

文部科学省研究開発学校

平成19（2007）年度指定

スーパーサイエンスハイスクール

研究開発実施報告書

第四年次

研究開発課題

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－

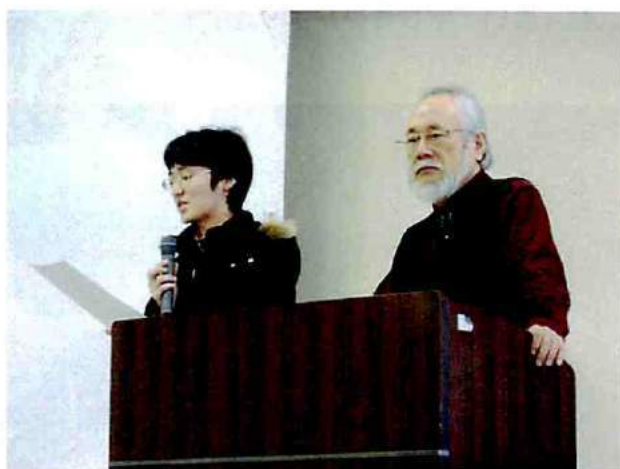
平成23（2011）年3月

筑波大学附属駒場高等学校

～サイエンスコミッティーの活躍～



テーマ研究発表会 2010.7.15
(司会を務めるコミッティー藤波君(右))



清水信義先生講演会 2010.12.17
(清水先生を紹介するコミッティー駒村君)



テーマ研究発表会 2010.7.15
(ポスター発表会場)



清水信義先生講演会 2010.12.17
(講演に聴き入る参加生徒)



テーマ研究発表会 2010.7.15
ー発表会を終えてー
企画・運営にあたったサイエンスコミッティー
メンバーと研究発表者



SSH 東京都指定校合同発表会 2010.12.23
ー発表会を終えてー
運営補助にあたったサイエンスコミッティー
メンバーと研究発表者

～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～

(教え合い・学び合い) より



ゼミナール「パターン形成を操る遺伝子」



ゼミナール「水俣から日本社会を考える」



ゼミナール「分析化学」



ゼミナール「現代における「座の文学」の可能性」



ゼミナール「スポーツするみるささえる」



ゼミナール「60期のつくコマ数学科！」

～生徒の国際交流活動～
台湾国立第一高級中学校との生徒研究交流
(2010年12月16/17日 台中市にて)



化学実験授業



数学授業

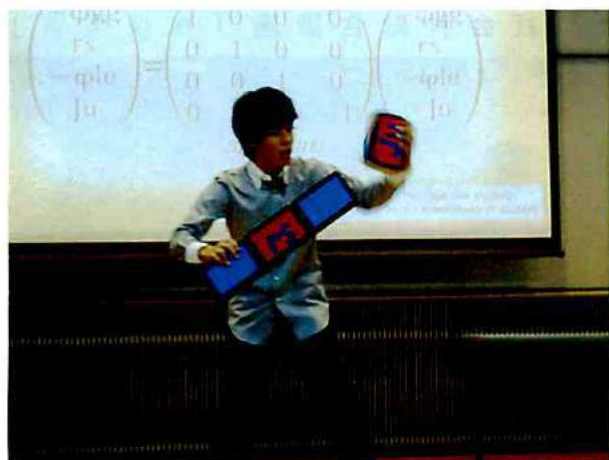


生徒研究発表会



本校生徒による発表（物理分野）

Rits Super Science Fairでの発表と交流
(2010年11月2/3/4日 立命館大学びわこ・くさつキャンパスにて)



ジャグリングを実演しながらの発表
(数学分野)



チームで協力して模型作り

～SSH総合講座から～

2010年7月8日(木) 国語科

「シソーラスをつくる」山口翼先生



2010年12月11日(土) 体育科

「速く走るための身体の挑戦」谷川聡先生



2010年10月2日(土) 技術・情報科

「CAD・CAMの世界にふれるワークショップ3」



2010年8月25日(水)～28日(土) 社会科総合講座「水俣実習」



目 次

口絵 (I～IV)

1. 研究開発実施報告書(要約)	i
2. 研究開発の成果と課題	v
I. 研究開発の課題	1
II. 研究開発の経緯	8
III. 研究開発の内容	
(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	
a. 目黒区立駒場小学校サマースクール	11
b. 太子町各小学校での特別授業	15
c. テーマ研究生徒発表会	17
d. SSH生徒研究発表会	20
e. 立命館スーパーサイエンスフェア(RSSF2010)	21
f. SSH全国コンソーシアム数学研究会	24
g. 東京都指定校合同発表会	25
h. ゼミナール・テーマ学習同時開講	28
i. ゼミナールオープン	34
(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	
a. 国際科学オリンピックでの成果	36
b. 台湾国立台中第一高級中学校との交流	38
c. 筑波大学教員研修留学生受け入れ	46
(iii) 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	
a. 数学科	48
b. 理科	50
c. 国語科	53
d. 地歴・公民科	55
e. 保健体育科	58
f. 英語科	60
(iv) 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	
a. 技術・情報科	62
b. 数学科教員研修会	68
c. 教職インターンシップ	69
(v) 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	
a. 数学科	70
b. 理科	93
IV. 実施の効果とその評価	
a. 講演会・実験講座生徒アンケート	99
b. サイエンスコミッティー	101
V. 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向	103
・資料	106

平成22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	<p>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－</p>
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」を掲げてSSH研究を行った。この研究成果を踏まえ、平成19年度からのSSHでは、先進的な科学的内容を互いに伝え合い、共有する“サイエンスコミュニケーション”能力の育成を目指し、生徒が獲得した高い科学的資質を伝え合い共有できる場の創設と、ノウハウの構築を試みる。研究内容の柱を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> (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 (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 (iii)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 (iv)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 (v)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
③ 平成22年度実施規模	<p>全校生徒を対象に実施する</p>
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、研究内容の柱(i)(ii)および(v)について、本格的に実施するための準備を進める。また、柱(iii)および(iv)については、これまでのSSH研究の評価をふまえ、継続的实践・改良・普及を進める。</p> <ul style="list-style-type: none"> (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 (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 (iii)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 (iv)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 (v)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 <p><第2年次></p> <p>第2年次は、試行段階と位置づけ、研究内容の柱(i)(ii)および(v)について、本格的に実施するための準備を進めるとともに、一部内容を試行する。また、柱(iii)および(iv)については、これまでのSSH研究の評価をふまえ、継続的实践・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。研究内容の柱(i)(ii)および(v)についても、試行～本格的な実施に取り組む。また、柱(iii)および(iv)については、これまでのSSH研究の評価をふまえ、継続的实践・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。すべての研究内容の柱について、第3年次までに開発</p>

した教材や教育方法をもとに本格的に展開し、評価を試みる。

<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年次までの研究で得られた成果をもとに、開発した教材のプログラム化や他校でも活用できるような、より普遍的な教材・教育方法の開発に取り組む。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

特になし

○平成22年度教育課程の内容

別紙 (p.7) の通り

○具体的な研究事項・活動内容

研究内容の柱 (i) ～ (v) の順に示す。

(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

校内プロジェクトⅡ (教育実践プロジェクト) および研究部を中心に、少人数制の授業に効果的な教育環境の充実、カリキュラムの作成、異学年交流を円滑に導入するための授業方法等の研究を継続し、下記のような発表・交流の実践、講演等を行った。

- ・ 7 / 15 高3テーマ研究生徒発表
- ・ 7 / 26 目黒区立駒場小学校サマースクール (小学生対象の出前授業・実験)
化学部「身近な色を調べよう」
- ・ 8 / 3～4 SSH 生徒研究発表会 (パシフィコ横浜) 生徒4名登録 (合計7名参加)
- ・ 8 / 10～11 明治学園中・高校 (福岡) 第1回研究発表会 (生徒1名参加)
- ・ 8 / 25～28 総合講座「水俣実習」 (生徒14名参加)
- ・ 11 / 3～4 茨城県大子町小学生向け特別授業
- ・ 11 / 20 高2ゼミナール・中3テーマ学習同時開講
- ・ 11 / 27 第37回教育研究会「教え合い、学び合う学習活動の構築をめざして」
講演「サイエンスコミュニケーション能力を育成することは簡単か」
石浦章一先生 (東京大学)
- ・ 12 / 11～12 明治学園中・高校 (福岡) 第2回研究発表会 (生徒2名参加)
- ・ 12 / 23 東京都 SSH 指定校合同発表会 8件 (口頭発表+ポスターセッション)
- ・ 1 / 22 高2ゼミナール・オープン (中学3年生向け)
- ・ 3 / 27 筑駒アカデミア公開講座 (生徒が講師を務める講座) (東日本大震災により中止)
「身近な色を調べてみよう」

(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

校内プロジェクトⅣ (国際交流プロジェクト) を中心に、国立台中第一高級中学 (台湾) との生徒研究交流会を実施した。また、生徒の国際科学オリンピック、科学コンクールへの参加の支援を行った。さらに、筑波大学等の留学生との研究交流をはかった。

- ・ 11 / 2～4 Rits Super Science Fair (生徒6名参加)
- ・ 12 / 14～19 国立台中第一高級中学 (台湾) での生徒研究交流会 生徒14名+引率教員4名

(iii)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

<数学科・理科>

講演会・実験講座の内容を精選するとともに、低学年 (中学生) 向けのプログラムの充実をはかった。

- ・ 7 / 12 「数学を経済学からみつめてみよう」 吉川洋先生 (東京大学)
- ・ 7 / 14、16 「プロバイオティクス乳酸菌を投与したコイにおける乳酸菌の生物学」
星野貴行先生 (筑波大学)
- ・ 11 / 20 「生殖細胞と性を支配するメカニズムを知るーある研究者の生き方ー」

小林悟先生（自然科学研究機構基礎生物学研究所岡崎統合バイオサイエンスセンター）

・12/16 「宇宙工学を支える数学」中須賀真一先生（東京大学）

・12/17 「生命の設計図ーゲノムの謎解きー」清水信義先生（慶応大学名誉教授）

（生徒組織サイエンスコミッティが企画・運営）

・1/22化学「核磁気共鳴（NMR）による有機化合物の構造決定ー理論と実験ー」

下井守先生、村田滋先生（東京大学）（於：東大駒場キャンパス）

・3/11 「自分のからだを通して学ぶ解剖学」前島徹先生（目白大学）

・3/17 化学実験講座「ナノ炭素化合物の化学」（東日本大震災により中止）

前田優先生（東京学芸大学）、長谷川正先生（東京学芸大学）

<総合講座>

「科学者の社会的責任」、「情報伝達」、「スポーツ科学」をテーマとした講演会を実施したほか、「科学者の社会的責任」をテーマとして水俣でのフィールドワークを実施した。

・7/8 「シソーラスをつくる」山口翼先生（著述業）

・8/25～28 総合講座「水俣実習」（生徒14名参加、引率2名）

・12/11 「速く走るための身体の挑戦」谷川聡先生（筑波大学）

・3/10 「失敗の教訓を活かすー持続可能な水俣・芦北地域の再構築ー」

（東日本大震災により中止）

宮北隆志先生（熊本学園大学）

・3/18 「プレゼンテーション能力の向上について」（東日本大震災により中止）

Gary Vierheller先生、Sachiyo Vierheller先生（インスパイア）

以上のプログラムのうち、校内で行われた講座・講演会は、「サイエンス・コミッティ」（有志生徒組織）により、評価を受けた。評価も参考に次年度のプログラムの企画・運営を行う。

(iv)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

<数学科>

SSH 5年間で開発してきた教材「統計」「微分方程式」等の授業を実施し、改良を試みた。全国の SSH 校から教員の参加者を集めて課題研究に関する研究協議会を本校で開催した。教員研修会に筑波大学が行った教員免許状更新講習会において教材の普及・教員間交流を行った。このほか、熊本県立八代中・高等学校での合同研修会を実施した。また、筑波大学大学院数理物質科学研究科の大学院生を受け入れ、教職インターンシップも実施した。

・12/5 SSH交流支援教員研修「数学科教員研修会in筑駒」

・3/17～19 合同研修会（於：熊本県立八代中・高等学校）（東日本大震災により中止）

<理科>

SSH 5年間で開発した実験教材による授業実践を継続し、一層の改良を試みた。教育研究会及び、筑波大学が行った教員免許状更新講習会において、教材や成果の普及に努めた。

<技術・情報科>

メカニクス、エレクトロニクス、ITの3者が複合する学習プログラムとして、「1ボードマイクロコンピュータを用いた3Dプロッタ制御による製品設計と製作」をテーマとした高校生向けワークショップを実施した。

・10/2 「第3回CAD・CAMの世界にふれるワークショップ」

講師：黒木啓之（都立産業技術高等専門学校）、砥山博行（ローランドDC株式会社）、

加茂裕（モデリングアール株式会社）

(v)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

以下の内容について研究開発を行った。

<数学科>

これまで開発した高校での教材を踏まえ、中・高を滑らかにつなげる中学生向け教材の開発（4）

<理科>

これまで開発した高校での実験教材を踏まえた中学生を対象とした実験教材の開発（４）

<英語科>

科学的教材を利用した授業の実践と生徒の発表能力の向上をめざした。百科事典、科学的教材、論文などの文献収集を行い、それらを教材にした授業を展開した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

校内プロジェクトⅡ教育実践プロジェクトでは、引き続き研究内容の柱(i)のサイエンスコミュニケーション能力育成に関わる研究・実践を行った。当初からの計画であった高校２年生が中学３年生を教えるスタイルの合同授業が、１回だけではあったが中３テーマ学習・高２ゼミナール同時開講で一部実現した。高校２年生は、科学的コンテンツを「教える・伝える」という活動から一層の深い理解が求められることを実感した。一方の中学３年生には、身近な先輩からの指導を新鮮に受け止め意欲的に学習する効果が見られた。また、中学生、高校生が小学校の児童を教えた「サマースクール」、「太子町小学校特別授業」も、同様にサイエンスコミュニケーション能力育成の良い機会となった。一昨年度に立ち上がった生徒による SSH 評価・運営組織であるサイエンス・コミッティーは、昨年度に続き、今年度も学内のテーマ研究発表会の企画・運営を手がけたり、東京都 SSH 指定校合同研究発表会での運営補助を手がけたほか、講演会の企画・運営を手がけるなど活躍した。今後こうした生徒の主体的な取り組みが一層期待できそうである。

校内プロジェクトⅣ国際交流では、研究内容の柱(ii)の国際交流プログラムを実施した。昨年度に引き続き、今年度も国立台中第一高級中学（台湾）との研究交流を実現した。昨年の経験や反省を踏まえ今年度の研究交流をより一層充実したものとする事ができた。その他、筑波大学の留学生や諸外国からの理数系教員訪問についても国際交流の良い機会として捉え、生徒との交流の場面をできるだけ設けるよう配慮した。

以上のような校内プロジェクトⅡ、Ⅳを核とした研究開発は、校内における研究開発のスタイルという観点から見た場合、教科の枠を越えた取り組みとして、本校従来の教科中心型の研究開発から大きく脱却できたと言えよう。生徒主体の取り組みを重視したという点でも自己評価できる。

一方、研究内容の柱(iii)、(iv)、(v)については、これまでの SSH の成果を継承しつつ、教科中心の取り組みにより内容の精選・改良を進め、発展・普及に務めることができた。

○実施上の課題と今後の取組

来年度も今年度同様に中学３年生の総合学習「テーマ学習」と高校２年生の同「ゼミナール」の合同授業を一部実施し「ゼミナール」・「テーマ学習」間で異学年合同授業の試行を続ける予定である。小学生を教える「サマースクール」についても、中学生も指導者となれる場と位置づけて続けていきたい。また、生徒は教えあい学びあいを通して「より深く学ぶことができたか。」「その過程はどのようなものであったか。」について、効果的なアンケートを作成・実施し、教育的効果を引き続き検証していきたい。

国立台中第一高級中学との研究交流会については、来年度も実施したいと考えている。二年間の経験をもとに、より相互理解の深まる交流会になるようにプログラム全体や準備のあり方を検討する必要がある。発表テーマについては、相手方の生徒にとっても興味関心が持てるようなものを選ぶなど工夫が必要であろう。また理解を深めるためにも、事前に発表内容の交換を行うなどの必要があるだろう。さらに、帰国後に参加した生徒が核となって国際交流の経験を他の生徒に広げてくれるよう、校内での事後指導の充実も図りたい。

来年度も、校内プロジェクト組織は現行のまま継続する。引き続き教科の枠を越えた取り組みの実行組織として今年度同様の位置づけを行い、特にサイエンスコミュニケーション育成のための少人数学習の研究と実践、国際交流研究活動の支援を研究開発重点項目として取り組んでいきたい。

平成 22 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

平成 14 年度からの SSH を引き継いで、新たな研究課題を掲げて再継続 5 年間の指定を受けた。1 期目 SSH の 5 年間では、十分な時間をかけて教材開発とカリキュラム研究に取り組み、満足のいく成果を挙げられたと考えている。しかし、一方でこれらの取り組みが教師主導型の実践であった感もあり、国際社会での活躍に必要不可欠なサイエンスコミュニケーション能力を持った科学者・技術者を育成するためには、生徒の主体的な学習活動にも目を向けた取り組みが必要であると感じた。そのために、今期 SSH の取り組みでは、高校生から中学生へ、また可能であれば大学生・大学院生から高校生へ、中学生から小学生へ、といった活動等も包括しつつ、生徒同士の「教え合い・学び合い」を効果的に行うための方策を研究していきたいと考えている。また、海外生徒との研究交流を持つプログラムを計画・実施し、生徒の成長を促す機会をできるだけ多く持ちたいと願っている。校内的には、研究組織についても、従来の教科中心なものから、教科を超えた教員の集まりである校内プロジェクト研究組織（Ⅰ～Ⅳ）等に少しずつ軸足を移していくことが新しい SSH における本校の大きな課題であると言えよう。

校内プロジェクトⅡ教育実践プロジェクトでは、引き続き研究内容の柱(i)のサイエンスコミュニケーション能力育成に関わる研究・実践を行った。当初からの計画であった高校 2 年生が中学 3 年生を教えるスタイルの合同授業が、1 回だけではあったが中 3 テーマ学習・高 2 ゼミナール同時開講で一部実現した。高校 2 年生は、科学的コンテンツを「教える・伝える」という活動から一層の深い理解が求められることを実感した。一方の中学 3 年生には、身近な先輩からの指導を新鮮に受け止め意欲的に学習する効果が見られた。また、中学生、高校生が小学校の児童を教えた「サマースクール」、「太子町小学校特別授業」も同様にサイエンスコミュニケーション能力育成の良い機会となった。一昨年度から立ち上がった生徒による SSH 評価・運営組織であるサイエンス・コミッティーは、今年度も、学内のテーマ研究発表会の企画・運営を手がけたり、東京都 SSH 指定校合同研究発表会での運営補助を手がけたほか、講演会の企画・運営を手がけるなど活躍した。今後こうした生徒の主体的な取り組みが一層期待できそうである。

校内プロジェクトⅣ国際交流では、研究内容の柱(ii)の国際交流プログラムを実施した。昨年度に続いて、今年度も国立台中第一高級中学（台湾）との研究交流を実現した。昨年の経験や反省を踏まえ今年度の研究交流はより一層充実したものとすることができた。その他、筑波大学の留学生や諸外国からの理数系教員訪問についても国際交流の良い機会として捉え、生徒との交流の場面をできるだけ設けるよう配慮した。

以上のような校内プロジェクトⅡ、Ⅳを核とした研究開発は、校内における研究開発のスタイルという観点から見た場合、教科の枠を超えた取り組みとして、本校従来の教科中心型の研究開発から大きく脱却できたと言えよう。生徒主体の取り組みを重視したという点でも自己評価できる。

一方、研究内容の柱(iii)、(iv)、(v)については、これまでの SSH の成果を継承しつつ、教科中心の取り組みにより内容の精選・改良を進め、発展・普及に務めることができた。

② 研究開発の課題

来年度も今年度同様に中学３年生の総合学習「テーマ学習」と高校２年生の同「ゼミナール」の合同授業を一部実施し「ゼミナール」・「テーマ学習」間で異学年合同授業の試行を続ける予定である。小学生を教える「サマースクール」についても、中学生も指導者となれる場と位置づけて続けていきたい。また、生徒は教えあい学びあいを通して「より深く学ぶことができたか。」「その過程はどのようなものであったか。」について、効果的なアンケートを作成・実施し、教育的効果を引き続き検証していきたい。

国立台中第一高級中学との研究交流会については、来年度も実施したいと考えている。二年間の経験をもとに、より相互理解の深まる交流会になるようにプログラム全体や準備のあり方を検討する必要がある。発表テーマについては、相手方の生徒にとっても興味関心が持てるようなものを選ぶなど工夫が必要であろう。また理解を深めるためにも、事前に発表内容の交換を行うなどの必要があるだろう。さらに、帰国後に参加した生徒が核となって国際交流の経験を他の生徒に広げてくれるよう、校内での事後指導の充実も図りたい。

来年度も、校内プロジェクト組織は現行のまま継続する。引き続き教科の枠を越えた取り組みの実行組織として今年度同様の位置づけを行い、特にサイエンスコミュニケーション育成のための少人数学習の研究と実践、国際交流研究活動の支援を研究開発重点項目として取り組んでいきたい。

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 24 年 3 月 31 日まで

2. 研究開発課題

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－

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。

平成 19 年度からのスーパーサイエンスハイスクール（SSH）では、先進的な科学的内容を互いに伝え合い、共有できるサイエンスコミュニケーション能力の育成をめざす。今回の研究では、生徒が獲得した高い科学的資質を伝え合い、共有できる場の創設と、ノウハウの構築をめざしていく。研究内容の柱は以下に示すとおりである。

- (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
- (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
- (iii)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
- (iv)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
- (v)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

4. 現状の分析と研究の仮説

本校は、前 SSH 研究開発により、「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」についての研究を推進するため、理科・数学に限らず全教科で取り組むとともに、生徒全員を対象としたことが大きな特徴である。

中高生の「理数離れ」、「学力低下」が問題にされて久しいが、課題に対する有効な手だてはなか

なか確立していない。数学や理科の授業時間数を増やしたり、大学入試に理数系科目を増やせば問題が解決するわけではない。また、多くの学校で高校受験や大学受験に数学・理科の授業が収束していることや、諸外国に較べて内容が貧困な教科書の問題もある。

この間の IEA や OECD の国際比較調査では、生徒たちの理科や数学に対する興味・関心が薄いこと、多くの生徒がそれらを学ぶ楽しさ、おもしろさ、有用感を感じていないことが指摘されている。この問題の解決には、中学・高校の 6 カ年を見すえた多次的かつ構造的な研究が必要である。

加えて、科学技術の急速な進歩によって、最先端の研究に一部の研究者しか関わらなくなったこと、ブラックボックス化が進行したこと、研究成果を競う風潮などが、人類に貢献する思想に乏しい研究や倫理観に欠ける危険な研究、研究の捏造等を生んでいる。こうした今日的課題の解決のためには、次世代を担う科学者・研究者が幅広い教養を土台としつつ社会的・科学的倫理観を涵養すること、個人の成果に止めることなく、広く研究成果を発信し、専門家のみならず、国際社会に対して説明責任を果たす能力を育成していくことが必要である。本校では前 SSH 研究の結果、明確となったこれらの問題に対応するために、次の課題を設定した。

第一に、これからの国際社会で活躍していく科学者や技術者の芽を育て、伸ばすためには、最先端の研究成果や高度な内容を学ぶとともに、国際社会に通用するサイエンスコミュニケーション能力を育成する 6 カ年のカリキュラムの構築をはかる必要がある。そのためには、科学史・科学哲学や国際社会への理解、歴史認識、英語力や表現力、情報リテラシーなどさまざまな能力を伸ばすプログラムを組み、単なる知識の詰め込みではなく、異文化に触れるような学内外におけるさまざまな教育活動を通すことにより、全人的で指導的な科学者・技術者を育成することが期待される。

第二に、理数系に進学する者のみでなく、文系に進む者に対しても同様に科学的な見方や考え方、基礎的な知識や技能、科学に対する興味・関心を醸成するカリキュラムや教材も同時に開発を進めていく。具体的には、「総合的な学習の時間」などを活用し、中学・高校の異学年集団による少人数

学習や大学院生・留学生等との交流により、サイエンスコミュニケーション能力の育成をはかる。その結果として、将来社会人としてそれぞれの分野で活躍する際に、科学的事象に対する正しい理解だけでなく他者に正しく伝え、理解してもらう能力を身につけると共に、優れたリーダーシップを発揮して、国際社会に貢献することが期待される。

第三に、科学的リテラシーを育成するプログラムや、先端技術・研究を活かした実験中心の授業、理数系クラブへの活動支援等を実施する。適切なカリキュラム、教材を開発して実施すれば、科学に対する興味・関心を醸成し、科学に関する知識・理解を深めることができると考えられる。そして教え合い・学び合いによって身につけた能力が、将来、先駆的な科学者・技術者に必要とされるコミュニケーション能力へと引き継がれて、国内外の研究の場でリーダーシップを発揮することが期待できる。

5. 研究内容・方法・検証

研究内容の柱 (i)～(v)の順に詳述する。

(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

生徒の自主的活動を生かし、科学的内容を互いに伝え合うサイエンスコミュニケーション能力の育成をめざし、「総合的な学習の時間」などを活用し、異学年集団（高校2年生と中学3年生）による合同ゼミナール「サイエンス・スコラ」（仮称）を準備・実施する。この講座は、異学年間で教え合い、伝え合うことによってコミュニケーション能力の向上をはかる。いずれは他校生徒との交流もめざす。また、本講座の実施にあたり筑波大学など（教員・大学院生）と連携するとともに、本校の特色である全教科実施をめざす。具体例として、数学科、理科および英語科の実施計画を以下に示す。

<数学科>

学年にこだわらず、数学への興味・関心が高い生徒を集めた合同ゼミナールに、筑波大学の数学専攻の大学院生を交え、自由な発想で学び合い、教え合う。

<理科>

ゲノム科学と生命倫理や地球環境問題など、現

代科学と社会生活に関わるテーマを掲げ、最先端の実験・観測技術を合同で学びつつ、技術の問題点、社会生活との関わりなどを考える。異学年の生徒どうしが説明し合い、意見交換する場を設定することによって、論理的な表現能力・技術を養う。

また、高校2年生と中学3年生全員が少人数に分かれ、筑波大学の研究室へ赴く「大学訪問」を企画・実施する。各研究室では、大学教員や大学院生から研究内容の紹介を受けたり、ともに実験・実習などを行う。このような活動を通して、専門的な内容に関して、自分なりの理解を得るための、効果的な話の導き出し方を身につけさせる。

<英語科>

グループ活動、ペア活動などの、生徒が主体になる活動に対して教員が指導・助言を与え、科学的教材の理解、プレゼンテーション能力の向上などをはかる。分野によっては、理数系の教員と連携して講座を運営する。生徒の発表活動の評価方法として、教員による評価の他に、生徒同士のピア・エバリュエーションを実施する。

以上のようなサイエンスコミュニケーション能力が育成できれば、単なるコミュニケーション能力の開発に留まらず、理科・数学を主体的に学習するようになり、理解をさらに深めることができると期待される。また、理科・数学に限らず、他の多くの教科に関する関心・意欲が高まることも考えられる。これらの点について、客観的な評価方法を考案して検証を試みる。

(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

諸外国の国際科学オリンピックへの取り組みを調査するとともに、国際科学オリンピック、科学コンクール参加支援をさらに進めたい。具体的には、北京師範大学や国立台中第一高級中学との交流を推進し、科学オリンピックでも大きな成果を上げているアジアを中心とした諸外国の理数系教育について研究する。また、国内で開催される国際交流の機会であるインターナショナル・サイエンス・フェアに生徒を派遣し、交流を進める。また、生徒の国際的視野を広げるため、筑波大学等の留学生との研究交流をはかる。

指定期間後半には、複数国の科学的先進校との交流・協力体制を確立する。

(iii) 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

これまで実施した経験にもとづいてプログラムの充実をはかる。数学・理科による講演会は内容を精選するほか、講演以外にワークショップなど生徒が主体的に参加しやすい形態をとる。

また全人教育の理念に基づいた国語・社会（地歴・公民）・保健体育・家庭・芸術・英語科による総合講座を充実させる。講座では、研究者に必要な倫理観の育成を主眼とし、高大連携をさらに進める。また、中学生の参加する機会を増やす。

具体的には、理系・文系を問わず、幅広い科学への関心と理解を深めるために「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、早期から科学的関心を高める。また、広く「情報伝達」に関わる認識を深めるための講演会を実施する。

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科学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、総合講座の一環として広島や水俣の実習を行う。これまでの総合講座の講演の中でもしばしば、「ヒロシマ」は「科学者の社会的責任」を問う原点であるという指摘を受けてきた。広島では、放射線影響研究分野の中核研究機関「広島大学原爆放射線医科学研究所」などを訪問し、放射線の人体への影響について学ぶ他、科学の功罪を考える。一方「水俣」は、日本における公害問題の原点であり、科学・技術の発展と人類、科学者の社会的責任を考える上でも重要な地である。水俣では、「水俣病資料館」、「水俣エコタウン」などを訪問し、科学・技術の発展と人類の関わりを学ぶとともに、地元の研究者の講演を聴き、科学の功罪について考える。

以上の講演会等は、本校の有志生徒（主に科学系のクラブに所属する生徒や希望者）による、「サイエンス・コミッティー」を組織し、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。

(iv) 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

これまでに開発した教材の活用（理科実験機器を維持）し、これまでの SSH 研究成果の充実・改良をはかる。技術・情報科による新規集中講座を開講する。

<数学科>

1 期目の SSH 5 年間で開発してきた教材「統計」「微分方程式」等の授業を実施し、協議しながらこれらの教材をより普及しやすいものへ改良していく。開発した教材の普及を、合同研究会で行う。また、開発した新しい教材を紹介する公開の研修会を企画し、開催する。

<理科>

新しく開発した実験教材を紹介する、教員対象の実験研修会を企画・開催する。「物理分野・地学分野」と「化学分野・生物分野」を隔年で交互に開催する。参加者アンケートを実施し、本校開発教材に対する評価として活用する。

平成 14 年度からの SSH 5 年間で開発した実験教材を使つての授業実践を継続し、さらに多くの学校に活用してもらえよう一層の改良を行う。

物理分野

量子力学への発展で欠くことのできない「固有振動」の概念形成をめざした「力学的固有振動の分析」、波動では重要な概念である「位相」の観点から行う「音波・光波の伝播速度の測定」、波動特有の回折や干渉を取り扱う「超音波による波動の各種実験」、「電子ビームを使つての比電荷の実験」、「フランクヘルツの実験」などの実験。

化学分野

「光化学」に関わる測定機器・教材の拡充とそれらの教材を活用したゼミナール、有機合成実験と同定、化学平衡・反応速度等の実験、その他分光光度計（UV-vis、FT-IR、NMR 等）を活用した機器分析実験。環境測定とその科学（化学）的な分析（各種分析機器の活用）と地理科等との連携による地球環境問題に関する科学的な視点を重視した学習。その他、高校化学と大学を結ぶレベルでの最先端化学入門、容量

分析や科学哲学に関わる内容のゼミナール。

生物分野

解読ゲノム情報を活用した遺伝子実験システムの拡充、non-RI 分子検出システムの活用（遺伝子発現検出）、蛍光観察システムの構築（蛍光抗体を用いた特定のタンパク質の検出）など、新しい実験手法を取り入れた実験教材の開発と改良、実践。最近の学術雑誌等から厳選した論文を教材化したゼミ。高校低学年～中学生を対象とした、細胞の培養とそれを活用した実験。

地学分野

コンピュータを使った画像処理による貝類化石やフズリナ化石の個体変異の解析。

<技術・情報科>

サイエンスの成果はエンジニアリングに結びつくことで人間の営為に様々な利便性をもたらしただけであり、中学生・高校生が真にサイエンス・コミュニケーション能力を獲得するためには、エンジニアリングの実態と恩恵を理解する必要がある。普通課程の高等学校において、テクノロジーの認識、テクノロジーの体験、テクノロジーの活用をステップとした実践的学習プログラムを実施し、とかく回避・隠蔽（ブラックボックス化）されがちなエンジニアリング（ものづくり）の世界に生徒の興味・関心を誘導していく。本テーマのねらいを具現化するためには、少なくともメカニクス（機械工学）、エレクトロニクス（電気・電子工学）、IT（情報工学）の3者が複合し、それらを俯瞰できる学習プログラムが必要であり、後述するように工業製品設計・製造におけるプロダクトデザインの手法を取り入れる。これら3者が複合する学習プログラムとして、「1ボードマイクロコンピュータを用いた3Dプロッタ制御による製品設計と製作」を計画する。簡易な3Dプロッタ（3軸）により、クレイブロック（人造木材料）などを簡単かつ自在に切削することができる。多くの生産現場で、特に少品種少量生産のニーズに対して一般的となっている方法である。3Dプロッタの駆動・制御はエレクトロニクスの応用なくして不可能であり、メカニクスとエレクトロニクスが複合する成果（メカトロニクス）を理解させる機会となる。また、エレクトロニクスによる制御の中心は、すでにCPUにとって代わられており、エレクトロニクスの応用としてもコンピュータを組み

込まざるを得ない。テクノロジーの認識・体験を意図的に促すためには、コンピュータにはPIC（Peripheral Interface Controller）による1ボードマイクロコンピュータのようなプリミティブな形態が適当である。最終的なアウトプット（作品製作）には結びつかなくとも、テクノロジーの存在を実感するには有効であると考え。テクノロジーの活用段階では、OSおよびアプリケーションの稼働する加工制御用コンピュータシステムが必要となり、先端技術である3DCGモデリング、プロセス制御を行うために専用のソフトウェアを利用させる。最終段階で、装置の部品、文具、アクセサリなど身近で簡単な製品の設計・製作に取り組むことにより、テクノロジーの認識～体験～活用が総合し、エンジニアリングに対する興味・関心の高揚が図られると考える。

製品の設計・製造を教材化することにより、学校教育においては作品の製作・完成・発表というオーソドックスな成果検証を踏まえることが可能となる。つまり、生徒の作品をアウトプットとして、自己評価・分析、プレゼンテーション、コンテスト形式によって客観的な評価を獲得し、それらの累積によって学習プログラム自体を評価し、生徒の意識調査を加えて研究成果の検証としたい。

<次世代SSH教員の養成>

教員を志す筑波大学大学院生を受け入れ、授業の参観・ティームティーチング・教材開発・授業実践などを行ってもらう。このような教員インターンシップを実施していくことによって、専門分野にとらわれない幅広い分野について高度な実験指導技術、教材開発能力を身につけた次世代SSH教員の養成をめざす。

(v) 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

本校の特色を活かした高校でのSSHカリキュラムにつながる中学向けカリキュラム・教材の研究開発を行うとともに、実施にともなうさまざまな課題を追究する。数学・理科・英語科を中心に全教科で取り組む。

<数学科>

SSH5年間で開発してきた高校教材の実践と、中・高の関連をさらに意識した中学生向け教材の開発と中高一貫カリキュラムの構築。

<理科>

最先端の実験機器を活用した実験教材の開発とそれを取り入れたカリキュラムの作成を行う。まず、今までの5年間のSSHで購入したものに加えて、新たに実験機器を導入し、中学に重点を置いた教材の開発に利用する。

<英語科>

英語科では、科学的内容を取り入れた中高6年間のシラバスを作成し、中学向けカリキュラムと教材の開発に取り組む。また、科学的リテラシーを育成するために、講演会を実施し、読書指導を行う。

6. 研究組織

本校の1期目SSH（平成14～18年度）は、全教科での取り組みが特徴であった。しかし、教科中心の取り組みでは組織が縦割り型になり、教科・科目間の柔軟な連携が難しい面があった。そこで今回は、教科に関係なく全教員が参加する校内プロジェクト組織による取り組みを追加する。これにより、これまで目標としながらも取り組みにくかった教科・科目横断的な研究も実施しやすくなり、5つの研究内容の柱にも柔軟に取り組めるようになると考えられる。

具体的には、以下の研究組織を活用して、研究の企画・推進・評価を実施する。

① 校内推進委員会

SSH再継続にあたり、校内推進委員会の役割は、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運営指導委員会への出席に絞ることにした。

構成員は下記の15名である。

星野貴行（学校長）、宮崎 章（副校長）、篠塚明彦（研究部長）、土井宏之（教務部長）、更科元子（校内プロジェクトⅠ委員長）、吉田哲也（校内プロジェクトⅡ委員長・SSH担当）、植村徹（校内プロジェクトⅢ委員長）、平原麻子（校内プロジェクトⅣ委員長）、牧下英世（数学）、小宮一浩（技術・芸術）、有木大輔（国語）、大野新（地歴・公民）、入江友生（保健体育）、山田忠弘（英語）、丸山昌子（事務係長）

② 運営指導委員会

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回程度開催する。構成員は下記の通りである。

氏名	所属・職名
真船文隆	東京大学大学院総合文化研究科准教授
吉田次郎	東京海洋大学海洋科学部海洋環境学科教授
Huw Oliphant	ブリティッシュカウンシル 科学・学校教育部長
坂井公	筑波大学大学院数理物質科学研究科准教授
井上勲	筑波大学大学院生命環境科学研究科教授
深水昭吉	筑波大学大学院生命環境科学研究科教授
柿嶋眞	筑波大学大学院生命環境科学研究科教授

③ 校内プロジェクト委員会

全教員が4つのプロジェクトのいずれかに所属する。そのうち、校内プロジェクトⅡ教育実践プロジェクトは、研究内容の柱「(i)サイエンスコミュニケーション能力育成のためのカリキュラム研究」、校内プロジェクトⅣ国際交流プロジェクトは、研究内容の柱「(ii)国際交流プログラムの企画運営」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に関わる。

④ 研究部

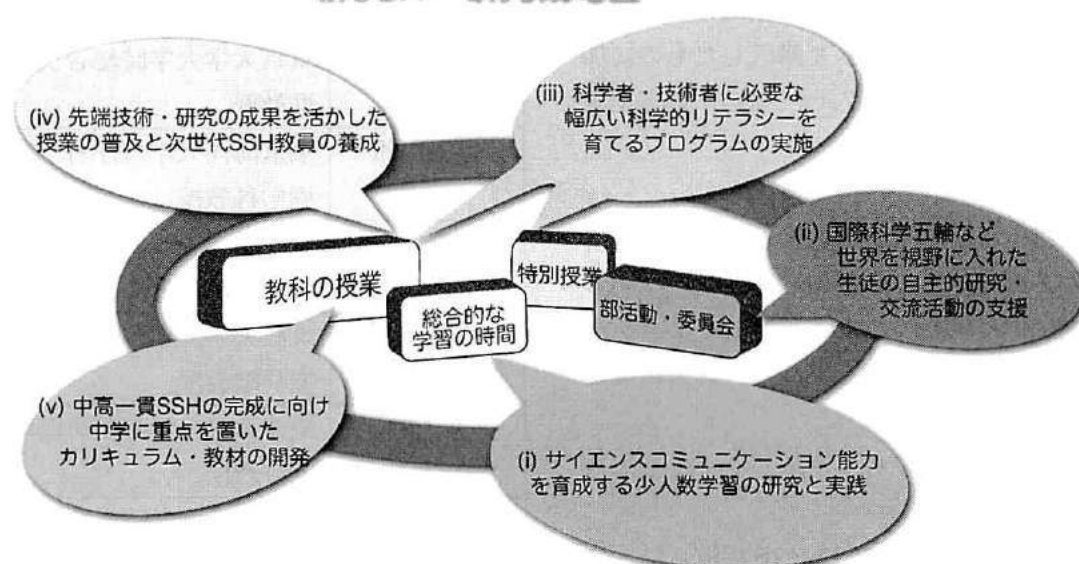
校内の既設の分掌で、5名で構成される。実施計画書、事業計画書、事業経費説明書のとりまとめ、文部科学省およびJSTとの連絡協議、外部からの各種調査・アンケートの実施ととりまとめ等を行うとともに、各研究・プロジェクト間の調整を行う。また、研究発表の場である教育研究会、校内研修会の企画・運営を中心になって進める。

7. 教育課程

実施された教育課程は、次表1の通りである。

（文責：研究部 篠塚明彦）

筑波大学附属駒場中高等学校 新SSH 研究概略図



平成 19 年度指定 筑波大学附属駒場中高等学校 SSH 研究組織図

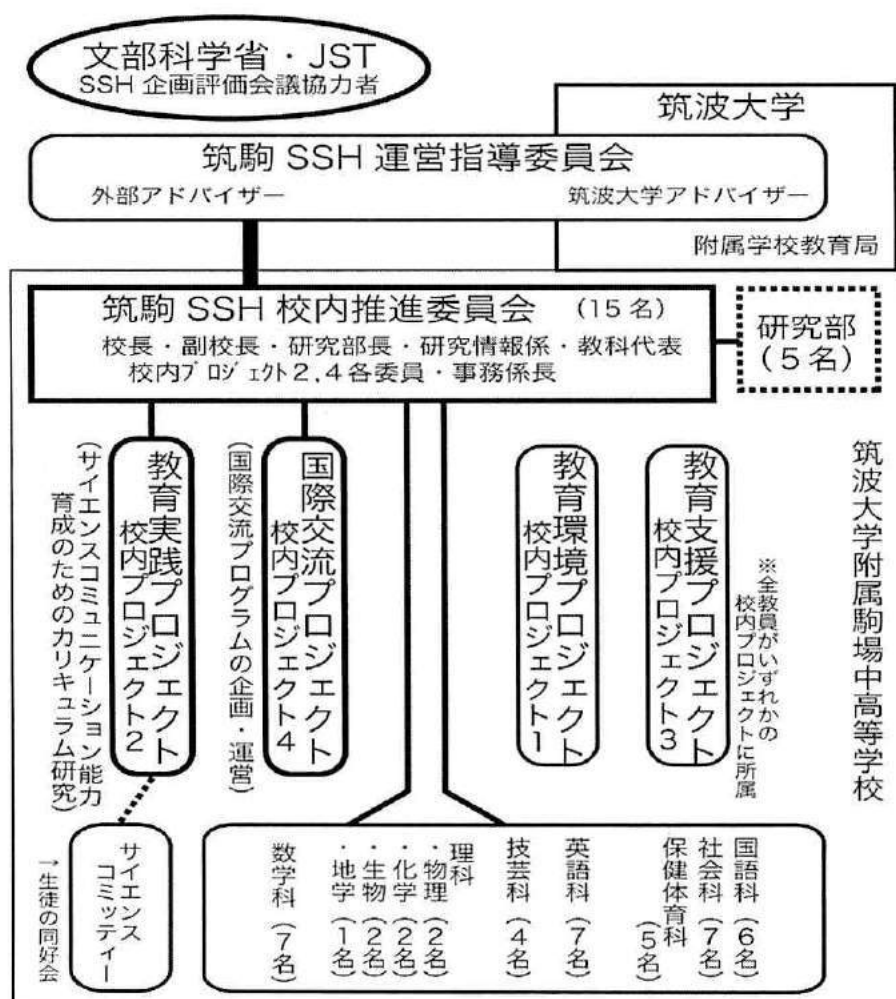


表1 高校教育課程

	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B（2）	
5	地理A（2）	政治経済（2）	★数学C1（2）	
6	世界史A（2）	日本史A（2）	★数学C2（2）	
7			★数学Ⅲ（4）	
8	数学Ⅰ（3）	数学Ⅱ（3）	★古典講読（2）	
9			★地学Ⅰ（2）	
10	数学A（2）	数学B（1）	★	
11	理科総合B（2）	*物理Ⅰ or 生物Ⅰ（2）	★物理Ⅱ（4）	★地理概論（3） ★世界史概論（3） ★日本史概論（3）
12				
13			★化学Ⅱ（2） ★物理Ⅰ（2）	
14				
15	体育（3）	体育（3）	★	
16				
17			化学Ⅱ（2）	
18				
19	保健（1）	保健（1）	体育（3）	
20	◆芸術Ⅰ（2）	◆芸術Ⅱ（2）	家庭基礎（1）	
21	情報B（1）	情報B（1）	★リーディング（3）	
22	英語Ⅰ（3）	家庭基礎（1）	★ライティング（2）	
23			英語Ⅱ（4）	
24	オーラルコミュニケーション（2）			
25	総合学習（1）	総合学習（1）	総合学習（1）	
26	特別活動（1）	特別活動（1）	特別活動（1）	
27	H R（1）	H R（1）	H R（1）	

無印は〈必修〉、◆は〈選択必修〉、*は、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。
卒業に必要な教科科目の修得単位は、74単位以上(総合学習を含まず)。

(高1 : 29、高2 : 29or27、高3 : 8+(8or10以上))

Ⅱ. 研究開発の経緯

(1) 第四年次研究の概略

5年計画の第4年次は、研究の具体的展開期と位置づけた。研究内容の柱(i)(ii)および(v)についても、試行段階から本格的な実施に取り組んだ。また、柱(iii)および(iv)については、これまでのSSH研究の評価をふまえ、継続的実践・改良・普及を進めた。

以下、研究内容の柱に沿って概略を報告する。

(i)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

校内プロジェクトⅡ教育実践プロジェクトおよび研究部を中心に、少人数制の授業に効果的な教育環境の充実、カリキュラムの作成、異学年交流を円滑に導入するための授業方法等の研究を継続し、下記のような発表・交流の実践を行った。

- ・7/15 高3テーマ研究生徒発表
- ・7/26 目黒区立駒場小学校サマースクール
(小学生対象の出前授業・実験)
化学部「身近な色を調べよう」
- ・8/3～4 SSH生徒研究発表会(パシフィコ横浜)
生徒4名登録(合計7名参加)
- ・8/10～11 明治学園中・高校(福岡)
第1回研究発表会(生徒1名参加)
- ・8/25～28 総合講座「水俣実習」
(生徒14名参加)
- ・11/3～4 茨城県大子町小学生向け特別授業
- ・11/20 高2ゼミナール・中3テーマ学習
合同授業
- ・11/27 第37回教育研究会
「教え合い、学び合う学習活動の構築をめざして」講演「サイエンスコミュニケーション能力を育成することは簡単か」
石浦章一先生(東京大学)
- ・12/11～12 明治学園中・高校(福岡)
第2回研究発表会(生徒2名参加)
- ・12/23 東京都SSH指定校合同発表会
8件(口頭発表+ポスターセッション)
- ・1/22 ゼミナール・オープン(中学3年生向け)

(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

校内プロジェクトⅣ・国際交流プロジェクトを中心に、国立台中第一高級中学(台湾)との生徒研究交流会を実施した。また、生徒の国際科学オリンピック、科学コンクールへの参加の支援を行った。さらに、筑波大学等の留学生との研究交流をはかった。

- ・12/14～19 国立台中第一高級中学(台湾)での生徒研究交流会 生徒14名+引率教員4名

(iii)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

<数学科・理科>

講演会・実験講座の内容を精選するとともに、低学年向けプログラムの充実をはかった。

- ・7/12 「数学を経済学からみつめてみよう」
吉川洋先生(東京大学)
- ・7/14、16 「プロバイオティクス乳酸菌を投与したコイにおける乳酸菌の生物学」星野貴行先生(筑波大学)
- ・11/20 「生殖細胞と性を支配するメカニズムを知るーある研究者の生き方ー」小林悟先生(自然科学研究機構基礎生物学研究所岡崎統合バイオサイエンスセンター)
- ・12/16 「宇宙工学を支える数学」
中須賀真一先生(東京大学)
- ・12/17 「生命の設計図ーゲノムの謎解きー」
清水信義先生(慶応大学名誉教授)(生徒組織サイエンスコミティーが企画・運営)
- ・1/22 化学「核磁気共鳴(NMR)による有機化合物の構造決定ー理論と実験ー」下井守先生、村田滋先生(東京大学)(於:東大駒場キャンパス)
- ・3/11 「自分のからだを通して学ぶ解剖学」
前島徹先生(目白大学)

<総合講座>

「科学者の社会的責任」「情報伝達」「スポーツ科学」をテーマとした講演会を実施した。また「科学者の社会的責任」をテーマに水俣でのフィールドワークを実施した。

- ・7/8 「シソーラスをつくる」
山口翼先生(著述業)
- ・8/25～28 総合講座「水俣実習」
(生徒14名参加、引率2名)

- ・12/11 「速く走るための身体の挑戦」
谷川聡先生（筑波大学）
- ・3/10 「失敗の教訓を活かすー水俣はいまー」
宮北隆志先生（熊本学園大学）

(iv)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

<数学科>

SSH 5 年間で開発してきた教材「統計」「微分方程式」等の授業を実施し、改良を試みた。全国の SSH 校から教員の参加者を集めて課題研究に関する研究協議会を本校で開催した。教育研究会や教員研修会に於いて教材の普及・教員間交流を行った。このほか、筑波大学大学院数理物質科学研究科の大学院生を受け入れ、教職インターンシップも実施した。

- ・12/5 SSH 交流支援教員研修「数学科教員研修会 in 筑駒」

<理科>

SSH 5 年間で開発した実験教材による授業実践を継続し、一層の改良を試みた。また、筑波大学大学院生命環境科学研究科大学院生を受け入れ、教職インターンシップを実施した。

- ・11/27 本校教育研究会

<技術・情報科>

メカニクス、エレクトロニクス、IT の 3 者が複合する学習プログラムとして、「1 ボードマイクロコンピュータを用いた 3D プロッタ制御による製品設計と製作」をテーマとした高校生向けワークショップを実施した。

- ・10/2 「第 2 回 CAD・CAM の世界にふれるワークショップ」

講師：黒木啓之（都立産業技術高等専門学校）
砥山博行（ローランド DC 株式会社）
加茂裕（モデリングアール株式会社）

(v)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

以下の内容について研究開発を行った。

<数学科>

これまで開発した高校での教材を踏まえ、中・高を滑らかにつなげる中学生向け教材の開発（4）

<理科>

これまで開発した高校での実験教材を踏まえた

中学生を対象とした実験教材の開発（4）

<英語科>

科学的教材を利用した授業の実践と生徒の発表能力の向上をめざした。百科事典、科学的教材、論文などの文献収集を行い、それらを教材にした授業を展開した。

(2) 委員会等の活動

① 校内推進委員会

今年度は、下記のように活動した。

7/10 第 1 回運営指導委員会

1/29 第 2 回運営指導委員会

3/11 平成 22 年度実施計画書提出、

平成 22 年度事業計画書、事業経費説明書提出

② 運営指導委員会

東京海洋大学、東京大学、ブリティッシュカウンスル各 1 名、筑波大学 4 名の方々にお願いした。運営指導委員 6 名と校内推進委員 15 名で開催した。

第 1 回 7/10、第 2 回 1/29

③ 校内プロジェクト委員会

校内プロジェクトⅡ教育実践プロジェクトおよび校内プロジェクトⅣ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(i)および(ii)）を担当し、4 つのプロジェクトが下記のように活動した。

第 1 回 4/26、第 2 回 5/24、第 3 回 6/21、第 4 回 9/6、第 5 回 10/25、第 6 回 11/29

12/23 東京都 SSH 指定校合同研究発表会運営補助（校内プロジェクトⅡより教員 2 名）

第 7 回 1/17

2/24 第 2 回校内研修会（すべての校内プロジェクトの今年度活動報告）

④ 研究部

5/8 平成 21 年度 SSH 事業実施にかかる活動実績調査票提出

9/8 SSH 事業中間ヒアリング

10/19 東京都 SSH 指定校合同研究発表会準備会議

11/27 本校第 37 回教育研究会開催

12/23 東京都 SSH 指定校合同研究発表会運営補助

12/26 SSH 情報交換会（文部科学省・J S

T 共催)

12/28 卒業生対象個人調査アンケート (情報基盤開発) 55 期生に発送

3/10 SSH 事務処理説明会 (文部科学省・JST 共催)

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においても SSH に関連して筑波大学所属の先生方と様々な意見交換を行った。

第 1 回 7/8、第 2 回 12/9、第 3 回 2/8

(附) 生徒の成果

平成 22 年度の生徒の活躍結果を以下に記す。

() 内は、出場時の学年を示す。

・イマジンカップ 2010

ソフトウェアデザイン部門日本大会優勝：

石村脩(高 2)、永野泰爾(高 2)、

関川柊(高 1)、金井仁弘(中 3)

*世界大会(ポーランド)に出場

・第 42 回国際化学オリンピック日本大会

銀メダル：片岡憲吾(高 3)

・第 9 回日本情報オリンピック

銀賞・情報処理学会若手奨励賞：原将己(高 1)

・科学地理オリンピック日本選手権 2010

金メダル：田口厚志(高 3)、田中雄大(高 2)

*国際地理オリンピック日本代表

銀メダル：相馬尚之(高 3)、松田洋樹(高 2)、
大和史明(高 1)

銅メダル：白鳥秀行(高 3)、美世一守(高 3)、
久米秀明(高 2)、岡本崇史(高 1)、
野村建斗(中 2)

・第 4 回アジア太平洋情報オリンピック

銀メダル：原将己(高 2)

・全国高校化学グランプリ 2010

銀賞：大石 遼(高 3)、河内谷耀一(高 3)、
西岡篤史(高 2)、加藤雄大(高 1)

銅賞：劉 靈輝(2-4)

・第 8 回国際地理オリンピック (台湾) 大会

銅メダル：田口厚志(高 3)

・第 22 回国際情報オリンピック(カナダ)大会

金メダル：原 将己(高 2)

・第 16 回スーパーコンピュータコンテスト 2010

優勝：河合眞一朗(高 2)、吉里 陸(高 2)、

原 将己(高 2)

・物理チャレンジ 2010

銀賞：小松原航(高 2) *日本代表候補

銅賞：河内谷耀一(高 3)

優良賞：西岡篤史(高 2)、吉田健祐(高 2)

・日本生物学オリンピック「生物チャレンジ 2010 つくば大会」

金賞：久米秀明(高 2) *茨城県知事賞

松田洋樹(高 2) *筑波大学長賞

銀賞：坂倉光祐(高 3)

*つくば科学万博記念財団理事長賞

銅賞：風早智孔(高 2)、柴原礼良(高 2)、

周 翔宇(高 3)、谷川 洋介(高 2)

敢闘賞：杉山太一(高 2)、依田 和樹(高 1)

※下線は国際大会(台湾)日本代表候補

・第 20 回「私たちの身の回りの環境地図作品展」

日本国際地図学会会長賞：杉本悠太郎(中 1)

国土地理協会会長賞：中本圭(中 1)

日本地理センター理事長賞：松田賢尚(中 1)

IGU-LUCC 議長賞：乾直人(中 1)

旭川市博物科学館長賞：山岡洸平(中 1)

地理教育研究会理事長賞：岩本萌(中 2)

・第 54 回日本学生科学賞

入選 3 等：石田秀(中 3)

・第 10 回日本情報オリンピック本選

銀賞：原将己(高 2)

優秀賞：風早智孔(高 2)、吉里陸(高 2)

*国際情報オリンピック日本代表候補

(文責：研究部 篠塚明彦)

Ⅱ. 研究開発の実施内容

(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

a. 目黒区立駒場小学校サマースクール

1. 仮説

生徒のサイエンスコミュニケーション能力を育成するためには、受け身になりがちな教師主導の授業から、生徒どうしの「教え合い、学び合い」を主体にした取り組みに切り替える方が有効となり得る。これを仮説とした実際の取り組みとして、2007年度から生徒が小学校に出向き、指導者として小学生に授業(実験・実技・作業を含む)を実施する企画を続けている。

2. 概要

近隣の目黒区立駒場小学校では、夏休み期間である7月末の午後に、体験的な活動を楽しむ「サマースクール」を実施している。本校からは、2007年度より生徒が講師を務める、いわゆる「出前授業」の形で参加している。今年度を実施した「出前授業」は、下記の3講座である。

(1)「レッツ囲碁」

実施日：2010年7月21日 13:05～14:53

場所：駒場小学校・ランチルーム

参加者：駒場小学校の小学生21名と保護者2名・駒場小の先生1名。

本校からは、中高駒場棋院の生徒11名(高校生6名・中学生5名)、顧問2名、副校長。

(2)「こまば あんぜん ファン フェア」

実施日：2010年7月22日 13:02～15:08

場所：本校50周年会館

参加者：駒場小学校の小学生20名と保護者、小学校の引率教諭。

本校からは、本校中学演劇部5名と平田教員、外部講師3名。

(3)「身近な色を調べてみよう」

実施日：2010年7月26日 13:00～17:00

場所：駒場小学校・理科実験室

参加者：駒場小学校の小学生15名

本校からは、化学部8名(高校生2名、中学生3名)、化学部顧問2名

3. 活動内容

3.1 レッツ囲碁

参加者に対して、最初に本校駒場棋院顧問の小澤教諭からの挨拶があり、続いて本校生徒の代表として高2の真貝君が簡単な挨拶をした。

まず、参加した小学生(対象は3年～6年)に、これまでどの程度囲碁をやったことがあるか、それぞれの経験を聞いてから、経験者と未経験者の2つにクラス分けをした。対戦中に本校生徒が声かけしやすいように、小学生の胸に名前を書いたガムテープを貼ってもらっていた。



真貝君から囲碁のルールについてほんの少し説明があった後、小学生らはいくつかのテーブルに割り振られた。基本的に、本校生徒1人に対して小学生1人または2人の体制で対局指導が行われた。できるだけ多くの関わりを持たせるため、途中で入れ替わって、別の小学生とも対局した。

本校生徒は、実際に対局しながら小学生にルールを説明していた。初心者には、打つ手筋や打ち方(石の置き方)をいくつかやって示した後、対局していた。ただし、わかりやすいように、対局に使う碁盤は、正式の19×19の升目のものでなく、紙に印刷された9×9の升目のものとした。

対局の仕方は、本校生徒(高校生)1名と小学生2名の場合では、レベルに応じて以下の2通りで行った。

① 1人ずつ交互に教えながら対局する

② 同時に2人対局する。



ある程度指導が行われた後、本校生徒から小学生に、陣地をキーワードに、勝ちと負けの基準や終わり方を説明し、どう打つのがベストか、考え方や打ち方から手筋について解説していた。

本校生徒(中学生)1人と小学生1人の場合では、年齢が近いせいか、割に上手に教えていた。

最後の方では、さらに小学生同士を対局させて、本校生徒が横からアドバイスを与えていた。



また、保護者の1人は結構囲碁が出来る様子で、ときおり小学生にコメントしていた。

顧問の小澤先生は、1対1で実力ある小学生を直接指導していた。どうやら、昨年も参加した生徒のようである。

対局の様子を見ていると、本校生徒は教えながら楽しんでいるのがよく分かる。やはり、教えることで学ぶことがたくさんあるのだろう。小学生は、やり方が分かり始めると積極的になってきた。飲み込みが早いのは驚かされた。そして、負けるのがやさしいので、最後は高校生に2人がかりで挑戦していたテーブルもあった。

最後に、小学生から本校生徒へ、「ありがとうございました!!」とお礼の挨拶があった。終了後

に、参加した小学生や保護者に、今回の感想を求めた。

3.2 「こまば あんぜん ファン フェア」

開始とともに声をかけて、小学生をみんな座らせた後、本校演劇部生徒が起立し、自己紹介(中2・中1)を行った。続いて、外部講師3名の自己紹介があり、最後に本校平田教員より挨拶があった。「これから安全に気をつけてもらいたいためのゲームを行う」ことを小学生に伝えた。

駒場小学校の生徒は、保護者の手で、胸に3色(赤・青・黄)のガムテープを貼っていた。

一通り挨拶が終わって、全員が起立し、ゲームが開始された。まずみんなで集まるゲームをした。

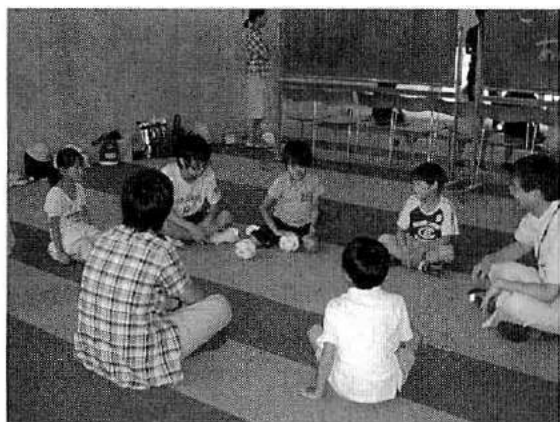
最初の質問：みんなの誕生日は？一人一人の誕生日を聞き、「同じ誕生日の月の人で集まってグループを作る」ことになった。1月～12月のグループができ、集まったら座らせた。

次の質問：自分の名前は？一人一人自分の名前を言い、「名前が同じ文字数の人でグループを作る」集まり方をした。

最後に、「胸に貼ったガムテープの色(3色：赤・青・黄)から、3人違った色の人で集まる」集まり方をした。同じように、「同じ色で4人集まる」、「同じ色の全員で集まる」集まり方も示した。これ以降、色ごとに別々の場所で別々のゲームを15分ずつ行うことになった。1つ終わったら、別の場所へ移動してゲームを行うようにした。(ゲームは全部で4つ)それぞれのゲームは安全についての「こつ」が入ったゲームで、1つ1つのゲームは、本校演劇部の生徒が教えて楽しませるようにした。

(1)場所：会議室1～小学生は大きな輪になって座り、ゲームの内容を聞いた。

①爆弾ゲーム：目の合った人にボールを転がして渡す。(ボールは二つ使った。)



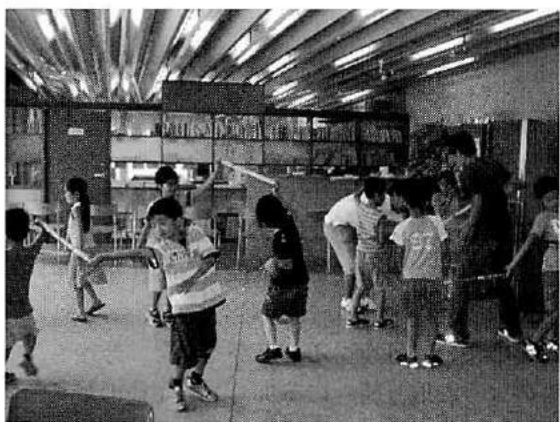
②ティッシュ落としゲーム：鬼は輪の外側を歩いて回って、誰かの後ろにティッシュを落とす。後ろのティッシュを見付けたら鬼になって、歩いて前の鬼を追いかけて、追いつけなかったらまた誰かの後ろにティッシュを置く。

(2)場所：会議室2～小学生は、一列に並べられた椅子に座り、3つのグループに分けられた。ジェスチャーゲーム(身振りや手振りで行っているかを当てるゲーム)をした。

3つの班はそれぞれ役割があり、ジェスチャーをする班、椅子に座ってジェスチャーを当てる班、ジェスチャーをしている班と椅子に座っている班の間で、邪魔をして分からないようにさせる班である。各グループとも順に役割を交代してゲームをした。

(3)場所：ロビー～まずみんな床に座り2種類のゲームの説明を受けた。

①2人で協力して、新聞紙を丸めて作った長い棒の両端を、人差し指の指先で支えて床からゆっくり持ち上げ、回したり跨いだり、いろいろな動きをしてから、再び床にゆっくり置く。

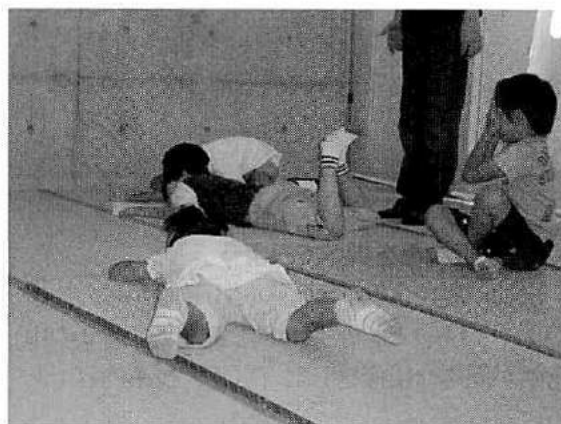


②決められた鬼(本校生徒または講師)が、み

んなには分からない誰か2人を捕まえようとするので、その誰かをガードするために、行く手をふさいだり歩き回ったりして、鬼の邪魔をする。(ただし走ってはいけない)

(4)場所：和室～小学生は皆うつ伏せに寝転がり、静かにして、目をつぶらされた。

①30秒間に聞こえた音の数を数え、自分が数えた音の数を答えた。次に、一番高い音、一番低い音、一番気になった音について質問があり、それに答えた。



②小学生に鉛筆と紙を配った。目を閉じて、1分間に聞こえたいろいろな音の中で、覚えている音を渡された紙に書いた。(例)セミの声、自転車のベルの音など

最後に全体会を行うために会議室に集合した。床に座った小学生に、「楽しかった人？」という質問に対し、みんな手を上げた。

交通安全の観点から、それぞれのゲームの意味について答え合わせをした。本校生徒が答えを書いた紙を持っていて、小学生が質問に答えられたら、丸めた紙を開いて答えを見せた。

① 爆弾ゲーム(ボールころがし)・ティッシュ落とし…「よく見る」ためのゲーム～前をよく見る・後ろや横を見る

② 畳の部屋での音のゲーム…「よく聞く」ためのゲーム～自動車のクラクションや自転車のベルなど

～ここまでは「安全」について～

③ 棒を使ったゲーム・捕まえる鬼のゲーム…「逃げる・つかまらない」ためのゲーム

*丸めた細長い新聞紙の長さは、捕まえることが出来ない距離であることを学ばせた。

④ ジェスチャーゲーム…「伝える」ためのゲ

ーム

＊周りの人に危険(起こったことや危なかったこと)を伝える。もし声や身振りで伝えられなかったら、「防犯ブザー」を鳴らすことを学ばせた。



3.3 身近な色を調べてみよう

最初に本校化学部顧問の梶山教諭からの挨拶があり、続いて本校生徒の代表として高2の山下君が簡単な挨拶をした。以下、授業内容である。

授業内容 (生徒作成のテキストより抜粋)

① 色を「かえる」

実験1：紫キャベツ液で水溶液が酸性か中性かアルカリ性かを調べる。

内 容：凍らせておいた紫キャベツを水に浸して紫キャベツ液を作り、うすい塩酸やうすい水酸化ナトリウム水溶液を紫キャベツ液に加えて色の変化を調べた。身近な水溶液の性質を予想し、紫キャベツ液に加えて色の変化を観察した。

実験2：試験管の中に酸性～アルカリ性の色のグラデーションを作る。

内 容：試験管に紫キャベツ液を取り、炭酸ナトリウムと塩酸を加えて、酸性～アルカリ性の色のグラデーションを作った。

実験3：紫キャベツ入りの焼きそばを作る

内 容：焼きそばと紫キャベツをフライパンで炒めると焼きそばが緑色になった。アルカリ性のかん水が含まれるためである。この焼きそばに、酢を加えると赤い焼きそばになった。

② 色を「わける」

実験1：インクで模様を作る

内 容：丸い紙に水性ペンで絵を描き、スポイトで水をたらしてにじませ、さまざまな模様を作ってみた。

実験2：水性ペンのインクの秘密

内 容：短冊形のろ紙の端に水性ペンで点を打ち、その点が直接浸らないように端を水に浸し、インクの広がり方を見た。水性ペンの色は、何種類かのインクを混ぜて作られていることを調べた。

実験3：葉の汁に含まれる色素を調べる

内 容：葉をすりつぶした汁をTLC (薄層クロマトグラフィー) でわけた。クロロフィルやカロテンなどが含まれることを調べた。

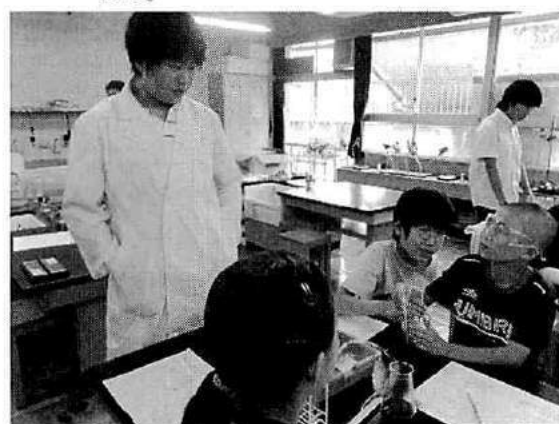
③ 色を「つくる」

実験1：液晶をつくる

内 容：HPC (ヒドロキシプロピルセルロース) 1.0 g をサンプル管に取り、つくりたい色に応じた量の水を加え、ガラス棒でよく練った。

実験2：圧力や温度による液晶の変化

内 容：ポリ袋に入れた液晶を、指で押したり、湯や氷水に浸したりして、変化を観察した。



本校生徒たちは、小学生が相手であることを意識して、簡単な例を挙げて説明をしようとしていたようである。その結果として、小学生からは「わかりやすかった」「来年も来てください」などのよい評価を得ることができた。今後も、このような取り組みに参加して、生徒のコミュニケーション能力の向上に努めていきたい。

b. 大子町各小学校での特別授業

1. 仮説

生徒のサイエンスコミュニケーション能力育成のためには、受け身になりがちだった授業を、生徒どうしの「教えあい、学びあい」主体に切り替えることが有効ではないか。この仮説に基づき、2007年度から生徒が指導者として、小学生向けに授業を実施する試みを行ってきた。今回の大子町立小学校で実施した理科実験教室のテーマ「身近な色を調べてみよう」は、過去に一度ほぼ同様の内容で実施してきたので、前回に比べ指導する生徒のコミュニケーション能力の向上が確認できるはずである。

2. 概要

昨年度に引き続き、筑波大学と大子町（茨城県久慈郡）の連携・協力プロジェクトの一環として、本校化学部生徒および筑波大学大学院教育学研究科院生による理科実験教室を11月4日に、大子町立小学校3校で実施した。大子町立小学校7校のうち、昨年度は4校で実験教室を実施したため、今年度は昨年度未実施の3校（だいご小、依上小、袋田小）での実施となったが、このうちだいご小は児童数が多いので、5・6年それぞれ学年別に2講座を開講することになった。そのため、同一時間帯に他の1校も含め計3講座を実施する必要が生じ、本校生徒が1講座を、筑波大学院生が2講座を、それぞれ担当した。

開催日については、昨年同様11月上旬の本校文化祭直後の代休日を充てたが、生徒は文化祭での発表に全力を出しつくしているため、実験教室の準備に十分な時間を確保することができないことがわかっていった。そのため、大子町とも相談の上、これまで目黒区立駒場小学校サマースクールで実施したテーマである「身近な色を調べてみよう」を、今回の授業でも取り上げることにした。授業を担当した本校化学部生徒は7名（高1：4名、高2：3名）、筑波大学大学院教育学研究科院生12名で、筑波大学学校教育局教授1名と本校化学科教員2名が引率した。なお、筑波大学院生の実験講座も同一テーマで実施したが、その詳細については省略する。

3. 活動内容

(1) 授業内容（生徒作成のテキストより抜粋）

① 色を「かえる」

実験1：紫キャベツ液で水溶液が酸性か中性かアルカリ性かを調べる

内容：冷凍紫キャベツを水に浸して紫キャベツ液を作る。塩酸や水酸化ナトリウム水溶液を紫キャベツ液に加えて色の変化を調べる。身近な水溶液の性質を予想した後、紫キャベツ液に加えて色変化を観察する。

実験2：試験管の中に酸性～アルカリ性の色のグラデーションを作る。

内容：試験管に紫キャベツ液を取り、炭酸ナトリウムと塩酸を加えて、酸性～アルカリ性の色のグラデーションを作る。

実験3：紫キャベツ入りの焼きそばを作る

内容：焼きそばと紫キャベツをフライパンで炒めるうちに焼きそばは緑色になる。アルカリ性のかん水が含まれるためである。

② 色を「わかる」

実験1：インクで模様を作る

内容：丸い紙に水性ペンで絵を描き、水をたらしてにじませ様々な模様を作ってみる。

実験2：水性ペンのインクの秘密

内容：短冊形のろ紙の端に水性ペンで点を打ちその点が直接浸らないように端を水に浸し、インクの広がり方を見る。水性ペンの色は、何種類かのインクを混ぜて作られていることが分かる。

実験3：葉の汁に含まれる色素を調べる

内容：葉をすりつぶした汁をTLC（薄層クロマトグラフィー）でわかる。クロロフィルやカロテンなどが含まれることが分かる。

③ 色を「つくる」

実験1：液晶をつくる（お土産）

内容：HPC（ヒドロキシプロピルセルロース）1.0gをサンプル管に取り、つくりたい色に応じた量の水を加え、ガラス棒でよく練る。

実験2：圧力や温度による液晶の変化

内容：ポリ袋に入れた液晶を指で押したり、湯や氷水に浸したりして、変化を観察する。

(2) 当日の授業のようす

前日の夕刻までに大子町に入って宿泊し、早朝より大子町立だいご小学校へ向かった。

① 11月4日午前 参加児童：5年生 30名

時程：8:35～9:20（実験準備）

9:25～12:00（実験教室）

12:05～13:40（給食・交流・実験準備）

実験は、大きく3つの内容に分かれているため、3人の生徒がそれぞれ主任講師を務め、実験の説明と解説をおこなった。他の生徒は各実験机につき、およそ4名の児童に高校生の講師1名が指導する形で進行した。実験時間は約2時間の予定だったが、講師の不慣れもあり、1時間近く延長してしまった。しかし、学級担任の先生のご配慮で、最後まで実施することができた。葉の汁に含まれる色素を調べる実験では、葉の採集が間に合わなかったため、理科室内プランターのブルーサルビアの葉を利用したところ、クロロフィル・カロテンなど4種の色素がはっきりと分離確認できた。

終了後生徒は、片付けもそこそこに、各教室に分かれて各学年の児童とともに給食を食べ、昼休みには実験教室をおこなった5年生と鬼ごっこに興じていた。



液晶を練りながら緑の焼きそばを観察

② 11月4日午後 参加児童：6年生 29名

時程：13:45～15:20（実験教室）

15:20～16:30（片付け）

午前とほぼ同内容の実験を行ったが、実験手順の見直しや操作・説明の一部省略などにより、ほぼ2時間ですべての内容を実施することができた。また、児童も6年生ということもあって、手際良く実験が進められた。

4. 検証

「身近な色」について小学生に教えるのは、

化学部としては2回目であるが、生徒の半数が前回と入れ替わっていたので、実験の段取りが悪かったり、児童への指導が十分でなかった場面が見られた。このことは、事前の実験器具・薬品の準備の大部分を、本校文化祭の後片付けとの関係から教員が行ってしまったため、主体的な活動意識に欠ける生徒がいたことも関係している。

一方、全般的な実験の進行や薬品の取り扱い、児童との接し方、黒板での説明などは落ち着いており、おおむね合格点を与えられた。特に、「色を分ける」で、クロマトグラフィーのしくみを小学生に説明する部分は、難しい内容を大変わかりやすく説明していた。

大子町の小学生は、素直で行儀がよく、指導側はだいぶ助けられた。一方、昨年に比べ、児童からの積極的な質問は少なく残念であった。時間設定については、昨年の2日間実施に比べゆとりがなく、準備・片付けの時間が不足気味であった。給食や昼休みの児童との鬼ごっこは、高校生と児童が打ち解けるのに十分な役割を果たした。

<児童の感想より>

「…。インクの色については、Yさんが分かりやすく教えてくださったので、とても理解ができました。…」

「…。最初は、理科が嫌いでした。でも、今日の授業で理科が大好きになりました。…。これからも理科をがんばって、ノーベル賞を取りたいです。」

「…。特に楽しかったのは液晶作りです。作っている最中は「色が出てこない」と心配でしたが、今はうすいけれど青紫色になってきました。見るたびにうれしくて「キレイだな」と思っています。…」

以上のように、今回は筑波大学と大子町の連携事業により、同一生徒がほぼ同じ内容について（過去1回を含め）計3回小学生に教える機会を得た。その間の生徒の説明や実験指導（コミュニケーション）能力の向上は、自他共に実感できるものがあつた。今後も、このような機会を積極的に作り、サイエンスコミュニケーション能力の育成をはかりたい。

（文責：教育実践プロジェクト 梶山正明）

c. テーマ研究生徒発表会

1. これまでの経緯と発表会の目的

本校では高校3年生の総合的な学習の時間を活用して「テーマ研究」に取り組んでいる。大学における卒論をイメージしてもらおうとよい。生徒各自がテーマを設定し、担当教員を選び、教員の指導の下で研究を行い、最終的には論文にまとめるというものである。

このような生徒の研究の成果を発表する場を設定するため、本校の研究部主催で「テーマ研究生徒発表会」が平成19年度に開始された。翌年の平成20年度より、本校のプロジェクトと学年に主催者が引き継がれ、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ろうとする有志の生徒団体である「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4回目にあたる。

SSH開発研究としての意図は初年次より一貫しており、今回の研究開発の眼目である「サイエンス・コミュニケーション能力の育成」を目指している。発表を担当する生徒には、発表会までの準備や当日のプレゼンテーション、あるいは事後のリフレクションを通じて、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

以下に、準備段階と当日に分けて、概要を示したい。

(1) 準備期間

本年度は高校3年生のサイエンス・コミッティー参加者が多かったため、一連の運営は彼らが主体となって行い、教員はサポート役に回った。したがって、ここではサイエンス・コミッティー生徒の活動を中心に、当日までの流れを紹介したい。

本年度は、初年次からの課題である「幅広い分野から発表者を募る」ということを第一目標とした。例年、発表希望のアンケートなどを用いてい

るが、特定の分野の発表に偏り、バランスの取れたプログラムがうまく組めなかった。そこでまず、担当の教員からそれぞれ数人ずつ発表者候補を推薦してもらうなどして情報を集めながら、分野ごとに発表候補者を選定した。その上で候補者と交渉を行った。その結果、別掲の通り、中等教育での教科に対応させると9分野に渡る発表者を集めることができた。

分野別の発表人数

分野	口頭	ポスター
国 語	1	1
数 学	2	2
理 科	1	3
地 歴	1	
公 民	1	2
体 育	1	
芸 術	1	1
外国語	1	
心理学	1	

※心理学は筑波大学人間総合科学研究科熊谷教授が担当

これまでの発表会後のアンケートなどの反省をもとにして、発表者に対するサイエンス・コミュニケーションへの意識づけも事前の打合せを通じて行われた。準備の発表者には、2回の打合せに参加してもらっている。1回目は6月25日に行われた。サイエンス・コミッティーから発表会の主旨や例年の参加者の様子、パワーポイントを用いた口頭発表・ポスターセッションの発表方法や使用器材、資料の形式や提出方法などが伝えられた。その際、分かりやすい発表の心構えや見やすい資料をつくる方法などにも触れているのが特徴である。2回目は発表会を10日後に控えた7月6日に行われた。発表順・時間帯の告知や、当日発表者が使用したい器材の調査などが行われた。

前日の準備は、パワーポイントの縮刷やポスターや資料の印刷、口頭発表会場設営、ポスターセッション会場設営など多岐に渡った。

(2) 当日の様子

発表会は平成22年7月15日(水)13時10分から16時30分まで行われた。前半の1時間は口頭発表、中間45分は隣の会場に移りポスターセッション、後半の1時間はまた口頭発表と

いうプログラムである。この当日のプログラムを付した案内は、JSTを通じて本校外にも配布されている。また、本校生徒向けにも研究部から配布されている。

参加者数は本校教員を除いて94名と盛況であった。SSH中間報告事業も兼ねた昨年とは異なり、校外からの参加者は本校OB・保護者が中心となったが、それでも32名の方に来校していただいた。本校生徒からは62名の参加があった。



運営の全てをサイエンス・コミッティが担う
写真は受付の様子

口頭発表者は全てパワーポイントを用いることとした。普段の授業だけでなく、文化祭や校外学習の報告、SSHの発表など、生徒がパワーポイントに触れる機会は年々増えているようで、そのためか使用に抵抗感はなかったようである。発表そのものも概ね順調に進んだ。

コミッティが事前に行ったサイエンス・コミュニケーションへの意識付けをしっかりと受け止めた発表が少なくなかったのは評価されるべき点である。研究内容だけでなく、その研究の方法について説明する時間をしっかりと取る発表が目立った。また、数学の行列の説明とジャグリングの実演を組み合わせるなど、研究と現実との接点をつくるパフォーマンスを工夫する者もあった。ポスターセッションでも、発表者が説明を補ったり質問を受けたりするだけでなく、ホワイトボードを使用して数式を説明したり、冊子を作って配布したりと個々に分かりやすくするための工夫が見られた。

一方で、十分なパフォーマンスが発揮できなかった発表もあった。発表のための準備が足りずに内容が絞り切れていないため、発表時間が長くな

った者もあった。質疑の時間が少なくなり、その場の議論が深まらなかったのは残念である。また、時間内に無理に内容を詰め込もうとするあまり、説明が早口になる者もあった。



数学の口頭発表の様子

3. 次年度以降の課題

ここでは、事後に行われたアンケートを参照しながら、課題をまとめておきたい。

(1) 次年度の発表者の効果的な育成

参加した在校生の満足度は高く、事後のアンケートでも「内容がとても高度だった。難しかったが、発表はとてもわかりやすく、とてもすごいと思った」「それぞれの発表でどのように研究していたのかよくわかって面白かった」など、内容面でも発表の仕方の面でも触発されるところが多いようである。

しかし、62名の参加者のうち、来年度の発表会を担う高校2年生の参加が12名と少なかった。プレゼンテーションの意識を高め、工夫を凝らすためには、本人の発表の経験の多寡とともに、前年度の発表会でのプレゼンテーションを知っているかどうかも鍵になることと思う。本年度の発表者も事後のアンケートで、次のような回答を寄せている。

「ポスターセッションという形式が筑駒でどうなるかさっぱりイメージできず、結局何をどのレベルで作れば良かったのか全く不明であった。」(発表会の準備で苦労したことは何かという質問に対して)

「以前の発表の様子を知れると便利。」「去年の知識がほしい。」(発表会の改善点は何かという質問に対して)

今後は高校2年生を対象を絞った形でのアナウンスも行い、参加を促していきたい。

ただし、高校3年生から高校2年生への引き継ぎを強化するためには、参加数を増やすだけでは不足であろう。発表経験のあるOBに講習を依頼したり、また、映像記録を活用したりという方向も模索したい。これらを併せて実現できれば、当日の様子の中でも述べたような、発表者によるパフォーマンスのばらつきがなくなり、全体の質の向上が期待できる。

(2) プレゼンテーション能力向上の検証方法

サイエンス・コミュニケーション能力の育成を目標に掲げた発表会は、以下に紹介するように、プレゼンテーションに対する発表者の「意識」を向上させているのは明らかである。

「F君のもの。聞き手側のことを第一に考えた発表に好感」「M君。現学と数学を結びつけるのは興味深い」「視点アプローチの仕方。喋りの技術」（他の人の発表は参考になったかという質問に対して）

「用語の説明。分かりやすさが足りなかった。」「もうちょっと分かりやすくすればよかった。」「人に伝える気が無かった。」（自分の発表の反省点・改善点は何かという質問に対して）

その一方で、発表会が卒業を控えた時期という制約があり、その後に発表する機会を得た者は少なく、プレゼンテーションの「技術」自体が向上したかどうかを検証することが難しい。今後は、何からの検証方法を模索する必要がある。



理科（生物）のポスター発表の様子

以上の他にも、聴衆からの意見をうまく引き出

して、発表者の研究内容が深まるような場に会がなっているとはいえないことや、練習不足の発表があったことなど、今後クリアすべき課題は多い。しかし、発表会の年数を重ねることによって、先輩の発表を見た生徒の中から高いレベルのプレゼンテーションを行う生徒が確実に育って来ている。また、多様な分野の発表を集めることが出来たことなど今回ならではの成果もあった。

来年度は、テーマ研究発表会をSSH研究開発の一環として報告する最後の年となる。より多くの成果がこの場で報告できるよう努めたい。

（文責 校内プロジェクト2 東城徳幸）

d. SSH 生徒研究発表会

1. 仮説

本校では、高校3年次の全生徒を対象として「テーマ研究」（卒業研究）に取り組ませている。7月に研究の成果を校内で発表する機会「テーマ研究生徒発表会」を設けているが、来場者が本校生徒やその保護者、OB等だけになる傾向がある。より広く大勢の前で発表する場があれば、生徒のコミュニケーション能力育成に与える効果は大きいと期待される。そこで、文部科学省、科学技術振興機構主催で毎年行われる「SSH 生徒研究発表会」に今年度も優れた研究成果を挙げた生徒を本校代表として出場させることにした。

2. SSH 生徒研究発表会

期日：2010年8月3日（火）4日（水）

場所：パシフィコ横浜

本校の発表：今年度は事業4年次に相当するため、ポスター発表1件のみとされた。59期の植松真章君（高3）が「四面体の性質—チェバ・メネラウスの定理及び三角形の五心の四面体への拡張」を発表した。これは、平面図形における三角形の定理を、空間図形に発展させて考察したもので、さらに拡張し応用していくと、四面体の五心に関連していることを示し、その例として、四面体の傍接球の個数についてまとめたものである。また、関連した立体模型を製作し展示した。



＜本校ブース前に立つ、参加生徒たち＞

この研究は、参観者・助言者からも高い評価を得、ポスター発表賞を受賞した。

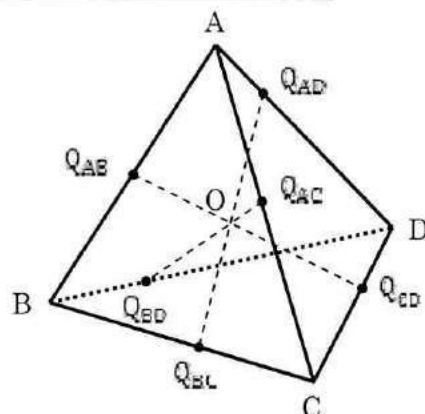
参加生徒たちは他校のポスター発表に対する質問にも熱心に取り組んでいる様子であった。

（要旨） チェバの定理の拡張

図のように点 Q_{AB} 、 Q_{AC} 、 Q_{AD} 、 Q_{BC} 、 Q_{CD} 、 Q_{BD} を、3直線 Q_{AD} Q_{CD} 、 Q_{AC} Q_{BD} 、 Q_{AD} Q_{BC} が一点 O で交わるようにとると、下の式が成り立つ。逆も成り立つ。

（メネラウスの定理の拡張の式と共通する）

$$\begin{aligned} \frac{AQ_{AD}}{Q_{AD}D} \times \frac{DQ_{CD}}{Q_{CD}C} \times \frac{CQ_{BC}}{Q_{BC}B} \times \frac{BQ_{AB}}{Q_{AB}A} &= 1 \\ \frac{AQ_{AD}}{Q_{AD}D} \times \frac{DQ_{BD}}{Q_{BD}B} \times \frac{BQ_{BC}}{Q_{BC}C} \times \frac{CQ_{AC}}{Q_{AC}A} &= 1 \\ \frac{AQ_{AB}}{Q_{AB}B} \times \frac{BQ_{BD}}{Q_{BD}D} \times \frac{DQ_{CD}}{Q_{CD}C} \times \frac{CQ_{AC}}{Q_{AC}A} &= 1 \end{aligned}$$



上の定理をさらに拡張し応用していくと、四面体の五心に関連し、例えば四面体の傍接球の個数については、次のことが成り立つ。四面体の4面の三角形の面積を a, b, c, d とし、さらに

$$a+b=c+d \cdots \textcircled{1}$$

$$a+c=b+d \cdots \textcircled{2}$$

$a+d=b+c \cdots \textcircled{3}$ とすると、①、②、③のうち、成立しているのが3個 \Rightarrow 傍接球は4つ

2個 \Rightarrow 傍接球は5つ

1個 \Rightarrow 傍接球は6つ

0個 \Rightarrow 傍接球は7つ

3. 検証

専門的な質問や積極的な質問を受ける機会が得られると同時に、同年代の他校高校生からの質問や指摘は発表者にとって大きな刺激となった。このような研究発表交流の機会は貴重なものだ。ポスター発表の件数が今年度1件に絞られてしまったのは残念である。当日は発表者以外にも高校2、3年からの参加があり、生徒たちの今後の研究が期待される。（文責：研究部・更科元子）

e. 立命館スーパーサイエンスフェア (RSSF2010)

1. 仮説

立命館スーパーサイエンスフェア (RSSF) は、今年で7回目になる、高校生による科学研究発表を中心とした国際的科学交流の場である。本校は2007、2008年と参加したが、昨年は日程の都合で参加できなかった。参加した年の検証によると、参加生徒の受けた刺激は大きく有意義な企画であるということで、今年度は是非参加し、本校生徒に発表の経験をさせたいと考えた。参加することで今年度も大きな刺激を受け視野が広がるだろうと期待した。

2. 概要

(1) RSSF2010 参加日程

2010年11月2日(火)～11月4日(木)

集合 11月2日(火) 6時50分

品川発のぞみ201号

解散 11月4日(木) 21時16分

品川着のぞみ254号

(2) 宿舎

立命館大学キャンパスエポック立命21

本校は生徒・引率とも和室の大部屋

(3) 公用語 英語

(4) 引率 更科元子(数学科)

平原麻子(英語科)

(5) 費用 交通費・宿泊費はJSTより

生徒は3日間の食費1万円程度を負担

(6) 参加者名簿

3-2	村上 裕亮
2-3	谷川 洋介
2-3	中塚 義道
2-3	柳 統也
2-3	久米 秀明
2-2	風早 智孔

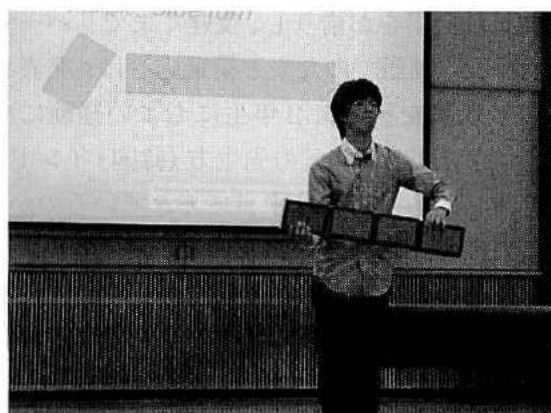


(7) 日程

2 (火)	開会式	各学校メンバーが立って挨拶のアピール
	記念講演	中塚君が質疑応答で発言
	バーベキュー	マレーシア、イランの教員と交流
	ScienceZone 講義	参観中、ハワイ大の先生と交流
	ポスター発表	本校は発表せず。これは出した方が良かった
	口頭発表準備	リハーサル、スライド訂正など
3 (水)	口頭発表	村上君大活躍。現地の速報にも写真掲載
	ScienceWorld、ScienceZone 作業	ロボット、バーチャル体験など各自さまざま
4 (木)	口頭発表、ScienceZone 作業、教員セッション	教員ランチ・セッションにて韓国・スリランカの先生と交流
	ScienceZone 発表	中塚君、柳君が壇上にて表彰の対象者に

(8) 本校からの発表

参加2日目に高校3年の村上裕亮君が、実演付きの発表“Matrixes express the movements of cigar box juggling”を行った。表面に文字 Ju / gg / le / rs と書いてある4つのシガーボックスを無作為に並べ、技を駆使して“Jugglers”へ戻すパフォーマンスを考える。無作為な状態については、6,144通りの配列がある。1つの技を1手として、では、これらをJugglersの完成状態に戻すのに、必要な最小手数は何手だろうかを考察した。



<実演付き口頭発表>

【Abstract】

Do you know “Cigar Box”? It's one of the juggling elements or the juggling equipments. Performers use only several boxes, usually 3 boxes, which do not have magnets or electrical devices. They perform some tricks acrobatically and they make people excited. I'm a juggler. I perform with a little unusual 4 boxes. On them, the letters, "Ju", "gg", "le" and "rs" are printed respectively. First these boxes are arranged at random. Then, I perform some tricks, such as "take out", "half turn", "revolve" etc. and rearrange them into "Jugglers".

These boxes can be arranged at random in 6,144 ways, but I found that if I did some tricks, all ways could be rearranged. To express the tricks, the 4 x 4 matrixes are used. One trick can be correspondent to one matrix. Therefore, the way of arrangement can be considered on a paper. It's very useful.

A juggling show always have the risk of failure. And whether people are excited or not often depends on what order these boxes are moved in. I believe the use of matrixes may make these problems simple and solve them and improve my performance. In the presentation, I'm going to perform them and introduce the relation between the tricks and the matrixes and the possibility of the use of the matrixes

発表前日は会場をお借りし、夜遅くまでリハーサルを行った。英語での発表と質疑応答は、発表者および補助員を務めた2年生にもよい経験になった。本番では指導助言の先生方（韓国・インド・アメリカ）から「行列はすべてできているのか」などの質問やご指導をいただいた。ジャグリングの実演があったため、注目されやすく印象に残るものになり、現地の速報には彼の発表写真が掲載された。

（発表者の感想）

文化祭直後ということであまり事前に手直しする時間がなく、ほとんど前日になっての準備で、かなり大変で申し訳なかったです。特に洋介くんには、前日になってパワーポイントをかなり手直ししてしまって、夜遅くまで付き合わせてしまったので申し訳ないと思っています。7月の学校でのテーマ研究発表会をやっておいたのである程度の骨組みがあったのが救いでしょう。もし休みがないような班の高3となると、苦しくなっちゃうので早めにプレゼンをかなり仕上げておくよう、前もって声をかけてあげると来年以降は親切でしょう。特に僕の発表は普通の発表とは異色であることは間違いないでしょう。マイクですら持てなくてピンマイクにしてもらっているわけですから、原稿を持ちたくても持てないというような事情もあり、おまけに、技が成功するかどうかによってプレゼンの展開が変わってくる、という何とも流動的なプレゼンでしたが、これはこれでもものすごく勉強になりました。文化祭などで披露するジャグリングのパフォーマンスとほとんど似たような雰囲気に関心を持ってもらっていて、お客さんみんなに拍手していただけたというのは大きな自信です。簡単な単語ばかりで、聞きやすい内容だったと思いますし、聞いている全ての人々が舞台を見てくれたその視線は今でも忘れられません。プレゼンとしても、前日のおかげで自分でもかなり分かりやすくなったように思いますし、とっさの英語でのフォローも多少言えたので、かなり満足しています。コメンテーターの先生方のコメントに対して、うまく答えられなかったのは残念でしたが、その後その先生方と直接お話しする機会が幸運にもありましたので、その時に挽回できたのでほっとしています。3日目のプレゼンは、ずっとPhysicsの分科会にいましたが、どのプレゼンがレベルの高い内容なのか、ということは置いておくにしても、もっとプレゼンが上手な学校があってもおかしくはないな、と思いました。やっぱり、原稿を全部読み上げるだけとか、スライドが見づらいとか、はどの国でも共通して難しい問題なのでしょう。その点は、今後“真面目な”プレゼンをするときに心がけたいな、と思っています。

(9) サイエンスゾーン

サイエンスゾーン (Z) は、各テーマに分かれて国・学校の枠を超えてチームを編成して課題に取り組むもので、本校生徒は次の3つのゾーンに参加した。

MURAKAMI	Z-5	LETry Robots
TANIGAWA	Z-5	LETry Robots
NAKATSUKA	Z-5	LETry Robots
YANAGI	Z-3	ScaleModelTest
KUME	Z-4	Medical Imaging
KAZAHAYA	Z-4	Medical Imaging

(生徒の感想より)

Olive 先生の Robot の講座を受講しました。内容としてはとても簡単で、ほとんど中学の技術科で習った事ばかりでしたが、英語での説明や、先生の持つ明るい雰囲気を楽しめただけで十分価値はあったと思います。今後、英語での講義を聞くことは多数想定されますので、こういう場で英語の授業を受けられたのはすごくいい勉強になりました。チームで作業できたのも意味としては大きかったです。僕のチームはとても会話が盛り上がっていたわけではありませんが、いずれにしても会話は生じ、結果的に英語を使わざるを得ない場面が多々あったのが良かったです。

(10) サイエンスワールド

サイエンスワールド (W) は7つの講座があった。本校生徒は以下の4つの講座を受講した。

MURAKAMI	W-4
TANIGAWA	W-4
NAKATSUKA	W-3
YANAGI	W-2
KUME	W-7
KAZAHAYA	W-7

W-2

What are the Dark Matters and Dark Energy?

W-3 Can Robots Be Social?

W-4 HapticCollaborativeVirtualEnvironment
with Ultra-realistic communication
Technologies

W-7 Be a Science Communicator!

(生徒の感想より)

・60分講義形式+30分の研究室訪問でした。面白かったけど、研究の具体的内容まで踏み込んだ説

明をするには90分では短いかもしれません。中3の筑波大訪問ぐらいの時間と内容があると良いと思いますが、少人数化には協力して下さる立命館大の先生の都合が合わないかもしれないので難しいところです。

・Haptic design の講座を受講しました。前半は講義で、後半は Rab. に移動して実際にバーチャル空間のものがあたかもあるように仕向ける機械を触らせてもらえました。講義の内容はとても分かりやすく、流暢な英語でおしゃべりになられた田中先生ですが、実はすごいことをさらっとおっしゃっていて、僕と洋介くんとで驚嘆してました。Rab. に移動して、実際に触てみると、かなりまだまだというところを感じましたが、近い未来には機械も安価になり、より本物に近い手触りなどが再現できそうでした。

3. 検証

参加生徒に来年へのアドバイス・感想を聞いた。

- ・積極性が大事だと思います。
- ・あとは楽しめばよいのではないのでしょうか。
- ・英語に関してはできないならできないで何とか頑張ってしまおうので。高1ぐらいでもその気があれば思い切って参加してしまうのが良いかと思います。
- ・高3で参加するのも、成績的にあまり不安でなければおすすめです。純粋に楽しいですし、大学へ入ってやってみたいことがすごく増える。なかなか大きな刺激を受けることができたので。
- ・15分の発表は高2以下は苦しいと思いますが、ポスターセッションぐらいなら、今回の様子を見る限りでは時間もそんなに長くないですし、研究が進んでいれば出せるかと思います。
- ・単語も重要！！
- ・カルチャーショックを受けられて良い。
- ・パパ抜きは世界中の人に分かるゲームだと思った。

文化祭片づけ翌日から2泊の参加だったので、その後に行われた IndustrialTour や文化交流には参加できなかったものの、参加者は全員非常に刺激を受けたようで、帰りの新幹線の中でも興奮さめやらずといった感じであった。英語が得意でない生徒も、世界中から集まった科学好きな高校生と知り合い、視野が広がった。このような素晴らしいフェアに参加させていただき、企画して下さい立命館高校の先生方、お世話係などしてくれた生徒さんには感謝の気持ちで一杯です。ありがとうございました。(文責：研究部・更科元子)

f. SSH 全国コンソーシアム数学研究会

1. 仮説

「SSH 全国コンソーシアム（数学研究会）」は、コア SSH「全国的な規模での共同研究（コンソーシアム型）」の指定を受けている明治学園中学高等学校が主催する研究会である。この研究会は、全国 SSH 指定校の数学を研究している生徒が集まり、互いの交流によって研究が深め、さらに共同研究に発展することを目的としている。そこで、高校2年生の総合的な学習の時間「ゼミナール」で数学を選択している者から参加者を募り、より数学に興味をもち研究が進むことを期待して、2回の開催に生徒3名を参加させた。

2. 方法・内容

日時：第1回 8月10日 9:30～15:00

第2回 12月12日 9:30～15:00

会場：福岡県立小倉高等学校百周年記念明陵会館

参加数：第1回 生徒63名、教員44名

第2回 生徒45名、教員25名

レポート発表数：第1回 20本

第2回 15本

内容：講演、ポスター発表、口頭発表

口頭発表は、「フィボナッチ数列、パズル」「和算、方程式、ピックの定理」「自由研究」の3つのテーマの分科会に分かれ行われた。

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。

第1回参加生徒の研究発表

「絶対値陰関数が表す図形 ～多角形を1つの式で表す～」(3年 大石 遼(前年度数学ゼミ選択))

まず、次の2つの式について考える。

(1) $|x|+|y|=1$

(2) $y=|y|$

この2つの式が表す図形は何だろうか。

(1)の式は有名な正方形を表す式である。

(2)の式はどうだろうか。

実は、この式は等式であるにもかかわらず、領域 $y \geq 0$ が表せてしまうのである。

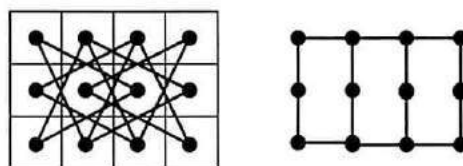
このように、絶対値を使った方程式でいろいろな図形を表してみようと考えた。

第2回参加生徒の研究発表

「騎士周遊問題を解く」(2年 劉 霊輝)

問題. $n \times m$ のマス目の上の1つから出発し、タテヨコに $(\pm 1, \pm 2)$ または $(\pm 2, \pm 1)$ 移動することができる。全てのマス目をちょうど1度ずつ通るような経路が存在する (n, m) の組を全て求めよ。

この問題を考えるときにそのままでは考えにくいので、全てのマス目とマス目を結ぶ線をできる限り簡単にしたグラフを書いて考える。例えば、下図のような $(3, 4)$ のマス目だと、そのままでは左のようにこんがらがっているが、整理すると右のようになる。



また、この問題は結局はハミルトン閉路問題に帰着されるため、解くのに不可能とされている。そこで、この問題を小さい (n, m) について調べて、それを上手く張り合わせるという方法で大きい (n, m) について考えるという方法をとる。

3. 検証

参加者は、他校の発表から良い刺激を受け、また、発表者は、いずれも大勢の前で口頭発表することが初めてで、とても緊張したようである。しかし、良い経験をつみ自信もついたようで、発表者は、その後も他の研究会で発表している。このように、この研究会は、他校の生徒と交流し影響を受けるととても良い機会であった。今後も参加して生徒に良い変化が起きることを期待したい。



(文責：数学科 町田多加志 三井田裕樹)

g. 東京都指定校合同発表会

1. 仮説

一昨年は都庁、昨年は都立科学技術高校で行われたが、今年は早稲田大学理工学術院で開催された。生徒のサイエンスコミュニケーション能力育成に、研究発表会の機会は多いほど良い。この観点から今年度も積極的に研究発表する生徒を募り参加させた。今回は本校が幹事校となったので、生徒にもスタッフとして積極的に取り組んでもらえるだろうと考えた。

2. 概要

日時：2010年12月23日（木）

13:00～16:55

場所：早稲田大学理工学術院

発表校：9校

早稲田大学高等学院（会場校）

東京工業大学附属科学技術高等学校

玉川学園高等部

東京都立戸山高等学校

東京都立日比谷高等学校

東京都立科学技術高等学校

東海大学附属高輪台高等学校

東京都立小石川高等学校

筑波大学附属駒場高等学校（幹事校）

後援：科学技術振興機構（JST）

東京都教育委員会

早稲田大学理工学術院

時程： 12:00 受付開始
 13:00～13:10 開会式
 13:10～14:50 ポスター発表
 15:00～16:30 口頭発表
 15分×9校 休憩10分を1回
 第一分科会（第一会場）
 5テーマ
 第二分科会（第二会場）
 4テーマ
 16:40～16:55 閉会式

ポスター発表：パネル数

早稲田大学高等学院（会場校）	9面
東京工業大学附属科学技術高等学校	9面
玉川学園高等部	9面
東京都立戸山高等学校	16面
東京都立日比谷高等学校	16面
東京都立科学技術高等学校	9面
東海大学附属高輪台高等学校	9面
東京都立小石川高等学校	9面
筑波大学附属駒場高等学校（幹事校）	9面
パネル合計面数	95面

口頭発表：

【第一会場】 2階 201教室	
15:00	東京都立戸山高等学校 「ケルセチンを用いた銅(Ⅱ)イオンの定量試験紙づくり」
15:15	東京都立科学技術高等学校 「Diels-Alder 反応を利用したシキミ酸全合成ルートの確立」
15:30	玉川学園高等部 「光の変化に気づく脳のしくみ」
15:55	東京工業大学附属科学技術高等学校 「瓦礫踏破能力をもつ跳躍・回転移動体の開発」
16:10	早稲田大学高等学院 「キラウエア溶岩についてーアア溶岩とパホイホイ溶岩の違いー」
16:25	講評 深水昭吉先生（筑波大学）
【第二会場】 2階 202教室	
15:00	東京都立小石川中等教育学校 「Why the Electric Bell can ring?」
15:15	東海大学付属高輪台高等学校 「高性能グライダーの作製に向けて」
15:30	東京都立日比谷高等学校 「反発係数の変化の検証」
15:55	筑波大学附属駒場高等学校 「シガーボックスの問題」
16:10	講評 熊倉啓之先生（静岡大学）

2.1 本校からの研究発表

(1) 口頭発表

「シガーボックス問題 / Matrixes express tricks of cigar box juggling. ---」高3 村上 裕亮

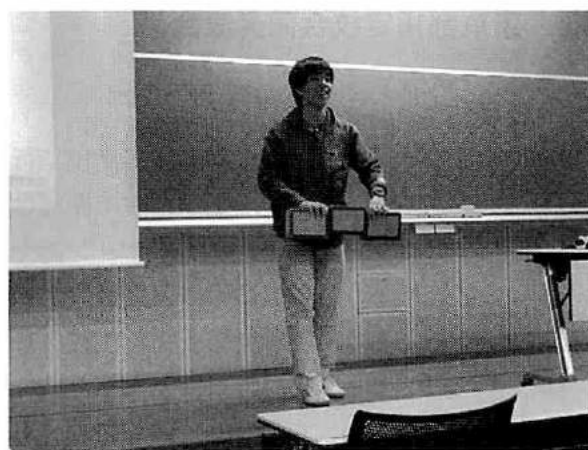
(要旨) シガーボックスとは、ジャグリング道具の1つである。表面に文字 Ju / gg / le / rs と書いてある4つのシガーボックスを無作為に並べ、技を駆使して"Jugglers"へ戻すパフォーマンスを考える。無作為な状態については、6、144通りの配列がある。1つの技を1手として、では、これらを Jugglers の完成状態に戻すのに、必要な最小手数は何手だろうかを考察した。シガーボックスの状態を表記するには行列を使用すると煩雑さが減る。例えば下のように上下逆のものを -1 倍、表裏が反転しているものを φ 倍する。

$$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & \varphi | & & gg \\ \hline rs & & nr & \\ \hline \end{array} = \begin{pmatrix} rs \\ -\varphi le \\ -Ju \\ \varphi gg \end{pmatrix}$$

φ の定義は2回かけると元に戻るので $\varphi^2=1$ 。1つの技は 4×4 の行列に対応させ、左からかけることで演算する。使用できる行列の成分は $1, -1, \varphi, -\varphi, 0$ の5つで、各行、各列にはそれぞれ1つずつ0以外の成分が入る。例えば、上の状態のものは、今のところ4つの行列=技を使うことで Jugglers に戻すことが可能である。

$$\begin{pmatrix} 0 & -\varphi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\varphi & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} rs \\ -\varphi le \\ -Ju \\ \varphi gg \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Ju \\ gg \\ le \\ rs \end{pmatrix}$$

実際に順に技をすると、Jugglers に戻り、演算も確かに正しい。現在自身の出来る技は23種類。左右非対称な技が多いため、使える技の行列は現時点で42個。コンピュータによって、6、144通りのどの配列も最小手数の算出に成功した。人間とコンピュータが今後も相互に知恵を出し合うことで、より良いパフォーマンスにつなげていきたい。プログラムをシガーボックス以外の分野にも応用していきたい。



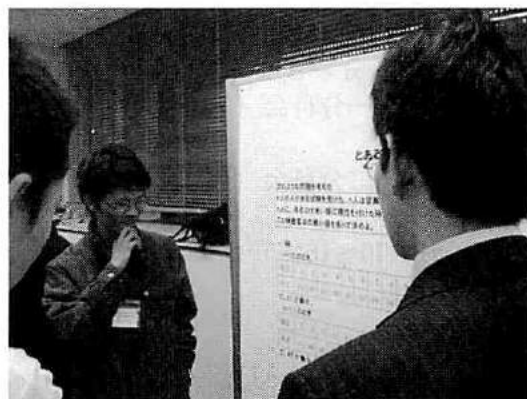
<ジャグリングの実演つき口頭発表>

(2) ポスター発表

本校からは以下の7つをポスターにして発表した。①～④は3年、⑤～⑦は2年である。

- ①「チェバ・メネラウスの定理の3Dへの拡張」
(植松真章)
- ②「絶対値陰関数が表す図形—多角形を1つの式で表す—」
(大石遼)
- ③「Glonタンパク質の解析」
(田口厚)
- ④「mm-1 パズルの数学化」
(河内谷耀一)
- ⑤「Fourier analysis and reproduction of sound」
(山口慎平)
- ⑥「Gene Expression of Mkp3 during Development of Drosophila melanogaster」
(谷川洋介、久米秀明)
- ⑦「How Airplanes Stay Airborne」
(中塚義道、山部翔太郎)

①の研究は、8月のSSH生徒研究発表会におけるポスター賞および第2回SSH全国コンソーシアム数学研究会レポートコンテストでは全国1位を受賞したものである。



<質問に答えることが経験>

2.2 会場での様子

会場は大変な盛況で、都内の他の SSH 校の様子を知ることができ、生徒・教員とも大変刺激を受けた。海外での研究活動をポスターにして発表している学校もあり、本校も積極的に研究の幅を広げていかなければいけないと感じた。また、自分の研究を積極的にアピールする力について、他校の生徒の様子から学ぶところが多かった。質問を受ける側、質問する側、どちらも熱心に応答していた。ちょうど本校を訪問したタイ国 IPST (科学技術教育振興) からの使節団も発表会を参観したため英語での質疑応答のやりとりも経験することができた。



＜ノートパソコンも活用して＞

2.3 スタッフとしての参加

前述の通り本校が幹事校となったので、教員の参加校打ち合わせ会議は春から度々行われた。チラシも本校で提案することになったため、高校1年生の生徒に依頼し、夏休みを利用してデザインしてもらった。秋になって生徒にもスタッフ参加を呼び掛けたところ、高2を中心に多数の協力が得られた。当日は早い生徒で9:30には現地入りし、案内・誘導・片づけ・受付・口頭発表会場司会・本校のポスター準備・記録係などの実務に携わった。



＜司会の谷川君と原君＞



＜チラシは1年生金井仁弘君作成＞

3. 検証

高校3年生がこの時期に研究発表することは大変負担が大きい、他校生徒からの熱心な質問は、発表者にとっても良い刺激となった。今回の高3生徒の研究発表は7月の校内発表会に引き続いた流れにあり、場数を踏み、さらにコミュニケーション能力を高めるいい機会となった。

なお、高2生のポスター発表は3件とも、直前に行われた台湾国立台中第一高級中学との研究交流会でも発表されたものである。校内に貼られたチラシを見て興味を持ち、中学生が参加してくれたのも大変嬉しかった。中学生からみれば研究そのものの内容は難しいものが多かったと思われるが、高校進学後 SSH 活動に積極的に参加していく姿勢が期待できる。高2以下の参加者の今後の活躍が楽しみである。

今回幹事校として関わり、昨年までの会がいかに幹事校・会場校のご尽力のたまものであったかが実感された。本校は今回の幹事校とはいうものの、直前に台湾研修等 SSH 行事があり、会場校の早稲田大学高等学院・会場に近い戸山高校の両校に、フォローおよび大変行きとどいた会場運営をしていただいた。深く感謝したい。スタッフとして実務にかかわる機会も生徒には大変貴重な経験になった。(文責: 研究部、数学科 更科元子)

h. ゼミナール・テーマ学習同時開講

h-1 バーチャル美術館を創る

(1) 昨年度の仮説及び検証

美術科においては、昨年度より少人数選択型総合学習の高校2年ゼミナール美術講座と、同じく少人数選択型総合学習の中学3年テーマ学習（国語・美術）講座を合科型授業で行い、少人数制の授業に効果的なカリキュラムの作成、異学年交流を円滑に導入するための授業方法等を模索している。

昨年度は、2回にわたって発表会を行い、高校2年生研究発表を行い、中学3年生がそれを見、質疑応答することによって得られる効果について、仮説を立て、検証した。その結果は以下の通りであった。

仮説1：中学生3年生は、高校2年生の発表に対し、通常の授業では得られない興味と関心を抱き、美術鑑賞にとどまらない、美術と社会の関わりに関する探求姿勢や探求方法を学び、自己の今後の成長などを感じ取る可能性がある。

検証1：中学3年生は1回目は、内容がわからずに唖然としていたり、ある程度理解できても、そのレベルの高さに圧倒されて、質問、感想が全く出てこなかったが、2回目には自発的に感想が寄せられるようになった。同様の形態の授業を継続性を持って続けることにより、通常の授業では得られない興味と関心をふくらませることができ、高校2年生から積極的に探求姿勢や探求方法を学びとろうとしていた。また、自己の今後の成長などを感じ取ることもできたようである。

仮説2：高校2年生は、発表のための準備の大切さ、年少者に対し自身の考えを理解してもらうことの難しさ、異年齢の者に対し考えを発信することは自ら学び直すことにつながることを学びとる可能性がある。

検証2：高校2年生は中学3年生にもわかってもらいたくて1回目から2回目へと、内容を改めてきていた。中学生が同じ場にいたことで発表者が聞き手を意識をするということがあるが、ある生徒は、まるで弟に教えるような和やかさがありほほえましく見られた。積み重ねることによって学習効果があがってくると感じた。回を積み重ねることにより、高校生も中学生の視点に気づき成長した

のではない。教師からの示唆やアドバイスのみによらない、異年齢の生徒同士による客観的な評価は学習の深化に寄与するところが大きいと考える。作品はつくって見てもらうということを意識しないと学習はまとまっていけない。

(2) 本年度の仮説

本年度は、昨年度の、高校2年生が研究発表を行い、中学3年生がそれを見る事に加え、中学3年生が研究発表を行い、高校2年生もそれを見るという、双方向の鑑賞、評価の場をつくり、その効果について仮説を立て、検証することにした。

仮説1：中学生3年生は、自分の発表を年の近い年長者に見て評価してもらうことにより、教師によるアドバイスとは別の視点に気づかされるのではない。

仮説2：高校2年生は、中学3年生の発表を見て評価することにより、年少者に示唆、アドバイスすることの意義と難しさを知ると共に、自分の研究にもいい影響があるのではない。

(3) 方法

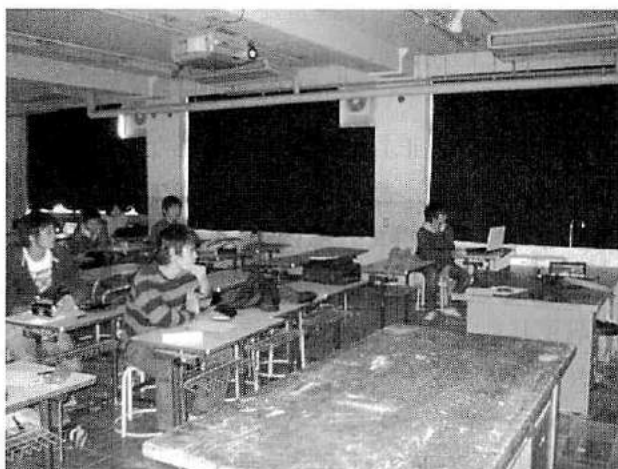
本年度美術科では、中学3年生のテーマ学習で、「言葉と映像の世界」と題し、生徒自作の詩に映像をつけた作品を発表するという活動を行った。高校2年生に対し実施したゼミナールでは「バーチャル美術館を創る」と題し、美術に関わるテーマを各自設定し、探求した内容を映像を使いながら発表するという研究活動を実施してきた。合同授業では、高校2年生、中学3年生それぞれが制作、探求した成果の中間発表をし、互いに鑑賞、評価するという活動を行うことにした。

(3)-1 合同授業の概要

11/20（土）2～4時間目「制作・中間発表」

（2時間目）中学3年生（3名）、高校2年生（10名）ともにプレゼンテーションツールによる制作作業を行い、3.4時間目の中間発表に備える。

（3.4時間目）前半は、中学3年生による作品中間発表。本時は、「言葉と映像の世界」全6回の内、の4回目にあたる。後半は、高校2年生による研究中間発表。本時は、「バーチャル美術館を創る」全7回の内の5回目にあたる。中学3年生、高校2年生とも、本時は、制作状況の確認と生徒同士による相互評価のための中間発表を、異学年の者



にもわかりやすくかつ興味を引く内容になるように工夫する。通常の授業時には同じ場にはいない先輩ないし後輩に作品を鑑賞、評価してもらい、作品完成にむけ推敲、改善の一段階とすることを目的とする。

(3)-2 授業の留意点

- ・ 中学3年生が高校2年生に対して、自分なりの考えや意図を臆せず伝えられるようにし、的確なアドバイスを率直に受け入れられるような環境を作る。

- ・ 高校2年生が、年の近い年長者として、的確なアドバイスができるようにする。

の2点を指導目標として設定する。

(3)-3 授業の様子

中学3年生3名、高校2年生10名という、ややアンバランスな人数構成で、かつ普段直接接する機会のない集団ということもあり、お互いが全く干渉しあわない状況で発表会が始まった。

前半の中学3年生による作品中間発表は、まだ練られていない作品が多く、準備された画像データも少なく、かなりの部分を口頭で補って説明をしていた。3名とも、最終的な作品像が明確に示されなかったが、それでも高校2年生から積極的なアドバイスがあった。

後半の高校2年生発表に対する中学3年生の反応は、概ね昨年度のものと同様であった。

(4) 検証

授業時の生徒の活動観察、アンケート調査に対する回答等をもとに、当初の仮説を検証してみた。

(4)-1 中学3年生における検証

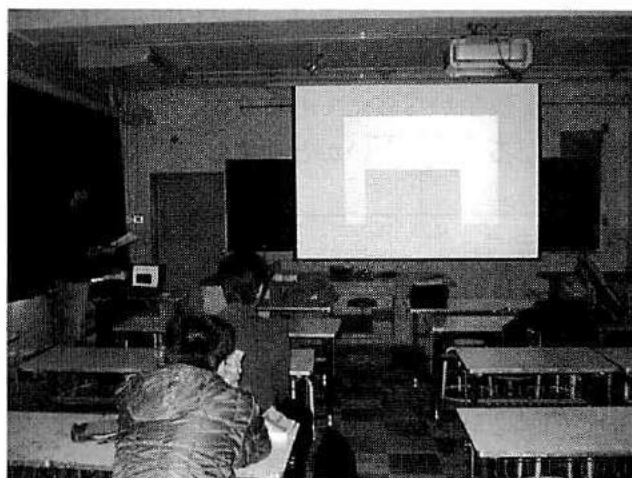
中学3年生は2歳年上の高校2年生の視点や感覚の違いに気づかされることが多かったようで、

教師によるアドバイスとは違う新鮮な感覚で受け入れていたようである。合同発表会は、今後の制作に生かせる良い機会となったようであった。

(4)-2 高校2年生における検証

高校2年生は中学3年生にもわかるように言葉を選びながらアドバイスしようとする様子が見られた。通常は、異学年との交流は、クラブ活動や、委員会活動にほぼ限られてしまうため、学究的な内容を、年齢の差をふまえて伝えることの意義と難しさを感じ取ったようである。

自分に近い異学年の者からの客観的な評価を元に作品を改善できるこのやり方は学習の深化がはかれる取り組みだと考える。このような実践を積み重ねることで教え合い、学び合うことによって得られる効果があがってくると感じた。



(文責：美術科・土井宏之)

h-2 化学分野

1. 仮説

本校では、「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」として、生徒どうしの教え合いや学び合いを取り入れた授業を実践している。より深い学びは他人に伝えたり教えたりする過程で得られるのではないかと、という仮説に基づいた実践である。

教師になってからも、生徒達からの素朴な疑問や質問などから、教材についての更なる検討や教材研究などをおこない、結果としてより深く確かな知識となっているので、「教えることを通して学ぶ」という活動を生徒達にも体験させようというねらいで開講した。また、中学生が経験したことの無い実験を行うときには、器具の使用方法や注意事項、結果データの分析方法などを、年齢差の少ない高校生から教えてもらうことで、より深い学びとなるのではないかと期待している。

2. 方法

今年度は、「総合学習の時間」で開講される高2ゼミナール「分析化学」受講生22名、中3テーマ学習「もの」をつくる化学」受講生25名での同時開講を計画した。ゼミナール「分析化学」では、通常授業の中で学習できない容量分析や有機合成およびFT-IRを用いての同定などを行った。「テーマ学習」では、普段の理科の授業では、なかなか取り組むことが出来ない「ものづくり」に視点を置いて、ガラス、青銅鏡、プラスチック等を納得がいくまで実験を行って作ってきた。

このように、全く異なる内容を学習している異学年集団を、同一のテーマのもとで学習させるのは非常に大変であった。

2.1 学習内容の設定

ゼミナール・テーマ学習同時開講での学習内容を設定するにあたっては、次のように考えた。

高2ゼミナールでは、実質第2回目にあたる6月26日の授業まででキレート滴定・沈殿滴定・酸化還元滴定などの滴定を利用した容量分析に関する知識・技能の習得が終了した。通常授業では中和滴定を行っているので、高校で実施できうる範囲内の「滴定を利用した容量分析」は終了して

いる。一方、中学生は滴定などの本格的な定量実験は行っていないが、通常授業では酸・アルカリの学習が終わっている。そこで、実験器具を正確に使用しないと正しい結果が得られない中和滴定ならば、高校生が教えることが可能であり、中学生にとっても習得できる内容ではないかと考え、「乳酸飲料に含まれるクエン酸の定量」をテーマに設定した。このテーマ設定は、昨年度と同様であり、分析結果もよい値が得られている。

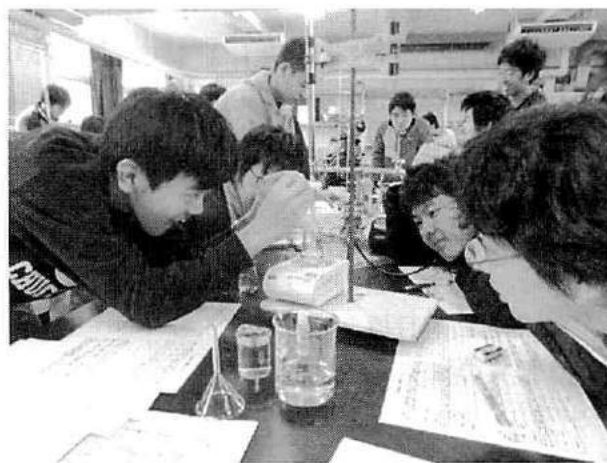
実施した合同授業は以下の通りである。

日時：11月20日（土）3時間連続（2～4時間目）

場所：本校化学実験室

授業者：高校2年生ゼミナール「分析化学」選択者21名（1名欠席）

対象者：中学3年生テーマ学習「もの」をつくる化学」選択者24名（1名欠席）



未知濃度の水酸化ナトリウム水溶液の標定

2.2 事前指導・事前学習

中学3年生は量的関係を扱わない中和反応については既に学習している。しかし、滴定で使用するビュレット、ホールピペットなどのガラス器具を使用した経験も、「物質質量」に関する知識もない。

そこで、高校生を事前に招集し、同時開講での実験内容の概要説明を行い、少なくとも下記の5項目をしっかりと中学生に教えつつ、中和滴定の面白さを教えられるように話しをした。

高校生から中学生に教えてもらいたいこと

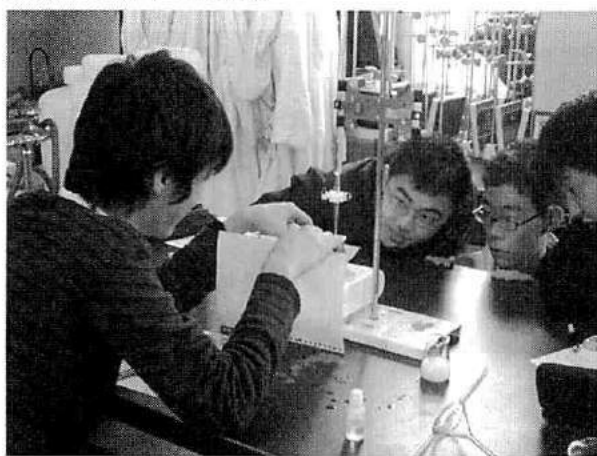
- ①反応式の量的関係
- ②物質質量
- ③標準溶液もしくは標準物質
- ④実験器具の使用方法
- ⑤共液洗浄(共洗い)

2.3 生徒どうしの教え合い・学び合い

上記①と②は、化学の学習においては欠かせない内容であるが、他者へ教えるのは大変難しい。しかし、高校生は丁寧に説明し、中学生もかなり理解をしているようであった。③は、①②が理解できれば、さほど難しい内容でもなく、実験を行いながら説明を行っていた。④と⑤で実際に使用するホールピペットは、試料溶液を口で吸い上げるガラス器具である。本来ならば、安全性を考慮して安全ピペッターを使用するところであるが、試料溶液として乳酸飲料を用いているので、高校生が中学生を指導する際にも、誤飲をしないようにするなどの注意が必要となることはない。

ある班では、いきなり実験を行いながら、ポイントとなる実験操作段階において、その操作の必要性やそこで必要となる知識について説明するなど合理的に中学生に教えている班も見られた。

滴定操作は、ほとんどの班で中学生が行っており、高校生はサポートに回っていた。実験としては非常にスムーズに進行し、実験データの解析も、高校生の指導が良かったためか、概ね良好であった。実験後は、談笑しながら先輩後輩の関係を深めていたようである。



高校生が、実験結果を中学生に確認させている

(中学生のアンケート結果より抜粋)

- ・わかりやすくてよかった。
- ・中和の原理、molの説明が分かりやすかった。
- ・molのことが本当に良く分かった。
- ・誤差に関して、とても細かい実験をしていたなと思いました。
- ・高校生の知識の豊富さ。
- ・理科の授業中に先生がさらっと話していたことを深く理解し直せた。

- ・「分からないことや知らないことを先輩が見せながら説明してくれる」→「教えてもらいながら自分で実践しわかるようになる」この2つがスムーズに行われるのでよく身に付くと思った。
- ・テーマ学習より楽しく学べた。何度でもやって欲しい。

(高校生のアンケート結果より抜粋)

- ・実際にやってみせ、やってもらうという風な手順でやった。
- ・順をおって、自分たちが習った順にわかりやすいように。
- ・その時その時で重要な注意事項を伝える。先にまとめて言うよりいいと思った。
- ・自分の知識の穴に気づけたかな。
- ・人に説明するのは難しい。事前の準備が大切と感じる。
- ・テーマが中和滴定で助かった。4回以内で終わると思っていたいなかった。
- ・カルピスはつらい。
- ・面白かった。実験が終わらずあせった
- ・教えるのは意外と難しかった。
- ・交流は楽しかった。

3. 検証

ゼミナール、テーマ学習ともに受講生の人数が多かったため、参加者合計が普段の授業以上になってしまい、実験中はかなり手狭な感じになってしまった。この点は、今後なんらかの改善策を講じていかなければならないと考えている。

物質質量などの説明は非常に大変だったと思われるが、実験内容が非常にシンプルだったことや、学校行事(音楽祭・体育祭・文化祭)などで顔を知っている関係もあったようで、教え合い学び合いは非常に良好に行うことができた。またアンケート結果からも分かるように、ほとんどの中学生が高校生の説明を理解し、高校生は他者に教えることの楽しさや難しさを実感し、かつ、教えるということを通してより深い学びを体験できたようである。中高生ともに好印象な意見が多いので、今後も同様の機会を設定していきたいと考えている。

(文責：化学科・吉田哲也)

h-3 スポーツする・みる・ささえる

1. 仮説

今年のゼミナールではサッカーワールドカップを「みる」とブラインドサッカーという障害者スポーツを体験し、障害者と交流することでスポーツを「ささえる」ことが内容である。ゼミナールではブラインドサッカーの実技体験を3回に分け計画をたてた。3回の中の第一回目に中学3年生との合同授業を割り当てた。

スポーツの競技場面・練習場面では、ことばによるコミュニケーションのほかに体と体とのコミュニケーションがそこにあり、尊厳に基づく人間的関係の構築とその重要性が表現される

2. 方法

2.1 ゼミ・テーマの実施内容

ゼミ・テーマ合同開催の11月は、中学生は第4回、高校生は第5回に計画されている。

中学3年生テーマ学習

第1回 6月19日(3・4時限) コミュニケーション力、文化としてのスポーツ、ホッケー

第2回 9月18日(3・4時限) ミニスポーツイベント教育実習生とのホッケー交流会

第3回 11月6日(1～3時限) 車いすバスケットボール基本技能練習

第4回 11月20日(2～4時限) ブラインドサッカーに挑戦 ゼミ・テーマ学習同時開講

第5回 1月15日(1～4時限) 車いすバスケットボール対人技能練習&ゲーム

第6回 1月29日(1～4時限) 学年末の異学年
スポーツイベント企画立案

3月特別授業期間 スポーツイベントの実施

高校2年生ゼミナール

第1回 6月12日(3・4時限) ワールドカップを分析

第2回 6月26日(1～4時限) ワールドカップを分析

第3回 9月11日(1・2時限) ワールドカップ
の総括

第4回 10月16日(3・4時限) ブラインドサッカーに挑戦

第5回 11月20日(2～4時限) ブラインドサッカーに挑戦

第6回 1月22日(2～4時限) ブラインドサッカーによる視覚障害者との交流

第7回 2月12日(1～4時限) まとめ

2.2 合同開催当日の内容

ブラインドサッカーについての講義を保健体育講義室にて特別支援学校からコーチを招いて1時間受講した。



視覚障害者には全盲の他、手動…動いている感じは見える、光覚…光だけ見える、弱視…見えにくいなどの方がいて、健常者でもアイマスクを着用することによって視覚を使わない状態という平等な条件の中で体験できる。

10時半から場所を体育館に移しドリブル練習、シュート練習、1対1、パス練習、ゲームを行った。指導を担当したのは特別支援学校教員がコーチ、特別支援学校学生4名が指

導補助にあたった。



通常では簡単な技術もアイマスクを着用すると難しい。例えば、ドリブルは足につけた状態で行うが、一度感覚を失うとボールを支配下に戻すことが困難な様子であった。

シュートも普段視覚に頼って足で捉えているためジャストミートどころか、当てることさえも困難であった。1対1では相手の位置を特定することが難しく、味方の声やボールが転がる音を手がかりに、練習が進められた。攻防両者ともボールの所在がわからなくなって、とまどい、途方にくれることがしばしばあった。

3. 検証

今回の内容は同じテーマを中学生と高校生が共に学ぶという形態をとった。

中学3年生テーマ学習受講者は事前に車いすバスケットボールを学んでいる。中学3年生のブラインドサッカーについての感想には、「初めてやってみてとても難しい。車いすバスケットボールも車いすを動かすことが難しかったが、今回も目隠しして走るのが大変だった。」とあり、単なる参観・観察にはならない交流があった。

高校2年生はまだプレゼンテーションの段階ではなく、「教わる」段階であるため、異学年間のコミュニケーションはほとんど見られないだろうと予想し、実際にその通りであった。

直接高校2年生が中学3年生に説明する場

面は少なかったものの、プレイする上で、味方にボール保持者の位置を声で伝える「ボイ」と発声すること、空間把握のためには音を聞き取ることやコミュニケーションは不可欠で、ゲーム中中学3年生も、高校2年生も全員が必死にコミュニケーションを取りながらプレイに参加していた。

サッカーやバスケットボールのゲームでは楽しさもあるが、人前でのプレイには恥ずかしさや緊張が伴う。そのような環境下でアイコンタクトやハイタッチで場の雰囲気を含め、指導者がオープンな雰囲気をつくりながら勧めることがパフォーマンスに影響する。

今回の同時開講でのブラインドサッカーは特別支援学校の教員に指導を受け、特別支援学校生徒にリードしてもらいながら授業が進められたが、アイコンタクトや視覚で味方や相手方の状況を把握できない分、プレイを成立させるためには声で伝える他手段がなく、声が飛び交い、場の雰囲気はとても良好で、ことばには表せない心の交流があった。

昨年の合田浩二の異学年生徒の交流授業報告にもあるように保健体育科では平成10年度から何度も異学年合同授業を実施してきている。また姿勢教育においても高校2年生が中学2年生に授業を行っている。「きづく」「さぐる」「いかす」という3つのキーワードを軸に保健の授業を行っているが、高校2年生が下級生に伝えることで「生かす」という具体的な行動をさせている。

ここ数年は保健体育科の授業の成果だけではなく、サイエンスコミュニケーション能力の育成をテーマに授業実践しているため、下級生にも分かりやすく、面白く親しみやすく伝達することが出来るようになってきていることを実感している。

(文責：保健体育科・入江友生)

i. ゼミナール・オープン

1. 仮説

2007 年度からの第Ⅱ期 SSH の研究開発課題「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ー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ー」の中で、本プロジェクトは、特に、総合的な学習の時間を活用した異学年集団による「教え合い」「学び合い」の授業形態を模索し、教科教育を中心とする中高一貫カリキュラムとそれに関わる教育方法について検討するものである。その具体的な実践の一つとして、本年度で4回目となる「ゼミナール・オープン」が実施されている。これは、普段は高校2年生のみが受講するゼミナールに中学3年生を参加させる機会を設けることで、正課の授業外で異学年間の学びあいや交流の場を形成し、相互に教育効果が期待できるものと考えられたものである。

2. 方法

2.1 ゼミナール・オープンの概要

ゼミナール・オープンの主体である「ゼミナール」(以下ゼミ)は、高校2年生を履修対象として、各生徒の知的な興味関心や探求心を伸張し、進路選定を援助することを目指して設定されている「総合的な学習の時間」である。ゼミは、次年度の高校3年生での「テーマ研究」へ引き継がれ、ゼミでの成果を基に個人またはグループでテーマを決め、担当教員のアドバイスのもと、それぞれで適宜研究を進めて考察・研究を行い、その成果を研究レポートや作品等に仕上げていくことになる。

毎年、各教科から合わせて10講座程度のゼミが開講され、生徒はいずれかの講座を希望して受講している。実施内容については担当教員に委ねられており、生徒の個人研究の発表、その分野の専門家の講義、生徒間での討論等と様々な形態を取っている。

今年度の「ゼミナール・オープン」は、2011年1月22日(土)の2～4時限に実施した。講座は、国語・地歴・公民・数学・理科・保健体育・情報・芸術・英語の各教科から全10講座が開講され、中学3年生112名と高校から入学した高校1年生(以下高入生)28名が参加した。効果を検証するた

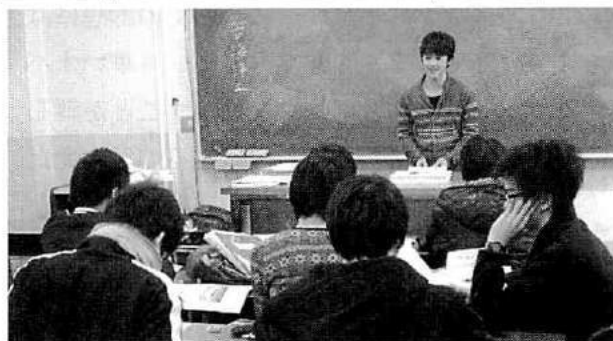
めにゼミ生の高校2年生及びゼミ・オープン参加者の中学3年生と高入生を対象に事後アンケートを行った。

2.2 今年度の日程

- 12/10 中3生徒へゼミナール・オープンの予告
- 1/11 中3・高入生へゼミナール・オープン実施案内・希望調査用紙を配布
- 1/17 中3・高入生の参加ゼミ人数の決定
- 1/19 参加人数に合わせて教室変更通知
- 1/22(開講当日)中3・高入生及び高2生へアンケート実施

2.3 開講講座・担当者・中3高入生参加人数一覧

教科	講座名	担当者	参加人数
国語科	現代における「座の文学」の可能性	千野	12
地歴科	水俣から日本社会を考える	大野	57
公民科	「今」はどこからきたのか?	小澤	74
数学科	60期のつくコマ数学科!	町田 駒野	55
理科(化学)	分析化学	吉田哲	44
理科(生物)	パターン形成を操る遺伝子ー単離と発現解析ー	仲里	22
保健体育科	スポーツするみるささえる	横尾	8
体育・情報科	きぬた行進曲	合田 植村	3
芸術科(美術)	バーチャル美術館を創る	土井	15
英語科	言語を科学する	高橋深	38



(地歴科ゼミ)

3. 検証

3.1 中3・高入生対象のアンケートから

アンケートの質問項目は、前年度までの項目を

踏襲しながら、今年度は、参加講座数や印象など全体を問う内容と、参加の形態や理解度など講座別に問う内容の2種類のプリントを作成し、実施した。その結果、講座別アンケートはのべ328人の回答を得た。ただし、無回答項目もあるため、回答枚数と各質問項目の回答数は一致していない。以下に主な結果を紹介する。

①『参加した講座数』

1講座 19名 2講座 48名 3講座 57名
4講座 8名 5講座 7名 6講座 1名

1時間1講座で参観し、いろいろな講座を参観することができて、満足した感想が多く見られた。中には興味がわいて1講座に3時間いた者もいた。

②高入生対象『自分たちのゼミナール選択の参考になりましたか』

参考になった…27 ならなかった…1

今年度初めて高入生にゼミナール・オープンを行った。高入生たちがゼミナールを選択する際の、参考となることを期待したところ、「何をやるのが分かった」「発表を見ることができ、そのやり方などが分かった」など、効果があったと見られる。

③『ゼミの内容は理解できましたか』

よくできた・だいたいできた…263

あまりできなかった・ほとんどできなかった…64

④『発表内容は理解できましたか』

よくできた・だいたいできた…221

あまりできなかった・ほとんどできなかった…37

発表内容のレベルの高さに驚きながらも、とても興味がもて、面白かったという感想がみられた。その結果、学習意欲を刺激されたように感じる。

自由記述の感想をいくつか紹介する。

- ・発表時間・討論時間が長くとられていた。聞いている人の発表者の研究をより良くしようとする気概が感じられた。
- ・質問が気軽に多く出ていたのには驚いた。
- ・「やらされている」などの感じが全くしない。自分からやろうとする意欲に満ちている。こんなふうになりたい。
- ・単純だが、視点が違うと思った。

3.2 高2生対象のアンケートから

131名の回答を得た。質問項目は継続調査のため初年度から踏襲しているものである。中3生を迎える高2生側には、特に学習のリード役としての成長を期待しており、アンケートではその点に

関する意識調査を中心に行っている。

以下、主な質問項目について紹介する。

⑤『中学3年生が参加したことで、普段のゼミと違いがありましたか』

とてもあった・ややあった…41

あまりなかった・まったくなかった…89

今年度も、参観するという形式をとったゼミが多く、中学3年生たちとの接触が少なかったためと思われる。しかし、違いを感じた生徒たちの自由記述をみると、「発表者だったので緊張した」「後輩のプレッシャーがきつかった」など、それなりに違いを感じ、普段とは違う環境での発表を経験したと感じている者もいた。

⑥附属駒場中学から進学した高2生対象『高2で受講するゼミなどを選択する際に、中3のゼミナール・オープンの経験が参考になりましたか』

参考になった…24 ならなかった…66

ゼミナール・オープンを経験することで、直接自分のゼミ選択に影響することは少ないと分かった。その理由として、「時間が経ち覚えていない」「そのときにあったゼミが開講されていない」であった。これは②の高入生対象で行った「自分のゼミ選択に参考になったか」の回答と全く逆の比率となった。これを考えると、ゼミナール・オープンの対象学年を検討する必要と考えられる。さらに、ゼミナール・オープンの時期にも関係するが、多くのゼミナールで発表型の公開であった。そのため、異学年集団による「教え合い」「学び合い」の授業形態がとれず、本来の目的が達成されることが難しくなっている。そこで、ゼミナール・オープンの対象学年や実施形態と時期、また、「ゼミ・テーマ同時開講」との関連なども含めて検討する必要があると感じる。



(数学科ゼミ パワーポイントを使い英語で発表)

(文責：校内プロジェクトⅡ・町田)

(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

a. 国際科学オリンピックでの成果

1. 仮説

研究開発の柱の一つ、「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」として、まず第一に数学系・理科系のクラブにおける生徒の活動に目を向け、ここでの人材育成を積極的に進めることが最も効果的であると思われる。クラブには元々モチベーションの高い生徒が集まっており、近年ではクラブ所属生徒が国際五輪で入賞を果たすことが増えてきた。直近の先輩の活躍を目の当たりにするのもまたクラブ活動の場である。そして第二に考えられることは、理数系クラブに所属していない生徒の中からの発掘である。

2. 方法

まずは、理数系のクラブ活動での生徒の自主的な活動を最大限支援し、ここで国際科学五輪への参加を呼びかけ一次選考に向けての支援、励ましなどを行うこと。次に、授業時の紹介、募集案内の校内掲示などを通してこれらへの積極的な参加を広く呼びかける活動を行った。ここでは、特にクラブ活動との関わりについて詳しく報告したい。

2.1 数学科学研究会

第21回日本数学オリンピックは、平成23年3月30日に表彰式（東日本大震災により中止）がある。日本数学オリンピック本試験の上位25名が春合宿に参加し、そこでの試験の成績によって、平成23年度・第52回国際数学オリンピック（オランダ大会）出場者が決定する。春合宿には、筑駒から4名が参加することになった。第21回日本数学オリンピックにおいて、部員の野村建斗（中2）が成績優秀者を獲得した。中学2年で春合宿に残るのは、大島芳樹（現在：東大大学院数学）、副島真（現在：東大理一）以来のようだ。

平成22年度は残念ながら第51回国際数学オリンピック（カザフスタン大会）には出場者はいなかった。しかし、OBの中村勇哉（現在：東大数学科）がオブザーバーAとして参加し、貢献してくれた。ちなみに、ObserverAの主な仕事は問題選考と採点（コーディネーション）である。

また、同時期に、第22回アジア太平洋数学オリンピックが行われ、滝間太基（高3）が銅賞、部員外であるが檜垣元秀（高3）、中須賀謙吾（高3）、吉田健祐（高1）が優秀賞を受賞している。

部の最も活躍する舞台は文化祭であり、筑駒中学を受験すると思われる小学生が大勢生物講義室（数学科学研究会の活動教室）を訪れる。そこでは、TMOと呼ばれる筑駒数学オリンピックを実施していて、保護者が教室後ろでじっと見守っている中、ご子息の小学生がTMO（筑駒数学オリンピック）の問題に格闘している姿が多く見られる。今年も他の部活と共同でスタンプラリーを企画した。また、数研有志が「科学会」という団体で展示・実験も行った。3月末には、中・高の部員の研究論文をCafé Bollweckという名前の部誌を発刊している。今年も「Café Bollweck (No.11)」を発刊する。

部の卒業生で東大の数学科へ進学する者が毎年出るようになり、ここ数年は部員も含め各期の4～5名が進学している。10年位以前は、4,5年に1人か2人であったから、驚きである。また、部員OBの中には大学4年を飛び級し、大学院に進学するものもいる。

国際数学オリンピックのメダリストになったOBらは、春合宿に参加し協力することはもとより、大学3年になると国際数学オリンピック大会へのオブザーバーA（4名）としてIMOに引率参加し、出題問題の翻訳や採点、コーディネーション（採点の交渉役）の大役を務める機会を頂くことが多い。日本代表として代々活躍し、数学界で貢献しているのは大変喜ばしい限りである。

（文責：数学科学研究会顧問 数学科 駒野 誠）

2.2 化学部

国際化学オリンピック銀メダリストの片岡君は、中学1年生から科学部（中学）・化学部（高校）の部員として活動してきた。片岡君は、高校2年でゼミナール「分析化学」を受講し、銀鏡反応を応用した金鏡の生成について熱心に研究を行った。また、同じく高校2年次には、2009年11月20日に米国大使館で開催された「理科教育に関する日米高校生テレビ会議」に参加し、当時、化学部で研究をしていた「濃厚電解質水溶液のpHについて」の研究内容を英語で発表した。同じ研究内容の発表を12月23日に東京都立科学技術高等学

校で開催された SSH 東京都指定校合同発表会でポスター発表するなど、研究発表の機会には積極的に参加していた。

平成 21 年度に行われた、全国高校化学グランプリ 2009 では銀賞を受賞し、翌年度の第 42 回国際化学オリンピック日本大会の日本代表候補となり、日本化学会からオリンピック問題対策用参考書の贈与を受け、大学教員等の指導を受けながら「オリンピック準備問題」

を解くなどの学習を進めた。その後、日本代表選抜合宿に参加し、選抜試験の結果、見事に日本代表の座を射止めた。7 月開催の第 42 回国際化学オリンピックでは、体調が悪かったものの、見事に銀メダルを受賞した。



化学部では、過去に 3 人のオリンピック代表を輩出しており、先輩の功績を超えたいと思う後輩をオリンピック出場経験者（先輩）が指導するなど、新たな伝統が築かれつつある。今後も先輩たちの活躍を超えるべく積極的な活動を期待したい。

（文責：化学部顧問 化学科 吉田哲也）

3. 検証

3.1 今年度の成果

今年度は、国際科学五輪で合計 3 個のメダルを獲得した。また、国際科学五輪の予選を兼ねた国内大会等では、合計 27 個のメダルや賞を獲得した。これらの中には、日本代表として、2011 年の科学五輪の日本代表候補となっているものも多数いる。

平成 22 年度の生徒の活躍結果を以下に記す。

・第 42 回国際化学オリンピック日本大会

銀メダル：片岡憲吾(高 3)

・科学地理オリンピック日本選手権 2010

金メダル：田口厚志(高 3)、田中雄大(高 2)

＊国際地理オリンピック日本代表

銀メダル：相馬尚之(高 3)、松田洋樹(高 2)、

大和史明(高 1)

銅メダル：白鳥秀行(高 3)、美世一守(高 3)、

久米秀明(高 2)、岡本崇史(高 1)、

野村建斗(中 2)

・第 4 回アジア太平洋情報オリンピック

銀メダル：原将己(高 2)

・第 8 回国際地理オリンピック(台湾)大会

銅メダル：田口厚志(高 3)

・第 22 回国際情報オリンピック(カナダ)大会

金メダル：原 将己(高 2)

・物理チャレンジ 2010

銀賞：小松原航(高 2)

銅賞：河内谷燿一(高 3)

優良賞：西岡篤史(高 2)、吉田健祐(高 2)

・日本生物学オリンピック「生物チャレンジ 2010 つくば大会」

金賞：久米秀明(高 2)(茨城県知事賞総合 1 位)

松田洋樹(高 2)(筑波大学長賞総合 3 位)

銀賞：坂倉光祐(高 3)

銅賞：風早智孔(高 2)、柴原礼良(高 2)、

周 翔宇(高 3)、谷川 洋介(高 2)

敢闘賞：杉山太一(高 2)、依田 和樹(高 1)

・第 10 回日本情報オリンピック本選

銀賞：原将己(高 2)

優秀賞：風早智孔(高 2)、吉里陸(高 2)

＊下線はオリンピック日本代表候補



〈田口厚志君、国際地理オリンピック大会で銅メダルを獲得し文部科学省にて大臣表彰をうける〉

3.2 これからの支援のあり方

もともと国際五輪で活躍する生徒たちは、教員のトレーニングで育てられるものではない。彼等の持つ潜在的能力が遺憾なく発揮できる場としてのクラブ活動環境を支援することが大切であろう。また、特に中学生や高校低学年生徒への広報周知も、クラブに在籍していない生徒からの人材発掘とチャレンジ精神育成、長期的な準備への動機付けとしておろそかにできない。

（取り纏め文責：研究部・篠塚明彦）

b. 台湾国立台中第一高級中学校との交流

1. 仮説

台湾国立台中第一高級中学校との生徒交流会は、昨年度に続き第2回目の実施である。台中第一高級中学校は、76クラスを有する大規模かつ高い教育レベルをもつ学校で、現在は理数クラス、芸術クラス、語学クラスが各3クラスずつあり、各分野で選ばれた生徒がその能力を伸ばしている。美術クラス以外は男子生徒のみで、数学や科学の国際オリンピックや各コンペティションに生徒を送り込んでいることでも知られている。本校の生徒と興味関心の点で非常に近く、学校としての類似点も多い。

昨年度は初めてにもかかわらず大きな成果を挙げた。それとともに、プログラムをよりよいものとするため、いくつかの課題が挙げられた。

- ① 2つの学校の相互理解がより深まる交流となるよう、プログラム全体や準備のあり方を検討すべきである。
- ② 発表テーマについて、相手方の生徒にとっても興味関心がもてるものを選ぶ工夫が必要である。
- ③ 事前に発表内容の交換をしたほうがよい。
- ④ 帰国後には参加した生徒が核となって、国際交流の経験を他の生徒に広げるよう、事後の指導をすべきである。

（「平成21年度SSH研究開発の成果と課題」より）

以上の課題を踏まえ、1年間の準備を経て第2回交流会を実施すれば、生徒にとってより有意義な交流ができるのではないかと、というのが本論の仮説である。

2. 方法

今年度の交流会も12月14日（火）から12月19日（日）の6日間で実施された。昨年度より参加人数を4名増やし、高校1年生4名、高校2年生10名とした（昨年度は高校1年生4名、高校2年生6名）。

本章では、準備から実際の交流会の内容までをまとめる。日程自体は昨年とほぼ同じであるため、今回は変更のあった授業見学と、生徒の研究発表内容に焦点を当てて述べたい。なお、全体の日程

および参加生徒については別表1、交流プログラムの具体的な内容とスケジュールについては別表2を参照のこと。

2.1 事前準備

生徒は交流会参加が決定する1学期より発表内容に関する研究を始め、2学期末考査後の特別時間割期間内（12月11日）には、プレゼンリハーサルが実施された。それぞれ20分程度の発表のあと、生徒同士で活発な意見交換があり、内容の伝え方やスライドのデザイン、英単語の発音など、多くの改善すべき点が指摘された。この会には引率教員3名のほか、国際交流担当や生物教員も参加し、発表内容にかんするアドバイスをを行った。

また、この日にそれぞれの発表内容をまとめた冊子が配布された。この冊子には、台中一中のプレゼン2編のアブストラクトも含まれており、われわれは事前にその内容を知ることができた。

なお先方には、冊子内容をそのまま事前にファイルで送り、冊子はプレゼン当日の配布とした。

2.2 交流の実際

(1) 交流第1日目(12月16日)：授業見学

昨年度と同じく台湾に到着して3日目に、授業見学が実施された。ただ、科目に大きな変更があった。昨年度は、美術と家庭科という実技教科での参加であり、生徒は楽しんだとのことだが、事後のアンケートでは、理数系の教科をとの声もあった。そこで今年度は、より本校の生徒の興味関心に近い化学と数学の授業での参加を、と事前にリクエストしており、承諾されていた。指導内容や参加方法については先方に従った。

①化学：銀鏡反応実験

100分の授業を2つに分け、前半は酸化還元反応(oxidation-reduction reactions)に関するパワーポイントを用いての講義。全く母語をはさまない100%英語による授業。後半は場所を移して理科実験室へ。前半で学んだことを軸に、銀鏡反応(the silver mirror reaction)の実験。生徒たちは台湾生徒とペアを組み、英語でコミュニケーションを図りながら、実験を進めてゆく。透明のフラスコが銀色へと変わった瞬間には、あちこちから声が上がった。銀色のフラスコは、各自おみやげと

して持ち帰った。



台中一中の生徒と銀鏡反応実験

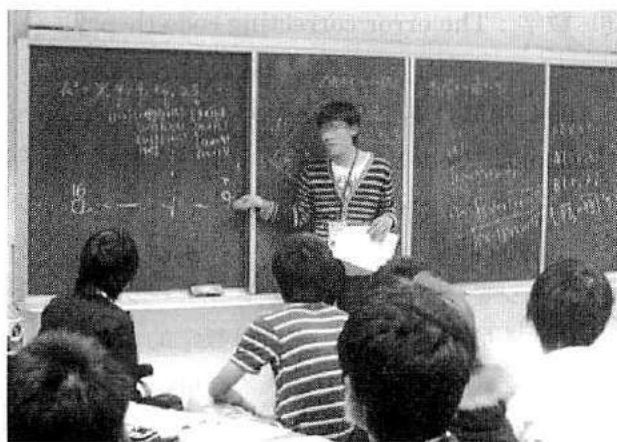
②数学：TRMLに挑戦

こちらも100分の英語による授業。クラス全体を日本・台湾混合の3チームにわけ、競争で問題を解く。前半50分で計10問を解き、後半、各チームで解けた者が前に出て成果を発表する。

問題の出典は、本年度のTRML (Taiwan Regions Math League) で、台湾全土で行われる数学オリンピックのようなものらしい。以下はそのうちの1問。

“Try to put sixteen numbers 1 to 16 in a row (line) and make the summation of two numbers next to each other be square number and the first number bigger than the last one.”

この問題の解法発表では、台湾生徒と本校生徒がそれぞれ前に出てプレゼンをした。



数学の解法を発表

(2) 交流第2日目(12月17日)：研究発表会

翌日行われた生徒研究発表会では、本校より2年生8組10名(①～⑧)、台中一中から2名(⑨～⑩)、合計10組の学術的発表と、本校1年生による学校紹介(⑪)があった。聴衆は主に台中一中の理系生徒。以下、それぞれの研究の概略および会場の反応を筆者がまとめたものを記す。

① 数学：The sum of two square numbers

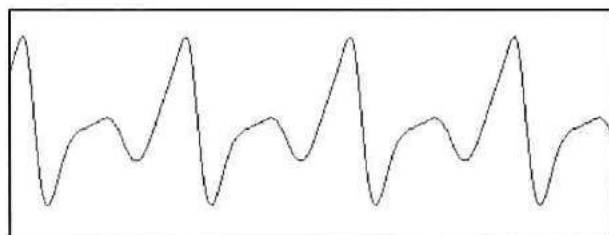
(発表者：胡緯華)

18世紀オイラー以来の、二乗の和についての議論。たとえば、 $405 (=9^2 + 18^2)$ $637 (=14^2 + 21^2)$ という2つの二乗の和はまた、 $405 = 3^4 \times 5$ 、 $637 = 7^2 \times 13$ と素数を用いた分解が可能である。ここから、素数を3パターン($2, 4k+1, 4k+2$)に分け、このパターンと、二乗の和で表せる数とのあいだには関係がある、との仮説を立て、必要条件と十分条件の検証を進めていく。

発表者は英語のみならず、中国語にも堪能で、最初は中国語によるイントロダクションを行い、「どちらで発表するか迷うところですが、英語にします」との挨拶で、会場の台湾生徒たちから笑いが起こった。

② 物理：Fourier analysis and reproduction of sound (発表者：山口慎平)

ピアノやバイオリンの音をシンセサイザーで再生するのはなぜ困難なのか。発表者は楽器や作曲に興味があり、本物の楽器に近い音を再生するにはどうすればよいか、研究を続けているという。方法は、バイオリン、トランペット、フルート、クラリネット、二胡それぞれの音波をエクセルを用いてフーリエ級数(Fourier series)の値に変換し、その値に基づいて正弦波(Sine Wave)を作り出す。これにより、実際の音に非常に近いシンセサイザー音が生み出せる、というのが発表者の主張。



トランペットの波形

事前にパソコンから音が出せるように会場準備をしてもらい、当日は実際の音も会場内によく響

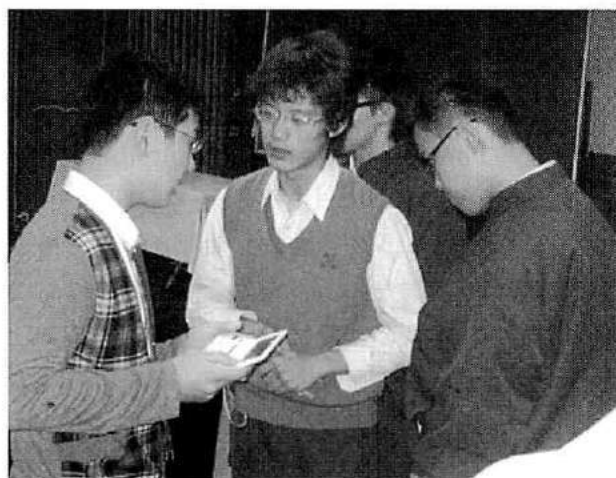
き、説得力のある発表となり、質疑応答も活発であった。

③ 生物：Gene expression of Mkp3 during development of *Drosophila melanogaster*

(発表者：久米秀明・谷川洋介)

キイロショウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*) の遺伝子表現型の発現研究。胚の発達初期に見られる Mkp3 (Mitogen-activated protein kinase phosphatase) を目標遺伝子とし、それを用意されたプロンプトと本来の場所(in situ) すなわち細胞中で合わせることで、発現のパターンを視覚化しようという研究。

パソコンのソフトウェアを用いた Mkp3 のスライドや英語の説明が非常にクリアで、二人のチームワークもよかった。さらに当日用意された “Keywords in our presentation” という専門用語のハンドアウトも発表の助けとなった。プレゼン後には活発な質疑応答が続いた。



発表後も台湾生徒から質問

④ 数学：The consideration to “where the center of gravity is” (発表者：鷺沼輝勝)

あらゆる物質が無数の点の集合であるとすれば、その重力の中心 (G) はどこか。数学的にはその象徴的な一点とは、力の平衡 (equilibrium of force) とトルクあるいはねじりモーメントの平衡 (equilibrium of torque) を同時に満たす一点でなければならない。三角形やピラミッド、球体の一部など様々な形の G を、手書きの図と数式を用いて算出する。

発表者はジャグリング同好会メンバーで、プレ

ゼンの最初にはその実演もあり、最後もその道具を用いて G を示すなど、大いに会場を沸かせた。数式に関しては、台湾の生徒から質問があり、舞台上で黒板に書いて説明し合うなど、活発な交流が見られた。



ジャグリングで発表テーマ導入

⑤ 物理：How airplanes stay airborne

(発表者：中塚義道・山部翔太郎)

500 トンもある飛行機が、なぜ空中を飛ぶのか？誰もが持つこの疑問を、ベルヌーイの定理とコアンダ効果を用いて説明しようとする航空学の試み。それぞれの原理の定義づけとともに、それを立証する実験をビデオとともに紹介。なぜ飛ぶのか、についてはまだ議論が分かれるところで、今後もより正確な実験や理論付けを続けたいとのこと。

二人とも非常に英語が流暢で、構成が明確、スライドはビデオも含め見やすく、わかりやすい発表であった。

⑥ 数学：The error-correcting code theory

(発表者：大野沢生)

1994 年に日本で開発された QR コード (Quick Response Code)。この一種の暗号を解読する際に裏で働いているのが、「エラー・コレクティング」、すなわち、何かのノイズによってコードがダメージを受けても、正しいメッセージが届くようにする機能である。発表者は数学的な興味から、(0,1) の二進法のマトリックスを用いてエラー・コレクティング理論を説明し、さらに QR コード以外へのさらなる応用を提起する。

自分の興味に基づいた内容の濃い発表であった。質問が出にくかったのは、時間的な理由か。

- ⑦ 言語学 : Relation between Chinese poetry and waka, Japanese poetry, and relation between Chinese poetry and haiku, Japanese short poems (発表者 : 宮下頌矢)

まず日本の和歌の定義や成り立ちを説明し、いくつかの有名な作品を日本語で紹介。そのうえで、たとえば、藤原不比等の漢詩「七夕」と、和歌「吾が為と織目のその宿に織る白栲は織りてけむかも」の七夕の扱い方にどのような違いや類似点が認められるのか論じる。俳句では芭蕉と蕪村を取り上げ、蕪村の「易水にねぶか流るる寒さかな」と、史記・刺客列伝にある「風蕭蕭兮易水寒」との表現方法の違いを分析する。

聴衆が理系生徒であったためか、また時間的な理由か、質問が出にくかったようである。

- ⑧ 言語学 : Onomatopoeia and sound of symbolism (発表者 : 安田光)

「記号は恣意的なものである」というソシュール以来の言語学の前提がある。発表者はこれに対し、英語の擬音語(onomatopoeia)は恣意的ではなく、むしろ外界の特徴を音で表象したものと主張。擬音語のみならず、英単語のなかには、音と意味が結びついている(sound symbolism)ものも数多い。たとえば gl- は「光・輝き」を示し(glare, gleam, glimmer)、fl- は「素早い動き」(flick, flare, flush)を示す、などである。

台湾の生徒にとっても英語は最も興味ある第二外国語であるはずだが、これも時間の関係か、質問が出にくかったようである。

- ⑨ 医学 : YWHAZ (14-3-3zeta) involves in the metastasis of lung adenocarcinoma through Wnt signaling pathway (発表者 : 台中一中生徒)

台湾側からの発表 1 人目は、医学に関する研究発表。肺腺癌の転移のなかで、YWHAZ (14-3-3zeta) 遺伝子が重要な役割を果たしているのでは、との仮説をたて、主に 2 つの観察結果に基づき、この物質が将来的には肺癌の治療や予測などに役立つのではないか、と提案する。

内容もさることながら、聴衆の反応や質問を引き出し賞賛しつつ、自分の研究キャリアを余すところなく発表に採り入れる、というデリバリースタイルは、高校生というより米国の大学生や大学

院生を思わせる。後に教員から聞いた話では、やはり大学からの指導を受け、ISEF などの世界大会でも発表を行っている生徒とのことであった。

- ⑩ 動物科学 : Spider silk of jumping spiders

(発表者 : 台中一中生徒)

台湾生徒二人目の発表は、動物科学分野の研究。これまで先行研究のあまりなかった jumping spiders について、その紡ぎだす糸が跳躍のパフォーマンスでどのような効果をもたらすのか、ビデオ画像とともに証明してゆく。

こちらの研究もまた、非常にスピーディーでパワーポイントの仕掛けを駆使しており、その情報量の多さと工夫は聴衆を飽きさせない。彼もまた、大学からの指導を継続して受けており、卒業後は米国に留学したい、と発表後に語っていた。

- ⑪ 学校紹介 (発表者 : 塩澤 拓斗・福島 聡・岡本 崇史・藤井 隆弘)

昨年に引き続き、初めて台湾を訪れる高校 1 年生 4 名が、本校の紹介をする。構成は以下の通り。

- Chap.1 Outline
- Chap.2 The school culture
- Chap.3 A tour around Tsukukoma
- Chap.4 Studies
- Chap.5 School events
- Chap.6 Club activities
- Chap.7 All about Japan

最後の日本文化紹介では、伝統的な日本文化以外にアニメ画像をいくつか紹介したところ、台湾の生徒たちから大歓声が起こり、日本のアニメの浸透ぶりをうかがわせた。時間の関係で質疑応答ができなかったことが残念。



台湾スタッフと記念撮影

なお、この研究発表会はすべて台中一中の生徒スタッフによって進められており、司会や撮影、会場内の案内なども率先して行っていた。発表を聞く聴衆の良心的で熱心な態度や鋭い質問も、大いに本校生徒への刺激や助けとなった。

さらに、オープニングには昨年度の本校訪問の際の DVD が放映され、終了後は今回すべての発表内容が入った DVD が手渡された。台中一中の生徒・教員スタッフには大変感謝している。

(3) 発表会後の生徒交流

生徒たちは発表会終了後、台湾の生徒と大いに語る時間をもった。台中一中の配慮により、各生徒に 1 人ずつパートナーが付き、この二日間の滞在中ホスト役を引き受けてくれていた。そしてこの最後の時間に、学校を出てさまざまな場所に案内してくれたようである。学校の近所には大きな補習塾（日本でいう予備校）が複数あり、多くの生徒が放課後から夜遅くまで通っている。その教室まで連れて行ってもらったという生徒もいた。また屋台で食事をしながら、互いの学校生活について尽きることなく話し、その科学や数学への情熱に圧倒された、という生徒もいた。

2.3 台中一中以外での研修

学校での生徒交流のほかに、本校生徒だけで研修する場所がいくつかあった。ほぼ昨年どおりであるが、列挙する。

(1) 台中国立自然博物館見学（12 月 15 日）

台中で宿泊しているホテルからも近い大規模な博物館で、台湾の科学への力の注ぎ方がうかがえる。科学センター、生命科学ホール、人類文化ホール、地球環境ホールなどのほか、温室の植物園もある。常設展示としては天文学、宇宙科学、気象学、古生物学、生態学、鉱物学、人類学などがあり、学生も大人も楽しめるような展示方法。特設展示としては「太空望遠鏡撮影展」「鉱物生活展」を開催中。台湾の小中学生、高校生の団体が熱心に見学していた。

生徒たちはここを 2 時間半見学。展示内容とともに、日本の展示方法との違いにも興味をもったようである。



自然博物館を見学

(2) 国立故宮博物館見学（12 月 18 日）

研究発表会の翌日、台北に移動して訪れた。総展示数 67 万点におよぶ、台湾最大の博物館であり、その展示品は仏像、絵画、書画、図書、陶磁器、家具など多岐にわたる。すべてを見るには数日かかる、との台湾の現地の人の説明。館内は大変な混雑であるが、各団体専用の音声ガイドが配布されているので、自分のガイドの話は難なく聞くことができる。生徒たちはガイドの林氏の説明を熱心に聞いていた。彼らがとくに時間をかけて見たものは、清の「翠玉白菜」や、神仙の技といわれる「象牙透彫雲龍文套球」などのコーナーである。

博物館見学は「理数系」とはいえないものの、芸術の美しさをゆっくり歴史的背景とともに鑑賞することは、学術的にも情操的にも大変意義のあるものと感じた。

近年は団体の入場制限があり、また到着が若干遅れたために、わずか 1 時間ほどの見学となってしまったことが残念であった。

3. 検証

以上のような方法を経て、本論文最初に挙げた、仮説の検証に移りたい。

① プログラム全体の検討

プログラム概要は昨年どおりであるが、今回は見学する授業科目の変更を事前に先方をお願いした。その結果、本校生徒の興味関心により近い化学と数学の授業に参加することができた。昨年度より引き続き参加した数名の生徒に聞いたところ、やはり美術など実技科目よりも、今回の理数系科

目のほうが面白かったとのことである。またそれにより、台中一中の理数クラスの生徒の実力を目の当たりにし、刺激を受けたようだ。よって、来年もぜひとも理数系科目の受講をリクエストしたい。

なお、学校訪問の日を増やして英語など他教科の授業も参観したい、という声もあった。これはスケジュール上無理かもしれないが、生徒たちはより多くの学術的交流を望んでいることがわかった。ホテル滞在ではなく、ホームステイをしたい、などの声があったことも記しておく。

② 相手方も興味ある発表テーマの選定

今回は高校2年生から、合計8つの学術発表があった。理数系6つ、文系(言語学)2つである。このうち文系の発表に対しては、反応があまりなかった。聴衆の多くが理数クラスの生徒だったことを考えると、文系を入れるにしても、科学的な分析を含む発表のほうが、聴衆の反応を引き出しやすく、有意義な交流となるのではないかと。

ただ、テーマ選定以上に、発表数の問題もある。今回の発表数は、台湾側も入れると計11本である。午後の本校の発表には、理数系のプレゼンに対してですら質問が出にくかった。来年度は、チームを組ませるなどして、発表数をより限定すべきかもしれない。また、学校紹介は良い企画であるので、この日のスケジュールには入れず、昨年度のように1日目の授業のあとのほうが、双方にとって余裕があるのではないだろうか。このあたりは先方と相談したい。

③ 事前の発表内容の交換

今回はレジメを予め先方にファイルで送り、先方からはアブストラクト2篇を送ってもらった。双方にとってよかったと思われる。なお本校の生徒はハンドアウト形式のものを用意したが、英語科としてはアブストラクトの書き方を教えてもよかったと感じている。できれば来年は、ハンドアウトとともにアブストラクトも事前に作らせたい。

④ 帰国後の参加生徒の事後指導

これに関しては2つのことを検討中である。

ひとつは、主として高校1年の派遣生徒による、台湾生徒交流会の報告会をすることである。今回派遣された生徒たちに、ぜひとも本プログラムで得たことを他の生徒たちにも還元し、刺激を与えてほしい。それは学校から派遣された生徒の義務

であろうし、本人たちにとっても経験を振り返るよいチャンスとなるだろう。来る3月14日に、他の海外派遣生徒にも声をかけて、報告会を実施する予定である。

もうひとつは、台中一中の生徒たちが来日したときに、今回派遣された14名の生徒たちが核となって交流することである。現在のところ、5月31日に、理数クラスの60名の生徒が本校を訪問する予定である。短い訪問ではあるが、今度は台湾の生徒にとって有意義な1日となるよう工夫してもらいたい。

以上4点の仮説を検証した。来年度もより実りの多い交流会となるよう、今年度の経験を生かしつつ準備を進めてゆきたい。

(文責：英語科・秋元佐恵)

General Plan of the Academic and Cultural Exchange Program 2010

1) Itinerary of the Academic Trip by Tsukukoma (14 boy students & 4 teachers)

Dec. 14	12:15	Leaving Haneda for Taipei (EVA Airlines 191)
	15:00	Arriving at Taipei
		Departing to Taichung (by car) and stay in a hotel
Dec. 15		Visit to Science Museum, Sightseeing Trip
Dec. 16		Visit to TCFSH *for details, see Exchange Program
Dec. 17		Visit to TCFSH *for details, see Schedule on Dec 16,17
Dec. 18		Visit to Institutions in Taipei and stay in a hotel
Dec. 19	16:00	Leaving Taipei for Haneda (EVA Airlines 190)
	19:50	Arriving at Haneda

2) 派遣生徒(visiting students) (14 名)

高 2 (second-year students of Senior High)

胡 緯華	(HU Weihua)	(Math1 presenter)
山口 慎平	(Yamaguchi Shimpei)	(Physics1 presenter)
久米 秀明	(KUME Hideaki)	(Biology presenter)
谷川 洋介	(TANIGAWA Yosuke)	(Biology presenter)
鷺沼 輝勝	(WASHINUMA Terkatsu)	(Math2 presenter)
中塚 義道	(NAKATSUKA Yoshimichi)	(Physics2 presenter)
山部 翔太郎	(YAMABE Shotaro)	(Physics2 presenter)
大野 沢生	(OHNO Takumi)	(Math3 presenter)
宮下 頌矢	(MIYASHITA Shoya)	(Chinese & Japanese Classics presenter)
安田 光	(YASUDA Hikaru)	(Linguistics presenter)

高 1 (first-year students of Senior High)- presenters of our School and Student Council

塩澤 拓斗	(SHIOZAWA Takuto)
福島 聡	(FUKUSHIMA Satoshi)
岡本 崇史	(OKAMOTO Takashi)
藤井 隆弘	(FUJII Takahiro)

3) Teachers

篠塚 明彦	(SHINOZUKA Akihiko)	(teacher of World History) *Chief
秋元 佐恵	(AKIMOTO Sae)	(teacher of English)
真梶 克彦	(SHINKAJI Katsuhiko)	(teacher of Physics)
町田 多加志	(MACHIDA Takashi)	(teacher of Mathematics)

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

The First Day (Dec.16th)

Time	Activity	Subject / Topic	Presenter(s)
1310~1500	Class Observation	Chemistry class	TCFSH Class <input type="checkbox"/>
1510~1700	Class Observation	Math class	TCFSH Class <input type="checkbox"/>

The Second Day (Dec.17th)

Time	Activity	Subject / Topic	Presenter(s)
0900~0930	Welcome Ceremony		
0930~1000	Project Presentation	Math	Tsukukoma Student 1
1010~1040	Project Presentation	Physics	Tsukukoma Student 2
1040~1110	Project Presentation	Biology	Tsukukoma Student 3
1120~1150	Project Presentation	Medicine & Health Science	TCFSH Tsung-Han Chan
1200~1300	Lunch Time		
1310~1340	Project Presentation	Math	Tsukukoma Student 4
1340~1410	Project Presentation	Physics	Tsukukoma Student 5
1420~1450	Project Presentation	Math	Tsukukoma Student 6
1450~1520	Project Presentation	Animal Science	TCFSH Yung-Kang Chen
1545~1645	Cultural Exchange Project Presentation Project Presentation	Introduction of Tsukukoma High School Life Chinese & Japanese Classics Linguistics	Tsukukoma Students

c. 筑波大学教員研修留学生受け入れ

1. 概要

本校は筑波大学附属学校として、附属学校教育局3拠点構想(「先導的教育拠点」「教師教育拠点」「国際教育拠点」)にそれぞれ対応したプロジェクト委員会が活動をしている。このうち「国際交流プロジェクト委員会」では、国際教育拠点としての役割を推進していくために、海外の中高生および教員との交流や筑波大学大学院教育研究科教員研修留学生との交流に取り組んでいる。

国際交流プロジェクトの活動目標は、「トップリーダー形成の一助として国際感覚を涵養するためのプログラム開発・研究を行い、将来国際貢献できる人材の育成を図る」ことである。そのために生徒・教員の発信力を高めていくことが大切であると認識している。また同時に、SSH研究の5つの柱のうち、(i)「サイエンスコミュニケーション能力の育成」および(ii)「世界を視野に入れた生徒の自主的研究・交流活動の支援」も任務の一端としている。

本校は海外からの教育視察団受け入れの機会が多い。しかし単発的な交流に終わる傾向があるため、より恒常的・日常的な教育プログラムの定着を図って、2007年度より筑波大学大学院教育研究科所属の教員研修留学生との交流を始めた。

2007年度から2009年度までの3年間で、留学生の本校行事参観・授業参観、専門分野調査への本校教員の協力等、各種の取り組みを重ねてきた。次に2010年度の活動について述べる。

2. 2010年度筑波大学教員研修留学生との交流

2.1 教員研修留学生とは

日本政府は、日本の大学において学校教育に関する研究を行う外国人留学生(自国の大学または教員養成学校を卒業し、自国の初等・中等教育機関の現職教員として5年以上の経験がある者対象)を募集している。これが教員研修留学生である。毎年来日する留学生を筑波大学でも数名単位で受け入れており、留学生は10月に来日して半年間の日本語研修を受けた後1年間、各教授の指導のもと、教育に関わる研修を受けつつ個人研究を行う仕組みとなっている。

この研修生の研究やフィールドワークの場とし

て本校を活用してもらいつつ、本校の生徒や教員も留学生と交流をしながら国際感覚をさらに磨いていこう、というのがこの取り組みの主旨である。

2.2 2010年度の教員研修留学生

今年度、本校が交流を持った留学生は「筑波大学教育研究科第30期外国人教員研修留学生」7名および第31期9名の計16名である。以下に各人の国籍、職種、大学での研究テーマをあげる。

30期

- A：インドネシア、中学校(英語)、英語教育
- B：韓国、小学校、特別支援教育
- C：韓国、小学校、英語教育
- D：中国、中学校(中国語)、教育行政財政学
- E：フィリピン、特別支援学校、特別支援教育
- F：モンゴル、高校(化学)、科学教育
- G：南アフリカ、小学校(算数・理科)、数学教育

31期

- H：インドネシア、中学校(英語)、教育工学
- I：タイ、タイ科学技術推進機構、理科教育
- J：韓国、中学校(科学)、科学教育
- K：中国、中学校(英語)、英語教育
- L：中国、教育社会科学研究センター、教育経営
- M：中国、教育省高等教育評価センター、
教育制度
- N：メキシコ、中学校(公民)、公民教育
- O：メキシコ、中学校(英語)、英語教育
- P：ガボン、小学校、教育経営

留学生はつくば市在住であるため、東京の中心地に所在する本校へ来るにはそれなりの時間と交通費がかかる。そこで交通費に関して、筑波大学学校教育局から教育長裁量経費という名目の財源を確保し、全員に交通費の支払い(1回約3,400円)ができる体制を整えている。

2.3 2010年度交流の記録

(1) 2010.06.18 本校音楽祭参観

例年どおり、本校音楽祭の参観を30期生7名が行った。学校行事が教育の大きな柱となるのは日本独特の学校文化で、彼らにとって本校諸行事の参観は貴重な体験となっている。国に帰ってから学校運営の参考にしたい、という声もよく聞く。

(2) 2010.10.31 本校文化祭参観

10月に来日したばかりの第31期教員研修留学生6名が本校文化祭を参観した。まだ慣れない日本の交通機関を利用し、はるばる筑波から東京の

中心地までの小旅行で、途中何度も道に迷いながら予定の時刻から大幅に遅れて本校に到着した。このような苦労も、彼らにとって早く日本に慣れるための良い経験となったことであろう。

文化祭の内容については、まだ日本語が不自由であるため十分に理解できたとは言いが、雰囲気は楽しめたようである。

(3) 2010. 11. 27 本校教育研究会参加

本校教育研究会に教員研修留学生が参加するのは今年が初めてである。彼らにとっては日本の授業が生で見られる貴重な機会として大変興味深かったようで、30期・31期の全員が来校した。交通費の援助があることも、彼らにとって本校を訪問しやすい理由の一つであろう。

当日は理科・社会・英語の公開授業があったが、それぞれの興味や専門に応じて各自が自由に参観していた。以下に彼らから寄せられた感想の一部を紹介する。いずれも原文のままの引用である。

①The lesson study is quite new to me, it's only in Japan that I was able to witness this kind of program for parents and teachers. The first school that I observed was the Korean School in Tokyo and then Komaba High School. What I can say is that, in Korean school, this is a good way to show the parents how their children learn in the school. In the same way in Komaba School, this activity was a good opportunity for foreign teachers to get input from the teachers in Japan and at the same way good chance of exchanging of ideas from teachers coming from different nations. I do hope that this knowledge sharing will happen to other countries as well. Through this it does not only help improve the educational system of other countries but as well as empowers friendship of many countries and builds harmonious relationships within nations. (フィリピン、特別支援学校教諭)

②日本で1年2カ月を研修生として勉強したが、中・高校の教室授業参観は今度が初めてだった。良い機会を承諾してくださった関係者方々に感謝のことばを申しあげる。私は社会科授業を参観して見た。日本の中・高校授業の流れはどんなに展開しているか？授業方法的な面に関心があった。

(中略) 討論形式授業で学生たちが多様な観点が

ら今という時代を理解し、自分の考えを表現するのが印象的だった。入試のための暗記式教育から脱して学生たちの考えの幅を広げてくれる授業展開方式が立派だと感じた。(中略) 日本の学校の授業を見てから感じた点は教育内容の選択と方法において、学生たちが思考し、行動することができる力を育ててくれることを強調しているというのだ。競争より協力的な雰囲気造成に力を入れているという感じを受けた。授業展開方法でちょっと惜しい点は情報社会にあう技術をあまり見られなかったという点だ。過去20年、10年前の授業方法と違う点は何か？時代の変化にしたがって教育内容と方法に変化が必要だと考えられる。

(韓国：小学校教諭)

このように、ただ参観するだけではなくそこから色々と学ぼうとしたり、少しでも貢献できるよう自らの意見を寄せてくれている。今後も彼らの参加を得ることで、本校教育研究会が本校教員や全国から集まった他校教員に取って貴重な意見交換の場となっていこう。

(4) 2010. 12 月 留学生研究協力

インドネシアからの留学生(英語教育)が論文を執筆するための調査に、本校英語科教員が協力した。内容は大学入試統一試験(日本の場合はセンター試験を指す)の比較研究である。

時間的・地理的制約のため、本校教員と留学生との本格的な協同研究はなかなか難しいが、このように個人研究レベルでの協力を積み重ねていくことが今後の発展につながっていくであろう。

3. 今後に向けて

今年度はこれまでの行事参観という取り組みに加えて、本校教育研究会に留学生諸氏が参加するという新しい展開があった。これは彼らのニーズを大いに満たしたようである。今後さらに、本校教員と留学生との間で教材や教授法に関する活発な議論が起こってくることを期待したい。

来年度は、教員研修留学生との交流を開始してから5年目を迎える。筑波大学教官間では教員研修留学生の認知度が低い、大学側の留学生担当教官が2年ごとに交代する等の問題点はあるが、それらを克服しつつ、本校教員・生徒ともにさらなる交流の促進を願っている。

(文責:国際交流プロジェクト委員 平原麻子)

(iii) 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

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7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31回数学特別講座

『数学を経済学からみつめてみよう』

日 時：7月12日（月）13:30～15:00

場 所：50周年記念会館

講 師：吉川洋 東京大学大学院経済学研究科教授

参加生徒：中1から高3までの希望者39名

内 容：（参加募集の案内より）

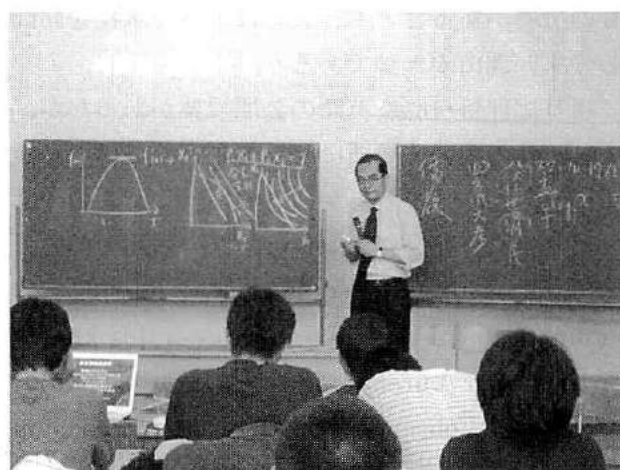


経済学と数学の出合いは、身近な日常生活の中に

あります。数学で学習する自然対数の底なども、商人たちが複利計算の必要上に生まれてきた成果の一つです。

経済学を学問として、ミクロ経済学、マクロ経済学、計量経済学、一般均衡理論、ゲーム理論、契約理論、実証マクロ経済学、マクロ経済動学などの立場から考えますが、現実の経済はあまりにも複雑で歴史的にも多様であり、抽象化することなしに理解することは不可能です。すなわち、経済学を数学で考察する必要があるのです。

本講座では、経済学の中で活躍する数学の一端を紹介したいと思っています。



第32回数学特別講座

『宇宙工学を支える数学』

日時：12月16日（木）13:30～15:00

場所：7号館オープンスペース

講師：中須賀真一 東京大学大学院工学研究科教授

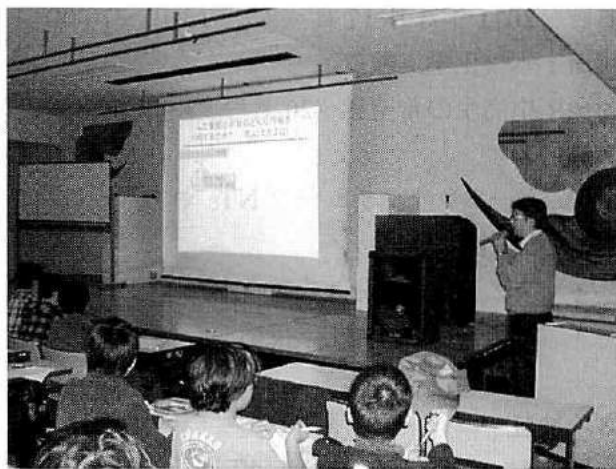
参加生徒：中1から高3までの希望者63名

内容：（参加募集の案内より）



宇宙工学と数学は切っても切れない関係である。

数学の一つの素晴らしい能力、それは、現実の世界の動きをモデル化し、未来の挙動を正確に予測してくれることである。とくに役立っている分野の一つは「軌道力学」の世界。地球を回る人工衛星は主として地球からの重力を受けて動作し、その挙動は非常に簡単な微分方程式で記述できる。深宇宙探査船の場合は太陽の重力である。ある時刻における初期条件（3次元の位置と速度の合計6個の情報）を与え、方程式を積分することにより、未来のある時刻における位置と速度を予測することができる。この「予測」がないと、たとえば、衛星と交信しようとしても、いつ、どちらに向かって電波を出してよいか分からない、衛星からの電波のドップラーシフトの量も計算できない。この5月に見事に地球に帰還した「はやぶさ」もその恩恵にあずかったといえる。本講演では、軌道力学をはじめとして、宇宙工学を支える数学のいくつかを紹介したい。



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。

（アンケートの記述より）

第31回『経済学〜』よりの生徒自由記述

- ・ 身近な経済学と数学の関わりが面白かった。
- ・ ジニ係数について所得の差が数値化できることにおどろいた。需要と供給について多少分かった。
- ・ 市場のメカニズムの話が面白かった。
- ・ 説明がとても分かりやすかった。

- ・ ベキ分布が面白かった。
- ・ 最後の所得関係がよく分かりました。
- ・ 価格を細かく調整したうえで経済が成り立っていることに驚いた。
- ・ ジニ係数が分かりやすかった。
- ・ 正規分布とベキ分布のちがいなど、日頃考えたこともなかった。ベキ分布の存在を知り驚いた。
- ・ 「需要」と「供給」の部分がとても分かりやすかった。また、「効率性」の重要性も知ることができた。
- ・ 需要、供給の連立方程式の解が均衡解だということが面白かったです。この均衡解が僕たちの日常生活と深く関係しているということもまた興味がわきました。
- ・ 難しい内容が多かったが、経済的な複雑なものを数学的に上手く表していて、非常に興味深かった。

第32回『宇宙工学〜』よりの生徒自由記述

- ・ ロケットの軌道が高校数学レベルで計算できるのが面白かった。
- ・ 宇宙工学で数学は裏切らないということ。
- ・ 数学がそのまま研究に活かされている現場があることを実感できた。
- ・ 数学（物理）が宇宙開発の基盤となっていることが良く分かり、その詳細、仕組みを知ることができて興味深かった。
- ・ また数学で軌道をほとんど全て予測できることに驚いた。
- ・ アポロ11号について、あの時代にあれだけ困難な偉業を成し遂げたことに驚いた。
- ・ はやぶさの話が面白かった。
- ・ 数学は色々な物の道具として、とても優れていると感じた。
- ・ 宇宙工学と数学が深い関係にあることが分かった。
- ・ 数学は難しかったが、実例や宇宙工学の概要については分かりやすかった。
- ・ 秋葉原で買ったものだけで人工衛星が作れて、しかも7年間飛び続けたのがすごいと思った。
- ・ 小型衛星の小ささや、その衛星の撮る写真の綺麗さにとても感動した。

（文責：数学科 牧下 英世）

b-1. 理科・化学分野

1. 仮説

今年度は、実験講座を2回企画した。うち1回は、ここ数年継続している東京大学教養学部での化学科が開講するゼミナールを受講した生徒のみを対象とした「分子の構造と核磁気共鳴」である。

もう1回は中高生を対象とした基礎的な内容から光化学反応を利用した物質の化学修飾までをあつかった講座である。どちらの講座も、簡単な導入から最先端の研究内容を聴くことで化学に対する知的好奇心を喚起できるのではないかと考えた。

2. 内容・方法

(1) 「分子の構造と核磁気共鳴」

講師：下井 守 先生

(東京大学教養学部 特任教授)

村田 滋 先生

(東京大学大学院総合文化研究科 教授)

日時：2010年1月22日(土) 13:10~16:00

場所：東京大学教養学部

対象：分析化学ゼミナール受講生

参加者：高校2年生 17名

実施内容：講義と施設見学、演習

- ・ 電磁波と波長、電子スピン・核スピン
- ・ 化学シフトとカップリング
- ・ NMRの特徴、医療への応用(MRI)
- ・ 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：



- ・ 参考書や教科書にはあまり載っていない、NMRを用いた測定の仕組みを、直に講義で教えてもらってとてもためになった。
- ・ 分子の構造の観点からNMRスペクトルについて詳しく解説してくれて、わかりやすかった。
- ・ 核磁気共鳴で分子の構造を決定する際に、カッ

プリングによる影響が出るのが興味深かった。

- ・ 化学をちゃんと勉強したくなった。
- ・ 講義もわかりやすく、謎解きみたいでとても面白かったです。
- ・ 物質を特定する方法がわかって、非常にタメになりました。お忙しい中、ありがとうございました。

アンケート結果より：

- ・ 理解度：理解できた・まあ理解できた 82%
- ・ 満足度：期待通り・ほぼ期待通り 94%
- ・ 学習効果：学習に役立った 100%

(2) 「かご状ナノ炭素分子群の化学」

(東日本大震災により中止)

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：2011年3月17日(木) 13:10~16:00

場所：本校化学実験室

対象：中高生の希望者(20名程度)

実施内容：

- ・ カーボンナノチューブNTsやフラーレンの分散実験
- ・ フラーレンの分離実験
- ・ フラーレンの光化学反応

3. 検証

(1)は核スピンとは何かということから始まり、NMRの医療分野などへの応用まで。非常に丁寧に説明をしていただいた。そのため、未知試料のNMRを測定した後も、ほとんどの生徒がチャートを正確に読んで、未知試料を同定することができた。また、アンケート結果から、生徒の化学に対する知的好奇心を喚起し、物質の探求や研究活動の面白さを実感できる内容であったことがわかる。今後も、このような特別講演や特別実験講座を通して、研究することの大切さや面白さを伝えていきたい。

(文責：化学科・吉田哲也)

b-2 a 生物分野 (実験講座)

1. 仮説

これまで生物科では高校2、3年生を主な対象とした専門性の高い講演会を開催してきたが、中学生が参加できる形の企画が必要と考えられるようになってきた。そこで、中学生が積極的に参加できることを考え、中学3年生から高校3年生が参加可能な実験講座を企画した。SSHのテーマの1つでもある教えあい学びあい。の場面も期待できるのではと考えた。

2. 方法

2.1 講座の概要

今年度の実験講座は1講座であった。

「魚への乳酸菌投与効果を調べてみよう」

—魚類用プロバイオティクスの話—

講師：星野貴行先生

(筑波大学大学院生命環境科学研究科)

日時：2010年 7月14日 13:10~16:17:00

7月16日 9:00~13:00

対象生徒：中3~高3までの希望者 15名先着順

参加者：16名(中3:3名 高1:9名 高2:4名)

実施内容：養殖漁業においては、高密度養殖に伴う魚病発生への対応として抗生物質などの薬剤投与が行われている。しかし、より安全な魚類用プロバイオティクスの開発が求められている。本講座では、実際にプロバイオティクスを投与したコイへの影響を調べることを目的とした。

一般細菌検出用のNY培地と乳酸菌検出用のGYP-BCP-CaCO₃培地に生育したコロニーを用いて、対照のコイに対して、乳酸菌：*Lactococcus lactis* h2株を投与されたコイの消化管からh2株が検出されるかどうか、興味深いものであった。乳酸菌であること、次に目的の乳酸菌であることを証明するために、PCRに用いるプライマーをいかに設計するか。ということ、生徒に考えさせながら、論理的でレベルの高い講座であった。

(オプションで、コイの血液採取、補体活性の測定も実施した)

2.2 講座の設定

第1日 腸内細菌の採取・選択培地にまく
オプションで、コイの血液採取。

第2日 選択培地に形成されたコロニーを用い

たコロニーPCRによる遺伝子解析
なお、評価は講座終了時に参加者が提出したアンケートの分析により行った。



3. 検証

結果は、コロニーの数が少なく、大成功とは言えなかった。しかし、GYP培地で、培地の色が紫から黄色に変わり、CaCO₃が溶け透明になった乳酸菌のコロニーが、少なかったが検出でき、PCRの結果も期待したものであった。

「今までプロバイオティクスについて詳しく知らなかったが、講座を受けて非常に良くわかりとてもためになった」中3生徒。

「コイを解剖し、腸から内容物を取り出すなど貴重な体験ができた。遺伝子の知識が実験を行うことでより深く定着し楽しみも増えた」高1生徒。

「研究方法や仮説の立て方など科学者としての基本的な考え方に加え、ゼミでの学習にも役立つPCRや電気泳動など充実した内容でした。」

高2生徒。

など、すべての参加者が充実感とともに満足感をもつことができた。

この講座の内容を理解できたか。という問いに対して、少し理解できた。(中3:3人) 良く理解できた・かなり理解できた(高1:8人 高2:4人) あまり理解できなかった(高1:1人)と、ほぼ学年進行に従い、理解度にも違いが見られた。中3は遺伝の授業が実施されていない状況での実施であったが、よく実験に参加し、遺伝子への興味を高めることができた。実験講座は設備などの制約はあるが、間違いなく生徒は参加し易い。さらに中学生の割合が増えるような実験講座を企画し、検証していきたい。

本講座において、コイへの乳酸菌の投与をはじめ全て準備して下さった星野先生に感謝致します。

(文責：生物科 石川秀樹)

b-2 b 生物分野（講演会）

「生殖細胞と性を支配するメカニズムを知る

ーある研究者の生き方ー

1. 仮説

近年は、生物科の開催する講演会スタイルの企画が殆どなかったため、本校の SSH プログラムとして 2002 年度～2004 年度に合計 3 回行った講演会で好評であった講演会を今年度再び企画し、生徒の興味関心を喚起しようと考えた。

2. 方法

テーマは発生遺伝学と、生徒に関心が高いと思われる研究者のワークスタイルとした。中学生も受講希望者がいるであろうことを事前に講師には伝え、講演内容に配慮をお願いした。

2.1 プログラム内容

プログラムタイトル：

「生殖細胞と性を支配するメカニズムを知る

ーある研究者の生き方ー

講師：小林 悟先生

（自然科学研究機構 基礎生物学研究所

岡崎統合バイオサイエンスセンター 教授）

日時：2010 年 11 月 20 日（土）

場所：本校オープンスペース

対象：中学生、高校生の希望者

参加者数：42 名

（中 1…13 名、高 1…3 名、高 2…26 名）

内容：

研究する楽しさとは何か。誰も見つけていない事実を発見するためには既存の定説を覆すような突拍子もないアイデアが必要になる。その思考過程の楽しさが講演者の経験から語られた。研究内容では、次代に生命をつなぐことのできる生殖細胞が作られるメカニズムやその性を決めるメカニズムなどが取り上げられた。

2.2 生徒の反応・感想

以下は事後アンケートに記入された生徒の感想である（・1 つが生徒 1 名の感想である）。

- ・先生が研究に対して情熱を持っているということが伝わってきました。また、色々な人との出会いの大切さに改めて気づき、これからもそんな出会いを大切にしていきたいと思いました（中 1）。
- ・小林先生の生き方を聞いて、その常識にとられないような様々な研究は、どれも興味深かつ

たです。例えば、ミトコンドリアと受精卵の話では、その裏話なども含めて、Nanos のはたらきについてわかりました。また、さらに学習してみようと思いました（中 1）。

- ・失敗や現在の知識への疑問から新しいことを探求していくということが心に残った。研究が面白そうだった（高 1）。
- ・他人がやらないことをすることは共感した。常識を疑うことは言うのは簡単だが、実行するのは難しいと思った。先生の実験は難しすぎて自分には無理だった（高 2）。
- ・自分の研究で常識を覆していくというのはすごいことだと感じた。ショウジョウバエがお酒によってくると聞いて面白かった。とても小さな卵を並べたり、薬品を注入したり、というような気の遠くなる作業を見て、自分には絶対に無理だった。職人芸のようで美しかった。身近なことに疑問を持ち、それを追究していく姿勢を自分も見習いたい。研究者の情熱はすごいなと改めて実感した（高 2）。
- ・性の運命決定において深いと思った。新たなテーマを決定すれば、また新たなテーマが生まれてくる。その無限な世界というのが印象に残った。また、情熱のある人だと伝わった。そんな情熱をもてるようになりたい。今いる世界はとても価値があると思うので、それを活かして自分を磨いていきたいと思った。引き出しを増やすためにも身近にいる人と話して得られるものはあるのか…（高 2）。

3. 検証

アンケートの結果から、参加した中学 1 年の生徒をはじめ、多くの生徒に興味を持って聞くことが出来たことが伺える。

4. 追記

また、以下のような実習も織り交ぜた中学～高校低学年向けのワークショップ型のプログラムも行う予定である。

プログラムタイトル：

「自分のからだを通して学ぶ解剖学」

講師：前島 徹先生（目白大学保健医療学部 教授）

日時：2011 年 3 月 11 日（金）

場所：本校生物実験室

対象：中学生、高校生の希望者 20 名

（文責：生物科・仲里友一）

c. 国語科

1. 5 年間の目標

本校国語科では、平成 19 年度の SSH 継続指定にともない、5 年間の実施目標を以下のように定めている。

①中学生の段階において、生徒の論理的思考力を養成すること。

②高校生の段階において、科学史や科学哲学についての生徒の関心を高めること。

SSH 研究を実践していく上で、高校生が「科学」を身近な問題として意識することが肝要である。そこで通常の授業の中で「科学とは何か」「科学的思考とは如何なるものか」という問いかけに生徒自らが答えを発見していくことを基本的な目標とした。

しかし、そのためには早期の取り組みが必要である。本校が中高一貫校であることから、その利点を生かせば中学の段階から SSH 研究を視野に入れた授業展開も可能であると考えられる。そこで、中学で実践している「学び合い」という学習方法が、積極的にものごとを考える機会を増やし、しかも授業の活性化にもつながっていることから、「学び合い」は論理的思考力の育成に極めて有効であると考えられる。そうした段階を経て、高校では「科学」に関するより高度な文章を読解し、そこで論じられていることを整理し、自分自身の見解を発表する授業などが展開できる。ここでは科学的原理や倫理などを「情報」「知識」として教員が一方的に説明するのではなく、「科学的な思考とは何か」という本質的な問いを自ら考える機会を与えることで生徒の科学に対する関心が高まることを期待したい。

過去の実践経過を概略すると、1 年目では中学生を中心に論理的思考能力を高める授業を展開し、2 年目では高校生の授業実践が重点的に行われ、3 年目では中高の連携を踏まえた教育作り、と実績を蓄積していった。そして 4 年目に当たる本年度は SSH 5 ヶ年計画の最終年度に向けて、これまでの成果を具体的に達成していくための準備段階と位置づけ、より充実した SSH 研究授業を展開していくことを心がけ、全学年にわたる研究授業を行うこととした。

2. 方法

今年度、上記の実施目標に沿って実施された授業について報告したい。

2-1 中学生の段階における SSH 研究授業

・中学 1 年生（有木担当）

各クラス 5、6 名から成るグループ班を形成し、ディベート学習を行った。あらかじめ定められたテーマに対して肯定か否定のどちらか一方の立場に立って論じることを指示し、制限時間内にそれぞれ自分の立場の主張と相手への質疑を行った。時にあえて自分の考えとは異なる立場に立って考えることにより、客観的思考力の育成及び相手の意見を聞いてそれに反論する訓練を行った。

・中学 1 年生（東城担当）

小原嘉明「モンシロチョウの手旗信号」を教材として、仮説検証（反証）の過程を述べた文章の組み立てを要約的に整理させ、科学的な思考の組み立てを考える協働学習を行った。次に、ポパーの「反証主義」の考え方を講義し、科学の条件について考えさせた。最後に、自説が反証された筆者の落胆や葛藤の記述に注目させ、科学者の心理や倫理観に想像力を働かせるよう促した。

・中学 2 年生（千野担当）

『徒然草』の直訳的な現代語訳を用いて、現代の書き言葉としては不自然だと感じられる表現を抽出させ、そこから、現代にはない古文に特有の認識があること、および、現代と古代・中世（あるいは、異なる文化）の間に容易には乗り越えがたい認識の相違が伏在することについて、体験的に理解させることを試みた。また、『枕草子』の類聚章段における、「すさまじ」という語についての様々な用例を分析させ、語の意味を辞書的に定義させた。語の意味を定義する際、表面的な意味や訳語の背後に中核となる概念があるということを発見させるよう努めた。

・中学 3 年生（澤田担当）

昨年に引き続き、ライティング・ワークショップ形式で、生徒が相互にコミュニケーションを取りながら論理的に書く指導を行った。また三学期

には、複数の異なる立場からの評論を読んで説明するジグソー学習を行い、論理的な文章の内容とそれについての自分の意見を、できるだけ論理的に説明する訓練を行った。

2-2 高校生の段階における SSH 研究授業

・高校 1 年生（関口担当）

近代都市における科学技術の精華である鉄塔が、必ずしも合理主義的な見方だけでは説明が付かない意味を持って存在していることを論じた文章の読解を行った。自然科学の発展の背後に存在する、文化による超越的思考のあり方の相違が、科学を考察していくための重要なポイントであることに注意させた。

・高校 2 年生（澤田担当）

近代の科学観や人間観について、年間を通じて講義と文章の読解を行って学んだ。また、近年の脳科学の進展にともなう「自由」や「責任」といった概念が再定義を迫られているというトピックについて、小坂井敏晶「責任という虚構」をジグソー学習で読解した。ここでは生徒に、自分の理解した文章内容について互いに説明しあうことでより深く学習することを求めた。

・高校 3 年生（東城担当）

バイオメトリクス認証などの情報科学技術の発達と、それにともなう人間観の変化について、社会学者や哲学者が論じた文章を読解させた。その際、それぞれの筆者に共通する時代認識や、立場の違いによる意見の差異に注意することを促した。

3. 総合講座（講演会）

かつて本校国語科が筑波大学生を対象に行ったアンケート調査において、大学生が高校までの国語科の授業で身につけたかった国語力の回答として、「論文等を書く力」が多数を占めた。そのことを踏まえて上で、今年度は『日本語大シソーラス』（大修館書店）の編者である山口翼（たすく）氏（著述業）をお招きした。該書は Peter Mark Roget 編『Roget's Thesaurus（ロジェ=シソーラス）』を日本語に転用させた書である。既存の類語辞典の収録語数をはるかに凌駕し、1000 余りのカテゴリ

に分類した 20 数万語の語彙を収録している。そのため、作文時の文章表現のバリエーションを大幅に増やすのに大いに役立つ。山口氏はフランス滞在期に十数年の歳月をかけて独力でこの辞書を編纂された動機と苦労、同時にその編纂中に生じた日本語の問題点を挙げられた。また、日本語の使用頻度を独自の度数分布表にまとめられ、日本語を統計学的に検証された結果を披瀝していただいた。

生徒のアンケート結果でもおおむね好評であり、是非『日本語大シソーラス』を使用してみたいという意見もあり、さらには英語の授業でも英作文に『Roget's Thesaurus』を使ってみたいとの意見も出た。受講した生徒は山口氏のように大学等の研究機関に籍を置かずとも、かかる一大事業をなすことが出来る真摯な研究姿勢に大いに感銘を受け、研究の多様性を実感していた。

4. 来年度に向けて

この 4 年間、中学の段階でワークショップやグループ活動といった生徒が主体となる学び合いの授業を実践してきた。これらの授業は教卓を挟んで黒板と会話をするだけの旧来の授業方法ではなく、生徒の能動的な活動によって授業が展開されるいわゆる協働学習であり、そこで育まれる聞く・話すの能力は他者との関係性が強調されるものであり、客観的な視点を必要とする論理的思考力の養成に有効であると考えられる。

また高校生では科学史・科学哲学・科学倫理などの評論文を多数読み解くことで、あらためて「科学とは何か」を考える機会を持った。ここで提起される問題意識を生徒がきちんと言語化して表現できるようになるために、我々国語科教員は十分に洗練されたカリキュラム作り、教材選定を行うことが必要である。

最終年度にあたる次年度は、これまでの成果である学び合いによる学習活動を将来的に持続していくためのビジョンを示したい。そうして、生徒が主体的に「科学」の本質を解明しようとする意欲を持たせるためには国語科としていかにすべきであるかを今後の検討事項としたい。

（文責：有木大輔）

d. 地歴・公民科

「科学者の社会的責任を考える」

1. 仮説

2007年度より実施している「科学者の社会的責任を考える」授業づくりの一環として、今年度は水俣実習を行った。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、8月25日～28日の3泊4日で実施した。

実習は、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、水俣病を含めた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。今回は学校における学習を踏まえて、現地で自分の目で見て肌で感じることで、科学者の社会的責任を明確に意識するとともに、各人が持つ科学観を深化させることができると考えた。

2. 方法

事前学習を行ったうえで、以下の日程で水俣実習を行った。高校2年生の生徒が14名参加し、2名の教員が引率した。

日程：2010年8月25日（水）～8月28日（土）

行き先：熊本県水俣市、鹿児島県出水市

内容：

25 日午後 熊本学園大学水俣現地研修センターにて宮北隆志先生の講義

26 日午前 親水護岸・水俣病資料館見学

午後 水俣に聴くプログラム（1）

水俣に聴くプログラム（2）

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 出水市でのワークショップ

2.1 水俣現地研修センター

8月25日の午後に水俣につき、まず熊本学園大学の水俣現地研修センターを訪問した。ここでは、宮北隆志先生から水俣学講座として、講義をしていただいた。熊本学園大学には水俣学の講座が開設されており、さまざまな研究が行われている。生徒たちに、水俣病の持つさまざまな側面を理解

してもらうことを目的とした。先生からは、水俣病事件やその後の環境首都をめざす水俣の取り組みを話していただいた。水俣病という未曾有の公害を経験した現地がその後どのように変貌したかを知る上でよい機会となった。また、宮北先生の専門である衛生工学という学問分野を知ったことも興味深かった。



宮北先生をかこんで

2.2 親水護岸・水俣病資料館見学

親水護岸は、有機水銀で汚染された水俣湾の埋立地につくられた公園の一部である。かつての汚染地域はヘドロが浚渫され、汚染魚とともに埋め立てられた。チッソから水銀が排出された百間排水口など、当時を知ることでできる地点を案内していただいた。続いて、国立水俣病研究センターで毛髪の水銀量検査と見学をした。続けて、市立の水俣病資料館も見学した。水俣病を記録したさまざまな展示資料をみて、あらためてこの事件の大きさを認識することができた。

2.3 水俣に聴くプログラム（1）（2）

午後は、実際の水俣病の当事者から聴くプログラムを行った。まず、水俣病の語り部である、金子スミ子さん、吉永理己子さん、永本賢二さんの3名からお話をうかがった。14名が3つのグループに分かれ、それぞれのご自宅（永本さんはほっはとはうす）を訪ねた。三人とも異なる水俣病体験をされた方々なので、各人の印象は異なったが、家族や病気のことを直接うかがうことができ、貴重な時間となった。また、永本さんは胎児性の患者なので生い立ちから現在までを語っていただいた。三人とも水俣病に関する思いはさまざまで、宿舎に帰ってから内容を共有したが、訪問した生徒たちが受けた感動は大きかったように思われ

た。

後半は、中原泰子水俣市議、水俣市役所環境対策課、木村蒲鉾店を訪れた。水俣病を周辺から経験した方々である。水俣病は地域名がそのまま病名の名前となっているため、病気が地域社会に与えた影響は格段に大きい。魚を扱う木村さんのお話や、患者と行政、市民との間にたつ市議のお話、環境都市づくりにとりくむ市役所などさまざまな立場の方々からお話をうかがうことができた。参加生徒たちは、公害企業と被害者という単純な二項対立ではとらえられない複雑な水俣病の様相を知ることができた。



永本賢二さんとともに（ほっとはうす）

2.4 フィールドワーク（1）（2）

翌日も、グループに分かれて、水俣病に関連するさまざまな場所を訪れた。訪問先は、胎児性患者のケア施設であるほっとはうす、相思社、国立水俣病総合研究センター（国水研）、熊本学園大学萩原修子先生、チッソ水俣工場である。

ほっとはうすでは、「水俣病を宝物として伝えるプログラム」に参加させていただき、代表の加藤タケ子さんから話をうかがった。水俣病患者を支援する団体である相思社では、理事の遠藤さんから話をうかがうとともに、資料館を見学させていただいた。国水研では、研究所の活動や世界の水銀汚染への対応など幅広い内容をうかがった。萩原先生は宗教社会学の立場から水俣病を研究されているので、興味深い内容のお話をうかがうことができた。最後に8名が参加したチッソ水俣工場では、ゲストハウスで総合的な説明を聞いたあと、工場内を見学することができた。参加生徒たちはそれまでの2日間の聴き取り内容をもとに、さまざまな質問をぶつけていた。なぜ水俣病

の被害が拡大したのか、なぜ対策が後手にまわったのか、チッソは企業責任をどのようにとらえているのかなどさまざまな疑問に答える訪問となった。



相思社歴史考証館にて

2.5 水俣明治大学展

今年度は、明治大学で9月初旬水俣展が開催された。その中のプログラムとして教育シンポジウムが開催され、本校もパネラーの一員として参加することができた。生徒たちは実習に参加した直後の生々しい印象をもとにレポートを作り、発表した。シンポジウムでは、昨年、一昨年と水俣を訪ねた2校の実習の状況を聞くことができた。自分たちの行って来たことを客観的にみるよい機会となった。

3. 検証

ここでは、まず参加した生徒のレポートから、仮説で述べた効果を検証する。

「8月の下旬に水俣を訪れた。正直に言って、それから色々なことがあったし、時間も結構経っていて、よく覚えていないことも多い、というのが本音ではある。が、それでも、時間がたっても覚えていることこそ、フィールドワークに行き得たものではないか、と思い、ここに書かせて頂く。大野先生は、距離感を感じてほしい。といったようなことを度々おっしゃっていた（もちろん他にも色々なことをおっしゃっていたが）。僕たちは今、交通機関の発達した都会に住んでいるからよくわからないかもしれないが、「水俣」という地方の、言ってしまうと田舎に住んでいた人が、裁判を起こすとはどういう事か。地裁は熊本市にしか無く、水俣と熊本の往来は、当時は1日がかかりで、とても大変だったはずだ。と、言われても、

羽田から飛行機を使い、リムジンバスに乗り、リレーつばめに乗り、更には九州新幹線を使っておきながら、当時の距離感なんて・・・と思わないこともなかったが、それでも、得られたものは大きいと思う。特に、水俣市内を自転車で移動した時などは、坂は結構あったけど、数十分自転車を漕げば、大概のところには移動できてしまうほどの、言ってしまうと小さな街で、その街を二分するほど大事件が過去にあった、というのは想像を絶した。まあ、正確には、街を二分していた、と思っていたが、実際には加害者(チッソや国)と被害者(患者とその家族)というように、簡単に分けられるような状態ではなく、両者が入り交じっていて、とても二分、と割り切ることでできるような状態ではなかったし、だからこそあそこまでもめ、実態の解明に時間がかかり、まだ終わっていない、という面もあると思う。また、加害者も、原因企業のチッソだけは決して無く、当時の高度経済成長により、利便性を享受した人々、つまり、日本国民全員、いや、他の国の人々も含め、加害者となったのは、そういった、水俣の人達を含めて、より豊かな生活や便利な生活を求め、手にした人々全員であり、そして、それは当時の人々に限らず、過去の積み重ねの上にいる、その次の世代、さらにその次の世代と、今の時代に生きる僕達を含め、決して無関係ではないということができるだろう。

また、一部の人に犠牲を強いて、他の人は何らかの利益を得る、という構図は、決して水俣病に限らず、今でも沖縄の米軍基地の問題など、まだまだあることだし、その問題を認識していたとしても、やはり、負担を一部に押し付けて、自分に関わりたくない、という水俣病の原因となった構図はまだ残っているのだ、ということも最近になってしばしば思い知らされている。

それから、実際に水俣に行ってみて、何よりも思ったのは、僕も含めて、日本人の中で、今の水俣を知っている人はどれくらいいるのだろう、ということだ。今では、原爆が落とされた、という事実を知らないという人もいるらしいが、そもそも、水俣病の存在を知っているか、そして、そのなかでも、実際に今の水俣を知っている人はどれくらいいるのか。もちろん、僕も、本当に今の水俣を知ることができた、などと思っているわけで

はないし、今回のフィールドワークで話を聞いた人も、水俣病に取り組んでいたり、患者の中でも、水俣病のことを話してもいいかな、と思うことの出来ている、ある意味では特殊な人であって、患者全員がそのように考えているわけではないし、実際にそうだと思うが、それでも、今では、よく水俣病、といってドキュメンタリー番組とかで使われるように、チッソの工場を取り囲んで怒鳴りこんでいる、などというわけではないし、患者の中でも、水俣からチッソが出ていくことを望んでいなくて、それよりも、和解ではないけど、そういった方向での解決を求める人もいて、現実の水俣では、水俣病と言われて、イメージするような光景は、今では全く、とは言い切れないが、それでも殆ど無いということをどれくらいの人々が認識しているのか。僕自身も、実際に水俣に行ってみて、初めてわかりました。」(一部抜粋)

この生徒のレポートから、現地を実際に訪れることで、漠然としていた事実関係がより明確になり、新たな視点が加えられたことがわかる。さらに、日本がかつて経験した水俣病ほどの大きな公害でさえ、現在ではしだいに風化し忘れ去られようとしていることもわかる。

参加生徒たちは、強烈な印象をもって実習を終えることができた。今後、彼らは卒業研究に取り組む中で、「科学者の社会的責任」をさらに深めていくものと思われる。

(文責：地歴科・大野 新)

e. 保体科

1. 仮説

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ために筑波大学からコーチ学が専門の谷川聡講師に来ていただき講演を実施した。体育・スポーツ科学の分野では最先端の科学技術を駆使して実践研究が行われている。この方面への生徒の関心は高くしかも筑波大学においては体育・スポーツ科学において最高峰の設備が整っている。中学3年生及び高校2年生において実施している筑波大学訪問とあわせて大学との連携を深めながら研究を進めていくことは生徒にとっても大きなメリットがある。

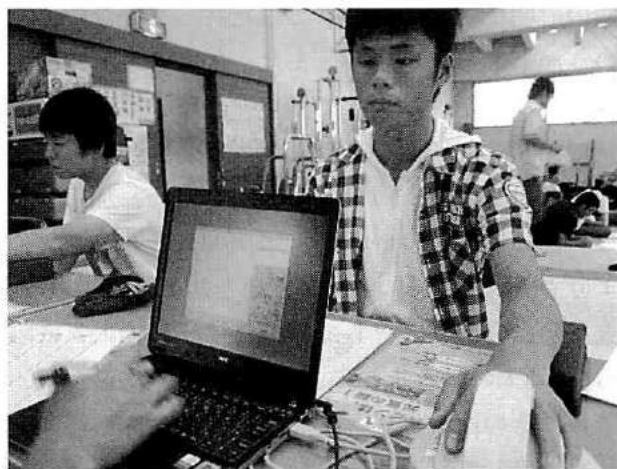
また例年通り保健及び体育の授業において「からだをはかる」を継続して行っている。

2. 方法

2.1 からだを測る（健康教育・体育授業）

- (1) 全学年を対象として形態測定を全校一斉に4月28日に行った。測定内容は身長・体重・座高・胸囲の4項目でBMI指数、理想体重、全国平均、東京都平均、Tスコアを算出し、前回、前々回との比較等を行っている。
- (2) 全学年を対象とした体力測定を本年4・5月に実施した。国平均、東京都平均、Tスコアを算出し、前回、前々回との比較等をコンピュータ診断により行っている。
- (3) 中学1年生から高校2年生を対象として超音波による筋厚・脂肪厚の測定を本年9・10月実施した。経年変化を明らかにした。
- (4) 中学1年生から高校2年生を対象として姿勢の撮影を実施した。各学年のポイントは下記の通りである。
 - ①中学1・2年生では姿勢の撮影と簡単な分析、保護者からの感想を聞く。
 - ②中学3年生高校1年生では自分の姿勢について意識が強く持つことができるようなヒントを与える。今後どのように自分を変化させていきたいのか考えさせる。
 - ③高校2年生では5年間の姿勢授業のまとめを行う。中学1年生からの変化・成長を振り返る。自ら探求し、健康観・体力観の向上に結びつける。そして自分の得た知識や経験を他者に情報発信する機会を与える。

④61期生を対象とした骨密度およ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6月に行なった。



- (5) 中学1年生から高校2年生を対象として長距離走とロードレースにおいて総消費量QCシートによるライフスタイル調査・総歩数・走行距離・運動時間・基礎代謝量・心拍数の測定を行った。

2学期の文化祭終了後に健康的な生活習慣を実践することを促し、冬季休業中に自主的な運動生活を実践できるように、期末試験終了後の特別授業期間に長距離走の授業を1時間実施し、3学期に7から9時間の長距離走の授業を中学1年から高校2年生までの5学年で実施した。

2.2 姿勢教育

上記(4)について高校2年生がサイエンスコミュニケーション能力の向上を図るために発表授業を実施した、姿勢授業は以下の通りである。

高校2年生

10/8（金） 姿勢写真撮影、超音波筋厚撮影、胸囲測定、パワーマックス測定。

- 11/5 (金) 骨盤チェック (高さの違い、ねじれ具合など)。
- 11/12 (金) 現像された自分の写真を台紙に貼り付ける。自分の写真から考察する。
- 1/28 (金) 姿勢プロジェクト発表会のグループ分け。テーマ決め。
- 2/12 (金) グループごとに調べ学習。
- 2/25 (金) 姿勢プロジェクト発表会。各グループ持ち時間は5分。聴く生徒達は評価表に発表の評価を記入する。

2.3 2010 スーパーサイエンスハイスクール講演会

保健体育特別講座「速く走るための身体の挑戦」

日時 2009年12月11日10時から12時

講師 筑波大学大学院人間総合科学研究科講師

シドニー・アテネオリンピック日本代表

110M ハードル日本記録保持者

日本陸上競技連盟ジュニアコーチ

谷川 聡 先生



場所 本校 50周年記念会館

参加者 中学1年生7名、2年生11名、3年生26名、高校1年生18名、2年生16名計78名が参加した。

内容 誰もが出来る走ることを題材に、これまでの速く走るためのアスリートの挑戦を動画にてわかりやすく紹介したものであった。特にスプリント及びジョギング、立位姿勢の特性に着目しながらヒトの運動学習を見直したものであった。本校では全学年で姿勢授業を実施しており、内容もわかりやすく好評であった。

3. 検証

3.1 2.1 姿勢プロジェクトについて

高校2年生にとっては、人に教えることが姿勢学習をさらに深く追求できたことは言うまでもな

い。プレゼンテーションについて、この学校で何回も経験があるが、聞き手を惹きつけ、体験もさせ、間の置き方、効果的な進行など難しい点があることを自覚できる。

自分の考えを効果的に明確に伝えるために工夫することは、とても大切なことである。①表現に関すること、②科学的知識技能に関すること、③コミュニケーターとしての活動に関することについて整理し指導を重ねることで更に改善されよう。

3.2 2.2 保健体育特別講座について

今回は保体科主催としては三度目の講演であり、生徒に多数参加してもらおうと企画した。授業がない土曜日にもかかわらず、サッカー部・野球部・バスケットボール部・陸上部など運動部員でスポーツ好きで実践している多数の生徒が参加した。

講演のテーマ「速く走るための身体の挑戦」について中学生・高校生にかかわらず期待をし、関心を持って聞き入ったようだ。生徒の事後アンケートによると、「今までは腕の振りやモモをあげることを意識していたけれども着地した時の形に着目するのは初めてだったので面白かった。(中2)」「今まで歩幅を大きくすることを意識して走ってきましたが、ピッチが重要であると知り、意識してみようと思いました。フォームも重要であると改めて思いました。(中3)」「走り方、歩き方など日常生活で普段全く意識していないことを意識するきっかけになってよかった。(中3)」「ゴールデンエイジを過ぎた僕達にとって身体の運動能力を高めるには身体の動きを理解するしかない。例えば走るという動作に関しては着地時の後ろ足が前にあるなどである。このようなことを意識するだけでなくさらに実践していきながら覚えていくことが必要である。ただ全力を出しながらだと意識することができないので歩くときなどにも考えながらやるべきだと分かった(高1)」など生徒のこれまで実践や授業の体験をふまえた内容が多くこれからの練習や学習に役立てることができる、できそうだと回答が多くあった。

(文責：保健体育科・入江 友生)

f. 英語科

1. 英語科のSSHにおける目標と仮説

英語科では、SSH全体目標の中で、
(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」
に特に重点を置き、2007年度からの5年計画において、
「科学的内容の教材開発とカリキュラム研究」と
「生徒各人が口頭発表する能力の養成と科学的リテラシーの育成」という二つの目標を立てている。

仮説「サイエンス・コミュニケーション能力は、全般的なプレゼンテーション能力を基礎とした上に身につく」の下、英語科の共通理解として、各学年とも発表の訓練を出来る限り行うことを前提としている。

昨年度に引き続き、科学的教材や論文などを用いて、生徒のプレゼンテーション能力育成を目指し、以下にその実践報告を行う。

2. 方法1「中学校での実践」

中学において0から始めるという、教科としての英語の性質上、中学では必ずしもサイエンス関連教材ということにはこだわらず、スピーチなどによる基本的プレゼンテーション能力の育成を目指した実践が多い。

2. 1 中学1年生

中学1年生から、TT授業のパフォーマンステストとして、スピーチを行っている。1学期のテーマは「自己紹介」、2学期は「僕の好きな人物紹介」であった。

スピーチをさせる時の評価のポイントとして、
①Speak clearly. ②Eye contact ③Speak logically.
の3点を重点的に指導している。また各自のスピーチのあとには必ずALTとの一問一答の時間を設けている。

以下はスピーチの1例である。

Hello, everyone. My favorite person is astronaut Soichi Noguchi, because he studies about space very hard. And he is very funny. For example, he did arm wrestling and jump rope in the space. He can speak English very well, too.

He gave us dream. He is a great astronaut. I want to become like him.

Thank you.

2. 2 中学2年生

通常授業では、「聞く・話す」主体のTT授業で導入した新文法事項を含む内容を、「読む・書く」主体で復

習した。生徒には動詞だけを与え、自由に作った英文を発表させた。

TT授業では、自分たちで自由な状況を設定してペアで発話練習した内容を発表させた。具体的な英語での表現を紹介し、パターン練習をし、その後自由にskit等を作って発表させた。各学期末には学習した言語材料を使用したスピーチを行っているが、知っている文法事項が増えたため、内容以外の大事なポイントである「大きな声で、聞いている人の目を見て、はっきりと話す」、さらには聴衆の興味関心を引き印象に残るスピーチとするための工夫に意識を向けることができたようである。

2. 3 中学3年生

昨年に引き続き、学期末にテーマを決めて原稿を書かせた上で、スピーチを行っている。聞く側の生徒には簡単な評価表に記入させ、聞き取りやすさ、内容の分かりやすさについても評価のポイントとしている。平易な文章で聞き手に配慮することも指導している。

また、今年度からは簡単なdebateも行っている。affirmative teamがresolutionを1つ提示し、それぞれsupporting opinionを述べていく。negative teamはそれに対して素早くrefuting opinionで返していく。supporting opinionを述べた生徒はそれに対してさらに何か返答できればOKとする。resolutionはこちらで選択肢を与えるが、彼らの学校生活に基づくような平易なものを多くしている。

2. 4 中学3年生テーマ研究

今年度は、日本学術振興会のサイエンス・ダイアログというプログラムに参加している。これは、日本の大学で最先端の科学を研究している外国人研究者（1回に1人ずつ）が来校し、英語で講義をしてもらうというものである。専門的な科学の話だけでなく、自分の出身国や文化、自分の研究に関する基礎的な科学、そして、現在の自分の研究について、基本的に英語（彼らの母国語ではない場合がほとんどである）で話してもらい、その後、英語での質疑応答を行っている。

テーマと講師は以下の通りである。

第1回 Coral Reefs (Dr. Marc Humblet)

第2回 Pollution & Strategy (Dr. Yiping Zhao)

第3回 Physics & Graphene (Dr. Michael Marz)

第4回 Biological Clock (Dr. Jean-Michel Fustin)

第5回 Civil Engineering (Dr. Giorgio Barone)

3. 方法2「高校での実践」

高校英語になると基本語彙も増え、レベルの高い科学的教材に取り組むことが可能になる。ただ、プレゼンテーションの訓練に関しては、科学的内容にこだわらず、様々な内容や形式で行われた。

3. 1 高校1年生

各学期末には個人やグループで取り組む実技テストを設定している。

1学期末は“If I Were an Entrepreneur”というスピーチを各自2分程度で行った。効果的なプレゼンテーションを行う上での基礎力育成のため、論理的に分析し、因果関係をはっきりさせた具体的なスピーチを心がけるよう指導した。

2学期は毎回の授業で6名ずつ、「自分が人にすすめたい物・事」をテーマに約3分のスピーチを行い、その後2分程度、聴衆とALTからの質疑応答を行った。

3学期末にはペアごとに有名人になりきって会話をする、というパフォーマンステストを予定している。

3. 2 高校2年生

高2のTT授業では主にディベートを行っている。

1学期はディベートの骨格となる constructive speech を主に行った。学期の前半ではその参考資料となるハンドアウトを使用し、後半でスピーチを行った。その際、他の生徒は summary を口頭で伝えたり、constructive speech を行った。

2学期はディベートに向けての活動、および実際のディベートを行った。学期の前半ではテーマの参考資料を配布するとともに、実際に pro と con に分かれて練習を行い、ルールや進行の仕方について学習した。

後半では実際に5～6人を1チームとして、意見を戦わせるディベートを行った。テーマは、Tax on cigarettes should be increased. / We should lower the age of majority to 18. / Prescription (時効) should be abolished. などである。

3学期はskitを作成し、演じる活動を予定している。

3. 3 高校3年生

Reading の授業で1学期に扱った教材あるいは関連内容について、1分間のスピーチを行った。以下はその発表例である。

“The Nightly Battle: Bacteria vs. Egg”

I would like to talk about “The Nightly Battle: Bacteria vs. Egg.” I was interested in this text.

I have two reasons.

First, I'm interested in biology. I haven't considered a role of the white of an egg is the immune system of it. So, I was surprised at the fact that the white is able to kill invaders.

Secondly, the way the author writes is very interesting. He came up with various ideas to write this text for the public. For example, the author used an ordinary food and personified bacteria for readers to easily understand.

3. 4 高校2年ゼミナール・高3卒業研究

昨年度「コーパス言語学ゼミ」を開講し、20名の生徒がコーパスをテーマにした卒業論文を作成中である。ゼミナールでの手順は次の通りである。

- ① コーパスやコンコーダンスの紹介。
- ② 課題（タスク）を1～2問出し、紹介されたコーパスを用いて各自パソコンで検索。
- ③ 結果の提示、考察。
- ④ 2人1組でリサーチクエスチョンを設定して調べ、結果を考察したものをパワーポイントで発表。

上を基に卒業研究論文を書く際には、問題の所在、研究の背景、方法、結果、考察、示唆、限界、参考文献までが、一貫性を持って書かれているという、科学的論文の体裁をとるよう指導した。また、調査の結果に対しては言語学的分析を加え、示唆の部分では、英語教育や英語学習に関する提言をするよう求めた。

3. 5 授業外での実践例

授業外でも以下のような研究発表を行っている。

- ・ RITS スーパーサイエンスフェア2010 (19 カ国参加) への参加・口頭発表[SSH 事業の一環として]
- ・ 台湾国立台中第一高級中学校との生徒研究交流 [SSH 事業の一環として]

4 検証

本校では6年間を通じて「コミュニケーション能力の育成」という1本の軸を意識した授業を行っている。

そのためには、生徒自身がより自立した学習者となり、自ら工夫を重ねながら自律して日々の学習に取り組むことが肝要である。

生徒の意識をいかに高めるか、魅力的な教材やリアルなコミュニケーションを体験する場をどれだけ提供できるか、などが今後の課題である。

(文責：英語科 山田忠弘)

(iv) 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

a. 技術・情報科

1. 4年次の実施内容とワークショップの参加状況

SSH3年次が終了した時点で、4年次の研究計画として以下のような内容を設定した。

①第3年次までに獲得した経験に基づいて、機材の運用性や導入段階・展開段階双方の教材を高める。過去2回のワークショップで解決されていない機材の不具合を解消する。なお、機材の準備数は昨年度までに整備された員数で一応の目安とする。

②開発済みの教材(平板加工・ビルケース等)を再考し、実用的な側面を備えつつ加工しやすく、学習者がより興味・関心を抱きやすい教材に改善する。

③第1・2回ワークショップで獲得した経験に基づいて、ワークショップの内容構成や進行手順をさらに改良する。獲得したノウハウを継承し、内容構成や進行手順の大部分を確立する。加工手順などをできるだけ学習者が自己発見的に獲得していけるようにする。

④ワークショップ参加者の対象を本校以外の生徒にも拡大し、他校からの参加希望者を受け入れる。人数は最大24名程度とする。募集方法については、WEBを介した一般募集や、あるいは近隣の高等学校から協力を得る。

⑤第1・2回参加者(経験者)の活用を図り、経験者が未経験者の学習を支援できるようにする。

⑥大学教員やRoland DG社等との連携を図り、ワークショップの開催に関して協力関係を維持する。

昨年度の第2回ワークショップでは、20名程度の参加者数を予定していたが、募集を開始してもなかなか希望者が集まらず結果的に9名にとどまった。参加者を確保することは、新たにワークショップを開催する上で大きな前提であり課題である。第3回ワークショップではできるだけ予定数に近づけるために、複数回にわたる募集要項の配布やポスターの掲示、クラス担任からの紹介、授業中に直接説明するなど色々な手段を通して募集に努めた。しかし、当初の開催日(7月30日・31日)の直前までに、校内からの参加希望者は1名のみだった。一方、④にあるように他校からの参加者も募ることにしたので、本校近隣の都立高校と私立中高一貫校に予め連絡を差し上げた。が、いずれからも参加希望の連絡を頂戴できな

かった。参加者の募り方が安易であったのかも知れない。当初の日程での開催を中止せざるを得なくなり、急遽開催日を変更した。ワークショップの準備や参加のしやすさを考慮すると、夏季休業中に実施することが望ましいが、関係者の都合なども調整した結果、10月2日(土)に午前・午後の終日で実施することにした。その結果、本校から高校生8名と中学生1名、さらに門田和雄先生のご協力で東京工業大学附属科学技術高等学校から7名、講師でもある黒木啓之先生のご協力で都立産業技術高等専門学校から3名の計19名の参加を得て開催に至った。両先生には心からお礼を申し上げたい。

回を重ねるごとにテクノロジーに対する興味・関心が高まっていく状況とはいえ、SSH研究の主旨に貢献できているのか不安を覚えるところでもある。なお第3報までに3Dブロックを制御する2つの教材について学習過程や教材としての要件について述べてこなかったのが、本報でその詳細を取り上げたい。

2. PICによる3Dブロック制御の学習過程

PICによる1ボードマイクロコンピュータとして、マイクロテクニカ製 PICDEV-250BPIC開発スターキットを昨年度までに7台整備済みである。初期に購入した本体 PICD500EX3 型と後から購入した PICD500EX5 型の仕様の相違、および数々の問題に関しては、第3報で述べたように昨年度までにほぼ解決済みである。

以下に、PICによる3Dブロック制御の教材を学習する過程について詳細を示す。

図1 ワークシートに図柄を描き、ミルを移動させるコマンド(加工手順)に置き換える。分解能を 10mm と大きくとることで、意図した加工手順と3D ブロックの動作が確認しやすく、テクノロジーの認識・体験を促す。

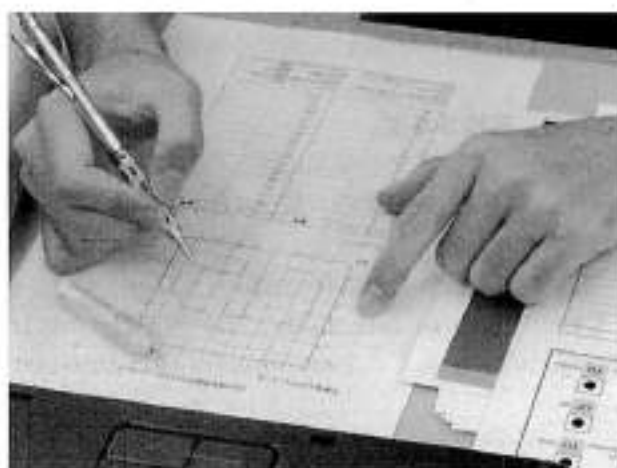


図2 ワークシートに記入された加工手順に従って PICD500EX5 にコマンドを入力していく。簡単なエディタによってコマンドの確認や修正ができる。入力や修正を行っているプログラムの存在については、特に説明していない。

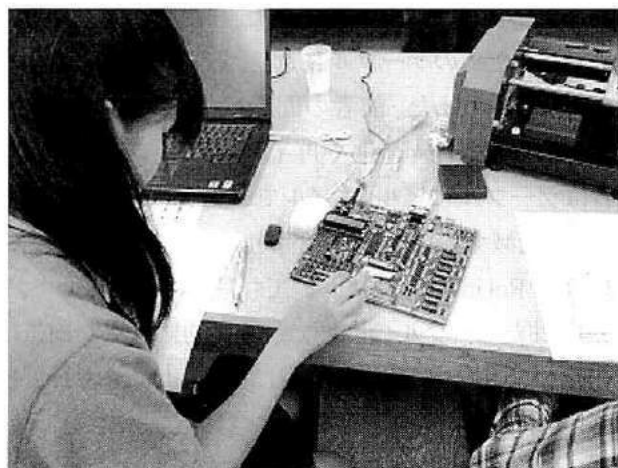


図3 3Dプロッタに材料を固定した後、GOボタンによってコマンドが転送され、加工手順に従って材料が切削されていく。ミルの回転・停止、上下もコマンドによって制御される。

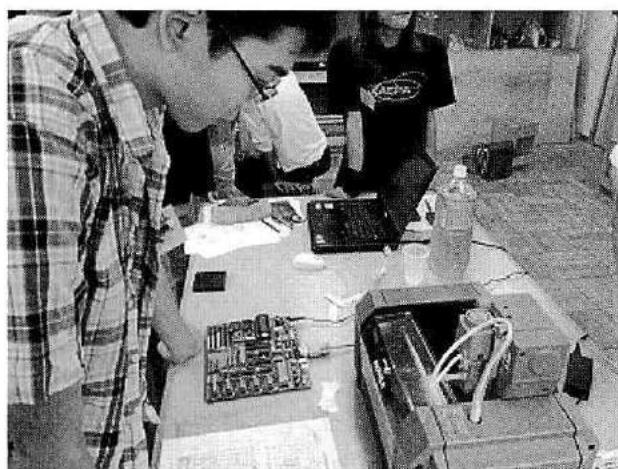


図4 切削が終了しダストカバーを外したところ。終了直後は切削ダストによって作品が覆われているので、掃除機を用いて取り除く。意図した通りの図柄が現れると、生徒は驚嘆の声をあげる。

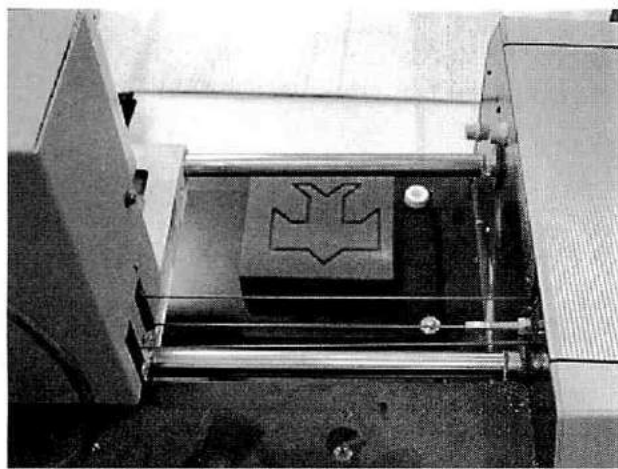
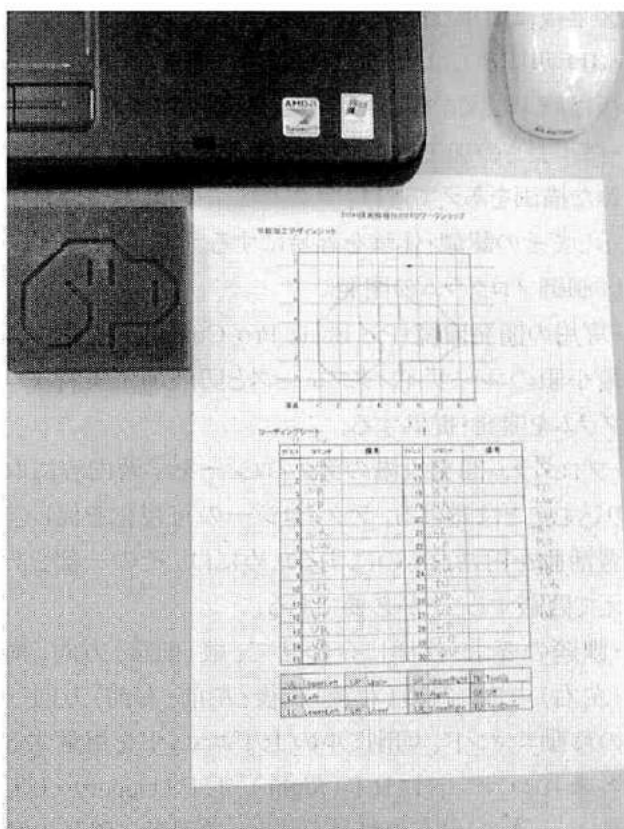


図5 ワークシートの記入例と切削が終了した作品。コマンドの入力数がワークシートの最大を超えてしまい、欄外に書き加えているが、制御プログラムに余裕があり3Dプロッタは問題なく動作した。犬のキャラクターがきれいに切削されている。



3. プリミティブな3Dプロッタ制御の学習効果

優れたユーザインタフェースを備えたアプリケーションは数多く存在し、本ワークショップで採用しているMcNeel製、Rhino4.0もその一つである。しかし、完成度の高い技術的ツール、特にユーザインタフェースが完備したツールではその動作原理や内部構造が隠蔽されており、いわゆるブラックボックス化していることが多い。アプリケーションの利用に先立って、1ボードマイクロコンピュータを用いた最小限の制御を体験させることは、ブラックボックス化された先端テクノロジーを可視化することに他ならない。3Dプロッタのミル(切削刃)を縦・横・斜め方向にしか制御できない環境を作り出すことで、複雑な形状を削り出す制御も、これらのプリミティブな制御が組み合わさって実現されていることに気付かせたいのである。

1ボードマイクロコンピュータによる制御の学習を行うための環境(教材)要件を以下にまとめる。

- ①1ボードマイクロコンピュータ(PIC)の利用
- ・制御装置であるコンピュータについて、LSI・タクトスイッチ・LED・LCD・内部配線・外部接続などが露出

した環境を用意し、テクノロジーの可視化を図る。

- ・ユーザインタフェースをタクトスイッチ・LED・LCDなど(GUIではなく)具体的なハードウェアとして用意し、それらの動作や機能を単純明快に示す。

②平板に簡単な図を描く(平板加工)課題

- ・3D切削加工は2D加工の応用に過ぎないので、平板に簡単な図を描いてみることを最初の課題とする。
- ・微小長さの加工や曲線の描画、ステップ数が多く複雑な描画をあえて避け、テクノロジーの基本や原理を示してその認識・体験を容易にする。

③制御プログラムの開発

- ・専用の開発環境(Pic Basic Pro Compiler)を用いて、最小限のユーザインタフェースと切削加工実行プログラムを開発・提供する。

- ・プログラム開発段階のテクノロジーを学習内容に取り込むことは避ける。テクノロジーの可視化を促し学習活動を円滑なものにするためには、その一部をあえて隠蔽することが必要である。

- ・課題の要求・仕様に合わせて、縦(前後)方向、横(左右)方向、斜め(右後・左後・左前・右前)方向への移動コマンド、切削ミルの上下コマンドを用意する。各々のコマンドにRT(Right)・UP(Upper)・UL(Upper Left)などの略号を与え、学習者に略号の意味の理解を求める。単純で整理された略号による方が、操作が容易であることを理解させる。

- ・切削手順を確認・修正するための簡単なエディタ機能を加える。

④3Dプロッタ操作手順の確立

- ・あらかじめミルの取り付け位置を適切に調整し固定しておく。また、ミルの切削深さ(降下量)を制御プログラムの中に書き込んでおく。

- ・材料の固定方法(両面テープ)、その確認方法、切削開始前の操作方法、異常発生時の操作方法について分かりやすく示す。

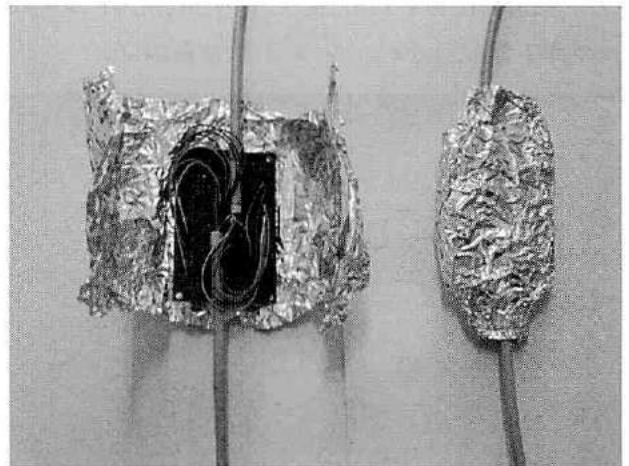
- ・本来必要でない操作や調整を学習者に要求しないよう配慮し、同時に学習中の安全確保に努める。

4. CAD・CAMによる3Dプロッタ制御の学習過程

パーソナルコンピュータ+アプリケーションによる3Dプロッタ制御には、3DCADソフトウェアとしてMcNeel社Rhino4.0、3DCAMソフトウェアとしてRolandDG社MODELAPlayer4.0を用い、パーソナルコンピュータ本体と合わせて、昨年度までに7セットを整備済みである。

パーソナルコンピュータ側の問題として、昨年度のワークショップ終了後、OS(Windows)のアップデートが多数発生し、それらを適用した結果、3DCAMソフトウェアのMODELAPlayer4.0が部分的に本来の動作をしなくなることが判明した。また、3Dプロッタを接続するためのケーブルに起因すると思われるトラブルが今回も残った。前者の問題はOSおよびアプリケーションの設定最適化や再インストールによって、後者はケーブルにアルミホイルでシールドを施し外部ノイズを低減することで一応解決した。ソフトウェアの不具合はRolandDG社においても完全には解決しておらず、またケーブルの問題は、最終的にはMODELAMDX-15用の純正品を使用しなければならないことがわかり、次年度の予算要求に含めることにした。

図6 アルミホイルを使ったケーブルのシールド。現在はUSB-シリアル変換を備えた専用ケーブルが販売されている。



以下に、パーソナルコンピュータ+アプリケーションによる3Dプロッタ制御の教材を学習する過程について詳細を示す。

図7 3DCADソフトウェアにより製品を設計している段階。実際には用意されたサンプルファイルを元に、各部の寸法を変更する程度にとどめている。

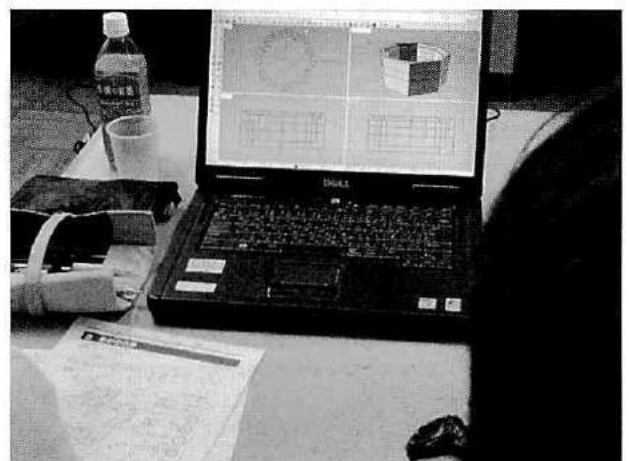


図8 両面テープを用いてプレートに切削材料(ケミカルウッド)を取りつけている。切削中に材料が外れないよう十分に固定する必要がある。



図9 CAMソフトウェアの切削条件の設定を確認しているところ。材料とミルの相対的な位置関係を正確に設定しなければならない。製品に必要な分量を確保し、同時に材料の無駄を最小限にする。

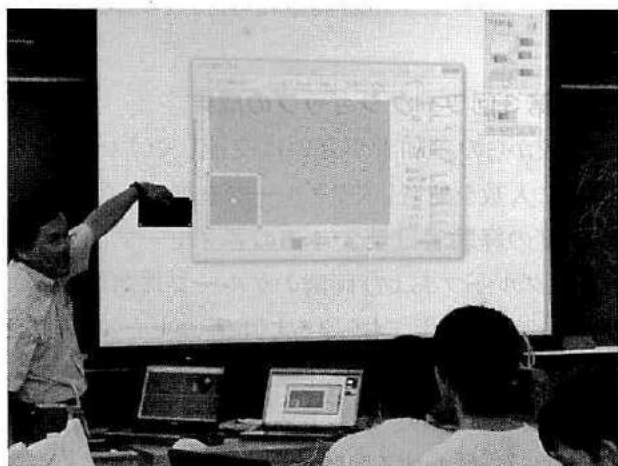


図10 切削開始直後の様子。撮影のためダストカバーを一時的に取り外している。製品の外形をおおまかに切削している。

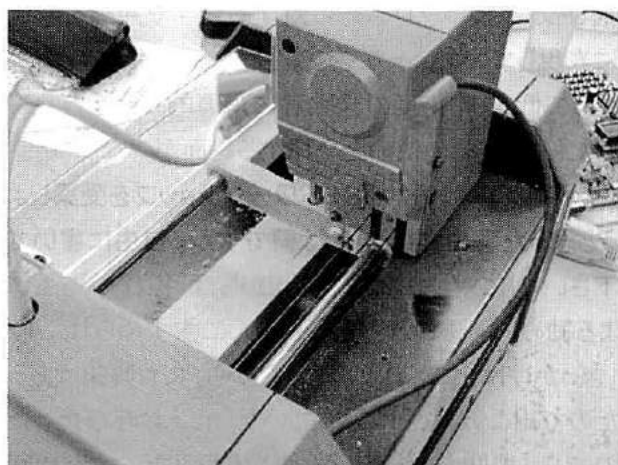
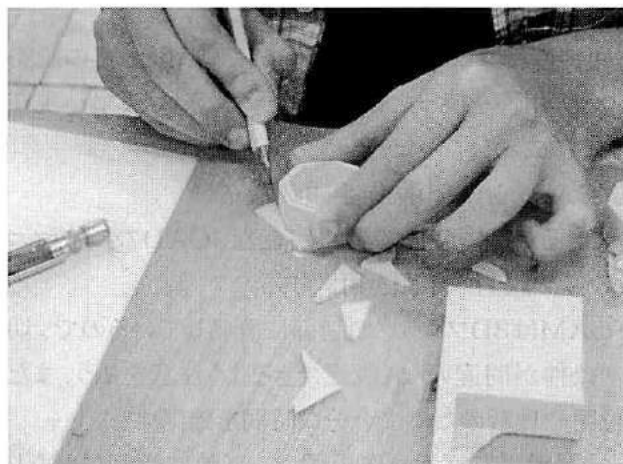


図11 切削が終了したところ。上方の小さな穴は、最後にミルが抜けて行った跡である。切削ダストに覆われているので、掃

除機を使って取り除く。



図12 プレートから材料を取り外し、余分な部分をカッターナイフを使って切り離す。さらにサンドペーパーで表面や相欠き部分を整える。



5. CAD・CAMによる3Dプロッタ制御の学習効果

プリミティブな環境下での3Dプロッタ制御の経験を踏まえて、今回は同じ日の午後に、CAD・CAMソフトウェアによる3Dプロッタ制御の学習に取り組んでもらった。コンピュータ側のはたらきと3Dプロッタ側のはたらき、信号・コマンドのやりとり、プログラム・データの存在に関する、プリミティブなレベルでの理解が進んでいるはずである。その結果、優れたユーザインタフェース(GUI)を備えていても、学習者はそれらを透視して、高機能・高性能な制御を基本的に原理的に納得しながら操作することが可能である。プリミティブなテクノロジーとハイテクノロジーとの関係は、飛躍的な段差ではなく連続的に階層を成しているに過ぎないことが理解される必要がある。

CAD・CAMによる制御の学習を行うための環境(教材)要件を以下にまとめる。

①高性能パーソナルコンピュータ、高機能CAD・CA

Mソフトウェアの利用

・適切なアプリケーションを選択し、使用ライセンスを獲得し、その操作方法を評価し精通する。

・複雑な操作体系の中から学習に必要な最小限の操作を選別し、学習者が理解しやすいようマニュアル化する。その機能・動作の再現性を十分に確認する。

②3Dプロッタの機能を発揮させる製作課題

・3軸制御のプロッタは、実際には自在に立体を削り出すことは難しく、上下軸(Z軸)方向に立体の陰部分に回り込むことができない。

・この制約を回避しながら、しかもCAMの長所を十分認識させられる製作課題を用意する。

・上下の部品に分れていること、両者が相欠きをもって嵌合すること、内側奥部分の加工を含む点など、ビルケースはこの要件を満たしており、ワークショップの場で一定の説得力を発揮してきた。

・可能ならばビルケース以外にも、課題としての説得力と実用性を持った教材を開発・導入したいが、現在までに成功していない。

③CAD・CAMの操作手順の確立

・できるだけ短時間で習得可能な、CADの操作マニュアルと説明の手順を用意する。

・CAMは3Dプロッタの制御に直結しているので、切削条件が間違いなく設定できるよう注意を払う。また説明や理解のために十分な時間を確保する。

・学習者に与える操作手順は、事前に数回にわたり動作検証を行い、想定外の異常動作や設定ミスの発生状況をできるだけ確認しておく。

6. 第3回ワークショップの開催

先述したように、平成22年10月2日(土)の午前・午後に変更して、「第3回CAD・CAMの世界にふれるワークショップ」を開催した。開催間際になって東京工業大学附属科学技術高等学校と都立産業技術高等専門学校から計10名の参加があり、本校生徒と合わせて19名となった。本校生徒の中には昨年度第2回ワークショップの参加者(経験者)が3名含まれていて、ワークショップの中で指導・補助的な役割を果たしてもらうことにした。

昨年度とほぼ同じ内容で進め、午前の講義には、東京都立産業技術高等専門学校の黒木啓之氏に「CAD・CAMの世界」と題してCAD・CAMの概説を、午後の講義には Roland DG 株式会社の砥山博行氏に「Roland MDX について」の題で3Dプロッタを

用いたものづくりの講義をいただいた。

ワークショップの補助として、Roland DG 株式会社の峰野洋介氏、東京都文京区立第三中学校の松本誠之氏、本校技術科非常勤講師で東京学芸大学教育学部大学院生の永澤悟氏に昨年と同様の協力を依頼した。本校技芸科からは植村・土井・小宮の3名の教員が運営に当たった。

図13 他校の生徒同士でグループを作り課題に取り組む



7. 第3回ワークショップの成果

3校からの参加者が互いに交流しやすいように、均等に人数を配置して7グループを編成した。また、昨年度の経験者は第2・4・6の各グループに配置して、同グループおよび隣隣のグループに対して指導的な役割を果たしてもらえように配慮した。ワークショップの雰囲気は過去の2回とかなり異なるものとなった。他校生徒はいずれも工業系の専門高校生であり、テクノロジーに対する興味・関心が抜群に高く、講義・実習の両場面で非常に熱心で意欲的な学習態度が見られた。説明や演示に対する反応が活発で質問が飛び交い、テクノロジーに対する驚きや共感を素直に表現していた。一方、本校生徒はそのような反応が概して低く、昨年度の経験者に指導的役割を与えていたものの、その使命を発揮する場面が少なかった。

事前アンケートの「SSHワークショップを受講しようと思った理由・きっかけは何ですか。自由に書いて下さい。」に対して、本校生徒からは「担任の先生による勧め」、「誘われたから」、「人にすすめられた」、「きっかけは出たけれど頼まれたから。でも興味はあったので出ようかなとは思っていた。」、「お呼びだったので」、「興味があった。強めに誘われた。」などの回答があり、ワークショップの内容への関心が低く、自発的に参加してきた状況に乏しく真剣味に欠く様子

である。他校生徒からは「この活動の紙を見たとき面白そうだったから」、「元々3DCGやCADに興味がありCADから物を作れると聞いて是非どのようなものなのか知りたくて受講した」、「元々興味がありフリーソフトを使用していた。今回パソコンで作ったものを実際に作れると聞いてとても興味がわき受講しようと思った。」、「教室にワークショップの案内があり、以前から関心があったので、授業で扱う前に体験してみたいと思い参加した。」などの回答があり、自分の興味・関心に従って積極的に参加していることが分かる。

「CAD・CAMに対して元々どの程度の知識や理解がありますか」に対する回答は、①かなり知識や理解がある(1名)、②ある程度知識や理解がある(2名)、③名前や意味を聞いたことがある(7名、うち5名が他校生徒)、④ほとんど知識や理解がない(2名)、⑤全く知識や理解がない(4名、うち3名が本校生徒)となり、傾向としては昨年度とほぼ同様だが、③と⑤の回答数から学校間での予備知識の差が窺える。

「3Dプロットによる平板加工のあらましは理解できましたか」については、全員が①よく理解できた(8名)、②ある程度理解できた(6名)を回答している。そして、「平板加工の準備・デザイン作業では良い結果が得られましたか」と「平板加工実習では良い結果が得られましたか」に対して、1名のみが③どちらとも言えない、残り全員が①良い結果が得られた、②ある程度良い結果が得られた、を回答している。

「3DCADによるプロダクトデザインの手順は理解できましたか。」と「ピルケース加工の準備・用意は理解できましたか」については、各1名を除いて全員が①よく理解できた、②ある程度理解できた、を回答した。そして、「ピルケース加工実習では良い結果が得られましたか」に対して、①良い結果が得られた(10名)、②ある程度良い結果が得られた(3名)、③どちらとも言えない(2名、2名とも本校生徒)という結果で、大多数が実習の結果に満足していることが分かる。

後半事後アンケートの「SSHワークショップを終えた感想、意見、要望などをできるだけ詳しく書いて下さい。」に対して本校生徒からは、「CAD・CAMについてはあまり知らなかったけど、今回の企画で関心を持った。」、「講義では企業関係者ならではの詳しい話を聞いた。話の内容に企業視点だと感じられる部分が多々あったが来てよかったと思う。」、「今まであまり知らない分野だった。新しいことに興味を持った。」、「仕組みがわかり面白かった。自分一人でもい

くらか出来そうだとわかり身近に感じるようになった。」、「他校と交流できて良かった。」、「加工についてよく理解できた。この機械の違うミルも見てみたい。」と、概ね肯定的で興味・関心の向上を窺わせる感想が寄せられている。一方他校生徒からは、「色々とモノを作れて楽しかった。どのようにして削っているのかもわかった。もっと時間を増やすか、夏休みなどに2、3日やってもっと沢山のことをやれたらいい。」、「3次元切削だとより複雑な形状のものも作れるのでとても関心を持った。機械で削るだけあったて、とてもなめらかな表面だったので驚いた。」、「実際にきれいな立体が完成し、CAD・CAMの凄さを実感した。この便利さは他の場所でも使いたい。」、「想像していたよりかなりきれいに仕上がったので嬉しかった。(略)自分用に一台CAMが欲しい。」、「こういうものがあると見聞きしたことがあったが、実際に使ったり説明を受けたりしたことでCAD・CAMが画期的なものだとわかった。」、「設計した3Dの図形が作成されていくところを想像すると、楽しそう。自分の進路について考え直すいい機会になった。」などの回答が得られた。ワークショップの印象を、自分の変化に関連させて丁寧に回答していることが分かる。「できれば来年も参加したいと思う」、「来年もぜひやって下さい」、「出来れば来年も開催して頂けると嬉しい」など、本ワークショップの継続を期待する声もあった。

CAD・CAMに対して元々どの程度の興味・関心がありますか」と、2回分の「CAD・CAMに関して以前と比べてどの程度興味・関心が高まりましたか」について簡便な集計を行った。「強く興味・関心がある、興味・関心が高まった」～「全く興味・関心がない、興味・関心が大きく損なわれた」に対して、+2、+1、-1、-2の各点数を与えると、18点(元々)→20点(午前終了時)→27点(午後終了時)と変化しており、ワークショップへの参加を通してテクノロジーへの興味・関心が明らかに向上していくことが分かる。

8. ワークショップ成果の発信と検証

SSHWEBページを、第3回ワークショップで記録した写真やビデオを加えて更新した。5年次(最終年度)は学習成果の把握と分析に重点を置きながら、まだ検証が残っている実施内容に取り組む。

(文責:技術・情報科 市川道和)

b. 数学科教員研修会

SSH 研究で開発した教材・カリキュラムを本校の教育研究会や研修会等で公開し、今後の研究の指針を得ている。例年 11 月の本校の教育研究会では 100 名以上の参加者に授業を公開し、研究協議会でご意見を伺ってきた。

今年度より教育研究会の数学は隔年実施となったため、数学科教員研修会について、交流支援枠でのものと、熊本県でのものについて報告する。熊本県での研修会は 3 月の実施である。

1. SSH 交流枠支援教員研修 数学科教員研修会

①目的

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・協議し、SSH 校及びそれ以外の学校の数学科教育活動に資する。

②実施概要

日程：平成 22 年 12 月 5 日（日）

会場：本校

9:00～ 9:15 受付

9:15～11:45 実施報告・研究協議

11:45～12:45 休憩

12:45～16:00 実施報告・研究協議と助言

16:05～17:00 講師講演

発表 SSH 校：清真学園中学・高等学校，東京都立戸山高等学校，福井県立武生高等学校，大阪府立大手前高等学校，明治学園中学・高等学校，本校

参加者：SSH 校及び一般の学校の先生 129 名



教材の発表風景

③検証

他の SSH 校の協力を得ることができ、参加者のアンケート結果からも有意義な研修会であった。特に、今年度から始まった数学の SSH 拠点校の発表は大変参考になった。

参加者からは今後もこのような研修会を実施してほしいとの声が多数寄せられた。



長岡亮介先生の講演

2. SSH 数学科教員研修会(熊本県)(実施予定)

(東日本大震災により中止)

①目的

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、熊本県立八代中学校・高等学校及び熊本県各校での取り組みを伺い、今後に資する。

②実施概要

日程：平成 23 年 3 月 18 日（金）で実施予定

9:30～12:00 本校からの報告と意見交換

13:00～17:00 午前中の続き，及び八代高校からの報告と意見交換

会場：熊本県立八代中学校・高等学校

参加者：本校 7 名，八代高校，熊本県内の中学校，高等学校の先生，前年の宮崎北高校の先生，助言者 1 名

③検証

本校からの発表に関して貴重なご意見をいただくと共に、具体的な教材に熱心に取り組む様子や、授業に取り入れたいとの感想も伺うことができれば望外の喜びである。また、熊本県の数学教育の様子や、八代高校の取り組みを知ることができ、有意義な研修会となるだろう。さらに今回の教員間の交流によって、本校の開発した教材が他県に普及するだろう。（文責：数学科 牧下英世）

c. 数学インターンシップ

1. 仮説

数学について興味関心の高い生徒が選択する高校2年生の総合的な学習の時間「ゼミナール」は、自由な発想で学び合い、教え合う場であり、これに大学院生などが参加することで、学びが一層深化充実したものになると考えられる。そこで、筑波大学大学院数理物質科学研究科の授業「数学インターンシップ」(1単位)を履修した大学院生を加えてゼミナールを実施することとした。なお、筑波大学の「数学インターンシップ」はゼミナールへの参加を前提に設定されている授業である。

2. 方法・内容

今年度は解析学、情報数学及び代数学を専攻する4名の大学院生が7回のゼミナールに参加した。引率の数理物質科学研究科・坂井公准教授(数学系)を含めて、生徒の発表に対して助言・意見交換等を行うとともに、それぞれが専門に関連することを生徒に講義した。

なお、第2回ゼミには、前年度数学ゼミを履修した高校3年生3名が参加し、大学院生とゼミ生の前で発表した。3名はここでの発表の経験を生かし、その後、校内・校外でのSSH研修会で発表している。また、第6回ゼミにはゼミナールオープンとして本校中学3年生と高校1年生延べ約60名が参加した。

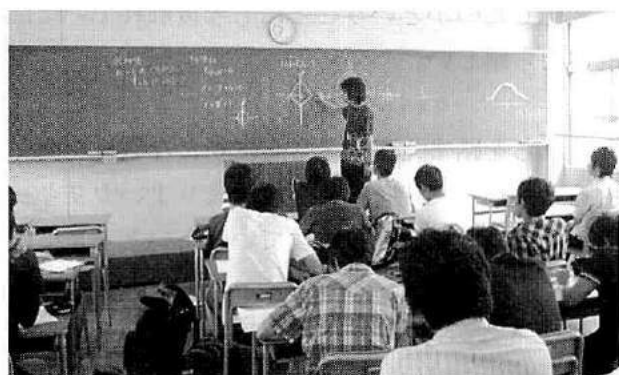
日程と主な内容は以下の通りである。

①6月12日(土) 10:30~12:20

担当教員からの話題(モンモール問題)

②6月26日(土) 8:30~12:20

高3生の発表(シガーボックスの問題、絶対値陰関数が表す図形、四面体の性質についての概要)



(高校3年生による発表)

③9月11日(土) 8:30~10:20

生徒発表(全員の間接発表)

④10月16日(土) 10:30~12:20

生徒発表(2つの平方数の和、騎士周遊問題、先手or後手 必勝or必敗)、大学院生の講義「path algebraについて」

⑤11月20日(土) 9:30~12:20

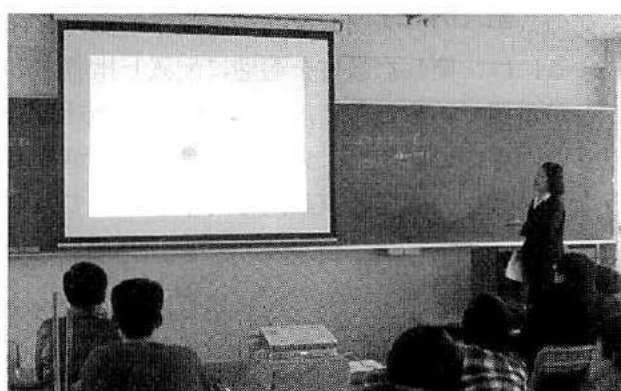
生徒発表(重心位置を求めよう!、誤り訂正符号理論について、揚力の発生に関する通説と逆接の検証)、大学院生の講義「3次元ユークリッド幾何における回転対称性の四元数解釈」

⑥1月22日(土) 9:30~12:20

生徒発表(B・Jの最善の一手についての考察、凸多角形の各頂点からの距離の和が最小となる点など)ゼミナールオープン(中3高160名も参加)

⑦2月12日(土) 8:30~12:20

生徒発表(碁盤の目状の道路網における経路数、渋滞モデルによる、渋滞と渋滞発生のメカニズムの分析、偽硬貨判別法 など)、大学院生の講義「2体問題における離散シュレディンガー作用素の研究 —束縛状態の数—」



(大学院生による講義)

3. 検証

実施後のゼミ生のアンケートから、大学院生の講義によって、より専門的な数学に直接触れることができ、大学での研究のイメージができた、進路について考えるきっかけとなったことがわかった。また、大学院生にとっても、長期にわたる高校生との関わりは貴重な体験であり、参加した大学院生たちは、様々なテーマについての生徒発表を聞くことができ、有意義であったとの感想を述べていた。なかには、もっと多く交流する機会をもちたいという感想も聞かれ、今後工夫していきたい。(文責:数学科 町田 多加志)

(v) 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

a. 数学科

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 5 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『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』の中で数学科は、大学での学びにつながる数学に注目し、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行った。また、それらを本校の実態に即した中高一貫のカリキュラムへ配置するとともに、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。

そこで 2007 年度より新規指定を受けた SSH 研究『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』では、生徒の数学への興味関心を高め、数学的能力を育成するには、優れた教材を適切に配置し指導することが重要であると考え、「統計」と「微分方程式」以外の内容についても、大学の学びにつながるような数学教材の開発と実証的な考察を行っていくことにした。

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 54 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一部を記載する。)

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。数学オリンピックの参加者は年々増加しており、高 2 総合学習(ゼミナール)で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には 120 名以上が参加し、「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。

- ・筑波大附駒場では開発教材を日々のカリキュラムに取り入れており、非常に共感して数学教育の理想型をみた思いである。
- ・様々な取り組みについて知ることができ、とても参考になった。数学について色々な見方、考えさせ方があるとわかった。SSH を参考にし、普段の授業で生徒の興味、関心をひくような教材を考えていきたいと思う。
- ・それぞれの学校のカラーが十分に出ていて面白かったし、自分の学校の様子にアレンジして実践していければよいと思う。現時点での生徒や先生方の活動の様子は十分に理解を深められたので、その活動を通して生徒たちがどのように変化したのかということにも今後触れていただけたら嬉しい。

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

表左端のアルファベットの記号は次の略であり、中学は小文字、高校は大文字、数字は実施学年である。
「A.代数(Algebra)」 「An. 解析(Analysis)」 「G. 幾何(Geometry)」 「P. 確率(Probability)」
「D. 微分方程式(Differential Equation)」 「S. 統計(Statistics)」 「O. その他(Others)」

	年度		年度
a1. 整数	2008	s1. 統計の基本	2006
a1-2. 有理数	2007	s2. 標準偏差・近似直線	2006
a3. 暗号理論と整数論	2006	s3. 正規分布と標準化	2006
A1 数と方程式	2008	s3-2. シミュレーションによる授業	2006
A2 離散な数列と連続な関数	2009	S1. 回帰直線, 相関係数	2007
A3. 置換と正多面体群	2007	S1-2 数理統計学入門	2009
A3-2. 1 次変換の線形性	2008	S2. 残差分析によるデータ系列の関係	2007
an1. 2元1次方程式とその応用	2007	S3. 主成分分析入門	2007
an2 合成関数とグラフ	2009	S3-2. 正規分布の平均の推定	2008
an3 絶対値を含む関数のグラフ	2009	d1. 自然数の和, 平方数の和, 立方数の和	2007
an3-2 絶対値とガウス記号を含む関数のソフトウェアによるグラフ描画	2010 ★	d1-2. 『数える』	2010
An1. 2次関数	2007	d2. グラフや図形の移動・変形	2006
An1-2 2次関数 (2)	2009	d3. 2 次関数の接線	2006
An1-3 和や積のグラフ	2010 ★	d3-2. 面積・体積	2006
An2. 円周率の近似	2007	d3-3. 最大・最小	2006
An2-2. 三角関数表を作る	2006	D1. 包絡線	2006
An2-3. 加法定理から導き出される多項式	2006	D2. グラフ描画の方法 ーテクノロジーへの挑戦ー	2007
g1 四角形の合同条件	2008	D3 包絡線(その2)	2006
g1-2 作図の教材	2009	D3-2 微分方程式	2006
g1-3 四角形の性質	2010	D3-3 微分方程式の応用	2006
g2. チェバ・メネラウスの定理	2007	D3-4 関数のグラフの描画法	2008
g3. 立方体の切断	2007	D3-5 曲線と面積	2008
g3-2. 反転法	2007	01. 4元数を高校数学へ	2007
g3-3 立方体の切断 (2)	2009	02. 有限世界の数学	2007
G1 四面体の幾何	2008	Pf1. 組合せの確率モデル	2007
G1-2 デカルトの円定理	2009	Pf2. EBIと確率・統計	2007
G2. 正17角形の作図	2008	Pf3. 無限集合の確率	2008

*掲載年度は、本校数学科研究報告の掲載年度である。

★本報告書に掲載した教材である。

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なる。

学年	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	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。これらを通じて、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B』(2単位)、『数学C1』(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)	<a3.暗号理論と整数論> A1.数と方程式	数列 (数列、二項定理) 複素数	A2.離散な数列と連続な関数	行列とその応用「数学C1」 (行列)	A3.置換と正多面体群 A3-2.1次変換の線形性
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))	 An1.2次関数 An1-2.2次関数(2) D1.包絡線 An1-3.和や積のグラフ	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)	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 D2.グラフ描画の方法 <An1-3.和や積のグラフ>	微分「数学Ⅲ」 (極限) (微分法) 積分「数学Ⅲ」 (積分法)	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
G.幾何	平面図形	G1.四面体の幾何 G1-2.デカルトの円定理	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	式と曲線「数学C1」 (式と曲線)	(D3-2.微分方程式(極座標での面積、曲線の長さ))
P.確率	場合の数 確率	Pf-1.組合せの確率モデル Pf-2.EBIと確率・統計 Pf-3.無限集合の確率			確率分布「数学C2」 (確率、確率分布)	<Pf-1.組合せの確率モデル> <Pf-2.EBIと確率・統計> <Pf-3.無限集合の確率>
S.統計	統計	S1.回帰直線、相関係数 S1-2.数理統計学入門	統計	S2.残差分析によるデータ系列の関係分析	統計処理「数学C2」 (資料の整理) (回帰・相関) (推定・検定)	S3.主成分分析入門 S3-2.正規分布の平均の推定
O.その他	集合と論理	Of.4元数を高校数学へ	※1ゼミナール	<Of.4元数を高校数学へ> O2.有限世界の数学	※2テーマ研究	<Of.4元数を高校数学へ>

※1ゼミナールは、高校2年の「総合学習」であり、2010年度は「60期のつくコマ数学科！」を開講。
※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。

関連分野： 解析分野
 高等数学： 解析幾何
 対象学年： 中学 3 年生， 高校 2 年生
 関連単元： 関数のグラフ
 教 材 名： 絶対値とガウス記号を含む関数のグラフの GRAPES によるグラフ描画

与えられた関数のグラフを描くことは、比較的容易である。特に、GRAPES や FunctionView などの関数グラフソフトを利用すれば、陽関数や陰関数のグラフを一瞬で描くことができ、手計算で描いたグラフが正しいのかを生徒自ら確認できる。これは、さらに発展した内容へ進むための土台となり得る。また、関数グラフソフトは、与えられた関数のグラフを描く作業の逆、つまり、与えられた線をグラフとする関数を作成する際に、生徒の試行錯誤の手段となる。

an3-2.1. 折れ線をグラフとする関数の作成

問1. $x = p_1, p_2, \dots, p_n$ ($p_1 < p_2 < \dots < p_n$) で折れ曲がり、傾きが左端から順に k_1, k_2, \dots, k_{n+1} となる折れ線

で左端を含む直線が点 $(0, r)$ を通るものをグラフとする関数を求めよ.

$$y = \sum_{i=1}^n a_i |x - p_i| + bx + c \quad \dots (*)$$
[illegible]

$$\iff a_i = \frac{k_{i+1} - k_i}{2} \ (1 \leq i \leq n), \ b = \frac{k_1 + k_{n+1}}{2}$$

$$y = - \sum_{i=1}^n a_i(x - p_i) + bx + c$$
$$c = r - \sum_{i=1}^n a_i p_i = r - \sum_{i=1}^n \frac{k_{i+1} - k_i}{2} p_i$$
$$y = \sum_{i=1}^n \frac{k_{i+1} - k_i}{2} (|x - p_i| - p_i) + \frac{k_1 + k_{n+1}}{2} x + r$$

例えば、2回折れ曲がる折れ線をグラフとする関数を求めるには、問1で $n = 2$ の場合を考えて、

$$y = a_1|x - p_1| + a_2|x - p_2| + bx + c$$

$$y = a|x - p| + b|x - q| + cx + d$$
$$\lceil a * \text{abs}(x - p) + b * \text{abs}(x - q) + cx + d \rceil$$

– 73 –

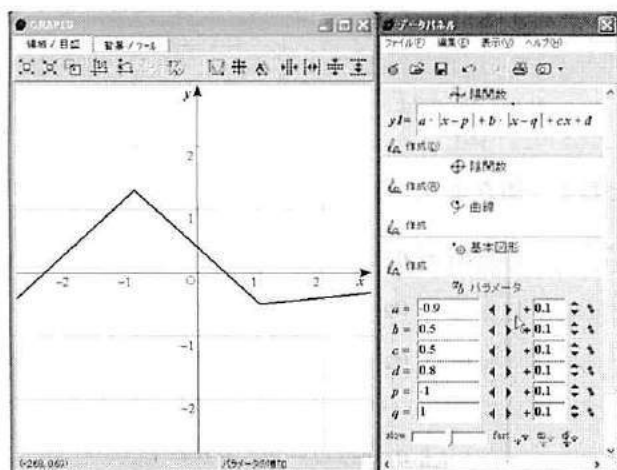


図 1: $y = a|x - p| + b|x - q| + cx + d$ のグラフ

an3-2.2. ガウス記号を含む関数のグラフの描画

GRAPES で、ガウス記号 $[x]$ を含む関数のグラフを描画するには、 $\text{int}(x)$ を用いる。実際、陽関数に「 $\text{int}(x)$ 」を入力してそのグラフを描画すると、図 2 のようになる。



図 2: $y = [x]$ のグラフ

ここで、端点が描画されていないことに気が付くだろう。端点を描画するには、陽関数で「 $\text{int}(x)$ ($\text{int}(x) = x$)」を追加して描画すればよい。



一般に、狭義単調増加または狭義単調減少であるような関数 $f(x)$ に対して、 $y = [f(x)]$ のグラフで端点もあるものを描きたければ、理論的には、陽関数で

$$\text{int}(f(x)) \text{ と } \text{int}(f(x)) \text{ (int}(f(x)) = f(x))$$

描画すればよいことになる。しかし、GRAPES のグラフ描画では、値として有限小数を用いているため、端点が必ず描画されるとは限らない。

例えば、陽関数で

$$\text{int}(3x) \text{ と } \text{int}(3x) \text{ (int}(3x) = 3x)$$

を描くと、図 3 のようになってしまい、点 $\left(\frac{2}{3}, 2\right)$ など描かれていない。

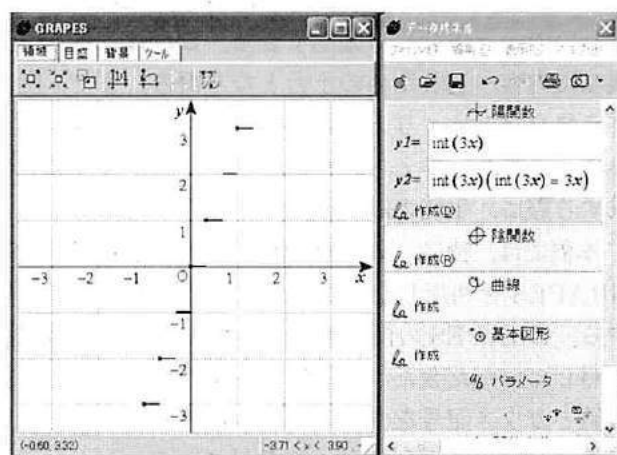


図 3: $y = [3x]$ のグラフ

このような点を GRAPES で描くには工夫が必要であるが、値だけ知りたいのであれば、「ツール」タブから「関数や式の値を表示」を選択し、「 $x =$ 」に「 $2/3$ 」を入力して、「 $y1$ 」の値が「 2.000000000000 」であることを確認できる。

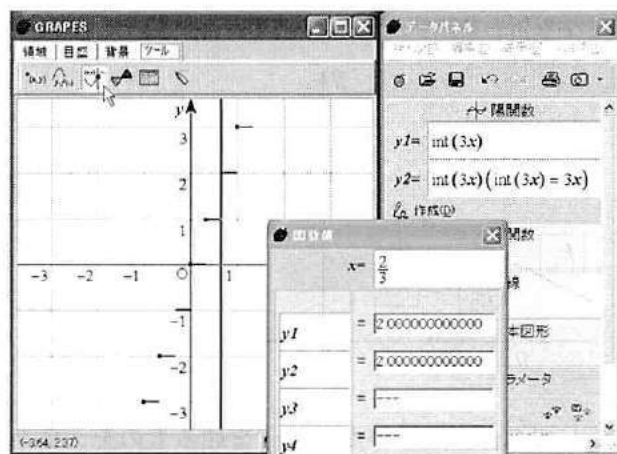


図 4: $y = [3x]$ の $x = \frac{2}{3}$ における値

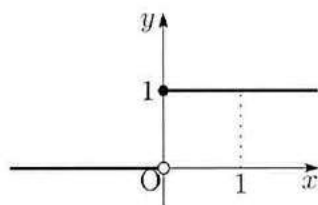
an3-2.3. 単位ステップ関数の作成

実数 x に対して,

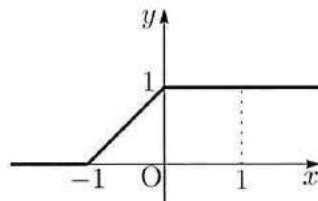
$$u(x) = \begin{cases} 1 & (x \geq 0 \text{ のとき}) \\ 0 & (x < 0 \text{ のとき}) \end{cases}$$

で定義される関数 $u(x)$ を単位ステップ関数とよぶ. ここでは, 単位ステップ関数 $u(x)$ を場合分けすることなく, 絶対値とガウス記号を含む関数で表現する方法を考察する. 次の問2で考えている線は, $y = u(x)$ のグラフである.

問2. 次の線をグラフとする関数を次の手順に従って4種類以上作れ. 手順: 関数を作る→GRAPESで確認→証明(説明)する.



解答例(1種類のみ) まず, 次の折れ線



をグラフとする関数を作る. $y = a|x+1| + b|x| + cx + d$ とおくと,

$$\begin{cases} -a - b + c = 0 & (x < -1 \text{ の傾き}) \\ a - b + c = 1 & (-1 \leq x < 0 \text{ の傾き}) \\ a + b + c = 0 & (x \geq 1 \text{ の傾き}) \\ a + d = 1 & (\text{点 } (0, 1) \text{ を通る}) \end{cases}$$

より $a = \frac{1}{2}, b = -\frac{1}{2}, c = 0, d = \frac{1}{2}$ なので, この折れ線をグラフとする関数は $y = \frac{|x+1| - |x| + 1}{2}$ である. GRAPESの陽関数で

$$\lceil (\text{abs}(x+1) - \text{abs}(x) + 1)/2 \rceil$$

を描けば, 実際に求める折れ線であることを確認できる(図5). このとき,

$$\begin{cases} 0 \leq \frac{|x+1| - |x| + 1}{2} < 1 & (x < 0 \text{ のとき}) \\ \frac{|x+1| - |x| + 1}{2} = 1 & (x \geq 0 \text{ のとき}) \end{cases}$$

より, ガウス記号を用いて

$$\left\lceil \frac{|x+1| - |x| + 1}{2} \right\rceil = \begin{cases} 1 & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

を得る. GRAPESで2つの陽関数

$$\lceil \text{int}((\text{abs}(x+1) - \text{abs}(x) + 1)/2) \rceil$$

$$\lceil \text{int}((\text{abs}(x+1) - \text{abs}(x) + 1)/2) (x=0) \rceil$$

を描けば, 実際に求める線が得られることを確認できる(図6).

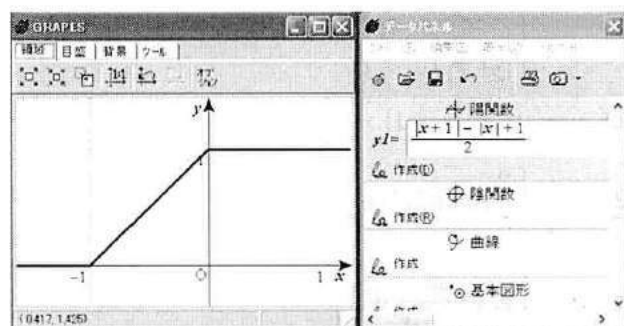


図5: $y = \frac{|x+1| - |x| + 1}{2}$ のグラフ

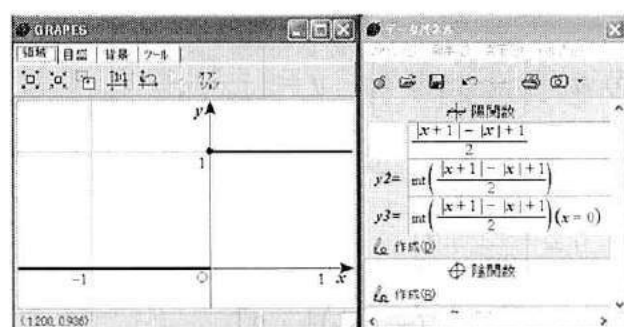


図6: $y = \left\lceil \frac{|x+1| - |x| + 1}{2} \right\rceil$ のグラフ

よって, $y = \left\lceil \frac{|x+1| - |x| + 1}{2} \right\rceil$ が求める関数の1つである. □

生徒の解答をすべて挙げておく. (1)は解答例で求めたものである.

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

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

$$(3) y = \left\lceil \frac{1}{4}|x+1| - \frac{1}{4}|x-1| + 1 \right\rceil$$

$$(4) y = \lceil \max(|x|, |x+1|) - |x| \rceil$$

$$\begin{aligned}
(5) \quad y &= \left[x + \frac{1}{2} + \left\lfloor x + \frac{1}{2} \right\rfloor \right] - [x + |x|] \\
(6) \quad y &= \frac{[|x+1|] - [|x|] + 1}{2} \\
(7) \quad y &= \left\lfloor \left[\frac{x+1-|x+1|}{2} \right] - \left\lfloor \left[\frac{x-|x|}{2} \right] \right\rfloor + 1 \right\rfloor \\
(8) \quad y &= [2^x] - \left\lfloor [2^x] - \frac{1}{2} \right\rfloor + \frac{1}{2} \\
(9) \quad y &= \frac{[2^x] - |[2^x] - 1| + 1}{2} \\
(10) \quad y &= \left\lfloor \frac{x}{|x|+1} + 1 \right\rfloor \\
(11) \quad y &= [\tanh x + 1] \\
(12) \quad y &= \left[\frac{2}{\pi} \text{Atan}(x) + 1 \right] \\
(13) \quad y &= \left\lceil \sqrt{\frac{x}{|x|+1}} + 1 \right\rceil \\
(14) \quad y &= \left\lceil \sin \frac{x}{|x|+1} + 1 \right\rceil \\
(15) \quad y &= \left\lfloor \frac{x}{x^2+1} + 1 \right\rfloor, \quad y = \left\lfloor \frac{x}{x^4+1} + 1 \right\rfloor \\
\text{一般化} \quad y &= \left\lfloor \frac{x}{x^{2n}+1} + 1 \right\rfloor \quad (n=1, 2, 3, \dots) \\
(16) \quad y &= \left\lfloor \frac{x}{2^{|x|}} + 1 \right\rfloor \\
(17) \quad y &= \left\lfloor \frac{\left[\text{Atan} \left(x + \frac{\pi}{2} \right) \right] + 2}{3} \right\rfloor \\
(18) \quad y &= \left\lfloor \frac{2^x}{2^x+1} + \frac{1}{2} \right\rfloor \\
(19) \quad y &= \left\lfloor \frac{1}{a} \left(\frac{x+1}{|x|+1} - 1 \right) + 1 \right\rfloor \quad (a \geq 2) \\
(20) \quad y &= \left\lfloor \frac{|\sin x + \sin |x||}{2} + \frac{\left| \sin \left(x + \frac{\pi}{2} \right) + \sin \left| x + \frac{\pi}{2} \right| \right|}{2} \right\rfloor \\
(21) \quad y &= \left\lfloor \frac{[x+1]}{|x|+1} \right\rfloor \\
(22) \quad y &= \frac{1}{2} \left(\frac{\left\lfloor \frac{[x] + \frac{1}{2}}{2} \right\rfloor + 1}{\left\lfloor \frac{[x] + \frac{1}{2}}{2} \right\rfloor} \right)
\end{aligned}$$

当然、これらはすべて単位ステップ関数 $u(x)$ と等しい関数である。作成の手順を確認しておこう。(1)-(4)は、折れ線にガウス記号を施している。表現方法は違うが、(2)と(4)は同じ折れ線を利用している。(5)-(9)は、階段形の差で $u(x)$ を作っている。(10)-(12)は、似た曲線にガウス記号を施している。(13)、(14)は、(10)に他の関数を合成している。(15)、(16)は、(10)と同じ発想で作れ、似た形の曲線にガウス記号を施している。(17)-(20)は、多少複雑になるが、平行移動などをうまく利用している。(21)は、折れ線の除算にガウス記号を施している。(22)は、 $v(x) = \begin{cases} 1 & (x \geq 0) \\ -1 & (x < 0) \end{cases}$ で定義される関数 $v(x)$ を階段形の除算 $\frac{\left\lfloor \frac{[x] + \frac{1}{2}}{2} \right\rfloor}{[x] + \frac{1}{2}}$ で作ってから、 $\frac{v(x)+1}{2} = u(x)$ であることを利用している。この考え方は、(6)の $||x+1|| - ||x|| = v(x)$ 、(9)の $[2^x] - |[2^x] - 1| = v(x)$ でも見られる。(1)-(22)における $u(x)$ の構成方法に共通するのは、ガウス記号を含むことである。不連続な関数を扱っているもので、当然かもしれないが、念のため注意しておこう。

an3-2.4. 単位ステップ関数の活用

単位ステップ関数

$$u(x) = \begin{cases} 1 & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

の作り方を、問2で確認したが、すべてガウス記号を含むものであった。以後、簡単のため、

$$u(x) = \left\lfloor \frac{[x+1] - |x| + 1}{2} \right\rfloor$$

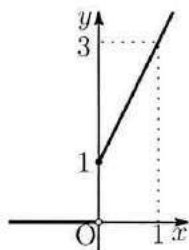
として話を進める。GRAPES では、関数定義で

$$\text{「int}((\text{abs}(x+1) - \text{abs}(x) + 1)/2)\text{」}$$

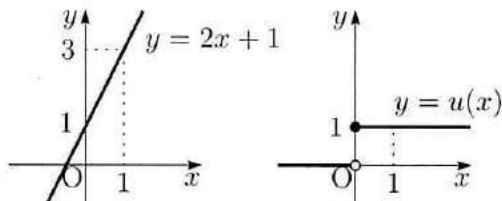
とすればよい。ただし、GRAPES で最初に定義した関数の名前は $f(x)$ となるので、GRAPES における画面では、 $f(x) = \left\lfloor \frac{[x+1] - |x| + 1}{2} \right\rfloor$ と定義すること

になる。当然、 $f(x) = \begin{cases} 1 & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$ である。単位ステップ関数 $u(x)$ (GRAPES では $f(x)$) の応用として、まず、次の問を考えてみよう。

問3. 次の線をグラフとする関数を GRAPES で確認しながら作れ.



解 $y = 2x + 1$ と $y = u(x)$ のグラフ



を考慮して、それぞれの関数の積をとれば、

$$y = (2x + 1)u(x) = \begin{cases} 2x + 1 & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

である. 実際, 図7のように求める線が得られる.

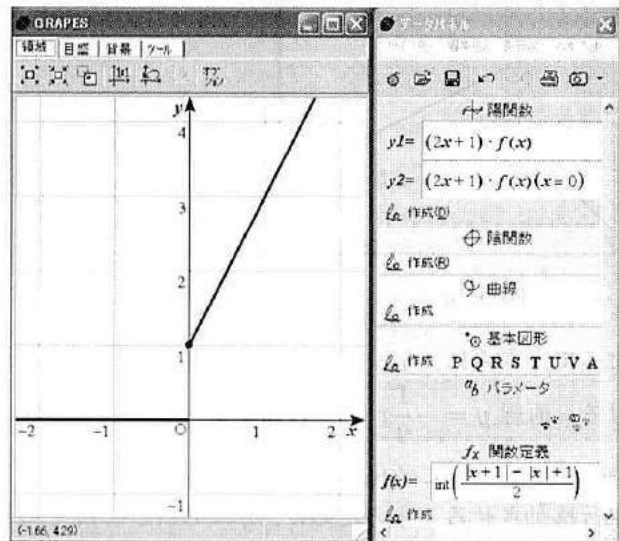
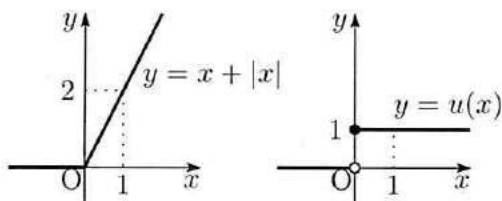


図7: $y = (2x + 1)u(x)$ のグラフ

よって, $y = (2x + 1)u(x)$ が求める関数である. □

ここでは, 単位ステップ関数との積を利用したが, 和を利用する解法も考えられる.

問3の別解 $y = x + |x|$ と $y = u(x)$ のグラフ



を考慮して、それぞれの関数の和をとれば、

$$y = x + |x| + u(x) = \begin{cases} 2x + 1 & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

である. 実際, 図8のように求める線が得られる.

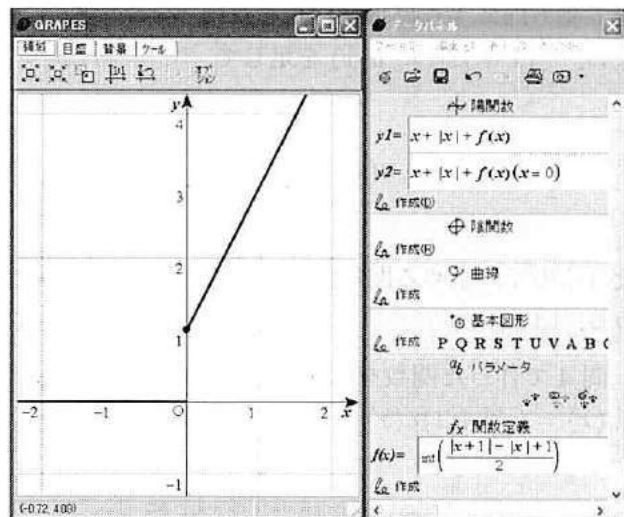


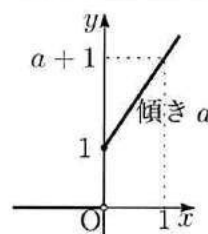
図8: $y = x + |x| + u(x)$ のグラフ

よって, $y = x + |x| + u(x)$ が求める関数である. □

2つの解法を紹介したが, 単位ステップ関数 $u(x)$ の積と和によって, 次のようなグラフの変化が確認できる. 前者では「 $u(x)$ を掛ける」ことによって, 直線 $y = 2x + 1$ の領域 $x < 0$ における部分の y 座標の値が0になり, 後者では「 $u(x)$ を足す」ことによって, 折れ線 $y = x + |x|$ の領域 $x \geq 0$ における部分が y 軸方向に1だけ平行移動する. これは, $u(x) = \begin{cases} 1 & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$ であることから明らかであるが, 積に関する単位元1, 和に関する単位元0の特徴がよく現れている. $u(x)$ を有効に使うために知っておいた方がよいだろう.

さて, 問3を一般化してみよう.

問4. 次の線をグラフとする関数を作れ.

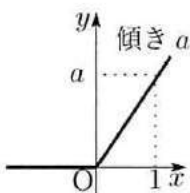


解 直線 $y = ax + 1$ の領域 $x < 0$ の部分の y 座標の値を0にするために, $ax + 1$ に $u(x)$ を掛ければ,

$$(ax + 1)u(x) = \begin{cases} ax + 1 & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

なので、 $y = (ax + 1)u(x)$ が求める関数である。□

別解 $y = x + |x|$ のグラフを y 軸方向に $\frac{a}{2}$ 倍だけ拡大して、 $y = \frac{a}{2}(x + |x|)$ のグラフを作ると、右図のようになる。このグラフの領域 $x \geq 0$ の部分を y 軸方向に 1 だけ平行移動すればよい。 $\frac{a}{2}(x + |x|)$ に $u(x)$ を足して、



$$\frac{a}{2}(x + |x|) + u(x) = \begin{cases} ax + 1 & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

を得るので、求める関数は $y = \frac{a}{2}(x + |x|) + u(x)$ である。□

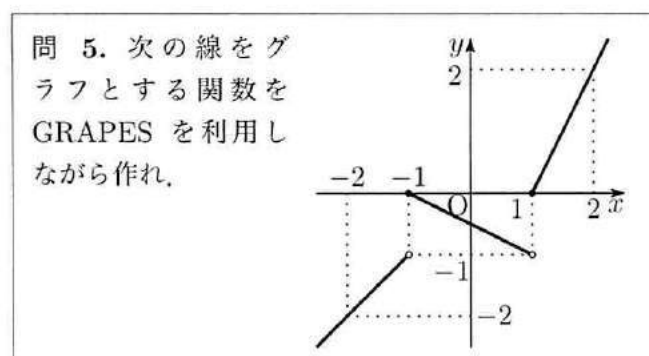
問 4 で作った関数を以後、 $U_a(x)$ と表す。つまり、 $U_a(x) = (ax + 1)u(x)$ や $U_a(x) = \frac{a}{2}(x + |x|) + u(x)$ とおけばよく、

$$U_a(x) = \begin{cases} ax + 1 & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

である。GRAPES では、関数定義で順番に

$$f(x) = \left[\frac{|x+1| - |x| + 1}{2} \right], \quad g(x) = (ax + 1)f(x)$$

のように定義すればよい。この関数は、次のような問で有効に利用できる。



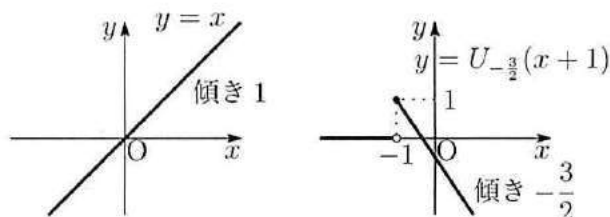
解 上で述べたように、

$$U_a(x) = (ax + 1)u(x) = \begin{cases} ax + 1 & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

とにおいて、この関数を用いる。作りたい線は、

$$y = \begin{cases} x & (x < -1) \\ -\frac{1}{2}x - \frac{1}{2} & (-1 \leq x < 1) \\ 2x - 2 & (x \geq 1) \end{cases}$$

のグラフであり、左端から順に、傾きが $1, -\frac{1}{2}, 2$ の直線よりなる。左端から順に、求める線を構成していく。まず、直線 $y = x$ を考え、領域 $x \geq -1$ の部分の傾きを 1 から $-\frac{1}{2}$ に変化させ、かつ、 y 軸方向に 1 だけ平行させる。そのために、 $y = U_{-\frac{3}{2}}(x + 1)$ との和を考える。



GRAPES で $y = x + U_{-\frac{3}{2}}(x + 1)$ のグラフを描くと、図 9 のように、領域 $x < 1$ の部分で正しい線となっていることが確認できる。

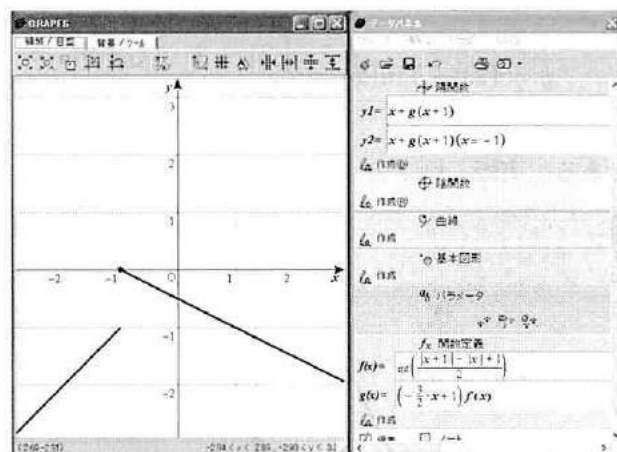
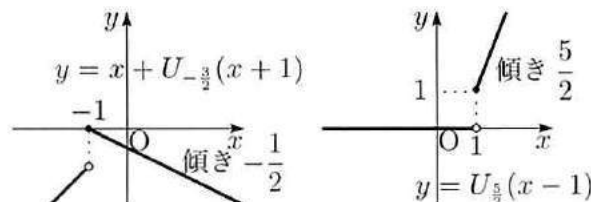


図 9: $y = x + U_{-\frac{3}{2}}(x + 1)$ のグラフ

よって、さらに、 $y = x + U_{-\frac{3}{2}}(x + 1)$ のグラフにおける、直線 $y = -\frac{1}{2}x - \frac{1}{2}$ の領域 $x \geq 1$ の部分の傾きを、 $-\frac{1}{2}$ から 2 に変化させ、かつ、 y 軸方向に 1 だけ平行移動させる。そのために、 $y = U_{\frac{5}{2}}(x - 1)$ との和を考える。



GRAPES で

$$y = x + U_{-\frac{3}{2}}(x + 1) + U_{\frac{5}{2}}(x - 1)$$

のグラフを描くと、図 10 のように、求める線となっていることが確認できる。

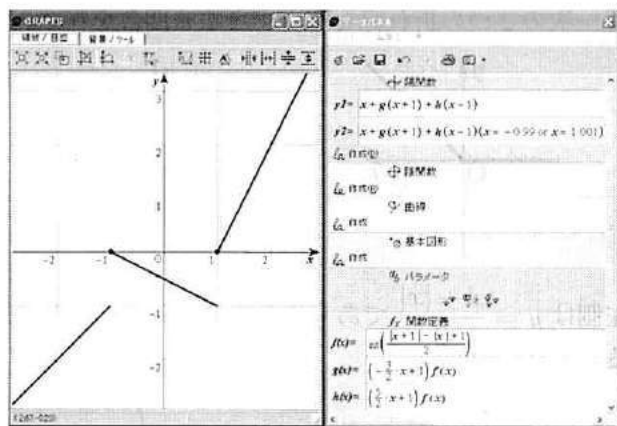
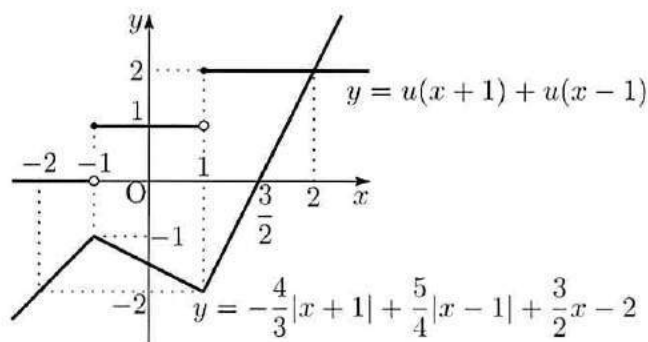


図 10: $y = x + U_{-\frac{3}{2}}(x+1) + U_{\frac{5}{2}}(x-1)$ のグラフ

よって、求める関数は $y = x + U_{-\frac{3}{2}}(x+1) + U_{\frac{5}{2}}(x-1)$ である。□

この解法は、 $U_a(x)$ を利用して左端から順に線を作るものであるが、もっと直観的な考え方もある。

別解 下図において、階段形と折れ線を表すグラフの関数の和を考えればよい。



階段形は $y = u(x+1) + u(x-1)$ のグラフである。また、折れ線を表す式を問 1 の結果に従って

$$y = a|x+1| + b|x-1| + cx + d$$

とおくと、

$$\begin{cases} -a - b + c = 1 & (x < -1 \text{ の傾き}) \\ a - b + c = -\frac{1}{2} & (-1 \leq x < 1 \text{ の傾き}) \\ a + b + c = 2 & (x \geq 1 \text{ の傾き}) \\ a + b + d = -\frac{3}{2} & \left(\text{点 } \left(0, -\frac{3}{2}\right) \text{ を通る} \right) \end{cases}$$

より、 $a = -\frac{3}{4}$, $b = \frac{5}{4}$, $c = \frac{3}{2}$, $d = -2$ を得るので、折れ線は $y = -\frac{3}{4}|x+1| + \frac{5}{4}|x-1| + \frac{3}{2}x - 2$ のグラフである。これらの関数の和のグラフは、図 11 のように求める線となっている。

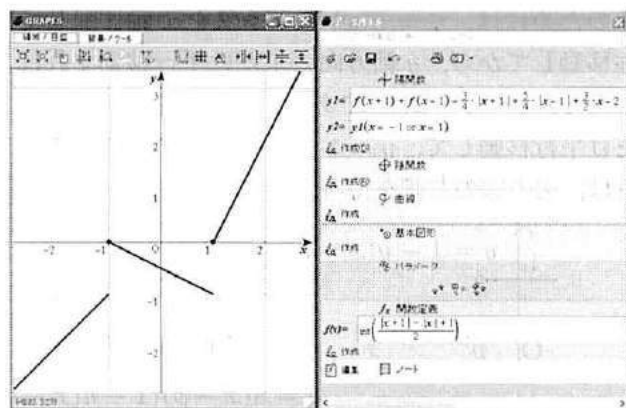


図 11: 階段形と折れ線の関数の和のグラフ

よって、求める関数は

$$y = u(x+1) + u(x-1) - \frac{3}{4}|x+1| + \frac{5}{4}|x-1| + \frac{3}{2}x - 2$$

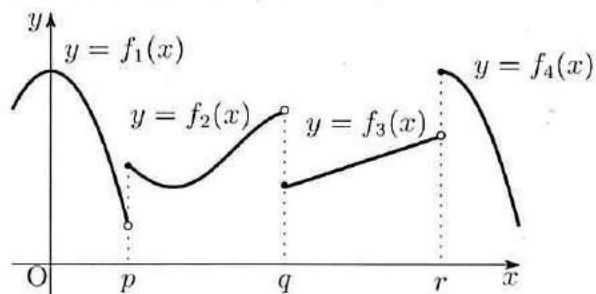
である。□

この別解は、問 3, 4 を解かずに、問 1, 2 から直接、問 5 を扱えることを示している。生徒の理解の程度や時数を考えて、問 3, 4 を扱うか、扱わないか選択してみるとよいだろう。

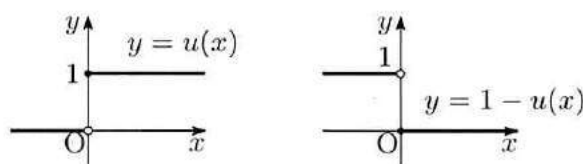
an3-2.5. 不連続な曲線の単位ステップ関数による表現

単位ステップ関数 $u(x)$ を用いて、不連続な曲線をグラフとする関数を作ってみよう。とりあえず、4 つの関数 $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$, $f_4(x)$ のグラフによる不連続な曲線を、次の問で考察する。

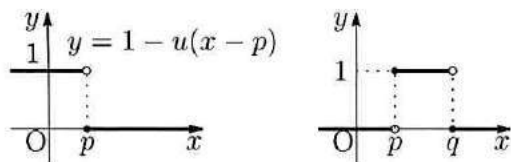
問 6. 次の曲線をグラフとする関数を、 $u(x)$, $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$, $f_4(x)$ を用いて作れ。



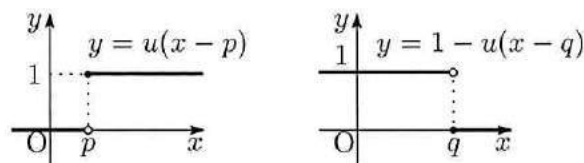
解 まず、 $u(x)$ を用いて、次の図の右側の線を作る。



そのためには、 $y = u(x)$ のグラフを x 軸に関して対称移動してから、 y 軸方向に 1 だけ平行移動すればよいので、 $y = 1 - u(x)$ である。この線を x 軸方向に p だけ平行移動して、 $y = 1 - u(x - p)$ のグラフを考えれば、次の図の左側を得る。続いて、右側の線も作る。



そのために、 $y = u(x - p)$ と $y = 1 - u(x - q)$ のグラフ



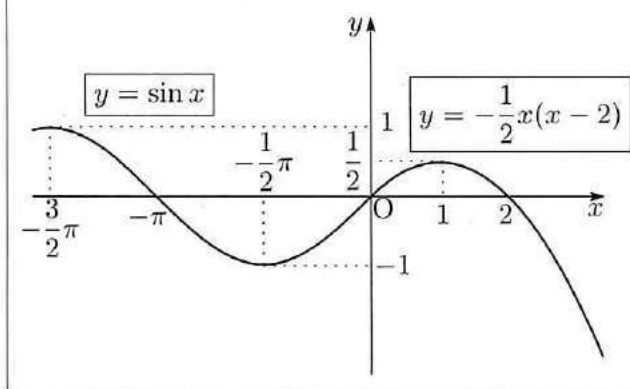
を考えれば、積をとり、 $y = u(x - p)(1 - u(x - q))$ のグラフでよいことが分かる。よって、求める関数は

$$y = f_1(x)(1 - u(x - p)) + f_2(x)u(x - p)(1 - u(x - q)) + f_3(x)u(x - q)(1 - u(x - r)) + f_4(x)u(x - r)$$

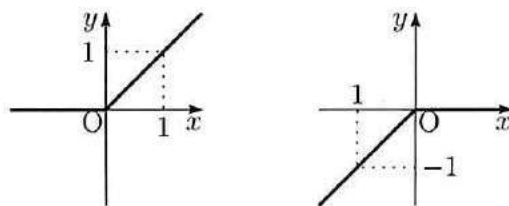
である。□

ここでは、4 つの関数のみによる曲線考えたが、何個の関数であっても、連続な箇所があっても、同じ方法で曲線を表現することができる。つまり、例えば $u(x) = \left[\frac{|x+1| - |x| + 1}{2} \right]$ のように $u(x)$ をガウス記号で表現したことを思い出せば、「 $u(x)$ を用いる」、すなわち、「ガウス記号を用いる」ことによって、どのような曲線でも表現可能である。ただし、連続な箇所のみであれば、 $u(x)$ もガウス記号も用いることなく、絶対値による表現が可能である。最後に、このことを次の問で確認しておこう。

問 7. 次の線をグラフとする関数を、 $u(x)$ もガウス記号も用いずに作れ。



解 次の 2 つの折れ線をグラフとする関数を作る。



左側は $y = \frac{x + |x|}{2}$ であり、右側は $y = \frac{x - |x|}{2}$ である。これらの関数は、

$$\frac{x + |x|}{2} = \begin{cases} 0 & (x < 0) \\ x & (x \geq 0) \end{cases}, \quad \frac{x - |x|}{2} = \begin{cases} x & (x < 0) \\ 0 & (x \geq 0) \end{cases}$$

をみたす。よって、求める関数は、

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

である。

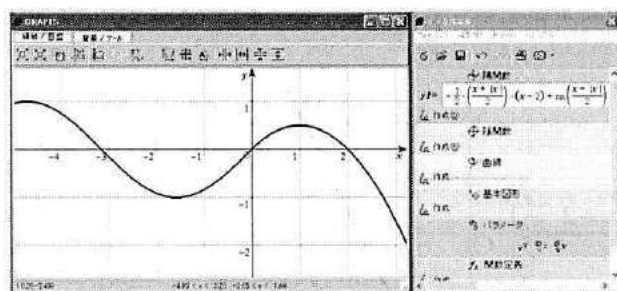


図 12: $y = -\frac{1}{2} \cdot \frac{x + |x|}{2} \cdot (x - 2) + \sin\left(\frac{x - |x|}{2}\right)$

GRAPES での描画によって、求めた関数が正しいことも確認できる (図 12)。□

次のページから、「附録：GRAPES の使い方」も載せてあるので、参照していただければ幸いである。

an3-2.6. 附録：GRAPES の使い方

○ GRAPES のインストール

関数グラフソフト GRAPES は、主に次のような特徴を持つ。

- (1) 無料で利用できる関数グラフソフトであり、Windows OS (Windows 7, Vista, XP, 2000) でのみ使用できる。
- (2) レジストリを使用しないので、USB メモリ、外付けハードディスク等の記録メディアからも起動できる。
- (3) 陽関数、陰関数のグラフ描画等が簡単にできる。
- (4) 定数の値を変えることによって、軌跡の描画ができる。

インストールは次のようにしてできる。GRAPES のウェブサイト「<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~tomodak/grapes/>」で「grps675a.exe」(原稿執筆時点での最新バージョン) をダウンロードして、実行する(図1, 2 参照)。このとき「GRAPES」フォルダが作成されるので、その中にある「grapes.exe」を実行して GRAPES を起動する。例えば、「grapes.exe」を USB メモリに保存しておけば、そこから起動することも可能である。USB メモリを持っている生徒も多いので、そのように指示しておくのもよいだろう。



図1: GRAPES のウェブサイト



図2: インストール手順

実際に GRAPES を起動して、いくつかグラフを描くと、図3のような画面になる。

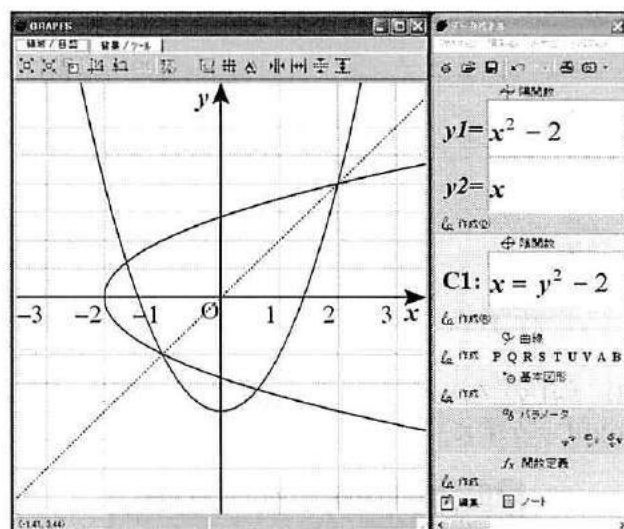


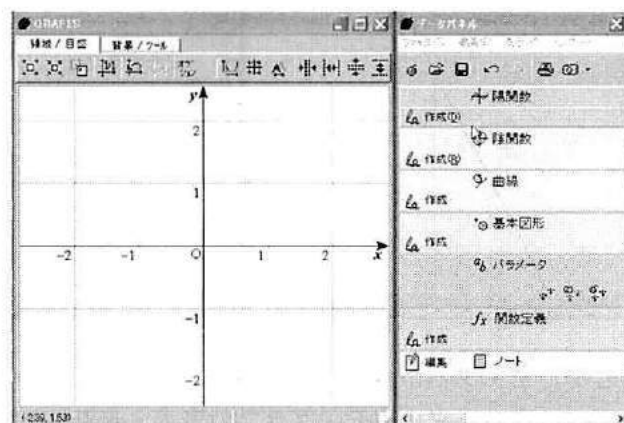
図3: スクリーンショット

ここでは、陽関数 $y = x^2 - 2$, $y = x$ のグラフと陰関数 $x = y^2 - 2$ のグラフを描いている。

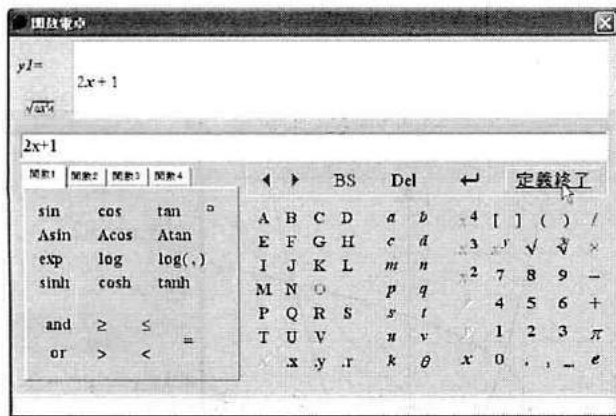
○陽関数のグラフの描画方法

GRAPES の操作の詳細については、「GRAPES」フォルダ内にある「grapes_manual.pdf」を参照していただきたい。ここでは、できるだけ簡潔に、陽関数のグラフの描画における手順を、直線 $y = 2x + 1$ を例として説明する。

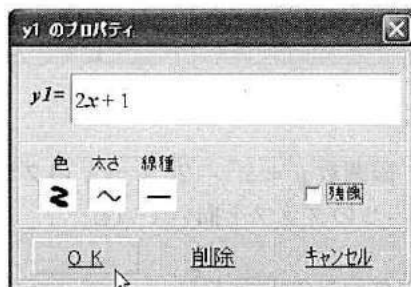
- (1) データパネルの「陽関数」にある「作成」ボタンをクリックする。



- (2) 「y1 =」のテキストボックスに「 $2x + 1$ 」を入力して、「定義終了」ボタンをクリックする。

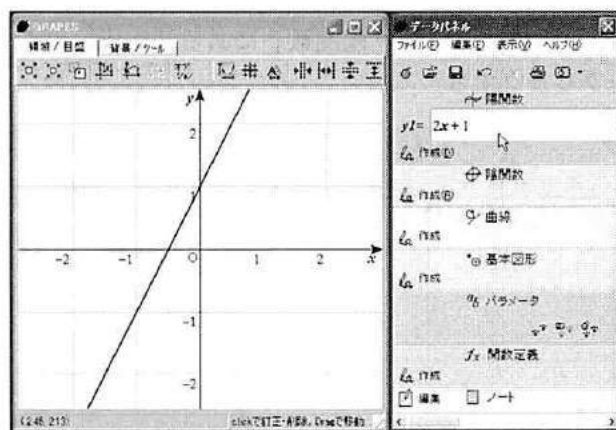


(3) 「y1のプロパティ」ウィンドウで「OK」ボタンをクリックする。



ここでは、色、太さ、線種、残像などの変更も可能である。

(4) この段階で、次の図のように直線 $y = 2x + 1$ が描画される。



ここで、データパネルの「陽関数」における「y1 =」ボタンをクリックすると、グラフの表示・非表示を切り替えられる。

(5) この陽関数のグラフを再編集する場合は、データパネルの「陽関数」における「2x + 1」ボックスをクリックして、(2), (3)と同様な作業をする。具体的には、(2)における $2x + 1$, (3)における色、太さ、線種、残像などを変更できる。

(6) 陽関数のグラフを追加する場合は、(1), (2), (3)と同様な作業を繰り返す。追加した陽関数の名前は、「y2 =」, 「y3 =」, ... のようになる。

定義域の指定

括弧内で定義域を指定することができる。例えば、「 $2x + 1$ 」の後ろに「 $(x \geq 0)$ 」を追加すれば、半直線を描画できる。いくつか例を挙げておく。

- 半直線：「 $2x + 1 (x \geq 0)$ 」
- 1点：「 $2x + 1 (x = 0)$ 」
- 線分：「 $2x + 1 (0 \leq x \leq 1)$ 」
- 2点：「 $2x + 1 (x = 0 \text{ or } x = 1)$ 」

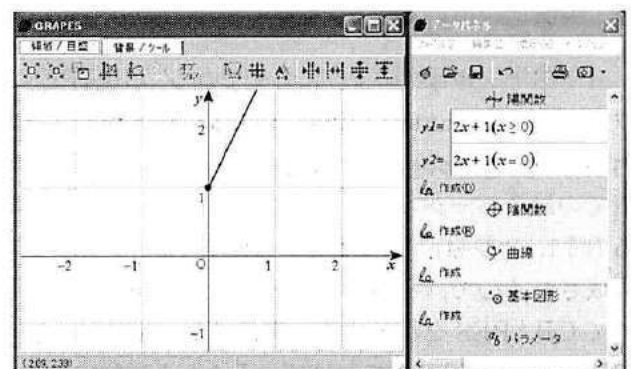


図4: 端点を表示した半直線

GRAPESの描画では、端点を含むか含まないかが分かりにくい。例えば、半直線の描画において端点を黒丸で明確に表したい場合には、図4のように、半直線「 $2x + 1 (x \geq 0)$ 」と1点「 $2x + 1 (x = 0)$ 」の両方を描くとよい。

○数式の記述の基本

GRAPESにおける最も基本的な数式の記述をまとめておく。

- 2乗： x^2 , 3乗： x^3 , ...
- 平方根： $\text{Sqrt}(x)$, 立方根： $\text{Cbirt}(x)$
- 絶対値： $\text{abs}(x)$ または $[x]$
- ガウス記号： $\text{int}(x)$
- 三角関数： $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\tan(x)$
- 和： $+$, 差： $-$, 積： $*$, 商： $/$

$[x]$ はガウス記号ではなく、絶対値を表すので、間違えないようにして欲しい。文字の扱いについては、次のようになる。

- x, y は変数を表す。
- a, b, c, d, m, n, \dots などは自動的にパラメータになり、適当な刻み値で増減できる。

- e は自然対数の底 e を表す。
- Pi は円周率 π を表す。

e や Pi などのように、予め意味の定められた文字も存在することに注意しておきたい。

○パラメータの使い方

ここでは、パラメータの使い方について紹介しよう。例えば、陽関数で「 $ax+b$ 」を描画すると、自動的に a, b がパラメータとなり、その初期値は $a=1, b=1$ に設定される (図5)。

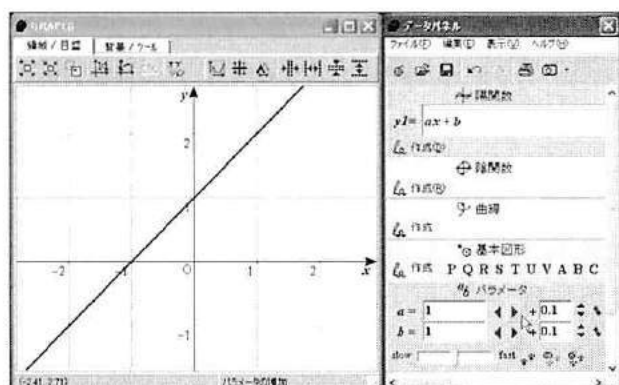


図5: $y = ax + b$ の描画 ($a = 1, b = 1$)

データパネルの「パラメータ」にある△ボタンをクリックすると、刻み値 0.1 でパラメータ a, b の値を増減できる。例えば、パラメータ a の△ボタンを 5 回クリックすれば、 $a = 1.5$ となり、図6のような描画が得られる。

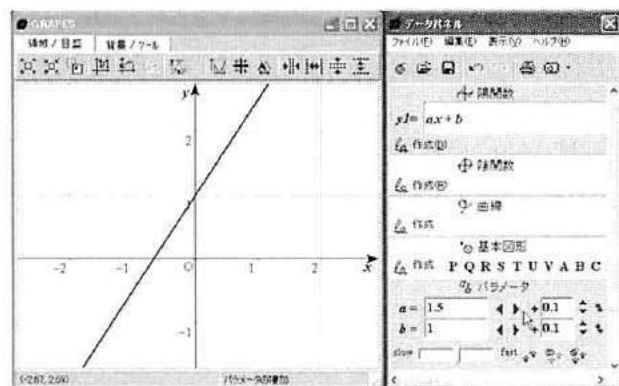


図6: $y = ax + b$ の描画 ($a = 1.5, b = 1$)

また、「y1のプロパティ」で「残像」にチェックを入れておいて (図7)、先程と同じ作業をすると、図8のように残像を描画できる。

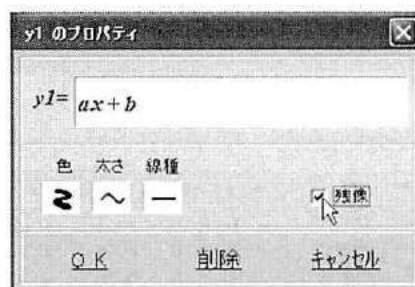


図7: 残像にチェック

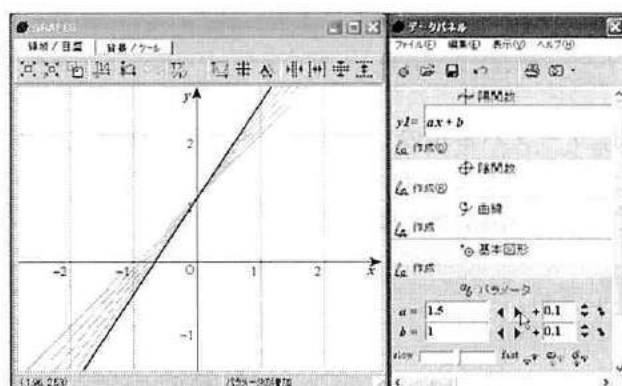


図8: 残像の描画

残像は、特に軌跡や包絡線の確認で有効に利用できる。

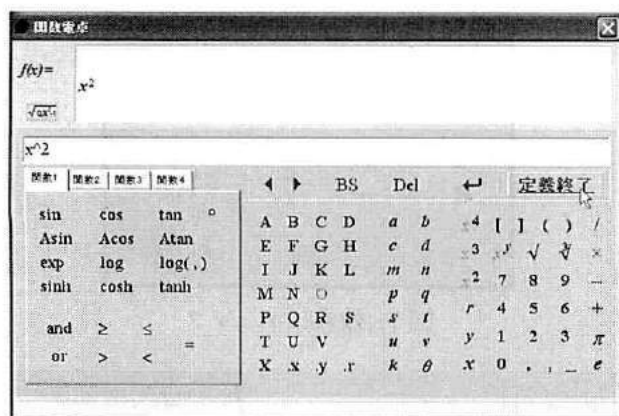
○関数定義

GRAPESでは関数の定義も可能である。例として、 $f(x) = x^2$ を定義し、 $y = f(x)$ と $y = f(x-1) + 2$ のグラフを描いてみる。

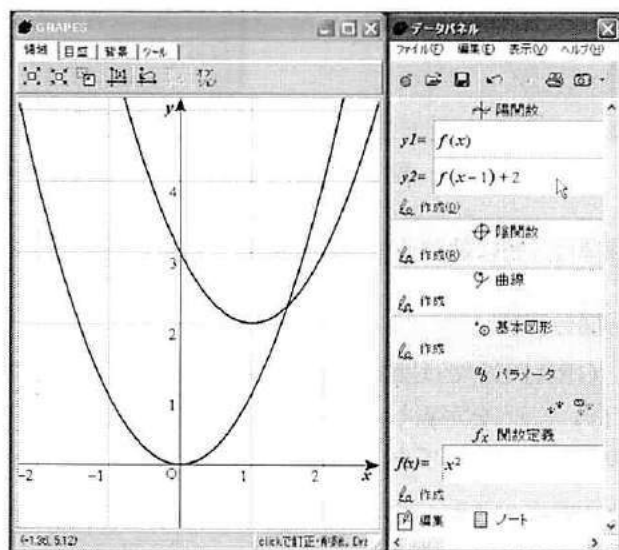
(1) データパネルの「関数定義」にある「作成」ボタンをクリックする。



(2) 「 $f(x) =$ 」のテキストボックスに「 x^2 」を入力して、「定義終了」ボタンをクリックする。



(3) データパネルの「陽関数」にある「作成」ボタンをクリックして、「 $f(x)$ 」と「 $f(x-1)+2$ 」を入力して、2つの陽関数を順に描画する。



(4) 関数定義を追加する場合は、(1)、(2)と同様な作業を繰り返す。追加した関数の名前は、「 $g(x) =$ 」, 「 $h(x) =$ 」, 「 $f1(x) =$ 」, 「 $f2(x) =$ 」, …のようになる。

おわりに

本研究は、2009年度科学研究費補助金「数式処理システム maxima で確認し創造する態度を育む数学教材の開発と普及」(奨励研究, 課題番号: 21913006) の補助を受けて行われた。

(2010年 須田)

An1-3. 和や積のグラフ

関連分野：関数

高等数学：解析学

対象学年：高校1年生、高校2年生

関連単元：2次関数、三角関数

教材名：和や積のグラフ

《既知の関数の和や積で表わされた関数のグラフ》

グラフの指導は、通常、2次関数ならば平行移動、三角関数ならば合成公式などを用いて演繹的に行う。しかし、基本的なグラフが描ければ、それらの和や積で表わされる関数は、特徴的な点をプロットすることや包摂関係などから、その概形を描くことができる。またその過程で未知の関数の様子を探ることになり、関数についての興味関心を培うことができる。

とりわけ三角関数は高校になって初めて学習する関数であり、その表現や式変形に絡む公式の多さから、生徒が不安を持つ関数である。特に、加法定理及びそれから導かれる合成や和積の公式に戸惑う生徒が多い。そこでこれらの導入も兼ねて、基本的な三角関数の和や積で表される関数のグラフについての考察を行い、周期の重要性や『うなり』現象の面白さを感じるとともに、『波の合成』のイメージを掴んでもらうことは有効であろう。

具体的には、基本的な三角関数のグラフ及びその移動変形（平行移動、座標軸を基準とする引き延ばし、相似拡大縮小）を扱った後に、学習済みの関数

($y=x$, $y=x^2$, $y=\frac{1}{x}$) を含めた、和や積で表され

る関数のグラフについての考察を行う。グラフの概形は、特徴的な点（和では一方が0となる場合や異符号で絶対値が等しい場合、積では一方が0及び ± 1 となる場合に対応する点）をプロットし、元のグラフとの大小（上下）関係なども考慮してかくことになる。未知の関数をこれらのことから合理的に推理する楽しさを味わわせるとともに、関数のグラフ描画の基本事項である「点をプロットする」ことを再認識させたい。

いずれもグラフ描画ソフトを用いれば簡単に書くことが出来るが、手作業で行うことに意味があると考えている。

なお、これらのことは2次関数でも扱うとよいので、以下、2次関数の和や積のグラフを含めて、指導の流れを記載する。

An1-3.1. 2次関数

(1) 和や積のグラフ

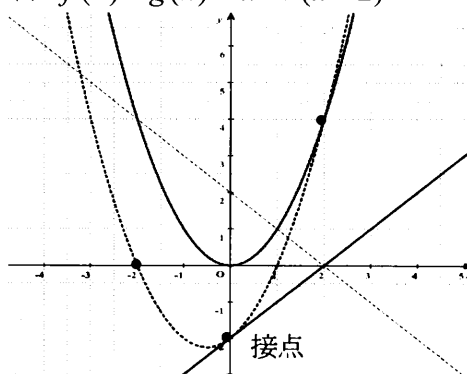
中学で学習する $y=ax^2$ のグラフを確認した後、

既知関数の和や積のグラフの概形について考えさせる。注目すべきは、和では一方が0となる場合や異符号で絶対値が等しい場合、積では一方が0及び ± 1 となる場合、に対応する点である。また、元のグラフとの上下関係や接点に関して、和のグラフは、同符号なら外側に、異符号なら双方の間に、積のグラフは、絶対値がともに1より小さいなら内側にある。さらに積のグラフについて、絶対値がともに1より大きいなら外側に、それ以外は双方の、或いは一方を x 軸について反転させたものとの間にある。

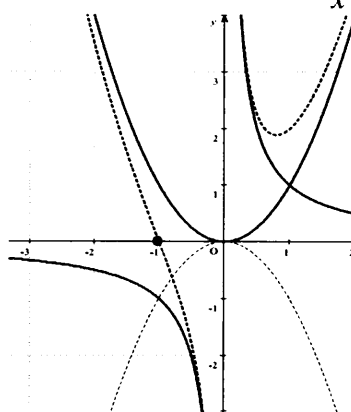
なお極大極小となる点は、相加相乗平均の大小関係を用いて考えることもできるが、深入りしない。

問1. $y=f(x)+g(x)$ のグラフの概形をかけ。

(1) $f(x)+g(x)=x^2+(x-2)$



(2) $f(x)+g(x)=x^2+\frac{1}{x}$



$x \rightarrow 0$ のとき

$y = \frac{1}{x}$ に、

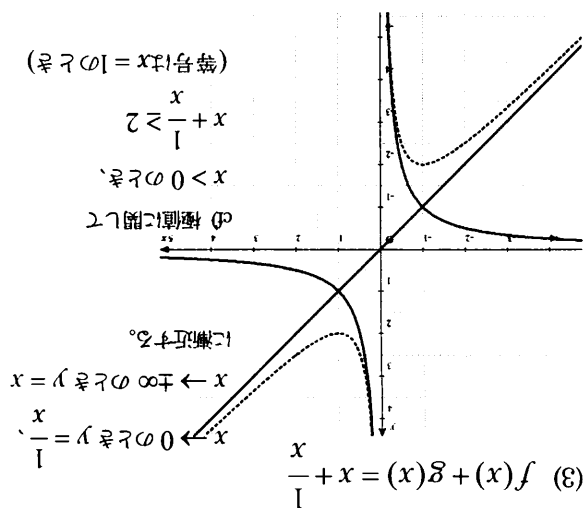
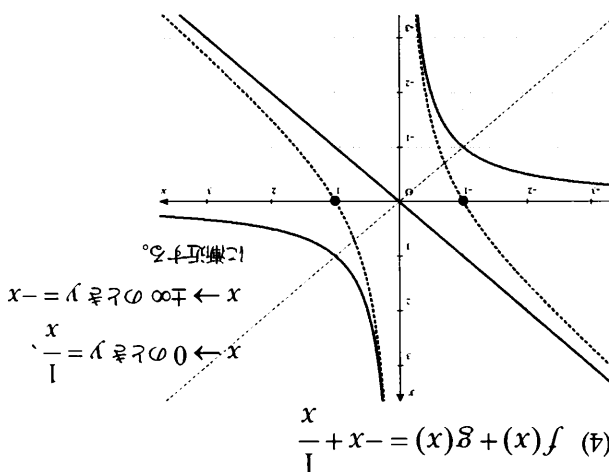
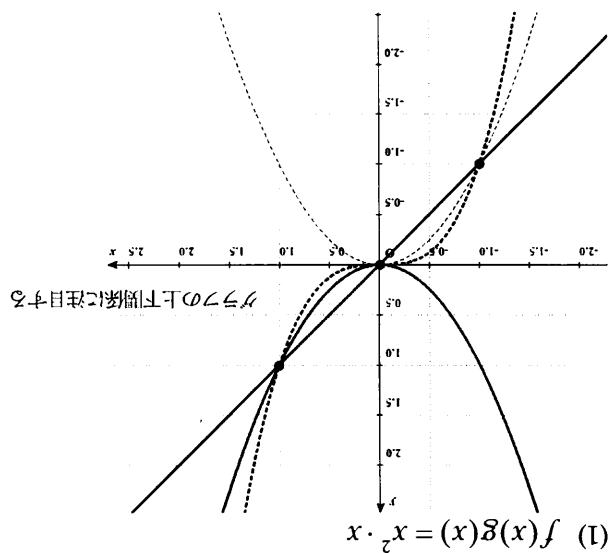
$x \rightarrow \pm\infty$ のとき

$y = x^2$ に漸近する

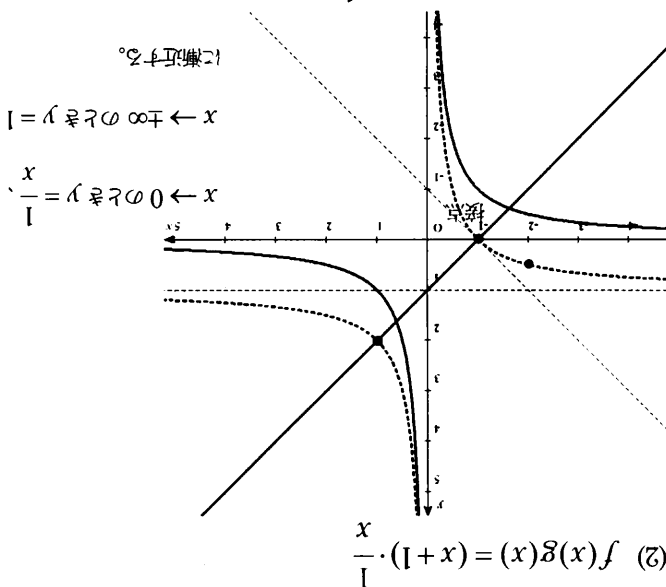
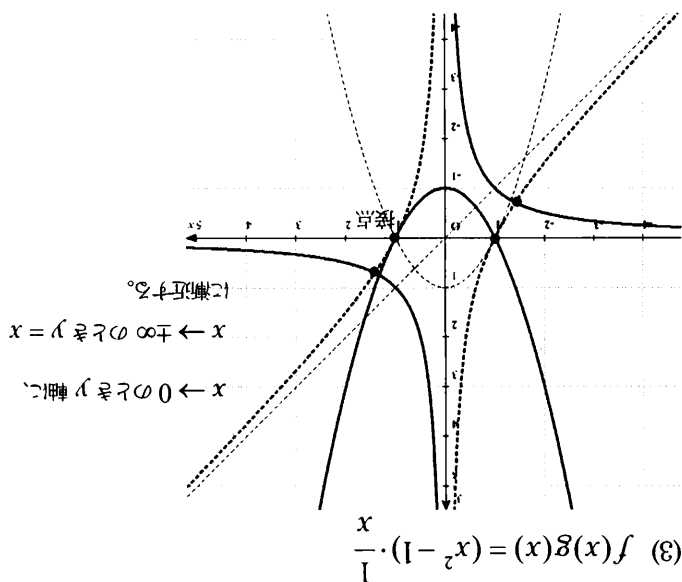
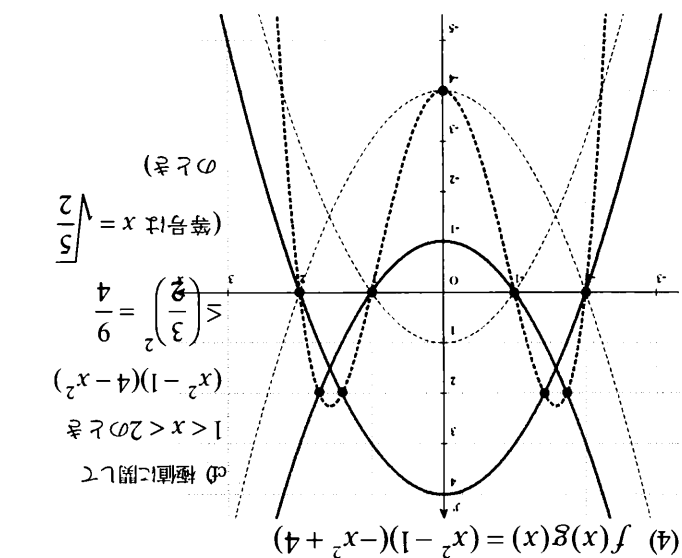
極値に関して
 $x > 0$ のとき、

$$\begin{aligned} x^2 + \frac{1}{x} &= x^2 + \frac{1}{2x} + \frac{1}{2x} \\ &\geq 3\sqrt[3]{\frac{1}{4}} = \frac{3}{\sqrt[3]{4}} \end{aligned}$$

(等号は $x = \frac{1}{\sqrt[3]{2}}$ のとき)

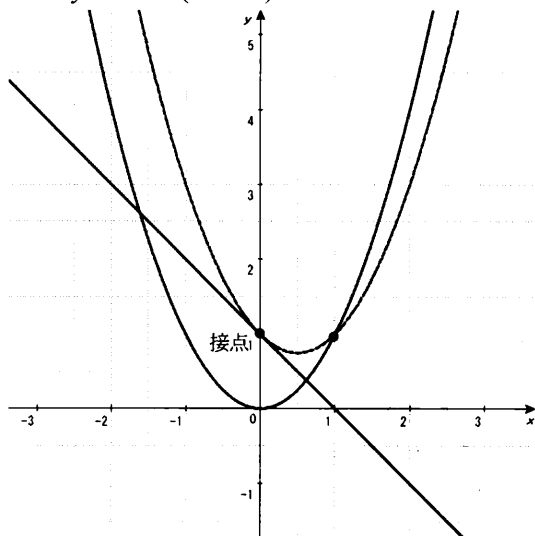


(等号は $x = 1$ のとき)
 $x + \frac{1}{x} \geq 2$
 $x > 0$ のとき、
 d) 極値に関して

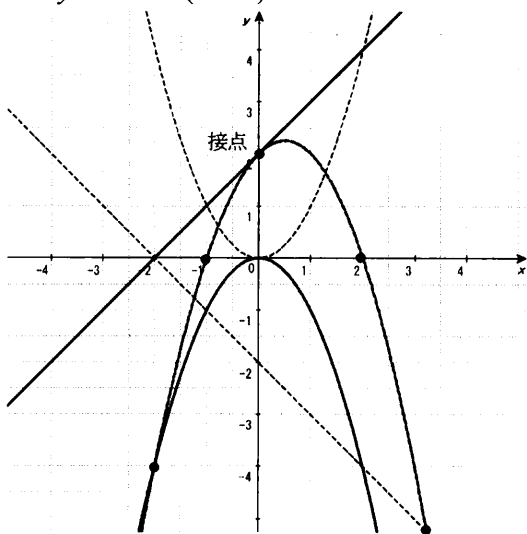


問3. 次の関数のグラフの概形をかけ。

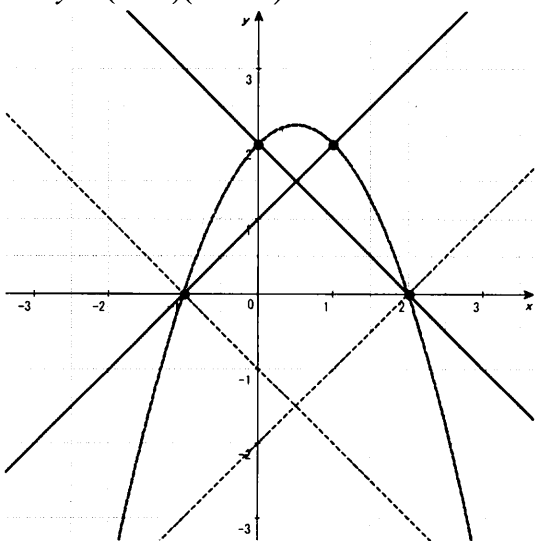
(1) $y = x^2 + (-x + 1)$



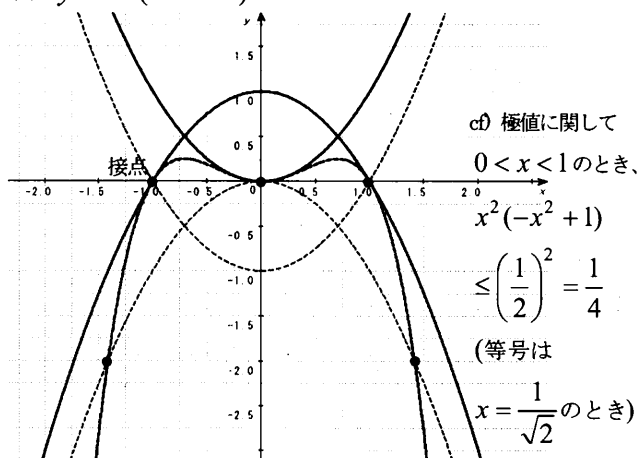
(2) $y = -x^2 + (x + 2)$



(3) $y = (x + 1)(-x + 2)$



(4) $y = x^2(-x^2 + 1)$



(2) 2次関数のグラフの移動・変形

平行移動、対称移動、回転移動、及び拡大(縮小)について、確認する。(数学科研究報告 2007 『d2 グラフや図形の移動変形』参照)

問4. 次の移動・変形①～⑧について各問いに答えよ。

- ① x 軸についての対称移動
- ② y 軸についての対称移動
- ③ x 軸方向へ-1、 y 軸方向へ2の平行移動
- ④ 原点を中心とする 180° 回転
- ⑤ 原点を中心とする 90° 回転 (反時計回り)
- ⑥ 原点を中心とする2倍の拡大
- ⑦ x 軸を基準とする (上下への) 2倍の引き伸ばし
- ⑧ y 軸を基準とする (左右への) $\frac{1}{2}$ 倍の引き伸ばし

(1) 点 $P(2, 1)$ を①～⑧で移動した点をかけ。

解) 略

(2) 点 (a, b) を①～⑧で移動した点の座標を求めよ。

解) ① $(a, -b)$ 、② $(-a, b)$ 、③ $(a - 1, b + 2)$ 、

④ $(-a, -b)$ 、⑤ $(-b, a)$ 、⑥ $(2a, 2b)$ 、

⑦ $(a, 2b)$ 、⑧ $(\frac{a}{2}, b)$

(3) 直線 $y = 2x + 1$ を①～④で移動した図形をかけ。

また、その式を答えよ。

解) ① $y = -2x - 1$ 、② $y = -2x + 1$ 、③ $y = 2x + 5$

④ $y = 2x + 1$ (グラフは略)

(4) 双曲線 $y = \frac{1}{x}$ を⑤～⑧で移動した図形の概形をかけ。またその式を求めよ。

解) ⑤ $y = -\frac{1}{x}$ 、⑥ $y = \frac{4}{x}$ 、⑦ $y = \frac{2}{x}$ 、⑧ $y = \frac{1}{2x}$

(グラフは略)

問5. 次の移動・変形①～⑤について各問いに答えよ。

① x 軸方向へ2、 y 軸方向へ-1の平行移動

② 原点を中心とする $\frac{1}{2}$ 倍の縮小

③ x 軸を基準とする (向上下への) $\frac{1}{3}$ 倍の引き伸ばし

④ 原点を中心とする 45° 回転 (反時計回り)

⑤ 原点を中心とする -120° 回転 (反時計回り)

【注】回転に関しては、複素数の積を利用。

点の 45° 回転 $\Leftrightarrow \times \frac{1+i}{\sqrt{2}}$ 、 -45° 回転 $\Leftrightarrow \times \frac{1-i}{\sqrt{2}}$

-120° 回転 $\Leftrightarrow \times \frac{-1-\sqrt{3}i}{2}$ 、

120° 回転 $\Leftrightarrow \times \frac{-1+\sqrt{3}i}{2}$

(数学科研究報告 2008『A1 数と方程式』参照)

(1) 点 (a, b) を①～⑤で移動した点の座標を求めよ。

解) ① $(a+2, b-1)$ 、② $(\frac{a}{2}, \frac{b}{2})$ 、③ $(a, \frac{b}{3})$ 、

④ $(a+bi) \frac{1+i}{\sqrt{2}} = \frac{a-b}{\sqrt{2}} + \frac{a+b}{\sqrt{2}}i \therefore (\frac{a-b}{\sqrt{2}}, \frac{a+b}{\sqrt{2}})$

⑤ $(a+bi) \frac{-1-\sqrt{3}i}{2} \therefore (\frac{-a+\sqrt{3}b}{2}, \frac{-\sqrt{3}a-b}{2})$

(2) 放物線 $y = x^2$ を①, ②, ③で移動した図形の概形をかけ。また、その式を答えよ。

解) ① $y = (x-2)^2 - 1$ 、② $y = 2x^2$ 、③ $y = \frac{1}{3}x^2$

グラフは略

(3) 放物線 $y = x^2$ を、④ (反時計回りに 45° 回転) で移動した図形の式を求めよ。

($f(x, y) = 0$ の形でよい。)

解) 求める図形上の点 (x, y) を -45° 回転した点は、

$$(x+yi) \frac{-1-i}{\sqrt{2}} \text{ より } \left(\frac{x-y}{\sqrt{2}}, \frac{x+y}{\sqrt{2}} \right)$$

これが $y = x^2$ 上にあるので、

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

$$x^2 + 2xy + y^2 + \sqrt{2}x - \sqrt{2}y = 0$$

(4) 放物線 $y = x^2$ を、⑤ (反時計回りに -120° 回転) で移動した図形の式を求めよ。

($f(x, y) = 0$ の形でよい。)

解) 求める図形上の点 (x, y) を 120°

回転した点は、

$$(x+yi) \frac{-1+\sqrt{3}i}{2} \text{ より } \left(\frac{-x-\sqrt{3}y}{2}, \frac{\sqrt{3}x-y}{2} \right)$$

これが $y = x^2$ 上にあるので、

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

$$x^2 + 2\sqrt{3}xy + 3y^2 - 2\sqrt{3}x + 2y = 0$$

An1-3.2. 三角関数

(1) 三角関数のグラフの移動・変形

三角関数のグラフの基本的事項を確認した後、次のように、その移動・変形を取り上げる。

問6. 図の点線は $y = \sin x$ のグラフである。これを次のように移動変形したグラフの概形をかき、その式を求めよ。(グラフは省略)

(1) x 軸方向へ $\frac{\pi}{2}$ 、 y 軸方向へ2 平行移動

(2) 上下 (x 軸の垂直方向) へ2倍

(3) 左右 (y 軸の垂直方向) へ2倍

(4) 原点を中心に2倍に相似拡大

解) (1) $y = \sin(x - \frac{\pi}{2}) + 2$ 、(2) $y = 2 \sin x$

(3) $y = \sin \frac{1}{2}x$ 、(4) $y = 2 \sin \frac{1}{2}x$

問7. 図の点線は $y = \cos x$ のグラフである。これを次のように移動変形したグラフの概形をかき、その式を求めよ。(グラフは省略)

(1) 左右 (y 軸の垂直方向) へ $\frac{1}{2}$ 倍

(2) 原点を中心に $\frac{1}{2}$ 倍に相似拡大

解) (1) $y = \cos 2x$ 、(2) $y = \frac{1}{2} \cos 2x$

問8. 図の点線は $y = \tan x$ のグラフである。これを次のように移動変形したグラフの概形をかき、その式を求めよ。(グラフは省略)

(1) x 軸方向へ $\frac{\pi}{2}$ 、 y 軸方向へ-1 平行移動

(2) 原点を中心に2倍に相似拡大

解) (1) $y = \tan(x - \frac{\pi}{2}) - 1$ 、(2) $y = 2 \cos \frac{1}{2}x$

問9. 次の関数のグラフの概形をかけ。

- (1) $y = \sin 3x$ (2) $y = -\frac{1}{2} \sin \frac{1}{2}x$
 (3) $y = \cos \frac{1}{2}(x - \pi) + 1$ (4) $y = 2 \cos(3x + \frac{\pi}{2}) - 1$
 (5) $y = \tan 2x + 1$ (6) $y = -\frac{1}{2} \tan(x + \frac{\pi}{2})$

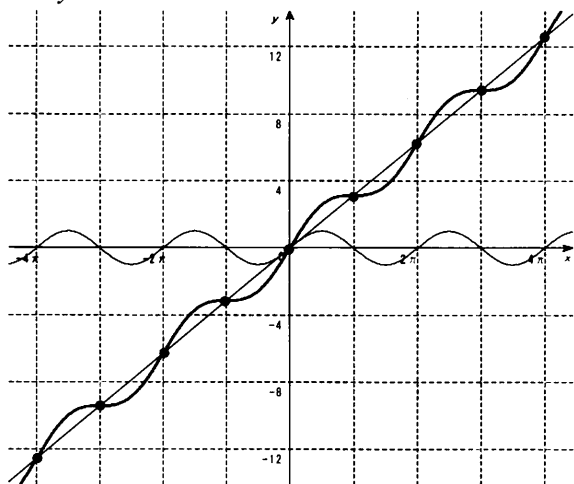
解) 略

(2) 三角関数の和や積のグラフ

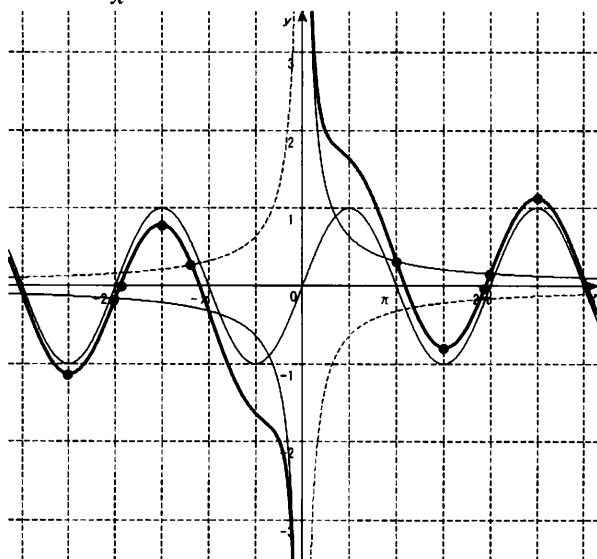
まず、既知の関数との和や積のグラフを扱う。

問10. 次の関数のグラフの概形をかけ。

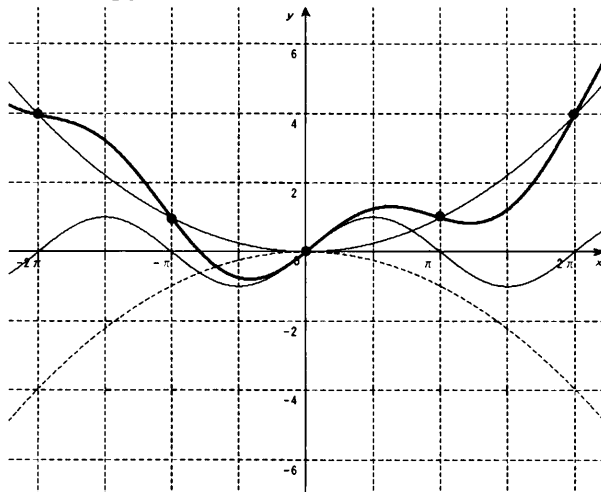
- (1) $y = x + \sin x$



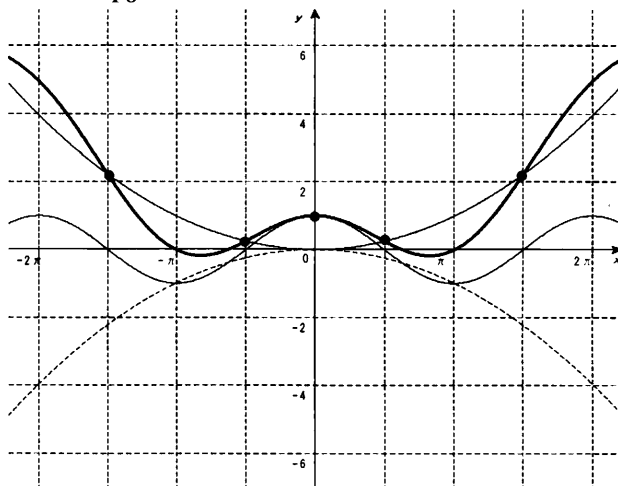
- (2) $y = \frac{1}{x} + \sin x$



- (3) $y = \frac{1}{10}x^2 + \sin x$

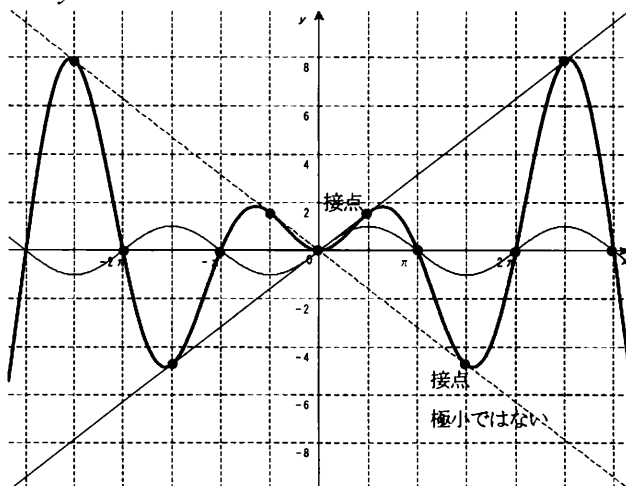


- (4) $y = \frac{1}{10}x^2 + \cos x$

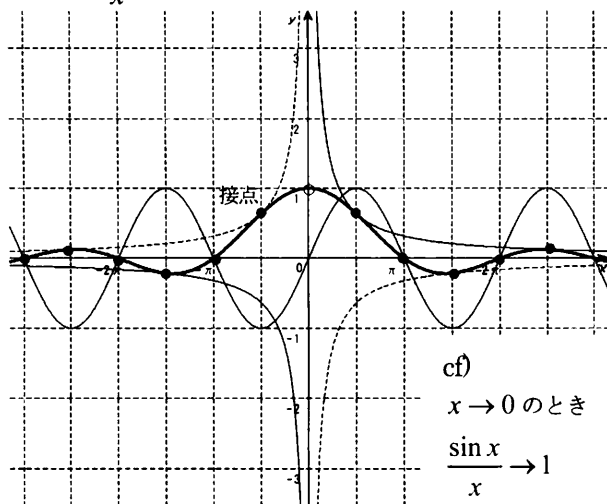


問11. 次の関数のグラフの概形をかけ。

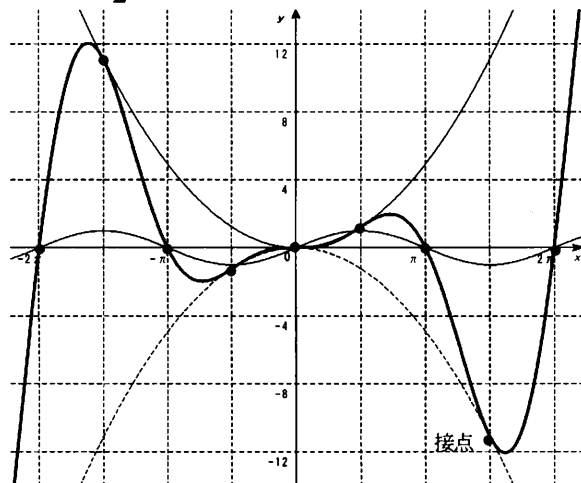
- (1) $y = x \sin x$



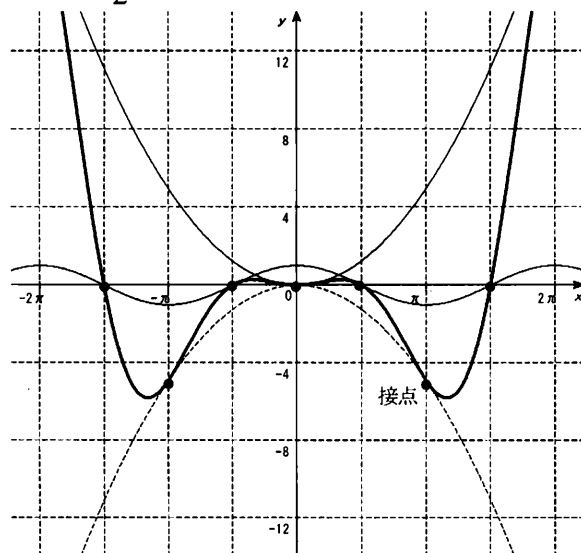
(2) $y = \frac{1}{x} \sin x$



(3) $y = \frac{1}{2} x^2 \sin x$

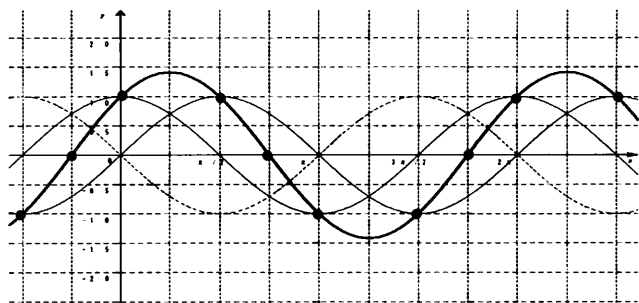


(4) $y = \frac{1}{2} x^2 \cos x$

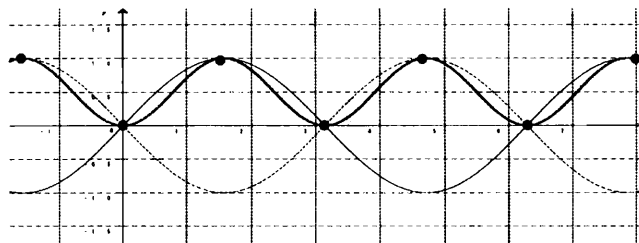


次に、三角関数の和や積で表わされるもののグラフについて考察する。これらを通して、周期が等しい三角関数の和や積が一つの波になることなどを予想させ、合成公式や和積の公式の導入とする。

例 1. $y = \sin x + \cos x$

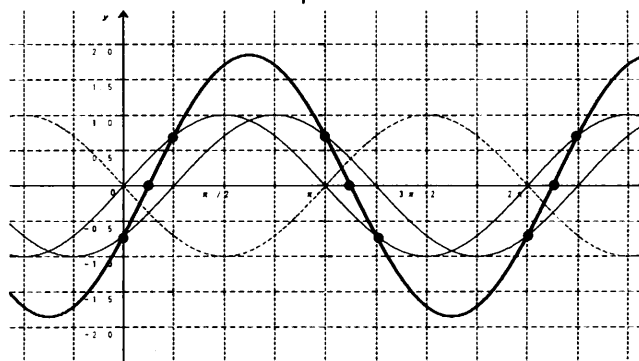


例 2. $y = \sin x \cdot \sin x$

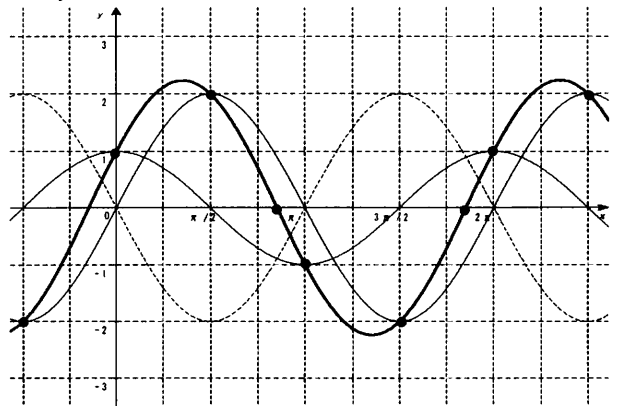


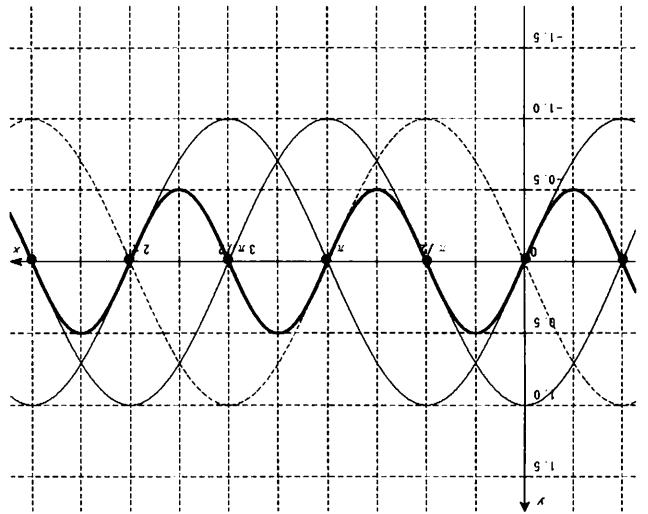
問 12. 次の関数のグラフの概形をかけ。

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



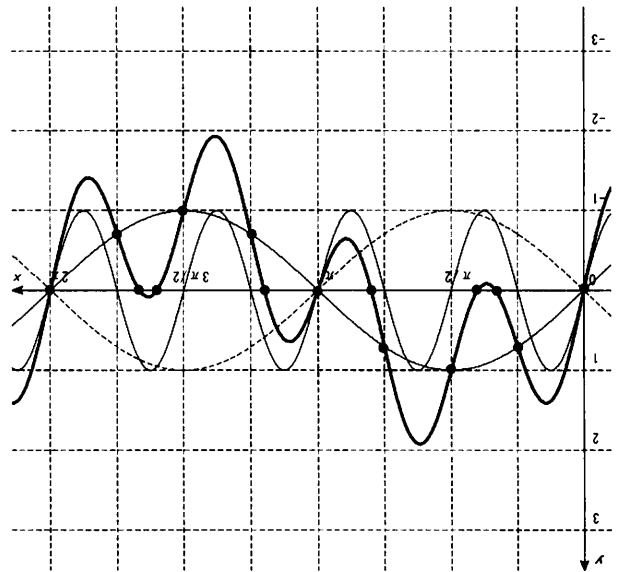
(2) $y = 2 \sin x + \cos x$



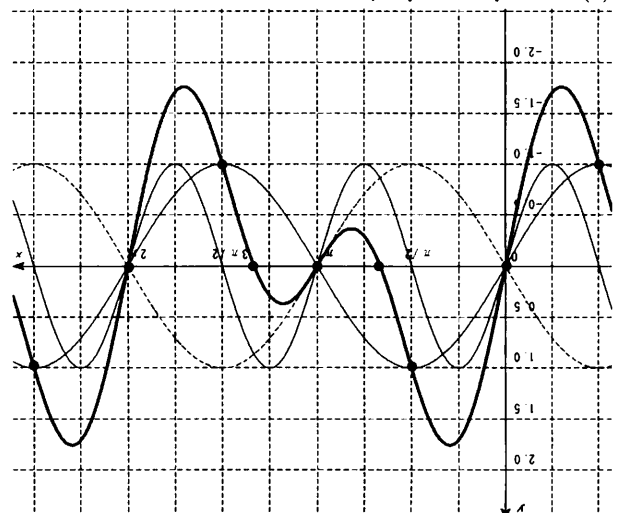


(1) $y = \sin x \cos x$

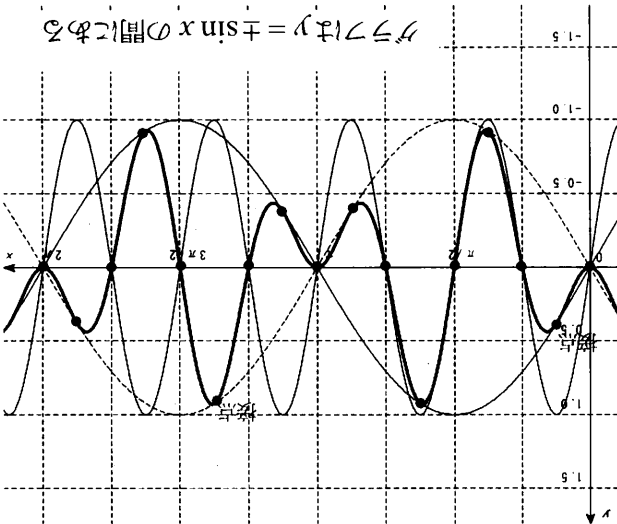
問 13. 次の関数のグラフの概形をかけ。



(4) $y = \sin x + \sin 4x$

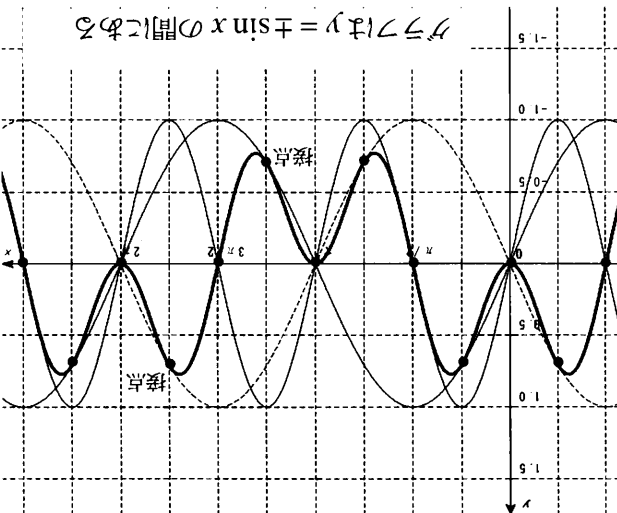


(3) $y = \sin x + \sin 2x$



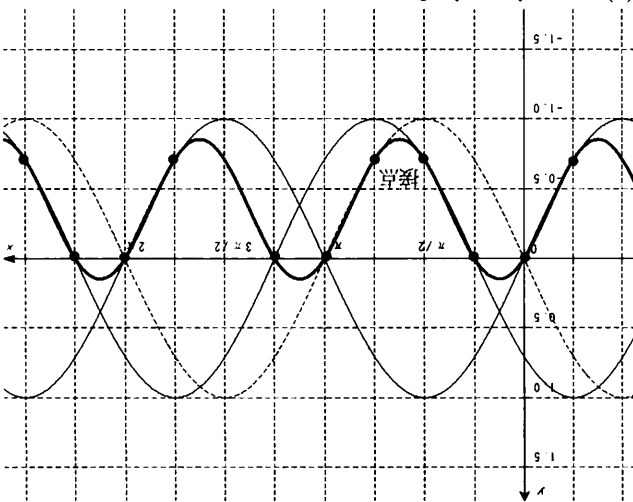
(4) $y = \sin x \sin 4x$

グラフは $y = \pm \sin x$ の間にある



(3) $y = \sin x \sin 2x$

グラフは $y = \pm \sin x$ の間にある



(2) $y = \sin x \sin(x + \frac{3\pi}{4})$

【補足】

2つの三角関数の周期が等しいとき、それらの和や積は1つの三角関数となる。

加法定理及び合成、半角、2倍角、和⇔積の公式などを扱った後、このことを次のように確認する。

例1. $y = \sin x + \cos x = \sqrt{2} \sin(x + \frac{\pi}{4})$

例2. $y = \sin x \cdot \sin x = \frac{1}{2}(1 - \cos 2x)$

問12.

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

$$= \sin x + \sin x \cos \frac{\pi}{4} - \cos x \sin \frac{\pi}{4}$$

$$= \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \sin x - \frac{1}{\sqrt{2}} \cos x = \sqrt{2 + \sqrt{2}} \sin(x + \alpha)$$

(ただし、 $\sin \alpha = \frac{-1}{\sqrt{2(2 + \sqrt{2})}}$, $\cos \alpha = \frac{1 + \sqrt{2}}{\sqrt{2(2 + \sqrt{2})}}$)

別解) 和積の公式を用いて

$$y = \sin x + \sin(x - \frac{\pi}{4})$$

$$= 2 \sin \frac{x + x - \frac{\pi}{4}}{2} \cos \frac{x - (x - \frac{\pi}{4})}{2}$$

$$= 2 \cos \frac{\pi}{8} \sin(x - \frac{\pi}{8})$$

(2) $y = 2 \sin x + \cos x = \sqrt{5} \sin(x + \alpha)$

(ただし、 $\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}$, $\cos \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$)

問13. (1) $y = \sin x \cos x = \frac{1}{2} \sin 2x$

(2) $y = \sin x \sin(x + \frac{3\pi}{4})$

$$= -\frac{1}{2} \left(\cos(x + x + \frac{3\pi}{4}) - \cos(x - x - \frac{3\pi}{4}) \right)$$

$$= -\frac{1}{2} \left(\cos(2x + \frac{3\pi}{4}) + \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

また、2つの三角関数の周期が異なる場合、それらの和や積は周期的に複雑な増減をする。(これは、音波の場合の「うなり」現象に対応するものである。)

問13. (3) $y = \sin x \sin 2x$ は、 $y = \pm \sin x$ のグラフの間に、 $y = \sin 2x$ のグラフが上下から押し込まれて入ったものとなり、(4) $y = \sin x \sin 4x$ は、 $y = \pm \sin x$ のグラフの間に、 $y = \sin 4x$ のグラフが入ったものになっている。

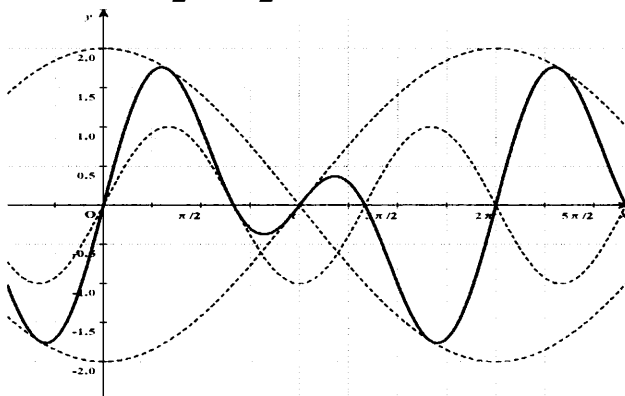
一般に、 $0 < m < n$ のとき、 $y = \sin mx \sin nx$ は、 $y = \pm \sin mx$ のグラフの間に、 $y = \sin nx$ のグラフが入ったものとなる。

周期が異なる三角関数の和の場合も、次のように積の形に変形して考えると、グラフの概形をつかみやすい。

問12.

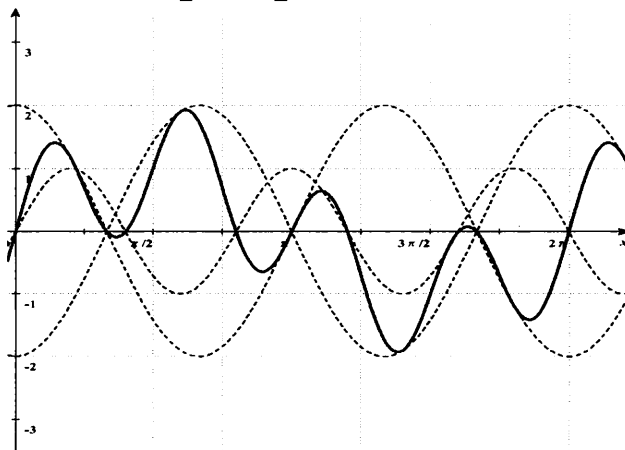
(3) $y = \sin x + \sin 2x = 2 \sin \frac{x + 2x}{2} \cos \frac{x - 2x}{2}$

$$= 2 \cos \frac{x}{2} \cdot \sin \frac{3x}{2}$$



(4) $y = \sin x + \sin 4x = 2 \sin \frac{x + 4x}{2} \cos \frac{x - 4x}{2}$

$$= 2 \cos \frac{3x}{2} \cdot \sin \frac{5x}{2}$$



(2010 鈴木)

b. 理科

b-1 物理分野

1. 仮説

物理分野では、高校の授業で主に用いる実験器具を活かした授業展開を継続して実施してきた。期待として、

- ①機器の原理や仕組みを学ぶこと
- ②測定やデータ分析から学ぶこと
- ③自然現象を定性的に学ぶこと

の3つの効果を掲げている（平成19年度SSH研究開発実施報告書）。

今年度は、(I)「波動分野」、特に「音」の領域で上記①、③の効果をねらった低周波発振器、シンクロスコープ、パイプレータ等を用いた授業展開をより具体的なものにすることと、昨年に引き続き、(II)「力学分野」で上記③を高めるべく教材開発を行った。ここでは、(I)について報告する。

2. 方法

単元「身近な物理現象」の発展として、発音体や筐体が引き起こす「固有振動」を観察する授業を計画した。特に、下記授業展開の例の1. (3)、および3. を重点に置いている。なお、本校ではこの分野を中学2年生に実施している。

楽器は、「弦」、「管」、「膜」などの固有振動によって様々な音を奏でる。典型的な楽器を用いて、(1)振動源と楽器の構造、(2)音の大小、(3)音の高低を順に扱い、楽器の仕組みの解明や波動現象の定性的な理解に結びつけたい。

◆授業展開の例

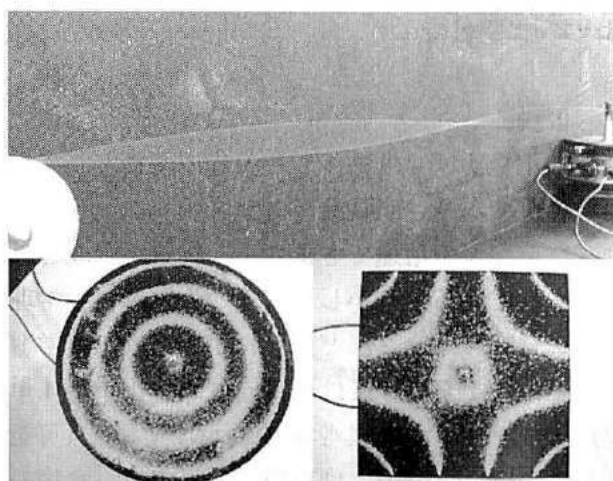
1. 音の伝わり方と速さ (1時間)

- (1)音を伝える媒質
- (2)媒質を伝わる音の速さ
- (3)発音体や筐体の固有振動

- ①ストロボスコープを用いた音叉や弦の観察
- ②膜や板の上のできるクラドニ図形の観察
- ③音叉を用いたうなり・共鳴現象の観察

2. 音の大小と高低 (3時間)

- ①低周波発振器とシンクロスコープを用いた音の波形観察
- ②音の大小・高低と波形の関係



弦の振動（上）とクラドニ図形（下）の観察

3. 楽器の魅力を探る (3時間)

(1)振動源と楽器の構造

①楽器の分類

「弦鳴楽器」、「気鳴楽器」、「膜鳴楽器」、「体鳴楽器」等の分類について、身近な楽器を例に当てはめて考察する。

②「音色」とは何か

(2)音の大小

音の大きさの時間変化を観察し、「楽音」を長く響かせる楽器の特徴をつかむ。

①音の大小とシンクロスコープの波形の関係

②音の大小を変化させる楽器の仕組み

(3)音の高低

音程を変える楽器の仕組みを取り上げ、変化に影響を与える物理量について考察する。

①音の高低とシンクロスコープの波形の関係

②音の高低を変化させる楽器の仕組み

3. 検証

音は、光とともに中学生の興味関心が高い。また、耳に聞こえる（目に見える）具体的な現象から抽象的な概念への結び付きが、力学・電磁気分野に比べてより直接的で、他の波動現象への応用や発展も比較的スムーズである。

一方、実験に使用する精密な器具は、使いこなすまでには相当の時間を要する。また、中学時に器具の原理まで理解することは困難である。ここでは、生徒の興味関心を最大限に活かしながら、器具を扱う場面を重ねることによって「慣れる」ことを重点とし、高校の学習に向けたスムーズな移行を期待したい。

（文責：理科（物理）真梶克彦）

b-2 化学分野

1. 仮説

有機化合物は、生物体やその代謝産物として重要な物質であり、医薬品、プラスチック・合成繊維、洗剤などの用途でさまざまな物質が合成され利用されている。しかしこれらの物質は、中学理科第一分野ではほとんど扱われず、高校（新学習指導要領）でも、今後は理系向けの「化学（4単位）」選択者しか詳しく学ぶ機会がなくなる（可能性が高い）¹⁾²⁾。一方、理科第二分野では「食物の消化と吸収」などの単元で、デンプン・タンパク質などを従来から扱っているが、あまり化学反応を意識した内容にはなっていない。

これらの状況を踏まえ、第一分野において、第二分野との関連を意識ながら身近な有機化合物や高分子化合物の構造と性質の一部を学び、生命や生活に関わる身近な物質についての理解を深めることは、生徒自身の生活に関わる科学的知識や思考力を育てる上で有効ではないか。

2. 方法

中学校新学習指導要領の理科第一分野（化学分野）の大項目「身の回りの物質」の単元では、小項目「身の回りの物質とその性質」で、有機物と無機物のほか、新たにプラスチックの性質が扱われることになった。一方、理科第二分野（生物分野）の大項目「動物の生活と生物の変遷」では、小項目「生命を維持する働きで」で、食物の消化と吸収が扱われている。これらの関係を意識しながら、有機化合物を積極的に取り上げ、また生物分野の学習の助けとなるように高分子化合物について学ぶ化学分野の中学カリキュラムを検討し、授業を実施した。以下にその概要を紹介する。

2.1 「有機化合物と高分子化合物」授業計画

以下のように、9時間+αの授業を計画し実施した。

- 1 時間目 原子の電子配置と物質の性質（イオン・分子）
- 2 時間目 有機化合物と分子
- 3 時間目 分子性物質とイオン結合性物質
- 4 時間目 分子性物質とイオン結合性物質（まとめ）

5 時間目 高分子と低分子

6 時間目 さまざまなプラスチックの識別

7 時間目 ナイロン（高分子化合物）の合成

8 時間目 デンプンとセルロースの加水分解

9 時間目 デンプン、セルロースの分子構造

10 時間目以降

生クリームから分離した糖類、タンパク質、脂肪の性質

2.2 「有機化合物と高分子化合物」授業内容

1 時間目 原子の電子配置と物質の性質（イオン・分子）

有機化合物は、炭素を骨格とする分子性物質である。また、これまでに生徒は物質（白い粉末）を識別する実験を通じて、水溶性や水溶液の導電性など分子性物質とイオン結合性物質の性質の違いを簡単に学んでいる。そこで、有機化合物の学習を始めるにあたり、分子を作りやすい原子とイオンになりやすい原子を、元素の周期表を活用してその電子配置の違いから考えさせた。原子の電子配置の詳細は、高校で学習するため、ここではナトリウムや塩素などのイオンになりやすくイオン結合をつくる原子と、炭素などの分子をつくる（共有）結合をつくりやすい原子の電子配置の違いのみ印象づけた。

電子配置（周期表） 元素記号と電子を書き込んで、電子配置の様式図を完成させよう。

	1	2	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1	1							2
2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	11	12	13	14	15	16	17	18
4	19	20						
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
81								
82								
83								
84								
85								
86								
87								
88								
89								
90								
91								
92								
93								
94								
95								
96								
97								
98								
99								
100								

原子の電子配置（記入用紙）

2 時間目 有機化合物と分子

実習 炭素化合物の分子模型をつくる

丸善 HGS 分子構造模型 A 型セットを、生徒 1 人につき 1 セット使用した。授業では、はじめにルール（黒色たま：炭素、水色たま：水素、赤色たま：酸素、炭素の結合「手」は 4 本、酸素：2 本、水素 1 本、長さ 6 のボンドは C-C や C-O の結合、2 のボンドは、C-H や O-H 結合に用い

るなど)を説明した。次に、各自が自由に炭化水素やアルコールを組み立て、ブタン、アルコールとエーテルの異性体などについて確認した。有機化合物は、「手」が4本の炭素を骨格としているので、多くの種類の分子(異性体)ができること、立体的な分子構造の観察をねらいとした。

3・4時間目 分子性物質とイオン結合性物質

実験1 分子性物質とイオン結合性物質の特徴

分子性物質としてショ糖と片栗粉(デンプン)、イオン結合性物質として塩化ナトリウムと水酸化カルシウムを用い、その融点と熱分解性、水溶性を調べた。

実験結果を踏まえ、分子性物質はイオン結合性物質に比べて一般に融点が低く、熱に弱い(熱分解性)こと、分子・イオンを問わず粒子間の結合力の強い物質(カルシウムは2価の陽イオン、デンプンは高分子化合物)は、一般に水溶性が低いことなどを解説した。

5時間目 高分子と低分子

実験2 高分子(コロイド)溶液のチンダル現象

水には溶けない片栗粉(デンプン)を温水に溶解させ、発泡スチロール(ポリスチレン)をリモネン(オレンジオイル)に溶解させた。さらに、プレゼンテーション用の赤色レーザーポインターを用いて、純水、ショ糖水溶液、デンプン水溶液およびポリスチレン/リモネン溶液にレーザー光を照射し、溶液中に見える光の通路を比較・観察した。

ショ糖のような小さな分子(低分子)に比べ、多くの原子が結びついたデンプンやポリスチレンなどの高分子は大きい。このため、溶解(正しくは溶媒中に分散)していても、レーザー光線などの強い光を当てるとそれを散乱させて、光の通路が観察できる。これを、チンダル現象ということを説明した。

6時間目 プラスチック(合成高分子化合物)の科学的識別

実験3 身近なプラスチックの実験的識別

プラスチックコップ(ポリスチレン:PSとポリエチレンテレフタレート:PET)、ペットボトル(PET)、ペットボトルのふた(ポリプロピレン:PP)、ビニルシート(ポリ塩化ビニル:PVC)を用いて、これらのプラスチックを密度試験(水または食塩水・飽和食塩水中での密度浮上試験)や

銅線に付着させて炎色反応を観察するバイルシュタインテストで識別させた。

識別実験の結果を踏まえ、プラスチックコップに用いられ、一見同じに見えるPSとPETの違いやペットボトルの本体とふたの違い、塩素を含むPVCの性質などを解説した。

7時間目 ナイロン(合成高分子化合物)の合成

実験4 ナイロン6,6の合成

ヘキサメチレンジアミン水溶液とアジピン酸ジクロリド/シクロヘキサン溶液との界面重合により、糸状のナイロン6,6を合成した。この実験は、小型のサンプル管を利用することで、生徒一人一人に行わせた。

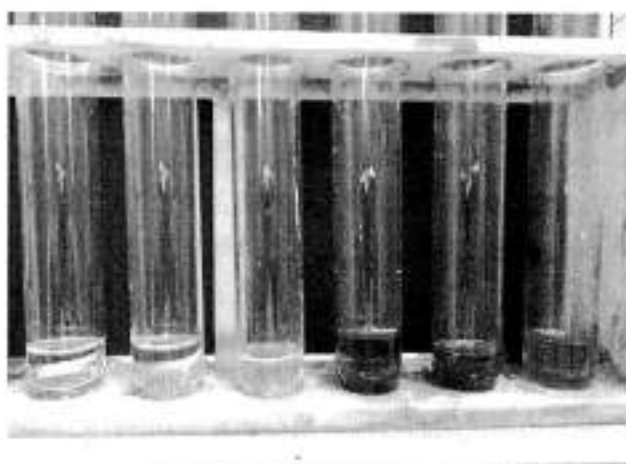
実験結果を踏まえ、水やシクロヘキサンに溶けやすい低分子のヘキサメチレンジアミンやアジピン酸ジクロリドが、界面で反応して交互に結びつき、溶媒に溶けにくい高分子化合物ナイロンが合成されたことを解説した。

8時間目 天然高分子化合物の加水分解²⁾

この授業は、2011.11.27 本校教育研究会において公開した。

実験5 デンプンとセルロースの加水分解

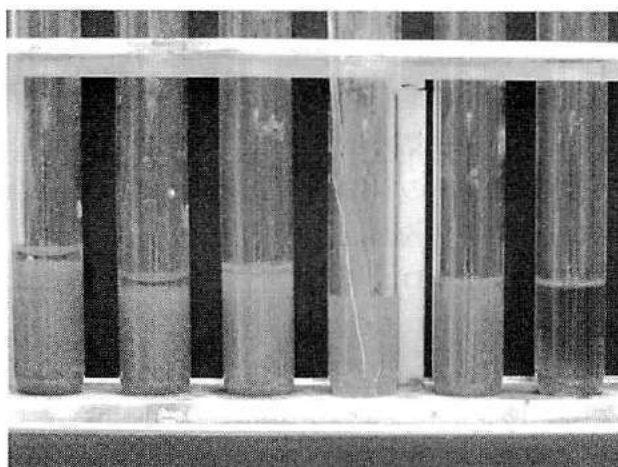
片栗粉(デンプン)を温水に溶かし、3 mol/L 硫酸を加えて湯浴上で加熱した。加熱開始(0分)から2分毎に10分後まで溶液を試験管に取った。各溶液に炭酸ナトリウム水溶液を加えて中和した後、チンダル現象を観察した。さらに、各溶液を二等分し、一方の溶液についてはヨウ素デンプン反応を調べ、もう一方についてはベネジクト液を加えて加熱し還元糖(ブドウ糖)の生成を調べた。



ヨウ素デンプン反応の変化

(右から加熱開始後、0、2、4、6、8、10分後の試料。

6分後から显色しなくなっている。)



ベネジクト反応の変化

(右から加熱開始後、0、2、4、6、8、10分後の試料。

モノクロ写真ではわかりにくい、2分後から少し濁りはじめ、6分後から明らかに赤色沈殿を生じている。)

この実験と平行して、トイレットペーパー（セルロース）に硫酸を加えてラップをかけ、ホットスターラー上で加熱をおこなった。この反応物についても、炭酸ナトリウムで中和後、各班に分け、ベネジクト反応を確認した。片栗粉に比べ長時間加熱したにもかかわらず、ベネジクト反応による赤色沈殿の生成量は少なかった。

これらの実験結果を踏まえ、高分子化合物であるデンプンやセルロースは、硫酸により分解されてブドウ糖になること。つまり、これらの高分子は多数のブドウ糖が結びついてできていることを考察した。

9時間目 デンプン、セルロースの分子構造

8時間目の実験結果を踏まえ、デンプンやセルロースの分子構造を示す資料を提示して、これらの物質がブドウ糖の縮重合による高分子化合物であることを説明した。また、片栗粉よりもトイレットペーパーのほうが加水分解に時間がかかったことから、デンプンとセルロースは同じブドウ糖からなる分子であるが、その結合の仕方に違いがあることを考察した。また、硫酸＋加熱という厳しい条件なしで、これらの高分子化合物を加水分解できる酵素の優位性についても説明した。

10時間目以降

生命現象に関わる代表的な物質を網羅する目的で、生クリームから分離した乳糖（ラクトース）の還元性やタンパク質（カゼイン）中の窒素やイオウを検出する実験、乳脂肪のケン化によるセッケン作りなどの実験⁴⁾を行う予定である。

3. 検証

2007年度からの第Ⅱ期SSHにおいて検討中の中学理科（化学）カリキュラム開発のポイントは次のとおりである。

- ① SSH機器を導入した中学生向け実験教材の作成
- ② 高校でSSH開発教材を生かすための準備教材の低学年（中学）移行の工夫
- ③ 理科科目間の連携

化学分野では、昨年度の「酸・アルカリの性質と中和」における、①と②に重点を置いたカリキュラム作成と授業実践に続き、今年度は「有機化合物と高分子化合物」を取り上げ、③の生物分野との連携や新しい高校学習指導要領（化学分野）との関連を意識した教材開発と授業実践を試みた。

今回は授業者の担当学年の関係で、中学3年生に対して授業を行ったが、生物分野との関係を意識すると、中学2年生の第二分野の大項目「動物の生活と生物の変遷」の学習前に扱うことも考えられる。このことについては、8時間目の授業を公開した本校教育研究会において、「原子・分子などの粒子概念が必要になるので、中1で扱うには無理があり、少なくとも中2の第一分野の大項目「化学変化と原子・分子」の学習後に扱うべきである。」というご意見をいただいた。このご意見の通り、第二分野「動物の生活と生物の変遷」中の小項目「生命を維持する働き」における食物の消化と吸収という観点からの炭水化物（デンプン）、脂肪、タンパク質の学習の後、第一分野「化学変化と原子・分子」の小項目「原子・分子」「化合」「酸化と還元」の学習による粒子概念の形成を待って、この授業を実施するのが望ましいと考えられる。

(参考文献)

- 1) 文部科学省、高等学校学習指導要領解説、大日本図書（2010）
- 2) 文部科学省、中学校学習指導要領解説、大日本図書（2008）
- 3) 道喜美代・門倉芳枝、新版栄養学実験法、三共出版（1979）
- 4) 守本昭彦・石井朋子、化学と教育、44、584（1996）

(文責：化学科 梶山正明)

b-3 生物分野

1. 仮説

平成 24 年度から全面実施となる新中学学習指導要領では、「遺伝の規則性と遺伝子」などの項目が生物分野で追加となった。このなかで、遺伝子の実体が DNA であることにも触れる必要が出てきた。従来では、高等学校の生徒実験として行っていた簡単な DNA 抽出の実験を、中学で実施したいと考えている。枯草菌（納豆表面より採取）、ブロッコリー、魚類精巣等からの効率の良い DNA 抽出がすでに高等学校の教材として浸透している。

一方、昨年度の実施報告書では、遺伝の交雑実験を教材の柱とした新しいカリキュラムを報告した。特に筆者は、キイロショウジョウバエを材料とする交雑実験が遺伝教材として最も優れているとの考えから、ここでは、キイロショウジョウバエを材料とした DNA 抽出をカリキュラムの中に取り入れることを検討したい。個体レベルの実験と物質レベルの実験を共通した生物で一貫することが狙いである。

2. 方法

2.1 抽出方法

- ①成虫を麻酔した後に -70°C で凍らせておく。あらかじめ -70°C に冷やしておいた乳鉢と乳棒で凍らせた成虫をすりつぶした後、EDTA 等を含むホモジナイズ・バッファーを加えてさらに乳棒ですりつぶし、最後に蒸留水を加える。
- ②栓付き試験管に、乳鉢の内容物をピペットで移し、10%SDS 溶液を加えて栓をし、穏やかに混合する。
- ③この後は通常のフェノール抽出を行い、三角フラスコかビーカー内でエタノール沈澱を行う。
- ④回収した沈澱を蒸留水で溶かし、分光光度計で主に紫外波長域の吸収スペクトルを測定する。

2.2 考察

このように抽出した“DNA”には、タンパク質や相当量の RNA が含まれている。得られたスペクトルの結果から、これらの点について振り返ることが授業では大切であろう。タンパク質については、「消化と吸収」で既習であり、抽出実験の結果から水溶性タンパク質の存在について触れることができる。さらに、混在するタンパク質をできるだけ除去するには、今回の抽出実験にどんな操

作方法を加えたら良いか、といった発問も有効と考えられる。

RNA については、中学の学習内容からは外れるものの、本校 SSH 事業において科学的リテラシー涵養が目標の 1 つとなっている以上、このような実験結果の科学的解釈は積極的に取り上げたい。RNA が抽出 DNA 中に混入していることを生徒に伝える方法としては、電気泳動の紹介が最も直感的で効果的だろう。方法や原理の説明に重きを置かず、演示実験やその途中経過を含めた写真を多用したスライドを使って電気泳動の結果を示し、RNA の存在を考えていく。このとき、重要になってくるのが DNA 分子の大きさである。染色体の構成成分であることや、DNA 分子の構造、特徴から推測していけば、DNA ではないが化学的性質のよく似た物質が混在してきていることは生徒にも推測することができるのではないだろうか。

2.3 高等学校カリキュラムとのつながり

本校の高等学校での新しいカリキュラムでは、このような中学での生徒実験実施が実現した暁には、それを踏まえ、DNA の抽出そのものに重きを置かない方針である。高等学校では、キイロショウジョウバエを材料とした三点交雑実験後に行う個体レベルの遺伝子型判定を PCR 法で行う予定である（第 90 回生物教育学会にて発表済み）。鋳型 DNA として利用する試料はより簡便な方法で得る抽出物である。中学で行った実験と比較して、このときの抽出物にはどんな生体成分が含まれていると考えられるか、また、PCR 法ではそれは問題にならないのか等を生徒に考えさせたい。

分光光度計の利用は、SSH 事業校ならではのであろう。本校では、化学分野でも中学のカリキュラムから分光光度計の導入を検討しているので、それほどハードルは高くないだろうと思われる。

3. 検証

筆者は既に、1996 年度に中学 3 年生を対象とした選択授業「テーマ学習」において、ショウジョウバエからの DNA 抽出実験を試行的に実施した経験がある。操作手順の煩雑さとは対照的に生徒の実験への興味関心は高く、手応えを感じている。また、生徒の使用にあたって懸念されるような試薬も、留意すべき点を明確にした上で臨めばそれほど問題にならないと考えている。

（文責：生物科 仲里友一）

b-4 地学分野

中学での火成岩(深成岩)の色指数の測定

1. 仮説

中高一貫 SSH の完成に向けた中学に重点を置いたカリキュラム・教材の開発において、一番実施しやすいのは火成岩の色指数の測定である。1つ前の学習指導要領における中学校2分野下の教科書では、火成岩の色と含まれている鉱物の種類、特に有色鉱物の量との関係が図示されていた。そして、火成岩の種類は、組織と色合いの違いから区別できることを授業で教えていた。加えて、学校図書の教科書では、「資料」として色指数の測定方法まで示されていた。現行の学習指導要領になって、扱える火成岩が花崗岩と安山岩のみになってしまい、火成岩の色についての記述が一時なくなってしまったが、学力低下問題に対応した後半の大改訂により、火成岩を従来通り6種類扱えるようになったため、少ない記述ながら図とともに中学校2分野上の教科書に復活した。こうした経緯で、火成岩の分類ならびに造岩鉱物の識別に大きな役割を果たしている色指数の測定を本校の中学3年生を対象に実施してみた。

2. 方法

2.1 授業構成

まず、火成岩の薄片の観察・スケッチの後に実施する。次に色指数の測定に入るのだが、最初から色指数を測定するのは難しいので、(図1)に示す練習用の観察スケッチを使用する。測定の方法は以下の通りとする。

①(図1)左端2列の例に示すように、1列ごとに、升目の交点にある鉱物を、有色鉱物と無色鉱物に分けて数えさせる。

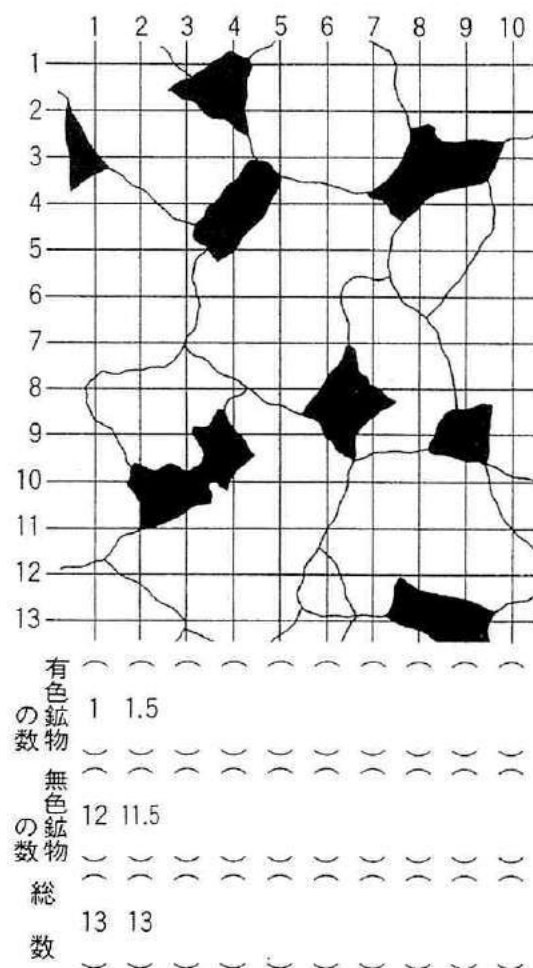
②交点がちょうど有色鉱物と無色鉱物の境目にあるとき(たとえば、図1の2列11行のところ)は、0.5個ずつに数える。

③各列ごとの数値を合計し、有色鉱物が含まれる%を求める。これが色指数になる。

作業手順に慣れたところで、次に実際の火成岩の薄片をもとにした色指数の測定を行う。

2.2 用意

偏光顕微鏡、デジタルカメラ、アタッチメント、パーソナルコンピュータ、USB 対応ケーブル、プリンター、升目入り OHP シート



(図1) 色指数測定練習用の観察スケッチ

2.3 実験手順

【操作1】薄片を偏光顕微鏡(平行ニコルの状態)のステージの上に固定し、ステージの高さを調節してピントを合わせる。

【操作2】偏光顕微鏡の接眼レンズの代わりに、アタッチメントの付いたデジタルカメラを鏡筒に取り付ける。

【操作3】デジタルカメラの液晶パネルに現れた岩石薄片の画像を見ながら、測定に適した場所を探し、何枚か撮影する。

【操作4】USB 対応のケーブルを使って、デジタルカメラからコンピュータに画像を転送し、プリントアウトする。

【操作5】方眼の入ったOHPシートをプリントアウトされた画像の上に乗せて方眼の交点上の有色鉱物の数を数える。

3. 検証

予め練習したおかげで、プリントアウトされた画像をもとにスムーズに作業を行えた。ただし、顕微鏡の対物レンズの倍率を最低(4倍)にした。

(文責:地学科 高橋宏和)

IV. 実施の効果とその評価

平成 19 年度からの SSH 事業で、新規に取り組みを始めた研究内容については、事業ごとにアンケート調査などによる評価を行っている。それらについては、各項目を参照して頂きたい。

今年度は、平成 14 年度からの SSH 事業から継続実施している外部講師による講演会・実験講座等の評価と、一部の講演会の企画、運営と評価を行う生徒有志団体“サイエンスコミッティ”の活動について記載する。

a. 講演会・実験講座アンケート

b. サイエンスコミッティの活動

a. 講演会・実験講座アンケート

研究内容の柱 (iii)「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」にもとづいて実施した講演会・実験講座について、生徒にどの程度効果があったかを評価するために統一フォームのアンケートを実施した。

1. 調査の概要

アンケート項目は、次のように設定してある。

Q 1. この講座・講演会の内容を理解できたか

ア. よく理解できた イ. まあ理解できた

ウ. あまり理解できなかった

エ. 理解できなかった

Q 2. この講座・講演会を受講した動機 (複数回答可) ア. 受講が必修だった

イ. おもしろそうな内容だった

ウ. 自分の学習に役立ちそうだった

エ. 講師の先生にひかれてオ. 友達に誘われて

カ. その他 ()

Q 3. この講座・講演会の内容は、期待通りか

ア. 期待以上だった イ. 期待通りだった

ウ. ほぼ期待通りだった

エ. あまり期待通りではなかった

オ. 期待はずれだった

Q 4. この講座・講演会の内容は、あなたの学習に役立ったか ア. 大いに役立った

イ. 役だった ウ. あまり役立たなかった

エ. 役立たなかった

Q 5. この講座・講演会で興味深かった内容および全体についての感想

調査対象生徒は、参加生徒全員である。S5, S6, G3, G4 については、これからの実施なので調査結果には入れていない。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。

< 数学関連 M >

M1 7 月 12 日 (月) 数学「数学を経済学からみつめてみよう」吉川洋先生 (東京大学)

M2 12 月 16 日 (木) 数学「宇宙工学を支える数学」中須賀真一先生 (東京大学)

< 理科関連 S >

S1 7 月 14 日 (水)、16 日 (金) 生物「プロバイオティクス乳酸菌を投与したコイにおける乳酸菌の生物学」星野貴行先生

S2 11 月 20 日 (土) 生物「生殖細胞と性を支配するメカニズムを知るーある研究者の生き方ー」小林悟先生 (自然科学研究機構基礎生物学研究所岡崎統合バイオサイエンスセンター)

S3 12 月 17 日 (金) サイエンスコミッティ企画「生命の設計図ーゲノムの謎解きー」清水信義先生 (慶応大学名誉教授)

S4 1 月 22 日 (土) 化学「核磁気共鳴 (NMR) による有機化合物の構造決定ー理論と実験ー」下井守先生、村田滋先生 (東京大学) (於: 東大駒場キャンパス)

S5 3 月 11 日 (金) 生物「自分のからだを通して学ぶ解剖学」前島徹先生 (目白大学) (予定)

S6 3 月 17 日 (木) 化学実験講座「ナノ炭素化合物の化学 (仮)」前田優先生 (東京学芸大学)、長谷川正先生 (東京学芸大学) (予定) (その後中止)

< 総合講座 G >

G1 7 月 8 日 (木) 国語科「シソーラスをつくる」山口翼先生 (著述業)

G2 12 月 11 日 (土) 体育科「速く走るための身体の挑戦」谷川聡先生 (筑波大学)

G3 3 月 10 日 (木) 社会科「失敗の教訓を活かすー持続可能な水俣・芦北地域の再構築ー (仮)」宮北隆志先生 (熊本学園大学) (予定)

G4 3 月 11 日 (金) 英語科

「プレゼンテーション能力の向上について」

Gary Vierheller 先生、Sachiyo Vierheller 先生 (有限会社インスパイア) (予定)

2. 調査結果と考察

Q1	この講座の内容を理解できたか					
	参加数	ア	イ	ウ	エ	無回答
M1	39 人	20.5%	43.6%	33.3%	2.6%	0.0%
M2	63 人	20.6%	52.4%	20.6%	1.6%	4.8%
M 平均	51 人	20.6%	49.0%	25.5%	2.0%	2.9%
S1	16 人	12.5%	62.5%	25.0%	0.0%	0.0%
S2	42 人	38.1%	59.5%	2.4%	0.0%	0.0%
S3	25 人	16.7%	75.0%	8.3%	0.0%	4.2%
S4	17 人	29.4%	52.9%	17.6%	0.0%	0.0%
S 平均	25 人	27.0%	62.0%	10.0%	0.0%	1.0%
G1	75 人	14.6%	58.7%	12.7%	0.0%	12.0%
G2	78 人	30.8%	62.8%	3.8%	2.6%	0.0%
G 平均	77 人	22.9%	60.8%	9.2%	1.3%	5.9%
全平均	44 人	23.4%	57.7%	14.1%	1.1%	3.7%

Q2	この講座を受講した動機（複数可）（%）							
	参加数	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	無
M1	39 人	0	87	44	10	8	8	0
M2	63 人	0	56	13	10	18	2	1
M 平均	51 人	0	81	27	13	19	5	1
S1	16 人	0	94	19	44	0	13	0
S2	42 人	11	46	21	11	8	3	0
S3	25 人	4	64	20	0	8	12	0
S4	17 人	41	82	12	0	0	6	0
S 平均	25 人	15	74	23	14	7	8	0
G1	75 人	0	65	24	4	13	2	12
G2	78 人	94	14	13	3	1	1	0
G 平均	77 人	48	39	18	3	7	2	6
全平均	44 人	25	61	22	9	10	5	3

Q3	この講座の内容は期待通りだったか						
	参加数	ア	イ	ウ	エ	オ	無回答
M1	39 人	10.3%	35.9%	28.2%	25.6%	0.0%	0.0%
M2	63 人	33.3%	46.0%	17.5%	1.6%	0.0%	160.0%
M 平均	51 人	24.5%	42.2%	21.6%	10.8%	0.0%	1.0%
S1	16 人	87.5%	6.3%	6.3%	0.0%	0.0%	0.0%
S2	42 人	59.5%	33.3%	7.1%	0.0%	0.0%	0.0%
S3	25 人	24.0%	56.0%	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%
S4	17 人	58.8%	35.3%	0.0%	5.9%	0.0%	0.0%
S 平均	25 人	55.0%	35.0%	9.0%	1.0%	0.0%	0.0%
G1	75 人	20.0%	33.3%	26.7%	6.7%	1.3%	12.0%
G2	78 人	24.4%	47.4%	23.1%	3.8%	0.0%	1.3%
G 平均	77 人	22.2%	40.5%	24.8%	5.2%	0.7%	6.5%
全平均	44 人	32.1%	39.4%	19.4%	5.6%	0.3%	3.1%

Q4	この講座内容はあなたの学習に役立つか					
	参加数	ア	イ	ウ	エ	無回答
M1	39 人	12.8%	66.7%	17.9%	2.6%	0.0%
M2	63 人	19.0%	73.0%	6.3%	0.0%	1.6%
M 平均	51 人	16.7%	70.6%	10.8%	1.0%	1.0%
S1	16 人	50.0%	18.8%	31.3%	0.0%	0.0%
S2	42 人	52.4%	45.2%	2.4%	0.0%	0.0%
S3	25 人	20.0%	72.0%	4.0%	0.0%	4.0%
S4	17 人	52.9%	47.1%	0.0%	0.0%	0.0%
S 平均	25 人	44.0%	48.0%	7.0%	0.0%	1.0%
G1	75 人	14.7%	61.3%	10.7%	0.0%	13.3%
G2	78 人	21.8%	73.1%	3.8%	0.0%	1.3%
G 平均	77 人	18.3%	67.3%	7.2%	0.0%	7.2%
全平均	44 人	25.1%	62.8%	8.2%	0.3%	3.7%

Q5 感想など

・難しく、今は役立ちそうにないが、将来役に立つかもしれないと思いました。(M1)

・人の体内に宇宙の広さを見た気がします。(S3)

・ゲノム解読が様々な分野に利用されていることがよくわかった。将来この分野にたずさわれたらよいと思う。(S3)

・二つのシステムを比べて、そのシステム内で「価値」の自明性を切り崩していく方法は非常に構造主義的だと感じた。(G1)

・言葉の相関の把握による「分析」は新しい考え方だと思いました。(G1)

・秋葉原で買ったものだけで人工衛星が作れて、しかも 7 年間飛び続けたのがすごいと思った。(M2)

・需要、供給の連立方程式の解が均衡解だということが面白かったです。この均衡解が僕たちの日常生活と深く関係しているということもまた興味がわきました。(M1)

一部受講を必修とされているものもあったが、多くの講座は希望者対象の自由参加型である。数学 M、総合 G では中学生を含め参加人数が多く、科学的リテラシーの涵養という点でも成果があげられたと思われる。今年度も総合講座として国語科、社会科、保健科、英語科からのプログラムがあり、科学との関わりを持つ総合講座が実施できた。一方理科関連 S では特定の興味関心をもった高校生対象の比較的高レベルな講座が多いため、参加生徒に有用性を感じてもらえたようだ。今後も幅広い内容の講演会・実験講座等を実施していきたい。（文責：研究部 更科元子）

b. サイエンスコミッティー

1. 仮説

生徒のサイエンスコミュニケーション能力育成のためには、これまで教員主導で実施してきたSSH事業を、生徒主体で計画・実施させることが有効ではないか。この仮説に基づき、生徒によるSSH企画・運営・評価組織「サイエンスコミッティー」を平成19年度に設立し、活動を行っている。設立2年目の一昨年度以降、メンバーが中心となって「テーマ研究発表会」を開催したり、SSH講演会の内容について事前に講師と打合せを行い、講演内容について要望するなどの取り組みを続けている。これらの実績を踏まえ、今年度もコミッティーの諸活動をおこなった。

2. 概要

設立時のサイエンスコミッティーの位置づけは、生徒自治会に所属する委員会等ではなく、より自由な形でメンバーが関われる同好会の形式をとっていた。現在もその形式を踏襲しているため、年度によりメンバー数や活動の活性度には大きな差がある。

今年度のおもな活動は、まず昨年に引き続き、高校3年生が総合的な学習の時間に取り組んできた「テーマ研究（卒業研究）」を校内外に向けて発表する「テーマ研究発表会」の準備・実施（司会進行）・後片づけなど一連の企画を担当した。その後、コミッティー企画のSSH講演会の講師選定と講演依頼、事前打ち合わせをおこない、講演会を開催した。

3. 活動内容

(1) 所属メンバー

会長：高3（59期生、化学部）

メンバー：高3（59期生）：11名

高2（60期生）：7名

高1（61期生）：2名

メンバーの所属クラブは、化学部、生物部、数学科学研究会など。なお会長は、12月に60期生（生物部）に引き継がれた

(2) 活動計画

①テーマ研究発表会の企画・運営

②生徒主催SSH講演会の企画・運営

③対外的な活動（SSH生徒発表会、RitsSSF、国立台中第一高級中学訪問、SSH東京都指定校合同発表会等）への参加

④SSH講演会の参加と評価

⑤新メンバーの勧誘

(3) 活動内容

① テーマ研究発表会の企画・運営

テーマ研究発表会は、口頭発表とポスターセッションに分かれており、今年度は、前者10名（グループ、後者9名（グループ）が各自の研究を発表した。このテーマ研究発表会の企画の大枠作りと発表者の選定、当日の会場設営と司会進行などが、サイエンスコミッティーの仕事となる。

テーマ研究には、高3全員が高2のゼミナール（総合的な学習の時間）終了頃から取り組んでいるが、発表会の開催時期が高3の7月と比較的早く、発表の有無の決断はさらに早い時期になるため、発表に積極的でない生徒も多い。そこで、生徒どうしのネットワークで、発表にふさわしい研究を発掘するのも、コミッティーならではの重要な活動となる。今年度は、その成果もあり、文系も含めて幅広い研究テーマの報告を集めて研究発表会がおこなわれた。このテーマ研究発表会の詳細は、該当ページをご参照いただきたい。

② 生徒主催SSH講演会の企画・運営

サイエンスコミッティーの主催で、慶應大学名誉教授の清水信義先生の講演会「生命の設計図ーゲノムの謎解きー」を12月17日に実施した。

1学期末、サイエンスコミッティーの会合で、講演者を慶應大学名誉教授の清水信義先生にお願いすることを決定し、清水先生に内諾を得た。これは、清水先生がコミッティメンバーの遠縁にあたり、また研究テーマであるヒトゲノムの解読が、生徒の興味・関心を引くものと考えられたためである。

10月2日に、コミッティメンバー2名（59期）とコミッティ顧問教員とで筑波研究学園都市にあるGSP（ゲノムスーパーパワー）センターを訪問・見学し、清水先生と講演内容の打ち合わせをおこなった。生徒が伝えた具体的な要望は以下の通りである。

・対象は基本的に高校生であるが、導入部は中学生でも理解できるように。

・ご自身の研究については、ヒトゲノムや分子生

物学についての導入部は分かりやすく。

- ・研究内容や分析方法の詳細や研究施設や機器について詳しく。
- ・研究を進める上で苦勞した点・楽しかった点。
- ・研究者をめざしている、または研究に興味がある学生へのアドバイス。

この打ち合わせを元に、生徒が作成した以下の紹介文を掲載したポスターをつくり、11月下旬より校内で参加者の募集を行うとともに、近隣の高等学校6校（都立駒場・芸術・国際高校、駒場東邦高校、駒場学園高校、日本工業大学付属駒場高校）に配布し、校外からも参加者を募った。

☆講演会紹介文

タイトル：「生命の設計図ーゲノムの謎解きー」

講師：清水信義先生（慶応大学名誉教授）

——ゲノムとは、一般的には、全ての生き物の設計図のことである。それは、DNA という二重らせん構造をしたひも状の分子からできている。清水先生の研究チームは1999年12月世界で初めてヒトの22番染色体のゲノム解析に成功した。今回の講演会では、ゲノムについて、ゲノムの解析方法やゲノム解析結果の遺伝病治療への応用などについてお話しいたします。

——生物には正解があるとは必ずしも限らない。

12月17日講演会当日は、サイエンスコミッティー会長、駒村君の司会進行で進められた。

講演 13:10～15:00

質疑応答 15:00～15:30

参加者数 25名

近隣の高校への募集にもかかわらず、他校生の参加者はなかった。期末考査後のこの時期も、最近では多くの学校で通常通りの授業が行われていることが大きな原因である。一方、校内からの参加者も少なかったが、中2～高3まで幅広い学年から、興味・関心の高い生徒が集まった。また、終了後の質疑応答も、はじめは遠慮がちだったが、次第に清水先生の柔和なお人柄にほぐされて、活発な質疑応答が行われた。

参加者へのアンケート調査の結果でも、サイエンスコミッティー主催の講演会は、「自分たちの興味のある分野のお話を聞けるのでいいと思う。」などという意見が多く、好評であった。

③ 対外的な活動（各活動の詳細は、該当ページをご参照いただきたい。）

- ・SSH 生徒研究発表会

JST・文部科学省共催の全 SSH 校による研究発表会。コミッティメンバー2名を含む5名が参加した。

- ・Rits Super Science Fair

立命館高等学校が毎年開催している国際交流プログラム。十数カ国の高校生が、研究発表やワークショップ等を通じて交流した。コミッティメンバー2名を含む6名が参加した。

- ・太子町理科実験教室

筑波大学と太子町の連携事業により11月に実施された、太子町各小学校における理科実験教室。コミッティメンバー4名を中心に、化学部員7名が講師を務めた。

- ・国立台中第一高級中学訪問

昨年度に引き続き、台湾の国立台中第一高級中学を訪問し、研究発表・授業参加などの交流を行った。コミッティメンバー1名を含む14名が参加した。

④ SSH 講演会の参加と評価

SSH 講演会に対する参加と評価の取り組み。今年度も、残念ながら組織的には実施できなかった。

⑤ 新メンバーの勧誘

今年度も、SSH 事業への優先参加と企画・運営・評価を活動の趣旨として、メンバーの募集活動を行った。しかし、一般生徒からの反応は少なく、理数系クラブの部員を個別に勧誘をおこなった。

4. 検証

サイエンスコミッティー4年目の活動も、テーマ研究発表会と講演会の企画・運営が中心となった。どちらも安定して実施できるようにはなってきたが、後者については、さらに生徒主催の企画であることがアピールできるような講師の選定や内容の充実が求められる。

また、活動全般についても、主要メンバーが文化部の部長などの要職に就いており、多忙のため会合等を開きにくく、一部生徒の負担が大きくなりがちだった。このことは、コミッティの性格上解決が難しい問題ではあるが、定期的な例会日程の設定などにより、改善していきたい。今後も、積極的に SSH に関わる生徒組織として、恒常的な活動に取り組ませていきたい。

（文責：教育実践プロジェクト 梶山正明）

V. 研究開発上の問題点および今後

の研究開発の方向

1. 今年度の研究開発について

平成19年度からの第2期目SSHの4年目となる今年度は、様々なプログラムが研究準備～試行という段階から、本格的実践・発展の段階へと移っていった。特に柱(i)の「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」、及び柱(ii)の「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」に関わる活動および実践では、一層の目覚ましい進展がみられた。これらの研究と実践の母体となったのは教科枠を超えた校内プロジェクト組織である。校内における研究開発のスタイルという観点から見た場合、教科の枠を超えた取り組みとして、本校従来の教科中心型の研究開発から大きく脱却したともいえる。また、これら2つの柱での進展は、生徒主体の取り組みを特に重視した実践の成果という点でも自己評価できるものと考えている。

2. 評価と課題

今年度、校内プロジェクトⅡ教育実践プロジェクトでは、研究内容の柱(i)のサイエンスコミュニケーション能力育成に関わる研究・実践を昨年度から継続して進め、教科の枠を超えた多くの成果を挙げることができた。昨年度に続き、高校2年生の総合学習「ゼミナール」と中学3年生「テーマ学習」の合同授業開催は、一部の教科・科目、また1回のみではあったが、異学年合同授業のモデルとして十分評価に値するだろうと考える。今年度は、化学分野のなどの講座で合同授業が展開された。いずれの講座においても、高校2年生が、中学3年生を「教える」という場面が多々見受けられた。まさに「教えあい、学びあう」というねらいを実現することができた。

昨年度までの実践で確認することができた「教えあい、学びあい」の効果について、より一層の確信を得ることができたと言えよう。すなわち、高校2年生は、今までの教えられる側から教える側にまわり、もう一度教材を系統立てて理解し直すことが要求された。教材を構成する要素の論理的な序列や階層、関連性に改めて気がついた生徒

もいた。このような深い学びへの端緒として、「教える」という体験が生徒にとっても大変有効であることを実感した。また、「教える」という立場に立った高校2年生にとっては、自分が持っているものを相手にわかりやすく伝えるにはどのようにすればよいのか、というコミュニケーション能力の難しさと重要性を改めて認識するものとなった。一方、教えられる側の中学3年生は、身近な先輩である高2生に将来の自分の姿を重ねながら、緊密な対話形式の指導に新鮮さを感じつつ、いつも以上に真剣に学習に取り組めた様子だった。当初はこの合同授業は「教える側」には学びのメリットがあるものの、「教えられる側」にはどんな効果が期待できるのか十分に予測し得ていなかった。しかし下級生の「教えられる側」にも、大いに刺激を与えることが確認できた。教える側、教えられる側の双方に大きな効果が期待できるプログラムであるが、現状では、一年に1回の実施にとどまっている。今後、高学年生徒が低学年生徒を教えるスタイルを大いに取り込み、合同授業を一層充実させていってよいだろう。こうした合同授業の成果を踏まえ、今後、合同授業のスタイルで実験講座を展開することも視野に入れることができるようになった。

今年で4年目となる駒場小学校サマースクールでは、小学生に対する実験指導が本校生徒によってなされている。今年度は全部で3講座で、この中では中学生が教え伝える側となる機会も少しずつではあるが新たに始まっている。講座に集まる小学生も大勢で多様になり、生徒たちの一層の指導力や工夫、改善が期待される。さらに、昨年度からはじまった茨城県大子町の複数の小学校において、本校生徒による「出前授業」の取り組みも引き続き実施された。内容的には、駒場小学校と類似のものではあるが、茨城県大子町という本校生徒たちを取り巻く生活環境とはいささか異なる地での取り組みであり、本校生徒にとっては大いに刺激となった。こうした取り組みを今後どのように継承・発展させていくのは今後の課題であろう。

生徒によるSSH支援・評価活動を行うサイエンスコミッティーの活動も一定の定着の度合いが見られた。今年度も主に高校3年生のコミッティーメンバーが、生徒研究発表会（卒業研究発表会）

を自らの手で企画・運営してくれた。今年度は文系・理系の他に芸術系や体育系からの研究発表が行われ、大学の教員やOB、保護者の方々にも集まって頂き生徒たちの研究について議論を交わす、といった本校独自の研究発表会スタイルが確立しつつある。また、東京都内SSH指定校合同発表会での運営補助など、サイエンスコミティーの活躍の場が広がり始めている。こうした取り組みに加え、今年度も、サイエンスコミティー自身の手による講演会（清水信義慶応大学名誉教授「生命の設計図ーゲノムの謎解きー」12月17日実施）が開催された。この講演会では、講師の人選等の企画から当日の運営はもちろんのこと、講演内容に関する事前の打ち合わせに至まで、全てサイエンスコミティーによって行われた。今後さらに彼らの活躍の機会が増えることが期待される。

国際交流支援活動でも大きな成果があった。昨年度に続き今年度も、台湾の国立台中第一高級中学との研究交流会を実現させることができた。本校からは、数学、物理、生物、言語学、文学の合計8本の発表を行い、台中一中からは物理、生物・医学の2本の発表がなされた。本校側のいずれの発表に対しても、台湾側の生徒から熱心な質問が出され、質疑も活発に行うことができた。一方、台湾側の発表はその内容が優れていることはもちろんだが、プレゼンテーション技術の面でも大変に優秀なものであった。様々な面で優れた発表により大いに刺激を受け、本校生徒にとっては多くのものも学ぶことができた。また、休憩時間にもフロアーでは、両校の生徒がそれぞれの発表に対して意見の交換を行う姿が多々見られた。参加した生徒たちは、異なる文化を持つ人々の中での発表の困難さやコミュニケーションツールとしての英語の重要性を実感したようである。さらに今回は、台中一中の授業にも参加し、本校生徒と台中一中の生徒が協力して数学や化学の実験に取り組むプログラムを持つことができた。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。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。今回の交流会は成功裏に終わることができ、その点では満足 of いくものであった。しかし、実際に研究交流に参加可能な生徒の数は限

られており、研究交流会の成功ということで満足するのではなく、研究交流の成果をどのような形で、他の生徒たちに伝え、その成果を広く共有できるようにしていくのかということについて、大いに検討する必要があるだろう。

研究内容の柱 (iii)、(iv)、(v) の中での実践としては、技術情報科の「CAD・CAMの世界にふれるワークショップ」、社会科の「総合講座水俣実習（フィールドワーク）」など、昨年の経験を踏まえてより充実した形で取り組まれた企画もあった。教員対象の研修会（数学科）、大学院生を受け入れてのインターンシップも継続して行われた。教員研修会には、北海道から九州まで全国からの参加者を得ることができた。また、参加者はSSHの教員のみならず、その他の高校や中学校の教員の参加も得ることができ、本校のこれまでの取り組みを広く紹介することができたほか、様々な学校における取り組みの情報交換も活発に行うことができた。大きな成果を上げることができた。こうした取り組みを通じて、これまでのSSHの成果を継承しつつ、概ね教科中心の取り組みにより内容の精選・改良を進め、発展・普及に務めることができたと考えている。

今年度は、理科実験研修会という形での実施は見送った。ただし、これまでの理科での取り組みは、教育研究会や今年度から本格実施された教員免許状更新講習会の中での普及を行うことができた。筑波大学では附属学校を活用した実践演習など講習会講座を複数展開している。本校は通算9年間のSSHで先端実験機器を使った生徒実験教材を多数開発し、その授業展開方法そのものも培ってきた。これらのノウハウを普及していく一つの手だてとして教員免許状更新講習会を考えている。

最後に、新しいSSHの研究開発主題への取り組みが、数学や理科の授業だけではなく学校全体の教育活動へと広がりをもつようになってきたことを記しておきたい。先に紹介した中3テーマ学習と高2ゼミナールの同時開講で、文科系のゼミナール・テーマ合同授業では「生徒が教える」という手法とは全く異なるアプローチも始まっている。成長段階の異なる生徒がそれぞれの意見を述べ合いながら、同じ課題を一緒に達成しようとしたり問題の解決方法を探ったりする、ワークショップ

的な新しいスタイルの授業が展開している。ここでは、教師にファシリテーターとして今まで以上に難しい役割が求められてきつつある。

3. 今後の方向性

来年度も今年度同様に中学3年生の総合学習「テーマ学習」と高校2年生の同「ゼミナール」の合同授業を一部実施し「ゼミナール」・「テーマ学習」間で異学年合同授業の試行を続ける予定である。小学生を教える「サマースクール」についても、中学生も指導者となれる場と位置づけて続けていきたい。また、生徒は教えあい学びあいを通して「より深く学ぶことができたか。」「その学びの過程はどのようなものであったか。」について、効果的なアンケートを作成・実施し、教育的効果を検証していきたい。また、アンケート結果を蓄積し、各年度間の比較検討も行っていきたい。

国立台中第一高級中学との研究交流会については、来年度も実施したいと考えている。先にも若干述べたとおり、事前の段階から、発表テーマや内容の交換を行うことにより、実際の研究交流会の場面において、より一層深まった討議が行えるような工夫をしていきたい。また帰国後に参加した生徒が核となって国際交流の経験を他の生徒に広げてくれるよう、校内での事後指導の充実も図りたい。

成果の普及という面からは、教員免許状更新講習会の中での位置づけを引き続き検討していきたい。

教科の枠を越えた取り組みの実行組織として校内プロジェクトを位置づけ、これを中心として、特にサイエンスコミュニケーション育成のための少人数学習の研究と実践、国際交流研究活動の支援を、来年度も引き続き研究開発重点項目として取り組んでいきたい。

(文責：研究部 篠塚明彦)

・関係資料 2010 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 2010. 7. 10 (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、井上勲、柿嶋真

校内委員等出席者：14名

<次第>

1. 副校長あいさつ
2. 1 年次・2 年次・3 年次事業報告と 4 年次
(今年度) の計画について
 - (1) 全般 研究部報告
 - (2) 校内プロジェクト報告
(「教育実践プロジェクト」(P 2)、
「国際交流プロジェクト」(P 4))
 - (3) 全般、校内プロジェクト事業に対する
指導・助言
 - (4) 各教科報告(数学、理科、技芸科、
国語科、社会科、保体科、英語科)
 - (5) 各教科事業に対する指導・助言
3. その他
4. 閉会(終了後、食事をとりながら懇談)

<配付資料>

1. 研究概略図
2. 研究組織図
3. SSH 運営指導委員会 校内推進委員一覧
4. 第一年次(2007 年度) 研究開発の経緯
5. 第二年次(2008 年度) 研究開発の経緯
6. 第三年次(2009 年度) 研究開発の経緯
7. 第四年次(2010 年度) 研究開発の予定
8. 平成 22 年度 SSH 生徒研究発表会について
9. 第 4 回テーマ研究生徒発表会開催お知らせ
10. SSH 交流会支援申請書(数学科教員向け
講習会)(SSH 東京都指定校合同発表会)
11. 教育実践プロジェクト(P 2)
事業報告・事業計画
12. 国際交流プロジェクト(P 4)(国際交
流推進プログラム) 事業報告・事業計画
13. 数学科 事業報告・事業計画
14. 理科 事業報告・事業計画
15. 技芸科 事業報告・事業計画
16. 国語科 事業報告・事業計画
17. 社会科 事業報告・事業計画

18. 保健体育科 事業報告・事業計画

19. 英語科 事業報告・事業計画

20. 第 37 回教育研究会のご案内(第 1 次)

21. 平成 22 年度事業計画書

22. 平成 22 年度事業経費総括表

(2010. 7. 10 現在)

23. 平成 22 年度 SSH 校一覧

(別冊子) 平成 21 年度研究開発実施報告書

(別添) 2010 年度 SSH 運営指導委員会名簿

<報告>

- ・3 年目の本格実施を踏襲し、深めている。来年度のまとめも視野に入れ、ポスト SSH も考えていく。サイエンスコミュニケーション能力の育成、小人数学習および教え合い学び合いに取り組んでいる。
- ・台湾との交流会は成果が上がっており、続ける。
- ・SSH 交流支援事業として数学教員対象の研究会を行う。
- ・コア SSH 校企画参加、立命館のサイエンスフェア参加の予定。
- ・総合講座では、昨年までの広島フィールドワークでなく、水俣を計画している。
- ・英語発表機会が増えており、プレゼン能力が大切。中 3 テーマ学習では、サイエンスダイアログの実践を始めた。
- ・科学の好きな子は考えることが好きだが、それを文章にはできるとは限らない。自分の書いたものを客観的に読み、客観的な目線に立てるかが大切。

<質疑応答・助言指導より>

- ・教え合い学び合いについてまとめていき、しっかり報告を。
- ・中高でモノ作りを体験させるのは非常に大切。
- ・国語・英語でサイエンスの基礎という立場はよいと思う。
- ・大学院でも修士からの学生もすぐ論文は書けない。その後、書けるようになる学生は論文を批判的に読んでいる。中高から発信をしてもらえれば。
- ・アジアとの交流は大切。SSH は期待されている。
- ・読書量は落ちているのではないか。
- ・科学の基本に国語がある。

第2回 SSH 運営指導委員会

日時 2011. 1. 29 (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、坂井公、深水昭吉、柿嶋眞

校内委員等出席者：14名

<次第>

1. 副校長あいさつ
 2. 今年度（4年次）事業報告
 - (1) 全般 研究部報告
 - (2) 校内プロジェクト報告
 (「教育実践プロジェクト」(P2)、
 「国際交流プロジェクト」(P4))
 - (3) 全般、校内プロジェクト事業に対する
 指導・助言
 - (4) 各教科報告（数学、理科、技芸科、
 国語科、社会科、保体科、英語科）
 - (5) 各教科事業に対する指導・助言
 3. その他
 4. 閉会（終了後、食事をとりながら懇談）

<配付資料>

 1. 平成20年度事業等、本日までの経緯
 と今後の予定
 2. JST 文科省共催
 SSH 生徒研究発表会報告資料
 3. 立命館スーパーサイエンスフェア
 RSSF2010 報告資料
 4. 東京都 SSH 合同研究発表会報告資料
 5. 平成22年度コア SSH 実施計画について
 6. 教育実践プロジェクト(P2)事業報告資料
 7. 国際交流プロジェクト(P4)事業報告資料
 8. 数学科 事業報告資料
 9. 理科 事業報告資料
 10. 技術情報科 事業報告資料
 11. 国語科 事業報告資料
 12. 社会科 事業報告資料
 13. 保体科 事業報告資料
 14. 英語科 事業報告資料
 15. 平成21年度 SSH 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
- ・SSH 交流枠支援教員研修
 数学科教員研修会 資料
- ・社会科 総合講座「水俣実習」資料

<報告>

- ・外とつながるものが増えてきた。
 - ・テーマ研究発表会ではゼミナールの段階から声をかけ、多岐に渡る発表になった。発表者を決める頃には研究が途中段階にあることで助言指導の専門家をお願いするにも内容が絞れていないのが課題。
 - ・サマースクール・テーマゼミ同時開講・ゼミナールオープンでは、異学年交流や教え合い学び合いが見られた。
 - ・東京都 SSH 合同発表会では受付・司会なども生徒が遂行した。
 - ・台湾交流会では今年も実りあるものになった。
 - ・技術家庭科では CAD/CAM の講習会を実施、テオヤンセン氏関係の課題制作にもワークショップ参加者が活躍した。
 - ・水俣での総合講座・実習を初めて実施、成果があった。宮北先生には3月に講演会をお願いする。
 - ・体育では30年以上前からやっている「からだを測る」今年も骨密度・ヘモグロビンを測定。
- <質疑応答・助言指導より>
- ・国際交流は何を目指すのかが大切。
 - ・理系なら英語でもわかりあえるものがあるのでよい。
 - ・研究が終了していないという場合、高校生の研究なのだから、途中でも出してよいのでは。
 - ・国語力をどうつけるか、を科学の側面から聞かれる。国語力をいかに付けるかはサイエンスに大事。
 - ・サイエンスイラストレーションが話題を呼んでいる。筑波大学は唯一芸術をもっている総合大学。実際に芸術と科学のコラボを試みている。重要だと思う。
 - ・TUKUKOMA 英語パンフ、写真を入れてきちんと作ったらどうか。SSH活動を入れながら、成果として残せるのではないかな。
 - ・伝える・コミュニケーションの材料としてサイエンスはいい。続けるならば、ちゃんと伝わっているのか、という検証はどうなのか。
 - ・成果が上がった根拠は何か、好評を博したのならどこなのか、計量化できるものがあれば、根拠とできる。活動の証をうまく数値化して表したい。
- (文責：研究部 更科元子)

平成 19（2007）年度指定
スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書・第四年次

研究課題
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
ー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ー

平成 23（2011）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