

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

第三年次

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27（2015）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  | 4  |
| 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   | 7  |
| b. 中学3年生筑波大学訪問   | 9  |
| c. 東京医科歯科大学研究室訪問   | 11 |
| (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<br>「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   | 12 |
| b. 東京都指定校合同発表会   | 12 |
| c. テーマ研究発表会  | 13 |
| d. マスフェスタ生徒数学研究発表会                                       | 14 |
| e. MIMS 現象数理学研究発表会                                       | 14 |
| f. 小笠原父島自然観察実習   | 15 |
| g. 「理科課題研究」実施に向けた高大連携とカリキュラムの検討                          | 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. 国立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   | 24 |
| (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  | 25 |
| 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   | 37 |
| b. 理科  | 38 |
| c. 国語科   | 39 |
| d. 地歴・公民科  | 40 |
| e. 保健体育科   | 41 |
| 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                                       | 42 |
| b. 台湾国立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  | 45 |
| 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                             | 47 |
| V. 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                     | 48 |
| VI. 校内における SSH の組織的推進体制                                  | 50 |
| VII. 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向                              | 51 |
| ・資料  | 53 |



## 平成 26 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       | グローバル・サイエンティストを育む中高大院連携プログラム開発  |
| ② 研究開発の概要      | <p>希望する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、大学附属の特性を活かし、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"> <li>(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</li> <li>(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</li> <li>(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</li> <li>(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</li> <li>(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</li> <li>(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成</li> </ul>   |
| ③ 平成 26 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>&lt;第 1 年次&gt;</p> <p>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、継続的实践・改良・普及を進める。</p> <p>&lt;第 2 年次&gt;</p> <p>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实践・改良・普及を進める。</p> <p>&lt;第 3 年次&gt;</p> <p>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、継続的实践・改良・普及を進める。</p> <p>&lt;第 4 年次&gt;</p> <p>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。</p> <p>&lt;第 5 年次&gt;</p> <p>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> <p>○教育課程上の特例等特記すべき事項</p> <p>特になし</p> <p>○平成 26 年度の教育課程の内容</p> <p>巻末・関係資料の通り</p> |

## ○具体的な研究事項・活動内容

今年度の研究事項・活動内容を研究開発内容の柱（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、次年度の実施へ向けて準備を行った。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進めた。数学科では、筑波大学との連携を活かした「ゼミナール」を実施した。さらに、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」を本校において本格実施（2期目）した。
- （iv）国立台中第一高級中学との研究交流を継続し、研究発表の相互評価などを行った。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、日本学術振興会のサイエンス・ダイアログによる「ゼミナール」、中学3年生「テーマ学習」などの総合学習を継続した。
- （v）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、SSH校や大学と連携した「数学科教員研修会」で発表し、広く評価を求めた。
- （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。

## ⑤ 研究開発の成果と課題

### ○実施による成果とその評価

研究開発内容の柱（i）～（vi）の順に示す。

- （i）中高ともプログラム自体の手応えはある一方、それぞれが単発の企画となってしまう、中高が一体となった成果を見いだしにくくなっていることは課題である。
- （ii）筑波大学で実施されている「高校生科学体験教室」、「GFEST(Global Future Expert in Science and Technology)」等に生徒を派遣し、大学における「課題研究」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、関係者と検討を行った。大学等との有効な連携関係を構築していくことが今後の課題である。
- （iii）プログラムを発展・改良して実施した。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として残ったが、講座の内容をアーカイブ化するなどの検討に着手した。
- （iv）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が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。
- （v）北海道釧路湖陵高校および本校における「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普及に努めた。
- （vi）理数講座を4講座、総合講座を6講座（国語1・社会2・体育2・総合1）開講した。

### ○実施上の課題と今後の取組

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、研究開発の成果を普及したい。

また、中間評価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る。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る次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。

## 平成 26 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

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

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を実施した。研究室ごとに開講された講座数は高校 2 年生で 28、中学 3 年生で 34 となり、生徒人数に対しても十分な数を確保できた。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。参加生徒のアンケート結果を大学と共有し、大学生向けのプログラムへの高校生の参加など、新しい試みの検討も行った。

## (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

理科では「理科課題研究」を教育課程に設定し、次年度の実施へ向けて準備を行った。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)」等に生徒を派遣し、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。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」、横浜で開催される「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 校等の企画する発表会などの場で発信した。

## (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

昨年度開始した SSH シリーズセミナー「メディア虎の穴」(1 期目) 修了後の受講者アンケート結果や講師からの意見を受け、2 期目は計画に改良を加えて実施した。課題となっている受講生徒以外への成果普及の具体的方策について、検討を開始した。

## (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

英語プレゼンテーション能力の育成を強化するため、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テクニカルタームを駆使した表現の指導が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。さらに、中学生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。

また、国立台中第一高級中学との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、全ての項目で昨年の評価を上回る結果を得た。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を派遣した。

## (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

北海道釧路湖陵高校および本校において、それぞれ 1 回ずつ「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普及に努めた。本校において開催した研修会では 200 名を超える参加者から忌憚のない意見、貴重な情報を得ることができた。

## (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、理数講座を 4 講座、総合講座を 6 講座(国語 1・社会 2・体育 2・総合 1)開講した。

## 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

- ・筑波大学訪問では、中高ともプログラム自体の手応えはある一方、それぞれが単発の企画となっ  
てしまい、中高が一体となった成果を見だしにくくなっている。中高それぞれの目的の明確  
化・差別化、実施時期の変更なども視野にいれ、実施方法について再検討を行いたい。

### (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

- ・「ゼミナール」を延長し、科学系クラブ活動等、授業外における自主的・探究的活動に取り組み  
生徒への支援強化が必要である。また、近年の傾向として、生徒の研究はコアSSH校等や大学が  
企画するプログラムの中、あるいはその取り組みの一貫として設けられ、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も課題である。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・テーマは教員が用意したものであるため、生徒が取り組む研究分野にあ  
る制限がかかる。これを越えてテーマを自主的に設定し、探究的活動に取り組む生徒への対応は  
簡単ではない。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。
- ・生徒の自主的・探究的活動の水準を維持・向上させるためには、普段の授業における演示実験・  
生徒実験の中からも課題を発見し、課題を解決する方策を見出す過程を設定することが必要であ  
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  
っているものの、発表者以外、特に下級生の参加を促していくことが必要である。

### (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

- ・「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。講座の内容をアーカイブ化するなど、具体的対応策を講じたい。

### (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、他の生徒にも還元され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、支援の難しさが新たな課題となった。

### (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

- ・本校開催の「数学科教員研修会」の参加者は200名を越えた。規模拡大に伴う受け入れ側スタッ  
フの拡充が必要である。

### (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。

# I. 研究開発の課題

## 1. 研究開発課題

グローバル・サイエンティストを育む中高大院連携プログラム開発

## 2. 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

## 3. 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れ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。

この柱(vi)を基礎に、新しい研究内容の柱(i)～(iv)および継続の柱(v)を実施する。新しい SSH 研究開発の各研究内容の柱に関わる仮説は、基礎から発展の順に以下の通りである。

- (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。
- (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

(i)の研究体験や高校2年総合的な学習「ゼミナール」の受講を経て、生徒の進路希望はほぼ固まるものと考えられる。その中から、理系でより研究意欲の高い生徒の探究心を伸ばし、将来のグローバル・サイエンティストへの第一歩を踏み出させるために、(ii)のプログラムで大学との連携を生かした「課題研究」に取り組みせ、(iii)(iv)のプログラムで情報収集やプレゼンテーション能力の育成を集中的に行うことが有効ではないか。そのように考え、希望する生徒を中心に(ii)(iii)(iv)のプログラムを実施する。

(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

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と考え、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。

## 4. 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。

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。

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。

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。

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リレー講座を開催する。

- ・メディア活用概論
- ・プレゼンテーション講座（作成編・実践編）
- ・プレゼンテーションツール開発の最前線
- ・ビジュアルエフェクトの実際
- ・サウンドエフェクト・BGMの実際
- ・ビジネスプレゼンテーションの世界
- ・学術情報の探し方・読み方

・学術情報の著作権・引用の手続き

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学等、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。

##### <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。

「ゼミナール」においても、日本学術振興会のサイエンス・ダイアログによる、若手外国人研究者との交流を継続し、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。

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。

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

SSH の過去 10 年間に於いては、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普及するために、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。

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。

## 5. 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。SSH による特別な教育課程の変更は実施していない。(文責：研究部 真梶克彦)

## II. 研究開発の経緯

### 1. 第3年次研究の概略

5年計画の第3年次は、研究を具体的に展開した。研究内容の柱(i)～(iii)について、試行～本格的な実施に取り組んだ。また、柱(iv)～(vi)については、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。

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を実施し、受け入れ研究室の拡充やプログラムの充実に向けた検討を継続した。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。

7月10日(木):筑波大学

「高校2年生筑波大学研究室訪問」

12月17日(水):東京医科歯科大学

「東京医科歯科大学見学実習」

2月10日(火):筑波大学

「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。そこでは、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。

7月9日(水):校内

「テーマ研究発表会」(高3)

8月6日(水)～7日(木):パシフィコ横浜

「SSH生徒研究発表会」

8月6日(水)～8日(金):筑波大学

「筑波大学高校生研究室体験」

※茨城県主催「未来の科学者育成プロジェクト」

8月12日(火)～18日(月):小笠原・父島

「小笠原父島自然観察実習」

※横浜サイエンスフロンティア高校コアSSH

8月24日(土):エルおおさか(大阪市)

「マス・フェスタ(数学生徒研究発表会)」

※大阪府立大手前高校SSH科学技術人材育成重点卒業

10月12日(日):明治大学中野キャンパス

「高校生によるMIMS現象数理学研究発表会」

11月8日(土)～10日(月):立命館高校

「JSSF(サイエンスフォーラム)」

※立命館高校SSH科学技術人材育成重点卒業

11月22日(火):横浜サイエンスフロンティア高校

「ysf FIRST2014」

※横浜サイエンスフロンティア高校コアSSH

12月23日(火):玉川学園高等部・中学部

「SSH東京都内指定校合同発表会」

#### (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3年次は、情報検索やメディア活用に関する能力を高める講座、プレゼンテーションスキルを涵養するシリーズセミナー「メディア虎の穴」を本校において本格実施した。

11月13日(木):「オリエンテーション」西脇資哲氏(マイクロソフト)

12月6日(土):「クラウドを活用した研究スタイル①」杉田和久氏(テックステート)

12月8日(月):「プレゼンテーションの計画」西脇資哲氏(マイクロソフト)

12月12日(金):「学術情報の探し方」加藤志保(本校司書教諭)

12月15日(月):「クラウドを活用した研究スタイル②」杉田和久氏(テックステート)

1月23日(金):「スライド資料の作成①」西脇資哲氏(マイクロソフト)

2月19日(木):「スライド資料の作成②」西脇資哲氏(マイクロソフト)

3月9日(月):「スライド資料の作成③」小宮一浩・土井宏之(本校教諭)

3月12日(木):「口頭でのプレゼン技術」西脇資哲氏(マイクロソフト)

3月13日(金):「これからポスター発表をする高校生のために」酒井聡樹氏(東北大学)

※以下、次年度へ継続実施して1サイクルの完了  
「判例から見る著作権法」小崎和隆氏(グリー)  
「オンライン・プレゼンテーションの極意①」  
高橋忍氏(マイクロソフト)  
「オンライン・プレゼンテーションの極意②」  
高橋忍氏(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

##### <国際交流プログラム>

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・協力を行った。

12月9日(火)~14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11日(木)~19日(金):タイバンコク

科学教育におけるリーダーシップ育成の取組み

「Mahidol Wittayanusorn 研修」

※立命館高校SSH科学技術人材育成重点校事業

1月5日(月)~10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

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、参加生徒による報告会を企画した。この他にも、「さくらサイエンスプラン」、「TOMODACHI Toshiba Science & Technology Leadership Academy」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。

##### <プレゼンテーション能力の育成>

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な能力育成を意識して展開した。

7月5日(土):「Learn to Present 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」

(高校生対象)

Mr. Gary Vierheller Ms. Sachiyo Vierheller

12月6日(土):「台中一中派遣生徒のプレゼンテーション指導(リハーサル)」

Mr. Gary Vierheller Ms. Sachiyo Vierheller

3月14日(土):「Learn to Present 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」

(中学生対象)

Mr. Gary Vierheller Ms. Sachiyo Vierheller

また、高校2年生「ゼミナール」、中学3年生「テーマ学習」などの総合学習において、日本学術振興会のサイエンス・ダイアログによる若手外国人研究者との交流を継続した。この他にも、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数学研修会等で発表し、広く評価を求めた。

8月28日(木):北海道釧路湖陵高校

「SSH交流会支援教員研修会」

12月7日(土):校内

「全国SSH数学科教員研修会」

#### (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。

国語科や保健体育科においても、国内外で活躍

する研究者・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>

11月15日(土):東京大学

「核磁気共鳴吸収(NMR)による有機化合物の構造決定ー理論と実験ー」村田 滋先生(東京大学) 滝沢進也先生(東京大学)

12月9日(火):本校

「幻惑する数学」竹内耕太先生(筑波大学)

12月13日(土):本校

「モンテカルロ・シミュレーション入門ーサイコロで学ぶ統計学ー」中島上智先生(京都大学)

3月10日(火):本校

「宇宙エレベータが開く未来ー実現を阻むハードルをいかに越えるかー」佐藤 実先生(東海大学)

<総合講座>

8月26日(月)~29日(木):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」

11月19日(水):本校

「コーパスを用いた日本語研究の魅力」田中牧郎先生(明治大学・国立国語研究所)

12月9日(火):本校

「ジュニア期のフィジカル強化について」小山孟志先生(東海大学)

12月12日(金):本校

「社会の現実を良く知りていねいに考える事の大切さー46年間の遺伝子の研究から学んだ事ー」児玉龍彦先生(東京大学)

12月12日(金):本校

「スポーツの主役は選手だけじゃない」溝口洋介氏(データスタジアム株式会社)

3月11日(水):本校

「意外と身近な『暗号』の世界」国井裕樹氏(セコム株式会社)

## 2. 委員会等の活動

### ① 校内推進委員会

第1回:4月28日(月)、第2回:7月17日(木)

第3回:12月18日(木)、第4回:2月18日(水)

第5回:3月3日(火)

### ② 運営指導委員会

東京海洋大学、東京大学、東京医科歯科大学、東京学芸大学各1名、筑波大学2名、計6名の方々による運営指導委員と校内推進委員14名で開催した。

第1回:7月12日(土)、第2回:1月31日(土)

### 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18日(火):事業計画書提出

3月19日(水):事業計画書提出

4月1日(火):実施計画書修正版提出

4月8日(火):契約確認事項提出

4月14日(月):事業計画書人事異動反映版提出

5月15日(木):交流会支援申請書提出

(SSH交流会支援数学教員研修会)

5月22日(木):活動実績調査票提出

5月27日(火):主対象生徒数調査票提出

6月6日(金):海外研修実施計画書(暫定版)提出

7月18日(金):東京都内指定校合同発表会連絡会

10月9日(木):海外研修実施計画書(確定版)提出

10月15日(水):第1回予算見直し提出

11月4日(火):中間評価ヒアリング

11月22日(土):第41回教育研究会

11月28日(金):次年度海外研修実施調査票提出

12月21日(日):SSH情報交換会

1月9日(金):第2回予算見直し提出

2月26日(木):支援事業に関するヒアリング調査

3月05日(木):事務処理説明会

3月:次年度実施計画書提出

3月:次年度事業計画書提出

3月:研究開発実施報告書提出

その他、コアSSH校・SSH科学技術人材育成重点卒業採択校の連携校としての連絡調整、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10日(木))において意見交換を行った。(文責:研究部 真梶克彦)

### 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（2014年7月10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。本年度の特長は、次の通りである。

①午前・午後を通しての講座であったこと。

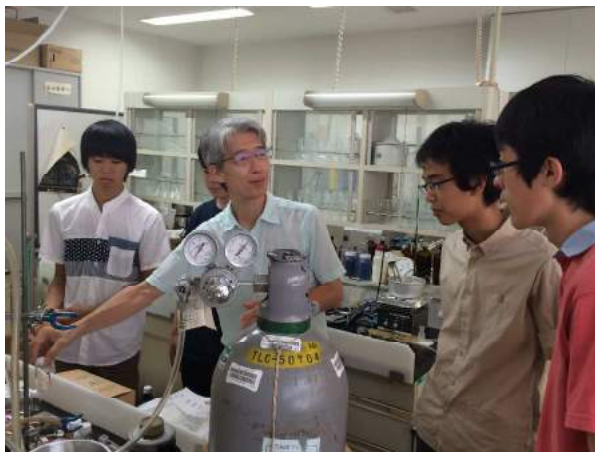
午前だけで終了する講座、午後だけ開講する講座を極力少なくするよう筑波大学側に要望した結果、参加した162名中159名が午前・午後を通した一日の講座で、じっくりと研究活動に参加できた。また、28もの講座が開講されたので、数名～十数名という少人数で講義を聞くことができた。さらに、講座も「共焦点レーザー顕微鏡を用いたショウジョウバエの観察」や「最新の脳神経外科手術をシミュレーターで体験してみよう」など、最新機器を使ったものが多く、充実した体験ができた。

②教授だけではなく学部生・大学院生との交流も重視したこと。

昼食をはさんでの講座が大多数だったため、昼食を教授や研究室所属の学生・院生と一緒にとることができた。年齢の近い学生・院生から大学や学生生活に関する話題を聞けることは滅多にない経験である。また、大学教授から専門や専門外の話をざっくばらんに聞ける機会もなかなかないのである。専門領域の知識の深さはもちろん、研究者としての造詣の深さを知ることが、人生経験としてだけではなく、今後の進路決定に大きな影響を与えたであろう。

#### 開講講座一覧

|    | 講座名                           | 生徒数 |
|----|-------------------------------|-----|
| 1  | 多文化接触・多言語コミュニケーション            | 12  |
| 2  | 言語音の生成                        | 3   |
| 3  | 漫画ワンピースと個人の使命                 | 10  |
| 4  | 環境問題を多様な視点から考える               | 2   |
| 5  | 共焦点レーザー顕微鏡を用いたショウジョウバエの観察     | 3   |
| 6  | イモリの再生                        | 3   |
| 7  | 墨流しから表面自由エネルギーについて考える         | 4   |
| 8  | 乳酸菌で発電が出来るか！？                 | 5   |
| 9  | 生物の不思議『なんでだろう？』を化学する          | 3   |
| 10 | 植物寄生菌の世界                      | 8   |
| 11 | 出アフリカを果たしたホモ・サピエンスは南イランで何をしたか | 6   |
| 12 | いろいろな図形を一刀両断                  | 6   |
| 13 | 面積と体積の達人、アルキメデス               | 6   |
| 14 | 発光性分子を調べる                     | 6   |
| 15 | 身近な物・現象を科学の目で見ると              | 14  |
| 16 | テレビよもやま講座                     | 6   |
| 17 | 「選択」の理論                       | 10  |
| 18 | 明日の東京大震災—それまでとそれから—           | 5   |
| 19 | 医療・福祉における画像処理                 | 4   |
| 20 | デジタルマンガをつくってみよう！              | 7   |
| 21 | 知識や情報の探索（図書館のレファレンスサービス）      | 5   |
| 22 | iPS細胞の実用化に向けて                 | 4   |
| 23 | 最新の脳神経外科手術をシミュレーターで体験してみよう    | 8   |
| 24 | IT技術とコンピュータ外科学                | 9   |
| 25 | 臨床経済学の基礎                      | 4   |
| 26 | 遺伝子改変マウス作製の実際                 | 5   |
| 27 | 古代オリンピックを科学する                 | 5   |
| 28 | 微生物バイオテクノロジー                  | 2   |



最新の機器で実験してみる

### 3. 訪問を終えて—事後アンケートの結果—

この大学訪問が生徒の進路決定の参考になっただろうか、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アンケートをもとに分析してみたい。質問項目と生徒の選択肢ごとの回答（割合）は、以下のとおりである。

#### 【質問項目と回答割合（%）】

|   |       |
|---|-------|
| 1. 全体評価（最も近いもの1つに○をつける）                   |       |
| a) 印象はどうか。                                |       |
| 1 大変有意義                                   | 65.2% |
| 2 どちらかといえば有意義                             | 31.2% |
| 3 やや期待はずれ                                 | 9.2%  |
| 4 期待はずれ                                   | 0.7%  |
| b) 筑波大学訪問を今後も続けた方が良いか。                    |       |
| 1 ぜひ続けてほしい                                | 54.7% |
| 2 できれば続けてほしい                              | 23.3% |
| 3 どちらでもよい                                 | 20.0% |
| 4 続ける必要はない                                | 2.0%  |
| c) 受講した分野への関心は高まりましたか。                    |       |
| 1 高まった                                    | 47.3% |
| 2 やや高まった                                  | 32.0% |
| 3 変わらない                                   | 20.7% |
| 4 逆に関心が薄くなった                              | 0%    |
| d) 1－c) で1と2を選択した人に対して。将来の進路決定の参考になりましたか。 |       |
| 1 参考になった                                  | 31.1% |
| 2 多少は参考になった                               | 45.5% |
| 3 参考にならなかった                               | 10.1% |
| 4 わからない                                   | 14.3% |

#### 2. 講座の選択について

a) 希望する講座を受講できましたか。

|               |       |
|---------------|-------|
| 1 希望通りだった     | 70.0% |
| 2 ほぼ希望通りだった   | 16.7% |
| 3 希望通りではなかった  | 8.7%  |
| 4 希望する講座がなかった | 4.7%  |

b) 受講した講座は自分が将来進もうとしている分野の講座でしたか。

|                   |       |
|-------------------|-------|
| 1 将来進もうとしている分野だった | 10.0% |
| 2 近い分野だった         | 44.0% |
| 3 あまり関係のない分野だった   | 34.7% |
| 4 まったく関係のない分野だった  | 11.3% |

#### 【分析】

自分の進路決定の参考になった（多少は参考になった）、という生徒は全体の76.6%である。また、79.3%の生徒が学問に対する興味・関心が高まった（やや高まった）と回答している。本校の生徒は普段から事象を批判的に考えることが多いので、この数字は大いにプラスの効果を与えた分析できる。

筑波大訪問を今後も続けた方が良いか、という問いに「どちらでもよい」とか、「進路決定の参考にならなかった」と回答した生徒は、第一希望の講座に入れなかった生徒が多いと予想されるが、これを裏付ける資料はない。ただ、生徒たちの知的好奇心を高さから察するに、そうであると信じたい。

記述式の生徒の感想には、以下のような好評価の感想が多数みられた。「教授がとても優しくかったし、大学生と食事もさせてくれて、講座以外でも満足できた」「院生の方々が優しく教えてくれたのでわかりやすかった」「高校にはない最先端の設備に触れて感銘を受けた」「肝臓のバーチャルソフトに技術の高さを感じ、医学の道に進んでみたいと思った」「実際の手術室を見学できたのは予想外だったが、非常に印象に残った」、など。

一方、大学側からのアンケートも「積極的」「好奇心旺盛でとてもやりやすかった」などの回答を得た。

以上を鑑みるに、筑波大学訪問は生徒の進路決定や学問に対する興味・関心を大いに高めているといえよう。

（文責：高校2年担任団・早川和彦）



## b. 中学3年生筑波大学訪問

### 1. 仮説

本プログラムは、大学で行なわれている研究や学問に触れることで、生徒それぞれの興味・関心や課題研究への意欲を喚起することを目的としている。中学生の段階ではまだ将来の進路に対して漠然とした考えしか持っていない。高校進学を控えた時期に大学へ赴いて様々な学問的刺激を受けることは、生徒に意識の変化をもたらすと考えられる。従って、本プログラムにより、生徒の高校での学習活動や研究活動に対する意欲をさらに高めることができると期待できる。

### 2. 概要

本訪問は、大学附属の中高一貫校であることを活かし、2月10日（火）に実施した。本校は連絡進学であるため中学3年生は受験準備をする必要がなく、生徒には比較的余裕がある時期である。

実施に当たっては、筑波大学の全面的な協力のもと、11月下旬から依頼を始め、12月下旬には各研究室での開講講座を提示していただいた。それを受け、なるべく生徒の希望に添う形で受講者数を調整した。実施当日は、本校から筑波大学までは距離があるため、生徒はつくばエクスプレス（TX）に分乗し、引率教員の誘導を受けつつ大学の全体講義会場へ集合することとした。

概要：

10:30～11:00 全体講義「大学とは何か」

11:00～11:10 筑波大学 GFEST 紹介

11:20～12:10 昼食・休憩

12:15～13:15 前半講座（各研究室）

13:30～15:00 後半講座（各研究室）

#### 2.1 全体講義「大学とは何か」

各研究室での講座の前に生徒全員で、筑波大学アドミッションセンター長の島田康行教授から「大学とは何か」というテーマで講義を受けた。また、本年度より始まった高大連携の研究支援プログラム GFEST について、事務局の尾嶋好美氏より説明を受けた。

#### 2.2 講座一覧

大学側から、理系・文系問わず幅広い分野から計35講座が提示された。生徒の希望を調査して受講者数を調整したが、残念ながら希望者0名の講

座が1つ出てしまい、実際には34講座が開講された。各講座のテーマと受講者数を以下の表に示す。

| テーマ                                      | 前  | 後      | 計  |
|--|----|--------|----|
| 「生活文化の地理」                                | 2  | 3      | 5  |
| キャリアとしての法律選択                             | 15 |        | 15 |
| グローバル化の体感～多様な留学生と一緒に英語プレゼンテーションを体験してみよう～ | 1  |        | 1  |
| 国際貿易論入門：なぜ国々は貿易をするのか？                    | 15 |        | 15 |
| なぜ学ぶのだろう、なぜ進学するのだろう                      | 5  |        | 5  |
| 遺伝のシミュレーション                              | 3  |        | 3  |
| 細胞の生と死のふしぎ                               | 5  |        | 5  |
| 細胞 959 個の生物・1mm の寿命科学                    | 5  |        | 5  |
| 見えない光を使ってアイスクリームの融け具合を測る                 | 4  | 4      | 8  |
| 米の品質を科学する                                |    | 5      | 5  |
| ヒトの乳酸菌、魚の乳酸菌                             | 5  |        | 5  |
| 南極の岩石からみた地球の進化                           | 5  |        | 5  |
| アポロニウスの円錐曲線論                             | 4  |        | 4  |
| スーパーコンピュータを見に行こう！                        | 12 | 11     | 23 |
| 未来のエネルギー 地上の太陽への挑戦                       | 13 | 13     | 26 |
| 発光性分子を調べる                                | 5  | 3      | 8  |
| 環境物質に対する生体の防御応答戦略                        | 9  |        | 9  |
| 災害時の心のケアについて                             | 3  |        | 3  |
| 幹細胞研究とその応用                               | 9  | 7      | 16 |
| 明日から使えるテーピング                             |    | 5      | 5  |
| 仮設住宅におけるコミュニティ強化について                     | 2  |        | 2  |
| シティズンシップ教育                               |    | 6      | 6  |
| ムシを使った研究からヒトを理解する                        |    | 4      | 4  |
| バイオリファイナリーと微生物                           |    | 4      | 4  |
| 森や草原での生物多様性の見方・調べ方                       |    | 5      | 5  |
| 微生物燃料電池の話 - 微生物が電気を作る -                  |    | 4      | 4  |
| Arthropod Vectors of Disease             |    | (開講せず) |    |
| 発光ダイオードとは何か                              |    | 13     | 13 |
| 多項式と場合の数                                 |    | 4      | 4  |
| ビッグデータの情報科学                              |    | 8      | 8  |
| テクニカルコミュニケーション                           |    | 2      | 2  |
| iPS 細胞の実用化に向けて                           |    | 4      | 4  |
| 生活習慣病の分子生物学                              |    | 3      | 3  |
| 肝臓バーチャル手術体験                              |    | 6      | 6  |
| 環境を再生する建築デザイン                            |    | 8      | 8  |

※前＝前半講座、後＝後半講座、計＝のべ人数





全体講義「大学とは何か」

## 2.3 研究室訪問

各研究室の講座では、生徒1名～15名をそれぞれ受け入れていただいた。内容は講座担当教員に一任されており、大学の研究施設や実験室の見学を始め、教員による少人数での講義、学部生や院生による研究発表、野外実習、実験体験など様々な形式で実施された。医学系の講座の中には附属病院内での訓練施設を用いた実習や、マウス解剖実習を含むものもあった。各講座75分であったが、後半のみ実施された講座では30分以上延長して熱心にご指導下さった先生もいた。



講座「森や草原での生物多様性の見方・調べ方」

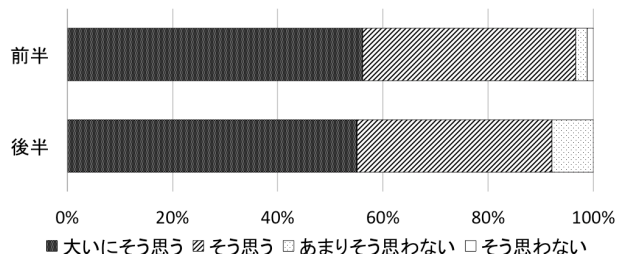
## 3. 検証

生徒に対して事後アンケートを実施し、本プログラムの有効性を検証した。質問項目は、「講座内容は興味深く面白いものであったか？」について選択式とし、「前半講座の感想」「後半講座の感想」「全体講演の感想、その他気がついたこと」の3点については自由記述式とした。

質問「講座内容は興味深く面白いものであったか？」に対して、9割以上の生徒が「大いにそう思う」「そう思う」と回答した。各講座の感想には「難しい内容ではあったが、分かりやすく解説してもらえた」「線虫が我々の暮らしを支えることになるかもしれないと知り、驚いた」と講座内容に

よって知的好奇心が満たされたことや、「iPS細胞やES細胞に興味があった」「これまであまり興味のなかった分野だったが、最新の技術などを聞いて興味深い内容だった」といったように新たな学問的興味を抱いた生徒も多数おり、本プログラムによって生徒の興味・関心が喚起されたと言える。

質問「講座内容は興味深く面白いものでしたか？」



講座「多項式と場合の数」

講座内容以外にも、「担当の先生が凄まじい人だった」「全力で仕事をした時にはそれなりの達成感を得られると感じた」「先生の南極調査の話が色々聞けた」と大学教員の研究者としての姿に感銘を受けたり、「大学の研究がどのようなものか初めて知った」「実際の実験室を見ることができて興味深かった」など、研究そのものへの関心が高まったりしたことが伺えた。さらに「自分の将来に役立つ内容だったと思う」「医者志望の自分にとって良い体験ができた」といった記述も見られ、本プログラムが生徒のキャリア形成に対する意識付けの一助となりうることを期待させる。

研究室訪問の前に全体講義をしていただいたことも功を奏している。生徒の感想には「学生と生徒の違いは勉強に対するあり方を考えさせられるものだった」「大学進学に向けての意識が高まった」など、意識の変化を自覚する記述が見られた。本プログラムによって、近く始まることになる生徒の高校における学習活動や研究活動が、より自立的かつ意欲的なものとなるであろう。

(文責：中学3年担任団・宇田川麻由)

## c. 東京医科歯科大学研究室訪問

### 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3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

本プログラムは2014年12月17日(水)に実施した。高校1年生と2年生計17名が、基礎実験コースと臨床コースに参加した。

東京医科歯科大学側からは、たくさんの本校OB医師の協力も得て、次のようなプログラムをご提示いただいた。

#### A 基礎実験コース (①②③とも3名ずつ)

##### ①「再生医療とバイオマテリアル」(岸田晶夫教授)

1. 座学：再生医療とバイオマテリアルの概説
2. 座学：脱細胞化組織の説明
3. 実習：ブタ心臓の解剖と組織取得
4. 実習：界面活性剤を用いた脱細胞化
5. 実習：生体組織と人工材料の違い

##### ②「ヒトゲノム解析の体験学習」(岡田随象准教授)

世界中の人々から集められたヒトゲノムデータをインターネット上で手に入れて、ヒトゲノム配列の個人差を使った出身地域の推定や病気の原因遺伝子探し、新しい治療薬の発見など、実際のヒトゲノム解析を体験してみる。

##### ③「モデルマウス、iPS由来心筋細胞、ゲノム情報を用いた心臓研究」(古川哲史教授)

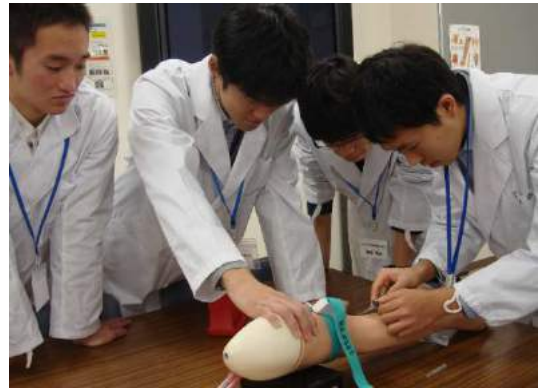
分子レベルで発症原因が分かっている疾患は4000以上に及ぶが、その中で治療法が確立している疾患は250程度しかない。そのため、モデルマウスやiPS由来分化細胞、ゲノム情報を用いて治療法の確立の研究が行われている。心疾患に対して行われている疾患研究を体験学習する。

#### B 臨床コース 4名ずつ2班に編成

- ①オリエンテーション(北川先生、太田潤先生)
- ②スキルスラボ臨床実習見学(MDタワー地下1階スキルスラボ)(東田修二先生)

講義・ガイダンス後に実習。医療手技体験として

採血・静脈内注射実習。



##### ③診療科見学(小児科病棟)(山下基先生)

筑波大学附属駒場高校出身医師による外来・病棟見学(シャドーイング)。

##### ④診療科見学(ER、ICU、手術室)(山下基先生・村田希吉先生・大森敬文先生・田中直文先生)

ER・ICUの現場での見学・講義。現在の救急医療の現状とAEDの重要性についてご指導いただいた。手術室では実際に行われている最中の手術のモニターを見ながらの講義・指導。

##### ⑤学生生活について

本校OBの学部生によるレクチャー

M6 東 「臨床実習について」

M5 太田 「プロセメと海外留学」

M3 久保木 「学部での授業と実習について」

M2 八尾 「今日での授業・生活、部活について」

##### ⑥自由討論 筑駒生と卒業生

基礎コースと合流し、筑駒生と卒業生で自由に対談を行う。

### 3. 検証

筑波大学訪問でも筑波大学医学部にいろいろとご協力はいただいているが、地理的に近く、多くの生徒が進学先とする東京医科歯科大学ともこうしたプログラムが実施できることは、非常に価値が高い。特に臨床現場体験では、ER(救急救命室)やICU(集中治療室)、オペ室にまで入室させてもらい、普通では見られない医療現場を体験できた。

参加生徒にアンケートを行い、感想には次のようなものがあつた。「iPS細胞の心筋を見られたのは本当にうれしかった」「働いている人、患者さんのいる中、見学できたのは良い経験になったし、衝撃を受けた」研究室訪問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られる。医科歯科大学の先生方のご尽力に感謝を申し上げます。(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

生徒にとって、研究を見知らぬ人の前で発表するという機会はそれほど多くない。研究内容および発信力の向上を期待して、意欲の高い生徒を全国 SSH 生徒研究発表会に派遣した。

#### 2. 方法

##### 2.1 プログラムの内容

日時：2014年8月6日（水）～7日（木）

場所：パシフィコ横浜 国立大ホール

概要：・稲葉カヨ先生講演

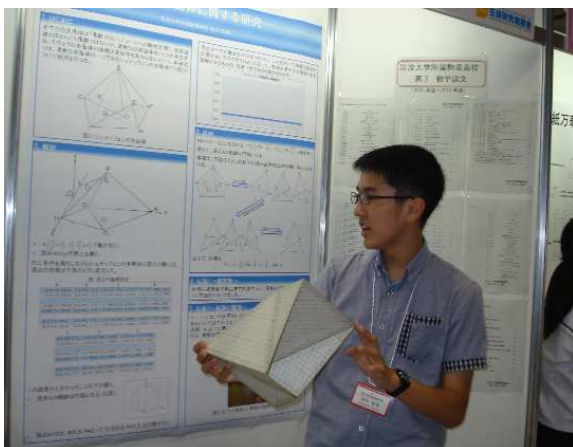
（京都大学副学長・男女共同参画推進センター長・生命科学研究科教授）

「免疫応答の司令塔-樹状細胞-」

- ・ポスター発表・代表発表校選出、講評
  - ・代表校による口頭発表、ポスター発表
  - ・研究者ミニライブ講演・表彰、全体講評、閉会
- 参加校：全国の SSH 指定校、海外招聘校

##### 2.2 参加生徒の活動

本校生徒1名（3年）がポスター発表「柔軟な多面体に関する研究」を行い、奨励賞を受賞した。他に、生徒6名が参加した。



#### 3. 検証

参加校の研究の内容、発表のテクニックや手法について、とても参考になり、今後の研究のレベルアップに大いに役立つものと思われる。また、ポスター発表と同時進行で行われたアピールタイムでは、短い時間に凝縮されたプレゼンテーションにより、効率よく研究内容について情報収集でき、また発表することができた。

### b. 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、7年目を迎えた。1校あたりの参加生徒数も多く、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：2014年12月23日（火）10:00～16:15

場所：玉川学園

概要：開会式、口頭発表、分科会（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

生徒13名が参加し、発表を行った。

(1) 口頭発表「タナゴの属間雑種の作出」（2年）



##### (2) ポスター発表

|   | 分野 | タイトル            | 学年 |
|---|----|-----------------|----|
| ① | 数  | 防犯カメラの設置問題      | 2  |
| ② | 生  | ショウジョウバエの遺伝子分析  | 2  |
| ③ | 数  | 特殊な漸化式が魅せるもの    | 2  |
| ④ | 地  | ”超地震都市” 東京      | 2  |
| ⑤ | 一般 | ハモって…る？         | 2  |
| ⑥ | 化  | EBT 指示薬の色調変化の改善 | 2  |
| ⑦ | 生  | 父島における植生の垂直的变化  | 1  |

ポスター発表時間は三等分（A～Cグループ）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1時間弱としたため、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。開会式・閉会式でも話があったが、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。口頭発表会場で挙手をして質問する本校生徒もおり、成果を実感した。

#### 3. 検証

本校で毎年実施している台湾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。（文責：研究部・更科元子）

## c. テーマ研究発表会

### 1. 仮説

本校では平成 17 年度より、高校 3 年生全員を対象とする総合的な学習の時間「テーマ研究」(卒業研究)を開講している。その成果を発信する「研究発表会」は、平成 19 年度から始めて今年が 8 年目となった。SSH 研究開発計画のなかでは、「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」に位置づいているものである。

仮説として、本発表会を通して、以下の効果が期待できると考える。

- ・高校 3 年生の発表生徒が、発表会までの準備、当日の発表と質疑応答を通して、他者に自らの研究内容を正しく、わかりやすく発信する能力を身に付ける。
- ・高校 3 年生の参観生徒は、友人の研究成果を知り、たがいの研究の良さと課題を発見する能力を身に付ける。
- ・高校 2 年生以下の参加生徒は、先輩の発表を通して、研究内容やプレゼンテーションの仕方を学ぶとともに、将来にわたる目標意識を明確にする。

## 2. 発表会の概要

### 2.1 準備

高校 3 年生の学年担任を中心に、各テーマ研究講座の担当教員に発表者の推薦を依頼し、6 件の口頭発表(発表者 11 名)が集まった。

|   |                          |      |
|---|--------------------------|------|
| 1 | キノリノール錯体とフェノール会合体についての研究 | 化学   |
| 2 | なぜ、乗馬に体幹なのか              | 保健体育 |
| 3 | 柔軟な多面体に関する研究             | 数学   |
| 4 | 多摩川の中～下流域における植生の比較       | 生物   |
| 5 | 1+i 進法にみる渦巻きフラクタル        | 数学   |
| 6 | 漫画における音喩の働き              | 国語   |

当日の進行や準備を円滑にするため、SSH プ

ログラムへの参加経験のある生徒たちを中心として当日の運営を行う生徒組織をつくり、司会・進行や発表どうしの調整は生徒の手によって進める形をとった。

外部の方から講評・助言をいただくことにより、発表会の内容をより充実させることを目指し、本校 SSH 運営指導委員である真船文隆教授(東京大学大学院)に助言者を依頼した。

### 2.2 当日

- ・日時：2014 年 7 月 9 日(水) 13:00~16:00

発表会の案内は、本校生徒だけでなく、JST を通じて本校外にも配布された。結果、外部の参加者を含み、発表ごとの集計で延べ 110 名(1 発表あたり約 20 名)の参加があった。

発表者には、当日の早めの時間で、内容と時間配分の確認を行った。生徒の発表は、具体物を用いたり、発表スライドに工夫を凝らしたり、概して参加者を飽きさせない質の高いものであった。昨年度の反省も踏まえ、発表時間は質疑応答を含めて 25 分を確保した。その結果、質疑応答の内容も、十分に充実したものであったといえる。

## 3. 検証

参加者に(発表者も含めて)アンケートを取り、以下のような結果を得た。(抜粋)

- ・全員発表慣れしていて、詰まらず話せていたのはすごいと思う。質問の返しも事故っていない
  - ・フラクタルってきれいだなと思いました。音喩、盛り上がってよかったです。
  - ・生物はあまり興味がなかったが、とても面白い内容でわかりやすく興味を持てた。
  - ・ちょうど授業で学んだ知識を使うことで理解することができ、非常に参考になった。
  - ・難しい発表も多かったが、面白かった。どれも地道な研究をしてきたり、よい発想によって生まれたものだと思う。
- 運営については、発表の時間が適切であったという意見の一方で、中 1 や高 1 でもっと生徒に来てほしい(参加を呼びかけたい)という意見や、発表の調整準備にもう少し時間がほしいという発表者の感想もあり、これらは次年度へ向けての課題としたい。

(文責：高校 3 年担任・須藤)

#### 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6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：2014年8月23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2名が口頭発表とポスター発表を行った。

『防犯カメラの設置問題』（口頭・ポスター）

『特殊な漸化式の魅せるもの』（ポスター）



##### 4. 検証

今回の参加者2名はいずれも高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、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。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。

#### 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）現象数理学研究拠点（CMMA）の主催で行われ、「身の回りの現象を数理の目で見ると」というテーマのもとに、全国の高校生が研究発表を行うものである。今年が4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：10月12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、口頭発表・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3名の高2生徒が参加し、口頭発表とポスター発表に取り組んだ。

- ・口頭発表「重心で見る関数と立体」
- ・ポスター発表「あみだくじの不公平性」

審査の結果、「あみだくじの不公平性」が審査員特別賞として表彰された。



##### 4. 検証

この発表会の参加者も高2ゼミナールのメンバーであるが、最先端で現象数理学の研究を行っている大学教員に直接研究の成果を見ていただき、大いに刺激になった様子であった。明確な目標を持って数学を応用している研究が多く、数学の応用範囲の広さが感じられた。

（文責：数学科 更科元子）



## f. 小笠原父島自然観察実習

### 1. 仮説

本研修は横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校（以下 YSFH）のコア SSH プログラムとして行われ、「探求活動のテーマを生物進化や環境と生態系を生き物から考察できる小笠原父島で実践し、研究成果・リテラシーを高め、国内連携校との共同研究等に結び付けていくこと」を目的としている。本校は第1回から参加しており、今年度で3回目となる。課題研究において、野外調査は生徒の自主的な研究活動や体験活動となりうる。本実習に生徒を派遣し、その効果を検証した。

### 2. 方法

#### 2.1 プログラムの内容

日時：2014年8月12日（火）～18日（月）

場所：小笠原諸島 父島、南島

概要：

- 8月12日 10:00 東京竹芝栈橋出港
- 8月13日 11:30 父島到着  
小笠原ビジターセンター見学  
小港海岸の合同植生調査
- 8月14日 小笠原海洋センター見学  
各校別調査（中山峠植生調査）
- 8月15日 旭山にて踏査活動  
長崎～釣浜遊歩道にて合同植生調査
- 8月16日 各校別調査（旭山植生調査）
- 8月17日 南島にて踏査活動  
14:00 父島出港
- 8月18日 15:30 東京竹芝栈橋到着

参加校：

YSFH（生徒3名、教員1名）、東京都立戸山高等学校（生徒2名、教員1名）東京工業大学附属科学技術高等学校（生徒2名、教員1名）市川学園市川高等学校（生徒2名、教員1名）筑波大学附属駒場高等学校（高1生徒2名、教員1名）

#### 2.2 参加生徒の活動

##### (1) 合同植生調査、旭山、南島での踏査活動

昨年に引き続き海岸林と乾性低木林の合同植生調査を全員で実施し、遊歩道沿いの植物種、位置、高さを記録した。

自然保護区域である旭山と南島は、現地ガイド

の方に小笠原固有の貴重な動植物や戦跡などを教わりながら踏査を行った。

##### (2) 小笠原海洋センター見学

アオウミガメ保護活動をしている NPO の方から講義と保護活動体験の指導を受けた。保護された卵を砂に埋める埋卵作業をした後、1歳の稚ウミガメの甲羅磨き、個体標識タグ取り付け作業を行い、海への放流を行った。



<放流前のウミガメの甲羅磨き>

##### (3) 各校別調査

各校別調査では、標高差による小笠原特有の植生変化をテーマとし、2ヶ所の自然保護区域の植生調査と乾燥環境による植物の矮小化を調査した。小笠原の固有種2種と共通種1種について、明らかな矮小化傾向を見いだすことができた。



<矮小化した固有種の葉のサイズを測る>

### 3. 検証

生徒は小笠原独自の貴重な自然生態系を体感し、熱心に学んでいた。他校の生徒の研究態度も大いに刺激になったようである。共同研究という形で昨年度に続き合同植生調査を行うことができたことや、各校別調査での研究活動で調査場所選定や用具の準備などが整い、YSFH 主催の研究発表会にて発表したことで、一定の成果を挙げることができたと言える。本研修が今後継続すれば、前年を踏襲する形でさらに課題研究を発展させることができるのではないだろうか。

（文責：生物科 宇田川麻由）

## g. 「理科課題研究」実施に向けた高大連携とカリキュラムの検討

### 1. 仮説

今年度より実施される「理科課題研究」（自由選択科目）では、意欲の高い生徒の研究活動を支援するために、大学やその他の研究機関、他高校との連携を視野にいたした新しい取り組みを模索している。今年度は、これまでの情報収集や実施に向けた準備を踏まえて、「ゼミナール」（高2総合学習）の前倒し実施を行い、夏休みには「理科課題研究」が開始できるようにした。また、筑波大学で実施されている、未来の科学者育成プロジェクト事業「高校生科学体験教室」（茨城県主催）への本校生徒の参加を試みた。これらの取り組みにより、「課題研究」に必要な基礎知識や技術を身につけるとともに、研究へのモチベーションが高まるものと期待できる。

### 2. 方法（概要）

#### 2.1 「ゼミナール」と「理科課題研究」の接続

これまで、主体的な研究や対外的な発表を行う生徒の活動の受け皿となっていた「テーマ研究」（高3総合学習）の廃止に伴い、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」を設定した。「理科課題研究」では、「ゼミナール」で学んだ内容を、継続的かつ主体的に発展させるなどして研究を行い、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、対外的あるいは校内において発表を行ってきた生徒の研究水準は、おおむねこのレベルに達しているため、研究の成果を単位として認め、研究を奨励するねらいである。

一方、今年度より、「ゼミナール」の開始を5月下旬に早め、1学期中の授業回数を1回増加させ、3回とした。研究意欲があり対外的な研究発表プログラムに参加を希望する生徒は、夏休みまでに「ゼミナール」等での学習を通じて研究テーマを設定し、本校教員や大学等の研究者の指導を受けながら「理科課題研究」に取り組める。

#### 2.2 筑波大学との連携による「理科課題研究」の実施

「高校生科学体験教室」は、茨城県の高校生を対象に、夏休みの3日間、筑波大学の理系研究室で実施されており、これまで5年の実績を持つ。そのうち、ナノ金属材料研究室（谷本久典准教授）

の講座に本校生徒1名が、初めて参加した。内容は、アモルファス金属の薄膜をつくり、その性質を調べるもので、最終日には研究結果についての発表と討論が行われた。以下、参加生徒の感想である。

「研究室で行われている実験も、その根底にある理論は高校範囲の法則を使っているものも多く、高校で学ぶことを実際に大学の研究でも利用し発展させていることがわかり、自分の抱いていたイメージとは違ったので面白かった。（中略）その一方で、大学ではそういった既存の原則や法則があてはまらないような事象を研究しているということもわかった。（以下略）」

また、筑波大学では、今年度よりGFEST(Global Future Expert in Science and Technology)というプログラムを立ち上げ、高校生の自主的な研究活動等を支援している。本校からは6名の生徒が参加しており、大学と連携した「理科課題研究」の取り組みを進めている。

### 3. 検証（まとめ）

#### 3.1 「ゼミナール」と「理科課題研究」の接続

「ゼミナール」の前倒しは、特に問題なく実施されている。また、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「理科課題研究」が進められている。早めの研究テーマ設定を生かし、研究活動の進行状況などを把握しながら、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。

#### 3.2 筑波大学との連携による「理科課題研究」の実施

「高校生科学体験教室」に参加した生徒は、大学での研究を実際に体験して、高校の学習とのつながりや大学での研究の視点に気づき、大きな収穫を得たようである。また、この生徒は、GFESTにも参加しており、現在は、本校と筑波大学で連携を図りながら研究を支援している。

今後は、このような例を増やししながら、様々なパターンで「理科課題研究」を実施し、大学等との有効な連携関係について検討を進めていきたい。

（文責：理科・梶山正明）

### (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涵養することが、「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。

3年次である今年度はシリーズセミナーの第1期後半と第2期前半を実施した。その過程を報告する。あわせて、第1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1期実施計画

第1期の受講期間は、2013年11月開始・2014年7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            | 2013/11/14 | 1  |
| 1   | クラウドを活用した研究スタイル      | 2013/12/09 | 2  |
| 2   | プレゼンテーションの計画         | 2013/12/11 | 2  |
| 3   | 学術情報の探し方             | 2013/12/17 | 2  |
| 4-1 | スライド資料の作成            | 2014/02/18 | 2  |
| 4-2 |                      | 2014/03/07 | 2  |
| 4-3 |                      | 2014/03/10 | 3  |
| 5   | 口頭でのプレゼン技術           | 2014/04/01 | 3  |
| 6   | これからポスター発表をする高校生のために | 2014/04/23 | 2  |
| 7   | 判例から見る著作権法           | 2014/05/31 | 2  |
| 8-1 | オンライン・プレゼン実習         | 2014/07/06 | 3  |
| 8-2 |                      | 2014/07/09 | 3  |

表1 2013年11月開始分 連続セミナー第1期 実施計画

講師陣は、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スタッフの加藤志保氏（研究員、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、受講環境などは昨年度までに構築したものを利用した（昨年度の報告書参照）。

#### 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。

##### ⑥これからポスター発表をする高校生のために（2014/04/23）



大学での研究指導に長けた酒井氏が「わかりやすいポスターの作り方」の他、それに先立つ「序論の書き方」

「わかりやすい研究発表のために心がけること」も講義された。「研究テーマとその意義づけ」という事前課題が出され、講義後にはその練り直しが課された。

生徒：「自分の興味」を「聴衆の興味」にする、という視点から書くべきことが明かされていく過程はとても納得がいくものでした。実例がでてきたのも良かったです。また、ポスター（など）での見せ方の技術も、シンプルながら確実な効果を感じます。

##### ⑦判例から見る著作権法（2014/05/31）



本校OBで企業の法務担当である小崎和隆氏（グリー）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：今まで、アバウトなことしか知らず、「まだ教育目的だから大丈夫だ」とたかをくくって



いたので、今回が著作権分野についての初の学習でした。

## ⑧オンライン・プレゼンテーション実習

(2014/07/06, 09)



高橋忍氏(MS)

が昨今注目を集める配信を前提としたプレゼンテーションについて、通常のプレゼンテーションとの違いや注意点を講義され、個人やグループでの製作を指導された。

## 2.3 受講者への講座への評価

第1期終了後、受講者全員にアンケートを実施した(n=16)。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) |
| 12      | 4 | 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) |
| 13    | 3 | 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2期実施計画

受講生評価や講師からの意見を入れ、各回での口頭発表の機会を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 |
|-----|----------------------|------------|----|
| 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   | 2015/4/18? | 3  |
| 8-2 |                      | 2015/5/9?  | 3  |

表4 2014年11月開始分 連続セミナー第2期 実施計画

## 2.5 講座の様子(第2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

(2014/12/06, 15)

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、掲示板での意見交換などを指導した。また、コミュニケーションツール Lync 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。

### ③学術情報の探し方(2014/12/12)



本校図書館司書の加藤研究員が、調べる手順、調べる手段と情報の種類、調べた情報の整理の仕方などの講義と、学校図書館や Web を使用した実際の調査演習を指導した。検索には、筑波大学の「教育の高度情報化推進事業」によって導入された「筑駒研究情報検索システム」を利用し、筑波大学図書館の豊富な書誌情報に校内からアクセスできることを体験した。

生徒：今回は調べ方についてということだったので、過去に使ったことのあるものばかりかなとも思ったのですが、論文の活用や統計資料などの探し方は今までやっていた Google で見つける探し方よりも効率的で勉強になりました。

## 3. 検証

第4年次も継続して表2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。

なお、第1期受講生の一人が、自らの研究のポスターセッションにより、「横浜サイエンスフロンティア国際科学フォーラム」(ysfFIRST)の2014年度の ysfFIRST Award を受賞することができたことを付記しておく。

(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

今年度も Gary Vierheller, Sachiyo Vierheller 両氏の協力を得て、第1回（7月5日／中3以上希望生徒対象）、第2回（12月6日／台湾派遣生徒対象）、第3回（3月14日／中1・中2希望生徒対象）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。

また、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。

#### 3. 検証

今年度で4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)





## b. 台湾国立台中第一高級中学との交流

### 1. 仮説

2009年に始まった国立台中第一高級中学との研究交流も、今年で6回目を迎える。英語科として発表指導のノウハウを蓄積してきた。

今年度は12月9日～12月14日の6日間で台湾を訪問した。参加人数は高校1年生4名、高校2年生12名である。高2生のうち1名は昨年度も参加した生徒で、全体のリーダーとして活躍してくれた。ここでは台中第一高級中学校での2日間の研究交流訪問について取り上げることとする。

今年度は、国際的な場面でよりよいプレゼンができるようになるために以下の要素が有効であると仮説をたて指導にあたった。

- ①プレゼンテーション指導：3年前より、専門家によるプレゼン指導を導入し、一定の成果を上げている。昨年度より、これに加えてイングリッシュ・ルームプロジェクトの講師にも同様の指導を受けることとした。複数回に渡る指導で生徒は自ら工夫を重ねて成長を実感することができ、本番での自信も深まることが期待できる。
- ②評価票：2年前からの試みで、発表テーマの妥当性、発表のわかりやすさなどについて5段階評価する評価票を双方の生徒に配布し、それぞれの発表について相互評価を行った。発表会中の質疑応答以外でも多くのフィードバックが得られ、有益だと思われる。
- ③理数系の協同授業：初年度より、訪問初日には双方の生徒が一緒になんらかの授業を受けてきたが、その内容が理科・数学でしかも協力しあって活動をするタイプのものが、生徒間の結びつきを深め、2日目の研究交流に良い影響を与えることが期待できる。

以上3点を仮説とし、実際の交流を振り返って検証したい。

### 2. 方法

#### 2.1 交流第1日目(12月10日)：

##### 授業参加と学校生活・文化交流

台中一中訪問の初日、到着後の歓迎セレモニーに続いて、2つの授業に参加した。午前は数学で、プログラミングされた折り紙を実際に作ってみるというものだった。台中と本校の生徒が混合でグ

ループを作り、難しい折り紙に楽しそうに取り組んでいた。続く昼休みは2時間と長めに設定されており、授業を一緒に受けた生徒とともに昼食を取り、その後バレーボールの対抗戦で汗を流した。午後は実験が中心の物理の授業で、ここでも台中と本校の生徒が混ざりあってグループを作り、LEDを使った回路作りに頭をひねった。その後、講堂に移り、互いの学校紹介、台中一中の生徒によるハーモニカの演奏などが行われた。

授業の使用言語は英語だったが、どちらも体験型で協同作業が中心であったため意思の疎通に問題はなく、生徒同士の絆を深められた。



<数学の授業>



<物理の授業>

#### 2.2 交流第2日目(12月12日)：研究発表会

二日目は学術研究発表による交流である。発表前夜まで、生徒はあらゆる時間を使ってより良いプレゼンを目指し準備を続けた。プロジェクターのあるホテルの会議室を2時間借り、落ち着いてリハーサルに集中できるようにしたところ、生徒同士で話し方やスライドの使い方に関してアドバ

イスを出し合っており、専門家によるプレゼン指導の内容がよく身につけていることがうかがわれた。

本校の発表内容については、例年発表要旨（1チームA4英文2ページ）をまとめた冊子を用意しているが、今年は台中側も同じ様式の冊子を作ってくれた。発表本数は筑駒が7本、台中一中が6本だった。



#### <数学の発表>



#### <休憩時間での交流>

今年度の交流会の特徴は、発表後の質疑応答が非常に盛んだったことだ。本校生徒も台中一中の生徒もよく質問をした。また、休憩時間にも、お互いの発表についてより深く話し合っている姿が見られた。

これは、2日間とも同じ生徒たちと一緒に活動しており、初日の協同作業を通じて生徒が仲良くなっていたことや、事前のプレゼン指導や当日の引率教員からの声掛けで、質問をすることで真の交流になるのだ、という指導が行き届いていたおかげであろう。

また、本校のあるチームが機器の不具合でプレゼンが止まってしまったとき、とっさの機転をきかせて会場に「ここまでで何か質問はないか」と尋ねたところ、他の筑駒生が場を和ませる質問をして助け舟を出した。それに対してまた、当該生徒が当意即妙な返答をして会場全体を沸かせる、という印象的な場面もあった。

### 3. 検証

1. で挙げた3点について検証する。

- ①プレゼンテーション指導：複数回にわたる専門家とイングリッシュ・ルーム講師からのアドバイスは、英語そのものに関する注意はもちろんだが、立ち方・歩き方・目線の使い方・声の効果的な使い方・聴衆とのインタラクションの取り方・スライドの意義と作り方等広範囲に及び、生徒たちもよくその内容を消化して本番に臨み、高い成果をあげていた。昨年度までの課題であった「質疑応答」についても、今年は飛躍的な進歩が見られた。
- ②評価票：昨年度から課題の「評価が遠慮がち」になる点についてはあまり変化がなかったが、各発表直後に評価票の記入をするために「質疑が少なくなる」点については、大きな改善が見られた。質問をすることで、より深く相手の発表について理解できている、と言えるだろう。自由記述の内容も豊かだった。また、昨年度は提出件数があまり多くなかったが、今年度は非常に多数の提出があり、発表生徒にとっても今後の励みとなった。
- ③理数系の協同授業：初日と2日目で同じメンバーと一緒に授業を受け、協力して何かを作ったという経験が、①・②の成果をあげるにあたって貢献していることは間違いない。今までは調理実習や芸術の授業を研究交流とは違うメンバーと一緒にいった年もあり、それはそれで意義のあることだが、やはり同じ知的好奇心を共有していることを実感したうえで研究発表に臨むほうが、生徒たちの興味関心や集中の度合いもより増すのではないだろうか。

(文責：英語科・平原麻子)

## c. コア SSH 国際交流プログラムへの参加

### 1. 仮説

国際交流プログラムの充実には事例の蓄積が欠かせない。本校独自で企画を行っている前掲「b. 台湾国立台中第一高級中学との交流」以外にもチャンネルを増やし、効果を検証しながらプログラムをより発展させていくことが必要である。今年度は、いずれもコアSSH指定校である立命館高等学校・横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校の国際交流プログラムに連携校として参加した。

### 2. プログラムの内容

#### 2.1 立命館高等学校 SSH 科学技術人材育成重点 枠事業 タイ 王立 Mahidol 高校研修

##### 2.1.1 プログラムの内容

日時：2014年12月11日（木）～19日（金）

場所：タイ国 バンコク郊外

王立 Mahidol Wittayanusorn 高校

概要：立命館高等学校のコアSSH事業である「SSH 科学技術人材育成重点枠事業」のワークショップに、連携校として生徒2名（高校1年生）を派遣した。本プログラムでは、「国際舞台における科学研究の推進・協働を担うリーダーシップ育成」を研究課題とし、海外研修を通じて、「生徒のリーダーシップの伸張と世界を舞台に活躍するための素養を高めることを目指す」ことを目的としており、立命館高校、本校を含め8校のSSHより15名の生徒が参加した。

##### 2.1.2 参加生徒の活動

基本的には Mahidol 高校の生徒が日本人生徒一人一人にバディとしてつき、一緒に授業に参加させてもらう形であった。

授業は物理、化学、英語など一部を除いてタイ語で行われている。そのため、日本人生徒のためにタイの舞踊体験、タイの格闘技演習のような特別授業や、バンコク市内の文化財、博物館見学等のプログラムも組んでいただいております。参加した生徒は、マヒドル高校のアカデミズムだけでなく、広くタイの文化について知見を広め、体験する機会を得た。

また、マヒドル高校は全寮制であるが、週末は帰宅する生徒も多い。マヒドル高校滞在中の週末には日本人生徒はバディとともにタイ人の家庭にホームステイをし、一層の交流を深めた。

滞在中には研究発表も企画され、日本人生徒がJSSF等で発表した研究をバージョンアップさせて英語による発表活動を行い、マヒドル高校の生徒が盛んに質問をしていた。この効果については後述する。

### 2.2 横浜サイエンスフロンティア高校国際交流プログラム

#### 2.2.1 YSF 国際科学フォーラム (ysf FIRST)

日時：2014年11月22日（土）9:00～16:00

場所：横浜サイエンスフロンティア高等学校

概要：以下は主なプログラム

09:30 基調講演

10:00 小笠原父島研修プレゼンテーション

10:40 連携校の代表者プレゼンテーション

11:30 ポスターセッション

15:00 クロージングセッション

連携校として、生徒4名（高1：4名、高2：2名）を派遣した

高1は口頭発表を、高2はポスター発表を行っている。広い校舎を有効に利用して数多くのポスターが掲げられ、内容も発表も充実した様子が伺えた。分科会形式となり、同じような研究内容を一つの分科会に集め、議論をさせていた。口頭発表をした高1生徒もポスター発表を行った。



YSF 国際科学フォーラム：ポスター発表の様子



## 2.2.2 Thomas Jefferson 高校生徒派遣研修

日時：2015年1月5日（月）～10日（土）

場所：Thomas Jefferson High School for Science and Technology (TJHSST) 他

概要：

- 1月5日（月）成田出発、ワシントンDC到着  
国立アメリカ歴史博物館見学
- 1月6日（火）NASAゴダード宇宙センター見学  
トールソン大学研究所実験実習
- 1月7日（水）TJHSSTにて授業参加、日本生徒による研究発表（口頭・ポスター）
- 1月8日（木）国立航空宇宙博物館見学  
国立自然史博物館見学
- 1月9日（金）ワシントンDC出発
- 1月10日（土）成田到着



TJ高校でのポスター発表の様子

本校からは2.2.1に参加した高2生徒2名を派遣した。

## 3. 検証

- ・全てのプログラムに共通することであるが、これらは、海外の生徒との交流はもちろんのこと、日本の他校生と共に参加できることにも大きなメリットがある。生徒たちは互いに良い刺激を受けようとして、研究発表に共通の話題を見つけ、これからも互いの研究内容について情報交換を続けようとしている生徒たちもいた。
- ・タイ 王立マヒドル高校研修については、立命館高校の充実したプログラムにその成果を負うところが大きく、事前や当日の準備に関しては、立命館スタッフおよびマヒドル高校側スタッフの方々には感謝してもしきれない。

国際交流プログラムは双方の生徒が相手国への関心を高め、また相手国の文化、習慣に対す

る知見を広める大きな効用がある。

特に今回に関しては、生徒達が英語で研究発表（プレゼンテーション）を行ったことの意義が大きかった。前夜までリハーサルに取り組みグループもあり、熱意の高さを感じられた。研究発表を行った生徒達は日本人生徒、マヒドル高校の生徒の双方から、大変多くのフィードバックを得ていた。総じてプレゼンテーションの能力向上が求められている社会的な背景のもと、次年度以降も、何らかの英語による発表の機会を設けることが重要である。

- ・米国 トマス・ジェファーソン現地校の受入れ体制はより強化され、特に研究発表に出席した現地の生徒からは、積極性を感じることができた。発表した生徒も多くの質問に熱心に回答し、素晴らしい成果をあげることができた。



マヒドル高校 朝礼の様子



マヒドル高校における研究発表会

（文責：数学科・三井田裕樹  
英語科・高橋深美）

## 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に触れることが必須である。本校では、英語による専門的なプレゼンを数多く聴くことで、生徒の能力の向上が期待できると考えた。

### 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高校に無料で派遣し、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。本校は土曜日に行う中3テーマ学習と高2ゼミナールの選択者を対象に、このプログラムに参加して5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。

今年度の年間プログラムは以下の通りである。

#### 2.2 中学3年生のテーマ学習

選択者数：14名

| Date       | Speaker                 | Topic                                |
|------------|-------------------------|--------------------------------------|
| ① June 8   | —                       | 全体オリエンテーション                          |
| ② June 21  | 本校高校3年生 (SSH 台湾研修 派遣生徒) | 良いプレゼン・悪いプレゼン                        |
| ③ Sept. 13 | Dr. Scollosi (Hungary)  | 数学 (複素アダマール行列)                       |
| ④ Sept. 27 | Dr. Kovacs (Hungary)    | 数学 (ディオファントス近似とディオファントス方程式)          |
| ⑤ Oct. 18  | Dr. Delamarre (France)  | 電気電子工学 (太陽電池)                        |
| ⑥ Jan. 17  | Dr. Smid (Czech)        | 環境学 (燃料電池)                           |
| ⑦ Feb. 7   | 受講生徒自身のプレゼン             | 各自の興味に応じた内容 < 暗号・卓球・花粉症・手品など多岐に渡った > |

#### 2.3 高校2年生のゼミナール

選択者数：20名

| Date | Speaker | Topic |
|------|---------|-------|
|------|---------|-------|

|            |                            |  |
|------------|----------------------------|--|
| ① May 10   | —                          | 全体オリエンテーション                            |
| ② May 31   | Dr. Mamo (Australia)       | 地球惑星科学 (深海底生生物群集)                      |
| ③ June. 14 | Dr. Bertalanic (Slovenia)  | 政治学 (第一次世界大戦における日本の捕虜)                 |
| ④ June 28  | Dr. Cojocar (Moldova)      | 材料化学 (太陽電池)                            |
| ⑤ Sept. 14 | —                          | TED の研究                                |
| ⑥ Oct. 04  | Dr. Jongkees (New Zealand) | 生物分子科学 (特殊ペプチド)                        |
| ⑦ Nov. 15  | Dr. Gines (France)         | ナノ・マイクロ科学 (群ロボットの研究)                   |
| ⑧ Jan. 10  | 受講生徒自身のプレゼン                | TEDx Tsukukoma —Ideas Worth Spreading— |
| ⑨ Jan. 24  | Dr. F G. Marx (Austria)    | 地球惑星科学 (ヒゲクジラ類の進化における多様化と懸隔化)          |

### 3. 検証

テーマ学習とゼミナールの最終回には、参加生徒自身による英語のプレゼンテーション・ショーを行った。トピックは各自の興味に応じてさまざまだったが、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。ほとんどの生徒が、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せる者が多かった。

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 平原麻子)



Dr. Mamo (オーストラリア) による地球惑星科学の実習

## (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で公開し、今後の研究の指針を得ている。今年度は 8 月に交流会支援により北海道（釧路）で、12 月に本校で実施した。これらについて報告する。

#### 1. SSH 数学教員釧路研修会

##### 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、北海道釧路湖陵高等学校、北海道札幌啓成高等学校及び北海道各校での取り組みを伺い、今後に資する。

##### ②実施概要

日程：平成 26 年 8 月 28 日（木）

会場：北海道釧路湖陵高等学校

9:00～9:30 受付

9:45～10:35 研究授業①「整数の性質」

授業者：三井田裕樹（筑波大駒場教諭）

生徒：釧路湖陵高校 1 年生

10:45～11:35 研究授業②「2 次関数の接線」

授業者：和歌森毅志（釧路湖陵高校教諭）

生徒：釧路湖陵高校 2 年生

11:45～12:15 研究授業についての研究協議

13:20～16:45 本校及び釧路湖陵高校、札幌啓成高校による報告、意見交換

参加者：釧路湖陵高校の先生、札幌啓成高校の先生、北海道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 及び 剰余類の演算とウィルソンの定理 須藤雄生
- ・場合の数～樹形図から漸化式へ～ 鈴木清夫
- ・高校における整数問題 更科元子
- ・違う視点から見る 2 次関数と区分求積法 町田多加志
- ・開平法と連分数による平方根の近似値 須田学

（研究授業の課題から）

**問題**  $13^{40}$ 、 $97^{40}$  の下二桁の数を求めよ。

**問題**  $m$  を 100 と互いに素な 100 より小さい正の整数とすると、 $m^{40}$  の下二桁の数を求めよ。



##### ③検証

熊本研修会（2012 年度）、香川研修会（2013 年度）に続き、今回も研究授業を含む教員研修会となった。

釧路湖陵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。本校の教員が授業するだけでなく、釧路湖陵高校の先生が本校の教材を基に指導案を作り、授業を行うという初めての試みも実施された。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、本校教員と釧路湖陵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。

また、北海道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。このように地方に行き、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り、会場をお願いした釧路湖陵高校、ご協力いただいた札幌啓成高校の先生方に深く感謝したい。





## 2. SSH 数学科教員研修会

### ①仮説

SSH 校の『数学』分野の取り組み事例とともに、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具体的教材について報告・協議することは、SSH 校及びそれ以外の学校の数学教育に資するものと考え。

### ②実施概要

日程：平成 26 年 12 月 7 日（日）

会場：本校

参加者：中高数学科教諭，大学院生，本校教員  
約 210 名

■ 受付 9:00～9:30

■ 開会行事 9:30～9:45

J S T 挨拶，会場校長挨拶



### ■ SSH 教材等についての報告と研究協議

1. 北海道釧路湖陵高等学校 9:45～10:25  
和歌森毅志
2. 福井県立武生高等学校 10:25～11:05  
青木慎恵
3. 金光学園中学高等学校 11:05～11:45  
田中誠・土井康広
4. 大阪府立大手前高等学校 13:10～13:50  
金義博
5. 筑波大学附属駒場中高 I 13:50～14:30  
「筑波大学附属駒場中・高等学校の数学科 SSH の取組」 須藤雄生
6. 筑波大学附属駒場中高 II 14:40～15:20  
「整数の指導について」 更科元子
7. 筑波大学附属駒場中高 III 15:20～16:00  
「関数の指導について」 三井田裕樹

■ 全体講評 16:20～16:35

筑波大学 坂井公先生

■ 閉会行事 16:35～16:45

■ 情報交換会 17:00～19:00



### ③検証

SSH 各校の数学教育活動の多様な取り組みを研修でき、情報交換しながら SSH 校として協力できるとても有意義な会であり、今年度は 200 名近くの参加があった。SSH 校の取り組みを SSH 以外の全国の学校に普及することが望める機会でもある。

アンケートでは、次のような意見があった。

[参加動機]

- ・ SSH 校のカリキュラムに興味があったため
  - ・ 開発教材の中から自分で活用できる教材を探すため
  - ・ 勤務校での SSH における学校設定科目の取り組みのヒントを得るため
  - ・ 初任者なので、授業力向上の参考にするため
- [意見（自由記述）]
- ・ 取組のアイデアや教材が参考になり、自校でも工夫して取り入れて行くよう努力したい
  - ・ ルーブリックについて、生徒に到達目標を段階的に提示していく大切さを感じた
  - ・ 課題研究を中心に他校の課題や長所がわかり、大変参考になった
  - ・ 改めて生徒から学ぶ事は多いと感じた
  - ・ 各校の取組に圧倒され、刺激を受けた SSH 校だけでなく、大学の教員やこれから教員になる人にとっても、情報交換や取り組みについての発表は、大変有意義であったとの評価を多く得ている。本校数学科の開発教材集も自校に持ち帰る人が多く、今後更に発展させていきたい。

（文責：数学科 須田学）

## 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、これら以外の内容についても教材の開発と実証的な考察を継続して行っている。

この間に開発した教材は本校の実態に即した中高一貫のカリキュラムへ配置し授業で実践するとともに、教育研究会などで公開し、その効果を確認することができた。2012年度より新規指定を受けたSSH研究においても、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

これまでに約70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1件(★印)を掲載する。

|       |                   |
|-------|-------------------|
| a1-3  | 剰余類の演算とウィルソンの定理   |
| A1-3  | 高校における整数問題        |
| d3-5  | 場合の数～樹形図から漸化式～    |
| A1-4★ | 開平法と連分数による平方根の近似値 |

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数学科釧路教員研修会(別ページ参照)では、釧路湖陵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、釧路湖陵高校の教員に、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：須藤雄生)

開発教材一覧（筑波大学附属駒場中・高等学校数学科）2014年度

★印は本稿に記載，☆印は本年度開発

|        |                               |       |
|--------|-------------------------------|-------|
| 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☆ |
| 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★ |
| A2.    | 離散な数列と連続な関数                   | 2009  |
| A2-2.  | $\Sigma K^4$ と区分積法            | 2011  |
| A3.    | 置換と正多面体群                      | 2007  |
| A3-2.  | 1次変換の線形性                      | 2008  |
| 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  |

|       |                       |       |
|-------|-----------------------|-------|
| 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，相関係数             | 2007  |
| 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  |
| 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.  | 組合せの確率モデル             | 2007  |
| Pf2.  | EBIと確率・統計             | 2007  |

## A1-4. 開平法と連分数による平方根の近似値

関連分野：代数分野，解析分野

高等数学：代数，解析

対象学年：高校1年生

関連単元：「数と式」(数学I)

教材名：「開平法と連分数による平方根の近似値」

### 《誤差を考慮に入れた平方根の近似値》

数学Iのデータの分析では，標準偏差や相関係数が扱われ，単に平方根の計算ができるだけでなく，その近似値が重要な役割を担うようになった．学習指導要領解説（文部科学省（2009））には，「多くのデータを扱う場合には，コンピュータなどを積極的に活用する」という記述があるが，コンピュータ教室の利用状況の制約から，数学科で頻繁に利用できない学校も多い．そのため，手計算で平方根の近似値を求める手法である開平法は，特にデータの分析において，実用的であると言える．また，それだけでなく，開平法の仕組みや誤差まで考慮すれば二次方程式，二次不等式の応用として，理論的な面白さがある．さらに，数学Aの「整数の性質」ではユークリッドの互除法を扱うので，その応用として，平方根を連分数で表して，その近似値を求め，多面的に平方根の近似値を考察することもできる．また，課題学習でも利用できる教材でもある．

### A1-4.1. 授業実践の概要

本校において，2013年度の中学3年生3学級（各男子41名）を対象として，週に2時間実施される数学（代数）の2学期のすべての授業における授業実践を通して，教材開発を行った．主な授業内容と順序は次の通りである．

- 1) 平方根の定義と基本性質
- 2) 平方根の整数部分の不等式による表現
- 3) 平方根の近似値の不等式による求め方
- 4) 開平法の手順と証明
- 5) 高木の近似法 cf. 高木（2008）
- 6) 誤差の評価と精度の上げ方
- 7) 無理数作り cf. 木村（2012）
- 8) 連分数の定義と基本性質 cf. 岩堀（1983），高木（1971），フックス・タバチニコフ（2012）
- 9) ユークリッドの互除法と連分数の関係
- 10) 無理数の連分数での表現
- 11) 連分数による平方根の近似値
- 12) ヘロンの近似式 cf. ファン・デル・ヴェルデン

(2006)

13) ニュートン法

14) ヘロンの近似式とニュートン法の関係

5), 6), 7) では必要に応じて，生徒に電卓を利用させた．実際の授業では， $+$ ， $-$ ， $\times$ ， $\div$ ， $\sqrt{\quad}$ の機能のある8桁の電卓で，最後の桁は四捨五入せずに切り捨てるタイプであった．例えば，「 $2 \div 3$ 」は「0.6666666」と表示されるものである．

以下，授業で扱った内容のうち，主なものを紹介する．

### A1-4.2. 開平法

#### ① 幾何的な解釈

開平法の手順（詳細略）と幾何的な意味を確認する．

$10^n \leq \sqrt{x} < 10^{n+1} \Leftrightarrow 100^n \leq x < 100^{n+1}$  が基本であ

り， $\sqrt{x}$ の桁数の判断で最初に利用される．

例1  $\sqrt{53361} = 231$

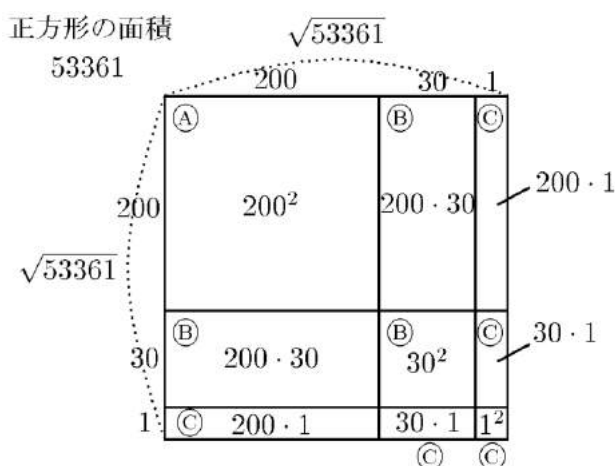
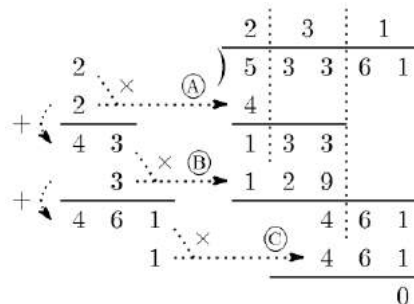


図1 開平法の図形的解釈（有理数）

1辺が $\sqrt{53361}$ の正方形を考えると，その面積は

53361 である. また, 図1のように①, ②, ③を定め

ると, これらの面積は

$$\textcircled{A} \quad 4 \cdot 10000 = 200^2$$

$$\textcircled{B} \quad 129 \cdot 100 = 43 \cdot 3 \cdot 100 = (2 \times 200 + 30) \cdot 30 \\ = 2 \times (200 \cdot 30) + 30^2$$

$$\textcircled{C} \quad 461 = (2 \times (200 + 30) + 1) \cdot 1 \\ = 2 \times (200 \cdot 1 + 30 \cdot 1) + 1^2 \quad \text{なので,}$$

$$53361 = \textcircled{A} + \textcircled{B} + \textcircled{C} = (200 + 30 + 1)^2 = 231^2 \text{ より,}$$

$\sqrt{53361} = 231$ を得る. 図1の意味については, 生徒も容易に納得できる.

例2  $\sqrt{569} = 23.8 \dots$

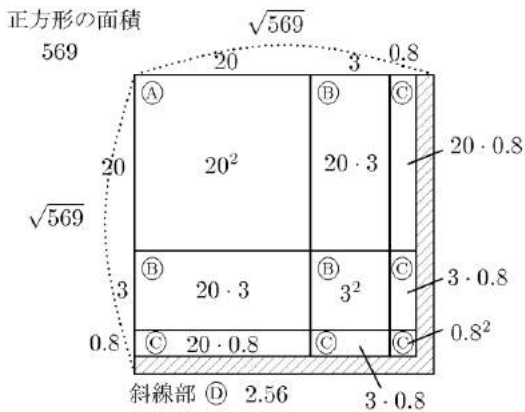
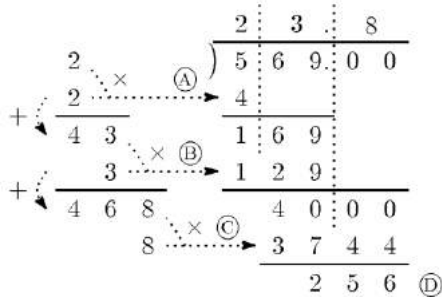


図2 開平法の幾何的解釈 (無理数)

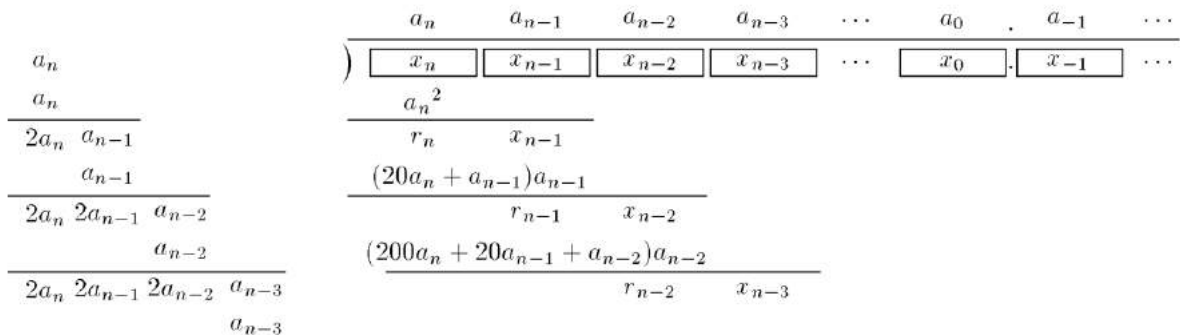


図3 開平法の証明における整理された計算

$$569 - (\textcircled{A} + \textcircled{B} + \textcircled{C}) = \textcircled{D} \Leftrightarrow 569 - 23.8^2 = 2.56 \geq 0$$

8の最大性より,  $569 - 23.9^2 < 0$ なので,

$$23.8^2 \leq 569 < 23.9^2 \Leftrightarrow 23.8 \leq \sqrt{569} < 23.9 \text{ から,}$$

$$\sqrt{569} = 23.8 \dots \text{ を得る.}$$

さらに, 小数第2位以降の位の値を得るには,

468+8=476, 256を25600として, 同様の計算を

続ければよい. 証明も同様にできる. 図2の意味については, すぐに理解できない生徒もいるが, 図2を見ながら, 最初に最高位の位(桁数)を決め, さらに,

10, 1, 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup>, ... の位の値を順に最大になるように

とっていることで理解させられる.

## ② 代数的な証明

$\sqrt{x}$  ( $x > 0$ ) の開平法について, 手順を文字で表し, 証明する. 証明の記述については, 高木 (2008) 第十一章 (四) が詳しい. 具体的には,  $x_i$  を0以上99以下の整数として,

$$x = x_n 100^n + x_{n-1} 100^{n-1} + \dots \\ + x_1 100^1 + x_0 100^0 + x_{-1} 100^{-1} + \dots$$

と表し, 例2で確認したことを, 一般的に文字で証明する. 詳細は省略するが, 図3のような整理された計算を考えると, 生徒の理解が深まる. ここで,

$$r_n = x_n - a_n^2, \quad r_{n-1} = 100r_n + x_{n-1} - (20a_n + a_{n-1})a_{n-1}, \dots$$

のように定義していることに注意しておく.

### ③ 高木の近似法

高木 (2008) 第十一章 (四) において, 開平法に関連する近似法が紹介されている. その内容の概要を述べる.

$a \geq 1$  のとき,  $a$  の整数部分を  $A$  として,  $\sqrt{a}$  の近似値を求める.  $a = A + \alpha$  ( $0 \leq \alpha < 1$ ),

$\sqrt{a} = Q + x$  ( $Q$ : 整数,  $0 \leq x < 1$ ) と表すとき,

$(\sqrt{a}$  の整数部分)  $= Q = (\sqrt{A}$  の整数部分) が容易に確

かめられ,  $R = a - Q^2 = 2Qx + x^2$  とおく.

$R = 0$  ( $\Leftrightarrow x = 0$ ) のとき,  $\sqrt{a} = Q$  である. 以下,

$R \neq 0$  ( $\Leftrightarrow x \neq 0$ ), i. e.  $0 < x < 1$  とする.  $0 < x^2 < x$

より,  $R = 2Qx + x^2 > 2Qx$ ,

$R = 2Qx + x^2 < 2Qx + x = (2Q + 1)x$  なので,

$\frac{R}{2Q+1} < x < \frac{R}{2Q}$  を得る. よって,  $\sqrt{a}$  の小数部分  $x$  の

近似値が得られる. ここで, 近似の精度は,

$$(x \text{ の誤差}) < \frac{R}{2Q} - \frac{R}{2Q+1} = \frac{R}{2Q(2Q+1)} < \frac{R}{4Q^2}.$$

**例3**  $a = 20000$  のとき, 高木の近似法を確認する. 文字は上記の意味で用いる.

$a = 20000 + 0$  ( $A = 20000, \alpha = 0$ ),

$\sqrt{a} = \sqrt{20000} = 141 + x$  ( $Q = 141, 0 \leq x < 1$ ) とする.

$R = a - Q^2 = 20000 - 141^2 = 119 \neq 0$  ( $\Leftrightarrow x \neq 0$ )

$\frac{R}{2Q+1} < x < \frac{R}{2Q}$ , すなわち,

$$0.420 \dots = \frac{119}{283} < x < \frac{119}{282} = 0.421 \dots \text{ より } x = 0.42 \dots$$

を得る. よって,  $\sqrt{a} = \sqrt{20000} = 141 + x = 141.42 \dots$

である. 近似の精度は,

$$(x \text{ の誤差}) < \frac{R}{4Q^2} = \frac{119}{4 \cdot 141^2} = 0.001496 \dots \text{ である.}$$

このとき,  $\sqrt{20000} = 141.42$  の両辺を 100 で割ること

によって,  $\sqrt{2} = 1.4142 \dots$  も得られる.

**発問**  $\sqrt{2}$  のよりよい近似を得るためにはどうすればよいか?

**例4**  $a = 200000000$  とすれば,  $\sqrt{2}$  のより精度の高い近似が得られる. 例3の結果より,

$\sqrt{a} = \sqrt{200000000} = 14142 \dots$  なので, 整数部分  $Q$

が容易に決定でき,  $\sqrt{a} = 14142 + x$  ( $Q = 14142,$

$0 \leq x < 1$ ) である. このとき,

$R = a - Q^2 = 200000000 - 14142^2 = 3836 \neq 0$

より,  $\frac{R}{2Q+1} < x < \frac{R}{2Q} \Leftrightarrow$

$$0.135619 \dots = \frac{3836}{28285} < x < \frac{3836}{28284} = 0.135624 \dots$$

なので,  $x = 0.1356 \dots$  から,

$\sqrt{a} = \sqrt{200000000} = 14142 + x = 14142.1356 \dots$

である. 近似の精度は, 次の通りである.

$$(x \text{ の誤差}) < \frac{R}{4Q^2} = \frac{3836}{4 \cdot 14142^2} = 0.00000479 \dots$$

このとき,  $\sqrt{2} = 1.41421356 \dots$  も得られる. さらに,

$a = 2 \cdot 10^{16}$  として同様の作業をすれば, さらに  $\sqrt{2}$  の近似の精度が高くなる.

### ④ 開平法と高木の近似法の比較

開平法

- ・1回の計算で1桁ずつ精度が高くなる.
- ・主に使う演算は, 「掛け算」, 「引き算」である.

### 高木の近似法

- 不等式による最後の評価において、例えば、例3で2桁、例4で3桁だけ精度が高くなっている。つまり、1回の計算で複数桁向上する。
- 主に使う演算は、「平方」、「引き算」、「割り算」である。「平方表」を利用しても、「割り算」の手間は残る。
- どの桁まで正しい値なのかすぐに分からない。

### A1-4.3. 連分数

ユークリッドの互除法を利用した有理数の連分数表記を平方根の連分数表記に応用し、その近似値を扱う。連分数に関しては、岩堀 (1983)、木村 (2012)、高木 (1971)、フックス・タバチニコフ (2012) が詳しいが、ここでは詳細は省略する。

#### ① 無理数作り

木村 (2012) において、次の問1のような問題が扱われている。最大桁数が8桁の電卓を利用して、実際に授業をした様子を紹介する。

**問1** 次の「ある桁まで桁の数字の決まっている無限小数」になるような無理数を作れ。ただし、できる限り簡単な形になるよう工夫せよ。また、掛け算や割り算では必要に応じて電卓等を用いてもよい。

- (1) 1.23606797...      (2) 0.30277563...  
 (3) 1.19258240...      (4) 4.12310565...  
 (5) 1.77245385...

**解** (1) 何人かの生徒からすぐに声上がるが、最初

に、 $1.23606797 + \frac{\sqrt{2}}{1000000000}$  も解であることをク

ラス全体で確認する。以下、より簡単な形の解を求め  
 ことを目標にする。  $x = 1.23606797...$  とおく。電  
 卓を利用しながら計算すると、

$$x \doteq 1 + 0.23606797 = 1 + \frac{1}{\frac{1}{0.23606797}}$$

$$\doteq 1 + \frac{1}{4.2360681} \doteq 1 + \frac{1}{x+3}$$

より、 $x = 1 + \frac{1}{x+3}$  と予想できる。

$$x(x+3) = 1(x+x) + 1 \Leftrightarrow x^2 + 2x - 4 = 0 \\ \Leftrightarrow x = -1 \pm \sqrt{5},$$

$x > 0$  より、求める無理数は、 $x = \sqrt{5} - 1$  と予想され  
 る。 $\sqrt{5}$  を開平法または高木の近似法または電卓で計  
 算して、 $\sqrt{5} - 1 = 1.23606797...$  を得る。ただし、電  
 卓の桁数によっては工夫が必要になる。例えば、最大  
 桁数が8桁の電卓の場合、

$$-20 + \sqrt{500} = 2.3606797... \text{ と計算すればよい。}$$

(1)の別解  $x = 1.23606797...$  とおく。

$$x \doteq 1 + 0.23606797 = 1 + \frac{1}{\frac{1}{0.23606797}} \\ \doteq 1 + \frac{1}{4.2360681} = 1 + \frac{1}{4 + \frac{1}{\frac{1}{0.2360681}}} \\ \doteq 1 + \frac{1}{4 + \frac{1}{4.2360657}} \doteq 1 + \frac{1}{4 + \frac{1}{4 + \frac{1}{4 + \dots}}}$$

より、 $x = 1 + \frac{1}{3+x}$  と予想し、同様に計算して、

$$x = \sqrt{5} - 1 \text{ を得る。 (2) \sim (4) も同様に計算して、} \\ (2) \frac{\sqrt{13}-1}{2} \quad (3) \frac{\sqrt{29}-3}{2} \quad (4) \sqrt{17}$$

(5)  $\sqrt{\pi} = \sqrt{3.14159265358...}$  を開平法で計算すれ  
 ば、求める数が得られる。円周率  $\pi$  の近似値は、生徒  
 の質問に応じて、提示するようにする。

#### ② 連分数とユークリッドの互除法

正則連分数の定義、ユークリッドの互除法を扱う(詳  
 細略)。以下、具体例のみ紹介する。

**問2** (1) 1081と391について、ユークリッドの互除  
 法により、最大公約数を求めよ。

(2)  $\frac{1081}{391}$  を正則連分数で表せ。

解 (1)  $1081 = 391 \cdot 2 + 299$ ,  $391 = 299 \cdot 1 + 92$ ,

$$299 = 92 \cdot 3 + 23, \quad 92 = 23 \cdot 4 \quad \text{より,}$$

$$\gcd(1081, 391) = \gcd(391, 299) = \gcd(299, 92) \\ = \gcd(92, 23) = 23$$

(2) (1)の結果を利用して,

$$\frac{1081}{391} = \frac{47 \cdot 23}{17 \cdot 23} = \frac{47}{17} = 2 + \frac{13}{17} = 2 + \frac{1}{1 + \frac{4}{13}} \\ = 2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{3 + \frac{1}{4}}}$$

(2)の別解

ユークリッドの互除法の計算をそのまま利用して,

$$\frac{1081}{391} = 2 + \frac{299}{391} = 2 + \frac{1}{\frac{391}{299}} = 2 + \frac{1}{1 + \frac{92}{299}} = 2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{\frac{299}{92}}} \\ = 2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{\frac{299}{92}}} = 2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{3 + \frac{23}{92}}} = 2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{3 + \frac{1}{4}}}$$

を得る. 計算しているうちに気付く生徒も多いが, ユークリッドの互除法と正則連分数の自然な対応をクラス全体で確認しておく.

### ③ 連分数による平方根の近似値

問3  $\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{\ddots}}}$  に対して,  $\alpha_1 = 1$ ,

$$\alpha_1 = 1 + \frac{1}{2}, \quad \alpha_2 = 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2}}, \quad \alpha_3 = 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2}}}, \dots \text{と}$$

において,  $\alpha_n$  を  $\sqrt{2}$  の  $n$  次近似分数とよぶ.

(1)  $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_6$  の値をそれぞれ分数表記と十進数表記で表せ.

(2)  $\sqrt{2}, \alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots$  の大小関係を調べよ.

解 (1)  $\alpha_0 = 1 = \frac{1}{1}$ ,  $\alpha_1 = \frac{3}{2} = 1.5$ ,  $\alpha_2 = \frac{7}{5} = 1.4$ ,

$$\alpha_3 = \frac{17}{12} = 1.4166\dots, \quad \alpha_4 = \frac{41}{29} = 1.41379\dots,$$

$$\alpha_5 = \frac{99}{70} = 1.414285\dots, \quad \alpha_6 = \frac{239}{169} = 1.41420118\dots$$

(2)  $\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{\ddots}}}}$  より, 分数の形から,

$$\alpha_0 < \alpha_2 < \alpha_4 < \alpha_6 < \dots < \sqrt{2} < \dots < \alpha_5 < \alpha_3 < \alpha_1.$$

無限に続く形なので, 多少難しい面もあるが, 真の値  $\sqrt{2} = 1.41421356\dots$  と(1)の結果から, 大小を繰り返しながら近付くことが予想できる. 数列を学んでいる場合は, フィボナッチ数列も扱い, より近似の精度を高める活動もできる.

### A1-4.4. ヘロンの近似式

ファン・デル・ヴェルデン (2006) によると, ヘロンは, 3 辺  $7, 8, 9$  の三角形の面積  $\sqrt{720}$  に

$$\sqrt{a^2 \pm b} \doteq a \pm \frac{b}{2a} \quad (\text{以下, ヘロンの近似式とよぶ})$$

を適用して, 近似値を求めた. 歴史的な話題を取り入れ, さらに, より正確な近似値を求める方法を考える. また, 誤差を考えて, さらに精度を上げる方法も扱う.

#### ① ヘロンの近似式の意味と利用

ヘロンの近似式の意味を正確に述べておく.

$0 < b \leq a$  のとき, 次の近似が成立する:

$$\sqrt{a^2 + b} \doteq a + \frac{b}{2a} \quad \dots (*),$$

$$\sqrt{a^2 - b} \doteq a - \frac{b}{2a} \quad (\text{ただし, } a^2 > b \text{ のときに限る}).$$

ここで, どちらの式も(左辺) < (右辺) をみます.

例5 例えば, 次のような近似が得られる.



$$\sqrt{720} = \sqrt{26^2 + 44} \doteq 26 + \frac{44}{2 \cdot 26} = 26 + \frac{11}{13} = 26.846153\dots$$

$$\sqrt{720} = \sqrt{27^2 - 9} \doteq 27 - \frac{9}{2 \cdot 27} = 26 + \frac{5}{6} = 26.833333\dots$$

$$\sqrt{720} = \sqrt{26.8^2 + 1.76} \doteq 26.8 + \frac{1.76}{2 \times 26.8} = 26.8 + \frac{11}{335} = 26.832835\dots$$

開平法または電卓で真の値  $\sqrt{720} = 26.832815\dots$  を

確認すると、 $\sqrt{a^2 \pm b}$  で  $a$  を真の値に近づけると  $b$  の値が小さくなり、精度が上がっていることが分かる。このような振り返りの活動は、生徒の理解を深める。

**例6** 近似を繰り返し適用して、精度を上げる。

$$\sqrt{2} = \sqrt{1^2 + 1} \doteq 1 + \frac{1}{1 \cdot 2} = \frac{3}{2} = 1.5$$

$$\sqrt{2} = \sqrt{\left(\frac{3}{2}\right)^2 - \frac{1}{4}} \doteq \frac{3}{2} - \frac{1/4}{2 \cdot \frac{3}{2}} = \frac{17}{12} = 1.4166666\dots$$

$$\sqrt{2} = \sqrt{\left(\frac{17}{12}\right)^2 - \frac{1}{144}} \doteq \frac{17}{12} - \frac{1/144}{2 \cdot \frac{17}{12}} = \frac{577}{408} = 1.4142156\dots$$

このとき、初期値  $a=1$  は他の値でも構わない。

また、ある程度、近似値が分かっているとき、さらに精度を上げてみる。

$$\begin{aligned} \sqrt{2} &= \sqrt{1.41421356^2 + 0.000000006712126} \\ &\doteq 1.41421356 + \frac{0.000000006712126}{2 \times 1.41421356} \\ &= 1.41421356237309\dots \end{aligned}$$

このとき、237309 は正しい値であり、6桁だけ精度が上がっている。当然、同様の作業を繰り返して、さらに精度を上げることも可能である。

## ② 近似の誤差

(\*)における誤差を  $e = a + \frac{b}{2a} - \sqrt{a^2 + b}$  ( $> 0$ ) とおくと、 $0 < b \leq a$  より、次の不等式を得る。これらは、

授業で生徒から挙げたものである。

$$A) \quad e^2 = \frac{b^2}{4a^2} - 2\left(a + \frac{b}{2a}\right)\sqrt{a^2 + b} < \frac{b^2}{4a^2} \leq \frac{1}{4} \quad \text{より,} \\ e < \frac{1}{2}$$

$$B) \quad e^2 = 2\left(a^2 + b + \frac{b^2}{8a^2}\right) - 2\left(a + \frac{b}{2a}\right)\sqrt{a^2 + b} \\ < 2\left(a^2 + b + \frac{b^2}{8a^2}\right) - 2\left(a + \frac{b}{2a}\right)a = b\left(1 + \frac{1}{4a^2}\right)$$

$$\text{より, } e < \sqrt{b\left(1 + \frac{1}{4a^2}\right)}$$

$$C) \quad e^2 < 2\left(a^2 + b + \frac{b^2}{8a^2}\right) = 2\left(a + \frac{b}{2a}\right)^2 \quad \text{より,} \\ e < \sqrt{2}\left(a + \frac{b}{2a}\right)$$

$$D) \quad e = a + \frac{b}{2a} - \sqrt{a^2 + b} < a + \frac{b}{2a} - a = \frac{b}{2a}$$

$a$  の値を大きく変えず、 $b$  の値を小さくするときの近似の精度は次のように評価できる。

A) 悪い B) よい C) 悪い D) よい

精度が悪く、あまり役に立たない近似もあるが、生徒自ら作った式なので、互いに式の価値を調べ、興味を持って取り組んでいた。不等式の式変形の結果は一意にはならないので、そのような意識付けとしても、価値のある取り組みである。

## A1-4.5. ニュートン法

微分を用いずに放物線の接線を求める。ニュートン法による平方根の近似を扱い、ヘロンの近似式との関連を調べる。

### ① 放物線の接線

放物線の接線については、放物線と1点で交わり、 $y$  軸と平行でない直線と定義すると、微分を使わなくても扱える。

放物線  $y = x^2 - 2$  上の点  $P(p, p^2 - 2)$  における接線

$l_p$  は、図4のように考えれば、

$$y = x^2 - 2 - (x - p)^2 = 2px - (p^2 + 2) \text{ である.}$$

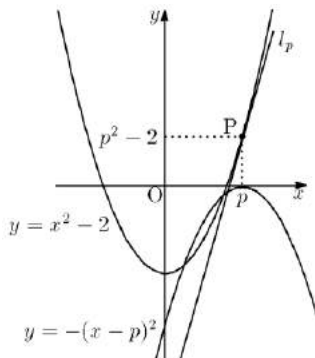


図4 放物線の接線

## ② ニュートン法

問4  $f(x) = x^2 - 2$  において、放物線  $y = f(x)$  上の

点  $P_n(x_n, f(x_n))$  における接線  $l_n$  が  $x$  軸と交わる点の

$x$  座標を  $x_{n+1}$  とする。このようにして、 $x_1$  から順に

$x_2, x_3, \dots$  を作る。ただし、 $x_1 \neq 0, \pm\sqrt{2}$  とする。

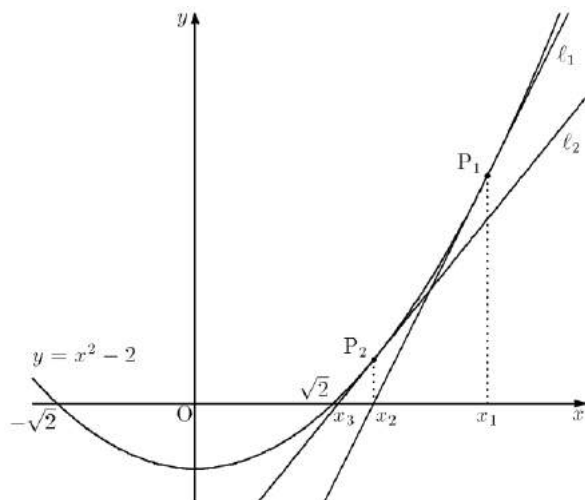


図5 ニュートン法

(1)  $x_2$  を  $x_1$  の式で表せ。

(2)  $x_{n+1}$  を  $x_n$  の式で表せ。

(3)  $x_1 = 2$  のとき、 $x_2, x_3, x_4$  を分数で表せ。 $x_n$  は何を表すか。

(4) この近似法とヘロンの近似式の関連について述べよ。

解 (1)  $l_1: y = 2x_1x - (x_1^2 + 2)$  より、 $y = 0$  のとき、

$$x = x_2 \text{ なるので、 } x_2 = \frac{x_1^2 + 2}{2x_1} = \frac{1}{2} \left( x_1 + \frac{1}{x_1} \right)$$

$$(2) \text{ 同様に、 } x_{n+1} = \frac{x_n^2 + 2}{2x_n} = \frac{1}{2} \left( x_n + \frac{1}{x_n} \right)$$

$$(3) x_2 = \frac{1}{2} \left( 2 + \frac{2}{2} \right) = \frac{3}{2}, x_3 = \frac{17}{12}, x_4 = \frac{577}{408}$$

また、図5より、 $x_n$  は  $\sqrt{2}$  の近似値である。

(4) 初期値  $x_1$  に対して、

$$\sqrt{2} = \sqrt{x_1^2 + (2 - x_1^2)} \doteq x_1 + \frac{2 - x_1^2}{2x_1} = \frac{1}{2} \left( x_1 + \frac{2}{x_1} \right)$$

より、 $x_2 = \frac{1}{2} \left( x_1 + \frac{2}{x_1} \right)$  とおき、さらに、同様に、

$$\sqrt{2} = \sqrt{x_2^2 + (2 - x_2^2)} \doteq \frac{1}{2} \left( x_2 + \frac{2}{x_2} \right) = x_3, \dots,$$

$$\sqrt{2} = \sqrt{x_n^2 + (2 - x_n^2)} \doteq \frac{1}{2} \left( x_n + \frac{2}{x_n} \right) = x_{n+1}$$

により、 $x_3, x_4, \dots, x_{n+1}$  を定める。これは、(2)で得

たニュートン法の近似と全く同じ式なので、本質的には同じ近似であるとみなせる。

### A1-4.6. まとめ

平方根の近似値について、様々な近似法「開平法」、「高木の近似法」、「連分数による近似」、「ヘロンの近似式」、「ニュートン法」の特徴や関連を比較することにより、特に二次方程式、二次不等式の有用性を実感すると共に、生徒の興味を引き出すことができた。特に、誤差を考慮した平方根の近似値のみに焦点を当て、1

学期のすべての授業で授業実践した試みは、それだけで価値があると言えるだろう。また、課題学習教材として利用することもできる。これらの内容を学んだ生徒が、今後、データの分析の学習などで平方根の近似値をどのように生かしていくかを、パソコン（表計算ソフト、数式処理システム等）の利用、電卓の利用との対比でさらに調査していきたい。

#### 引用・参考文献

- [1] 岩堀長慶（1983）「2次行列の世界」岩波書店.
- [2] 木村俊一（2012）「連分数のふしぎ」講談社.
- [3] 高木貞治（1971）「初等整数論講義 第2版」岩波書店.
- [4] 高木貞治（2008）「新式算術講義」筑摩書房.
- [5] ファン・デル・ヴェルデン（訳：加藤文元，鈴木亮太郎）（2006）「古代文明の数学」日本評論社.
- [6] D.フックス, S.タバチニコフ（訳：蟹江幸博）（2012）「ラマヌジャンの遺した関数」岩波書店.
- [7] 文部科学省（2009）「高等学校 学習指導要領解説 理科編 理数編」実教出版.

(2014 須田)

## (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10年前からの通算、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41回数学特別講座 『幻惑する数学』

日時：12月9日（火） 13:30～15:00

場所：オープンスペース

講師：竹内 耕太 先生

筑波大学大学院数理物質系助教

本校高2ゼミナールアドバイザー



内容：(参加募集案内より一部抜粋)

この講座では、数理論理学に関わる話題の中から、無限大と無限小を持つ実数、無矛盾な体積を定義できない図形、計算不可能な小数、証明も反証もできない命題といった一見すると不可思議な数学のお話をしたいと思います。また時間が許すならば、これらが実は「集合とは何か」を精密化

する過程で共通して自然に捉えられるような現象であることもお話できればと思います。

#### ○第42回数学特別講座 『モンテカルト・シミュレーション入門 –さいころに学ぶ統計学–』

日時：12月13日（火） 10:00～12:00

場所：50周年記念会館

講師：中島 上智 先生

日本銀行・本校48期卒業生



内容：(参加募集案内より一部抜粋)

今回は統計学の中でよく使われている「モンテカルロ法」についてお話しします。モンテカルロ法は様々な事象をシミュレーションするための方法として古くから研究されています。最近では、発達したコンピュータ技術を用いて最先端の経済分析や医療データの解析に使われるなど多方面に発展を遂げています。この特別講座では、実際にサイコロや乱数表を使ってモンテカルロ・シミュレーションの実験をしながら、確率や統計の不思議に迫ってみたいと思います。

#### 3. 検証

受講後のアンケートによると、参加者の90%以上が講座内容は今後の自分の学習に役立つと答えしており、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) 数学における定義することの重要性を改めて実感することができた。(第41回)

(高2) 自分の知っている数学の世界とかけ離れていて、数学の奥深さを知りました。(第41回)

(中1) サイコロの確率に別の出来事の確率をあてはめるということが面白かった。(第42回)

(中3) 文系で数学を使いたいので、とても自分の目標となった。(第42回)

(高2)  $2n$ 人を $n$ 人ずつに分ける問題が面白くて、しばらく考えたいと思った。(第42回)

(文責：数学科 町田多加志)

## b. 理科

### b-1 物理分野

#### 特別講座「宇宙エレベーターが拓く未来 —実現を阻むハードルをいかに越えるか—」

##### 1. 仮説

普通の授業では、物理現象を概ね実験台の大きさで収まるモデルで扱うことがほとんどである。地球・宇宙のスケールで起こる現象を扱う場合にも物理法則の一般性・普遍性が通用することに気づかせることは教育的価値が高いと考える。

##### 2. 内容・方法

講師：佐藤 実先生（東海大学理学部講師）

日時：2015年3月10日（火）13:00～16:00

実施予定

場所：本校オープンスペース

対象：中学1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「核磁気共鳴による 有機化合物の構造決定 —理論と実験—」

##### 1. 仮説

例年通り、化学科ゼミナール受講生対象の実習講座を開催した。芳香族炭化水素のNMR測定を例に、NMRをはじめとする様々な分光分析の理論と特徴を学ぶことで、研究への興味・関心が高まり、「理科課題研究」等への活用が期待できる。

##### 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：2014年11月15日（土）10:00～12:00

場所：東京大学教養学部

対象：ゼミナール「光で探る科学」受講生

参加者：高校2年生 25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C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>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 %
- ・満足度：期待以上・期待通り 88 %
- ・学習効果：学習に役立った 100 %

生徒の感想：

- ・NMR 測定の原理など今の自分には理解できないと思っていたが、高校で習う範囲である程度理解することができて良かったです。
- ・赤外や紫外可視と異なりピークがはっきり表れること。また、ピークの数は隣り合った水素原子の数に影響されたものであることから、より有効な手段であることが分かり興味深く感じました。
- ・NMR を用いることで、同じ有機化合物でも異性体だと違う結果が分かりやすく表れていて感動した。
- ・磁場でエネルギーを分裂させて観測するということがよく分かった。今まで学習したことが、今回のNMRのようなことに応用されていると言うことが実感できて面白かった。
- ・原子が電波を吸収する仕組みについてもっと詳しく学びたい。そのためには物理の知識が必要そう。

##### 3. 検証

NMR のしくみと測定の理論、チャートの読み方など、わかりやすく説明していただいた。新課程の化学では、有機化学単元の学習順序が遅くなっているが、ベンゼンの構造や位置異性体について補足説明を加えていただき、何とか理解することができたようだ。未知試料C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>のチャートも、ほとんどの生徒が正確に読み、異性体を同定することができた。

（文責：理科（化学）・梶山正明）

## 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「自分の好きなことを調べてレポートを書く」（澤田）

生徒が自分の好きな問いをたて、図書・データベース・ウェブなどさまざまなメディアを使って調べ、それをまとめて「探究レポート」を書く。その過程でアウトラインを作り、また生徒同士の推敲の機会などを多く設けて、論理的で他人に伝わる文章の書き方を学ぶ。

#### 2.2 中学2年国語「LTD学習法の導入」（東城）

「LTD学習法」とは、課題のテキストについて個人で予習し、授業時のグループによる議論を通じて理解を深めるという学習法である。今回はそれを中学の授業用にアレンジして取り入れた。主題や構成を読み取り正確な理解を目指すパートと、それをもとに具体的な事例について適用を試みるパートの2部制とし、それぞれのパートは予習と議論の2局面で構成した。教材（課題とした文章）は分子生物学者である福岡伸一のエッセー「二つの誤り」である。科学研究の現場においては、そもそもの仮説が間違っているのか、それとも実験手段や条件設定が間違っているのかが研究者自身で判別できないという内容のテキストである。なお、個々の理解度は事後のレポートによって教員がチェックし、必要に応じて支援を行っている。

#### 2.3 高校2年現代文「科学と社会」（関口）

「『科学的助言』の政治学」（尾内隆之『科学』2014年2月号）を題材に、科学と政治、行政と住民の関係等について、イタリアのラクイラ地震をめぐる事件などの例を参照しながら、その現状と今後の方向性などについて、主に講義形式で授業を行った。ラクイラの例で筆者が注目したのは、住民は何を行政や専門家に求めているのか、であった。実際に社会に影響を与える科学者の立場やあるべき姿を

考察するための、新しい視角を持ってもらえたものと思う。

#### 2.4 高校3年現代文「エンハンスメントの倫理的問題について調べてレポートを書く」（澤田）

科学の発達が現代社会にもたらす倫理的課題の一例としてエンハンスメントをとりあげ、ドーピングやスマートドラッグなど、エンハンスメントがもたらす倫理的課題を生徒が一つ選び、他者の知見を引用しながら、ある一つの倫理的立場を明示的に選択してレポートを書く。その過程で、科学と社会の関係について議論する機会を設け、考察を深める。

#### 2.5 特別講座

2014年11月19日に、田中牧郎先生（明治大学国際日本学部教授・国立国語研究所言語資源研究系客員教授）による特別講座「コーパスを用いた日本語研究の魅力」を開催した。

田中先生には、国立国語研究所が構築した『少納言 現代日本語書き言葉均衡コーパス』を使用し、ことばの使い手・使われる場・使われる相手などに注目することで、そのことばの位相が見えてくることを御教示いただいた。また、生徒自身が検索ツール『少納言』にアクセスし、多くの用例に触れ、類義語の細かな差異を見つけ出す作業を行った。言語を科学的に分析する手法を学ぶ機会となった。

### 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は、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。

①に関して、年度初頭の目標に加え、論理的に伝えることの学習が行われた。2.1では、〈考え、伝える〉ために、議論の順番や接続表現、用語の定義の重要性などを生徒自身に考えさせた。2.2の授業では、筆者の論理的立場を明確に理解し、批判的に読む活動が行われた。2.4では、客観的考察にとどまるのではなく、他者の知見をふまえ、自分の立場を明示して考察を深めさせた。

②に関して、科学的な文章の読解だけでなく2.2の生徒同士の議論では、地動説・STAP細胞事件など、既存の知識や現実の事象と結びつけながら議論し、生徒が「科学」について省みるよい機会となった。2.3や2.4では、化学が今後の社会のあり方にどのように関わるべきかを生徒に考えさせ、ともに議論を深めあう学習ができた。

（文責：国語科・杉村千亜希）

## 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「水俣から日本を考える」の実習を兼ねて実施した。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。

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、今年度も専門家による講演会を実施する。専門の研究者の実証的なお話を直接伺うことによって科学や科学者が人間社会とは不可分の存在であることをより明確に意識化できるものと考えて講演会に取り組んでいる。

#### 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（増補版）』熊本学園大学・水俣学ブックレット（熊本日日新聞社）2008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た。また訪問先には、質問票を事前に送付した。今年は高校2年生の生徒8名が参加し、2名の教員で引率した。

日程：2014年8月26日（火）～29日（金）

行先：熊本県水俣市周辺

内容：26日午後 総論「水俣を知る」  
水俣病関連の場所見学

27日～29日午前 フィールドワーク

##### 2.2 水俣実習の内容

8月26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）から水俣病問題とは何かということについてお話を伺った。その後、西和泉さん（NPO 法人環不知火プランニング）の案内で親水護岸や百間排水口などを見学した。2日目の午前は、水俣資料館等を見学し、被害者である杉本雄のお話を伺った。その後、「爆心地」と呼ばれる水銀が排出された百間排水口を見学し、午後は環境都市として新たなスタ

ートを切った水俣の街でリサイクル事業に取り組む田中商店を見学した。夕方は漁船に乗船し、海から水俣をながめた。

という水俣病患者を支援する組織で働く高倉史朗さんを訪ね、水俣にすむようになった経緯や水俣病問題に対する熱い思いを聞かせて頂いた。過去の裁判闘争なども振り返り、本当に患者のためになったのかどうかについて自問自答されている真摯な姿は、とても印象的であった。

3日目は午前中に加害企業であるJNC株式会社水俣製作所（旧チッソ）を見学した後、水俣市役所の鎌田みゆきさんから水俣市の取り組みに関するお話を伺った。午後は相思社の運営する水俣病歴史考証館を見学した後、支援者の一人である高倉史朗さんからご自身の取り組みや水俣への思いに関するお話を伺った。夜には杉本肇さんに宿まで来てもらい、患者家族の立場から水俣病に関するディスカッションに参加していただいた。4日目の最終日には、熊本日日新聞の農孝生さんより、水俣病とマスコミの関係についてのお話を伺った。

##### 2.3 「科学者の社会的責任」講演会

今年度は、東京大学アイソトープ総合センター長の児玉龍彦先生から「社会の現実を良く知りていねいに考えることの大切さ」をテーマにお話を頂いた。氏は福島県南相馬市の除染委員長のお立場から、被災地の実態と政府との関わりについてのお話をされた。

#### 3. 検証

##### 水俣実習

実習に参加した生徒の声を見てみたい。「あらためて東京で授業を受けて水俣に関する映像を見ていただけでは、どうしても水俣で起きたことを過去のことと捉えてしまい現実に起こったことと思えなかった。自分は最初の患者が暮らしていた家などを見ることによってはじめて水俣病の問題の深刻さを知ったのではないかと思う。単純に自分の想像力が乏しかっただけかもしれないが、このようなことからフィールドワークの重要性を知った。」

こうした声から、漠然と抱いていたイメージや知識が、現地を訪れることで明確になり、多様な視点が加えられたことがわかる。その意味で、このフィールドワークには一定の成果があったと言えるだろう。（文責：地歴科 宮崎大輔）



## e. 保体科

### 1. 仮説

各分野で最先端の研究・事業に携わる講師による講演会を実施し、運動・スポーツについて科学的に捉え、思考する力を高めることをねらいとした。

### 2. 方法

12月に2回のSSH講演会を実施した。概要は次の通りである。

#### 2.1 「ジュニア期のフィジカル強化について」

12月9日（火）13:00～15:00

場所：50周年記念会館および体育館

講師：小山孟志（東海大学医科学研究所）

内容：2020年のオリンピックが自国開催に決定した日本において、「子どもの体力や運動能力をいかに向上させるか」というトピックは重要なテーマである。ジュニア期のトレーニングは、発育や各運動能力の発達の関係性を指標に進めていく必要がある。

中高生を指導している先生から「体力トレーニングをやりたけれど時間がない、トレーニング器具がない」などの声が聞こえてくる。しかし、体力トレーニングは年間通して継続してはじめて成果が出るものである。1日15分の時間を定期的に組み込み、トレーニング内容を限定さえすれば継続し、成果を出すことは可能である。そこで本講習会では、特別な器具を必要とせず、限られたスペースでも出来る内容に限定して行う。

#### 2.2 「スポーツの主役は選手だけじゃない～データが勝負を決める～」

12月12日（金）13:00～15:00

場所：50周年記念会館 講師：溝口洋介・丸井剛（データスタジアム株式会社）

内容：現在、テレビや新聞、インターネットメディアを通して、サッカーに関する様々な数字を見ることができる。その多くが、データスタジアムが提供しているデータである。Jリーグや日本代表の試合を対象として、1試合につき約2,000プレーにも及ぶデータを取得・分析をしている。また、取得したデータはメディアの他にチームでも活用されている。チームスタッフは当社オリジナルシステムの「FootBall Analyzer」という分析

システムを利用している。チームはこのシステムを使って対戦相手と自チームの分析に活用している。Jリーグは2015シーズンから走行距離が測定できるトラッキングシステムの導入が決定した。このことを踏まえ、将来のサッカーデータについても触れる。

### 3. 検証

講演会後に生徒にアンケートを行った。アンケートの集計結果からは、今後に役立てられるという回答が多かった。アンケートの記述を一部記載する。その内容から科学的に捉え、思考することが達成できたと考えられる。

以下生徒のアンケート記述

#### 「ジュニア期のフィジカル強化について」

・自分が今までやっていなかった、知らなかったトレーニングや、トレーニング法や時間の具体的な目安を教えてもらえてよかった。今日教わったことを含めてやっていきたい。

・年齢や身長伸び具合に合ったトレーニングの違いがよく分かった。どのようなトレーニングがあるのか、という紹介や、実践がたくさんあり、やってみたくなった。股関節周りのトレーニングはバスケットボールにつながる場所が多く、勉強になった。

#### 「スポーツの主役は選手だけじゃない～データが勝負を決める～」

・選手のトレーニングを作るためのデータとしては、心拍数や筋電位のデータを試合中にとることも重要になるかもしれないと思いました。技術がスポーツの発展に役立つのはすごいと思う一方で、データが試合をつくるほどにデータありきになる可能性もあるのかもしれないと思うと、なんとも複雑です。

・サッカーの試合のデータの採取方法やそのソフトに興味深かった。最近、「スポーツにますますデータ」という観念が深く関わってきているように思えた。バレーボールでそのようなデータを監督が使っているというのはよく取り上げられているのでその話も聞きたかった。全体的に大変興味深い内容だった。

（文責：保健体育科・横尾智治）



## IV. 実施の効果とその評価

研究開発の内容それぞれの項目については、事業ごとにアンケート調査などを行い、評価・検証を行っている。それらについては、各報告を参照して頂きたい。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

研究内容の柱(vi)「科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成」にもとづいて実施した講演会・実験講座について、生徒にどの程度効果があったかを評価するために統一フォームのアンケートを実施した。

#### 1. 調査の概要

アンケート項目は、次のように設定してある。

- Q 1. この講座・講演会の内容を理解できたか
- ア. よく理解できた
  - イ. まあ理解できた
  - ウ. あまり理解できなかった
  - エ. 理解できなかった
- Q 2. この講座・講演会を受講した動機(複数回答可)
- ア. 受講が必修だった
  - イ. おもしろそうな内容だった
  - ウ. 自分の学習に役立ちそうだった
  - エ. 講師の先生にひかれて
  - オ. 友達に誘われて
  - カ. その他( )
- Q 3. この講座・講演会の内容は、期待通りか
- ア. 期待以上だった
  - イ. 期待通りだった
  - ウ. ほぼ期待通りだった
  - エ. あまり期待通りではなかった
  - オ. 期待はずれだった
- Q 4. この講座・講演会の内容は、あなたの学習に役立ったか
- ア. 大いに役立った
  - イ. 役だった

ウ. あまり役立たなかった

エ. 役立たなかった

- Q 5. この講座・講演会で興味深かった内容および全体についての感想

調査対象生徒は、参加生徒全員である。各講座の符号は、最初のアルファベットが数学、理科、総合の3区分を、数字が項目内での実施順を表す。

“M2”は数学関連の2番目のプログラムであることを示している。なお、S2は実施時期の関係で調査結果には入れていない。

#### <数学関連 M>

M1: 12月9日(火)「幻惑する数学」

竹内耕太先生(筑波大学)

M2: 12月13日(土)「モンテカルロ・シミュレーション入門—サイコロで学ぶ統計学—」

中島上智先生(日本銀行)

中島上智先生(日本銀行)

#### <理科関連 S>

S1: 11月15日(土)

「核磁気共鳴(NMR)による有機化合物の構造決定—理論と実験—」

村田滋先生・滝沢進也先生

(東京大学大学院総合文化研究科)

S2: 3月12日(水)実施予定

「宇宙エレベーターの物理学」

佐藤実先生(東海大学理学部)

#### <総合講座 G>

G1: 11月19日(水)

「コーパスを用いた日本語研究の魅力」

田中牧郎先生(明治大学・国立国語研究所)

G2: 12月9日(火)

「ジュニア期のフィジカル強化について」

小山孟志先生(東海大学)

G3: 12月12日(金)

「スポーツの主役は選手だけじゃない」

溝口洋介先生(データスタジアム株式会社)

G4: 12月12日(金)

「社会の現実を良く知りていねいに考える事の大切さ—46年間の遺伝子の研究から学んだこと—」

児玉龍彦先生(東京大学)

## 2. 調査結果と考察

| Q1  |       | 講座・講演会の内容を理解できたか (%) |      |      |     |     |  |
|-----|-------|----------------------|------|------|-----|-----|--|
|     | 参加数   | ア                    | イ    | ウ    | エ   | 無答  |  |
| M1  | 24人   | 8.3                  | 66.7 | 20.8 | 4.2 | 0   |  |
| M2  | 41人   | 82.9                 | 17.1 | 0    | 0   | 0   |  |
| M平均 | 32.5人 | 45.6                 | 41.9 | 10.4 | 2.1 | 0   |  |
| S1  | 25人   | 28.0                 | 60.0 | 8.0  | 4.0 | 0   |  |
| S平均 | 25人   | 28.0                 | 60.0 | 8.0  | 4.0 | 0   |  |
| G1  | 22人   | 50.0                 | 36.4 | 9.1  | 4.5 | 0   |  |
| G2  | 71人   | 66.2                 | 28.2 | 5.6  | 0   | 0   |  |
| G3  | 52人   | 59.6                 | 38.5 | 0    | 0   | 1.9 |  |
| G4  | 73人   | 27.4                 | 61.4 | 6.8  | 2.7 | 1.4 |  |
| G平均 | 54.5人 | 50.8                 | 41.1 | 5.4  | 1.8 | 0.8 |  |
| 全平均 | 44.0人 | 46.1                 | 44.0 | 7.1  | 2.2 | 0.5 |  |

| Q2  |       | 講座を受講した動機(複数可) (%) |      |      |      |     |      |  |
|-----|-------|--------------------|------|------|------|-----|------|--|
|     | 参加数   | ア                  | イ    | ウ    | エ    | オ   | カ    |  |
| M1  | 24人   | 0                  | 79.2 | 8.3  | 0    | 8.3 | 8.3  |  |
| M2  | 41人   | 0                  | 95.1 | 31.7 | 7.3  | 0   | 7.3  |  |
| M平均 | 32.5人 | 0                  | 87.2 | 20.0 | 3.7  | 4.2 | 7.8  |  |
| S1  | 25人   | 100                | 8.0  | 4.0  | 0    | 0   | 0    |  |
| S平均 | 25人   | 100                | 8.0  | 4.0  | 0    | 0   | 0    |  |
| G1  | 22人   | 0                  | 81.8 | 27.3 | 0    | 9.1 | 0    |  |
| G2  | 71人   | 56.4               | 16.8 | 14.9 | 4.0  | 5.0 | 3.0  |  |
| G3  | 52人   | 78.4               | 36.5 | 11.5 | 0    | 5.8 | 5.8  |  |
| G4  | 73人   | 12.3               | 64.4 | 31.5 | 27.4 | 9.6 | 16.4 |  |
| G平均 | 54.5人 | 36.8               | 50.0 | 21.3 | 7.9  | 7.4 | 6.3  |  |
| 全平均 | 44.0人 | 35.3               | 54.5 | 18.5 | 5.5  | 5.4 | 5.8  |  |

| Q3  |       | 講座の内容は期待通りだったか (%) |      |      |     |   |     |  |
|-----|-------|--------------------|------|------|-----|---|-----|--|
|     | 参加数   | ア                  | イ    | ウ    | エ   | オ | 無答  |  |
| M1  | 24人   | 33.3               | 41.7 | 20.8 | 4.3 | 0 | 0   |  |
| M2  | 41人   | 65.9               | 26.8 | 7.3  | 0   | 0 | 0   |  |
| M平均 | 32.5人 | 49.6               | 34.3 | 14.1 | 2.2 | 0 | 0   |  |
| S1  | 25人   | 52.0               | 36.0 | 12.0 | 0   | 0 | 0   |  |
| S平均 | 25人   | 52.0               | 36.0 | 12.0 | 0   | 0 | 0   |  |
| G1  | 22人   | 36.4               | 50.0 | 4.5  | 9.1 | 0 | 0   |  |
| G2  | 71人   | 54.9               | 38.0 | 5.6  | 1.4 | 0 | 0   |  |
| G3  | 52人   | 34.6               | 50.0 | 13.5 | 0   | 0 | 1.9 |  |
| G4  | 73人   | 41.1               | 28.7 | 24.7 | 5.5 | 0 | 0   |  |
| G平均 | 54.5人 | 41.8               | 41.7 | 12.0 | 4.0 | 0 | 0.5 |  |
| 全平均 | 44.0人 | 45.5               | 38.7 | 12.6 | 2.9 | 0 | 0.3 |  |

| Q4  |       | 講座内容はあなたの学習に役立つか (%) |      |     |     |    |  |
|-----|-------|----------------------|------|-----|-----|----|--|
|     | 参加数   | ア                    | イ    | ウ   | エ   | 無答 |  |
| M1  | 24人   | 16.7                 | 75.0 | 8.3 | 0   | 0  |  |
| M2  | 41人   | 51.2                 | 46.3 | 2.4 | 0   | 0  |  |
| M平均 | 32.5人 | 33.4                 | 60.7 | 5.4 | 0   | 0  |  |
| S1  | 25人   | 60.0                 | 40.0 | 0   | 0   | 0  |  |
| S平均 | 25人   | 60.0                 | 40.0 | 0   | 0   | 0  |  |
| G1  | 22人   | 22.7                 | 68.2 | 0   | 0   | 0  |  |
| G2  | 71人   | 63.4                 | 36.6 | 0   | 0   | 0  |  |
| G3  | 52人   | 32.6                 | 65.4 | 1.9 | 0   | 0  |  |
| G4  | 73人   | 41.1                 | 54.8 | 2.7 | 1.4 | 0  |  |
| G平均 | 54.5人 | 40.0                 | 56.3 | 1.2 | 0.4 | 0  |  |
| 全平均 | 44.0人 | 41.1                 | 55.2 | 2.2 | 0.2 | 0  |  |

### Q5 感想など

- ・体積とは何か、実数とは何かなど、今まで当たり前だと思っていたことが実は厳密な定義の下では複雑にこんがらがっていることに強い驚きを感じました。(M1)
- ・統計学の面白さに触れることができた。実際に実験することで解けない問題を解く、という方法は斬新だと思った。(M2)
- ・ごく微量な量で、しかも性質を変化させずに物質の種類が分かるということは非常に画期的だと感じた。経験的なデータの蓄積がなす役割の大きさが分かった。(S1)
- ・コーパスという言葉は、英和辞典の巻頭の言葉でしか見たことがなかったので、今回日本語のコーパスに実際に手でふれることができることがわかったのはよかったです。(G1)
- ・年齢や身長の伸び具合に合ったトレーニングの違いがよく分かった。どのようなトレーニングがあるのか、という紹介や、実践がたくさんあり、やってみたくなった(G2)
- ・以前から疑問に思っていたゲーム等の選手データの取り方がわかって面白かった。(G3)
- ・海外のデータ活用のレベルの高さに驚いた。(G3)
- ・科学者は専門家になればなるほど対象を見失ってしまう、というお話がとても心に刺さった。(G4)
- ・現地で調査することの重要性がわかった。(G4)

選択講座「ゼミナール」の一環として実施したS1を除き、希望者全員が講座を受講できる体制を取っているため、多くの生徒が主体的に参加している。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。保健体育科主催のG2・G3講座の参加者数は中学生も多い。また、OBによる講演では、内容のみならず身近な先輩の生き方から様々なことを学んだ生徒も多かった。今後も充実した幅広い分野の講座を実施していきたい。

(文責：研究部 更科元子)

## b. 国立台中第一高級中学交流プログラム —研究発表の相互評価の試み—

### 1. 仮説

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が行われている。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3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生徒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フィードバックする上で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評価項目を含む評価票“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、できる限り相手校の生徒の発表を評価するようにした。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。発表会終了時に評価票を回収した後、お互いの評価票を交換し、帰国の途についた。

#### <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(ppt 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

相手校もこの主旨を理解してくれつつあり、昨年度の3倍近い評価票を回収することができた。その一方、過密なプログラムの中にこの企画を盛り込んだため、後半の発表は評価票に記入する時間を持てなかったのは今後の課題である。書き足りなかったものは後日メールでやりとりするなどの対策も考えたい。今回は「音楽」という新しい分野での発表があり、スライドと映像の発表に加えて、音声出力による分析を行う発表があった。これは聴衆にも刺激的な発表で、項目②は満点の5.0のスコアとなった。また、昨年度と比較しても、すべての項目で昨年の数値を上回っており、確実に成果が出ていることがわかる。今後も様々な形で検証し、評価法についても模索を続けたい。

(文責: 国際交流プロジェクト・吉田哲也 有木大輔)

| 本校生徒の発表テーマ   | 項目① | 項目② | 項目③ | 評価数  |
|--|-----|-----|-----|------|
| A Problem of Installing Security Cameras (数学)      | 4.3 | 3.7 | 4.4 | 71   |
| The analysis of the gene of <i>Drosophila</i> (生物) | 4.4 | 4.3 | 4.4 | 69   |
| Non-linear recurrence relations (数学)               | 4.3 | 4.3 | 4.3 | 60   |
| Super Earthquake City TOKYO (地学)                   | 4.5 | 4.5 | 4.6 | 60   |
| Making intergeneric hybrid of bitterling (生物)      | 4.6 | 4.2 | 4.6 | 50   |
| Do you feel these harmonies (音楽)                   | 4.8 | 5.0 | 4.9 | 50   |
| Improvement of EBT's color (化学)                    | 4.3 | 4.1 | 4.3 | 19   |
| 評価平均   | 4.4 | 4.3 | 4.5 | 54.1 |

## 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。本年度も16名（高校1年生4名、高校2年生12名）の生徒を派遣し、高校1年生は学校紹介、高校2年生は研究発表を行い、交流の機会を持った。この国際交流事業が生徒の資質向上にどのように寄与しているか検証すべく、派遣した生徒を対象に、派遣前、帰国後の2回にわたってアンケート調査を実施している。

本節では昨年度との結果の比較、およびこれに基づいて、この事業の評価について述べることにする。

### 2-1. 派遣前アンケート集計結果および分析

#### ①派遣を希望した理由（複数回答可）

- 1 研究発表 2 相手生徒との交流  
3 外国の訪問 4 英語の活用 5 その他

2013（年度）

高1 1(0) 2(3) 3(3) 4(3) 5(0) (人)  
高2 1(10) 2(5) 3(6) 4(5) 5(2)

2014（年度）

高1 1(0) 2(1) 3(2) 4(4) 5(3) (人)  
高2 1(7) 2(9) 3(5) 4(7) 5(0)

学年ごとの派遣目的は生徒に周知されているが、高2では派遣希望理由の一つに1の研究発表を挙げている生徒が減り、2の相手生徒との交流を挙げた生徒が大きく増えている。これは10月に上海中学の訪問団が来校した折に高2の派遣予定生徒がバディを務めたため、「交流」に対する意識が高まったものと考えられる。

#### ②派遣プログラムに期待すること（記述）

#### ③派遣プログラムで力を注ぎたいこと（記述）

②の具体例としては、本年度の高2は「プレゼンテーション能力の向上」を挙げた者は減り、研究・余暇を含めた「現地生徒との交流」を8名の生徒が挙げている。

③の具体例としては高1では全員が「プレゼンテーションを成功させる」と答え、また高2では「研究発表」が5名、「コミュニケーション関連」

が7名であり、本年度はコミュニケーションに期待する傾向が高い。

この背景には、生徒がこのプログラムを英語を活用する場の一つとして捉えていることが考えられる。

#### ④将来、他の国々における問題解決や援助のために活動してみたいと思うか。

- 1 強くそう思う 2 そう思う 3 あまり思わない 4 全く思わない 5 わからない

2013 高1 1(1) 2(1) 3(2) 4(0) 5(0)

高2 1(2) 2(4) 3(3) 4(0) 5(2)

無回答1

2014 高1 1(1) 2(2) 3(1) 4(0) 5(0)

高2 1(2) 2(2) 3(5) 4(0) 5(3)

#### ⑤ ④において1または2と答えた場合、具体的にどのような活動をしてみたいか。

④の結果から見る限り、派遣される生徒の、国外に於いて社会的に貢献しようという意識は必ずしも高くはないようである。

⑤に述べられた具体例は広く分散し、高1では「災害支援」「医療活動」、高2では「途上国支援」「科学技術発展への寄与」「環境問題への対処」等が挙げられている。

#### ⑥将来、大学進学、研究、仕事のために海外で活動してみたいと思うか。

- 1 強くそう思う 2 そう思う 3 あまり思わない 4 全く思わない 5 わからない

2013 高1 1(2) 2(1) 3(0) 4(0) 5(1)

高2 1(6) 2(5) 3(1) 4(0) 5(0)

2014 高1 1(2) 2(2) 3(0) 4(0) 5(0)

高2 1(8) 2(2) 3(0) 4(0) 5(2)

#### ⑦ ⑥において1または2と答えた場合、具体的にどのような活動をしてみたいか。

⑥の結果から見る限り、国外で幅広く学習・研究活動をしようという意欲は旺盛である。

⑦の具体例では、本年度は「研究・留学・学位取得」を挙げたものが5名となり、やや減少した。それに代わって社会生活上の展望を挙げた生徒が高1で2名、高2で3名いる。

## 2-2. 帰国後アンケート集計結果および分析

⑧実際に派遣プログラムに参加してどうであったか。

- 1 期待以上だった 2 ほぼ期待通りだった  
3 期待をやや下回った 4 期待を大きく下回った  
5 どちらとも言えない、わからない
- 2013 高1 1(2) 2(2) 3(0) 4(0) 5(0)  
高2 1(6) 2(5) 3(1) 4(0) 5(0)
- 2014 高1 1(2) 2(2) 3(0) 4(0) 5(0)  
高2 1(4) 2(7) 3(1) 4(0) 5(0)

⑨ ⑧において1または2と答えた場合、具体的にどのようなことがあてはまるか。

⑧では、昨年度に引き続き、ほぼ全員が「期待以上だった」もしくは「ほぼ期待通りだった」としており、この交流事業が生徒にとって満足度の大変高いものであることが示されている。

⑨の具体例としては、「コミュニケーションができた」ことを挙げた生徒が多いが、本年度は新たに「プレゼンテーションのフィードバックが得られた」とした生徒が3名いる。

⑩将来、他の国々における問題解決や援助のために活動してみたいと思うか。

⑪将来、大学進学、研究、仕事のために海外で活動してみたいと思うか。

- 1 強くそう思う 2 そう思う 3 あまり思わない 4 全く思わない 5 わからない
- ⑩2013 高1 1(0) 2(1) 3(1) 4(0) 5(2)  
高2 1(2) 2(4) 3(6) 4(0) 5(0)
- 2014 高1 1(1) 2(3) 3(0) 4(0) 5(0)  
高2 1(3) 2(2) 3(5) 4(0) 5(2)
- ⑪2013 高1 1(2) 2(1) 3(0) 4(0) 5(1)  
高2 1(4) 2(6) 3(1) 4(0) 5(0)
- 2014 高1 1(2) 2(1) 3(0) 4(0) 5(1)  
高2 1(5) 2(5) 3(1) 4(0) 5(1)

このプログラムの参加前、参加後の意識の変化を見るために事前アンケートの④～⑦について再調査した。④と⑩、⑥と⑪がそれぞれ対応する。

⑩については、結果は事前アンケートとあまり変わらない数字と見えるが、1の「強くそう思う」が高1・高2とも1名ずつ増えたことは、実際に海外を訪れることが動機づけになることを示してい

るとも考えられる。

⑪においては、昨年度も「強くそう思う」がやや減り、2の「そう思う」にシフトしていることが指摘できたが、本年度は高2に於いてその傾向がより顕著になった。漠然と抱いていた海外で勉強・研究することへの夢に対して、自己のスキルを自覚したことによるものと考えられる。だが、留学、国外での研究に対する関心は依然として高いものと読み取れる。

⑫Vierheller 夫妻の直前プレゼンテーション講習は役に立ったか。

⑬English Room の講師による原稿点検は役に立ったか。

- 1 大いに役に立った 2 ある程度役に立った  
3 あまり役に立たなかった  
4 ほとんど・全く役に立たなかった  
5 わからない

- ⑫ 2013 高1 1(4) 2(0) 3(0) 4(0) 5(0)  
高2 1(8) 2(2) 3(2) 4(0) 5(0)
- 2014 高1 1(3) 2(1) 3(0) 4(0) 5(0)  
高2 1(11) 2(1) 3(2) 4(0) 5(0)
- ⑬ 2013 高1 1(4) 2(0) 3(0) 4(0) 5(0)  
高2 1(9) 2(2) 3(0) 4(0) 5(0)
- 2014 高1 1(4) 2(0) 3(0) 4(0) 5(0)  
高2 1(7) 2(4) 3(1) 4(0) 5(0)

プレゼンテーション講習、原稿点検とも大変役に立ったと答えている者が多く、特に⑫については高2の全員が「大いに役立った」と答えており、この交流事業における生徒のプレゼンテーション能力の向上に大きく寄与していることが分かる。

## 3. 総括

それぞれの項目で分析できることは述べてきたが、総じて、派遣された生徒は達成感を表明し、現地生徒との交流も深められている。この交流事業が生徒の研究・発表に関する資質向上に大きく寄与していることは疑いが無い。

派遣された生徒の体験が、ほかの生徒にも還元される機会を拡大していくことと、また、派遣される生徒に社会的に広い視野を持たせていくことが引き続き必要である。

(文責 国際交流プロジェクト委員長 高橋深美)

## 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

数学科では、初めて SSH に指定された 2002 年度から 13 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。

### 2. 方法

日々の授業実践と本校数学科教員全体での検討を通して教材を開発し、さらに授業実践を重ねる。そして教育研究会、数学科教員研修会を開催、他校の実践報告とともに発表し、参加者の意見を伺う。

### 3. 検証

昨年の報告に 2008 年度から 2013 年度までの教育研究会、数学科教員研究会の実施状況および参加者アンケート結果を記したので、ここでは本校を会場とした全国規模の数学科教員研修会を中心に、本年度の結果について検証する。

2008 年度からの実施状況は次の通りである。

| 年度   | 開催地 | 発表校数 | 発表件数<br>(生徒発表) | 研究授業数 | 参加者数 |
|------|-----|------|----------------|-------|------|
| 2008 | 東京  | 7    | 8              |       | 87   |
| 2009 | 東京  | 4    | 12             |       | 90   |
| 2010 | 東京  | 6    | 9              |       | 129  |
| 2011 | 東京  | 5    | 9 (2)          |       | 95   |
| 2012 | 東京  | 6    | 12 (3)         |       | 94   |
| 2013 | 東京  | 1    | 1              | 2     | 116  |
| 2014 | 東京  | 5    | 7              |       | 212  |

注) 2013 年度は本校の教育研究会。本校単独で実施したものであるが、参考までに記載した。

参加者アンケートの結果は次の通りである。

|             |                           |
|-------------|---------------------------|
| 選<br>択<br>肢 | A : 大いに賛成 (大いにそう思う)       |
|             | B : 賛成 (そう思う)             |
|             | C : あまり賛成ではない (あまりそう思わない) |
|             | D : 反対 (そうは思わない)          |

Q. 実践校の発表は参考になったか。

| 年度   | A   | B   | C | D |
|------|-----|-----|---|---|
| 2008 | 67% | 33% | 0 | 0 |
| 2009 | 73  | 23  | 3 | 0 |
| 2010 | 78  | 22  | 0 | 0 |
| 2011 | 91  | 9   | 0 | 0 |
| 2012 | 77  | 23  | 0 | 0 |
| 2014 | 73  | 26  | 1 | 0 |

Q. この研修会は有意義だったか。

| 年度   | A   | B   | C | D |
|------|-----|-----|---|---|
| 2008 | 69% | 31% | 0 | 0 |
| 2009 | 80  | 16  | 3 | 0 |
| 2010 | 89  | 11  | 0 | 0 |
| 2011 | 92  | 7   | 0 | 0 |
| 2012 | 82  | 18  | 0 | 0 |
| 2014 | 83  | 16  | 1 | 0 |

Q. 今回のような自主的教員研修会は必要か。

| 年度   | A   | B   | C | D |
|------|-----|-----|---|---|
| 2008 | 79% | 21% | 0 | 0 |
| 2009 | 88  | 12  | 0 | 0 |
| 2010 | 92  | 8   | 0 | 0 |
| 2011 | 91  | 9   | 0 | 0 |
| 2012 | 86  | 14  | 0 | 0 |
| 2014 | 86  | 14  | 0 | 0 |

2014 年度は参加者が倍増し、かつアンケートの結果は変わらず良好である。アンケート回答者の 1 割は以前に参加した方、或いはそういう方からの勧めによる参加であった。初めて参加した方を含めて研修会の内容に満足し、継続しての実施を希望している。また、本年度参加者が倍増した原因は不明であるが、継続して実施していることにより、この研修会が周知されてきたことも理由の 1 つであろう。

SSH 指定校における数学科の取り組みは理科に比べて少ないので、今後も全国に向けて発信し、教材等を共有していきたい。

(文責：数学科 鈴木)

## V. 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

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。

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った。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る次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。

### 1. 理科課題研究の教育課程への位置づけ

#### ＜これまでの財産＞

第1期（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。導入した実験教材によって普段の授業や科学系クラブ活動の充実が図れたこと、また購入した実験装置によってより専門性の高い取り組みが可能になったことはSSHの恩恵である。

第2期（平成19年度～23年度）の5年間は、第1期で開発したカリキュラムや教材を基盤して、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。生徒が取り組んだ自主的・探究的活動の成果を国内外の場で発表する機会が飛躍的に増え、海外の学校とも継続的に交流ができるようになったことや、海外の大学に進学するなど卒業後の進路に多様性が見受けられるようになったこともまた、SSHの恩恵である。

#### ＜生徒の自主的・探究的活動を支える仕組み＞

生徒の自主的・探究的活動を支える校内の仕組

みとして、これまで大きな役割を果たしてきたのは、高校2年生総合学習「ゼミナール」である。各教科の担当者がテーマを提示し、受講希望者を募る形式で実施されるが、例年、数学・理科が担当する講座は希望者も多く、その中で取り組む生徒の自主的・探究的活動の研究には、第1期で導入した実験教材や実験装置を効果的に活かしたものが多くみられる。また、数学では大学と連携したプログラムを実施し、生徒の研究成果を発信するだけでなく、印刷物としてまとめ、次年度以降の指導や教員研修会等に役立てるなど、持続可能な取り組みになりつつある。

「ゼミナール」では、より専門性の高いトピックを扱う。生徒は自分の興味・関心に応じて選択し、その興味・関心の相通ずる仲間と授業に取り組むことになる。主体的・積極的に選択した仲間とともに取り組む環境が生まれ、相乗効果を高める。また、生徒の研究が授業内に完結することはほとんどなく、「ゼミナール」修了後も引き続き研究を進展させた生徒の一部は、校内における発表会（7月）、「生徒研究発表会」（8月）でその成果を発表する流れが定着している。彼らの居場所としての科学系クラブの果たす役割は大きく、下級生への波及効果も高い。

#### ＜より効果的な指導体制に向けて＞

まず、「ゼミナール」を延長し、科学系クラブ活動等、授業における自主的な活動に取り組む生徒への支援強化が挙げられる。また、近年の傾向として、生徒の研究はコアSSH校等や大学が企画するプログラムの中、あるいはその取り組みの一貫として設けられ、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が問題となっている。

次に、テーマを自主的に設定する生徒への対応が挙げられる。「ゼミナール」の課題・テーマは教員が用意したものであるため、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。

これらの問題・課題を解消・改善する手立ての1つとして「理科課題研究」を教育課程に位置付け、自主的・探究的活動を支える体制を強化した

い。

### ＜期待される効果＞

生徒の自主的・探究的活動は、概ね高校2年生で開始し、「ゼミナール」と並行しながら進められる。「理科課題研究」では、「ゼミナール」で学んだ内容を、継続的かつ主体的に発展させるなどして研究を行い、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し、成果の評価が可能となる。

また、コアSSH校等や大学が企画するプログラムの一貫として研究を進める生徒や、「ゼミナール」と直接的に関係のないテーマを選ぶ生徒に対しても、それぞれ成果を評価するシステムとして発展させることも期待できる。

## 2. 中高の接続を意識した取り組み

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では、プログラム自体の手応えはあるものの、それぞれが単発の企画となってしまう、中高が一体となったプログラムとしての成果を見だしにくくなっている。中高それぞれの目的の明確化・差別化、実施時期の変更なども視野にいれ、実施方法について再検討を行いたい。

具体的な改善策としては、一部研究室による事前・事後指導の導入によって、継続的な取り組みとなるような実践を試みるなどの案が示された。中学3年生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生徒を支援したい。

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。各教科の担当者がテーマを提示し、受講者を募る形式は「ゼミナール」と同様であり、どの教科も探究的な要素を盛り込んだ展開を実践している。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（理科）や、中高合同で研究発表を行う機会（数学）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。この「テーマ学習」を起点として興味・関心が深まり、研究をスタートさせる生徒も支援したい。

実際、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こぎつける生徒もいる一

方で、中学と高校で興味・関心に変化する生徒も少なくない。自主的・探究的活動に意欲的に取り組んだ生徒たちのプロフィールを分析し、効果と課題を明らかにしたいと考えている。

## 3. 普段の授業における取り組み

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。ただ、授業は各単元を効率的・効果的に網羅しながら展開されるので、生徒が自由に課題を設定することは難しい。同様に、「テーマ学習」・「ゼミナール」において、すべての生徒の興味・関心に合致した講座を用意することも事実上不可能である。

しかし、たとえ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たり、その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」へ接続すれば、教材の改良につなげ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。

## 4. 科学オリンピック等で活躍する生徒への支援

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。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として大きな役割を果たしている。特に、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・探究的活動と捉えてもよい。

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しながら、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。

以上を踏まえ、普段の授業や「テーマ学習」、「ゼミナール」、「理科課題研究」、科学系クラブ活動における生徒の自主的・探究的活動の支援強化に取り組むたい。 (文責：研究部 真梶克彦)



## VI. 校内における

### SSHの組織的推進体制

本校のSSHは、全教科での取り組みが特徴である。一方、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。この組織による研究の推進が十分な機能を果たしていることから、継続新規のSSHにおいても校内プロジェクト委員会を活用する計画である。

具体的には、以下の研究組織を活用あるいは新たに設置して、研究の企画・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14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・大野 新(副校長)、真梶克彦(研究部長)、更科元子(研究部・SSH担当)、高橋深美(校内プロジェクト4委員長)、鈴木清夫(数学)、梶山正明(理科)、土井宏之(技術・芸術)、杉村千亜希(国語)、宮崎大輔(地歴・公民)、横尾智治(保健体育)、山田忠弘(英語)、後藤順子(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2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4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」をサポートしながら研究を進める。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。

校内プロジェクト1

→成長過程プロジェクト

校内プロジェクト2

→教材開発支援プロジェクト

校内プロジェクト3

→地域貢献・教師教育プロジェクト

校内プロジェクト4

→国際交流プロジェクト

#### 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<br>総合文化研究科教授      |
| 吉田 次郎 | 東京海洋大学<br>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<br>難治疾患研究所教授  |
| 吉原 信敏 | 東京学芸大学<br>理科教員高度支援センター准教授 |
| 坂井 公  | 筑波大学<br>数理物質系准教授          |
| 野村 港二 | 筑波大学<br>教育イニシアティブ機構教授     |

運営指導委員会においては、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く。その多岐に亘る内容を、SSH事業の推進のためにさまざまな面で活かす。また、本校で実施している生徒研究発表会(テーマ研究発表会)の助言指導にも加わっていただき、直に生徒へのアドバイスや評価をいただいている。

#### 4. 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、本校が連携校となったコアSSH校・SSH科学技術人材育成重点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・調整を担う。(文責:研究部 真梶克彦)

## Ⅶ. 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

5年計画の第3年次は、研究を具体的に展開した。研究開発の柱(i)～(iii)については、試行～本格的な実施に取り組んだ。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・普及を引き続き進めた。

5年計画は、柱(i)で全員に研究入門の機会を与え、柱(ii)および(iii)で研究意欲の高い生徒を伸ばし、柱(iv)でプレゼンテーション能力を高めて国際交流等の場での研究発表に臨ませるという流れを想定しているが、今年度から教育課程へ「理科課題研究」の設定し、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28、中学3年生で34、となり、生徒人数に対しても十分な数といえる。

中高ともプログラム自体の手応えはある一方、それぞれが単発の企画となってしまう、中高が一体となったプログラムとしての成果を見だしにくくなっていることは課題である。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、実施時期の変更など、実施方法について再検討を行いたい。

東京医科歯科大学の見学・実習では、基礎実験コース3講座に各3名、臨床コースに8名、計17名が参加した。昨年同様、定員を上回る参加希望があり、生徒の関心の高さが伺えた。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。

##### 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」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。

一方、昨年までの情報収集等の準備を踏まえ、「ゼミナール」の前倒し実施を行い、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、研究活動の進行状況などを把握しながら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、今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、本校からは6名の生徒が参加して大学と連携した「理科課題研究」の取り組みを進めている。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。

コアSSH校等との連携による取り組みも継続した。横浜サイエンスフロンティア高校(ysfh)のプログラム「小笠原父島自然観察実習」では、本校の生徒2名が参加してフィールドワークに取り組んだ。また、その成果を同校が主催した科学フォーラム「ysf FIRST2014」において発表することができた。大阪府立大手前高校や明治大学のプログラムでは、「ゼミナール」をベースとして取り組んだ数学の研究発表の機会を得た。

その他、本校で開催の「テーマ研究発表会」、横浜で開催される「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は貴重な場となっているものの、発表者以外、特に下級生の参加を促していくことが今後の課題と捉えている。

### 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

昨年度開始したSSHシリーズセミナー「メディア虎の穴」は、一部の講座は年度をまたいで今年度前期にも実施した。この1期目修了後の受講者アンケート結果や講師からの意見を受け、2期目は計画に改良を加えて実施した。

2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たが、講座の内容をアーカイブ化するなどの方法を検討し、受講者以外への普及を目指したい。

### 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①高校生向け、②研究発表直前の高校生（後述の台中一中への派遣生徒）向け、③中学生向けの計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、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。次年度は、プログラムの一つとしてさらに発展させたい。

国立台中第一高級中学（台中一中）との交流は6年目を迎えた。今年度も12月に本校から台中一中へ出向き、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、Mahidol Wittayanusorn（タ

イ）、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、SSH校の生徒同士の交流による教育的効果も大きいものの、単発の機会とならない工夫が課題であった。しかし、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、いずれも参加生徒の達成感や満足度は高い。

### 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）を北海道釧路湖陵高校にて開催した。湖陵高校および本校教員による研究授業の他、湖陵高校、札幌啓成高校および本校教員による事例報告が行われた。教員からだけでなく、授業に参加した生徒からの意見も募り、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数学科教員研修会（基礎枠）では、本校から3報、他校から4報の報告と研究協議が行われ、200名を超える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普及に努める計画である。

### 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4講座（数学2・理科2）、総合講座が6講座（国語1・社会2・体育2・総合1）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、研究開発の成果を普及したい。

また、中間評価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る。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る次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。

（文責：研究部 真梶克彦）

## ・関係資料 2014 年度

### ■運営指導委員会の記録

#### 2014 年度 第 1 回 SSH 運営指導委員会

日時：2014. 7. 12 (土) 15：00～17：00

場所：本校大会議室

運営指導委員出席者：吉田次郎、古川哲史、吉原伸敏、野村港二、坂井公

校内委員等出席者：14名

<次第>

1. 学校長あいさつ
2. 事業報告
  - (1) 全般 研究部報告
  - (2) 校内プロジェクト報告  
「国際交流プロジェクト」(P4)
  - (3) 全般、校内プロジェクト事業に対する指導・助言
  - (4) 各教科報告(数学、理科、技術家庭・芸術科、国語科、社会科、保健体育科、英語科)
  - (5) 各教科事業に対する指導・助言  
→高3のテーマ研究発表会は有意義である。記録や資料のデータベース化を目指したい。  
→ポスター発表は大変勉強になる。  
→科学への信頼を考えると社会的責任がある。  
→社会連携としてのオリンピック教育は筑波大学としてやっている。  
→科学において言語能力は大切である。  
→医学でも統計は重要なので重視するべき。

<配付資料>

- 資料①出席者名簿  
資料②SSH運営指導委員一覧  
資料③平成26年度SSH研究開発実施計画書  
資料④平成26年度SSHカレンダー  
資料⑤平成26年度生徒派遣企画一覧  
資料⑥平成26年度SSH生徒研究発表会について  
資料⑦高3(63期)テーマ研究生徒発表会報告  
資料⑧SSH交流会支援申請書(数学科講習会)  
資料⑨国際交流プロジェクト(P4)事業計画  
資料⑩～⑯各教科事業計画(数学 理科 技芸科 国語科 社会科 保健体育科 英語科)  
資料⑰第41回教育研究会のご案内(第1次)  
資料⑱平成26年度事業計画書  
資料⑲平成26年度事業経費総括表(2014.4月)  
(別冊子)平成25年度研究開発実施報告書

#### 2014 年度 第 2 回 SSH 運営指導委員会

日時：2015. 1. 31 (土) 15：00～17：00

場所：本校大会議室

運営指導委員出席者：吉田次郎、古川哲史、吉原伸敏、真船文隆、坂井公

校内委員等出席者：14名

<次第>

1. 学校長あいさつ
2. 事業報告
  - (1) 全般 研究部報告
  - (2) 校内プロジェクト報告  
「国際交流プロジェクト」(P4)
  - (3) 全般、校内プロジェクト事業に対する指導・助言
  - (4) 各教科報告(数学、理科、技術家庭・芸術科、国語科、社会科、保健体育科、英語科)
  - (5) 各教科事業に対する指導・助言  
→高3課題研究については今後の課題である。  
→高大連携の中で国際交流にも取り組んでいく。  
→自主性を発揮できるシステムが大切だろう。

<配付資料>

- 資料①出席者名簿  
資料②SSH運営指導委員一覧  
資料③平成26年度SSH研究開発実施計画書  
資料④第1回SSH運営指導委員会議事録(案)  
資料⑤平成26年度SSHカレンダー  
資料⑥平成26年度生徒派遣企画一覧  
資料⑦第8回テーマ研究生徒発表会について  
資料⑧平成26年度SSH生徒研究発表会・平成26年度東京都SSH指定校合同発表会について  
資料⑨東京医科歯科大学研究室訪問について  
資料⑩台中第一高級中学との交流について  
資料⑪国際交流プロジェクト(P4)報告  
資料⑫～⑯各教科事業報告(数学 理科 技芸科 国語科 社会科 保健体育科 英語科)  
資料⑰平成26年度研究開発実施報告書ページ割り  
資料⑱平成26年度事業経費総括表

<別紙資料>

- ・SSH技芸科シリーズセミナー「メディア虎の穴」第1シリーズ報告(案)
- ・Academic and Cultural Exchange Program in Taichung 2014(発表アブストラクト集)
- ・中間評価提出書類一式  
(文責:研究部 更科元子)

■平成26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(2)              |         |         |        |
| 2  |                 | 古典 B(3)          | ★古典(2)              |         |         |        |
| 3  |                 |                  | 倫理(2)               | ★数学Ⅱ(2) |         |        |
| 4  |                 |                  |                     | ★数学Ⅲ(6) | ★数学B(2) |        |
| 5  | 地理 A(2)         |                  | ★古典講読(2)            |         |         |        |
| 6  | 政治経済(2)         | ★地学基礎(2)         |                     |         |         |        |
| 7  | 世界史 A(2)        |                  | 日本史A(2)             | ★物理(4)  | ★生物(4)  | ★地学(4) |
| 8  | 数学Ⅰ(3)          | 数学Ⅱ(3)           |                     |         |         |        |
| 9  |                 |                  | 数学A(2)              | 数学B(1)  |         |        |
| 10 | 生物基礎(2)         | ◆物理基礎 or 地学基礎(2) |                     |         | ★物理(4)  | ★生物(4) |
| 11 | 化学基礎(2)         | ◆化学 or 生命科学(2)   |                     |         |         |        |
| 12 | 体育(3)           | 体育(3)            | ★化学(2)<br>高2化学選択者のみ |         |         |        |
| 13 |                 |                  | 保健(1)               | 保健(1)   | 体育(3)   |        |
| 14 | ◆芸術Ⅰ(2)         | ◆芸術Ⅱ(2)          |                     |         | 家庭基礎(1) |        |
| 15 | 情報の科学(1)        | 情報の科学(1)         | ★リーディング(3)          |         |         |        |
| 16 | コミュニケーション英語Ⅰ(3) | 家庭基礎(1)          | ★ライティング(2)          |         |         |        |
| 17 |                 | コミュニケーション英語Ⅱ(4)  | 総合学習(1)             |         |         |        |
| 18 | 英語表現Ⅰ(2)        |                  | 特別活動:HR(1)          |         |         |        |
| 19 | 総合学習(1)         | 総合学習(1)          | 特別活動(1)             |         |         |        |
| 20 | 特別活動:HR(1)      | 特別活動:HR(1)       | 特別活動(1)             |         |         |        |
| 21 | 特別活動(1)         | 特別活動(1)          | 特別活動(1)             |         |         |        |

無印:必修 ◆:選択必修 ★:選択可能な範囲で自由選択

高1、2(平成25年度以降入学者):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)

高3(平成24年度入学者):卒業に必要な教科科目の修得単位は、77単位以上(総合学習を含む)  
(高1:30、高2:30、高3:9 + 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。



■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Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6) | ★数学Ⅲ(6) |          |
| 14 | ★数学Ⅲ(6)  |          |          |         |         | ★数学Ⅲ(6)  |
| 15 |          | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6) | ★数学Ⅲ(6) |          |
| 16 | ★数学Ⅲ(6)  |          |          |         |         | ★数学Ⅲ(6)  |
| 17 |          | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6) | ★数学Ⅲ(6) |          |
| 18 | ★数学Ⅲ(6)  |          |          |         |         | ★数学Ⅲ(6)  |
| 19 |          | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6) | ★数学Ⅲ(6) |          |
| 20 | ★数学Ⅲ(6)  |          |          |         |         | ★数学Ⅲ(6)  |
| 21 |          | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6) | ★数学Ⅲ(6) |          |
| 22 | ★数学Ⅲ(6)  |          |          |         |         | ★数学Ⅲ(6)  |
| 23 |          | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6) | ★数学Ⅲ(6) |          |
| 24 | ★数学Ⅲ(6)  |          |          |         |         | ★数学Ⅲ(6)  |
| 25 |          | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6) | ★数学Ⅲ(6) |          |
| 26 | ★数学Ⅲ(6)  |          |          |         |         | ★数学Ⅲ(6)  |
| 27 |          | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6) | ★数学Ⅲ(6) |          |
| 28 | ★数学Ⅲ(6)  |          |          |         |         | ★数学Ⅲ(6)  |
| 29 |          | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6) | ★数学Ⅲ(6) |          |
| 30 | ★数学Ⅲ(6)  |          |          |         |         | ★数学Ⅲ(6)  |
| 31 |          | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6) | ★数学Ⅲ(6) |          |
| 32 | ★数学Ⅲ(6)  |          |          |         |         | ★数学Ⅲ(6)  |
| 33 |          | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6)  | ★数学Ⅲ(6) | ★数学Ⅲ(6) |          |
|    |          |          |          |         |         |          |

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。

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・第三年次

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 27 (2015) 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