対象の実習講座を開催した。この講座は数年間継続して実施しており、化学の研究だけではなく医療分野への活用もされているNMRを中心に様々な分光分析の理論や特徴について講義をしていただいている。様々な容量分析を修得しつつあるゼミ生が、機器分析による物質の分析方法を学ぶことで、研究への興味・関心が高まり、ゼミでの個人研究や理科課題研究に取り組む際のモチベーションの向上を期待する。

2. 内容・方法

2.1 プログラムの概要

講師：村田 滋 先生

（東京大学大学院総合文化研究科 教授）

日時：2015年11月14日（土）10:00～12:00

場所：東京大学教養学部駒場キャンパス16号館

対象：ゼミナール「分析化学」受講生

参加者：高校2年生 17名

実施内容：講義と施設見学、実習と演習

- ・NMRの理論（講義）
- ・NMR測定（実習）
- ・施設見学
- ・芳香族化合物C₉H₁₂の異性体の分析（演習）

2.2 生徒の評価・感想

アンケート結果：

- ・理解度：理解できた・まあ理解できた 88.2 %
- ・満足度：期待以上・期待通り 88.2 %
- ・学習効果：学習に役立った 100 %

生徒の感想：

- ・NMRがどのようなメカニズムで動いているか分かった。これがあれば、ほとんどの有機化合物の構造が決定できるのはすごいと思った。
- ・核スピンの話を初めて聞いて、興味深かった。
- ・NMRの原理については何となく理解できたが、スペクトルを読み同定するには経験が必要だと思った。この機械は大変魅力的で今後使う機会があることを強く願っている。
- ・実際の研究現場を見ることが出来て、良い刺激となった。
- ・説明が分かりやすかった。
- ・IRとグラフが逆になっていて面白かった。
- ・高校の授業で扱うことのなかった核磁気共鳴を利用した物質の同定の仕組みを学べたのが良かった。

3. 検証

NMRの仕組みと測定の理論、チャートの読み方などを一斉講義形式で行った後、2グループに分かれて実習や演習をしていただいた。講義と実習はゼミ生にも理解できるように丁寧にしていただいたので、ほとんどのゼミ生が未知試料C₉H₁₂のチャートを読み、同定することが出来ていた。また、大学構内の研究施設を垣間見ることで、このあとで始まるゼミでの個人研究や自分が夢見ている研究者生活へのモチベーションが向上した生徒も見受けられた。

（文責：理科（化学）・吉田哲也）

c. 国語科

1. 仮説（指導の目標）

国語科では、科学という営みを社会の中でどう位置づけるのかを考える機会を生徒に提供するため、次のような指導目標を設定している。

①中学生の段階において、生徒の論理的思考力を養成すること。

②高校生の段階において、科学史や科学哲学の文章読解能力を涵養すること。

2. 方法（指導の実践例）

2.1 中学1年国語「協働して意見文を作文する」（東城）

ここ数年、中学低学年で「大切な権利」について述べる意見文作成を行っている。今年度は特に作文を書き始める前の対話の過程を重視した。発言することに安心感のある場を維持すること、お互いに根拠を提示しあいながら論理的な意見を構成することを目指している。執筆過程では、これまでと同様「意見と事実の違い」「接続詞を重視した論理関係の指示」の講義と実習を行い、論理的な意見文とは何かを考えさせた。また、作成した意見文について高校生にアドバイスをもらい、改稿する過程も設定した。同級生よりも経験を積んだ立場で考えられた論理性について知ることを目指している。

2.2 中学2年国語「小グループ活動による読解の深化」（関口）

国語では文学的文章、論理的文章などさまざまなタイプの言語表現を学ぶが、今年度は説明文、小説、詩のそれぞれの単元で、課題（問題）解決型学習を意識した実践を行った。論理的文章の読解だけでなく文学的文章の場合も、解釈を成立させるためには対象となる言語表現の分析を行い、それを元に自分だけでなく他者を納得させるための論理を作り上げなければ、作品を媒介としたコミュニケーションが成り立たない。小グループでの活動は、まずそのグループ内で多様な意見を交わし合うことで、疑問点を明確にしたうえでそれを解決するステップがある。それを踏まえて、クラスでの発表作業を行い、小グループでの検討をもう一度見直す機会とした。

ともすれば与えられた読解の課題の解答を探すことに終わりがちな文章読解だが、自分の持つ疑問点を明確にし、他者への伝達を意識した論理性を持つ

た表現を作成する今回の取り組みによって、論理的思考力の実践的な養成につなげることを意識した。

2.3 高校2年現代文「「論理」について考え、幅を広げる」（東城）

中学段階・高校低学年段階では野矢茂樹等のテキストを用いながら記号論理的な論理について一通り学んでいるが、今年度は別の視点から「論理」を捉えなおす機会を設定してみた。詩や随筆の読解を通じ、音韻・語調などの音声の論理、隠喩・換喩などのレトリックの論理があることを学び、日ごろわれわれが「論理」と呼んでいるものが何であるのか、「論理」とは何なのかを反省的に捉えさせた。

これと並行して、中学1年生の意見文へのアドバイスをを行った。年上の立場から「より説得力のある意見文にするには」という視点で読ませ、改善点をまとめさせることで、ここでも各自に「自分は何を論理性と捉えているのか」を意識させてみた。

2.4 特別講座

2016年1月19日に、巖谷國士先生（明治学院大学文学部名誉教授）による特別講座「手塚治虫の初期作品—科学とユートピア—」を開催した。

巖谷先生には、手塚治虫の生い立ちとその時代に関する詳細な解説を背景に、初期作品の中に現れた作者の科学観を、作品の表現に即してご講演頂いた。彼の代表作とされるテレビアニメ『鉄腕アトム』を本人が失敗作と断っていた理由や、彼が憂慮していた科学の未来の問題点などについて、商業主義の持つ問題や、科学と科学技術の相違を語源に遡った上で歴史的視点から詳しく解説していただき、科学のとらえ方を深く学ぶ機会となった。

3. 検証（指導の結果）

1で指導目標を中高別に掲げたが、今年度の授業実践においても、①②を包括した形で担当学年に応じた指導を行うことができた。

2.1と2.3では、異学年間でのコミュニケーションによって、双方にとってそれぞれ有益な学びの機会ができた。また、広く言語表現と論理性を捉えることで、2.2や2.3に見られるように、記号論理的な文章表現にとどまらない論理性についても考え、実践的に理解する取り組みが行われた。思考力・読解能力の涵養の先には他者に説得的・論理的に伝達する表現力が求められるが、それに関してもさまざまな形で指導を行うことができた。

（文責：国語科・関口隆一）

d. 地歴・公民科

「科学者の社会的責任を考える」

1. 仮説

「科学者の社会的責任を考える」授業づくりの一環として、第2期 SSH の後半より実施している水俣実習を今年度も行った。高校2年生で実施しているゼミナール「水俣から日本社会を考える」の現地実習である。実習では、水俣病に関連する施設を訪問し、水俣病に関わっている方々から実際に聴き取りを行った。実習により、授業で学んだことをより深く認識できることや、水俣病の多面性に気づくことが期待できる。

また、「科学者の社会的責任」に関する授業づくりと並行して、今年度も研究者による講演会を実施する。今年度は、本校の卒業生でもある哲学者から科学と哲学の関連について講演をしていただく予定である。

2. 方法

2.1 水俣実習事前学習

事前学習に関しては、以下の2冊をテキストとして使用した。

1. 高峰武編『水俣病小史（増補三版）』熊本学園大学・水俣学ブックレット（熊本日日新聞社）2013年
 2. 栗原彬編『証言・水俣病』（岩波新書）2000年
- さらに映像資料を使い、当時の状況についてイメージをもたせた。それらを準備した上で、具体的な訪問先を生徒に設定させ、質問票を事前に送付した。今年は高校2年生の生徒14名が参加し、1名の教員で引率した。

日程：2015年8月4日（火）～7日（金）

行先：熊本県水俣市、熊本市

内容：4日午後 総論「水俣を知る」

水俣病関連の場所見学

5日～7日午前 フィールドワーク

2.2 水俣実習の内容

8月4日、水俣に到着後、水俣病問題に長く関わってこられた遠藤邦夫さん（相思社）から水俣病問題の本質についてお話を伺った。その後、西和泉さん（環不知火プランニング）の案内で親水護岸や湯堂などを見学した。2日目の午前、水俣資料館等をまず見学し、語り部である南アユ子氏のお話を伺った。午後はジャーナリストとして水俣病に関わった西村幹夫氏から聴き取りを行っ

た。さらに「ガイアみなまた」という水俣病患者を支援する組織で働く高倉史朗氏を訪ね、水俣に移住した経緯や水俣病問題に対する思いを聞かせて頂いた。夜は患者家族である杉本肇氏から家族が患者となり生活がどのように変化していったかについてお話をうかがった。

3日目は、午前中に水俣市役所でフィールドワークの発表を行っていた慶応大学の発表会に参加した後、相思社の運営する水俣病歴史考証館を見学した。午後は共同作業所「ほたるの家」をたずね、胎児性患者である坂本しのぶ氏、患者である生駒秀雄氏からお話を聞いた。さらに夕方からはJNC株式会社水俣製作所（旧チッソ）を見学した。夜は、熊本学園大学の宮北隆志先生や水俣病を語り継ぐ会の吉永利夫氏を囲んで、ディスカッションを行った。4日目の最終日には、熊本県庁の中田幸一氏および熊本日日新聞の石貫謹也氏から、水俣病とご自身との関わりについてお話を伺った。

2.3 「科学者の社会的責任」講演会

今年度は、名古屋大学教授の戸田山和久先生から「科学と哲学のスキマで・・・」をテーマにお話して頂く予定である。（3月14日）

3. 検証

水俣実習

大変に充実した4日間の実習であった。生徒からは、これまで患者対企業という二項対立でとらえていた水俣病像が大きく変化したことが窺えた。それは以下の生徒の感想にもあらわれている。

「今回のフィールドワークでは、とりあえず一ついえることがあるとすれば、さまざまな立場の人が三者三様の考えを持っていて、現地に赴けばなんとなく行く前より多くの知識で明快な答えが出るも期待していた僕にとっては、かえって混乱してしまったということだ。このことに通ずるがよく『水俣病は終わっていない』と言われている。その背景には多種多様な立場と視点と考えがあって収束する点がないからだと思う。僕も現地に行って、実際に患者さんを見て語り部さんの話を聞いて終わっていないことを明確に実感した。」

書籍や映像から抱いていた知識やイメージが、現地を訪れることで鮮明になると同時に、多様な視点が加えられたことがわかる。来年度からは、ゼミ学習が課題研究となるので、さらに探究を深めていきたい。（文責：地歴科 大野 新）

(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成

e. 保健体育科

1. 仮説

健康・スポーツ科学の科学者・技術者にとって、身体運動の原理を学ぶことは必要不可欠である。身体運動は、運動学、生理学、解剖学、力学などの学問分野によって説明される。近年、ハイスピード（HS）カメラの普及により、手軽に身体運動を撮影することが可能になった。今年度、保健体育科は、「真夏のスポーツサイエンスラボ」と称してサッカーの無回転シュートの習得を目指す講座を開講した。運動の撮影および見本との比較が、運動原理の学習と技能向上に効果があるかどうかを検証した。

2. 実施の概要

スポーツの技術を習得するための近道は、対象となる運動技術（今回はサッカーの無回転シュート^[注]）の原理を学び、自分の動きと見本の動きを比較して、その違いを見つけることである。真夏のスポーツサイエンスラボでは、HSカメラで自分の動きを撮影し、その場で見本との比較を行った。「撮る→比較する→違いを見つける（考える）→練習する」のサイクルを回すことで、運動の原理を学ぶとともに、対象となる運動技術の習得や向上を目指した。

日時 2015年8月4日（火）13:00～16:00
場所 本校グラウンド
対象 高校1年生4名



図1 側方と後方にHSカメラをセット



図2 撮影



図3 見本動画（原理）と自分の動きの比較

3. 検証

参加した生徒は、本企画の前は無回転シュートを蹴ることができない、あるいはまぐれで蹴ったことがある程度であった。しかし、最終的には全員が蹴ることに成功した。成功率は、生徒Aが30%、生徒Bが12%、生徒Cが10%、生徒Dが20%であった。「無回転シュートの技術（合理的な蹴り方）を理解できたか」という問いに対して、3名が「すごく理解できた」、1名が「そこそこ理解できた」と回答し、運動の原理を学ぶことに寄与したと考えられる。「動作の撮影および見本との比較は、技能の習得・向上に有効な手段だったか」という問いに対して、4名が「有効な手段であった」と回答した。HSカメラによる撮影と見本との比較が有効であることが示唆された。

[注]実際にはわずかに回転するシュートを含む。

（文責：保健体育科 徐 広孝）

IV. 実施の効果とその評価

ここでは、外部講師による「講演会・実験講座等の効果と評価」、および「国立台中第一高級中学での研究発表に対する評価」、校内プロジェクト4および英語科による「国際交流プログラムの評価」、数学科による「数学的思考力を育てる教材の開発と普及についての評価」について記載する。

a. 講演会・実験講座等の効果と評価

<数学関連 M>

M1：12月9日（水）「不可能立体の不条理の世界
-見たものを信じてよいのでしょうか-

M2：12月11日（金）「高次の統計学」

<理科関連 S>

S1：3月15日（火）実施予定

「人力宇宙エレベーターを構想する」

<総合講座 G>

G1：1月19日（火）

「手塚治虫の初期作品 -科学とユートピア-

G2：3月14日（月）実施予定

「科学と哲学のスキマで…」

2. 調査結果

Q1 講座・講演会の内容を理解できたか (%)						
	参加数	よく理解できた	まあ理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった	無答
M1	33人	48.5	42.4	6.1	3.0	0
M2	20人	5.0	50.0	40.0	5.0	0
M平均	26.5人	26.8	46.2	23.1	4.0	0
G1	21人	38.1	61.9	0	0	0
全平均	24.7人	30.5	51.4	15.4	2.7	0

Q2 講座を受講した動機(複数可) (%)							
	参加数	受講が必須	おもしろそう	役に立ちそう	講師にひかれて	友人に誘われて	その他
M1	33人	9.1	90.9	15.2	3.0	6.1	12.1
M2	20人	0	90.0	40.0	0	0	10.0
M平均	26.5人	4.6	90.5	27.6	1.5	3.1	11.1
G1	21人	0	100	4.8	9.5	0	0
全平均	24.7人	3.0	96.3	20.0	4.2	2.0	7.4

Q3 講座の内容は期待通りだったか (%)							
	参加数	期待以上	期待通り	ほぼ期待通り	少し期待はずれ	期待はずれ	無答
M1	33人	69.7	21.2	9.1	0	0	0
M2	20人	55.0	25.0	15.0	0	5.0	0
M平均	26.5人	62.4	23.1	12.1	0	2.5	0
G1	21人	23.8	52.4	19.0	4.8	0	0
全平均	24.7人	49.5	32.9	14.4	1.6	1.7	0

Q4 講座内容はあなたの学習に役立つか (%)						
	参加数	大いに役立った	役立った	あまり役立たなかった	役立たなかった	無答
M1	33人	42.4	48.5	9.1	0	0
M2	20人	25.0	60.0	10.5	5.0	0
M平均	26.5人	33.7	54.3	9.8	2.5	0
G1	21人	19.0	66.7	14.3	0	0
全平均	24.7人	28.8	58.4	11.3	1.7	0

Q5 感想など

- ・脳が直角を好んでいるという考え方が面白いと思った。錯覚の作り方まで教えて頂けて良かった。(M1)
- ・目が映像に追いつけるまで進化していない、という話は興味深かった。(M1)
- ・一部かなり複雑な数式が出てきたように感じられたので、そこは深く理解できなかったが、統計の正確性についての評価方法が興味深かったです。(M2)
- ・始めのほうは教科書で一度読んだことがあったので分かり易かった。だんだん初めて聞く内容についてはわからないところが少しあったが、アニメーションがあると意味が分かった。将来気象の道へ行くことも考えているので、その時は統計を使って取り組んでいきたい。(M2)
- ・日本語の意味、今回でいうと「科学」などを考察するとき、他言語(フランス・英・ギリシャ・ラテン)でとらえるもののとらえ方が勉強になった。「科学」と「科学技術」のちがいが納得だった。(G1)
- ・「科学」とは何か、ということをも前から授業などで考えていたが、今回のお話を聞いて、更によく分からなくなった気がする。(G1)

一部、受講が必須の場合を除き、ほとんどの生徒が自主的に講座に参加している。このため、内容について大多数の生徒が「期待通り」「ほぼ期待通り」(Q3)と回答している。数学関連講座は特にM2のように難度が高く、内容が高度であるにも関わらず、生徒の満足度が高いのは特筆すべき点である。生徒にとって身近な話題から入り科学に対する姿勢を考える端緒となった点で、G1の講座もユニークであり効果的であったと見られる。

(文責：研究部 仲里友一)

b. 台湾台中第一高級中学との 交流プログラムの評価

1. 仮説

台湾台中第一高級中学での国際交流プログラム第2日目には、双方の学校の代表生徒が科学に関する研究発表を英語でプレゼンテーションする取り組みを行った。その際、会場にいる聴衆にもそれぞれの研究内容やプレゼンテーションの完成度を“Presentation Evaluation Sheet”という評価票に記入させる試みが2013年度よりなされており、今年で4回目となる。これによって、発表後に行われる質疑応答の時間に議論し尽くせなかった問題や、発言の機会を逸してしまった質問や感想をより多くの聴衆から吸い上げることができる。また同時に、この記録は発表者が自らの発表を振り返るためにも十分に有益であると考えている。

2. 方法

研究交流発表会の開始前に以下の3点の評価項目で構成される評価票“Presentation Evaluation Sheet”を双方の学校の生徒に配布し、生徒自身の印象に残った発表について英語で記入してもらった。学校同士の交流が主目的であるため、本校生徒は台中一中生徒の発表を、台中一中生徒は本校生徒の発表を評価するよう計画した。評価項目(観点)は、例年同様、次の①～③の3項目に分け、それぞれを5段階(1～5)で評価し、それぞれコメントを記入する欄も設けた。発表会終了時に自校の発表生徒に他者の評価を還元するため、相手校が評価した評価票を回収した後、分析・検証を行った。

<評価項目>

- ① (主に研究内容にかかわること)

Organization (well-organized, sequential information, easy for audience to follow), **Statement** (basic reasoning, logical conclusions, adequate evidence)

- ② (主にスピーチにかかわること)

Speech Mechanics (speaks loudly and clearly, captures and maintains audience interest in message), **Physical Composure** (maintains eye contact, gesture appropriately)

- ③ (主にスライド・資料作成にかかわること)

Visual Support (visuals/slides) are appropriate, support presentation, handouts(abstracts) are neat and correct)

<評価区分>

5: Excellent 4: Good 3: Average

2: Below Average 1: Poor

3. 検証

項目ごとの評価平均を昨年と比較すると、項目①は平均4.4から4.5へ上がり、項目②は4.3から4.2に下がった程度で大きな差はなく、概ね高い評価であった。質疑応答の時間では本校生徒の発言が多く、積極的に発表を聴いていたことが伺えたが、台中一中の評価票からも、台中一中の生徒も積極的に発表を聴いていたと判断できる。

研究発表が多岐に渡り、過密なプログラムの中に評価を盛り込んだため、評価票に記入する時間を十分に取れなかったことが課題である。また、他者の発表を聴いて、生徒がその場で理解するには高度な内容を含む発表も多い。そのため、交流研究発表会をさらに活性化させるためには、お互いの学校が研究要旨の冊子を事前に作成し、なるべく早く交換することが必要である。

テーマ	研究分野	項目①	項目②	項目③
"DSL" on Ruby	情報	4.4	3.9	4.3
Why Has VOCALOID Become Famous	一般	4.2	4.3	4.6
Research on the Taste of Potato Chips	化学	4.4	4.6	4.4
Synthetic Geometry and Conic Section	数学	4.6	4.4	4.5
The Continued Fraction Expansion of Quadratic Irrations	数学	4.6	3.7	4.6
Activated Carbon	化学	4.6	4.3	4.5
Minamata Disease	環境科学	4.6	4.5	4.6
評価平均		4.5	4.2	4.5

4. 交流プログラム参加生徒の声

以下は、参加生徒の実際の感想文である。

・4日目は一日中研究発表。全員無事に上手くいきました。去年からのプレゼン経験もあって、プレゼンへの抵抗はかなり少なくなりました。質疑応答はずっと危惧していましたが、質問をしてくれたのが去年からの友達だったので優しい感じでほっとしました。発表後にも、複数の台中生が個人的に質問してくれて、彼らの意識の高さを感じました。その後は交流会を終え、台中生案内で夜の街を散策。新たな知り合いもできて、去年からの知り合いともまた話せて、いい思い出になりました。(昨年度、高1として参加し、今年度は生徒代表として参加したU君)

・5月。台中生が筑駒にやってきた。バディというのは面倒くさそうで初めはやる気が無かったが、自分の拙い英語でもなんとかコミュニケーションができたので面白かった。そこから国際交流に興味をわき10月の中国の高校生のバディ、そして今回の台中一中との研究交流会に参加するに至った。11月。文化祭が終わり、台中で発表する化学実験を開始した。僕は仲間と Activated Carbon (活性炭)の研究、特にその吸着性能について研究した。条件を変えて何度も実験をするために11月中旬からはほぼ毎日、放課後に化学実験室に残って実験をした。本番前は仲間とともに発表の練習やパワポ修正を朝の3時くらいまで行った。おかげで目立ったミスは無く発表は成功したと思う。

(化学分野で発表したU君)

・はじめ僕は「何とかなるだろう」という短絡的な気持ちでこの台湾研修に申し込んだ。チームが決まってからも、僕たちはこれといった研究の準備をしていなかった。筑駒生の代表として選ばれたにもかかわらず、しっかりとした自覚がなかったのだ。そんな僕たちの怠慢な態度に先生方は、愛のムチをくださった。(中略)僕たちは、このような先生方のご期待に応えるべく、必死になって研究の準備をした。結果的に満足のいく研究にまで仕上げることができなかったが、発表が終わったときの達成感は大きかった。そしてこの研究発表を通して、人に研究成果を発表するとはどういうことなのかを実感し、新しい考えなどに触れ、人として成長できたと感じている。(環境問題について発表したI君)

・台中一中への訪問は向こうの生徒との違いや互いの特徴を強く意識することが多かったように感じる。(中略)生徒はというと、少なくとも発表会に参加していた生徒は英語が堪能で学問的なことに強く興味を持っているだけでなく、僕たちのような外から来た人間と積極的に関わってこうとしていた。授業で隣になった生徒は僕と話そうと質問をたくさんしてきた。また、セレモニーや発表会の時に台中生たちがみせた独特のノリのようなものがあって、それは自分たちと通じるころがあるなあと思った。(中略)とにかく、最も印象的だったのは先ほども書いた台中生たちの積極的な姿勢である。自分ももっとこれが必要だなというこの思いを今回の最大の収穫としたい。(化学分野で発表したA君)

5. おわりに

以上見たように、最初は必ずしも交流に積極的でなかった生徒も、実際バディを体験して興味を持つようになる。研究にしても、はじめは真剣さが足りなかったところを、教師や仲間のアドバイスで「研究とはいかなるものか」を実感して最後は必死で準備したことにより、人間的な成長を実感するようになる。また交流を通じて、台中一中生徒の積極性に刺激を受けたりする。生徒の声からも、非常に有意義な交流プログラムであった。

また、参加生徒だけでなく、学校に戻ってから学年などで「国際交流報告会」を実施し、体験していない生徒へのフィードバックも行った。こういう報告会を実施することで、交流した生徒にとっても体験の内在化を促すことになり、双方ともによい効果を促すものと考える。



学年報告会の様子

(文責：研究部・更科元子 / 英語科・八宮孝夫)

c. 国際交流プログラムの評価

1. 前提

台湾国立台中第一高級中学との交流事業は本校が実施しているが SSH 関連の国際交流として最大のものである。本校が台湾を訪問するプログラムについては、前掲bに記載しているために省略する。ここでは、台湾からの受け入れについて、交流授業を行った授業担当者と、台湾生徒の一人一人に密着して案内を行ったバディへのアンケートを通じて、受け入れプログラムの評価を行うこととする。



平成 27 年度は、5 月 27 日（水）に国際交流日を設定して特別な時間割を編成し、台中第一高級中学の生徒を受け入れた。歓迎式典の後、午前中の 2 時間、高校 1・2 年生の授業に各クラス 6~7 名程度が混ざって授業を行った。授業後は昼食・研究発表会・記念撮影・部活動の見学や参加を行い、17 時頃に解散した。今年度実施された授業は、以下の通りである。

- 漢文 「中国語で漢詩を朗読してみる」
- 数学 A 「The dual operation」
- 数学 B 「平面ベクトル」
- 物理 「Stability of Rigid Body」
- 化学 「Chemical Experiment Quantitative Analysis of Crystal Water in Sodium Acetate Crystal」
- 生物 「The Mechanism of Blood Clotting」
- OC I 「Cool Japan」
- OC II 「Special Program for the Academic and Cultural Exchange Day」

2. 授業者へのアンケート結果および分析

①交流授業の工夫

本校が海外からの生徒を授業において受け入れる際、これまでは特別な授業を実施せず、「通常の授業を観て、参加してもらおう」というスタイルをとってきた。しかし、今年度実施された 8 つの授業すべてにおいて、授業者は台湾からの生徒を十分に意識した教材・展開を用意していたことが確認された。授業の形式を大別すると、語学系授業・実験への参加・講義形式で英語教材を用意したもの、に分けることができる。

・語学系授業

漢文の授業では、授業者が中国語に堪能であることから、訪問生徒の授業内容への理解がスムーズに進んだ。また、中国語音のルビを振った教材を配布し、本校の生徒に発音させるなどして交流を図った。カタカナ中国語が訪問生徒に通じたときには歓声が上がり、大いに盛り上がった。

英語の OC I では、5~6 人の本校生徒のグループ内に訪問生徒一人を入れ、日本文化の魅力について話し合ってもらった。アニメなどの共通した趣味を見つけることができ、大いに盛り上がった班が多かった。

OC II でも同様にグループ分けをし、お互いの自己紹介や班別のテーマについて話し合いを行った。最初は互いに緊張していたが、時間とともに打ち解け、英語以外を用いたコミュニケーションを試みた班もあった。

・実験への参加

物理・化学・生物の理科系授業においては、全て実験を行い、訪問生徒を参加させる形態をとった。

物理では、ワインホルダーとボトルが一体となって静止している理由について、剛体の静止条件から説明を試みた。訪問生徒はおおむね理解していたようで、本校生徒と積極的にコミュニケーションをとって課題に取り組んでいた。ただ、本校生徒が説明をする際、水平・垂直・平行・内分等の専門用語をどう伝えるかで苦勞をしていた。

化学においては、酢酸ナトリウム結晶に含まれる結晶水の割合を実験により求めた。以前の授業ですで行っていた実験を、本校生徒がはじめにおこない、説明を加えさせた。本校生徒に対して日英併記の実験プリントを事前に配布しておき、

読んでおくように指示をしていた。そのため、実験とその結果の考察もスムーズにできた。

生物では、ブタの血液の凝固について、温度などの条件を変えて考察した。班によって交流の度合いは異なるが、結果について相談させることでコミュニケーションがとれていた。ここでも英語のプリントを用意しており、訪問生徒に対してスムーズな理解を促した。

・講義形式で英語教材を用意したもの

数学Aでは、正多面体の双対多面体において、ペアになっている多面体を探し、ある正多面体の双対多面体のさらに双対多面体はもとの多面体になることを確認する、等を行った。授業者はすべて英語を用いて授業を行い、コミュニケーションを活性化させる狙いで、授業の難易度を意図的に下げた。訪問生徒も本校生徒と同等の能力をもっていると思われ、彼らにとってはやや簡単であったというコメントがあった。

数学Bでは、前半に並行ベクトルにおける並行の定義を確認していくつかの必要十分条件を証明し、後半では平面ベクトルの内積を定義した。前半部分についてのみ、英語のプリントを準備したため、訪問生徒に対する働きかけも必要なく、交流する場面はあまりなかった。後半は日本語のみで、説明も多い文章であったため、本校生徒のサポートがかなり大変であった。スムーズな交流を促すためには、短めの日本語でプリントをつくるなどして、本校生徒の負担にならないような教材を用意する必要があるかもしれない。

②バディの感想

訪問生徒に付き添った本校生徒の感想を、2名文掲載したい。

非常に楽しかった。国際交流っていうのは、こんなにも面白いのかと思った。会話が伝わった時、笑ってくれた時など様々な瞬間が楽しかった。しかし、自らの英語力の足りなさを痛感したひとときでもあった。次への課題は、英語をより話せるようになることだ。

国際交流の喜びを十分に味わってくれた様子が伝わる感想であり、学校として取り組んでよかったと素直に感じるができるものである。さらなる交流を深めるために、現時点での自分を見つめ直し、英語力を高めるといった具体的な課題を発見し、取り組む姿勢を見せていることもうれしい

限りである。

台中生徒が漢詩を中国語で読んでくれたり、普段の授業では体験できないようなことができてよかった。また、僕個人としては台湾と日本語の言語の違いなどについてバディと話ずることができてとても良かった。バディ以外の人も台中生徒と交流（対話）すればもっとお互いのためになると思った。僕が釜山に国際交流に行ったときはたくさんの生徒がそれぞれいろいろな話題で話しかけてくれ、そこから知ることも多かった。

この生徒も交流することの楽しさを学んでくれたようで、とくに漢文の授業における文化的な比較に興味を示した様子がうかがえる。ただ、本校のバディ以外の生徒の、やや消極的な様子になっているようだ。本校では、韓国釜山の国際高校とも交流を行っており、彼は参加経験をもつ生徒であるが、現地における受け入れ生徒の対応と比べ、本校生徒の受け入れ態勢に物足りなさを感じている。本校だけではなく、わが国の生徒一般に引込み思案な傾向があると思われるが、交流を意識した授業やその他のイベントを通じて、学校側がいかにかその壁を低くしてあげるかが今後の課題となろう。



3. 総括

交流授業については、これまで本校の教員がどのような授業を行っているかについて互いにあまり知らなかった。調査をすることで成果と課題を共有し、今後、より効果の高い交流を実現する可能性が高まった。またバディの感想にあるように、国際交流の効果は互いの距離を縮めるうえで絶大であるため、今後もより良い授業・イベントの開発に力を入れていきたい。

(国際交流研究開発プロジェクト委員長 宮崎大輔)

d. 数学的思考力を育てる教材の開発と普及についての評価

1. 仮説

本校数学科では、「創造的な教材・指導法及びカリキュラムの開発—中高6ヶ年から大学へ—」と題して、これまでSSH事業3期14年間にわたり教材を開発し、本校教育研究会や本校主催の数学科教員研修会(SSH交流会支援による実施を含む)で発信、普及を試みている。教材の開発においては、教員個人の日々の授業における教材研究、授業実践を通しての生徒とのやりとり、本校数学科内での共有、成果としての開発教材の蓄積と発信を一連の流れとして実践している。これを継続的に行うことで、生徒に対しては知的好奇心を高め、課題研究などの活動を活性化する基盤をつくる。またSSH校、ひいては全国の数学科教員にとっても、必要な情報を集積し、提供することができるとの仮説をとっている。

2. 方法

上記の仮説に対して、本年度に開発された教材についての実践・普及の場である教育研究会、数学科教員徳島研修会のアンケート資料、および生徒の授業ワークシート(自由記述)等の資料から、取組に関する評価と検証を行う。

3. 検証

《教材の開発について》

教育研究会において、授業後に中学生が実際に授業で用いたワークシートを回収した。授業内容についての感想や意見を求めた自由記述欄には、授業中に発表した生徒の名前が多く登場し、「ずっと〇〇君の案を考えていたが、最後に△△君の意見をきいて、それが正しい気がしてきた。定義によって答えが変わるのが面白かった」「みなさま画期的だと思った」などの感想が見られた。また、「生徒参加型なので、自由な感じでよかった」という感想もあった。

授業のなかで多様な視点や考えを持った生徒を巻き込んで深まる教材が、生徒の学習意欲や知的好奇心、ひいては数学的思考力を高める上で効果があることが、ここから示唆される。実際、本校数学科内で日々行われる教材検討でも、教材に対する生徒のレポート等を契機に検討が深まることは多く、これを裏付けていると考えられる。

《教材の普及について》

本校教育研究会では、数学科は2009年以降隔年で中学・高校の授業実践と研究協議を行っており、近年ではつねに100名を超える参加を得ている。

年度	2008	2009	2011	2013	2015
参加者数	61	112	121	116	116

教育研究会で数学科が授業を行わない年度には、本校を会場とする数学科教員研修会を独自に開催し、他校も交えながら教材研究や実践報告を行い、SSHに限らず数学科の教員を広く対象とした開発教材の報告と情報交換の場としている。これも以下の通り、例年多数の参加を得ている。

年度	2009	2010	2011	2012	2014
参加者数	90	129	95	94	212

さらに、東京の研修会に参加しづらい地域では、本校と現地会場校との共催という形で、SSH数学科教員研修会を毎年夏に実施している。

年度	2011	2012	2013	2014	2015
開催地	熊本	香川	岡山	釧路	徳島
参加者数	87	28	40	46	36

特にこの研修会は、東京で実施する大人数の研修会に比べて、本校の取組に対するより具体的な参加者の意見を聞くことができるのが特徴となっている。以下はアンケートからの抜粋である。

・数学でSSHの課題研究をするというのが、本校ではほとんどなくて、どういう内容で他校で実施しているのかがよくわかって、今後の参考になりました。

・1つのテーマについて突き詰めていけば勝手に教科書では先で習うようなことまで考えが及んでいく、先のほうまで考えが及ぶから、便利な記号を使ってしまおう。そのような、問題や疑問の解決のための必要に迫られて自然な流れで進んでいく筑駒数学にとっても心地よさと魅力を感じました。

・教材開発のいままでの活動は、感心させられるばかりです。校内で、教科会等を通して問題を共有されているところがすごい。これは当たり前でできそうで、できないことです。

本校数学科としては、これまで得られた成果の蓄積を活かしながら、より深化、発展させた教材の開発とその普及に、継続的に取り組んでいくことが、今後いっそう重要であると考えている。

(文責：数学科 須藤)

V. 研究開発実施上の課題及び

今後の研究開発の方向・成果の普及

1. 今年度の研究開発について

第4年次は、研究の深化・充実の年と位置付けた。研究内容の柱(i)～(vi)すべてについて継続的実践・改良・普及を進めた。第3年次までに開発した教育プログラムや教材を本格的に展開するとともに評価を試み、最終年度となる来年度に向けてまとめの準備に入った。

今年度から本校の教育課程に「理科課題研究」および「学校設定科目：課題研究」を設定した。積極的・主体的に研究に取り組んだ生徒たちの成果を単位として評価できるようになったことは前進と捉えている。

2. 評価と課題

2.1 (i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施について

高校2年生と中学3年生を対象とした筑波大学研究室訪問を実施した。受け入れに協力頂いた研究室の数は、高校2年生で21、中学3年生で28と昨年より少ないものの、今年も多く研究者にご協力いただいた。中高それぞれの目的の明確化・差別化、事前事後学習の充実化、実施時期の検討など、実施方法についても研究を続け、中高一貫の流れの中で成果が上がるようにしたい。

東京医科歯科大学の見学・実習では、7講座に計33名が参加した。4年目にして過去最高人数の参加希望があり、生徒の関心の高さが伺えた。高大連携プログラムの内容の濃さについては、昨年参加した生徒からの情報の伝達があったようだ。また、実習後には本校OBの学生が進路相談にも応じ、大学生活や研究活動の様子を語るなどの時間も設けられ、参加生徒と活発な質疑応答が行われた。4年前にこの企画をきっかけに医学を志望し、東京医科歯科大学に進学した卒業生が講師として話をしたことは直接の成果として感慨深い。

2.2 (ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施について

生徒の研究内容の水準を維持・向上させるために、「理科課題研究」および「学校設定科目・課題研究」を教育課程に設定した。高校2年生「ゼミ

ナール」や通常の授業、クラブ活動をベースに、継続的かつ主体的に研究を進展させるなど、時間数や報告書提出等の一定基準を満たした生徒に対して、単位を認定する。これまでも、国内外で研究発表を行ってきた生徒の研究水準は、概ねこのレベルに達しているため、成果を単位として認め、研究を奨励するねらいである。今年度は8人の生徒が成果を上げ、評価の対象となった。来年度は高校2年にも拡大して実施する。

一方「ゼミナール」の開始時期を以前より早め、夏休み中に研究へ取りかかることができるようにした。種々の研究発表プログラムに参加する生徒の選考は、主として夏休み前に行われており、研究のモチベーションを高めるとともに、この時期を起点として、「ゼミナール」と並行しながら研究は進められている。早めの研究テーマ設定を生かして生徒の研究意欲を引きだし、研究の質の向上につなげることが課題である。

また昨年度より筑波大学で始まった高校生向けのプログラム GFEST(Global Future Expert in Science and Technology)では、生徒の自主的な研究活動等も支援するコースも用意されており、本校からも中学生を含む生徒が参加して大学と連携した研究の取り組みを進めた。プログラムの検証を行い、大学等との有効な連携関係を構築していくことが課題である。筑波大学では、今年度末に本校からのGFEST修了生の講演も企画している。

コアSSH校等との連携による取り組みも継続した。大阪府立大手前高校や明治大学のプログラム・東京都立科学技術高校文化祭SSH発表会では、数学の研究成果を発表する機会を得た。

その他、本校で開催の「テーマ研究発表会」、大阪で開催された「生徒研究発表会」、都内の指定校が参加する「東京都内指定校合同発表会」などは、成果を発表する生徒にとって貴重な場となっている。今年度は発表の機会について生徒掲示板や全校集会を通じて広く公募したところ、ゼミナールやクラブの部員以外にも自主的に参加したいという希望者がいた。ゼミナールや授業の枠にとられない個別の研究に対しては、研究顧問として教員が指導に当たる条件で発表を許可した。その中で、積極的に大学の専門家の個別指導を受ける幸運にも恵まれた。このような主体的自主的な取り組み姿勢は大いに評価できる。

2.3 (iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成について

SSH シリーズセミナー「メディア虎の穴」は、第3期目も参加希望者が募集定員を大幅に上回り、限られた生徒を対象とせざるを得ない点が課題として残っているが、アーカイブ化、ビジター参加制度も導入して対応した。

2.4 (iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成について

英語プレゼンテーション能力の育成を強化するため、昨年に引き続き計3回、外部講師による講座を実施した。また、発表内容やポスター制作に欠かせないテクニカルタームを駆使した専門的な表現の指導は課題となっていたが、昨年度からは筑波大学の予算措置で実現した日本在住の外国人若手研究者との交流会(「イングリッシュルーム」)を開催し、科学コンテンツを英語で表現する能力育成に活用した。英語だけでなく、実際に研究している留学生の科学に関する指導は貴重である。

国立台中第一高級中学(台中一中)との交流は7年目を迎え、姉妹校締結を行った。今年度は、5月に先方の日本訪問があり、12月に台中一中での研究交流会(Academic and Cultural Exchange Program)を実施した。研究発表会(本校:7報、台中一中:6報)では英語による口頭発表が行われ、昨年同様「発表評価票(Presentation Evaluation Sheet)」による相互評価を行った。

課題となっていた参加生徒以外への成果還元について、今年度も研究発表の一部をインターネット経由で本校へ中継した。また、参加生徒による追体験講座を企画し、成果を広く共有するとともに、次年度の参加を希望する下級生に対する意欲向上を図った。

その他、立命館高校SSH科学技術人材育成重点枠、横浜サイエンスフロンティア高校コアSSHの連携校として、それぞれ、高雄高等中学(台湾)、Thomas Jefferson 高校(米)における海外研修へ2名ずつの生徒を派遣した。これらのプログラムは年間を通して継続したプログラムが計画されるようになり、SSH校の生徒同士の交流による教育的効果も大きい。特に海外の学校との実際の共同研究という企画は生徒の達成感が大きかった。立命館高校・Y S F高校のご尽力ご苦勞に感謝申し上げたい。

2.5 (v) SSH校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及について

今年度も数学科教員研修会(交流会支援枠)を徳島県立城南高校にて開催した。城南高校および本校教員による研究授業の他、教材の提案、SSH事例報告が行われ、今後の実践に有用な情報を持ち帰ることができた。

また、本校において開催した第42回教育研究会「グローバル人材の育成をめざして」では、中高の授業の公開とともに研究協議会を行い、参加者から忌憚のない意見を得ることができた。次年度も継続して教材の開発と発信に努める。これまで公開してきた授業の指導案集も今後の作成を計画している。

2.6 (vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成について

社会科による「科学者の社会的責任」をテーマとした講演会をはじめ、このプログラムは第1期SSH開始時(平成14年)からの伝統ある実践である。今年度は、理数講座が3講座(数学2・理科1)、総合講座が6講座(国語1・社会1・体育1・総合2)開講された。次年度も、テーマ、内容の精選や実施方法の改善をはかりつつ継続したい。

3. 今後の方向・成果の普及

メディア活用能力や英語プレゼンテーション能力の育成プログラムは、さらなる拡充と受講者以外への波及を目指す。また、教員対象の数学科研修会を継続し、研究開発の成果を発信したい。

また、中間評価・SSH運営指導委員会で指摘を受けた事項について、校内推進委員会での検討を踏まえ、具体的な改善策を講じた。とりわけ「理科課題研究」「学校設定科目:課題研究」の導入については、教育課程上に位置付け本格実施した今年度より効果と課題を検証し、中高の接続も視野にいたした生徒の主体的かつ探究的な活動を支援できるプログラムの開発につなげたい。

またSSH内容の発信については、SSH研究開発実施報告書をHPで公開しているが、さらに有効な方法を工夫できないかを模索している。2002年以來の本校SSHの成果を広く社会に発信したい。加えて、SSH初期の頃の卒業生が学位を取り研究者として活躍しているという実績を具体的に調査して発信していくことも本校の使命と考えている。(文責:研究部 更科元子)

VI. SSH中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況

平成24年度指定校の本校は、3年次に当たる平成26年度にSSH中間評価をしていただいた。これは、平成24年度に指定した73校について、SSH企画評価会議協力者によって実施されたものである。本校の評価は以下の通りである。

「研究開発のねらいを達成するには、助言等を考慮し、一層努力することが必要と判断される」

①中学から高校へと、生徒がSSH事業によってどのように成長したかという視点で事業の効果を検証し、今後の改善・進展に役立てる必要がある。

②通常の理科の授業についても、探究的な要素や課題研究的な要素を増やせると考えられるので、生徒の自由度の高い実験等、主体的な学習の支援にもSSH事業として取り組むように改善された。

③国際オリンピックでは、大変大きな成果を出しているが、その支援や広報等を、SSH事業に関連付けて進めることが望まれる

これを受けて、校内推進委員会を開催し、中間評価で指摘を受けた事項について、課題となった背景とその改善策について検討を行った。また、SSH運営指導委員会でもこの観点から助言・指導をいただき、それらを生かして本年度の研究開発を行った。以下、項目①②③の順に報告する。

①筑波大学研究室訪問では、中高一貫の流れの中で継続的な取り組みとなって成果が出せるよう、一部研究室には事前・事後指導の導入をお願いした。2月に行われた中3の大学訪問では、各自が希望した研究室や担当の大学教員について、著書やWebページを読み込ませ、「調べたこと」「知りたいこと」を記させ、訪問先への事前質問を作成・提出させた。中学段階での訪問をきっかけに興味・関心が深まり、自ら課題を発見して研究をスタートさせることを期待している。

一方、中学3年生総合学習「テーマ学習」は、「ゼミナール」と同様、中学における探究的活動の基盤となっている。SSH第2期で実践した生徒どうしの「教え合い・学び合い」では、「テーマ学習」

と「ゼミナール」を合体させ、高校生が中学生に実験を指導する機会や、中高合同で研究発表を行う機会も設定した。これらの取り組みは、第3期でも発展的に継続されている。こうした中学の活動が出発点となり、高校1年生で成果発表まで到達する生徒もいる。また、「理科課題研究」「学校設定科目：課題研究」の導入については、本年度から教育課程上に位置付けての実施となった。これも中高の接続も視野にいれた生徒の活動を支援できるプログラムへ発展させたいと考えている。

②普段の授業で行われる演示実験・生徒実験もSSHの支援を受けた開発教材を活用しながら実践を積み重ねてきた。目的や方法が与えられた実験であったとしても、その過程において課題を発見し課題を解決する方策を見出そうとする姿勢は日常的に見受けられる。この課題発見・課題解決が「理科課題研究」「学校設定科目：課題研究」に接続すれば、探究的な要素や課題研究的な要素を増やせることも可能となる。また、普段の授業において専門性の高い実験方法や実験装置に触れることは、後の自主的・探究的活動において欠かせない。このような、授業が起点となる研究も念頭において、授業実践を発展させたい。

③国際科学オリンピックやその予選に相当する国内プログラムに参加する生徒の多くは、科学系クラブに所属している。そこは仲間とともに切磋琢磨する場として、また先輩から後輩へ情報を引き継ぐ場である。理科の種目は理論だけでなく実験も課題として与えられるため、居場所としての実験室の存在は不可欠であり、その取り組み自体が自主的・探究的活動といえる。一方、科学系クラブに所属していない生徒の参加も少なくない。個々の生徒の活動の実態を把握ながら、挑戦する全ての生徒にとって効果的な支援の在り方を検討したい。また、参加した生徒が挙げた成果は全校集会などで発表し栄誉を称えるようにしている。そしてその成果だけでなく、どのように取り組んでいったのかを研究し、他の生徒にも普及できるように国際大会の帰国報告なども作成させた。

最終年度である来年度も以上の観点を踏まえ、普段の授業はもちろん、「理科課題研究」、「学校設定科目：課題研究」、科学系クラブ活動における生徒の自主的・探究的活動・成果発揮の支援強化に取り組むたい。(文責：研究部 更科元子)

VI. 校内における

SSHの組織的推進体制

本校のSSHは、全教科で取り組んでいる。しかし、教科中心の取り組みでは組織が縦割り型になり、教科・科目間の柔軟な連携が難しい面があったため、平成19年度からのSSHでは、教科に関係なく全教員が参加する校内プロジェクト委員会による取り組みを追加し、横断的な連携を深めている。具体的には、以下の研究組織を活用して、研究開発の企画・評価を推進する。

1. 校内推進委員会

全教科から選出された教員を含む、計12名の構成員によって、実施計画書、事業計画書、事業経費説明書等書類の作成および事業の評価方法の検討などを担当した。

林久喜（学校長）、濱本悟志（高校副校長）・更科元子（研究部長）、仲里友一（研究部・SSH担当・理科）、高橋深美（教務部長）、山田忠弘（校内プロジェクト3委員長・英語科・研究部国際関係）、宮崎大輔（校内プロジェクト4委員長・地歴公民）、須藤雄生（数学）、渡邊隆昌（技術・芸術）、関口隆一（国語）、徐広孝（保健体育）、伊藤幸男（事務係長）

2. 校内プロジェクト会議

全教員が下記の4つのプロジェクトのいずれかに所属する。そのうち、校内プロジェクトIIは、研究内容の柱「(iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成」、校内プロジェクトIVは、研究内容の柱「(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成」を担当し、中心となって研究を進める。また、他の2つのプロジェクトも必要に応じて研究開発に関わる。

プロジェクトI（成長過程・生徒探究プロジェクト）
プロジェクトII（学校環境デザインプロジェクト）
プロジェクトIII（地域貢献・OB連携プロジェクト）
プロジェクトIV（国際交流研究開発プロジェクト）

3. 運営指導委員会

筑波大学およびその他外部の研究者等6名から構成される。研究推進のために特別に設置した委員会で、年2回開催する。構成員は下記の通りである。

氏名	所属・職名
真船 文隆	東京大学大学院 総合文化研究科教授
吉田 次郎	東京海洋大学 海洋科学部海洋環境学科教授
古川 哲史	東京医科歯科大学大学院 難治疾患研究所教授
吉原 信敏	東京学芸大学 理科教員高度支援センター准教授
坂井 公	筑波大学 数理物質系准教授
野村 港二	筑波大学 教育イニシアティブ機構教授

運営指導委員会では、SSH事業について報告の後、各運営指導委員から助言指導をいただき、SSH事業の推進のためにさまざまな面で活かす。また、本校の課題研究発表会の助言指導にも加わっていただき、直に生徒へ指導や評価をいただいている。

4. 筑波大学・附属学校連携委員会

駒場連携小委員会

筑波大学の附属学校は全部で11校あるが、それらと大学を繋ぐのが連携委員会であり、本校と大学を繋ぐのが連携小委員会である。両委員会でもSSH研究開発については報告し協力を得ている。

5. 研究部

校内の既設の分掌で、5名で構成される。実施計画書、事業計画書、事業経費説明書のとりまとめ、文部科学省およびJSTとの連絡協議、外部からの各種調査・アンケートの実施と取りまとめ等を行うとともに、各研究・プロジェクト間の調整を行った。また、研究発表の場である教育研究会、校内研修会の企画・運営を中心になって進めた。さらに、コアSSH校・SSH科学技術人材育成重点枠事業採択校における生徒研究発表会や海外交流プログラム等に関する連絡・調整を担った。

6. 校内研修会

本校教員全員で2回の研修会を持った。第1回6/23(火)「SSHとSGHの現在」では講師として植草透公氏(横浜サイエンスフロンティア高校)のご講演をいただいた。第2回2/17(水)「プロジェクト中間報告および今後のSSHについて」では本校SSHについて全員で総括と評価を行い、今後について意見を交わした。(研究部 更科元子)

・資料

■運営指導委員会の記録

2015年度 第1回 SSH運営指導委員会

日時：2015.7.11（土） 15：00～17：00

場所：本校大会議室

運営指導委員出席者：全員出席

校内委員等出席者：10名出席

<次第>

1. 学校長あいさつ
2. 事業報告と意見交換
 - (1) 全般 研究部報告…事業計画書の説明、今年度これまでの事業の概略、昨年度の中間評価について。
 - (2) 国際交流係より…国際交流デーの流れ、今年度の国際交流生徒派遣規格一覧、
※副校長より 中間評価について補足説明…文科省、理科課題研究を最重要視。選択者数やカリキュラム等。
 - (3) 全般、国際交流事業に対する指導・助言
→課題を見つけることは大学生でも難しいこと。そんなにこの学校のスタンスを変える必要はないのではないかと。
→理科課題研究を実施している高校を推薦入試で優遇するよう言われている。
→この学校の生徒の数学の研究発表はハイレベル。もっとアピールすべき。
 - (4) 各教科報告（数学、理科、技術家庭・芸術科、国語科、社会科、保体科、英語科）
 - (5) 各教科事業に対する指導・助言
→昨年度の報告書について。具体的な数値等エビデンスが欲しい。
→保体科の「体を計る」は全員がやるのか。メリットが生徒自身の今後に還元されると良い。
→統計的なデータを扱う内容ならどの教科の課題研究としても可能。
→ゼミナールを高1に下ろせないか。高2で課題研究が始められるようなカリキュラムができないか。成果よりもやったこと自体を評価すればよい。高校生の学会発表の機会も多くなってきている。発表を推奨する。課題研究はやはり高2で開始すべき。
→数学分野でのリードなど既に動いているプログラムをうまくアピールすること。ゼミナー

ルと課題研究の高1、高2での単位化は有効。
→地球科学離れが甚だしい。海洋学、気象学など教えられるスタッフが限られている。
→筑駒出身の学生は本学入学後も伸びている。部活や学校行事など中高生時代に色々取り組んできた成果だと思う。今の筑駒の教育の形を変えないで欲しい。

2015年度 第2回 SSH運営指導委員会

日時：2016.1.30（土） 15：00～17：00

場所：本校大会議室

運営指導委員出席者：全員出席

校内委員等出席者：11名

<次第>

1. 学校長あいさつ
2. 事業報告と意見交換
 - (1) 全般 研究部報告…事業報告概略
 - (2) 国際交流係より…生徒派遣企画について
 - (3) 国際交流研究開発プロジェクトより…今年度は記録を作ることに重点を置いている。SSHやSGHの他校視察を実施している。
 - (4) 研究部より補足…生徒参加企画について
 - (5) 全般、国際交流事業に対する指導・助言
→他校の企画に関する質問。
→本校は特別な生徒を取り出してやるSSHではない。数年前は教養主義的な内容を評価されていたが、近年では地域との地場産業との連携やアクティブ・ラーニングを叫ぶようになってきた。本校SSHの方針には良さがある。
 - (6) 各教科報告（数学、理科、技術家庭・芸術科、国語科、社会科、保体科、英語科）
 - (7) 各教科事業に対する指導・助言
→保体科の行っているパフォーマンスの分析は興味深い。クラスタ分析等もできそうである。
→生徒が自分の保体科実施研究成果を発表する機会を設けて欲しい。
→SSHで体育の活動を取り入れている学校はないのではないかと。本校の特色にすべきである。
→まとめられた資料冊子を筑波大学の図書館に置いてもらえないか。
→本校のHPで見られないのか。オンライン検索で引っかかるようにしておけば発信性も期待できる。

（文責：研究部 仲里友一）

■平成27年度教育課程表

	高校1年	高校2年	高校3年			
1	国語総合(4)	現代文 B(2)	現代文 B(2)			
2						
3		古典 B(3)	★古典 B(2)			
4						
5	地理 A(2)					倫理(2)
6						
7	世界史 A(2)	政治経済(2)	★数学Ⅱ(2)			
8						
9	数学Ⅰ(3)	日本史A(2)	★数学Ⅲ(6)			
10						★数学B(2)
11						
12	★地学基礎(2)					
13		数学A(2)	数学Ⅱ(3)	数学B(1)		
14	生物基礎(2)	◆物理基礎 or 地学基礎(2)	★ 物理 (4)	★ 生物 (4)	★ 地学 (4)	★ 地理概論(3) 世界史概論(3) 日本史概論(3)
15						
16	化学基礎(2)	◆化学 or 生命科学(2)	★化学(2)			★ 地理概論(3) 世界史概論(3) 日本史概論(3)
17			高2化学選択者のみ			
18	体育(3)	体育(3)	★化学(2)			★ 地理概論(3) 世界史概論(3) 日本史概論(3)
19			高2化学選択者のみ			
20			高2化学選択者のみ			
21	保健(1)	保健(1)	体育(3)			
22	◆芸術Ⅰ(2)	◆芸術Ⅱ(2)				
23						
24	情報の科学(1)	情報の科学(1)	家庭基礎(1)			
25	コミュニケーション 英語Ⅰ(3)	家庭基礎(1)	★リーディング(3)			
26		コミュニケーション 英語Ⅱ(4)				
27	英語表現Ⅰ(2)		★ライティング(2)			
28						
29						
30	総合学習(1)	総合学習(1)	総合学習(1)			
31	特別活動:HR(1)	特別活動:HR(1)	特別活動:HR(1)			
32	特別活動(1)	特別活動(1)	特別活動(1)			
33						★理科課題研究 or 学校設定科目「課題研究」(1)

無印:必修 ◆:選択必修 ★:選択可能な範囲で自由選択

卒業に必要な教科科目の修得単位は、76 単位以上(総合学習を含む)

(高1:30、高2:30、高3:8 + 8 以上)

その他、ホームルームおよび特別活動に参加し、活動しなければならない。

1. ビスマス骸晶が美しい色を出す仕組み

Why Hopper Crystals of Bismuth have the Beautiful Color?

Abstract

Hopper crystals of Bismuth have unique colors. To discover the mechanism, I experimented on anode oxidization and observed the crystals. I also compared it with Titanium and thin film interference.

2. キイロショウジョウバエにおける *zeste* の発現パターンの解析

An analysis of an expression pattern of a gene, *zeste* from *D.melanogaster*

Abstract

A *Drosophila* gene, *zeste*, is involved in the regulation of genes during the embryonic development. To investigate how *zeste* works, we analyzed its expression pattern in the embryo using *in situ* Hybridization. Using the acquired data, we found out how the pattern explains the gene's function.

3. EBT 指示薬の色調変化の改善

Improvement of EBT's Color

Abstract

I studied about the EBT indicator's color. EBT changes its color from blue to red when it met Mg^{2+} . I tried to change EBT's color from those to colorless, which helps us see endpoint easily at the titration experiment.

4. ガムはなぜ口に入れると柔らかくなる？-ガラス転移点と水の関係-

Why gum gets soft in mouth?

-Effects of the water contained on the glass transition temperature-

Abstract

Gum becomes soft when it is thrown into mouth. I learned that this phenomenon is due to glass transition of high molecules in gum, and started to study water effects on glass transition. How large water effected on glass transition temperatures and how water acted in high molecules were determined by three experiments.

平成 24 (2012) 年度指定
スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書・第四年次

研究課題

豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティストを育成する
中高大院連携プログラムの研究開発

平成 28 (2016) 年 3 月発行

発行：筑波大学附属駒場高等学校

学校長 林 久喜

(<http://www.komaba-s.tsukuba.ac.jp/>)

編集：スーパーサイエンスハイスクール校内推進委員会

〒154-0001 東京都世田谷区池尻 4-7-1

電話 03-3411-8521

FAX 03-3411-8977