

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

第一年次

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25（2013）年3月

筑波大学附属駒場高等学校

平成 24 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題	豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティスト(global scientist)を育成する中高大院連携プログラムの研究開発
② 研究開発の概要	<p>本校は、平成 14 年度～ 18 年度の 5 年間、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」の研究を行い、続いて平成 19 年度～ 23 年度の 5 年間、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—」の研究を行った。</p> <p>平成 24 年度からのスーパーサイエンスハイスクール（SSH）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同時に、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、一方、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のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施 (ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施 (iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成 (iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成 (v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及 (vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成
③ 平成 24 年度実施規模	全校生徒を対象に実施する
④ 研究開発内容	<p>○研究計画</p> <p><第 1 年次></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、継続的実践・改良・普及を進める。</p> <p><第 2 年次></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実践・改良・普及を進める。</p> <p><第 3 年次></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）および（iv）～（vi）については、試行～本格的な実施に取り組む。また、柱（iv）～（vi）については、これまでの SSH 研究開発の評価をふまえ、継続的実践・改良・普及を進める。</p> <p><第 4 年次></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>

<第5年次>

第5年次は、研究の完結および発展期ととらえる。第4年次までの研究開発で得られた成果をもとに、開発した教育プログラムや教材を、他校でも活用できるような形での普遍化に取り組む。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

特になし

○平成24年度の教育課程の内容

巻末・関係資料の通り

○具体的な研究事項・活動内容

平成24年度は、第1年次にあたる。研究開発内容の柱(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年生を対象に、筑波大学研究室訪問を実施した。また、受け入れ研究室の拡充やプログラムの充実、事前・事後指導の方法等について、大学・高校の教員間で検討を行った。実施の前後には、生徒へのアンケート調査を行い、内容の検討に役立てた。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12日 高校2年生筑波大学研究室訪問

12月25日 東京医科歯科大学見学実習(東京医科歯科大学)

2月7日 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、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から直接指導を受ける機会を設けた。理科においては、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検討を行った。これらの指導にあたり、卒業生の活用を検討した。

科学オリンピックや各種コンクール、国際的な研究交流への参加支援についても、従来どおり科学系のクラブ活動や「ゼミナール」等を通して積極的に進めた。

7月18日 テーマ研究発表会(高3, 校内)

8月8日～9日 SSH生徒研究発表会(パシフィコ横浜)

8月11日～16日 「小笠原父島自然観察実習」(父島・ysfh コア SSH)

8月25日 「マスフェスタ(生徒数学研究発表会)」(大阪市・府立大手前高校コア SSH)

9月22日 ysf FIRST2012(ysfh コア SSH)

10月8日 第2回高校生によるMIMS現象数理学研究発表会(明治大学駿河台キャンパス)

12月23日 SSH東京都指定校合同発表会(東京工業大学大岡山キャンパス)

(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

筑波大学図書館・図書館情報メディア研究科等と連携し、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セミナーを実施するための準備に取り組んだ。第1年次は、シリーズセミナーの講座イメージを具体化し、あわせて講師等の手配を行った。

(iv)国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

<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などを行った。コアSSH校の海外派遣交流事業にも積極的に参加・協力を行った。

6月3日 「世界の舞台で通用する科学プレゼンテーションの取り組み」(1)発音指導(立命館高コア SSH)

7月8日 「世界の舞台で通用する科学プレゼンテーションの取り組み」(2)Delivery指導(立命館高コア SSH)

7月14日 海外研修「オーストラリア理数系授業体験プログラム」(1)事前学習(小石川高校コア SSH)

7月21日 海外研修「オーストラリア理数系授業体験プログラム」(2)事前学習(小石川高校コア SSH)

7月23日～25日 「世界の舞台で通用する科学プレゼンテーションの取り組み」(3)

英語集中講座と発表指導(立命館大学 BKC, 立命館高コア SSH)

7月29日～8月2日「世界の舞台で通用する科学プレゼンテーションの取り組み」(4)

海外発表体験(台湾)

7月30日～8月3日 海外研修「オーストラリア理数系授業体験プログラム」(3)

サイエンスイマージョン(小石川高校コア SSH)

8月6日～19日 海外研修「オーストラリア理数系授業体験プログラム」(4)

オーストラリア理数系授業体験プログラム(オーストラリア, 小石川高校コア SSH)

10月22日 「世界の舞台で通用する科学プレゼンテーションの取り組み」(5)最終発表練習(立命館高コア SSH)

11月10日～12 「世界の舞台で通用する科学プレゼンテーションの取り組み」(6)

2nd JSSF (英語口頭・ポスター発表)(立命館大学 BKC, 立命館高コア SSH)

11月17日 海外研修 SSH 生徒成果発表(小石川高校コア SSH)

12月9日 海外研修研究報告書全体指導(小石川高校コア SSH)

12月11日～16日 国立台中第一高級中学訪問(授業参加, 英語口頭発表・交流)

1月7日～12日 「トーマスジェファーソン高校サイエンス研修」(米国・ysfh コア SSH)

その他, 国際科学オリンピック, 科学コンクール等への参加を語学力の支援の側面から継続し, 多くの生徒への周知を徹底した。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の実施や報告書の作成を行った。

<プレゼンテーション能力の育成>

通常の英語の授業内において, 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った。

さらに, 英語による研究発表・交流を支援するため, ALT・外部講師の活用を試行するとともに, 大学との連携の方法について検討を行った。

7月7日 「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」

Mr.Gary Vierheller Ms.Sachiyo Vierheller

12月8日 「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9日 「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」

Mr.Gary Vierheller Ms.Sachiyo Vierheller

その他, 「ゼミナール」や「課題研究」などの総合的な学習において, 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。

2月28日 Hope Dialogue (グランドプリンスホテル高輪)

(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求められる先進的教材についての調査を行った。また, これまで開発してきた中・高の教材を改良し, さらになめらかに接続できるような教材の開発を行った。

開発した教材については, SSH校や大学と連携した数学研修会等で発表し, 広く評価を求めた。

8月29日 SSH 香川数学研修会(香川県立観音寺第一高等学校)

12月9日 全国SSH交流支援教員研修 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した。講師には, 国内外で活躍する教養人・文化人を招いた。この講座に関しては, 特に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た。

また, 社会科の授業の一つとして, 高校2年生「ゼミナール」, 中学3年生「テーマ学習」において現地実習を伴う講座を開講し, 「科学者の社会的責任」についての探究を行った。これまでのSSHにおいて取り組んだ水俣実習を継承・発展させた。福島第一原子力発電所の事故以降, 「水俣」の経験や教訓を考察し, 継承することは, 今後の科学・技術の発展のあり方を考える上でさらに重

要性を増しているということ意識しつつ、実習講座を進めた。

<数学科・理科>

- 11月10日 核磁気共鳴吸収（NMR）による有機化合物の構造決定—理論と実験—
村田滋先生（東京大学大学院総合文化研究科）
- 12月11日 「高次元小標本データの科学」 青嶋誠先生（筑波大学数理物質系）
- 12月13日 「整数論（素数、楕円曲線など）の周辺」伊藤哲史先生（京都大学大学院理学研究科）
- 12月13日 「宇宙エレベータの物理学」 佐藤実先生（東海大学理学部）
- 3月18日 「スライムで考える分子の構造と性質～分子間に働く相互作用～」（化学実験講座）
前田優先生，長谷川正先生（東京学芸大学）

<総合講座>

- 7月10日 「脳フィットネスを高める運動を楽しもう」 征矢英昭先生（筑波大学人間系）
- 7月26日～29日 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（水俣市）
- 12月11日 「なでしこジャパンで世界チャンピオン達成！」 西嶋尚彦先生（筑波大学体育系）
- 12月17日 「福島原発事故と科学者の社会的責任」
吉岡齊先生（九州大学・副学長・大学院比較社会文化研究院）
- 1月16日 「骨と皮の和歌」 渡部泰明先生（東京大学大学院人文社会系研究科）

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

研究開発の柱（i）～（vi）の順にまとめる。

（i）については、筑波大学研究室訪問のプログラムの充実を図った。生徒人数に対して、受け入れ研究室数が多いのが特徴で、少人数の生徒に対して十分な訪問時間を確保した。そのため、講座毎の特長を活かした取り組みが行われ、現場の研究者から研究の進め方など「知の技法」を学ぶことができた。東京医科歯科大学の研究室訪問も、医師を目指す生徒を中心に、これも少人数で基礎医学研究の体験実習や臨床現場体験に取り組んだ。

（ii）については、コア SSH 校等との連携による取り組みを、多様な形式・方法で実施することができた。横浜サイエンスフロンティア高（ysfh）のプログラムでは、小笠原・父島でのフィールドワークや米国の高校での研究発表で、生徒の「課題研究」に取り組むモチベーションを高めることができた。大阪府立大手前高校などのプログラムでは、数学「課題研究」の発表機会を得た。「テーマ研究（課題研究）発表会」も継続実施し、大学教授 3 名に講評をいただき、研究成果の確認と今後の研究の指針を得ることができた。

（iv）については、中学生や発表直前の高校生向けに、外部講師による複数回の講座を実施した。国立台中第一高級中学（台中一中）との研究交流会も継続実施し、口頭発表、授業参加などさまざまな交流が行われた。新たに、「発表評価票」による相互評価を行った。また、立命館高や ysfh のプログラムでは、継続的な英語発表指導や海外での口頭発表体験等で、生徒の英語発表能力を鍛えることができた。これら国際交流の成果を他の生徒に普及する目的で、追体験講座等を実施した。

（v）については、数学科研修会を本校と香川県立観音寺第一高で行い、教材開発と普及に努めた。

○実施上の課題と今後の取組

研究開発の柱（i）（ii）で、研究意欲の高い生徒については、大学等と連携した「課題研究」に取り組む機会を設けたい。また、コア SSH 校とのプログラムについても、多様な方法で連携を図りながら、意欲のある生徒に「課題研究」と国際的な場での発表の機会を提供していきたい。

柱（iv）については、台中一中との交流の際の「発表評価票」で、本校生徒の発表は研究内容やスライド等視覚的効果に対する評価は高いが、話し方など発表技術については（個人差が大きいものの）やや評価が低いことがわかった。英語科や外部講師の指導により最近のレベルアップは著しいが、さらなる改善を課題としたい。また、国際交流に参加できなかった生徒（今後参加予定の生徒）に、その成果を普及するプログラムの形式や内容についても、検討を進めたい。

平成 24 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) の順に成果をまとめる。

(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

筑波大学研究室訪問のプログラムの充実を図った。生徒人数に対して、受け入れ研究室数が多いのが特徴で、少人数の生徒に対して十分な訪問時間を確保した。そのため、講座毎の特長を活かした取り組みが行われ、現場の研究者から研究の進め方など「知の技法」を学ぶことができた。東京医科歯科大学の研究室訪問も、少人数で基礎医学研究の体験実習や臨床現場体験に取り組んだ。

(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

コア SSH 校等との連携による取り組みを、多様な形式・方法で実施することができた。横浜サイエンスフロンティア高 (ysfh) のプログラムでは、小笠原・父島でのフィールドワークや米国の高校での研究発表で、生徒の「課題研究」に取り組むモチベーションを高めることができた。また、大阪府立大手前高校や明治大学のプログラムでは、数学「課題研究」を発表する機会を得た。

高校 3 年生「テーマ研究 (課題研究) 発表会」も継続実施し、本校 SSH 運営指導委員の大学教授 3 名に講評をいただき、研究成果の確認と今後の研究の指針を得ることができた。

(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

情報検索やプレゼンテーションスキルの涵養を目的としたシリーズセミナーの準備を行った。

(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

英語プレゼンテーション能力の育成を強化するため、中学生や発表直前の高校生向けに、外部講師による複数回の講座を実施した。国立台中第一高級中学 (台中一中) との研究交流会も継続実施し、口頭発表、授業参加などさまざまな交流が行われた。新たに、「発表評価票 (Presentation Evaluation Sheet)」による相互評価を行った。また、立命館高や ysfh のプログラムでは、継続的な英語発表指導や海外での口頭発表体験等で、生徒の英語発表能力を鍛えることができた。これら国際交流の成果を他の生徒に普及する目的で、追体験講座等を実施した。

(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

数学科研修会を本校および香川県立観音寺第一高で行い、教材の開発と普及に努めた。

(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

「科学者の社会的責任」をテーマとした講演会をはじめ、各教科主催により 10 講座を開催した。

② 研究開発の課題

研究開発の柱 (i) (ii) で、研究意欲の高い生徒については、大学等と連携した「課題研究」に取り組む機会を設けたい。そのために、解決すべき問題が幾つかあり、来年度以降の課題としたい。また、コア SSH 校との連携によるプログラムについても、今年度の実践の評価と課題を踏まえ、来年度以降も多様な方法で連携を図りながら、意欲のある生徒に「課題研究」と国際的な場での発表の機会を提供していきたい。

柱 (iv) については、台中一中との交流の際の「発表評価票」で、本校生徒の発表は研究内容やスライド等視覚的効果に対する評価は高いが、話し方など発表技術については (個人差が大きいものの) やや評価が低いことがわかった。英語科や外部講師の指導により、最近の英語発表レベルアップは著しいが、さらなる改善を来年度以降の課題としたい。また、国際交流に参加できなかった生徒 (今後参加予定の生徒) に、その成果を普及するプログラムの形式や内容等についても、今後も検討を進めていきたい。

I. 研究開発の課題

1. 研究開発の実施期間

指定を受けた日から平成 29 年 3 月 31 日まで

2. 研究開発課題

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

3. 研究開発の概要

本校は、平成 14 年度～18 年度の 5 年間、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。引き続き、平成 19 年度～23 年度の 5 年間、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—」の研究を行った。

平成 24 年度からのスーパーサイエンスハイスクール (SSH) 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同時に、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、一方、英語による学術発表能力を世界で通用するレベルに引き上げるプログラムの開発を行う。さらに、大学附属の中高一貫校である特性を活かし、幅広い教養と強い探究心をもつグローバル・サイエンティストを育成するための全人教育を視野に入れた、理数系教科のみに偏らない多様なプログラム展開に留意する。研究開発の柱は以下に示すとおりである。

- (i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施
- (ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施
- (iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成
- (iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成
- (v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及
- (vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成

4. 現状の分析と研究の仮説

本校では、平成 14 年度～18 年度の SSH で開発したカリキュラムや教材等を基礎として、平成 19～23 年度の SSH においては、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。その時の研究内容の柱は以下の 5 つである。

- ① サイエンスコミュニケーション能力を育成する少人数学習の研究と実践
- ② 国際科学五輪などの世界を視野に入れた生徒の自主的研究・交流活動の支援
- ③ 科学者・技術者に必要な幅広い科学的リテラシーを育てるプログラムの実施
- ④ 先端技術・研究の成果を活かした授業の普及と次世代 SSH 教員の養成
- ⑤ 中高一貫 SSH の完成に向け中学に重点を置いたカリキュラム・教材の開発

例えば、①では、総合的学習「ゼミナール」等における中高の異学年交流プログラムで、中学生は学習・研究へのモチベーションを高め、高校生は自己の学習・研究内容を再確認し、わかりやすいコミュニケーションやプレゼンテーションの方法を探る などの成果が生まれた。その他にも、小学生向けの理科実験講座から台湾国立台中第一高級中学での英語による研究発表・交流会に至るまで、さまざまな場面で、多くの 生徒が個性を活かしながら活躍し、将来の科学者・技術者へのステップを刻むことが できた。これらのプログラムの多くは、今後も継続して発展させていきたい。

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、一部の教員に指導が集中し、期待通りの成果が得られない場合があることや、生徒によっては研究活動という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、これまで 10 年間の SSH 実践の蓄積を踏まえ、各生徒の興味・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、今回継続新規で申請する SSH の取り組みの目的である。

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。このような能力を備えた人材の育成は、東日本大震災以降さらに必要性を増している。本校では平成 14 年度 SSH 指定時から（一部は長年の伝統である「教養主義」として）取り組み、国際社会で活躍する卒業生を育ててきた。この取り組みは、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、その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する。最終的には、海外の大学も含めた生徒の幅広い進路選択につながっていくことが期待できる。

5. 研究内容・方法・検証

研究内容の柱 (i) ~ (vi) の順に詳述する。

(i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施

希望するすべての生徒に理数系研究入門の機会を与えるため、筑波大学の全面的協力を得て、中学 3 年生と高校 2 年生対象の大学研究室訪問を研究体験型プログラムに進化させる。

筑波大学と緊密に連絡を取り合い、生徒の希望する分野の研究室への受け入れや、プログラムの充実、実施前後の支援態勢の構築等に取り組む。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凝らし、高校 2 年総合的な学習の「ゼミナール」や「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。

実施の前後に、生徒・大学教員・高校教員へのアンケート調査や Eメール等による意見交換を行い、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

筑波大学の全面的協力や他大学・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」や「課題研究」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。理科においては、「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」の指導を行う。これらの指導にあたり、将来への展望を与えるロールモデルや研究のアドバイザーとして、卒業生研究者を活用する。

さらに、「課題研究」の内容を、対外的な発表ができるレベルにまで取り組ませ、発表による達成感を味わわせることで、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。また、科学オリンピックや各種コンクール、国際的な研究交流への参加支援についても、従来どおり科学系のクラブ活動をはじめ、「ゼミナール」・「課題研究」等を通して積極的に進める。

実施の効果については、「ゼミナール」「課題研究」に取り組んだ生徒の進路調査や、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等により検証する。

(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

希望する生徒全員に、筑波大学における研究体験や同図書館等を活用した研究遂行のための情報検索技術、プレゼンテーション能力の育成プログラム等を実施する。具体的には、筑波大学図書館・図書館情報メディア研究科等と連携し、生徒の研究・発表に必要な情報検索やメディア活用に関する能力を高める講座、学術発表・ビジネスシーンを意識したプレゼンテーションスキルを涵養するセミナーを実施する。

<SSH シリーズセミナーの開催>

対外的な研究発表・意見交換の準備がしたい生徒を募り、2年間で1サイクルと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（論文・ジャーナル）の探し方・読み方
- ・学術情報の著作権・引用の手続き

セミナー講師は、筑波大学中央図書館、図書館情報メディア研究科、民間企業等の研究者・スタッフを活用する。

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

(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

通常の英語の授業内において、英語によるプレゼンテーション能力の育成を重視する。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。

<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。各種インターナショナルキャンプへも生徒を派遣し、他のSSH校の海外派遣交流事業にも参加・協力することで、さらなる機会の拡大を目指す。

国際科学オリンピック、科学コンクール等への参加を語学力の支援の側面から継続し、多くの生徒へさらに周知を行う。

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の実施や報告書の作成を行う。

<プレゼンテーション能力の育成>

通常の英語の授業内において、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。

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」や「課題研究」などの総合的な学習において、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、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、卒業後の進路としての海外の

大学等への進学を意識させ、支援する。

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 10 年間においては、新しい数学教材の「統計」「微分方程式」や、その他の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生かし、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た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。この講座に関しては、特に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。これらの講演会は活字化して残すことによって、講演に参加することのできなかった生徒に対しても同様に科学と人間社会との関係への関心と理解を深めるための一助とする。また、次年度以降の授業において活用ができるよう準備しておく。

また、社会科の授業の一つとして、高校 2 年生「ゼミナール」、中学 3 年生「テーマ学習」において現地実習を伴う講座を開講し、「科学者の社会的責任」について探究する。また、これまでの SSH において取り組んだ、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以降、「水俣」の経験や教訓を考察し、継承することは、今後の科学・技術の発展のあり方を考える上でさらに重要性を増しているということ意識しつつ、実習講

座を進めていく。

その他、国語科においては、通常の授業や講演会の活用により、中学生の段階では生徒の論理的思考力を育成するプログラム、高校生の段階においては、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枝を実施する。

保健体育科においては、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、活用するため、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。

実施の効果については、本校の有志生徒（「サイエンス・コミッティ」）により、プログラムに関する評価を受ける。これらの評価に基づき次年度以降のプログラムの企画・運営を行う。

6. 研究組織

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・推進・評価を実施する。

① 校内推進委員会

実施計画書、事業計画書、事業経費説明書等書類の作成および事業の評価方法の検討などを担当した。構成員は下記の 14 名である。

星野貴行(学校長)、宮崎章・濱本悟志(副校長)、梶山正明(研究部長)、真梶克彦(研究部・SSH 担当)、市川道和(校内プロジェクト 2 委員長)、八宮孝夫(校内プロジェクト 4 委員長)、鈴木清夫(数学)、植村徹(技術・芸術)、有木大輔(国語)、篠塚明彦(地歴・公民)、加藤勇之助(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」を担当し、中心となって研究を進める。また、他の2つのプロジェクトも必要に応じて研究開発に関わる。

校内プロジェクト1（学校デザインプロジェクト）

校内プロジェクト2（教育実践プロジェクト）

校内プロジェクト3（教育支援プロジェクト）

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7名から構成される。今回の研究推進のために特別に設置した委員会で、年2回開催した。構成員は下記の通りである。

氏名	所属・職名
真船文隆	東京大学大学院総合文化研究科教授
吉田次郎	東京海洋大学海洋科学部海洋環境学科教授
古川哲史	東京医科歯科大学大学院難治疾患研究所教授
坂井 公	筑波大学数理物質系准教授
野村港二	筑波大学教育イニシアティブ機構教授
白木賢太郎	筑波大学数理物質系准教授
柿 眞	筑波大学生命環境系教授

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いた。その内容は、多岐に亘り、SSH 事業の推進のためにさまざまな面で活かすことができた。

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、本校生徒を派遣したコア SSH 校（立

命館高校、横浜サイエンスフロンティア高校、小石川中等教育学校）における海外交流企画等に関する連絡・調整も大きな役割であった。

7. 教育課程

実施された教育課程は、巻末の関係資料を参照いただきたい。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 梶山正明）

II. 研究開発の経緯

(1) 第一年次研究の概略

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)については継続実施、(ii)については一部実施、(iii)については実施のための準備を進めた。また、柱(iv)～(vi)については、これまでのSSH研究開発の評価をふまえ、継続的実践・改良・普及を進めた。

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年生を対象に、筑波大学研究室訪問を実施した。また、受け入れ研究室の拡充やプログラムの充実、事前・事後指導の方法等について、大学・高校の教員間で検討を行った。実施の前後には、生徒へのアンケート調査を行い、内容の検討に役立てた。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12日 高校2年生筑波大学研究室訪問

12月25日 東京医科歯科大学見学実習
(生徒25名、引率5名参加)

2月7日 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、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た。理科においては、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検討を行った。また、これらの指導にあたり、卒業生の活用方法についても検討を行った。

科学オリンピックや各種コンクール、国際的な研究交流への参加支援についても、従来どおり科学系のクラブ活動や「ゼミナール」等を通して積極的に進めた。

7月18日 テーマ研究発表会(高3、校内)

8月8日～9日 SSH生徒研究発表会

(生徒4名、引率1名参加、パシフィコ横浜)

8月11日～16日 「小笠原父島自然観察実習」
(生徒2名・引率1名参加、父島・横浜サ
イエンスフロンティア高校 ysfh コア SSH)

8月25日 「マスフェスタ(生徒数学研究発
表会)」(生徒2名・引率1名参加、大阪市・
大阪府立大手前高校コア SSH)

9月22日 ysf FIRST2012(生徒7名・引率
2名参加、ysfh コア SSH)

10月8日 第2回高校生によるMIMS現象数
理学研究発表会(生徒10名・引率4名参加、
明治大学駿河台キャンパス)

12月23日 SSH東京都指定校合同発表会(生
徒11名・引率9名参加、東京工業大学大岡
山キャンパス)

(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

筑波大学図書館・図書館情報メディア研究科等と連携し、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セミナーを実施するための準備に取り組んだ。第1年次は、シリーズセミナーの講座イメージを具体化し、あわせて講師等の手配を行った。

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

<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の方法の検討などを進めた。他のSSH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。

6月3日 「世界の舞台で通用する科学プレ
ゼンテーションの取り組み」(1)発音指導(生
徒2名参加、立命館高校コア SSH)

7月8日 「世界の舞台で通用する科学プレ
ゼンテーションの取り組み」(2) Delivery
指導(生徒2名参加、立命館高校コア SSH)

7月14日 海外研修「オーストラリア理数系
授業体験プログラム」(1)事前学習(生徒4
名参加、都立小石川高校コア SSH)

7月21日 海外研修「オーストラリア理数系
授業体験プログラム」(2)事前学習(生徒4
名参加、都立小石川高校コア SSH)

7月23日～25日 「世界の舞台で通用する科学プレゼンテーションの取り組み」(3) 英語集中講座と発表指導(生徒2名参加, 立命館大学BKC・立命館高校コアSSH)

7月29日～8月2日 立命館高校コアSSH「世界の舞台で通用する科学プレゼンテーションの取り組み」(4) 海外発表体験(生徒2名・引率1名参加, 台湾・立命館高校コアSSH)

7月30日～8月3日 海外研修「オーストラリア理数系授業体験プログラム」(3) サイエンスイマージョン(生徒4名参加, 都立小石川高校コアSSH)

8月6日～19日 海外研修「オーストラリア理数系授業体験プログラム」(4) オーストラリア理数系授業体験プログラム(生徒2名・引率1名参加, オーストラリア・アデレード・都立小石川高校コアSSH)

10月22日 「世界の舞台で通用する科学プレゼンテーションの取り組み」(5) 最終発表練習(生徒2名参加, 立命館高校コアSSH)

11月10日～12日 「世界の舞台で通用する科学プレゼンテーションの取り組み」(6) 2nd JSSF(生徒2名・引率1名参加, 立命館大学BKC・立命館高校コアSSH)

11月17日 海外研修SSH生徒成果発表(生徒4名参加, 都立小石川高校コアSSH)

12月9日 海外研修研究報告書全体指導(生徒4名参加, 都立小石川高校コアSSH)

12月11日～16日 台中一中訪問(授業参加, 英語口頭発表・交流)

(生徒16名・引率4名参加)

1月7日～12日 「米国トーマスジェファーソン高校サイエンス研修」(生徒2名・引率1名参加, 米国・ysfh コアSSH)

その他, 国際科学オリンピック, 科学コンクール等への参加を語学力の支援の側面から継続し, 多くの生徒への周知を徹底した。

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の実施や報告書の作成を行った。

<プレゼンテーション能力の育成>

通常の英語の授業内において, 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

合わせて行った。

さらに, 英語による研究発表・交流を支援するため, ALT・外部講師の活用を試行するとともに, 大学との連携の方法について検討を行った。

7月7日 「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」

Mr.Gary Vierheller Ms.Sachiyo Vierheller

12月8日 「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9日 「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」

Mr.Gary Vierheller Ms.Sachiyo Vierheller

その他, 「ゼミナール」や「課題研究」などの総合的な学習において, 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。

2月28日 Hope Dialogue

(生徒38名・引率4名参加, グランドプリンスホテル高輪)

(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として, どのような教材が求められているかの調査を行った。また, これまで開発してきた中・高の教材を改良し, さらになめらかに接続できるような教材の開発を行った。

開発した教材については, SSH校や大学と連携した数学研修会等で発表し, 広く評価を求めた。

8月29日 SSH香川数学研修会

(香川県立観音寺第一高等学校)

12月9日 全国SSH交流支援教員研修 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した。講師には, 国内外で活躍する教養人・文化人を招いた。この講座に関しては, 特に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た。

これらの講演会は活字化して残すことによって、講演に参加することのできなかつた生徒に対しても同様に科学と人間社会との関係への関心と理解を深めるための一助とした。また、次年度以降の授業においても活用を予定している。

また、社会科の授業の一つとして、高校2年生「ゼミナール」、中学3年生「テーマ学習」において現地実習を伴う講座を開講し、「科学者の社会的責任」についての探究を行った。これまでのSSHにおいて取り組んだ水俣実習を継承・発展させた。福島第一原子力発電所の事故以降、「水俣」の経験や教訓を考察し、継承することは、今後の科学・技術の発展のあり方を考える上でさらに重要性を増しているということ意識しつつ、実習講座を進めた。

国語科や保健体育科においても、教科の特性を活かしたSSHプログラム・講演会等を実施し、生徒の科学的リテラシーの育成に取り組んだ。

<数学科・理科>

11月10日 核磁気共鳴吸収(NMR)による有機化合物の構造決定—理論と実験—

村田滋先生(東京大学大学院総合文化研究科)

12月11日 「高次元小標本データの科学」

青嶋誠先生(筑波大学数理物質系)

12月13日 「整数論(素数、楕円曲線等)の周辺」

伊藤哲史先生(京都大学大学院理学研究科)

12月13日 「宇宙エレベータの物理学」

佐藤実先生(東海大学理学部)

3月18日 「スライムで考える分子の構造と性質—分子間に働く相互作用—」(化学実験講座)

前田優先生,長谷川正先生(東京学芸大学)

<総合講座>

7月10日 「脳フィットネスを高める運動を楽しもう」 征矢英昭先生(筑波大学人間系)

7月26日~29日 高2ゼミ「水俣から日本社会を考える」フィールドワーク(水俣市)

12月11日 「なでしこジャパンで世界チャンピオン達成」西嶋尚彦先生(筑波大学体育系)

12月17日 「福島原発事故と科学者の社会的責任」 吉岡斉先生(九州大学・副学長・大学院比較社会文化研究院)

1月16日 「骨と皮の和歌」 渡部泰明先生(東京大学大学院人文社会系研究科)

(2) 委員会等の活動

① 校内推進委員会

第1回 4月16日, 第2回 11月19日,

第3回 2月25日

② 運営指導委員会

東京海洋大学, 東京大学, 東京医科歯科大学各1名、筑波大学4名の方々にお願いした。運営指導委員7名と校内推進委員15名で開催した。

第1回 7月7日, 第2回 1月19日

③ 校内プロジェクト委員会

校内プロジェクト2(教育実践プロジェクト)および校内プロジェクト4(国際交流プロジェクト)を中心にSSH事業の一部(研究内容の柱(ii)および(iv))を担当した。

④ 研究部

1月23日 平成24年度SSH実施希望調査・実施計画書等提出

2月15日 平成24年度SSHヒアリング

3月28日 平成24年度SSHに指定

4月17日 立命館高校コアSSH連携校会議

4月24日 ysfh コアSSH説明

5月7日 東京都指定校合同発表会連絡会(1)

5月16日 事業計画書提出

6月13日 平成23年度SSH活動実績調査票提出

6月19日 第1回校内研修会

7月20日 東京都指定校合同発表会連絡会(2)

11月17日 本校第38回教育研究会開催

11月22日 SSH視察(文部科学省・JST)

11月25日 SSH教員研修会(課題研究)

12月21日 在校生・保護者・卒業生対象個人調査アンケート実施(発送)

12月23日 東京都指定校合同研究発表会運営補助

12月25日 SSH情報交換会

1月21日 平成24年度SSH意識調査提出

2月1日 平成25年度実施計画書等提出

3月4日 平成25年度事業計画書等提出

その他、SSH見学来校者対応等

⑤ その他

筑波大学・附属学校連携委員会駒場連携小委員会(7月12日)において意見交換を行った。

(文責:研究部 梶山正明)

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

1. 仮説

高校2年生が、大学研究室の訪問を通して、研究の技法を学び、学問に対する興味・関心を一層高めることができるのではないかと。また、高校での学びから将来にむけた研究への意欲につなげていくことができるのではないかと。

2. 概要

筑波大学訪問（高校2年対象；7月12日）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貴重な実践・研究の場となっているといえる。本年度の特長は、次の通りである。

①36の講座が開講されたこと。

本校の1学年は163名であるから、研究室訪問の規模としては、極めて濃密な空間が形成されたことになる。生徒は希望の講座を受講でき、少人数、ときにはマンツーマンで親しく指導していただくことが可能になったため、生徒の評価は極めて高いものとなった。（事後アンケート参照）

②5時間連続をはじめとする集中的な取り組みによって生徒参加型の講習が実現できたこと。

高校生の大学訪問の場合、時として施設を見学するだけで終わってしまうことも少なくないが、今回は、10:30～15:30という5時間連続の講座をたくさん用意していただいたことで、生徒参加型の実践的な学習が可能となった。ある講座では、研究者からテーマが与えられ、筑波大学図書館をフィールドに文献やデータ解読を進め、その上に立って情報を整理し、最後にパワーポイントを用いて発表するという取り組みが行われていた。また、「遺伝子組み換えマウスの細胞を培養してみよう」、「紙アプリケーションを作る」「光る水を観察しよう」「知や情報の探索法」などにみられるように、生徒が実際に実験に取り組むような講座も多数開講され、研究者の適切な助言とあいまって、研究の進め方をはじめとするノウハウ（知の技法）を経験的に学ぶことができたように思う。

開講講座一覧

	講座名	数
1	考古学の世界ーモノから読み解く歴史ー	5
2	体験!!<哲学カフェ>	10
3	言語学の世界	13
4	現代の幸福感のリアル	11
5	ゲーム理論	19
6	地図を読んで川を知る	3
7	(開講せず)	
8	生物の多様性から読み解く歴史	1
9	進化のシミュレーション	2
10	メタン菌	1
11	遺伝子組み換えマウスの細胞を培養してみよう	3
12	紙アプリケーションをつくる	2
13	昆虫機能を利用する	4
14	人類と地球を救う微生物	3
15	地球を空から診断する	3
16	南極の岩石から見た地球の歴史	16
17	ランダムウォークとブラウン運動	4
18	電波で探る宇宙	13
19	スピン科学	4
20	光る水を観察しよう	7
21	ガラスのような金属とゴムのような金属	6
22	電子回路とコンピュータによる音楽音響制作	11
23	明日の東京大震災	4
24	カオスとフラクタル	6
25	超巨大データに挑むデータ処理基盤	6
26	ソフトウェア開発を支援するためのデータ分析	5
27	実感するコンピュータプログラミング	1
28	知識や情報の探索法	3
29	医学類の教育概要について	20
30	肝臓の疾患モデル	5
31	遺伝子改変マウス作製の実際	1
32	日本の医療制度と医療費の現状	1
33	最先端の脳神経外科手術	9
34	ウィルスの分子生物学	4
35	明日から使えるテーピング	2
36	美術館探偵団	1
37	デッサン基礎	1

*数は、講座参加生徒の人数のこと。複数選択している者が少なくないため、合計は163名をこえる。「29」は、医学関係を希望する生徒は全員必修の講座。その後、他の医学・生命系講座を受講するしくみである。



学び・調べ・発表する

3. 訪問を終えて—事後アンケートの結果—

研究室訪問を企画した立場としては、生徒がこのような取り組みを通して、自身の興味・関心の所在がどこにあるかを考え、再発見するような場が確保されるとよいと考えていたが、実際、彼らはどのように本企画を受け止めたのだろうか。

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	45%
2 どちらかといえば有意義	42%
3 やや期待はずれ	8%
4 期待はずれ	4%
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	57%
2 できれば続けてほしい	30%
3 どちらでもよい	10%
4 続ける必要はない	3%
c) 受講した分野への関心は高まりましたか。	
1 高まった	32%
2 やや高まった	49%
3 変わらない	16%
4 逆に関心が薄くなった	4%
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	25%
2 多少は参考になった	52%
3 参考にならなかった	13%
4 わからない	10%

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	71%
2 ほぼ希望通りだった	24%
3 希望通りではなかった	4%
4 希望する講座がなかった	1%

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%
2 近い分野だった	45%
3 あまり関係のない分野だった	37%
4 まったく関係のない分野だった	8%

【分析】 筑波大学訪問について、90%近い生徒が有意義（どちらかといえば有意義）であったと評価し、80%以上が受講した分野への関心が高まったと回答していた。また、95%が希望通り（ほぼ希望通り）の講座を受講できたと述べている。これらは、多数の講座が開設された結果、適正規模の教室空間の中で生徒と研究者との距離が縮まり、良い関係性を築くことができた点に負うところが大きいように思われる。進路面でも「多少は参考になった」を含め、80%近くが参考になったと答えている。他方、受講した講座が将来自分の進もうとしている分野であるかについては、関係のない分野（あまり関係のない分野を含む）が全体の45%を占めていた。これは、あえて希望の進路とは異なる分野を選び、興味・関心を高めていこうとする本校生徒の意識の表れであり、それ自体は好ましい傾向にあるのではないだろうか。

記述式の生徒の感想には、次のような趣旨の意見が多数みられた。「講座参加者全員が体験できる内容であり、深く興味を持てた」「保管されていた膨大な論文が印象的だった」「考古学は文系と理系の要素を併せ持った興味深い学問だった」「“答えのない問題”に対する最善の答えを考えるとという有意義な体験ができた」「事前に軽く調べた程度だったが、非常に多くの情報量で楽しいお話を聞くことができた。少人数だったのもよかった」「進路とは関係のない分野だったが、考え方や選択肢の幅が広がり、有意義だった」など。

これらの感想は、アンケート結果と合わせ、冒頭の仮説に対する生徒側からの回答として読みとることができるように思う。

（文責：高校2年担任団・吉田俊弘）

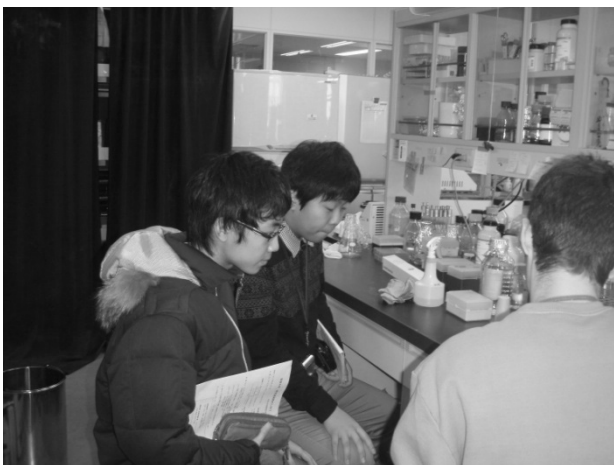
b. 中学3年生筑波大学訪問

1. 仮説

本プログラムは、本校が筑波大学の附属校である利点を活かし、中高生が大学の研究空間に初めて触れてみるものである。しかし未だ中学生の段階では、「〇〇大学に行きたい」という漠然とした夢はあっても、そこで何を専攻し、学びたいのかを決めている生徒はほとんどいない。そこで、実際に大学の研究室を訪問し、そこで行われている講義やゼミを体験することで、「〇〇大学に行きたい」から「大学で〇〇を学びたい」と意識が変わることを期待する。こうして将来の目標や進路が明確になれば、日々の学習に対する意欲や熱意も更に高まるのではないかと仮説を立てる。

2. 概要

本プログラムは本校入試期間の合間を縫って、2013年2月7日（木）に実施した。中高一貫校であるために、この時期の中学3年生は高校受験の準備をする必要が無く、生徒には比較的余裕がある時期である。また、中学卒業を間近に控え、生徒が進路について考え始める良いタイミングでもある。附属学校といえど、本校から筑波大学まで距離があるため、つくばエクスプレス(TX)に分乗して、引率教員の誘導を受けながら現地会場に各自集合する。筑波大学はキャンパスが広いので、移動には敷地内を走る巡回バスを利用した。午前中に全体説明を受けた後、キャンパス内の学生食堂で大学生に交じって昼食をとり、午後からの2コマの講義を見学した。



2.1 「大学とは何か」を学ぶ

生徒は講義を体験する前に、人文社会科学研究所教授・アドミッションセンター長の島田康行氏よりスライドを用いた大学の説明を受けた。「生徒」と「学生」の違い、大学側が求める学生の意識など、中学までの義務教育との違いを知り、自分が大学生になった時に、大学で学びたいこと、究めたいことは何かを考える機会となった。

2.2 講座一覧

中学生向けに開講された講座は前後半あわせて以下の32講座である。生徒には講座名と講義内容をまとめた一覧表を配布し、その中から興味のある講座を2つ選択する。希望訪問先が偏りすぎないように受け入れ可能人数の上限を定めたり、前後半で同時開講をする講座に分散したりして、それぞれ訪問先を調整した。

〈前半〉12:15～13:30

- ・幹細胞研究とその応用
- ・明日から使えるテーピング
- ・文字の認知を脳波で探る
- ・〈いじり〉と〈いじめ〉について討論しよう
- ・古典古代の宇宙物理学
- ・ミクロな視点からの科学ーポテトチップスの味と電子スピンー
- ・未来のエネルギー 地上の太陽への挑戦
- ・天然物化学：自然から学ぶ
- ・ムシを使った研究からヒトを理解する
- ・顕微鏡で生物を覗くこととは？
- ・感覚のしくみ
- ・イモリの再生に学ぶ
- ・細胞の生と死のふしぎ
- ・留学生から微生物について英語を学ぼう！
- ・昆虫を知ること
- ・省エネルギーと人を見守る空間知能化技術
- ・自動車の運転支援のデザインと評価
- ・ゲーム用の画像センサーを使った視覚障がい者支援システムの紹介
- ・コンピュータの中(LSI)に触れてみる。
- ・ソフトウェア開発を支援するためのデータ分析

〈後半〉 13:45～15:00

- ・あまのじゃくを好む社会学
- ・肝臓の疾患モデル
- ・幹細胞研究とその応用
- ・明日から使えるテーピング
- ・筑波大学芸術専門学群卒業制作展
- ・日本人とは何か 日本語とは何か
- ・〈知識の枠組み〉という考え方
- ・投票を科学する
- ・未来のエネルギー 地上の太陽への挑戦
- ・南極からみた地球の進化
- ・鎮痛・解熱剤中のアセチルサリチル酸からサリチル酸メチルへの変換
- ・ムシを使った研究からヒトを理解する
- ・顕微鏡で生物を覗くこととは？
- ・感覚のしくみ
- ・イモリの再生に学ぶ
- ・役に立つ微生物の観察実験
- ・昆虫を知ること
- ・情報・暗号・符号
- ・フラクタル
- ・ゲーム用の画像センサーを使った視覚障がい者支援システムの紹介
- ・コンピュータの中(LSI)に触れてみる。
- ・超巨大データに挑むデータ処理基

2012年にノーベル医学・生理学賞を受賞した京都大学・山中伸弥教授で有名なiPS細胞の研究、食糧危機問題に備えた遺伝子組換え実験、東日本大震災を被って改めて考えなければならない核融合発電や再生可能エネルギーなど、ニュース紙面でも話題になっている最先端の研究を行っている研究室に訪問することが出来た。他にも講師陣には本校の現学校長や卒業生の先輩など、生徒に縁のある方もおり、附属学校ならではのプロジェクトであることを再認識させられた。

3. 検証

実は筑波大学訪問というプログラムは高校2年生でも同じように実施している。高校生の場合、大学受験を間近に控えているため、志望学部に合わせて講座を選択し、進路の参考にするが、中学生の段階では未だ明確な進路を決めている生徒は少ない。そのため純粋に自分の興味・関心のある

講座を選択した生徒が多い。選択する2講座のうち、前半は医学系を選んだが後半は物理系にするなど、一貫性の無いものもあったが、むしろ研究や講座の違いを見比べることもできた。ただし、講座の合間の移動時間が15分間しかなく、他学部に移動するには循環バスに乗らねばならないため、後半の講義を時間通りに開講できなかったところもあり、次年度以降の改善点としたい。



事後アンケートを見ると、中学生相手ということで分かりやすく丁寧に説明してくれる講座が多かったが、専門的領域に踏み込むと中学生には非常に難解なことが沢山あることも同時に垣間見られたようで、生徒にとって大いに刺激となったようである。また、中学校にはない高価な装置を使用した実験を見せていただいたり、今まで気付かなかった新しい視点からの討論や発表が行われたりして、大変有意義だったという感想が返ってきた。

(文責：中学3年担任・有木大輔)

c. 東京医科歯科大学研究室訪問

1. 仮説

生徒に理数系研究入門の機会を与えるプログラムとして従来から筑波大学との連携はあったが、さらに本校 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。これは願ってもない話で、実際の医学研究や臨床の現場を生徒が実感することは、生徒がその方面に関心を抱き、社会に貢献する医師をめざす大きな刺激となるとの仮説で、第 1 回目の医科歯科大訪問を行った。

2. 方法・内容

本プログラムは 2012 年 12 月 25 日 (火) に実施した。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、次のような魅力的な A、B のプログラムをご提示いただいた。

A:基礎コース (講義－実験－研究発表)

①「病理学標本の観察体験実習」(北川昌伸教授)
東京医科歯科大学で検査・手術・病理解剖を行った患者さんの標本について、肉眼像、組織像を実際に観察していただき、解説を加える。

②「進化に関する体験実習」(石野史博教授)
哺乳類の胎生進化に関わる講義。講義で話した遺伝子を実際にゲノムデータベースから探してきて、種間で相補性を比較する実験。

③「iPS 心筋細胞を用いた創薬試験体験実習」(安田賢二教授)

ヒト iPS から作った心筋細胞を、クリーンルーム内で微細加工してバイオチップ上に心筋細胞組織を組み立てる。そして、実際に薬物を投与するとチップ上の心筋細胞に不整脈、細動が発生するところを見る。

B:臨床コース (講義－臨床技能教育－臨床現場体験) 3 名ずつ 3 班に分かれる。

1) スキルスラボ

講義・ガイダンス後に実習。*心音・呼吸音から疾患を診断 *医療手技体験:採血・静脈内注射、気管内挿管

2) 臨床見学及び臨床実習

*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)。

内科系、外科系、それ以外など 3 つの分野に分かれて医療体験を行う。

*先端医療・未来医療についての談話

先輩たちが見た Harvard 大学、Imperial College における研究と臨床について。

定員 18 名のところ、39 名の意欲ある高 1・高 2 生が応募、特に臨床コースに人気があったが、実習の性格上、人数をあまり増やせないのので、大学と交渉の末、25 名まで受け入れ人数を増やしてもらった。A が 13 名、B が 12 名である。



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、本校生に医学進学希望の生徒は多数いるので、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始まったことは、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。

今後は生徒の「課題研究」という形でも、継続的な指導をいただけるか、実現の可能性を探っていきたい。



(文責: 引率責任者・副校長 宮崎 章)

(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. 生徒研究発表会

1. 仮説

例年、生物・化学・数学・情報などの分野から、生徒に研究発表をさせている。ほとんどの生徒が、本格的な研究発表会に参加するのは初めての経験であるため、当日までは臆している場合が多い。しかし、講演や他校の研究発表を聞いているうちに、次へのステップアップを考える生徒が多く見られる。他校生徒との積極的な交流は見られないが、研究内容について議論できることを楽しんでいるようである。研究を行うことへのモチベーションの高揚が期待できると考えている。

2. 方法

2.1 プログラムの内容

日時：2012年8月8日（水）～9日（木）

場所：パシフィコ横浜

概要：8月8日（水）

9:10～10:00 講演 若松正人氏
「ユビキタス数学、そして数学の夢ー
待たれる若き数学者・数理科学者」

10:30～17:00 ポスター発表

8月9日（木）

9:00～11:20 代表校によるポスター発表

12:20～13:40 ポスター発表

参加校：全国のSSH指定校 177校

海外招聘校 15校

2.2 参加生徒の活動

ポスター発表

「アセチルサリチル酸の合成におけるより良い触媒について」 3年 小林拓矢
教科書に掲載されているアセチルサリチル酸の合成方法について多角的に実験・検討をおこなった研究発表である。

3. 検証

応援として同行した生徒達（発表者の後輩）も研究発表することの大切さや楽しさを実感していたようである。より多くの生徒の参加が出来るように努めていきたい。

（文責：理科 吉田哲也）

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、5年目を迎えた。「SSH生徒研究発表会」と比べて1校あたりの参加生徒数も増え、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：2012年12月23日（土）10:00～16:00

場所：東京工業大学大岡山キャンパス

概要：10:00～10:20 開会式

10:30～12:10 口頭発表

12:10～13:10 昼休み

13:10～14:50 ポスター発表

15:00～15:30 閉会式

15:30～16:00 ポスター撤収等会場片付け

参加校：都内SSH指定校 12校

2.2 参加生徒の活動

以下、発表生徒の研究タイトルを示す。

(1) 口頭発表

「ジアゾ化反応の最適条件」

3年 加藤雄大・八尾健太

(2) ポスター発表

①「アセチルサリチル酸合成法の検討」

3年 小林拓矢

②「SQMを利用した天体観測」2年 菊池啓

③「Monty Hall Problem」2年 長坂篤英

④「立体の切断についての考察」2年 布施音人

⑤「二眼式立体映像の制作」2年 小野瀬雅穂

⑥「父島三地点における植生調査・比較」

1年 徳永壮亮・山田舜治

⑦「Why Adelaide Twinkles」1年 亀井郁夫

※⑥⑦は、コアSSH校のプログラムに参加した生徒による（(ii) f、(iv) c参照）。

3. 検証

高校3年生にとって負担の大きい開催日程ではあるが、3名の生徒が参加した。いずれの生徒も発表経験の蓄積によって、スライドやポスターの完成度も上がっている。来年へと引継がれる1、2年生の良い手本となったことは喜ばしい。

（文責：研究部 真梶克彦）

c. テーマ研究発表会

1. 仮説

本校では高校3年生の総合的な学習の時間に「テーマ研究」に取り組んでおり、その研究の成果を発表する場を設定するため、「テーマ研究生徒発表会」が平成19年度に開始された。翌年より、本校のプロジェクトと学年に主催が引き継がれ、また、会の運営は、SSH事業の運営・評価に生徒が主体的に関わる生徒団体である「サイエンス・コミッティー」に委ねられている。本年度の発表会は、その6回目にあたり、新規のSSH研究開発「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」に相当するものである。

研究仮説として、発表する生徒には、発表会までの準備や当日のプレゼンテーションを通じて、他者に自らの研究内容を正しく・分かりやすく伝える能力を磨くことが期待される。また、高校2年生以下の在校生の参加者については、先輩の発表を聞くことで、研究内容とともにプレゼンテーションの仕方を学ぶことが期待される。

2. 発表会の概要

2.1 準備期間

高校3年生のサイエンス・コミッティー参加者が一連の運営の主体となっている。学年教員が各ゼミ担当教員に発表者の推薦を依頼し、次の表の通り、口頭発表13件（発表者16名）となった。

＜分野別の発表数＞

分野	口頭発表	発表時間
数 学	1 件	1 5 分
理 科	5 件	1 5 分
地 歴	2 件	1 5 分
外国語	4 件	1 0 分
福 祉	1 件	1 5 分

※発表時間には個別の質疑応答を含む

また、昨年度に引き続き、発表会の内容をより充実させることを目指し、講評を本校SSH運営指導委員の吉田次郎先生（東京海洋大学）、真船文隆先生（東京大学大学院）、古川哲史先生（東京医科歯科大学）に依頼した。

2.2 当日の様子

- ・日程：平成24年7月18日（水）
13:10～13:15 開会
13:15～14:50 口頭発表（7件）
14:50～15:05 休憩
15:05～16:35 口頭発表（6件）
16:35～17:00 全体講評・閉会
- ・会場：本校50周年記念会館

発表会の案内は、本校生徒には7月5日（木）に、また、JSTを通じて本校外にも配布された。当日の参加者は約100名で、そのうち外部の参加者は数名であった。

口頭発表者には、当日9:00に集ってもらい、発表練習を行うことで、内容と時間配分の確認を行った。発表時間は質疑応答を含めて15分（または10分）だったが、発表内容によっては、少し短すぎる場合もあった。講評を学外の方をお願いした結果、各発表への質疑は活発になり、その内容も十分に充実したものとなった。

3. 検証

以下、実施面の具体的な成果や課題をあげる。

- ①発表者の選定までを学年教員と各ゼミ担当教員が行い、その後の運営を有志の生徒団体「サイエンス・コミッティー」が担うことで、準備期間も含め順調に発表会を運営できた。
- ②当日の発表練習に、各ゼミ担当教員が立ち会うことで、より洗練されたプレゼンテーションになることが予想される。
- ③ポスター発表の希望がなく、口頭発表の件数が多かったため、発表時間が質疑応答を含んで15分（または10分）と短くなってしまった。発表の形態や時程を工夫すべきである。
- ④発表者にとっても、参加者にとっても、学外の先生方の講評が有意義であり、今後も続けるべきである。

プレゼンテーションを通じて、他者に自らの研究内容を正しく、分かりやすく伝える喜びを感じ取って、他のSSH発表会などに積極的に参加し、発表する生徒が出てきている。これは、仮説の正しさや本事業の意義を裏付けるものである。

（文責：校内プロジェクト2 須田学）

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（数学生徒研究発表会）」は、平成 23 年度にコア SSH の指定を受けた大阪府立大手前高等学校が、「数学」に特化した取り組みとして実施しているコア SSH 事業の一環で、今回で 4 回目である。この発表会は、数学に関する生徒の取り組み等（課題研究、部活動等）の研究発表を行うことにより、数学に対する興味・関心を高め、今後の数学教育活動の発展に資することを目的としている。そのため、全国から日頃、数学に興味・関心をもった高校生たちが集まり、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発表会となっている。このような発表会に参加することで、この会の目的のような効果が参加生徒にみられることを期待して、今回初めて本校より生徒 2 名が参加した。

2. 実施の概要

日時：8 月 25 日（土）9:00～16:00

会場：ドーンセンター（大阪府中央区大手前 1-3-49）

内容：全国から 30 校、約 500 名の高校生が参加。生徒による数学研究（課題研究等）についての発表会（口頭発表 34 本、ポスター発表 66 本）を 3 つの分科会に分かれて実施し、その各発表について、大学の先生方から講評をいただく。

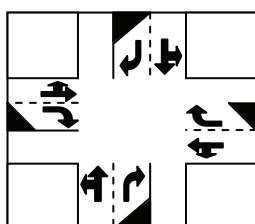
2.1. 本校からの研究発表

以下、生徒の作成した要旨から一部を示す。

『交通の最適化』

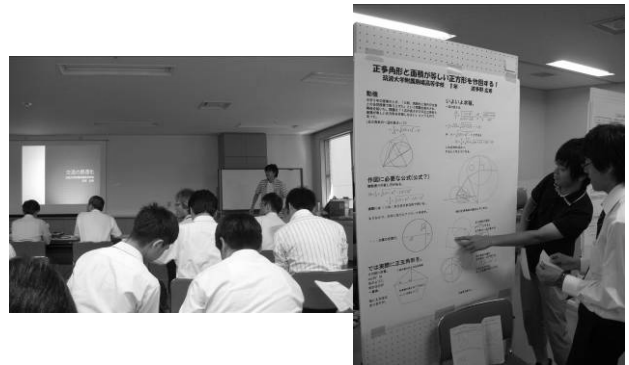
（1 年 平野 正徳 口頭&ポスター）

目的：自動車が普及した現在において、交通の最適化は渋滞を減らすためには欠かせないものとなっている。その中で、どのように最適化することができるのかを考えるに当たり、まずは交差点における信号の最適化を数学で考えることにした。方法：まずは右図のような場合を考える。この縦直進を α [台/秒]、横直進を β [台/秒]、横右折・横左折・縦右折・縦左折を γ [台/秒] と置き、黄色は 3 秒、赤は 3 秒、車の間隔は 1 台目は青になった 1 秒後、それ以降は平均 3 秒おきに停止線を超えると設定し(学



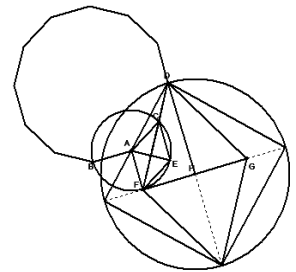
校前の計測データより)、計算を行った。また、今回は歩行者を考慮に入れないことにした。

校前の計測データより)、計算を行った。また、今回は歩行者を考慮に入れないことにした。



『正多角形の面積と等しい面積の正方形の作図』 (1 年 波多野 広希 ポスター)

目的：計算を利用することによって、正多角形の面積と同じ面積の正方形を作図できるか工夫する。方法：正 n 角形を、合同な n 個の二等辺三角形に分割する。二等辺三角形の面積を三角関数を用いて求めて n 倍する。正方形の 1 辺の長さは面積に根号をつけた値であるから、これを作図できる形に変形する。



3. 検証

参加した生徒は、数学好きな高校生が全国にたくさんいることに感激して、次も是非この発表会に参加したいという思いを強くもち、早速、新たな研究に向けて取り組む意欲を示していた。このように、数学だけの生徒発表会に生徒が参加することで、数学についての興味・関心がさらに高まったことは明らかで、今後もこのような発表会に多くの生徒が参加することを奨励し、実施すべきと考える。ただ、発表会場が大阪であるにもかかわらず、日帰り参加は、生徒にも引率教員にも大きな負担であった。近隣でこのような発表会が開催されることを望む。



（文責：数学科 町田多加志）

e. 高校生による

MIMS 現象数理学研究発表会

1. 仮説

「第2回高校生による MIMS 現象数理学研究発表会」は、明治大学先端数理科学インスティテュート (MIMS) の主催で行われ、「身の回りの現象を数理の目で見ると」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2回目の開催であり、本校では第1回より参加している。この発表会は、全国で志を同じくして活動している高校生から刺激を受けられるだけでなく、最先端で研究を行っている大学教員に、直接研究の成果を見てもらえる好機である。したがって、参加生徒にとって数学への興味・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8日（月・祝）10:00～16:30

会場：明治大学駿河台キャンパス 紫紺館

（東京都千代田区神田小川町3-22-14）

内容：全国から高校生が集まり、6件の口頭発表と12件のポスター発表を行う。その後、明治大学先端研の教員による生徒への講義の間に、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、優秀な発表が表彰される。

3. 本校からの研究発表

本校からは、口頭発表2件、ポスター発表3件の計5件の生徒発表を出展した。題目と発表の様子は以下の通りである。

○口頭発表「交通の最適化」

（高1 木村颯希，野村建斗，平野正徳）



○口頭発表「たし算とかけ算で自然数を作るときの最小値」

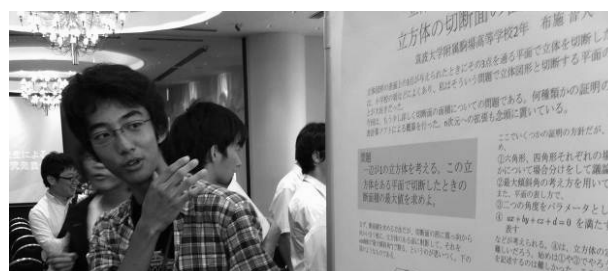
（高3 菊地雄介）



○ポスター発表「平面上の有限点集合の距離的情報から生成したある種の有向木の高さについて」
（高2 増田成希）



○ポスター発表「立体の切断についての考察」
（高2 布施音人）



○ポスター発表「四円柱の共通部分」

（高1 沈有程，田中宏明，松阪龍文，森田峻平）



審査の結果、「交通の最適化」が奨励賞、「立体の切断についての考察」が最優秀ポスター賞として表彰されたが、その他のいずれも甲乙つけがたい優秀な発表であったとの講評を受けた。

4. 検証

参加生徒にとっては、全国の高校生や高校教員に自分の研究成果を見てもらうだけでなく、大学教員から直接アドバイスを受けることができたことは、今後継続して研究を深めていく上での大きな刺激になった様子であった。その意味では初めに述べた期待を上回る成果があったと考えられる。特にポスター発表では、ともすれば十分すぎるとも言えるほどの時間が確保され、限られたスペースながら、他校の生徒や教員、そして大学教員を交えて、研究内容についてコミュニケーションを図ることができたようである。全体として、発表を通し成長する生徒の姿を実感できる発表会だったと言える。

（文責：数学科 須藤雄生）

f. 小笠原父島自然観察実習

1. 仮説

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」等のプログラムにおいて、野外調査研究は生徒の自主的な研究活動や体験活動となりうる。そこで、2011年世界自然遺産に登録された小笠原諸島での自然観察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：2012年8月11日（土）～16日（木）

場所：小笠原諸島 父島、南島

概要：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。

8月11日 10:00 東京竹芝栈橋出港

8月12日 11:30 父島到着

小笠原ビジターセンター見学

貸切バスで主要な海岸の踏査活動

8月13日 小笠原海洋センター見学

各校別調査観察活動

8月14日 旭山にて踏査活動

長崎～釣浜遊歩道にて植生調査

8月15日 南島にて踏査活動

14:00 父島出港

8月16日 15:30 東京竹芝栈橋到着

参加校：

横浜サイエンスフロンティア高等学校

(生徒3名、教員1名、外部講師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 (2名、1名)

市川学園市川高等学校 (2名、1名)

筑波大学附属駒場高等学校 (2名、1名)

2.2 参加生徒の活動

本校からは高校1年生2名が参加した。

(1) 海岸植生、旭山、南島での踏査活動

外部講師として同行した国際生態学センターの矢ヶ崎朋樹先生に植物名や測量の方法を教わりながら、自然保護区域の踏査を行った。生徒達は初

めて目にする固有種や外来種の名前を覚えたり写真を撮ったりしながら、島特有の貴重な生態系を感じ取っているようであった。



＜南島での踏査活動＞

(2) 小笠原海洋センター見学

ここではウミガメ保護活動を行っている NPO の方による講義を受けた後、保護された卵を砂に埋める作業や、孵化個体の甲羅検査などの体験活動を行った。



＜放流前の1歳のウミガメを持つ生徒＞

(3) 各校別調査観察活動

各校ごとに自由にテーマを設定して調査を行う時間が設けられていた。本校は固有種の種分化について調べる予定であったが、予備調査ができなかったため、テーマを海岸植生の調査に変更し、対比的な2つの海岸について植生調査を行った。

3. 検証

本研修は今年度初めて実施された研修であり、共同研究のような調査観察活動までは至らなかったのが残念であった。だが、限られた時間の中で、専門家の話を聞きながら貴重な自然保護区域を観察して回ることができ、全体としては非常に充実していた。生徒達は父島の自然を通して植物をより身近な存在として認識できたようであった。

(文責：生物科 黒須麻由)

g. 「理科課題研究」実施に向けて

1. 仮説

2004年度より総合的学習の時間で実施してきた「ゼミナール」は、9年におよぶ実践が積み重ねられ、その課題も整理されつつある。

一方、2014年度より本格実施に入る「理科課題研究」は、大学やその他の研究機関、他高校との連携の可能性も視野にいれた新しい取り組みを模索している。意欲の高い生徒のニーズに応えるべく、効果的なプログラムを計画するには、これまで各科目で取り組んできた「ゼミナール」の実践を踏まえ、成果と課題の整理が欠かせないと考え

2. 「課題研究」を視野に入れた「総合的な学習（ゼミナール）」の指導

2.1 経緯

高校2年生対象の「ゼミナール」は、その延長に位置づけられている高校3年生の「テーマ研究」とともに、第2期SSH（2006～11年度）の研究内容の柱(i)サイエンスコミュニケーション能力を育成する少人数学習の研究と実践、および(ii)国際科学五輪などの世界を視野に入れた生徒の自主的研究・交流活動の支援、の中心的な取り組みとなった。近年、飛躍的に増加した国内外の「研究発表プログラム」においても、積極的に取り組む生徒の出発点が「ゼミナール」であることが多く、大きな成果を上げている。

下表は、2004～2012年度に開講した「ゼミナール」担当科目と選択者の人数の変遷である。他教科が開講するものと合わせ、概ね毎年10程度の講座が開講されてきた。

表：ゼミナールの選択者数の変遷

年度	選択者人数			
	物理	化学	生物	合計
2004	32	18	20	70
2005	29	20	21	70
2006	18	18	21	57
2007	-	*29+20	11	60
2008	26	11	15	52
2009	-	22	14	36
2010	-	22	13	35
2011	28	24	-	52
2012	26	24	-	50

*2007年度の化学は2人の教員で担当した。- は開講せず。

また、3科目で開催した2008年度における各講座の名称は以下の通りである。

物理：2次曲線(円錐曲線)の不思議と物理現象

化学：分析化学

生物：パターン形成を操る遺伝子

- 単離と発現解析 -

2.2 課題

土曜日を活用して行う「ゼミナール」は、普段の授業とは異なる特殊な展開を余儀なくされている。例えば、年間の総時間数18～20時間を7回程に分けて実施するので、各回が数週間隔たる開催となり、継続性が薄れる傾向も否めない。また、教員の授業担当時間数や校務分掌の関係上、必ずしも全ての科目で開講できないなど、構造上の制限を抱えながら実施されてきた。

この「ゼミナール」を引継ぐ「テーマ研究」は、所謂「卒業研究」に相当し、生徒が主体的に取り組む研究活動となる。しかし、その活動の殆どは課外活動の時間帯、もしくは休日・長期休業中に行われ、計画的な指導をなかなか徹底しにくい。また、理科が開講する「ゼミナール」を選択した生徒数を9年間の平均でみると53.6人となる。これは学年の約3分の1の生徒数に該当するが、この数の生徒が取り組む活動を担当した教員が指導するには限界もある。さらに、「研究発表プログラム」に参加する生徒が増えるにつれ、そのタイミングが研究の進捗と必ずしも一致しないケースも見受けられるようになり、改善策を検討が課題として浮上している。

3. 検証

以上に挙げたような課題を解決し、教員の負担を軽減しつつ、生徒が主体的な活動によって達成感を得られる仕組みを検討した。

1. 「ゼミナール」の実施時期を検討することによって、研究の進捗と発表の機会が無理なく接続できる環境を整える。
2. 意欲的な生徒の活動をきちんと評価する枠組みを作ることによって、「研究発表プログラム」に参加する生徒の選考に活かす。

これらを念頭におきながら、2014年度から実施される「理科課題研究」に向け、引き続き「ゼミナール」の効果的な実施内容・方法の策定を行いたい。

(文責：理科 真梶克彦)

(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

1. 仮説

技芸科では、SSH シリーズセミナー「メディア虎の穴（仮称）」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。

今年度はシリーズセミナーのプログラム構想を行った。その過程を報告する。

2. 方法

2.1 過去の事例の検討

スキル習得に焦点を当てたシリーズセミナー開催を検討するため、本校での SSH 研究開発活動を検討してみた。

過去 10 年間の『研究開発実施報告書』には、さまざまな研究開発活動と、それによる生徒の数々の研究成果が報告されている。その中にスキル習得を中心としたものは多くはない。特筆されるものとして、第 2 期（2007 年～11 年）の研究内容の柱（i）「サイエンスコミュニケーション能力を育成する少人数学習の研究と実践」において、英語科が「専門の講師の助力を得て、プレゼンテーション指導を個別に集中して実施し、生徒の発表能力を向上させた」という活動が挙げられる。

本校 SSH 研究開発においてスキル習得を中心とした活動が多く見られないのは、本校の教育活動全体が生徒の主体的な学習活動を支援する側面が強いことに起因していると推察される。

2.2 学校発の「発表」

SSH 研究開発活動を通して、生徒は国内外で多くの研究発表や研究交流を行っており、その数は年を追う毎に増加している。また、国際科学五輪などで活躍する生徒も少なくない。

彼らの研究成果の「内容」は主体的な学習活動を通して得られたものであるが、その背景には平素の授業（カリキュラム）やさまざまな SSH 研究開発活動、そしてゼミナール活動などを通じた教員の指導

や友人との意見交換が存在している。

一方、研究成果の「発表」については、情報科をはじめとする各教科や総合学習で扱われているが、研究発表に最適化された学習体系になっているとは言いがたい。現状では、生徒が生来備えている「発表」スキルに強く依存した研究発表となっていると言っても過言ではない。研究過程での「調査」についても同様のことが言える。

研究内容自体だけではなく、「発表」や「調査」についても、学校が何らかのカリキュラムやプログラムを作成し、生徒に対して「これらを履修することでこのような教育効果が期待される」といった内容を呈示することが必要だと思われる。

このようなカリキュラムを作成・呈示することは、すなわち、すべての生徒に対して「調査」や「発表」スキルに関してスタートラインでの平等を保証することになる。そして、その過程を経た生徒の研究発表が、はじめて「学校の指導の成果としての発表」「学校発の『発表』」と銘打てるのではないだろうか。

2.3 技芸科が取り組むセミナー

「技芸科」は本校内の便宜的な教科セクションで、実態は音楽（中高）、美術（中高）、工芸（高）、技術（中）、家庭（中高）、情報（高）を指導する常勤教員 4 人の集団である。4 人は分野こそ異なるが、全員「情報」「メディア」の取り扱い方・接し方を専門領域に包含している。そこで、4 人の「情報」「メディア」に関する専門性を結集して、前項で提起した「発表」「調査」などの情報の活用能力を育成するシリーズセミナーを構想することとした。

生徒が研究する対象や発表する内容については平素の授業や SSH の他のプログラムで陶冶される。一方、技芸科のシリーズセミナーは、研究に至るまでの研究情報へのアクセスや研究発表の手法といった「メタ」の部分について、一貫した学習機会を提供する。両者が協調し、生徒の研究増進の両輪となることを企図するものである。

2.4 講座内容の構想

構想当初、技術科・情報科の市川は表 1 のような講座内容案を作成し、これをたたき台に科内で検討を繰り返した。

- ・メディア活用概論
- ・プレゼンテーション講座(作成編)
- ・プレゼンテーション講座(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(論文・学術誌)の探し方・読み方
- ・学術情報の著作権・引用の手続き
- ・筑波大学中央図書館訪問

表1 当初の講座内容のたたき台

これをもとに、スキル習得を軸に実現可能性や後述の協力体制などを検討して、さらに新たな動向を加味した上で、表2の4分野に焦点を絞った。

- ①情報検索、情報収集
- ②著作権
- ③クラウドを利用した研究スタイル
- ④プレゼンテーション
(ビジュアルエフェクト、サウンドエフェクトを含める)

表2 焦点を当てた4分野

③以外のすべての分野は高校の教科教育で既習であるが、前述のとおり研究発表に最適化されたものとは言えず、セミナーでスキル習得を目指す意味がある。また③は今後の研究、とくにグループでの共同研究に欠かせない部分になると想定されるので、新たに取り込むことにする。

2.5 「高度情報化事業」との連携

「トップリーダー育成のための教育の高度情報化事業」(2012年度～2014年度)にて、校外とのオンライン接続環境(TV会議システム)が設置されている。これに伴い、本校から外部へのインターネット回線が増強されている。

TV会議システムを活用することで、時間的・地理的な制約から本校に来校できない講師にも出講を依頼することができるようになり、講師選定の制約が軽減されることが想定される。また回線増強により前項の③④分野での講座・実習も扱いやすくなる。このセミナーの実施が、「高度情報化事業」の先行事例となることも想定されている。

2.6 受講者への評価

受講者がセミナーによってどのようなスキルを獲得したかをポートフォリオの手法を用いて受講者本人や講師が評価することを予定している。データ蓄積・管理が容易になるよう、分野③で扱う

クラウドベースのデジタルノートアプリケーションの使用を予定している。そして、ポートフォリオが生徒の国内外への生徒派遣の際の校内選考の一要素と扱われるよう、関係部署に働きかけている。

2.7 スタッフ等の協力体制

表2に掲げた4分野に満足いく講座を開講するには、各分野の専門家や共同で教材開発を進める人的支援が必要である。分野③④に関しては、日本マイクロソフト株式会社からの協力・講師派遣の了解をいただいている。これまでに同社の富沢高明氏(法務・政策企画統括本部技術政策部長)と西嶋美保子氏(パブリックセクター統括本部)と複数回協議を行った。

分野①に関しては、前述の「教育の高度情報化事業」に伴い採用された本校学校図書館スタッフの加藤志保氏(研究員)に依頼し了解をいただいている。また、分野②については、本校OBの法律実務家を軸に講師選定を急いでいる。

技芸科からは、分野④に関して、小宮がサウンドエフェクト、土井がビジュアルエフェクトを受け持つ。全体調整は市川と植村が担当する。

2.8 第2年次の実施計画

表3の講座のうち前半部の開講を予定している。

講	タイトル	講師	時期	時間
1	学術情報の探し方	本校	前6月	2
2	クラウドを活用した研究スタイル	MS	前7月	2
3	著作権法に則った研究・発表作法	外部	前11月	2
4	プレゼンテーションの計画	MS	前2月	2
5	スライド資料の作成	MS	前3月	4
6	ポスター資料の作成	MS	後4月	2
7	口頭でのプレゼン技術	MS	後8月	4
8	オンライン・プレゼン実習	MS	後12月	2

表3 2年次の実施計画(1～5)

3. 検証

第2年次に表3に掲げた計画を実施し、受講者・講師へのアンケートや、受講者の成果物ポートフォリオや研究発表の様子を追跡することで、講座内容の検証を行い、改善につなげる。

(文責：家庭科・情報科 植村徹)

(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

a. 外部講師を活用した

プレゼンテーション指導

1. 仮説

本校生徒は理科や数学などで高い能力を示しているが、各種研究発表でそれらを発揮するには、英語の力と効果的にわかりやすく伝える力の二つがさらに必要である。この内の後者を、専門家による指導を受けることで、技術と自信の両面でさらに伸ばすことができると考えられる。対象学年は様々だが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7日／中3以上希望生徒対象）、第2回（12月8日／台湾派遣生徒対象）、第3回（3月9日／中1・中2希望生徒対象）の3回実施した。希望生徒対象の回では、生徒が数人のグループに分かれ、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、実際にグループで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5分ずつ発表を行い、主に話し方とパワーポイントの構成に関する指導を受け、最後に全員に対して、全体的な注意点を挙げていただいた。

3. 検証

昨年度からの講座であるが、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。これは生徒が普段いかに読み書きに偏った訓練をしているかを示しているのではないかと思う。台湾派遣生徒についても、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裾野を広げていきたいと考える。

（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生徒交流会も、今年で4回目を迎える。昨年度の反省点を生かし、いくつかの改善を試みた。

①訪問スケジュール：昨年同様2日間という設定だったが、先方の都合で12月12日・14日と一日空けることになった。（13日は台中市内での観光）2日目がメインの研究発表会ということで準備などに少し余裕が持てる可能性がある。

②発表テーマ：台中一中の生徒はほぼ理系生徒なので、理系の研究発表が望ましいと思われるが、本校文系生徒にもチャンスを与える意味からも、文系テーマの発表も行う。長時間の発表会の中ではリフレッシュ的な役割も果たせて有益だと思われる。

③プレゼンテーション：昨年、専門家による指導を受け、一定の成果が上げられた。今年度も同様の指導を受けることでさらなる効果が期待できる。

④評価票：今年度初めての試みで、発表テーマの妥当性、発表のわかりやすさなどを5段階評価する評価票を双方の生徒に配布し、いくつかの発表についてお互い評価を行った。相手へのコメントも含めて有益ではないだろうか。

以上4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

今年度は12月11日～12月16日の6日間で実施された。参加人数は昨年と同じ、高校1年生4名、高校2年生12名である。事前準備（プレゼンテーション指導）については前章で述べたので、ここでは2日間の訪問について取り上げることとする。（詳細なスケジュールは章末の表を参照）

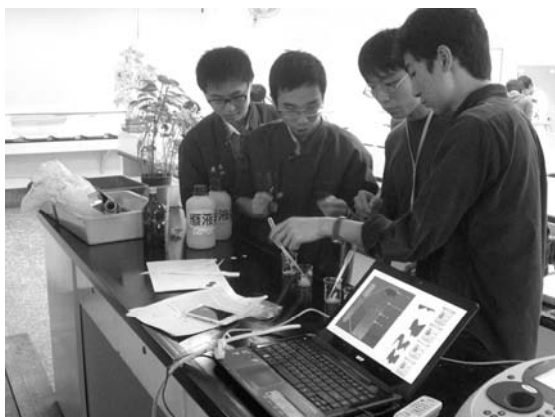
2.1 交流第1日目(12月12日)：授業見学

台中一中訪問の初日、到着後の歓迎セレモニーに続いて、授業見学が実施された。午前中1科目（化学）、昼休みは長めにとってもらい、生徒同士スポーツなどで交流を深め、午後1科目（生物）、そしてその後、講堂で筑駒の学校紹介、台中一中の人形劇クラブの発表が行われた。授業は英語で行わ

れたが、既習の内容だったこともあり、生徒たちはスムーズに台中一中の生徒たちと実験を行っていた。



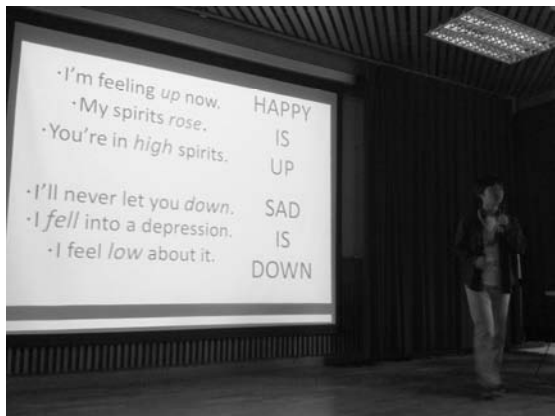
＜化学の授業＞



＜生物の授業＞

2.2 交流第2日目(12月14日)：研究発表会

二日目は学術研究発表による交流である。昨年同様、本校の発表内容については、要約(1チームA4英文2ページ)をまとめた冊子を台中側に配布した。発表本数は筑駒が8、台中一中が5、文系テーマとして言語学、地理を入れたのが今年度の特徴といえる。



＜発表(言語学)＞



＜質疑応答＞

この後、1日目に出来なかった台中一中の学校紹介、教員のスピーチなどを行って発表会は終了となった。筑駒の生徒たちは台中一中の生徒に連れられて台中の夜市で交流を楽しんだ。

3. 検証

1. で挙げた4点について検証したい。

- ①訪問スケジュール：授業見学と研究発表で2日間という設定は適切である。偶然とはいえ1日空いたことで、生徒、教員ともに、原稿の準備に余裕が持てたことにつながったと言える。
- ②発表テーマ：文系テーマの発表は長時間の発表会の中ではやはり効果的だったと言える。活発な質疑応答とまでは行かなかったが、評価票を見る限り、理系生徒の興味も引いていたようである。
- ③プレゼンテーション：生徒によっては専門家の指導を複数回受けた者もあり、一定の型のようなものを全員がある程度共有できていたと感じられた。パワーポイントに関しては見やすさ、わかりやすさという点で台中側に勝っていた。
- ④評価票：初めての試みだったが、聴衆の反応を後からでも見ることができたのは大きかったと思う。その反面、評価が若干遠慮がちだったことと、各発表後に評価票に書き込むため、質疑が双方ともに少なくなってしまうことの2つを、今後の課題として挙げておきたい。

来年度は台中一中の筑駒訪問が予定されており、今度は迎える側として今回の経験を生かしたい。

(文責：英語科・山田忠弘)

Schedules for Tsukukoma's Visit to T.C.F.S.H.

2012. 12. 12 (Wed) Schedule of the Courses		
Time	Courses	Remarks
9:30-10:00	Welcome Ceremony	Present Exchange
10:10-12:00	Chemistry Class (Freshmen) (including experiments)	11:00-11:10 break
12:00-14:00	Lunch and Break	
14:10-16:00	Biology Class (Junior) (including experiments)	15:00-15:10 break
16:10-17:00	Cultural Exchange	Introduction

2012. 12. 14 (Fri) Schedule of the Courses			
Time	Activity	Subject / Topic	Presenter(s)
8:50-9:00	Welcome Ceremony		
9:00-9:25	Project Presentation	Biology	TCFSH
9:25-9:50		Biology	Tsukukoma
9:50-10:15		Mathematics	TCFSH
10:15-10:40		Mathematics	Tsukukoma
10:40-11:00		(20 min. break)	
11:00-11:25	Project Presentation	Chemistry	Tsukukoma
11:25-11:50		Biology	TCFSH
11:50-12:15		Linguistics	Tsukukoma
12:15-13:30	Lunch Time		
13:30-13:55	Project Presentation	Chemistry	Tsukukoma
13:55-14:20		Chemistry	TCFSH
14:20-14:45		Geography	Tsukukoma
14:45-15:05	(20 min. break)		
15:05-15:30	Project Presentation	Physics	Tsukukoma
15:30-15:55		Physics	TCFSH
15:55-16:20		Astronomy	Tsukukoma
16:20-16:50	Closing Ceremony		

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、東京都立小石川中等教育学校、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 立命館高等学校の国際交流プログラム

「世界の舞台で通用する科学プレゼンテーションの取り組み」

連携校として、生徒2名（高1：1名、高2：1名）を派遣した。

(1) 発音指導

日時：2012年6月3日（日）

場所：東京工業大学附属科学技術高等学校

概要：プログラム全体の概要説明と静 哲人先生（大東文化大教授）による英語の発音指導講座。12名の参加生徒（6校から各2名ずつ）の初顔合わせとなったが、皆のモチベーションの高さが伺えた。発音講座では講師の先生の厳しくも温かい指導のもと、それぞれが自分の弱点を克服しようとする姿が印象的だった。

(2) Delivery 指導

日時：2012年7月8日（日）

場所：東京工業大学附属科学技術高等学校

概要：午前中の科学プレゼンテーションに関する講義とモデル英文の音読練習に続いて、午後は科学英語プレゼンテーションの講習が実施された。アイコンタクトやジェスチャーの重要性から PowerPoint のスライドの見せ方やレーザーポインターの使い方まで、実際に英語で発表しながらフィードバックをもらうことができ非常に有意義な講習であった。

(3) 英語集中講座と研究発表講座

日時：2012年7月23日（月）～25日（水）

場所：立命館大学びわこ・くさつキャンパス

概要：2泊3日にわたる研修。英語での講義や研

究発表の練習・準備に関する指導が行われた。

同時期に Korea Science Academy の生徒たちも来日しており、英語でのコミュニケーションを実践することができた。

(4) 海外発表体験

日時：2012年7月29日（日）～8月3日（金）

場所：台湾・台中第一高級中学（台中）、高雄高級中学・高雄女子高級中学（高雄）

概要：2nd JSSF (JAPAN SUPER SCIENCE FAIR) において素晴らしい発表が行えるように、海外において研究発表の経験を積みながら英語プレゼンテーションに関するさらに高いスキルを習得するという目的で台湾研修が実施された。台中・高雄内の2都市3校を訪問し、現地の生徒との交流を深めながら研究発表会を行うことができた。

(5) 最終発表練習

日時：2012年10月22日（日）

場所：東京工業大学附属科学技術高等学校

概要：午前中の PowerPoint スライド作成の講座に続き、各大学の留学生を聴衆に迎え、英語プレゼンテーションのリハーサルを実施した。英語での質問への答え方などのアドバイスがもらえ、大変有意義な発表練習の機会となった。

(6) 2nd JSSF (JAPAN SUPER SCIENCE FAIR)

日時：2012年11月10日（土）～12日（月）

場所：立命館大学びわこ・くさつキャンパス

概要：今年は開催10周年の節目にあたり、約20カ国の国と地域から高校生が参加するという大規模なものであった。科学研究口頭発表ではこれまでの長期間にわたる研修の成果を活かし、立派に英語プレゼンテーションを行うことができた。

2.2 小石川中等教育学校の国際交流プログラム

「オーストラリア理数系授業体験プログラム」

連携校として、生徒4名（高1：3名、高2：1名）を派遣した。

(1) 事前学習

期間：2012年6月下旬～8月上旬で10日間

場所：小石川中等教育学校

概要：派遣前の事前学習として、①4回のホームステイオリエンテーション、②IB（国際バカロレア）プログラムの授業準備（7/14日（土）、

21日(土))、③サイエンスイマージョン(7/31日(火)～8/2日(木))、④自己選定課題についての研修が行われた。

(2) オーストラリア理数系授業体験プログラム

日時：2012年8月6日(月)～19日(日)

場所：Glenunga International H.S. (アデレード)

概要：本プログラムの主たる目的であったが、他の大学施設等での研修や市内見学研修の予定から実際の授業日数は4日間に留まった。一部には初回授業受講後により高いレベルでの授業を受講したいと参加授業の変更を求める声もあったが、受入校には柔軟に対応していただき、少ない受講数の中で派遣生徒たちの積極的により多くのことを吸収しようと努める姿勢が伺えた。新規の学習事項をさらに外国語で学習することよりも、既習の事項を外国語で授業を受講することに本プログラムの意義が伺える既習事項であるからこそ語彙や説明の外国語での表現法などを研修することに集中できると考える。

(3) 事後学習

期間：2012年9月～12月

場所：小石川中等教育学校

概要：(2)で体験した授業、市内見学研修、大学等での講義、自己選定の課題研修(派遣先での実験を踏まえ)について、英語研究レポート(A4版3頁程)および発表用として英語ミニポスター作成(A0版1頁)を作成した。このうち3～5篇について、小石川中等教育学校校内SSH発表会(11/17(土))にて代表生徒が発表を行い、12月に行われる東京都SSH指定校合同発表会での代表を選考した。また、派遣事前に行われた英語運用能力テストCASECを再度受験し、英語力の事後測定とそのフィードバックが行われた。

2.3 横浜サイエンスフロンティア高校の国際交流プログラム

「YSF 国際科学フォーラム」&「Thomas Jefferson 高校生徒派遣研修」

連携校として、生徒5名(高1:2名、高3:3名)を派遣した。

(1) YSF 国際科学フォーラム (ysf FIRST)

日時：2012年9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 屋久島研究プレゼンテーション

10:15 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

13:30 ポスターセッション

15:00 クロージングセッション

高3は口頭発表を、高1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。その一方で、発表の生徒がポスターにつきっきりとなり、他の作品に十分に触れられる時間が十分ではなかったかもしれない。

(2) Thomas Jefferson 高校生徒派遣研修

日時：2013年1月7日(月)～12日(土)

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

概要：

1月7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8日(火) NASAゴダード宇宙センター見学
トーソン大学研究所実験実習

1月9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10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11日(金) ワシントンDC出発

1月12日(土) 成田到着

(1)に参加した高1:2名を派遣した。現地校の受入れ体制は昨年より強化され、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。カウンセラーや進路指導の専門スタッフが充実していることなど、学校環境の違いに強い関心を持った生徒もいた。

3. 検証

多くのプログラムが、研究発表を英語で行うことを必須とし、事前の準備に力を入れていることはとても評価できる。これら事前学習に主体的に取り組むことによって、身についた力も大きい。長い期間に渡って指導を担当されたコアSSH校の先生方、ならびに長きにわたって事務手続きに携わってこられた職員の皆様に深く感謝申し上げたい。(文責：英語科 須田智之・多尾奈央子、研究部 真梶克彦)

d. Hope ダイアログ

1. 仮説

ノーベル賞受賞者と直接英語で対話することは、ノーベル賞を受賞した研究内容の理解はむずかしくても、高校生にとって大きなモチベーションとなり、意欲的な学習のきっかけになるのではないかという仮説を立てた。

2. 方法・内容

本プログラムは本校がサイエンス・ダイアログに積極的に参加してきた実績を背景に、日本学術振興会から実施をもちかけられた。ノーベル賞受賞の科学者と直接話をする機会など、人生で何度もあるものではないので、期末試験前の忙しい時期ではあるけれど、積極的に応募した。2013年2月28日(木)16:00~18:00、本校生40名と、小石川中等教育学校の生徒4名、横浜サイエンスフロンティア高校の生徒4名が高輪のザ・プリンスさくらタワー東京に集い、3つのテーブルにわかれて英語でディスカッションを行った。

A:Dr. Mario Capecchi (2007年ノーベル生理学・医学賞)

B:Dr. Aaron Ciechanover (2004年ノーベル化学賞)

C:Dr. Makoto Kobayashi (2008年ノーベル物理学賞)



(Capecchi 博士を囲んでのディスカッション)

3. 検証

事前に参加生徒に英語での質問を用意させたり、理科教員に資料提供をお願いした。司書も積極的にノーベル賞関係の書籍を集めてくれ、準備を周到に行えたので、本校中心で行った今回のHOPEダイアログは熱のこもった会となり、生徒の参加意欲も高かったので、大成功であった。

(文責：引率責任者・副校長 宮崎 章)

e. サイエンス・ダイアログ

1. 仮説

近年、本校生徒が、英語で各種研究発表を行う機会が増えてきているが、その手本として、外国人研究者による講義・プレゼンテーションを知ることが非常に有益ではないかと思われる。

2. 方法・内容

中3テーマ学習・高2ゼミナールでは、今年度も日本学術振興会のプログラム「サイエンス・ダイアログ」に参加した。講師は、日本の大学機関で研究中の若手外国人研究者である。

講師と講演内容は以下の通りである。

中3テーマ学習

第1回 癌治療への磁力の応用 (応用物理学)

第2回 重力波の検出 (物理学)

第3回 日本とEUにおける独禁法 (法学)

第4回 創造性・創造力 (心理学) (高2と合同)

高2ゼミナール

第1回 熱的快適性 (建築学)

第2回 独占禁止法 (法学)

第3回 環境ストレスと植物の成長 (生物学)

第4回 骨と細胞 (歯学)

第5回 創造性・創造力 (心理学) (中3と合同)



高2・第5回 Dr. Alexander John O'Connor

3. 検証

参加生徒は3学期に、各自テーマを決め、パワーポイントを用いて発表を行った。至らない箇所は多々あったが、做すべき大まかな形式を何度か見ていたことは効果があったと言えるだろう。

(文責：英語科 山田忠弘)

(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月に香川、12月に交流枠支援の数学科教員研修会を本校で実施した。これらについて報告する。

1. SSH 香川数学研修会

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、香川県立観音寺第一高等学校、愛知県立岡崎高校及び香川県各校での取り組みを伺い、今後に資する。本校と現地以外の学校からの参加は今年初のことで、2点を結ぶ線分が3点からなる三角形に発展した形となる。

②実施概要

日程：平成24年8月29日（水）

会場：香川県立観音寺第一高等学校

9:30～10:20 研究授業「和や積のグラフ」

授業者：更科元子(筑波大駒場教諭)

生徒：観音寺第一高校2年生

10:30～12:00 研究授業についての研究協議、

及び本校教員による教材報告、意見交換

13:00～17:00 本校及び観音寺第一高校、

愛知県立岡崎高校による報告、意見交換

19:00～ 情報交換会

参加者：観音寺第一高校の先生、岡崎高校の先生
香川県内の高等学校の先生、本校教員

約30名

(筑波大駒場からの発表内容)

・微小な変化及びカバリエリの原理の応用

町田 多加志

・統計

三井田 裕樹

・本校SSHの取り組み 及び 絶対値を含む関数の和のグラフ

須田 学

・平方根の連分数展開について

須藤 雄生

・整数について

田中 祥子

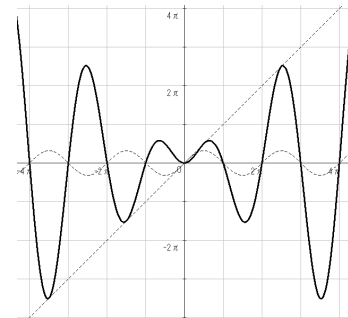
・正多面体の辺や面の作る角

鈴木 清夫

(研究授業の課題から)

問. 知っているグラフに三角関数を足したり掛けたりしてみよう。

例 $y = x \sin x$



③検証

昨年度の熊本研修会に続き、今回も研究授業を含む教員研修会となった。

観音寺第一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んでもらう研究授業を行った。教員の報告・意見交換にとどまらず、具体的な教材に対する生徒の活動を見ることで、先生方だけでなく参加生徒より貴重な意見をいただくことができた。また、新しい開発教材として、『整数』『連分数』などを発表した。

観音寺第一高校からは、「科学基礎」「科学教養」から「科学探求」へつながるカリキュラムの実践報告や、『観一 SSH 通信』の紹介があった。

愛知県立岡崎高校からは、コアSSHについて、学校設定科目である「スーパー応用数学」、数学部顧問会、科学三昧（愛知県生徒研究発表会）、Mathツアー等の取り組みが報告された。

また、香川県の数学教育の様子や、各校の校内における取り組みに関する情報交換ができ、大変有意義な会であった。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る。会場をお願いした観音寺第一高校、ご協力いただいた岡崎高校の先生方に深く感謝したい。



2. SSH 交流会支援教員研修 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られる。

②実施概要

日程：平成 24 年 12 月 9 日（日）

会場：本校

■受付 9:00～ 9:30

■開式

J S T 挨拶，会場校長挨拶 9:30～ 9:45

■SSH 教材についての報告と研究協議

①立命館中学校高等学校 9:45～10:25

②筑波大学附属駒場中・高等学校 I
(生徒発表を含む) 10:30～12:00



③横浜サイエンスフロンティア高等学校 13:00～13:30

④愛知県立岡崎高等学校 13:35～14:05

⑤東京都立戸山高等学校 14:10～14:40

⑥香川県立観音寺第一高等学校 15:10～15:40

⑦筑波大学附属駒場中・高等学校 II
15:45～16:15

■全体講評

筑波大学 坂井公先生 16:30～16:45



■閉式 16:45～16:55

■情報交換会 17:00～19:00

③検証

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る。SSH 校以外にも SSH のような数学教育が普及することを望む。

アンケートでは、参加動機が

- ・他校の取り組みを参考にさせてもらいたいと思ったから。
- ・SSH において、数学を生徒にどのように結び付けているか興味があったから。
- ・自分の研修のため。他校の情報を得るため。
- ・数学科教員としての指導力向上のため。

に対して、感想が

- ・全国の SSH でどのような取り組みが行われているのかよくわかりました。
- ・本校にはない有意義な意見や報告が聞けたので、ありがたく感じています。今後の参考にさせていただきます。
- ・生徒の発表がとても新鮮でした。
- ・先生方の発表だけではなくて、生徒の実際の発表も聞くことができ、生徒に発表の仕方を教える際の参考になった。また、レベルの高い報告・協議に触れることで、自分の士気も高まった。という意見があった。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本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 更科元子，田中祥子)

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数学関係者の協力を得ながら、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(以下SSHと略)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. 研究の概要

次の指導項目に関する「統計」と「微分方程式」の教材、及び、大学での学びにつながる数学の内容という視点での教材を開発し、カリキュラムの網羅を目指している。

S: 集団に潜む特徴をつかむ

S1-1 資料の整理 S1-2 集団を特徴づける値

S1-3 確率分布と推測の考え方

S1-4 相関係数と回帰直線

S2-1 推定・検定 S2-2 主成分分析

D: 関数の微小な変化をとらえる

D1-1 関数の微小な変化 D2-1 基本的な微分方程式

D2-2 微分方程式の応用

(注: S1 と D1 は生徒全員に学ばせたい内容、それら以外は発展的な内容と考えている)

本年度までに60の教材を開発し、カリキュラムに配置するとともに、教員研修会などで公開している。次ページ以降に、開発した教材の一覧、中学及び高校のカリキュラム、本年度の開発教材の内の1つを記載する。

3. 検証

開発した教材は本校での授業実践を踏まえて検討修正しているものであり、生徒の知的な興味関心を十分満足させている。また、多数の生徒が数学オリンピックに参加しており、高2総合学習(ゼミナール)でも多くの生徒が数学を選択するなど、数学への興味関心を高めていると考えられる。

また、本校の教育研究会や数学科教員研修会等で公開し、広く意見を伺っている。他のSSH校の協力も得て12月に実施した数学科教員研修会では約100名のほとんどの方から、「有意義であった」「また実施してほしい」との声が、次のような感想とともに寄せられた。

- ・生徒の様子も先生方の思考・行動も模範にするべきものがあると感じます。特に思考の自然さと、興味・関心を大切にせずすぎないというところが素晴らしいところです。
- ・教材開発の伝統はよいですね。それぞれの教材を公開し、共有することで益々レベルが向上していくと思います。今後も発展を期待します。
- ・開発教材集が教材開発の糧になると思う。連分数の教材に関しては、自分も扱ってみたいと思った。よく研究して、アレンジしたい。
- ・教材開発のためのとてもよい例をだしていても参考になりました。積分を使わないで面積を求める方法がとてもたくさんあり、勉強になりました。
- ・開発教材集ありがとうございます。参考にさせていただきます。日々の地道な教科会が、このような素晴らしい結果に集結されているんですね。「生徒のアイデアを必ず取り上げて他の生徒に返す」
- ・連分数の話は大変おもしろかったです。うちの学校でも数Iの授業などで話したら1時間つぶれるだろうなと感じました。それくらい生徒の反応は良いと思います。

これらを踏まえて今後さらに新たな教材を開発すると共に実践を積み上げ、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と考えている。

(数学科共同執筆、取纏文責 鈴木清夫)

開発教材一覧

★印 本報告に掲載したもの

「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 中学2年の「解析」 G1-2. デカルトの円定理 高校1年の「幾何」その2

区分	教材名	年度
a1.	整数	2008
a1-2.	有理数	2007
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 ★	2012
A2.	離散な数列と連続な関数	2009
A2-2.	ΣK^4 と区分求積法	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.	ガウス記号等を含む関数のグラフ描画	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
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
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
G1.	四面体の幾何	2008
G1-2.	デカルトの円定理	2009

区分	教材名	年度
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
D1.	包絡線	2006
D2.	グラフ描画の方法	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
O1.	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
Pf3.	無限集合の確率	2008

数学科 中学校カリキュラム

2002年度より実施

数学科の目標: いろいろな現象や事柄に潜む法則や仕組みを数学的に解析し、その本質を捕まえ、そしてそれらを表現できるようにする。

学年 単元/開発教材	中学1年			中学2年			中学3年		
	単元	開発教材	単元	開発教材	単元	開発教材	単元	開発教材	
学年の目標	論証を中心に指導する。「答え」至上主義、結果至上主義からの脱却を目指す。生徒同士の『なぜ?』『どうして?』を大切ににし、それらの説明を通して自分の考えを表現したり、他を説得したりする方法を身につける。								
授業時間数	週3時間 1年間15時間			週3時間 1年間20時間			週3時間 1年間20時間		
a. 代数	学習の目標と入門 (整数の性質①) 正の数・負の数 (正負の数) (文字と式) (単・多項式の計算①) 方程式 (1次方程式) (2元1次連立方程式)	a1. 整数 a1-2. 有理数 d1. 自然数の和、平方数の和、立方数の和 d1-2. 『教える』	数と式 (整数の性質②) (平方根) (単・多項式の計算②) (展開, 因数分解) 2次方程式 (2次方程式①)	関数 (2元1次方程式と座標平面) (1次関数②)	an. 解析 (いろいろな関数) (比例, 反比例) (1次関数①)	an2. 合成関数とグラフ d2. グラフや図形の移動・変形	a3. 暗号理論と整数論 2次方程式 (2次方程式②)	d3.2次関数の接線 an3.絶対値を含む関数のグラフ an3-2.絶対値とガウス記号を含む関数のグラフ d3-2.面積体積 d3-3.最大・最小	関数 (2乗に比例する関数) (2次関数) 総合演習
g. 幾何	平面図形 (平面図形の基礎) 図形の性質 (平行線の性質) 図形の合同 (三角形の合同) (いろいろな四角形) (平行四辺形の性質)	g1-2. 作図の教材 g1. 四角形の合同条件 g1-3. 四角形の性質(包含関係) g1-4. 正多面体の面や辺の作る角	相似 (図形の拡大縮小) (三角形の相似) 三平方の定理 (平面図形の計量) 空間図形	g2. チェバ・メネラウスの定理	円 三角形の五心 空間図形	g3-2. 反転法 g3. 立方体の切断 g3-3. 立方体の切断(2)	確率 統計 ※テーマ学習	確率 統計	s3.2シミュレーションによる授業 s3. 正規分布と標準化
p. 確率									
s. 統計									
o. その他									

※テーマ学習は、中学3年の課題学習であり、年8回実施。

数学科 高等学校カリキュラム

2003年度より順次実施

数学科の目標：いろいろな現象や事柄に潜む法則や仕組みを数学的に解析し、その本質を捕まえ、そしてそれらを表現できるようにする。

学年 単元/開発教材	高校1年		高校2年		高校3年	
	単元	開発教材	単元	開発教材	単元	開発教材
学年の目標		中学で培ったものをベースにして、実数から複素数、三平方の定理から三角比・余弦定理、2次方程式から高次方程式など、発展や一般化として扱う。現実場面を意識した確率も合わせて扱う。これらを通して、将来必要となる数学の基礎的な知識を身につける。		より複雑な様々な関数についての考察を行う。また、図形の性質について、中学校で学んだ初等幾何的手法の他、解析的な手法や代数的な手法で考察する。これらを通して、事象を数学的に処理する能力を伸ばす。		『数学B』は数学I、II、A、Bの補充深化を行う。『数学III』、『数学C1』は理科系への進学者を対象とした講座で、『数学III』は微分積分を中心に、『数学C1』は行列及び式と曲線を扱う。『数学C2』は経済などの文科系への進学者を意識して確率分布、統計処理を扱う。これらを通して、それぞれの進路に合わせた能力を伸ばす。
科目(単位数) 授業時間数	「数学I」(3単位) + 「数学A」(2単位) 週5時間	「数学II」(3単位) + 「数学B」(1単位) 週4時間	「数学III」(4単位), 「数学C」(2単位) 「数学C2」(2単位) ※ すべて選択			
A.代数	数 (実数と複素数) 式の計算 (展開, 因数分解) (多項式の除法) 方程式・不等式 (高次方程式)	数列 (数列, 二項定理) 複素数 指数関数と対数関数 (いろいろな関数) 三角関数 微分と積分 (いろいろな関数) (整関数の微分積分)	A2.離散な数列と連続な関数 A2-2.Σ k^4と区分求積法 An2.円周率の近似 An2-2.三角関数表を作る An2-3.加法定理から導き出される多項式 An2-4.三角関数の和と積の周期 D2.グラフ描画の方法 ＜An1-3.和や積のグラフ＞	A3.置換と正多面体群 A3-2.1次変換の線形性 D3.包絡線(その2) D3-2.微分方程式 D3-3.微分方程式の応用 D3-4.関数のグラフと描画法 D3-5.曲線と面積		
An.解析	図形と計量 (三角比) (三角関数(弧度法)) 2次関数 (2次関数(2次不等式)) D1.包絡線 An1-3.和や積のグラフ	平面・空間ベクトル (ベクトル) 図形と方程式	G2.正17角形の作図 G2-2.ベクトルの内積と方べきの定理	式と曲線「数学C1」 (式と曲線) 確率分布「数学C2」 (確率, 確率分布) 統計処理「数学C2」 (資料の整理) (帰帰・相関) (推定・検定)		
G.幾何	平面図形 場合の数 確率	統計	S2.確率分析によるデータ系列の関係分析 ＜Of.4元数を高校数学へ＞			
P.確率	統計	集合と論理				
S.統計						
O.その他						

※1ゼミナールは、高校2年の「総合学習」であり、研究レポートを作成する。
 ※2テーマ研究は、高校3年の「総合学習」であり、研究レポートを作成する。

A1-2. 平方根の連分数展開

関連分野：代数分野，解析分野

高等数学：解析

対象学年：高校1年生

関連単元：数と式

教材名：平方根の連分数展開

《平方根の連分数展開》

数学 I の基本事項である分母の有理化では、

$$\frac{1}{\sqrt{2}+1} = \sqrt{2}-1$$

のような計算が登場する。技能の習熟に終始していると見過ごしがちだが、この式は両辺に同じ平方根をもつにもかかわらず、左辺は分数、右辺は分数でないものが等号で結ばれている。これは一種の驚きをもって迎えられるべきものであろう。本稿では、このような平方根の計算に特有の現象から発展させ、正の数の平方根を連分数で表示することについて考える。

1. 平方根の連分数展開

上の例で、左辺と右辺をいれかえ、式を変形すると、 $\sqrt{2}-1$ 、つまり $\sqrt{2}$ の小数部分について、

$$\sqrt{2}-1 = \frac{1}{2+(\sqrt{2}-1)} \quad \dots \textcircled{1}$$

という式が得られる。右辺に再び $\sqrt{2}-1$ が現れるので、 $\textcircled{1}$ 自身を代入してみると、

$$\begin{aligned} \sqrt{2}-1 &= \frac{1}{2+\frac{1}{2+(\sqrt{2}-1)}} \\ &= \frac{1}{2+\frac{1}{2+\frac{1}{2+(\sqrt{2}-1)}}} \end{aligned}$$

以後も同様に、代入を無限に繰り返すことができる。これを、 $\sqrt{2}$ の連分数展開という。

$$\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \dots}}}$$

以下、これを高木貞治 (1971) 『初等整数論講義第2版』にならって、

$$\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \dots$$

と表記することにする。

同様にして、

$$\frac{1}{\sqrt{3}+1} = \frac{\sqrt{3}-1}{2}$$

から得られる式

$$\sqrt{3}-1 = \frac{2}{2+(\sqrt{3}-1)}$$

を用いれば、 $\sqrt{3}$ は次のように表されることがわかる。

$$\sqrt{3} = 1 + \frac{2}{2} + \frac{2}{2} + \frac{2}{2} + \dots$$

2. 平方根の連分数展開の一般化

これら $\sqrt{2}$ 、 $\sqrt{3}$ の連分数展開を一般化し、任意の平方根 \sqrt{x} (x は整数) において連分数展開を行うには、もともになる式を次のようにすればよい。

\sqrt{x} の整数部分を a とする。

$(\sqrt{x}+a)(\sqrt{x}-a) = x-a^2$ であるから、

$$\begin{aligned} \sqrt{x}-a &= \frac{x-a^2}{\sqrt{x}+a} \\ &= \frac{x-a^2}{2a+(\sqrt{x}-a)} \end{aligned}$$

よって、

$$\sqrt{x} = a + \frac{x-a^2}{2a} + \frac{x-a^2}{2a} + \frac{x-a^2}{2a} + \dots$$

例えば、整数部分が2である平方根は、次のような連分数で表される。

$$\sqrt{5} = 2 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \dots$$

$$\sqrt{6} = 2 + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \dots$$

$$\sqrt{7} = 2 + \frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \dots$$

$$\sqrt{8} = 2 + \frac{4}{4} + \frac{4}{4} + \frac{4}{4} + \frac{4}{4} + \dots$$

整数部分が3である平方根についても同様である。

$$\sqrt{10} = 3 + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \dots$$

$$\sqrt{11} = 3 + \frac{2}{6} + \frac{2}{6} + \frac{2}{6} + \frac{2}{6} + \dots$$

$$\sqrt{12} = 3 + \frac{3}{6} + \frac{3}{6} + \frac{3}{6} + \frac{3}{6} + \dots$$

$$\sqrt{13} = 3 + \frac{4}{6} + \frac{4}{6} + \frac{4}{6} + \frac{4}{6} + \dots$$

自然数の平方根は小数で表すと循環しない無限小数となることが知られているが、連分数で表すと循環することになる。また、この連分数展開によって得られる連分数に現れる数は、ある一定の規則性をもつことも見てとれる。(ただし、後述の通り、1つの数に対して、連分数による表現は何通りも存在する。)

3. 連分数の約分

ここまでの概要を生徒に投げかけてみたところ、次のような疑問があがった。

$$\sqrt{6} = 2 + \frac{2}{4 + \frac{2}{4 + \frac{2}{4 + \frac{2}{4 + \dots}}}}$$

は、約分したら

$$2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \dots}}}}$$

になるように思えるが、先ほどの結果から、

$$2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \dots}}}} = \sqrt{2} + 1$$

である。これでは、 $\sqrt{6}$ の小数部分と $\sqrt{2}$ の小数部分が同じということになってしまうのではないかと、いうのである。本節では、この疑問を解決するために連分数の約分、通分について考えてみたい。

いまの例では、

$$\sqrt{6} = 2 + \frac{2}{4 + \frac{2}{4 + \frac{2}{4 + \dots}}}$$

の約分を考えた。約分とは、分子と分母を同じ数で割ることであるから、分子と分母を2で割ってみる。

$$2 + \frac{2}{4 + \frac{2}{x}} = 2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{x}}$$

であることに留意すると、

$$\sqrt{6} = 2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{4 + \frac{2}{4 + \dots}}}$$

である。ここで、囲みの部分についてはすでに分子が1になっていることに注目したい。次に約分が可能なのは、囲みの部分の分母で、“4+”の後ろにある分数、つまり分子が2になっている部分である。

以上のことから、次の結果が推測される。

$$\sqrt{6} = 2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{4 + \frac{1}{2 + \frac{1}{4 + \dots}}}}$$

この式には、次のようにすると根拠が与えられる。

$$\frac{1}{2 + \frac{1}{4 + \frac{1}{2 + \frac{1}{4 + \dots}}}} = x$$

とおくと、

$$x = \frac{1}{2 + \frac{1}{4 + x}}$$

が成り立つ。分母を払って整理すると、

$$\begin{aligned} x &= \frac{4+x}{9+2x} \\ x(2x+9) &= 4+x \\ 2x^2 + 8x - 4 &= 0 \\ x^2 + 4x - 2 &= 0 \\ x &= -2 \pm \sqrt{6} \end{aligned}$$

明らかに $x > 0$ であるから、 $x = -2 + \sqrt{6}$ を得る。

一方、このような例もある。

$$\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \dots}}}}$$

$$\sqrt{8} = 2 + \frac{4}{4 + \frac{4}{4 + \frac{4}{4 + \frac{4}{4 + \dots}}}}$$

$\sqrt{2}$ の小数部分は $\sqrt{2} - 1$ 、 $\sqrt{8}$ すなわち $2\sqrt{2}$ の小数部分は $2\sqrt{2} - 2$ であるから、 $\sqrt{8}$ の小数部分は、 $\sqrt{2}$ の小数部分のちょうど2倍である(整数部分への繰り上がりが無い)。したがって、

$$\begin{aligned} \frac{4}{4 + \frac{4}{4 + \frac{4}{4 + \dots}}} &= 2 \times \left(\frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \dots}}} \right) \\ &= \frac{2}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \dots}}} \end{aligned}$$

であることが推測される。

実際に約分してみると、たしかに

$$\begin{aligned} \frac{4}{4 + \frac{4}{4 + \frac{4}{4 + \dots}}} &= \frac{2}{2 + \frac{2}{4 + \frac{4}{4 + \dots}}} \\ &= \frac{2}{2 + \frac{1}{2 + \frac{2}{4 + \dots}}} \\ &= \frac{2}{2 + \frac{1}{2 + \dots}} \end{aligned}$$

となるから、このことが示される。

これらのことから、連分数の約分については、次のように一般化してまとめられる。

$$\dots + \frac{ap}{aq} + \frac{ar}{s} + \frac{t}{u} + \dots = \dots + \frac{p}{q} + \frac{r}{s} + \frac{t}{u} + \dots$$

この計算規則によって、例えば、

$$\sqrt{3} = 1 + \frac{2}{2} + \frac{2}{2} + \frac{2}{2} + \frac{2}{2} + \dots$$

$$= 1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{2}{2} + \frac{2}{2} + \dots$$

$$= 1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \dots$$

$$\sqrt{8} = 2 + \frac{4}{4} + \frac{4}{4} + \frac{4}{4} + \frac{4}{4} + \dots$$

$$= 2 + \frac{1}{1} + \frac{1}{4} + \frac{4}{4} + \frac{4}{4} + \dots$$

$$= 2 + \frac{1}{1} + \frac{1}{4} + \frac{1}{1} + \frac{1}{4} + \dots$$

のような約分も可能である。

さて、先ほどの $\sqrt{2}$ と $\sqrt{8} = 2\sqrt{2}$ のような例が他にもあるか見てみると、

$$\sqrt{6} = 2 + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \dots$$

について、

$$\sqrt{6} = 2 + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \dots < 2 + \frac{2}{4}$$

であるから、小数部分は $\frac{1}{2}$ より小さい。一方、

$$\sqrt{24} = 4 + \frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \dots$$

であり、小数部分を取り出してみると、たしかに

$$\frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \dots = 2 \times \left(\frac{4}{8} + \frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \dots \right)$$

$$= 2 \times \left(\frac{2}{4} + \frac{4}{8} + \frac{8}{8} + \dots \right)$$

$$= 2 \times \left(\frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{4}{8} + \dots \right)$$

$$= 2 \times \left(\frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \dots \right)$$

となっている。あるいは、

$$\frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \dots = 2 \times \left(\frac{4}{8} + \frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \dots \right)$$

$$= 2 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{8} + \frac{8}{8} + \dots \right)$$

$$= 2 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{4}{8} + \dots \right)$$

$$= 2 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \dots \right)$$

のような変形も考えられる。

また、

$$\sqrt{5} = 2 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \dots < 2 + \frac{1}{4}$$

であるから、 $\sqrt{5}$ については小数部分の4倍まで考えることができる。すなわち、

$$\sqrt{20} = 4 + \frac{4}{8} + \frac{4}{8} + \frac{4}{8} + \frac{4}{8} + \dots$$

$$\sqrt{45} = 6 + \frac{8}{12} + \frac{8}{12} + \frac{8}{12} + \frac{8}{12} + \dots$$

$$\sqrt{80} = 8 + \frac{16}{16} + \frac{16}{16} + \frac{16}{16} + \frac{16}{16} + \dots$$

をそれぞれ約分してみると、たしかに小数部分が2倍、3倍、4倍になっていることが見て取れる。同様のことは $\sqrt{10}$ でも（この場合は6倍まで）可能である。

4. 正則連分数

前の節では、

$$\sqrt{6} = 2 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots$$

であることを2次方程式によって示したが、この式は、次のような方法によっても導くことができる。

$$\sqrt{6} - 2 = \frac{2}{\sqrt{6} + 2} \text{ より}$$

$$\sqrt{6} - 2 = \frac{1}{\left(\frac{\sqrt{6} + 2}{2} \right)}$$

$$= \frac{1}{2 + \left(\frac{\sqrt{6} - 2}{2} \right)} \dots \textcircled{2}$$

$$\text{また、} \frac{\sqrt{6} - 2}{2} = \frac{1}{\sqrt{6} + 2} \text{ より}$$

$$\frac{\sqrt{6} - 2}{2} = \frac{1}{4 + (\sqrt{6} - 2)} \dots \textcircled{3}$$

したがって、

$$\begin{aligned}\sqrt{6}-2 &= \frac{1}{2+\left(\frac{\sqrt{6}-2}{2}\right)} \quad (\because \textcircled{2}) \\ &= \frac{1}{2+\frac{1}{4+(\sqrt{6}-2)}} \quad (\because \textcircled{3})\end{aligned}$$

以下繰り返し代入して、求める連分数展開を得る。

連分数において、分子がすべて1である形のを正則連分数という。すなわち、

$$\sqrt{6} = 2 + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \dots$$

は正則連分数ではないが、

$$\sqrt{6} = 2 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots$$

は正則連分数である。

正則連分数を得るには約分をすればよいが、一方で、

$$\sqrt{7} = 2 + \frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \dots$$

のように、約分しても正則連分数にできそうもないものもある。そのときは、本節の冒頭にあげた方法を用いれば、正則連分数に展開することができる。

具体的には、次のようにする。まず、

$$\begin{aligned}\sqrt{7}-2 &= \frac{3}{\sqrt{7}+2} \text{ より} \\ \sqrt{7}-2 &= \frac{1}{\left(\frac{\sqrt{7}+2}{3}\right)} \\ &= \frac{1}{1+\left(\frac{\sqrt{7}-1}{3}\right)} \dots \textcircled{4}\end{aligned}$$

このように分子は1にしておき、分母は整数部分と小数部分に分けておく。次に、

$$\begin{aligned}\sqrt{7}-1 &= \frac{6}{\sqrt{7}+1} \text{ より} \\ \frac{\sqrt{7}-1}{3} &= \frac{2}{\sqrt{7}+1} \\ &= \frac{1}{1+\left(\frac{\sqrt{7}-1}{2}\right)} \dots \textcircled{5}\end{aligned}$$

ここでも同様に、つねに分子を1にし、分母を整数部分と小数部分に分ける。これ繰り返してゆく。

$$\text{続けて } \sqrt{7}-1 = \frac{6}{\sqrt{7}+1} \text{ より}$$

$$\begin{aligned}\frac{\sqrt{7}-1}{2} &= \frac{3}{\sqrt{7}+1} \\ &= \frac{1}{1+\left(\frac{\sqrt{7}-2}{3}\right)} \dots \textcircled{6}\end{aligned}$$

$$\text{さらに、 } \sqrt{7}-2 = \frac{3}{\sqrt{7}+2} \text{ より}$$

$$\begin{aligned}\frac{\sqrt{7}-2}{3} &= \frac{1}{\sqrt{7}+2} \\ &= \frac{1}{4+(\sqrt{7}-2)} \dots \textcircled{7}\end{aligned}$$

これでようやく分母に $\sqrt{7}-2$ そのものが現れたので、 $\textcircled{4}\sim\textcircled{7}$ より

$$\sqrt{7}-2 = \frac{1}{1+\frac{1}{1+\frac{1}{1+\frac{1}{4+(\sqrt{7}-2)}}}}$$

であることがわかり、次の正則連分数展開が得られた。

$$\sqrt{7} = 2 + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{4} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{4} + \dots$$

このアルゴリズムは、有理数に対して行うと、ユークリッドの互除法のアルゴリズムそのものとなる。すなわち、

$$\begin{aligned}\frac{132}{57} &= 2 + \frac{18}{57} \\ &= 2 + \frac{1}{\frac{57}{18}} \\ &= 2 + \frac{1}{3 + \frac{3}{18}} \\ &= 2 + \frac{1}{3 + \frac{1}{\frac{18}{3}}} = 2 + \frac{1}{3 + \frac{1}{6}}\end{aligned}$$

といった具合である。分子を1にする操作は逆数を取る操作、整数部分と小数部分に分ける操作が整除に対応し、これによって除数(分母)が次のステップにおける被除数(分子)に、剰余(小数部分の分子)が次の除数(分母)となっていることがわかる。

5. 連分数の収束

これまでの連分数展開は、すべて平方根の整数部分と小数部分に着目して変形を行ってきたものであった。しかし、両辺に同じ平方根を含む式であれば、どのような式から出発しても連分数展開は得られるのか、ということも生徒から疑問としてあがった。例えば、

$$\sqrt{2} - 1 = \frac{1}{\sqrt{2} + 1} \dots \textcircled{8}$$

$$\sqrt{2} = \frac{2}{1 + (\sqrt{2} - 1)} \dots \textcircled{9}$$

という2本の式を用いると、

$$\begin{aligned} \sqrt{2} - 1 &= \frac{1}{\sqrt{2} + 1} \quad (\because \textcircled{8}) \\ &= \frac{1}{1 + \frac{2}{1 + (\sqrt{2} - 1)}} \quad (\because \textcircled{9}) \end{aligned}$$

であるから、連分数展開として

$$\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{1 + \frac{2}{1 + \frac{1}{1 + \frac{2}{1 + \dots}}}}$$

が得られる。しかし、

$$\sqrt{2} = \frac{2}{\sqrt{2}}$$

という式だけを用いて、

$$\sqrt{2} = \frac{2}{\frac{2}{\sqrt{2}}} = \frac{2}{\frac{2}{\frac{2}{\sqrt{2}}}} = \dots$$

すなわち、

$$\sqrt{2} = \frac{2}{0 + \frac{2}{0 + \frac{2}{0 + \frac{2}{0 + \dots}}}}$$

と連分数展開すると、これは許されそうにない。なぜなら、

$$a = \frac{2}{\frac{2}{a}}$$

という式は、0でない任意の数 a について成り立つものであり、連分数

$$\frac{2}{0 + \frac{2}{0 + \frac{2}{0 + \frac{2}{0 + \dots}}}}$$

が1つの値をとるとは考えられないからである。すると、同様に先にあげた

$$1 + \frac{1}{1 + \frac{2}{1 + \frac{1}{1 + \frac{2}{1 + \dots}}}}$$

なる連分数もまた、値が定まらないかもしれない。

この疑問を解決するには、連分数として表現された数が、有限の値に収束するかということを考える必要がある。すなわち、無限連分数で表された数

$$a_0 + \frac{b_1}{a_1 + \frac{b_2}{a_2 + \frac{b_3}{a_3 + \frac{b_4}{a_4 + \dots \frac{b_n}{a_n} + \dots}}} = \alpha$$

に対して、これを n 番目で打ち切ったものを

$$a_0 + \frac{b_1}{a_1 + \frac{b_2}{a_2 + \frac{b_3}{a_3 + \frac{b_4}{a_4 + \dots \frac{b_n}{a_n}}}} = \alpha_n$$

とおく。このとき、

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_n = \alpha$$

が成り立っているかどうかを調べればよい。

その証明に踏み込むことは本稿の趣旨から外れると思われるので割愛するが、次のことが知られている。

各 a_k, b_k ($k = 1, 2, 3, \dots$) が $0 < b_k \leq a_k$ を満たすならば、

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_n = \alpha$$

1節から4節までであげた連分数は、その展開アルゴリズムの性質から、すべて各 a_k, b_k が $0 < b_k \leq a_k$ を満たすようになっている。一方で、先にあげた

$$\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{1 + \frac{2}{1 + \frac{1}{1 + \frac{2}{1 + \dots}}}}$$

のような連分数が、単なる形式的なものでなく、値として意味をもつかどうかについては、収束についてさらに検証することが必要である。

参考文献

- [1] 木村俊一 (2012) 『連分数のふしぎ・無理数の発見から超越数まで』講談社ブルーバックス
- [2] 高木貞治 (1971) 『初等整数論講義 第2版』共立出版

(2012 須藤)

(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

実施に当たっては、授業中に「お知らせ」を配布説明して希望者を募り、期末考査後の特別授業期間中などに講義していただいている。

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9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36回数学特別講座

『高次元小標本のデータ科学』

日 時：12月11日（火）13:30～15:00

場 所：7号館オープンスペース

講 師：青嶋 誠 筑波大学数理解物質系教授

参加生徒：中1から高3までの希望者79名



内 容：(参加募集案内より)

高次元小標本のデータ科学が、理論と応用の両面から世界中で活発に研究されています。ゲノム

科学・情報工学・金融工学に端を発する高次元小標本データは、新しいタイプのデータ科学を生み出そうとしています。

従来の統計学は、大標本を前提とするために、高次元小標本のデータ解析に精度を保證する解を与えてくれません。そのことは、最近まで正確に知られていませんでした。高次元小標本のデータ科学には、従来の統計学の枠組みを超えた、新しい発想が必要になります。

本講演では、数万を超える高次元データを、数十程度の標本数で扱います。上手に扱わないと、高次元データからはノイズしか聞こえてきません。本来、高次元データは、豊富な情報を内包しています。高次元小標本におけるデータ空間の特性を理解して、適切に解析を行えば、高次元データは驚くほど豊かな情報を語ってくれるのです。

当日は、本研究領域におけるここ10年の世界的な進歩と、私の研究室の関わりについて、数理統計学者の立場から技術開発の舞台裏をお話します。

第37回数学特別講座

『素数の不思議』

日 時：12月13日（木）13:30～15:00

場 所：50周年記念会館

講 師：伊藤 哲史 京都大学大学院准教授

(本校44期卒業生)

参加生徒：中1から高3までの希望者45名



内 容：(参加募集案内より)

1と自分自身でしか割り切れない2以上の自然数を素数といいます。素数が2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, …, 37, …, 691, …, 1213, …, 65537, …のように無限個存在することはユークリッドの時代から知られていました。素数

はバラバラに存在するようにも見えますが、最近の研究で、素数が不思議な法則（相互法則）に従っていることが明らかになってきました。特別な場合の相互法則はガウスにより発見されましたが、一般の相互法則の姿が明らかになってきたのは、ここ 20～50 年のことです。（2000 年以上の歴史を持つ素数の研究では、とても「最近」の出来事なのです！） 350 年ぶりに解決されたフェルマーの最終定理『 $n \geq 3$ とすると、 $x^n + y^n = z^n$ をみたす自然数 x, y, z は存在しない』は、ある種の相互法則（楕円曲線と保型形式に関する非可換相互法則）を確立することによって証明されました。

この講義では、素数について今までどのようなことが分かっているか、そして、何が予想され、その背景にはどのような理論が期待されているのかを紹介したいと思います。

素数は素朴であるが故に研究が難しく、まだまだ未解決の問題も沢山あります。リーマン予想やバーチ・スウィンナートン＝ダイアー予想といった「ミレニアム懸賞問題」とも関係し、代数・幾何・解析のあらゆる道具を駆使した研究が行われています。

ところで、「数学の研究」と聞いて、皆さんはどのようなイメージを持つでしょうか？

私は数学の研究はとても具体的で人間的なものだと思います。数学にも、現象を発見し、観察・実験を行い、仮説を立て、理論的背景を考察し、新たな現象を予言するといった自然科学の営みがあります。「道具としての数学」とはひと味違った「自然科学としての数学」の面白さの一端を紹介できればと思っています。

3. 検証

受講後のアンケートによると、どの講座も参加者の 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】

第36回『高次元小標本のデータ科学』

（中 2）内容はとても難しく、あまりわからなかったが要点はなんとなくつかめた。

（中 3）高次元になればなるほど、ガウス分布で

は球状に、それ以外では十字状に分布するというのが面白いと思った。

（高 1）ガウス分布に基づけば球面集中、ノンガウスだと座標軸集中になるという鮮やかな説明が印象に残りました。

（高 2）マトリクス・ベクトルは大事ですね。固定観念を脱して相手の特徴をつかむ。

（高 3）CDM法によって誤差の少ない推測ができるようになった。



第37回『素数の不思議』

（中1）面積が素数で3辺が有理数の三角形が興味深かった。論理的な演算をコンピュータに行わせるという手法を自分でも使いたいと思った。

（中3）現代数学ってすごいな！！

（高1）保型形式の x^n の係数を見ることで、 $p = (2$ 次式) を満たす p を調べられるのが意外でした。

（高2）一見何の法則もなさそうな素数について、すでにこのような相互法則が発見されていて、さらにあのような予想がなされているとは知らなかった。素数、スゲー！！

（高3）素数定理が面白かった。N以下の素数が $N/\log N$ で近似できるというのは興味深かった。



（文責：数学科 鈴木清夫）

b. 理科

b-1 物理分野

特別講座「宇宙エレベーターの物理学」

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

特別講座「宇宙エレベーターの物理学」

2.1 プログラムの概要

講師：佐藤 実先生（東海大学理学部講師）

日時：2012年12月13日（木）13:10～15:10

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

参加者数：63名

（中1：4名、中3：15名、高1：26名、高2：18名）

2.2 プログラムの内容

宇宙エレベーターの基本的なメカニズムとそれを支える物理学的なバックグラウンドについて、最前線の取り組みを紹介して頂いた。理論的・技術的な話だけでなく、実現に向けた経済的・政治的な問題点にも触れながら、広い視点で展開された講義であった。

2.3 生徒の反応・感想

- ・単に宇宙エレベーターのしくみの話だけではなく、「なぜ宇宙に行くのか」や宇宙という外の世界にも関わる地球の環境の変化や問題について、様々な知識を得ることが出来た。
- ・自分の中で、宇宙エレベーターというものが夢物語だと思っていたので、この講演会で宇宙エレベーターというものが、かなり現実味を帯びた状態で考えられており、宇宙というおい存在が少し身近に感じられたのでためになった。

3. 検証

多くの生徒が「夢」と「現実」を結びつける人達の知恵と努力に驚きを覚えている。生徒の創造力や好奇心に普通の授業とは異なる刺激を与えることができた。（文責：理科（物理）・真梶克彦）

b-2 化学分野

1. 仮説

今年度は、実験講座を2回実施した。

（1）は、化学科ゼミ受講生対象の講座。NMR測定を含め、さまざま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、「テーマ研究」への活用が期待できるのではないかと。

（2）は、中学～高校1年生を主対象とした講座。「スライム」という身近な物質を題材とすることで、より低学年の生徒にも「分子間に働く相互作用」が、理解しやすくなるのではないかと。

2. 内容・方法

（1）「NMRによる有機化合物の構造決定」

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：2012年11月10日（土）10:00～12:00

場所：東京大学教養学部

対象：ゼミナール「光で探る化学」受講生

参加者：高校2年生 24名

実施内容：講義と施設見学、実習と演習

- ・ NMR の理論
 - ・ NMR 測定（実習）・施設見学
 - ・ 芳香族化合物 C_9H_{12} の異性体の分析（演習）
- 生徒の感想：NMR が有効な手段であることがよくわかった。細かい構造まで特定出来るのが興味深かった。

（2）「スライムで考える分子の構造と性質」

講師：前田 優 先生

（東京学芸大学教育学部自然科学系 准教授）

長谷川 正 先生

（東京学芸大学教育学部自然科学系 教授）

日時：2013年3月18日（月） 実施予定

場所：本校化学実験室

対象：中学1年生～高校2年生の希望者 約20名

実施内容：講義と実験

3. 検証

（1）について、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。未知試料 C_9H_{12} 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

「情報を正確に伝えるということの意味と限界」

1. 仮説

国語科では、生徒が大学等に進学した後、なるべく早い段階で、専門領域の論文を読み、自ら論文を書くことができるようになるための基礎を身につけさせることを目標としている。それを実現するための見通しとして、まず、「観察」とはどのように行われるのかということをもより厳密に捉えさせること、さらに、自らの内に、観察者と、その観察を文字情報として二次的に受け取る立場——文章を書くという次元では、書き手と読み手——といった双方の視点を意識させることが有効であると考え。そのような仮説に基づき、次項のような実践を行った。

2. 方法

「観察」が客観的になされるべきであるとの認識は生徒も有しているが、その客観性とは、それぞれの観察者が「客観的である」と考えるところの〈客観性〉にすぎない。文章執筆について言えば、書き手が、自分の認識を事実即して客観的に記述したと思っけていても、読み手が書き手の意図しない読み方をしてしまうことがしばしばある。そのような、〈客観性〉に伏在する困難と限界とを、生徒たちに観察に基づいて文章を作成させ、他者が自らの文章を、かつ自分が他者の文章を評価するという方法によって、体験的に認識させようと以下のような試みを行った。

2.1 中学 3 年国語「視覚以外の感覚器官を使った観察」(有木)

五感で感じたことを、どのように他者に伝えるのかを考えさせる。五感の、特に視覚以外の感覚器官一つだけを用い、そこから得られた情報を説明する文章を書かせる。その際、同じクラスの生徒は情報を共有してしまう恐れがあるため、他のクラスの生徒に読ませ、情報を読み取らせる。チベット宗教音楽の CD (聴覚)、香水を垂らした箋 (嗅覚)、生キャラメル入りチョコレート (味覚) といったものから得られる情報を記述させた。その作品を別のクラスの生徒が読み、その後、追体験をさせてそれが伝わったかどうかを評価させた。

2.2 中学 3 年国語「ウェブ上での情報共有と推敲による文章作成」(澤田)

2000 字程度の短い文章を書かせる過程で、書いたものを下書きの段階からウェブ上で共有するようにした。お互いの下書きに質問をしあって推敲に活かし、完成作品の中から各クラスの優秀作品を決める試みも行うことで、楽しみながら協働的に文章を書いていく経験を積ませた。

2.3 中学 2 年国語／高校 2 年現代文「異なる学年間での作文批評」(東城)

中学 2 年生に作文を書かせ、それを高校 2 年生に読ませ批評させた。さらに、その批評を中学生が読み、自分の作文に反映させた。高校生用のコメントシートには記入する欄が 3 名分ある。その際、2 番目、3 番目に書く生徒は前のコメントを読むこともできるので、それを参考にしたり、あえて異なる視点からのコメントをつけたりすることもできるようにした。このような作業を通して、中 2 生、高 2 生双方に読み手の存在を明確に意識させた。

2.4 特別講座

2013 年 1 月 16 日に、渡部泰明氏 (東京大学教授) による特別講座「骨と皮の和歌」を開催した。参加者は 24 名 (中 1 : 3 名、中 2 : 13 名、中 3 : 3 名、高 1 : 2 名、高 2 : 3 名) であった。

人が死後に腐敗し骨となってゆく姿を描いた「九相図」およびそれについて詠まれた詩歌を用いて、人体の腐敗の状況を克明に記録する近世以前の人々の人体に対する関心のありようを概観した。

その他にも多くの実践が行われたが、字数の都合上、割愛する。

3. 検証

評価はアンケートによっておこなったが、たとえば 2.1 においては、情報の詳細、つまり音楽の題名や香水の名前、チョコレートの製品名などを読み手が読み取るには至らなかったとの声が多かった。観察による情報を文字情報に置き換える上での困難さを、体験的に理解させることができたと言えよう。

2.4 特別講座は、受講の動機が「おもしろそうな内容だった」が 59.4% で最も多く、古典と科学という意外な組み合わせが生徒の関心を引いたようである。内容については、95% 以上が「期待以上／期待どおり」としており、満足度が高かった。「死体を描く目的が、宗教以外にも好奇心からというのが面白かった」「九相図というものは初めて見たので新鮮だった」といった感想が寄せられた。

(文責：国語科・千野浩一)

d. 地歴・公民科

「科学者の社会的責任を考える」

1. 仮説

「科学者の社会的責任を考える」授業づくりの一環として、第2期 SSH の後半より実施している水俣実習を今年度も行った。高校2年生で実施しているゼミナール「水俣から日本を考える」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。

本校の社会科教育では、現代社会のさまざまな課題に迫る授業を展開している。たとえば水俣病に関しては、発生から今日まで多くの出来事が起こり、さまざまな場面で科学者や市民が関わっていることや、企業や国の社会的責任を学習している。実習を通して、科学者の社会的責任を明確に意識化するとともに、各人が持つ科学観を深化させることができるようになって考えられる。さらに、東日本大震災をふまえて、水俣病と原発事故との関連や、過去の公害経験を現在にどのように活かせるかについて考察できるようにさせたいと考えた。

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した。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3冊をテキストとして使用した。

1. 『失敗の教訓を活かす』熊本学園大学・水俣学ブックレット（熊本日日新聞社）2010年
 2. 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
 3. 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7名が参加し、2名の教員で引率した。

日程：2012年7月26日（木）～29日（日）

行先：熊本県水俣市、熊本市

内容：26日午後 総論「水俣を知る」
水俣病関連の場所見学
27日午前 フィールドワーク（1）
午後 フィールドワーク（2）
28日午前 フィールドワーク（3）
午後 フィールドワーク（4）
29日午前 水俣学講義

2.2 水俣実習の内容

7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吉永利夫さん（NPO 法人環不知火プランニング理事長）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、吉永さんの案内で親水護岸や百間排水口などの地点や国立水俣病総合研究センター、市立水俣病資料館などを見学した。水俣病に深く関わってきた方からの説明は非常に詳細で、この事件の大きさと概要を再認識することができた。また、最初に水俣病患者が公式確認された坪谷集落を遠望したが、当時病院に行くこともなかなか厳しかった状況をうかがうことができた。

2日目の午前は、国立水俣病総合研究センターの연구원である原田利恵さんと事前学習のテキストにも使った『水俣病小史』の著者である論説委員長の高峰武さんからお話を伺った。二つのグループに分かれ、それぞれ研究者とマスコミの立場からみた水俣病について語っていただいた。

午後は全員で相思社をたずねた。相思社は1974年に創設され、水俣病患者および関係者の生活支援を行っている。また水俣病資料館とは異なる歴史考証館を運営している。相思社では職員の遠藤邦夫さんからお話をうかがった。お話をうかがう中で、生徒は遠藤さんの持っている信念を感じ取っていた。

その後、JNC 水俣製造所（旧チッソ水俣工場）を見学した。生徒たちはそれまでの学習をもとに様々な質問をした。チッソの企業責任や現在の企業活動などを学習する機会となった。

3日目は水俣に暮らす市民の方、お二人のお話を2グループに分かれ伺った。お一人は元チッソ社員である石牟礼智さんで、もうお一人は環境ガイドを務める塩崎乃婦子である。石牟礼さんからは、チッソ社員がどのように水俣病の問題と関わったのかということ、塩崎さんからは水俣の市民自身が水俣病をどのように受け止めてきたのか、

また観光客が水俣をどのように見ているのかという観点のお話しをして頂いた。

午後からは、全員で、水俣病の患者家族であり、ご自身も軽度の症状を抱えている吉永理巳子さんからお話しを伺った。吉永さんからは患者や家族が受けてきた差別の現実や、水俣病との関わり方の中で引き裂かれていく水俣市民の思いについてお話しを頂いた。水俣病に翻弄されてきた市民の方々の話から、水俣病をただ企業対患者という構図だけでとらえられるものではないことを学ぶことができた。また、事件の教訓を活かしていくことの重要性に気づいたようである。

最終日は、本実習のまとめとして全員で熊本学園大学の宮北隆志先生から水俣学の講義を受けた。お話しは、熊本市の地下水のことや福祉環境学という学問そのものについてのことなど多岐に及んだが、その中に水俣の教訓が活かされていること知り、生徒にとってはさらに大きな視野から水俣病問題を整理する機会となった。

2.3 「科学者の社会的責任」講演会

今年度の講演会は、九州大学教授の吉岡斉先生から「福島原発事故と科学者の社会的責任」をテーマにお話しを頂いた。吉岡先生のご専門は、科学技術史・科学技術政策であり、福島原子力発電所における事故調査・検証委員会委員を務められた他、内閣府原子力委員会専門委員、経済産業省エネルギー調査会臨時委員などを歴任されている。

講演では、まず福島原発事故がどのような事故であるのかについての全体像を描き、これにより福島原発事故が原子力発電に関する国民の価値観を大幅に変える出来事であることが明らかにされた。次いで後半では、福島原発事故に際して科学者や職業専門家（科学者ではないが原子力利用の安全規制に責任をもつ地位にある職業専門家）が示した行動と、その社会的責任の観点から見た是非について、いくつかの代表的ケースを素材として検討が加えられた。そして全体として不適切な行動をとった科学者や職業専門家に、何が欠けていたのかを考えるというものであった。

80名以上の生徒が参加し、生徒たちは、今回の原発事故が如何に重大なものであったのかを再認識し、科学を人間社会の中で如何に位置づけるべきか、また科学と政治・政策との関連など大きな視点から考えることに気づいたようである。

3. 検証

3.1 水俣実習

実習に参加した生徒の声を見てみたい。「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。」「水俣という社会は（不謹慎ですが）わくわくするほど多様だということだ。単純に被害者・加害者では割り切れなく、チッソ関係者だけど患者であるとか被害者でも何でもないのでに座り込みに参加するか、とにかく色々な立場の方がいることに驚いた。」「話してもらった人それぞれの水俣と水俣病についてどう関わっていくか、しっかりと向き合っていたのが感動的だった。水俣の町は今では何とも変わらない普通の町だった。そこには生活があり日常があった。そんなことは水俣に行く前からわかっていたが、それでも実際に行って平穏な風景があることは、なんというか不思議な気持ちがあった。」「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、多様な視点を加えられたことがわかる。

3.2 講演の感想から

講演に参加した生徒の感想から検証をしてみたい。「科学と政治経済が深く結びついていることを知ることができた。自分の周りには科学者になる人もいるだろうから、将来政治経済的な立場から科学を支えたい。」「科学者と技術者が連携して産業に関わっていく仕組みが必要だと感じた。」「専門分野以外のことに関して見識のない科学者・技術者の社会問題における無力さがわかった。自分も危機感を持って、様々な分野に触れていきたい。」「科学者自身の社会への無関心が問題だと感じた。」「講演の感想には、これらのものと同様のものが多数見られた。このことから、生徒は、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たものと考えられる。また、自身の専門に偏ることなく幅広く物事を捉えられるような科学者の必要性を感じ取ることができたと言えよう。

（文責：地歴科 篠塚明彦）

e. 保体科

1. 仮説

新学習指導要領がスタートし、新しい教育理念のキーワード「生きる力の育成」が登場した。生きる力とは知・徳・体のバランスのとれた力のことである。基礎的な知識・技能を習得し、それらを活用して、自ら考え、判断し、表現することにより、さまざまな問題に積極的に対応し、解決する力、すなわち主体的問題解決能力の育成である。保健体育科は以前から体育では「する」「みる」「ささえる」、保健では「きづく」「さぐる」「いかす」のキーワードを用いながら授業に取り組んできた。生徒が授業を通じて自ら課題を発見し解決する力、コミュニケーション能力、物事を多様な観点から考察するクリティカル・シンキング能力、情報をしっかりと取捨選択できる力などを身につけ、科学的リテラシーを育成するために取り組んでいる。さらに今年度は2つの講演会を実施した。

2. 方法

2.1 からだを測る（体格・体力・生活習慣）

- (1) 定期健診時の形態測定、体育授業時の体力測定結果を個人カードに転記し保管してきた。これまで蓄積されたデータを随時分析し筑駒論集にまとめてきた。
- (2) 61期高校3年生および66期中学1年生を対象とした骨密度及び血中ヘモグロビン濃度の測定を女子栄養大学と東海大学の協力を得て実施した。61期生を対象にしたデータを分析し、思春期における運動の必要性が示唆され、筑駒論集にまとめた。
- (3) 中学1年生から高校2年生を対象とし立位静止姿勢写真の撮影と超音波による筋厚・脂肪厚の測定を行った。61期生を対象にしたデータと主体的問題解決能力との関係について検討した。
- (4) 中学1年生から高校2年生を対象とし、ロードレースに向けて実施する保健体育の授業における生活習慣の検討、改善取り組みを実施した。QCシートによるライフスタイル調査、心拍数測定とグラフ化・走行スピードと予測タイムの算出、ランニングに関わるスポーツ障害と予防法などスポーツ科学に関係する内容を適宜取り入れた。

2.2 筑駒LBC

これまで2010年に61期生（震災の影響により高校2年生で実施）、2011年度に62期生（高校1年生）、2012年度に63期生（高校1年生：2013年3月実施予定）を対象に、養護教諭・保健体育科教諭が中心となり担任団の協力を得て実施してきた。「生きていく基礎を作り出す」をテーマに、将来的に筑駒LBC（Lunch Box Conditioning という意味とLife ⇄ Basics of Creationという意味）は他校や地域と連携してチームLBCに発展し、多くの関わり合いの中で展開される食育活動となることを目指している。ていくことを目標にしている。実習は足立己幸女子栄養大学名誉教授らが開発した「3・1・2弁当箱ダイエット法」が基本となっている。詳細を筑波教育学研究12号にまとめた。また、筑駒LBCを広く情報発信するために、2012年度教員免許状更新講習（8月実施、図1）、アカデメイア（3月実施予定）において開講した。



図1 互いに詰めた弁当箱を交換する参加者

2.3 高校3年生研究レポートの支援

「物理の視点からみたテニス」、「勝負脳の作り方」、「Jリーグで優勝する為に必要な事」、「日本とテニス」、「医療倫理」、「Mihaly Csikszentmihalyiによるフロー理論のテニスへの関連付け」、「テニスの歴史と確率論」、「とにかく試合に勝ちたい人へ」、「ダンスの起源と変遷」があった。高校2年生のゼミはテニス実技であったが、研究テーマはテニス、保健体育分野を越えた研究もみられた。さらにアスリートの外国語習得」と英語で研究レポートを書きあげ、英語科の指導を受けた生徒も存在した。

2.5 SSH 講演会の開催

○「脳フィットネスを高める運動を楽しもう」

講師：征矢英昭筑波大学体育系教授（図2）



図2 「フリフリグッパー体操」を実施する参加者

日時：2012年7月10日参加者：中学1年29名
2年8名 3年6名 高校1年2名

内容：筑波大学運動生化学チームが最先端の脳科学手法を導入し、スペインカハール研究所などとの共同研究の結果、軽運動が脳を活性化し、海馬神経を増やし、記憶能力など認知機能が高まることを発見し、男性ホルモン（アンドロゲン）が血液中から脳に移行すること、あるいは脳で作られることで海馬神経に作用し、神経の機能改善を証明した。これらの研究成果について講演して頂き、さらに征矢教授が開発したフリフリグッパー体操、二次元気分尺度を参加者全員実施した。

○「なでしこジャパンで世界チャンピオン達成！」

講師：西嶋尚彦筑波大学体育系教授（図3）



図3 なでしこジャパンの功績を説明する西嶋教授

日時：2012年12月11日参加者：中学1年10名
2年15名 3年5名 高校1年5名 2年11名

内容：W杯2011優勝なでしこジャパンのCFW#7安藤梢選手、最後にPKを決めたCDF#4熊谷紗希選手、現在筑波大学1年在学U20W杯3位ヤングなでしこ主力CMF#8猶本光選手たちの個性を引き出している西嶋教授の研究室の取り組みについてなどの紹介を交え、世界チャンピオンに到達した過程を講演して頂いた。

3. 検証

3.1 SSH 講演会参加者の感想・アンケート結果

2回の講演会での生徒からの感想の一部を紹介する。征矢教授の講演会では「脳やホルモンという化学・科学的な分野と身近な関係について学べ、非常に興味深く時間があっという間に過ぎた」、「代償機能の内容が興味深かった」、「運動は脳に良い理由、仕組みがよくわかり、自分は体力がなく運動は苦手だができることから始めようと思った」、「二次元気分尺度で自分の気持ちが簡単にわかることはすごいと思った」、「脳神経が増えることが良く理解できた。自分はあまり運動をしていないので役に立ちそうな内容であった」とても難しい内容なのに、とてもわかりやすく、おもしろい講座だった。今後もこのような講座を受けたい」などがあった。西嶋教授の講演会では「集団的知性など、才能を引き出すための知らない方法が多く学べた」、「今まで感覚でやっていたキック、ドリブルなどの技術をプロ選手の動きで科学的に分析し研究している内容は興味深かった」「超回復の話が興味深く、トレーニングをしっかりとって爆睡する大切さを知った」「あきらめるのは簡単、成長している自分を認識することが大切ということがよくわかった。サッカーノートをきちんとつけようと思った」、「痛みをまずしっかりとることが大切ということがわかった」「才能を引き出すための7つの習慣や、主体的問題解決能力育成サイクルに興味を持った」などがあった。講演会での生徒の聞く態度は素晴らしく、幅広いスポーツ科学への興味関心、理解を深めるために十分満足できる内容であったと考えられる。今後も第一線で活躍する研究者、トップアスリートの講演会を企画し、大学との連携を継続し推進していきたい。そして保健体育科の取り組みの成果を社会に情報発信し、社会に貢献していきたい。

（文責：保健体育科・加藤勇之助）

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、平成14年度からのSSH事業より継続実施している外部講師による「講演会・実験講座等の効果と評価」、平成21年度から継続してきた「台湾国立台中第一高級中学との交流プログラムの評価」、これまでの2期10年と新規5年に渡るSSH事業全体について評価を考える「SSH評価プログラム」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。

- Q1. 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
- Q2. 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()
- Q3. 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
- Q4. 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

Q5. 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、“S3”はこれからの実施なので調査結果には入れていない。

<数学関連 M>

M1: 12月11日(火)「高次元小標本データの科学」
青嶋誠先生(筑波大学数理物質系)

M2: 12月13日(木)「整数論(素数、楕円曲線など)の周辺」伊藤哲史先生(京都大学大学院理学研究科)

<理科関連 S>

S1: 11月10日(土)
「核磁気共鳴吸収(NMR)による有機化合物の構造決定—理論と実験—」村田滋先生(東京大学大学院総合文化研究科)

S2: 12月13日(木)
「宇宙エレベーターの物理学」佐藤実先生(東海大学理学部)

S3: 3月18日(月)
「スライムで考える分子の構造と性質～分子間に働く相互作用～」前田優先生, 長谷川正先生(東京学芸大学)(化学実験講座・予定)

<総合講座 G>

G1: 7月10日(火)
「脳フィットネスを高める運動を楽しもう」
征矢英昭先生(筑波大学人間系)

G2: 12月11日(火)
「なでしこジャパンで世界チャンピオン達成!」西嶋尚彦先生(筑波大学体育系)

G3: 12月17日(月)
「福島原発事故と科学者の社会的責任」吉岡斉先生(九州大学・副学長・大学院比較社会文化研究院)

G4: 1月16日(水)
「骨と皮の和歌」渡部泰明先生(東京大学大学院人文社会系研究科)

2. 調査結果と考察

Q 1	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	79人	2.5	46.8	43.0	7.6	0
M2	41人	7.3	61.0	31.7	0	0
M平均	60.0人	4.9	53.9	37.4	3.8	0
S1	21人	28.6	71.4	0	0	0
S2	63人	55.6	44.4	0	0	0
S平均	42.0人	42.1	57.9	0	0	0
G1	45人	31.1	57.8	8.9	0	2.2
G2	46人	30.4	63.0	6.5	0	0
G3	76人	47.4	51.3	1.3	0	0
G4	19人	56.5	34.8	0	0	8.7
G平均	46.5人	41.4	51.7	4.2	0	2.7
全平均	48.8人	32.4	53.8	11.4	1.0	1.4

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	79人	12.7	74.7	11.4	0	1.3
M2	41人	19.5	78.0	2.4	0	0
M平均	60.0人	16.1	76.4	6.9	0	0.7
S1	21人	33.3	66.7	0	0	0
S2	63人	38.1	55.6	6.3	0	0
S平均	42.0人	35.7	61.2	3.2	0	0
G1	45人	31.1	64.4	4.4	0	0
G2	46人	37.0	54.3	6.5	2.2	0
G3	76人	36.8	61.8	1.3	0	0
G4	19人	34.8	52.2	13.0	0	0
G平均	46.5人	34.9	58.2	6.3	0.6	0
全平均	48.8人	30.4	63.5	5.7	0.3	0.2

Q2	講座を受講した動機(複数可) (%)						
	参加数	ア	イ	ウ	エ	オ	カ
M1	79人	0	64.6	16.5	38.0	10.1	21.5
M2	41人	0	75.6	22.0	17.1	7.3	19.5
M平均	60.0人	0	70.1	19.3	27.6	8.7	20.5
S1	21人	91.3	8.7	0	0	0	0
S2	63人	0	77.9	7.8	1.3	10.4	2.6
S平均	42.0人	45.7	43.3	3.9	0.7	5.2	1.3
G1	45人	31.1	51.1	20.0	0	17.8	0
G2	46人	42.1	29.8	19.3	0	8.8	0
G3	76人	12.1	44.8	26.7	10.3	1.7	4.3
G4	19人	6.3	59.4	21.9	3.1	3.1	6.3
G平均	46.5人	22.9	46.3	22.0	3.4	7.9	2.7
全平均	48.8人	22.9	51.5	16.8	8.7	7.4	6.8

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	79人	35.4	36.7	22.8	3.8	0	1.3
M2	41人	29.3	41.5	29.3	0	0	0
M平均	60.0人	32.4	39.1	26.1	1.9	0	0.7
S1	21人	28.6	61.9	9.5	0	0	0
S2	63人	46.0	41.3	7.9	3.2	1.6	0
S平均	42.0人	37.3	51.6	8.7	1.6	0.8	0
G1	45人	26.7	44.4	24.4	4.4	0	0
G2	46人	13.0	47.8	28.3	10.9	0	0
G3	76人	25.0	43.4	25.0	6.6	0	0
G4	19人	47.8	47.8	4.3	0	0	0
G平均	46.5人	28.1	45.9	20.5	5.5	0	0
全平均	48.8人	31.5	45.6	18.9	3.6	0.2	0.2

Q5	感想など
・	統計学の最先端の研究を知ることができた。他の数学のセミナーは自習すればいい、勉強したほうが分かるという題目のものが多く、内容もそうだったが、このセミナーは例外で、非常に面白く、役立つ内容であった。このような数学講座を多く実施してほしい(大学数学に触れるとかではなく)。(M1)
・	素数の法則や性質をより深く学ぶことができて良かった。素数が無限に存在することの証明に、ユークリッドの方法や、素因数分解の一意性を用いる方法など、様々なアプローチがあるなど、まだまだ奥の深い分野だと思う。(M2)
・	以前もNMRについて講義をうけましたが、2回目にしてようやく理解できました。分かりやすい説明ありがとうございました。(S1)
・	単に宇宙エレベーターのしくみの話だけではなく、「なぜ宇宙に行くのか」や宇宙という外の世界にも関わる地球の環境の変化や問題について、様々な知識を得ることが出来た。(S2)
・	部活の試合などいざという時に役立つようなことであつた。筋トレで力と能力がどちらも良い方向にいくと聞いたので、筋トレをして集中力を高めたい。二次元分尺で気持ちがわかることは驚いた。(G1)
・	集団的知性など、才能を引き出すための知らない方法が多くあつた。とても明確なビジョンを持っていることが大事だなどということも興味深かつた。(G2)

受講を必修とされているものもあるが、ほとんどの講座で希望者全員が受講できる体制を取っており、主体的に臨む生徒の多くが期待通り・ほぼ期待通りと回答している。積極的に参加する中学生の姿も多く見られ、記述アンケート(Q5)ではむしろ高校生より驚きや感動を素直に表記していることは興味深い。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 真梶克彦)

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

2009年に始まった国立台中第一高級中学（以下台中一中）との交流プログラムも、今年で4回目を迎える。これまでも、学術研究発表会には、ほぼ丸一日を費やし、本プログラムの中心企画であった。双方の学校の生徒が、理系の研究テーマを中心に、スライド等を用いながら英語による口頭発表を行い、英語による質疑応答を行ってきた。研究テーマや難易度、発表の出来映えにもよるが、毎年それなりに活発な質疑応答があった。ただし、発表時間には限りがあり、研究内容やプレゼンテーション技術等について、十分には評価のためのデータが得られない面があった。そこで今年度より、校内での研究発表会で使用してきた「発表評価票」を、英語による口頭発表用に改訂して活用を試みた。このことにより、多くの参加者からの評価を受けることができ、その後の研究の進展やプレゼンテーション技術の向上などに資することができるものとする。

2. 方法

学術研究発表会の詳細については、別項を参照いただきたい。発表会の開始前に、3つの項目（観点）について5段階で評価し、コメントを記入できる“Presentation Evaluation Sheet”（発表者4名分）を双方の学校の生徒に配布し、評価しやすい発表について4つまで記入してもらった。評価項目（観点）①から③および、評価区分（5段階）は、次のとおりである。

<評価項目>

- ① Organization (well-organized, sequential information, easy for audience to follow)
Statement (basic reasoning, logical conclusions, adequate evidence)
- ② Speech Mechanics (speaks loudly and clearly, captures and maintains audience interest in message)
Physical Composure (maintains eye contact, gesture appropriately)
- ③ 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

台中一中の生徒の発表は、研究内容が充実しており流暢な英語で発表できるが、スライドは文字が多く、やや読みにくいものが多かった。一方、本校の生徒は、研究内容も充実してきており、英語科による事前指導の効果等により、スライドの完成度や視覚的効果が高く、英語による説明の技術も進歩が見られた。これらの傾向は、各個人への評価とともに、評価の平均にも表れており、項目① Organization/ Statement や③ Visual Support は比較的评价が高く、② Speech Mechanics/ Physical Composure については、個人差は大きいものの改善の余地有りという結果になった。来年度以降のさまざまな交流プログラムに、この評価や「発表評価票」を活かしていきたい。

（文責：研究部・梶山正明）

本校生徒の発表分野	項目①	項目②	項目③	評価数
Biology	4.1	3.2	4.6	16
Mathematics	4.2	4.5	4.6	27
Chemistry	4.2	4.1	4.5	17
Linguistics	4.3	4.4	4.6	20
Chemistry	4.3	4.3	4.0	4
Geography	4.3	4.0	4.4	8
Physics	4.3	3.3	4.0	9
Astronomy	3.8	3.5	4.1	8
評価平均	4.2	3.9	4.3	13.6

c. SSH 評価プログラム

SSH 事業の評価プログラムの開発を目指して、本年度は高3 テーマ研究とその発表会、及びゼミナールに関するアンケート調査を実施した。

この結果をもとに、生徒研究がより良い形で実施できるような態勢やその評価方法を検討する。

以下、本年度の調査結果を記載する。

高3 テーマ研究発表会

1. 本年度の実施概要

2012年7月18日(水) 13:10~17:00に50周年記念会館(演台はなく、最大80名程度収容可)で実施。発表はすべて口頭発表で、「文科系」7件、「理科系」6件。1件の発表は質疑応答を含めて15分。参加総数は約100名。本校高校生(特に高校3年)と本校教員がほとんどで、外部の人は、本校生徒保護者数名と助言者3名:吉田次郎先生(物理)、真船文隆先生(化学)、古川哲史先生(医学)。高3担任団とサイエンスコミッティーが運営。ポスター発表はなく、すべて口頭発表。サイエンスコミッティーの呼び掛けで、午前中にリハーサルを実施。

2. 参加者アンケート結果(総数23)

2012年7月18日実施

①所属について:

高1(4)、高2(6)、高3(8)、中学(2)、保護者(2)、本校教員(1)

②研究発表について:

大変参考になった(12)

やや参考になった(10)

参考にならなかった(0)

分析 「面白かった」「興味深い発表であった」とのコメントが多く、参加者の満足度は高い。「演台があった方がよい」「発表時間が短く、早口だった」「聴衆に向かって話せていない発表もあった」などのコメントもあった。

3. 発表者アンケート結果(総数15)

2012年7月18日実施

①うまく発表できた(8)

②担当教員と相談した(7)

③リハーサルは必要(13)

④発表時間は発表内容によって変えた方がよい

⑤他での発表の機会はない(9)

⑥発表の時期は7月がよい(9)

7月より早く(5)

⑦会場は50周年記念会館がよい(9)

より広く演台もあるOSがよい(4)

⑧他の人の発表は参考になった(15)

⑨発表してよかった(11)

分析 「助言者からのコメントをもらえてよかった」「発表の練習としてよい経験ができた」のように、ほとんどの者が発表して満足している。一方で、「うまく発表できた」は半数程度であり、反省点・改善点も多かった。教員との相談を密にして、リハーサルで教員から直接アドバイスをもらえると、よりよい発表になりそうである。

高3 テーマ研究に関する生徒アンケート

2012年11月26日実施

①テーマ研究の内容が終了した時期:

1~3月(11)、4~6月(43)、7~8月(37)、

9~11月(16)、12月(34)

②高3でテーマ研究に使った時間:

0~10(61)、11~20(32)、21~30(15)、

31以上(17) 平均18.9時間

③高3でテーマ研究について担当教員と相談する機会は何の程度か:

頻繁(8)、時々(49)、あまりない(81)

④高3で定期的にテーマ研究の時間を設定した方がよいか:

よい(34)、よくない(31)、どちらでもよい(76)

⑤テーマ研究発表会で発表したか:

した(22)、しなかった(119)

※119のうち「発表しなかった」は7

分析 ②、③より、生徒の取り組みに温度差があることが分かる。一方で、④のように、「定期的に時間を設定すれば取り組みが増えた」と考える生徒も多い。⑤については、「自分の研究内容がたいしたものではない」「7月の段階では研究がまとまっていない」という理由で発表しない生徒もいた。教員から「研究内容がよい」「完全にまとまってなくてもよい」のような声掛けをすることで、自信を持って発表できた生徒もいたように思う。

ゼミナール及びテーマ研究発表会についての教員アンケート 2013年1月実施

(回答者 14 名。以下、記述回答は抜粋である。)

I. 今後のテーマ研究発表会の実施形態について

1. 61 期と同様な形態で行う → 1 名
2. 1 以外 (0S で実施) → 1 名

II. 高 3 の土曜日に「テーマ研究の時間」を設定してほしいか?

1. どちらでもよい → 7 名
 - ①もし設定するなら「提出をチェックして記入する回」など、あくまで節目に設け、なかなか連絡をとれない生徒に強制的に会う機会にすべき。
2. 設定してほしい → 7 名
 - ①1 学期に、間を空けて 2 回程度

III. 現行のゼミナールの実施形態への要望

- ①高 1 の 3 学期にオリエンテーション、高 2 の 4 月からスタート、11 月下旬に終了。高 2 の 2 学期が中心となる対外的発表の時期と研究の進行のずれを少しは縮めることができる。先日の SSH 情報交換会では、課題研究を高 2 のはじめから進めている学校も多かった。
- ②関西が少し削れるが、高 2 の頭から開始し、間隔を空けず、集中して実施するのが望ましいと考えている。これによって、ゼミ後の発展(研究)にゆとりが生まれ、校外での研究発表への対応が楽になると思う。合わせて、テーマとの同時開講やオープンも前倒しで行うことで構わないと思う。
- ③6 月より早く開始して欲しい。6 月開始だと、夏休み前にほとんど何もできずに夏休みに入ってしまう印象があり、実働が遅くなってしまうので。高 1 の三学期の特別授業期間にゼミナールのオリエンテーションをやって、4 月から 5 月にはもう開始できるようにすべき。そのためには、高 2 の「地域研究」に使っている総合学習のコマを使うことになるので、「地域研究」は今よりもさらに「研究」色が弱まるが、やむをえない。

IV. 「POST テーマ研究発表会」について

- a 現行の形での「発表会」
 - b 台湾などでの発表の報告会としての実施
 - c 海外派遣生徒の選考会としての実施
- などが考えられるが、これらについての意見等。
- ①a の案がよい。ゼミナールのやや前倒し実施に

より、「課題研究」への着手を早めた上で、「課題研究」の発表会として行う。時期も現状の 1 学期末が適当。b については、「課題研究」に取り組んだ生徒全てが参加するわけではないので、別の機会を設けた方がよい。c については、今後参加希望者が多くなってきた場合、選考会として研究の中間報告や計画などをプレゼンさせる必要が出てくるかもしれない。

- ②a のゼミナールは従前通りなので・・・という部分に関して、これまでは「ゼミナール+テーマ研究」の過程を経た高 3 が担ってきた。しかし、「ゼミナール」終了段階の高 2 で行う発表会では少し完成度が低くなるであろうし、もの足りないのではないかと。また、高 2 での成果は、「ゼミナールオープン」で後輩へ発信するのが(すくなくとも物理は)適当かつ効果的と感じる。ここでの趣旨は、「テーマ研究発表会」から「ゼミナール発表会」へ、ということか? 「理科課題研究」を選択する生徒は、「ゼミナール」とは無関係に研究を継続していくと思う。高 3 になっても続けていく意欲的な生徒もいるかもしれない。これらの成果はどこかで発表する機会を設けるのが良いと考えているが、それはそれで「課題研究」を実施しない教科との兼ね合いもあり、難しい問題と感じている。b、c については、実施する価値はあると思う。ただ、「POST テーマ研究発表会」ではなく、全く別物と捉えている。

- ③海外派遣生徒を選考するとなると、発表者として高 3 だけでなく高 2 や高 1 も加わる? あるいはそこからさらに学年をこえて、意欲ある生徒が自分の日頃の研究成果を発表する機会があっても面白いと思う。対象学年を拡大していくとなると、普段ゼミナール系の授業枠がない高 1 や中 1、中 2 など、今以上に教員の支援体制が必要かもしれない。

(校内プロジェクト 2 篠塚、須田、鈴木)

V. 研究開発実施上の課題及び

今後の研究開発の方向・成果の普及

1. 今年度の研究開発について

今年度から始まった第3期SSHは、これまでの研究開発の成果と課題を踏まえ、研究開発の柱(ii)と(iv)～(vi)は、第2期SSHを継続・発展させるものである。特に、生徒の「課題研究」の支援については、平成25年度(数学・理科は24年度)からの新教育課程の実施にあわせ、柱(i)で全員に研究入門の機会を与え、柱(ii)・(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たいと考えている。

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)については継続実施、(ii)については一部実施、(iii)については実施のための準備を進めた。また、柱(iv)～(vi)については、これまでのSSH研究開発の評価をふまえ、継続的実践・改良・普及を進めた。この中で、柱(ii)の「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」および、(iv)の「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」については、コアSSH校等との連携により、さまざまな形式・方法による実践研究を進めることができた。

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

以前より実施していた筑波大学研究室訪問(高校2年・中学3年対象)であるが、SSHの一環として実施するにあたり、さらにプログラムの充実を図った。生徒人数に対して、受け入れ研究室数が多いのが特徴で、1名～最大で20名程度の少人数に対して、十分な訪問時間を確保した。そのため、単なる見学ではなく文献調査・データ解読、実験・実習、考察と発表など、講座毎の特長を活かした取り組みが行われ、現場の研究者から研究の進め方など「知の技法」を学ぶことができた。今回は、理系研究室訪問分のみをSSHとして実施した。しかし、境界領域あるいは文系の研究室にも、理系に進もうと考えている生徒が関心を持

ち、その能力を高めるテーマが多数あり、自身の興味・関心の所在を確認し、今後の学習の動機を高める機会となっている。このプログラムは、さらに充実・発展させていきたい。

また、東京医科歯科大学の研究室訪問は、今年度新たに始めることができた。こちらも、3～4名の少人数で、基礎医学研究の体験実習や臨床現場体験に取り組んだ。筑波大学訪問にも医学部や附属病院のプログラムがあるが、医学部志望者が多い本校にとって、タイプの違う体験ができる機会は大変貴重である。

研究意欲の高い生徒については、これらの体験をきっかけとして、大学と連携した「課題研究」に取り組む機会を設けたいと考えている。そのため、解決しなくてはならない問題は幾つかあり、来年度以降の課題としたい(柱(ii)参照)。

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

筑波大学と連携した「課題研究」の取り組みについては、関係部署と検討を進めたが、今年度はまだ実施に至っていない。

一方、コアSSH校等との連携による取り組みは、多様な形式・方法で実施することができた。立命館高校のプログラム「世界の舞台で通用する科学プレゼンテーションの取り組み」では、継続的な英語発表指導と口頭発表体験(台湾、JSSF)で、生徒の英語発表能力を鍛えることができた。しかし、発表する「課題研究」の内容については、校内で十分な指導のしくみを作ることができず、課題を残すことになった。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、離島でのフィールドワークによる「課題研究」に取り組むことができた。また、同校の別のプログラム「ysf FIRST2012」と「米国トーマスジェファーソン高校サイエンス研修」では、前者(ysfhで開催)でポスター発表した生徒が、その後、後者に参加して口頭発表できるしくみとし、生徒の「課題研究」に取り組むモチベーションを高めることができた。大阪府立大手前高校や明治大学のプログラムでは、数学科「ゼミナール」や数学科「課題研究」の成果を口頭・ポスターで発表する機会を得た。

また、自校で開催する高校3年生「テーマ研究

(課題研究)発表会」も継続実施されている。今年度は、本校 SSH 運営指導委員の大学教授 3 名に講評をいただき、研究成果の確認と今後の研究の指針を得ることができた。

今年度のさまざまな実践の評価と課題を踏まえ、来年度以降もコア SSH 校や大学と多様な方法で連携しながら、意欲のある生徒に「課題研究」とその発表の機会を提供していきたい。

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

今年度は、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の涵養を目的とした SSH シリーズセミナーの実施に向けた準備を行った。また、来年度の実施に向け、その効果の評価方法等についても検討を進めた。

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

今年度は、英語プレゼンテーション能力の育成を強化するため、中学生や発表直前の高校生向けに、外部講師による複数回の講座を実施した。英語指導のみならず、聴衆を引きつけるためのさまざまなスキル(スライド、話し方、身振りなど)について、ユーモア溢れる実演を交えながら、指導が行われた。

第4回目となる国立台中第一高級中学(台中一中)との研究交流会では、本校から8報、台中一中から5報のそれぞれ英語による口頭発表が行われた。今年度は、数学・物理などの分野で、実験・実演を含む発表もあり、生徒どうしの交流に会場が盛り上がった。また、今年度初めての取り組みとして、「発表評価票(Presentation Evaluation Sheet)」による相互評価を行った。本校生徒の発表は、研究内容やスライド等視覚的効果に対する評価は高いが、話し方など発表技術については個人差が大きいものの比較的評価が低かった。その改善を今後の課題としたい。

台中一中訪問では、今年度も授業に参加し、本校生徒と台中一中の生徒が協力して化学実験や生物実験に取り組むことができた。こうした交流内容の深まりは、事前に双方で綿密な意見交換を行った成果と言える。来年度は、台中一中による本校訪問も予定されており、授業への参加や学術研究発表会などを計画している。今後も、事前に双

方の発表内容を交換したり、プログラム内容についての連絡を密にすることにより一層の内容充実をはかっていきたい。

その他、前述の立命館高校、横浜サイエンスフロンティア高校のコア SSH 企画や都立小石川中等教育学校のコア SSH 企画で、のべ8名の生徒が台湾、米国、オーストラリアの高校を訪問し、そのうち台湾と米国の高校では、英語による研究発表の機会を得ることができた。これらのプログラムでは、訪問校の生徒のみならず同行する SSH 校の生徒どうしの交流という面でも、大変有意義であった。

一方で、国際交流に参加できる生徒の数は限られてしまうので、その成果を他の生徒に普及するプログラムの実施が課題である。今年度も、中学生向けには追体験講座を実施したり、同学年向けには「学年通信」を活用して、交流成果の普及に努めた。成果を広く共有するためのプログラムの形式や内容等については、今後も検討を進めていきたい。

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

今年度も、教員対象の数学研修会が本校および香川県立観音寺第一高校を会場に行われ、どちらも盛況であった。来年度も継続し、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

「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。来年度も、プログラムの精選を図りつつ継続していきたい。

3. 今後の方向・成果の普及

本校の第3期 SSH は、今年度始まったばかりである。第2年次は、大学等と連携した「課題研究」や情報検索・プレゼンテーションスキルの涵養をねらいとしたセミナーの試行、英語プレゼンテーション指導の充実など、より本格的にさまざまなプログラムに取り組んでいきたい。

また、数学研修会(教員対象)や教員免許状更新講習(筑波大学主催・本校会場)において、これまでの SSH 研究開発による成果の普及を継続していきたい。

(文責：研究部 梶山正明)

・関係資料 2012 年度

■運営指導委員会の記録

第 1 回 SSH 運営指導委員会

日時：2012. 7. 7 (土) 14:30～17:30

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、
野村港二、柿嶋眞、坂井公、白木賢太郎

校内委員等出席者：14名

<次第>

1. 校長あいさつ
2. 事業計画について
 - (1) 全般 研究部報告
 - (2) 校内プロジェクト報告
 - (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
 - (5) 各教科事業に対する指導・助言
3. その他
4. 閉会（終了後、食事をとりながら懇談）

<配付資料>

- 資料① 出席者名簿
資料② SSH 運営指導委員一覧
資料③ 平成 24 年度 SSH 研究開発実施計画書
資料④ 平成 24 年度 SSH カレンダー
資料⑤ 平成 24 年度生徒派遣企画一覧
資料⑥ SSH 生徒研究発表会について
資料⑦ 第 6 回高 3 (61 期)
テーマ研究生徒発表会開催のお知らせ
資料⑧ SSH 交流会支援申請書（数学科講習会）
資料⑨ 教育実践プロジェクト（P 2）事業計画
資料⑩ 国際交流プロジェクト（P 4）事業計画
資料⑪ 数学科 事業計画
資料⑫ 理科 事業計画
資料⑬ 技芸科 事業計画
資料⑭ 国語科 事業計画
資料⑮ 社会科 事業計画
資料⑯ 保健体育科 事業計画
資料⑰ 英語科 事業計画
資料⑱ 第 39 回教育研究会のご案内（第 1 次）
資料⑲ 平成 24 年度事業計画書
資料⑳ 平成 24 年度事業経費総括表
資料㉑ 平成 24 年度 SSH 校一覧
資料㉒ SSH 研究開発の概念図
資料㉓ 新旧 SSH 対照表

（別冊子）平成 23 年度研究開発実施報告書

第 2 回 SSH 運営指導委員会

日時：2013. 1. 19 (土) 14:30～17:30

場所：本校大会議室

運営指導委員出席者：吉田次郎、真船文隆、
野村港二、坂井公

校内委員等出席者：14名

<次第>

1. 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
 - (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
 - (5) 各教科事業に対する指導・助言
3. その他
5. 閉会（終了後、食事をとりながら懇談）

<配付資料>

- 資料① SSH 運営指導委員会名簿
資料② 平成 24 年度 SSH 研究開発実施計画書抜粋
資料③ 平成 24 年度事業《SSH カレンダー》
資料④ SSH 東京都内指定校合同発表会
資料⑤ 東京医科歯科大学 見学・実習
資料⑥ 生徒の活躍の様子【写真】
資料⑦ 教育実践プロジェクト（P 2）事業報告
資料⑧ 国際交流プロジェクト（P 4）事業報告
資料⑨ 数学科 事業報告
資料⑩ 理科 事業報告
資料⑪ 技芸科 事業報告
資料⑫ 国語科 事業報告
資料⑬ 社会科 事業報告
資料⑭ 保健体育科 事業報告
資料⑮ 英語科 事業報告
資料⑯ 平成 24 年度事業経費総括表（最終）
資料⑰ 第一年次 SSH 研究開発実施報告書頁割
（別冊子）
・台湾国立台中第一高級中学研究交流会資料集
・数学科 SSH 数学教育香川研修会資料
・数学科 全国 SSH 交流会支援教員研修会資料
・社会科 平成 23 年度総合講座
「水俣から日本を考える」実習報告書
（文責：研究部 真梶克彦）

■平成24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 (2)	現代文 (2)	
2		古典 (3)	★古典 (2)	
3			倫理 (2)	
4			★数学C ₁ (2)	
5	地理A (2)	政治経済 (2)	★数学C ₂ (2)	
6	世界史A (2)	日本史A (2)	★数学Ⅲ (4)	
7			★古典講読 (2)	
8	数学Ⅰ (3)	数学Ⅱ (3)	★地学Ⅰ (2)	
9			★	
10			★	
11	数学A (2)	数学B (1)	★	
12	生物基礎 (2)	* 物理Ⅰ or 生物Ⅰ (2)	★	★
13		* 化学Ⅱ or 地学Ⅰ (2)	★	★
14	化学基礎 (2)	体育 (3)	★	★
15			★	★
16	体育 (3)	体育 (3)	★	★
17			★	★
18	保健 (1)	保健 (1)	★	
19			★	
20	◆芸術Ⅰ (2)	◆芸術Ⅱ (2)	★	
21			★	
22	情報B (1)	情報B (1)	★	
23			★	
24	英語Ⅰ (3)	家庭基礎 (1)	★	
25			★	
26	英語Ⅱ (4)	英語Ⅱ (4)	★	
27			★	
28	オーラルコミュニケーションⅠ (2)	総合学習 (1)	★	
29			★	
30	総合学習 (1)	総合学習 (1)	総合学習 (1)	
31	特別活動：HR (1)	特別活動：HR (1)	特別活動：HR (1)	
32	特別活動 (1)	特別活動 (1)	特別活動 (1)	

無印：必修 ◆：選択必修 *：各1科目選択可、4科目の内少なくとも1科目は修得が必要
★：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、77単位以上（総合学習を含む）

（高1：30、高2：30 or 28、高3：9 + (8 or 10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・第一年次

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 25 (2013) 年 3 月発行

発行：筑波大学附属駒場高等学校
学校長 星野 貴行

(<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