

Casein kinase I  $\epsilon/\delta$

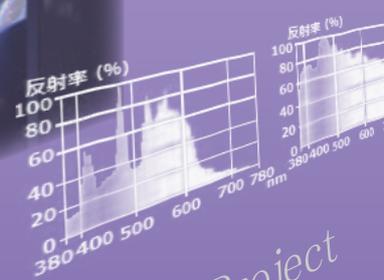


# 平成23年度指定 スーパーサイエンスハイスクール 研究開発実施報告書 第1年次

Lemna gibba G3, Lemna paucicostata



P-450



Foram Sand Project

Horse Whisperer

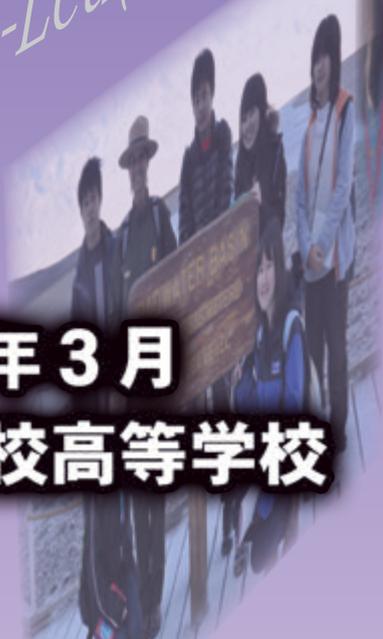


MELAS, tRNA-Leu(UUR), 3243



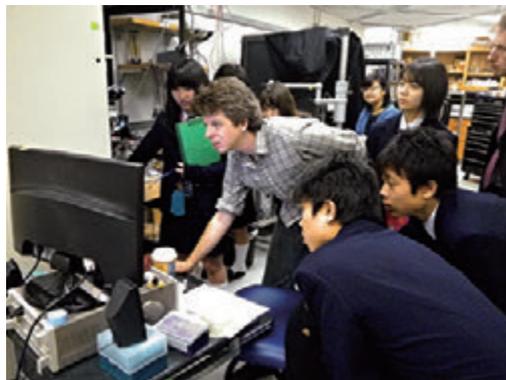
SNP

平成24年3月  
茗溪学園中学校高等学校



## Global Program

【校外研修活動:International Survey Tour and Lecture】



【国際性の育成:英語劇(上)・Cross Cultural Talk(下)】

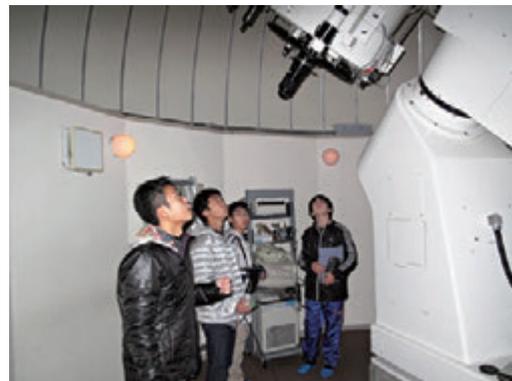


## Explore Program

【学校設定科目：中3 SS Expand Program】

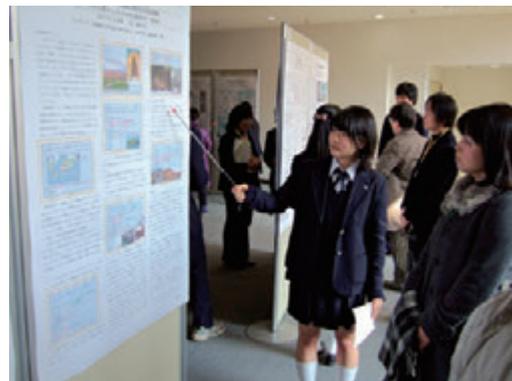


【フィールドワーク・実習：SS Overnight Study】



## Tsukuba Program

【高大連携：SS 研究発表会(上)・高1 科学講演会(下)】



## 巻頭言

平成 23 年 4 月、桜満開の本校入学式の記念すべき日に、文部科学省よりスーパーサイエンスハイスクール (SSH) の指定を頂きました。この 1 年は初めての取り組みということもあり、日々試行錯誤の連続でしたが、多くの方々のご支援とご協力を賜りました。また本校教職員の努力もあり、ここに 1 年間の活動と取り組み、その成果のご報告ができますことを誠にうれしく思います。

さて、初年度報告書をまとめるにあたり、本校が SSH に挑むことになった経緯を記しておこうと思います。本校は 1979 年創立の中高一貫の私立校です。筑波大学同窓会である「茗溪会」が創立 100 周年を迎え、その記念事業としてこの筑波の地に新しく学校法人を設立致しました。教育界に多くの同窓生を輩出してきた「茗溪会」が、理想教育の実践を目指して「茗溪学園」を誕生させました。フィールドワークを多く配置し、様々な体験的学習から学ぶ技能 (私達は「Study Skills」と呼んでいます) の獲得を、6 年間のスパイラル・カリキュラムから教科の垣根を越えて、総合的・実践的に展開してきました。また、開校当初より国際的な視野を養い、世界に飛び出し自らの活躍の場を切り拓いていくことができる人材育成にも力を入れてきました。そして、そのような教育活動は様々な分野から評価を頂けたと自負するところであります。

2009 年、私たちは茗溪学園創立「30 周年記念事業」を行いました。メインの活動として「科学シンポジウム」を開催し、記念事業の 1 つの柱として国際教育の推進とより一層の充実を目標に、国際交流活動 (SOSEP と命名) を開始致しました。30 年の節目を「継承胚胎」を志す時とし、本校教育の特徴となる活動をさらに前進させる道を求めました。科学研究に関する分野では、創立以来行ってきた「個人課題研究」がありますが、30 周年を迎え、その発展を模索する中、SSH 申請に向けてのチャレンジが立案されました。加えて、新学習指導要領の理科の変更に対応するための議論もこの新たなチャレンジを後押しする結果となりました。

文部科学省から指定を頂いて 1 年目ということもあり、本報告書には多々不十分な点があると存じますが、関係の皆様にご高覧頂きまして、ご指導・ご助言を賜れば幸いです。本年度の反省を来年度にいかしながら、新しい教育プログラムの開発および発展に取り組んで参る所存です。この新たな事業に参加した生徒が世界で活躍できる科学者・指導的人材に育ってくれるよう、引き続き努力を重ねて参りたいと存じます。

最後になりますが、本事業の実施にあたり、筑波大学等研究機関の先生方をはじめ、運営指導委員、科学技術振興機構、茨城県総務部総務課私学振興室など多くの関係の皆様から多大なるご支援とご協力をいただきました。ここに紙面をお借りして心より感謝申し上げます。

平成 24 年 3 月

茗溪学園中学校高等学校  
校長 柴田 淳

# 目次

カラー口絵

巻頭言

SSH 研究開発実施報告（要約）	1	3 節 Tsukuba Program	70
SSH 研究開発の成果と課題	5	(1) 高大連携	
第 1 章 研究開発の課題	9	・中 2 科学講演会	71
第 2 章 研究開発の経緯	16	・高 1 科学講演会	72
第 3 章 研究開発の内容		・SS Lab Tour	76
1 節 Global Program	19	・高 2 科学講演会	78
(1) 国際性の育成		・SS Medical Seminar	81
・ Show and Explain	20	・科学講演会	82
・ 英語劇	22	・ SS Geo Tour	84
・ Cross Cultural Talk	24	・ SS 研究発表会	86
・ 科学英語	26	4 節 科学部・地歴部の活動振興	
・ SAT Science	28	科学部物理班	88
(2) 国際科学オリンピック		科学部生物班	89
・ International Science Competition	30	第 4 章 実施の効果とその評価	90
(3) 校外研修活動		第 5 章 研究開発実施上の課題及び 今後の研究開発の方向・成果の普及	102
・ International Survey Tour and Lecture	32	関係資料	
・ Presentation with Overseas Fellowship	34	資料 1 教育課程表	106
2 節 Explore Program	35	資料 2 SSH 運営指導委員会の記録	108
(1) 学校設定科目		資料 3 Super Science News	110
・ 探究 I	36		
・ SS 数学 I	38		
・ SS Tech	40		
・ SS Expand Program	42		
・ SS ICT	44		
・ 生命科学	46		
・ 地球科学	47		
・ 物理 A	48		
・ 化学 A	50		
・ SS 数学 IV	53		
・ SS 研究	56		
(2) フィールドワーク・実習			
・ 筑波山巡検	58		
・ 地図を使った地域調査	60		
・ SS Camp	62		
・ 生物巡検	64		
・ 地学巡検	65		
・ SS Overnight Study	66		
・ 分子遺伝学実習	68		

## 平成 23 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）

<b>① 研究開発課題</b>	国際的最先端科学者養成を指向した科学研究能力育成中高一貫カリキュラムの開発 ～国際的科学教育、個人研究、高大連携・高研連携を主軸とした、つくば発 GET Meikei Pioneer Project の実践～
<b>② 研究開発の概要</b>	本校は、筑波大学に加えて多数の研究機関が本拠を置く筑波研究学園都市に位置する学校として、(i) 高いレベルの知識・技能・モラルを備え、論理的思考力・考察力に富んだ生徒、(ii) コミュニケーション能力に長け、社会に貢献できる生徒、(iii) 国際的視野で物事を考え、行動できる生徒を育成するための中高一貫理数系カリキュラムを開発・実践した。具体的には、次の 3 つのプログラムを推進した。(i) 英語を活用した科学の学習や研究発表、英語で書かれた科学的問い (SAT、AP 等) に取り組む活動、科学を通じた国際交流等を行う国際的科学教育プログラム、(ii) 理数系科目を中心とした学校設定科目や特別講座を含む理数系教育プログラム、(iii) 高大連携によって科学の最先端や理数系の職業・研究について本格的に学ぶプログラムであった。これらの開発と実践を通じ、科学研究において世界をリードするパイオニアになり得る人材を育成する方策を実証的に探った。
<b>③ 平成 23 年度実施規模</b>	中学 1 年生から高校 1 年生までの全員、高校 2 年生の理系選択者および SS 研究選択者、高校 3 年生の理系選択者、科学部（物理班・化学班・生物班・地質班・天文班・無線工学班）・地歴部を対象に研究を行った。活動によっては、中学・高校生の希望者を対象とした。
<b>④ 研究開発内容</b>	<p>○研究計画</p> <p>(i) 第 1 年次</p> <p>平成 23 年度は次のような計画で進めた。教員研修は、年 3 回の全体研修の他、月 1 回の教科別研修を行った。また、年間 2 回の運営指導委員会を開催した。</p> <p>4 月～7 月 SS 研究開始・SSH 教員研修・学校設定科目の開始・Show and Explain・科学講演会 夏休み 地図を使った地域調査・科学部合宿・SSH 教員研修</p> <p>9 月～12 月 SS Overnight Study・Show and Explain・中 2 筑波山巡検・中 3 理科巡検・英語劇・SAT Science・SS 研究締切・SS Lab Tour・SS Geo Tour・SS Medical Seminar・科学講演会</p> <p>冬休み International Survey Tour and Lecture</p> <p>1 月～3 月 SS 研究発表会・Cross Cultural Talk・分子遺伝学実習・SS Medical Seminar・科学倫理ワークショップ<sup>6</sup>・Presentation with Overseas Fellowship</p> <p>通年 科学英語</p> <p>(ii) 第 2 年次</p> <p>第 1 年次における研究を十分に評価・検証し、研究開発をさらに継続発展させる。特に、第 1 年次における SS 研究や理系各学校設定科目について、高大連携の状況、生徒の達成度や満足度、定期試験や SAT 等の成績、進路希望や進学実績等を参考に質的・量的側面から調査し、高校 1 年生以上における各実践を深化させる。</p> <p>第 2 年次では、Science Workshop を開始し、Global Program の充実・発展を図る他、学校設定科目「総合（探究Ⅱ）」「SS データ解析」「探究講座」「SS 数学Ⅱ」「物理 B」「化学 B」「生物 B」「地学 B」「SS 数学Ⅴ」を開始し、Explore Program の拡充を図る。なお、Explore Program については、高校 1 年の理科をさらに 2 単位増やし、生物を中心とした科目「生物 A」も設置する（新指導要領</p>

の「生物基礎」の代替)。Tsukuba Program においては、第1年次で明らかになった課題を整理した上で、特に高大連携に関わる部分などは改めて協議を行う。SS Lab Tour、SS Camp については、同じ生徒が2年目以降も参加し続けることを踏まえて、タイトルや主題に毎年新しいトピックを加え、テーマが在学中に重なることがないように配慮する。連携をお願いする研究者の方々にも、複数年にわたって依頼する場合は、内容の重複がないよう、本校教員の側で配慮する。

#### (iii) 第3年次

第2年次を含め、2カ年における研究開発を十分に評価・検証し、研究開発をさらに継続発展させる。特に、第2年次における SS 研究や理系各学校設定科目について、高大連携の状況、生徒の達成度や満足度、定期試験や SAT 等の成績、進路希望や進学実績等を参考に質的・量的側面から第1年次終了時点と比較検討した上で、高校1年生以上における各実践を深化させる。

#### (iv) 第4年次

第3年次を含め、3カ年における研究開発を十分に評価・検証し、研究開発をさらに継続発展させる。特に、第3年次における SS 研究が、中学3年生以降の継続的な論理的思考力・実験スキル向上の方策によって質的な向上が見られるかどうかを検証した上で、中学3年以降の実践を深化させる。また、第3年次における中学3年生が、理系に対してどのような意識を持っているかについて詳細に調査し、中学1年生以上の実践を改良する。

#### (v) 第5年次

第4年次を含め、4カ年における研究開発を十分に評価・検証し、研究開発をさらに継続発展させる。研究開始時の中学1年生が SS 研究に取り組むことになり、中学2年生以上は進学を果たす、あるいは進学に取り組む年齢になるため、5年間の実践を通して理数系への意欲や学力がどのように向上したか、理系への進路意識やキャリア意識がどのように変容したかを中心に置いて、総合的に分析を行う。

### ○教育課程上の特例等特記すべき事項

( )は週あたり単位数・時間数

中学1年…探究 I(1)・SS 数学 I(1) 中学2年…SS 数学 II(1)・SS Tech(1)

中学3年…SS Expand Program(1)・生命科学(1)・地球科学(2)・SS 数学 III(1)・  
SS データ解析 I(1)・SS ICT(1)

高校1年…物理 A(2)・化学 A(2)・SS 数学 IV(6)

高校2年…物理 B・化学 B・生物 B・地学 B(各3～4)・SS 数学 V(6)・SS 研究(3)

高校3年…物理 C・化学 C・生物 C・地学 C・SS 数学 VI(各4)

### ○平成23年度の教育課程の内容

( )は週あたり単位数・時間数

中学1年…探究 I(1)・SS 数学 I(1) 中学2年…SS Tech(1)

中学3年…SS Expand Program(1)・生命科学(1)・地球科学(2)・SS ICT(1)

高校1年…物理 A(2)・化学 A(2)・SS 数学 IV(6) 高校2年…SS 研究(3)

### ○具体的な研究事項・活動内容

研究全体「つくば発 GET Meikei Pioneer Project」において下記プログラムを実施

#### (i) Global Program

本校は創立以来国際教育に取り組み、実績をあげてきた。本校が注力してきた英語教育によって培われた語学力を科学に応用する取組として、「科学英語」と銘打ち、学年段階や習熟度に合わせつつ、英文の科学論文や科学雑誌の講読を行った。また、中学生から段階を踏んで、英語を使ったプレゼンテーションを行う「Show and Explain」・コミュニケーション能力育成を図る「英語劇」・ディスカッションに取り組む「Cross Cultural Talk」を実施し、英語による科学プレゼンテーションやディスカッションに生かせる能力の育成を目指した。実際に科学プレゼンテーションを行う場としては、「Presentation with Overseas Fellowship」を計画し、希望者が上海位育中学において英語によ

る科学のプレゼンテーション・ディスカッションに挑戦できるようにした。世界のトップクラスの研究者から講義を受けたり、研究室を見学する体験活動を行ったりする機会として、「International Survey Tour and Lecture」を、選抜者を対象に実施し、海外研修における生徒の変容を探ったほか、今後の科学に関連した海外研修のあり方に示唆を得た。科学的問いに取り組む活動としては、SAT Subject Test の受検およびその対策講座からなる「SAT Science」等を通して、英語を活用して科学を学ぶカリキュラムとその指導法及び評価法について探った。さらに国際科学オリンピック出場を目指した取組「International Science Competition」を積極的に奨励・支援した。

#### (ii) Explore Program

本校の「実物に触れる」「フィールドワークを重視する」教育を拡充して、実験・観察を重視しつつ、論文収集方法・論文読解力の向上も含めた研究方法・プレゼンテーションスキルなどの総合的 Study Skills を育成することをねらいに、先進的な6年一貫理数系教育カリキュラムを開発・実践することを目指した。実験・観察等を通じて、論理的思考力や探究に必要なスキルを中学1年から学年段階に合わせて育成するプログラム、ハイレベルの科学概念を体系的に習得する学校設定科目を設置し、科学好きの生徒を増やしつつ、生徒が科学研究に必要な能力を高校1年終了時点までに一通り身につけさせることを目指した。希望者対象にも科学探究活動や実験講座を用意し、生徒の知的好奇心を喚起する活動も実施した。科学の有り様を多くのアプローチによって体験的に、深く学ぶことができるようなプログラムを開発し、その指導法・評価法を研究することを目指した。「SS 研究」では、研究者を紹介して夏休み中に訪問をさせる試みを茗溪会の支援を得て行った他、研究の歩みを振り返るための評価シートの開発にも取り組んだ。また、プレゼンテーション能力の育成に資するよう、中間発表会・全員発表会を行った上で、研究内容・プレゼンテーション双方で優秀であった生徒が、「SS 研究発表会」において口頭発表およびポスター発表を行った。

#### (iii) Tsukuba Program

筑波研究学園都市に位置するという本校の地の利を生かし、筑波大学・茗溪会を中心とした高大連携・高研連携を加速させ、最先端の優れた研究に触れさせることで、理系に対する進路意識や職業観を涵養することを目指した。平成23年度は「科学講演会」（中2対象、高1対象、高2対象、中1～高2対象）「SS Medical Seminar」（高1・高2希望者対象）「SS Lab Tour」（高1対象）「SS Geo Tour」（希望者対象）「SS 研究発表会」（高1・高2 SS 研究選択者・個人研究生徒・科学部等対象）「科学倫理ワークショップ」（希望者対象、2月末実施）に取り組んだ。生徒達が科学の奥深さを実感をもって認識するとともに、科学の諸分野に対する進路意識やキャリア意識の向上を図る指導法および評価法を開発することを目指した。ただし、平成23年3月11日に発生した東日本大震災の影響で、近隣の大学や研究機関にも大きな被害が出たため、生徒の訪問についても、大学や研究機関との日程・時期の調整がつかずに取組自体を断念したり、規模縮小を余儀なくされたりした。

### ⑤ 研究開発の成果と課題

#### ○実施による効果とその評価

7月実施の「SSH 基礎調査」、各取組の事後アンケート等から明らかになったことを以下に記す。

Global Program …中学1・2年では英語の発音や身体表現に配慮する必要性を生徒が感じていた。中学3年では、世界中の人々とコミュニケーションを通して日本文化を振り返る、ゲストの国の文化を知るなどを体験的に学んだ。科学英語の取り組みは中学3年の海外クラスでは科学的内容に関してほとんどの生徒の理解度が向上し、科学的なテーマを扱う英語教材が有用であることがわかった。高校1年全生徒を対象にした課題では環境問題を扱ったテストにおいて英語教材にも関わらず内容理解の向上がみられた。「International Survey Tour and Lecture」では6名の高校生がアメリカの国立公園でのフィールドワーク、州立カリフォルニア大学での脳科学の講義を受け、大きな刺激を受けて帰国した。生徒はガイドや研究者と積極的なコミュニケーションをとることができ議論を深めていく様子が観察された。今後とも継続していくことが大切である。「International Science Competition」を積極的に奨励・支援し、国際地理オリンピックでは2名が国内1次予選を突破した。

Explore Program …受講時のモチベーションの高さや、チャレンジ精神の旺盛さにより授業評価が異なる傾向が見られた。SS 研究については、事後調査から他の生徒と比較して充実した研究活動を行ったことがうかがえた。中学1年では総合（探究Ⅰ）という理科・社会科・家庭科によるクロスカリキュラムを実施し、基礎的な探究スキルを身につけることを目指した。本年度は「水」をテーマに展開した。フィールドワークはおおむね好評であり、新たな興味関心を引き出すことにつながった。また、希望者対象の講座も、例えば天文学をテーマにした「SS Overnight Study」では、生徒達は満足感をもって帰ってきた。

Tsukuba Program …今年度は東日本大震災の影響もあり、すべてを実行することはできなかったが、高大連携の面では筑波大学・茗溪会の協力によって進路セミナーや講演会、SS 研究発表会などを開催できた。SS 研究に関わって、生徒のテーマにあわせて個別に対応をしていただいたケースもあり、今後より一層の連携が期待される。高研連携に関しては、主に科学実験に関する実験・実習講座や講演、研究所訪問などの取り組みがみられた。筑波研究学園都市にある数多くの研究機関に協力を頂いた。「SS Lab Tour」では研究所を訪問して最先端の科学に触れる機会も持つことができた。希望者対象の取組である「SS Geo Tour」「SS Medical Seminar」も好評であった。

科学部・地歴部の活動振興…科学部生物班が発展的な研究課題を進めた。科学部物理班や生物班は、サイエンスコミュニケーターとしての能力向上に役立つ活動をしていた。

教員の研究推進体制…分掌を横断する形で「SSH 推進委員会」を立ち上げたが、推進委員以外の教員からも、研究開発について提案や意見が寄せられる雰囲気があるため、教員全体で推進する体制が整いつつある。教科間・学年間・分掌間で議論・意見交換する機会も生まれており、今後のカリキュラム改善や、生徒の学びの深化につながる流れができてくることが期待される。

#### ○実施上の課題と今後の取組

Global Program …英語全体のカリキュラムとの連動、技法の指導や訓練、練習機会の充実、動機付けが課題である。希望者対象の取組においては、準備期間の確保が課題である。

Explore Program …生徒の持つ興味関心やチャレンジ精神、進路指向によって姿勢に違いがある状況を考慮した、事前指導と興味関心の喚起が必要である。また、概念・スキル双方の段階的な育成とそれにふさわしい題材・内容の精選も求められる。各取組実施における時間的制約の解決も、課題として挙げられた。SS 研究に関しては、プレゼンテーションスキルの段階的な研修の必要性を痛感した。研究レベルについても、今後のさらなる向上が課題となった。

Tsukuba Program …年齢や発達段階に応じたプログラムの策定や、対象学年の絞り込み、興味関心を刺激したり生徒が理解しやすかったりするトピックの精選を図る必要がある。

教員の研究推進体制…研究開発課題や仮説、各研究テーマのねらいが、実施内容に着実かつ効果的に反映されるよう、手段や体制、評価手法等が、全教員によって確実に共有され、実践されることが望まれる。また、カリキュラム評価についても、さらなる検討が必要である。

以上を踏まえて、今後の研究開発の方向を以下の7点に集約した。

(i) 学校全体のカリキュラムにおける SSH 研究開発の各取組をより効果的に位置づける。事前学習・事前指導、実施、振り返りの流れをより明確に意識し、生徒がより効果的な学習をできるような配慮、教員間のさらなる連携を進める。

(ii) チャレンジ精神や、科学技術に対する興味関心を学年に応じて段階的に高める工夫をする。

(iii) 知識とスキルの獲得を段階的かつ相互補完的に行えるよう、教科間・科目間・学年間の連携を含めて、より重層的かつ発展的なカリキュラムの編成を意識する。

(iv) SS 研究の実施体制のさらなる充実を図る。

(v) 筑波大学・茗溪会を中心とした、高大連携・高研連携をさらに推進する。

(vi) 希望者対象への取組や科学部・地歴部の活動の振興を図る。

(vii) 教員・保護者・地域社会が本校 SSH 研究開発のねらいを共有できるようさらに取り組み、生徒の学びにつながる連携をさらに深める。

## 平成 23 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

(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料」に添付すること)

7月に実施した「SSH 基礎調査」および、各取組における事後アンケート等を通じて、明らかになった成果を以下に述べる。

## (i) Global Program

中学1・2年では「Show and Explain」や「英語劇」の取り組みによって、英語を使いプレゼンテーションや役を演じる活動によって非言語コミュニケーションも含めたコミュニケーションの訓練をする場が設けられていた。これらのプログラムについて英語の発音や身体表現に配慮する必要性を生徒が感じていた。中学3年では世界中から集まっている JICA の研修生を招き英語でのプレゼンテーションや会話を楽しむ機会「Cross Cultural Talk」を実施し、世界中の人々とコミュニケーションを通して日本文化を振り返る、ゲストの国の文化を知るなどを体験的に学んだ。

科学英語の取り組みは中学では海外生クラス、高校では EEC (Extended English Class) の生徒といた、すでに一定水準以上の英語力のある生徒を中心としつつも、高校1年全員対象の課題も設定して実施した。中学3年の海外クラスでは科学的 content に関してほとんど生徒の理解度が向上しており、科学的なテーマを扱う英語教材が有用であることがわかった。高校1年全生徒を対象にした課題では環境問題を扱ったテストにおいて英語教材にも関わらず内容理解の向上がみられた。

海外研修「International Survey Tour and Lecture」では6名の高校生がアメリカの国立公園でのフィールドワーク、州立カリフォルニア大学での脳科学の講義を受け、大きな刺激を受けて帰国した。日本語でさえ難しい専門用語の理解も必要になるプログラムであったが、生徒はガイドや研究者と積極的なコミュニケーションをとることができ議論を深めていく様子が観察された。自分の研究内容を英語で伝える場として有効な活動であり、今後とも継続していくことが大切である。

科学的問いに取り組む活動としては、本校が SAT (Scholastic Assessment Test) テストセンターに指定されていることを活用し、SAT Subject Test の受検およびその対策講座からなる「SAT Science」、アメリカの高校上級(大学教養課程相当)カリキュラムである AP (Advanced Placement) 教材の活用の試行を通して、英語を活用して科学を学ぶカリキュラムとその指導法及び評価法について探った。さらに国際科学オリンピック出場を目指した取組「International Science Competition」を積極的に奨励・支援し、国際地理オリンピックにおいては2名が1次予選突破を果たした。

## (ii) Explore Program

本校では6年一貫教育のメリットを生かし、これまで標榜してきた「実物に触れる」「フィールドワークの重視」という基礎を踏まえつつ、以下のような学校設定科目や特別講座を設置した。

中1 「総合(探究I)」 「SS 数学 I」

中2 「SS Tech」 「SS Camp」 「筑波山巡検」 「地図を使った地域調査」

中3 「SS Expand Program」 「生命科学」 「地球科学」 「SS ICT」 「生物巡検」 「地学巡検」

高1 「物理 A」 「化学 A」 「SS 数学 IV」

高2 「SS 研究」

希望者 「SS Overnight Study」 「分子遺伝学実習」

多くの授業の評価をみると共通しているのが、受講時のモチベーションの高さや、チャレンジ精神の旺盛さにより授業評価が異なるというものであった。したがって、生徒の意欲・関心を学習単元の開始時にどれだけ喚起することができるかが重要であるという、一般的に知られていることが再確認された。

本校では、高校1年から2年にかけて個人が研究テーマを設定し1年間研究活動に取り組んで

いる。今年度から一部の生徒が「SS 研究」として特別に取り組んだ。平成23年2月（SSH 指定前）に個人別のテーマを自ら設定し、本校教員が課題指導者となって、平成23年4月以降は土曜3～5限に加え、生徒によっては放課後・長期休み等を活用しながら、12月の論文提出に向けて研究を進めてきた。途中、7月に中間発表会を設定し、12月の論文提出後には全員発表会を行って、最低2回は自らの研究についてプレゼンテーションを行う機会をもった。論文内容・プレゼンテーション内容を基に、2月の「SS 研究発表会」で発表する生徒32名が選ばれ、筑波大学学生会館において口頭発表・ポスター発表を行った。事後調査から「SS 研究」の生徒は他の生徒と比較して充実した研究活動を行ったことがうかがえる結果が得られている。研究の歩みを振り返るための評価シートの開発にも取り組んだ。なお、来年度からの「SS 研究」に取り組む生徒は通常の個人課題研究の生徒が1月に研究テーマを確定するよりも前の12月に研究テーマを確定した。そのため、冬休み期間中に文献調査を進めることができ、研究を早く進めることができている。

このような研究活動を成立させるためには、各生徒が何らかの問題意識を心に持っていることが不可欠であることから、中学1年から「総合（探究Ⅰ）」という理科・社会科・家庭科によるクロスカリキュラムを実施し、基礎的な探究スキルを身につけることを目指した。本年度は「水」をテーマに展開したが、生徒へクロスカリキュラムの意図が通じていなかった部分が見られた。

本校ではフィールドワーク・実習も実施してきた。中学2年は夏休みの課題で自分の住む地域を対象にテーマを設定して調べ学習に取り組んだ。中学1年の「総合（探究Ⅰ）」でも水源を調べるフィールドワークが夏休みの課題となっており、長期休業期間を利用して自分の足で調べる体験をした。そして、学校行事である中学2年のキャンプにおける地学・地理分野でフィールドワークへとつなげた。さらには、中学3年生においても、生物・地学分野の巡検を行った。希望者対象には、天文学をテーマにした「SS Overnight Study」を実施し、生徒達は満足感をもって帰ってきた。また、年度末には「分子遺伝学実習」も実施した。

### (iii) Tsukuba Program

まず、筑波大学および、筑波大学の同窓会であり本校の設立母体である「茗溪会」との三者連携を進めた。また、つくば市内・近隣の研究機関との連携を探り、さらには各教員の持つネットワークも生かしながら、平成23年度は以下のような取組を進めた。

「科学講演会」（中2対象、高1対象、高2対象、中1～高2対象）

「SS Medical Seminar」（高1・高2希望者対象）

「SS Lab Tour」（高1対象）「SS Geo Tour」（希望者対象）

「SS 研究発表会」（高1・高2 SS 研究選択者・個人研究生徒・科学部等対象）

「科学倫理ワークショップ」（希望者対象、2月末実施）

今年度は東日本大震災の影響もあり、すべてを実行することはできなかったが、高大連携の面では筑波大学・茗溪会の協力によって進路セミナーや講演会、SS 研究発表会などを開催することができた。それに加え、SS 研究に関わって、生徒のテーマにあわせて個別に対応をしていただいたケースもあり、今後より一層の連携が期待される。

高研連携に関しては、主に科学実験に関する実験・実習講座や講演、研究所訪問などの取り組みがみられた。筑波研究学園都市にある数多くの研究機関に協力をいただくことができた。「SS Lab Tour」では実際に研究所を訪問して最先端の科学に触れる機会も持つことができた。

希望者対象の取組として、地元の地形について実際に巡りながら知る「SS Geo Tour」を実施した他、筑波大学や茨城県立医療大学等の支援を得て、医学系進学希望者を対象に「SS Medical Seminar」を開催し、いずれも好評であった。

### (iv) 科学部・地歴部の活動振興

今年度は科学部生物班がゲンジボタルの遺伝子解析など発展的な研究課題を進めた。また、科学部物理班や生物班は学外での取り組みも多く行っており、特に科学フェスティバルなどで子どもたちを対象に科学に触れさせる体験を指導する場面において、サイエンスコミュニケーターとしてのの

能力向上に役立つ活動をしていた。今後、他校の外国籍生徒と実験を共同で行う企画をしており、日本語のみならず英語でのサイエンスコミュニケーションの力を伸ばしていくことが期待できる。

#### (v) 教員の研究推進体制

本校 SSH の推進に当たって、分掌を横断する形で「SSH 推進委員会」を立ち上げ、校長・教頭・教務部長・進路指導部長・国際教育部長の他、SSH 推進委員21名が、企画立案や実務に当たった。SSH 推進委員会は、全体統括者として SSH 担当教頭と SSH 推進委員長を置き、実務に応じて、経理事務、評価、授業・実習、課外活動、外部連携、研修・広報普及、記録・報告書、海外活動の8グループを編成し、そのグループの代表者で、代表者会を開催した。SSH は学校全体に関わる研究開発であるため、特定の分掌でなく、横断型の組織である方が、より学校全体を見ながら研究開発を推進していけるという感触がある。推進委員以外の教員からも、研究開発について提案や意見が寄せられる雰囲気があるため、教員全体で推進する体制が整いつつある。また、教科間・学年間・分掌間で議論をしたり意見交換をしたりする機会も生まれており、今後のカリキュラム改善や、生徒の学びの深化につながる流れができてくることが期待される。

## ② 研究開発の課題

(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料」に添付すること)

Global Program においては、基礎的な語学力の育成という観点で、英語全体のカリキュラムとの連動、技法の指導や訓練、練習機会の充実が課題である。また、その基盤をなす動機付けについても、さらに深める必要がある。希望者対象の取組においては、準備期間を十分に確保できなかったことが課題に挙げられる。

Explore Program においては、生徒の持つ興味関心やチャレンジ精神、進路指向によって姿勢に違いがある状況を考慮した、事前指導と興味関心の喚起が必要である。また、概念・スキル双方の段階的な育成とそれにふさわしい題材・内容の精選も求められる。さらには、各取組実施における時間的制約の解決も、課題として挙げられた。

Tsukuba Program においては、年齢や発達段階に応じたプログラムの策定や、対象学年の絞り込み、興味関心を刺激したり生徒が理解しやすかったりするトピックの精選を図る必要がある。一方で、未知のものを知る喜びが生徒の興味関心を刺激し、さらなる知的好奇心を呼び起こし、研究する心の育成にも資するという観点から、生徒の理解度に見合う事前学習を充実させていく必要がある。科学講演会は、今後も筑波大学・茗溪会・各研究機関に加え、教員・保護者・卒業生の間でもネットワークを形成して、講演や講座等で関わって頂ける方を探していく必要がある。

SS 研究発表会については、他校等から多くの方々にご覧頂き、忌憚ないご意見を頂くことができた。プレゼンテーションスキルについては、段階的な研修の必要性を痛感した。研究レベルについても、全部が高いレベルとは言いがたい現状にあることを再認識させられる結果となり、今後のさらなる向上が課題となった。

教員の研究推進体制については、SSH 研究開発の研究開発課題や仮説、各研究テーマのねらいが、実施内容に着実かつ効果的に反映されるための手段や体制、生徒の学びを評価する手立て等について、全教員で確実に共有され実践されるよう、研修を重ねる必要がある。

カリキュラム評価のさらなる検討も必要である。生徒の意識や態度、学習方法などの変容を年次を追って捉えること、学習動機や学習方略と教科学習との関わりについてより深く追求していくこと、生徒の理系へのキャリア意識がどのように育まれていくのかその過程を明らかにしていくことが望まれる。一方、探究能力や個人研究における研究スキルを測定できる尺度の開発を検討していく必要がある。尺度の開発には教育学・心理学的な知見が必要であり、本校教員の一層の資質向上と大学・研究機関との連携を図る必要がある。

以上を踏まえて、今後の研究開発の方向を以下の7点に集約した。

(i) 学校全体のカリキュラムにおける SSH 研究開発の各取組をより効果的に位置づけることが必要

である。事前学習・事前指導、実施、振り返りの流れをより明確に意識し、生徒がより効果的な学習をできるような配慮が望まれる。事前学習の充実、各取組の成否にも大きく関わるため、一層重視していく必要がある。また、プログラムの実施に当たっては、教員間の連携を密にするとともに、教員研修を充実させ、効果的な活動が実施できるように体制を整えていく必要がある。

(ii) 学年段階に応じて、チャレンジ精神や、科学技術に対する興味関心を段階的に高める工夫をさらに凝らしていくことが望まれる。チャレンジ精神や、科学技術に対する興味関心が、SSH 研究開発を通じた生徒の学びに大きく影響することは当然とも言えるが、平成23年度の研究開発においてもそのことが示されていると言える。中学1年生からチャレンジを大事にする雰囲気醸成とともに、自然現象・科学トピックに対する興味関心を学年段階に合わせて喚起することによって、科学技術やチャレンジに対する先入観を取り除き、新たな視座を獲得させる工夫を重ねる必要がある。

(iii) 知識とスキルの獲得を段階的かつ相互補完的に行えるよう、教科間・科目間・学年間の連携を含めて、より重層的かつ発展的なカリキュラムの編成を意識する必要がある。実験を行う際の基礎知識、知見を検証するためのスキルは、発達段階や、生徒に定着した知識量によって、獲得すべきものは変化する。これを単一教科・単一学年という考え方に縛られず、6年間を見通した一貫カリキュラムを編成することが本研究開発の重要な目的である。今年度は「総合（探究Ⅰ）」、「SS Expand Program」等で取組を始めたが、これが生徒にどのように定着し、生かされるのかは第2年次以降の取組にかかっている。教員間で連携をとりながら推進していく必要がある。

(iv) 「SS 研究」の実施体制をさらに充実させることが求められている。科学研究能力の集大成とも言える「SS 研究」において、研究のレベルやプレゼンテーションスキルに生徒間のばらつきがあることは否めない。科学研究能力の段階的な育成の上に、研究内容や成果に加え、その発信があると考えられるため、「SS 研究」の指導はもちろんのこと、6年一貫カリキュラム全体において、科学研究能力の向上に資する取組を検討していく。

(v) 筑波大学・茗溪会を中心とした、高大連携・高研連携をさらに推進していく。生徒に科学の最先端を体験させ、将来国際的な科学研究において活躍する自分像を肯定的に描かせるために、一流の研究者、一流の研究との出会いは不可欠である。そして、そういった研究者や研究と向かい合うことができるよう、生徒に十分な予備知識や、科学的な態度を身につけさせることもまた重要である。科学倫理・生命倫理に関する取組については、平成23年度末になって始動させることができたが、平成24年度はさらなる発展をすべく、取組を続けていきたい。また、生徒が研究者の研究現場・大学教育の現場に入る機会を探る上で、さまざまな大学・研究機関とより密に連絡を取り合いながら、連携先を広げ、同時に連携を深めていくこともまた急務である。

(vi) 希望者対象への取組や科学部・地歴部の活動を一層振興させることが望まれる。SAT Subject Test の受検とその準備講座、海外研修「International Survey Tour and Lecture」、「SS Medical Seminar」、「SS Overnight Study」、「SS Geo Tour」など、希望者対象の講座で生徒達の満足感が高く、また国際科学オリンピックへのチャレンジをする機運も高まりつつある。科学部や地歴部も、SSH 指定によって、研究意欲が増してきている。ハイレベルの知識を身につけたい生徒、国際的に活躍したいという思いを持つ生徒、科学技術に対する興味関心がきわめて高い生徒が満足できるプログラムをさらに検討しながら、第2年次以降も良質な取組を実施し、それらを経験した生徒が学校全体を牽引してくれるよう、学校全体でバックアップしていくことが重要である。

(vii) 教員・保護者・地域社会が本校 SSH 研究開発のねらいを共有し、生徒の学びにつながる連携をさらに深める必要を痛感している。これは、本校 SSH での研究成果が広く地域そして社会へ広がっていく際においても、重要な基礎をなすと考えられる。

## 第 1 章 研究開発の課題

### 1 節 研究開発課題とその背景

本校は SSH における研究開発において、「国際的最先端科学者養成を指向した科学研究能力育成中高一貫カリキュラムの開発 ～国際的科学教育、個人研究、高大連携・高研連携を主軸とした、つくば発 GET Meikei Pioneer Project の実践～」を掲げた。本節では、この研究開発課題を掲げた背景について述べる。

#### 1 項 本校の平成 22 年度までの取組と、教育活動の特徴

本校は東京高等師範学校、東京文理科大学、東京教育大学および筑波大学などの同窓会である「茗溪会」によって、国際的研究都市つくば市に住む子どもたちの教育、帰国子女の受け入れ校として、1979 年に設立された。「人類ならびに国家に貢献する『世界的日本人』を育成すべく知・徳・体の調和した人格の形成を図り、特に創造的思考力に富む人材をつくる」という理念を達成するために、教育目標として『生命尊重の精神を育て、自分で考え行動できる Study Skills を身につけた人づくり』を掲げている。Study Skills とは「自ら学び・成長していく能力」の基礎となるものであり、現代社会において活躍するために必要とされる、「常に新しい知識や技術を学び取っていく力」の基盤となるものと位置づけている。本校の教育は特定の能力のみを伸ばすことではなく、ひとりの生徒のトータルパフォーマンスを向上させるように組み立てている。また、単なる学習にとどまらず「体験を通して学習し考える」、「必要な情報を自ら収集し、読み解き、取捨選択し、再構成する」、「思考し構成した情報を記述し表現していく」能力の育成を目指してきている。

このような教育を十分に行っていくために、創立以来、筑波大学及び茗溪会とは、絶えず連携を図ってきた。筑波大学とは、平日放課後の「筑波大学連携講座」（平成 17～22 年度に計 28 回実施）における筑波大学の研究者の来校講義、高校 2 年次の「個人課題研究」の発表会における座長としての研究指導、高校 3 年次の「大学訪問」における組織的な受入等の連携を図ってきており、茗溪会とは茗溪会公開講座への本校生徒の参加などの面で、生徒の能力伸長に資する援助を受けてきている。

これまでも、高校 2 年次の「個人課題研究」や、中学 3 年次・高校 2 年次の「研修旅行」、高校 1 年次の「臨海訓練」、中学 1・2 年次の「キャンプ」等の行事や、6 年一貫教育のカリキュラムを通して、全人的・総合的な人材育成を行ってきた。特に中核として位置づけているのは、高校 2 年次必修の「個人課題研究」である。創立以来の取組であるこの「個人課題研究」は、生徒一人一人が研究したいテーマを決め、本校教職員の指導の下、1 年間かけて研究を行い、その成果を研究論文としてまとめ、発表する取組である。進路意識を高めることにつながり、キャリア教育の一環としても機能してきた。生徒は中学 1 年から高校 1 年までの 4 年間で培った経験を基にしてこの研究に取り組んでおり、学園生活の集大成として力作・秀作が数多い。毎年、全員の要旨を冊子にまとめた要旨集に加え、筑波大学学生会館において筑波大学後援の下に行っている発表会においても、パンフレットを作成している。自ら課題を設定し、自立的に研究を進めることを求めるため、生徒の研究遂行への自信を高めることにも

つながり、本校の教育においてもきわめて重要な役割を担ってきている。

しかし、30年にわたる「個人課題研究」の実践を通して、課題も見えてきた。例えば、研究の手順に関わる指導が、意識的に一貫してなされているかどうかを考えれば不十分であり、研究テーマの選定や研究の遂行段階において、研究の手順を順序よく踏むことができない生徒も少なくない。研究スキルは、研究遂行中にも研鑽はされていくが、研究開始前に一定レベルまで引き上げておくことができれば、研究の質の向上が大いに見込まれるではなかろうか、という問題意識が存在してきた。

一方、このような自立的科学研究能力の育成は、高度に科学技術が発達した現代社会においてますます重要性を増していると考えられる。世界の最先端で活躍する人材を育成していくためには、科学における真理探究の価値を実感し、知的好奇心を喚起することが大事であることは言うまでもなく、本校がこれまで要求している水準よりも高いレベルの知識や技能、モラルを備え、かつ論理的思考力・考察力に富む生徒を育成することが求められる。また、科学の最先端に行く最新の成果は、その数多くが国際共同研究によるものであることを踏まえれば、科学技術において先駆的な役割を担う人材には、日本で教育を受け、自立的に研究を遂行するのにとどまらず、コラボレーションを行うのに十分なコミュニケーション能力を備え、国際的視野で物事を考え研究を遂行し、国際的に見てもハイレベルな研究活動を展開することが求められる。

このような高次の目標を達成するための人材育成を本校で行うに当たっては、現状の取組の意義を踏まえつつ、学年段階に合わせて高校レベルを上回る科学的知識、実験観察を通じた自立的研究の遂行に必要なスキル、科学に携わる者として持つべきモラルを育成するのはもちろんのこと、疑問を基に創造的・論理的に思考し、問題解決を図る力を個々の生徒に対して効果的かつ段階的に育成することが求められる。さらには、その力が国際的に通用するという実感を持たせることも、同時に必要である。

また本校においては、高校2年生時点での理系選択者が5割前後存在するにもかかわらず、理・工・農学系に進学する生徒が進学者全体の23%、医・歯・薬学系は13%（平成22年度）にとどまるなど、自然科学の基盤的な分野への関心や進路意識が決して高いとは言えないのが現状であった。深いレベルで理系各分野を見通すことで学問に対する魅力をかき立てることを意識して、より先進的な理数系教育カリキュラムを構築し実践することにより、生徒の理数系に対する興味関心および自信を喚起するとともに、潜在的・顕在的な理数系に携わる能力を向上させることが急務であるとの認識に至った。その際、中学校・高等学校理科の内容と、現代科学の最先端が必ずしも近いものとは言えない現状に鑑み、高大連携や研究機関との連携を推進し、科学の最先端をできるだけ生徒の近くへ引き寄せ、科学に対する興味・関心を高め、進路意識や職業観を涵養することも重要である。そして、将来有為な人材として社会に貢献できるよう、様々なアプローチで科学を学ぶとともに、グローバルな視点で科学を学べるよう、全校を挙げて取り組む必要がある。本校SSH研究開発における実践は、将来理数系で国際的に活躍していくという肯定的な自分像を持つことにつながり、学習意欲と学力の両方を向上させる方策になり得ると確信する。

## 2 項 研究の仮説

以上の現状を踏まえ、研究の仮説を以下のように設定した。

本校が、理数系の生徒に自信を抱かせるとともに、国際的に活躍する自分像を肯定的に描かせ、理数系科目において、学習意欲とともに学力をも向上させるためには、次の3つの因子が大きく寄与する。

#### (i) 国際的科学教育

創立以来国際教育に取り組み、実績をあげてきた本校ならではの国際性を生かし、高次の科学的概念を日本語で獲得しつつ、同時に身につけた高い英語力を、英語科学論文の読解や、英語での科学研究プレゼンテーション・ディスカッション、英語で書かれた科学的問い（SAT、AP等）に取り組む活動等に応用すること。

#### (ii) 科学研究能力の育成を目指した6年一貫理数系教育

本校の「実物に触れる」「フィールドワークを重視する」教育を拡充して、実験・観察を重視しつつ、論文収集方法・論文読解力の向上も含めた研究方法・プレゼンテーションスキルなどの総合的 Study Skills を育成することをねらいに、先進的な6年一貫理数系教育カリキュラムを開発・実践すること。

#### (iii) 筑波大学・茗溪会を中心とする高大連携・高研連携による、最先端科学の体験

筑波研究学園都市に位置するという本校の地の利を生かし、従来から筑波大学を中心に取組を続けてきた高大連携・高研連携をさらに加速させ、国内外の最先端の優れた研究に触れさせることで、理系に対する進路意識や職業観を涵養すること。

## 2 節 研究開発の実施規模

中学1年生から高校1年生までの全員、高校2年生の理系選択者およびSS研究選択者、高校3年生の理系選択者、科学部（物理班・化学班・生物班・地質班・天文班・無線工学班）・地歴部を対象に研究を行った。活動によっては、中学・高校生の希望者を対象とした。

## 3 節 研究全体の概要

研究全体「つくば発 GET Meikei Pioneer Project」において、3つの研究テーマ「Global Program」「Explore Program」「Tsukuba Program」を設定した。

### 1 項 Global Program

将来、科学技術の世界で国際的に通用する人材を育成するためには、生徒が科学概念を構造的に理解していることと、科学研究を十分に進められる語学力の両方が必要である。科学において英語を活用する経験、科学を英語で表現する経験、英語で科学を読み解く経験を十分に提供して、生徒の科学的能力と英語力を関連させながら応用力を養うことが重要である。本校ではこれまでも英語教育に注力してきたが、それによって培われた語学力を科学に応用する取組として、英文の科学論文や科学雑誌の講読、英語を使った科学のプレゼンテーション・ディスカッション、本校が SAT

(Scholastic Assessment Test) テストセンターに指定されていることを活用した SAT Subject Test の受検、アメリカの高校上級（大学教養課程相当）カリキュラムである AP (Advanced Placement) 教材の活用を通して、英語を活用して科学を学ぶカリキュラムとその指導法及び評価法の開発に取り組んだ。また、世界のトップクラスの研究者による講義と、研究室を見学する体験活動から成る海外研修を用意した。さらにインテル国際学生科学フェアや、国際科学オリンピック出場を目指した取組を積極的に奨励・支援してきた。これは、国際的に高いレベルで活躍しうる人材育成の方策を探ることを指向している。将来、国際研究の場面でも活躍できるという自信を生徒に持たせ、グローバルな視点で科学に取り組む意欲と、それにかなう学力を備えた生徒を育成することを目指した。

## 2 項 Explore Program

理数系、特に基礎研究の分野で国際的に活躍できる人材を送り出すためには、高いレベルの知識・技能・モラルを備え、論理的思考力・考察力に富んだ生徒、コミュニケーション能力に長け、社会に貢献できる生徒を育成することが必要であると考えている。このような人材育成を実現するために、本校では6年一貫教育のメリットを生かして、これまで標榜してきた「実物にふれる」「フィールドワークの重視」という基礎を踏まえつつ、学校設定科目や特別講座を設置した。実験・観察等を通じて、論理的思考力や探究に必要なスキルを中学1年から学年段階に合わせて育成するプログラム、ハイレベルの科学概念を体系的に習得する学校設定科目の設置、科学の倫理・生命の倫理について考えさせる学校設定科目の設置により、科学好きの生徒を増やしつつ、生徒が科学研究に必要な能力を高校1年終了時点までに一通り身につけさせ、総合的 Study Skills の育成を図る取組を学年進行でスタートした。また、希望者対象の科学探究活動や実験講座なども用意することによって、生徒の興味・関心を高め、知的好奇心を喚起する活動の可能性を探った。これらの取組を通じて、生徒のニーズに応えうる質の高い教育活動を学年段階に合わせて用意することで、科学の有り様を可能な限り多くのアプローチによって体験的に、かつ深く学ぶことができるようなプログラムを開発し、その指導法・評価法を研究することを目指した。これは、進路指導やキャリア教育の一環としても位置づけることを意識して進めたものである。

## 3 項 Tsukuba Program

本校は筑波研究学園都市に位置し、つくば市内には筑波大学を始め、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構、高エネルギー加速器研究機構、国立環境研究所、農研機構など、研究機関が数多く本拠を構えている。これまでも、筑波大学の研究者による「筑波大学連携講座」の開催や、個人課題研究発表会における筑波大学の後援など、主に筑波大学を中心に連携を進めてきたが、この地の利をさらに生かすために、高校と大学・高校と研究機関との連携をさらに強化し、特に筑波大学および、筑波大学の同窓会であり本校の設立母体である「茗溪会」との三者連携を進めた。さらには、筑波大学との連携により、日本学生科学賞、ジャパン・サイエンス&エンジニアリング・チャレンジ (JSEC) への参加、その延長上にあるインテル国際学生科学フェアや、国際科学オリンピックへの出場を目指した取組も視野に入れて、大学との連携基盤作りを進めた。生徒達が科学の最先端に触れ、科学の奥深さを、実感をもって認識できる

こと、そして科学の諸分野に対する進路意識やキャリア意識の向上を図る指導法および評価法を開発することがこのプログラムの目的であるので、目的にかなうよう、次の4点を基本的なコンセプトとして、具体的な活動を展開した。

- ・一度きりではなく、年複数回、年単位での継続的な連携を図る
- ・生徒が研究者の研究現場・大学教育の現場に入り、体験を通して学ぶ機会を持つ
- ・研究者の生の声を生徒に届ける
- ・多様なニーズに対応できるよう、理数系の幅広い分野について展開する

#### 4節 指導目標

各研究テーマにおける中学校・高等学校6年間の指導目標を下表の通り設定した。

年次	Global Program	Explore Program	Tsukuba Program
中学 1年 ・ 中学 2年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・英語の基礎を習得する。</li> <li>・英語を使ってみる経験を通して、英語の有用性を実感する。</li> <li>・英語で書かれた自然現象の平易な解説文や科学的な話題についての簡単な文章を読むことにより、自然現象や科学的な話題を日本語に加えて英語でも学ぶ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・科学への興味関心を高め、自ら主体的に学習する態度を育成する。</li> <li>・実験・観察やフィールドワーク等、実物に触れる経験を数多く積む。</li> <li>・疑問点を明らかにした上で実験・観察を行い、簡単なデータの収集と整理を通して、考えたことを文章化する。</li> <li>・情報処理機器の基礎的な活用手法を習得する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究機関を訪問し、自然現象に対する魅力をかき立て、科学研究に関する興味関心を高める。</li> <li>・研究者から直接研究についての話を伺い、科学研究の価値を実感する。</li> </ul>
中学 3年 ・ 高校 1年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・英語の基礎を醸成する。</li> <li>・英語で書かれた自然現象の解説や科学的な話題についての文章を読むことや、科学を話題にした英語でのコミュニケーションを図ることにより、英語を科学に応用する基礎力を養う。</li> <li>・国際的感覚で科学的な話題について考える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・科学への興味関心を高め、自ら主体的に学習する態度を育成する。</li> <li>・実験・観察やフィールドワーク等、実物に触れる経験を数多く積む。</li> <li>・疑問点を明らかにした上で実験・観察を行い、データの収集と整理を通して、論理的に考察する。</li> <li>・情報処理機器の効果的な活用手法の習得を図り、実験データの解析等に应用する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大学や研究機関の研究室を訪問し、自然現象や科学研究に対する魅力をかき立て、科学研究の奥深さと価値を実感し、知的好奇心と進路意識・キャリア意識を高める。</li> <li>・研究者から直接研究についての話を伺い、科学研究の奥深さと価値を実感し、進路意識・キャリア意識の高揚を図る。</li> </ul>
高校 2年 ・ 高校	<ul style="list-style-type: none"> <li>・英語の科学論文を読むことや、科学を題材にした英語でのコミュニケーションを図ることによ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・科学への知的探究心に基づき自ら主体的に学習する態度を育成する。</li> <li>・個人での課題研究を通</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・個人で課題研究を行う際に、研究者からの指導を積極的に受け、新たな視点を獲得し、研究の深</li> </ul>

3年	<p>り、科学の学習や探究の場面で英語を活用する力をつける。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・英語プレゼンテーションを通して、英語を科学に応用する力をつける。</li> <li>・国際的感覚で、自然現象や科学的な話題を科学的に考察する。</li> <li>・海外の科学教材、テストを英語で学習・受検し、科学を英語で考える基礎力をつける。</li> </ul>	<p>じて、疑問点を明らかにした上で高度な実験・観察を行い、論理的な考察を論文としてまとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・情報処理機器を効果的に活用して実験データの解析等を行い、論拠を基に考察し結論を得る。</li> </ul>	<p>化を図る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大学や研究機関の研究室を継続的に訪問し、科学研究の奥深さと価値を実感し、知的好奇心と進路意識・キャリア意識を高める。</li> </ul>
----	---	---	--

また、対象生徒における指導目標は下表のように設定した。

中学 1年 ・ 中学 2年	<p>「実物に触れる」「フィールドワーク」を基軸にして、理系に限らず各教科において、疑問点を明らかにした上で探究を行うための基礎的なスキルを習得し、自ら学び主体的に学習する態度を育成するとともに、論理的思考力の基礎を培う。自然現象に魅力を感じ、科学研究の価値を実感する。プレゼンテーション・ディスカッション・レポート作成の各スキルの育成を重視し、各教科において各種プログラムを通じ、基礎的なスキルの育成を図る。</p>
中学 全員 ・ 高校 1年	<p>「実物に触れる」「フィールドワーク」を基軸にして、理系に限らず各教科において、疑問点を明らかにした上で探究を行う多様なスキルを習得し、自ら学び主体的に学習する態度を育成するとともに、論理的思考力の深化を図る。科学研究の奥深さや価値、魅力を実感し、進路や職業観の醸成を図る。プレゼンテーション・ディスカッション・レポート作成の各スキルの深化を重視し、各教科での各種プログラムを通じ、応用的なスキルの育成を図る。</p>
高校 2・ 3年 理系	<p>個人での課題研究を高校2年生の1年間にわたって行い、実験・観察を通じて探究を行うための高次のスキルを習得し、実際に生かす。基礎的な知識はもちろんのこと、高校レベルを上回る発展的知識や最先端の科学トピックを学習内容に組み込み、将来の科学研究に携わるという進路意識やキャリア意識を高める。プレゼンテーション・ディスカッション・レポート作成の各スキルを十分に活用できる場面および個人研究の場面等で、大学進学後につながるスキルの育成を図る。</p>
科学 部	<p>実験・観察を基にした研究活動を通じて、高次の探究スキルを獲得し、カリキュラムにとらわれない長期継続的な研究（製作・実験・観察等）を行い、その成果を発表することで、研究の深化を目指す。プレゼンテーション・ディスカッション・レポート作成の各スキルの育成を図り、国際的・対外的なコンテスト・学会などに積極的に参加する。</p>
希望 者	<p>実験・観察を基にした研究活動を通じて、高次の探究スキルを獲得し、カリキュラムにとらわれない長期継続的な研究を行い、その成果を発表することで、研究の深化を目指す。プレゼンテーション・ディスカッション・レポート作成の各スキルが十分に伸長できるような機会を準備する。</p>

## 5 節 必要となった教育課程の特例等

平成 23 年度に行った、本研究開発に関わる教育課程の特例は以下の通りである。

学年	対象	学校設定科目名(単位)	理由	代替教科・科目
中 1	全員	総合(探究Ⅰ)(1)	a	理科、社会、技術家庭
		SS 数学Ⅰ(1)	b	数学
中 2	全員	SS tech(1)	c	技術家庭
中 3	全員	SS Expand Program(1)	c	理科
		生命科学(1)	c	理科
		地球科学(2)	c	理科
		SS ICT(1)	c, d	技術家庭
高 1	全員	物理 A(2)	f	理科総合 A、物理Ⅰ
		化学 A(2)	f	理科総合 A、化学Ⅰ
		SS 数学Ⅳ(6)	f	数学Ⅰ、数学 A、数学Ⅱ
高 2	選択者	SS 研究(3)	e	総合的な学習の時間

設置理由

- a. 疑問を見つけ、簡単なデータ収集と整理を行うことを通して、基礎的探究スキルを育成する。
- b. 論理的思考を伴う活動を通して、論理的思考力を一貫して育成する。
- c. 実験・観察から得られたデータの収集と整理、考察を通じて、探究スキルを育成する。
- d. 情報機器によるデータ分析手法や数学的なデータ分析理論を学び、科学研究に不可欠なデータ分析スキルを育成する。
- e. 課題を設定し、疑問の発見から考察・発表までの総合的 Study Skills を活用し深化させる。
- f. 発展的事項までを含め、体系的に科学を学ぶことを通じて、高次の科学的知識・技能・モラルを習得する。

なお、平成 23 年度の本校高等学校においては、SSH に関係しない学校設定科目として、2 年「古典基礎」「美術特講」、3 年「現代文演習」「古典基礎」「漢文」「世界史演習」「日本史演習」「数学演習」「基礎数学演習」「体育特講」「美術特講」「英文法」「英語講読」を設置している。また、高等学校の総合的な学習の時間（個人課題研究）は「SS 研究」との選択必修であり、土曜 3～5 時限、5 時限は自主研究としている。

## 第2章 研究開発の経緯

### 1節 生徒が関係する活動の経緯

平成23年度に行った研究開発の中で、生徒の参加があったものを以下に記す。

時期	実施内容	備考
2011/4/11	SS 研究開始	本校（毎週土曜3～5時限、放課後等）
2011/4/11	学校設定科目の開始	本校、各教科担当
2011/6/	Show and Explain	英語の授業内で
2011/7/17	国際生物学五輪国内予選	筑波大学
2011/7/19-21	科学講演会	中2、早稲田大学・円城寺先生 高1、国立環境研究所・中島先生他 高2、四日市大学・新田先生、 サイバー大学・西本先生
サマー スタディ ゾーン	SS Camp 科学体験講座	本校（小グループ別、物理実験講座）
	SS 研究中間発表会	本校
	SSH 生徒研究発表会	神戸国際会議場
夏季休業中	水の調査	各生徒の家庭周辺
夏季休業中	地図を使った地域調査	各生徒の家庭周辺、旅行先
夏季休業中	SS Lab Camp	筑波大学を中心に実施
夏季休業中	科学部合宿	秩父、筑波山等
2011/10/29-31	SS Overnight Study	希望者、長野県小川天文台
2011/9/10	中2 筑波山巡検	かすみがうら市雪入周辺
2011/10/19	中3 生物・地学巡検	牛久市・つくば市・かすみがうら市
2011/11/	Show and Explain	英語の授業内で
2011/11/	SAT Science	本校（SAT Subject Test 受検対策講座）
2011/11/10-12	中2 英語劇	本校
2011/11/25	SS Medical Seminar (1)	茨城県立医療大学
2011/11/30	SS Medical Seminar (2)	筑波大学
2011/12/3	SS 研究締切	本校
2011/12/9	International Survey Tour and Lecture 説明会	本校
2011/12/10	SAT Science	本校（SAT Subject Test 受検）
2011/12/11	SS Geo Tour	筑波山およびその周辺
2011/12/12, 13, 15	中1 英語劇	本校
2011/12/16-18	科学・技術フェスタ	国立京都国際会館
2011/12/18	日本地学五輪	本校
2011/12/19-21 ウィンター スタディ ゾーン	科学講演会	中1～高2対象、東京大学・沖先生
	SS Camp 科学体験講座	中2、産総研・千葉工大等から招聘
	SS ICT 成果発表会	中3、本校
	SS Lab Tour	高1、つくば市および近隣の研究機関
	SS 研究全員発表会	筑波大学を中心に実施
2011/12/27	SS Medical Seminar (3)	国立病院機構水戸医療センター
2012/1/9	日本ジュニア数学五輪	水戸第一高校
2012/1/9-14	International Survey Tour and Lecture	UCSF, Death Valley National Park 等

2012/1/21	国際地理五輪 1 次予選	水戸第一高校
2012/1/30	International Survey Tour and Lecture 報告会	本校（高校生対象）
2012/1/30, 2/10	分子遺伝学実習	本校
2012/2/1	SS 研究発表会	筑波大学大学会館
2012/2/10	SS Medical Seminar (4)	筑波大学
2012/2/18	Cross Cultural Talk	本校（JICA から留学生を招聘）
2012/2/20, 27	科学倫理ワークショップ	筑波大学
2012/3/9, 10	分子遺伝学実習	本校
2012/3/11	国際地理五輪 2 次予選	筑波大付属駒場高校
2012/3/15-17	Presentation with Overseas Fellowship	位育中学国際部（中国・上海）
通年	科学英語	英語の授業内で

## 2 節 生徒の対外発表・表彰実績

- ・高校 2 年女子生徒 1 名が、SSH 生徒研究発表会において「制御性 T 細胞による乾癬の治療」というテーマでポスター発表を行った。
- ・中学 1 年の男子生徒 1 名が、「ソリトンの研究 5 ～カオス・コスモス・多様性～」というテーマで研究を行い、第 55 回茨城県児童生徒科学研究作品展中学校の部「げんでん財団科学賞」および、第 52 回自然科学観察コンクール佳作を受賞した。また、高校 1 年の男子生徒 1 名が、「培養環境の違いによる藻類発育に関する研究」というテーマで研究を行い、第 55 回茨城県児童生徒科学研究作品展高校生の部佳作を受賞した。
- ・高校 3 年生の女子生徒 1 名が、未来の科学者養成講座全国受講生発表会に出席し、受講生大賞銅賞及び審査員奨励賞を受賞した。慶應義塾大学のハダカデバネズミ研究ユニットに参加し、iPS 細胞の機能解析を行うなど精力的に研究を進めた。
- ・高校 2 年の女子生徒 1 名が、第 8 回南極北極科学コンテストで優秀賞を受賞した。
- ・科学部生物班が、八戸北高校コア SSH 事業「ゲンジボタルコンソーシアム」共同研究に参加し、ゲンジボタルの採集、遺伝的解析、研究成果の発表を行った。
- ・高校 2 年男子生徒 2 名が、国際地理オリンピック国内 1 次予選を突破し、2 次予選へ進んだ。
- ・「つくばサイエンスキャスティング 2011」、「KEK サマーチャレンジ 2011」、「サマーサイエンスキャンプ」「ウィンターサイエンスキャンプ」にも生徒を派遣した。

## 3 節 運営指導委員会・教員研修・SSH 推進委員会等の経緯

平成 23 年度は、運営指導委員会を 2 回開催した他、教員の全体研修も実施した。実務面については、分掌を横断する形で創設された「SSH 推進委員会」が担った。本節では、それらの経緯を以下に示す。

時期	実施内容	備考
2011/4/18	SSH 全体研修 I	本校、教員対象
2011/4/27	H23 SSH 事務処理説明会	JST
2011/5/25	SSH 新規校視察	本校
2011/6/15	SSH 推進委員会全体会合	本校
2011/6/27	SSH 推進委員会評価グループ会議	本校
2011/6/29	日立第一高校 SSH 訪問・視察	教員 6 名

2011/7/15	SSH 推進委員会記録・報告書グループ会議	本校
2011/7/20	第 1 回運営指導委員会	本校
2011/8/9-10	SSH 生徒研究発表会視察	教員 4 名
2011/8/20	SSH 全体研修Ⅱ	本校、教員対象
2011/8/27	マス・フェスタ引率・視察	教員 2 名、生徒 1 名
2011/8/31	SSH 推進委員会代表者会	本校
2011/9/15	SSH 推進委員会代表者会	本校
2011/9/16	SSH 推進委員会記録・報告書グループ会議	本校
2011/9/21	SSH 検討委員会代表者会	本校
2011/9/21	SSH 推進委員会全体会合	本校
2011/10/4	仙台第三高校 SSH 視察	教員 3 名
2011/10/12	SSH 推進委員会代表者会	本校
2011/10/13	市川高校 SSH 視察	教員 1 名
2011/10/22	堀川高校 SSH 視察	教員 3 名
2011/10/25	磐城高校 SSH 視察	教員 2 名
2011/10/29	東海大付属高輪台高校 SSH 視察	教員 3 名
2011/11/2	SSH 推進委員会評価グループ会議	本校
2011/11/8	春日部高校 SSH 訪問	教員 3 名
2011/11/9	SSH 推進委員会代表者会	本校
2011/11/16	SSH 推進委員会拡大全体会合	本校
2011/11/12	清真学園 SSH 視察	教員 1 名
2011/11/20	課題研究についての研究会（千葉大学）	教員 1 名
2011/11/22-23	奈良女子大付属中等教育学校 SSH 視察	教員 2 名
2011/11/24	SSH 評価研修会	本校
2011/11/26	筑波大付属駒場高校 SSH 視察	教員 6 名
2011/11/26	清真学園 SSH 主催行事参加	教員 1 名
2011/12/7	SSH 推進委員会代表者会	本校
2011/12/8	SSH 推進委員会記録・報告書グループ会議	本校
2011/12/16	日立第一高校 SSH 視察	教員 3 名
2011/12/17	大阪教育大付属高校天王寺校 SSH 視察	教員 1 名
2011/12/17	静岡北高校 SSH 視察	教員 2 名
2011/12/24	H23 SSH 情報交換会	教員 3 名
2012/1/11	SSH 推進委員会代表者会	本校
2012/1/17	SSH 推進委員会記録・報告書グループ会議	本校
2012/1/21	生野高校 SSH 視察	教員 1 名
2012/1/21	浦和第一女子高校 SSH 視察	教員 4 名
2012/1/25	SSH 推進委員会代表者会	本校
2012/1/25	磐城高校 SSH 視察	教員 1 名
2012/1/27	堀川高校 SSH 視察	教員 2 名
2012/2/1	第 2 回運営指導委員会	筑波大学
2012/2/17	膳所高校 SSH 視察	教員 1 名
2012/2/28	水戸第二高校 SSH 視察	教員 3 名
2012/3/15	H24 SSH 事務処理説明会	科学技術館

## 第3章 研究開発の内容

### 1 節 Global Program

#### 1 項 仮説

Global Program においては、「理数系の生徒に自信を抱かせるとともに、国際的に活躍する自分像を肯定的に描かせ、理数系科目において、学習意欲とともに学力をも向上させるための因子の一つとして、国際的科学教育が大きく寄与する」という仮説を設定した。創立以来国際教育に取り組み、実績をあげてきた本校ならではの国際性を生かして、高次の科学的概念を日本語で獲得しつつ、同時に身につけた高い英語力を、英語科学論文の読解や、英語での科学研究プレゼンテーション・ディスカッション、英語で書かれた科学的問いに取り組む活動等に応用することを目指した。

#### 2 項 研究内容・方法・検証

本校はこれまでも英語教育に注力してきたが、それによって培われた語学力を科学に応用する取組として、「科学英語」と銘打ち、英語の授業の題材として、学年段階や習熟度に合わせつつ、科学を題材にした英語の論説文等の講読を行った。また、中学生から段階を踏んで、英語を使ったプレゼンテーションを行う「Show and Explain」・コミュニケーション能力育成を図る「英語劇」・ディスカッションに取り組む「Cross Cultural Talk」を実施し、英語による科学プレゼンテーションやディスカッションに生かせる能力の育成を目指した。実際に科学プレゼンテーションを行う場としては、「Presentation with Overseas Fellowship」を計画し、希望者が上海位育中学において英語による科学のプレゼンテーション・ディスカッションに挑戦できるようにした。世界のトップクラスの研究者から講義を受けたり、研究室を見学する体験活動を行ったりする機会として、「International Survey Tour and Lecture」を、選抜者を対象に実施し、海外研修における生徒の変容を探ったほか、今後の科学に関連した海外研修のあり方に示唆を得た。科学的問いに取り組む活動としては、本校がSAT (Scholastic Assessment Test) テストセンターに指定されていることを活用し、SAT Subject Test の受検およびその対策講座からなる「SAT Science」、アメリカの高校上級（大学教養課程相当）カリキュラムであるAP (Advanced Placement) 教材の活用の試行を通して、英語を活用して科学を学ぶカリキュラムとその指導法及び評価法について探った。さらに国際科学オリンピック出場を目指した取組「International Science Competition」を積極的に奨励・支援し、国際地理オリンピックにおいては2名が1次予選突破を果たした。

検証に関しては、7月に行った「SSH 基礎調査」および、事後アンケートを中心としたが、事前と事後の生徒の変容をより詳細につかむことができるよう、例えば海外研修「International Survey Tour and Lecture」等において、自由記述での回答を多くするなどの配慮をした。

## Show and Explain

### 1. 目的

Global Program の指導目標「国際性の育成」に不可欠な英語を用いて、物事を表現する力を育成する。また、プレゼンテーションを体験させることを通じて、人前で英語を用いて表現する力を育成する。

### 2. 対象学年

中学 1 年生 (235 名)、中学 2 年生 (241 名) を対象とした。

### 3. 実施期間

中学 1 年生は、平成 23 年 6 月と 11 月に授業内で約 3 時間ずつの活動時間の中で実施した。中学 2 年生は、平成 23 年 6 月に授業内で約 3 時間の活動時間の中で実施し、さらに 7 月には各習熟度別クラスの優秀者によるプレゼンテーション大会を行った。

### 4. 実施内容

クラス構成は、中学 1 年生は各 HR クラス (全 6 クラス)。中学 2 年生は各習熟度別クラス (3 クラスごとに 3 段階編成)。英語学習の初期段階である中学 1 年生は、6 月に自己紹介、11 月に友人・家族紹介という身近なトピックを題材とし、中学 2 年生では、比較表現を用いて二つの物や人の紹介をすることを題材として設定した。それぞれのクラスにおいて、アイデア考案、下書き、清書を行い、色画用紙に自由に絵を描かせ、写真を貼らせ、作成したのを見せながらクラスの前で発表をさせた。

### 5. 評価

#### 5-1. 中学 1 年生

6 月、11 月の活動の前後に、対象生徒のプレゼンテーションに対する実態・意識調査を行った。6 月の時点では、日本語でのプレゼンテーション経験者は 95.7%であったのに対し、英語でのプレゼンテーション経験者は 21.4%のみであった。また、「良いプレゼンテーションとは何か」という質問に対しては、大きな声 (76.6%)、資料の豊富さ (60.7%)、わかりやすいこと (53.9%) の 3 点が目立ち、姿勢や視線というような英語話者に独特な要素は挙げられなかった。中には「わからない」「考えたこともなかった」というような回答も見られた。

どちらの活動も 9 割以上の生徒が「とても楽しかった」または「楽しかった」と前向きな感想を持っている。11 月に行った友人・家族紹介の際には、6 月の活動で課題を感じている点を意識して準備をする生徒が多く、自分のプレゼンテーションをより良くしたいと努力する姿勢が見られた。また、11 月の活動において、事前アンケート (表 1) では気をつけたいこととして「暗記」が最上位であったが、事後アンケート (表 2) においては「姿勢・視線」が最も難しかったと意識の変化が見られた。これは、2 回目のプレゼンテーションを経験し、より良いプレゼンテーションには姿勢や視線が重要であることへの理解が高まった結果だと考えられる。次に生徒の感想の一部を示す。

- ・視線に気をつけようと思うのだが、どこを見たらいいのかわからず苦労した。一人一人と目を合わせている人の発表はとても印象に残った。
- ・堂々と前を見て、視線を合わせながら発表をしたかったが、忘れてしまうとどうしても上や下を見たくなくなってしまうので、みんなを見渡すのが難しかった。

表 1. 6月・11月のプレゼンテーションの課題と気を付けたいこと (複数回答可)

課題・気を付けたいこと	6月	11月
大きな声	60人 (22.9%)	22人 (10.7%)
姿勢・視線	72人 (27.5%)	82人 (40%)
分かりやすい英語	48人 (18.3%)	36人 (17.6%)
暗記	77人 (29.4%)	61人 (29.8%)
その他	5人 (1.9%)	4人 (2%)

## 5-2. 中学2年生

プレゼンテーションの際には、生徒たちにクラスメイトの発表を評価させるが、その評価の観点について事前と事後にアンケートを行った。事前アンケートでは、前年度実施したプレゼンテーションを振り返っての自己評価、事後アンケートでは、今回実施したプレゼンテーションを振り返っての自己評価をさせた。その結果、表に示すような集計結果が得られた。なお、この集計結果は習熟度が一番高いクラスの生徒80名のものである。

表 2. 事前 / 事後アンケート

質問内容	生徒の回答 (人)							
	よくできた		まあまあできた		あまりできなかった		全然できなかった	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
暗記	19	13	39	41	13	18	5	8
声の大きさ	16	24	38	39	21	15	0	2
英語のなめらかさ	13	14	37	44	23	19	3	3
アイコンタクト	3	13	27	32	39	27	7	8
わかりやすさ	13	26	42	37	19	14	2	3
アイデア・工夫	9	13	38	34	27	27	2	6

優れたプレゼンテーションをしたいという意識は高く、前年度の反省を活かそうと努力をする生徒が多かった。顕著な変化が見られたのは、声の大きさとアイコンタクトである。プレゼンターが何を言っているのか聞こえないプレゼンテーションほどつまらないものはないので、最も基本的な声の大きさについて改善が見られたことは良かった。出だしが好調だったのにもかかわらず、途中失速してしまった生徒は暗記が不十分であるケースがほとんどであった。次に生徒の感想の一部を示す。

- ・良かった人の発表は、聞き手を意識して明るく大きな声で堂々としていた。話すスピードがちょうどよく、とても聞きやすかった。資料が工夫されていてわかりやすく、出すタイミングや指し方もきちんと考えられていた。
- ・結構練習したけれど、前に出ると緊張して、暗記していたのに全部忘れてしまった。発音にも磨きをかけたい。わかりやすい発表を心がけることはできた。

## 6. 次年度への課題

## 6-1. 中学1年生

初めて英語を使ってプレゼンテーションをする生徒たちが、前向きな印象を持つことができたことは今回の活動の何よりの成果である。英語学習の初期段階では多くの生徒が暗記を課題として挙げていたが、次第に姿勢や視線というような英語話者に独特なものが意識されるようになった。これらに関しては通常の授業の際にも訓練をし、中学2年生での活動につなげていく必要がある。

## 6-2. 中学2年生

プレゼンテーションでは、何よりプレゼンターの伝えたいことが聴衆に正確に伝わるのが重要である。内容の構成はもとより、姿勢、視線、ジェスチャー、発声、イントネーションなどの技法を身に付けさせることが必須で、そのためには技法の指導をある程度集中して授業の中に取り入れていく必要があると感じた。

## 英語劇

### 1. 目的

中学英語は実用的な英語でのコミュニケーション能力の養成を目的としている。英語力の実践の場となる英語劇では、演技することを通して、その場面に相応しい英語の表現を学ぶ。

### 2. 対象学年

中学1年生(234名)、2年生(241名)を対象とした。

### 3. 実施期間

中学1年生は平成23年11月～12月、中学2年は平成23年10月～11月に実施した。それぞれ18～19時間の準備を行った後、各班のクラス毎の発表に2時間、各クラスから選抜された班による学年大会に3時間を充てて実施した。

### 4. 実施内容

#### 4-1. 演目

中1: The Musicians of Bremen, Peter Pan, Dragon Stew

中2: Jimmy Valentine, Heidi, The Adventure of Tom Sawyer

各クラスの生活班(1クラスに6班、1班6～7人)を単位として1本の演目を演じる。一人一役(班の人数によっては二役)で、全員にセリフがある。

#### 4-2. 実施手順

台本解説(2時間)⇒班の演目・個人の配役決め(1時間)⇒セリフワークシート(1時間)⇒合同発音練習(1時間)⇒発音・日本語チェック(2時間)⇒暗唱チェック(2時間)⇒立ち稽古(6、7時間)⇒小道具作り(1時間)⇒リハーサル(2時間)⇒クラス発表(2時間)⇒学年大会(3時間)

#### 4-3. 評価方法

コンテスト形式で行い、英語科の外国人教員の審査に加え、生徒の相互評価も実施した。クラス発表後、各クラスから選抜された班による学年大会が行われた。

[審査項目] 英語：発音/流暢さ/イントネーション/理解度/表情	20点
演技：声の大きさ/体の使い方/舞台の使い方	10点
演出：大道具/小道具/衣装など	5点

### 5. 評価

#### 5-1. 中学1年生

英語での演劇は、86%(221人中191人)の生徒にとって初めての活動であった。しかし、ガイダンスの段階から前向きな生徒が多く、台本解説、配役決めが終わると「早く立ち稽古がしたい」という声が聞かれた。暗唱に時間がかかる生徒もおり、立ち稽古に入るのが遅れた班もあったが、本番ではセリフ



図1. Dragon Stewのコック

を忘れてしまうような生徒は皆無であり、学年大会に出場した班は発音、イントネーション、演技のレベルともに優れていた。表1に見られるように、この活動を通して「自分の発音に対する意識が強まった」と感じている生徒が最も多かった。これは、普段の授業と違って、コンテストとして審査されること、審査員は正確な英語を最重要視して審査すること、また、暗唱だけでなく発音が不十分だと立ち稽古に入れられないという取り決めがあることが影響していると考えられる。

表 1. 英語劇を通して自分にプラスになったこと (あてはまるもの全てに○をつける)

質問内容 (自分にプラスになったこと)	回答数(人)
英語の発音に気をつけるようになった	144
英語を話す楽しさを知った	85
英語で言える表現が増えた	113
人前で何かする度胸がついた	86
1つ1つのことに対して一生懸命取り組めた	98
協力やチームワークの大切さ・楽しさを知った	112
班員同士の絆が深まった	94

### 5-2. 中学2年生

前年度、大変前向きに取り組む生徒が多く、今年度も期待が大きかった。楽しみにしてやる気のある生徒が多くいた班は、チームワークもあり、本番を迎えるまでの各ステップも順調にクリアしていった。放課後も自主的に練習をし、本番後も達成感を感じている。一方、人前に立つことが苦手でありやる気のない生徒が複数いた班や希望の演目になれなかった班は、セリフの暗唱チェックに時間がかかり、立ち稽古にも苦勞していたが、班員同士で案を出し合いながら乗り越え、終了後は「楽しかった」という感想を残している。

表 2. 英語劇を通して自分にプラスになったこと (あてはまるもの全てに○をつける)

質問内容 (自分にプラスになったこと)	回答数(人)
英語の発音に気をつけるようになった	136
英語を話す楽しさを知った	64
英語で言える表現が増えた	113
人前で何かする度胸がついた	102
1つ1つのことに対して一生懸命取り組めた	93
協力やチームワークの大切さ・楽しさを知った	120
班員同士の絆が深まった	100

表 2 に見られるように、発音やイントネーションにより気をつけるようになり、英語劇ならではの実践に活かせる生きた表現を学ぶなど、英語面でプラスになったと感じる生徒が多い。一方、約 3 週間かけて一つの劇を班単位で作りに上げる過程で、協力やチームワークの大切さを実感する生徒も多かった。

## 6. 次年度への課題

### 6-1. 中学1年生

読む、書くといった活動にとどまらず、今回の英語劇のように心を込めて英語を話すという機会は生徒にとって大変貴重なものとなった。しかし、英語独特の発音である 'th' や 'l' や 'r' の発音指導や、英語特有のイントネーションには苦勞した生徒も多く、英語劇の活動中のみならず通常の授業の中で繰り返し練習させることが必要だと感じた。

### 6-2. 中学2年生

発音に気をつける意識は、今後の英語学習においても持ち続けてほしい。また、班の数だけ台本の解釈も様々で、同じ劇でも表現法はそれぞれに異なっており、互いの劇を見合うことは大きな刺激になった。終了後のアンケートで、後輩に向けて「悔いが残らないように全力でやろう。楽しむほどうまくいく」と多数の生徒がアドバイスしていることから、動機付けが重要なポイントになると言えるだろう。



図 2. パーティーでの一場面

## Cross Cultural Talk

### 1. 目的

中学3年間で培った英語を実践的場面で用い、英語学習の必要性を感じる動機づけをはかる。英語を使って様々な国の人達とコミュニケーションする楽しさを知り、図や実物を使ってわかりやすく説明する方法を学ぶ。また、日本の伝統文化と、世界の多種多様な暮らしや文化について理解を深め、世界に目を向けるきっかけを作る。

### 2. 対象学年

中学3年全員（241名）を対象とした。

### 3. 実施期間

事前学習期間は、平成22年12月～平成23年2月。実施は2月18日。冬期休業中にトピック原稿作成、1月中は班編成、役割分担、トピック原稿暗唱を行った。本番直前の5時間をかけて、リハーサルなど本番を想定した練習を行った。当日は、午前2時間で座談会を行い、午後は1時間20分で自由参加のティーパーティーを実施した。

### 4. 実施内容

#### 4-1. 事前学習

Food, Sports, Geography, Hobbies & Pastimes, Housing, Clothing, Festival, Annual Events, School の9つのトピックについて、英語上級クラスの生徒が日本の伝統文化を紹介する原稿を書き、全生徒が1人1トピックを選び暗唱し、英語科の外国人教員によるトピック暗唱テストを実施した。また、異なるトピックを担当する生徒6～8人で1つの班を編成し、班長、食事係、案内係の役割分担をする。トピックを説明する際に必要な図や実物を用意し、トピックに関するゲストへの質問を考え、本番を想定してリハーサルを行う。リハーサルでは、図や実物の準備を用いて説明の工夫ができているかを評価した。



図1. あやとりを紹介する生徒

#### 4-2. Cross Cultural Talk 実施内容

JICA（国際協力機構）筑波から35名の外国人ゲストに来校していただいた。ゲストのほとんどが英語を母国語としない英語話者である（表1）。午前は、1班に1人ゲストを迎え、生徒1人あたり10分前後を用い、担当トピックについて図や文字を用いて説明したり、浴衣や剣道の道具、お手玉や福笑いなどを実演したりしながら紹介した。またゲストにトピックに関する質問をし、情報交換をした。その後、食事係が給仕を務め、ゲストに給食を食べていただき、午後はティーパーティーを実施した。書道部の生徒がゲストの名前を漢字で書いたり、剣道部が英語で剣道を紹介したりして、ゲストをおもてなしした。

表1. ゲスト出身国一覧（カッコ内は人数）

地域	出身国（人数）
アジア	アゼルバイジャン(1)・インドネシア(1)・ヴェトナム(1)・スリランカ(1) 中華人民共和国(4)・ネパール(2)・バングラデシュ(4)・パキスタン(5) フィリピン(3)・東ティモール(1)・マレーシア(1)・ミャンマー(1)
アフリカ	ケニア(1)・チュニジア(1)・ブルキナファソ(1)
南アメリカ	エルサルバドル(1)・ドミニカ共和国(3)・ペルー(1)
ヨーロッパ	セルビア(1)・マケドニア旧ユーゴスラビア共和国(1)

## 5. 評価

アンケートによると 68% (223 人中 152 人) の生徒が「英語が好き」または「どちらかというが好き」と答えている。また、Cross Cultural Talk (以下 CCT) 以前は英語の必要性を感じていた生徒は 91% (223 人中 203 人) であった (表 2)。中学 1、2 年で実施した英語劇やプレゼンテーションを通じて、英語を使う楽しさや必要性を感じた生徒が多かったようである。一方、「英語の必要性を感じない」と答えた生徒は、主な理由として「英語を使う機会があまりないから」「翻訳機能などのツールが発達しているから」と答えており、日常生活では英語を学ぶ必要性や意義を実感できていなかったようだ。



図 2. そばを紹介する生徒

CCT 実施後には、96%が英語の必要性を感じたと答え、中でも 86% (223 人中 192 人) が「英語の必要性をおおいに感じた」と答えた。また「CCT は自分にとってどのような機会になったか」という問いには、ほぼ全員から前向きな回答があった (表 3)。生徒の感想文からも、言葉が伝わった喜び、英語でコミュニケーションする楽しさを感じた様子が強く伝わってきた。また、入念に暗唱や準備をしても、自分の語彙や聞き取り能力不足や、言いかえやジェスチャーで伝える工夫の必要性を実感した生徒も多かった。この行事が今後の英語学習に意義を感じ、世界に目を向けるきっかけになることを期待する。

表 2. 英語の必要性を感じるか

	おおいに感じる	少し感じる	あまり感じない	全く感じない
CCT 前	107 人	96 人	19 人	1 人
CCT 後	192 人	22 人	4 人	1 人

表 3. 質問内容と回答数 (複数回答可)

質問内容	回答数
ゲストや班員と楽しい時間を過ごせた	159 人
英語でコミュニケーションする楽しさを感じた	129 人
班で協力してゲストと話すことができた	116 人
外国に興味を持った	110 人
分かりやすく伝える工夫ができた	73 人
積極的にゲストと話すことができた	67 人
英語の文章暗唱がためになった	54 人
日本の伝統文化への理解が深まった	41 人
どれにもあてはまらない	2 人

## 6. 次年度への課題

班の数またはそれ以上の人数の外国人ゲストに、確実に来校していただく必要がある本プログラムの準備には大変な労力がかかる。しかし 1 班 1 人のゲストを迎えて座談会を行うスタイルは生徒にとって大変有意義であり、ぜひ今後も維持していきたい。

暗唱用の原稿は「地理」「住居」などで難解な表現もあり、易しい表現で様々な言いかえをする工夫が必要であると感じた。次年度の原稿作成の際の課題としたい。

## 科学英語

### 1. 目的

国際的に通用する研究能力の育成を図るため、科学を題材とした英語の論説文等を読むことにより、その概念や趣旨の理解を深める。また、科学的知識を英語で学びながら、関連するボキャブラリーの増強、科学への興味・関心の育成を図る。

### 2. 対象学年

中学1年生～中学3年生の帰国子女中心とした「海外クラス」、ハイレベルな英語力を持つ高校1年生～高校3年生の「EECクラス」および高校1年生の「必修英語レギュラークラス」の生徒を対象とした。

### 3. 実施期

中学1年生～3年生の海外生クラス、高校1年生～3年生のEECクラスについては、各授業においてそれぞれ科学的、理学的内容の「リーディング」を中心に実施した。また、高校1年生の必修英語レギュラークラスについては、夏休みや冬休みなどの長期休暇前後を利用して実施した。

### 4. 実施内容

#### 4-1. 海外生クラス 中学1年生～3年生、EECクラス 高校1年生対象

本年度は初めての取り組みということから、年間授業予定の途中に科学・理科の分野に関連する内容のトピックに入る前に、その分野の知識を持っているかを確認するために、プリ・リーディング・スタイルでアンケートを実施した。アンケートの内容については「トピックについて意識があるか」、「興味をもっているか」、「さらに学習したいと思うか」等の質問を行った。テキストは、米国現地の生徒が学習している「Milestones」を使用し、中学1年生はAレベル(易しい)、中学2年生はBレベル(中程度)、中学3年生はCレベル(難しい)のトピックを選定し、読解させていった。

#### ○実施例

中学3年 EECクラス (上級クラスの例)

テキスト: 「Milestones」

Topics: It's a Math World for Animals

内容: 動物(犬、猿など)を対象に、棒を投げる他の行為により動物が「計算」をすることができるのかという実験を行う。  
授業前に「Pre-reading Awareness Questionnaire」を実施。

Question1: Knowledge of the topic

1. I already know a lot about calculus.
2. I already know quite a lot about calculus.
3. I don't know very much about calculus.
4. I know nothing about calculus.

テキスト学習後、どのくらい知識を得られたか、関連する分野の興味関心を持てるようになったか等のアンケートを実施した。また、授業前と授業後に10問の同内容テストを行い、得点の予想も書きこませながら、生徒自身にテキスト内容の理解度確認をさせた。授業終了後「Post-reading test」を実施し、理解度の確認を行なった。

6) Which of the following words best completes the sentence?

I am going to do an \_\_\_\_\_. I will rub this balloon on my hair and see if it sticks to the walls.

- a) arrangement   b) extrapolation   c) experiment   d) inspection

#### 4-2. EECクラス 高校1年生～高校3年生対象

英語上級クラスレベルに合わせ「Reading Matters 3」テキストを使用し、ハイレベルな英語トレーニング、科学知識の習得ができるよう授業を展開した。テキスト内

容は全部で6章あり、理科、科学分野を含めた様々なトピックが入っているものとなっている。授業は内容のレベルに準じて「Unit1～2」を高校1年生、「Unit3～4」を高校2年生、「Unit5～6」を高校3年生という章分類を行い、海外生クラスと同様、授業前後にアンケート、知識等を問うテストを実施した。

#### 4-3. 必修英語クラス 高校1年生対象

高校1年生の英語レギュラークラスの生徒全員を対象とし、夏季休暇中の「ホーム・ワーク」として取り組ませた。テキストは「Green Planet」(著者 Christine Lindop, Oxford University Press)を使用した。内容は主に地球環境(地球、熱帯雨林、海洋等)に関する8章で構成されており、環境問題を考え取り組むための「概念・知識・用語」が学ぶことができる。夏季休業前後でアンケートを実施し、事前知識と事後の理解度を確認した。

○例 1) Which of the following has given us hundreds of different medicines?

1. endangered animals in Africa
2. clean water in Canadian mountains
3. plants in rainforest

#### 5. 評価

##### 5-1. 中学3年生海外生クラス

18名在籍、その内の16名が学習後の「理解度テスト」でスコアを伸ばした。当然予想されたことだが、得点が下がったケースはなく、科学的な知識を増やしたと共に、興味を深めていったものと考えられる。

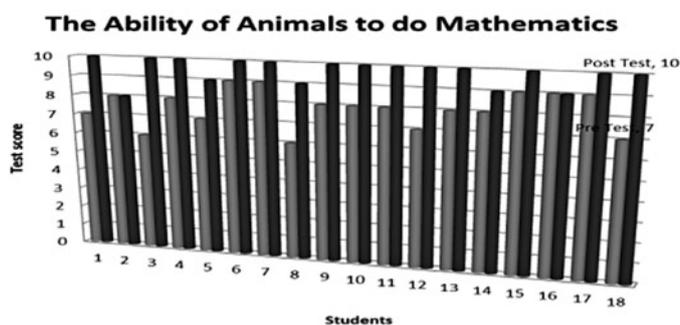


図1. 中学3年生海外生クラス理解度テスト結果

表1. 高校1年生必修英語アンケート結果(全体)

設問	授業前	授業後	変化(上昇)
1	21.8%	42.8%	21.0ポイント
2	40.8%	61.9%	21.1ポイント
3	35.4%	48.2%	12.8ポイント

##### 5-2. EECクラス 高校1年生～高校3年生対象

授業進度との関係で現在進行中のため、上記中学生海外生クラスとほぼ同様の結果ができるものと予想される。在籍者は英語運用能力があり、知識面においてもある程度習得していると考えられるが、専門用語や特定分野の内容について、この学習を通じ科学的理解を深め、さらに英語力アップを図ってくれるものと期待している。

##### 5-3. 必修英語レギュラークラス 高校1年生対象(239名)

対象は4つの「習熟度別クラス」に分けられており、各クラス内で事前・事後のアンケートを実施。変化は人物に関して21ポイント、関連語彙に関して21.1ポイント、環境知識について12.8ポイントの理解、知識の上昇が見られた。上位層の伸びが顕著であったが、環境分野知識についてはあまり大きな変化が見られなかった。

#### 6. 次年度への課題

初年度であり、授業内容とリンクして進めていくことが難しかったため、良い効果が現れていない部分も多かった。カリキュラムとの連動も十分考慮し、本年度の反省を来年度の取り組みにつなげ、科学英語能力、読解力のさらなる向上を図りたい。

## SAT Science

### 1. 目的

米国の大学進学資格試験のひとつに相当する SAT (Scholastic Assessment Test) の数学・理科の科目試験 (Subject Test) を受験する体験から、授業で学習している内容が海外でも通用するものである実感を得させる。

### 2. 対象学年

高校 1 年生・2 年生の希望者を対象とした。

### 3. 実施期間

平成 23 年 9 月 1 日募集要項公示、同年 9 月 10 日応募者締切、同年 9 月～11 月ガイダンスおよび学習会・質問会、同年 12 月 10 日 SAT 受験、平成 24 年 1 月 6 日受験結果受理、同年 1 月 13 日アンケートを実施した。

### 4. 実施内容

本校は SAT テストセンターに認定されている。平成 23 年 12 月 10 日の受験日に実施される試験の理数系 Subject Test 科目のうち、Mathematics Level 1 (M1)、Chemistry (CH)、Biology Ecological (EB)、Physics (PH) から最大 2 科目までを希望者に選択させ、受験料を学校負担で申し込んだ。SAT の概要に関するガイダンスの後、各科目毎に希望者参加で学習会を実施した。

- ・化学学習会 10 月 26・27 日 16:00～17:30
- ・物理学習会 11 月 2 日 16:00～17:30
- ・生物学習会 12 月 6 日 16:00～17:30
- ・数学質問会 随時

学習会の内容は 5 回分の練習問題の配布と 1 回分の実戦練習および解説とした。

表 1. SAT 受験人数および結果 (平成 23 年 12 月 10 日, 受験会場: 茗溪学園)

Subject	10 <sup>th</sup> Grade (受験者数 18 名)		11 <sup>th</sup> Grade (受験者数 14 名)		最高点
	科目別受験者数	スコア平均	科目別受験者数	スコア平均	
M1 (数学)	18	578	7	627	740
CH (化学)	—	—	8	533	680
EB (生物)	5	494	5	428	670
PH (物理)	1	460	2	575	630

### 5. 評価

米国 College Board から Score Report が送付されてきた平成 24 年 1 月 21 日にアンケートを実施した。

表 2. 事後アンケート結果 (平成 24 年 1 月 21 日実施) ( ) 内の数字は実数

質問内容	回答
過去の PSAT、SAT 受験経験	有(1) 無(31)
何年分の練習問題を解いたか	2年分(5) 1年分(18) 解いていない(9)
得点の予想との違い	予想より高(12) 予想通り(14) 予想より低(6)
学習した数学や理科が海外でも通用しそうだという実感が	とても増加した(6) やや増加した(19) やや減少した(6) とても減少した(1)
海外の大学に対する興味が	とても増加した(5) やや増加した(26) やや減少した(1) とても減少した(0)
将来、海外の学会やコンテスト、論文に挑戦してみたい	とても増加した(5) やや増加した(24) やや減少した(3) とても減少した(0)
次の機会に挑戦したいか	ぜひ挑戦したい(16) 挑戦してもよい(15) できれば挑戦したくない(0) もう受けたくない(1)
事前にどのような情報・機会が欲しかったか(自由記述)	数学の専門的な単語についての情報 定期的な短時間の学習会 過去問演習の時間が欲しかった 確実な解答にしかマークしないこと(2)

「学習した数学や理科が海外でも通用しそうだという実感」が「とても・やや増加した」生徒は 78%、「海外の大学に関する興味」が「とても・やや増加した」生徒は 97%、「将来、海外での学会やコンテストに応募したり論文を書いてみたいという興味」が「とても・やや増加した」生徒は 91%、「次の機会」があれば「ぜひ・できれば挑戦したい」生徒が 97%という結果が得られた。準備不足で受験したにも関わらず、生徒の情意面の変容は前向きなものが多く、このプログラムには将来性はあるといえる。

## 6. 次年度への課題

1年目の取り組みに対する反省は、取り組み開始時期が9月中旬以降となったことである。高校2年生全員参加のオーストラリア海外研修の事前研修・実施・事後研修期間と重なり、学習会の設定が試験直前となったため、実施回数が十分確保できなかった。部活動の予定とも重なり、学習会に参加しないで受験した生徒や、参加しても十分に過去問題を演習せずに受験することになった生徒もいた。

アンケート結果より、2年分を解いた生徒が最多で、まったく過去問題の演習をせずに受験した生徒も9名おり、この点が改善されれば生徒のスコアは確実に向上すると予想される。



図 1. SAT 問題集 (BARRONS)

## International Science Competition

## 1. 目的

国際科学（数学・物理・化学・生物・地学・地理）オリンピックの国際大会の出場を目指して知識の理解を深めるとともに基本技術・技能の習得に取り組み、科学に興味・関心をもつ生徒の才能をより伸ばすことを目的とする。

## 2. 対象学年

全学年の希望者を対象とした。

## 3. 生物学オリンピックへの取り組み

## (1) 試験の名称および実施日・試験会場

「日本生物学オリンピック 2011」国内予選

実施日：平成 23 年 7 月 17 日 試験会場：筑波大学

## (2) 受験者 高校 1 年生 7 名、高校 2 年生 7 名 計 14 名

## (3) 事前学習

放課後に実施している特別ゼミナール内に「生物学オリンピックに挑む」という講座を設置して、受験希望者を対象に学習会を行った。学習会の時間は 2 時間とし、最初の 30 分間に 2010 年度の「生物チャレンジ」の問題を 4 問程度取り組み、正解を示した後にその解説を行った。使用教材としては、小林興監訳『キャンベル生物学』（丸善）を用いた。4 月から 7 月までの期間に計 8 回行った。

## (4) 試験結果（生徒回答 9 人）

得点	25 点未満	25～35 点	35～45 点	45～55 点	55～65 点	65 点以上
人数	1	4	2	0	2	0

最高得点者は高校 1 年生で、60.8 点であった。全国の平均点は 33.27 点、最高点 90.3 点、標準偏差 14.99 である。全国で上位 5% の約 80 名が優秀賞を受賞して本選に進む。今年度は 62 点以上の得点者が対象となったため、本校からは本選へ進む生徒はいなかった。

## (5) 評価と生徒の感想

アンケートの結果（受験した生徒 14 人を対象に実施）回答数 10

## ①特別ゼミナールには何回参加したか。

i) 1～3 回 (30%)      ii) 4～6 回 (30%)      iii) 7～8 回 (40%)

## ②特別ゼミナールは役に立ったか。

i) とても役に立った (70%)      ii) 少し役に立った (30%)  
iii) あまり役に立たなかった (0%)

## ③来年も生物学オリンピックに挑戦したいか。

i) ぜひ挑戦したい (90%)      ii) 予定が合えばやってみたい (10%)  
iii) わからない (0%)      iv) やるつもりはない (0%)

## ④感想

- ・やりがいがあった楽しかった。
- ・難問も多かったが、じっくり考えることができれば解けた問題も多かった。
- ・文章にある専門用語に立ち止ってしまい、じっくり考え込むと、最後の方で急いで解くことになってしまった。問題に全部目を通して、解けそうなあるいは面白そうな問題から取り掛かるべきだと思った。
- ・予選の問題が難しいためそれに向けて生物をより深く勉強する良い機会になった。
- ・結構難しく焦った。こんな問題を解ける人が同じ高校生でいるということを知ること、自分自身ももっと頑張ろうと思った。
- ・難しかったが、普段触れることのない生物の世界を覗けたのがとても楽しかった。

・もっと勉強したかった。ゼミの回数を増やしてほしい。

#### (6) 次年度への課題

今年度特別ゼミナールの受講登録者は37人いたが、実際に受験したのは14人であった。高校の教科書の内容を超えた生物学の問題に対し、取り組みがいを感じて意欲的に学ぼうとする生徒は多いが、実際に試験を受けることには消極的な生徒がいる。積極的に挑戦することを勧めたい。

### 4. 数学オリンピックへの取り組み

#### (1) 試験の名称および実施日・試験会場

日本ジュニア数学オリンピック (JJMO)

実施日：平成24年1月9日(火) 試験会場：水戸第一高等学校

#### (2) 受験者：中学3年生15名

#### (3) 事前学習

夏休み前より各自が過去問題集などを使って準備をした。

### 5. 地学オリンピックへの取り組み

#### (1) 試験の名称および実施日・試験会場

第4回日本地学オリンピック大会 (第6回国際地学オリンピックアルゼンチン大会日本代表選抜にむけての国内予選)

実施日：平成23年12月18日(日) 試験会場：茗溪学園高等学校

#### (2) 受験者

中学1年生1名、中学2年生3名(以上、科学部地質班)、中学3年生5名  
高校1年生2名、高校2年生5名 計16名

#### (3) 事前学習

事前学習として受験者を対象に学習会を行った。学習会は放課後に約90分ずつ分野を分けて計4回行った。

第1回 11月30日(水)16:00~17:30 火山活動・鉱物・岩石分野

第2回 12月7日(水)16:00~17:30 天文分野

第3回 12月10日(土)14:00~15:30 地質図・地史分野

第4回 12月14日(水)16:00~18:00 気象・海洋分野

### 6. 地理オリンピックへの取り組み

#### (1) 試験の名称および実施日

1次試験実施日：平成24年1月21日(土)・2次試験実施日：平成24年3月上旬

#### (2) 受験者：高校2年生男子2名

#### (3) 事前学習

高3対象の模擬試験問題や大学入試の過去問題を使用。9月中旬より週1回程度ゼミを開催し、問題演習を積んだ。また地図帳や資料集を使用してさらに理解を深めた。

#### (4) 試験結果

受験者2名とも1次試験を通過し、2次試験に挑戦することになった。

#### (5) 次年度への課題

問題演習量が増すことによって知識が定着し、対応できる問題が増えるので、来年度は、もう少し早い時期から科学オリンピックを見据えた勉強会(ゼミ形式)をすべきである。受験者数を増加させるために、授業での参加への呼びかけが必要であると感じた。また国際大会出場を視野に入れると、参加生徒は受験時で高校2年生よりは、高校1年生のほうがよいと考えられる。しかし、本校における地理の履修は高校2年次なので、喚起がなかなか困難である。そのため、中学時代から地理に興味を持たせ、早い時期からトレーニングに参加してもらえよう工夫が必要であると感じた。

## International Survey Tour and Lecture

## 1. 目的

雄大で複雑な地層形成や過酷な乾燥環境に適応する生物種という興味深い題材をもとに、英文資料による事前研修と英語による現地調査研修活動、大学での受講、事後英文報告書作成を通して、科学を英語で思考しディスカッションを経験させ、英語を科学に応用する力、科学において英語を活用する力を有効に蓄えることを実証する機会の1つとする。

## 2. 対象学年

希望者（高校1年生3名、高校2年生3名）を対象とした。

## 3. 実施期間

現地研修は、2012年1月9日～14日の6日間で実施した。

## 4. 実施内容

## (1) 事前学習

第1回：デスバレーの生物について

第2回：①デスバレーの地質・歴史・天体、アシュ・メドウズの生物（その1）  
②脳・神経科学の基礎について

第3回：①デスバレーの地質・歴史・天体、アシュ・メドウズの生物（その2）  
②ニワトリの脳の観察

使用テキスト：「The explorer's guide to DEATH VALLEY NATIONAL PARK」  
T.scott Bryan and Betty Tucker-Bryan  
「MOJAVE DESERT Wildflowers」 Pam MacKay  
「SURVIVING DEATH VALLEY Desert Adaptation」 Pamela Dell  
「Advanced Biology」 OXFORD

## (2) 現地研修

①日時と研修の概略（表1の通り）

表1. 日時と日程

日	時間	研修内容
1月9日	終日	成田空港からラスベガス空港を経てデスバレーに入る
10日	午前	デスバレー国立公園における生物学地質学調査 [調査地点] Bad Water Basin・Golden Canyon
	午後	デスバレー国立公園における生物学地質学調査 [調査地点] Mosaic Canyon・Mesquite Flats Sand Dunes Hormony Borax Works (ナイトハイク)
11日	午前	アシュ・メドウズ国立野生生物保護区における生物学調査 [調査地点] Crystal Springs Boardwalk・Devils Hole Point of Rocks
	午後	ラスベガス空港からサンフランシスコ空港を経てサンフランシスコへ
12日	午前	州立カルフォルニア大学サンフランシスコ校の Keck Center for Integrative Neuroscience を訪問し、Dr. Hamish Mehaffey (PDF) による神経科学に関する講義の受講
	午後	実験の実施
13, 14日	終日	サンフランシスコ空港から成田空港へ

## ②個人テーマの設定

事前学習をふまえ、特に興味を持った内容について個人テーマを設定し、現地研修において深く研究活動ができることを試みた。

表 2. 個人テーマの一覧

	テーマ	分野
1	Death Valley National Park の写真図鑑を作成する	地質学、生物学
2	デスバレーの動物の実態調査と適応についての考察	生物学
3	脳科学に関する講義と実験を通して最先端の科学を学ぶ	生物学
4	砂漠の植物の耐性について	生物学
5	デスバレーの環境の数値化	気象学、化学
6	デスバレー国立公園の地形とマネジメント	地質学、環境科学

## ③ 現地活動の成果および課題(生徒のまとめより)

## i) デスバレー国立公園およびアシュ・メドウズ国立野生生物保護区での成果

- ・地層形成の理由を理解することができた。
- ・温度や水といった生物に重要な多くの環境条件がどのように特殊かがわかった。
- ・生物たちの特殊な環境に対する適応について理解することができた。
- ・人間の営みが生物を絶滅の危機に追い込んだ歴史と保護活動の現状が理解できた。
- ・私たちが普段何気なく利用している水資源の恩恵を実感した。その利用については、地球規模で考え行動していく必要があることを痛感した。

## ii) 州立カルフォルニア大学サンフランシスコ校での成果

- ・脳の機能を細胞レベルで研究する視点とその方法について理解した。
- ・最先端の研究の実際を体験することができた。
- ・研究者の妥協のない真剣な研究姿勢は大きな刺激になった。

## iii) 今後の課題

- ・今回の調査地点は、複雑で多様な地形をもつデスバレー国立公園の一部であり、全体像を理解したとはいえないので、さらに調査地点を増やして研修する必要がある。
- ・希少生物の保護活動の実際を見学し、問題点や方策について考察を深めたい。
- ・生物の環境への適応に関して、現地調査を充実させる一方で、研究機関への訪問調査を実施し研究をさらに深めたい。
- ・最先端の科学研究の着眼点や研究内容について、さらにその実際を学びたい。
- ・英語の力を向上させる必要がある。語彙を増やすことと、積極性が必須である。

## (3) 報告会

- ・2012年1月30日：高校部集会において、高1生および高2生を対象にパワーポイントを用いて50分の成果発表を行った。
- ・2012年2月1日：「SS研究・個人課題研究発表会」(会場：筑波大学)の全体会において、パワーポイントを用いて20分間の英語での成果発表を行った。

## 5. プログラムの成果

デスバレー国立公園では、雄大な自然の中に入り実物に触れ自分でデータを取りながら科学的に考察を進める中で、地球規模での地形形成の過程や環境に対する生物の適応と進化について深く学ぶ研修ができた。特殊環境であるからこそ、重要な部分が明快になるという点で、研究の対象としては適する場所である。一方、大学では高度な機器を使い細胞レベルで生命現象を解き明かす研究現場を研修できた。最先端の研究の実際を知り、また研究者の高い意識や豊かな発想に触れて、生徒たちの科学研究に対する意欲は高まった。研修地の選定はバランスが良いものであった。

参加生徒の意欲は高く、今回の研修を通して科学について一層の関心と興味をもったこと、また英語を用いて国際的な場面で活躍することへの意欲や自信をもったことは大きな成果であったと考える。

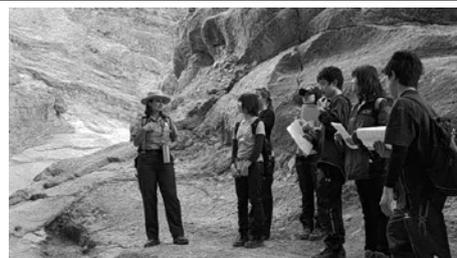


図 1. デスバレーでの研修の様子

## Presentation with Overseas Fellowship

### － 中国上海市位育中学との研究交流－

#### 1. 目的

海外でプレゼンテーションする機会を希望する生徒を対象に、1年間取り組んだ個人研究（SS研究）の内容を英語で発表・説明し、ディスカッションし合う。この体験を通じて、科学分野において英語を活用する力、英語を科学に応用する力を有効に養成することを実証する機会のひとつとする。

#### 2. 対象学年

高校2年生（男女各2名）を対象とする。

#### 3. 実施期間

平成24年3月15日（木）～17日（土）の2泊3日で実施する。

#### 4. 実施内容

##### 4-1. 研修内容

上海市にある進学校で、英語で授業を実施している位育（Wei Yu）中学国際部を訪問し、高校2年生相当の生徒と一緒に「研究発表交流会」を実施する。また、研究発表交流会前後に、同校の授業見学および授業体験プログラムに参加する。

##### 4-2. 期待される効果

お互いに「第2言語」である英語を用いて、日常会話とは異なる科学的内容を正確に伝達しながら、英語による情報交換、コミュニケーションする力を伸ばし、将来、国際社会で科学研究を行う能力を向上させることができる。また、積極的に科学分野での活動を行うことができるイメージを抱きやすくなる。

##### 4-3. 手法

高校2年次に、1年間かけて取り組んだSS研究・個人課題研究の内容を論文化し、その要旨を英文にしたものを事前に位育中学に送付し、発表内容を伝達することで相手校の発表者にも準備をしてもらう。

当日の活動は全て英語で実施し、スライド資料を用いながら、口頭発表と質疑応答を行う。両校ともに、発表者数はほぼ同数とし、交互に発表し合う。なお、司会進行は、位育中学の生徒が担当する予定である。

#### 5. 事前学習および事後指導計画

事前学習準備として、SS研究・個人課題研究の内容を論文にまとめ、要旨を作成する。また、研究内容を日本語で口頭発表する機会を設け、要旨を英文にした後、英語での口頭発表を実施する。その際、質疑応答まで含めた想定練習会も併せて行う。交流会実施後、口頭発表時の質疑応答内容を英文・和文でまとめ、考察・感想を付記させる。さらに、本校高校部集会において「校内発表会」を実施し、本研修の報告と成果を英語で発表する予定である。

また、次年度のSSH成果発表会において、今回の研修概要や活動報告を口頭発表（英語）にて行うこととする。

## 2 節 Explore Program

### 1 項 仮説

Explore Programにおいては、「理数系の生徒に自信を抱かせるとともに、国際的に活躍する自分像を肯定的に描かせ、理数系科目において、学習意欲とともに学力をも向上させるための因子の一つとして、科学研究能力の育成を目指した6年一貫理数系教育が大きく寄与する」という仮説を設定した。本校の「実物に触れる」「フィールドワークを重視する」教育を拡充して、実験・観察を重視しつつ、論文収集方法・論文読解力の向上も含めた研究方法・プレゼンテーションスキルなどの総合的 Study Skills を育成することをねらいに、先進的な6年一貫理数系教育カリキュラムを開発・実践することを目指した。

### 2 項 研究内容・方法・検証

本校では6年一貫教育のメリットを生かし、これまで標榜してきた「実物に触れる」「フィールドワークの重視」という基礎を踏まえつつ、学校設定科目や特別講座を設置した。具体的に学年別に述べると、

- 中1 「総合（探究Ⅰ）」「SS 数学Ⅰ」
- 中2 「SS Tech」「SS Camp」「筑波山巡検」「地図を使った地域調査」
- 中3 「SS Expand Program」「生命科学」「地球科学」「SS ICT」「生物巡検」「地学巡検」
- 高1 「物理A」「化学A」「SS 数学Ⅳ」
- 高2 「SS 研究」
- 希望者「SS Overnight Study」「分子遺伝学実習」

といった科目や取組を実施した。実験・観察等を通じて、論理的思考力や探究に必要なスキルを中学1年から学年段階に合わせて育成するプログラム、ハイレベルの科学概念を体系的に習得する学校設定科目を設置し、科学好きの生徒を増やしつつ、生徒が科学研究に必要な能力を高校1年終了時点までに一通り身につけさせることを目指した。また、希望者対象に科学探究活動や実験講座を用意し、生徒の知的好奇心を喚起する活動も実施した。生徒のニーズに応える質の高い教育活動を学年段階に合わせて用意し、科学の有り様を多くのアプローチによって体験的に、かつ深く学ぶことができるようなプログラムを開発し、その指導法・評価法を研究することを目指した。

また、科学研究能力の育成の集大成となる「SS 研究」では、研究者を紹介して夏休み中に訪問をさせる試みを茗溪会の支援を得て行った他、研究の歩みを振り返るための評価シートの開発にも取り組んだ。また、プレゼンテーション能力の育成に資するよう、中間発表会・全員発表会を行った上で、研究内容・プレゼンテーション双方で優秀であった生徒が、「SS 研究発表会」において口頭発表およびポスター発表を行った。

検証に関しては、7月に行った「SSH 基礎調査」および、事後アンケートを中心としたが、事前と事後の生徒の変容をより詳細につかむことができるよう、例えば「SS 研究」などにおいては、自由記述での回答を設けるなどの配慮をした。

## 探究 I

### 1. 目的

「探究 I」は教科・科目の枠を超えたクロスカリキュラムの取り組みであり、既存の教科・科目に対する生徒の固定観念を打ち破りながら、「水」に関わる分野を横断的かつ多角的に取り扱い、Explore Program の指導目標である自然現象に魅力を感じ興味関心を育てることを目標とする。また、基礎的なスキル（プレゼンテーション・ディスカッション・レポート作成）を育てることを目標とする。「水」は生物を構成する生体物質として欠かせないものであり、地球上を絶えず循環し、熱の移動や地形を形成し、気候、農業そして社会にも大きく影響する。こうした重要性によって「水」はさまざまな学問分野における研究対象となってきたのであり、学校教育においても理科・社会・家庭の教科・科目において取り扱われる対象となっている。「探究 I」はクロスカリキュラムによって、まさに分子レベルから地球サイズまでの異なる視角から「水」について取り扱い、いかに「水」をめぐる自然現象が奥行きと広がりのあるものなのか、さらに「水」をめぐる科学がいかに多様であるかを感じ、自然現象および科学への興味関心を喚起することをめざすものである。

### 2. 対象学年

中学 1 年生（234 名）を対象とした。

### 3. 実施期間

平成 23 年 4 月から 12 月まで。地理の授業で 6 時間、化学の授業で 10 時間、生物の授業で 6 時間、家庭の授業で 10 時間実施した。

### 4. 実施内容

本「探究 I」の取り組みでは、中学理科・社会・家庭の一部を再編し、「水」について各科目において異なる切り口から観察、実験を実施し、「水」について多角的に理解することを通じて自然現象に対する興味関心の伸張を促そうとした。また、実験・観察やレポート作成とプレゼンテーションを実施することによって基礎的な学習スキルの習得を促そうとした。

#### ○化学の取り組み

化学では、「水」に関する授業の目標を、「水の化学的役割を理解すること」とし、水溶液から結晶（食塩・ミョウバン）を取り出す実験・観察（4 時間）、水を電気分解して、水素と酸素を取り出す実験、および燃料電池を用い、水素と酸素から電気を取り出す実験（3 時間）、原子の構造・電子配置、共有結合とイオン結合、水分子の結合、溶解現象についての講義（3 時間）を実施した。

#### ○生物の取り組み

生物では、「水」に関する授業の目標を、「生物を構成する生体物質として欠かせない水がどのように取り込まれ排出されていくかを理解すること」とし、講義（3 時間）、観察および実験（3 時間）に取り組んだ。観察および実験の内容は以下の通りである。  
①茎の道管の観察（ヒマワリとユリの茎の観察・スケッチ）。②葉脈標本の作製（サザンカの葉の葉脈標本の作成）。③気孔の顕微鏡観察（ツユクサの葉の気孔の観察・スケッチ、および  $1\text{ cm}^2$  あたりの気孔の算出）。

#### ○地理の取り組み

地理では、「水」に関する授業の目的を、「生活の中で利用する水の起源（特に河川水）を探り、理解すること」とし、地球上の水の存在形態と存在割合についての講義（30 分）、地形図を使用しての水系図の作成の作業（3 時間）、映像教材（「ブルー・ゴールド」）の視聴（2 時間）、「仮想水」についての講義（20 分）を実施した。

#### ○家庭科の取り組み

家庭科では、「水」に関する授業の目標を「生活の中で利用する水への理解を深めること」とし、森と海の水を通じた結びつきを理解する映像教材（ビデオ「森は海の恋

人)を視聴(1時間)。水を採取した場所によって異なる水の味を「利き水」で実感するとともに水の大循環を理解する実習(1時間)。夏期休業中のレポート課題(「うちの水はどこから来てどこへ行くか」)。これをもとにした発表(4時間)。発表に際しては①要点の整理、②聴衆全体への視線、③所要時間(3分)にまとめる工夫、④発声の注意、⑤聴く側もメモを取りながら、発表者の顔も見ることに注意を促した。次に「生活に使う水がどこから来て、どこへ行くか」を具体的にとらえ、自然における水の浄化力を使って暮らしを考察するために映像教材(ビデオ「里山Ⅱ命めぐる水辺」の一部)を視聴し、新聞記事(「びわ湖畔カバタの潤い」)を講読(1時間)。水道水を作るためのしくみと塩素消毒の役割を理解し、水道水の質の向上のためにできることを考察するためにパックテストで自宅の水道水、自宅の井戸水、学校の水道水の塩素を確認する実習(1時間)。水の社会問題および「仮想水」を理解するために絵本「みずものがたり・水をめぐる7の話」を講読(1時間)。最後に、水の学習まとめのプリント教材に取り組んだ(1時間)。

## 5. 評価

今回の「探究Ⅰ」の取り組みは試行段階のため、「探究Ⅰ」全体の評価の分析に足るデータを統一的にそろえることができなかった。ここでは、家庭の授業に対する評価について報告する。「調べる」ことと「まとめる」ことについて、授業の事前と事後における興味関心の有無を5件法で回答を求め、その結果をクロス集計したものが下の表1と表2である。これらのクロス集計に基づいて $\chi^2$ 検定を行ったところ、表に示すような検定結果が得られた。

表1. 「調べる」ことへの興味関心の変化

事前 \ 事後	興味関心ある	どちらともいえない	興味関心ない
興味関心ある	110 <sup>***</sup>	17 <sup>**</sup>	6
どちらともいえない	29	15 <sup>+</sup>	1
興味関心ない	12 <sup>**</sup>	11 <sup>***</sup>	2

$\chi^2$  検定の結果 \* $p < .05$ 、\*\* $p < .01$  \*の後の+は有意に多いか少ないかを表す。

表2. 「まとめる」ことへの興味関心の変化

事前 \ 事後	興味関心ある	どちらともいえない	興味関心ない
興味関心ある	90 <sup>***</sup>	10 <sup>**</sup>	3
どちらともいえない	49	12	4
興味関心ない	21 <sup>**</sup>	11 <sup>***</sup>	3

$\chi^2$  検定の結果 \* $p < .05$ 、\*\* $p < .01$  \*の後の+は有意に多いか少ないかを表す。

「調べる」「まとめる」ことについて、双方ともに事前に興味関心を有した生徒が事後においても興味関心があると回答する数が有意に高かった。このことはクロスカリキュラムそのものの面白さ、「水」をめぐる自然現象の奥行きと広がり、「水」をめぐる科学の多様さを「探究Ⅰ」の取り組みのスタート時に生徒に示しておくことが結果的にさらに多くの生徒に興味関心を喚起することにつながる可能性を示唆している。

## 6. 次年度への課題

教科・科目の授業ごとの教材研究に力点が置かれたものの、「探究Ⅰ」としてそれぞれの授業を体系化することが不足した。これに関わって評価測定もそれぞれの授業の評価に留まり、「探究Ⅰ」全体の評価の分析に足るデータを統一的にそろえることができなかった。次年度の課題としたい。また、生徒たちに対して事前に「水」を共通のテーマにクロスカリキュラムで学んでいくことを告知しておくことが不十分であった。教科・科目の枠を超えて一つの対象を探究していくことの楽しさを魅力的に予告しておくことも検討していきたい。

## SS 数学 I

### 1. 目的

理系に必要な「仮説を立て、すべての場合についての場合分けをし、論理的に立証をする」という流れの出発点となる考え方と方法を論理パズルを使って体験する。場合分けの方法として、論理表を用いる方がより視覚的で理解しやすいことを知る。

### 2. 対象学年

中学1年生全員(234名)を対象とした。

### 3. 実施期間

平成23年5月の学年行事である短期入寮の夜に実施した。

### 4. 実施内容

6～7人で班をつくり、班長を中心にして4つの論理パズルをワークシートに沿って進めていく形式をとった。各クラスには、指導者として数学科の教員が、アドバイザーとして学年の教員がつき、班長を司会者とした。そして、時間を区切って各班員が、ワークシートに各課題に対する解答を記入していった。全員が納得するまで班で協力し、理解している生徒がわからない生徒を教えながら進めていった。

課題1は、班長が“絶対に嘘をつかないエンジェル”または“必ず嘘をつくデビル”になり、班員が班長に「はい」または「いいえ」で答えられる質問をして、その回答から班長が“エンジェル”または“デビル”どちらであるかを特定していくという問題だった。

課題2は、班長が“絶対に嘘をつかないエンジェル”、“必ず嘘をつくデビル”、“気分で嘘をつく人間”のいずれかであるという設定で、論理表を用いずに仮説を立てて立証するという問題だった。関係する基本事項を確認しながら仮説を立て、5分間で自分の解答を考えて各自のワークシートに記入していった。その後、各自が自分の立てた仮説や、“エンジェル”、“デビル”、“人間”のいずれであるかを特定していった過程を発表した。

課題3は、あらかじめ生徒に論理表を与えておき、横1列に並ぶA、B、C、Dの4人の証言の正誤を記入させて1人だけいる男性を特定していくという問題だった。



図1. SS 数学 I の実施風景

#### SS 数学 I 個人ワークシート

姓 名

課題2

基本事項:  
エンジェルは絶対に嘘をつかないデビルは必ず嘘をつく・人間は気分で嘘をつく

課題1

個人記入欄 (基本事項に付けた部分)


課題2

エンジェル、デビル、人間が1人ずついる。  
この外見からは分からない二人を、A、B、Cとします。  
それぞれが次のように発言した。  
A: 「私はエンジェルではない」  
B: 「私はデビルではない」  
C: 「私は人間ではない」  
このとき、A、B、Cはそれぞれ異なるかを確定しなさい。  
既定のワークシートに記入する場合は、発言を正確に書き、論じていく。  
一言形に決まるのは  否  是  
理由   
二言形に決まるのは  否  是  
理由   
はじめて  否  是だから。

課題3

横一列に並ぶ A、B、C、D の4人が次のような証言をした。ただし、4人のうち1人は必ずが本音のことを言ない。他の3人は嘘を言うものとする。また、男性は1人だけいるものとする。  
A: 「私は、女性である。」  
B: 「私の隣りに男性がいる。」  
C: 「Bは男性である。」  
D: 「Aは、嘘を言っている。」  
そこで、問題です。4人の内、男性は誰でしょうか?

下の表を完成させて確定しよう

		言っていることが 真実○ 嘘×			
性別の可能性は下の4つ		A	B	C	D
1	Aだけが男性	X			
2					
3					
4					

1のAが×になっているのはAは男性の証言で嘘を言っているから  
上の表より男なのは  である。

課題4

班長を含む5人の班員が次のような証言をした。この5人のうち1人が犯人です。犯人は誰でしょうか?  
ただし、5人の内、3人だけが真実を証言しているものとする。  
A: 「犯人はBである」  
B: 「私は無実である」  
C: 「Eは犯人ではない」  
D: 「Aの言うことは嘘である」  
E: 「Bの言うことは真実である」

課題3を参考に表をつくって確定しよう

図2. SS 数学 I の個人ワークシート

課題3では課題1や課題2とは異なり、論理表を使うことですべての事象を計画的に調べることができることを確認した。

課題4は、犯人を含む5人の被疑者の証言をもとにして犯人を特定するという問題だった。課題3と同様に論理表を使用し、犯人を特定した根拠を挙げ、各自のワークシートにまとめた。最後に、班員全員の意見をまとめた班のワークシートを作成した。

## 5. 評価

中学1年生にとって初めての経験となる、仮説を立ててそれを立証するという論理パズルだった。そのため、混乱して課題を進めることができない班が発生すると予想していたが、混乱もなく課題を進めることができた。今回のアンケートでは、各課題について「理解できた」および「楽しかった」の2つの観点で、5件法による回答を求めた。課題ごとにクロス集計をしたものが下記の表である。

表1. 論理表を用いなくて仮説を立て検証する課題の授業評価

課題1				課題2			
授業 理解度	楽しくない (1, 2点)	普通 (3点)	楽しい (4, 5点)	授業 理解度	楽しくない (1, 2点)	普通 (3点)	楽しい (4, 5点)
理解できなかった (1, 2点)	3	3	7	理解できなかった (1, 2点)	1	2	4
普通 (3点)	0	4	12	普通 (3点)	2	7	12
理解できた (4, 5点)	2	11	184	理解できた (4, 5点)	3	9	188

表2. 論理表を用いて検証する課題の授業評価

課題3				課題4			
授業 理解度	楽しくない (1, 2点)	普通 (3点)	楽しい (4, 5点)	授業 理解度	楽しくない (1, 2点)	普通 (3点)	楽しい (4, 5点)
理解できなかった (1, 2点)	2	8	15	理解できなかった (1, 2点)	4	8	13
普通 (3点)	1	4	23	普通 (3点)	1	2	17
理解できた (4, 5点)	3	6	166	理解できた (4, 5点)	1	8	174

全般的に、授業が楽しかったと回答する生徒が多かった。さらに、理解度が高かった生徒の方が、授業が楽しかったと回答する傾向が強かった。授業の理解度が高くなると授業を楽しむことができ、学ぶ意欲の向上につながると考えられる。

課題3、4では、理解しやすくなるように論理表を載せたワークシートを用いた。しかし、論理表を用いて解答したからといって、理解できたと感じた生徒の数が優位に上昇したというわけではなかった。これは論理表が何を明らかにしているかということや、論理表によってすべての場合を視覚的に知ることができるということに対する認知度が低かったことが原因であると考えられる。

授業終了後に授業の感想を書かせた。その中で多かった感想は、「班の人と協力して頑張った」、「今までこんなに頭を使ったことはなかった」、「論理的に解決していくことが面白かった」などで、本授業が生徒にとって充実したものだことが窺える。

## 6. 次年度への課題

評価の項で述べたように、生徒の授業の感想から全体の理解度および満足度は高いことはわかるが、当初の目的である「論理的に立証するために論理表を用いる方がより視覚的で理解し易いことを知る」が達成されていないので、今後はワークシートを改善していく必要がある。また、授業後に行う評価アンケートをより詳細に分析できるものになるように工夫していきたい。

## SS Tech

## 1. 目的

ロボットやエネルギーに関わる分野を総合的に取り扱い、Explore Programの指導目標である科学技術の仕組みについて興味関心を育てることを目標とする。ハードウェアやソフトウェアの実習において試行錯誤を繰り返して答えを見出すことを楽しむことができるような態度を育てる。

## 2. 対象学年

中学2年生(241名)を対象とした。

## 3. 実施期間

平成23年4月から9月までの半期に週あたり2時間の授業を実施した。

## 4. 内容

平成23年3月11日の東日本大震災では茨城県も被災し停電や断水などを経験した生徒も多くいた。また、福島第一原発の事故によって再生可能エネルギーに注目が集まるなどの社会的な動きもあり、今年度はまずエネルギーの領域から授業を実施した。再生可能エネルギーは調べ学習を行ったが、実習は4～5月の段階でSSH予算を支出できなかったため期末に実施することとした。

## ○ハードウェアとソフトウェアの授業

ロボットなどはハードウェアとソフトウェアが協調して動作する。しかし、実習遂行上に起こる問題がハードウェアとソフトウェアのどちらに起因するものなのかを切り分けることは中学2年生には難しいことが経験上分かっているため、それぞれ別の実習としてカリキュラムを構成している。ハードウェアの学習はLEGOを用いて車両を作る課題としてギアやタイヤの選択など物が動く仕組みを中心に進めた。実習ではスピードが速い車や坂道を登れる車を作るなどの実習コースにあわせた車両を作ることを課した。ソフトウェアの学習はアルゴリズム学習ソフトを使ったアルゴリズムの構造を学ぶ内容と小型のカーロボットを使ったライントレースのプログラミングを課題とした。

## ○再生可能エネルギーの試行授業

再生可能エネルギーについて体験的な学習を進めるためにLEGO Energyセットを使った実習を3クラスで試行した。今回は簡単に実験が行える太陽光発電の実習を実践した。実習はソーラーパネルの発電量に寄与する要因を探る実験で、光の強さ(光量)とパネルの温度という2つの要因を見つけ出すものである。光源とソーラーパネルの距離や角度を変化させるとどのように発電量(実験では電圧を計測)が変わるのかを確かめさせた。この実験は、①予想を立て、②発電量と光源=ソーラーパネル間の距離との関係が予測に反することを発見し(図2のグラフ参照)、③この結果が温度による影響であることを見つけ出すというストーリーになっている。



図1. LEGOの実習

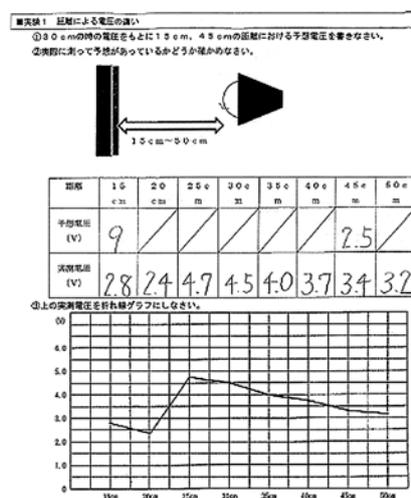


図2. ワークシートの一部

## 5. 評価

再生可能エネルギーの領域は試行授業も含まれるため、本稿ではハードウェアとソフトウェアの授業に対する評価について報告する。ハードウェア、ソフトウェアそれぞれの授業を「楽しい」「興味がある」「うまくできた」という3つの観点について生徒に5件法で回答を求めた。基礎調査での質問項目「新しいものにチャレンジすることが好き」と「科学技術に興味がある」という項目（5件法）についてクロス集計したものが下の表である。これらのクロス集計に基づいて $\chi^2$ 検定を行ったところ、表に示すような検定結果が得られた。

表1. ハードウェアの授業評価

授業は チャレンジ	楽しく ない (1, 2点)	どちらでも ない (3点)	楽しい (4, 5点)	授業に 科学技術	興味ない (1, 2点)	どちらでも ない (3点)	興味ある (4, 5点)
チャレンジ嫌い (1, 2点)	2**+	0	6	興味ない (1, 2点)	6**+	18***+	13***-
どちらでも ない(3点)	5	20**+	63***-	どちらでも ない(3点)	2	16	39
チャレンジ好 き(4, 5点)	6	17	118**+	興味ある (4, 5点)	10	23***-	110***+

$\chi^2$ 検定の結果 \* $p < .05$ 、\*\* $p < .01$  \*の後の+-は有意に多いか少ないかを表す。

チャレンジが好きな生徒がハードウェアの授業を楽しいと回答する数が有意に高かった。一方チャレンジすることが好きでも嫌いでもない生徒が楽しいと回答する数は有意に少なかった。この層にアピールする授業内容の改善が求められることが分かった。科学技術の興味とハードウェアの授業への興味はほぼ同様の傾向がみられた。

また、ハードウェアの実習では「考えながら作業をすることができたか」という問に対する回答は、①できなかった(5)、②あまりできなかった(28)、③まあまあできた(117)、④できた(88)であった。ソフトウェアの実習でもほぼ同様の傾向の回答が得られ、生徒たちは実際に目の前にあるモノをどのように動かすべきなのか考えながら課題に取り組めたことがうかがえる。

表2. ソフトウェアの授業評価

授業は チャレンジ	楽しく ない (1, 2点)	どちらでも ない (3点)	楽しい (4, 5点)	授業に 科学技術	興味ない (1, 2点)	どちらでも ない (3点)	興味ある (4, 5点)
チャレンジ嫌い (1, 2点)	1	2	5	興味ない (1, 2点)	13***+	9	15***-
どちらでも ない(3点)	12	20	56	どちらでも ない(3点)	9	16	32
チャレンジ好 き(4, 5点)	8	28	105	興味ある (4, 5点)	8***-	28	107***+

$\chi^2$ 検定の結果 \* $p < .05$ 、\*\* $p < .01$  \*の後の+-は有意に多いか少ないかを表す。

ソフトウェアの授業は科学技術への興味の有無によって評価に大きく差がでる結果となった。プログラミングという抽象度の高い学習活動に対してはより興味をもたせる工夫を必要とすることが示唆される。

## 6. 次年度への課題

ハードウェアの実習は生徒の満足度も高い。一方、ソフトウェアは学習に困難を覚える生徒がハードウェアよりも多い。ソフトウェアは情報社会を支える重要な技術であり、より興味関心を持つことができるよう教材の工夫を含めて次年度の課題としたい。再生可能エネルギーの実習は次年度に向け太陽光以外の風力や水力などの実験を実現するための授業案を検討していく。

## SS Expand Program

## 1. 目的

科学実験やものづくりに欠かせない基礎的なスキルを習得することが主な目的であり、平成23年度に新設された。科学実験に必要な基礎的分析手法を養い、考察力の伸長を図る他、科学的推論や仮説に基づいてものづくりを行い、試行錯誤を経て洗練させていく力をつける。Explore Programの一環として位置づけられるものである。

2. 対象学年 中学3年生(241名)を対象とした。

3. 実施期間 通年

## 4. 実施内容

実験は隔週で、2時間連続の時間枠で実施した。実験中のノート、実験後に作成するレポートで評価を行い、定期試験は行わなかった。基本的にはグループ実験としたが、レポートは個人単位で作成した。1クラスにつき、教員2名で担当した。

表1. 年間の流れ

回	内容
1	オリエンテーション、重力加速度の測定
2-3	振り子の実験
4-5	密度の測定
6	混合物の分離
7	紙工作
8	化学変化と物質の量
9	LED点灯回路の作成
10	有機化合物の合成
11	光センサ回路の作成
12	水の電気分解と燃料電池
13-15	ピタゴラ装置



図1. 光センサ回路の作成

## 5. 評価

12月に行ったアンケートの結果を表2・3に示す。有意水準はすべて5%である。

まず、「理科の観察や実験に対する気持ちは、以前と比べてどうなったか」という問いに対しては、次のような結果になった(N=233)。全体の70%超が、この1年間のプログラムを通して、理科実験を好きになったという回答を示している。

表2. 12月アンケートの質問項目と結果(1)

どちらかといえば好きであったがより好きになった	どちらかといえば嫌いであったが、以前よりは好きになった	どちらかといえば好きであったが、以前よりは嫌いになった	どちらかといえば嫌いであったが、より嫌いになった
81	85	52	15

以下の設問はそれぞれ、そう思うを「5」、そう思わないを「1」として、5点満点で回答を得た。平均点を示す。

表3. 12月アンケートの質問項目と結果(2)

項目	平均
観察や実験が、科学の研究にとって重要だと思うか	4.18
物理的な現象に対する興味・関心は高まったか	3.12
化学的な現象に対する興味・関心は高まったか	3.52
工作(電子工作や紙工作)に対する興味・関心は高まったか	3.71
「実験を通じて確かめる」ことについての関心は高まったか	3.46

自分の手で実験を行うことが、自分の今後にとって重要だと思うか	3.67		
自分が行った実験をレポートにまとめることが、自分の今後にとって重要だと思うか	3.36		
項目	物理	化学	工作
実験で取り上げた現象自体に興味をもったか	3.22	3.54	3.75
実験内容が普段の生活に結びついていることを実感できたか	3.16	3.34	3.47
実験は楽しかったか	3.72	3.89	4.14
実験を通して、現象に関わる原理や法則を見いだせたか	3.06	3.19	3.12
実験器具の操作方法や新たな技能・知識が身に付いたか	3.64	3.60	3.62
実験を振り返って、内容の学習後に新たな疑問が生じたか	2.89	3.05	3.01
レポート執筆を通して、実験内容をより深く理解できたか	3.13	3.20	
レポート執筆によって、自らの考えを理由をつけて書く経験ができたか	3.20	3.21	
レポートを書く行為自体から、新たな技能や知識を得ることができたか	3.17	3.16	
発展的な内容について、調べたり質問したりしたか	2.69	2.83	2.88

目的である実験スキルの習得という面では、「実験器具の操作方法や技能・知識が身についたか」という設問で、物理系で62.7%、化学系で60.2%、工作系で59.8%の生徒が4点以上の回答をした。「実験は楽しかったか」という設問についても、物理系で64.8%、化学系で71.2%、工作系で79.1%の生徒が、4点以上の回答をした。

基礎調査の「文系・理系に対する興味関心」で、理系寄りの回答を示した生徒(N=122)と、そうでない生徒(N=108)との間で比較すると、ほとんどの項目で有意差が見られたが、「工作に対する興味関心」「自分が行った実験をレポートにまとめることが、自分の今後にとって重要か」「レポート執筆を通じて、自分の考えを理由をつけて書く経験ができたか」「工作系の実験は楽しかったか」「工作で新たな技能や知識を身につけることができたか」については有意差が見られなかった。将来どの進路をとっても、レポート執筆が自分の今後のためになるという気持ちは共通していることが考えられる。また、工作は文系・理系を問わず未知の世界であり、関心も高いことがうかがえる。

基礎調査の「本科目全体に対する興味関心」で肯定的な回答をした生徒(N=84)とそうでない生徒(N=145)との間で12月アンケートとの比較を行ったところ、工作の「新たな技能や知識を身につけることが出来たか」という項目以外のすべての項目で有意差が見られた。また、「自分の行った実験をレポートにまとめることが、自分の今後にとって重要だと思うか」という設問への回答と、レポート執筆に関する物理系・化学系各3問(計6問)の間には、相関が見られた。これらのことから、あらかじめ生徒が持っている興味関心や、レポートに対する見方が、実験の意義やレポートの有用性の実感に直結していることがうかがえる。ただ、工作については意外性があったためか、生徒達が理科の実験に対するイメージとは別の観点で捉えたことが考えられる。

男女間では、物理系の「レポート執筆によって、実験内容をより深く理解できたか」において有意差が見られた。物理現象に対する興味関心や、物理系の実験で取り上げられた現象についての興味関心についても、有意差は見られなかったものの、男子(N=115)より女子(N=118)の平均点が低い。実験の考察において困難に直面した女子が少なからずいたことがうかがえ、考察について質問に来た生徒も女子が多かった。

## 6. 次年度への課題

工作(特に電子工作)に取り組んだことを好意的に受け止めた生徒が多かった。今後も安全対策に万全を期しながら、取り組んでいきたい。本科目受講前に抱えている理科実験やレポートに対する見方が、本科目に対する姿勢にも反映していることが明らかとなった。中1・中2における探究能力の育成に加え、本科目開始前の段階で実験スキルにより習熟させ、生徒間のギャップが大きくなるように指導していくことで、生徒により肯定的な実感を味わわせることができるのではないかと考える。

なお、LED点灯回路の作成に当たっては、茨城県立佐和高等学校の根本和昭先生に多大なご支援を頂きました。この場を借りて御礼申し上げます。

## SS ICT

## 1. 目的

情報機器が発達しスマートフォンを使えば誰でも撮影・編集をして映像作品を作ることができるようになった。生まれた時からデジタル機器に囲まれて育ったデジタルネイティブの世代はビジュアルな表現に慣れ親しんでいる。しかし、実際に映像作品を作る方法は現在のカリキュラムでは必修の取り組みにはなっていない。本校では以前から先行研究として、①協力すること、②撮影すること、③日常の映像視聴において一定の気づきがあることがすでに分かっている<sup>1</sup>。

今年度の SS ICT では従来のミニドラマ作品を作る実習から SS Expand Program で実施した理科実験を解説する映像作品を作る実習に変更をした。本研究の目的は理科実験の撮影を含めることで上述した②撮影に関する気づきがどのような構造になっているのかを明らかにすることである。さらに履修生徒が理科実験を含む映像作品を作ることを通してサイエンスコミュニケーションを考えるきっかけとなることを目標とした。

## 2. 対象学年

中学3年(241名)を対象とした。

## 3. 実施期間

平成23年10月から12月までに週あたり2時間の授業を実施した。

## 4. 実施内容

映像作品は理科実験の映像を含めたもので、役者が演技をする、①導入部と②まとめ部、実験を解説する③実験部の3つの部分からなる。脚本は Explore Program を担当する理科の教諭が作成した。脚本は実験の種類にあわせた5種類である。実験は実験そのものが比較的短時間で終わることができる「振り子の周期」、「重力加速度」、「液体の密度」、「蒸留」、「入浴剤」の5つの実験を選択した。生徒らは Explore Program ですでにこれらの実験を経験しており、本プログラムでは映像を撮影するために実験を再現した。

生徒らは1クラスあたり6グループ(生活班)に分かれて映像作品をつくる。1グループあたりの人数は6～8名であった。

映像制作実習のカリキュラムを表1に示す。まず映像作品を作るために、映像の文法の基本的な部分について学ぶ。次にカメラの操作を含め撮影の進め方を理解するために撮影練習を行う。撮影した映像を編集する練習を行い、素材の加工を体験させた。撮影1日目には映像作品の①導入部と③まとめ部の撮影を行った。撮影前に監督役の生徒は脚本にカット割りを書き込み、ある程度の撮影イメージを固めてくるように指示した。

表1. 映像制作実習のカリキュラム

1週目	映像制作実習の概要・映像の文法(1)
2週目	映像の文法(2)・撮影練習
3週目	役割分担・脚本の選択・編集練習
4週目	撮影1日目(スキット部)
5週目	撮影2日目(実験部)
6週目	編集
7週目	編集・完成
8週目	発表会

<sup>1</sup> 大貫和則・鈴木佳苗・西岡貞一(2009)、中学生の映像制作体験を通じたメディア・リテラシー学習とその効果、日本情報科教育学会誌 Vol.2、No.1

撮影 1 日目は例年と同様に撮影そのものに時間がかかってしまう傾向がみられた。2 日目は実験と撮影という 2 つの実習を同時並行で行った。生徒らはカメラアングルなど実験をどのようにカメラにおさめるかを話し合い、工夫しながら作業を進めていった。実験そのものは短時間で終了するものであるが、撮影の作業は 2 時間を使い切るほど時間がかかった。

発表会は Winter Study Zone の期間中に行った。まずクラス単位で 12 作品を上映(各グループで編集の違う 2 作品を発表)し、その中から優れた作品を学年大会で上映した。



図 1. 重力加速度実験の撮影

## 5. 評価

授業開始時に生徒の制作体験の有無やカメラ操作のスキルなどを尋ねた。学年大会直後(12月)に学習目標として想定した3つのカテゴリー(グループ活動、撮影、テレビ視聴)についての19項目の質問を含む質問紙調査を実施し回答を得た。事前調査(10月)ならびに事後調査の全ての項目にもれなく回答をした197名(男子91名、女子106名)を分析対象とした。事後調査における19の質問項目について探索的因子分析にかけたところ、上にあげた3因子が特定されたが2項目は因子負荷量が低かった。そこで、事前調査の内容と事後調査の17項目についてモデルを作成し共分散

構造分析にかけた。モデルの詳細な図は紙面の都合で載せられないが、適合率は  $GFI=.905$ 、 $CFI=.924$ 、 $RMSEA=.049$  と良い値を示した。モデルのうち撮影に関わる部分だけを抜き出したものを図2に示す。理科実験に関わる部分に着目すると「実験のポイントを理解する」のパス係数が.68、「実験を振り返りながら撮影した」は.58など撮影に際して理科実験のことを思い出しながら撮影して

いたことが示唆されるモデルである。また、映像の文法は直接効果と間接効果があることが示唆された。このように理科実験を映像化するために実験を理解し、その実験を振り返ることにつながるということが示唆された。さらに、編集のことを考慮しつつ、実験の強調すべきところを考えることは、映像を用いたサイエンスコミュニケーションをつくり出す上で重要な要素だと考えられる。

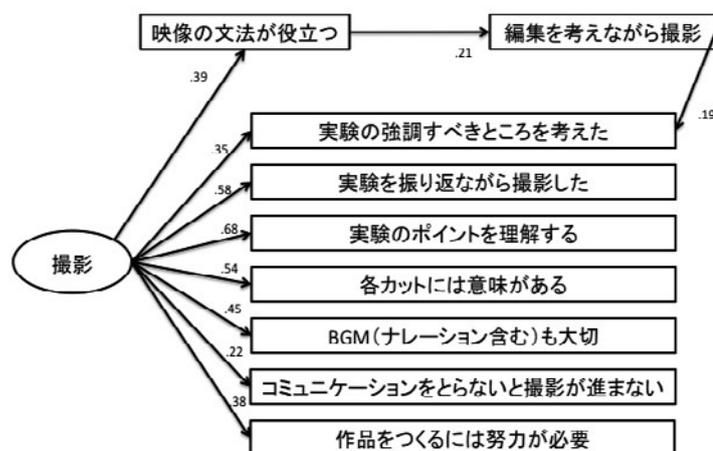


図 2. 撮影に関するモデル

本図では観測変数に付随する誤差変数は記載していない。また、係数は標準化されたパス係数である。また性別やカメラ操作の経験なども省略してある。

## 6. 次年度への課題

実践してみて実験映像を撮影する時間が予想以上にかかることがわかった。また映像作品自体のミニドラマの2倍近い3～5分の長さになった。次年度は撮影時間を短縮できるような実験を用意することが必要である。またサイエンスコミュニケーションをより深く考えることができるように、作品の評価方法などを工夫していきたい。

## 生命科学

### 1. 目的

本校は中学3年生の理科において、「生物の体のつくり（細胞・生体物質）」「生殖」「遺伝」の分野を取り扱っている。顕微鏡による微生物や細胞、組織の観察を多く取り入れることにより、生命の基本単位としての細胞についての興味関心を高めるとともに、基本的な顕微鏡操作を身につける。また、生体物質に関しては、消化に関する生化学的な実験、DNAの抽出実験を行い、生化学的な実験操作、検出や抽出の方法を身につける。

### 2. 対象

中学3年生（241名）を対象とした。

### 3. 実施時期

通年

### 4. 内容

#### ○光学顕微鏡による観察

近隣の公園の池から水を採取し「淡水にすむ微生物」の観察を行った。

細胞の形態については「ヒトのホオの上皮細胞」と「タマネギ鱗片葉の表皮細胞」を酢酸オルセインで核を染色し観察した。細胞内で起こっている現象については、ムラサキツユクサの雄しべの毛を用いて「原形質流動」を観察し、ミクロメーターを使って流動速度の計測も行った。細胞の増え方については、タマネギ根端分裂組織を用いて「体細胞分裂」の観察を行った。組織については、ツバキの葉を用いて、カミソリで切片作製から行い観察をした。

#### ○生化学的実験

「アミラーゼによるデンプンの分解」の実験を行った。デンプン溶液に、水、アミラーゼ溶液、煮沸したアミラーゼ溶液を加え40℃で保温し、それぞれについてヨウ素反応、ベネジクト反応により、デンプンの分解と糖の生成を確認した。酵素の働きを理解するとともに、それぞれの実験を比較することにより結果を考察した。

ブロッコリーを用いて「DNAの抽出」については、試料をすりつぶし、抽出液によりDNAを抽出したものに冷やしたアルコールを加えることで、DNAを可視化した。

### 5. 評価

顕微鏡観察を数多く行うことで、顕微鏡操作の技術を高めることができた。体細胞分裂の観察までには、多くの生徒が最高倍率の400倍でのピントを合わせることができるようになった。

生化学実験については、実験結果を比較しながら結論導くことで、対照実験の概念を理解することができた。また、DNA抽出実験では、実際にDNAを目にすることで身近な存在としてDNAをとらえることができた。身近な野菜を材料として用いることで、遺伝子は食べても安全であることを確認することができた。

### 6. 次年度への課題

生物学そのものに対する関心よりも、バイオテクノロジーなど現代社会に結び付いた内容に関心が高いと感じられた。生徒の興味関心を高めるためには、生物学の基本としての細胞にこだわらず、バイオテクノロジーなど応用に重点を置くことも考えていきたい。

## 地球科学

### 1. 目的

本校は中学3年生の理科において、岩石・鉱物、固体地球分野を取り扱っている。鉱物、岩石の実物に触れる実習を取り入れることで、大地の構成物や地球の構造への興味関心を高め、理解を深める。

### 2. 対象

中学3年生(241名)を対象とした。

### 3. 実施時期

平成23年11月に実体双眼顕微鏡による火山灰や海岸砂の観察、12月に電子天秤による岩石密度の測定を実施した。

### 4. 内容

○実体双眼顕微鏡による火山灰・海岸砂の観察

10月までに岩石・鉱物、堆積物・地層の学習をしたものの、なかなか実物とは結びつかない生徒が多く見られた。そこで、11月の地層の対比の学習のところで、学校で既に所有していたものにSSH予算にて購入したものを加えて2人1台となった実体双眼顕微鏡を用いて、火山灰・海岸砂の観察とその比較を行った。構成鉱物種の違い、生物遺骸の有無などに気付かせることができた。顕微鏡下での小筆による試料の拾い出しは難しかったようである。

○電子天秤による岩石密度の測定

地球の内部構造、アイソスタシーの学習のところでSSH予算にて購入した電子天秤を用いて、12月に岩石密度の測定を行った。橄欖岩、玄武岩、斑糲岩、花崗岩、鉄の密度をそれぞれ測定、比較させた。以前、バネ秤で測定をさせたときより、正確な結果が得られた。

### 5. 評価

火山灰・海岸砂の観察では、肉眼では砂や埃にしかな見えない粒が、顕微鏡で拡大して見ると独自の形を持つ鉱物や遺骸であることに気づき、驚きを与えたようである。

岩石密度の測定は、作業自体は簡単であるが、浮力と体積との関係の理解が難しかったようである。また、岩石が水に沈んでいるにも関わらず、その密度が $1.0 \text{ g/cm}^3$ 以下やマイナスと算出された際にミスを犯していることに気づかない生徒がいて驚かされた。密度概念の理解の不十分な生徒がいることを知ることができた。

### 6. 次年度への課題

授業の中で既知と思って扱っていた概念が、意外と定着していない場合があることを思い知らされた。一つひとつ復習しながら丁寧に進めていかないと、新しい概念の獲得も不十分になってしまうので、注意して扱っていく必要がある。



図1. 試料の拾い出し



図2. 密度の測定

## 物理 A

### 1. 目的

理科総合 A および、物理 I の一部の内容を加えて取り扱う学校設定科目である。特に力学等の分野について実験を重視し、実験に関わるスキルを醸成する。Explore Program の一環として位置づけられるものである。

2. 対象学年 高校 1 年生 (252 名) を対象とした。

3. 実施期間 通年

### 4. 実施内容

2 単位の授業であり、実験は授業内で行った。物理 I 力学分野の「重心」「力学的エネルギー」の実験に重点を置き、かつ、「力学的エネルギー」については、実験のレポートを作成させて、データの整理手法の習得、考察する力の向上を目指した。

表 1. 年間予定

月	主な授業内容
4	速さと加速度
5	加速度を伴った運動
6	いろいろな力
7	力と運動
9	力と運動 (応用)
10	剛体の力学
11	剛体の力学 (実験)、エネルギー
12	力学的エネルギー (実験)
1	熱とエネルギー
2	エネルギーの変換



図 1. 力学的エネルギーの実験

### 5. 評価

12 月にアンケートを行った (N=235)。以下の項目はそれぞれ、「そう思う」を 5 点、「そう思わない」を 1 点とした 5 点満点で回答を得た。表 2 に平均点を示す。なお、有意水準はすべて 5 % である。

表 2. アンケートの各項目の結果

項目	平均
理科の観察や実験は好きか	3.75
観察や実験が、科学の研究にとって重要だと思うか	4.41
授業を通じて、物理的な現象に対する興味・関心は高まったか	3.34
授業を通じて、「実験を通じて確かめる」ことへの関心は高まったか	3.61
自分の手で実験を行うことが、自分の今後にとって重要だと思うか	3.87
自分が行った実験をレポートにまとめることが、自分の今後にとって重要だと思うか	3.93

項目	重心	力学的エネルギー
実験で取り上げた現象自体に興味をもったか	3.43	3.50
実験内容が普段の生活に結びついていることを実感できたか	3.36	3.36
実験は楽しかったか	4.03	4.13
実験を通して、現象に関わる原理や法則を見いだせたか	3.42	3.33
実験器具の操作方法や新たな技能・知識が身に付いたか		4.01
実験を振り返って、内容の学習後に新たな疑問が生じたか	2.65	2.74
レポート執筆を通して、実験内容をより深く理解できたか		3.52
レポート執筆によって、自らの考えを理由をつけて書く経験ができたか		3.49
レポートを書く行為自体から、新たな技能や知識を得ることができたか		3.56
発展的な内容について、調べたり質問したりしたか	2.05	2.16

「理科の観察や実験が好きか」という設問には 72.2%、「観察や実験が科学の研究によって重要か」という設問には 90.7%が、それぞれ 4 点以上の回答を示している。一方、発展的な内容について調べたり質問したりしたかという項目に 4 点以上をつけた生徒は 10%前後にとどまった(重心の実験:8.9%、力学的エネルギーの実験:11.4%)。

目的である「実験に関わるスキルの醸成」という面では、「実験器具の操作方法や技能・知識が身についたか」という設問で、79.1%の生徒が 4 点以上の回答であった。「実験は楽しかったか」という設問についても、重心の実験で 77.9%、力学的エネルギーの実験で 80.9%の生徒が、4 点以上の回答をした。「自分の行った実験をレポートにまとめることが、自分の今後にとって重要だと思うか」という設問には、全体の 74.3%が 4 点以上の回答をした。また、この設問と、実験レポート執筆に関する設問との間には、いずれも相関が見られた。実験レポートの有用性を実感した生徒ほど、レポート執筆で得たものも大きかったと見られる。

7月に行った基礎調査の「文系・理系に対する興味関心」で、理系寄りの回答を示した生徒(N=127)と、そうでない生徒(N=108)との間で、12月アンケートとの関連を調べたところ、全項目で有意差が見られ、理系寄りの回答を示した生徒の方が、平均点が高かった。また、基礎調査の本科目に対する興味関心についての回答との関連でも、全項目で有意差が見られ、興味関心の高い生徒(N=88)の方がそうでない生徒(N=147)よりも平均点が高かった。科目開始の段階における生徒の進路志向や、本科目に対する興味関心が、授業へ取り組む姿勢に全般的に影響したことがうかがえる。

男女間では、「授業を通じて、物理的な現象に対する興味・関心は高まったか」「発展的な内容について、調べたり質問したりしたか」において有意差が見られ、男子(N=108)の方が女子(N=127)よりも平均点が高かった。

新しいことにチャレンジすることについて肯定的な回答を示した生徒(N=134)と、そうでない生徒(N=101)に着目して比較すると、「理科の観察や実験は好きか」「授業を通じて、「実験を通じて確かめる」ことへの関心は高まったか」「実験を振り返って、内容の学習後に新たな疑問が生じたか(重心)」「発展的な内容について、調べたり質問したりしたか(重心)」「実験器具の操作方法や新たな技能・知識が身に付いたか」「レポート執筆によって、自らの考えを理由をつけて書く経験ができたか」「レポートを書く行為自体から、新たな技能や知識を得ることができたか」において、有意差が見られ、いずれもチャレンジに肯定的な生徒の方が、平均点が高くなった。

## 6. 次年度への課題

本校は高校2年生で文系・理系・芸術系等の進路を決めていくことから、すでに高校1年生の段階である程度の進路志向は持っていると考えられる。進路の違いで生徒の取り組み方が違うのではなかろうかと、授業を行いながら感じてはいたが、アンケートにおいてもそれが裏付けられた形となった。あらかじめ科目の価値づけをしてしまっていることが、アンケートの各項目の結果に反映されていると考えられる。男女間で違いが見られた項目、チャレンジ精神の旺盛さによって違いが見られた項目もあったことを考え合わせると、物理に限らず、理系分野に対する興味・関心を喚起する手立て、発展的な内容についても、咀嚼しながら丁寧に指導する方法についてさらに研究を重ね、物理的に現象を捉えることの有用性と意義を生徒に伝えていく必要がある。また、レポートを書くことについて物理実験以外の面でも有用性があることを、事前段階から生徒に実感させていく必要がある。このようにして、理系・文系を問わず、物理的に探究することについて学年全体の意欲を向上させることで、理系に進む生徒の意欲についても、さらにかき立てていくことが重要である。

## 化学 A

### 1. 目的

学校設定科目である「化学 A」の授業では、理科総合 A と化学 I の内容のうち、主に理論化学分野を扱う。このとき講義形式の授業のみならず、実験を取り入れた授業を行う。そうすることで、実験を通して理論化学分野の基本的な概念や原理・法則についての理解を深めるとともに、化学実験のスキルを習得していくことを目的とする。さらに、実験レポートを作成することで、実験で得られたデータを整理・考察し結論を導く力を育成することを目的とする。

### 2. 対象学年

高等学校 1 年生全員 (252 名) を対象とした。

### 3. 実施期間

通年で週当たり 2 時間の授業を実施した。なお、実験はすべて授業時間内に行った。

右の表 1 に平成 23 年度の「化学 A」の年間指導計画を示す。10 月までに理論化学分野の学習を一度終えて、11 月からは無機化学分野の学習に入る。残る理論化学分野の内容、すなわち「化学反応と熱」、「酸と塩基」、および「酸化還元反応」については高校 2 年次に学習するというカリキュラムである。

表 1. 「化学 A」の年間指導計画

月	主な授業内容
4	混合物と純物質 単体・化合物・元素
5	原子の構造と電子配置 イオンの生成とイオンからなる物質
6	元素の周期表 粒子の結びつきと物質の性質
7	原子量・分子量・式量
9	物質量
10	化学変化とその量的関係
11-12	非金属元素と周期表
1-2	金属元素

### 4. 実施内容

物質量 (モル) の概念は、高等学校の化学の学習の基礎となる重要な単元である。そこで本授業では、前述の目的に鑑み、理論化学分野のうち物質量を題材にした以下の実験を行った。これらの実験を行うことで、アボガドロ定数  $N_A$  ( $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ ) の大きさや化学反応式が表す意味について実験を通して実感できるようになると考えた。さらに、すべての実験について実験結果とそれについての考察を個人単位でレポートにまとめさせ、実験データを処理する能力やそこから結論を導く能力の向上を計った。

#### ・「定面積滴下法によるアボガドロ定数の測定」

アボガドロ定数  $N_A$  ( $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ ) は非常に大きな数であるが、次のような実験を行うことでその値を比較的容易に求めることができる。

ステアリン酸 ( $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ ) を有機溶媒に溶解してから水面に静かに滴下すると、ステアリン酸は水面に広がり単分子膜 (分子が一層に並んだ膜) を形成することが知られている。ステアリン酸 1 分子の断面積  $s \text{ cm}^2$  が分かっているとき、この水面に広がったステアリン酸単分子膜の面積  $S \text{ cm}^2$  を測定すれば、そこに存在するステアリン酸の分子数は  $S/s$  として求めることができる。そして、ここで得られた分子数  $S/s$  とこの実験で滴下したステアリン酸の物質量  $n \text{ (mol)}$ 、およびアボガドロ定数  $N_A \text{ (/mol)}$  との間には次の関係式が成り立つ。したがって、実験で得られた結果をこの式にあてはめることで、アボガドロ定数  $N_A$  を求めることができる。

$$\frac{S}{s} = n \times N_A \quad \therefore N_A = \frac{S}{ns}$$

・「化学反応の量的関係」

化学反応式の係数は、化学反応が起こるときの各反応物の粒子数の割合、つまり各反応物の物質の質量の関係を表している。このことは次のような実験を行うことで容易に確かめることができる。

一定量の塩酸 HCl に炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  を加えていくと二酸化炭素  $\text{CO}_2$  が発生する ( $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ )。このとき、反応の前後において反応容器全体の質量を測定し、その質量変化を求めておく。するとその質量変化の値は、この反応で気体として発生し、容器外へと逃げて行った二酸化炭素の質量に一致する。すなわち、この反応で発生した二酸化炭素の質量を測定することができる。この実験において、反応物（炭酸カルシウムまたは塩酸）の物質の質量と生成物（二酸化炭素）の物質の質量とをグラフにプロットすることで、この化学反応における両者の量的関係を知ることができる。そこから、化学反応式の表す意味を考える。



図 1. 定面積滴下法によるアボガドロ定数の測定実験を行う様子



図 2. 化学反応の量的関係を調べる実験を行う様子

## 5. 評価

すべての授業を終了したあとに生徒を対象に行ったアンケートの結果を以下の表 2 に示す。

表 2. アンケートの集計結果

質問項目	全体の 平均値*
理科の観察や実験が好きですか。	3.89
観察や実験が、科学の研究にとって重要だと思いますか。	4.26
授業を通じ、化学的な現象に対する興味・関心は高まりましたか。	3.54
授業を通じ、実験を通じて確かめることについて関心は高まりましたか。	3.66
実験で取り上げた事象・現象に興味をもちましたか。	3.58
実験で取り上げた内容が普段の生活に結びついていると思いますか。	3.11
実験は楽しかったですか。	4.01
実験を通して、事象・現象に関わる原理や法則を見いだすことができましたか。	3.29
実験を行うことにより、実験器具の操作方法が身に付きましたか。	3.82
実験を振り返って、内容を学習した後に新たな疑問が生じましたか。	2.96

実験レポートを書くことを通して、実験内容についてより深く理解することができましたか。	3.40
実験レポートを書くことを通じて、自らの考えを理由をつけて書く経験ができましたか。	3.36
実験レポートを書くことを通じて、新たな技能や知識を得ることができましたか。	3.28
教科書やプリントに載っていない発展的な内容について、調べたり質問したりしましたか。	2.64

\*表中の平均値とは、各質問項目に対して「非常にそう思う」を5、「ある程度そう思う」を4、「どちらともいえない」を3、「あまりそう思わない」を2、「全くそう思わない」を1として回答したときの生徒全体の平均値を示す。なお、回答数は224だった。

- ・ 生徒が作成したレポートを見てみると、多くの生徒にとって実験の内容や理論的背景が分かりにくかったようである。そこで、それらが理解しやすくなるように、実験内容の解説授業を行ったり、従来の実験方法をよりシンプルなものに改良するといったような工夫が必要である。
- ・ 実験を行った後に新たな疑問を持ったり、より発展的な内容について興味を持って調べてみたという生徒の数が少なかったということがわかる。実験を終えたあとに新たな疑問を抱くようになるために実験プリントやワークシートの作成をさらに工夫したり、さらに発展的な内容について調べる機会を与えるために実験プリントに適切な設問を設ける必要があると考えられる。
- ・ レポートの書き方の事前学習が不十分であったためか、レポートを書くことで実験内容に対する理解が深まったという生徒の数はあまり多くなかった。したがって、実験データの分析・解釈の方法、考察の書き方など科学的に探究する方法を事前に学習することも重要であると考えられる。

## 6. 次年度への課題

- ・ 実験器具・装置の取り扱いに慣れていなかったためか、多くの生徒が一つの実験に長い時間を費やしていた。また、同様な理由で、正確な実験結果を得ることができていない生徒が多く見受けられた。そこで、限られた授業時間内に迅速に実験を終了させるためにも、さらに、より正確な実験結果を得るためにも、あらかじめ実験器具・装置の基本的な扱い方についての学習・練習を行い、それらの取り扱い方を習得しておく必要がある。
- ・ 本年度行った実験は物質量を題材にしたもののみとなってしまう、実際に実施した実験の回数が少なかった。来年度以降は、これら以外にも多くの実験（たとえば、物質の分離と生成、成分元素の検出、同位体、分子量の測定、電解質と非電解質の電気伝導度など）を導入していきたい。
- ・ 評価の項でも述べたように、実験で得られたデータを整理・考察する方法などレポートの書き方に関する事前指導が必要である。
- ・ カリキュラムの関係上、理論化学分野の学習段階では無機化学分野や有機化学分野が未履修で各物質の性質に関する知識が不足しがちであることも実験内容を把握しきれない要因であると考えられる。そこで、必要に応じて授業で扱う内容を適宜配列し直していく必要があると考えられる。

## SS 数学Ⅳ

## 1. 目的

数学Ⅰ・数学Aおよび数学Ⅱの内容を取り扱う学校設定科目である。本講座では習熟度別授業を実施しており、表1に示したものは高校入学生に対する年間カリキュラムである。中学入学生についてはこれとは進度が異なっているが、数学Ⅰ・数学Aの発展的な内容を扱うことで理解を深めていきながら、数学Ⅱを中心に学習した。ここでは通常授業に加えて行った放課後の特別授業について報告する。

数学の本質理解には、多くの問題の反復練習ではなく、1つの問題をどこまで深く考えられるかが肝要である。1つの問題を多角的に考えることにより、問題の理解を深め、解決能力を高める。問題の意味を簡単なケースや具体的な例から捉え、個別の解答を一般化する過程で、数学に潜む規則性や対称性を見だし、興味関心の質を上げ、理解力を涵養していく。

表1. 年間授業計画

月	主な授業内容
4	数学Ⅰ 方程式と不等式
5	数学Ⅰ 2次関数
6	数学A 場合の数と確率
7	数学Ⅰ 三角比
9	数学Ⅱ 三角関数
10	数学Ⅱ 指数関数と対数関数
11	数学Ⅱ 式と証明
12	数学Ⅱ 複素数と方程式
1	数学A 論理と集合 数学Ⅱ 図形と方程式
2	数学Ⅱ 微分法と積分法

## 2. 方法

2時間の時間内で扱う問題は、基本的には1題とする。題材として難関大学の入試問題を使うが、難問を解けるようにするためではなく、難しいと思い込むことで中断されがちな思考を、問題の意味を具体的、一般的に解き明かす中で活性化し、問題を読み替えることによって発見的に解決していく。個別の解答が済んだ後に、問題や解法を一般化する道筋をたどり、問題の背景に潜む美しい規則性に理解を及ぼしていく。

問題は、上記の目的に適したものを入試問題の中から選択し、講義に先立って複数の解答や発想を用意し、生徒にヒントを出しながら、自らの力で規則性や一般化を気づかせるように指導していく。

## 3. 対象学年

高校1年希望者を対象とした。

## 4. 実施時期

- (1) 11月9日(水) 複素数平面とド・モアブルの定理
- (2) 12月6日(火) 実数の小数部分と連分数展開
- (3) 12月7日(水) 三角形の面積
- (4) 12月14日(水) 一筆書きと場合の数

## 5. 実施内容

(1) 【指導内容】複素数の四則演算の複素数平面上における意味づけを解説した。ベクトルや極形式の概念にも触れたことになるため、一度に現れた新たな概念に混乱した生徒も見受けられたが、時間が経つにつれ徐々に吸収することができていた。特に複素数の乗法が三角関数の加法定理を通して理解できるということは生徒の興味を引いた点であった。

$$\begin{aligned}
 (\cos \alpha + i \sin \alpha)(\cos \beta + i \sin \beta) &= (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) + i(\sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta) \\
 &= \cos(\alpha + \beta) + i \sin(\alpha + \beta)
 \end{aligned}$$

その後ド・モアブルの定理を証明し、三角関数における種々の公式を導いた。

ド・モアブルの定理  $(\cos \theta + i \sin \theta)^n = \cos n\theta + i \sin n\theta, \quad n \in \mathbb{N}, \theta \in \mathbb{R}$

複数の概念が交差する内容であったが計算自体は基本的なものだったため、生徒が実際に作業をしながら理解を深めることができている。活動を通して数学の広がりを実感できた。

(2) 【問題】 2011年の東京大学の入試問題(文科)第2問を題材にした。

実数  $x$  の小数部分を  $[x]$  で表す。  
 実数  $a$  に対して、無限数列  $\{a_n\} (n=1, 2, 3, \dots)$  を以下のように定義する。

(i)  $a_1 = [a]$

(ii)  $\begin{cases} a_n \neq 0 \text{ のとき、} a_{n+1} = \left[ \frac{1}{a_n} \right] \\ a_n = 0 \text{ のとき、} a_{n+1} = 0 \end{cases}$

具体的な無理数に対して数列を対応させる。また、無限数列  $\{a_n\}$  が定数列になる場合の条件について考える。

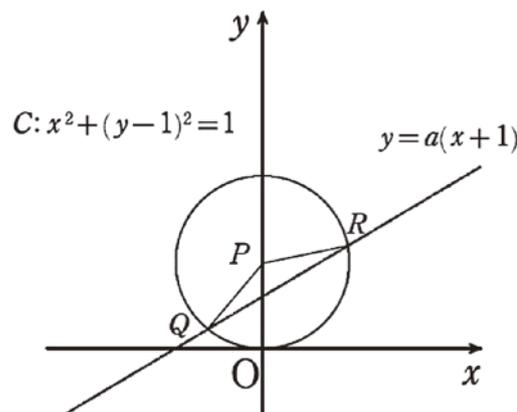
【指導内容】 生徒が題意を正確に読み取ることが困難であったが、いくつかの具体的な数で試行錯誤する中で次第に捉えられるようになった。与えられた問いに対し、単純な計算で答えを出していくことに慣れている生徒にとっては刺激的な内容であったと想像する。こうした経験で鍛えられた思考力・読解力は数学の学力向上にプラスの影響を与えるはずである。

無限数列が定数列になるためには  $a$  がある方程式の解になっていることを導いた。また、本質的には同じ操作である連分数展開を紹介した。

(3) 【問題】 2011年の東京大学の入試問題(理科)第1問。円と直線の交点と円の中心とでできる三角形の面積の最大値を求める問題。直線の傾きが変数  $a$  と置かれていて、面積を  $a$  の関数と表し、増減を調べることで、最大値を求めることができる。

【指導内容】  $\triangle APQ$  の面積を  $a$  の関数とみる発想を離れ、変数を自由にとることによって、面積を何通りの方法で表せるかを考えさせる。その中で、この問題をもっとも簡潔に、本質的に理解する表現を学び、問題解決にいたる。この問題の一般化として、三角形の面積を、辺の長さ、角の大きさ、内接円、外接円の半径、頂点の座標などを変数とした表現を考えさせ、面積を求める際の、単一的な発想からの脱却をはかる。

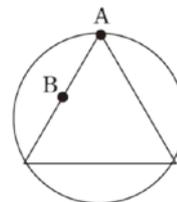
自分で考えたり、学んだ公式の意見を発表



しあう中で、二次関数上の三角形の面積の簡易な求め方や、座標を使った多角形の面積の求め方などのアイデアが出された。

(4) 【問題】2008年の京都大学の入試問題第5問。正 $n$ 角形と、それに内接する外接円でできる図形一筆書きの経路の数を求める。頂点Aから出発する場合を $N(A)$ 、辺上の一点Bから出発する場合を $N(B)$ として、それぞれを $n$ を用いて表す。

【指導内容】具体例として、正三角形について、一筆書きの経路の数を数えていく中で、一般的な場合でも適応できる数え方の規則性を考えさせていく。



$N(A)$ と $N(B)$ の間に、2:1の対応関係があることに気づかせ、ものを数えるときの対応関係の重要性を考えさせる。

応用例として、フジテレビ系列のテレビ番組である「たけしのコマ大数学科」の中から、一筆書きに関する問題を2題出題し、学んだことを別の問題に読み替えて使うことにより、学習内容の定着をはかる。

## 6. 評価

放課後の希望者学習会という形をとったので、日頃から数学に興味関心を抱いている生徒が受講した。解くだけで終わらず、一般化を含め、一題に2時間をかけるという、授業ではできない問題の扱い方をしたので、ほとんどの生徒が、知的な興奮を味わい、数学に対する見方が一新したようである。学習効果は数値的には検証できないが、以下の感想からは、より深い理解や興味関心の涵養、問題を見る視点の多角化には成功したようである。

### 【生徒の感想の抜粋】

- ・ 今回の授業で、今までの自分の視野がまだまだ広げられることに気づいた。ただ難問を解くだけでなく、様々な角度から問題を見ることができた。
- ・ 今回の授業を通して、数学はただの計算ではなく、具体例と一般論を行き来するとても科学的な学問だということに気づかされた。いろいろな数値を用いて実験し、試行錯誤できたのがとても面白かった。また、新しい関連問題を考えたり、自分で目一杯頭をひねって考えることの大切さを改めて感じた。
- ・ 数学の世界をより広く見る目を培え、より多くのことを知りたくなった。
- ・ 一つの観点から問題を解くのではなく、多角的な視点を持つことで、さらなる発見があることが分かった。このように問題を解くことができれば、より理解が深まっていくのではないかと思った。
- ・ 一つの問題から様々な広がりがあることを身をもって知った。既知の式の証明と、新たな規則性の発見は、違うことであるが、それぞれの楽しみがあると感じた。問題を一般化し、より普遍的に物事を捉えようとするのは、とても意義がある。
- ・ 公式の成り立ちを考えるのは楽しかった。それが分かっていたら、公式を間違えて使うこともないので、そういう理解の仕方をして公式を使っていこうと思った。

## 7. 次年度への課題

各学年ごとに、問題レベルを変え、到達目標を明確にする必要がある。と同時に、分野横断型の講義なので、学年を問わずに参加することが可能で、その取り組みを体制として実現させたい。

教材のデータベースを作り、指導事歴を蓄積し、受講生徒の問題解決能力や、理数系分野への興味関心を、時系列で評価できる手法を確立したい。さらに、数値化し統計的な検証を目標としていきたい。

## SS 研究

## 1. 目的

本研究は茗溪学園高等学校2年次の個人課題研究という総合探究学習を発展させたものである。これはExplore Programの指導目標である「個人が理数系テーマを選定し、1年間をかけて研究を遂行し、研究論文をまとめ、研究成果を発表する」ものである。高校2年生全員が個人で興味を持ったテーマを独自に探索・準備し、複数の教員と研究内容の具体化を図り、自ら課題指導者を決めて研究を進めていく。調査・研究・実験・観察を通じて探究を行うための高次のスキルを習得し、プレゼンテーション・ディスカッション・レポート作成のスキルを高める。この研究を通して、問題把握・分析・情報検索・情報処理・まとめ・発表等の能力を育成する。また、筑波大学をはじめ、つくば市内外の研究機関を訪問し、直接研究者に質問をし、助言と指導の機会を得るシステムを開発し、研究の深化を図る。

## 2. 対象学年

高校2年生のうち、理数系テーマ選択者を対象とした。

## 3. 実施期間

平成22年11月1日に説明会を行い、平成23年12月3日に研究を終了した。

## 4. 実施内容

SS研究は従来本校で実施していた個人課題研究をSS研究に発展させたものである。個人課題研究の流れを表1に示す。平成22年11月1日に開催した第1回の説明会で全

体の流れの説明を行い、平成23年2月4日までにテーマ探索と指導教員を決定し、平成23年2月15日から指導教員のもと具体的に研究を開始した。平成23年4月9日から平成23年12月3日までの毎週土曜日に3時間を時間割に割り当て研究を行った。平成23年5月より、毎週土曜日に筑波大学大学院の学生9名を招き、SS研究の相談と指導を行った。7月19～20日に中間発表会を各クラス毎で行い、12月20～21日に校内で全員発表会を分野毎に行った。その中の優秀研究について、翌年2月1日に筑波大学に於いて、同大学の教授を座長としてお招きし、7つの分野に分かれて発表会を行った。

本校の個人課題研究の特徴を列記する。

- ①生徒自身が研究テーマを決定する。生徒は希望する分野の教師と個別に相談し、自身の進路・適性を考え、それにあったテーマを探索し、課題指導者を決定する。
- ②生徒は研究方法を独自に開発し、定期的に課題指導者の助言を受けながら調査・研究を行う。
- ③大学や関連研究機関を訪問し、第一線の研究者に質問をし、その助言や指導を得て、各自の研究の充実を図る。
- ④研究途中と研究成果の発表会を実施する。7月に中間発表会、12月に論文完成後の発表会、そして翌年2月には筑波大学での優秀者の発表会とポスター発表を行う。

表1. 個人課題研究の流れ

〔平成22年度〕(高1)			
段階	月 日	内 容	流 れ
①	11月1日(月)	第1回説明会(テーマ・指導者の決定方法)	概要説明
②	11月～12月	研究内容案レポート提出	情報の授業で実施
③	12月4日(土)	第2回説明会(前年度研究の発表)	
④	冬休み	関連図書を読み、レポートを作成(担任に提出)	
⑤	1月12日(水)～ 1月24日(月)	テーマの探索期間 「テーマ探索カード」提出(担任に提出)	指導者の調査
⑥	1月24日(月)～ 2月4日(金)	クラス担任からの指導・課題指導者の調整 「テーマ・課題指導者確認票」提出(担任に提出)	指導者の調整 指導者の決定
⑦	2月14日(月)	第3回説明会(研究計画カード作成・諸注意)	
⑧	2月中	課題指導者に研究カードの点検・指導	研究計画の点検
⑨	3月5日(土)	研究カード提出(2部)	研究カード提出
⑩	春休み	春休み課題(文献調査・要約・レポート作成)	実質研究開始
〔平成23年度〕(高2)			
⑪	4月9日(土)	第4回説明会(年間日程の確認・諸手続き)	具体的取組法説明
⑫	7月2日(土)	中間報告書の作成	
⑬	7月19～20日	中間発表会(クラス毎)	
⑭	10月1日(土)	下書き提出締切(レポート作成済分を提出)	学年団に提出
⑮	11月上旬	要旨原稿フォーマットの配布	
⑯	12月3日(土)	レポート・要旨締切	学年団に提出
⑰	12月20～21日	学内研究発表会(全員)	分野毎発表
⑱	2月1日(水)	優秀研究発表会(筑波大学)	

- ⑤ 全生徒の研究論文を全生徒に公開している。進路指導資料室に個人課題研究用のキャビネットを設け、研究論文を個人・クラス・学年毎に保管し、いつでも生徒が閲覧できる。
- ⑥ 生徒は研究の要旨を作成し、それをまとめた個人課題研究の要旨集を発行する。
- ⑦ 個人課題研究は毎週土曜日に3単位を割り当て、正課授業の必修単位である。

### 5. 評価

今年度は従来の個人課題研究としてスタートした。高校2年生とその指導の教員を対象に評価アンケートを研究実施途中の8月31日と研究終了後の12月21日に試行的に実施した。今年度は予め生徒に評価アンケートを実施することを提示してはいなかった。事後調査アンケート結果の抜粋を表2に示す。

このアンケート結果からSS研究の生徒の特徴を挙げると、  
 ① 外部の方に指導を受けた割合が高い (SS:88%, 非SS:53%)。  
 ② 研究に対する意欲が比較的高い (SS:78%, 非SS:67%)。  
 ③ Q10の個々の質問について、「とても良い変化があった」の割合が比較的高いものは次の通りである。

- 【13】 自分に反論 (SS:34%)
- 【23】 仮説の設定 (SS:47%)
- 【3】 研究の説明 (SS:69%)
- 【9】 考えの表明 (SS:44%)
- 【15】 質問に対する適切な回答 (SS:34%)
- 【19】 適切な質問 (SS:37%)

「仮説の設定」について、非SS研究生徒には人文系や芸術系が含まれており、仮説を立てることが少ないと思われるので、相対的にSS研究生徒の方が高くなったと考えられる。また、SS研究生徒の「コミュニケーション」に関する項目が高いのは、外部に指導者を求め、コミュニケーションが必要不可欠であり、必然的な結果であると考えられる。

しかし、今年度は個人課題研究としてスタートし、最終的にSS研究対象として選出したため、「SS研究だから」と断言するのは難しい。

### 6. 次年度への課題

来年度SS研究として本格的に始動する場合、各種アンケートを実施することを明示し、各々の到達目標を事前に提示しておく必要がある。さらに、生徒の自己評価と教員評価との2本立てで実施すれば、より客観性は高まると思われる。

表2. 個人課題研究事後調査アンケート集計結果 2011年12月21日実施

項目	調査項目	選択肢	非SS研究202名		SS研究32名	
			人数(人)	割合(%)	人数(人)	割合(%)
Q2	1年間を振り返り、個人課題研究に対する意欲は全体的にどうでしたか。	非常に積極的・積極的	137	67.8	25	78.1
		消極的・非常に消極的	65	32.2	7	21.9
Q5	あなたは大学の先生や研究者、企業の方や社会人から、アドバイスを指導を受けることができましたか。	はい	107	53.0	28	87.5
		いいえ	95	47.0	4	12.5
Q10 【13】	自分の考えや仮説にあえて自分で反論を試みて、考えを深めることができる。(思考力)	とても良い変化があった	26	12.9	11	34.4
		まあまあ良い変化があった	69	34.2	7	21.9
		少し良い変化があった	80	39.6	13	40.6
		まったく変化がなかった	27	13.4	1	3.1
Q10 【22】	自分の考えやもの見方について、他人の視点から疑問を投げかけることができる。(思考力)	とても良い変化があった	32	15.8	9	28.1
		まあまあ良い変化があった	90	44.6	9	28.1
		少し良い変化があった	69	34.2	14	43.8
		まったく変化がなかった	11	5.4	0	0.0
Q10 【23】	自分らの仮説や予測を立てることができる。(思考力)	とても良い変化があった	53	26.2	15	46.9
		まあまあ良い変化があった	92	45.5	14	43.8
		少し良い変化があった	49	24.3	2	6.3
		まったく変化がなかった	8	4.0	1	3.1
Q10 【3】	自分の研究の目的や内容について相手に説明することができる。(コミュニケーション力)	とても良い変化があった	80	39.6	22	68.8
		まあまあ良い変化があった	88	43.6	7	21.9
		少し良い変化があった	30	14.9	2	6.3
		まったく変化がなかった	4	2.0	1	3.1
Q10 【9】	自分の考えを言葉で的確に表現することができる。(コミュニケーション力)	とても良い変化があった	48	23.8	14	43.8
		まあまあ良い変化があった	93	46.0	13	40.6
		少し良い変化があった	53	26.2	5	15.6
		まったく変化がなかった	8	4.0	0	0.0
Q10 【15】	相手から質問されたことに対して、適切に回答することができる。(コミュニケーション力)	とても良い変化があった	38	18.8	11	34.4
		まあまあ良い変化があった	101	50.0	14	43.8
		少し良い変化があった	58	28.7	6	18.8
		まったく変化がなかった	5	2.5	1	3.1
Q10 【19】	相手の話しをよく聞き、適切な質問をすることができる。(コミュニケーション力)	とても良い変化があった	37	18.3	12	37.5
		まあまあ良い変化があった	81	40.1	8	25.0
		少し良い変化があった	70	34.7	12	37.5
		まったく変化がなかった	14	6.9	0	0.0
Q10 【4】	ワープロで長文を書くことができる。(ICT)	とても良い変化があった	88	43.6	19	59.4
		まあまあ良い変化があった	76	37.6	8	25.0
		少し良い変化があった	29	14.4	4	12.5
		まったく変化がなかった	9	4.5	1	3.1
Q10 【5】	失敗や思い通りにいかないことがあっても、あきらめずに取り組み続けることができる。(問題解決に向かう姿勢)	とても良い変化があった	29	14.4	12	37.5
		まあまあ良い変化があった	101	50.0	10	31.3
		少し良い変化があった	63	31.2	9	28.1
		まったく変化がなかった	9	4.5	1	3.1
Q10 【6】	第一線で活躍する研究者や専門家等と連絡を取り、訪問して話を聞くことができる。(経験の獲得)	とても良い変化があった	46	22.8	13	40.6
		まあまあ良い変化があった	34	16.8	9	28.1
		少し良い変化があった	63	31.2	3	9.4
		まったく変化がなかった	59	29.2	7	21.9

## 筑波山巡検 (地学分野)

### 1. 目的

生徒の科学への興味関心を育成するために実物に触れさせる経験を積む Explore Program として、中学2年生の筑波山キャンプの中で筑波山を構成している岩石などを野外観察し、その生い立ちを考察しようという目的で実施した。

### 2. 対象

中学2年生 (242名) を対象とした。

### 3. 日時・場所

日時：平成23年9月10日(土) 9:45~15:00

場所：雪入ふれあいの里公園

### 4. 地学分野のプログラム

雪入ふれあいの里自然観察路にて、放射線の測定、花崗岩・ペグマタイト・ホルンフェルスの観察、筑波山の生い立ちの考察などを行った。

### 5. 地学分野の内容

中央青年の家キャンプ場を出て、班ごとに雪入ふれあいの里を目指し歩いた。

到着後、自然観察路を上りながら、途中の観察ポイントでそこに見られる岩石の観察や放射線の測定を行った。放射線の値は、花崗岩地帯ということで、例年学校周辺で測定している値よりも若干高めの値を示していたが、今年は福島第一原子力発電所の事故もあったため、例年よりさらに少し高い値を示した。

岩石は、風化した花崗岩、ペグマタイト、ホルンフェルスが観察できる。これらの岩石が見られることから、筑波山はどのようにして形成されたのかを、坂を上ったところにある「風の池」の前で考えさせ、紙芝居を用いながら解説を行った。



図1. 現地での紙芝居による説明

### 6. 地学分野の評価

生徒の足元に転がっている鉱物を紹介してあげると、それまで見過ごしていた鉱物に興味関心を示し、拾い上げて観察する者もいた。現地での岩石の産状などを見ることで、中学3年生で学ぶ地質分野の学習内容についてのイメージを膨らませてくれたのではないかと思う。

### 7. 次年度への課題

中学2年生の地学では、前半に天文分野、後半に気象分野の学習をし、地質分野は扱っていない。筑波山キャンプでは、現地の岩石観察などができるので、その場での学習だけでなく、事前学習を少しでもして巡検に臨むことができれば、興味関心も高めることができるのかもしれない。

## 筑波山巡検 (地理分野)

### 1. 目的

本プログラムには2つの目的がある。

- ① 本校から中央青年の家までのルート設定を2万5千分の1の地形図上で行い、設定したルートを通して、約20kmの道のりを歩く。
- ② かすみがうら市雪入地区の自然環境の観察および果樹園での聞き書き、歴史的な建造物の観察を通じて、地理的な考察力を養う。

### 2. 場所 (日時は地学分野の巡検と同様であるため省略)

場所：かすみがうら市雪入・上佐谷

### 3. 地理分野の内容

①の目的を達成するために、授業を利用して、地形図上でルート設定を行った。また、②の目的を達成するために、かすみがうら市雪入の集落を歩きながら自然観察や歴史的な建造物の観察を行った。さらに果樹園でこの地域で盛んに栽培される梨やブドウの栽培方法に関する聞き書きを行った。

### 4. 地理分野の評価

キャンプ終了後にアンケートを実施した。その結果、地理分野の巡検が充実していたと回答した生徒が約60%と半数以上であることから、おおむね実施プログラムは充実していたと考えられる。また地図を見ることに対する意識変化は、キャンプ実施前後ではあまり見られないが、地図を見ながら歩くことに楽しさを覚えた生徒が多く、読図する力が身につけていると回答した生徒が多いため、読図に対する抵抗感はほとんどなく、地図を活用しようと努力した生徒が多いと言える。

表1. 質問項目と結果 (回答数 236)

キャンプを終えて地図を見ることにより楽しくなったか。	はい (74) 変化なし (131) いいえ (31)
地理巡検は充実していたか。	はい (121) どちらでもない (101) いいえ (14)
キャンプの準備や巡検で興味深かったプログラムは何か。(複数回答可)	キャンプのルート設定 (34) 地図を見ながら中央青年の家まで歩く (114) 歴史的建造物の観察 (7) 果樹栽培の聞き書き (70) 雪入の自然観察 (20)
巡検を通じて身についた力は何か。(複数回答可)	読図力 (118) 自然観察力 (88) 歴史的建造物の観察力 (14) 聞き書きでの質問力 (18)

### 5. 次年度への課題

目的①に関してのみ次年度への課題を述べる。半数以上の生徒が「読図力がついた」と回答しているが、設定したルート通り中央青年の家まで行ったのかの検証はしていない。そこで次年度は、班に1台ずつGPSロガーを携帯させ、実際のルートを記録し、事前に地図上で設定したルートと重ね合わせ、設定したルート通り進めていたのか振り返りが必要であると感じた。この振り返りを行うことで、筑波山キャンプを通じて、本当に読図力がついたのかを判断する必要があると考えられるので、ぜひ実施したい。

## 地図を使った地域調査

### 1. 目的

生徒が自分の興味関心に沿って地域調査のテーマを設定し、現地調査及び文献・資料調査から、対象地域の特性について考察することを目的とする。さらに、地域調査の結果を四つ切画用紙もしくは模造紙などにまとめ、クラス内で発表することにより、地域調査の内容をわかりやすく伝えるにはどのようにしたら良いか考えさせるきっかけを与える。

### 2. 対象学年

中学2年生（242名）を対象とした。

### 3. 実施期間

課題の取り組み期間は夏期休業中である。課題は夏期休業明けに回収し、12月の授業の1時間分を使用して、全員に発表（ポスター形式で、持ち時間は8分）の場を設けた。

### 4. 指導内容

課題には必ず、調査対象地域の地図を使用することを条件とし、生徒が夏期休業中に自主的に取り組めるよう事前指導を行った。なお、9月には学年行事である筑波山キャンプがあり、筑波山麓までの約20kmの距離を、地形図を見ながら徒歩で向かうので、地形図を見ることに慣れ親しんでもらうために、地形図を使用することを奨励した。事前指導では、主に地形図の読図、特に等高線や地図記号の読み取りなど、基本的な内容の確認をした。

またテーマの例をいくつか紹介しながら、生徒の地域調査のイメージを膨らませた。以下に紹介したテーマの一例を紹介する。

表1. 推奨テーマと調査内容（例）

推奨テーマ	調査内容（例）
水害のあった場所と水害対策施設	どのような地形が水害にあいやすいか。水害発生時の対策の具体例を聞き取り調査し、まとめる。
作物の栽培分布	土地利用調査を実施し、土地利用図を作成する。その土地の気候や地形などから、なぜそこでその作物が栽培されるのかを考察する。
自分の住む町の変化	新旧の地形図を利用して、自分の住む町がどのように変化してきたのかを地形図から読み取り、その変化の背景を考察する。
通学路調査	通学路の外灯数とその分布をまとめ、通学路に潜む危険について考察する。
昔ながらの集落とニュータウン	新旧の地形図を利用して昔からある集落と新興住宅地の立地条件を比較し、地形面や交通面などから考察する。
歴史的な史跡の調査	歴史的な史跡がなぜそこに残っているのか、分布図を作成する。また歴史的な史跡がその場所にできた背景を、その土地の歴史から考察する。

12月の授業中に、発表のための原稿作成を行った。原稿は、動機・目的・調査方法・調査した内容と結果・考察の順でまとめ、発表しやすいように口語体でまとめさせた。

発表形式はポスターなので、与えられた時間内に、生徒は自由に友人を訪ね、訪ねられた発表者は友人に向けて、自身の取り組んだ研究について発表した。

## 5. 評価

地域調査とポスター発表を終えた生徒に対して、アンケートを実施した。その項目を以下に示す。

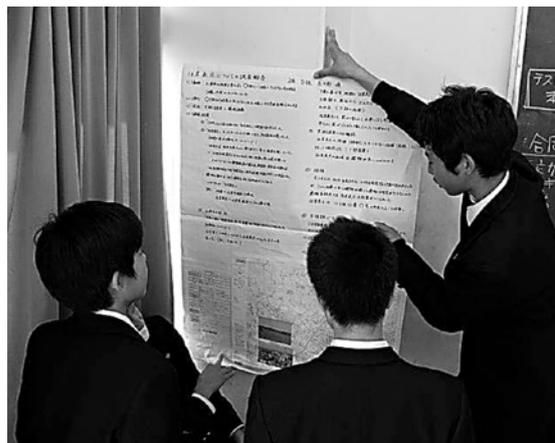


図1. ポスター形式での発表風景

表2. 質問項目と結果 (回答数 242)

質問項目	結果
地理は好きか	大好きだ (24) 好きだ (113) 嫌いだ (23) 大嫌いだ (7) どちらでもない (75)
調べ学習は好きか	大好きだ (17) 好きだ (100) 嫌いだ (41) 大嫌いだ (11) どちらでもない (73)
地域調査で楽しかったこと (複数回答可)	現地調査 (107) 文献調査 (50) 紙にまとめる (95) 楽しくなかった (39)
地域調査で大変だったこと (複数回答可)	現地調査 (114) 文献調査 (85) 紙にまとめる (119) 特になし (15)

上記の結果から、「地理好き」と「調べ学習好き」の相関が高いことから、地理の授業への興味を引き出しながら、授業内で調べ学習の手法や例を紹介していくことでより完成度の高い作品が作られることが予想される。このアンケートから、「地域調査で楽しかったこと」と「地域調査で大変だったこと」が同じ項目において高い数値を示すことから、この取り組みは、「大変だけれども楽しみを感じることができる」と多くの生徒が考えていることが分かった。また生徒からは「本当に大変だったけど、やってよかった」「知らないことが発見できて嬉しかった」「改めて自分の街のことを知るいい機会になったのでよかった」「今まで以上に地理に関心が持てた」「他の人の発表を聞くのもよい勉強になった」「自信をもって発表できた」「すごく楽しくて、これをやってから地理に対する気持ちが変わった。いろいろなことを深く考えたりするなかで、地理に対する苦手意識がほとんどなくなった」など、前向きな感想が多く得られた。その一方で、地理や調べ学習に対してあまり興味関心のない生徒からは「大変だった」「辛かった」などの感想が寄せられたが、「はっきり言ってつまらなかったが、自分の家の周辺のことを知ることができてよかった」「楽しくなかったが、すごく勉強になった」など、取り組み自体には否定的だが、取り組んだことに対しての学習効果はあったと実感している感想も数多くみられた。

## 6. 次年度への課題

対象地域の特性について考察力をつけるためには、授業で多くの事例を取り上げて紹介していくことも必要である。また現地調査では「何を調査すると何が明らかになる」や「調査結果を組み合わせてわかること」など、具体例を紹介することで、より分かりやすいポスター作成へとつながると考えられる。以上のことから、データ収集方法や図の作成・読み取り方法についてのトレーニングをする必要性を感じた。

## SS Camp

### 1. 目的

生徒の科学への興味関心を育成するために実物に触れさせる経験を積む Explore Program として、普段の授業の中では行えない実験実習を体験させようという目的で、5つのプログラムを用意、実施した。今年度は、夏と冬に実施したが、ここでは夏の取り組みを紹介する。

### 2. 対象

中学2年生(241名)を対象とした。

### 3. 日時

DEF組 平成23年7月19日(火) 9:00~12:30

ABC組 平成23年7月21日(木) 9:00~12:30

### 4. 内容

3クラスの生徒を5つのグループに分け、時間で交替しながら以下のプログラムを体験させた。

#### (1) ペットボトルロケットの打ち上げ

1.5L ペットボトルに水を入れ、自転車の空気入れを使って飛ばす実験をした。19日はあいにくの雨の中での実施となったが、飛距離には水の量や打ち上げ角度などが関係してくること、打ち上がったときにペットボトル内が白く濁ることなどに気付く生徒がいた。



図1. ペットボトルロケットの実験

#### (2) 大気圧の大きさを見る

非常階段から伸ばした長いホース内の空気を真空ポンプで引き抜いていき、水柱がどこまで上がるかを見た。気圧については授業で学習済みであるが、改めて大気圧がどのようにして生じるのかを紙芝居で説明し、その後に実験を行うことで、大気圧の力の大きさを再認識させることができた。

#### (3) 不思議なコマ?!

白黒模様塗り分けたコマを作って回すとカラフルな色が出る現象、また青赤緑に塗り分けたコマを作って回すと色が消えたりする(白色になる)現象を観察した。また、回すと逆立ちするコマを作成し、その様子も観察した。原理の理解は難しいと考え、詳しい説明は行わなかったが、白黒模様から色を発したり逆立ちをするコマを見て驚く生徒がいた。



図2. 不思議なコマの製作

#### (4) いろいろな電話

糸電話、風船(中の空気)電話、針金電話を作成し、音の伝わり方を比較させた。音の学習は秋に行う予定で、その導入として、それぞれの材料による音の伝わり方の違いを比較させることができた。

#### (5) 飛べ！紙飛行機

3種類の型紙から好みのものを1つ選び、ハサミで切り抜き、説明書にしたがって組み立て、完成したら中庭で飛ばす実験をした。製作過程で生じてしまう微妙なバランスの違いで、飛行姿勢や飛行距離が変わってしまっていた。中には、翼の角度を変化させ、良く飛ぶように工夫している生徒もいた。



図3. いろいろな電話の実験

### 5. 評価

生徒の感想には、「どの実験も面白く、新たな疑問がたくさん見つかった」、「知りたいことが増えた」、「少し理科が好きになった」という肯定的なものが多かったが、一部には「つまらなかった」というものもあった。動きがあったり色が変わったりするような実験は、生徒の興味関心を引くことができたようだが、動きや変化の少ない実験は、その実験をすることでどのようなことがわかるのかなどについての解説を工夫しないと、あまり好奇心のない生徒には飽きられてしまうようだった。



図4. 飛べ！紙飛行機の製作

### 6. 次年度への課題

中学2年生の物理では、力、光、音、電気について学習させている。今回は、そのうちの力、光、音に関する実験実習プログラムを用意したが、その内容については理解の難易度が適当であったか、生徒の興味関心を引けるものだったかなど、今後検討すべき課題があると考えられる。

大学院生に補助員として援助してもらうことで2日間のプログラムを何とか実施することができた。グループ分けした生徒をローテーションさせて休みなく相手し、実験実習を続けるのは、なかなかハードなスケジュールであった。

各実験実習の原理については、あまり詳しい解説はせずに、不思議に思ったことを各自で調べさせられたら、と考えたが、「不思議なコマ」などは少し難しかったようである。原理の理解を助けるような解説の工夫について、補助員との事前学習を充実させることで、より充実したプログラムに改善していけたらと思う。

## 生物巡検

### 1. 目的

生徒の科学への興味関心を育成する Explore Program として、自然解説員による指導のもとに野外観察を体験することで、自然観察のテクニックや観察のポイントなどを身につける。そうすることによって、生物の多様性を理解するとともに、里山の自然環境におけるヒトの活動も含めた生物のつながりについて考える。

### 2. 対象

中学3年生(121名)を対象とした。

### 3. 日時・場所

日時：平成23年10月19日(水)、場所：茨城県牛久市「牛久自然観察の森」

### 4. 内容

- ・ 事前調査により、生徒の興味関心の対象をもとに「野鳥グループ」「植物グループ」「昆虫グループ」の3グループに分けておいた。各グループの人数は約40名である。
- ・ 「野鳥グループ」では、2人に1台の割合で双眼鏡をもち、野鳥観察の基礎知識を学んだ後、鳥の鳴き声や鳥が暮らす様子などを観察した。
- ・ 「植物グループ」では、人工林と雑木林、竹林の観察を通して植生の違いを学習した。また、里山を代表する樹木等についても学んだ。
- ・ 「昆虫グループ」では、ルーペを手に雑木林の昆虫の観察等を行った。
- ・ 各グループとも、観察の合間を利用して、フクロウの生活を紹介するビデオを鑑賞した。

### 5. 評価

巡検終了後に提出させたレポートにおいて、「印象に残ったこと」「感想」の項目に記述されていた内容を分析したところ、成果が窺われる記述として以下のような結果が得られた。

- ・ 「観察のテクニック」に関する記述(34件)  
例：「植物のにおいが印象に残った」「鳥があまり食べない木の実の味はまずい」「鳥の声に耳を澄ますといろいろな音が聞こえた」他
- ・ 「観察による発見や感動」に関する記述(73件)  
例：「木がまとまって倒れているところあり、木にも競争がある」「たくさんの葉に見えるヌルデの葉もよく見ると1枚」「カワセミの美しさに感動」他
- ・ 「生物多様性の理解」に関する記述(59件)  
例：「スギばかりでなく、もっと自然にあった木を植えなければならない」「スズメバチもいなくなれば自然のバランスが崩れてしまう」「森林が減っているのでフクロウのことが心配」他
- ・ 「自然に対する興味関心の向上」に関する記述(40件)  
例：「身の回りにも興味を持っていきたい」「家の周りでも観察したい」「虫が苦手だったが、精一杯生きている姿に、理解し共存していこうと思った」他

### 6. 次年度への課題

生徒の多くは今回の巡検を好意的にとらえており、当初の目的は達せられたと考えられるが、生徒同士のプレゼンテーションなどを行うと、より効果が上がったのではないかと。

## 地学巡検

### 1. 目的

生徒の科学への興味関心を育成する Explore Program として、岩石・鉱物、固体地球分野を学習している中学 3 年生で、野外観察を行い、地元の地形とその成り立ちを考察するという目的で、巡検を実施した。

### 2. 対象

中学 3 年生 (120 名) を対象とした。

### 3. 日時・場所

日時：平成 23 年 10 月 19 日 (水)、場所：茨城県つくば市～かすみがうら市

### 4. 内容

- ・移動中のバスの車窓から、筑波台地・桜川低地・筑波山地などの地形を観望した。
- ・禊橋近くの桜川河原にて、河原の礫の観察や河岸のクロスラミナ、河床の生痕化石などを観察した。
- ・筑波梅林にて、斑糲岩・花崗岩の観察をした。
- ・雪入ふれあいの里にて、花崗岩・ペグマタイト・ホルンフェルスの観察をした。これらの地形・地質の観察から、つくば周辺の土地の成り立ちについて考えさせた。

### 5. 評価

4 月の開講時に「自然景観を見ること」、「土地の成り立ちを考えること」に興味があるかどうかを 5 件法で調査し、巡検後にもそれぞれについて興味を持てたかどうかを同様に調査した。その結果についてクロス集計したものが下の表である。これらのクロス集計に基づいて  $\chi^2$  検定を行ったところ、表に示すような検定結果が得られた。

表 1. 巡検前後での興味の変化

自然景観 事後 自然景観 開講時	興味を持 てな か っ た (1, 2 点)	ど ち ら で も な い (3 点)	興 味 を 持 て た (4, 5 点)	成 り 立 ち 事 後 成 り 立 ち 開 講 時	興 味 を 持 て な か っ た (1, 2 点)	ど ち ら で も な い (3 点)	興 味 を 持 て た (4, 5 点)
興 味 が な い (1, 2 点)	2 <sup>***+</sup>	2 <sup>**+</sup>	2 <sup>**-</sup>	興 味 な い (1, 2 点)	4	13 <sup>+</sup>	18 <sup>**-</sup>
ど ち ら で も な い (3 点)	0	3	18	ど ち ら で も な い (3 点)	0	7	22
興 味 が あ る (4, 5 点)	0 <sup>*-</sup>	4 <sup>*-</sup>	84 <sup>**+</sup>	興 味 あ る (4, 5 点)	3	9	38

$\chi^2$  検定の結果  $+p < .10$ 、 $*p < .05$ 、 $**p < .01$  \*の後の+-は有意に多いか少ないかを表す。

データ数が少ないながらも、どちらも事前の興味の有無が大きく影響している結果となった。

### 6. 次年度への課題

例年、観察地点に理科教員を配置して行っていたが、今年はバスガイド方式で行動を共にし、車窓の解説なども加えてみたところ、いつも何気なく見ている景色が新鮮に映ったようである。当日の案内、プレゼンテーションなどの工夫はもちろん大切だが、やはり事前に関心を持たせられるようなガイダンスができるかが重要とわかったので、これを次年度の課題としたい。

## SS Overnight Study

### 1. 目的

生徒の科学への興味関心を育成する Explore Program のうち夜間活動を伴う Overnight Study として天文学をテーマに実施した。夜間観測や講演を通して天文学に親しみ、天文学や観測活動に興味関心を深めることを目的とした。

### 2. 参加者

科学部天文班ならびに公募した一般生徒をあわせ合計 21 名 (表 1) が参加した。

表 1. 参加者の内訳

		中学 1 年	中学 3 年	高校 1 年	高校 2 年
科学部天文班	男子	1	2	—	1
	女子	—	3	1	—
一般生徒	男子	1	6	—	—
	女子	1	—	5	—
計		3	11	6	1

科学部天文班以外の生徒は 2 名ほど流星観測会などに参加した経験があるものの、ほとんどの参加者は天体観測がはじめてであった。

### 3. 時期・場所

期間：平成 23 年 10 月 29 日から 31 日まで。

場所：長野県上水内郡小川村大洞高原・小川天文台

### 4. プログラム

- 1 日目 午後 オリエンテーション  
夜間 天体観測 (夜 02:00 まで)
- 2 日目 午前 講演「望遠鏡で広がる星の世界」丸山卓哉先生 (日本流星観測会会員)  
惑星の動きを星図にプロットする  
午後 簡易分光器の製作と光のスペクトル観察  
夜間 天体観測 (※実施当日は雨のため、望遠鏡の発展に関するビデオ視聴、プラネタリウムによる四季の星座を学習するプログラムに変更)
- 3 日目 午前 太陽の黒点観測

### 5. 内容

29 日 (土) の天候は曇りであったが、雲の間から空を見ることができたため天体観測は可能。天候のことを考え、計画より 1 時間早い 19 時から観測を開始した。初心者向けのプログラムということで、北極星の探し方からはじまり、一等星マラソン、惑星観測 (木星)、星雲・星団観測を実施した。惑星観測では、木星を 2 つの口径の違う望遠鏡で見ることによってその像の違いなどを確認した。星雲・星団では、双眼鏡でも見ることができるアンドロメダ大星雲、肉眼で見えるプレアデス



図 1. 60cm 望遠鏡を操作する中学生

星団などが観測できた。天文台の 60cm 望遠鏡は主に科学部天文班員が操作をして、一般参加者に観察してもらう形をとった。観察できた主な天体は、天王星、冥王星、アンドロメダ大星雲、あれい星雲など。雲には悩まされたものの火星が昇ってくる午前 2 時まで活動した。30 日 (日) 午前丸山先生による講演を実施。講演内容は、ガリレオの望遠鏡の開発など昔の観測技術のこと、流星観測や惑星の動きを観察する方法などの紹介であった。講演後にいただいた資料をもとに木星の動きを星図にプロットする実習を行った。午後は簡易分光器を自分でつくり、太陽光、蛍光灯、白熱電球、LED、ディスプレイなどの光のスペクトルを観測した。雨のため夜間観測は中止した。その代わりにビデオ (NHK 地球ドラマチック) を視聴し、ガリレオからはじまる望遠鏡の発達の歴史について学習した。その後、プラネタリウムで四季の星座の確認や北極点の星空や南半球の星空について学んだ。31 日 (月) 朝に晴れ間がのぞいたため、前日の午後にできなかった太陽の黒点観察を実施した。

## 6. 評価

本プログラムを生徒に 10 点満点で評価させたところ平均は 8.5 であった。本プログラムを終えて書いた生徒の振り返り文の記述には、①一般生徒は光害の少ない場所でたくさんの星が見えたことに感動 (5 名)、②望遠鏡を通して見た天体の素晴らしさ (5 名)、③望遠鏡の仕組みや赤道儀の動きなどに感心した (2 名)、④分光器をつくり観測したことが興味深かった (2 名) などがあつた。プログラム全般について述べられており、初心者にとって有意義なプログラムであったことが推察される。一方、科学部員は「望遠鏡の口径と見え方の違いがよくわかった」「60cm 望遠鏡でたくさんのメシエ天体が見られた」「赤道儀の使い方をマスターした」など一般生徒よりも少し専門的な内容の記述が多くみられ、同様に満足のいくプログラムであったことがうかがえる内容であった。質問紙によるプログラムを通しての生徒の変容の結果を表 2 に示す。ほとんどの生徒がより天文学に興味を持つことができた。以上のことから、本プログラムはその目的を十分に達成したと考えられる。

表 2. 質問紙の項目と回答

質問項目	回答
星空を見ることをより楽しめるようになった	はい (21) 変化なし (0) いいえ (0)
天体そのものにも興味をもてるようになった	はい (20) 変化なし (1) いいえ (0)
望遠鏡などの観測機器に興味をもった	はい (19) 変化なし (2) いいえ (0)
天文学を身近に感じるようになった	はい (20) 変化なし (1) いいえ (0)

## 7. 次年度への課題

今年は事前学習として天文に関する知識のチェックを実施したが、現地でのプログラムをより充実したものにするためにも、今後は事前学習の内容を充実させることが課題である。このように事前学習を充実させることで、プログラム中の講演内容などをより高度なものに替えることができると考えられる。例えばその一つとして、事前に学校内で夜間観測を実施することが挙げられる。さらに、プログラムの内容に関しては、異なるいくつかの場所で観測を行うことで光害の影響の程度を評価できるような活動や、ある期間をかけて継続的に観測を行うことで惑星の動きに関する理解を深めることができるような活動を新たに導入していきたい。今後は、観測記録から生徒らが事実を発見できるようなプログラムの開発を目指していきたい。

## 分子遺伝学実習

### 1. 目的

本校では中学3年次に生物の授業で「遺伝子としてのDNA」について学習済みである。しかし、その細胞内で起こっているプロセスを直接目にする事ができない。生徒の科学への興味関心を育成する Explore Program として、遺伝子に関わる2つの実習を行い、細胞内の遺伝子発現のプロセスを理解するとともに、バイオテクノロジー研究に必要な操作を理解し身につけていく。また、分子遺伝学の研究の応用について考えさせる。

### 2. 耳垢型遺伝子 *ABCC11* 多型の解析

#### (1) 目的

遺伝子診断実験を体験し、そのしくみを理解する。また、分子遺伝学の実験の際に必須となる実験器具や機械装置の扱い方を習得する。さらにその機械装置での反応原理を学び理解する。

#### (2) 対象

高校1年生・高校2年生（希望者：25名）を対象とした。

#### (3) 日時・場所

日時：平成24年1月20日（金）、2月10日（金） 場所：本校生物実験室

#### (4) 実験内容

##### ① 1日目

- ・ 実験者は自分の毛髪を1本採取し試料とした。
- ・ 毛根部をダイレクトPCR反応液に添加して、PCR反応により耳垢遺伝子 *ABCC11* を増幅した。反応サイクルは、まず予備加熱を95℃で2分行った後、続いて変性を98℃で10秒、アニーリングを55℃で30秒、伸長反応を74℃で30秒というものであり、この一連のサイクルを40サイクル行い、最後に74℃、2分で伸長反応を完成させた。

##### ② 2日目

- ・ 制限酵素 *Dde I* を用いた酵素処理を行った。反応は37℃で1時間行った。
- ・ 酵素処理で生成した消化産物を電気泳動法で分離した。比較として酵素処理前のPCR産物についても電気泳動を行いPCR反応の成否を確認した。電気泳動の結果から、遺伝子型が優性ホモ、ヘテロ、劣性ホモのいずれであるかを判断した。その結果、被験者の約90%が劣性ホモ型であり、約10%がヘテロ型であることがわかった。
- ・ なお、PCR増幅サンプルは誰の試料かを特定できないようにシャッフルして酵素処理に供し、遺伝情報の特定ができないようにして個人情報の取り扱いに配慮した。
- ・ 実験の手順は、武庫川女子大学木下健司「遺伝子診断教育のための簡便な耳垢型遺伝多型解析法」分析化学 Vol.59, No.7 (2010) によった。



図1. 実験の様子



図2. 電気泳動の結果

### (5) 成果

参加生徒の学習意欲は高く、積極的に実験に取り組んだ。PCR 反応により目的の DNA が確かに増幅できること、さらに制限酵素処理により生成するさまざまな長さの DNA 断片が電気泳動によって分離できること、その電気泳動結果を解析することで遺伝子型が特定できることを理解した。さらに実験を通して遺伝子実験の手法の基本技術を習得することができた。

### (6) 今後の課題

- ・ 実施の時期を早めて、高校3年生の「生物Ⅱ」履修者にも実験を実施して、遺伝子に関わる実験を体験させたい。教科内容の理解を深める上でも有効であると考える。
- ・ 実験内容を検討し、さらに充実を図る必要がある。例えば、実験に併せて、塩基配列の解読法についてモデルを使ったシミュレーションを行うなど、より教育効果の上がるプログラムに発展させたい。

## 3. 大腸菌の遺伝子組換え実験

### (1) 目的

バイオ・ラッド社の「pGL0 バクテリア遺伝子組換えキット」を用いて、大腸菌へのオワンクラゲ GFP 遺伝子導入を行う。このキットでは、導入された遺伝子により合成された GFP が発光するため、細胞内での遺伝子の働きを可視化することができる。また、実験後の講義により遺伝子組換え技術の可能性について考えさせる。

(2) 対象 中学3年生～高校3年生（希望者：40名）を対象とする。

### (3) 日時・場所

日時：平成24年3月9日（金）、10日（土）14:00～18:00 場所：本校生物実験室

### (4) 実験内容

- ・ バイオ・ラッド社の「pGL0 バクテリア遺伝子組換えキット」を用いて、大腸菌へのオワンクラゲ GFP 遺伝子導入を行う。
- ・ 事前に自習用テキストを配布し、基本的用語をチェックするとともに、操作についてその意味も含めて理解する。
- ・ キットに入っているピペットや植付け用ループを用い、試薬の調整や大腸菌の植え付けを行う。この操作を通して、遺伝子組換え実験に限らず、微生物を扱う実験に共通して必要な大腸菌の取り扱い方を身につける。
- ・ pGL0 プラスミドをヒートショックにより大腸菌に導入する。この操作により、遺伝子導入の手法の1つを理解するとともに、細胞膜の性質についても考える。
- ・ pGL0 プラスミドには、GFP 遺伝子とともにアンピシリン耐性遺伝子 (*bla*) を含んでおり、アンピシリン添加培地により、目で判断することができない遺伝子導入の成否をスクリーニングできることを理解する。
- ・ pGL0 プラスミドには、さらに DNA 結合タンパク質 *araC* の遺伝子を含んでいる。*araC* は、通常は GFP 遺伝子上流に組み込まれたプロモーター ( $P_{BAD}$ ) に結合して、遺伝子の転写を抑制しているが、アラビノースと結合することでその構造を変化させ、その抑制が解除される。培地中のアラビノースの有無により、GFP 遺伝子発現の様子を比較することで、遺伝子発現調節のしくみを理解する。
- ・ LB 培地にアンピシリンを添加したプレート、LB 培地にアンピシリンとアラビノースを添加したプレートで遺伝子導入を行った大腸菌を培養する。さらに、LB 培地にアンピシリンを添加したプレート、LB 培地のみのプレートで遺伝子導入を行わなかった大腸菌を培養する。そして、これら4つのプレートの結果を比較することで、データ分析の仕方などを理解する。
- ・ 実験後の大腸菌を滅菌処理することで、遺伝子組換え生物の取り扱いについて考える。

### 3 節 Tsukuba Program

#### 1 項 仮説

Tsukuba Program においては、「理数系の生徒に自信を抱かせるとともに、国際的に活躍する自分像を肯定的に描かせ、理数系科目において、学習意欲とともに学力をも向上させるための因子の一つとして、高大連携・高研連携による、最先端科学の体験が大きく寄与する」という仮説を設定した。筑波研究学園都市に位置するという本校の地の利を生かし、従来から取組を続けてきた高大連携・高研連携をさらに加速させ、筑波大学・茗溪会を中心として高大連携・高研連携を図り、国内外の最先端の優れた研究に触れさせることで、理系に対する進路意識や職業観を涵養することを目指した。

#### 2 項 研究内容・方法・検証

まず、筑波大学および、筑波大学の同窓会であり本校の設立母体である「茗溪会」との三者連携を進めた。また、つくば市内・近隣の研究機関との連携を探り、さらには各教員の持つネットワークも生かしながら、平成 23 年度は以下のような取組を進めた。

「科学講演会」(中 2 対象、高 1 対象、高 2 対象、中 1～高 2 対象)

「SS Medical Seminar」(高 1・高 2 希望者対象)

「SS Lab Tour」(高 1 対象)

「SS Geo Tour」(希望者対象)

「SS 研究発表会」(高 1・高 2 SS 研究選択者・個人研究生徒・科学部等対象)

「科学倫理ワークショップ」(希望者対象、2 月末実施)

生徒達が科学の最先端に触れ、科学の奥深さを実感をもって認識できること、そして科学の諸分野に対する進路意識やキャリア意識の向上を図る指導法および評価法を開発することを目指した。その際、次の 4 点に留意して、具体的な活動を展開した。これは、各取組を検証する際にも重要な点として考えている。

- ・一度きりではなく、年複数回、年単位での継続的な連携を図る
- ・生徒が研究者の研究現場・大学教育の現場に入り、体験を通して学ぶ機会を持つ
- ・研究者の生の声を生徒に届ける
- ・多様なニーズに対応できるよう、理数系の幅広い分野について展開する

ただし、今年度に関しては、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災の影響が大きわめて大きく、Tsukuba Program の実施に当たっても大きな影響を受けた。近隣の大学や研究機関にも大きな被害が出たため、生徒の訪問についても、大学や研究機関との日程・時期の調整を十分に図ることができず、取組自体を断念したり、規模縮小を余儀なくされたりした。来年度の大きな課題となっているが、一方では互いに負担の少ない形での連携を探るという点でメリットはあったと考えられる。

検証に関しては、7 月に行った「SSH 基礎調査」および、事後アンケートを中心としたが、事前と事後の生徒の変容をより詳細につかむことができるよう、例えば「科学講演会」などにおいては、自由記述での回答を設けるなどの配慮をした。

## 中 2 科学講演会

### 1. 目的

当初本講演会では、中学2年生が9月に筑波山周辺で行う筑波山キャンプの事前学習として、研究者から筑波山の地質などについて紹介していただく予定であった。しかしながら、3月の大震災を受けて、より広い見地から「地球科学」という学問が現代社会で果たす役割についてのお話もご紹介していただくこととした。

### 2. 対象

中学2年生（242名）を対象とした。

### 3. 日時・場所

平成23年7月20日(水) 9:30～11:00

茗溪学園中学校高等学校第2食堂において実施した。



図1. 講演会の様子

### 4. 講演者

早稲田大学教育・総合科学学術院教授である円城寺守先生をお招きした。

### 5. 内容

初めに3月11日の東日本大震災を経験し、地球科学の研究者として先生は「地球科学は宇宙から原子までの幅広い対象をもつ学問であるが、果たして科学は誰に対して何をなし得るのか、何をなすべきなのか」など考えさせられたという。急速に地球環境を変化させている我々人類が、あと何年もつのかというローマクラブの予測なども紹介された。地震についてはなかなか困難である地震予知の研究を進めるだけでなく、減災システムを考案する研究などとバランスよく進めることが大事である。今回の震災では、福島第一原子力発電所からの放射性物質の飛散が問題となっているが、実は自然界には放射能をもつ物質はたくさん存在している。ジルコンなどはペグマタイト中に多く析出し、福島や岐阜などに多い。筑波山からもペグマタイトは産出する。筑波山は双峰の山だが、なぜ双峰、紫峰なのか。また、それは高さに関係するのか。山のでき方には、押されて、噴いて、積って、流れて、削られてといろいろなでき方がある。筑波山はマグマが地下深くで冷え固まった深成岩からなるが、斑糲岩  $3.0\text{g}/\text{cm}^3$  が上で花崗岩  $2.7\text{g}/\text{cm}^3$  が下なのはなぜか。筑波石は表面がゴツゴツしているが、飛び出している鉱物は何かなど、課題は多岐にわたった。

科学は面白いだけではなく、資源、エネルギー、生命、汚染、防災などいろいろな問題解決に不可欠なものである。したがって、判断、決断を迫られる為政者、司法者こそ自然科学を学ぶ必要がある。何事もバランスが大事である。ぜひ、SSH(Standard Social High sense)を目指してほしい。

### 6. 評価

前半の震災に関わっての地球科学が果たす役割などのお話は興味深かったが、中学2年生には少し難しかったようである。後半の筑波山の紹介は、9月の筑波山キャンプでの野外学習のヒントになったかと思われる。

### 7. 次年度への課題

中学2年生には難解な部分もあったが、科学の奥深さが少しは伝わったのではないかと思う。もう少し易しい内容にさせていただけるよう事前の打ち合わせを入念に行った方がよいと思われる。

## 高 1 科学講演会

### — 「環境を考える」・分科会・報告会 —

#### 1. 目的

環境に関わる分野の専門の研究者から直接にその研究内容を聞き、さらに質疑応答を行うことで、環境問題に関する関心を高めその理解を深めるとともに、研究に必要な理論的思考を学ぶ。

#### 2. 対象学年

高校 1 年生 (252 名) を対象とした。

#### 3. 日時と場所

(1) 講演会および分科会は平成 23 年 7 月 19 日に実施した。基調講演会は第 1 AVE で行い、分科会は高校 1 年の HR 教室で行った。

(2) 報告会は平成 23 年 7 月 19 日に第 2 食堂で実施した。

#### 4. 講演のタイトル、講演者所属、氏名

##### (1) 基調講演

「地球観測と南極観測」国立環境研究所地球環境データベース推進室中島英彰先生

##### (2) 分科会

A 分科会：「温室効果ガス全体分布のモデリング」

国立環境研究所地球環境データベース推進室 白井知子先生 (生徒数 32 人)

B 分科会：「生物・生態系環境と生体遺伝情報解析」

国立環境研究所生体遺伝情報解析研究室 中嶋信美先生 (生徒数 50 人)

C 分科会：「河川・湿地帯における生態学」

国立環境研究所生態系機能評価研究室 亀山哲先生 (生徒 42 人)

D 分科会：「広域大気汚染のモデリング」

国立環境研究所大気汚染モデリング研究室 永島達也先生 (生徒 42 人)

E 分科会：「環境経済政策とは」

国立環境研究所環境経済政策研究室 岡川梓先生 (生徒 43 人)

F 分科会：「オゾンホール」

国立環境研究所地球環境データベース推進室 中島英彰先生 (生徒 42 人)

#### 5. 事前準備および講演会・報告会の運営方法

分科会の構成は、生徒に希望アンケートを行いそれに基づいて振り分けを行った。各分科会には班長をおき、構成員は、事前調査係、運営係、報告係の 3 つの係のうちの一つを担当した。班長は運営係に所属し、分科会全体の運営の統括を行った。事前調査係は事前調査を行って資料を作成し質問用紙と共に構成員に配布した。運営係は質問用紙の取りまとめと当日の会場設営および司会進行を行った。報告係は報告会のためのパワーポイントの作成と報告会でのプレゼンテーションを行った。

事前学習の取り組みの一つとして、基調講演に向けて学年全体で DVD「NHK プロジェクト X 極寒南極越冬隊の奇跡—南極観測 11 人の男たち」と「NHK プロジェクト X 運命の船 (宗谷) 発進」を見た。

#### 6. 基調講演の内容と評価 (生徒感想)

##### (1) 内容

##### ① 自己紹介

- ②地球の歴史から始まり文明の発展、人口爆発、環境問題の発生について
- ③環境問題の一例としてオゾンホール発生とモントリオール議定書などの国際的な対応について
- ④オゾンホール発見の場となった南極観測の紹介
- ⑤研究者という職業についての紹介

## (2) 感想

オゾン層に穴があいてしまうくらい現状は深刻なのだと知り、もっと気を付けなくてはいけないのではないかと考えた。全てのエネルギーを再生可能な資源から作るのはとても難しいので、再生可能なものと不可能なものでバランスをとることが

重要なのだと知った。これにより過度な節約でストレスを感じることなく、環境問題に取り組むことができるのではないかとこの考え方を持った。ただ節約、節約というのではなくて、バランスが大事だという意識が変わった。

南極観測は意外に一般の人も行けるということを知って驚いた。研究はとても楽しそうだと思ったけれど、家を建てたり、除雪をしたりと大変な作業も多いと感じた。

捨てられたデータの中から忠鉢博士はオゾンホールを見つけられたと聞き興味を持った。これからもオゾンホールを無くすためにフロンガスを全廃する運動は続いていくけれど、フロンガスの代わりに利用できる環境に優しいガスはもう発見されて、利用されているのだろうかという疑問に思った。一回破壊された環境を元に戻すことはとても難しいと改めて感じた。これからもなるべく破壊せずに、今「壊れている部分」をなるべく元に戻す作業に力を入れていくべきだと思う。



図 1. 中島英彰先生による基調講演会の様子

## 7. 分科会についての評価 (生徒感想)

### (1) A分科会「温室効果ガス全体分布のモデリング」

世界中にある国の中でどこか一ヶ国でも自分勝手に温室効果ガスを排出すると、大気に国境はないので全く関係のない国まで被害を及ぼすことに改めて気付かされた。また、例えば日本でフロンガスを発生させても日本上空のオゾンホールが破壊されるのではなく、空気の流れにより南極などの上空でオゾンホールが破壊されることが分かった。

世界には数えきれない程の問題がある。内戦・紛争・原発・人口増加・食糧危機・石油危機・貧富の差…このような問題で迅速に解決しなければいけないのは何なのか、優先順位も分からない。この分科会で白井先生からお話を聞いた時、中国をはじめとする発展途上国が産業発展をする上で、ある程度の温室効果ガスを出してしまうのは仕方ないと思った。したがって、我々先進国が協力して温室効果ガス削減に努め、国際協力をする必要があるのだと思った。



図 2. A分科会の様子

### (2) B分科会「生物・生態系環境と生体遺伝情報解析」

遺伝子組換え作物の話では、環境に影響を与えるかもという危険性と組換えによる農業などに与える可能性を知ることができた。また開発(新しいものを生み出すこと)にはリスクが必要なのだということと、人は環境に悪



図 3. B分科会の様子

いことばかりするというイメージから、研究者による努力によって人はどんどん豊かな世界をつくり出しているというある種の尊敬のイメージを持つようになった。しかしそれでも「豊かな」という言葉の捉え方は人によって異なり、そうであるが故の今日の環境問題があるのだなとも感じた。

中嶋さんは、ナタネの研究は「使命感を持ってやっている。僕がやらないと三分の一のデータが失われる」と仰っていた。研究者は未来の地球を担う大変な職業であることを知った。中嶋さんの話から、研究者魂が見られた気がする。今後も頑張ってもらいたいと思った。

### (3) C分科会「河川・湿地帯における生態学」

「流域管理」「生態系サービス」と難しい単語から、最初自分には遠い関係のないことだと思っていた。しかし講演を聴いて、未来の「生態系」や「流域管理」すなわち「人と自然の共存」の道を作り出すのは紛れもなく私たちであることを知り、今の状態をより良くするために何ができるのかを考えていきたいと思った。

先生は、将来大切な3つのことは①将来的に発揮できる能力、②時と場所に関わらず発揮できる能力、③自分の興味・関心を大切にできること、だとおっしゃった。私が学生のうちに①や②の能力を手に入れたり、③のことができるかは分からないが、できる限り努力し未来の私に繋がりたいと思う。



図4. C分科会の様子

### (4) D分科会「広域大気汚染のモデリング」

この分野は大気汚染についてただ単に研究するだけではなく、モデリングを利用して計算し、今後起こりうる事態を予想することができることがわかった。また、計算機シミュレーションは環境だけではなく、他にも応用できるものだと分かった。また、CO<sub>2</sub>とO<sub>3</sub>が大気のごく僅かしか占めていないことには驚いた。もっと大量にあるからこそ問題だと思ったが、少なくとも害をもたらすものだと知った。

計算機シミュレーションの技術は便利だと思う。実際に実験を行うと危ないことでも、コンピューターの上だったらそんな心配はいらず、今の技術であったら正確に行えるだろう。大気汚染の場合、熱圏などの大気を調べるのは困難だろうから、計算で行うと効率も良い。今の状況でいくと、何年後にはどの位のCO<sub>2</sub>・O<sub>3</sub>があるかも予測できるだろう。これを使って示したデータを上手く活用して、環境問題を速やかに解決の方向へ導いてほしいと思う。



図5. D分科会の様子

### (5) E分科会「環境経済政策とは」

環境経済学は経済学の分野の1つである。経済学とは金儲けに直結するものではない。経済活動に注目し、生産消費の原理の解明をしたり、限りある資源でどのように価値を生み出すか、また人の幸福を「お金」というものさしで測り、制度・行動を比較し望ましい制度の提案をしたりする。そして、消費者や生産者の経済活動のどこに問題があって環境問題が発生しているのかを突きとめる。消費者や生産者が、環境に優しい行動をとり易くなるような制度を提案する。環境の大切さを価値として測って、保全するための費用と比較できるよう



図6. E分科会の様子

にすることである。例えばゴミ問題など全ての環境問題は元の原因は人間。それならば解決方法は2つある。1つは道徳による解決であるが、これはモラルの高い人のみが努力し、できる人は限られている。もう1つの技術による解決は究極だ。しかしコストが高いものが多いため導入率が低い。人間はゴミを出さずには生活できない。だからどうしたら良いのかと考えるのが環境経済学だった。今まで全く知識が無かったので、新しい知識が増えたし、このような問題を経済学的な視点からどのように解決していけば良いのかを学ぶことができて良かった。これからの社会を担う僕たちにとって、環境問題は大きな壁となると思う。けれども今回の話を思い出し、自分たちで環境を良くする政策を考えられるようになりたい。

#### (6) F分科会「オゾンホール」

オゾンホールの脅威を改めて感じるものとなった。中島先生には午前中にもお話していただいたが、それより深い話を聞くことができ、オゾンホールが発見されて本当に良かったなと思った。発見されていなかったら本当に地球に人が住めなくなっていたらと恐怖を感じた。日本は省エネ技術でも貢献できるし、私たち一人一人も粗大ゴミのリサイクル法に協力するなど、個人としてもできることがあるのだなと思った。しかし、オゾン層を取り戻すことはできても、作られてしまった温室効果ガスは無くならないと中島先生はおっしゃっていた。一度起こしてしまった過失は取り戻すことが困難だと痛感した。



図7. F分科会の様子

### 8. レポート作成

講演会後に生徒一人ひとりが個人レポートを作成した。レポートの内容は①わかったこと、②講演を聞く前と聞いた後で環境に関するイメージや認識に変化があったか③感想の3項目を課題とした。

### 9. 報告会

それぞれの分科会ごとに講演および質疑応答の内容と考察をまとめ、パワーポイントを作成して学年全員の前でプレゼンテーションを行った。発表を聞く生徒は、プレゼンテーションの内容と方法についてジャッジシートを用いて評価した。発表の最後に教員による発表の講評を行った。



図8. 報告会の様子



図9. 報告会を聞く生徒

### 10. 次年度への課題

#### (1) 講演時間について

中島先生の基調講演はスライド99枚にもなる盛りだくさんの内容で、とても1時間30分では足りないほどであった。講演時間の検討が必要である。

#### (2) 事前学習について

環境問題について、1学期に時間をかけて事前学習をしておくことさらに効果的だと感じた。物理や、化学、英語などの授業で扱うことができると考える。

## SS Lab Tour

### 1. 目的

次年度の科目選択、個人課題研究のテーマを考えている時期に、研究機関や企業を訪問することによって、狭くなりがちな進路目標を多角的に捉える視点を持ち、学習動機を高めていく。

### 2. 対象学年

高校1年生(252名)を対象にした。

### 3. 実施期間

(1) 訪問は、平成23年12月20日に実施した。午前、午後に1か所ずつ、2か所の訪問を行った。

(2) 個人レポートの作成、訪問場所の報告会は、平成23年12月21日に実施した。

### 4. 訪問場所

Aコース(49名)高エネルギー加速器研究機構、ツムラ漢方記念館

Bコース(48名)高エネルギー加速器研究機構、柴沼醤油

Cコース(36名)気象庁地磁気観測所、日立建機

Dコース(39名)土木研究所、ハザマ技術研究所

Eコース(31名)高エネルギー加速器研究機構、国土地理院・地図と測定の科学館

Fコース(47名)高エネルギー加速器研究機構、国際協力機構(JICA)

### 5. 事前準備、訪問、報告会の運営方法

コースの構成は、生徒に希望アンケートをとり、それに基づいて振り分けを行った。各分科会には班長をおき、事前調査と報告会のためのパワーポイントの作成、報告を行った。事前準備として、それぞれの訪問場所の概要、その研究機関や企業のキーワードの解説のプリントを作成した。Cコースの地磁気観測所の班に対しては、電気や磁気が未習の分野だったので、簡単な解説ビデオを視聴した。訪問は、午前、午後にか所ずつ、計二か所行った。次の日は、1時限目に、個人レポートと、班長を中心にパワーポイントの作成を行い、2時限目にそれを利用して報告会を行った。司会とタイムキーパーをつけ、時間の関係で、質疑応答は割愛した。

### 6. 訪問場所の内容と評価(生徒レポートと感想)

#### (1) 高エネルギー加速器研究機構

電子や陽電子を加速して、物質の性質を調べる方法があることに、とても興味を感じた。講演会からは、日本の先端技術が日々、進歩していると感じ取ることができた。本当の「勉強」というのは、自分の純粋な好奇心から発するもので、その気持ちを持ち続けることが大切だと感じた。

#### (2) ツムラ漢方記念館

日本の縄文時代の頃から、中国で漢方薬が使用されていたこと、毒性をもつ物質、木や化石といった、普通だったら薬に利用するとは考えもつかない材料が、今もなお、日本や世界中の医学を支えていることに心底感心したし、医学に対する興味がさらに深くなった。午前中の高エネルギー加速器研究機構では、常に新しい技術を開発し、先へ先へと進める科学に触れたが、ここでは、過去を大切にし、そこを突き詰めていくという、いままでの私のイメージとは異なった科学のあり方を知ることができた。

#### (3) 柴沼醤油

醤油作りは、菌が相手ということで、体に付着した雑菌が入ってしまっただけで、すべて処分しなければいけないことに驚いた。昔からの醤油メーカーのほとんどが、ステンレスのタンクを使った大量生産になっているのに、いまだに江戸時代に作られた木桶を使っているのに、柴沼さんの心意気を感じた。今度の地震で、江戸時代からの蔵が崩れ、醤油が全部流れてしまったと聞いたが、伝統の醤油がいつまでも続いてほしいと思った。

#### (4) 気象庁地磁気観測所

今回の見学では、普段は入れない計算処理室に入ることができた。観測機器は、電気や磁気の影響を排除するため、それが収められている建物の外観しか見ることができなかったが、メガネやボタンすらも観測結果に影響すると聞いて驚いた。大正時代に作られた建物は花崗岩など非磁気の方法で作られていて、今では建て替えることができないらしい。磁気についてはまだ勉強していないが、説明を聞いて、興味がかきたてられた。自分の仕事に誇りを持っている職員の方たちが印象的だった。

#### (5) 日立建機

まずは、工場の大きさに驚いた。ベルトコンベアで、重機が大量生産されているように見えるが、輸出する国や、個別の注文によって、一台一台がカスタマイズされていて、細かい仕様が全部異なるようだ。地雷除去機は、テレビで知っていたが、除去だけで終わりではなく、その後の緑地化や耕地化を行い、学校を建てたりして、安全と平和に貢献しているのはすごいことだと思った。また、働いている人たちが、たくさん国家資格の取得を行い、グループで作業を効率化するなど、品質の向上と効率化に工夫しているのには感心した。

#### (6) 土木研究所

今まで、土木というものを、あまり身近には感じなかったが、色々な研究施設や実験施設を見学できて、とてもおもしろかったし、勉強になった。普段、何気なく見ていたり、使っているものも、研究や多くの実験の成果なのだと、改めて感心した。無人操作の大型トラック、コンクリートの橋の非破壊検査、延焼実験のためだけの3階建ての建物など、私たちの便利で当たり前の生活が、このような研究に支えられているのだと分かった。

#### (7) ハザマ技術研究所

温度や湿度を自由に調整できる人工気候室に入った。雪も降らせることができると聞いて驚いた。免震構造も、改めてその必要性を感じた。また、省エネの話の時に、講師の方が「これからはスマートグリッドだ」とおっしゃっていて、夏休みの宿題で読んだ本の内容で、知っていることができてうれしかった。いろいろな実験を、目と体で感じる事ができて、とても勉強になった。

#### (8) 国土地理院・地図と測量の科学館

地理は苦手だったが、実際に来てみたら、展示がわかりやすく、とても楽しかった。滝の地図記号があることに驚いた。地図といたら、伊能忠敬ぐらいしか知らなかったが、もっと前から、色々な地図が作られていることを知った。地図は、作られた時代の価値観、思想、文化などが反映されていて、地図を見ているだけで、とても興味深かった。

#### (9) 国際協力機構 (JICA)

国際貢献の「知る⇒考える⇒行動する」ためには、積極性や、計画性、情熱、適応能力、協調性が不可欠で、それは特別な場ではなく、日常生活にも言えることだ。援助は、ものを与えたり、教えたりすることで終わるのではなく、その後に現地の人たちが、自分たちの力で自分たちの未来に輝きをもたらすことが大切で、その手助けをしているというお話が心に残った。

### 6. 評価

高校1年生が進路のために科目選択を考えたり、高校2年生が個人課題研究のテーマ探索したりする時期に、こうした研究所や企業を訪問できたことは、とても意義深かった。進路について多角的な視点を持つことができた。

### 7. 次年度への課題

訪問場所の組み合わせや、午前、午後の配置など、見学内容によって調整する余地があると感じた。訪問場所も、新しい場所を開拓すると同時に、継続して関係を築いていくことが重要である。

## 高2 科学講演会

### 1. 目的

進路選択を控えた高校2年生に、現役の研究者から実体験に基づいた研究の様子を話していただくことを通して、「研究」という活動に対する理解を深め、自らの進路を考える一助とすることを目的とする。

### 2. 参加者

高校2年生(246名)を対象とした。

### 3. 日時・場所

平成23年7月19日(火)13時~14時30分

20日(水)10時30分~12時

両日ともに、茗溪学園中学校高等学校第1AVE教室にて実施した。

### 4. 講演者

19日(火)は四日市大学環境情報学部の教授新田義孝先生に、20日(水)はサイバー大学世界遺産学部教授の西本真一先生に、それぞれご講演いただいた。

### 5. 講演内容

#### 5-1. 「持続可能な成長」への私の挑戦

「持続可能な成長」にどう取り組んでいくか、新田氏に中国とオーストラリアでの活動を中心に紹介していただいた。現代社会において、人類のエネルギー消費量はすでに植物が光合成によって生み出す量を超えており、不足分は石油などの化石燃料で補っている。今後中国やインドなどの人口の多い国が、エネルギーを大量に消費するようになると、深刻なエネルギー不足が生じ、エネルギー争奪戦が国際的に激しくなることが予想される。中国は今後



図1. 新田先生による講演の様子

20~30年で超高齢化社会を迎え、人口が3億人減少すると予想されているため、ここ20~30年がエネルギー問題の正念場となる。

新田氏は中国では酸性雨対策の意味も含めてアルカリ土壌の改良に取り組み、一定の成果を挙げたが、その後その活動は継続されていないという。実験は成功しているが、中国ではまだ環境を良くしていこうというインセンティブが不足していたようだ。オーストラリアでは、地球温暖化への取り組みという意味も込めて、やはりアルカリ土壌の改良に取り組んだ。実験的に1haの土地の土壌改良による緑化に成功し、今後地域やクイーンズランド大学とも協力して継続して活動することになるそうだ。現代社会においては、例えば歴史、資源、エネルギーなどの諸問題を総合的に考えることが大切で、異分野の人同士の協力が不可欠であることや、研究や仕事を進める中で最も大切なことは、世の中をどうしたいのか、自分が何をしたいのかという明確な意思を持って働くことであると話された。働くとは「はたを楽にすること」ということばは大変印象的で、新田氏はまさにそれを実践されていると感じた。

## 5-2. 西洋の建築物が辿った歴史

西洋建築の歴史を、西洋の都市の成立、構造の工夫の流れ、西洋の様式の変遷、という3つの観点からお話いただいた。西洋の古い都市は、城壁に囲まれたものが多い。現在、城壁自体は失われている都市も多いが、その名残を見ることができる。城壁の形は火薬の発明以後、都市の守り方が変わり、星形のような形(日本で言うと函館の五稜郭のような形)になった。中世の城はその中に立てこもるための建築であるといえる。～ブルグという地名の都市があるが、ブルグとは砦という意味である。構造は石造りが基本の西洋建築では、圧縮力には強いが引張力には弱い石の特徴を生かす工夫が発展してきた。建築用語でいうアーチ、ヴォールト、ドームといった構造のことである。それが、建築様式にも影響を与えている。西洋建築の様式は古代ギリシャに始まり、ローマ建築の時代を経て、ロマネスク様式の時代に入る。この時代の建物ではいわゆるバシリカ(古代ローマの集会場)の構造が用いられている。アーチやヴォールト構造の建物を支えるため、壁が厚くなり、窓は小さく暗い。ゴシック様式の建物では壁を厚くする代わりに、外部に飛梁が作られるようになり、窓が大きくとれるようになった。そこにステンドグラスなどが作られるようになった。ルネサンスの時代にフィレンツェでドームの構造が完成した。建築様式は時代とともに変遷していくが、必ずしも順当に発展していくわけではなく、行きつ戻りつしながら変わっていった。その中で、建築技術の進歩とともに、大きな建物や曲線を多く使用した建物が作られるようになった。

建築という分野では、人間が生活してきた長い歴史や、工夫を重ねてきた時間の集積に深くかかわる必要があるので、建物の構造に関する知識のような理工系の知識だけでなく、いわゆる文系の知識がどうしても必要になってくる。そもそも人間の積み重ねた知識を文系理系などと軽々しく色分けすること自体疑問である。現代は、ますます専門化細分化が進んでいるが、どのような分野に進むにせよ、これまで人類が積み上げてきた知恵を辿りそれらの結びつきを深く考えることが大切である。

## 6. 評価

生徒の感想を読んでもみると、講演内容そのものと、講演者の人となり、研究という営みへの興味が喚起されている。例えば「農業に関することを調べてみようと思った。」「アルカリ土壌、酸性土壌の改良について興味をもった。」「農場などの土壌改良に用



図2. 講演資料(五稜郭)(Google Earthより)



図3. 講演資料(セントパトリック大聖堂)



図4. 講演資料(フェデレーションスクエア)

いる化学肥料はどんな成分が含まれていて、どう作用するのか、また、石炭灰や石膏以外にも自然なもので、活用できるものはあるか。」「大人になってどういう生き方をするか、ということに深く関心が持てた。」「新田先生の人生に対する考えは興味深く思った。」「専門分野の違う人が集まると、新しい発想ができるということに興味をもった。」「新田先生の、人のつながりからやっていくことがどんどん広がっていったという話を聞いて、出会った人は大切にしていけばいいと感じました。分野が違って、何が起こるか分からないのだと感じ、好奇心を広く持とうと思いました。」などがある。

新田先生の講演を通して、生徒たちは、地球規模の環境問題に対する興味関心を高めただけでなく、私心なく純粋に取り組んでいる講演者の生きざまに深い感銘を受けていた。また、現実にかかる様々な問題を解決するためには、様々な専門分野の人たちが協力しなければならないことや、文系理系を問わず世の中のことに広く興味関心を持つことが大事であることを学んだといえる。

西本先生の講演で、講演内容の中心であった「建築構造」、「建築物と文化の関わり」に対する生徒たちの興味・関心が高まった。例えば、「西洋の建築、主に中世ヨーロッパの城壁について興味をもった。」「建築にまつわる物理学はなかなか面白そうだ。」「こんなに建築が深いと思っていなかった。ゴシック建築の話がとても興味深く、これからは気にしながら建物を見てみたいと思った。」「各土地・各時代に作られた共通の建築方法について興味をもった。」「キリスト教のドーム天井についての考え方について興味をもった。」「世界史の中での文化の流れと、その文化が変わっていった訳について前よりも興味が出てきた。」「建築の面からもその時代の特徴を知ることができる。」「昔作られた建築物によって今日の交通の便や地形まで変わるの面白い。日本のような建築とヨーロッパの建築が異なるため、街の雰囲気も変わっていると思う。多くの知識を持っていると意外なところで自分のやりたい事に関わってくるかもしれないので、多くの知識を身につけたい。」などである。

建築に限らず、人間の営みは総合的であり、それらを理解し発展させるには多くの知識や知識相互の関連性に目を向けることの大切さを学んだとともに、広い分野の勉強をすることへのよい動機づけとなった。

## 7. 次年度への課題

新田先生の講演は、10月にオーストラリア研修旅行に行く関係で、オーストラリアの土地の土壌改良ということで、生徒の興味・関心をより引き付けたといえる。評価の部分でも述べたが、講演内容もさることながら、講演者自身の生きざまが語られたことが大変良かったし、多くの生徒に感銘を与えたと思う。今後も、このような研究者が未来ある高校生に向けてメッセージを伝える機会を持ちたいと思う。

西本先生の講演内容はやや専門的であったが、10月に訪れるメルボルンの建物についても紹介され、建物の見方のアドバイスもあり生徒の興味・関心をより引いたと思われる。建築に関する講演であったが、どのような分野であっても広い知識が必要であることや、ものを見るとき視点の重要性を、講演者ご自身の経験から出てくる御自身の言葉で語っていただけたのが大変良かった。今後も、様々な経験を有している研究者の方に話を聞くことが、進路選択という観点でも効果的であると思われる。



図5. 講演資料（新田先生より）

## SS Medical Seminar

### 1. 目的

筑波大医学系・茨城県立医療大の協力を得て、医学研究の実際に触れ、医学を目指す意味を考えさせる。医学を志望するということ、医療の現状、医学研究の先端分野（再生医療・免疫治療・遺伝子治療・放射線治療等）、医学論文の情報収集法と読み方、研究方法についての講義などを本校独自のプログラムや大学・自治体の企画に参加させ受講・体験させることによって、適切な医学志望の動機を身に見つけさせる。

### 2. 対象学年

高校1年生（36名）・2年生（8名）の医学医療職を志望する希望者を対象とした。

### 3. 実施期間

平成23年11月14日募集要項公示、同月16日応募者を締め切り、11月～平成24年3月の期間にセミナーを合計6回実施。



図1. 茨城県立医療大学見学会

### 4. 実施内容

第1回：県立医療大学見学会（平成23年11月25日14:30～17:00 茨城県立医療大学）[参加生徒 高校1年生30名、2年生6名]模擬授業（大学付属病院長和田野教授による、医科学・医療職を志すことの意味・仕事内容に関する講義）、付属病院見学、人体構造標本・運動学・X線機器操作・看護学等の各実習施設の見学、医科学センター実験室見学。

第2回：筑波大学総合診療科ドクターGT参加（平成23年11月30日 18:00～19:30 筑波大学医学群臨床講義室A）[参加生徒 高校1年生13名 2年生5名]映像で提示される患者の症状の訴えに対し、指導医の問いかけを基に研修医・医学生が診断に迫っていく企画の見学。筑波大学総合診療科主催。

第3回：高校生の医学セミナー病院見学会参加（平成23年12月27日 国立病院機構水戸医療センター）[参加生徒 高校1年生12名、2年生3名]地域の拠点病院としての水戸医療センターの活動についての全体説明、施設見学（救急救命センター、手術室、救急外来、ドクターヘリ）、心臓マッサージ・人工呼吸・AEDの体験実習、若手医師とのグループ討論。茨城県医療対策課主催。

第4回：筑波大学総合診療科ドクターGT第2回参加（平成24年2月10日 18:00～19:30 筑波大学医学群臨床講義室A予定）

第5回：現職医師による医学部で学ぶこと・研修医とその後（講演会）（平成24年2月中予定）

第6回：医学部生6年生による医学部合格への道（講演会）（平成24年3月中予定）

### 5. 次年度への課題

希望生徒の募集開始を早く行い、年間計画を事前に提示することが必要である。



図2. 水戸医療センター見学会

## 科学講演会

### 1. 目的

以下に挙げる2点を目的とする。

- ① 中学1年生の実施プログラムである「探究I」の総括として「水」を捉える。
- ② 21世紀を生きる世界中の人類を取り巻く水の問題から、地球規模で発生するさまざまな問題について考えるきっかけを与える。

### 2. 対象学年

中学1年生から高校2年生までの約1200名を対象とした。

### 3. 日時と場所

平成23年12月21日(水) 11時～12時  
茗溪学園中学校高等学校第1体育館において実施した。

### 4. 講演者所属と氏名

東京大学生産技術研究所教授である沖大幹先生をお招きした。

### 5. 講演内容

「地球をめぐる水と水をめぐる人々」と題して、水文学がご専門の沖大幹先生に、地球規模で発生している水問題から、私たちが考えていかなければならない問題について講演していただいた。詳細は以下の通りである。

水の惑星といわれる地球には、さまざまな「かたち」で水が豊富に存在している。しかしその存在には偏りがあり、地球で暮らす全ての人々が、私たち日本人のように蛇口をひねれば簡単に水が手に入ったり、ペットボトルの水をいつでも購入できたりする環境で生活しているわけではない。水道もなく、井戸もない地域で生活する人々は、生きるために1日数時間かけて、遠くの水源へ何度も行って水汲みをする。その生きるために必要な水を確保する「労働」のために学校へ行くことさえできない人々が多くいる。また、安全な飲み水（1km以内に1人あたり1日20リットルの水が確保不可能な場合を指す）にアクセスできない人々が、世界人口の約7分の1もいるという。しかし、この問題を解決するためには、水に恵まれている日本人が節水をすればよいということではない。その解決法を知るために導入された考え方が仮想水（バーチャルウォーター）である。これは、ある食料を生産するためにどれくらいの水を必要とするかを算出していくもので、本来は乾燥地域に位置する国々で灌漑をして作物を育てるのに必要な水の量と、外国でたくさん水を使用して育てられた農産物を輸入するのではどちらよいかを考えるために使われている概念である。この仮想水の算出結果から、日本は食料や飼料を大量に輸入している国であり、間接的に大量の水を輸入している国であるといえる。

持続可能な社会の構築のためには水問題だけを考えるのではなく、エネルギーや食料問題も同時に考える必要がある。世界はわからないことがたくさんありそれを明らかにしていくことが研究である。



図1. 講演会の様子

## 6. 評価

本報告では主に、目的①について評価した。そのため講演会終了後、中学1年生の生徒全員を対象としてアンケートを実施した。アンケートは数字で回答するものと自由記述による回答の2パターンで構成したため、以下の表1は、数字で回答するもののみをまとめた。また、自由記述に関しては、以下の2点について質問した。

- ① この講演の中で、一番興味深かった内容は何ですか。
- ② あなたが研究するとしたら社会のどんな問題を解決したいですか。

表1. アンケートの項目と回答(回答数: 221)

講演内容は理解できたか。	できない(25) わからない(137) できた(59)
講演を聞いて、授業で勉強したよりもさらに水が大切だと思ったか。	思わない(4) 変わらない(55) より大切だと思った(161)
講演を聞いて、日本のことだけでなく世界のことも考えていくことが大切だと思ったか。	思わない(2) どちらでもない(48) 思った(169)
研究というものは、社会の問題を解決するために役立っていると思うか。	全く思わない(2) 思わない(0) わからない(35) 思う(136) 強く思う(48)
将来、何か社会の役に立つ研究をしてみたいと思うか。	全く思わない(12) 思わない(26) わからない(80) 思う(77) 強く思う(26)

講演内容を理解できたと自己評価した生徒は26%と少なく、中学1年生にとって、講演内容の難度が高かったようだ。しかし73%の生徒に「さらに水が大切だ」との意識変化がみられたことに加え、76%の生徒が「日本のことだけでなく世界のことも考えていくことが大切だ」と思ったことから、この講演会は生徒の意識変化を促したり、身近なことだけでなく世界のことを考えたりするよい機会となったと考えられる。また、講演の中で一番興味深かった内容としては「仮想水について」「循環する水」「安全な水へのアクセス」などが挙げられた。

さらに講演を通じて、研究が社会の問題を解決するために役立っていると思う・強く思うと答えた生徒は83%と大変多かった。このことから、世界をフィールドとして活躍する沖大幹先生に講演していただいたことで、よりよい社会を構築するために、世界中の研究者が協力しながらさまざまな問題を解決すべく研究に励んでいることを生徒が理解する良い機会となった。一方、将来何か社会の役に立つ研究をしてみたいかという質問に対して「わからない」と回答した生徒が多かった。これはまだ知識の涵養が十分ではなく、「研究する」ということに対して漠然としたイメージしか持っていないので、今後、授業や行事、フィールドワークなどを通じて物事を深く追求していくことの楽しさや問題を解決することの楽しさを伝えていければと考えている。

また、あなたが研究するとしたら社会のどんな問題を解決したいですかという質問に対しては、地球温暖化が一番多く、次いで人口問題など現在メディアなどで盛んに取り上げられている問題を考えたいとする生徒が多かった。

## 7. 次年度への課題

本講演会は、対象学年が中学1年生から高校2年生までと年齢に幅があったため、内容を正確に理解することに関して、中学1年生では厳しかったようである。しかし世界の水事情や水問題を理解すること、さらに持続可能な社会を構築するためには、エネルギーや食料問題など、私たち人類が現在直面しているさまざまな問題を総合的に捉えていかないと解決には至らないということは理解できたようであった。したがって次年度以降、講演会を設定する場合には、対象学年を絞った講演内容とすべきだ。

## SS Geo Tour

—つくばの土地の成り立ちを考え、みんなが茗溪学園で学んでいるいきさつを知ろう！—

### 1. 目的

研究者から直接お話を伺い、科学研究の奥深さと価値を実感する Tsukuba Program のうち、野外観察を伴う Geo Tour を、地元の地質・地形を理解しようという目的で、元筑波大学助教授の池田宏先生をお招きして実施した。

### 2. 参加者

科学部地質班ならびに公募した一般生徒を合わせ合計 12 名が参加した。

### 3. 時期・場所

日時：平成 23 年 12 月 11 日(日) 9:00～15:00

場所：茨城県つくば市

### 4. プログラム

9:00	茗溪学園集合
9:00～ 9:15	茗溪学園にて（導入「関東平野に低地より台地が広がるわけ」）
9:15～10:00	バスで移動（車窓から筑波台地、桜川低地、筑波山地を眺望）
10:00～11:00	筑波梅林にて（「筑波山が火山のようにかっこいいわけ」）
11:00～11:10	バスで移動（車窓から筑波山麓などを眺望）
11:10～12:00	桜川河原にて（「桜川低地が広いわけ」）
12:00～12:20	バスで移動（車窓から筑波山地を眺望）
12:20～13:00	平沢官衙遺跡にて（昼食休憩）
13:00～13:30	平沢官衙遺跡にて（「筑波山周辺が古代から栄えたわけ」）
13:30～14:15	バスで移動（車窓から北条集落、桜川、桜川低地などを眺望）
14:15～14:45	小野崎にて（「筑波台地に研究学園都市が建設されたわけ」）
14:45～15:00	バスで移動（車窓から筑波台地のローム層、粘土層を眺望）
15:00	茗溪学園帰着、解散

### 5. 内容

初めに、茗溪学園の敷地内で、学園が立地している台地と低地の違い、関東平野が他の平野と違った特徴をもつことなどを紹介していただいた。

次に、バスの車窓から台地に刻まれた浅い谷や筑波山地を眺めながら移動し、台地から低地へ下ったところでは桜川低地の広さを実感し、本当に桜川により形成されたのかという疑問を投げかけられた。

最初の観察ポイントである筑波梅林では、すっきりと晴れた青空の中に富士山が眺望でき、みな感動した。バスを降り、周辺に分布する斑糲岩、花崗岩を観察しながらその特徴を紹介していただいた。中でも、岩石の風化がバクテリアの働きで進むというお話に、生徒は興味関心を示し、盛んに質問もしていた。そして筑波山の火山のような斜面は、風化して弱くなった花崗岩斜面の上を、筑波山の山頂部から斑糲岩の大石が流れ落ちることで形成された石山斜面であることを紹介していただいた。



図 1. 出発前に導入講義

次の観察ポイントの桜川の河原では、河原に分布する石ころの観察をした。現在、筑波山周辺に分布する岩石が8～6千万年前に地下深くで冷え固まった斑糲岩、花崗岩、1億年以上前に海に堆積した砂岩・泥岩、それが熱変成を受けたホルンフェルス、1500万年ほど前に貫入した安山岩であるのに対して、河原にある石ころは石英斑岩、チャートが多いことに気づかされた。そして、その起源が鬼怒川上流の帝釈山地であり、3万年ほど前には鬼怒川が桜川低地を流れていたことを紹介していただいた。

平沢官衙遺跡では昼食休憩後、冷たい北西季節風が吹きつける中、いかにここが居住地には不向きであるかを知らされ、一方、倉庫としては適していたことや、のちに放棄されることで遺跡として残ったことなどについてお話を伺った。

最後に、小野崎にて天水で徐々に削られた小野川低地を眺めながら、筑波台地がかつては古東京湾に形成された鳥趾状三角州で、河道には砂が、周辺には厚い粘土層が堆積し、「降ればぬかるみ、照ればカラカラ」という農業に不向きな土地が形成され、松林が広く残っていたことで、研究学園都市が建設されることになったことなどを教えていただいた。



図2. 斑糲岩の前での質疑応答



図3. 桜川の河原で礫の観察

## 6. 評価

本プログラムを参加生徒に10点満点で評価させたところ平均は9.3点であった。また、感想の記述には、「生活している土地のことを知ることができて楽しかった」、「地図だけではわかりにくいことも実際に見ることで理解できた」、「見る目の大切さがわかった」などがあつた。先生の地形・地質と人々の暮らしに関する興味深いお話の内容もさることながら、それを途切れることなく話し続ける先生のパワーに感心し、「若いうちに体を鍛えておきなさい」というメッセージも身に染みたようであった。先生が発見された「混合効果」も石ころだけでなく、人も様々な人達が混じり合い刺激し合うことで良い働きができるというお話や、つくば市二の宮の地名の由来にもなっている二宮金次郎の生涯を例えに「時代が人を育てる」といったお話が印象に残るなど、たくさんの人生訓もいただけたようである。

質問紙によるプログラムを通しての生徒の変容の結果を表1に示す。ほとんどの生徒が地形についてより興味・関心を高めることができた。以上のことから、本プログラムはその目的を十分に達成したと考えられる。

表1. 質問紙の項目と回答

地形への興味・関心が高まった	はい (10) 変化なし (1) いいえ (0)
他の場所の地形もいろいろ考えてみたい	はい (10) 変化なし (1) いいえ (0)

## 7. 次年度への課題

今年は身近な地形についての理解を深めてもらおうと、このプログラムを実施した。生徒には地味なテーマと思われたようで、参加希望者がなかなか集まらなかった。鉱物や化石の採集などに興味・関心を示す生徒が多いようなので、来年度に向けてはそのような内容も含めたプログラムを検討していきたい。

## SS 研究発表会

### 1. 目的

SS 研究は従来本校で実施していた個人課題研究を SS 研究に発展させたものである。今年度は従来の個人課題研究としてスタートしたため、理科系テーマで実施している研究のうち内容・発表技法ともに優秀な研究を SS 研究として SS 研究発表会で発表させた。

研究発表会の目的は、①研究活動に対する発表活動の位置づけを体験的に指導する、②研究が評価されるためには研究内容の充実とともに発表技能（プレゼンテーション・スキル）がとても重要であることを体験的に指導する、③研究結果を同級生・下級生や学外者に公開することで成果を普及し社会貢献になることを体験的に指導する、である。

①の研究活動に対する発表活動の位置づけは、研究とは結果を発表することで初めて成果を世に普及することができ、研究者にとって発表は使命であることを伝える。

②の発表技能の重要性については、発表とは内容を情報の受け取り手（聴衆）に効果的に伝達することが求められ、聴衆に受け止めてもらえない発表では情報が伝達されないこと、実社会ではプレゼンテーション・スキルの巧拙で発表内容まで左右してしまうことなどを伝える。プレゼンテーション・スキルに関しては、中学 1 年から発達段階に応じて指導しているが、SS 研究の発表活動に向けて、その評価基準を提示し、デリバリ・ビジュアル・スピーチの 3 つの観点が必要な要素であることを指導する。

表 1. 発表会プログラム

<口頭発表>

SS 研究 (理系分野)

B会場【ホール】:理工学関連分野 座長:筑波大学システム情報系 松原康介先生 司会 大野乾太郎・吉川舜也/宇野裕樹 中村誠 安部大樹					
No.	発表時間	クラス	生徒氏名	発表テーマ	指導担当教員 関連分野
E1	13:30~13:50	5B	長谷川俊成	空力から見るレーシングカーの速さ	橋井健司 理工学 1
E2	13:50~14:10	5E	船野颯	ロボットの開発と設計について ~マイクログラスの製作とプログラミング~	中村泰輔 理工学 3
E3	14:10~14:30	5E	深井沙葉子	つなごを思慕した建築 ~吉村靖孝さんの建築を通して~	藤野明徳 理工学 5
E4	14:30~14:50	5F	中沢文華	都心から見る気候変動 ~青森県と海洋大気圏がもたらす影響とは	大竹隆夫 理工学 7

C会場【特別会議室】:生物学関連分野 座長:筑波大学生命環境系 澤村京一先生 司会 砂田夏海・藤原麻衣/吉川陽子 近本祐紀子 原山拓					
No.	発表時間	クラス	生徒氏名	発表テーマ	指導担当教員 関連分野
C1	13:30~13:50	5B	鈴木唯空	クワガタの増殖と体内時計 ~プロト増殖過程の細胞分裂時期~	鈴木朋子 生物学 9
C2	13:50~14:10	5D	櫻井快	宇宙アサガオの突然変異とデジタルの遺伝子解析 ~アサガオの突然変異と地盤局所性ホルモンの研究~	鈴木朋子 生物学 11
C3	14:10~14:30	5E	佐谷伊織	緑・対空の酸化・成長と光量の関係 ~LEDライトを用いた光の三原色の影響~	鈴木朋子 生物学 13
C4	14:30~14:50	5E	畑川和沙	光と生物の関係 ~マリリンの発光性について考える~	鈴木朋子 生物学 15

F会場【第6会議室】:医学関連分野 座長:筑波大学生命環境系 野村浩二先生 司会 須田和樹・喜多祐奈/植見聡 島島佳子					
No.	発表時間	クラス	生徒氏名	発表テーマ	指導担当教員 関連分野
F1	13:30~13:50	5B	高澤ひろり	日本での結核の知名度が低い理由	田代淳一 医学 17
F2	13:50~14:10	5D	中山理賢	遺伝子レベルで振動する体内時計とそのリズムを 活かしたクロノセラピー	田代淳一 医学 19
F3	14:10~14:30	5F	雲沖奈	看護職の職場環境とストレスについて 現状と対策法を考える	森田裕美子 医療 21
F4	14:30~14:50	5F	沼川恵理子	電子書籍では学べない紙媒体のファッション誌を 考える	大貫和明 情報学 23

G会場【国際会議室】:医学関連分野 座長:筑波大学医学系 沼谷和子先生 司会 赤松智太郎・中川賢治/小暮祐一 高木直樹					
No.	発表時間	クラス	生徒氏名	発表テーマ	指導担当教員 関連分野
G1	13:30~13:50	5C	永井孝幸	制御性T細胞に着目した軽微の免疫学的治療 ~自己免疫疾患の治療と制御性T細胞の臨床応 用の可能性~	田代淳一 医学 25
G2	13:50~14:10	5C	前野有紀	3Dトリアノア素MELASの治療薬と原因療法	田代淳一 医学 27
G3	14:10~14:30	5D	藤井あさひ	癌における新しい免疫療法を考える	田代淳一 医学 29
G4	14:30~14:50	5F	中川亜美	SNFと副作用発現の関係性	田代淳一 医学 31

<ポスター発表>

【数学・工学・環境科学・薬学・園芸学エリア】					
エリア	ポスターNo	クラス	生徒氏名	発表テーマ	指導担当教員 関連分野
B	B-1	5F	大野乾太郎	和算とインド数学の比較 円周率計算から見る数学的思考の違い	島一史 数学
B	B-2	5F	吉川舜也	次世代の太陽電池 ~CIGS太陽電池と多接合 型太陽電池が新エネルギーの主役になるには~	藤井健司 工学
B	B-3	5C	安部大樹	ミドリムシからのバイオディーゼル燃料の抽出 ~今後のバイオディーゼル燃料の可能性~	大竹隆夫 環境 科学
B	B-4	5E	宇野裕樹	砂漠緑化 ~高吸水性分子に着目して~	大竹隆夫 環境 科学
B	B-5	5E	豊島里佳子	チトクロム450に基づく薬物間相互作用	田代淳一 薬学
B	B-6	5C	鈴木吉貴	江戸園芸 百種接ぎ木の再現	鈴木朋子 園芸学

【生物学エリア】					
エリア	ポスターNo	クラス	生徒氏名	発表テーマ	指導担当教員 関連分野
C	C-1	5B	原山拓也	日本人のルーツを探る	鈴木朋子 生物学
C	C-2	5B	楠見馨	鳥類とヒトとの関係性の特徴 ~哺乳動物とヒトとの関係性と比較して~	田代淳一 生物学
C	C-3	5B	高木麻侑	植物と動物の再生の比較	鈴木朋子 生物学
C	C-4	5D	赤松智太郎	真性結核の胞子嚢を形成する条件	鈴木朋子 生物学
C	C-5	5D	小暮祐一朗	納豆菌の育成・保水性について ~納豆の保水能力の検証~	鈴木朋子 生物学

【医学エリア】					
エリア	ポスターNo	クラス	生徒氏名	発表テーマ	指導担当教員 関連分野
D	D-1	5A	長尾昂	小児膠原病 ~東洋医学を用いた治療法~	田代淳一 医学
D	D-2	5A	平岡成斗	角膜のレーザ照射による老眼は治せるのか	田代淳一 医学
D	D-3	5B	吉川陽子	西洋医学の癌治療による副作用制御を漢方薬か ら考える	田代淳一 医学
D	D-4	5C	須田和樹	カテーテルアブレーション	田代淳一 医学
D	D-5	5E	中川賢治	再生医療を用いた骨粗鬆症の治療方法	田代淳一 医学

## 2. 対象学年

高校2年生のうち理科系テーマで個人課題研究を実施した生徒を対象とした。

## 3. 実施期間

平成23年12月20日に個人課題研究全員発表会を行ってSS研究対象者を最終的に選抜し、選抜された生徒で平成24年2月1日にSS研究発表会を実施した。

## 4. 実施内容

平成24年2月1日に筑波大学大学会館において、口頭発表を16件、ポスター発表を16件、合計32件のSS研究を発表した。口頭発表は4つの分科会会場に分かれて、それぞれ筑波大学の教官に座長としてご指導をいただいた。口頭発表は12分の発表、5分の質疑応答、3分の座長講評とし、1分科会あたり4件の発表、司会・計時は高校2年生で実施した。

ポスター発表は、大学会館2階ロビーにて3つのエリアに分かれ、90分の発表時間で実施した。

ポスター発表、口頭発表とも総合指導として筑波大学副学長清水一彦先生（SSH運営指導委員）からご指導をいただき、また口頭発表座長の先生方からポスター発表にもご指導をいただいた。

SS研究と同時に個人課題研究（文科系）も同様に口頭・ポスター発表を実施した。

聴衆は本校高校1年生240名、県立並木中等教育学校高校部1年生15名、来賓・保護者約150名であった。

## 5. 評価

発表会当日に来場者に配布したアンケート（回収総数35枚）結果を表3に示す。

## 6. 次年度への課題

平成23年12月に高校1年生にSS研究ガイダンスを実施し、希望者を募集、応募者の中から意欲と課題への早期取り組み（先行研究・文献研究調査）を評価し、SS研究対象者を選抜した。今後、課題への先行取り組みを支援するとともに、科学プレゼンテーション等の研修機会を設け、SSH研究開発の中心的生徒集団になるように指導を進める。

表2. プレゼンテーション評価シート

SS研究発表会		プレゼンテーション評価シート		総合評価
評価者	会場	生徒氏名	組 番	
Speech, Visual, Delivery各A~Cで評価し、A3点、B2点、C1点で9点満点。卓越した発表では10点。				
Speech: 発表内容が明確である				Speech A9~8.B7~6.C5>
①(1~3点) Introduction/Overview(この発表で何を伝えたいのか)が明確になっている				
<input type="checkbox"/> 研究動機が明確 <input type="checkbox"/> Overview(この発表で伝えたいこと)が明確 <input type="checkbox"/> Hook(話のつかみ、導入)ができています				
②(1~3点) Conclusion(この研究でわかったこと)が明確になっている				Visual A9~8.B7~6.C5>
<input type="checkbox"/> 「この研究でわかったこと」が明確になっている				
③(1~3点) Speech時間が適切である				
<input type="checkbox"/> ほぼ7分で発表できた				Delivery A9~8.B7~6.C5>
Visual: 適切な発表資料が用意されている				
①(1~3点) スライドに理解を促す図表、グラフ、映像等が使われている				
<input type="checkbox"/> スライドに理解を促す図表、グラフ、映像等が使われている				Delivery A9~8.B7~6.C5>
②(1~3点) 文字の大きさが適切である				
<input type="checkbox"/> 文字が小さすぎない				
③(1~3点) スライドの枚数が適切である				Delivery A9~8.B7~6.C5>
<input type="checkbox"/> スライドをめくるタイミングが適切で、わかりやすい				
Delivery: デリバリの仕方が適切である				
①(1~3点) Postureがしっかりできている				Delivery A9~8.B7~6.C5>
<input type="checkbox"/> 立ち位置・姿勢が適切である <input type="checkbox"/> 身振り・手振り(Gesture)ができています				
②(1~3点) Voiceが適切である				
<input type="checkbox"/> 声の大きさが適切である <input type="checkbox"/> 速さ・間の取り方、抑揚・強調の付け方が適切である <input type="checkbox"/> 専門家でなくても理解しやすい用語を用いている				Delivery A9~8.B7~6.C5>
③(1~3点) Eye Contactができています				
<input type="checkbox"/> 聴衆を向いて話せている <input type="checkbox"/> 視線が固定せず、全体を見ながら話せている				

表3. アンケート結果

口頭発表			
分科会数	多すぎた	適切だった	少なすぎた
	5	24	1
発表数(各分科会4件)	多すぎた	適切だった	少なすぎた
	1	26	2
生徒の発表スキル	良い生徒が多い	ほぼ半々だった	未熟な生徒が多い
	20	9	1
研究内容のレベル	高い研究が多かった	ほぼ半々だった	低い発表が多かった
	19	9	0
ポスター発表			
発表時間(90分)	長すぎた	適切だった	短すぎた
	0	24	9
発表数	多すぎた	適切だった	少なすぎた
	4	27	2
発表形式(一斉発表)	問題ない	聞きにくい	非常に聞きにくい
	23	12	0
生徒の発表スキル	良い生徒が多かった	ほぼ半々だった	未熟な生徒が多い
	29	4	0
研究内容のレベル	高い研究が多かった	ほぼ半々だった	低い発表が多かった
	26	7	0

アンケート総数 36

#### 4 節 科学部・地歴部の活動振興

### 科学部物理班

#### 1. 目的

物理に関わる内容を幅広く学ぶ機会を設け、部員1人1人が個人の課題（ロボット製作や装置の開発など）を持って活動している。物理班での活動が個人の活動に何らかの良い影響を与えたり、課題研究の端緒となったりするように努めている。

#### 2. 班員構成

中1：5名、中2：4名、中3：4名、高1：1名、高2：1名、高3：1名

#### 3. 本年度の活動内容

本年度の活動内容は、表1の通りである。

表1. 科学部物理班の活動内容

日時	内容
5月21日	オープンキャンパス 参加者（小学生）に「科学おもちゃ」を製作してもらい、部員が小学生にアドバイスをした。
5月22日	科学技術館見学 科学技術全般を概観するとともに、先端の技術について学ぶ。
6月11・12日	桐創祭（本校の文化祭） 日常活動の一端として、宇宙線の測定・ピタゴラ装置・科学おもちゃなどを展示し、解説した。
6月13日	日本科学未来館見学 ジオコスモスで震災の地球規模の影響を確認したり、各分野の先端技術を学んだりした。
7月23日	産業技術総合研究所・環境研究所訪問 夏の一般公開に合わせて、各研究所を訪問した。
夏休み	技術講習を実施 ものづくりのために必要な技術を基礎から学んだ。
11月21・22日	つくば科学フェスティバルに参加 科学おもちゃの製作とピタゴラ装置の展示・試行を行った。来場者は小中学生とその家族が多数を占める。
11月27日	霞ヶ浦湖上観察会（茨城県主催） つくば市立大穂中学校と谷田部中学校の科学部員とともに、霞ヶ浦の成因や現状を学んだ。

表1以外にも、通年の活動として、以下の活動を行っている。

- ・宇宙線（ $\mu$ 粒子）の測定：  
米国フェルミ研（fermi National Accelerator Laboratory）からの依頼により、2009年から高エネルギー加速器研究機構の支援を受けて実施している。
- ・ものづくり：  
木工、金工、電子工作の基本技術の習得やピタゴラ装置の製作、ロボット工作の基礎（プログラミング、電子回路など）を学んでいる。

#### 4. 来年度以降の課題

- ① 物理オリンピックの課題に挑戦
- ② 他校の科学部と交流
- ③ 国内をはじめ諸外国の研究施設や科学館の訪問・見学

## 科学部生物班

### 1. 目的

生物分野に関わる内容を幅広く研究探索する活動を行う。興味のある実験を数多く実施し実験スキルを身につける一方、継続研究を行って自然現象の基本理解に迫る取り組みを行う。また科学の楽しさを発信できるコミュニケーション能力をつける。

### 2. 班員構成

中2：1名、中3：4名、高1：6名、高2：4名、高3：3名

### 3. 本年度の活動内容

定例活動として放課後に週2回の活動を行った。通年の継続研究として「タマネギの細胞分裂に周期はあるか」(4年目)と「ゲンジボタルの遺伝的解析と生息地域・生息環境に関する共同研究」(1年目)を行った。定例活動以外の主な活動内容は、表1の通りである。

表1. 2011年度の活動(定例活動以外)

日時	内容
5月21日	オープンキャンパス 小学生を対象に、酵母菌によるパン作りの実験を実施した。班員は小学生の実験の補助を行った。
6月11・12日	桐創祭(本校の文化祭) アイ、アカネ、クチナシ、ヨモギ、コチニールなどの生物を用いて、絹の布片を染める実験と展示を行った。ブースへの来客に染色を体験してもらった。
6月13日	ゲンジボタル現地調査 筑波山周辺の調査地点において、水質調査・水生生物調査・ゲンジボタルの生態調査および採取を行った。
7月24・25日	夏合宿 筑波山の植生調査、ゲンジボタルの現地調査(2回目)、細胞分裂の実験、ニワトリの骨格標本作成
8月18・19日	ゲンジボタルコンソーシアム中間報告会(福井工業大学)
11月13日	ゲンジボタルコンソーシアム成果報告会(青森県立八戸北高等学校)
11月12・13日	つくば科学フェスティバルに参加 指紋の検出実験を行うブースを設置した。来訪者には3つの方法を提示し、実施したいものを選んで取り組んでもらった。 [検出方法] ①ガラスに付着した指紋(アイシャドウ微粉末による検出) ②紙に付着した指紋(ニンヒドリン反応) ③アルミホイルに付着した指紋(シアノアクリレートの重合反応) 検出した指紋はコピー機で400倍に拡大して実験者に渡した。
2月1日	SS研究・個人課題研究発表会での発表(筑波大学)
3月17日	つくば科学研究コンテスト参加
3月	春合宿 細胞分裂の実験、タマネギの遺伝子の検索

### 4. 来年度以降の課題

- ①継続研究の実施
- ②他校の科学部と交流
- ③国内をはじめ諸外国の研究施設の訪問
- ④生物学オリンピックの課題に挑戦
- ⑤サイエンスコミュニケーションの向上



図1. 科学フェスティバルの様子

## 第4章 実施の効果とその評価

### 1節 基礎調査

スーパーサイエンスハイスクール（以降「SSH」と表記）事業に関わる授業・プログラムを実施するにあたり、本校の生徒の特長を明らかにするために以下に示す基礎調査を実施した。

#### 1項 調査の概要

調査目的：生徒の科学志向や学習状況を把握する。  
調査時期：平成23年7月。  
調査対象：本学園中学1年から高校2年に在籍する生徒。標本数は次項に述べる。  
調査方法：質問紙法。HRにおいて学級担任により質問紙を一斉に配布および回収をした。  
調査内容：科学志向、各教科学習の評価（※本章では報告しない）、学習動機尺度<sup>1</sup>、学習方略尺度<sup>2</sup>。

科学志向では「日常生活での疑問点を調べるか」、「理系・文系どちらに興味関心があるか」、「将来科学技術に関わる仕事をしてみたいか」、「研究者になりたいか」、「大学進学の方角性」などについて聞いた。

各教科学習については「興味関心」、「学習の充実度」、「自分の将来に役立つと思うか」について聞いた。

学習動機尺度は生徒の学習動機をはかる尺度で、次の6つの下位尺度を持つ。

- ① 充実志向：学習自体が楽しいので学習する。充実感がある。
- ② 訓練志向：自分の知力を鍛えるために学習する。
- ③ 実用志向：将来の仕事や生活に生かすために学習する。
- ④ 関係志向：みんながやっているから、先生が好きだから学習する。
- ⑤ 自尊志向：プライドや競争心から学習する。
- ⑥ 報酬志向：学習そのものよりも、そこから得られる報酬を期待して学習する。

学習方略尺度は生徒の学習方法をはかる尺度で、次の5つの下位尺度を持つ。

- ① 柔軟的方略：自分の状態にあわせて柔軟に変更する。
- ② プランニング方略：計画的に学習を進める。
- ③ 作業方略：声を出して覚えるなど作業を中心に学習を進める。
- ④ 友人リソース方略：友人関係を利用して学習を進める。
- ⑤ 認知的方略：理解や集中力といった認知的な働きを重視して学習を進める。

<sup>1</sup> 市川伸一（2001），学ぶ意欲の心理学，PHP 研究所

<sup>2</sup> 佐藤純・新井邦二郎（1998），学習方略の使用と達成目的及び原因帰属との関係，筑波大学心理学研究，20，115-124

## 2 項 調査対象の内訳

調査に漏れなく回答し、分析対象となった学年・性別ごとの標本数は中学1年から高校2年まで1210名である（表1）。

表1. 標本数

	中学1年	中学2年	中学3年	高校1年	高校2年	計
男子	115	120	116	114	135	600
女子	118	121	125	136	110	610
計	233	241	241	250	245	1,210

### ○調査結果を読み解く上での注意

今回の調査は一時点のものであり、調査結果が学年間で異なる様相を見せた場合にはその解釈には注意を要する。たとえば、1年生と2年生の間に差があるという結果が得られたとしても、それが年齢的な成長にともなう変化であるのか、学年集団の特性の違いによるものなのかは判断できないということである。成長に伴う経年変化については調査3年目以降になれば正確な分析が可能になると考えている。

## 3 項 調査結果

### (1) 海外留学志向

問2 あなたは大学卒業までに海外留学をしたいと思いますか？

表2. 海外留学志向の回答数と割合

	計画なし	在学中に 短期留学	在学中に 長期留学	大学で 短期留学	大学で 長期留学
中学1年	123 (52.8%)	30 (12.9%)	7 (3.0%)	37 (15.9%)	25 (9.9%)
中学2年	127 (52.7%)	44 (18.3%)	9 (3.7%)	38 (15.8%)	23 (9.5%)
中学3年	129 (53.5%)	43 (17.8%)	13 (5.4%)	37 (15.4%)	22 (9.1%)
高校1年	128 (51.2%)	58 (23.2%)	6 (2.4%)	31 (12.4%)	27 (10.8%)
高校2年	146 (59.6%)	5 (2.0%)	3 (1.2%)	52 (21.2%)	39 (15.9%)

海外留学は高校2年生を除き半数弱の生徒が希望している。高校2年が在学中に留学を希望する割合が低いのは、本校の多くの留学プログラムが高校1年を対象にしていることに起因しているものと推測される。一方、高校1年の短期留学希望が若干高いのは、本学独自の短期留学プログラムが用意されているためと考えられる。長期留学については本学に在学中よりも大学在学中の希望が多くみられたが、短期留学では大きな違いは見られなかった。

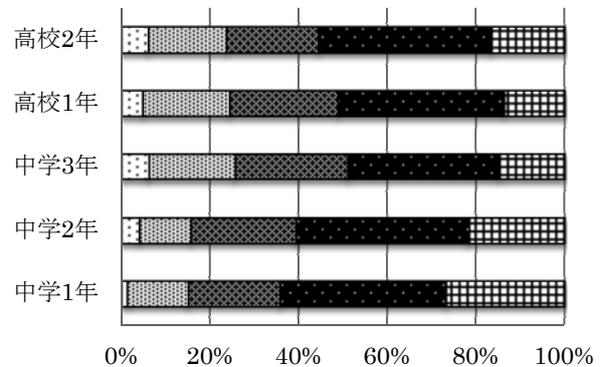
## (2) 科学技術志向

**問6 あなたは科学や技術について興味がありますか？**

**問7 あなたは将来、科学や技術に関わる仕事がしたいと思いませんか？**

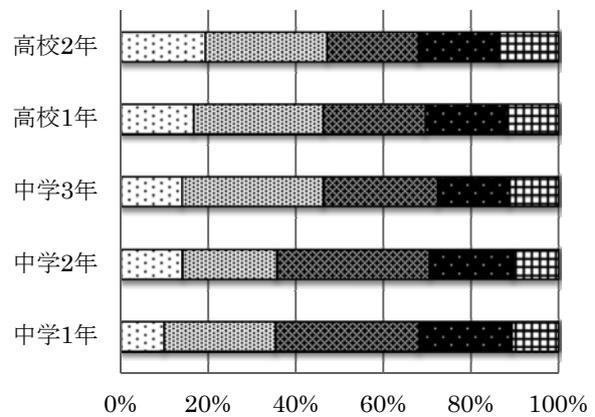
科学技術に対する志向を調べるため、問6と問7を設け、回答を得た。本校では科学技術にある程度興味を持つ生徒が半数以上いることがわかった。傾向としては中学生の方がより興味関心を示す割合が高いように思われる(図1、2)。興味が「全くない」「あまりない」という回答は学年が上がるにつれて増えている。本年度の調査ではこれが各学年のもつ特質なのか成長段階によるものなのか断定ができないが、残念な結果である。科学リテラシーの重要性が社会生活・職業生活上の様々な事態に対処するための基礎的素養として位置づけられている<sup>3</sup>ことを考慮すると、科学技術への興味関心を入学時から卒業するまで保ち続ける教育上の工夫が求められる。

科学技術に関わる仕事への志望は、問6の興味よりも低い値となっている。これは、職業は大学進学よりも選択肢が多いことに加え、中学生を中心に職業というものへの意識がまだ醸成されていないことなどが原因として考えられるのではないかと。なお、平成24年度の大学入試では、文低理高傾向と言われており<sup>4</sup>、来年度以降の動きが注目される。



	中学1年	中学2年	中学3年	高校1年	高校2年
□ 全くない	3	10	15	12	15
▨ あまりない	32	28	47	49	43
▩ どちらともいえない	48	57	61	61	51
■ ある程度ある	87	94	82	94	95
▤ とてもある	62	52	36	34	41

図1. 科学技術への興味



	中学1年	中学2年	中学3年	高校1年	高校2年
□ 全くない	23	34	34	40	47
▨ あまりない	59	52	78	71	68
▩ どちらともいえない	76	84	63	56	51
■ ある程度ある	49	46	40	45	45
▤ とてもある	25	25	27	28	33

図2. 科学技術に関わる仕事への志望

<sup>3</sup> 文部科学省 (2011), 平成23年度版科学技術白書, 文部科学省 ([http://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/html/hpaa201101/1302926.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa201101/1302926.htm)), 2011年11月5日取得

<sup>4</sup> 河合塾 (2011), 2012年度入試動向分析, 河合塾 ([http://www.keinet.ne.jp/doc/kenkyu/1102/zentai\\_gaikyo.pdf](http://www.keinet.ne.jp/doc/kenkyu/1102/zentai_gaikyo.pdf)), 2011年11月5日取得

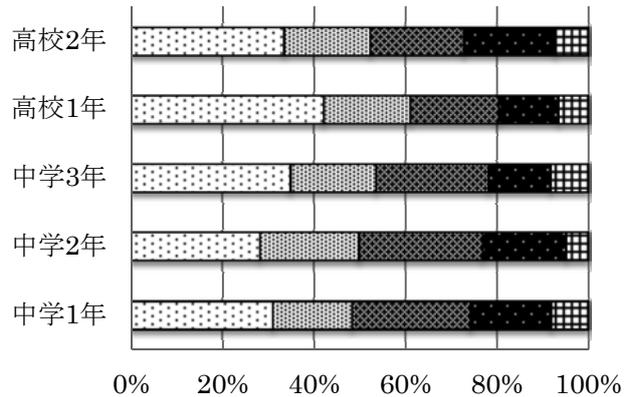
**問9 あなたは将来（文系・理系を問わず）研究者になりたいと思いますか？**

問9では研究者になりたいかどうかを聞いた。理系文系を問わず、研究者になりたいという希望を持つ生徒は各学年とも20%前後いることがわかる（図3）。

問6で将来科学や技術に関わる仕事がしたい（「ある程度ある」「とてもある」）と回答した生徒（中学1年：74名、中学2年：71名、中学3年：67名、高校1年：73名、高校2年：78名）について研究者を志望するかどうかを集計した結果が図4のグラフである。科学技術に関わる仕事を希望する者のうち研究者を志望する生徒の割合は次の通りである。

- 中学1年：63.5%
- 中学2年：57.7%
- 中学3年：62.7%
- 高校1年：47.9%
- 高校2年：55.1%

中学生の方が高校生よりも研究者を志望する割合が高い。高校1年生と2年生を比較すると高校2年生の割合が高い。この差が学年の持つ特質によるものなのか、高校生2年生ではSS研究という個人別の課題研究に取り組んでいることによるものなのか来年度以降の調査で注目してみたい。



	中学1年	中学2年	中学3年	高校1年	高校2年
□ なりたいたと思わない	72	68	84	107	82
▨ どちらかというと思わない	40	52	45	48	46
▩ どちらともいえない	60	65	59	49	50
■ どちらかというとなりたい	41	44	33	33	49
▤ 研究者になりたい	19	12	20	17	18

図3. 研究者志望

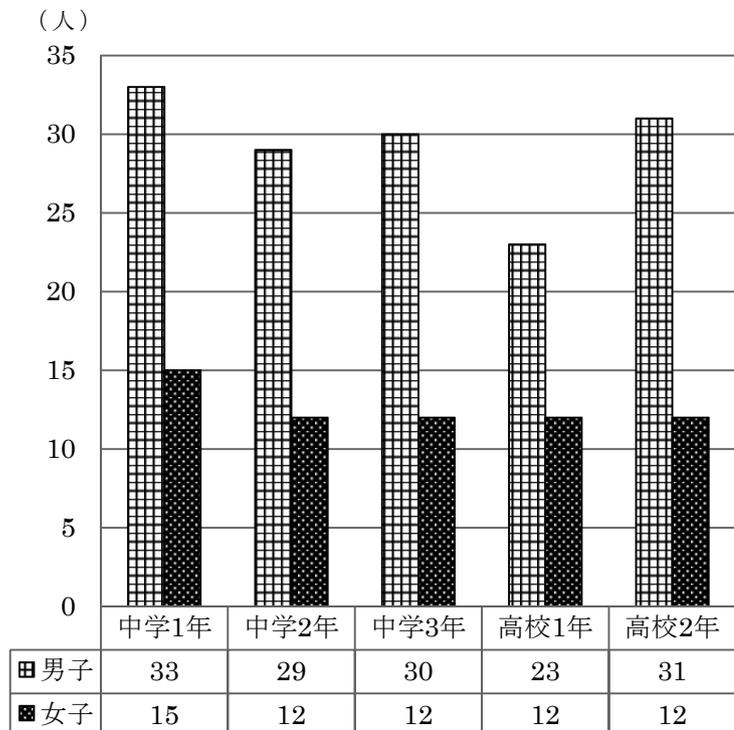


図4. 科学技術分野における研究職を志望する生徒

### (3) 学習動機尺度

市川（2001）による学習動機尺度は①充実志向、②訓練志向、③実用志向、④関係志向、⑤自尊志向、⑥報酬志向の6つの下位尺度を持つ。質問項目に対する回答は5件法で各下位尺度の最高得点は30点（5点×6項目）である。各下位尺度における平均値と標準偏差を表3に示す。

表3. 学習動機尺度の下位尺度得点の平均と標準偏差（上段：平均、下段：標準偏差）

	性別	中学1年	中学2年	中学3年	高校1年	高校2年	計
① 充実志向	男子	20.41 (4.85)	19.44 (5.04)	19.78 (4.34)	18.31 (5.48)	19.69 (4.47)	19.53 (4.87)
	女子	21.78 (5.49)	20.31 (5.55)	20.33 (4.88)	20.53 (4.67)	20.75 (4.47)	20.72 (5.04)
	計	21.10 (5.22)	19.88 (5.31)	20.06 (4.63)	19.52 (5.17)	20.16 (4.49)	20.13 (4.99)
② 訓練志向	男子	18.43 (4.89)	18.19 (5.08)	18.25 (4.00)	17.56 (5.51)	17.81 (4.25)	18.04 (4.76)
	女子	20.26 (5.23)	18.11 (5.32)	18.38 (4.84)	18.99 (4.56)	18.94 (4.18)	18.93 (4.89)
	計	19.36 (5.14)	18.15 (5.19)	18.32 (4.45)	18.34 (5.06)	18.31 (4.24)	18.49 (4.84)
③ 実用志向	男子	21.77 (4.42)	21.15 (4.73)	21.65 (4.27)	21.18 (5.38)	21.27 (4.24)	21.40 (4.60)
	女子	23.23 (4.69)	22.02 (4.86)	22.06 (4.60)	22.89 (4.08)	22.87 (3.77)	22.61 (4.43)
	計	22.51 (4.61)	21.59 (4.80)	21.86 (4.44)	22.11 (4.78)	21.99 (4.11)	22.01 (4.56)
④ 関係志向	男子	14.94 (4.71)	16.02 (4.75)	15.84 (4.92)	15.80 (4.96)	16.67 (4.48)	15.88 (4.78)
	女子	15.94 (4.72)	16.18 (4.86)	16.90 (4.71)	16.42 (4.92)	17.64 (4.09)	16.60 (4.71)
	計	15.45 (4.73)	16.10 (4.79)	16.39 (4.83)	16.14 (4.94)	17.11 (4.33)	16.24 (4.75)
⑤ 自尊志向	男子	17.17 (5.48)	17.33 (5.31)	17.31 (5.05)	17.84 (5.99)	19.42 (5.38)	17.86 (5.50)
	女子	18.53 (5.48)	17.49 (5.36)	17.82 (4.99)	18.79 (5.53)	19.90 (4.67)	18.18 (5.39)
	計	17.85 (5.51)	17.41 (5.32)	17.58 (5.02)	18.36 (5.75)	19.64 (5.07)	18.18 (5.39)
⑥ 報酬志向	男子	17.77 (5.42)	18.56 (5.13)	18.02 (5.28)	19.46 (5.19)	19.44 (4.50)	18.67 (5.13)
	女子	18.16 (5.11)	18.75 (4.74)	18.50 (5.63)	19.80 (4.92)	20.14 (4.39)	19.07 (5.03)
	計	17.97 (5.26)	18.66 (4.93)	18.27 (5.46)	19.65 (5.04)	19.75 (4.46)	18.87 (5.08)

次に6つの下位尺度を従属変数、学年ならびに性別を固定変数とする分散分析を行った。分散分析の結果、交互作用を示す尺度はなく、学年または性別による主効果を

示すものがあつた（表4）。

表4. 学習動機尺度の分散分析結果

下位尺度	固定変数	自由度	F値	有意確率
① 充実志向	学年	4	3.707	.005*
	性別	1	18.196	.000*
② 訓練志向	学年	4	2.400	.048*
	性別	1	10.281	.001*
③ 実用志向	学年	4	1.289	.272
	性別	1	21.676	.000*
④ 関係志向	学年	4	4.096	.003*
	性別	1	7.805	.005*
⑤ 自尊志向	学年	4	6.996	.000*
	性別	1	5.082	.024*
⑥ 報酬志向	学年	4	6.282	.000*
	性別	1	2.098	.148

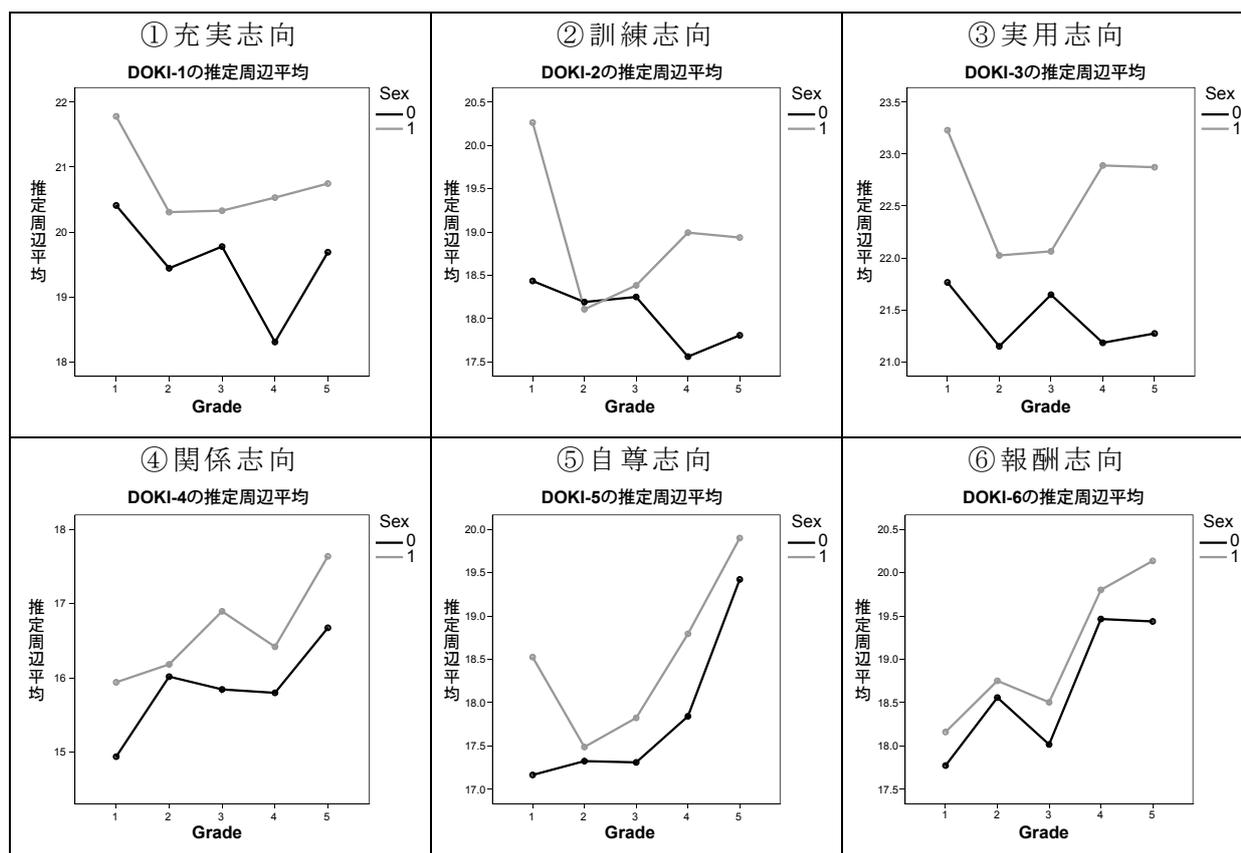


図5. 学習動機尺度の六つの下位尺度の学年・性別ごとの得点グラフ  
(Sex 0:男子、1:女子)

性別に関して主効果のあつた下位尺度①②③④⑤はすべて女子が男子よりも有意に得点が高い。学年に関して主効果のあつた下位尺度①②④⑤⑥はTukey法による多重比較（5%水準）を行い、有意差のあつた項目についてのみ列記する。

- ① 充実志向得点の平均値 ・ 中学 1 年 > 高校 1 年
- ② 訓練志向得点の平均値 ・ 中学 1 年 > 中学 2 年
- ④ 関係志向得点の平均値 ・ 中学 1 年 < 高校 2 年
- ⑤ 自尊志向得点の平均値 ・ 中学 1 年 < 高校 2 年 ・ 中学 2 年 < 高校 2 年  
 ・ 中学 3 年 < 高校 2 年
- ⑥ 報酬志向得点の平均値 ・ 中学 1 年 < 高校 1 年 ・ 中学 1 年 < 高校 2 年  
 ・ 中学 3 年 < 高校 1 年 ・ 中学 3 年 < 高校 2 年

#### (4) 学習方略尺度

佐藤ら (1998) による学習方略尺度は①柔軟的方略、②プランニング方略、③作業方略、④友人リソース方略、⑤認知的方略の 5 つの下位尺度を持つ。質問項目に対する回答は 5 件法である。各下位尺度における平均値と標準偏差を表 5 に示す。

表 5. 学習方略尺度の下位尺度得点の平均と標準偏差

	性別	中学 1 年	中学 2 年	中学 3 年	高校 1 年	高校 2 年	計
① 柔軟的方略 40 点	男子	27.09 (5.49)	25.75 (5.84)	26.22 (5.81)	25.19 (6.20)	26.29 (5.25)	26.11 (5.73)
	女子	28.09 (5.87)	27.73 (5.72)	26.82 (5.67)	27.65 (5.51)	28.08 (4.86)	27.66 (5.55)
	計	27.60 (5.70)	26.74 (5.85)	26.53 (5.73)	26.53 (5.73)	27.09 (5.15)	26.89 (5.69)
② プランニング方略 30 点	男子	19.89 (4.63)	18.87 (4.96)	19.28 (4.89)	19.44 (5.16)	19.20 (4.09)	19.33 (4.74)
	女子	21.42 (4.93)	20.55 (4.94)	20.18 (4.78)	21.82 (4.17)	20.58 (4.19)	20.93 (4.64)
	計	20.67 (4.83)	19.71 (5.01)	19.74 (4.85)	20.74 (4.79)	20.58 (4.19)	20.14 (4.75)
③ 作業方略 30 点	男子	19.26 (4.74)	19.00 (4.87)	19.06 (4.40)	18.96 (5.04)	19.64 (4.06)	19.20 (4.61)
	女子	22.00 (4.86)	21.07 (4.10)	21.70 (4.24)	22.82 (3.86)	22.19 (4.10)	21.97 (4.26)
	計	20.65 (4.98)	20.04 (4.61)	20.43 (4.24)	21.06 (4.83)	20.78 (4.26)	20.60 (4.65)
④ 友人リソース方略 20 点	男子	10.37 (3.71)	10.87 (3.76)	11.95 (3.16)	11.11 (3.43)	10.93 (3.46)	11.04 (3.54)
	女子	11.22 (3.48)	12.67 (3.43)	12.33 (3.16)	12.49 (3.42)	12.50 (2.84)	12.25 (3.31)
	計	10.80 (3.61)	11.77 (3.49)	12.15 (3.16)	11.86 (3.29)	11.63 (3.29)	11.65 (3.48)
⑤ 認知的方略 35 点	男子	22.81 (5.06)	22.20 (5.35)	23.08 (4.61)	22.05 (6.07)	23.53 (4.39)	22.76 (5.12)
	女子	24.53 (5.22)	23.43 (5.57)	23.54 (4.37)	24.56 (4.48)	24.91 (4.48)	24.18 (4.86)
	計	23.68 (5.20)	22.82 (5.49)	23.32 (4.49)	23.42 (5.40)	24.15 (4.48)	23.48 (5.04)

5つの下位尺度を従属変数、学年ならびに性別を固定変数とする分散分析を行った。分散分析の結果、学年または性別による主効果を示すものがあった（表6）。

表6. 学習方略尺度の分散分析結果

下位尺度	固定変数	自由度	F値	有意確率
①柔軟的方略	学年	4	1.797	.127
	性別	1	23.402	.000*
②プランニング方略	学年	4	2.540	.038*
	性別	1	34.166	.000*
③作業方略	学年	4	1.690	.150
	性別	1	118.217	.000*
④友人リソース方略	学年	4	5.133	.000*
	性別	1	37.346	.000*
⑤認知的方略	学年	4	2.648	.032*
	性別	1	25.910	.000*

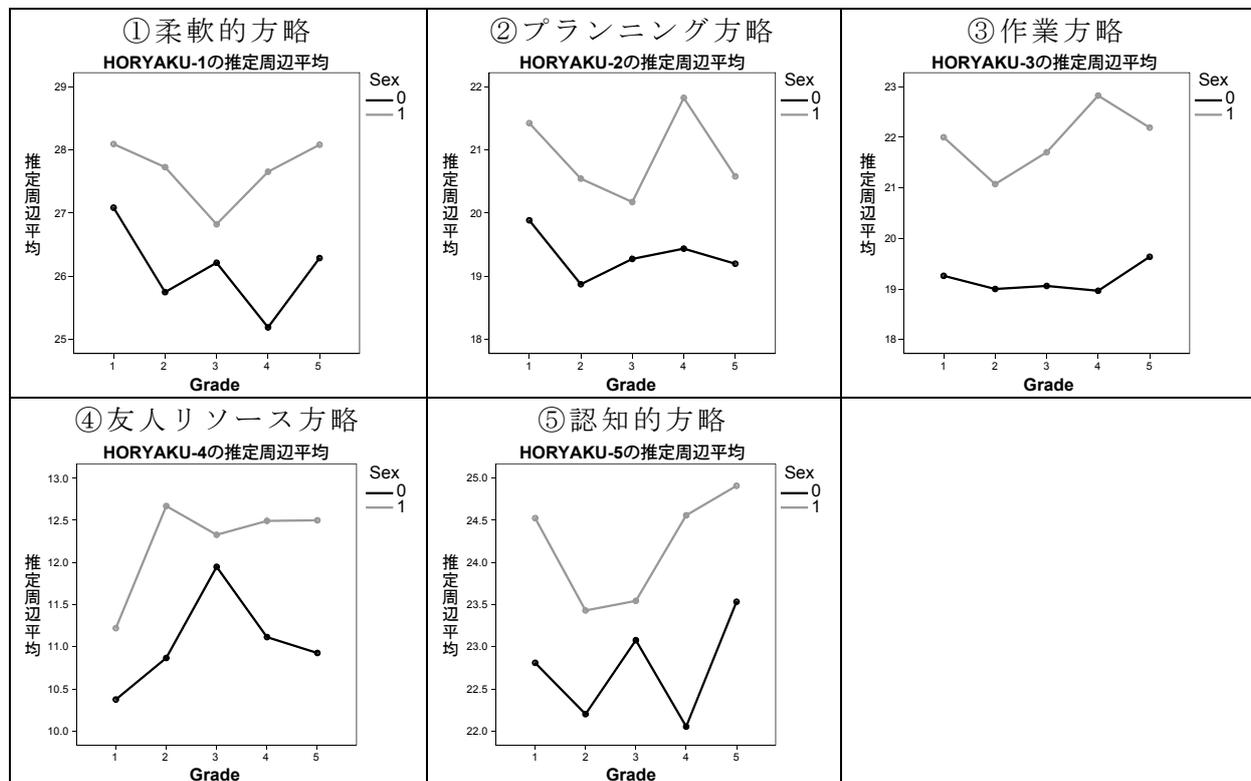


図6. 学習方略尺度の五つの下位尺度の学年・性別ごとの得点グラフ  
(Sex 0:男子、1:女子)

性別に関する主効果はすべての下位尺度で見られ、女子の得点の平均値が男子に比べて有意であった。学年に関して主効果のあった下位尺度②④⑤はTukey法による多重比較（5%水準）を行った。

②プランニング方略得点の平均値

学年による主効果は認められるものの水準間では有意差はみられなかった。

#### ④友人リソース方略得点の平均値

- ・ 中学1年<中学2年
- ・ 中学1年<中学3年
- ・ 中学1年<高校1年
- ・ 中学1年<高校1年

#### ⑤認知的方略得点の平均値

- ・ 中学2年<高校2年

佐藤（1999）による中学1～2年生を対象とした調査結果でも女子が男子よりも得点が高い傾向が見られ<sup>5</sup>、本学園でも同様の傾向が確認された。

## 2節 実施の効果とその評価

本校のSSH実施に関わる研究仮説は「理数系の生徒に自信をいだかせ、国際的に活躍する自分像を肯定的に描かせるためには、次の3つの因子が大きく寄与する」というものである。

(i) 国際的科学教育

(ii) 科学研究能力の育成を目指した6年一貫理数系教育

(iii) 筑波大学・茗溪会を中心とする高大連携・高研連携による最先端科学の体験

これらの仮説を実証するため、本学では①Global Program、②Explore Program、③Tsukuba Programに取り組む。本節では平成23年度に実施された取り組みについて総括するとともに今後の取り組みへの課題を提示する。

### 1項 Global Program

科学技術の世界で国際的に通用する人材を育成することがGlobal Programの目的である。

#### (1) 国際性を育成するカリキュラム

本校は開校以来帰国子女受け入れ校として積極的に海外での生活経験のある生徒を受け入れてきた。中学1年～高校2年の各学年で6ヶ月以上の海外生活を送った経験のある者は10.5～20.0%の割合で在籍している。また、英語という言語を使い世界の人々とコミュニケーションをとる、英語を通して世界を知ることができるよう指導をしている。中学1～2年ではSSH Show and ExplainやSSH英語劇の取り組みによって、英語を使いプレゼンテーションや役を演じる活動によって非言語コミュニケーションも含めたコミュニケーションの訓練をする場が設けられている。これらのプログラムについて英語の発音や身体表現に配慮する必要性を生徒が感じている。中学3年では世界中から集まっているJICAの研修生を招き英語でのプレゼンテーションや会話を楽しむ機会を設けており、世界中の人々とコミュニケーションを通して日本文化を振り返る、ゲストの国の文化を知るなどを体験的に学んでいる。科学英語の取り組みは中学では海外生クラス、高校ではEECクラスとすでに一定水準以上の英語力のある生徒を中心に実施した。中学3年の海外クラスでは科学的 content に関してほとんど生徒の理解度が向上しており、科学的なテーマを扱う英語教材が有用であることがわかった。高校1年全生徒を対象にした課題では環境問題を扱ったテストにおいて英語教材にも

<sup>5</sup> 佐藤純（1999）、自己調整学習における学習方略の認知と使用、筑波大学心理学研究科博士論文（未公開）

関わらず内容理解の向上がみられた。一方、伸びのない生徒もあり、その差の要因を追求するとともに、習熟度にあわせた教材提示の仕方などの工夫が求められるだろう。

理系の生徒については国際的な取り組みに関心を持たせるため、国際科学オリンピックのうち生物学、地学、数学、地理分野での取り組みが開始された。今年度は2名の生徒が国際地理オリンピック国内1次予選を通過したことから、各オリンピックについても今後の成果が期待される。

## (2) 海外研修

International Survey Tour and Lecture では6名の高校生がアメリカの国立公園でのフィールドワーク、州立カリフォルニア大学での脳科学の講義を受け、大きな刺激を受けて帰国した。日本語でさえ難しい専門用語の理解も必要になるプログラムであったが、生徒はガイドや研究者と積極的なコミュニケーションをとることができ議論を深めていく様子が観察された。Presentation with Overseas Fellowship では海外交流校に生徒が訪問し、科学に関する研究成果を発表する機会を用意することができた。自分の研究内容を英語で伝える場として有効な活動であり、今後とも継続していくことが大切である。

## 2項 Explore Program

理数系の分野において高いレベルの知識・技能・モラル、論理的思考力・考察力、そしてコミュニケーション力を備えた生徒を育成することが Explore Program の目的である。

### (1) 学校設定科目

多くの授業の評価をみると共通しているのが、受講時のモチベーションにより授業評価が異なるというものである。したがって、生徒の意欲・関心を学習単元の開始時にどれだけ喚起することができるかが重要であるという一般的に知られていることが再確認された。次年度以降のSSHに関わる授業の課題として年度初めの学習開始時や単元の導入時に生徒の興味・関心を引き起こし、積極的に授業に取り組む姿勢を導きだす指導側の工夫がまず挙げられる。

学習活動において知的好奇心をもって臨むためには、普段から「なぜだろう？」という疑問をいだき、それを探究していく態度が望まれることは言うまでもない。本校では次に述べる高校2年での「個人研究」をカリキュラム上の大きな特徴としているが、この研究活動を成立させるためには生徒一人ひとりが「なぜ？」という問題意識を心に持っていることが欠かせない。そこで、中学1年から探究Ⅰという理科・社会科・家庭科によるクロスカリキュラムを実施し、基礎的な探究スキルを身につけることを目指した。本年度は「水」をテーマに展開したが、生徒への告知不足もあってクロスカリキュラムの意図が通じていなかった部分が見られた。つまり、個々の授業で学習する知識が彼らの中でリンクしたかたちで意識されていない可能性を否定できない。よって、次年度の探究Ⅰは事前に授業担当者間での調整を密にするとともに、生徒が自然とクロスカリキュラムを意識できるような環境作りを構築することが求められる。

### (2) 個人研究

本校では、高校1年から2年にかけて個々人が研究テーマを設定し1年間研究活動に取り組んでいる。今年度から一部の生徒がSS研究として特別に取り組んだ。事後調査からSS研究の生徒はほかの生徒と比較して充実した研究活動を行うことがうかがえる結果が得られている。

来年度からの SS 研究に取り組む生徒は通常の個人課題研究の生徒が 1 月に研究テーマを確定するよりも前の 12 月に研究テーマを確定した。そのため、冬休み期間中に文献調査を進めることができ、研究を早く進めることができている。来年度の SS 研究の研究結果や研究活動そのものがさらに充実するよう指導していくことが望まれる。

### **(3) フィールドワーク・実習等**

本校の学習は教室の外へ飛び出すフィールドワークを重視していることに特徴がある。中学 2 年は夏休みの課題で自分の住む地域を対象にテーマを設定して調べ学習に取り組んだ。学校設定科目である中学 1 年の探究 I でも水源を調べるフィールドワークが夏休みの課題となっており、長期休業期間を利用して自分の足で調べる体験をしている。そして、学校行事である中学 2 年のキャンプにおける地学・地理分野でフィールドワークへとつなげている。また、中学 3 年の生物・地学分野のフィールドワークを行い、さらに視野を広げることに役立っている。本報告書では触れないが、中学 3 年では京都で主に社会科分野のフィールドワークを展開しており、生徒のフィールドワーク学習のレベルアップを図っている。

## **3 項 Tsukuba Program**

本校が筑波研究学園都市に立地している利点を生かし、筑波大学や各研究機関との連携を図ることで生徒の科学の諸分野に対する進路意識やキャリア意識の向上を図ることが Tsukuba program の目的である。高大連携や高研連携については、SSH の指定を受ける前から講演や進路セミナーなどの企画を通して取り組んできた。本年度はこれらに加えて新たな取り組みも見られたが、今後もさらなる連携の余地を探りたい。

### **(1) 高大連携**

当初計画していた高大連携プログラムは 10 あった。しかし、今年度は東日本大震災の影響もあり、すべてを実行することはできなかったが、筑波大学の協力によって進路セミナーや講演会、SS 研究発表会などが開催された。それに加え、SS 研究において生徒のテーマにあわせて個別に対応をしていただいたケースもあり、今後より一層の連携が期待される。

### **(2) 高研連携**

高研連携に関しては、主に科学実験に関する実験・実習講座や講演、研究所訪問などの取り組みがみられた。筑波研究学園都市にある数多くの研究機関に協力をいただくことができた。SS Lab Tour では実際に研究所を訪問して最先端の科学に触れる機会も持つことができた。

## **4 項 科学部・地歴部の活動振興**

将来の科学者を養成するという視点で科学部や地歴部の活動を活性化し、その研究を支援することは SSH のプログラムの中でも大きな意義を持つものと考えている。今年度は科学部生物班がゲンジボタルの遺伝子解析など発展的な研究課題を進める一方、それ以外の分野については研究課題を設定し継続的な研究を進めるための指導を進めていきたい。

また、科学部物理班や生物班は学外での取り組みも多い。特に科学フェスティバルなどで子どもたちを対象に科学に触れさせる体験を指導する場面も多く、サイエンスコミュニケーターとしての能力向上に役立つ活動をしていた。今後、他校の外国籍生徒と実験を共同で行う企画をしており、日本語のみならず英語でのサイエンスコミュ

ニケーションの力を伸ばしていくことが期待できる。

### 3 節 今後の課題

今年度取り組んできた多くのプログラムを通じて、共通して得られた知見は動機づけが大切であるということであった。理系に興味関心がある生徒の割合を中学1年と高校1年でみると、(母集団が違うため単純に比較はできないものの) 中学1年が55.4%、高校1年が54.4%と理系への関心はあまり変わらない。一方、理系文系どちらともいえない生徒の割合は中学1年が18.2%であるのに対し高校1年では13.2%と少ない。「どちらともいえない」という層の中学生が発達段階に従って文系への興味関心へ移行している可能性がある。したがって、高校生の理系への興味関心を高める手段としては、中学段階で理系への興味関心を引き起こすことができるプログラムを重点的に強化する必要があるのではないかと考えられる。

中学段階での取り組みとして中学1年の探究Ⅰ、来年度から始まる中学2年の探究Ⅱの取り組みが重要になると考えられる。特に、探究Ⅰは2年目の実施に向けてより綿密なクロスカリキュラムを練り上げる作業が始まっている。生徒が探究Ⅰやフィールドワークを通じて事実を集める、ある事柄についての疑問に対する解を探し、みんなが協働することで多角的な視野で分析する、知識を組み合わせることで結論を導き出す、などダイナミックな知的活動を通して物事を探究する楽しさに触れさせたい。文理を問わず探究心は学習の動機づけに良い影響をもたらすことが期待できる。さらに、これらの活動を通して論理性を身につけることができれば、数学や理科を好きになる生徒を増やすことにつながるかもしれない。したがって、探究Ⅰと探究Ⅱという2年間のプログラムを軸に探究能力の向上を図ることが課題である。

科学を深く学び、将来科学で身を立てることを希望する生徒を育てるためには、課外活動である科学部や地歴部などの活動をより活性化させることが重要である。本校ではカリキュラム上、学年全員がフィールドワークを通して学ぶ場があるとはいえ、より高度な内容を取り扱い、さらにフィールドワークの中核となる生徒を育成する上で課外活動の充実が不可欠である。

本校の研究課題であるカリキュラム開発については、その評価についてさらに検討を進めることが求められる。基礎調査をパネル調査として実施することにより、生徒の意識や態度、学習方法などの変容を捉えることが可能となる。さらに、学習動機や学習方略と教科学習との関わりについて深く追求していくことが可能である。そして、生徒の理系へのキャリア意識がどのように育まれていくのかその過程を明らかにしていくことが望まれる。一方、探究能力や個人研究における研究スキルを測定できる尺度の開発を検討していく必要がある。尺度の開発には教育学・心理学的な知見が必要であり、本学園スタッフの一層の資質向上と大学・研究機関との連携を図っていきたい。

最後に、今年度は東日本大震災の影響や新学期開始後にSSH校に指定されるという事情があったにも関わらず、数多くの取り組みによってプログラムの成果や実践上の知見が得られた。これらの知見を次年度の取り組みに活かし、さらに充実した教育を実現していきたい。

## 第5章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及

### 1節 研究開発に取り組んだ過程で生じてきた問題点

「国際的最先端科学者養成を指向した科学研究能力育成中高一貫カリキュラムの開発 ～国際的科学教育、個人研究、高大連携・高研連携を主軸とした、つくば発 GET Meikei Pioneer Project の実践～」という研究課題の下、研究テーマとして、Global Program、Explore Program、Tsukuba Program の3つを掲げ、第1年次の研究開発を行ってきた。なお、各研究テーマについては、第4章でも、アンケート等を通じた評価を踏まえた今後の課題という形で触れられているので、参照して頂きたい。

#### 1項 Global Program

生徒のプレゼンテーション・コミュニケーション・ディスカッション能力や、読解力等の基礎的な語学力を伸ばさせつつ、科学において英語を活用する経験、科学を英語で表現する経験、英語で科学を読み解く経験を十分に提供することを目指した。また、培われた語学力を科学に応用できる機会として、SAT Subject Test の受検や、国際科学オリンピック出場を目指した取組の奨励・支援、世界のトップクラスの研究者から講義を受けたり、研究室を見学したりする体験活動の実施に取り組んできた。

生じてきた問題点は、基礎的な語学力の育成という観点で、英語全体のカリキュラムとの連動、技法の指導や訓練、練習機会の充実が挙げられる。また、その基盤をなす動機付けについても、さらに深める必要がある。希望者対象の取組においては、準備期間を十分に確保できなかったことが挙げられる。

#### 2項 Explore Program

科学研究能力育成を目指した6年一貫教育カリキュラムを打ち立てることが目的であり、第1年次のみで成果が十分に上がるものではないと考えられるが、第1年次を通して浮かび上がってきた問題点は、主に3点挙げられる。

第1は、事前指導と興味関心の喚起の必要性である。中学生においては、生徒の持つ興味関心やチャレンジ精神が、理解度のみならず意欲・態度面でも大きな差を生み、高校生においても、進路指向によって姿勢に違いがあることが示された。

第2に、概念・スキル双方の段階的な育成と、それにふさわしい題材・内容の精選である。実験全体の理解度を左右する重要な概念の定着度、スキル獲得後の定着度を精査していく必要が示された。また、概念やスキルの獲得において、題材や内容を学年段階に合わせて精選しながら提供することに課題を残した科目もあった。生徒の関心が高いトピックもあれば、生徒が理解しにくいトピックもあるため、必要に応じて内容の組み替え、事前指導や復習等を入れながら展開することもまた重要である。6年間を見通してどのように概念とスキルを、適切な題材・内容を通して習得させていくかを、絶えず把握していく必要性が浮き彫りになったと言える。

第3に、時間的な制約である。今年度は年間予定がある程度固まった後でのSSH指定であったため、(Explore Programに限らず)SSH関連の取組と、他の学校行事との

調整を図る場面が多く、結果として特定の時期に取組が集中するなど、生徒に負担を掛けることとなった。

### 3 項 Tsukuba Program

高校と大学・高校と研究機関との連携をさらに強化し、特に筑波大学および、筑波大学の同窓会であり本校の設立母体である「茗溪会」との三者連携を進めることを掲げたプログラムであるが、今年度は東日本大震災に伴う被害、福島第一原発事故に伴う節電等の影響を大きく受け、生徒が関係する活動では、断念したものもあれば、かなりの規模縮小を余儀なくされたものもあった。また、SS Medical Seminar のように、開始時期が遅くなってしまった取組もあった。

大学や各研究機関の多大なる協力を頂いて、多様な連携の中から一定程度の成果を挙げることができたと考えられるが、対象学年と講演の難易度・内容のミスマッチ等が、特に中学生において見られた。年齢や発達段階に応じたプログラムの策定や、対象学年の絞り込み、興味関心を刺激したり生徒が理解しやすかったりするトピックの精選を図る必要がある。一方で、未知のものを知る喜びが生徒の興味関心を刺激し、さらなる知的好奇心を呼び起こし、研究する心の育成にも資すると考えられるので、生徒の理解度に見合う事前学習を充実させていく必要がある。さらに科学講演会は、講演の内容はもとより、研究者という仕事の姿、研究者としてのありようを映し出すものでもあるため、今後も様々な経験を持つ方に講演をお願いすることが望ましいと考えられる。筑波大学・茗溪会・各研究機関に加え、教員・保護者・卒業生の間でもネットワークを形成して、講演や講座等で関わって頂ける方を探していく必要がある。

SS 研究発表会については、他校等から多くの方々にご覧頂き、忌憚ないご意見を頂くことができた。プレゼンテーションスキルについては、段階的な研修の必要性を痛感した。研究レベルについても、全部が高いレベルとは言いがたい現状にあることを再認識させられる結果となり、今後のさらなる向上が課題となった。

### 4 項 科学部・地歴部の活動振興

科学部は6つの班（物理・化学・生物・地質・天文・無線工学）に分かれて活動しており、地歴部も定期的な活動を行っている。今年度は特に科学部物理班・科学部生物班の取組を第3章で紹介したが、科学部・地歴部員は、例えば国際科学オリンピックや、希望者対象の活動には中心メンバーとして顔を出している生徒達である。今後、国際科学オリンピックへの挑戦等为目标に掲げながら、課題研究や、先進的な取組に積極的にチャレンジする生徒に育つよう、学校を挙げてバックアップする必要がある。

### 5 項 教員・保護者・地域社会

本校 SSH の推進に当たって、分掌を横断する形で「SSH 推進委員会」を立ち上げ、校長・教頭・教務部長・進路指導部長・国際教育部長の他、SSH 推進委員として21名の教員が指名されて、企画立案や実務に当たった。SSH 推進委員会は、全体統括者として SSH 担当教頭と SSH 推進委員長を置き、実務に応じて、経理事務、評価、授業・実習、課外活動、外部連携、研修・広報普及、記録・報告書、海外活動の8グループを編成し、そのグループの代表者で、代表者会を開催した。

SSH は学校全体に関わる研究開発であるため、特定の分掌でなく、横断型の組織である方が、より学校全体を見ながら研究開発を推進していけるという感触がある。推進委員以外の教員からも、研究開発について提案や意見が寄せられる雰囲気があるため、教員全体で推進する体制が整いつつある。また、教科間・学年間・分掌間で議論をしたり意見交換をしたりする機会も生まれており、今後のカリキュラム改善や、生徒の学びの深化につながる流れができてくることが期待される。

一方で、SSH 研究開発の研究開発課題や仮説、各研究テーマのねらいが、実施内容に着実かつ効果的に反映されるための手段や体制、生徒の学びを評価する手立て等について、全教員で確実に共有され実践されるよう、研修を重ねる必要がある。

また、本校は筑波研究学園都市に位置することもあり、保護者・地域社会に大学や研究機関に所属する方々が数多い。このメリットを生かし、保護者の「人材マップ」などを作成する試みも行ったが、さらなる充実が必要である。地域社会に関しては、つくば市が中心となって作成している人材リストや、各研究機関の出前講座の資料を参考にしながら今年度の連携を図ってきたが、連携の深さの面では、十分とは言いがたい状況である。また、本校から地域社会に向けて SSH 研究開発で得られた知見を発信することについては、平成 23 年度には目立った取組をすることができなかった。

## 2 節 今後の課題とその改善策

### 1 項 今後の研究開発の方向

1 節で示した問題の中から浮かび上がってきた課題を基に、今後の研究開発についての方向を示す。

第 1 に、学校全体のカリキュラムにおける SSH 研究開発の各取組をより効果的に位置づけることである。事前学習・事前指導、実施、振り返りの流れをより明確に意識し、生徒がより効果的な学習をできるような配慮が望まれる。事前学習の充実は、各取組の成否にも大きく関わるため、一層重視していく必要がある。また、プログラムの実施に当たっては、教員間の連携を密にするとともに、教員研修を充実させ、効果的な活動が実施できるように体制を整えていく必要がある。

第 2 に、学年段階に応じて、チャレンジ精神や、科学技術に対する興味関心を段階的に高める工夫をさらに凝らしていくことである。チャレンジ精神や、科学技術に対する興味関心が、SSH 研究開発を通じた生徒の学びに大きく影響することは当然とも言えるが、平成 23 年度の研究開発においてもそのことが示されていると言える。中学 1 年生からチャレンジを大事にする雰囲気醸成とともに、自然現象・科学トピックに対する興味関心を学年段階に合わせて喚起することによって、科学技術やチャレンジに対する先入観を取り除き、新たな視座を獲得させる工夫を重ねる必要がある。

第 3 に、知識とスキルの獲得を段階的かつ相互補完的に行えるよう、教科間・科目間・学年間の連携を含めて、より重層的かつ発展的なカリキュラムの編成を意識することである。実験を行う際の基礎知識、知見を検証するためのスキルは、発達段階や、生徒に定着した知識量によって、獲得すべきものは変化する。これを単一教科・単一学年という考え方に縛られず、6 年間を見通した一貫カリキュラムを編成することが本研究開発の重要な目的である。今年度は探究 I、SS Expand Program 等で取組を始めたが、これが生徒にどのように定着し、生かされるのかは第 2 年次以降の取組にかかっている。教員間で連携をとりながら推進していく必要がある。

第4に、SS研究の実施体制をさらに充実させることである。科学研究能力の集大成とも言えるSS研究において、研究のレベルやプレゼンテーションスキルに生徒間のばらつきがあることは否めない。科学研究能力の段階的な育成の上に、研究内容や成果に加え、その発信があると考えられるため、SS研究の指導はもちろんのこと、6年一貫カリキュラム全体において、科学研究能力の向上に資する取組を検討していく。

第5に、筑波大学・茗溪会を中心とした、高大連携・高研連携のさらなる推進である。生徒に科学の最先端を体験させ、将来国際的な科学研究において活躍する自分像を肯定的に描かせるために、一流の研究者、一流の研究との出会いは不可欠である。そして、そういった研究者や研究と向かい合うことができるよう、生徒に十分な予備知識や、科学的な態度を身につけさせることもまた重要である。科学倫理・生命倫理に関連する活動については、年度末になって始動させることができたが、平成24年度はさらなる発展をすべく、取組を続けていきたい。また、生徒が研究者の研究現場・大学教育の現場に入る機会を探る上で、さまざまな大学・研究機関とより密に連絡を取り合いながら、連携先を広げ、同時に連携を深めていくこともまた急務である。

第6に、希望者対象への取組や科学部・地歴部の活動を一層振興させることである。SAT Subject Testの受検とその準備講座、海外研修「International Survey Tour and Lecture」、SS Medical Seminar、SS Overnight Study、SS Geo Tour等、希望者対象の講座で生徒達の満足感が高く、国際科学オリンピックへチャレンジをする機運も高まりつつある。科学部や地歴部も、SSH指定を契機に、研究意欲が増してきている。ハイレベルの知識を身につけたい生徒、国際的に活躍したいという思いを持つ生徒、科学技術に対する興味関心がきわめて高い生徒が満足できるプログラムをさらに検討しながら、第2年次以降も良質な取組を実施し、それらを経験した生徒が学校全体を牽引してくれるよう、学校全体でバックアップしていくことが重要である。

第7に、教員・保護者・地域社会が本校SSH研究開発のねらいを共有し、生徒の学びにつながる連携をさらに深めることである。これは、本校SSHでの研究成果が広く地域そして社会へ広がっていく際においても、重要な基礎をなすと考えられる。

## 2項 成果の普及

SSH研究開発に当たり、研究開発成果の普及が重要であることは言うまでもないが、平成23年度は外部に向けての公開行事は「SS研究発表会」のみであり、平成24年度にはさらに外部に開く取組を推進していく必要がある。例えば、近隣の小学生に向けた科学出前講座や、生徒がサイエンスコミュニケーターの役割を果たす実験講座・オープンスクールなどが考えられる。加えて、平成24年度新規事業として「Science Workshop」と題し、インターナショナルスクールの生徒を招いての科学ワークショップを開始する予定である。

また、研究開発の成果が今後、他校のモデルとなるよう、第2年次以降も引き続き、カリキュラムを含めた研究開発全般を点検しつつ、より具体的な指導法、評価法の確立に向けて検討を重ねた上で、各取組を実施していく必要がある。

## 資料1 教育課程表

平成23年度 茗溪学園中学校 教育課程表

学 年		1		2		3	
授業時数		標 準	本 校	標 準	本 校	標 準	本 校
国語		140	175	105	175	105	175
社 会	歴 史	105	70	105	70	85	35
	地 理		70		70		0
	公 民		0		0		105
数 学	数 学	140	140	105	175	140	245
	S S 数 学		35		0		0
	SSデータ解析 I		0		0		0
理 科	物 理	105	0	140	70	140	0
	化 学		70		0		0
	生 物		70		0		0
	地 学		0		70		0
	生命科学		0		0		35
	地球科学		0		0		70
	SS Expand Program		0		0		35
保 健 体 育		90	105	90	105	90	105
芸 術	音 楽	45	70	35	70	35	0※
	美 術	45	70	35	70	35	0※
技術家庭	技術家庭	70	70	70	35	35	35
	SS Tech		0		35		0
	SS ICT		0		0		35
英 語		105	175	105	105	105	105
総 合	国際理解	50～65	70	70～105	70	70～130	70
	探 究	0	(35)	0	0	0	0
選択科目	英 語	0～15	0	15～50	70	10～70	70
	芸 術		0		0		70※
道 徳		35	(35)	35	(35)	35	(35)
特 別 活 動		35	35	35	35	35	35
計		980	1225	980	1225	980	1225

### 【備考】

- ※3年次の選択科目芸術は音楽・美術・書道のいずれかを選択。書道の選択者については中高一貫教育校の教育課程に関する特例を適用
- 選択科目英語は、上級英語・中級英語・基礎英語の各クラスの選択
- 総合(国際理解)は、外国人教師等による英語を用いたコミュニケーション方法の学習
- 1年次の総合(探究)は、理科140時間、社会140時間、技術家庭70時間のうちで実施

平成23年度 茗溪学園高等学校 教育課程表

学年	教育課程 特例 変更	履修 年度 標準 単位	H23入学		H22入学					H21入学									
			1	2	2		3			3									
					必修	A	B	C	D	E	必修	a	b	c	d	e	f	g	h
国語	国語表現Ⅰ		2			2													
	国語表現Ⅱ		2																
	国語総合		4	5									2						
	現代文演習		4		3						2						4		
	古典基礎		4				2							2				2	
	古典講読		4		3										2			4	
地理歴史	世界史A		2	2															
	日本史A		2		②														
	地理A		2		②													2	
	世界史B		4						4									4	
	日本史B		4						4									4	
	地理B		4															3	
公民	現代社会		2	2														3	
	倫理		2															3	
数学	数学Ⅰ	○	3	0															
	数学Ⅱ		4			2	2												
	数学Ⅲ	○	3										2						
	数学A	○	2	0															
	数学B	○	2				2												
	数学C	○	2											2					
理科	理科総合A	○	2	0															
	物理Ⅰ	○	3					3	4						3	4		2	
	物理Ⅱ	○	3													4	4		
	化学Ⅰ	○	3	0				3	4							4	4	2	
	生物Ⅰ	○	3					3	4						3	4	4	2	
	生物Ⅱ	○	3													4	4		
保健体育	物理A	○	2	2															
	物理B	○	3					0	0									0	
	物理C	○	4															0	
	化学A	○	2	2															
	化学B	○	3					0	0									0	
	化学C	○	4															0	
	生物B	○	3					0	0									0	
	生物C	○	4															0	
	地理B	○	3					0	0									0	
	地理C	○	4																0
	体育		7,8	2	2	3					3								
	保健体育		2	2										2					
芸術	音楽Ⅰ		2	②															
	音楽Ⅱ		2		②														
	美術Ⅰ		2	②															
	美術Ⅱ		2		②														
	美術特講		4						4				2					4	
外国語	書道Ⅰ		2	②															
	書道Ⅱ		2		②														
	オーラルコミュニ		2	2		2						2						2	
	英語Ⅰ		3	4															
	英語Ⅱ		4		4														
家庭情報	リーディング		4							4									
	ライティング		4		2					2									
総合的な学習の時間	英語文法		4								2	2						2	
	英語講読		4								2	2							
ホームルーム	家庭総合		2	2						1									
	情報A		2	1						1									
計	総合的な学習の時間(個人課題研究)		3,6		③														
	総合的な学習の時間(SS研究)	○			③														
ホームルーム			1	1	1	2	2	3	4	1	2	2	2	2	3	4	4	2	
計				35	23	2	2	2	3	4	14	2	2	2	2	3	4	4	2
				35											35				

## 資料2 SSH 運営指導委員会の記録

### 茗溪学園スーパーサイエンスハイスクール 運営指導委員会名簿（敬称略）

清水 一彦（筑波大学 副学長）  
大澤 義明（筑波大学大学院 教授）  
藤原 保明（聖徳大学教授）  
松本 輝彦（INFOE-USA代表）  
関 正樹（関彰商事株式会社 社長）  
柿沼 宜夫（つくば市教育委員会 教育長）  
吉田 重信（筑波研究学園都市交流協議会 常任幹事）

### 第1回運営指導委員会

平成23年7月20日（水） 10:30～12:30 茗溪学園会議室

出席者 運営指導委員：清水委員、大澤委員、関委員、柿沼委員、吉田委員

本校関係者：柴田（校長）、吉田（教頭）、田代（教頭）、黒澤（教務部長）、  
佐藤（国際教育部長）、中村（SSH推進委員長）、林（事務）

SSH事業計画の説明（約1時間）の後、質疑、ご助言を頂いた。

運営指導委員の先生方から頂いたご意見は下記の通りである。

- ・全員参加とあるが、高2以降は薄いのではないか。文系への目配りが望まれる。
- ・理系女子の育成に資する特色を出して行って欲しい。
- ・総花的にならないよう、重点化していく必要があるだろう。
- ・5年後、7年後を見ながら、個人の成長を迫るようにして行って欲しい。
- ・生徒自身が問題点を掘り出せるような、実験的なことをして行ってはどうか。
- ・広報は、聞く側は関心が低い。やりすぎぐらいでいい。
- ・生徒が「自分がSSHに関係している」と思えるような配慮をしていてもらいたい。
- ・科学への幅広いアプローチを喚起して欲しい。
- ・県内との連携・交流を密にして行って欲しい。
- ・茗溪学園の教育の中身がなかなか外へ伝わっていない。関係者は知っていると思われるが、一層の広報が必要。子供達の様子を外に出していったり、地域・社会に関わったり。
- ・いい研究なら1年に限らなくても良いのでは？ あくなき挑戦を。
- ・「筑協」を上手に活用して欲しい。
- ・基礎研究推進・振興が目指されている。数学分野への支援活動もある。SSHでも数学への取組が重要になっていくであろう。
- ・理系への関心を高めるには教員の姿勢が大事になる。
- ・トップリーダーとなる人材育成と結びつけるとよいのでは。

### 第2回運営指導委員会

平成24年2月1日（水） 16:15～17:30 筑波大学学生会館 第一会議室

出席者 運営指導委員：清水委員、大澤委員、藤原委員、松本委員、関委員、吉田委員

本校関係者：柴田（校長）、吉田（教頭）、田代（教頭）、佐藤（国際教育部長）、  
中村（SSH推進委員長） 記録：関（教諭）、三島（司書教諭）、松浦（事務）

当日は、「SS研究発表会」を含めた、SSH1年次報告会の日であった。SSH事業の詳細な報告は、午前の報告会にいらしていた委員も多かったため、この場では最初に1年間のSSH事業の全体的な報告を行い（約20分）、ご助言を頂いた。運営指導委員の先生方から頂いたご意見は以下の通りである。

- ・大学レベルの発表だった。すばらしかった。後半の海外研修の報告は立派なプレゼンテーションだった。生徒のレベルが上がった気がする。
- ・筑波大学の記念事業の一環としても茗溪学園 SSH がかわるといい。大学と連携プレゼンテーションなども SSH に組み込めればいい。
- ・OB の人材の交流もいいが、つくばという環境を考えるとご父兄の層があるので、その程度はどの程度なのか知りたい。茗溪だけがプラスではなく、地域も盛り上がる活動を。
- ・大学院生で筑波大にいる人はどんどん活用した方がいい。
- ・高大連携について、茗溪会としては全面的に協力したい。
- ・発表会のプログラムを見ただけでも、これまでよりしっかりしてきている。研究学園都市という地の利を生かして発展的にやっていけばいい。将来に生きていくし期待している。
- ・一つの高校として一部の生徒ではなく、全員ができる学校は日本でここだけではないか。今年是一年目でイベント盛りだくさんだったが半年ぐらいで頑張った結果が表れていた。
- ・サイエンスは理科に限らない。理科理科いうより文系にも目を向けたほうがいい。
- ・SSH のねらいは平均値の底上げと、高校生としての研究能力を伸ばしていく教育の2つであると思う。そういう目で見ると、来年度以降どのように変わっていくのかが気になる。
- ・研究者を育てる。リサーチスキル、スタディースキルを身につけるのであれば、個人研究とどのようにリンクするのか、一年間見てみたい。
- ・体育は文系か理系かで話題になることもある。
- ・(発表会が) 初めは長いなど思ったが、有意義な時間を過ごすことができた。受付の名簿を見たら他校の名前があったので喜ばしく思った。他校の生徒とも交流をしていくとよい。
- ・他校でも実施可能なプログラムという(本校側の)話が印象に残った。社会のために役立ったということの子供たちにわかるように5年後に知らせていく必要があると思った。
- ・ポスター発表を見ていた親御さんはとても嬉しそうで、ほのぼのとした感じだった。一部の生徒は、本当は(ポスターではなく口頭) 発表しなかったのだというのも聞いた。
- ・教育分野の分科会にいたが、社会人よりもプレゼンテーション能力があると感じた。特に質問に即答できたところが素晴らしかった。発表よりもそこに至るプロセスがしっかりしているということを感じた。来年もぜひ来たい。
- ・グローバルの対極にはローカリズムがある。ローカリズムも先生方には理解したうえで考えてほしい。
- ・感激した点は、生徒がご挨拶してくれた点である。どこでもできることを自然体の中で当たり前のようにできるところは学校の指導運営がしっかりしているのかなと思った。
- ・発表の中ではレベルの高いものだった。逆に言えばレベルの高い人だけを連れてきているといううがった見方もあるが。
- ・アメリカでの調査を発表した生徒たちの英会話能力、スピーチも流暢だし発音もすばらしかった。時代のなせる業かと感じた。
- ・面白い点は、坂本竜馬の暗殺について発表した生徒があった。史学の発表だと感じたが、そのロジックの立て方は理系の論文のような攻め方だった。よく頑張っていると思う。
- ・先日のシンポジウムでの話では、「小学校の先生が理科が嫌いだから理科離れが起きる」のではないかという話があった。そういう意味では縦軸(中高)の連携という観点でも事業を展開していくとよい。
- ・サイエンスツアーなどを活用してはどうか。「筑協」からもお願いすることはできる。慣れているところの力添えを得て展開することは可能。
- ・今年も節電がかかってくる。土日に組んで早めに予定を組むと良いかもしれない。
- ・SAT の全米平均は 500 点なので、600 点~700 点とっているのはとても良いレベル。全米でもトップクラスの生徒が一人二人でもあることは、他校にはない。チャレンジの機会をあげてほしい。

平成 23 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 1 年次

発行日：平成 24 年 3 月

発行：茗溪学園中学校高等学校

所在地：〒305-8502

茨城県つくば市稲荷前 1 - 1

TEL 029-851-6611

FAX 029-851-5455