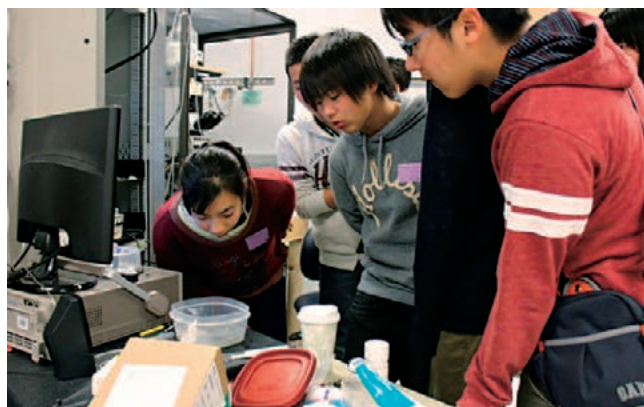


Belle
 平成23年度指定
 スーパーサイエンスハイスクール
 研究開発実施報告書
 第2年次
 平成25年3月
 茗溪学園中学校高等学校

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(左)・Cross-Cultural Talk(右)】



Explore Program

【学校設定科目:中2 SS数学Ⅱ(左)・高1 化学A(右)】



【フィールドワーク・実習:中2 SS キャンプ】



Tsukuba Program

【高大連携:SS 研究発表会(上)・SS Geo Tour(下)】



コア SSH

【ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプ:サマーキャンプ(上)・ウインターキャンプ(下)】



巻頭言

平成 24 年度 2 年次の事業計画では、昨年度の反省を踏まえ、Global, Explore, Tsukuba の 3 つのプログラムをそれぞれより充実した活動となるよう改善を加えました。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嬉しく思います。

今年度は、高校の教育課程の変更に伴い、理科の基礎科目 3 科目必修を学校設定科目として「物理 A」「化学 A」「生物 A」を高校 1 年次に配置し、加えて「探究講座」を新設し、高校 2 年次に行う「SSH 研究」や従来実施してきている「個人課題研究」へと学びを深めながら移行できるようにしました。これらの成果がどのような形で現れるかはもう少し先のことですが、期待をしながら進めているところです。

昨年度と今年度の生徒に対するアンケート調査からは、理系への志望が増加しており、このことは SSH の効果と推測できます。2 年間のデータではまだ十分な分析には至りませんので、これらの結果を踏まえ、次年度への課題を明確にし、私たちの SSH 活動の目的が達成できるように進めて参りたいと思います。

また、今年度から幸運にもコア SSH 活動の指定校にもなることができました。事業内容は、「大学・地域と連携して育成する小学生・中学生・高校生の英語を交えた科学コミュニケーション力の研究開発 ～ジュニア・インターナショナル・サイエンス・キャンプと AP サイエンスを通して～」です。これらの活動は、GET Project では Tsukuba Program となるものですが、コア SSH プログラムでは特に筑波大学の力強いサポートをいただきながら進めることができました。ご協力に対し心より感謝申し上げます。

平成 25 年 2 月 1 日に「SSH 研究・個人課題研究発表会」および「SSH 活動報告会」を筑波大学を会場に、2 月 3 日に「コア SSH 活動報告会」を本校を会場にして開催いたしました。SSH 運営指導委員の皆様、科学技術振興機構の皆様、筑波大学の先生方、他にも多くの皆様方から数多くのご指導ご助言を賜りました。また、多くの方から温かい応援のお言葉もいただきました。本当にありがとうございました。次年度に向けて引き続き努力を重ねていきたいと思います。今後とも一層のご指導ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

平成 25 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

第1編 SSH 事業報告

SSH 研究開発実施報告（要約）	1
SSH 研究開発の成果と課題	5
第1章 研究開発の課題	11
第2章 研究開発の経緯	16
第3章 研究開発の内容	
1 節 Global Program	
(1) 国際性の育成	
・SSH Show and Explain	20
・SSH 英語劇	21
・Cross Cultural Talk	22
・科学英語	23
・SAT Science	24
・Super Chemistry Course	24
(2) 国際科学オリンピック	
・International Science Competition	25
(3) 校外研修活動	
・International Survey Tour and Lecture	26
・科学部・地歴部の活動振興	28
2 節 Explore Program	
(1) 学校設定科目	
・探究Ⅰ	30
・探究Ⅱ	31
・SS 数学Ⅰ	32
・SS 数学Ⅱ	33
・SS データ解析	34
・SS 数学Ⅳ	35
・SS 数学Ⅴ	35
・SS Tech	37
・SS Expand Program	38
・SS ICT	39
・生命科学・地球科学	40
・理科A	41
・理科B	43
・探究講座	45
・SS 研究	47

(2) フィールドワーク・実習

・SS Camp（中1）	48
・SS Camp（中2）	49
・筑波山巡検（地学・物理・地理分野）	50
・地図を使った地域調査	51
・理科巡検（生物・地学分野）	52
・生命倫理・科学倫理	53
・SS Overnight Study	54
・分子遺伝学実習	55

3 節 Tsukuba Program

(1) 高大連携

・科学講演会（中1・2）	56
・科学講演会（高1 環境研・産総研）	57
・SS Lab Tour	58
・SS Medical Seminar	59
・SS Geo Tour	60
・SSH 成果報告会	61
・科学倫理ワークショップ	62

第4章 実施の効果とその評価

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

関係資料

資料1 教育課程表	70
資料2 SSH 運営指導委員会の記録	72
資料3 SS NEWS	74

第2編 コア SSH 事業報告

コア SSH 研究開発実施報告（要約）

コア SSH 研究開発の成果と課題

第1章 研究開発の課題と概要

1 節 研究開発課題とその背景

2 節 課題解決のための仮説

3 節 研究開発の実施規模

4 節 研究開発の概要と実施方法

第2章 研究開発の内容

1 節 ジュニアインターナショナル

サイエンスキャンプ

2 節 AP サイエンス

第3章 1 年次の評価と次年度への課題

1 節 第1 年次の評価

2 節 次年度への課題

関係資料

資料1 キャンプ資料（発表用ポスター）	103
---------------------	-----

第1編

SSH 事業報告

平成 24 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題	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～
② 研究開発の概要	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。
③ 平成 24 年度実施規模	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。
④ 研究開発内容	○研究計画 (i) 第 1 年次 下記の通り、各取組を進めた。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。 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・中 3 理科巡検・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 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 Medical Seminar・科学講演会・SS Geo Tour 冬休み International Survey Tour and Lecture 1 月～3 月 SS 研究発表会・Cross Cultural Talk・分子遺伝学実習・科学倫理ワークショップ・Presentation with Overseas Fellowship 通年 科学英語 (ii) 第 2 年次 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た。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よう配慮した。 第 2 年次では、Science Workshop を開始し、Global Program の充実・発展を図った他、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 の拡充を図った。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いながら、計画・実施してきた。なお、科学倫理ワークショップ[®]は7月実施、SS Geo Tour は春日部高校との共催で7月実施、Presentation with Overseas Fellowship は国際情勢に鑑み中止した。

(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年がSS研究に取り組み、中学2年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…総合(探究I)(1)・SS数学I(1)

中学2年…総合(探究II)(1)・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(1)・SS ICT(1)

高校1年…物理A(2)・化学A(2)・SS数学IV(6)・探究講座(1)

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24年度教育課程の内容 ()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…総合(探究II)(1)・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データ解析(1)・SS ICT(1)

高校1年…物理A(2)・化学A(2)・生物A(2)・SS数学IV(6)・探究講座(1)

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)

○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。また、Presentation with Overseas Fellowship では、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した(平成23年度は実施、平成24年度は国際情勢に鑑み中止)。米国国立公園でのフィールドワークや、カリフォルニア州立大学の研究者による講義を主とした International Survey Tour and Lecture を、選

拔者を対象に実施して、海外研修における生徒の変容を探り、今後の科学関連の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。平成 24 年度からは、SS 研究に必要な探究能力の育成につながる学校設定科目として、探究講座を開設した。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。科学講演会（平成 23 年度は中 2 対象・高 1 対象・高 2 対象・中 1～高 2 対象、平成 24 年度は中 1～中 2 対象、高 1 対象）、SS Medical Seminar（高 1・高 2 希望者対象）、SS Lab Tour（高 1 対象、希望者対象）、SS Geo Tour（希望者対象、平成 23 年度はつくば市内、平成 24 年度は埼玉県立春日部高等学校と共催で屋久島）、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、平成 23 年度は 2 月末、平成 24 年度は 7 月実施）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。平成 23 年度については、東日本大震災の影響で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が、平成 24 年度は安定して連携を図ることができた。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

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 では平成 23 年度に 6 名、平成 24 年度に 9 名の生徒が参加し、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り議論を深めていた。平成 23 年度は国際地理オリンピックで 2 名が国内 1 次予選を突破し、平成 24 年度はロボカップジュニア 2012（世界大会）に 1 名が出場、日本生物学オリンピック予選を 1 名が突破し本選で敢闘賞を受賞、という成果を収めた。

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。高校生全体にわたる研究者志向の増加、高校2年生における理系進
学志向の増加が見られる。中学1・2年では総合（探究Ⅰ）・総合（探究Ⅱ）という理科・社会科
・技術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。探究講座も、過半数の教員が関わり、運営することができた。フィールドワークはおおむね好
評で、新たな興味関心を引き出すことにつながった。希望者対象のSS Overnight Study等でも、生
徒達が満足感を得られている。高校で実験観察を重視した取組が生徒からも好評であり、授業や
実習で新たな手法の導入が試みられるなど、第1年次の課題を克服しようとする取組も見られる。

Tsukuba Program…高大連携の面では筑波大学・茗溪会の協力によって講演会、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対応を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、研究所訪問などに取り組み、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・大学・企業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や学会発表等を進めた他、科学部
物理班・化学班・生物班・地質班の科学フェスティバル参加、無線工学班の国際宇宙ステーション
との通信成功など、SSH指定以来2年間で活動が活発になってきている。

教員の研究推進体制…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、カリキュラム改善等につながる流れとな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の必要
性。概念・スキル双方の段階的な育成と題材・内容の精選、時間的制約の解決を平成23年度の課題
に挙げた。これらは平成24年度に改善が見られたものの、学習へ向かう姿勢そのものが生徒の取組
全体に影響していることが明らかになった。SS研究では、平成23年度に課題となっていたプレゼ
ンテーションスキルが飛躍的に向上した。研究レベルについては、今後もさらなる向上が望まれる。

Tsukuba Program…平成23年度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。こ
れらの課題については、平成24年度に改善が見られたため、さらなる向上を目指したい。

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 SSH 研究開発の各取組を効果的に位置づける取組を推進する。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) 学習に対する前向きな姿勢や、チャレンジ精神、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 研究の実施体制をさらに充実させる。

(v) 筑波大学・茗溪会を中心とした、高大連携・高研連携をさらに組織的かつ効果的に進める。

(vi) 希望者対象への取組や科学部・地歴部の活動を一層発展させる。

(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24年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果

(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)

平成23年7月、平成24年6～7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 や英語劇等の取組によって、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として 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。Show and Explain における指導内容の向上等に見られるように、平成24年度は質的な向上が図られ、プレゼンテーション能力の育成という面では、他教科の実習でもその成果がうかがえるなど、大きな波及効果をもたらした。

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、平成23年度に6名、平成24年度に9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) 教材の活用を試行を通して、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である International Science Competition を積極的に奨励・支援し、平成23年度に国際地理オリンピックにおいて2名が1次予選突破を果たし、平成24年度にはロボカップジュニアに1名が日本代表として参加し、日本生物学オリンピックにおいて1名が予選を突破し本選で敢闘賞を受賞した。科学英語上級についても、体系的な実施までには至っていないものの平成24年度には1回 (2月) 開催することができた。

(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 「総合 (探究Ⅱ)」 「SS 数学Ⅱ」 「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」「理科巡検」「SS データ解析」
高1 「物理 A」「化学 A」「生物 A」「SS 数学Ⅳ」「探究講座」
高2 「物理 B」「化学 B」「生物 B」「地学 B」「SS 研究」
希望者「SS Overnight Study」「分子遺伝学実習」

平成23年度における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。また、平成24年度の基礎調査の結果から、中学生については科学技術への興味関心というよりも学習へ向かう姿勢そのものを捉え直し、刺激する必要性が明らかになった。一方高校生では、高校生全体にわたる研究者志向の増加、高校2年生における理系進学志向の増加が見られている。

高校で実験や観察を多く取り入れる意欲的な取組である点について多くの生徒から高い評価を得ていることが明らかになり、探究能力の育成を主眼に置く本プログラムのねらいが生徒の実感につながっていることをうかがわせた。また、地理における GPS ロガーの導入など、新たな手法の導入も見られ、第1年次での課題を第2年次でクリアしていった取組が数多く見られた。数学科においても、中学1～3年で授業内での取組が始まった。

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。そのうち一部の生徒が「SS 研究」として特別に取り組んだ。高校1年の12月～2月にかけて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、高校2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（平成23年度は32名、平成24年度は36名）が選ばれ、筑波大学大学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、高校1年12月のうちに研究テーマを確定した生徒は、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。平成24年度からは、SS 研究につながる研究能力育成を意図して、高校1年生の探究講座を新設した。手探りで進めた面もあったが、全体の過半数の教員が何らかの講座に関わり、1年間運営することができた。

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年で「総合（探究Ⅰ）」、中学2年で「総合（探究Ⅱ）」という理科・社会科・技術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。平成23・24年度の総合（探究Ⅰ）では「水」、平成24年度の総合（探究Ⅱ）では「エネルギー」をテーマに展開した。

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」を平成23年度に1回、平成24年度に2回実施し、生徒達はいずれも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、以下のような取組を進めた。

「科学講演会」(23年度…中2、高1、高2、中1～高2 24年度…中1・2、高1)

「SS Medical Seminar」(高1・高2 希望者対象)

「SS Lab Tour」(高1 対象・希望者対象)「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、平成23年度は2月、平成24年度は7月実施)

平成23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。平成24年度は地震の影響もほとんどなく、安定した活動を行うことができた。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。例えば中1・中2の SS camp においては、近隣の研究機関を訪問したり、研究機関から講師の先生をお呼びして特別講座を開催したりするなどの取組を行った。科学講演会についても、地球全体の問題を自分の問題として捉え直したり、研究と社会との接点を考える機会になったりと、手応えを感じるものとなった。SS Lab Tour では実際に研究所や大学・企業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、SS Geo Tour を実施した。平成23年度は地元つくば市内の地形について実際に巡りながら学ぶ巡検を実施し、好評であった。平成24年度は埼玉県立春日部高等学校との共催で、フィールドを屋久島に移して実施し、生徒からも好評であった。また、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

平成23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、平成24年度は科学部生物班の研究および学会での研究発表、科学部地質班の「つくば3Eフォーラム賞」受賞(平成23年度は科学部物理班が受賞)、科学部無線工学班の国際宇宙ステーションとの通信成功等、成果も数多く上がった。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、特につくば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能力向上に役立つ活動をしていた。平成24年度は、科学部物理班・生物班に加え、科学部化学班・地質班もつくば科学フェスティバルに参加した。

(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・広報部長・国際教育部長の他、SSH 推進委員として25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実感がある。第1年次・第2年次を通して、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組んでいる。また、教科間・学年間・分掌間で議論や意見交換をする機運も生まれており、

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。

(vi) 地域社会とつながる活動

平成24年度は他校科学部との交流が見られるようになってきており、SS Geo Tour を埼玉県立春日部高校と合同で開催したり、他校 SSH 講座にも生徒が参加したりするなど、少しずつではあるが学校の中にとどまらず、外へ向けた取組も始まってきている。また、平成23・24年度ともに、地域の自然を生かしたフィールドワークやキャンプを実施しており、その中で地域の方々に大変お世話になってきている。

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 については、平成23年度の問題点として、基礎的語学力の育成という観点からみた英語全体のカリキュラムとの連動、技法の指導や訓練、練習機会の充実を挙げたが、上述の通り、平成24年度は質的な向上が図られ、他教科の活動に対しても大きな波及効果をもたらした。科学英語上級については、平成23年度には実施できず、平成24年度には1回(2月)開催することができたが、体系的な実施までには至っていない。また、Presentation with Overseas Fellowship については、平成23年度の3月に上海で実施したが、平成24年度は国際情勢に鑑み、実施することができなかった。

Explore Program については、平成23年度の問題点として、①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の必要性、②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、③各取組実施における時間的制約の解決を挙げたが、①については、平成24年度の基礎調査の結果から、中学生については科学技術への興味関心というよりも学習へ向かう姿勢そのものを捉え直し、刺激する必要性が明らかになった。一方高校生では、研究者志向の増加、理系進学志向の増加が見られていることから、引き続き有効な事前指導と、効果的な興味関心の喚起について探るとともに、文系・理系全体にわたって、特に中学生の学習に対する姿勢を改善していくことが重要であると考えられる。②については、発展的内容に関する取組について、課題を残した。これは、中学1年生から高校1年生までは全員対象の SSH 科目が多く、学年全体の学力分布や学習履歴も年度によって若干の違いがあるために、各教科・科目における指導方法や内容が開発途上の状態であることも背景にあると考えられる。教科内・教科間でさらなる討議を重ね、必要に応じて新たな手法や考え方を導入しながら、さらなる研究開発を進める必要がある。また、クロスカリキュラムの取組である総合(探究Ⅰ)・総合(探究Ⅱ)についても、一つのテーマの下に各教科が連携し合う形を取っているが、生徒が年間を通じて、その一つのテーマを体系的に認識できるまでには至っていないのが実情である。さらなる連携を進め、改善をさらに進めたい。③については、平成23年度の実績を基に、平成24年度の年間予定等を組むことができ、時間の使い方を大幅に改善することができた。ただしそれでも、一部期間に学習活動が集中することにより、一部生徒・教員の負担が大きくなったことは否めない。年間予定をさらに洗練されたものとし、年間を通じて安定して SSH の諸活動に取り組めるよう工夫する必要がある。

Tsukuba Program については、平成23年度は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ことを反省点に挙げたが、例えば中1・中2 SS Camp の内容改善を図った結果、SS Camp 講座は生徒からも高い評価を受けることができた。今後も年齢や発達段階を考慮しつつ、トピックを精選し、さらなる向上を目指したい。科学講演会については、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引き続き探していく必要がある。また、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。

SS 研究発表会は、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。高

校1年生全員に加え、平成24年度は中学生約110名（希望者）も加わり、関心の高まりをうかがわせた。プレゼンテーションスキルについては、平成23年度に比べると、平成24年度では高い評価を頂くことができ、Global/Explore Program での取組を通して生徒が力をつけ、刺激を受けたと考えられる。さらに平成24年度には、日本繁殖生物学会やサイエンスアゴラ、農芸化学会等においてのべ70名の生徒が発表し、校外で生徒の活躍が目立つようになってきた。生徒自身が対外発表に意欲的になってきており、第1年次での成果が表れている感触がある。また、発表の場での経験が生徒に自信を持たせることにつながっていることもうかがえる。

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については、平成23年度に、その検討の必要性和、尺度の開発に際して教育学・心理学的な知見が必要であること、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ことを挙げたが、平成24年度は、探究能力の尺度開発に必要な質的なデータを収集した。第3年次以降で、次の段階へ進めていきたい。

地域社会へ向けた取組については、平成23年度・24年度と、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、いまだ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が、平成24年度はコア SSH の活動を含め、外へ向けた取組も始まってきている。より地域に根ざした体系的な取組が行えるよう、さらにアイデアを出し合っていく必要がある。

以上を踏まえて、第3年次以降の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取組をさらに進めること。平成24年度には改善が見られた授業や活動も数多かったが、事前学習・事前指導、実施、振り返りの流れをより綿密に計画し、生徒が効果的な学習をできるような配慮を重ね、精緻化された取組にしていくことが望まれる。事前学習の充実、各取組の成否にも大きく関わるため、引き続き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、学習に対する前向きな姿勢、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重ねること。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た。また、科学技術に対する興味関心というよりは、学習に対する姿勢そのものが生徒の SSH 諸活動への取組に大きく影響していることが、平成24年度の研究開発で明らかになった。中学1年生から学習に対する前向きな姿勢を育て、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、新たな視座を獲得させる必要がある。

(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。平成23年度の総合（探究Ⅰ）、SS Expand Program 等につき、平成24年度では総合（探究Ⅱ）、SS データ解析等で取組を始めたが、これが生徒にどのように定着し、生かされるのかを注視し、今後の改善の基礎とすべきである。また、内容面や指導方法の面では、生徒の持つ学力や様々な進路志向を踏まえつつ、教科内・教科間でのさらなる討議や研修、研究が必要であり、教員間で連携を取りながら、第3年次においてさらに洗練された取組とすることが望まれる。また、Study Skills の育成については、6年間で教科内・教科間・教科外それぞれの場面で、何をどう育てていくかを構造化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。平成24年度には高校1年生において探究講座が始まり、研究能力育成についての体系的取組が始まった。また、理系研究を志望する生徒も増加している。プレゼンテーション能力についても、めざましい向上が見られ、確実に成果は上がってきている。ただ、科学研究能力の集大成とも言える SS 研究において、SSH 指定から2年を経てもなお、研究のレベルに生徒間のばらつきがあることは否めない。中学での取組、探究講座等を通した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さらに試行し、深化させていく。

(v) 筑波大学・茗溪会を中心とした、高大連携・高研連携をより組織的かつ効果的に進めること。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。平成23年度の反省を踏まえ、平成24年度では中学生に対する特別講座の位置づけの見直しや、希望者対象の科学倫理・生命倫理の講座開設など、進展が見られては来ているが、今後もさまざまな大学・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が重要である。

(vi) 希望者対象への取組や科学部・地歴部の活動を一層発展させること。SAT Subject Test の受検とその準備講座、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度は引き続き高く、国際科学オリンピックへの挑戦も進んでいる。科学部や地歴部の活動も活発になってきている。ハイレベルの知識を身につけた生徒、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3年次以降もさらに発展した、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があること。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23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しうる『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、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、生徒一人ひとり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、筑波大学大学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年余にわたる「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定的に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い難い現状に鑑み、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ているが、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 Aptitude Test and 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が

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。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	・英語の基礎を習得する。 ・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。 ・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。	・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。 ・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。 ・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。 ・情報処理機器の基礎的な活用手法を習得する。	・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。 ・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。

中学 3年 ・ 高校 1年	- 英語の基礎を醸成する。 - 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。 - 国際的感覚で科学的な話題について考える。	- 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。 - 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。 - 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。 - 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応用する。	- 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、知的的好奇心と進路意識・キャリア意識を高める。 - 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。
高校 2年 ・ 高校 3年	- 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。 - 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。 - 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。 - 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。	- 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。 - 個人での課題研究を通じて、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。 - 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。	- 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、研究の深化を図る。 - 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、知的的好奇心と進路意識・キャリア意識を高める。

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	「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。
中学 全員 ・ 高校 1年	「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。
高校 2・ 3年 理系	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。
科学 部	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。
希望 者	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。

5節 必要となった教育課程の特例等

平成 24 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	総合（探究Ⅱ）（1）	a	理科、社会、技術家庭
		SS tech（1）	c	技術家庭
		SS 数学Ⅱ（1）	b	数学
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 データ解析（1）	b,d	数学
		SS ICT（1）	c,d	技術家庭
高 1	全員	探究講座(1)	e	情報 A のうちの 1 単位
		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
		生物 A（2）	f	生物Ⅰ
		SS 数学Ⅳ（6）	f	数学Ⅰ、数学 A、数学Ⅱ
高 2	理系選択者	物理 B（3～4）	f	物理Ⅰ、物理Ⅱ
		化学 B（3～4）	f	化学Ⅰ、化学Ⅱ
		生物 B（3～4）	f	生物Ⅰ、生物Ⅱ
		地学 B（3～4）	f	地学Ⅰ、地学Ⅱ
		SS 数学Ⅴ（6）	f	数学Ⅱ、数学 B、数学Ⅲ、数学 C
	選択者	SS 研究（3）	e	総合的な学習の時間

設置理由

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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 24 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「現代文Ⅰ」「現代文演習Ⅰ」「古典Ⅰ」「古典演習Ⅰ」「理科基礎演習」「美術特講」「英語講読」、3 年「現代文Ⅱ」「現代文演習Ⅱ」「現代文演習Ⅲ」「古典Ⅱ」「古典演習Ⅱ」「古文講読」「漢文講読」「世界史演習」「日本史演習」「数学演習」「基礎数学演習」「物理演習」「化学演習」「生物演習」「地学演習」「理科基礎演習」「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24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
2012/4/9	SS 研究（高2）開始	本校（毎週土曜 3～5 時限、放課後等）
2012/4/	学校設定科目の開始	本校、各教科担当
2012/4/24	SS Geo Tour 説明会	本校
2012/5/15	SS Geo Tour 事前研修	本校
2012/5/16	SS 数学Ⅰ	中1 本校
2012/5/20-21	SS Overnight Study「金環日食の観測会」	本校 生徒 30 名
2012/5/28-6/2	生命倫理・科学倫理	中3 公民の授業内で
2011/6/	Show and Explain	中1・2 英語の授業内で
2012/6/14	SS Geo Tour 事前研修	本校
2012/6/16	SS Geo Tour 事前研修	本校
2012/6/29	サマースタディゾーン	
	科学講演会	高1、国立環境研究所・中島先生
	理科巡検	中3、霞ヶ浦周辺
2012/7/	SS 数学Ⅱ	中2 数学の授業内で
2012/7/7	ロボカップジュニア世界大会報告会	本校
2012/7/7-8	水沢高等学校コア SSH 事業参加	岩手大学 生徒 2 名
2012/7/9	探究講座特別講演「癌とは何か、その治療法について」	本校、生徒 36 名
2012/7/12	科学倫理ワークショップ	筑波大学、生徒 7 名
2012/7/12	素粒子講演会	本校 Univ. of Nortre Dome セシル先生
2012/7/13	SS Geo Tour 事前研修	本校
2012/7/17-18	サマースタディゾーン	
	科学講演会	高1、国立環境研究所・中島先生他 筑波大学・阿江副学長他
	SS Camp 科学体験講座	本校（中2対象、物理実験講座）
	SS 研究中間発表会	本校
2012/7/20	日本生物学オリンピック予選	筑波大学 生徒 15 名
2012/7/21	SS Medical Seminar	東京女子医科大学病院 生徒 6 名
2012/7/22-26	SS Geo Tour	屋久島 生徒 16 名、教員 4 名
2012/7/25	SS Medical Seminar	水戸協同病院 生徒 2 名
2012/8/8-9	SSH 生徒研究発表会	パシフィコ横浜 生徒 19 名、教員 8 名
2012/8/14	Science Workshop	本校 Thomas Jefferson 高校来校
2012/8/17-20	日本生物学オリンピック本選	筑波大学 生徒 1 名
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	長野県等
2012/9/7	中2 筑波山巡検	かすみがうら市雪入周辺
2012/9/7-8	日本繁殖生物学会参加	筑波大学 生徒発表 14 件
2012/9/24	探究講座特別講演「薬学研究とその内容」	本校 生徒 33 名
2012/9/22-24	つくば市科学研究作品展	生徒 3 名
2012/10/3	SS Medical Seminar	筑波大学 生徒 1 名
2012/10/6-8	第56回茨城県児童生徒科学研究作品展県南地区展	つくばエキスポセンター 生徒 1 名
2012/10/7	筑波大学と地元高校との高大連携シンポジウム2012	筑波大学 生徒 5 名

2012/10/19	中3理科巡検	霞ヶ浦周辺
2012/10/23	ARISS スクールコンタクト	本校 科学部無線工学班生徒 26 名
2012/11/	Show and Explain	中1 英語の授業内で
2012/11/	SAT Science	本校 (SAT Subject Test 受検対策講座)
2012/11/	中2 英語劇	本校
2012/11/3	つくば市サイエンスキッズリーグ 2012 予選	つくば市役所 生徒 2 名
2012/11/10	サイエンスアゴラ参加	都立産業技術研究センター 生徒発表 35 件
2012/11/13	SS Lab Tour「自然エネルギーセミナー」	足利工業大学 希望者生徒 22 名、教員 4 名
2012/11/13	科学の甲子園 茨城県大会	茨城県庁
2012/11/17-18	つくば科学フェスティバル	つくばカピオ 科学部物理班・化学班・生物班・地質班出展
2012/11/30	SS Overnight Study「流星観測講座」学習会	本校 生徒 42 名
2012/12/13-15	SS Overnight Study「流星観測講座」	パークアルカディア 生徒 42 名、教員 4 名
2012/12/	地図を使った地域調査 (発表)	中2 地理の授業において
2012/12/1	SAT Science	本校 (SAT Subject Test 受検) 生徒のべ 21 名
2012/12/1	つくば市サイエンスキッズリーグ 2012 決勝	春日学園 生徒 1 名
2012/12/8	SS 研究締切	本校
2012/12/8	International Survey Tour and Lecture 事前学習会	本校
2012/12/11	SS Geo Tour	筑波山およびその周辺
2012/12/11	International Survey Tour and Lecture 事前学習会	本校
2012/12/	中1 英語劇	本校
2012/12/15	International Survey Tour and Lecture 事前学習会	本校
2012/12/16	地学オリンピック国内予選	本校 生徒 9 名
2012/12/18~20	ウィンタースタディゾーン	
	科学講演会	中1・2 対象、明和電機・土佐氏 高1 対象、産総研から研究者を招聘
	SS Camp ものづくり講座	中1、本校
	SS Camp 研究所見学	中1、つくば市内の研究機関
	SS Camp 科学体験講座	中2、足利工大・土木研・JAXA・ 農研機構から研究者を招聘
	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	高2、本校
2012/12/27	SS Medical Seminar	国立病院機構水戸医療センター
2013/1/6-12	International Survey Tour and Lecture	UCSF, Death Valley National Park 他 生徒 9 名、教員 2 名
2013/1/28	International Survey Tour and Lecture 報告会	本校 (高校生対象)
2013/2/1	研究発表会・SSH 成果報告会	筑波大学大学会館
2013/2/16	Cross-Cultural Talk	本校 (JICA から留学生を招聘)
2013/2/23	水沢高等学校コア SSH 事業参加	水沢高校 生徒 4 名
2012/3/8,9	分子遺伝学実習	本校
2013/3/20	第2回つくば科学研究コンテスト兼茨城県高校生科学研究発表会	筑波大学 生徒発表 5 件予定
2013/3/23	サイエンスエッジ 2013	つくば国際会議場 生徒発表 9 件予定
2013/3/24-28	日本農芸化学会 2013 年度仙台大会	東北大学他 生徒発表 1 件予定
2013/3/27-28	日本薬学会第 133 年会	パシフィコ横浜 生徒発表 6 件予定
通年	科学英語	英語の授業内で

2節 生徒の対外発表・表彰等実績

- ・高校1年生男子生徒1名が、ロボカップジュニア2012に日本代表として参加した。
- ・高校2年女子生徒1名が、高校生科学技術チャレンジ（JSEC）において「ディスプレイにおける二つのオブジェクトの注目度の比較」というテーマで佳作を受賞した。
- ・高校2年男子生徒1名が、SSH 生徒研究発表会において「サケ・メダカの孵化・成長と光質の関係」というテーマで、ポスター発表を行った。
- ・中学2年の男子生徒1名が行った「ソリトンの研究6 ～ゲルソリトン・衝突の物理～」というテーマの研究が、第56回茨城県児童生徒科学研究作品展県南地区展で金賞を受賞し、県展へ出品された。また、本生徒は「つくば市サイエンスキッズリーグ2012」に出場して、上記研究のプレゼンテーションおよび筆記競技・実験競技で好成績をおさめ、金メダルを受賞した。
- ・科学部生物班4名が、水沢高校コアSSH事業「アブラナ科植物の遺伝的多様性に関する研究」に参加した。
- ・科学部地質班が、「つくば3Eフォーラム賞」を受賞した。なお、平成23年度には、科学部物理班が同賞を受賞しており、科学部として2年連続の受賞となった。
- ・高校3年女子生徒1名が、日本生物学オリンピック2012予選を突破し、本選で敢闘賞を受賞した。
- ・第105回日本繁殖生物学会大会の「高校生によるポスター発表」において、本校生徒が14件のポスター発表を行い、うち4件がポスター賞を受賞した。
- ・筑波大学と地元高校との高大連携シンポジウム2012「課題シンポジウム」において、本校生徒が5件の発表を行った。
- ・サイエンスアゴラ2012「アゴラ生徒発表会」において、本校生徒が35件のポスター発表を行った。
- ・第2回科学の甲子園茨城県大会に、本校生徒で編成したチームが初めて出場した。
- ・第2回つくば科学研究コンテスト兼茨城県高校生科学研究発表会において、本校生徒が5件の発表を予定している。
- ・つくば Science Edge2013サイエンスアイデアコンテストにおいて、本校生徒が9件の発表を予定している。
- ・日本薬学会第133年会「高校生シンポジウム」において、本校生徒が6件の発表を予定している。
- ・日本農芸化学会2013年度仙台大会「ジュニア農芸化学会2013」において、本校科学部生物班が発表を予定している。
- ・高校2年男子生徒1名が、筑波大学の「SSリーグ」に参加している。
- ・その他、「Belle Plus 2012」「スプリングサイエンスキャンプ」「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24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
2012/4/6	SSH 全体研修Ⅰ	本校、教員対象
2012/4/17	SSH 推進委員会全体会合	本校
2012/4/24	SS Geo Tour 説明会	本校
2012/4/25	SSH 推進委員会評価グループ会議	本校
2012/5/15	SS Geo Tour 事前研修	本校
2012/6/21	SSH 推進委員会代表者会	本校
2012/6/21	SSH 推進委員会代表者会	本校
2012/6/29	ノートルダム清心学園清心女子高校 SSH 視察	教員1名
2012/7/6	SSH 事務処理研修	JST
2012/7/14	水戸第二高等学校 SSH 視察	教員2名、生徒4名
2012/7/17	第1回運営指導委員会	本校、運営指導委員6名
2012/8/19-20	SSH 全体研修Ⅱ	本校、教員対象
2012/8/31	SSH 推進委員会代表者会	本校
2012/10/27	東海大学附属高輪台高等学校 SSH 視察	教員2名
2012/10/27	堀川高等学校 SSH 視察	教員1名
2012/11/17	清真学園高等学校 SSH 視察	教員1名
2012/11/22-23	奈良女子大附属中等教育学校 SSH 視察	教員2名
2012/11/24	教員交流会（東工大）参加	教員1名
2012/12/1-2	教員交流会（膳所高校）参加	教員1名

2012/12/6	SSH 推進委員会代表者会	本校
2012/12/25	H24 SSH 情報交換会	JST
2013/1/18	SSH 推進委員会全体会合	本校
2013/2/1	第 2 回運営指導委員会	筑波大学、運営指導委員 5 名
2013/2/9	清真学園高等学校 SSH 視察	教員 2 名
2013/2/13	早稲田本庄高等学校 SSH 視察	教員 1 名
2013/2/20	並木中等教育学校 SSH 視察	教員 3 名
2013/2/21	SSH 推進委員会全体会合	本校
2013/2/22	水戸第二高等学校 SSH 視察	教員 2 名
2013/2/27	日立第一高等学校 SSH 視察	教員 1 名
2013/3/13	H25 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

Show & Explain

【仮説】

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ことを目的とする。中学1年生では、英語学習の初期段階から自己紹介や友人紹介という身近なトピックを題材とする。中学2年生では、比較表現を用いて2つの物や人を紹介したり、自分が旅行会社になったつもりで広告ポスターを作成し、おすすめのツアーを企画したりするというトピックで、より聴衆を意識したプレゼンテーションに挑戦する。両学年ともに、プレゼンテーションの体験を通じて、人前で英語を用いた表現力の向上が期待される。

【実施期間】

中学1年生は、平成24年6月と11月に英語の授業内で3時間、中学2年生は平成24年6月に英語の授業内で3時間実施した。

【対象者】

中学1年生全員(199名)、中学2年生全員(234名)を対象とした。

【実施内容】

中学1年生はまず、プレゼンテーションのアイディアを考案し、原稿の下書き・清書を行った。次に色画用紙に自由に絵や写真を貼り、ポスターを完成させた。完成したプレゼンテーション用ポスターをクラス全員に見せ、それを用いて発表した。

中学2年生の英語の授業は通常、習熟度別クラス(3クラスごとに3段階編成)で授業をしているが、比較級のプレゼンテーションに関しては、発表は7月17、18日に行われたサマースタディーゾーンにHR単位で行った。旅行会社PRプレゼンテーションについては習熟度別クラスで行った。

【評価】

1. 中学1年生

6月と11月の活動の前後に、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、日本語のプレゼンテーション経験者は97%を占めていたのに対し、英語でのプレゼンテーション経験者は29%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(62%)、わかりやすいこと(54%)の2点が目立った。

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月の活動での課題を意識し、分かりやすくするための努力が見られた。具体的には、「視線」「ジェスチャー」「発音」などである。これは、クラスメイトのプレゼンテーションを何度も見ることで、より良いプレゼンテーションには見せ方や視線が重要であることの理解が高まった結果だと考えられる。以下、生徒の感想の一部を示す。

「1回目のプレゼンテーションのときは、前に立ったら頭が真っ白になってしまい、考えていたジェスチャーをするのを忘れてしまった。2回目のときは、練習通りにできた。」

2. 中学2年生

2-1. 比較級を使ったプレゼンテーション

「優れたプレゼンテーションをしたい」という意識は高く、昨年度の反省を活かそうと努力した生徒が多かった。その結果、昨年と比較して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った。プレゼンテーションにおいて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評価に値する。一方、好調なスタートを切った生徒の中で、原稿の暗記が不十分であった生徒は、途中で失速する傾向が見られた。以下、生徒の感想の一部を示す。

「自分が聞いていて『これはすごい』と感じた発表者は、皆明るく大きな声で堂々としていた。話す速さ適切で、とても聴きやすかった。また、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。」

2-2. 旅行会社PRプレゼンテーション

発表者(1名)が、4～5名のクラスメイトを聴衆として、順番に発表した。プレゼンテーション後は、必ず発表者に対して聴衆全員から英語で一言コメントをするよう指示した。発表者はクラスメイトからのアドバイスを受けて、次のプレゼンテーションをよりよいものにするために工夫した。

【次年度への課題】

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ったのは、今回の活動の何よりの成果である。1回目のプレゼンテーションでは、人前で英語を話すときの緊張や暗記が生徒たちの課題となったが、2回目になると、ジェスチャーや発音などを意識できるようになった。これ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。

2. 中学2年生

プレゼンテーションの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着けさせるために、実践する機会を増やすことが何よりも重要であると感じた。今年度は3月にも、「身近な街を紹介する」というトピックでプレゼンテーションの機会を設ける予定である。このような取り組みは、教科・科目を越えて継続的に行うことが望ましい。



図1 プレゼンテーションの様子(中2)

英語劇

【仮説】

本プログラムで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絶好の機会であると考えられる。

【実施期間】

中学1年生は平成24年11～12月、中学2年生は平成24年10～11月にそれぞれ実施した。それぞれ18～19時間の準備を経て、クラス発表に2時間、各クラスから選抜された1つ班が出場する学年大会に3時間を充てた。

【対象者】

中学1年生全員（199名）、2年生全員（234名）を対象とした。

【実施内容】

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。1人1役（班の人数によっては2役）で、全員にセリフがある。

2. 評価方法

コンテスト形式で行い、英語科の外国人数員が審査をする。クラス発表の後、各クラスから選抜された班による学年大会が行われた。

【評価】

1. 中学1年生

英演劇は、85%の生徒にとって初の活動であった。ガイダンスの段階から取り組みに前向きな生徒が多く「早く立ち稽古がしたい」という声が多く聞かれた。学年大会に出場した班はいずれも発音・イントネーション・演技のレベルが高かった。下の表1のように、この活動を通して「自分の発音に対する意識が強まった」と感じる生徒が多いことが分かった。これは、未学習表現を事前にプリントにまとめて配布したことに加え、審査員は発音を最重要視して審査することや暗記だけでなく発音が不十分だと立ち稽古に入れないとした取り決めが影響していると考えられる。

表1 アンケートより（中学1年生）

項目	人数
英語の発音を気にするようになった	106名
英語を話す楽しさを知った	78名
英語で言える表現が増えた	106名
人前で何かをする度胸がついた	78名
1つのことに一生懸命取り組めた	98名
協力・チームワークの大切さを知った	88名
班員同士の絆が深まった	77名

2. 中学2年生

下の表2のように、全項目において前向きに評価する生徒が昨年（中学1年次）と比較すると増加した。昨年度は、英語の発音に対する意識向上の項目が一番多かったが、今年はこれに加えて英語を使った様々な表現を習得したと認識している生徒が多かった。これは演目自体が長く、ストーリーも複雑になっており、台詞1つ1つが昨年よりも興味深かったことによるものだと考えられる。

表2 アンケートより（中学2年生）

項目	昨年度	今年度
英語の発音を気にするようになった	144名	167名
英語を話す楽しさを知った	85名	123名
英語で言える表現が増えた	113名	169名
人前で何かをする度胸がついた	86名	144名
1つのことに一生懸命取り組めた	98名	137名
協力・チームワークの大切さを知った	112名	156名
班員同士の絆が深まった	94名	129名

【次年度への課題】

1. 中学1年生

英語独特の発音である‘th’、‘l’、‘r’の発音指導や、英語特有のイントネーションには苦労した生徒も多く、今後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。

2. 中学2年生

昨年度の取り組みに比べて、発音・イントネーション・人前での立ち居振る舞いなど、多くの点において大いに成長が感じられた。また、班の数だけ台本の解釈も様々で、同じ劇でも表現方法は多岐にわたり、お互いの劇を見合うことは非常に良い刺激となった。鑑賞時の態度も真剣で、終了後のアンケートには「‘th’の発音がきれいだった」「表情やジェスチャーに工夫がみられた」等、細部にわたって他班の発表を分析するコメントがあった。劇後の授業内での音読練習やペアワークでは、今まで以上に心を込め発音も意識する生徒が増えたので、今後の活動の中でも継続していきたい。



図1 英語劇の様子

Cross-Cultural Talk

【仮説】

中学 3 年間で培った英語を実践的な場面で用い、英語学習の必要性を感じる動機づけを図る。また、英語を母国語としない者同士が英語で意志疎通できることや、言語だけでなく図や実物を使って分かりやすく説明することの重要性を実感させる。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。

【実施期間】

事前学習は、平成 24 年 12 月～平成 25 年 2 月に行った。実施日は 2 月 16 日である。冬期休業前に意義についての説明を、1 月中は班編成・役割分担・トピックの原稿暗唱指導を行った。本番直前の 4 時間で本番を想定した練習を行った。当日は午前 2 時間の座談会を行い、午後は 1 時間 20 分のティーパーティーを実施した。

【対象者】

座談会は中学 3 年生全員（238 名）を対象とした。

ティーパーティーは中学 1 年生～高校 2 年生までの希望者（約 150 人）を対象とした。

【実施内容】

Food, Sports, Geography, Hobbies & Pastimes, Housing, Clothing, Festival, Annual Events, School の 9 つのトピックについての日本の伝統や文化を紹介する原稿をもとに、全生徒が 1 人 1 トピックを選び暗唱した。異なるトピックを担当する生徒 6 人～8 人で 1 つの班を編成し、班長・食事係・案内係の役割を分担した。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った。

当日は、JICA（国際協力機構）筑波から 38 名の外国人研修員がゲストとして来校した。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 人のゲストを迎え、生徒 1 人あたり 10 分前後で、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、あやとりや福笑いをしたりしながら日本の文化紹介をした。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、ゲストに給食を召し上がっていただいた。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、剣道部の生徒が英語で剣道を紹介したりして、ゲストをもてなした。



図 1 ゆかたを紹介する生徒

表 1 ゲスト出身国一覧

地域	出身国（人数）
アジア	アルメニア(2)、イラン(1)、中国(2) トルクメニスタン(1)、トルコ(1) ネパール(1)、パキスタン(3) マレーシア(2) ミャンマー(3)
アフリカ	ウガンダ(2)、エジプト(1)、エチオピア(1) カーボベルデ(3)、コートジボワール(1) ジンバブエ(2)、スーダン(1)、セネガル(2) ナイジェリア(2)、マラウイ(2)、レソト(1)
中南米	チリ(2)、ドミニカ共和国(1) ニカラグア(1)、ペルー(1)

【評価】

事前準備では、英語科の外国人教員によるトピック原稿の暗唱テストを実施した。またリハーサルでは、図や実物を用いて説明の工夫ができていないか評価した。

実施後にアンケートを実施した。その結果、62%の生徒が「英語が好き」または「どちらかというと好き」と答えた。また、Cross Cultural Talk（以下 CCT）以前に英語の必要性を感じていた生徒は 89%であった。

生徒は中学 1、2 年次に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英語の学習の必要性を感じていたようである。一方、「英語の必要性を感じない」と答えていた生徒は「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」などと考えているようで、英語を学ぶ必要性や意義を実感できていないようであった。しかし、CCT 実施後には、99%の生徒が英語の必要性を感じたと答えており、中でも 79%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」という問いに対しては、ほぼ全員から前向きな回答を得た。感想文からも言葉が伝わった喜びや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。午後に実施した自由参加のティーパーティーには、学年問わず 150 人以上の生徒が参加した。

入念に準備をしても、自分の語彙や聞き取り能力が不足していると痛感した生徒や、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。この行事を通じて、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。

【次年度への課題】

1 班 1 人のゲストを迎えて座談会を行うスタイルでの実施は大変有意義であると感じた。そのためには班の数またはそれ以上の人数のゲストの確保が必須条件となる。今後も JICA にご協力いただきながら、行事を継続していきたい。

準備段階から真剣に取り組んでいた生徒だけでなく、実際のイメージが持てず緊張感がなかった生徒も実際にゲストと対面すると、懸命に伝えよう、聞き取ろうと努力をしていた。準備の段階から目的意識をしっかりと持たせて本番に臨ませるとさらに効果が上がると考えられるため、次年度以降取り組んでいきたい。

科学英語

【仮説】

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。

【対象学年】

中学 1～3 年生の帰国子女を中心とした「海外クラス」(52 名)、ハイレベルな英語力を持つ高校 1～3 年生の「EEC クラス」(58 名) および高校 1 年生の必修英語クラス (234 名) の生徒を対象とした。

【実施期間】

中学 1～3 年生の海外生クラス、高校 1～3 年生の EEC クラスについては、各授業においてそれぞれ行った。高校 1 年生の必修英語クラスについては、夏期および冬期休業前後を利用して実施した。

【実施内容】

1. 海外生クラス（中学 1～3 年生対象）

科学・理科分野に関連するトピックに入る前に、どの程度その分野の知識を有しているか確認するため、Pre-reading Test を実施した。テキストは米国現地の生徒が学習する「Milestones」を使用し、中学 1 年生は A レベル、中学 2 年生は B レベル、中学 3 年生は C レベルのトピックを選定し、読解させた。学習後、どの程度の知識が習得できたか、関連分野の興味関心を持つようになったかなどのアンケートを実施した。また、授業後に Pre-reading Test とほぼ同じ内容の Post-reading Test を実施し、生徒自身にテキスト内容の理解度を確認させた。

2. EEC クラス（高校 1～高校 3 年生対象）

英語上級クラスレベルに合わせ「Reading Matters 3」テキストを使用した。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。授業は内容のレベルに準じて Unit1～2 は高校 1 年生、Unit 3～4 は高校 2 年、Unit 5～6 は高校 3 年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とおおよび、関連知識を問うテストを実施した。

3. 必修英語クラス（高校 1 年生対象）

夏期休暇中にテキストを「Green Planet」（著者 Christine Lindop, Oxford University Press）とし課題を課した。内容は主に地球環境に関する 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、用語を学ぶことができる。夏期休業前後でアンケートを実施し、事前知識と取り組み後の理解度を確認した。

【評価】

1. 海外クラス（中学 1 年生対象）

ここでは中学 1 年生の海外クラスでの取り組みについて報告する。次の表 1 のように、学習後の Post-reading Test でスコアを伸ばした。これは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すと共に、興味

を深めてくことができたと考えられる。

表 1 中学 1 年海外クラス テスト結果

点数（全 10 問各 1 点）	授業後	授業後
最低点	3 点	7 点
最高点	9 点	10 点
平均点	6.2 点	9.7 点

2. EEC クラス（高校 1～3 年生対象）

学習前後に確認テストを行ったが、いずれも同様の結果が得られた。在籍者は英語運用能力があり、知識もある程度習得していると考えられる。この学習を通じて、専門用語や特定分野の内容についての科学的理解を深めるとともに、英語力の向上が見られた。

3. 必修英語クラス（高校 1 年生対象）

対象は 4 つの「習熟度別クラス」に分かれている。各クラスで以下に示したような事前・事後のアンケートを実施した。

1) 人物に関する知識を問う問題例

テキストに登場する人物と、関連する語を結びつける

Julian Huxley --- started WWF with other scientists.

2) 関連語彙の意味を問う問題例

①pesticides --- 殺虫剤 ②radioactive --- 放射能の

3) 環境に関する知識を問う問題例

Which of the following has given us hundreds of different medicines?

- a. Endangered animals in Africa.
- b. Clean water in Canadian mountains.
- c. Plants in rainforest.

表 2 高 1 必修英語アンケート結果（全体）

設問	授業前	授業後	変化率
1（人物）	11.2%	38.9%	27.7%
2（関連語彙）	49.5%	72.3%	22.8%
3（環境知識）	28.6%	33.2%	4.6%

アンケート結果(表 2)を見ると、全ての項目において知識量の増加が確認できた。特に読了後は carbon dioxide, fossil, pesticide など以前は知らなかった語句の意味を答えられるようになった生徒が大幅に増えた。また、Rachel Carson, Julian Huxley といった人物がどのように環境問題に取り組んだか、新たに学ぶことができた。

【次年度への課題】

SSH の 2 年目になり、生徒は講演会や校外学習など様々なプログラムで科学的な内容に触れる機会が増え、科学的な英文に興味を持って取り組む姿勢が見られた。今年度、海外クラスや EEC クラスでは昨年度とは異なる教材を使用した。高校 1 年生の必修英語クラスでは、昨年度と同じ教材を読むにとどまった。

今後は授業や長期休業中に取り組む英文の種類を増やし、科学英語能力や読解力のさらなる向上を図りたい。

SAT Science

【仮説】

米国の大学進学資格試験のひとつに相当する Scholastic Assessment Test の数学・理科の科目試験 (Subject Test) に取り組み、受験するという体験をすることにより、学習した内容が海外でも通用するという実感を得られ、将来海外の学会やコンテスト、論文発表等に挑戦してみたいという意欲が増加すると考えられる。

【実施期間】

平成 24 年 7 月 17 日募集要項公示、同年 9 月 10 日応募締切、10 月 4 日応募者向けガイダンスを行った。事前学習会：生物学 (10 月 30 日、11 月 6 日、11 月 20 日の計 3 回)、化学 (11 月 28、29、30 日の計 3 回)、数学は個人質問会を随時実施した。また、SAT 試験受検は平成 24 年 12 月 1 日、茗溪学園テストセンターにて実施した。

【対象者】

高校 1 年生 17 名、高校 2 年生 2 名の希望者を対象とした。

【実施内容】

本校は SAT テストセンターに指定されている。2 年次も引き続き、平成 24 年 12 月 1 日に実施される試験の理数系 Subject Test のうち Mathematics Level1、Chemistry、Biology Ecological から最大 2 科目を希望者に選択させ、1 科目の受験料を学校負担で申し込んだ。Physics の希望者はいなかった。SAT の概要に関するガイダンスの後、科目毎に希望者参加で学習会を実施し、受験に臨ませた。

表 1 SAT 受験人数および結果

Subject	科目別受験者数	スコア平均	最高点
M1(数学)	14	550	680
CH(化学)	2	595	610
EB(生物)	5	480	560

【評価】

米国 College Board から Score Report が送付されてきた平成 25 年 1 月 19 日にアンケートを実施した。

表 2 事後アンケート結果 ()内の数字は実数

過去の PSAT、SAT 受験経験	有 (9) 無(10)
何年分の練習問題を解いたか	2 年分(4) 1 年分(11) 解いていない(4)
得点の予想との違い	予想より高い(5) 予想通り(10) 予想より低い(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(2) やや増加(14) やや減少(3) とても減少(0)
海外の大学に対する興味が	とても増加(4) やや増加(14) やや減少(0) とても減少(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いう興味が

とても増加(2)
やや増加(14)
やや減少(3)
とても減少(0)

次の機会があれば挑戦してみたいか

ぜひ挑戦したい(8)
挑戦してもよい(10)
できれば挑戦したくない(1)
もう受けたくない(0)

【次年度への課題】

高校 1 年生の希望者が多くなる傾向にあり、未学習の範囲をいかに取り組ませるかが次年度以降の課題である。過去問題演習にも自主的に取り組ませる指導方法を工夫する必要がある。

AP Chemistry

【仮説】

諸外国の近代化された高校化学のカリキュラムの内容を導入することで、高校化学の内容をより深く理解できるようになり、さらに大学で化学を学ぶ際の接続が良くなると考えられる。

【実施期間】

平成 25 年 1 月～3 月の 3 ヶ月間にわたり、週 1 回の学習会 (1 回の学習会は 2 時間程度) を実施した。

【対象者】

高校 1・2 年生の希望者 5 名を対象とした。

【実施内容】

オービタル、エネルギー準位、フントの規則、パウリの排他律、混成軌道と分子の構造、化学熱力学 (エントロピー、エンタルピー、ギブズの自由エネルギーの概念と計算)、標準電極電位とネルンストの式の内容を中心に、解説講義と問題演習を行った。

【評価】

学習会参加生徒の感想を以下に示す。

- ・高校化学の内容では学べないことを学習でき、非常に面白く深い内容を知ることができたことがとてもうれしい。化学は好きな科目ということもあり、色々な事を身につけられたことが楽しかった。
- ・授業では扱わないような細かいところの説明があったよかった。個人的には実験があると嬉しい。

【次年度への課題】

対象学年が高校 1・2 年生であるため、すべての生徒が化学の学習を終えているわけではなく、未履修部分が多い。そこで次年度は、未履修部分の学習を事前に行いたい。そうした上で、今年度学習した内容に加えて、学習指導要領には含まれていない項目 (核化学、ラジカル反応、重合の連鎖反応のメカニズム、ベンゼンの共鳴安定化、求電子性・求核性・誘起効果など) を積極的に扱っていきたい。

また、今年度は 3 ヶ月間という短期間での実施となってしまうが、来年度からは通年での実施として、さらに多くの内容を扱っていきたい。

International Science Competition

【仮説】

国際（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トレーニングを行うことで、それぞれの分野についての知識の理解を深めるとともに科学的な考察力を磨くことができる。このことにより、科学に興味や関心をもつ生徒の才能をより伸ばすことができる。

【実施期間】

1. 日本生物学オリンピック 2012

国内予選は、平成 24 年 7 月 20 日に筑波大学にて実施された。国内本選は、平成 24 年 8 月 17 日～20 日に筑波大学にて実施された。

2. 日本地学オリンピック 2012

国内予選は、平成 24 年 12 月 18 日に本校にて実施された。

【対象者】

全学年の希望者を対象とした。

【実施内容】

1. 日本生物学オリンピック 2012

（1）予選出場者数

高校 1 年生 8 名、高校 2 年生 4 名、高校 3 年生 3 名、計 15 名が出場した。

（2）事前学習

放課後実施の特別ゼミナールに講座を設置し、学習会を行った。最初の 30 分間で 2011 年度の「生物チャレンジ」過去問題を 4 問程度各自で取り組む。その後、教師が解説を行い、全員で知識の確認やグラフや問題文の読み取りなどに関して検証を行う。使用教材は、丸善の『キャンベル 生物学』を用いた。4 月～7 月までの期間に、計 8 回行った。

（3）結果

表 1 試験結果（生徒回答 14 名）

得点	～25	25～35	35～45	45～55	55～65	65～
高 1	2	3	2	0	0	0
高 2	0	0	3	1	0	0
高 3	0	2	0	0	0	1

予選成績は、高学年ほど得点率が高くなる傾向があった。これは授業での「生物」の学習が進むために知識量が増すことに加え、与えられたデータを手がかりに質問に対して答えを導く考察力が向上することが要因であると考えられる。予選での全国の平均点は 32.32 点、最高点 84.80 点、標準偏差 14.85 であった。本校の受験生の平均得点は全国平均を上回った（表 1）。最高得点者は高校 3 年生で、全国上位 5% (77 人) に入り本選に進んだ。本選では敢闘賞を受賞した。

2. 第 5 回日本地学オリンピック予選

（1）出場者数

高校 2 年生 2 名、中学 3 年生 6 名、中学 2 年生 1 名の計 9 名が出場した。

（2）事前学習

11 月下旬～12 月までの放課後 1 時間半ほどで 4 回実施した。他の活動と重なり参加者は毎回半数以下であった。

（3）結果 残念ながら予選通過者は出せなかったが、中学生の今後に期待したい。

【評価】

ここでは日本生物学オリンピック 2012 の報告と科学オリンピックの認知度について報告する。

（1）予選出場者対象のアンケート結果

①特別ゼミナールの参加について

（i）楽しかった（89%）、（ii）普通（11%）、（iii）つまらなかった（0%）

②特別ゼミナールは役に立ったか。

（i）とても役に立った（89%）、（ii）少し役に立った（11%）、（iii）役に立たなかった（0%）

③来年も生物学オリンピックに参加したいか。

（i）是非挑戦したい（44%）、（ii）予定が合えばやってみたい（44%）、（iii）分からない（0%）、（iv）高 3 なので参加しない（11%）

また、国際オリンピックの認知度について平成 24 年 8 月全校生徒を対象に調査した結果を図 1・2 に示す。

この結果から、科学オリンピックに対する生徒の認知や意識の現状を分析すると、女子生徒の方が男子生徒より認知度がやや高いがその差は顕著ではない。どの学年においても、科学オリンピックの存在を知っているが、自分自身が参加するという行動には結びつかない現状が確認できた。

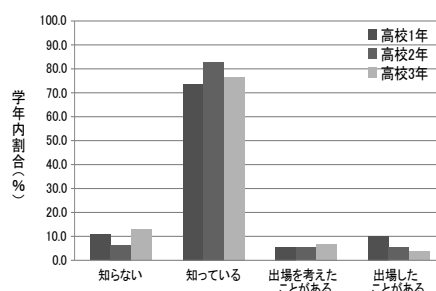


図1 科学オリンピックへの認知（男子）

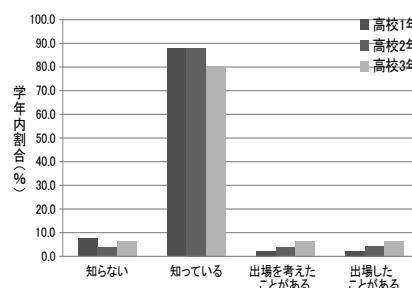


図2 科学オリンピックへの認知（女子）

【次年度への課題】

日本生物学オリンピックに参加するための特別ゼミナールへの受講登録者は 21 人いたが、実際に予選に出場したのは 15 人であり、受講生の 71% にとどまった。高校生物の教科書の内容を越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、実際に予選に出場することに消極的な生徒が多い。予選の開催時期が部活動の夏合宿直前にあたることや予選への出場者が増えない原因のひとつと考えられるが、高得点を取ることが難しいと予測して出場を避ける意識的な行動もあるように思われる。結果にこだわりすぎず、挑戦する気持ちを持たせたい。

International Survey Tour and Lecture

【仮説】

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じ、科学を英語で思考しディスカッションする体験をさせ、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ひとつとしたい。

【実施期間】

平成 25 年 1 月 6 日～12 日の 6 泊 7 日間で実施した。

【対象者】

高校 1 年生 8 名、高校 2 年生 1 名、計 9 名の希望者を対象とした。

【実施内容】

(1) 事前学習

第 1 回(12/08) : Neuroscience の基礎について

第 2 回(12/11) : デスバレーの地質・植物について

第 3 回(12/15) : デスバレーの動物・歴史について

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 6 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
7 日	午前	Golden Canyon Bad Water Basin
	午後	Devil's Golf Course、Badwater Basin
	夜間	Hormony Borax Works (ナイトハイク)
8 日	午前	Mosaic Canyon
	午後	Mesquite Flats Sand Dunes、Death Valley Museum
	夜間	Mesquite Flats Sand Dunes (ナイトハイク)
9 日	午前	Cristal Spring Boardwalk、Devil's 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
10 日	午前	州立カルフォルニア大学サンフランシスコ校 Sandler Neuroscience Center を訪問し Dr.Hamish Mehaffey(PDF) による神経科学に関する講義
	午後	実験の実施
11 日 12 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、現地研修においてより深く研究活動が行えるかを試みた。

表 2 個人テーマの一覧

	テーマ	分野
1	デスバレーの地形と地層の観察 ～地形・地層形成のプロセスを考察する～	地質学
2	デスバレーの水の流れ	地質学
3	過酷な環境に生息する植物について ～彼らはどのようにして生き残ったのか～	生物学
4	土壌の環境と植物の構造	生物学
5	デスバレーに生息する生物 ～Pupfish～	生物学
6	食物連鎖 (Food Chain) ～デスバレーを通して～	生物学
7	保護区における動植物の保護 ～生態系を守るためには～	環境科学
8	乾燥気候地域における人間の生存	環境科学
9	デスバレーにおける問題点について	環境科学
10	脳科学 ～UC サンフランシスコにて～	生物学

③現地活動の成果および課題 (生徒のまとめより)

- ・デスバレーの地形がこのようにバラエティーに富んでいるのは、海から離れた地理的条件や高温乾燥な気候、そして地殻の変動など、これら全てが複雑に絡み合っているからである。これらを下地にして、堆積作用、浸食作用、蒸発作用など、水の重要な働きが関わっている。
- ・水はほとんど最後の氷河期のものである化石水からきている。デスバレーにおいて雨は少ないが降った時には道路を流し、巨大な岩石まで動かすほどの大きな変化を残し、ほかにも扇状地などの地形を作る。また、生命を支えるのも水であり、水はデスバレーのすべての基本といえる。また、アッシュメドウズではデスバレーより水が多いが、泉ごとに水の性質に違いがみられ、それぞれに特有の進化を遂げたパップフィッシュなどを生み出している。
- ・植物が、デスバレーの過酷な環境に耐えるためには、主に乾燥と塩類への耐性が必要である。乾燥に対しては、葉を小さくしたり、根を発達させたりして対応している。また、CAM 型の光合成をしていることも予想される。塩類に対しては、水分を吸収する際、水だけを吸収して塩類は体外に排出する仕組みを持っている。そして塩類を体内に貯蓄し、その脱落によって塩類を処理する。また、宿り木のように塩分自体から逃れようとするものもある。
- ・Pickle weed は塩分濃度がとても高いところや、水が存在しているところによく見られるため、塩類には強いが乾燥には弱いと考えられる。Desert holly は塩分濃度が高いと

ころでは生育が確認できなかったが、乾燥地に広く見られた。根が深く伸びること、地表にある葉などが枯れても根はまだ生きていることから、乾燥には適応した植物だと考えられる。Creosote bush は葉から化学物質を放出する。これには光を反射し蒸発量を減少させるだけでなく、他の植物を寄せつけない性質があるため、乾燥した気候において、地中の水分を確保できる効果がある。塩分濃度が極端に高い土壌には適さないものの、幅広い濃度に適応し耐塩性にも優れているといえる。実際に、Creosote bush が最もモハベ砂漠一帯で多く生息していることがあげられ、砂漠に最も適応した植物と考えられる。

- Devil's Hole pupfish は、デスバレー特有の乾燥した暑い環境下に適応するため、特に Devil's Hole のような狭い環境に対応するために様々な特徴が見られる。約 3cm という小さいからだもそのひとつの特徴である。また、腹びれを失くしたのもこの環境の適応するためだと考えられる。
- デスバレーでの食物連鎖は、いくつかの場所で狂いが起きてしまっている。ワタリガラスやコヨーテは本来、カンガルーラットなどを食べるはずだが、ゴミをあさったり人間から餌を得てしまっている。このようなことから食物連鎖が狂ってしまい、カンガルーラットなどの数が増えすぎる心配がある。また、夜行性のコヨーテが日中行動するなど、生活リズムに狂いが生じている。このような場合、消化器官などの働きが追いつかなくなるようだ。
- 失われた自然を取り戻すために、国立公園や野生生物保護区では様々な取り組みが行われている。人間が自然へ進出してきたことで、生態系へ影響を及ぼすことは仕方がないことだが、それをいかに抑えるかが課題である。自然を人類全体で共有し守っていくためには、まずは、教育が大きな力であり、自然に対する認識を変えていく必要がある。国立公園は、ただ自然を守るためにあるだけではなく、人間の教育のためにあるものなのだと感じた。
- デスバレーで人間が生活していく場合、どのような方法があるだろうか。最良の方法としては、夏の間は山に登って暑さをしのぎつつ食料を確保し、冬の間は山を下りて蓄えておいた食料で食いつなぐということが考えられる。ただこの場合でもネックとなるのは、うまく湧水を見つけられるかどうかである。デスバレーはかなり広く、湧水以外で水の確保は難しいと思った。
- 国立公園に見られる問題点について調べていくうちに、すべての問題点の根本的な原因は、私たち人にあるということが分かった。例えば、ゴミの問題や落書きの問題、ペットの問題はもちろん人がおこした問題で、今後も観光客の増加により、問題はますます増えていくと考えられる。問題を増加させないためにも人々の国立公園に対する理解と、それを守って後世に受けつぐための協力が大事だと思った。
- 州立カルフォルニア大学サンフランシスコ校では、鳥の脳の研究について講義を受けた。Zebra finch はヒトと同じように親から歌（ヒトの場合は言語）を学ぶため、ヒトの言語学習との比較により様々なことが分かる可能性がある

ことがわかった。ニューロンについても、詳しいことが解明されていることに驚いたが、これらのことを用いて脳の病気を解明することも可能ではないかと考えた。脳の病気になったマウスの脳を利用し、普通の脳の状態と比べることで、何か分かることが出てくるかもしれない。このことが可能かどうか、またすでに行われているのかは分からないが、その他にも疑問に思ったことはたくさんあるので、そういうことも含めて調べ、考えてみたいと思った。

（３）報告会

- 平成 25 年 1 月 28 日：高校部集会において、高校 1 年生および高校 2 年生を対象にパワーポイントを用いて 40 分の成果発表会を行った。
- 平成 25 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 15 分間の英語での成果発表を行った。あわせて、ポスター発表も行った。

【評価】

デスバレー国立公園では、さまざまな地形を実際に目にすることで、地球のダイナミックな変動の歴史を実感することができた。また、そこに見られる植物はどれも国内では目にするできないものばかりであり、極限環境に適応する生物の姿を学ぶことができた。大学での研修では、ニューロンの活動を実際に目にするのは、生徒たちにとって驚きであり、科学研究に対する意識を高めることができた。

（生徒の感想より）

- デスバレーの景色は日本のそれとは比べ物にならないほどスケールが大きくて、とても新鮮だった。デスバレーは植物が無く、岩肌が露出していて、地学の研究観察対象としては申し分のない場所だと感じた。
- デスバレーの自然の雄大さとその計り知れない力強さに深く感動した。そして、私がどれほど小さい存在であるかを感じることができた。私が見た美しい景色を守り、後世に伝えていくことが何よりも大事なことだと思った。そして、そのために環境にいい生き方をしていきたいと思った。
- 訪問する直前までは、内容についていけるのか、とても不安になり緊張していたが、講義を受けている時や研究室を訪問している時に、事前に学んだことがどんどん結びついていき、とても楽しかった。以前は英語を使って科学系の仕事をするということがどういうことか、イメージを持てなかったが、今回それを現地で感じる事ができ、とても良い経験になったと思う。

【次年度への課題】

来年度から、場所を変えて行うこと予定であるが、十分な事前学習をもって臨むことを期待したい。事前学習については、語彙を増やす意味でも、英文資料の読み込みが有効である。専門用語等に少し解説を加える程度で、生徒は十分に学習を進めることができた。専門用語集を作成することも有効かもしれない。

科学部・地歴部の活動振興

◎科学部

【仮説】

教室での授業では経験できない、長期的な計画に基づいた活動を行い、その価値を生徒に気づかせる活動を通じて、新しい文化の創造を図るだけでなく、サイエンスコミュニケーションが取れる人材を育成したい。また教科書の内容にとどまることなく、必要に応じて専門知識や技術を習得し、生徒の知的段階を向上させる活動を通じて、生徒の科学への興味関心をより一層高めたい。

【実施内容】

○物理班（高校生4名、中学生11名）

通年の活動として、①放射線の測定：校内、校外の定点で測定、②技術講習、③木工・金工・電子工作を定期的に行った。特に今回購入した旋盤に慣れるよう定期的に機械を操作した。

定期的な活動として、ラドン検出器の製作と測定、万華鏡・コマの製作、ピタゴラス装置の試行などを行った。

また、QuarkNet(ミュー粒子観測)、Kenneth Cecire 先生(米国：University of Notre Dame)の講演会の開催、ロボカップジュニア世界大会の報告会(高校1年生1名)、放射線野外測定実習(筑波山周辺)、高エネルギー加速器研究機構一般公開見学、霞ヶ浦湖上体験スクールや足利工業大学で行われた自然エネルギーセミナー、つくば科学フェスティバルへの参加などの特別活動も行った。

○地質班（中学生7名）

地学の調べ方シリーズとして、歩測、ルートマップの作成、地形図の実体視、水系図・地形断面図の作成、クリノメーターの使い方、化石のクリーニング、鉱物の観察などを行った。

展示・発表として、文化祭において火山灰の観察、化石の展示・型取り、地震波伝播装置の製作、液化化モデル実験、扇状地の水路実験などを行った。地震波伝播装置の製作、液化化モデル実験、扇状地の水路実験については、つくば科学フェスティバルでも紹介した。本フェスティバルでは、科学のおもしろさおよび環境への意識を一般に広める優れた企画展示として、90を超える参加団体中の5団体の1つに選ばれ、「つくば3Eフォーラム賞」を受賞した。

野外活動としては、筑波山・屋久島巡検において花崗岩山地を見学してその比較を行い、丹沢巡検ではプレート境界における地学現象などを観察した。

○無線工学班（高校生15名、中学生10名）

アマチュア無線に関係する活動を幅広く行っている。班員全員がアマチュア無線技士資格を所持し、内5名が上級資格(第2級)である。通常の交信や、「コンテスト」と呼ばれる競技等を通じて、無線機の操作や交信技術の方法を学んでいる。平成24年度のコンテストでは、ALLJAコンテストで全国優勝、6m&DOWNコンテストで関東1位、フィールドデーコンテストで全国1位(12年連続)の成績をおさめている。

一方で「ARDF」(Amateur Radio Direction Finding)にも参加しており、平成19～24年度は全国高等学校ARDF大会に出場している。平成24年度は学校対抗10位、女子個人5・6位、中学生以下の男子2・4・8位という成績を残した。また、女子班員が平成20年と平成22年のARDF世界選手権に、W21クラス(年齢制限なし)の日本代表として出場している。

平成24年10月23日には、科学部無線工学班の26名がISS(国際宇宙ステーション)滞在中の星出彰彦宇宙飛行士との交信(ARISSスクールコンタクト)に成功した。星出宇宙飛行士は本校の出身であり、母校との交信を行った。星出宇宙飛行士が23人目の生徒の質問へ回答されている途中で、ISSが地平線の向こうへ行ってしまったが全員がISSへ電波を送信した。

○天文班（高校生7名、中学生11名）

定例会として放課後に週1回の活動を行った。定例会の活動内容は、各種天文現象の特別観測に向けた準備としての勉強会、文化祭での展示発表の準備、夏合宿の企画・準備や結果の報告会などである。定例会を除く主な活動内容としては、文化祭の展示で、プラネタリウムを展示会場に設置し、来場者に夏の星空を中心とした解説を行った。展示では各自が昨年来撮影してきた天体写真を掲示、および、天文班員が撮影した金環食の動画映像をプロジェクトにて紹介した。また夏休みには、長野県諏訪郡原村にて3泊4日の夏合宿を実施した。晴天の時間帯が多く、充実した観測内容となった。中学3年生は赤道儀の使い方の習熟に、中学2年生は経緯台を使った観測や固定写真撮影に取り組み、それぞれ一定以上の技術向上を図ることができた。

○生物班（高校生13名、中学生7名）

定例会として放課後に週2回の活動を実施している。そのうち1回は部員が当番制で実験を企画している。実験分野は決めず、部員の興味関心に従い、実験に取り組むことで、生命現象をさまざまな角度から観察し考察する力と実験のスキルを伸ばすことを目的としている。もう1回は、年間を通して継続研究を行っている。高校2年生の研究テーマは「タマ

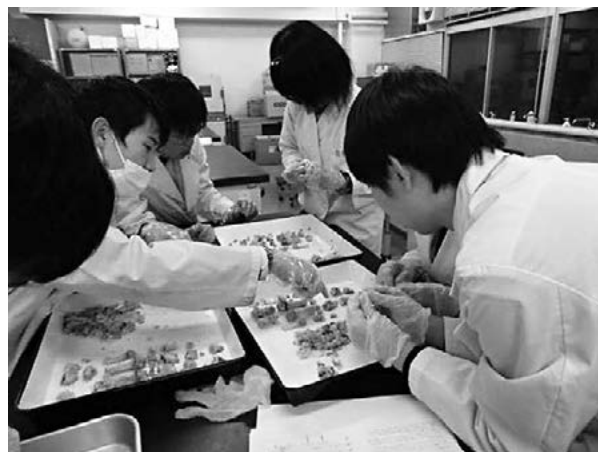


図1 豚足の骨格標本作成

ネギの細胞分裂にリズムがあるか」である。高校 1 年生は、岩手県立水沢高等学校がコア SSH 校として実施している共同研究に参加し、「アブラナ科植物の遺伝的多様性に関する研究」（初年次）を行っている。

特別活動としては、豚足の骨格標本の製作・納豆菌から DNA の採取・ウズラの卵の浸透圧の実験・タマネギの体細胞分裂の実験を春合宿で行った。また本校オープンキャンパスでは小学生を相手に、酵母菌によるパン作りの実験を実施した。夏合宿では、タマネギの根端から遺伝子 cyclinB の単離を行った。さらに、つくば科学フェスティバルでは「酵素カタラーゼの反応を利用したカタラーゼロケット」、「ニボシの解剖」の 2 ブースを運営し、来場者に実験を説明し、体験してもらった。

また「日本農芸化学会・高校生による研究発表会」に参加した。

○化学班（中学生 14 名、高校生 2 名）

定例活動としては、放課後に週 1 回の活動を行っている。主に各自で興味ある実験を調べて持ち寄り、それらの実験を実際に検証してみるという形式をとっている。今後の課題は、



図 2 科学フェスティバルの様子

中長期的に行うことができる研究課題を設定することである。

また特別活動として、11 月 17、18 日に開催されたつくば科学フェスティバルに「結晶の不思議」および「時計反応と振動反応」というテーマで出展した。

●数学班（中学生 3 名、高校生 5 名）

活動は、週 1 回の定例会、年に 4 回の会報の発行、夏期休業中のマスフェスタの参加である。

定例会では、問題を解いたり、数学のビデオを見たりした。部員が中学 1 年生から高校 2 年生にわたるため、高校数学の予備知識をあまり必要としない問題集を使用した。具体的には、岩波書店より出版されている「数学のひろばー柔らかい思考を育てる問題集」（フォミュン、ゲンキン、イテンベルク）を使用した。パリティやモジュール計算・鳩の巣原理・グラフなど、日本の数学課程ではあまり扱われない内容を中心としており、中学生から高校生までが解法を議論しあうに

は適切な問題集であった。後半は、中学生が数学ジュニアオリンピックに参加するので、その過去問を解き合った。

会報は、班員が数学に関連した、各自が興味のあるテーマで書いた文章と、定例会で出し合った解法を載せたもので、文化祭や夏期休業などの区切りごとに、年に 4 回発行した。

夏期休業中のマスフェスタは、大阪府立大手前高校のコア SSH の取り組みとして行われている数学研究発表会である。本校は、今年から数学班の活動を開始したため、連携校として指定されることはなかったが、全国の数学研究部の研究内容を研修することを目的に、見学だけの参加を行った。全国のレベルを具体的に耳で聞き、班員たちには大きな刺激となった。

◎地歴部

【仮説】

本校は私学のため、県を越えて通学する生徒も在籍している。そのため本校のあるこの土地に愛着を感じる機会はほとんどない。そこで、本校のあるつくば市とその周辺地域を知る機会をつくり、本校の立地する地域に、より興味関心を持たせたいと考えた。そこで、地域特性を知る手段として、現地調査を多く取り入れた活動を行うことが有効であると考えた。

【実施内容】

地域を知るために「つくば市周辺の河川水調査」と「地域の歴史を知ろう」という 2 つのテーマを掲げ、活動している。

水質調査は、本校周辺の河川水を採水し、パックテスト（COD・硝酸態窒素・亜硝酸態窒素・リン酸態リン・アンモニア態窒素）を実施した。現在、本校周辺およびつくば市内で 20 カ所ほど調査を行った。サンプル数が少ないため、調査結果は次年度以降発表する予定である。

歴史に関しては、日立鉾山の歴史を学ぶために日鉾記念館を訪問したり、戦争について知るために予科練平和記念館を訪問したりしながら知識の涵養を行った。



図 3 水質調査の様子

2節 Explore Program

探究Ⅰ

【仮説】

クロスカリキュラムの取り組みを通じ、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、疑問をもつ、調べる、考える、まとめる、発表するという基礎的な探究のスキルを育成する。「水」は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。こうした重要性から「水」はさまざまな学問分野で研究対象となり、学校教育でも理科・社会・技術家庭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。

【実施期間】

平成24年4月～12月の期間に地理の授業で5時間、化学の授業で6時間、生物の授業で6時間、技術家庭科の授業で14時間それぞれ実施した。

【対象学年】

中学1年生全員（199名）を対象とした。

【実施内容】

本取り組みでは、理科・社会・技術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スキルの習得を促す。



図1 ブックトークの様子

○図書館の取り組み

探究活動を段階的に学んでいく第一歩として、図書館で、カードゲームの手法を用いて日本十進分類法を学び、「水」をテーマにしたブックトークと絵本の読み聞かせを実施した（1時間）。

○化学の取り組み

化学では、「水」に関する授業のテーマを、「水に関する溶解現象、水の合成と分解（化学反応式）を理解すること」とし、塩化ナトリウムや硝酸カリウムの溶解現象、溶解度と再結晶を調べる実験・観察（2時間）、水を電気分解して水素と酸素を取り出し、燃料電池を用いて、水素と酸素から電気を取り出す実験（2時間）、原子の電子配置から、水分子の共有結合についての講義（2時間）を実施した。

○生物の取り組み

生物では、「水」に関する授業のテーマを「植物を例に、生物を構成する生体物質として最も多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、講義と観察および実験に取り組んだ。観察および実験の内容は以下の通りである。①セロリの茎の観察・スケッチ、②サザンカの葉の葉脈標本の作成、③ムラサキツユクサの葉の気孔の観察・スケッチ、および1cm²あたりの気孔の数の算出を行った。

○歴史の取り組み

歴史では「水」に関する授業のテーマを「四大文明と大河」とし、雨温図を読み取り、四大文明（特にエジプトとメソポタミア）の気候の共通点を読み取る作業をした。講義の後、夏期休業中の課題として雨温図の読み取りを課した。

○地理の取り組み

地理では「水」に関する授業のテーマを、「地図上の水の流れを読み取る、水を「資源」としてとらえる」とし、関東一円の地形図から等高線を読み取り、青鉛筆で谷線を引くことで地図上に水の流れを表現する作業を実施した。講義と水系図作成の作業を行った。

○技術家庭科の取り組み

技術家庭科では「水が再生可能な資源で自然を循環していること、生態系を壊さないための浄水場と下水場の活動を理解すること」を認知させた。また夏期休業中の課題として「うちの水はどこから来てどこへ行くか」のレポートを課した。夏期休業後、発表原稿を作成し、レポート発表を行った。水の浄化力を考えさせるために、映像教材（「里山Ⅱ 命めぐる水辺」の一部）を視聴したり新聞記事（「びわ湖畔カバタの潤い」）を読んだりした。水道水の塩素消毒の役割を理解し、パックテストで自宅や学校の水道水、井戸水の塩素を確認する実習をした。水の社会問題および仮想水を理解するために「みずものがたり・水をめぐる7の話」を講読した。

【評価】

化学では、溶解と再結晶の実験において、生徒は見えない粒子の動きを、水溶液のモヤモヤを見ることで確認し、その変化に歓声をあげた。生物では、生物体のなかの水の割合の高さに驚き、蒸散によって水が吸い上げられる様子に興味をもった。地理では「水系図を作成することで山から水がくる様子が分かった」「水の大切さ、日本は水に恵まれた国だと分かった」と生徒から感想が寄せられた。技術家庭科では、発表が好きになったという生徒が多くなった。

【次年度への課題】

授業ごとの教材研究に力点が置かれたため「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。しかし各授業における生徒の「水」に対する興味関心は高まったと思われる。自然現象および科学への興味関心を喚起するという目標は個々の授業の取り組みでは成功していると思われる。

次年度は、長期にわたって「水」への興味関心を継続させ、年度末に教科・科目の枠を超えて1つの対象を探究していくことの楽しさを確認できるプログラムを準備できるようにしたい。

探究Ⅱ

【仮説】

クロスカリキュラムの取り組みを通じて、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「エネルギー」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、疑問をもつ、調べる、考える、まとめる、発表するという基礎的な探究のスキルを育成すべく、中学 1 年生と中学 2 年生で継続して取り組む。

「探究Ⅱ」はクロスカリキュラムによって「エネルギー」をめぐる科学の多様性に触れ、自然現象および科学への興味関心を喚起し、さらには人類社会への貢献の意欲態度を育成しようとする試みである。

【対象学年】

中学 2 年生全員（234 名）を対象とした。

【実施期間】

平成 24 年 4 月から平成 25 年 2 月までに技術家庭・地理・歴史・物理・地学の授業で実施した。本報告は平成 24 年 12 月までの取り組み内容である。

【実施内容】

本取り組みでは、中学理科・社会・技術家庭科の一部を再編し、「エネルギー」について各科目において異なる切り口から実験、観察、考察を実施し、「エネルギー」について多角的に理解することを通じて自然現象への興味関心の伸張を促すものである。また、さまざまなデータを利用して図・表を作成したり読み取ったりしながら、問題点を探るという基礎的な探究スキルの習得を促そうとした。

○技術家庭科の取り組み

技術では「エネルギー」に関する授業のテーマを「再生可能エネルギーについて理解すること」とした。5 月から 6 月にエネルギーの種類とかたちの理解、再生可能エネルギーについての調べ学習、ソーラーパネルと風力による発電実験に取り組んだ。

○地理の取り組み

地理では、「エネルギー」に関する授業のテーマを、日本のエネルギー資源の事情を理解する、図を読み取る力を養う、今後の日本のエネルギーを考える、とした。講義形式によるエネルギー事情の解説、図の読み取りから問題点の洗い出しをした。この単元は全 5 回で①世界の資源・エネルギーと産業、②資源輸入大国日本、③日本の電力をめぐる問題、④日本の発電の主役は火力・水力・原子力のどれだと思えるか、⑤再生可能エネルギーの開発とした。また多様化するエネルギー資源の活用も紹介した。

○歴史の取り組み

歴史では、「エネルギー」に関する授業のテーマを、「産業革命と社会の変化」とし、イギリスにはじまる産業革命において、蒸気力エネルギーの発明と利用が社会のありようを大きく変えていったことを理解する授業に取り組んだ。

○地学の取り組み

地学では、「エネルギー」に関する授業のテーマを、「太陽

エネルギー」について理解するとし、「太陽の構造」を学ぶなかで、熱エネルギーの伝わり方（伝導・対流・放射）、水素核融合反応（その発熱反応と発熱量）について学んだ。また、「太陽の一生」を学ぶなかで、重力収縮による発熱と水素核融合・ヘリウム核融合による発熱を学んだ。

○物理の取り組み

物理では、「エネルギー」に関する授業のテーマを、「エネルギーはどのように生まれるのか」とし、電流について（5 時間）、電流による発熱・電流の正体について（4 時間）に取り組んだ。1 月には磁場について（2 時間）、磁場中を流れる電流について（2 時間）に取り組んだ。探究活動としては「磁場と電流を用いて力を取りだそう」（3 時間）で、簡単なモーターを作成し、磁場中を流れる電流が力を生み出すことを確かめた。ここでは、電気エネルギーから力学的エネルギーへの変換と効率的に変換が起こる条件を探究し、さらに、電磁誘導の原理についても取り上げ、コイルと磁力から電流が取り出せることについても学んだ（1 時間）。

【評価】

技術家庭科では、調べ学習にジグソー法を用いたがその手法に教員・生徒ともに不慣れであったため、ひとつひとつのプロセスの先を見通した活動としての認識が甘かった。発電実験は自分でキットを組み立てる分、楽しさは感じられたようだが実験の自由度が少なく、創意工夫の余地が少なかった。調べ学習の指導計画の見直しと実験内容の改善を図りたい。

表 1 再生エネルギー調べについて 5 件法による評価

	男子	女子
楽しさ	3.7	3.3
興味	3.6	3.3
上手くできた	3.2	3.0

表 2 発電実験についての 5 件法による評価

	男子	女子
楽しさ	4.1	3.6
興味	3.8	3.3
上手くできた	3.7	3.3

地理では、技術との連携（発電の特性など）や歴史との連携（産業革命以降の工業など）がもう少し強くなると、生徒の理解が深まり、興味関心も増すことになると考えられる。

【次年度への課題】

それぞれの授業における生徒の「エネルギー」に対する興味関心は高まり、自然現象および科学への興味関心を喚起するという目標は個々の取り組みとして成功した。今回は各授業の教材研究に力点が置かれたものの「探究Ⅱ」としてそれぞれの授業間の連携が不足した。授業者にとって「探究Ⅱ」は興味深いクロスカリキュラムの取り組みであり、この面白さをさらに深めるために、授業者間での相互理解、授業プログラムの構築をしていくことが望ましい。次年度は、長期にわたって「エネルギー」への興味関心を継続させ、年度末に教科・科目の枠を超えて 1 つの対象を探究していくことの楽しさを確認できるプログラムを準備できるようにしたい。

SS 数学 I

【仮説】

論理表を用いて立てた仮定の真偽を考察すると、視覚的に論理の整合性が把握でき、理解しやすくなると考えた。

【実施日】

平成 24 年 5 月 16 日の学年行事（短期入寮中の夜間）に実施した。

【対象者】

中学 1 年生全員（199 名）を対象とした。

【実施内容】

実施当日の班長会で、「クラス内で 6～7 人の班を 6 つ作り、班長を中心にワークシートに沿って 4 つの論理パズルに取り組む。指導者として数学科の教員、アドバイザーとして学級担任、班長が進行役を務める。制限時間内に班員が個人ワークシートに解答を記入し、それぞれの解答について班全体で考察する。全員が納得するまで班で協力し、理解した生徒がわからない生徒を教えさせながら進める」ことを確認した。

課題を始める前の導入として、3 人のうちの誰がウソクラブのメンバーであるかをそれぞれの供述から決定するという推理ゲームに取り組んだ。ここでは、仮定した事柄のうち、矛盾を生じない結論が正解である、という論理を確認した。

<課題 1> では、班長が「絶対に嘘をつかないエンゼル」か「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「エンゼル」または「デビル」のいずれであるかを決定した。

<課題 2> では、班長が「絶対に嘘をつかないエンゼル」、「必ず嘘をつくデビル」、「気分で嘘をつく人間」のどれかであるという設定で、論理表を用いずに班長がどれであるか決定した。関係する基本事項を確認しながら仮説を立て、その真偽を検討して得た結論を個人ワークシートに記入した。全員が結論を記入し次第、それぞれの仮説と結論に至る過程を 1 人ずつ発表した。

<課題 3> では、横 1 列に並ぶ A～D の 4 人の証言の真偽を仮定して論理表を作成し、 $A \cdot B \cdot C \cdot D$ のうち誰が男性か決定した。課題 1 や 2 とは異なり、論理表を作成することで全ての事象を網羅的に調べることができることを確認した。

<課題 4> では、犯人を含む 5 人の被疑者の証言の真偽を仮定して、課題 3 と同様の論理表を作成し、犯人を決定した。決定に至る根拠を班全員で確認してまとめ、班としてのワークシートを作成した。

【評価】

仮説を立てて真偽を検討し、論理的に矛盾のない結論を導き出すという経験は中学 1 年生では稀で、うまく進められないのではと予想していたが、混乱もなく課題をこなした。この時期の通常の授業では正負の計算、文字式の計算に取り組んでおり、計算中心であるために、じっくりと課題を考える時間の確保が容易ではない。学年行事の夜間を利用して、半ばゲームのような課題にみんなで取り組むことが新鮮と感じた生徒も少なくなかった。実施後に①授業に対する感想、②

理解度、を参加した 198 名に調査したところ、表 1 のような結果が得られた。

表 1 実施後アンケートより

①感想	楽しかった、まあまあ楽しかった	161名	81.3%
	普通	25名	12.6%
	あまり楽しくなかった	12名	6.1%
計		198名	100%

②理解度	正解できた、わからなかったところは説明を聞いてわかった	176名	88.9%
	説明を聞いても分からなかった	18名	9.1%
	問題の意味が分からなかった	4名	2.0%
	計	198名	100%

課題の理解が困難な生徒が 1 割ほどいたが、感想では「あて推量でなく、論理的に考えれば正解にたどり着けるということがわかって面白かった」などの記述も見られ、充実した時間となったようだ。またコミュニケーションが十分とれている班では積極的な議論ができていたので、学級集団をいかに形成するかが、学習環境の整備にとって欠かせないことであると感じた。

【次年度への課題】

理解度・満足度は全体的に良好であったが「論理的な結論を得るためには論理表を用いる方がより視覚的で理解し易い」ことが実感として得られていない生徒が少なからずいるため、題材やワークシートを改善していく必要がある。また、課題に取り組む準備として授業時間をもう 1 時間ほど確保して予習すれば、より理解が進むと考えられる。さらに、実施後に行う評価アンケートは、より詳細に分析することができるよう、通常の授業への評価も含んだものにしていきたい。その方が、課題への論理的な考え方のフィードバックが図れると考えられる。



図 1 SS 数学 I の授業風景

SS 数学Ⅱ

【仮説】

自分たちが選択した分野に関する統計グラフを作成することで、統計・選択した分野への興味関心が高まり、中学3年次に行うSSデータ解析へと繋がる。また、作成した統計グラフの発表会を行うことで、プレゼンテーション能力が高まると考えられる。

【実施期間】

平成24年7月に授業内で6時間実施した。

【対象者】

中学2年生全員(234名)を対象とした。

【実施内容】

3～4人で班をつくり、6時間の計画で統計グラフを作成した。統計グラフに用いるデータ収集は、生徒が質問紙を作成し各クラスまたは複数クラスで調査を行うよう指導した。

表1 アンケートの質問項目と結果

項目	平均
以前から統計に興味があったか	2.6
統計グラフ作成は楽しかったか	3.8
作成した統計グラフに満足したか	3.3
数学に対する興味関心は高まったか	2.7
統計に対する興味関心は高まったか	3.1
テーマに対する興味関心は高まったか	3.1
データの表現に関する知識を得られたか	2.9
統計に関して新たな疑問が生じたか	2.9

目的である統計への興味・関心の高まりという面では、「統計に対する興味・関心は高まったか」という設問で、平均点が3.1点、38.5%の生徒が4点以上を回答した。「統計グラフ作成は楽しかったか」という設問で、平均点が3.8点、67.5%の生徒が4点以上を回答した。この2つの結果より、統計グラフに対する興味関心の高まりはあったが、それが統計への興味関心へと繋がっていない生徒が多いと考えられる。また、知識や疑問についての設問での平均点が低いことから、統計グラフ作成で円グラフや棒グラフなどを中心に用いたため、既得の知識で十分であったことがうかがえる。また、生徒がグラフを作成することに重きを置いており、独自データの解析やデータが何を示しているか考察する時間が不足していたこともこの結果のひとつの要因であると考えられる。一方で「以前から統計に興味があったか」の設問は平均点が2.6点と、授業実施以前で統計への興味が低かったことから統計の導入としては効果があったと考えられる。

自由記述の「統計グラフ作成を振り返って感じたことを自由に書きなさい」という設問では、「データをグラフなどにして表現するのが楽しかった」、「統計グラフ作成を通じて他の人がテーマに関してどのように考えているかが分かって面白かった」、「文章で表そうとするととても長く面倒なのに、グラフで表すと簡単で分かりやすい」、「次回はパソコンを用いてもっと大きなデータで行いたい」などの回答が多数あった。この回答からも、統計・選択した分野への興味・関心の高まりがあったことがうかがえる。パソコンを用いたデータ解析を行いたいという意見もあり、次年度実施予定のSSデータ解析の導入としての役割を果たしているとも考えられる。

【次年度への課題】

評価の項で述べたように、生徒は統計グラフ作成を楽しむことはできており、統計学習の導入としては評価できる。一方、当初の目的である「統計分野への興味・関心の高まり」を十分に達成することができなかったため、授業計画の工夫等を含めて次年度への課題としたい。また、統計は数学のみならず社会科を始めとする他教科でも必要になる分野であるので、探究Ⅱなどとの連携を模索することでさらに充実した学習が期待できる。

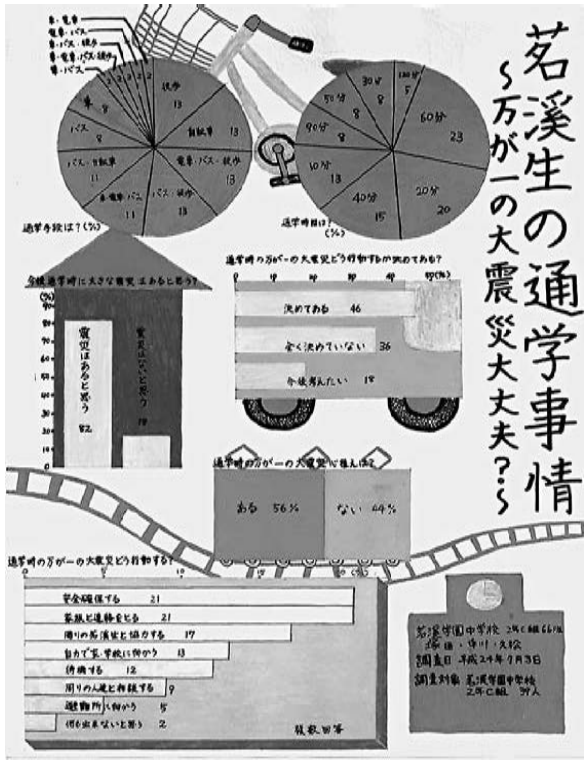


図1 作品例

第6時にはポスターにまとめたものを発表した。発表時間は3分間で「なぜそのテーマを採用したのか」「作成した統計グラフの説明」「グラフから読み取れることのまとめ」の3点を入れるよう指示した。また「データに対して適したグラフを作成できていたかどうか」「内容を表すための工夫ができていたかどうか」「プレゼンが分かりやすかったかどうか」の3点について、生徒が相互評価を5段階評価で行い、それを班ごとに点数化した。

【評価】

第6時に行ったアンケート結果を以下の表1に示す。アンケートの設問に対してそれぞれ、非常にあてはまるを「5」、全く当てはまらないを「1」として5点満点で解答を得た。

SS データ解析

【仮説】

統計の基本的な知識と考え方を学習した後で、コンピュータの表計算ソフトを利用して、各生徒に手作業ではできない多量のデータを統計処理させる課題を与えることによって、その学習内容の知識理解がより深まり、興味関心も高めることができる考えた。

【実施期間】

平成 24 年 12 月 10 日～15 日と平成 25 年 1 月 18 日～23 日にそれぞれ実施した。

【対象者】

中学 3 年生全員(238 名)を対象とした。

【実施内容】

まず、高校の数学 I で扱う「データの分析」の内容を学習した。具体的には、データの代表値（平均値、中央値、最頻値）、散らばりと四分位範囲、分散と標準偏差、データの相関についての学習である。各内容の定義を理解させてから、各生徒に練習問題を与え手作業で統計計算をさせ、学習内容の定着をはかった。分散を求める方法は 2 つあることを学習させた。1 つは定義式の計算であり、もう 1 つは（各データの 2 乗の平均値）から（各データの平均値の 2 乗）を引く方法である。後者の方が有効といえる場合として、ある 5 人の得点の平均値と分散が与えられ、別の 5 人の平均値と分散が与えられたとき、合わせた 10 人の分散を求める問題などを練習した。

また、ヒストグラム、箱ひげ図、散布図などを利用することによって、データの散らばりの度合いや相関を視覚的に把握できることを理解させた。そして、それらの図を作成することや、逆に図が与えられたときに、データを読み取る練習をした。

その後、コンピュータの表計算ソフトを利用した統計処理の学習に移った。まず、表計算ソフトの基本操作や統計量計算機能、グラフ作成機能について学んだ。そして、複数のデータが入力してあるシートの中から、条件に適するデータを選択し、その統計量（平均値や標準偏差など）を求めたり、グラフ（ヒストグラムや散布図）の作成を行ったりした。



図 1 授業の様子

例えば、40 名の生徒について、所属クラス、性別、テストの得点、所属クラブ、家庭学習の平均時間などのデータがあったときに、この生徒全員の平均値・標準偏差を求めるだけでなく、男女別の平均値・標準偏差や、クラス別のものなど、必要なデータを選択して統計値を求める課題を与えて、その処理の仕方を学習した。

また、変量 X に対する平均値を $E(X)$ 、分散を $V(X)$ とするとき、 $E(aX+b)=aE(x)+b$ 、 $V(aX+b)=a^2 V(X)$ が成り立つことを、確認できる課題を用意した。

表 1 使用したデータ一覧

名前	データ1	データ2	データ3
A	15	45	75
B	10	40	50
C	7	37	35
D	14	44	70
E	5	35	25
F	9	39	45
G	15	45	75
H	10	40	50
I	13	43	65
J	18	48	90
K	17	47	85
L	16	46	80
M	11	41	55
N	10	40	50
O	15	45	75
P	19	49	95
Q	6	36	30
R	20	50	100
S	4	34	20
T	13	43	65

例えば、A 君から T 君まで 20 名の生徒の得点のデータについて、＜データ 2＞は＜データ 1＞の得点をそれぞれ 30 点だけ加えたものである。＜データ 3＞は＜データ 1＞の得点をそれぞれを 5 倍にしたものである。このとき、3 つのデータそれぞれについて、平均値や分散を求めさせ、その比較からわかることを考えさせた。

【評価】

表計算ソフトの操作に慣れてくるにつれて、コンピュータを利用すると、データの処理が簡単に行えることが理解できた。また、統計に関する知識理解を確認する機会ともなった。

【次年度への課題】

今年度が初めての実施だったので、いくつか課題が残った。まず、実施内容の前半の統計の基本的な知識を理解する時間の中では、統計計算を生徒の手作業で行ったので少量のデータしか扱えなかった。そこでも、教員が授業の中で表計算ソフトを利用して多量のデータを処理しながら各内容の説明をした方が、学習内容の意味や必要性をより理解しやすいだろう。

また、表計算ソフトを使った自由課題を設定することによって、統計学習への興味関心が深まることが考えられる。例えば、各生徒がそれぞれに興味ある 2 つのデータを集めて、それらのデータ間にどのくらい相関があるかを調べるような課題が考えられる。

SS 数学Ⅳ

【仮説】

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。本講座では学習の効率を上げるよう、習熟度別の授業を実施している。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り、数学ⅠＡの基本的概念の理解の後、数学Ⅱの学習を行う。

【対象学年】

高校１年生全員(262名)を対象とした。

【実施期間】

通年で週あたり６時間の授業を実施した。

表１ 高校入学生カリキュラム

月	主な授業内容
４月	数学Ⅰ 方程式と不等式
５月	数学Ⅰ 二次関数
６月	数学Ⅰ 三角比
７月	数学Ⅰ データの解析 数学Ａ 場合の数
９月	数学Ａ 確率 平面図形
１０月	数学Ａ 整数の性質
１１月	数学Ⅱ 微分法と積分法
１２月	数学Ⅱ 式と証明
１月	数学Ⅱ 複素数と方程式
２月	数学Ⅱ 図形と方程式
３月	数学Ⅱ 指数関数と対数関数

【実施内容】

学習する数学概念がイメージしやすいように、導入部分では、身近な内容を織り込みながら授業を実施した。微分・積分の授業では考え方が身近に存在していることを紹介することで、興味を喚起した。物理で既習した直線運動をする物体の位置と速度や加速度の公式が、瞬間の変化量という概念の上に成り立っていることを紹介し、平均変化率を限りなく瞬間に近づけることで微分係数を求めることができることを紹介した。また、微分係数がグラフで意味することが接線の傾きであることを紹介し、数学Ⅲの微分法で学習する三角関数の微分や分数関数の微分をグラフを用いて理解した。また球や柱体や錐体といった立体の体積と表面積の関係が速さと加速度と同様に、瞬間の増加量の関係にあることを紹介した。

【評価】

難しい数学概念も、身近な話題を盛り込むことで、興味が喚起され、授業内容への見通しが持てるようになった。

【次年度への課題】

習熟度別に授業を行うことで、理解度に応じた授業を進めることができた。数学Ⅱの発展的な内容を扱うことで、既習である数学Ⅰや数学Ａの内容を別の角度から理解したり、内容を深めたりすることができると考えられる。数学の問題の処理能力だけでなく、公式などの本質も考えながら理解する能力も身につけていけるよう、引き続き指導していきたい。

SS 数学Ⅴ (１) 授業内での取組

【仮説】

高校２年生理系選択者に対して、数学Ⅲの内容を扱う学校設定科目である。本講座では、学習の効率と定着を図るため、習熟度別授業を実施している。下記の表は、理系と文系に授業クラスが分かれる９月以降の数学Ⅲのカリキュラムである。

数学ⅡＢの学習直後に、数学Ⅲの微分・積分の学習を行うことで、その概念の定着を効率よく図ることができると考える。また、定期テストも、数学ⅠⅡＡＢの内容を総合的に含む範囲とし、横で理解してきた内容を、経糸で結び役割も、数学Ⅲの学習に持たせることを留意した。

【対象学年】

高校２年生の理系選択者（109名）を対象とした。生徒に対しては、７月までに進路面談を行い、８月に学年で進路選択の把握と確認を行い、９月より数学の授業を理系クラスと文系クラスに二分した。

【実施期間】

９月より週当たり６時間の授業を実施した。

【実施内容】

数学ⅡＢの学習を終えた後、９月より３月までで数学Ⅲの内容を扱った。定期試験の範囲には、数学ⅠⅡＡＢの範囲を適宜含み、高校数学の総合学習の意味を持たせた。数学Ⅲの微分積分には、三角関数や指数対数関数など、それまで出てきた関数をつなぎ合わせる働きがあり、その理解にも益するものがあると考えた。また、最大値最小値問題を解くのに、複数の手法を獲得でき、１つの問題を通して総合的な理解に達するよう指導した。

表２ 高校２年生カリキュラム

月	主な授業内容
９月	数学Ⅲ 関数
１０月	数学Ⅲ 極限
１１月	数学Ⅲ 微分法
１２月	数学Ⅲ 微分法の応用
１月	数学Ⅲ 積分法
２月	数学Ⅲ 積分法の応用
３月	数学Ⅲ 総合演習

【評価】

扱う関数の概念理解が難しいため、微分積分の理解以前のところでつまずく生徒が少なからずいた。しかし、概念の正しく強靱な理解のためには、同じ地平からの学習を繰り返すのではなく、より高い立場からの視点を導入することは役に立つものと考えた。理解度等のアンケートを取ることはしなかったが、センター試験レベルの数学ⅠⅡＡＢの問題の理解度が著しく高まったことは、外部模試や校内独自のオープンテストなどで確かめることができた。特に、数学ⅡＢについては、その差を強く感じた。

【次年度への課題】

関数の導入の部分で、数学ⅡＢとの関連をもっと意識して指導する必要があったと考える。関数の意味や意義の説明にも時間も十分にとっていきたい。

SS 数学 V (2) 希望者を対象とした取組

【仮説】

高校数学で扱っている教材の歴史的な背景を知ること、理解が深まるだけでなく、発展的な内容への興味関心が喚起される。

【実施期間】

4月18日～7月4日の週1回で、全6回実施した。

【対象者】

高校1・2年生の希望者16名を対象とした。

【実施内容】

対象が高校1年生、2年生だったため、数学Iの前半部分による教材開発を行った。高校数学を学び始めた1年生には、それがどのように展開していくのか、すでに既習の2年生に対しては、学んだことの意味を再確認させていく目的を持つ。

第1回：因数分解の展開

式の整理は、数学Iの最初に扱われているが、その重要性は、素材がないこともあって十分に理解されない。まずは、複雑な式を単純に見る必要性を、因数分解や展開を通して演習し、その応用として入試問題を解く。発展的な内容として、 $\sqrt{1-x}$ などを係数を比較することによって多項式に展開したり、 π を求める計算式を作る。最後に、青年ニュートンが発見したと言われる一般二項定理を紹介した。二項定理は既習の生徒が多かったが、指数部分に分数や負数を入れるという発想に驚くと同時に、テイラー展開にも一致する結果に、数学の連関性に感動していた。

第2回：絶対値

単なる場合分けの演習としか認識していない生徒が多い題材であるが、二点間の距離であるという定義に立ち戻ることによって、図形的で直感的な解法が可能であることを紹介した。発展的な内容として、平面上の最小距離を求める問題として有名な、シュタイナー問題やファニャーノの問題を考えた。絶対値の意味と必要性がやっとわかったという感想が多かった。

第3回：有理数と実数

数の体系は、実数がすでに与えられたものとして認識している生徒にとっては、その重要性も必然性も理解されない場合が多い。ピタゴラス学派による無理数の発見とその証明のプロセスをたどることで、連分数展開を紹介した。連分数展開によって、無理数の有理数への近さを評価することで、黄金比の美しさや、自然界に表れるフィボナッチ数列の話に展開した。最後に、2011年の東京大学理系2番の問題を、連分数を念頭に置きながら解いた。多くの生徒が、ピタゴラス学派の無理数をめぐる論理的な議論に感心していた。

第4回：方程式の歴史1

古代メソポタミアの粘土板を紹介し、シュメール人が方程式をどのような方法で解いていたのかを考える。平方完成を正方形を作るという図形的な置き換えと見ることによって、その必然性を理解させた。さらに、最後に残る $\sqrt{n}$ の近似値の求め方も紹介し、前回の連分数展開ともつなげた。古代メソポタミアという、世界史の教科書で終わりになっている知

識に、具体的なイメージを与えることで、人類と数学との長い時間にわたる格闘の歴史と、それが文明を築いてきたことを実感として持てた生徒が多かった。

第5回：方程式の歴史2

「3次方程式への道」と題して、15～16世紀のイタリアを舞台とした数学者たちの逸話や足跡をたどりながら、数学の公式が作られる現場を追体験させた。具体的には $x^3 - 15x - 4 = 0$ という方程式を、因数定理、三次式の因数分解式で解きながら、カルダノの解法へと導いた。さらに、カルダノからフェ拉里へと受け継がれた4次方程式の解法として、高校生でも理解しやすいフェ拉里、デカルト、オイラーの方法を紹介した。最後に、5次方程式をめぐる壮大な物語については、ニュートンやラグランジュの置換というアイディアを紹介し、アーベル、ガロアによっていかに多くの分野の基本的な手法になっているかの話をした。ちょうど、結城浩著の数学ガール「ガロア理論」(Softbank 2012)が刊行されたところだったので、読書を薦めた。

第6回：2次関数と円

2次関数を使った教材としては、円錐曲線として紹介することが一般的だと思ったが、そうすると楕円や双曲線の話も出さざるを得ず、1回の内容としては消化しきれないと判断し、この回は以下の問題を解くだけにした。

問題1： $y = x^2$ 上の4点が、同一円周上にあるための条件を求めよ。

問題2： $y = ax^2 + bx + c$ と $x = a'y^2 + b'y + c'$ が4つの交点をもつとき、4つの交点は同一円周上にあることを証明せよ。

最初に問題を与えられたときは、どこから手をつけていいかわからず、内容も抽象的で難問に見えてしまうが、GeoGebraやGrapesなどのインタラクティブな図形ソフトを利用して、具体的なイメージを持たせ、問題点をはっきりさせれば、ごく当たり前の性質の組み合わせで、ほとんど計算もなしで証明できることに気づかせていく。そのあまりのあっけなさに、多くの生徒が、数学のシンプルなものの方と、その威力に感動していた。問題1を利用して、問題2の解法に自分で気づけた生徒は感嘆の声をあげていた。

【評価】

参加人数が少なかったため、数値的な評価は行なわず、授業ごとに感想を述べてもらうにとどめた。希望者を対象とした放課後の授業だったので、もともと数学が好きな生徒が多かったが、中には進路は文系を希望している生徒もあり、いろいろな視点を与えられたのは意義があったと考える。

【次年度への課題】

このような、少人数の希望者対象の授業効果の評価方法については検討を要する。アンケート集計をして、事前事後の比較は可能であるが、どれほどの有効性と一般性があるかは疑問である。

今回は、教材開発の意味合いが強く、数学史を利用した教材をそれぞれの章で作成して、通常授業の中でも展開していきたい。

SS Tech

【仮説】

身の回りの多くの機械がハードウェアとソフトウェアを組み合わせて作動する。そこでこれらの仕組みを探るカリキュラムを実施することで 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。またこれらの実習においては、試行錯誤しながら答えを見出したり、考える過程そのものを楽しんだりすることができるよう態度を育てることができると期待される。

【実施期間】

平成 24 年 5 月～7 月まで週あたり 2 時間の授業を実施した。

【対象学年】

中学 2 年全員 (234 名) を対象とした。

【実施内容】

本年度実施したカリキュラムは表 1 の通りである。昨年度はハードウェアの実習が先でソフトウェアの実習を後に配置したが、昨年度の実践により「ソフトウェアの実習は科学技術への興味の有無によって評価に大きく差がある」という結果が示された。生徒の興味関心の度合いが高く保てられる単元のはじめの段階でソフトウェアの実習に取りくむように変更をした。

表 1 カリキュラム

週	内容
1	計測と制御 アルゴロジック
2	アルゴリズム、アルゴロジック カーロボットのプログラム
3	ライントレース
4	ギアによる動力の伝達 LEGO によるフリーホイーラー製作
5	フリーホイーラー距離測定競技会

ソフトウェアの学習では、導入として電子情報技術産業協会が提供するアルゴリズム体験ゲーム「アルゴロジック」を使用した。これは予め用意されたタイルで示された命令を使い画面上のロボットを動かすというゲーム性のあるソフトウェアである。アルゴリズムの構造には「順次」「繰り返し」「分岐」の 3 つがある。アルゴロジックではこれら 3 つの構造を用いてプログラミングが可能である。授業では指定した問題を解くことでこれら 3 つの構造を順序よく学ぶことができるように複数レベルに分けたワークシートを用意した。生徒はレベル 1 (命令の理解と順次構造) からはじめ、レベル 2 (単純な動作の繰り返し構造)、レベル 3 (二重の繰り返し構造)、レベル 4 (分岐構造) まですべてを必須課題とした。さらに高い能力を有する生徒用にレベル 6 までのワークシートも用意した。生徒が課題をクリアするスピードは個々に異なるため、一斉指導は難しい。そこでできる生徒は周りの生徒に解き方のヒントを与えるなどフォローする役割も持たせることにした。

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。

【評価】

昨年度の実践では、チャレンジすることが好きではない生徒に対してアピールする教材開発、中でもソフトウェア学習の中心となるプログラミングに大きな課題があった。そこで本稿ではアルゴロジックを本格的に用いた結果において、観察に基づいた質的な側面について述べる。アルゴロジックはロボットが画面上で動くことから、生徒の関心を惹くにはよい教材であった。多くの生徒が繰り返し構造と分岐構造について理解できた。一方、繰り返しが二重になるなど複雑さが増すため脳内でシミュレーションができないせいか戸惑う生徒も見られた。このような場合、試行錯誤しながら解を探すのが効率的な問題解決とは言えない。さらに速いスピードで課題をクリアする生徒でも、次のような思考が難しいことが明らかとなった。下図 1 に示す同じ形の輪が 4 つある「梅」の問題では、これらの経路をすべて辿ることがクリアの条件で

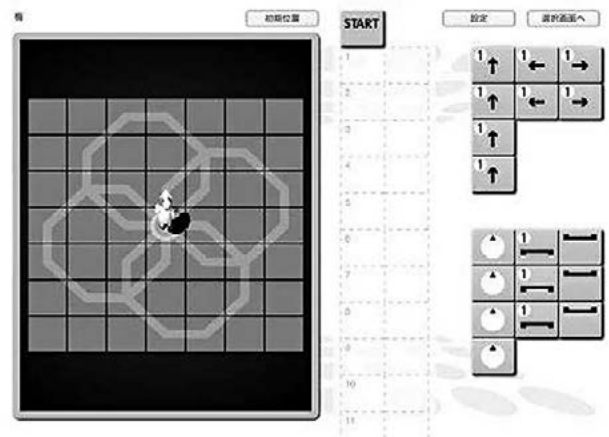


図 1 アルゴロジック「梅」の問題

ある。この問題では二重の繰り返し構造を用いる。これを使うこと自体、課題をクリアしてきた経験から比較的簡単に推測でき、1 つの輪を回すための命令を記述し、それを 4 回繰り返すことに思い至る。しかし 1 つの輪をまわり終えたところで、ロボットを回転させる必要があり、何度回転させるかという点で、生徒が悩む。これは単純に同作業を 4 回繰り返せばよいので、ロボットは $360 \div 4 = 90$ 度ずつ回転させればよいのであるが、その解を導くまで多くの時間を費やす。1 周 = 360 度という既知のことを、このような場面で活用できないのは学習の転移の難しさを示す 1 つの例と考えられる。

【次年度への課題】

今年度はアルゴリズムの学習を中心に生徒の進捗や理解の仕方について分析を進めた。その結果、基本的な理解についてはアルゴロジックというビジュアル的に親しみやすいインターフェースを持つ教材が有効であった。しかし、学んだ知識が分断され、他の領域で生かされていなかった。したがって、授業を進めていく過程で個々の知識がどのように結びつきあっているのかという視点でも指導をしていく必要があることが明らかになった。

SS Expand Program

【仮説】

科学実験やものづくりに欠かせない基礎的なスキルを修得させ、課題レポートを提出させることで、科学的推論や仮説に基づいてものづくりを行う力と考察力の伸長を図る。

【実施期間】

通年で実施した。

【対象者】

中学3年生全員（238名）を対象とした。

【実施内容】

実験は隔週2時間連続で実施した。実験中のノート、実験後に作成するレポートで評価を行った。実験はグループ単位であるが、レポートは個人単位で作成した。実施内容は表1の通りである。

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	単振り子とばね振り子の周期測定
4-5	密度の測定
6	LED点灯回路の製作
7	混合物の分離と精製
8	紙工作、積み木
9	化学変化と物質の量
10	光センサー回路の作製（はんだ付け）
11	水の電気分解と燃料電池
12	酸とアルカリ、中和反応
13-15	ピタゴラス装置製作

【評価】

12月に行ったアンケートの結果、全体の70%超が、この1年間で理科実験を好きになったと回答した。

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2 12月アンケートの質問項目と結果（1）

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	4.17
物理的な現象に対する興味関心は高まったか	3.11
化学的な現象に対する興味関心は高まったか	3.35
工作（電子工作・紙工作）に対する興味・関心は高まったか	3.48
「実験を通して確かめる」ことについての関心は高まったか	3.52
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	3.83
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	3.70

観察や実験に関しては、昨年同様の結果となったが、物理的、化学的現象あるいは工作に対する興味・関心については、4以上を回答した生徒は多かったが、平均値では昨年より0.23減であった。一方、レポート作成に関する設問に対して4以上の回答をした生徒は全体の63.2%であり、平均値は昨

年より0.34増であった。

表3 12月アンケートの質問項目と結果（2）

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	3.21	3.51	3.58
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	3.06	3.25	3.38
実験は楽しかったか	3.55	3.81	3.98
実験を通して、現象に関わる原理や法則を見いだせたか	3.19	3.26	3.25
実験器具の操作方法や新たな技能・知識が身に付いたか	3.67	3.71	3.60
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	3.00	3.07	3.04
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	3.32	3.35	
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	3.40	3.32	
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	3.27	3.31	
発展的な内容について、調べたり質問したりしたか	2.85	2.96	2.92

物理系・化学系の実験においては、「実験で取り上げた現象自体に興味をもったか」「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」「実験は楽しかったか」の3つ以外の設問に対する回答の平均は全て昨年より増えた。また、「実験器具の操作方法や新たな技能・知識が身に付いたか」という設問に対して4以上の回答をした生徒は、どの分野においても全体の半数以上いた。しかし「発展的な内容について、調べたり質問したりしたか」という設問に対する回答は、昨年同様最も平均値が低く、半数以上の生徒は2以下の回答をした。また、生徒の感想には「実験は楽しかった」「レポートを書くのは大変だった」というものがほとんどであった。「今までできなかったことができるようになり、知らなかった知識を身に付けることができた」「自分の手で実験した方が物理の現象をより身近に感じられ、理解もできた」「前より考察をする力がついたと思う」「後半の実験では原理などと関連づけて考察できた」というものもあった。

【次年度への課題】

レポート作成は「実験手順」「結果」「考察」のみを生徒に書かせ、「目的」「原理」は印刷をして渡すことで、生徒が「考察すること」に注力できるようにする。また昨年の課題にあった「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を習熟させ、生徒間のギャップが大きくなるように指導することで、生徒により肯定的な実感を味わわせる」について十分実行できなかったため、今年も同じく次年度への課題とする。

SS ICT

【仮説】

これまでの映像制作実習の取り組みを通して、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。本研究では、科学に関する映像作品を作ることが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検証する。

【実施期間】

平成 24 年 10 月から 12 月まで、週あたり 2 時間の授業を実施した。

【対象学年】

中学 3 年全員(238 名)を対象とした。

【実施内容】

昨年度の実習では、理科実験を解説する映像作品を作った。しかし撮影時間が従来よりも長くなるため、カリキュラム上で設定した時数では作業が終わらないグループがあった。そこで本年度は科学のエッセンスを取り入れながらも実験を含まないミニドラマを作った。映像制作実習全体の時間数は昨年と同様であるが、実習内容の配置等を変更した(表 1)。

今年度の映像作品の脚本も理科教員と協力して作成した。脚本は 4 つあり、「君は母親似？それとも父親似？」、「逃げ足が遅い」、「気持ちの軽い荷物も軽い」、「給料 3 ヶ月分」である。それぞれの脚本はスキット部(導入までの話)、解説、スキット部(まとめの話)の 3 つのシーンで構成される。解説部分が昨年では実験のシーンにあたる。解説部分では、脚本ごとに「減数分裂」、「加速度」、「重力と力の分解」、「結晶構造」などの科学的知識が含まれている。生徒は 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制作した。1 グループの人数は 6 ～ 7 名である。

映像作品の発表会は 12 月の 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。クラス単位の上映会ではワークシートを用いて、作品を「編集(カットや音)」、「演技」、「図解の見やすさ」の 3 項目で生徒に評価をさせた。

【評価】

本実習を受講した生徒に、平成 25 年 1 月に事後調査を実施した。調査はインターネット上のフォームに回答を入力する方法で行った。調査内容は、実習中に担当した役割、映像制作実習の評価、映像作品を作るプロセスで考えたこと、日

常生活におけるテレビ視聴、感想である。

昨年度は生徒の回答から実習の構造を分析したが、今年度は生徒の振り返りを中心とした質的な分析を述べる。実習の評価は「楽しさ」「難しさ」「充実度」をそれぞれ 5 段階で評価してもらった。「楽しさ」の平均は 4.5、「難しさ」の平均は 3.7、「充実度」の平均は 4.2 であった。生徒の代表的な感想である「やってみると思ってたより難しく大変だったが、楽しめた」という言葉どおり、映像作品をつくるために想像していたよりも時間と労力がかかることを理解したため、「難しさ」を伴うものの実習は楽しく充実したものであったことが伺える。「難しい」という評価に関しては機器の操作の難しさよりも「時間ギリギリまでかかった」「カットのつなががうまくできなかった」など時間内に終わらせる計画性や映像の文法を撮影現場で適用することについて感じたようである。映像の文法について撮影時に「考えながら作業できたか」という質問に対しては、半数以上の生徒が「考えながら進めた」と回答している。それでも難しいのは、経験が少ないためであると考えられる。

今回の作品は科学的な内容を説明するためのミニドラマであるが、「科学に関することを映像で表現するとわかりやすくなると思うか」という問いに、「まったくそう思わない」から「とてもそう思う」までの 5 段階で評価してもらったところ、平均が 3.9 となった。科学的な事柄を映像で伝えることが役立つと理解されたことが示唆される。実際に、本実習を受講した科学部の生徒から、自発的に科学ビデオコンクールへの作品の出品を提案するなど、映像を使って科学を伝えることに前向きに取り組むなどの成果も見られた。

【次年度への課題】

カリキュラム上の時間的制約により、昨年度の理科実験そのものの映像を含む作品から、今年度は科学的内容を解説するミニドラマの作品に映像の内容を変更した。さらに今年度は編集を重要視した結果、映像の質が向上した。映像が科学的な事柄を伝えるのに役立つという意識も確認でき、本研究の仮説である「科学に関する映像作品を作ることが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」ことはほぼ確認できた。一方、映像をつくる過程で科学的概念の理解を深めているのかどうかについて、今回は確認をしていない。今後は映像作品を作るプロセスが、そこに含まれる科学的概念理解を深めるのに役立つのかどうかについて検証していく必要がある。

表 1 映像制作実習のカリキュラムの改善

	平成 24 年度	平成 23 年度
1 週目	映像制作実習の概要・映像の文法(1)	映像制作実習の概要・映像の文法(1)
2 週目	映像の文法(2)・編集練習	映像の文法(2)・撮影練習
3 週目	役割分担・脚本の選択・撮影練習(全役割体験)	役割分担・脚本の選択・編集練習
4 週目	撮影 1 日目	撮影 1 日目(スキット部)
5 週目	撮影 2 日目	撮影 2 日目(実験部)
6 週目	編集 1 日目(カットつなぎ)	編集
7 週目	編集 2 日目(微調整・音/テロップ追加)・完成	編集・完成
8 週目	発表会	発表会

生命科学

【仮説】

昨今、生活はサイエンスなしには成り立たなくなっている。そこで生命科学という生き物を扱う分野を通し、意欲的に学習に取り組む姿勢を確立したい。また、身近なものを授業教材にすることで、興味関心が増すのではないかと考える。

【実施期間】

通年で実施した。

【対象者】

中学3年生全員（238名）を対象とした。

【実施内容】

授業では「細胞・生体物質」「生殖」「遺伝」を中心に扱った。また顕微鏡を使って①水中微生物の観察と同定、②タマネギの根を使った体細胞分裂の観察を行った。特に微生物の観察では、図書を使って生物種を同定した。さらに自分の唾液を採取して「アミラーゼによるデンプンの分解実験」を行った。実験群として「水のみ・唾液・唾液（煮沸）・唾液（塩酸処理）」の4群を設定した。これにより酵素の働きを理解するとともに、実験結果を比較して考察した。また今年度は「煮干し」を用いた解剖実験を行い、生物の体の理解に役立てた。

昨年度の課題として「バイオテクノロジーなどの生物学の応用について扱いたい」とあった。今年度は京都大学の山中伸弥教授がノーベル医学生理学賞を受賞したこともあり、生徒が授業以外でも生命科学に触れる機会があった。そこで授業ではiPS細胞がどのように作製されたのか、この技術が確立されることでどのようなメリットがあるのかなどの内容を扱った。

【評価】

授業中、生徒は活発に議論していることから、生命科学という分野について興味を持っていると考えられる。一方的に話を聞くだけではなく、質問がでてくることは、いい傾向だろう。実験の様子を見ると、積極的に取り組んでいる生徒が大多数であった。特に唾液の実験では、当初は自分の唾液を使うということで抵抗を感じていた生徒も、最後までしっかりと実施することができた。「私たちの体のことに興味をもった」という感想にも表れている通り、学習意欲にもつながったようである。実験を初めて行ったところよりも、複数回後の実験レポートのほうが論理的にまとめられていることも、成果のひとつだといえる。

【次年度への課題】

本授業の評価は、試験と実験レポートによるものだった。全体として試験もレポートもよくできていると感じるが、自ら課題を見つけ、考えて学ぶようなカリキュラムを開発し、取り組ませることも、学習意欲を刺激する一案であると考えられる。そこで、次年度は生命科学の基礎的な内容を扱った後に、プレゼンテーション形式で議論することを検討したい。そうすることで、より実生活に関連させて捉えることができるのではないかと考えた。科学というものを身近に感じることができれば、自発的に学習する姿勢が定着するのではないかと期待している。

地球科学

【仮説】

人類の繁栄は約46億年間にわたる地球の営みにより形成された地球環境の上に成り立つ。地球科学では、地球の構成物質、地球の営みなどについて学習し、観測データを処理して図やグラフ化することで、科学的に探究する能力が身につくことを期待する。

【実施期間】

通年で実施した。

【対象者】

中学3年生（238名）を対象とした。

【実施内容】

授業では「地震」「火山」「地層と化石」「大陸移動説～プレートテクトニクス」に関する内容を主に扱った。

図やグラフ化については、地震の学習で発震時曲線や走時曲線を作成し、地震波の伝わり方を考察した。また、プレートテクトニクスの学習で天皇海山列-ハワイ諸島の並ぶ位置と各形成年代のデータをグラフ化させ、プレートの運動について考察した。観察は、双眼実体顕微鏡による鉱物観察、ルーペや簡易偏光顕微鏡による岩石の観察、野外で地形や地層観察などを行った。鉱物観察では、火山灰、グラウンドの砂、海岸の砂などを実体顕微鏡で観察し、その違いを考察した。岩石は、火山活動の学習を経て火成岩を紹介した。また、風化や流水の働き、地層の形成の学習を経て堆積岩を紹介した。さらに、地殻変動の学習の中で変成岩を紹介した。本校から見える筑波山周辺には熱変成岩のホルンフェルスが分布しており、日常的にも敷石などとしてよく見かけるため、毎年扱っている。岩石の学習後の夏休み休業中に、各自の目に留まった岩石について観察をさせ、その同定を試みて生い立ちを考察するレポートに取り組んだ。

【評価】

等発震時曲線の作図では経験は浅いが、同心円状となるため比較的良く描けていた。走時曲線の作図では、グラフ化することで初期微動継続時間が震源からの距離に比例することが分かり、大森公式の理解が深まった。またプレートの運動では、その様子をグラフ化し速度を算出することで、長い年月を経ると大きな変化となることが分かった。鉱物の観察では、顕微鏡下で見る鉱物の美しさに感動する姿が見受けられ、関心を高めることができた。一方、配付した参考資料をもとにした鉱物の同定は難しかった。岩石の観察は、組織や構成鉱物の違い等から見分けられることを強調したが、自身での同定は厳しく、生い立ちの考察までできた者は多くなかった。

【次年度への課題】

データの図化・グラフ化は、これからも様々な場面で取り組ませて経験を積ませたい。鉱物や岩石の同定はある程度経験を積まないと難しいが、数少ない経験でも正確に同定できるように工夫した検索シートの作成などを試みたい。また、岩石の生い立ちの考察に関しては、生成場を大きく図示し、自分の採集した岩石がその中のどこで形成され、現在の位置に至ったのかをイメージさせられるような工夫をしてみたい。

理科 A (物理・化学・生物)

【実施期間】

通年で実施した。

【対象者】

高校 1 年生全員(262 名)を対象とした。

◎ 物理 A

【仮説】

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。これに加え、科学と日常生活の関連性を考えさせるために、エネルギー学習の後、通常のプロブレムソルビングの内容から離れ、イシューズを扱いクリティカルシンキングを活用する場面を設定し、正解の得られない課題が多いことに気付かせる。

【実施内容】

通年で「加速度」「自由落下」「運動の法則」「浮力」「熱の保存」「水面波」「弦の振動」「気柱の共鳴」の実験をし、考察をした。これに加え、エネルギーに関するイシューズを扱い、クリティカルシンキング（総合的判断思考）を活用する場面を設定した。ここではこの取り組みについて具体的に報告する。

表 1 クリティカルシンキングを活用した授業案

名称	発電所建設計画
ねらい	1. 達成目標を満たす発電所建設計画を考える。 その際エネルギー供給、経済影響、環境影響は互いに関連し、全てにおいて優れたエネルギー源は存在しないことを確認する。 2. 個人案をグループ内で発表し、相互評価する。 3. 達成目標を満たす計画を各班の代表がクラスで発表し、より良い計画案を模索する。
時間数	3 時間

具体的な学習活動・内容

1 時限

1. 発電所建設計画の扱い方の説明
2. エネルギー計画表を使って各発電所の許容量、最終コスト、環境影響、電力価格の数値の計算を行う。
3. 自分が重点を置いたところを確認する。

2 時限

1. 各自の計画案を発表し、相互に評価する。
2. 班としてより良い計画案を相談して決める。
3. 自分の案と比べて、自己評価する。
4. 発表の代表を決め、プレゼンテーションの準備をする。
質問に答えられるように準備する。

3 時限

1. 計画案と特徴を表示させながら、班ごとに発表を行う。
2. 各班の発表を聞いて、それぞれの案を承認するかしないか、またその理由を考える。
3. どの案が最良案として承認できるかを考える。
4. 最良案と自分の案を比較し類似点と相違点を確認する。
5. 唯一正解は存在せず、自分の判断基準によって意思決定することが重要となることを確認する。

【評価】

実施後、生徒からさまざまな感想を得た。以下、生徒の感想を紹介する。

- ・原子力を無くすことはいいことだと思ったが、現実的に考えて今の生活を続けようと国民が思うのなら、原子力は必要なのかもしれないと思った。
- ・リスクの低いものや、先を見通して考えたものを優先するべきだと思う。
- ・いろいろな人の意見が聞けるので、そこからまた新しい案を作れることもできると思う。とてもいい方法だと思う。
- ・自分の考えを、しっかり持つことが大切である。

【次年度への課題】

今年度から新課程に移行し、物理基礎をベースにしたカリキュラムを進めた。1 年間の結果に鑑み、次年度以降に反映したい。また生徒への関心の持たせ方も工夫し、カリキュラムを決定したい。さらに授業のみでなく、生徒の継続的な課題として、あるいはその他の活動（個人課題研究など）につながるように、さらに工夫を加えていきたい。

◎ 化学 A

【仮説】

化学基礎の内容である理論化学分野を扱い、講義形式の授業のみならず、実験を取り入れた授業を展開する。それにより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、化学実験のスキルも習得する。

表 2 「化学 A」の年間指導計画

月	授業内容
4	化学と私たちの生活、物質の状態
5	物質の構成粒子
6	化学結合
7	化学結合、物質と化学反応式
9	物質と化学反応式
10-11	酸と塩基
12-1	酸化還元反応
2	演習、実験等

【実施内容】

本授業で実施した実験の一例を以下に記す。なお、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た。

・「中和滴定」

酸・塩基の水溶液の濃度を決定する方法として滴定が用いられることを知り、標準溶液の調製方法や様々な器具の扱い方を通して定量実験の操作を学ぶ。また実



図 1 中和滴定実験の様子

験器具の精度、実験結果の取扱いについて学ぶことを目的とした。試料は市販の食酢を用い、これを水酸化ナトリウム水溶液で滴定し、食酢中の酢酸 CH_3COOH 濃度（質量パーセント濃度）を決定した。

【評価】

すべての授業が終了した後に履修生徒を対象にアンケートを行った。結果を以下の表 3 に示す。

表 3 アンケートの集計結果（実施した実験について）

質問項目	平均値
① 実験で取り上げた事象・現象自体に興味を持ったか。	3.41
② 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うか。	2.98
③ 実験は楽しかったか。	3.81
④ 実験を通して、現象に関わる原理や法則を見いだすことができたか。	3.16
⑤ 実験を行うことにより、実験器具の操作方法が身に付いたか。	3.52
⑥ 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たか。	2.87
⑦ 実験レポートを書くことを通じて、実験内容についてより深く理解することができたか。	3.17
⑧ 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たか。	3.09
⑨ 実験レポートを書くことを通じて、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。	3.10
⑩ 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たか。	2.55

アンケート結果より、化学と普段の生活との関連を見いだせない生徒が多いようである。身近な事例や物質を扱うことで、生徒の興味・関心を引き出していきたい。また実験後に新たな疑問を持ち、より発展的な内容について興味を持って調べたいという生徒が少ないことが分かった。適切な問いを設け、ある程度誘導する必要があると感じた。

【次年度への課題】

今年度からは、学習指導要領が昨年度までの「化学Ⅰ」から「化学基礎」へと移行した。今年度の反省を踏まえううえで、扱う内容やその配置を検討していきたい。また本年度は実施した実験回数が少なかったため、来年度は実験回数を増やしていきたい。また扱う分野も広げたい（例えば、物質の分離と生成、成分元素の検出、同位体、アボガドロ定数の測定など）。

◎ 生物 A

【仮説】

講義形式は、視覚情報を重視しパワーポイントを使用する。また、専門用語には英語を付けることで、学習の補助とするとともに、将来の学習へのステップとする。実験では、試料

としてはなるべく身近なものを用いることで、学習内容を自分自身のこと、もしくは身の回りで起こっている現象として結び付けさせる。操作については、難しい操作も敢えて生徒自身の手でやらせることで、実験スキルを身に付けさせる。

【実施内容】

生物基礎の内容に沿って「生物の多様性と共通性」「遺伝子とその働き」「生物の体内環境」の内容を学習した。本授業で行った実験は以下の通りである。

「アメーバの観察」、「ミクロメータによる細胞の大きさの測定」、「光合成によるデンプンの合成」、「自分の細胞を用いた DNA の抽出」、「カタラーゼによる過酸化水素水の分解」、「アミラーゼ、ペプシンによる消化」、「クロマトグラフィーによる花の色素の分離」、「だ液腺染色体の観察」、「血液塗抹標本の作製と観察」

【評価】

履修生徒を対象にアンケートを行った。結果を、以下の表 4 に示す。数値の尺度については、次の通りである。(5:全くそうである/4:どちらかというところ/3:どちらとも言えない/2:どちらかというところではない/1:全くそうではない)

表 4 アンケートの集計結果

	質問項目	平均値
学 習 内 容	「生物の多様性と共通性」について	—
	① 内容に興味関心が持てた。	3.61
	② 自分自身のこと、または身の周りのこととして考えることができた。	3.50
	③ 進化に関する理解が深まった。	3.51
	「遺伝子とその働き」について	—
	① 内容に興味関心が持てた。	3.59
	② 自分自身のこと、または身の周りのこととして考えることができた。	3.47
	③ バイオテクノロジーに対する意識が高まった。	3.39
	「生物の体内環境」について	—
	① 内容に興味関心が持てた。	3.68
	② 自分自身のこと、または身の周りのこととして考えることができた。	3.60
	③ 健康に対する意識が高まった。	3.61
授 業 形 態	パワーポイントによる授業は、内容理解に対し効果的である。	3.96
	専門用語に英語を付けたことは、興味関心を高めるのに有効である。	3.62

【次年度への課題】

①に関しては、目に見える現象について数値が高く、そうでないものについて数値が低い。②③については、いずれも①の数値より低い。より身近な例を取り入れ、かつ視覚化して説明する努力が必要であると思われる。パワーポイントは視覚化という点で有効である。しかし配布プリントの記入の方法には改善の余地がある。生物や植物の英語名についての学習は、その意味や語源について考えたりする助けとなっているようである。

理科 B（物理・化学・生物）

【仮説】

物理Ⅰ・化学Ⅰ・生物Ⅰに物理Ⅱ・化学Ⅱ・生物Ⅱの一部の内容を加え、実験的内容を含めた学校設定科目を設置することによって、実験に関わるスキルを学ぶとともに、既習知識を踏まえて実験レポートを執筆することを通じて、実験結果について考察し、その重要性を実感できる。

◎物理 B

【実施期間】

通年で、週 3～4 時間の授業を実施した。

【対象者】

高校 2 年生の選択者（74 名）を対象とした。

【実施内容】

年間の授業内容は以下の通りである。

表 1 年間の授業内容

月	内容
4	物理Ⅰ 熱
4～6	物理Ⅰ 波動
7～9	物理Ⅰ 電気
10～1	物理Ⅱ 力学 ※弦を伝わる波の速さの実験
2～3	物理Ⅱ 電気

物理Ⅰ 波動分野の発展的内容である「弦を伝わる波の速さ」の実験に重点を置き、実験のレポートを作成させ、データの整理手法の習得、考察力の向上を目指した。なお本実験は 50Hz の振動体を用いた。これは原理を考える上で物理Ⅱの力学の理解が必要であるため、物理Ⅰだけを学習したのでは考察が深まらない。

【評価】

12 月にアンケートを行った(N=73)。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
観察や実験が科学の研究にとって重要だと思うか	4.40
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	3.66
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	3.60
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	3.89
実験結果から考えたことを表現することが、自分の今後にとって重要だと思うか	4.07
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	3.84
実験で扱った現象自体に興味をもったか	3.24
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	2.99
実験は楽しかったか	3.53

実験を通して、現象に関わる原理や法則を見いだせたか	3.13
実験器具の操作方法や新たな技能・知識が身に付いたか	3.51
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	2.75
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	3.50
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	3.50
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	3.21
発展的な内容について調べたり質問したりしたか	2.25

【次年度への課題】

理系科目の選択者だけあって、観察・実験の重要性は認識している。また、実験結果を考察することの重要性についても、自らの進路と結びつけて重要だと捉えていることがうかがえる。スキルの醸成の面、発展的な内容の追究の面では、低い水準にとどまった。実験機器 1 セット当たりの人数が多かった（4～5 人）こと、「運動量」の学習内容が定着していないことが原因にあると考えられ、今後の検討材料である。

◎化学 B

【実施期間】

通年で週当たり 3 時間（選択コースによっては週当たり 4 時間）の授業を実施した。実験はすべて授業時間内に行った。

表 3 に平成 24 年度の「化学 B」の年間指導計画を示す。

表 3 「化学 B」の年間指導計画

月	授業内容
4	化学反応と熱
5	酸と塩基
6	酸化還元反応
7	有機化合物の特徴と構造
9	脂肪族炭化水素
10	酸素を含む脂肪族化合物
11-12	芳香族化合物
1	化学結合
2	物質の状態変化

【対象者】

高校 2 年生の選択者（135 名）を対象とした。

【実施内容】

化学Ⅰの無機化学分野については昨年度履修した「化学 A」で既に学習を終えている。「化学 B」では、化学Ⅰの理論化学分野を扱い、つづいて有機化学分野の学習へと移り、化学Ⅰの学習を完結した。その後は、化学Ⅱの学習へと移った（表 3）。授業で実施した実験としては、中和滴定、アルコールの酸化、フェーリング液の還元、銀鏡反応、アセチルサリチル酸の合成、アゾ染料の合成、アニリンブラックの合成を挙げることができる。

【評価】

すべての授業が終了した後に「化学 B」を履修した生徒を対象に行ったアンケートの結果を以下の表 4 に示す。

表 4 アンケートの集計結果 (回答数 133)

質問項目	平均値*
① 実験で取り上げた事象・現象自体に興味をもちましたか。	3.71
② 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。	3.39
③ 実験は楽しかったですか。	4.02
④ 実験を通して、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。	3.40
⑤ 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。	3.75
⑥ 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。	3.15
⑦ 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。	3.67
⑧ 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。	2.69

*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。

【次年度への課題】

授業で扱った実験のほとんどが教科書の定番実験のみに留まってしまった。今後はさらに発展的な内容の実験も扱っていきたい。

◎ 生物 B

【実施期間】

通年で週 3～4 時間である。週 4 時間の授業では 1 時間を演習および実験、また高校新入生が多く受講していることに対応して中学 3 年次での履修内容の復習に充てた。

【対象者】

高校 2 年生の選択者(88 名)を対象とした。

【実施内容】

年間の授業内容は、表 5 の通りである。

表 5 年間の授業内容

月	内容
4	生物 I 細胞学 [実験 1]顕微鏡実習ミクロメーター
4～6	生物 I・II 生化学分野 [実験 2]顕微鏡実習 組織の観察 [実験 3]原形質分離の観察 [実験 4]酵素カタラーゼの性質
7～1	生物 I 生理学分野

	[実験 5]ウシガエルの実験 [実験 6]シロアリの化学走性
2～3	生物 I・II 発生学植物生理学分野 [実験 7]ウニの発生の観察 [実験 8]植物ホルモンの作用

【実験 5】は学習分野「動物の刺激と反応」に対応するもので、神経脚標本の作製と神経の反応を確認する実験をはじめ、化学物質の心拍数に及ぼす影響を調べる実験、さらに体の構造を丁寧に観察してスケッチをするという複合的な実験である。それに加え、生徒それぞれにウシガエルの体の構造や機能に関するオリジナル実験を 1 つ以上設計して実施することを課している。最終的にはそれら全てを含めた個人レポートを作成した。同時に生命の尊厳について考えた。



図 1 ウシガエルの実験

【評価】

実験において生徒の主体的な活動を展開することができた。レポートも授業で学習した既知知識を踏まえたり、文献調査を加えてたりして作成された質の高いものが多く、仮説を検証するものとなった。

(実験の感想：生徒のレポートより)

- ・「カエルの解剖」と最初に聞いたときには、「どうせ魚の解剖と変わらないだろう」と思ったが、予想とは全く逆でカエルの体内はとても色彩豊かで驚いた。
- ・心臓を取り出しても自分で拍動しているのを見て感動した。心臓は全身に栄養や酸素などの伝達物質を輸送するポンプの役割をしていて、このポンプが止まってしまうといけないのだということを実感した。
- ・レポートの考察を書くことを通して、授業内容と実際を照合することができ、純粋におもしろい、と感じることが出来た有意義な実験であった。
- ・「死とはなにか」生も死も定義は難しく、各個体が懸命に生きようとしているのだ。今生きていることに感謝し、精一杯生きていこうと決意した。

【次年度への課題】

今年度の実験は定性的なものが多かった。実験結果を数値で得て、それをグラフ化して考察するような定量的な実験を実施することが必要である。これにより、生徒は得たデータの解析を行いながらさらに科学的な考察を深めることができると考える。

探究講座

【仮説】

本校では個人課題研究（理系のテーマを設定する者の一部は SS 研究）という一人ひとりが個人の研究テーマにしたがって進める課題研究が正課のカリキュラムに組み込まれている。これまでの研究テーマの決定プロセスで授業中の時間に受けるサポートは高校 1 年生の情報の授業における 3～4 時間のテーマ探索活動のみであった。そのため、生徒は指導教員から指導を受けながら研究テーマを詰める作業に膨大な時間と労力を要してきた。そこで、この負担を軽減するために今年度より探究講座を開講した。探究講座によって研究領域に関わる知識や研究方法の理解が進み、研究テーマ決定プロセスがよりスムーズかつ教員の指導負担が軽減されたと考えた。

【実施期間】

平成 24 年 4 月～平成 25 年 3 月までの週あたり 1 時間の講座ならびに研究テーマ決定、研究指導を実施した。

【対象学年】

高校 1 年生全員（262 名）を対象とした。

【実施内容】

探究講座は①研究領域別の研究ガイダンス（Ⅰ～Ⅲ期）、②研究領域の知識や実技などの講座（Ⅳ～Ⅵ期）、③研究テーマ決定のための相談会、④課題研究開始時の指導、の 4 つの内容で構成される。上記①と②の開講講座数を表 1 に示す。表 1 における A 群文系は国語科・英語科・社会科、B 群理系は数学・理科、C 群学際系は音楽科・美術科・書道科・保健体育科・家庭科・情報科、さらに学際分野を含む講座群である。

表 1 各期における開講講座数

	Ⅰ期	Ⅱ期	Ⅲ期	Ⅳ期	Ⅴ期	Ⅵ期
A 群 文系	4	5	4	4	4	11
B 群 理系	1	2	2	5	5	7
C 群 学際	4	4	5	12	8	11
合計	9	11	11	21	17	29

●Ⅰ～Ⅲ期

Ⅰ～Ⅲ期の講座は、主な研究領域における過去の研究テーマなどを紹介し、研究内容について具体的なイメージを持たせるためのものである。Ⅰ～Ⅲ期に開講した講座は次の通りである。（※G:ガイダンス）

・A 群文系

日本文学研究 G、民俗学研究 G、言語学研究 G、英語系研究 G、地理研究 G、歴史研究 G、公民研究 G

・B 群理系

数学研究 G、情報処理研究 G、自然科学研究 G

・C 群学際

芸術科研究 G、保健体育研究 G、家庭学研究 G、情報図書館研究 G、医学薬学研究 G、保健医療研究 G、企業・経営

研究 G、交通研究 G、心理学研究 G、教育学研究 G

●Ⅳ～Ⅵ期

Ⅳ～Ⅵ期の講座は、各領域において必要とされる基本的な知識の学習、実験計画の立て方や実験器具や実習の操作方法などを学ぶものである。なかには音楽の「創作のアイディア」や家庭科の「問題発見（幼児・児童）」などワークショップ形式で実施する講座もあった。また研究手法の理解と習得を目指す「社会調査法」、「データ分析」、「コンテンツ分析法」などの講座も開設した。

・A 群

日本文学研究入門、日本文学研究、民俗学研究、言語学入門、言語学研究、英文学・翻訳・欧米文化、英文学・翻訳・欧米文化研究、比較文化、比較文化研究、地理学研究入門、地理学研究法、歴史学入門、歴史学（日本史）研究法、考古学研究法、新聞・取材入門、社会学入門、法学研究法、経済学研究法、哲学と政治経済研究法

・B 群

数学この一題、数学入門、世界を変えた 10 人の数学者、数学が世界を説明する理由、社会調査法、データ分析、物理想研究基礎、物理学研究応用、化学研究基礎、化学研究応用、生物学研究基礎、生物学研究応用、地学研究基礎、地形図と地質図

・C 群

創作のアイディア、音楽探究、透視図法入門、美術探究、書道に親しむ、書道探究、保健体育研究入門、保健体育研究実践、服飾造形実習、問題発見 WS（幼児・児童）、問題発見 WS（女性・子育て）、栄養学入門、栄養管理実習、情報社会学入門、図書館情報学概論、認知科学入門、メディア流通概論、サブカルチャー概論、コンテンツ分析法、医学薬学研究基礎、医学薬学研究法、保健医療、保健医療研究法、企業・経営入門、国際協力入門、国際協力研究法、交通研究入門、心理学研究入門、教育学入門

研究テーマを絞り込む時期にあたるⅥ期では、開講講座を多く開設した。これは具体的な研究内容や研究方法の立案などそれまでよりも深い内容を取り扱うため、科目単位でより細分化されるよう配慮したためである。例えば国語科が担当した講座も「日本文学研究」「民俗学研究」「言語学研究」など 3 講座に分類した。

各講座の運営は原則として本校教員が指導した。しかし一部の講座では専門性などを考慮して外部講師に講座を担当していただくことがあった。依頼したものは医学薬学関係分野や芸術分野、マスコミ分野などがあり、例年課題研究の研究テーマとして多くの生徒が希望する分野である。

【評価】

探究講座と個人課題研究のテーマ決定プロセスについて平成 25 年 1 月末時点で研究テーマが確定している高校 1 年生に対し、Web を利用したアンケート調査を実施した。調査対象は 233 名（男子 119 名、女子 114 名）である。質問項目は探究講座を受講した満足度（7 件法）、課題研究の研究テ

マ設定への役立ち度（5件法）、さらに自由記述によるそれらの評価理由と探究講座改善のための要望である。

探究講座を受講した満足度の7件法（評価1～7）による評価の結果を図1に示す。平均は全体で5.1（男子4.8、女子5.4）であった。よい評価をした生徒は自由記述で、「課題研究のテーマを決めやすかった」「自分の興味を引き出した」「興味ある分野の研究方法がわかった」「色々な研究分野のことが理解できてよかった」「先輩の事例などをたくさん聞くことができた」などと回答した。一方、低い評価をした生徒は「興味のある分野の講座がなかった」「時間が短すぎる」「課題研究と結び付けられなかった」などと回答した。満足度の評価5～7点を満足度高群、評価1～3点を満足度低群とし、個人課題研究のテーマを決めるにあたって探究講座の役立ち度に対する回答（5件法）の平均値を比較したものが表2である。満足度と役立ち度の2つの設問の回答間の相関係数は0.56となり、高い相関が見られた。したがって、探究講座の満足度は研究テーマの設定にどれだけ役立つかが重要であると考えられる。

【次年度への課題】

探究講座は全体としてみれば、高い評価を得ることができた。講座の満足度は課題研究の研究テーマの設定に役立つほど満足度が高いことがわかった。次年度への課題は満足度の低い生徒への対策である。満足度が低い理由にはいくつか考えられる。それらは、生徒自身の興味関心のある分野は明確になっているがそれに対応する講座がない、生徒自身が自分の興味関心や進路について考えられない、講座内容が生徒の想像していたものと異なるといったものである。

したがって、改善点は次の3点になる。1つ目は講座の充実である。アンケート調査から明らかになった生徒の希望する分野で今年度開講されていない分野としては、獣医学や動物学、建築学、インテリア、航空・宇宙学、ロボット工学、環境学、観光学などがあつた。しかし、講座の運営を原則として校内の教員で担当しているため、あらゆる分野の講座を設置することができないのが現状である。医療薬学などは例年多くの生徒が希望するため外部講師を依頼していたが、少数しか希望しない分野に外部講師を招くには費用対効果の問題が生じるため慎重に検討する必要がある。2つ目は開講講座の問題ではない。4月当初から継続的に生徒の興味関心を喚起する教育活動を進める必要性が認められる。これは一般的には進路指導とキャリア教育とも関わる活動と考えられる。探究講座内での取り組みとしては、講座に自分自身の興味関心を探る活動をするものを用意して指導することが考えられる。しかしながら、探究講座による対策は限られるため、学級担任による指導方法を探る必要があるだろう。3つ目の問題はシラバスを作成する際の内容と表現を適切にすることである。

今後、課題研究の研究テーマを具体的に決める時期が早い生徒と遅い生徒との違いがキャリア意識とどのように関わっているのか明らかにしていくことが求められる。さらに、ア

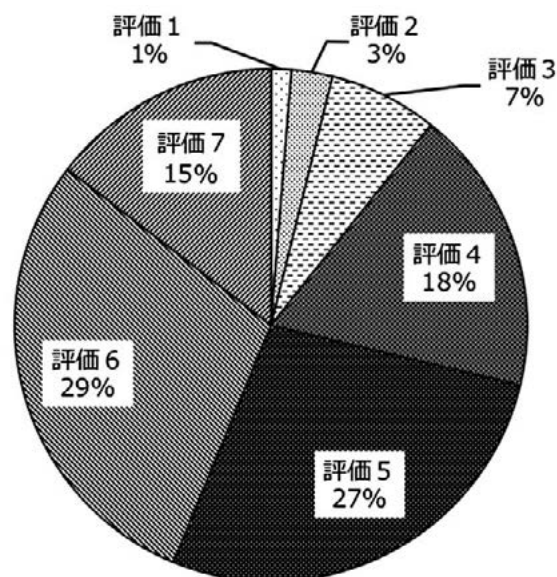


図1 探究講座を受講した満足度

表2 満足度と研究テーマ決定との関係

研究テーマ決定への役立ち度		
満足度高群	平均	3.8
満足度低群	平均	2.3

ンケート調査では、100名程度の生徒が夏期休業前に研究テーマをおおよそ決めていることがわかった。このような生徒に対して早期に研究に着手する方法も考えていく必要がある。本校の課題研究は例年高校1年の1月に研究テーマと課題指導者の確定、2月以降に研究に着手する。実際には文献調査や調査・実験等の準備期間が必要になるため、本格的な研究活動は早くとも春期休業からはじまるのが一般的である。論文提出が高校2年の12月上旬であることから、実質的には4月～10月（11月は論文執筆）の7か月間に研究をまとめなければならないスケジュールである。これが、研究に早期着手することが可能となれば、高校1年生の秋から実験や調査が可能になり、1年間を通じてのデータを収集することができるようになる。これまでに比べてより詳細なデータに基づく研究成果を期待することができる。しかし、これを実現するためには、探究講座と研究指導を同学年に対して実施するという大きな負荷が課題指導者にかかることになる。したがって、次年度からの実現は困難であると思われるが、中期的な目標として検討していくべき課題と考える。

SS 研究

【仮説】

本研究は本校で創立時より行われてきた探究活動である個人課題研究を発展させたものである。個人が理数系テーマを設定し、1年間かけて研究を遂行し、論文にまとめ、その研究成果を発表する。それぞれが興味を持ったテーマを決めて研究を進めていくため、生徒個人の進路を考える機会となる。

自ら課題指導者を決めアドバイスを受けながら、主体的に文献調査・実験・観察・情報処理・論文執筆・発表等を行っていく。そのプロセスを通して、科学研究のスキルを向上させていくことが期待できる。

【実施期間】

平成23年10月31日に説明会を行い、平成24年12月8日に研究を終了した。

【対象者】

高校2年生のうち理数系テーマ選択者(38名)を対象とした。

【実施内容】

SS研究は高校2年次に必修単位として課されていた個人課題研究を発展させたものである。個人課題研究の流れを以下の表1で示す。

従来の個人課題研究では本格的に研究がスタートするのは指導教員が決定する2月上旬からであるが、理系分野を希望する生徒に対しては11月下旬にガイダンスを行い、従来の個人課題研究よりも早く研究に着手できるよう生徒に促した。4月に入ってから毎週土曜日に3時間が時間割に割り当てられ研究を行った。

表1 SS研究および個人課題研究の流れ

〔平成23年度〕(高1)

段階	月日	内容
①	10月31日(月)	第1回説明会(テーマ・指導者の決定方法)
②	11月～12月	研究内容案レポート提出
③	12月20日(火)	第2回説明会(前年度優秀研究の発表)
④	冬休み	関連図書を読み、レポートを作成
⑤	1月11日(水)～ 1月23日(月)	テーマの探索期間 「テーマ探索カード」提出
⑥	1月23日(月)～ 2月4日(土)	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
⑦	2月7日(火)	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・指導を受ける
⑨	3月3日(土)	研究カード提出(2部)
⑩	～3月10日(土)	評価シート(テーマ探索期)の提出
⑪	春休み	春休みの課題(文献調査・要約・レポート作成)

〔平成24年度〕(高2)

⑫	4月9日(月)	第4回説明会(年間日程の確認・諸手続き)
⑬	7月14日(土)	中間報告書提出締切
⑭	7月17日(火)	中間発表会
⑮	9月28～29日	下書き提出締切(レポート作成済分を提出)
⑯	11月上旬	要旨原稿フォーマットの配布
⑰	12月8日(土)	レポート・要旨締切
⑱	12月18～19日	学内研究発表会(全員)
⑲	2月1日(金)	SS研究・個人課題研究発表会(筑波大学)

今年度から「個人課題研究 評価シート」を導入した。これは「テーマ探索期」「文献調査期」「研究実施期」「まとめ・発表期」の4つに分かれており、研究段階毎に評価基準が設定されているルーブリック型のものである。これは、基準への到達の度合いを生徒個人が自己評価し、指導教員がチェックをしていくというもので、生徒が到達レベルを意識しながら研究を進めていくことができるよう指導した。

多くの生徒が大学や関連する研究機関を訪問し、専門家に質問をし、助言や指導を受けた。実際に外部の指導を受けたのはSS研究対象者38名のうち、29名である(個人課題研究全体では243名中129名)。

研究成果のプレゼンテーションも本プログラムの大きな要素である。今年度は7月に中間発表会、12月に論文完成後の全員発表会、翌年2月には筑波大学での優秀者による口頭発表会とポスター発表会を行った。

【評価】

高校2年生全員を対象に、研究開始前の11月には事前調査アンケート、研究終了後の12月には事後調査アンケートを実施した。

昨年度と比較すると「物理」「化学」「生物」「地学」「医学・保健」を合わせた「理科テーマ」の生徒の割合が35.9%から43.3%へと増加した。これはSSHプログラムの1つの成果とも考えられる。

SS研究の生徒について、「とても良い変化があった」の割合が高いものは「自分なりの仮説や予測を立てよう」とすることができる」が40.5%、「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」が51.4%であった。

さらにSS研究生徒と非SS研究(個人課題研究)生徒を比較した場合、「論理的思考」や「コミュニケーション」に違いが見られるアンケート結果となった。

【次年度への課題】

学年の中からSS研究対象者を選定し、研究への早期着手を意図していたが、今年度はそれが成功したとは言い難い。しかし、高校1年生を対象に今年度より「探究講座」を学校設定科目として設置したことにより、興味ある分野に対する専門的知識や具体的な研究手法を研究開始前の段階で習得できるようになったことは、SS研究の早期着手につながっていくものと思われる。とはいえ、探究講座からSS研究・個人課題研究へと流れる一連のプログラムはまだ模索段階である。どのタイミングで何を指導していくかを、実績を踏まえながら検討していく必要がある。

来年度のSS研究への準備としてゲームブレーカーを購入した。これは主にスポーツにおけるゲーム分析を行うための映像分析ソフトである。このソフトの導入により、これまで手作業で行ってきたデータ処理の効率が飛躍的に高まることが予想され、SS研究の中にスポーツ科学分野を取り入れることが可能となる。

また、筑波大学や周辺研究機関との連携を深め、個別に研究室を訪問し指導を受けている生徒もあり、より専門的かつ高度な研究へと発展させることにもつながっている。

SS Camp (中1)

【仮説】

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プログラムを用意し、実施した。

【実施日】

A～C組は平成24年12月18日に、D・E組は平成24年12月19日にそれぞれ実施した。

【対象者】

中学1年生全員(199名)を対象とした。

【実施内容】

牛乳の紙パックとストローを使って生徒たちがひとりひとり竹とんぼを制作し、自分で飛ばす取り組みである。

以下の点に留意した。

1. 身近な材料を用いること。
2. 教員と生徒(科学部物理班の同級生)が竹とんぼの飛ばす理由を説明し、生徒たちに工夫するヒントを与えること。
3. 出来上がったものを自分で飛ばし、滞空時間の長さを競わせるゲームの要素を取り入れること。
4. 実施場所は体育館とし、風の影響をうけないようにした。

用意したものは、1リットルの牛乳パック、8ミリの直径のストロー・定規・ハサミ・セロハンテープである。牛乳パックは使用済みのものを事前に洗って乾かした。また8mm直径のストローは事前に購入し人数分を揃えた。一方、定規・ハサミ・セロハンテープは生徒各自に用意させた。

実施場所である体育館に集合し、以下の手順で実施した。

2人1組に牛乳パックを1個ずつ配布し、1人で半分を使うよう指示し、ストローを1人1本ずつ配布した。作り方を印刷したものを1人1枚ずつ用意し、それをもとにストロー・竹とんぼ作りにとりかからせた。印刷して示した作り方は、以下の通りである。

1. ストローのはしを4～6等分ぐらいにして、1cmほどの切れ込みを入れる。
2. 切れ込みを入れた部分を外側に広げる。
3. 紙パックを2.5cm×4.5cmくらいに切り取り、そのまん中に切れ込みを、外側に広げたストローをセロハンテープで貼りつける。
4. プロペラ(紙パック)を両手でもってねじる。

以上を30分程度で取り組ませた。

その後、15分程度で理科教員から生徒に対して、竹とんぼが飛ばす原理について大型の模型を用いながら説明した。



図1 竹とんぼが飛ばす原理の説明

説明ののち、生徒各自が自らの竹とんぼを微調整した。その上で、出席番号をもとに4人ずつ竹とんぼを飛ばし、滞空時間の長かった生徒が残り、決勝戦を行った。

【評価】

生徒の全体的な感想および満足度は以下の表の通りである。

表1 生徒の感想(質問内容:興味関心が高まったか?)

強くそう思う	51名
少しそう思う	75名
あまり思わない	17名
全く思わない	1名

表2 生徒の満足度(10段階評価)

評価	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
人数	36	33	26	29	9	5	2	2	1	1

また、自由記述の感想に以下のようなものがあった。

- ・仕組みを考えながら作れたので、すごく楽しかった。
- ・小さい頃、なんで飛ばのか分からなかったけど、説明をうけたら結構単純なことだったのでとてもびっくりした。
- ・たくさんの形ができるので、たくさんの竹とんぼを作って、どのような形でどのような大きさのものが一番飛ばのか知りたい。
- ・最初はストロー・竹とんぼなんて簡単だと思っていたけれど、やってみると難しくて結構はまり、面白いと思った。

上記のように生徒の感想には肯定的なものが多かった。

面白いと思った理由に「竹とんぼの飛ばす原理が分かった」ことや「工夫してみると結果が変わったこと」をあげる生徒が多かった。また自作の面白さをあげた生徒もいた。



図2 竹とんぼの作成

【次年度への課題】

前年度の課題として、「原理の理解を助けるような解説の工夫」があげられていた。そうした課題に答える模索として、今回の取り組みは、単純さを重視した。シンプルな取り組みであったが、それゆえ生徒が自ら作成でき、そのことが楽しさを下支えしていたと思われる。そして、単純であるがゆえに原理の理解に結びつきやすかったと考えられる。次年度も「単純さ」と「原理の理解」を重視しながら、教材、取り組みを追求していくのが望ましいであろう。

SS Camp (中2)

【仮説】

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 50 分の授業時間では行えない実験実習を体験させる。年に 2 度、夏期と冬期に行う。

【実施期間】

夏期は平成 24 年 6 月 29 日、7 月 17、18 日に、冬期は平成 24 年 12 月 18 日～20 日にそれぞれ実施した。

【対象者】

中学 2 年生全員 (234 名) を対象とした。

【実施内容：夏期】

生徒自身がピンホールカメラを作成し、そのカメラで風景を見た。授業で「光」の単元を学習した後に実施することで、生徒に授業で学んだ理論をより深く理解できるよう体感させることと、ものづくりに興味を持たせることがねらいである。

【評価】

終了後のアンケート結果を表 1 に示す。

表 1 アンケート結果

ピンホールカメラの仕組みについての興味			
非常に興味を持った	ある程度興味をもった	興味を持てなかった	とても難しかった
23%	51%	23%	3%
紙を用いた工作について			
とても簡単だった	どちらかといえば簡単	難しかった	とても難しかった
8%	38%	43%	10%

カメラ作成は、黒い画用紙に図面を引くところから始めた。線を斜めに引いていったため紙幅が足りなくなったり、折り曲げ線を間違えて切ってしまったりと、生徒には難しい部分もあったようで、それがアンケート結果にも表れていると考えられる。

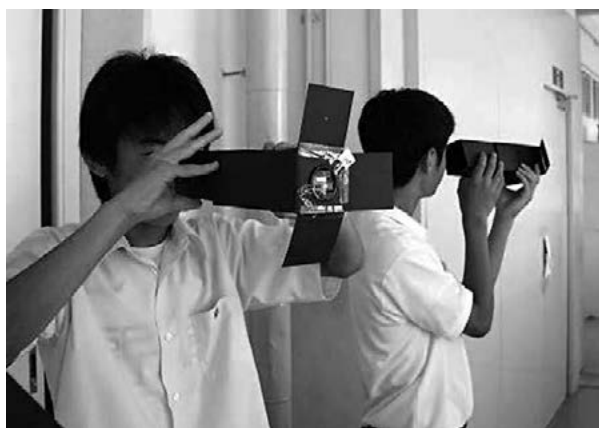


図 1 ピンホールカメラ作成

【実施内容：冬期】

「わくわく講座」と題して 2 日間で 10 講座を開き、生徒はその内 2 講座を受講した。理科系講座は以下の通りである。

「モデルロケット講座」 宇宙航空研究開発機構 松本勇先生
 「水撃ポンプの不思議」 足利工業大学助手 野田佳雅先生
 「味覚の不思議」 農業食品産業技術総合研究機構 大倉哲也先生
 「土木とは？」 土木研究所企画部 佐々木崇文先生、綾部孝之先生

他に「きのこ」「演劇ワークショップ」「スポーツ科学教室」「国際人とは」「オルゴールをつくる」「世界の国々と人々」の講座をその分野に詳しい本校教員が開講した。

【評価】

表 2 は、終了後にとったアンケートの結果である。講座内容についての「とても興味を持った」「とても理解できた」を「5」とし、「全く興味が持てなかった」「全く理解できなかった」を「1」として回答を得た。ここでは 4 つの理系講座のみの結果を示す。

昨年の課題は 2 点あった。1 点目は、講座内容に興味を持てなかった生徒が多かったということである。これは、理系講座のみを開講したことに問題があったと考えられた。そこで今年度は、理系以外の講座も用意した。その結果、全体の 79.1% の生徒が 4 以上の「興味をもった」と回答をした。理系講座受講者に限ると、全体の 83.3% の生徒が 4 以上の回答をした。

2 点目は、講座内容を理解するのが難しかったという感想が多かったことである。そこで今年は実習のみでなく、原理の説明の時間も設けた。講師の方々が中学 2 年生でもよくわかる説明をして下さったことにより、全体の 80.4% の生徒が 4 以上の「理解できた」と回答した。

表 2 アンケート結果 (理系講座のみ)

内容への興味・関心					
評価	5 点	4 点	3 点	2 点	1 点
モデルロケット	20	12	1	4	1
水撃ポンプ	17	9	3	0	0
味覚の不思議	12	19	5	3	0
土木とは？	17	9	3	1	2
内容の理解					
評価	5	4	3	2	1
モデルロケット	18	12	6	2	0
水撃ポンプ	12	11	5	1	0
味覚の不思議	10	20	8	1	0
土木とは？	20	7	5	0	0

【次年度への課題】

来年度も文・理系さまざまなジャンルの内容を 1 日 7 講座程度開講できると、生徒は興味のある講座を選択し、意欲的に学び、理解すると考えられる。今年度は 1 日あたり 2 人の外部講師に依頼したが、外の世界へ目を向け、最先端の科学に多く触れさせるためには、外部講師の増員を検討する必要がある。

筑波山巡検

【実施日】

平成 24 年 9 月 7 日に実施した。

【対象者】

中学 2 年生全員 (234 名) を対象とした。

◎ 物理・地学分野

【仮説】

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て実物に触れさせる経験を積むとともに、自然放射線測定も行うことで、フィールドで実際に測定し、観察するスキルを身につける。巡検を通して、筑波山の生い立ちを考察することにより、生徒の科学への興味関心を育成することができると考えられる。

【実施内容】

キャンプ地である茨城県立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。雪入ふれあいの里に到着した際に、放射線測定器「はかるくん」を貸与し、測定法について解説した後、自然観察路へ出発させた。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した。放射線の値は、花崗岩地帯ということで例年、学校周辺での測定値より若干高めの値を示していた。昨年は福島第一原子力発電所の事故があったため、例年より少し高い値を示していたが、今年は、例年よりは高いものの、昨年よりは低めの値になっていた。ここでは風化した花崗岩、ペグマタイト、ホルンフェルスなどの岩石が観察できる。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した。

【評価】

放射線の測定に関しては、おおむねスムーズに行うことができ、中には自宅付近の放射線量に比べて低い・高いということを話題にする生徒もいた。他班とのデータを比較する中で、数回の測定の平均値を使う必要性についても、実感をもって理解が深まっていた様子であった。岩石の観察については、普段の生活で見ることのない鉱物に高い関心を示し、拾い上げて長時間観察する者もいた。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についてのイメージを膨らませてくれたのではないかなと思う。

【次年度への課題】

放射線測定については、同じフィールドで年 1 回行っているが、天候によって条件が大きく変わるため、キャンプ以外の機会でも天候との関連や経年変化を追うと、目の前に表示される放射線量についてより科学的な判断や推論がしやすいと考えられる。地学分野についても、天候によって、観察できる地点や実習内容が影響を受ける。今回は晴天に恵まれ、十分なフィールドワークを実施できたが、悪天候のときにどうすれば、晴天時と同様の「本物に触れる」実感を得ることができるのか、さらに検討を重ねる必要がある。

◎ 地理分野

【仮説】

本プログラムは、以下 2 点の目的により構成される。

- ① 本校から茨城県立中央青年の家までのルート (約 20 km) を 2 万 5 千分の 1 の地形図上で設定し、このルートを正確にたどって中央青年の家に到着する。
- ② かすみがうら市雪入地区の土地利用調査および水質調査を行い、地理的なものの見方や考え方を養う。

上記 2 点の目的を達成することにより、読図力および地理的考察力の向上が期待される。

【実施内容】

7 月の授業で、地形図読図に関する基本事項の確認を行った。その後、本校から茨城県立中央青年の家までのルートを、巡検時の班 (生活班 6~7 人で構成) で相談しながら、指定されたチェックポイントを必ず通過し、2 万 5 千分の 1 の地形図を使用してルート設定した。そのルート上をキルビメーターで測定し、実際に歩く距離を計算により求めた。当日は各班に 1 台ずつ GPS ロガー (GT-730FL-S) を携帯させ、ルート記録を行った。後日記録されたルートを Google map 上に示し、事前に設定したルートと実際に歩いたルートに齟齬がないか確認を行った。

また、雪入地区では土地利用調査 (果樹栽培) と水質調査を実施するため、何をどのように観察・調査するのかを確認した。水質調査には COD・アンモニウム態窒素・亜硝酸態窒素・硝酸態窒素・リン酸態リンのパックテストを用いた。

【評価】

昨年度のアンケート調査の結果、半数以上の生徒が「読図力がついた」と回答した。しかし設定したルートと実際に歩いたルートが一致していたのか検証できなかった。そこで今年度は、GPS ロガーを用いてルートの検証を行った。その結果、36 班中 25 班が設定したルートを移動しており、地図を見ながら歩けたことが分かった。

今年度より始めたパックテストを使った水質調査は生徒に好評であった。次年度も継続実施したい。

【次年度への課題】

ルート設定および通過ルートの検証に関しては、GPS ロガーを用いることで解決した。しかし、集落調査に関しては、調査方法やポイントの取り方、データ処理方法等、さまざまな面で検討しなければならないことが山積している。次年度はもう少しプログラムを精査する必要があると感じた。



図 1 河川水の水質調査

地図を使った地域調査

【仮説】

生徒自身の興味関心にそってテーマを各生徒が自由に設定し、地図を持って現地調査へ出かけ、調査結果を文献や資料を使用しながら分析することで、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。このような取り組みは調べる力や調査結果から考察する力、プレゼンテーション能力の育成につながると考えられる。

【実施期間】

夏期休業中の課題として取り組んだ。夏期休業明けに課題を回収し、12月中の授業（2時間）で発表用原稿の作成および発表会を実施した。

【対象者】

中学2年生全員（234名）を対象とした。

【実施内容】

本校から行事を行うキャンプ場までの約20kmを、地形図を見ながら徒歩で向かうため（筑波山巡検参照）、地図に慣れ親しんでもらいたいと考えた。そこで本取り組みは「地図を見ながら歩く」予行練習と位置づけている。

今年度より、生徒が夏期休業中に自主的に課題に取り組めるよう、事前指導を手厚く行った。ここ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授業内で行った。また調査事例をいくつか紹介し、地域調査のイメージを膨らませられるよう工夫した。取り組みのイメージが持てない生徒も多いので、事前準備として今年度より予備調査用紙の記入もさせて、課題に取り組めるような工夫を施した。

夏期休業中に調査した内容をまとめ、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とした。発表形式は昨年と同様にポスター発表とした。発表者は1回3分以内で、訪ねてきたクラスメイトに、自身の取り組んだ研究について発表した。その後、取り組みに対しての自己評価を行った。

【評価】

アンケートを実施し、結果を表1にまとめた。なお、学年間の比較を行うために、昨年度の結果も掲載する。今年度の結果を昨年度と比較すると「地理好き」や「調べ学習好き」の割合は低くなっている。しかし昨年同様、この2つの相関は高い。このことから地理の授業でも積極的に現地調査の方法や調べ学習の手法を紹介し、授業内でも調べ学習の機会を設けることで、調べ学習のスキルが向上することにつながると考えられる。また「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」で高い割合を示したのはともに現地調査であったことから、本取り組みは大変ではあるが、達成感が得られるものであるといえる。また生徒からは「改めて自分のまちのことを知るいい機会になった」「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」など、前向きな感想が多く得られた。一方、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」「面倒だったし、疲れた」などの後ろ向きの感想も寄せられた。しかし「面倒だったけど、うまくまとめられて発表できてよかった」など、取り組み当初は消極的だったが、取り組んだことにより自信を得たり面白さを感じたりと学習効果はあったとの実感がみられる感想も数多くあった。

表1 質問項目と結果（昨年度との比較）

質問項目	結果	昨年度 (%)	今年度 (%)
地理は好きか	大好きだ	9.9	8.5
	好きだ	46.7	36.2
	嫌いだ	9.5	18.1
	大嫌いだ	2.9	4.5
	どちらでもない	31.0	32.8
調べ学習は好きか	大好きだ	7.0	7.9
	好きだ	41.3	29.9
	嫌いだ	16.9	24.3
	大嫌いだ	4.5	8.5
	どちらでもない	30.2	29.4
地域調査で楽しかったこと (複数回答可)	現地調査	44.2	58.8
	文献調査	20.7	9.6
	紙にまとめる	39.3	30.5
	発表	—	9.6
	楽しくなかった	16.1	12.4
地域調査で大変だったこと (複数回答可)	現地調査	47.1	48.0
	文献調査	35.1	29.9
	紙にまとめる	49.2	45.8
	発表	—	20.9
	特になし	6.2	3.4

【次年度への課題】

生徒が楽しかったと実感している現地調査について、さらに質を高め、データに基づいた考察がきちんとできるよう、次年度は細やかに指導し、調べ学習の基礎を確立したいと考えている。

一方、現地調査やまとめ作業は楽しいが、発表は楽しくないと感じた生徒が多いことに問題がある。

調べ学習は調査したことを発表することで完結することを伝え、発信する技術を身に付けさせたいと考える。そこで以後、授業内でも多くの発表の機会を設け、経験を積ませることで、発表に対する自信をつけさせたい。



図1 発表の様子

理科巡検

【実施日】

ABC組は、平成24年6月29日に、DEF組は10月19日にそれぞれ巡検を行った。

【対象者】

中学3年生全員（238名）を対象とした。

◎地学巡検

【仮説】

生徒は、日常生活において岩石や地層の観察経験が乏しい。そのような中で地球科学では、地球の構成物質、地球の営みについて学習している。学んだことを確認するために野外観察で実物に触れることは重要な経験となり、地元の地形・地質とその成り立ちを理解することで、生徒の興味関心を一層高め、今後の学習内容の理解を深化させてくれるものと期待される。

【実施内容】

観察地点を桜川の河原、上高津貝塚、馬掛露頭の3か所に設定し、クラス毎にバスで移動した。各バスに地学ガイド（地学教員と補助の大学院生1名ずつ）が添乗し、移動途中の地形や観察地点を案内した。主な学習内容を以下に示す。

- ①桜川河原で礫を観察し過去の流路変更を知る。
- ②上高津貝塚を見学し、かつての海岸線の位置、地形と人々の生活について考察する。
- ③馬掛の第四系露頭を観察し、地質柱状図を作成する。また、貝化石・生痕化石・リップルマーク・クロスラミナなどを実際に確かめる。

【評価】

実施後の生徒の感想には、「実際の地層を見られて興味が湧いてきた」といった記述が多数見られ、期待していた興味関心を高める効果が上がったと思われる。また「地層を具体的にイメージできるようになった」という記述もあり、普段の授業で写真を用いて紹介するだけでは伝わり方が弱いということが分かった。さらに「習ったことを実際に使って何の石かわかって楽しかった」というような充実感も与えることができ、今後の学習意欲を高める効果も上げられたと思われる。

【次年度への課題】

6月と10月との離れた実施となったため授業進度との兼ね合いが困難であった。昨年度、事前ガイダンスが重要であると反省しながら、前半クラスは事前学習が不十分なままでの実施となってしまった。その結果、前半クラスの感想には「地層についてちゃんと勉強してから行きたかった」との記述も見られた。次年度は前半クラスも予備知識を持って巡検に臨ませられるよう、カリキュラムを改善したい。

また、評価が生徒の感想主体となっているので、次年度は生徒の変化を把握できる評価シートを作成し、より客観的な評価ができるよう改善したい。

◎生物巡検

【仮説】

里山という、人と他の生き物が共存している環境で実習を行うことで、生態系や環境保全について深く理解することができるようになると考えられる。また野外でしか行えない実習を実施することで、子供たちの自然や生き物についての興味関心が刺激され、今後の学習意欲により影響を与えると予想される。

【実施内容】

巡検実施前にあらかじめ生徒に希望をとり、各クラスで①植物班②昆虫班③池班④野鳥班という4つの班に生徒が均等になるよう割り振った。事前学習では里山とはどんな環境を言うか、里山にはどんな生き物がいるか、里山保全の現状はどうなっているか、といった内容を学習し、当日にどのような観点から実習に臨めばよいかを指導した。以下に、各班の実習内容を示す。

- ①植物班 里山における植生と、外来種の問題
- ②昆虫班 昆虫と植物、人間との関わり
- ③池班 池の生き物、里山における役割
- ④野鳥班 里山に見られる野鳥とその生態

各班とも認定 NPO 法人穴塚の自然と歴史の会に在籍される専門家の方々に指導を受け、生き物のつながりについて学んだ。また全班共通して、実際に生き物に触れて時間をかけて観察する機会と、生き物同士のつながりについて学ぶ機会を設けた。巡検後には各教室に戻り、それぞれの班で学んだことをまとめ、黒板に書いて生態系や環境保全について議論をした。

【評価】

事前に配布したワークシートに「巡検を通してわかったこと」、「感想」の項目を設定した。その結果「生物は環境の一部だと分かった」、「人間生活は様々な生物によって支えられていると分かった」という記述が目立った。また「これまで直に触れたことのない生き物に触れることができ、楽しかった」というように、今回の経験を貴重なものと感じた生徒も多かった。また「今後生態系の保全についてもっと勉強がしたい」と、さらなる学習意欲が芽生えた生徒もいた。

【次年度への課題】

昨年度の課題として「各班で学んできた内容を生徒同士がプレゼンテーションを行うことで共有する」ということが挙げられていた。今年度は里山での巡検を終えた後、各班で学習内容を教えあう形式でまとめた。これにより自然をより包括的に、そしてより深く捉えることができたと考えている。しかし巡検直後にまとめを行う場合、ポスターや模型などを使った報告は時間の制約もあり困難である。今後は巡検後の授業時間を使い、まとめることを検討したい。また次年度は各班での課題を明確にし、きちんと取り組んだ生徒を客観的に評価できるようなワークシートを作成する必要がある。

生命倫理・科学倫理

【仮説】

チッソ附属病院の院長であった細川一氏は、自らが行った猫 400 号実験（チッソの工場排水等を猫に与えた動物実験）によって、水俣病の原因がチッソの工場排水ではないかと疑うも、会社に止められ公表に踏み切ることなく、それが後に新潟でも水俣病が発生する遠因となる。実験結果を公表すべきか否かについて細川氏の葛藤を描いたシナリオを利用し、生徒たちに公表すべきだったかどうかを議論させることで、科学や医療に携わる者と生命との関わりについて考え、生命尊重の大切さを理解することができると考えた。

【実施期間】

平成 24 年 5 月 28 日～6 月 2 日で実施した。

【対象者】

中学 3 年生全員（238 名）を対象とした。

【実施内容】

本校の中学 3 年生の公民の授業において、計 3 回にわたってクラスごとに実施した。

まず 1 時間目は、憲法分野で環境権と四大公害病について、教科書を用いて一通り学習した。企業の生産活動の結果として、人々の生命や健康がないがしろにされ、公害裁判の中で環境権という考え方が確立してきた経緯を概説した。

2 時間目は、NHK の「その時歴史が動いた」の VTR「わが会社に非あり ～水俣病と 向き合った医師の葛藤」を視聴した。その内容は、チッソ附属病院の院長細川一氏が、猫 400 号実験によってチッソの工場排水が水俣病の原因ではないかと疑うも、その公表を会社に止められ、約 10 年後の裁判になってようやく猫 400 号実験について語る事ができた、というものである。

3 時間目は、猫 400 号実験をめぐる細川一氏の葛藤を、事実をもとに描いたシナリオである「日本の公害 1970」（ふじたあさや作）を、筆者が授業用にまとめ直したものを利用した。授業の展開は、まず班ごとに生徒が配役（「細川役」「医師役」「市保健所長役」「工場長役」「工場技術部長役」「患者役」「ナレーション」）を決め、シナリオを読み進めた。シナリオを読む時間はおよそ 20 分程度であった。

その後、第 1 の発問として「細川氏は、なぜ早期に猫 400 号の実験結果を公表しなかったのだろうか？」と問いかけ、班ごとに話し合わせた。生徒に発表させたところ「会社に止められたから」「会社に迷惑がかかると思ったから」「会社を裏切ることになるから」「水俣市の税収に大きな打撃を与えるから」「一例だけでは学問的に不十分だと思ったから」といった回答が挙げられた。ここからまず、細川一氏の置かれたジレンマ（葛藤）の状況への理解を促した。

第 2 の発問は「早期に実験結果を公表した場合と公表しなかった場合とで、それぞれ社会にどのような悪い影響を与えるだろうか？」と問いかけ、1 人につき青と赤の付箋をそれぞれ 5 枚ずつ配布した。青の付箋には「公表した場合の悪い影響」を、赤の付箋には「公表しなかった場合の悪い影響」を、1 枚につき 1 項目ずつ書かせた。書き終わったら、班内



図 1 価値キーワードごとに付箋をグルーピングしている様子

で 1 人ずつ発表させ、8 つの「価値キーワード」（「経済」「環境」「人間関係」「地位」「秩序」「便利さ」「生命」「真理」）ごとに付箋をグルーピングさせた（図 1）。そして、生徒数名を指名して全体で発表させた。生徒からは、公表した場合では「会社に損失が生じる」「病院のスタッフに迷惑がかかる」「水俣市の税収が減る」等が、また公表しなかった場合では「患者の拡大」「第二の水俣病の発生の可能性」「原因究明の遅れ」等が挙げられた。

第 3 の発問は「実験結果を早期に公表すべきだったか否か？」と問いかけ、班ごとに話し合って結論を出すようにした。その結果、すべての班が「公表すべき」と答え、その理由としては「会社の利益よりも、命が一番大事だから」「お金や地位よりも、人の命の方が重いから」「被害の拡大を防ぐことができたから」などが挙げられた。最後に、授業者から細川の置かれた複雑な状況に配慮しつつも、生命尊重の大切さを訴えた。

【評価】

授業後に実施した生徒へのアンケートからは、一部では「簡単には公表できない。細川さんのつらい思いが分かった。自分は公表できなかったと思う。」など、判断の難しさから細川に同情的なものもあったものの、「自分が細川さんの立場に立ったとき、もし何か変えられるなら、人の命を優先できるような判断をできるようにになりたい」というような立場のものがほとんどであった。その結果から、本授業を通して生命尊重の大切さを理解することができたと判断した。

【次年度への課題】

本実践において、細川氏の葛藤の背景には「1 つの実験結果だけで、工場排水が水俣病の原因だと断定していいのか」という科学倫理上の問題も含まれていた。したがって次年度では、この問いについても生徒に考えさせることができるような実践にしていきたいと考えている。

SS Overnight Study

◎金環日食の観測会

【仮説】

首都圏で見られるという稀有な機会である金環日食の観測を通じ、天文現象への理解と関心を深めることを目的とした。

【実施日】

平成 24 年 5 月 20、21 日に実施した。

【対象者】

科学部天文班および一般生徒の希望者で、中学 1 年生から高校 3 年生までの計 30 名を対象とした。

【実施内容】

夕刻本校に集合し、事前学習会と観測の準備を行った。学習会では、科学部天文班員がプレゼンターとなり、日・月食の仕組みやピンホール効果による観測の原理などについて説明した。また、日食ガラスの使用上の注意点を確認、最後にピンホール観測用紙を各自が製作した。21 日、5 時の起床時点では雲量が多く、観測可能か不安な状況であった。6 時過ぎには雲が切れ始め、金環食の時間帯以降は良好な条件で観測できた。この間、各自日食ガラスで観測したり、ピンホール観測用紙で投影板に太陽像を投影したりして観測した他、赤道儀で自動追尾しながら望遠鏡を用いて CCD カメラで撮影した画像をプロジェクターで拡大投影した太陽像も観測した。金環食の終了時にはベイリービーズも確認でき、充実した観測内容となった。



図 1 屋上での観測の様子と
金環食（左下：生徒撮影）

【評価】

本プログラムを参加生徒に 10 点満点で総合評価させたとこ平均 9.6 と極めて高い結果となった。またプログラムを通しての生徒の変容は次の通りである。①「金環日食の仕組みについて理解が深まった」に対し、はい：30、変化なし：0、いいえ：0 であった。また②「金環日食の観測法について理解が深まった」に対し、はい：30、変化なし：0、いいえ：0 であった。③「天体を観測することにさらに興味をもった」に対し、はい：27、変化なし：3、いいえ：0 であった。④「天文現象をより身近に感じるようになった」に対し、はい：29、変化なし：1、いいえ：0 であった。以上の結果からも、本プログラムはその目的を十分に達成したものと考えられる。

【次年度への課題】

特別な天文現象の観測・観測は、それが可能な日時や場合によっては場所についても限定されるので、成功するか否かは天候の良し悪しに大きく左右される。しかしその現象が珍しいこと、特別な現象であることほど、成功したときの感動も強くなり、記憶に残るものとなる。プログラムとしては、確実に予定できる内容としては扱えないが、その効果を考えて企画することに躊躇すべきではないかもしれない。

◎流星観測講座

【仮説】

本年、極大近くで新月という、特に観測条件が良いふたご座流星群の観測を通して、天文現象への理解と関心を深めることを目的とした。

【実施期間】

平成 24 年 12 月 13 日～15 日の 2 泊 3 日で実施した。

【対象者】

科学部天文班、同無線班、および一般生徒の希望者で、中学 1 年生から高校 2 年生までの計 42 名を対象とした。

【実施内容】

11 月 9 日にオリエンテーションを実施し、30 日に事前学習会を設定、高校 1 年生の科学部天文班員が流星や流星群の現象の仕組み、眼視観測の方法について、また科学部無線班員が電波観測の方法についてパワーポイント等を使用し説明した。茨城県常陸大宮市山方パークアルカディアにて 12 月 13 日 19:30 から観測を開始した。参加者を 5 班に分け、暗い星空への目慣らし、眼視観測、電波観測に各 30 分、休憩 1 時間の計 2 時間 30 分を 1 回りとし、翌朝薄明すぎまで各班 4～5 回りの観測を実施した。眼視観測は計数観測を、電波観測は流星の電波エコーの記録を行った。この他に科学部天文班員は固定撮影および追尾撮影による写真記録を、同無線班員はパソコンによる電波エコーの自動記録を行った。当夜は翌朝まで雲 1 つない絶好の観測環境で、多数の流星を確認できた。14 日は昼間にプラネタリウムで星の日周運動や等級の意味、冬の星座について学習、夜は雲が多く、22 時頃まで星の観望を兼ねて流星の観測を行った。

【評価】

本プログラムを参加生徒に 10 点満点で総合評価させたとこ平均は 8.6 と高い結果となった。質問紙による、プログラムを通しての生徒の変容の結果については以下の通り。①「流星（群）の仕組みについて理解が深まった」に対し、はい：41、変化なし：1、いいえ：0 であった。②「流星（群）の観測法について理解が深まった」に対し、はい：42、変化なし：0、いいえ：0 であった。③「天体を観測することにさらに興味をもった」に対し、はい：39、変化なし：3、いいえ：0 であった。④「天文現象をより身近に感じるようになった」に対し、はい：38、変化なし：4、いいえ：0 であった。以上の結果からも、本プログラムはその目的を十分に達成したものと考えられる。

【次年度への課題】

今回は事前学習会を設定して観測方法を学ぶ機会を持った。しかし、眼視観測については流星の光度判断や流れた方向を示す星座の知識の定着、用紙への記録の仕方に慣れるといった実技面の実習は当日のみであった。したがって、通常時に事前の予備観測を設定した方がよかったと考える。



図 2 火球（生徒撮影）

分子遺伝学実習

【仮説】

バイオ・ラッド社の「pGLO バクテリア遺伝子組換えキット」を使って、大腸菌へのオワンクラゲ GFP 遺伝子導入を行う。この実験により、次の効果が考えられる。

- ・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使い、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。
- ・pGLO 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。
- ・pGLO 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。
- ・pGLO 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、ふだん 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。
- ・遺伝子導入を行った大腸菌を、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培養し、遺伝子導入を行わなかった大腸菌を、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培養し、この 4 つ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も考える。

【実施日】

平成 25 年 3 月 8 日、9 日の放課後、本校の生物実験室において実施する予定である。

【対象者】

高校 1～2 年生の希望者 (32 名)を対象とする。

【実施内容】

(テキスト配布)

- ・実験手順を確認するとともに、基本的用語のチェックをしておく。マニュアル Lesson1 に記入する。

(事前準備)

1. 寒天培地の調整

実験の 3～7 日前に行う。

オートクレーブを用いて寒天培地を溶解し、プレートに注ぐ。プレートは 4 種類 (1 人分: LB 培地のみ 2 枚/: 含アンピシリン培地 2 枚/含アンピシリン・含アラビノース培地 1 枚)。それぞれプレート側面に記号を記しておく。

室温で 2 日間放置したのち、冷蔵庫で裏返して保管する。

2. スタータープレートの作製

実験の 16～20 時間前に行う。

大腸菌に形質転換溶液を加え、5 分間放置する。その後、植付け用ループを使い、LB プレートに大腸菌を塗布する。

塗布したプレートは裏返しにし、37℃のインキュベーターで一晩培養する。

(1 日目)

1. 大腸菌チューブの調整

マイクロチューブに形質転換溶液を加え、スタータープレートから大腸菌のシングルコロニーを 1 すくいずつ入れてよく攪拌する。これに pGLO プラスミド溶液を加えたものと加えないものを用意する。氷上に 10 分間放置する。

2. DNA の大腸菌への導入

マイクロチューブを 42℃のウォーターバスに 50 秒つけ、その後氷上に戻す (ヒートショック)。

3. 大腸菌の植え付け

氷上に 2 分間置いた後、LB 培地を加えて室温で 10 分間放置する。これをピペットでプレートに垂らし、ループを使って広げる。プレートは 4 種類 (1 人分: LB 培地のみ 1 枚/: 含アンピシリン培地 2 枚/含アンピシリン・含アラビノース培地 1 枚)。これを裏返しにし、37℃のインキュベーターで一晩培養する。

4. 実験結果の予測

マニュアル Lesson2 に記入する。

(2 日目)

1. データの収集と分析

プレートを通常光で観察した後、UV ランプを照射させて観察する。各プレートのようにすを記録し、コロニー数を計測する。その結果から何がいえるのか考察する。マニュアル Lesson3 に記入する。

2. 形質転換効率の算出

マニュアル Lesson4 に従って、形質転換効率を計算する。自分のデータと一般的な形質転換効率を比較する。

3. 実験後の処理

遺伝子組換えした大腸菌を回収し、オートクレーブで 120℃で 20 分間処理し、実験終了となる。

【次年度への課題】

昨年度に引き続き実施しているプログラムであるが、実施日が 3 月上旬であるため、本報告では今年度の実施を踏まえて課題を述べることができない。しかし、実施日をずらすことは本校の授業計画や行事等の関係で困難である。そこで、今回実施後、本実習に関して、参加者全員にアンケートを行い、その結果を踏まえて次年度以降の課題としたい。この報告に関しては、次年度の報告書にて述べることとする。

3節 Tsukuba Program 科学講演会（中1・2）

【仮説】

柔軟な発想力の育成及び、頭に思い描いたことを形にしていく「もの作り」の楽しさや、そのプロセスを学ぶ。中学生に親しみやすいと思われるアートの世界から、アプローチすることによって、容易な導入と強いインパクトを与えることをねらいとする。

【実施日】

平成 24 年 12 月 19 日に実施した。

【講演者】

土佐信道氏（明和電機代表取締役社長）

【対象者】

中学 1・2 年生の全員（433 名）を対象とした。

【実施内容】

演題は「ナンセンス発想ともの作り」である。今までに制作した数々のアート作品や商品の紹介と、そのしくみを説明していただいた。またどのようにそれが生まれたのか、頭にあるアイデアを作品や商品にするまでのプロセスを教えていただいた。講演内容の詳細は以下に記す。

明和電機では、1 つしか作らない「アート作品」と、量産する「商品」を制作している。アート作品には、「TSUKUBA シリーズ」と呼ばれるものがある。

TSUKUBA シリーズは、①家庭用の電源 100V を使用する ②アコースティックである ③演奏方法がばかばかしい、という 3 つの点で統一されている。このシリーズには、「ノッカー」（電気を電磁石の働きでノックする動きにかえるしくみ）がたくさん使われている。冒頭に実演された「パチモク」もこのしくみを利用している。他にブザーや、モーターのしくみを使う楽器もある。自分でスイッチを入れて鳴らす楽器以外にコンピューター制御で鳴らすものがある。ギター 4 台に、打楽器・ベース・ギター・マンドリンの役割を与えて鳴らす「メカフォーク」は、このしくみで合奏をする。



図1 「パチモク」体験

声を扱った作品にボイスメカニクスシリーズがある。人間の声のしくみと、人の心をとらえるという呪術性への興味から、この開発は始められた。声帯＝ゴム、肺＝ふいご、音程を作る＝首を絞める（ゴムの張力をコンピューター制御する）

ことにより歌うロボット「セーモンズ」を作った。人間が歌うには、音程を耳で聞きながらつけないといけない。その耳の役割をコンピューターが果たした。このしくみを考えるのが非常におもしろかったと語る。「ディング」では、犬の声に挑戦した。犬はウーという唸り声と、ワンワンという鳴き声を出す。これからひらめいたのが、「チワワ笛」であった。ストローにゴムの人工声帯を取り付け、その先にボールを押すことによってワウワウという音声を作り出す。これをフォルマントという。CMで有名になったロボット「ワッハゴゴー」は、人間のように笑うロボットである。人の笑い声は、一度高く上がって徐々に下がってくる音程、息継ぎ、フォルマントで作られている。この機能を再現し、はずみ車の回転エネルギーを使ってふいごを動かし空気の流れで動いて笑うのが、このロボットである。

土佐氏の研究開発は、イメージやアイデアなど思いついたものをとにかく絵に描くことから始まる。絵に描くことで、しくみが見えてくる。土佐氏は、頭にある得体の知れないものをつかまえて、その謎を理性で追いつめていくと語る。最終的に科学技術やテクノロジーに落とし込んでいくことによって作品は完成する。はじめにしくみありきではなく、イメージやアイデアから入っていくのが土佐氏の作品の作り方である。近年は情報が容易に入手できるので、不可解なものがあると、すぐに検索し答えを見つけようとしてしまう。しかし、そこからは強いものは生まれない。土佐氏は自分の中で自分を掘り起こすという作業をする。それによってカケラを見つけられる。カケラはやがて確信となり、それをコツコツ形にしていけることにより、いつか作品ができる。周りを探してばかりいると迷ってしまう。自分の体や手を動かし、何でも試してみることで、自分の中に何があるかを見つけてほしいと締めくくる。アイデアがあれば、いろんな人と組んで仕事をすることができる。資本は自分自身であるという言葉で講演会は終了した。

【評価】

講演会終了後のアンケートの結果、94.4%の生徒が理解できたと回答した。記述感想では「1 時間半がとて早く感じた」「お話が上手で引きこまれた」等の感想が多数あった。また、もの作りへの関心も 92.9%と高かった。「おもちゃの構造がわかった。自分も作ってみたいと思った」「アイデアをスケッチしていく方法を自分も試そうと思う」等の記述も多く、講演内容から刺激を受けている様子が分かった。発想力に関する意識は、77.9%と比較的高かった。発想力は、科学はもとより、あらゆる分野での発明・発見の根源にある部分である。したがって発想力の育成は今後も力を入れていくべきであると考えられる。

以上の評価より、本講演でねらいとしていた点については充分達成されたと考えられる。

【次年度への課題】

本講演会は、中学 1・2 年生を対象とした有意義な内容であった。来年度以降も充分吟味した上で、講演会を運営する必要がある。

科学講演会（高 1）

【仮説】

環境やエネルギーに関わる分野の専門の研究者から直接その研究内容を聞き、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。

【対象者】

高校 1 年生全員（262 名）を対象とした。

◎ 国立環境研究所（夏期）

【実施日】

全体講演会は平成 24 年 6 月 29 日に、分科会は 7 月 18 日にそれぞれ実施した。

【実施内容】

まず「地球環境とエネルギー」として題して、(独) 国立環境研究所・地球環境研究センター 地球環境データベース推進室長 中島英彰先生よりご講演いただいた。その後、分科会に分かれた。分科会は下記の通りである。

- | | |
|-------------------|--------|
| ●環境経済政策とは | 岡川梓先生 |
| ●大気汚染とオゾンホール | 中島英彰先生 |
| ●広域大気汚染のモデリング | 永島達也先生 |
| ●温室効果ガス全球分布のモデリング | 白井知子先生 |
| ●生物生態系環境と生体遺伝情報解析 | 中嶋信美先生 |
| ●河川・湿地帯における生態学 | 亀山哲先生 |

講演会・分科会それぞれにおいて、生徒 1 人ひとりがレポートを作成した。学年全体に分科会の内容を伝え共有化するために、分科会毎の担当者による講演内容の発表会を行った。発表担当者は、文字だけではなく図表・写真を使った理解しやすい内容となるように心がけてパワーポイントを作成した。発表の内容は、わかりやすく概ね好評であった。

【評価】

以下、生徒の感想を示す。

- ・ディスカッションの時間もおり、温暖化・酸性雨・放射能などの環境問題を解決する方法を話し合い、いろいろな解決法が出されて楽しかった。
- ・今回の講演会を聞くまで、何となく理由はわからないが「遺伝子組み換え作物は危ないから、あまり食べない方がいい」と思っていた。今回の講演で、なぜ人々に遺伝子組み換え作物が受け入れられづらいのか、また私自身の意見や見方も少しだけ変わり、おそらく食品として食べる分には安全だろうと思うようになった。



図 1 全体会の様子

◎ 産業技術総合研究所（冬期）

【実施日】

全体講演会、分科会ともに、平成 24 年 12 月 18 日に実施した。

【実施内容】

まず「これからのエネルギーと研究開発」と題して(独) 産業技術総合研究所・企画本部副本部長 大和田野芳郎先生よりご講演いただいた。その後、分科会に分かれた。分科会は下記の通りである。

- | | |
|--------------------------|----------|
| ●地熱発電 | 矢野雄策先生 |
| ●エネルギーと社会 | 大和田野芳郎先生 |
| ●太陽光発電への期待と課題 | 仁木 栄先生 |
| ●将来のエネルギー供給システムを考える | 安芸裕久先生 |
| ●新燃料とエンジンの燃焼 | 高橋栄一先生 |
| ●スマートグリッド | 村川正宏先生 |
| ●グリーン I T - コンピュータを節電しよう | 関口智嗣先生 |
- 夏期と同様に講演会・分科会後はレポート作成および報告会を行った。

【評価】

以下、生徒の感想を記す。

- ・日本はまだ再生可能エネルギーへと切り替える意志が弱いと思った。技術はあるのに、全体での意識が低いのが問題である。
- ・コストが高く、天気に影響されやすいが、開発が進んで短所が改善されれば太陽光はとてもいいと思う。
- ・日常生活で普通に使われているエネルギーが何を燃料にしているかと、その問題点について知ることができた。
- ・ベストミックスの考え方は、とてもいいと思った。エネルギーはいろいろあるけれど、それを活かしていくことが大切だと思った。
- ・再生可能エネルギーの導入により、電気の供給量が不安定になり、細かく制御してバランスをとる必要があるため、スマートグリッドにしようとしている。重要なのはいかに持続可能な枠組みとして構築していくかである。
- ・講演を聞いて、自分たちの見えないところでの努力を初めて知った。

【次年度への課題】

昨年度は、1 日で全体講演会と分科会を行った。今年度は、全体講演会と分科会の日程がずれ、間に 3 週間あったため、生徒の意識を高めるには良い期間だった。日程について、来年度以降も考慮していきたい。

ふだん高校生に向けての講演を行っていない講師の先生方であるが、一方的な講義になることの無いよう工夫が凝らされており、生徒にとっても充実した時間が送れたようであった。来年度以降も、この状態が続くことを期待したい。

内容をさらに深化させていくには、理科・社会の教員がこの講演会を意識して、授業や日頃の諸活動の中で、環境問題を扱っていけるとよいと考える。

SS Lab Tour

◎施設見学

【仮説】

職業観を持ち、進路の方向性を見定める時期である。現在興味を持っている分野の大学・研究所・企業などの諸施設を訪問し、仕事に関する話を伺い刺激を受け、視野を広げる。

【実施日】

平成 24 年 12 月 19 日に実施した。

【対象者】

高校 1 年生全員（262 名）を対象とした。

【実施内容】

生徒は下記から訪問先を選択した。

- 茨城県立歴史館・ぺんてる茨城工場（文房具会社）
- 国土地理院・エフピコ関東リサイクル工場
- 気象庁地磁気観測所・日立建機土浦工場
- 茨城県立医療大学・ツムラ漢方記念館
- （独）建築研究所・ハザマ技術研究所
- 茨城県畜産センター・茨城乳業
- 茨城大学農学部・キッコーマン醤油
- サイエンススクエア（産総研）・インテルつくば

【評価】

生徒からはさまざまな感想を得た。

- ・自分たちが普段使っている文具が人々の努力によって、人々の中で大人気の商品が作られていくことがわかった。
- ・人工衛星は、建築にとっても役立っていることが分かった。環境棟の温度の実験をしている所で、はっきり結果が出て興味深かった。
- ・経済が発展していくにつれて、環境問題も深刻化していくことがわかった。農学部の内容を、具体的に理解することができてよかった。
- ・何気なく使っている醤油の製造過程を見学でき良かった。野田が醤油製造で有名になったのは地理的な要因からだということがわかった。

【次年度への課題】

昨年度からの訪問先に、さらに数か所を加えて 8 コースとした。結果的に、訪問先の希望する 30 名前後という人数に合わせることができた。また昨年度より明確に、進路の方面別を意識したコース設定とした。

次回以降、事前の打ち合わせを綿密に行い、さらにオリジナリティが出てくるようにしていきたい。



図 1 地磁気研究所での講義

◎自然エネルギーについて学ぼう！@足利工業大学 【仮説】

足利工業大学は、風力発電をはじめ太陽光・バイオマスなどの自然エネルギーの研究を進めている。また一般・生徒への教育活動も盛んである。

エネルギー資源の自給率が 4 パーセントと低い日本において、これからのエネルギー利用について考える際の一つのきっかけとする。また生活の質についても考察できるようにしていきたい。

【実施日】

平成 24 年 11 月 13 日に実施した。

【対象者】

高校 1・2 年生と科学部の中学生のうち、自然エネルギーに興味関心をもっている者、計 20 名を対象とした。

【実施内容】

学長の牛山泉先生より、最新のデータに基づくエネルギーについて講演していただいた。地球環境の現状と自然エネルギーの関係を、21 世紀の 5 大問題という視点から、詳細に説明していただいた。さらに、持続可能な社会の構築のために、エネルギー狩猟型文明（化石燃料）から、エネルギー栽培型文明（再生可能エネルギー）への転換を図るべきだという話があった。またこれからの未来を見通して、中高生が動き始めることが大事という話で締めくくられた。講演後、施設内の「風と光の広場」を見学したり、「水撃ポンプ」や「ハイブリッドカー」の説明を受けたりした。

【評価】

牛山先生の講演は、内容が濃くかつ熱い思いが込められており、予定時間を大きく超過した。生徒の質疑も留まることなく、かつ内容的にも的確なものが多かった。牛山先生には、ひとつひとつ丁寧に答えていただいた。生徒も再生可能エネルギーの重要性を再確認するとともに、今後の生活を考える上で良い機会になった。以下生徒の感想を示す。

- ・私は自然が好きで、森林や農業の視点から環境を学び、環境関連の仕事に就きたいと思っていた。自然エネルギーの可能性を感じ、興味をもった。自然エネルギーの知識を持ち、学んだことを周囲に発信していきたい。
- ・牛山先生に会えて感動した。講演で先生が「誰かがそのうち変えてくれるのではなく、自分たちで今変える決断をしなくてはならない。」とおっしゃったことが印象的だった。

【次年度への課題】

今回は初めての訪問ということで、牛山学長の本校生に向けた特別講演と、足利工業大学で現在研究されている自然エネルギーの具体的な内容の紹介が中心となった。

次回以降、自然エネルギーの具体的な内容について、製作・実験を伴うものにじっくり取り組んでいきたい。また事前に基本事項の学習や基礎実験などを行っておき、大学では内容を深化できるようにしておきたい。そうすることにより、個人の興味を深化できるようにしていきたい。

SS Medical Seminar

【仮説】

医療従事者や医学研究者、医師の仕事に関する見学会や体験活動に参加したり、医学薬学に関する講演を受講したりすると医師に対する単なる憧れではなく、生命尊重と救命への使命感を抱いて医学・薬学・医療系の仕事を志すようになると考えられる。

【対象者】

中学3年生から高校2年生までの参加希望者を対象とした。

【実施内容】

●医学と癌の基礎知識に関する講演会

実施日：平成24年7月9日

講師：筑波大学医学医療系准教授 南優子先生

会場：本校第1コンピュータ室

参加生徒：高校1年生36名、高校2年生2名

内容：医学に関心を持つ希望生徒対象に、病気とは何なのか、特に癌の特徴と現在行われている治療とその意味をわかりやすく講演していただいた。

生徒の反応：難しい用語をわかりやすく、スライドで癌の写真等も提示しながら講演していただき、医学に関するイメージがやわらかくなったという感想だった。

●人工臓器に関する見学

実施日：平成24年7月21日

訪問先：東京女子医科大学病院（東京都新宿区）

参加生徒：中学3年生2名、高校1年生2名

高校2年生2名

内容：人工腎臓・人工呼吸器・人工心臓に関する講義を受講し、実際に実習を体験、その機器を使用している医療現場を見学した。人工透析は透析室にて組み立てを見学。機序を学習し、カラムを用いて分離を体験した。次にリアルラングを使って人工呼吸器の原理を学び、マスクを使った人工呼吸体験を行った。最後に実験回路を用いて人工心臓を動かす体験をし、駆動原理を学習した。

生徒の反応：講義と体験実習をうまく配置していただき、医療が医師・看護師以外の医療系スタッフの働きに大きく依存していることを知り、深く印象に残った様子が見られた。

●水戸協同病院見学

実施日：平成24年7月25日

訪問先：水戸協同病院

筑波大学付属水戸地域医療教育センター

参加生徒：高校1年生2名

内容：救急蘇生法の体験実習と人の命を救う仕事の意義についての講演、病院内の見学をした。

生徒の反応：センター長じきじきの講義と病院内の案内をしていただき、センター長と医師の方々の心

の通じ合っている様子や患者からの信頼感が強く伝わってきて、生徒は医師に対する使命感がいっそう高まった様子であった。

●薬学研究に関する講演会

実施日：平成24年9月24日

講師：(独)農研機構・動物衛生研究所 ウイルス・疫学研究領域主任研究員 鈴木孝子先生

会場：茗溪学園第1コンピュータ室

参加生徒：高校1年生33名

内容：薬学に関心を持つ希望生徒対象に、薬とは何か、薬の歴史と現在の創薬、ドラッグデリバリスシステムのねらい、先生自らの研究体験などを面白く講演していただいた。

生徒の反応：薬学研究という難しいイメージが楽しいものに变化したという感想が多かった。

●女性医師支援のための講演会参加

実施日：平成24年10月3日

訪問先：筑波大学医学工リア臨床講義室

参加生徒：高校1年生1名

内容：県医師会主催の女性医師支援に関する講演会に参加した。夜間であったのと女性医師ということで参加が1名であった。

生徒の反応：切実な内容もあり、憧れだけでなく強い使命感が必要であることを感じた様子であった。

【評価】

参加者の少なかった見学会や講演会を除き、参加者22名のうち20名が受講によって医学・薬学・医療系の仕事に対し「より志望が強くなった」「やや志望が強くなった」と回答した。

自由記述からは、以下の評価が得られた。

- ・自分が医学に興味があるのかじっくり検証することができた。
- ・医学分野の現状を知ったうえで、自分がどのようにその内容を深めていくことができるかを考えることができた。
- ・実際の薬学研究の現場で働く人から話を聞くことができ、視野が広がった。
- ・癌に興味があったがどうして癌が発生するのかを知らなかった。基礎的な事を難しすぎず画像やグラフ、図を用いて説明してもらえ、とてもわかりやすかった。一層医学に関して興味が高まった。
- ・医学の知識が高まることで、より医学の道への憧れや興味を持つことができた。

【次年度への課題】

医学研究者に生徒の理解レベルに応じた講演や指導機会を依頼する際、事前に趣旨を十分に伝えておく必要がある。今回は参加者が少なく、残念であったが、大変有効な取り組みであると考えため、次年度以降も継続したい。

SS Geo Tour

【仮説】

フィールドを屋久島とし、亜熱帯から冷帯までの多様な植物や固有種の観察を通じ、生物多様性や生態系を捉える科学的視点、環境保護に関する優れた認識を習得する。また科学的な調査方法、調査結果の処理方法とまとめ方を学ぶ。それを伝えるプレゼンテーション技術をブラッシュアップしたり、参加者と交流をしたりする中で、多様な倫理観や価値観を受け入れ、調整する能力が養われると考えられる。

【実施期間】

平成 24 年 7 月 22 日～26 日の 4 泊 5 日で実施した。

【対象者】

希望者を対象とし、書類審査を実施した結果、選抜された中学 3 年生 3 名、高校 1 年生 6 名、高校 2 年生 7 名の計 16 名が参加した。また埼玉県立春日部高等学校より高校 1 年生 10 名、高校 2 年生 2 名の計 12 名も参加した。

【実施内容】

屋久島研修前に事前学習を実施した（表 1）。

表 1 事前学習開催日と内容

実施日	内容
第 1 回 (5/13)	筑波山巡検 ※地形や植物の観察および水質調査
第 2 回 (6/14)	屋久島講演会および巡検報告会 ※筑波大学の安間先生による講演会
第 3 回 (6/16)	写真講習会 ※講師は特定非営利活動法人フォトカルチャー倶楽部野田先生
第 4 回 (7/13)	屋久島研修の個人テーマ事前報告会 ※テーマは植物・地質・水質など多岐

また事前学習を踏まえて、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することを試みた。事前学習会を重ね、自分の興味関心を明確にする機会を持った。さらに屋久島と同様に主に花崗岩で構成される筑波山で巡検を実施することにより、屋久島で何を、どのように調査すればよいかを確認することができた。

さらに現地では下記の内容で研修を実施した（表 2）。

表 2 屋久島での研修日程の概要

実施日	活動内容
7/22	屋久島環境文化村センターでの研修
7/23	ヤクスギランドでの調査、研修、 千尋滝見学 ※夜は屋久島高校の生徒による課題研究発表
7/24	生物巡検 地質巡検 ※夜は屋久島の植物に関する講演会
7/25	植物を観察する巡検 動物（固有種の観察）巡検 ※夜は屋久島の動物に関する講演会
7/26	元浦海岸での海洋生物の調査、研修

【評価】

活動の成果および課題を生徒のアンケート結果より抜粋し、以下に紹介する。

- ・屋久島の地質、生物についてよく知ることができてよかった。先輩たちの積極的な姿勢がすごいと思った。
- ・今回の巡検では、屋久島の知識が少なく完全なものとは言えなかった。しかし巡検に参加してもっと知りたいと思うことが出てきたので、また来年も参加して、もっときちんと学びたいと思った。
- ・水の調査が非常に充実していて、54 のサンプルを得ることができた。しかしまだ足りない。だからこそ次につなげたいと思う。参加当日の緊張が充実に変わった。来年度も楽しみにしている。
- ・初めは自分の中にこの研修に対して目標のようなものはなかったのだが、研修と重ねていくうちに自分が何をしたいのか、何を知りたいのかが見えてきた。また初めて他校の生徒と合同で研修をすることで、さまざまな体験を積むことができ、新しい知識を吸収することができた。屋久島という世界でも貴重な大自然の中で自然の優しさや厳しさを感じることができた。このことを今後、環境について考えたり、さまざまな活動をしたりするうえで大きな柱にすることができると思う。

また、アンケートの結果、生徒にとって印象深く有意義な研修は、「ヤクスギランドでの研修」、「生物班と地質班に分かれての巡検」、「屋久島の植物に関する講演会」、「動物班と植物班に分かれての巡検」であった。これより、実際に野外に出る活動を有意義であるとする生徒が多いことが分かった。仮説で述べたようにフィールドワークを通して、自然環境や生物などを科学的な視点で捉え、持続可能な自然と人類の調和を問い直すことや、科学的調査の方法を取得し、積極的に行動できたと考えられる。



図 1 ヤクスギランドでの巡検の様子

【次年度への課題】

今回初めての合同研修ではあったが非常に充実した良い研修となったと考えられる。さらに深く屋久島の自然を理解するためには多くの事前研修が必要であると感じた。また、他校の生徒と交流しながら多様な価値観を理解する良い機会にもなり、来年度以降もこのプログラムを継続していきたいと考えている。

SSH 成果報告会

【仮説】

高校 2 年次に設置された学校設定科目である「SS 研究・個人課題研究」の成果を発表することにより、生徒のプレゼンテーションスキルが高まる。また、高大連携の一環として筑波大学の施設を利用し、大学の先生方からの講評や指導を直接いただくことにより、大学での研究を垣間見るような進路指導の機会となる。

【実施日】

平成 25 年 2 月 1 日に筑波大学大学会館にて実施した。

【対象者】

12 月 18、19 日の個人課題研究発表会で選抜された高校 2 年生（68 名）が発表した。

【実施内容】

口頭発表を 20 件、ポスター発表を 18 件、合計 38 件の SS 研究を発表した（文系研究で発表を行ったのは、口頭発表者 16 名、ポスター発表者 12 名、合計 30 名の生徒である）。口頭発表は 4 つの分科会会場に分かれて行った。10 分の発表、5 分の質疑応答とし、1 件の発表毎に座長として来ていただいた筑波大学の教官にご指導・ご講評をいただいた。ポスター発表は、大学会館 2・3 階のホワイエにて 90 分の発表時間で実施した。

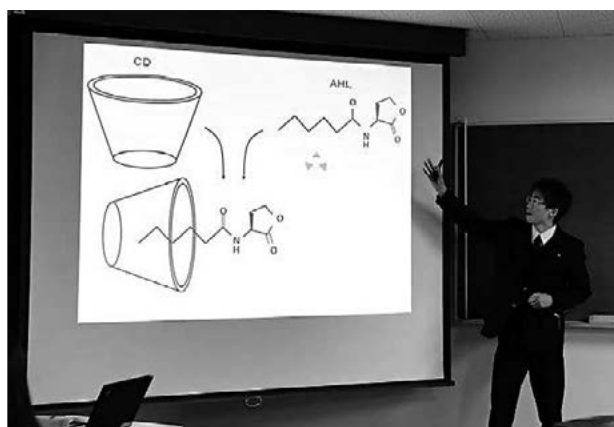


図 1 口頭発表の様子



図 2 阿江先生のご講演



図 3 ポスター発表の様子

表 1 口頭発表のプログラムの一例

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 大矢見久先生			
No.	発表時間	発表テーマ	関連分野
B1	10:40~10:55	金属フタロシアニンの高効率合成と光・電気的性質	理工学
B2	10:55~11:10	安全な化粧水選びの基準を考える	理工学
B3	11:10~11:25	不快音について ~Wave Spectraを用いた波形・スペクトル解析~	理工学
B4	11:25~11:40	磁石による現象の解明および磁性の出現について	理工学
B5	11:40~11:55	微小重力がもたらす人への影響と対策法 ~月の環境を生かすには~	理工学

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 千葉親文先生			
No.	発表時間	発表テーマ	関連分野
C1	10:40~10:55	アリの色覚と採餌の関係性~アリに色は見えるのか~	生物学
C2	10:55~11:10	マルバクスの葉の形態の解明	生物学
C3	11:10~11:25	ショウジョウバエは匂い分子によって自律神経・内分泌系を調節するのか ~睡眠覚醒実験を用いた解析~	生物学
C4	11:25~11:40	白色腐朽菌の分解能力 ~白色腐朽菌をバイオマスエネルギーに活用する~	生物学
C5	11:40~11:55	ゲンジボタルの遺伝子型分布及び生態系 ~川の水を綺麗にすると本当にボタルは増えるのか~	生物学

報告会の最後に筑波大学副学長阿江通良先生から SS 研究・個人課題研究の講評を含めたご講演をいただいた。

講堂にて行われた全体会では、平成 25 年 1 月 6 日~12 日の期間に実施した International Survey Tour & Lecture の報告を英語で行った。その他にも科学部員や高校 2 年生以外の生徒の個人課題研究等のポスター発表を行うなど、本校の幅広い取り組みの成果を報告することができた。

【評価】

本プログラムの目的の 1 つであるプレゼンテーションスキルの向上に関しては、SS 研究・個人課題研究の発表活動に向けて 7 月と 12 月に個人課題研究中間発表会と個人課題研究全員発表会をそれぞれ設置することで発表の機会を設けるなど段階的な指導を行ってきた。評価基準として Speech、Visual、Delivery の 3 つの観点を提示し、それらを意識しながら発表の準備を進めるよう指導した。発表会当日に来場者

に配布したアンケート結果（表2）から、発表スキルは研究内容とともに高い評価を受けている。

表2 アンケート結果

口頭発表			
研究内容	高い	標準	低い
	18	15	0
発表スキル	高い	標準	低い
	17	10	0

ポスター発表			
研究内容	高い	標準	低い
	13	16	0
発表スキル	高い	標準	低い
	15	12	1

生徒を対象に行った事後アンケートでもプレゼンテーション能力、コミュニケーション能力を測る以下の項目において特に高い数値を示した。数値は「良い変化があった」と答えた生徒の割合である。

- ・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（94.7%）
- ・自分の考えを言葉で的確に表現することができる（91.4%）
- ・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（92.2%）
- ・相手の話をよく聞き、適切な質問をすることができる（87.7%）

また、SS 研究に関連するプログラムの1つとして、SS Lab Camp を挙げておく。これは8月上旬から9月上旬にかけて行われたプログラムである。対象生徒は6名で、それぞれが筑波大学の先生方の研究室を個別に訪問し、質問に回答していただき、実験施設の訪問等をさせていただいた。これは個人課題研究を進めていく上で大変有意義なことであった。生徒を対象に行ったアンケートからは、将来の科学研究への強い動機づけにもなったことも伺えた。

【次年度への課題】

筑波大学で生徒研究の発表会を行うのは、今回で5回目となる（SS 研究発表会としては2回目）。やはり講堂を始めとする大学内の施設でプレゼンテーションを行うことや筑波大学の先生方から直接専門的なアドバイスを受けることは生徒にとって大きな刺激であり、今後も継続していきたいと考える。

先にも述べたように、7月と12月に2月の全員発表会に向けて、本校で全員が発表する機会があるため、全体指導を行っている。しかし、実際には課題指導教員への依存度が高いことは否定できない。単に発表の機会を設けるというだけでなく、実践的なトレーニングができるようなプログラムを構築すべきである。特にポスター発表については聴衆との密なコミュニケーションが求められるため、多くの経験が必要であることは言うまでもない。次年度は反省点を踏まえ、良いものにしていきたい。

科学倫理ワークショップ

【仮説】

実際に日々科学研究に取り組んでいる現場の研究者から、科学研究の心構えや科学倫理の重要性について講義を受けることで、科学倫理の重要性を認識し、科学倫理について主体的に学習しようとする意欲が高まるものと考え。

【実施日】

平成24年7月12日の放課後、筑波大学にて実施した。

【対象者】

高校1～3年生までの希望者を対象とし、高校1年生5名、2年生2名の計7名が参加した。

【実施内容】

米国科学アカデミー編（池内了訳）『科学者をめざす君たちへ-科学者の責任ある行動とは-』（化学同人、1996）を使用し、筑波大学生命環境科学研究科准教授の野村港二先生に担当して頂いた。輪読形式をとり、先生が解説や補足をしながら、生徒の質問に答えて頂いた。内容はテキストの第1～第3章を中心に扱った。ここでは第3章を取り上げて報告する。

第3章「実験データの取り扱い方」では、研究者は仮説を検証すべく実験等でデータ収集するが、他者を欺く方法でのデータ操作は、規範に背くことになる。また、研究者は結論の根拠あるいは発表された実験を再現するのに必要なデータをいつでも提供できるようにしなければならない。また「疑わしいデータ」が出たときに、それを掲載するか削除するかについて、議論が行われた。生徒からは「新たな理論の発見につながるかもしれないから、そのまま掲載するべきではないか」といった意見が出され、生徒が実験データの取り扱い方について興味関心を持ち考える時間となった。

【評価】

講義終了後、生徒にアンケートを実施し、4つの質問に対して「5. とてもそう思う」「4. まあまあそう思う」「3. どちらとも言えない」「2. あまりそう思わない」「1. まったくそう思わない」の中からひとつずつ回答してもらった。結果は以下の通りである。

表1 アンケート項目と結果

質問項目	回答番号				
	5	4	3	2	1
（1）今回の講座内容を理解することができた。	4名	3	0	0	0
（2）講座内容は役に立った。	5	2	0	0	0
（3）科学研究において「科学倫理」が重要であると思う。	7	0	0	0	0
（4）今後「科学倫理」についてもっと学んでみたいか。	3	4	0	0	0

今回のワークショップを通して生徒たちの科学倫理に対する理解と学習意欲が高まったことが明らかとなった。

【次年度への課題】

今年度は研究者としての心構えや基礎的な知識の習得に重きを置いたが、今後はよりテーマを絞り、ディベートなどにも取り組んでいきたい。

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24年6月～7月。
調査対象：本校中学1年から高校3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（※本稿では報告しない）、学習動機尺度¹、学習方略尺度²。
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」などについて質問した。また、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」などについて質問した。

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年生から高校3年生まで1401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	高校3年	計
男子	95	116	113	129	113	134	700
女子	102	114	121	123	133	108	701
計	197	230	234	252	246	242	1401

なお、基礎調査はSSH指定の1年次から実施しており、今年度で2年目の調査となる。したがって、今年と昨年の結果を比較することができる。ただし、基礎調査は6月から7月にかけて実施しており、その年のSSHの各プログラムの取り組みの結果を反映したものではない。むしろ、昨年（SSH指定1年目）実施したプログラム全体と2年次の年度当初に実施されたプログラムが影響していると考えられる。また、本校は中高一貫を基本としているが高校1年には学年全体の1割ほどの新入生が入学する。したがって、高校1年生全体は昨年度の集団とは異なる点に注意が必要である。

3項 調査結果

本稿ではスペースに限りがあるため、いくつかの質問項目についてのみ調査結果を述べる。

（1）科学や技術への興味関心（設問6）

科学や技術について興味があるかどうかの設問に5件法で回答してもらった。その結果を図1に示す。

科学技術にある程度興味を持つ生徒がほぼ半数以上いること、中学生と高校生では中学生の方が興味を持つ生徒の割合が高いことは昨年と同様の結果が得られた。

同一集団で昨年度と学年が上がった今年度の（興味）「とてもある(5)」 「ある程度ある(4)」という回答の割合がおおきく変化したのは次のグループであった。（今年度の）中学2年男子が13.9ポイント減、中学2年女子が20.2ポイント減、高校2年男子が11.9ポイント減であった。ほかの学年については大きな変化は見られなかった。

ここでは中学2年について考察する。文系と理系のどちらに興味関心があるかという設問に対して「より理系に興味がある」という回答の割合は男子が中学1年66.7%→中学2年63.8%、女子が中学1年45.6%→中学2年39.4%とやや減少傾向はみられるものの大きな変化ではない。したがって、科学技術への興味関心のポイントは下がったものの、文系か理系かと問われれば理系と回答する生徒の割合はそれほど下がっていない。本稿では字数の関係で述べないが、基礎調査の調査内容のうち学習動機尺度の得点も中学1年から2年で下がっている。これらの状況を踏まえると、科学技術そのものへの興味関心が減少したと捉えるよりも、学習へ向かう姿勢そのものが大きく変化していたという理解が合理的と思われる。

（2）研究者志向

「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？」という設問に対して、どちらかといえば研究者に

¹ 市川伸一（2001）、学ぶ意欲の心理学、PHP研究所

² 佐藤純・新井邦二郎（1988）、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

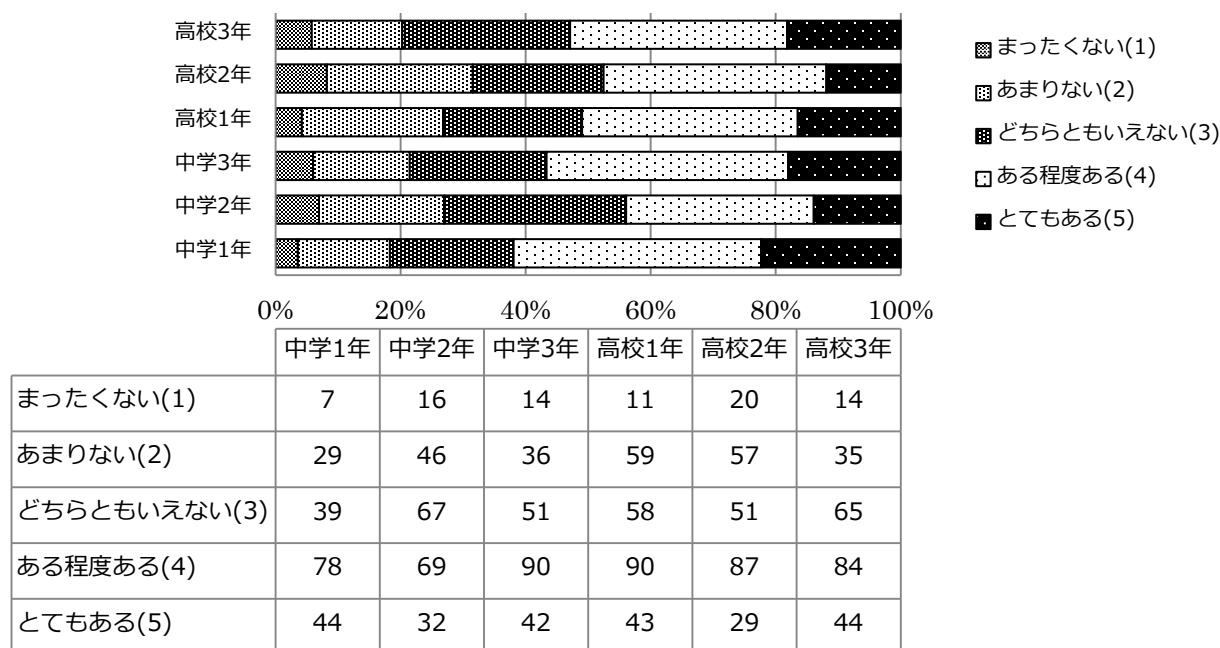


図1 科学や技術への興味関心

なりたいと回答した割合は、中学では1年男子が36.1%でもっとも高く、2年女子がもっとも低い16.7%であった。高校では1年男子の39.6%がもっとも高く、1年女子の19.0%がもっとも低い数値となった。しかし、昨年の調査とくらべると高校生はすべて（同一集団と比較して）ポイントが上昇していた。これはSSHの実践を通して、文系理系を問わず研究者に接する機会が増えたことや物事を深く考えるといった活動が増えたことに起因するのではないかと推察される。

（3）進学希望先

「あなたがいまの時点で大学の進学先として考えている分野（複数回答可）」という設問に対して、「理学」、「工学」、「農学」、「保健医療」の理系分野の希望延べ人数について述べる。

高校2年の動向は次の通りである。理系分野への志望は昨年と比較して男子が4名減、女子が19名増であった。特に女子の増加が顕著な結果となった。当然のことながら同時に女子の文系分野の志望が減っている。女子の増加は「農学」と「保健医療」志望の増加によるものであった。

高校3年の理系分野への志望は男女ともそれぞれ27名、5名の減少であった。この減少は調査が夏休み前の時期であることを考慮すれば、現実的な選択をする生徒が増える時期であることから複数回答の減少や生徒自身による学力の見極め等によるものと考えられる。

2 節 実施の効果とその評価

本稿のSSH実施における研究仮説は「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」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①Global Program、②Explore Program、③Tsukuba Programに取りくむ。本節では平成24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述べる。

1 項 Global Program

学校設定科目を通して英語に親しみながら表現力をつけるための取り組みであるShow & Explainは2年目に入り、その指導内容が向上している。中学1～2年生にとっては英語で表現することだけで精一杯というイメージを超えて、プレゼンテーションの技術を向上させることに成功している。これらの成果を他の授業科目と有機的に指導する体制をつくりあげることができれば、さらに生徒のプレゼンテーション能力は高まると考えられる。

今年度は科学部を中心に生物学、地学オリンピックに積極的に参加することができた。生物学オリンピックでは予選を通過し、本選で敢闘賞を1名が受賞する成果をあげた。SSHの取り組みにより科学部全体の活動が活発化するとともに、国際オリンピックをはじめとして校外での活動への意識が高まっている。科学部地質班はつくば科学フェスティバルにおいて優秀と認めらた

り、科学部無線工学班は宇宙ステーションとの無線交信にチャレンジ、科学部生物班はコア SSH 校との共同研究にも取り組んでいる。このように科学系の部活動の活性化は 2 年目において大きく動きだしている。来年度以降、さらに成果をあげることができるよう期待したい。

2 項 Explore Program

多くの学校設定科目が 1 年目から指導内容や方法の改善をして 2 年目に臨むことができた。また、本学の Study Skills のまとめと考えられている高校 2 年の課題研究では学年全体の文理あわせた個々人の研究テーマの中で理科に関わるテーマが昨年より 7.4 ポイント（昨年 35.9%→今年 43.3%）増加するなど SSH に取り組んだ成果があらわれていると考えられる。一方、昨年に引き続きクロスカリキュラムにおける指導内容の体系化の難しさが浮き彫りとなった。

高校理科におけるプログラムの多くは実験や観察を多く取り入れる意欲的な取り組みであり、多くの生徒から高い評価を受けた。生徒自身が発展的な内容にまで進んで取り組むことはできていないが、実際の自由な時間がほとんどない今の高校生にとって、このような要求は厳しいものであると推察される。

数学科では中学 1 年から論理的に考えることを教え、それが中学 2 年の SS Tech のアルゴリズム学習にもつながっている。また、SS 数学Ⅱの統計グラフの取り組みや SS データ解析は、数学というきわめて抽象度が高い学問を社会的事象の分析のためのツールとして使うことができることを生徒に伝えることができる。これは、新学習指導要領の数学におけるデータ分析の目的にも通じるものである。指導方法にはまだ改善の余地があると報告されているが、今後重要な役割を果たす科目群であると考ええる。

探究Ⅰと探究Ⅱはクロスカリキュラムの取り組みである。探究Ⅰは 2 年目の実践となるが、各教科内での取り組みは改善されてきたものの、異なる教科間の連携が十分とは言えず、全体として体系化されるまで至っていない。探究Ⅱは 1 年目であったため、各教科の手探り感が否めない。探究Ⅱではジグソー法などの指導方法へ挑戦するなど新たなチャレンジをする姿勢は認めたい。探究Ⅰは「水」、探究Ⅱは「エネルギー」をテーマとした探究活動を中心に授業を展開するものである。これら 2 つのテーマは持続可能社会の実現には不可欠なものである。持続可能教育（ESD）という大きな枠組の中で探究ⅠとⅡを捉えることも必要であろう。来年度以降、教科間の連携をはかり有機的に組み合わせるクロスカリキュラムの完成を目指したい。

課外におけるフィールドワークは昨年同様に充実したものとなった。特に今年は金環日食をはじめとする天体現象が多い年であった。SS Overnight Study は金環日食の観測会と流星観測講座の 2 回実施することができた。どちらのプログラムも科学部と一般生徒が参加したものであったが、参加者からは高い評価を受けた。観測方法も CCD を使用、電波受信による流星観測など新しい観測方法にチャレンジしたことは評価したい。地理分野ではこれまで生徒の地図読解力の実地検証が課題であったが、GPS ロガーを導入したことでこの課題を解消することができた。そのほか、理科・社会を中心にさまざまなフィールドワークが実践されることで、多くの生徒が自分の目で見ること、手で触れることを通して科学的事象や地域の理解を深めることができた。これらの活動で生徒発表というまとめ方をする事例が増えたことにより、生徒のプレゼンテーション能力の向上に寄与している。

3 項 Tsukuba Program

高大連携と高研連携により生徒の科学への興味関心やキャリア意識の向上をはかるのが Tsukuba Program である。昨年度に引き続き、筑波大学を中心とした大学と国立環境研究所や産業技術総合研究所などと連携をして講演会などを開催した。

高校 1 年生を対象に国立環境研究所と連携した「地球環境とエネルギー」の科学講演会では、講演会以外に分科会にてディスカッションをする時間などもあった。分科会での活動を通し、生徒自身が地球全体の問題を自分の問題として捉えるきっかけになっていたことが評価される。産業技術総合研究所との連携では「これからのエネルギーと研究開発」の科学講演会が企画された。これらの 2 つの講演会は、まさにいま地球に住む我々が直面している課題を取り扱ったものであった。これらの課題に科学技術や社会システムがどのように立ち向かい、解決方法を探っているのかについて知る良い機会となった。また、正解のない具体的な課題に対して、研究者らがどのようなアプローチで解決策を見出そうとしているのかについて学ぶこともできた。研究と社会の接点を考える上でも大きな役割を果たした講演会であった。

一方、中学 1～2 年生を対象の科学講演会は昨年の反省より「親しみやすさ」を全面的に取り入れることとした。今年度は、明和電機代表取締役社長の土佐氏に講演を依頼した。タイトルは「ナンセンス発想ともの作り」というもので、講演を聞いた生徒はアイディアから作品が生み出されていくプロセスを知ることができ、大きな刺激を受けた。中学生に対しては「発想の面白さ」という側面から科学技術に興味関心を持ってもらうことの重要性を示す実践であった。

SS Lab Tour では、茨城県内各所の研究所や企業などにご協力をいただき、生徒が希望した訪問先で研修を受けることができた。これはキャリア意識の醸成に役立つものと思われる。

SSH 成果報告会は SS 研究や科学部、個人研究などの発表を筑波大学の協力のもとに行うものである。発表場所が筑波大学という非日常的な空間であるため、発表をする生徒らは緊張感をもって臨むことができた。来場者にもプレゼンテーションスキルについては高い評価をいただいた。

3 節 今後の課題

SSH 指定 2 年目の取り組みの多くは昨年度よりも改善がはかられていた。より一層の効果をあげるためには、さらなる改善が必要である。基礎調査からは中学 1 年から 2 年への移行が科学教育のみならず、学習そのものへの意欲関心という面で重要な時期であることが確認できた。まだキャリア意識も十分に備わっていないこの時期の生徒に対し、どのような指導内容や方法が適するのかわかる必要がある。

高校生については文理ともに高いレベルの活動を用意することが望ましいことがわかった。本校の SSH の取り組みは普通科の全生徒を対象としたものが多い。そのため、理系のみに偏ったプログラムよりも文理ともに充実したプログラムを用意することで学年全体の満足度が高まる。したがって、来年度以降も文理ともに充実をさせるよう心がける必要があるだろう。

クロスカリキュラムの実践上の課題は積み残されたままである。担当者間の打ち合わせを綿密にすること、さらに生徒がクロスカリキュラムを意識できるような工夫が求められている。

生徒のキャリア意識の育成については、今年度次のようなことが分かった。個人研究（SS 研究を含む）の研究テーマの決定時期が高校 1 年の夏前後に集中していた。したがって、多くの生徒が自分の興味関心を絞り込む時期に対応して、キャリア意識を高めるための取り組みや該当学問分野の理解をはかるような取り組みが期待される。さらに、キャリア意識が低い生徒への指導方法を検討する必要もある。

本校の研究課題であるカリキュラム開発は全体として進みつつある。いっぽう、教科内容以外の Study Skills の育成をどのように教科間で担当し、指導の橋渡しをしていけばよいのかなどカリキュラムの隙間をうめる作業を進めていく必要があるだろう。昨年度の課題とした探究能力の尺度開発は質的なデータを収集した。次の段階へと作業を進めていきたい。

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 研究開発の過程で生じた平成 23 年度の問題点とその後の動向、平成 24 年度の問題点

「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 を掲げ、2 年間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長させつつ、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だ。

平成 23 年度の問題点として、基礎的語学力の育成という観点からみた英語全体のカリキュラムとの連動、技法の指導や訓練、練習機会の充実を挙げたが、Show and Explain における指導内容の向上等に見られるように、平成 24 年度は質的な向上が図られ、プレゼンテーション能力の育成という面では、他教科の実習でもその成果がうかがえるなど、大きな波及効果をもたらした。また、国際科学オリンピックへの取組も、科学部等において本格的になってきており、高校 1 年生の生徒 1 名がロボカップジュニア世界大会に出場するなど学校の外に目を向け、世界に近づき、世界を体感する生徒が出てきている。

一方、科学英語上級については、平成 23 年度には実施できず、平成 24 年度には 1 回（2 月）開催することができたが、運営指導委員会でも指摘があったとおり、体系的な実施までには至っていない。また、Presentation with Overseas Fellowship については、平成 23 年度の 3 月に上海で実施したが、平成 24 年度は国際情勢に鑑み、実施することができなかった。

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・第 2 年次はその途上である。平成 23 年度の問題点としては、①事前指導と興味関心の喚起の必要性、②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、③時間的な制約を挙げた。以下に、上記 3 点についての平成 24 年度における動向を述べる。

このうち①については、平成 24 年度の基礎調査の結果から、中学生については科学技術への興味関心というよりも学習へ向かう姿勢そのものを捉え直し、刺激する必要性が明らかになった。一方高校生では、高校生全体にわたる研究者志向の増加、高校 2 年生における理系進学志向の増加が見られている。引き続き有効な事前指導と、効果的な興味関心の喚起について探るとともに、文系・理系全体にわたって、特に中学生の学習に対する姿勢を改善していくことが重要であると考えられる。

②については、高校で実験や観察を多く取り入れる意欲的な取組である点について多くの生徒から高い評価を得ていることが明らかになり、探究能力の育成を主眼に置く本プログラムのねらいが生徒の実感につながっていることをうかがわせた。また、地理における GPS ロガーの導入など、新たな手法の導入も見られ、第 1 年次での課題を第 2 年次でクリアしていった取組が数多く見られた。数学科においても、中学 1～3 年で授業内での取組が始まり、また、SS Overnight Study 等の希望者対象の取組も高い評価を得た。SS 研究につながる研究能力育成を意図して新設した、高校 1 年生の探究講座は、手探りで進めた面もあったが、全体の過半数の教員が何らかの講座に関わり、1 年間運営することができた。

一方で、発展的内容に関する取組については、課題を残した。これは、中学 1 年生から高校 1 年生までは全員対象の SSH 科目が多く、学年全体の学力分布や学習履歴も年度によって若干の違いがあるために、各教科・科目における指導方法や内容が開発途上の状態であることも背景にあると考えられる。教科内・教科間でさらなる討議を重ね、必要に応じて新たな手法や考え方を導入しながら、さらなる研究開発を進める必要がある。また、クロスカリキュラムの取組である総合（探究Ⅰ）・総合（探究Ⅱ）についても、1 つのテーマの下に各教科が連携し合う形を取っているが、生徒が年間を通じて、その 1 つのテーマを体系的に認識できるまでには至っていないのが実情である。さらなる連携を進め、改善をさらに進めたい。

③については、平成 23 年度の実績を基に、平成 24 年度の年間予定等を組むことができ、時間の使い方を大幅に改善することができた。ただしそれでも、一部期間に学習活動が集中することにより、一部生徒・教員の負担が大きくなったことは否めない。年間予定をさらに洗練されたものとし、年間を通じて安定して SSH の諸活動に取り組めるよう工夫する必要がある。

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。平成 23 年度は東日本大震災に伴う影響で実施が難しくなった取組もあったが、平成 24 年度は地震の影響もほとんどなく、安定した活動を行うことができた。

平成 23 年度に引き続き、平成 24 年度も、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上げることができた。平成 23 年度は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ことを反省点に挙げたが、例えば中 1・中 2 SS Camp の内容改善を図った結果、SS Camp 講座は生徒からも高い評価を受けることができた。今後も年齢や発達段階を考慮しつつ、トピックを精選し、さらなる向上を目指したい。科学講演会についても、地球全体の問題を自分の問題として捉え直したり、研究と社会との接点を考える機会になったりと、手応えを感じるものとなった。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引き続き探していく必要がある。

SS 研究発表会は、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。高校 1 年生全員に加え、平成 24 年度は中学生希望者約 110 名も加わり、関心の高まりをうかがわせた。プレゼンテーションスキルについては、平成 23 年度に比べると、平成 24 年度では高い評価を頂くことができ、Global/Explore Program での取組を通して生徒が力をつけ、刺激を受けたと考えられる。さらに平成 24 年度には日本繁殖生物学会や農芸化学会等といった学会ジュニアセッションや、サイエンスアゴラ等の対外的な発表会において、本校生徒がのべ 70 件の発表（平成 25 年 3 月末予定のものを含む）を行い、校外での生徒の活躍が目立ってきた。生徒自身が対外発表に意欲的になってきており、第 1 年次での成果が表れている感触がある。また、発表するという経験が生徒に自信を持たせることにつながっていることもうかがえる。

また、平成 24 年度の SS Geo Tour は、埼玉県立春日部高等学校との共催で、屋久島にフィールドを移して行われ、ハイレベルな学習の機会を提供することができた。生徒からも好評であった。

4 項 科学部・地歴部の活動振興

科学部は 7 つの班（物理・化学・生物・地質・天文・無線工学・数学）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。平成 24 年度は平成 23 年度に比べて全体的にアクティビティが向上し、科学部生物班の研究および学会での研究発表、科学部地質班の「つくば 3 E フォーラム賞」受賞（平成 23 年度は科学部物理班が受賞）、科学部無線工学班の国際宇宙ステーションとの交信成功等、成果も数多く上がった。今後も引き続き、国際科学オリンピックへの挑戦等を目標に掲げながら、課題研究や先進的な取組へ積極的にチャレンジする生徒に育つよう、学校を挙げてさらに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・広報部長・国際教育部長の他、SSH 推進委員として 26 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実感がある。第 1 年次・第 2 年次を通して、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組めている。また、教科間・学年間・分掌間で議論や意見交換をする機運も生まれており、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、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までにはもう一段の研修が望まれる。

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。様々な研究者の方にご支援を頂いてきたが、例えば研究機関との組織的連携など、さらなる充実が必要である。地域社会に関しては、平成 23・24 年度と、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、いまだ十分とはいえない状況である。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。平成 24 年度は他校科学部との交流が見られるようになってきており、SS Geo Tour を埼玉県立春日部高校と合同で開催したり、他校 SSH 講座にも生徒が参加したりするなど、少しずつではあるが学校の中にとどまらず、外へ向けた取組も始まってきている。より地域に根ざした体系的な取組が行えるよう、さらにアイデアを出し合っていく必要がある。

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た、平成 23・24 年度の課題を基に、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取組をさらに進めることである。平成 24 年度には改善が見られた授業や活動も数多かったが、事前学習・事前指導、実施、振り返りの流れをより綿密に計画し、生徒が効果的な学習をできるような配慮を重ね、精緻化された取組にしていくことが望まれる。事前学習の充実、各取組の成否にも大きく関わるため、引き続き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、学習に対する前向きな姿勢、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重ねることである。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た。また、科学技術に対する興味関心というよりは、学習に対する姿勢そのものが生徒の SSH 諸活動への取組に大きく影響していることが、平成 24 年度の研究開発で明らかになった。中学 1 年生から学習に対する前向きな姿勢を育て、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、新たな視座を獲得させる必要がある。

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。平成 23 年度の総合(探究Ⅰ)、SS Expand Program 等へ続き、平成 24 年度では総合(探究Ⅱ)、SS データ解析等で取組を始めたが、これが生徒にどのように定着し、生かされるのかを注視し、今後の改善の基礎とすべきである。また、内容面や指導方法の面では、生徒の持つ学力や様々な進路志向を踏まえつつ、教科内・教科間でさらなる討議や研修、研究が必要であり、教員間で連携を取りながら、第 3 年次においてさらに洗練された取組とすることが望まれる。また、4 章および運営指導委員の指摘にもあるように、Study Skills の育成については、6 年間で教科内・教科間・教科外それぞれの場面で、何をどう育てていくかを構造化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。平成 24 年度には高校 1 年生において探究講座が始まり、研究能力育成についての体系的取組が始まった。また、理系研究を志望する生徒も増加している。プレゼンテーション能力についても、めざましい向上が見られ、確実に成果は上がってきている。ただ、科学研究能力の集大成とも言える SS 研究において、SSH 指定から 2 年を経てもなお、研究のレベルに生徒間のばらつきがあることは否めない。中学での取組、探究講座等を通じた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さらに試行し、深化させていく。

第 5 に、筑波大学・茗溪会を中心とした、高大連携・高研連携をより組織的かつ効果的に進めることである。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。平成 23 年度の反省を踏まえ、平成 24 年度では中学生に対する特別講座の位置づけの見直しや、希望者対象の科学倫理・生命倫理の講座開設など、進展が見られては来ているが、今後もさまざまな大学・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が重要である。

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発展させることである。SAT Subject Test の受検とその準備講座、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度は引き続き高く、国際科学オリンピックへの挑戦も進んでいる。科学部や地歴部の活動も活発になってきている。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 3 年次以降もさらに発展した、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。平成 23・平成 24 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ったものの、他校科学部との交流や、SS Geo Tour の春日部高校との共催、Science Workshop の開催等、取組が始まってきている。コア SSH の取組では、高校生がサイエンスコミュニケーターとなって小学生を指導するスタイルのキャンプが行われ、成果を上げている。また、平成 23・24 年度ともに、地域の自然を生かしたフィールドワークやキャンプを実施しており、その中で地域の方々に大変お世話になってきている。今後も、地域の方々や自然との関わりを大切にしつつ、通常枠 SSH の範囲で外部に開く取組をさらに推進していく必要がある。

また、研究開発の成果が今後、他校のモデルとなるよう、第 3 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。

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	140	175	105	175
社会	歴史	105	70	105	70	140	35
	地理		70		70		0
	公民		0		0		105
数学	数学	140	140	105	140	140	175
	SS数学		35		35		35
	SSデータ解析		0		0		35
理科	理科	140	140	140	140	140	0
	生命科学		0		0		35
	地球科学		0		0		70
	SS Expand Program		0		0		35
芸術	音楽	45	70	35	70	35	0※
	美術	45	70	35	70	35	0※
保健体育		105	105	105	105	105	105
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		140	175	140	175	140	175
道徳		35	35	35	35	35	35
総合	国際理解	50	70	70	70	70	70
	探究		(35)		(35)		0
特別活動		35	35	35	35	35	35
選択教科	芸術	0	0	0	0	0	70※
計		1015	1260	1015	1260	1015	1260

【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
- 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
- 2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24年度 茗溪学園高等学校教育課程表

(平成24年度入学生用)

学年		教育課程		履修年度	1	2					3								
教科	科目名	特例	変更	標準単位		必修	A	B	C	D	必修	a	b	c	d	e	f	g	h
国語	国語総合			4	5														
	現代文Ⅰ		○	学設		3													
	現代文演習Ⅰ		○	学設			2												
	古典Ⅰ			学設		3													
	古典演習Ⅰ		○	学設				3											
	現代文Ⅱ		○	学設						2									
	現代文演習Ⅱ		○	学設									2						
	現代文演習Ⅲ		○	学設													4		
	古典Ⅱ		○	学設											2				2
	古典演習Ⅱ		○	学設													4		
地理 歴史	古文講読		○	学設										2					
	漢文講読		○	学設										2					
	世界史A			2	2														
	日本史A			2		②													
	地理A			2		②													
	世界史B			4					4									4	
	日本史B			4					4									4	
	地理B			4												3			
世界史演習		○	学設												3				
日本史演習		○	学設												3				
公民	現代社会			2	2											3			
	倫理			2												3			
	政治・経済			2															2
数学	数学演習		○	学設								2	2						2
	基礎数学演習		○	学設												3			
	S・S数学Ⅳ	○		6	6														
	S・S数学Ⅴ	○		6			2	4											
理科	S・S数学Ⅵ	○		4										2	2				
	物理A	○		学設	2														
	物理B	○		学設					3	4									
	物理C	○		学設													4	4	
	物理演習		○	学設												3	4		2
	化学A	○		学設	2														
	化学B	○		学設					3	4									
	化学C	○		学設													4	4	
	化学演習		○	学設													4		
	生物A	○		学設	2														
	生物B	○		学設					3	4									
	生物C	○		学設													4	4	
	生物演習		○	学設												3	4		2
	地学基礎								2										
	地学B	○		学設					3	4								4	4
地学C	○		学設													4	4		
地学演習		○	学設													4			
理科基礎演習		○	学設					1									4		
保健 体育	体育			7.8	3	3					2								
	保健			2							2								
	体育特講		○	学設											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		○	学設						4				2				4	
	書道Ⅰ			2	②														
外国語	書道Ⅱ			2		②													
	英語表現Ⅰ			2	2														2
	C 英語Ⅰ			3	4														
	C 英語Ⅱ			4		4													
	C 英語Ⅲ			4							4								
	英語表現Ⅱ			4		2					2								
家庭	英文法		○	学設								2							2
	英語講読		○	学設					4			2	2						
情報	家庭基礎			2	2														
	情報A	○		1							1								
総合学習	探究講座	○		学設	1														
	個人課題		○			③													
ホームルーム	S・S研究	○				③													
	ホームルーム			1	1	1					1								

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24年7月17日（火） 15:30～17:00 茗溪学園会議室

出席者 運営指導委員：清水委員、大澤委員、松本委員、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）、
バード（国際教育部長）、大貫、小笹、新谷、中村（SSH推進委員長）

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。

- ・建学の精神がSSHによってどう育つか、どう磨かれるかを明確にすることが大事であろう。
- ・科学英語上級は、大学で行うにしても難しい。レベルはいくらでも上げることができる。高大接続の1つのケースとなりうるので、長期的な視野で大学と検討すべきでは、と考える。
- ・プロジェクトと生徒との関係を明確にしておくことが望まれる。浅く広くか、深く数人か。それぞれについて、ターゲットと到達目標を明確にしていくべき。
- ・懸命な高校があることを宣伝していきたい。良いプログラムになる事を期待している。
- ・海外の方とふれあうことが、国際会の第一歩と考える。生徒が参加する機会を多く持ってもらいたい。グローバル人材の育成は、内向き志向の中、力を入れていく必要がある。
- ・科学は生活に最も結びついている。自分の生活にあるものだということを教えて頂きたい。
- ・全体的に盛りだくさんのプログラムになっている。
- ・米国高校とのプレゼンテーション交流、Magnet School との交流や交換留学もあると良い。Magnet School には医学・理数系特化した学校もあり、Excellent な高校生の姿を目にすることができる。

また、コアSSH事業計画については、下記のようなご助言を頂いた。

- ・JISCにおけるサイエンスコミュニケーターの構造は非常に良い。大学のサイエンスコミュニケーターも大いに活用して頂きたい。
- ・JISCに興味がある。異学年集団の大切さも含め、科学とは別の意味でも大いに学んで欲しい。サイエンスでなくてもこの取組が重要である、と認識できるような取組にしていてもらいたい。
- ・APは、高校・大学で学ぶサイエンスの中身に興味のある生徒を伸ばすことができる。めいっぱい科学を学ぶことができる機会にして欲しい。全米では20%ほどがAPを受験している。

第2回運営指導委員会

平成25年2月1日（金） 15:15～17:00 筑波大学大学会館 第一会議室

出席者 運営指導委員：大澤委員、藤原委員、松本委員、柿沼委員、吉田委員、佐藤委員

本校関係者：柴田（校長）、吉田（教頭）、田代（教頭）、バード（国際教育部長）、
松崎（国際教育部副部長）、中村（SSH推進委員長）
記録：関（教諭）、三島（司書教諭）、新谷（教諭）

当日は、「SS研究発表会」を含めた、通常枠SSH2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、この場では発表会のことも含めて、1年間の活動についてご助言を頂いた。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。

- ・午前中しか聞けなかったが、英語発表は良かった。英語発表はグローバル化する中、重要である。
- ・大学生と高校生の交流事業はよかった。プラスになるかマイナスになるかはわからないが、モデルケースとして良かったように思う。

来年度以降もつづけたい。

- ・ 追跡調査をやってほしい。大学院を出て独り立ちをしてからどれだけ成果を上げるか。茗溪で指導を受けた生徒が“実”を結んでいるかどうかを知るためのシステムを作って欲しい。5年10年単位で時間がかかるが、やってほしい。
- ・ 子どもたちのスキルが大変上がってきた。プレゼンテーション能力を鍛える効果が出てきたように思う。来るたびにレベルが上がっている。アメリカの学校と雖も、全校あげてやっている学校は少ない。自信を持って続けることが大切。下のレベルを上げることで継続してやってほしい。
- ・ スタディスキルの「スキル」の部分をどのように鍛えているのか。欧米の大学でさえリサーチのためのスキルを教えている。ある分野のスキルを身に付けて、他の分野に応用するなど。教育のプログラムの中にスキル教育のサポートをしているのか、もう少しそこを整理する必要がある。高校生に無理やり大学生レベルの研究をさせて“できた”かどうか（身につけているかどうか）が重要。そのリサーチはトレーニングでうまくいったのか、偶然でうまくいったのか。リサーチャーになるためのスキルについてより深く考えたらどうか。日本の高校でこのような取り組みをやっていることはない。だが、もっとよくなるためにスキルに目を向けたらどうか。
- ・ すごいことをやっているなという一言に尽きるが、これができるということはスキルが自然に身についているからだろうとは思っている。だが指導者が生徒にどんなスキルが身についたのか評価しながらやるのが、能力向上につながるのではないかと。
- ・ 冒頭の海外研修の英語発表は、昨年と同様感心した。研究発表は、今年度はひとところで発表を聞かせてもらったが、発表の冒頭の動機紹介はしっかりできていて、昨年と比べたらしっかりしたという感想を持った。
- ・ 日本全体の問題であるが、子どもたちにどのようにして世の中に関心を持ってもらうかが問題である。「ウチに籠る」学生が増えていく。なるべく海外に飛び出す学生を育てていくことが大切。ある程度視野に入れて教育に力を入れていただければ。
- ・ 生徒が見ず知らずの先生にアポイントを取り、面会して情報をもらってくるというプロセスは大変大事だが、アピールされていない。外部の先生の所に聞きに行くことをもっと評価して共有してもっと推進していくべき。
- ・ コア SSH は、大変独創的でした。大学の教員がアレンジするがそこに院生を付け、先生が来て、いろいろな学校の高校生が小学生に教えるというのは、相当にユニークだったし、アピールできる。ぜひ進めてほしい。そこに英語を入れることは、夏には機能していなかったが少し入れてもよい。
- ・ 茗溪が筑波大で発表をするようになってから毎年よくなっている感じがする。
- ・ 英語プレゼンテーションには、まだ伸びしろがある。トレーニングが必要かもしれない。
- ・ 英語のプレゼンテーションは素晴らしかった。デスバレーの発表は高校生であれ以上のことはやれない。やはり中身の組み立てやロジックが大事だ。
- ・ 大学では、数学関係で米国学校との交流が予定されている。若いときに恥をかくことが大変重要だから、そういう場に使ってほしい。悔しさは伸びる時の原点だから。

SSH 推進委員会
2015.5.1発行

Vol.1

SUPER SCIENCE NEWS

若狭学園は昨年度から文部科学省によるスーパーサイエンスハイスクール (SSH) の指定を受け、先進的な授業や研究活動などの企画開発に取り組み実施してきました。今年度は SSH 校として 2 年目になり、さらに、SSH 指定校の中でも中心的な役割を担う「コア SSH 校」に指定されました。昨年とはひと味もふた味も違う、新しい企画・プログラムが予定されています。

~~~~昨年とは違う新しい取組み~~~~

◆◆ 探究 I (対象: 中1)、探究 II (対象: 中2) ◆◆

教科の枠組みを超えて一つのテーマについて学び、考えることで、より深い知識とみなさんの探究心を刺激しようというのがこのプログラムの狙いです。

中学 1 年生の探究 I では「水」をテーマに、中学 2 年生の探究 II では「エネルギー」をテーマにした授業がいろいろあるが、授業が展開されます。中学 1 年生、2 年生のみなさんは、今年一年間「水」と「エネルギー」についていろいろある情報を探し、学び、考え続けて下さい。そしてそのしめくくりとして、自分の考えをまとめ、発表する機会を予定しています。

＜従来の授業＞



◆◆ 探究講座 (対象: 高1) ◆◆

個人課題研究の事前学習としての位置づけの講座。この講座の目的は、研究テーマを決めるまでに「研究とは何か?」「どんな研究があるのか?」など研究そのもののイメージを持ってもらうことと、各研究領域における基本的知識・技能を身に付けることです。

◆◆ Science Workshop ◆◆

このプログラムでは主に海外の中学生あるいは高校生を招き、合同で科学に関する実習を行います。実習で科学的な事象の追究をすることにより、コミュニケーション能力や技術的な能力を高めていくことが目標です。将来研究につくことや海外での仕事に興味、関心がある生徒はぜひトライしてみたいかがでしょうか?



◆◆ コア SSH ◆◆

コア SSH は、全国で SSH の指定を受けた学校の中で中心的な役割を担うことを求められます。県内の他の SSH 校と連携し、学校内だけでなく地域社会への理科教育を通じたはたらきかけを行います。具体的な活動内容は、次の 2 つです。

SUPER SCIENCE NEWS

MEIKI HIGH SCHOOL

① ジュニア・インターナショナルサイエンス・キャンプ (JISC)

「発展的な科学・技術について関心・意欲のある子供の、知的関心とコミュニケーションスキルの向上」を目的とし、夏 (7/27-28) と冬 (12/26-27) に 2 回キャンプを行います。参加者は主に小学生を想定し、指導者は高校生 (希望者) の予定です。科学実験の指導や科学の面白さを伝えるサイエンス・コミュニケーションという仕事や、英語を使ったコミュニケーションに興味がある人の積極的な参加を待ちます!

② AP サイエンス (APS)

APS は、来年度 5 月に行われる AP 試験の受験 (数学・化学) を目標としています。AP 試験は先進的な内容が特徴で、世界的には標準的なものとして知られている試験です。問題文が英語なので難しく感じるころがあるかもしれませんが、より高度な内容の勉強や英語での受験をしてみたいという人はぜひ挑戦してみてください!

4月までの活動報告

●SSH 科学プレゼンテーションコンテスト (第1回: 3月3日、第2回: 3月10日、第3回: 3月20日、実施)

第1回 (4名参加)、第2回 (30名参加) は講師として井上憲之先生 (日本科学未来館) をお招きし、本校でのプレゼンテーション・コンテストと、つくばエキスポセンターでのグループ・プレゼンテーションが行われた。井上先生は、超新星爆発の新しい観測法をもちつ、テンポのよい指導をされ、参加した生徒たちにとってはとても有意義な時間となった。第3回 (19名参加) は講師としてフィッシャー代表氏 (科学スライム) をお招きした。すべて英語による講義で、グループ・プレゼンテーションの練習が行われた。

●科学探究講座 (2月20日、27日、筑波大学生物資源学系にて)

筑波大学大学院科学情報学 (准教授野村浩二先生) へ希望者 3 名参加。有名な科学者の読本「On being a Scientist」(科学者の生き方を描く) を用いた読書とケーススタディに関するディスカッションが行われた。

●JST 主催 F&E サイエンス・フォーラム (3月18日、東京・ホテルにて)

JST が主催するトップ科学者 30 名と高校生が直接対話する企画の 3 回目。希望者 6 名参加。今回の科学者は、喜瀬川隆氏 (筑波大学先端技術研究所)、山中修治氏 (京都大学 iPS 細胞研究所)、朝沢正史氏 (筑波大学・チキス大生学センター)。内容はわかりやすく、興味をもちやすい構成になっていた。

●日本学術振興会主催 HOPES ダイアログ (3月9日、つくば国際会議場にて)

日本学術振興会が主催する世界のトップ科学者と高校生との直接対話。希望者 2 名参加。今回はジョン・マッカー博士 (ノーベル化学賞、医学研究振興会)、ロバート・マキナ博士 (ノーベル化学賞、ロックフェラー大学教授)、ダン・シェルトン博士 (ノーベル化学賞、テキサス工科大学教授)、リチャード・マクニール博士 (ノーベル物理学賞) 英語に慣れた生徒にはとてもよい機会となった。

●つくば科学探究コンテスト・高校生科学コンクール (3月17日、筑波大学会館にて)

JST リーグには 13 名の発表。県高校生科学コンクールには、地学分野 12 点、理学分野 18 点、情報・数学分野 15 点、化学分野 20 点、生物分野 55 点の発表。これだけ多くの発表の中、鈴木清輝くん (当時高2) の研究「ウキウキの増殖と体内時計〜フクログモ増殖過程の細胞分裂時計〜」が最優秀賞 7 位に入賞。

●サイエンス・フェスティバル (3月24日、つくば国際会議場にて)

茨城県科学技術振興機構主催の高校生科学アイデアコンテスト。応募総数 64 点の内、口頭発表の権利を得られるのは 8 点のみ。永井志歩 (当時高2)、藤井あまね (当時高2) の研究「細胞性T細胞を用いて不治の病は治せるか」が見事口頭発表に選ばれた。また、佐谷伊織 (当時高2) の研究「サケ・マスガの孵化・成長と光質の関係〜LEDライトを用いた光の三原色の影響〜」が見事ポスター賞に選ばれた。

SUPER SCIENCE NEWS

MEIKI HIGH SCHOOL

~~~~上海海外研修の報告~~~~

3月 15 日〜17 日に SSH 上海海外研修〜Presentation with Overseas Fellowship〜が行われました。この研修は 1 年かけて実施した個人課題研究の報告を英文として英語でプレゼンテーションを行った生徒の中の優秀者に、中国上海市の位育 (Weiyu) 中学 (日本の高校程度に相当) の国際部 (英語で授業を行っているセクション) の生徒と英語でプレゼンテーション・ディスカッションをする機会を提供するものです。優秀者は研究内容のあつ、テーマが国際的に通用するもの、英語によるプレゼンテーションのスキルが高いかどうかという観点で選考されました。

今回は 32 人の長尾君、藤田君、宇野君、北村君、北村君、北村君の 4 人が参加し、国際教育部長のスーパー・バード先生が引率しました。

4人は歓迎会を兼ねた後、まず、中国語と地理の通常の授業を体験しました。授業中に「目の体操」をする時間が設けられているなど、日本の授業とは異なる様々な点を見ることができました。また「博覧強識」という理科の実験を見学し、理科教育の充実した設備を目の当たりにしました。

個人課題研究の発表会は

位育中学の生徒の司会 (もちろん英語!) で、若狭生と位育中学の生徒が英語で発表する形で行われました。4人の英語でのプレゼンテーションに対して位育中学の生徒からたくさん質問が返答に出されました。位育中学の生徒たちの積極性や英語力に感服しつつも、すべての質問に対して返答し、英語を実際に使って議論することの楽しさや面白さを感じることができました。位育中学の生徒の研究発表はどれも専門的でレベルが高く、面白いものもありましたが、若狭生も果敢に質問をぶつけ、活発な議論をすることができました。海外の同世代の人たちのエネルギーと姿勢と対峙した体験は、これからの国際社会の中で活躍していくうえで貴重な経験になりました。

個人課題研究の発表会の他にも、上海・中国語のフィールドワーク、中国語講座の体験、大規模な体験、リニアモーターカーの乗車体験などたくさん参加し、有意義な 2 泊 3 日を過ごすことができました。これから個人課題研究に取り組み下宿のみなさんにもこのような体験ができるよう、是非とも英語での個人課題研究に果敢にチャレンジしてほしいと思います。



参加生徒の感想

●位育中学のカリキュラムや勉強時間の量が想像と全然違っていてびっくりしました。国際部は英語を本気で勉強してきた生徒ばかりだったので、みんなすごく英語がうまくて、「自分も頑張らなきゃ」と刺激をうけました。個人課題研究の発表や質疑応答では、日本の生徒と比べて向こうの生徒の、自信に満ち溢れた返答や積極性に感服しました。自分と同年代の子と英語で交流することで位育中学のことはもちろん、中国の事もたくさん知ることができてすごく楽しい時間を過ごすことができました。

●この中国研修の様々な経験を通して自分の価値観も広がったと思います。日本語でも大勢の人の前で発表するのは難しいのに、英語でそれも研究を発表するという機会を持てたことは、非常に貴重な経験ができたと思います。この経験を将来に活かして生きていきたいです。



●プレゼンテーションは位育中学の学生と若狭の学生とでテーマが全く異なり、それぞれの着眼点



が違っていたことがわかりました。また、質疑応答の際の位育の学生の積極性には驚きました。発表後の交流では、学校生活や寮生活について聞くことができて興味深かったです。最後は連絡先を交換したり写真を持ちたりして打ち解けたことができた。同じ年代の友達として、これからも交流を続けたいと思います。

●中国に訪れるのは初めてだったので、町の様子、言葉、人々の様子全てが新しく興味深かったです。学習や観光では英語圏の国に行くことが多いので、とても貴重な体験になりました。科学研修や文化が学べるような研修が受けられたことも、単に学校交流するだけでなく中国についての理解が深まったよかったと思います。十分中国の深い研修でしたが、博物館や上海都市部など、中国の歴史や発展した現状などを学ぶ場所にも行ってみたいかったです。教科書やニュースでしか知らなかった中国の雰囲気をいっしょに身近に感じることができ、私自身の視野も広がった気がします。全体を通して多くのことを得ることができた、面白く充実した 3 日間でした。

発表した個人課題研究のテーマ

Subaru Nagao	Treating Infant Collagen Disease with Oriental Medicine
Kasumi Fujita	The Future for Tuvalu and its Youth
Yukito Ujita	Desert Afforestation
Sawako Kitamura	The problem of "Street Children" in Brazil

SUPER SCIENCE NEWS

MEIKI HIGH SCHOOL

SUPER SCIENCE NEWS

MEIKI HIGH SCHOOL

SSA 評議員会
2012.12.13 発行

Vol. 5

SUPER SCIENCE NEWS

星出彰彦宇宙飛行士との「無線通信会」成功！

10月23日、群馬県 08 で JAXA 星出彰彦宇宙飛行士の ISS 宇宙ステーション滞在ミッション進行に伴い行われた「ARISS スクールコンタクト」(国際宇宙ステーションとの無線通信)に無線工学班のメンバー 26 名が挑戦！

8月17日に通信を行うことになり、無線工学班のメンバーは夏休みを返上して準備を万全に整え、当日を迎えました。ところが、宇宙ステーションへ電波が届かず(通信が原因)と考えられ、通信は不成功に終わり、通信会場は重苦しい空気に包まれました。無線工学班の用意した機材には全く異常がなかっただけに、メンバーも「なぜ…」という様子でした。幸い、再挑戦の機会を与えられ、通信日は 10月23日に決まりました。

そして迎えた 10月23日、生徒は、5年生が海外研修で直前まで戻ってこないなどの困難を乗り越えて、準備を進めてきました。しかし、通信開始2時間前に、電波の出力が予想よりも低いことが分かりました。2度の失敗は許されず、現場には一気に緊張が走り、数分後、生徒は接続不良警報を発見し、丹念かつ迅速に補修、電波の出力は無事に復活しました。

8月17日と同じく、「NAISS, this is JIIYAF, Over」と呼びかけます。すると今度は、「こちら NAISS, どうぞ。」という星出さんの声が返ってきました！会場には喜びの声が上がります。観客の皆さんも無線工学班メンバーも、ひとまず安堵の表情を見せました。



宇宙ステーションが日本の上空を通過するのは約 10 分、生徒たちも緊張する中、あこがれ通信に成功し、準備していた質問 23 項目を星出さんに聞くことができました。23 項目の質問に星出さんが回答されている途中で、宇宙ステーションは地球の向こうへ行ってしまいましたが、26 名のメンバー全員が、宇宙ステーションへ向けて電波を送り、通信は成功しました。星出さんの回答する声もクリアに聞こえ、とても上 400~2000km から聞いているとは思えない臨場感でした。生徒たちも見学に来ていた人々も、自分たちと宇宙が身近に感じていると感じた。10 分間だったと思います。



ISS(2012-12-13)

宇宙ステーションが日本の上空を通過するのは約 10 分、生徒たちも緊張する中、あこがれ通信に成功し、準備していた質問 23 項目を星出さんに聞くことができました。23 項目の質問に星出さんが回答されている途中で、宇宙ステーションは地球の向こうへ行ってしまいましたが、26 名のメンバー全員が、宇宙ステーションへ向けて電波を送り、通信は成功しました。星出さんの回答する声もクリアに聞こえ、とても上 400~2000km から聞いているとは思えない臨場感でした。生徒たちも見学に来ていた人々も、自分たちと宇宙が身近に感じていると感じた。10 分間だったと思います。

SUPER SCIENCE NEWS

MEIKI HIGH SCHOOL

地質班、科学フェスティバル I3E フォーラム賞受賞！

11月17、18日につくばカピオで開かれた「つくば科学フェスティバル」に、科学部(物理班、化学班、生物班、地質班)が参加し、ブースを設けました。



地質班:現状地盤を再現しています。この地盤は現状地盤と地盤変動について等の実験などを行いました。



化学班:ゆず 1 年生も活躍しています。目で見て楽しい 2 つの実験を体験できるようにしています。



生物班:いろいろな種類のコマを作りました。もう一つのブースでは、バイオカイトと竹とんぼを作りました。



生物班:2 年生の解剖とカラーゼロケット飛ばしを行いました。大盛況でした！

SS Lab Tour 生山泉博士と自然エネルギーについて考えよう！

11月13日(日)これからのエネルギーについて学びたいと考えている生徒 20 名が自然エネルギーセミナーと題して足利工業大学へ行きました。生山泉先生は風力発電など再生可能エネルギー研究の第一人者です。

人類は狩猟生活から耕作生活へ進化したことで、安定した生活が営まれていることができた。エネルギーにも同じ進化をさせていけばいい。エネルギー(化石燃料)から「エネルギー(化石燃料)→再生可能エネルギー」に進化させて、持続可能な社会を目指さなければいけない。日本には、地熱エネルギーやバイオマスエネルギーなど、自然エネルギーのポテンシャルは十分にある。エネルギー供給をよ



SUPER SCIENCE NEWS

MEIKI HIGH SCHOOL

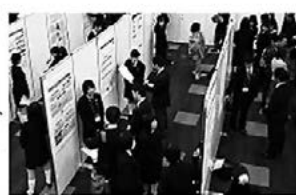
“サイエンスアゴラ2012”に参加！

11月10日(土)、東京都江東区にある日本科学未来館、東京都立産業技術研究センター等を会場とした「サイエンスアゴラ 2012」が開催されました。サイエンスアゴラとは、「科学と社会をつなぐ科学コミュニケーション実践のための広場アゴラ」として、科学技術を活用してよりよい社会を実現するための方法を多角的に話し合うイベントです。各会場からは高校 2 年生 35 名が生徒発表会に参加し、ポスター発表・口頭発表を行いました。

開会式では高校 2 年生の濱邊安彩さんが「高校連携で育てる小学生～インター生～ジュニアサイエンスキャンプ」というタイトルで、夏に行ったジュニアサイエンスキャンプの成果報告を行い、東京大学小川教授から表彰の言葉をいただきました。ポスター発表は参加した高校生だけではなく、一般の来場者もいたため、緊張感のある環境が実現していました。前日通くまで練習した成果がしっかりと表れていました。

空室時には日本科学未来館研究センターを見学するチャンスもあり、日本の最先端技術に触れることができたため、生徒たちは興奮を隠さずでした。

今回のイベントに参加したことで、これまでにやってきた研究の意義と、これからどう展開させていくのかについてより深く考えることができたようです。



このサイエンスアゴラを終えて、たくさんのことを学びました。まず一つ目に、個人研究発表をたくさんの人に見てもらったことで、見聞ができました。発表を終え、アドバイスや質問を受け、改めて納得したものが多かった。また、発表することで、今の自分の実験はどんな状況なのか、どこまで解っているのか、ということの整理ができました。

もう一つ挙げられることは、研究者の方々の展示会のことです。説明をいただいた時、どの研究者の方々も熱意にあふれ、とても生き生きと話を聞かれました。将来私たちが自分の研究に携わる時に研究に打ち込めたら、と憧れを抱かずにはいられませんでした。

この経験を個人研究発表や勉強会にも反映できるように頑張りたいと思います。

(高2 濱邊 安彩)

米軍基地内ハイスクール交流プロジェクトに参加！

筑波大学の高大連携プロジェクトの一環として企画された、米軍基地内のハイスクール生徒との交流プログラムに、本校生徒 21 名が参加しました。

この企画は米軍基地内のハイスクール生徒の科学力向上と日本の高校生との交流を促すことを目的として企画されたもので、筑波大学内で大学教員や大学院生の指導を受けながら研究発表会を実施するというものでした。9月24日～27 日までグループに分かれて研究発表を行い、その成果を 28 日に発表しました。体験学習もグループ内でのコミュニケーションも発表も全て英語で行われましたので、参加した生徒も大変な部分があったようですが、とても楽しく発表し合うことができたようです。



SUPER SCIENCE NEWS

MEIKI HIGH SCHOOL

Winter Study Zone2012

多摩区 M52(12/18~20)の準備がやってきました！ 各学年の多摩の予定をお知らせします。

中学 1 年生

★「産業技術総合研究所」、「物質材料研究機構」や「横浜国立大学」の先生方による全体講演会「エネルギーの現状と将来の展望」と、「地熱発電」「太陽光発電」「新燃料とエンジン」の燃料「スマートグリッド」等の分科会において、エネルギーについて考えます。

★「竹いじり」や「タケノコ」作り！…タケノコはなぜ飛ぶの？

★テレビでおなじみ「明和電機」社長土佐信彦さんの楽しいお話し「ナニソンスイッチとモノ作り」、自作の楽器を持ってきてください！

中学 2 年生

★「モデルロケット講座」「水撃ポンプ」「株の不思議」(コンクリートづくりと「土木」について)の外部講師による講座と、本校教員のわくわく講座(さのこ)「演劇ワークショップ」

「ニックとマックのスポーツ科学講座」「国際人とは」「オルゴールを作る」「世界の国々」との 10 講座のうち 2 講座を体験！

★中学 1 年生と同様、「明和電機」土佐信彦さんの「ナニソンスイッチとモノ作り」講演会

中学 3 年生

★技術の授業で習ったことを制作した、ビデオのクラス発表と代表作品の学年発表、理科で学んだことを題材にして作っています。

★国内研修旅行のクラス発表と、学年発表、中学の総まとめの行事のまとめです。



り安定にするには、風と光のハイブリッドを目指せばよい。また、エネルギー問題は結局、国際協力に繋がる。日本は中国・韓国と通商関係を築かなければいけません。未来は自分達で創るもの。【いつできる?】「誰がやる?」ではなく、「自分がやる!」という考え方に私たちも変わろう! 牛山先生の熱い講演の後の質疑応答では、生徒たちも積極的に先生との質問を、牛山先生からのお返事を頂くほどでした。

午後は大学敷地内にある「風と光の広場」を見学しました。世界各国で作られた風車が約 30 機ありました。その後、校内にある「風車博物館」や「バイオマスエネルギー発電装置」、廃油を用いた「バイオディーゼルの見学」しました。自然エネルギーの発電の仕組みについて理解が深まった。来てよかった、と多くの生徒が感想を述べていました。

★「産業技術総合研究所の先生方による全体講演会「エネルギーの現状と将来の展望」と、「地熱発電」「太陽光発電」「新燃料とエンジン」の燃料「スマートグリッド」等の分科会において、エネルギーについて考えます。

★「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」

★「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」

★「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」

★「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」

★「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」

★「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」

★「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」

★「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」

★「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」「茨城県立歴史館(水戸)とべんて(石岡)」「国土交通(つくば)とエフエム茨城(水戸)」

SUPER SCIENCE NEWS

MEIKI HIGH SCHOOL

第 2 編

コア SSH 事業報告

平成 24 年度コアSSH実施報告（地域の中核的拠点形成）（要約）

① 研究テーマ	大学・地域と連携して小学生・中学生・高校生の英語を交えた科学コミュニケーション力を育成する。～ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプと AP サイエンスを通して～
② 研究開発の概要	■ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプ 発展的な内容の理科や数学に関心と意欲のある小中学生とインターナショナルスクールの小中学該当生との合同のサイエンスキャンプ（年 2 回）を実施し、小中学生が発展した実験実習活動を体験すると同時にインターナショナル校児童生徒との英語を交えたコミュニケーション活動を体験できるプログラム、連携校の高校生をサイエンスコミュニケーターとして育成するためのプログラムを開発する。同時に大学院生 TA 等の研修の機会として活用可能かどうか、地域の科学館等や研究機関に対しては、通常の公開活動を高校生のコミュニケーション能力等の向上の機会として利用可能かどうか模索する。SNS を利用した意見交換が可能かどうか試行する。 ■APサイエンス 発展的な数学や理科に関心意欲のある高校生に対して、米国 AP（Advanced Placement）試験のカリキュラムの一部科目のうち、国内の教育課程では学習しない単元を指導する学習会・練習会を設け、毎年 5 月上旬～中旬に実施される AP テストを参加者のうちの希望者に実際に受験させるための方法を開発し、AP 試験カリキュラムの特質および日本の科学教育への適用について知見を整理し、生徒の変容も含めた考察を行う。
③ 平成 24 年度実施規模	本校生徒：1 年生延べ 53 名 2 年生延べ 44 名 連携校：県立日立第一高等学校、県立水戸第二高等学校、清真学園高等学校・中学校、県立並木中等教育学校、県立竹園高等学校、つくばインターナショナルスクール 各校生徒：1 年生延べ 124 名 2 年生延べ 108 名（中学 3 年生相当生徒 延べ 12 名） 参加児童：つくば市立小学校、常総市立小学校等、つくばインターナショナルスクール 各校児童：5 年生（相当）延べ 47 名 6 年生（相当）延べ 44 名 参加教員：延べ 137 名
④ 研究開発内容	○具体的な研究事項・活動内容 ■ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプ ①茨城県内の SSH 校や元 SSH 校、インターナショナルスクールに連携を呼びかけ、連携校の組織化を行った。筑波大学・つくばスーパーサイエンスネットのスタッフ、地域のサイエンスコミュニケーターと高大連携を構築した。また、筑波大学が連携している茨城県つくば市や常総市の後援を得て地域連携体制を整備した。 ②夏冬両キャンプとも小学生 5・6 年生を男女合わせて 48 名募集し、1 泊 2 日のサイエンスキャンプ・研究成果発表会を行った。実験実習は筑波大学理工学群・生命環境学群の施設等を使用し、野外活動は筑波山・霞ヶ浦、実験のまとめの討議と発表準備活動および宿泊は茗溪学園（寮）および筑波研修センターを使用した。サマー・キャンプは 7 月 27 日・28 日に生物学分野としてザリガニの解剖実験等、化学分野として染料合成実験等、ウインターキャンプは 12 月 26 日・27 日に地球科学分野として水をテーマにした筑波山・霞ヶ浦の地形・湧水・水質調査等、物理学分野（天文学）として天体望遠鏡の自作と天体観望等を題材とし、小学生が考察可能な内容を設定した。

③高校生サイエンス・コミュニケーターの訓練として、6月16日に講義実習会、7月7日に地域科学館（つくばエキスポセンター）において実習会を実施した。また、英語コミュニケーションの訓練として7月16日に講演実習会を実施した。実験実習に関する科学スキルの訓練として、6月16日に化学、7月7日に生物学、12月9日に地球科学・物理学（天文学）の事前学習会を筑波大学において実施した。それぞれの訓練においては大学院生がTAとして高校生を指導し、また6月16日と7月7日のサイエンスコミュニケーション講座・実習においても筑波大学大学院生がTAとして指導補助を担当した。またお互いの意見交換にSNSを利用する方法も試行した。

■APサイエンス

- ①茨城県内の連携に応じた高校と具体的内容・日程を協議し、AP関連の参考図書を配置した。
- ②1年次は研究開発の目的のうち、米国APカリキュラムのうちの国内教育課程では学習しない単元を指導する指導方法・指導計画の作成・試行に力点を置き、数学のうちのCalculus AB、Chemistryを研究対象科目として取り組んだ。
- ③APカリキュラムのうち、国内の教育課程では学習しない内容を日本語で学習しAP試験問題の解答練習を行う学習会練習会を5回実施した。（計画は6回。そのうち台風のため1回中止）
- ④学習会の指導は筑波大学の研究者の支援を得、練習会の指導は高校の教員が担当した。
- ⑤5月に実施されるAPテストを参加者のうちの希望者で受験させ、学習や練習の成果を確認する。
- ⑥試験会場として茗溪学園がテストセンターに認定されるように申請を行い、認定された。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

■ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプ

①参加した小学生児童のアンケート評価

理科好きな児童が自分の希望で多く参加しており、参加した経験を肯定的に評価している。学校の理科授業では体験できない実験内容やフィールドワーク、天体観望は強く印象に残り、発展的な科学・技術に関心を抱く貴重なきっかけになっている。また、発表準備と発表会に対する印象が強く、高校生らの丁寧な指導が有効であったことを示す。

②高校生サイエンスコミュニケーターのアンケート評価

ほとんどの高校生が小学生との関わりの中から、科学の面白さを再発見し、小学生に科学の魅力を伝えるためにはまず自分が魅力を感じる必要があることに気付いている。普段、他人とのコミュニケーションに自信のなかった生徒もコミュニケーション講座を通じてオープンマインドの重要性を体験的に理解でき、小学生に指導するという体験の中で自ら学んでいる様子、情意面の理想的な変容がアンケートから確認できる。

■APサイエンス

先進的な理数学習に高い意欲を持つ高校生にとって、米国の高校教育上級・大学教養課程に該当する数学・化学の内容を学習するというプログラムは、その知的好奇心や学習意欲を満足させ、英語を用いても国際標準の学習内容を体験したいという向上心を充足させる非常に有効な手段であることがアンケートから窺える。

○実施上の課題と今後の取組

■ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプ

英語コミュニケーションの方法、高度な科学概念を小学生に伝達する方法、SNSを用いて情報交換・意見交換を行う方法に課題が見られ、次年度は改善に取り組む。

■APサイエンス

未学習分野の量によって科目ごとに学習会・練習会の設定を変える必要性、大学研究者による講演会のあり方、合宿制学習会への要望、連携校の範囲、取り組み科目数に関する検討課題が明らかになった。次年度は改善方法を試行する。

平成 24 年度コアSSHの成果と課題（地域の中核拠点形成）

① 研究開発の成果

課題解決のための仮説を以下のように設定した。

本コア SSH 研究開発の 2 つのプログラム（ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプ、AP サイエンス）を実施することにより、参加した小中高校生に以下の 2 点の効果が得られる。

- a. 発展的な科学・技術に関心・意欲を抱く児童・生徒（インターナショナルスクール児童・生徒を含む）がより一層自信を深めて学習するようになり、認知面・情意面ともに深化することで、将来科学技術研究の最先端で活躍する自分像を肯定的に描くことができるようになる。
- b. 英語によるコミュニケーションや英語を生かした科学の学習に対して自信を抱くことができ、国際的に活躍する自分像を肯定的に描くことができるようになる。

成果 1 連携高校と筑波大学・つくばスーパーサイエンスネット、つくば市・常総市と連携し、私立学校が中核となりながら、インターナショナルスクール生を交えて実施するサイエンスキャンプのプログラムを開発できた。

(1) 小学生のサイエンスコミュニケーション活動

事後に実施したアンケートから、理科好きな児童が自分の希望で多く参加しており、参加した経験を肯定的に評価している。実験の難易度は概ね適切であったようだが、児童によっては難しいと感じる場合もある。しかし、学校の理科授業では体験できない実験内容やフィールドワーク、天体観望は強く印象に残っている。これらの印象は発展的な科学・技術に関心を抱く貴重なきっかけになっている。また、発表準備と発表会に対する印象が強く、高校生に丁寧に指導してもらったプレゼンテーションスキルが新鮮であったことを示している。

(2) 高校生のサイエンスコミュニケーション活動

3 回のコミュニケーションスキルをトレーニングする事前研修会、3 回の科学実験スキルをトレーニングする事前研修会を通じて高校生をサイエンスコミュニケーターとして育成するプログラムが開発できた。事前事後に実施したアンケートから、キャンプ当日の成果発表会準備活動における小学生へのプレゼンテーション指導を通じて、自身のプレゼンテーション・マインドが向上するという効果を実感していることが確認できた。

(3) 大学院生のサイエンスコミュニケーション活動

主に事前研修会において高校生をサイエンスコミュニケーターとして育成する役割を果たすことで、自然科学系や教育系に在籍する大学院生がサイエンスコミュニケーション活動をする機会を提供できた。

(4) 私立学校が中核校となる場合の連携方法

茨城県やつくば市、常総市の教育委員会に協力や後援を依頼する方法を確認できた。

成果 2 米国の発展的なカリキュラム・試験である Advanced Placement (AP) の学習に取り組ませることで、高校生の知的好奇心や学習意欲を高めるプログラムを開発できた。

(1) 未学習範囲の学習会・問題練習会の実施方法

AP Calculus AB、AP Chemistry の学習項目のうち日本の高校では学習しない範囲を筑波大学の研究者から講演してもらい、連携校高校教員で解説する学習会、AP 試験問題に解答し解説を聞く練習会を 6 回計画（台風のため 1 回中止）実施し、日本語で学習しながらも英語で記述された試験問題に解答していく方法を学習し練習するプログラムを開発した。

(2) カリキュラムの分析と学習会・問題練習会の内容設定方法

AP Calculus AB、AP Chemistry の 2 科目で比較しても未学習の範囲の内容の違いがあるた

め、学習会を適切に実施するための内容設定や研究者からの講演の回数を変える必要がある。また、予め学習内容を予告し、指定範囲を予習しておく実施形態が有効である。

(3)テキストの購入方法

単なる AP 関連図書と異なり、AP テキストは国内では簡単には入手できないこと、AP に関して詳しくかつ入手できる業者ルートを確認できた。

(4)AP 試験の受験方法

毎年5月上旬～中旬に実施される AP 試験の受験方法と試験会場に認定される方法を確立した。

② 研究開発の課題

■ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプ

①英語コミュニケーションに関する課題

小学生参加者に国内のインターナショナルスクール児童を加えることで英語コミュニケーションのトレーニング・研究開発の機会とすることを企図したが、国内のインター校生徒のほとんどは日本語での日常会話が問題ないため、見知らぬ児童とコミュニケーションをとる状況であれば日本語を用いるのが自然ということであった。次年度は国内の米軍基地内学校等に参加を呼びかけ、SC も含めて英語コミュニケーションを中心に行うグループを作成することが可能かどうか試みる。

②取り組ませる科学内容を小学生にどのように理解させるかという課題

高度な科学内容を大学院生 TA や高校生 SC を経由して小学生に体験させることを企図したが、小学校理科の内容を大きく超える概念、たとえばイオンや電導度などの概念をわかりやすく伝える方法が課題である。次年度は海外の Gifted Student に対する教材等も研究し、工夫することが可能かどうか試みる。

③ SNS を用いた情報交換・意見交換に関する課題

高校生に急速に普及している SNS（ソーシャルネットワークシステム）を利用して活発な意見交換や迅速な連絡体制を企図したが、SNS として Facebook の「茗溪学園コア SSH」というグループページを利用することを提示したため、一部生徒・学校からの Facebook に対する抵抗感が示され、全員に効果的に利用されるに至らなかった。次年度は Facebook 以外の SNS を用いて情報交換・意見交換が可能かどうか試みる。

■ AP サイエンス

①科目による取り組み方の違いに関する課題

Calculus AB は日本の高校数学Ⅲ C が理解できればほぼ理解可能であるため、取り組みの早い段階で問題演習に移行することが可能なのに対し、AP Chemistry は高校化学では学習しない項目が多く、それらの内容を講義した上で演習する必要性が生じた。今後、他の AP 理数科目の内容分析を進めながら、科目ごとの学習会の設定方法の確立を試みる。

②講演会・学習会の設定に関する課題

1 年次は試行錯誤のため、学習会練習会を茗溪学園教員で主に担当したが、2 年次は連携校教員で分担することを試みる。日程の設定に関しては、日数を増加してほしいという参加生徒の要望や、同好生徒間のコミュニケーションを図れるような合宿制の学習会の提案も成果報告会で出された。2 年次で検討したい。

③連携校範囲に関する課題

1 年次は茨城県内 SSH 校・元 SSH 校に連携を打診した。2 年次は AP 等の海外の先進的なカリキュラムに関心の高い全国の SSH 校等と連携を試みる。

④取り組み科目数に関する課題

1 年次は Calculus AB と Chemistry に限定して実施した。次年度はさらに Biology と Physics B にも試行を広げたい。そのため連携校内の分担を行い、一校に過重な負担がかからないように試みる。また、1 年次に引き続き 2 年次も参加を希望する生徒をどのように参加させるかも含め、実施日の日程の工夫にも試みる。

第1章 研究開発の課題と概要

1節 研究開発課題とその背景

本校はコア SSH（地域の中核拠点形成）研究開発において、「大学・地域と連携して育成する小学生・中学生・高校生の英語を交えた科学コミュニケーション力 〜ジュニア国際サイエンスキャンプと AP サイエンスを通して〜」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 現状の課題

まず、小中学生に対する科学コミュニケーション力の育成の現状について述べる。

（i）小中学生に対するいわゆる理科実験教室は全国的にも多くの自治体・研究機関・大学・SSH 校が実施しており、大きな成果があがっている。ただ、その中には比較的短時間で体験できるタイプのものが多く、現象や化学反応等について納得いくまで考え説明を得られるような、たとえば宿泊を伴ういわゆるサイエンスキャンプ型の取り組みはそれほど多くはみられない。また、本校のあるつくば市には多くの研究機関や大学が集中し、小中学生が参加できる理科系イベントが大変多いが、宿泊を伴うサイエンスキャンプ型のイベントの数例はいずれも高校生が対象の場合が多く、小中学生向けの取り組みはあまり実施されていない。

（ii）国内に多くの国際スクールが存在するが、規模や生徒数は大きくないものが多く、十分な理科の実験実習が不足しているという声を担当者から聞く。全国で実施されている小中学生向けの理科実験教室等は、日本語のみによる実施形態がほとんどで、国際スクールの小中学生には参加しにくいものとなっている。

次に、高校生に対する発展的な自然科学の学習機会や科学コミュニケーション力の育成に関する現状について述べる。日本で昭和 48 年度から実施されていた現代化カリキュラムで高校の理数系教育課程に組み込まれていた内容が大学課程に移行されて久しい。発展的な内容に興味関心のある生徒も高校 2・3 年次になると大学受験に備えるため、興味を抑え込んでしまう例も多い。発展的な理数系科目の内容に関心のある生徒の中には、英語に対しても関心の高い生徒が少なくないが、海外の発展的な理数系カリキュラム、特に AP（アドバンスド・プレースメント）に対する情報と研究が高校現場では不足しているため、国内で教育を受けてきた生徒はもとより、海外生帰国生でさえも米国大学進学に関心のある生徒以外はほとんど触れる機会がない。

また、学習した科学的内容を小中学生にわかりやすく解説する活動を通して、自分自身の理解が進み、さらに英語で説明する場合はより要点を絞って説明する必要があるという体験をする機会が少なく、日本の高校生のプレゼンテーション力が不足している。

2項 本校 SSH 研究開発との関連性と区別

本校 SSH 研究開発において、筑波大学・茗溪会・各研究機関等の支援を得ながら生徒の体験活動を図る「Tsukuba Program」の中に「SS Camp」と題するプログラムがあり、中学生 1 年生から高校 2 年生までの本校希望生徒対象に、夏期休業前のサマースタディーズや冬期休業前のウインタースタディーズ等で高度な実験実習に取り組ませている。このプログラムは生徒の探究心を育成するものであるが、同時に適切な実験実習の題材を開発することもねらいとしており、ここで開発された実験実習題材をコア SSH 活動に活用することができる。また、「SS Lab Camp」と題するプログラムがあるが、高校生が対象であり、コア SSH の小中学生国際サイエンスキャンプとは別の取り組みとなる。コア SSH の小中学生国際サイエンスキャンプに指導支援スタッフとして本校生徒が関与していく場合は、理数系への興味関心とともに英語によるコミュニケーションにも関心のある生徒が対象となる。コア SSH 活動では、他校生徒・教職員と連携して活動する。

また、生徒の科学的能力と科学において英語を活用する能力を関連させながら応用力を養うことを図る「Global Program」の中に「SAT Science」と題するプログラムがある。AP と同様の米国の大学進学適性試験に該当する SAT（Scholastic Aptitude Test and Scholastic Assessment Test）の Subject テストのうち、理数系科目に対して学習会を行い受検させる取り組みであり、SSH 1 年次の平成 23 年度では Mathematics Level1、Chemistry、Biology、Physics の科目をひとり最大 2 科目まで選択し、32 名の生徒が取り組んだ。本校 SSH 研究開発においては、1 年次の問題点を分析し 2 年次以降も継続させる計画である。また、「AP Chemistry」と題するプログラムは、大学教養課程の内容も含む AP 化学の発展的な項目を、寮宿泊時の夜間の集中講義を利用して希望者に指導する取り組みである。コア SSH の AP サイエンスでは数学や他の理科科目を含めたより高度な科目内容に関心のある生徒が対象となり、本校生徒の中で「SAT Science」や「AP Chemistry」との両方を希望する生徒がいた場合は可としたい。コア SSH 活動では、他校の参加希望生徒・教職員と連携して活動する。

2 節 課題解決のための仮説

以上の現状を踏まえ、課題解決のための仮説を以下のように設定した。

本コア SSH 研究開発の 2 つのプログラム（ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプ、AP サイエンス）を実施することにより、参加した小中高校生に以下の 2 点の効果が得られる。

- a. 発展的な科学・技術に関心・意欲を抱く児童・生徒（インターナショナルスクール児童・生徒を含む）がより一層自信を深めて学習するようになり、認知面・情意面ともに深化することで、将来科学技術研究の最先端で活躍する自分像を肯定的に描くことができるようになる。
- b. 英語によるコミュニケーションや英語を生かした科学の学習に対して自信を抱くことができ、国際的に活躍する自分像を肯定的に描くことができるようになる。

3 節 研究開発の実施規模

1 項 ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプ

【共催】	筑波大学
【連携校】	県立日立第一高等学校、県立水戸第二高等学校、清真学園高等学校・中学校、県立並木中等教育学校、 県立竹園高等学校、つくばインターナショナルスクール
【後援】	つくば市教育委員会・常総市教育委員会
【参加者数】	小学生：サマー・キャンプ 5 年生 25 名（うちインターナショナル生 7 名） 6 年生 21 名 ウインター・キャンプ 5 年生 22 名 6 年生 23 名（うちインターナショナル生 8 名） 高校生：サマー・キャンプ（事前学習会 3 回を含む延べ人数） 連携校生徒 101 名 茗溪学園生徒 34 名 ウインター・キャンプ（事前学習会 1 回を含む延べ人数） 連携校生徒 48 名 茗溪学園生徒 18 名 筑波大学生・大学院生：サマー・キャンプ（事前学習会 2 回を含む延べ人数） 大学院数理物質系（化学）12 名 大学院生命環境系（生物）4 名 大学生命環境学群（生物）8 名 ウインター・キャンプ（事前学習会 2 回を含む延べ人数） 大学院数理物質系（物理）12 名 大学院生命環境系（地球科学）16 名 連携校・茗溪学園高教員：サマー・キャンプ（事前学習会 3 回を含む延べ人数） 連携校教員 26 名 茗溪学園教員 29 名 ウインター・キャンプ（事前学習会 1 回を含む延べ人数） 連携校教員 11 名 茗溪学園教員 16 名 筑波大学教員：サマー・キャンプ（事前学習会 3 回を含む延べ人数） 6 名 ウインター・キャンプ 9 名

2 項 AP サイエンス

連携校に参加希望者を募ったところ、清真学園高等学校・中学校、県立竹園高等学校、県立並木中等教育学校の 3 校から応募者があった。内訳は、

清真学園高中	数学：高校 2 年 6 名、高校 1 年 3 名、中学 3 年 1 名、化学：0 名
竹園高	数学：高校 2 年 3 名、化学：高校 2 年 1 名
並木中等教育学校	数学：高校 2 年 1 名、高校 1 年 5 名、中学 3 年 1 名 化学：高校 2 年 1 名、高校 1 年 2 名、中学 3 年 1 名
茗溪学園中高	数学：高校 2 年 3 名、高校 1 年 3 名 化学：高校 2 年 2 名、高校 1 年 2 名

連携校参加教員（分析研究）

清真学園高中 法貴孝哲先生（数学）

竹園高 飯村好和先生（化学）

並木中等教育学校 齊藤達也先生（化学） 齊藤利仁先生（数学） 飯田 仁先生（数学）

茗溪学園中高 尾島義之先生（数学） 穴戸雄一先生（数学） 小笹哲夫先生（化学）

4節 研究開発の概要と実施方法

1項 ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプ

1. 全国の SSH 校や茨城県内の高校、インターナショナルスクール、米軍基地内学校に連携を呼びかけ、呼びかけに応じた連携校と筑波大学・つくばスーパーサイエンスネット（筑波大学理工学群・生命環境学群を中心とする未来の科学者育成ネットワーク）のスタッフ、地域のサイエンスコミュニケーター、研究機関等からの支援者らとサイエンスキャンプの具体的内容（実験実習の題材等）を協議する。コア SSH 用に専用のインターネットサーバを借り受け、SNS 等を用いて随時情報交換が行える態勢を連携校やつくばスーパーサイエンスネット等の支援組織との間に構築する。連携校・連携機関との会合もインターネットを利用した会合が可能かどうかを試みる。
2. 筑波大学が連携している茨城県つくば市や常総市をはじめとし、震災被災地や全国の小中学生、国内のインターナショナルスクール、米軍基地内学校の小中学生に参加を募集する。募集数は1回につき、男女合わせて40～60名程度とする。
3. サイエンスキャンプは1泊2日とし、1日目は午前・午後ともに実験実習を行い、夜は実験結果のまとめと討議、プレゼンテーションの準備と練習を行うサイエンスナイトを行う。2日目は午前全体で実験結果を発表し、ディスカッションを行う。
4. 年間計画は、第1回を夏休みとし、主に生物学分野と化学分野から題材を選び、小中学生それぞれが実施可能な内容を設定する。第2回は冬休みとし、主に物理学分野と地球科学分野から題材を選ぶ。
5. 実験実習題材は、午前から午後まで継続して実施できるものを選び、じっくり観察したり変化を追ったり、データを得て分析考察できるような内容を用意する。
6. 参加者は3～4名のグループになり、インターナショナルスクールの児童生徒ができるだけ各グループに均等に加わるようなグループ構成とする。各グループに連携校の高校生と大学院生・大学生のTAが加わり、実験実習の指導とともに英語によるコミュニケーションの支援を行う。
7. 実験実習は筑波大学理工学群・生命環境学群の施設を使用し、夜間のサイエンスナイト（実験のまとめの討議と発表準備）の活動および宿泊は茗溪学園および茗溪学園学寮を使用する。

2項 AP サイエンス

1. 全国の SSH 校や茨城県内の高校、インターナショナルスクールに連携を呼びかけ、呼びかけに応じた連携校と具体的内容・日程を協議する。連携校には AP 関連の参考図書を配置する。また、コア SSH 用に専用のインターネットサーバを借り受け、SNS 等を用いて随時情報交換ができる態勢を整える。連携校・連携機関との会合もインターネットを利用した会合が可能かどうかを試みる。
2. 研究開発1年次は数学と化学を実施し、2年次からさらに生物学と物理学を追加して実施する。
3. AP カリキュラムのうち、国内の教育課程では学習しない内容を日本語で学習しディスカッションを行う学習会を3回実施する。その後、AP 問題集を用いて、実際の試験に即した練習会を2回実施する。連携校のうち、遠方の学校の生徒は茗溪学園寮に宿泊することができる。
4. 学習会の指導担当は連携校の教員が担当し、場合によっては筑波大学の支援を得る。
5. 5月に実施される AP テストに参加者のうちの希望者で受検し、学習や練習の成果を確認する。研究開発1年次は、平成25年5月に実施される AP テストを受検する。
6. 試験会場として茗溪学園がテストセンターに認定されるように申請を行う。

第2章 研究開発の内容

1節 ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプ

1項 小学生のサイエンスコミュニケーション活動

① サマー・キャンプ

ア. 募集児童生徒の学年

初年度は小学校5・6年生およびインターナショナルスクール生同年学相当児童に募集を限定した。対象年齢をある程度絞った方が実験実習課題を設定しやすくなることと、ひとりで宿泊可能な年齢として11歳が限界であろうと判断したためである。

イ. 募集数

サマー・キャンプは生物学・化学分野の実験実習となるため、筑波大学生命環境学群・理工学群の研究者と検討し、募集児童総数を48名とすることとした。1班4名、12班態勢で実施した。

ウ. 募集・参加児童の内訳

平成24年6月20日(水)午前10時に電子メールにて受付を開始し、午後5時には応募総数48名を超えた。予め、つくばインターナショナルスクールの生徒を事前に9名募集し、残りの39名を募集した。参加児童の内訳を表1に示す。(当日欠席者2名を除く)

表1 サマーキャンプ参加児童の内訳

		つくば市立 小学校	常総市立 小学校	他市立 小学校	TIS	計
5年生	男子	9	1	0	6	16
	女子	7	1	1	1	10
6年生	男子	8	2	2	0	12
	女子	6	2	0	0	8
計		30	6	3	7	46

(TIS：つくばインターナショナルスクール)

エ. 実験実習課題

生物学分野の実習課題は「アメリカザリガニの解剖」とした。総合指導は筑波大学生命環境系教授佐藤忍先生、同講師丸尾文昭先生で、同大学院生命環境科学研究科大学院生・生物学類生計6名がTAとして指導補助についた。

化学分野の実験課題は「アゾ染料の人工合成」とした。総合指導は筑波大学数理物質系助教山村正樹先生で、同大学院数理物質科学研究科大学院生6名がTAとして指導補助についた。

両分野の実験実習の児童への直接の指導はサイエンスコミュニケーター（以下SC）と命名された高校生が担当した。

オ. 当日の日程

第1日目[平成24年7月27日(金)]

時刻	会場	内容
8:00	筑波大学	小学生・保護者受付
8:45	総合研究棟A110	小学生・保護者へ概要説明、保護者は解散
9:15	筑波大学各実験室に移動	1班～6班は生物実験（第二学群2B棟501）へ、7班～12班は化学実験（自然科学系棟1G205）へ。
9:30	筑波大学各実験室	生物実験・化学実験
12:45	筑波大学第二エリア食堂	昼食
13:45	筑波大学各実験室	1班～6班が化学実験、7班～12班が生物実験。
16:45		実験終了、バスに移動
17:00		茗溪学園に移動
17:40	茗溪学園寮	入寮
18:00	茗溪学園第一食堂	夕食
～19:30	茗溪学園浴場	入浴
19:45	茗溪学園第一体育館	サイエンスナイト「班対抗 最強紙飛行機王決定戦」、表彰式

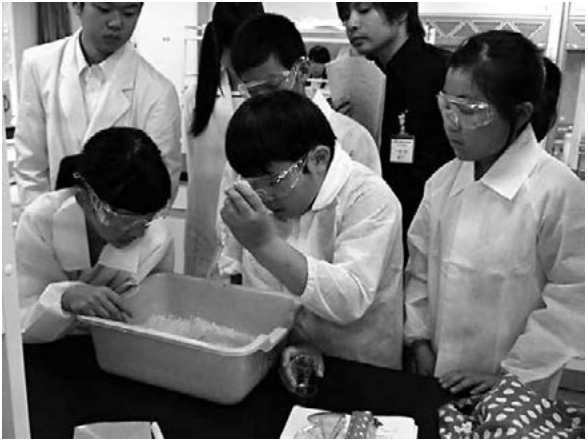


図1 サマー・キャンプ化学実験

(平成24年7月27日)

21:30	茗溪学園寮	就寝準備、健康チェック
22:00	茗溪学園寮	消灯
22:30	南北コモンスペース	高校生 SC ミーティング

第2日目[平成24年7月28日(土)]

時刻	会場	内容
6:30	茗溪学園寮	起床、寝具返却・片付け
7:15	茗溪学園第1食堂	朝食、健康チェック
8:30	茗溪学園大教室 AB	研究発表会のルールとグループミーティングについて説明（模造紙プレゼン、写真1枚まで、手書き、拡大コピー有、色塗りOK、色紙OK、工作可）
8:45	茗溪学園高校棟	12会場に分かれてグループミーティング、発表用資料作成、プレゼンテーションの練習会
12:00	茗溪学園第一食堂	昼食・休憩
12:30	茗溪学園大教室	参観保護者受付
13:00	茗溪学園大教室	サマー・キャンプ研究成果発表会（小学生） 表彰式、講評、アンケート
15:00	茗溪学園大教室	つくば国際ナショナルジュニアサイエンスキャンプ サマーキャンプ解散式
15:30	茗溪学園大教室	高校生 SC ミーティング

カ. サイエンスナイト

「最強紙飛行機王決定戦」というタイトルで、小学生に高校生 SC を含んだ班対抗形式で飛距離に対応させた班員の得点の合計で競わせた。開始前に担当教員から良く飛ぶ紙飛行機の構造と原理に関して解説し、参考文献から写した展開図のサンプルなども提示し、各班ともに工夫できるような設定とした。班によっては30m以上の飛距離を出す工夫のできた班もあり、翼形やおもりのつけた、空気抵抗に関する体験学習ができたようである。

キ. 発表準備の学習会

小学生の研究成果発表として、当初はPCを用いたPPT（パワーポイント）プレゼンテーションを企図したが、つくばスーパーサイエンスネットの研究者から小学生のプレゼンテーションには模造紙を用いたポスタープレゼンが適しているというアドバイスを、その方法に変更して実施した。そのため、発表会のルールとして、

- ・小学生班員が全員で分担して発表（3～4名）
- ・発表時間は7分
- ・生物実験と化学実験の両方の「わかったこと」、大学の先生からの課題への解答を含む
- ・模造紙は何枚使っても可
- ・デジカメで撮影した写真やインターネットの画像など手書き以外の図は1枚だけ可
- ・拡大コピーは使用可
- ・ポスター以外の工作も可

と取り決めた。第2日目の午前中約3時間を用いて、発表する内容を決め、資料を作成し、プレゼンテーションの準備を行った。学習会の各会場にはインターネットに接続したPCが整備されており、高校生 SC が適切にサポートしながら学習活動を行った。

ク. 発表会

第2日目の午後約2時間を、班ごとの研究成果発表会とした。司会・計時係を高校生 SC の中から募り、各班7分の発表と質疑応答とし、12班が順次発表を行った。今回は全12班が同じ内容の実験を行うため、筑波大学の研究者からは実験の際に班ごとに研究テーマ（課題）がひとつ与えられており、



図2 サマー・キャンプ サイエンスナイト
(平成24年7月27日)

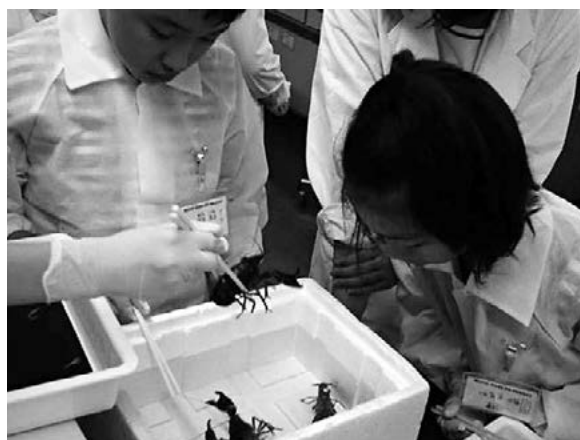


図3 サマー・キャンプ生物学実験
(平成24年7月27日)

化学 色を作り出す方法（実験方法）をまとめる
 使った布の違いによる染まり方の違いを比べる
 自分たちでつくったスライムの染まり方の違いを見つける
 生物 ギリガニを解剖してわかったことをまとめる
 ギリガニの肢の付き方の意味を考える
 ギリガニのえら呼吸のしかた（人や魚との違い）を考える
 の他に各課題の解答を発表した。
 発表内容（発見した内容、学習事項）の他に、プレゼンテーションの方法や楽しさを学んだ児童も多く、活発な研究成果発表会となった。

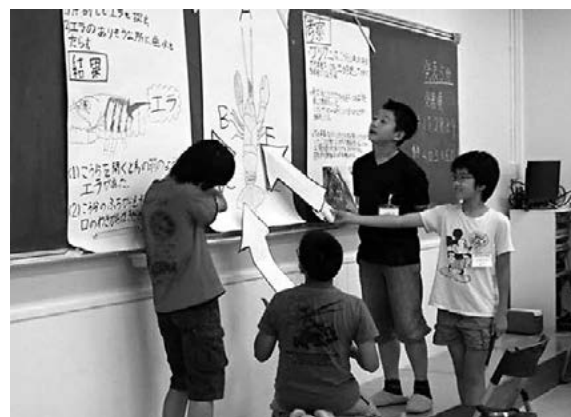


図4 サマー・キャンプ研究成果発表会
 （平成 24 年 7 月 28 日）

② ウインター・キャンプ

ア. 募集児童生徒の学年

初年度は小学校 5・6 年生およびインターナショナルスクール生同年相当児童に募集を限定するという方針をウインター・キャンプも踏襲した。

イ. 募集数

ウインター・キャンプは物理学・地球科学分野の実験実習となるため、筑波大学生命環境学群・理工学群の研究者と検討し、募集児童総数をサマー・キャンプと同様の 48 名とすることとした。1 班 4 名、12 班態勢で実施した。

ウ. 募集・参加児童の内訳

平成 24 年 11 月 11 日（木）午前 10 時に電子メールにて受付を開始し、10 分後には応募総数 48 名を超えた。予め、つくばインターナショナルスクールの生徒を事前に 8 名募集し、残りの 40 名を募集した。

参加児童の内訳を表 2 に示す。（当日欠席者 2 名を除く）

表 2 ウインター・キャンプ参加児童の内訳

		つくば市立 小学校	常総市立 小学校	他市立 小学校	TIS	計
5 年生	男子	8	3	0	0	11
	女子	10	2	0	0	11
6 年生	男子	10	0	0	5	15
	女子	5	0	0	2	7
計		33	5	0	7	45

（TIS：つくばインターナショナルスクール）

エ. 実験実習課題

地球科学分野の実習課題は「水の循環、筑波山、湧水、霞ヶ浦」とした。指導は筑波大学生命環境系教授杉田倫明先生、同教授辻村真貴先生、同講師八反地剛先生で、同大学院生命環境科学研究科大学院生 8 名が TA として指導補助についた。児童の探究活動への課題は「筑波山から地下水、川、霞ヶ浦への水の循環を考える」である。

物理学分野の実験課題は「望遠鏡の製作と天体観望」とした。総合指導は筑波大学数理物質系教授中井直正先生で、同大学院数理物質科学研究科大学院生 6 名が TA として指導補助についた。児童の探究活動への課題は「光の屈折から望遠鏡の原理を考える」である。

両分野の実験実習の児童への直接の指導はサイエンスコミュニケーター（以下、SC）と命名された高校生が担当した。

オ. 当日の日程

第 1 日目[平成 24 年 12 月 26 日（水）]

時刻	会場	内容
8:00	筑波大学	小学生・保護者受付
8:45	総合研究棟 A107	小学生・保護者へ概要説明、保護者は解散
9:30	各グループ毎にバス乗車	A1～A6 班は霞ヶ浦水質調査コース、B1～B3 班は筑波山湧水調査コース C1～C3 班は筑波山地形気温調査コース
9:30～	各フィールドに調査活動	地球科学調査・実験・観察活動。昼食も各グループ毎に随時。
14:45	筑波大学総合研究棟 B112	物理学実験の教室に移動、準備

15:00		望遠鏡の原理に関する講義、望遠鏡の製作
16:45	筑波大学総合研究 B 棟屋上	完成した児童から天体観望会
18:00	筑波研修センターに移動	バスに乗車、移動、到着後宿舎の部屋確認
19:00	筑波研修センター	夕食、入浴
21:00	筑波研修センター会議室	高校生サイエンスコミュニケーターミーティング
21:30	筑波研修センター	就寝準備、健康チェック
22:00	筑波研修センター	消灯
22:30	南北コモンスペース	教員・TA ミーティング

第 2 日目[平成 24 年 12 月 27 日 (木)]

時刻	会場	内容
6:30	筑波研修センター	起床、荷物整理
7:00	食堂	朝食、健康チェック
8:00	茗溪学園に移動	バスで移動
9:00	茗溪学園大教室 AB	研究発表会のルールとグループミーティングについて説明（模造紙プレゼン、写真 1 枚まで、手書き、拡大コピー有、色塗り OK、色紙 OK、工作可）
9:15	茗溪学園高校棟	1 2 会場に分かれてグループミーティング、発表用資料作成、プレゼンテーションの練習会
12:00	茗溪学園第一食堂	昼食・休憩
12:30	茗溪学園大教室	参観保護者受付
13:00	茗溪学園大教室	ウインター・キャンプ研究成果発表会（小学生） 表彰式、講評、アンケート
15:00	茗溪学園大教室	つくばインターナショナルジュニアサイエンスキャンプ ウインター・キャンプ解散式
15:30	茗溪学園大教室	高校生 SC ミーティング



図 5 地球科学実験 A コース 霞ヶ浦湖上調査
(平成 24 年 12 月 26 日)



図 6 地球科学実験 B コース 筑波山湧水調査
(平成 24 年 12 月 26 日)

カ. 発表準備の学習会

サマーキャンプの形式を継承し、模造紙を用いたポスタープレゼンテーションを実施した。発表会のルールとして、

- ・小学生班員が全員で分担して発表（3～4 名）
- ・発表時間は 7 分
- ・地球科学調査と天文学実験の両方の「わかったこと」を含む
- ・模造紙は何枚使っても可
- ・デジカメで撮影した写真やインターネットの画像など手書き以外の図は 1 枚だけ可

- ・拡大コピーは使用可
- ・ポスター以外の工作も可

と取り決めた。第2日目の午前中約3時間を用いて、発表する内容を決め、資料を作成し、プレゼンテーションの準備を行った。学習会の各会場にはインターネットに接続したPCが整備されており、高校生SCが適切にサポートしながら学習活動を行った。ク、発表会

第2日目の午後約2時間を、班ごとの研究成果発表会とした。司会・計時係を高校生SCの中から募り、各班7分の発表と質疑応答とし、12班が順次発表を行った。今回は全12班が3つのグループに分かれてフィールドワークを行ったため、特に班ごとの課題は設定しなかった。各班の小学生の話し合いをサイエンスコミュニケーター高校生がリードし、印象に残った実験調査結果や学習内容を発表する形式となった。

発表内容（発見した内容、学習事項）の他に、プレゼンテーションの方法や楽しさを学んだ児童も多く、活発な研究成果発表会となった。



図7 物理学実験自作望遠鏡による天体観望
(平成24年12月26日)

2項 高校生のサイエンスコミュニケーション活動

① 事前研修

ア、科学コミュニケーション講座

●科学コミュニケーション講座

科学コミュニケーションの基本事項を習得するため、講演と実習を行った。

日時 平成24年6月16日(土) 14:00～17:00

会場 茗溪学園第一コンピューター室

講師 独立行政法人科学技術振興機構

科学コミュニケーションセンター 井上徳之氏

参加生徒 県立日立一高(1・2年生)8名

県立水戸二高(2年生)2名

県立竹園高(2年生)8名

県立並木中等教育学校(中等5年生)2名

清真学園高(1年生)5名

茗溪学園高(1・2年生)5名

参加教員 連携校教員 8名 茗溪学園教員 5名 他、筑波大学から見学者

内容 日本科学未来館のプレゼンテーション用教材、PCを用いてショートプレゼンテーションの訓練

●科学コミュニケーション実習

科学コミュニケーション講座で学んだスキルを応用するため、科学館の展示物を用いた実習を行った。

日時 平成24年7月7日(土) 14:00～17:00

会場 つくばエキスポセンター展示室

講師 独立行政法人科学技術振興機構 科学コミュニケーションセンター 井上徳之氏、筑波大学大学院生6名

参加生徒 県立日立一高(1・2年生)10名 県立水戸二高(2年生)2名 県立竹園高(2年生)0名

県立並木中等教育学校(中等5年生)2名 清真学園高(1年生)6名 茗溪学園高(1・2年生)7名

参加教員 連携校教員 4名 茗溪学園教員 4名

内容 つくばエキスポセンター展示物を用いてのグループプレゼンテーションの訓練

●英語コミュニケーション講座

英語によるコミュニケーションやプレゼンテーションで大切なマインドを身に着けるための実習を行った。

日時 平成24年7月16日(月・祝) 9:00～12:00

会場 茗溪学園第1 AVE 教室

講師 (有) インスパイア ヴィアヘラー・ギャラリー氏、ヴィアヘラー・幸代氏

参加生徒 県立日立一高(1・2年生)11名 県立水戸二高(2年生)2名 県立竹園高(2年生)8名



図8 研究成果発表会(平成24年12月27日)

県立並木中等教育学校（中等 5 年生）2 名 清真学園高（1 年生）3 名 茗溪学園高（1・2 年生）11 名
参加教員 連携校教員 7 名 茗溪学園教員 10 名
内容 サイエンスを題材にしたショートプレゼンテーションやグループプレゼンテーションの実習。

イ. 実験事前トレーニング

●化学実験事前トレーニング

化学実験（色素の合成と染色）の理論と実験手順に熟達するため、事前トレーニングを実施した。

日時 平成 24 年 6 月 16 日（土）9:00～12:00

会場 筑波大学自然系学系 1 G 棟 205 教室

講師 筑波大学数理物質系助教 山村正樹先生、数理物質科学研究科大学院生 TA 6 名

参加生徒 県立日立一高（1・2 年生）8 名 県立水戸二高（2 年生）2 名 県立竹園高（2 年生）8 名

県立並木中等教育学校（中等 5 年生）2 名 清真学園高（1 年生）5 名 茗溪学園高（1・2 年生）5 名

参加教員 連携校教員 8 名 茗溪学園教員 5 名

内容 実験手順や反応原理について山村先生より講義、大学院生 TA の指導で実験し、小学生への指導点を確認した。

●生物学実験事前トレーニング

生物学実験（ザリガニの解剖）の実験手順と分析・観点に熟達するため、事前トレーニングを実施した。

日時 平成 24 年 7 月 7 日（土）9:00～12:00

会場 筑波大学第二学群 2 B 棟 501 教室

講師 筑波大学生命環境系教授 佐藤忍先生、同助教 丸尾文昭先生、生命環境科学研究科大学院生大学生 TA 6 名

参加生徒 県立日立一高（1・2 年生）10 名 県立水戸二高（2 年生）2 名 県立竹園高（2 年生）0 名

県立並木中等教育学校（中等 5 年生）2 名 清真学園高（1 年生）6 名 茗溪学園高（1・2 年生）7 名

参加教員 連携校教員 4 名 茗溪学園教員 4 名

内容 実験手順や解剖の観点について丸尾先生より講義、大学院生 TA の指導で実験し、小学生への指導点を確認した。

●地球科学調査実験・物理学実験事前トレーニング

地球科学調査実験（霞ヶ浦水質調査・筑波山地形気温地下水調査）、物理学実験（望遠鏡の自作と天体観望）の実施手順と操作方法に熟達するため、事前トレーニングを実施した。

日時 平成 24 年 12 月 9 日（日）9:00～17:00

会場 地球科学調査 A コース：霞ヶ浦（高速遊覧船ホワイトアイリス号での湖上調査）B コース：筑波山頂・山麓での湧水調査 C コース：筑波山頂・中腹での地形・気温調査

物理学（天文学）実験 筑波大学総合研究棟 B 棟 112 教室

講師 筑波大学生命環境系教授 杉田倫明先生、同教授 辻村真貴先生、

同講師 八反地剛先生、生命環境科学研究科大学院生 TA 8 名

筑波大学数理物質系教授 中井直正先生、数理物質科学研究科大学院生 6 名

参加生徒 県立日立一高（1・2 年生）10 名 県立水戸二高（2 年生）1 名

県立竹園高（2 年生）7 名、県立並木中等教育学校（中等 5 年生）4 名

茗溪学園高（1・2 年生）7 名

参加教員 連携校教員 5 名 茗溪学園教員 5 名

内容 午前中はバスで各フィールドに移動し、杉田先生・辻村先生・八反地先生より講義、大学院生 TA の指導で調査実験し、小学生への指導点を確認した。午後は中井先生から望遠鏡の原理や歴史の講義と、大学院生 TA の指導で望遠鏡を各自組み立て、観望の練習を行った。

② キャンプ当日の活動

以上のような事前研修を経て、キャンプ当日に高校生スタッフ（サイエンスコミュニケーターSC）から小学生キャンプ参加者に直接的にコミュニケーションを指導するスタイルを形成できた。

●サマー・キャンプ

全 12 班の各班とも、小学生 4 名に対し SC を 3～4 名配置し、実験操作の指導と補助、班員同士のコミュニケーションの支援を行った。

実験実習においては、化学の大学院生 TA は、筑波大学数理物質科学研究科の 6 名、生物学は筑波大学生命環境科学研究科の院生 2 名と同生物学類大学生 4 名が SC が困った場合のアドバイザーとして見守った。さらに大学教官として化学は筑波大学数理物質系助教山村正樹先生、生物学は筑波大学生命環境系教授佐藤忍先生、同助教丸尾文昭先生が各実験室で進行を監督し、また連携校高校教員 7 名と茗溪学園高校教員 14 名が各会場を巡回するという態勢を引いて実施した。



図9 望遠鏡製作

（平成 24 年 12 月 26 日）

高校生 SC に対しては、以下の内容を活動目標として提示した。

<実験実習の指導>

- ・実験手順や器具等の扱い方の説明で、読めない部分や意味がわからない部分はわかりやすい言葉で説明すること。
- ・できるだけ小学生自身に操作させ、SC が直接操作する場面は最少限にとどめること。
- ・小学生が安全に実行できるように常に注意しておくこと。
- ・実験時間が長くなる場合、飽きてくる小学生が出てくるので、楽しく興味を持続させられるように努力すること。
- ・大学教官や TA から与えられた「観点」や「課題」を、小学生が考えることができるようにかみ砕いて説明すること。
- ・班員が自然に協力できるように、小学生同士のコミュニケーションを促進すること。
- ・インターナショナルスクール生で日本語が不自由な場合は、わかりやすく通訳しながら参加させること。

<発表会準備活動の指導>

- ・発表会のイメージを小学生にわかりやすく説明し、どんなスタイルで発表したいか討論できる下地を用意すること。
- ・自分たちがわかったことを他人にどのように伝達すればよいかを考えさせ、場合によっては誘導すること。
- ・よいプレゼンテーションスタイルを演示して見せることで、目標を示してあげること。
- ・4名のグループプレゼンのスタイルで工夫できることを考えさせ、効果的に実施できるように支援すること。
- ・発表資料は自作させ、SC が代わりに製作してはいけないこと。自分たちで創りあげた充実感を与えること。
- ・飽きたり、別の作業に夢中になりやすい小学生に対し、興味を持続させる工夫をすること。

<宿泊活動等の指導>

- ・自分の担当する小学生班員が、宿泊部屋の管理や食事への移動、入浴、集合時に適切に行動できているか注目すること。
- ・小学生同士の上手なコミュニケーションができていなかった場合は支援すること。



図 10 サマー・キャンプ発表準備
(平成 24 年 7 月 28 日)

第 1 日目の化学・生物学実験実習においては、大学教官のサポートがほとんど不要になるほど TA と SC が連携し、安全かつ楽しく実験が遂行できた。

第 2 日目の午前中に行った発表会の準備活動も、3 時間で 2～7 枚に及ぶ模造紙手書きポスターを完成させ、小学生に楽しみながら発表資料作成や発表練習をさせることができた。午後の発表会も、コンテスト形式にしたため班独自の工夫を凝らし、またプレゼンテーションも事前研修のプレゼンテーション講座で学んだ手法を小学生に実施させている班もあり、SC の有効な指導支援が見られた。

宿泊活動等の指導に対しては、夜の「サイエンスナイト」で高校生 SC も含めた班対抗紙飛行機飛距離大会としたため、高校生 SC と小学生との親睦がいっそう深まり、信頼関係が生じて指導が通りやすい状況となった。連携校の高校生にとっては茗溪学園の寮のシステムがわかりにくく、その点の戸惑いも感じられたが、小学生の移動や部屋の片づけ等では率先して支援に赴く姿勢が見られた。

●ウインター・キャンプ

基本的にはサマー・キャンプの実施スタイルを継承したが、連携校の清真学園高校が不参加となり、代わりに連携校のつくばインターナショナルスクールから G9～G11 の高校生が SC としてキャンプ当日参加することとなった。

全 12 班の各班とも、小学生 4 名に対し SC を 3 名配置し、実験操作の指導と補助、班員同士のコミュニケーションの支援を行った。

実験実習においては、大学院生 TA は地球科学は筑波大学生命環境科学研究科の 8 名、物理学は筑波大学数理物質科学研究科の院生 6 名が SC が困った場合のアドバイザーとして見守った。さらに大学教官として地球科学は筑波大学生命環境系教授杉田倫明先生、同教授辻村真貴先生、同講師八反地剛先生が、物理学は筑波大学数理物質系教授中井直正先生が各コース、実験室で進行を監督し、また連携校高校教員 6 名と茗溪学園高校教員 11 名が各会場を巡回するという態勢を引いて実施した。

高校生 SC に対し提示した活動目標はサマー・キャンプと同様である。

第 1 日目の地球科学実験実習においては、フィールドワークであるため大学教官の指導で進行し、調査地点等での実験活動では TA と SC が連携し、安全かつ楽しく実験が遂行できた。A コースの霞ヶ浦湖上調査は当日

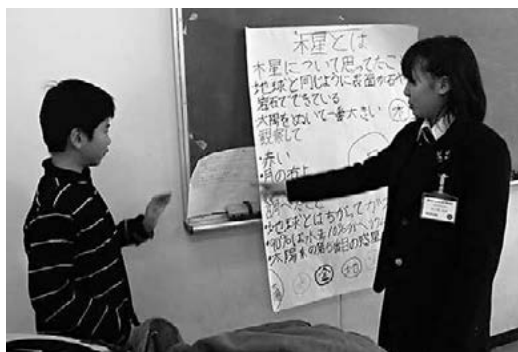


図 11 ウインター・キャンプ発表練習
(平成 24 年 12 月 27 日)

の強風のため、沖合での調査を中止し、急遽茨城県霞ヶ浦環境科学センターに移動し、採水してきた水等の水質実験を行った。

第2日目の午前中に行った発表会の準備活動も、3時間で3～4枚に及ぶ模造紙手書きポスターを完成させ、小学生に楽しみながら発表資料作成や発表練習をさせることができた。午後の発表会も、コンテスト形式にしたため班独自の工夫を凝らし、またプレゼンテーションもサマー・キャンプでの成功例を応用した手法を小学生に実施させている班もあり、SCの有効な指導支援が見られた。

宿泊活動等の指導に対しては、宿泊を茗溪学園寮ではなく筑波研修センターとしたため、夜の「サイエンスナイト」を実施できなかった。ただその分自由時間が多くなり、高校生SC同士の他校生との親睦も図れたとして満足する感想が聞かれた。宿舍での小学生の活動への支援等では率先して支援に赴く姿勢が見られた。

3項 大学院生のサイエンスコミュニケーション活動

① 高校生SCへの事前研修科学コミュニケーション講座の際の活動

科学コミュニケーション講座（平成24年6月16日（土）14:00～17:00、茗溪学園第一コンピューター室）および科学コミュニケーション実習（平成24年7月7日（土）14:00～17:00、つくばエキスポセンター展示室）において、講師の独立行政法人科学技術振興機構科学コミュニケーションセンター井上徳之氏が筑波大学で指導されている講座を受講している大学院生がそれぞれ数名参加し、科学コミュニケーションに関する講義内容の実践を見学し、高校生相手に実際に実践するという活動を行った。

② 高校生SCへの実験実習指導の際の活動

化学、生物学、地球科学、物理学の筑波大学各研究科の大学院生がそれぞれ事前研修1回とキャンプ当日の調査実験活動で1回ずつ、高校生SCの科学実験指導力の育成を担当した。また、キャンプ当日の宿泊時における高校生SCへのミーティングや第2日目の発表会準備の指導、発表会にも参加した大学院生TAもあり、科学の内容だけでなくプレゼンテーションスキルやコミュニケーションスキルに対しても高校生SCに指導支援する場面があった。

4項 私立学校が中核校となる場合の連携方法

① 公立小学校に対して

つくば市、常総市ともに市教育委員会教育指導課に協力を依頼し、サイエンスキャンプにおける後援をいただいた。各小学校児童への告知方法としても、教育委員会を通じて管内の全小学生児童に案内を配布していただいた。

② 公立高校に対して

茨城県教育庁高校教育課に協力を依頼し、コアSSH全体に対する支援をいただいた。連携校募集の際にも支援をしていただき、活動も視察いただいた。

2節 APサイエンス

研究開発の1年次は数学(Calculus AB)と化学(Chemistry)の2科目の実施とし、参加者はそのいずれかを選択するとした。

1項 学習会・練習会の実施

本校が土曜日は通常の半日授業を実施していることと、遠方の連携校もあるため、学習会・練習会を日曜日の実施とした。

① 第1回

日時 平成24年7月1日（日）10:00～15:00

会場 茗溪学園セミナー室A・B、第1AVE教室

内容 午前は数学講演会（微分と確率の融合）

化学講演会（高校では学習しない分野の解説）

数学講演会：筑波大学数理工学系数学域教授笠原勇二先生

「高校の数学と大学の数学～確率論の場合」

笠原勇二先生は確率論の研究者である。後述する伊藤清先生とも交流があり、生前の伊藤先生の写真や人柄、研究の進め方などの話もあった。世界的な数学者というと、頭の回転が速くどんな問題もたちどころに解いてしまうイメージがあるが、伊藤先生の話を通して誰もが理解したつもりになっている問題をじっくりと考えることが大切であることを話された。高校数学で確率というと、順列、組み合わせの応用として捉えられることが多いが、大学ではもっぱら積分論として語る

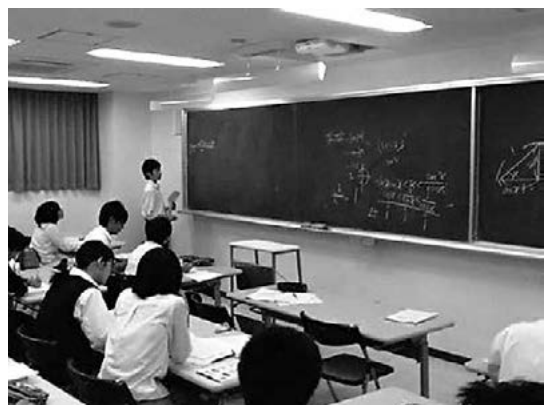


図12 数学学習会（平成24年7月1日）

れる。同じ分野でも高校と大学ではずいぶん様相が異なる確率を取り上げ、数学の見方の多様化を図る。さらに、世界で最も有名な数学者と言われる伊藤清先生の確率微分方程式の業績を取り上げ、実社会の中で数学がいかに強力な武器になっているかを説明していた。

化学講演会：筑波大学数理物質系化学域教授守橋健二先生「オービタルとエネルギー準位・核化学」

現在は高校課程から大学教養課程に移行したこの分野の基本事項を解説していただいた。

午後は全体講演会と茗溪学園教員による AP 問題の演習授業・解説

全体講演会：INFOE-USA 代表松本輝彦先生「日本の高校生も AP を！」

数学学習会：最初の学習会だったので、微分積分を学習するにあたって必要となる英語の言い回しや単語の紹介を行った。日本語との語順の違いに注目させ、変数の間の関係や、条件の強弱を意識させた。また、よく使われる公式も英語で紹介し、今後どのような関数のどのような計算を行っていくのかの予告にも行った。

② 第 2 回

日時 平成 24 年 9 月 2 日（日）10:00～15:00

会場 茗溪学園セミナー室 A・B

内容 午前は数学講演会・化学講演会（高校では学習しない分野の解説）

数学講演会：筑波大学数理物質系数学域講師永野幸一先生「等周不等式～面積を効率よく囲む方法」

永野幸一先生は、微分幾何学の若手の研究者として、第一線の研究現場で活躍されている。等周不等式というわかり易いながらも、どこから切り込んでいったら分かりづらいテーマを取り上げ、数学の研究がどのように行われていくのかを説明する。高校生にも理解できる初等的な不等式から始まり、それが一般化され等周不等式の証明につながっていく様子を追体験することができる。

化学講演会：筑波大学数理物質系化学域教授守橋健二先生「混成軌道と共有結合、錯イオン」

現在は高校課程から大学教養課程に移行したこの分野の基本事項を解説していただいた。

午後は茗溪学園教員による AP 問題の演習授業・解説

数学学習会：三角関数や指数・対数関数、極限、連続性などの説明から入り、微分の定義から計算をするまでの講義を行った。テキストは、英語と日本語の混じったものを自作した。三角関数の逆関数、不連続関数の微分、積分などは、日本の教科書では扱われないが、本質的な理解には役立つと考え、ここで紹介した。最後に AP に実際に出題された問題を解いた。ここで十分に時間が与えられればよかったが、すべての問題を解答するまでには至らず、解答を作成し配布をした。最後にとった生徒からのアンケートでも、もっと問題演習をしたかったという意見が多数あったので、次回学習会からは、パワーポイントと電子黒板を有効に使い、問題の提示と解説の効率を高めた。

③ 第 3 回（9 月 30 日）台風のため中止

④ 第 4 回

日時 平成 24 年 11 月 11 日（日）10:00～15:00

会場 茗溪学園セミナー室 A・B

内容 午前は化学は講演会（高校では学習しない分野の解説）、数学は茗溪学園教員による微分の解説と演習

化学講演会：筑波大学数理物質系化学域准教授中谷清治先生「酸化還元ポテンシャル」

現在は高校課程から大学教養課程に移行したこの分野の基本事項を解説していただいた。

午後は茗溪学園教員による AP 問題の演習授業・解説

数学学習会：学習に間があいたため、最初に微分の計算練習を行った。前で解説をする教員が 1 人と、連携校教員に机間巡視と個別対応を担当してもらった。学年も既習内容もまちまちな生徒が多いため、個別対応は有効だった。すべての問題ではできなかったが、生徒に自分の解法の説明や、別解の発表を行ってもらい、簡単な議論の場を設けることもできた。学年が異なることで、発想法に大きな差があることが、逆におもしろい解答を引き出すこともできた。

⑤ 第 5 回

日時 平成 25 年 2 月 3 日（日）10:00～15:00 ※コア SSH1 年次報告会を同時開催

会場 茗溪学園第 1 AVE 教室・第 2 AVE 教室・第 3 AVE 教室

内容 午前は化学は講演会（高校では学習しない分野の解説）、数学は茗溪学園教員による積分の解説と演習

化学講演会：筑波大学数理物質系化学域教授石橋孝章先生「熱化学とエントロピー」

現在は高校課程から大学教養課程に移行したこの分野の基本事項を解説していただいた。

午後は茗溪学園教員による AP 問題の演習授業・解説

数学学習会：積分の学習を行った。午前中は、区分求積法の説明から始まり、積分の定義、部分積分や置換積分の練習、回転体の体積の計算など、2 時間で行うには過重な内容であったが、テキストをプロジェクターに移しながら、考え方を中心に説明していった。

AP 受験希望調査、アンケートを実施。

⑥ 第6回

日時 平成25年3月3日(日) 10:00~15:00

会場 茗溪学園セミナー室 A・B

内容 学習会・講演会および模擬試験配布

全体講演会：INFOE-USA 代表松本輝彦先生「AP 受験対策 米国の学生はどう受験しているか」

AP 試験受験希望者対象ガイダンス

数学学習会：微分方程式の学習を行った。微分方程式といってもその解法を学ぶのではなく、その方程式が表している各点における流れを座標平面上に図示をするという出題がされている。つまり、変数分離形とか同次形といった分類や式変形の必要はなく、その式の意味がわかれば答えられるようになっている。さらに、微分方程式の数値的な解法としてオイラーの方法を学んだ。微小変化を積み重ねることで数値的に解に達する方法で、式変形のテクニックを習得するというより計算の意味を理解することに主眼が置かれている。

2項 APカリキュラムの分析

① Calculus AB

●AP Calculus は、主にアメリカの大学の課程を優秀な高校生が高校在学中に受検し、その単位を先取りするためのテストである。日本の課程でいうと、数学Ⅲに簡単な微分方程式が加わった内容になっている。受講にあたっては数学Ⅲの予習が必須となるので、先に年度の進度を提示し該当部分を学習してきてもらう形態が必要である。

●日本語で勉強した上に微分積分の内容を英語で勉強することにより、変数と変数、条件と条件の間に関係などを論理的に捉える訓練ができる。日本語であるがゆえになんとなく理解したつもりになっていることがらを英語を使って明確に表現することで理解を深めることができる。

●不連続関数や微分方程式などの扱いもテクニカルな式操作に終始することなく、式の意味を重視した問題作成が行われているので、微積分の本質的な理解に役立つものと思われる。

●筑波大学の協力を得て、数学の研究者の講演会を2回企画した。高校数学が大学数学へどのように接続され、さらに最先端の研究につながっていくのかのイメージを持つことで、学習意欲が増進されると考える。

●AP Calculus には、AB と BC の2つのレベルがある。AB はだいたい数学Ⅲの範囲で間に合うが、BC となると大学初年度のレベルになり、テーラー展開や微分方程式の解法、偏微分なども必要になってくるため、この学習会では AB の学習に限定した。

●時間も十分にとれなかったことも原因だが、数学の場合は式を見れば、何をやりたいのかが判断できることが多いし、AP の問題形式が単問の計算が大部分を占めるので、英単語の説明は軽くすませてしまった。とはいえ、高校生にとって、英語で数学というのは、初めての経験でもあるし、もう少し時間をかけて説明すべきであった。

●微分方程式の学習では、その解法を学ぶのではなくその方程式が表している各点における流れを座標平面上に図示をするという出題がされている。つまり、変数分離形とか同次形といった分類や式変形の必要はなく、その式の意味がわかれば答えられるようになっている。

●微分方程式の数値的な解法としてオイラーの方法を学んだ。微小変化を積み重ねることで数値的に解に達する方法で、式変形のテクニックを習得するというより、計算の意味を理解することに主眼が置かれている。

② Chemistry

●AP Chemistry の学習内容で日本の現在の高校化学の内容を超えている単元はオービタルとエネルギー準位、核化学、混成軌道と共有結合、錯イオン、酸化還元ポテンシャル、エントロピーなどである。これらの単元はいずれも昭和40年代後半からの現代化カリキュラムの際に日本の教科書にも記載されていた内容である。したがって、高校2年生や先取り学習をしている生徒であれば内容面での補習が必要ない Calculus AB と異なり、AP Chemistry の場合はどの学年生徒であっても補習が必要になる。直近の学習指導要領の改訂に伴い、一部高進度生徒対象の教科書や参考書には「発展」「参考」としてオービタル、混成軌道、錯イオン等の記載がみられるようになり、化学に高い興味関心を抱く生徒は触れられるようになっている。しかし、SAT Chemistry と違って AP Chemistry ではエントロピーを数値的に扱っており、微分方程式を用いた理解ができいないと正確には解答できない。

●先述の点からも、AP Chemistry に取り組んだ生徒であってもいったん SAT Chemistry への受検体験をし、次の段階として AP の受験に進むという段階的挑戦も有効であろう。

③ AP カリキュラム分析から見えるもの

●研究開発1年次の2科目の分析から見えてくることは、生徒の学習意欲に対する日米の考え方の違い、“平等”に対する日米の考え方の違いである。

(i) 学習は自分でテキストを読むことで進めるべきものである

欧米の教科書は価格も高く、日本の教科書のように1年使用したら廃棄してしまうものとは違う。分厚い理由は、学習とは生徒が自分で読解することで進めるべきものだからである。そのため、読めばわかるように記述されている必要があり、必然的に

分厚くなる。日本の教育では、学習は教師が授業で指導するということがまず求められる。一部予習が励行される場合もあるが、基本的には学習者が勝手に自学自習することが前提とされていない。誰でも学びたい生徒は自学自習することが当然とされ、そのための環境（インターネット授業も含めて）が整っている米国との学習に対する考え方の違いを感じた。

(ii) 理解でき意欲もある生徒にはどんどん先に進むことを容認する

飛び級の制度にも関連するが、その科目を理解でき、意欲もある子供に対しては年齢や教育課程に関わりなく先取りさせていく。「能力のある生徒には能力に応じて高い内容を与えることが“平等”である」という考え方である。一方、日本では学習指導要領によって学習させる内容が規定され、大学入試も基本的にはその範囲内から出題されるため、理解の早い生徒にとっては足踏みをさせられることになる。

(iii) AP（および SAT）は基本事項の理解を問うものであり、難問奇問は存在しない＝難問奇問など必要ではない

理解の早い生徒をどんどん先に進ませる（自学自習も利用しながら）からには、その単元の原理原則さえ理解できていれば十分である。現実世界の複雑な条件に合わせて原理を応用するのはその時点（社会に出た時点）でよいという米国の考え方が、AP（および SAT）の試験問題を分析していると見えてくる。かたや日本の大学入試では、理解の早い生徒のために複雑な応用問題（難問奇問）が用意される。現実期にはあり得ない設定や、単なる思考トレーニングに過ぎないと思われる設定を考えだし、時には言葉の表現上の“ひっかけ”問題までも作成されている現状である。

●AP サイエンスの取り組みを通じて、日本の中学高校生にもどんどん先取り学習をしたい、深い内容を理解したいという意欲を持つ生徒が多数存在することを感じた。「それは大学で学習するから」、「今は知らないでいい」という対応ではなく、知りたい生徒には先に進ませる、自学自習も課しながら、教えられる部分は教えていくという機会があってもよいはずだと感じた。その機会として AP の Subject に取り組むことはとても有効であろう。

●AP は試験であり、制度的カリキュラムではない。米国の進学校ではいくつかのコースを置いているが、無い高校も多い。コースの無い高校の生徒はインターネットの有料講座を受講したりしながら試験対策を行う。外国人でも世界中どこでもテストセンターさえあれば受験可能である。試験に合格した場合は、たとえば国際バカロレアの Higher クラスの単位修得と同等の評価を得られる。その意味でコストパフォーマンスの大変高い制度であると位置づけられる。

④ テキストの購入

今年度使用したテキストは、以下の通りである。

- ・ Zumdahl, Chemistry, High School AP 8th Ed, Houghton,
- ・ Zumdahl, Chemistry, Study Guide 8th Ed, Houghton
- ・ Zumdahl, Chemistry, Solutions Manual, Houghton
- ・ Zumdahl, Chemistry, Fast Track to a Preparing for the AP Examination, Houghton
- ・ Stewart, Calculus: Early Transcendentals SB, Brooks
- ・ Stewart, Calculus: Early Transcendentals Student Solution Manual, Volume 1, Brooks
- ・ B Stewart, Study Guide, Volume 1, Brooks
- ・ Stewart, Fast Track to a 5 AP, Brooks

⑤ AP 試験の受験

日時 Chemistry : 5月6日(月) 8:00~12:00

Calculus AB : 5月8日(水) 8:00~12:00

会場 茗溪学園

※国内の AP Testing Center は 7 校

Hokkaido International School (札幌市)、茗溪学園 (つくば市)、The American School in Japan (調布市)

Christian Academy in Japan (東久留米市)、International School of the Sacred Heart (渋谷区)

Saint Maur International School (横浜市)、Marist Brothers International School (神戸市)

受験費用 1科目あたり \$117(米国外での実施額) + 諸費用 → 12,000 円(予定)

事前登録 3月3日(日)に受験予定者の確定・申請用紙記入

4月27日(土)に Pre Registration 記入

合否結果約 2か月後に米国 College Board より本人宛に合否成績通知が郵送される。成績は5段階で、3以上が合格。合格した場合、米国大学に入学した際は当該科目の単位が認定される(認定科目は大学学部によって異なる)。



図 13 購入したテキスト

第3章 1年次の評価と次年度への課題

1節 1年次の評価

1項 ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプ

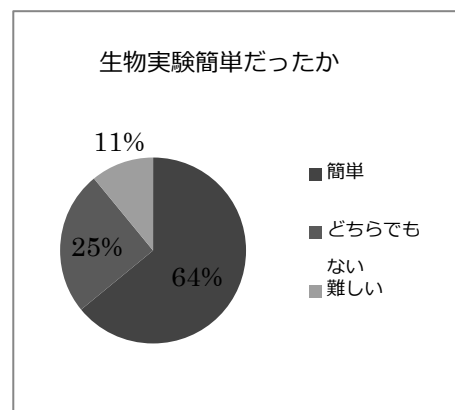
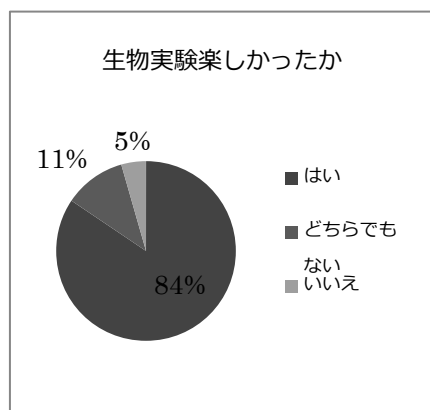
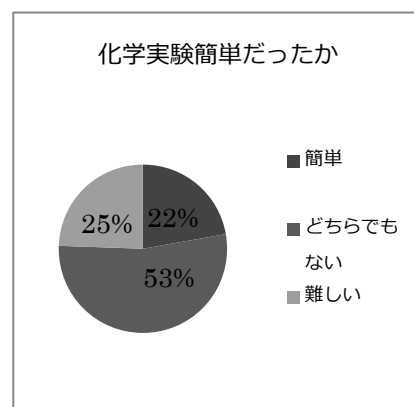
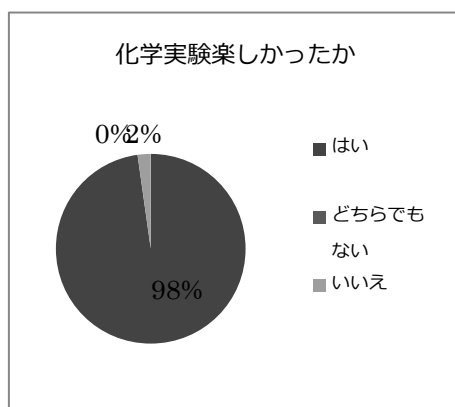
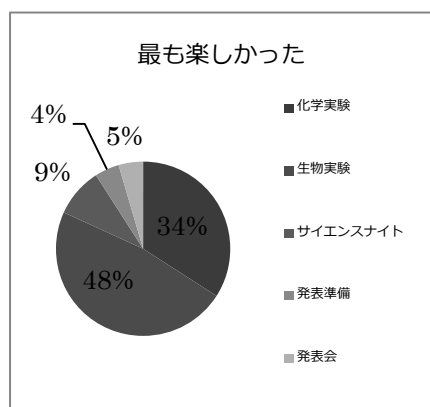
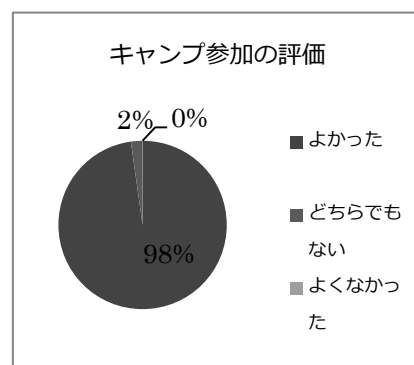
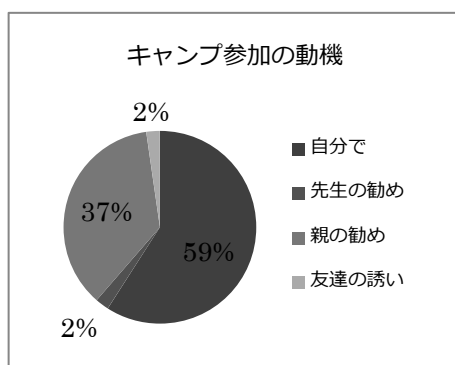
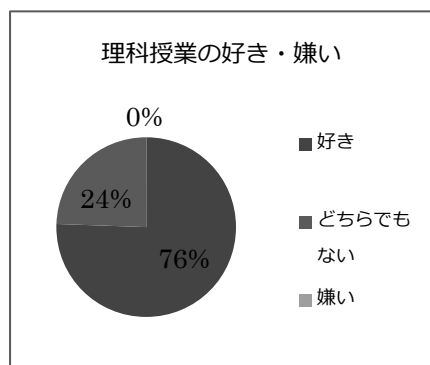
【課題解決のための仮説】

発展的な科学・技術に関心・意欲を抱く児童・生徒（インターナショナルスクール児童・生徒を含む）がより一層自信を深めて学習するようになり、認知面・情意面ともに深化することで、将来科学技術研究の最先端で活躍する自分像を肯定的に描くことができるようになる。

① 参加した小学生児童の評価

理科好きな児童が自分の希望で多く参加しており、参加した経験を肯定的に評価している。実験の難易度は概ね適当であったようだが、児童によっては難しいと感じる場合もある。しかし、学校の理科授業では体験できない実験内容やフィールドワーク、天体観望は強く印象に残っている。これらの印象は発展的な科学・技術に関心をいさぐ貴重なきっかけになっている。また、発表準備と発表会に対する印象が強く、高校生に丁寧に指導してもらったプレゼンテーションスキルが新鮮であったことを示している。

サマー・キャンプアンケート＜小学生 45 名対象＞（平成 24 年 7 月 28 日実施）



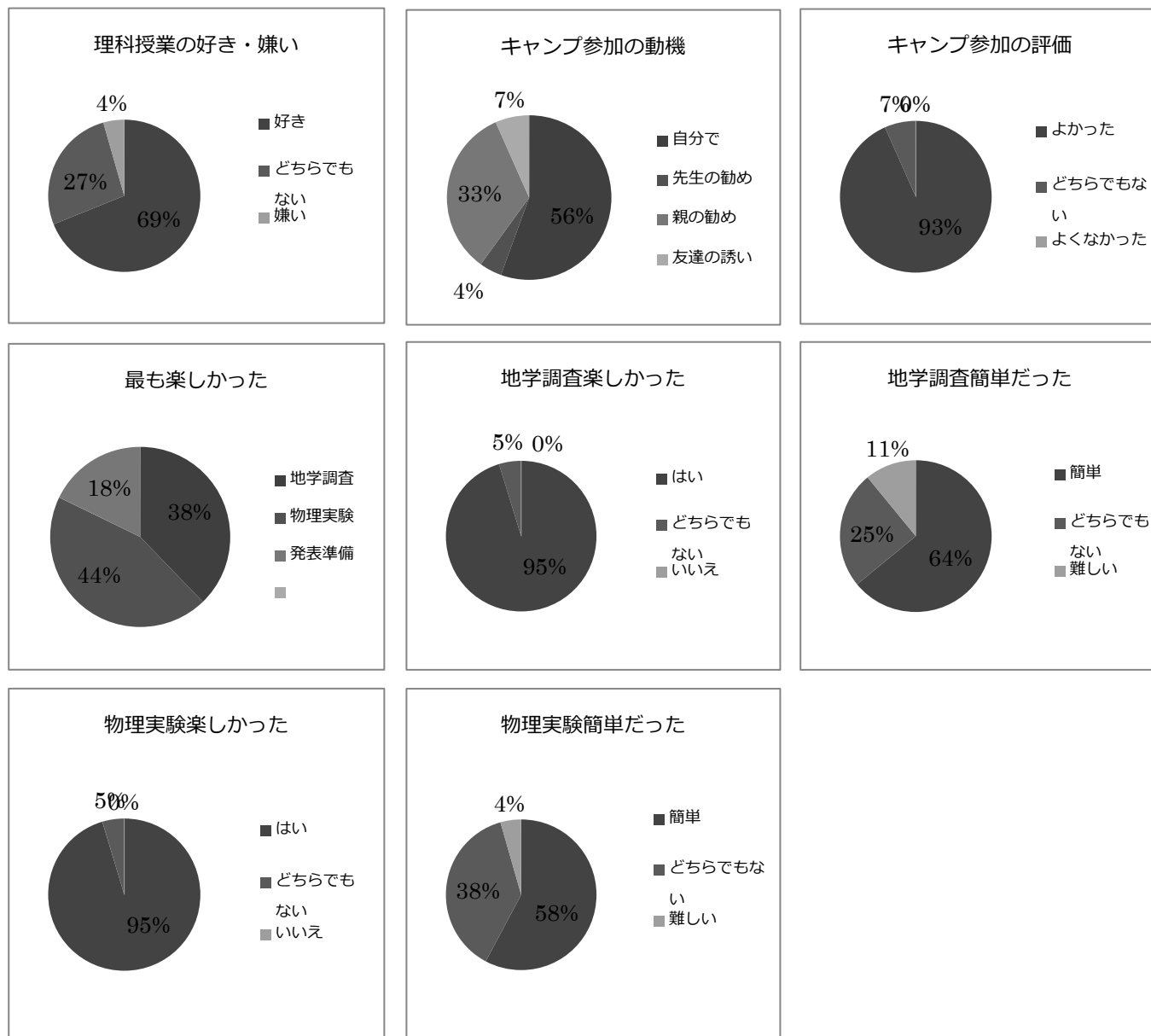
●印象に残ったこと（自由記述より抜粋）

ザリガニの食道を発見したこと/高校生と一緒に実験したことザリガニの解剖でしんけいをとったこと/科学実験でいろをつくったときです/サイエンスナイトでつくった飛行機が 30m も飛んだこと/班の人や高校生と化学実験や生物実験をやり、いろいろなことを体験したこと/私はザリガニが苦手なんですけど、解剖をしたから、だいた慣れることができました

●自分にとって価値のあったこと（自由記述より抜粋）

発表会の準備/みんなで、しん食を共にし、いろいろなことを学べたこと/ザリガニなど身近なものでもふくざつなくみがあるとしたこと/医者になりたいのでないぞうの類がわかったことをすごいかちかんをかんじました/教えてもらったことをべん強に生かせること/聴のう開口について知ったこと/はっぴょうしたこと

ウインター・キャンプアンケート<小学生 45 名対象>（平成 24 年 12 月 27 日実施）



●印象に残ったこと（自由記述より抜粋）

天体望遠鏡をつくり、月のクレーターや木星を実際に見たこと/遊覧船に乗り、カモメにえさをやったこと/湧水を見るために筑波山でロープにつかまってがけを降りたこと/発表準備/発表会で頭の中が真っ白になりながら発表したこと/高校生がやさしくしてくれたこと

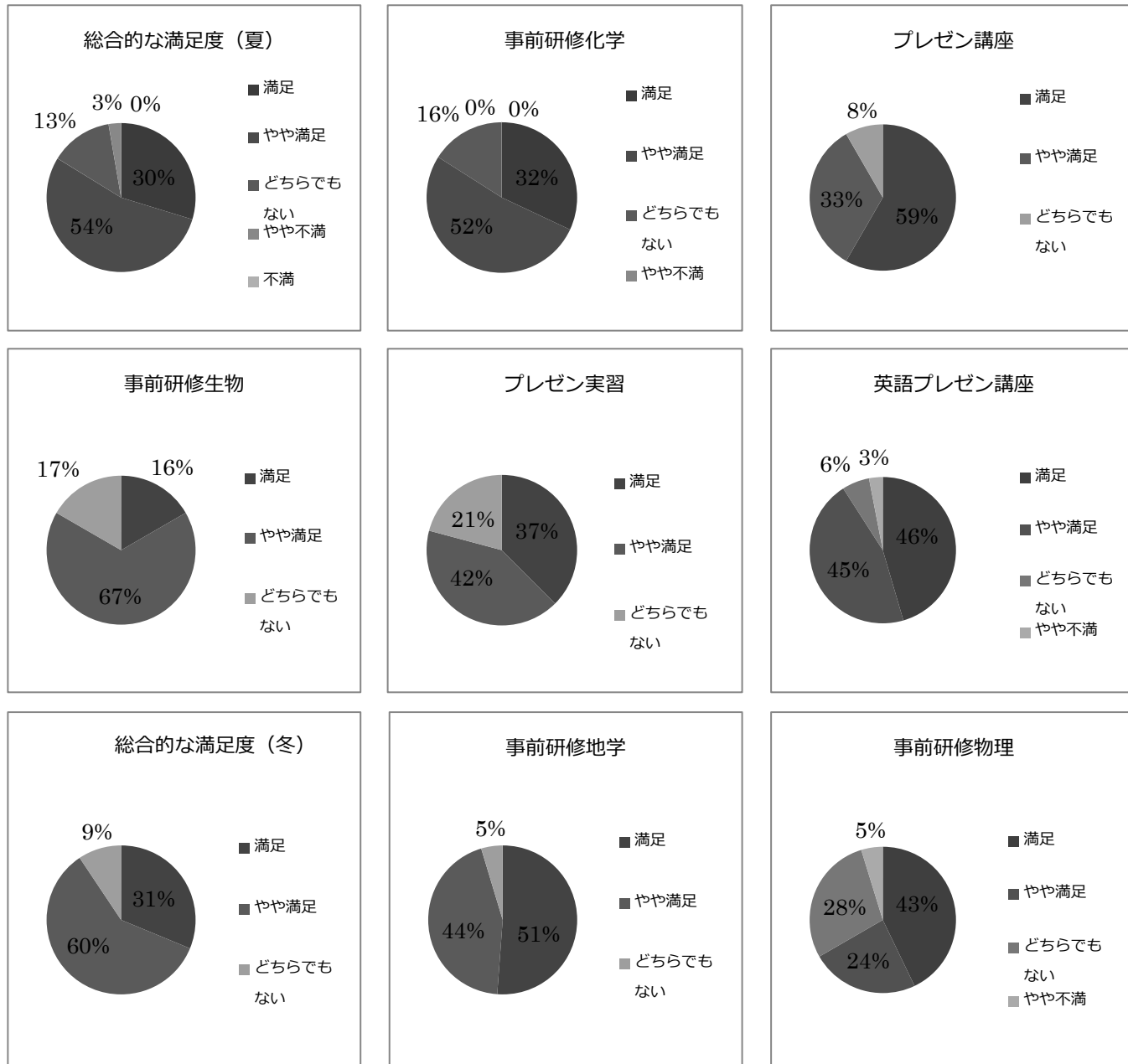
●キャンプに参加してこれから役に立ちそうなこと（自由記述より抜粋）

望遠鏡をもらったこと/望遠鏡のしくみがわかった/内容にそってまとめることができるようになった/筑波山の水のミネラルのことがわかった/発表会で緊張したこと/発表は大きな声ですということ/みんなで意見を出し合ってまとめること/筑波山の岩や角度のはかりかた/模造紙にまとめるまとめた

② 高校生サイエンスコミュニケーターの評価

ほとんどの高校生が小学生との関わりの中から、科学の面白さを再発見し、小学生に科学の魅力を伝えるためにはまず自分が魅力を感じる必要があることに気付いている。普段、他人とのコミュニケーションに自信のなかった生徒もコミュニケーション講座を通じてオープンマインドの重要性を体験的に理解でき、小学生に指導するという体験の中で自ら学んでいる様子、情意面の理想的な変容がアンケートから読み取れる。

サイエンスキャンプ事後アンケート＜高校生 36 名対象＞（平成 24 年 12 月 27 日実施）



●身につけたり向上したりした力・スキル・意識＜サマー・キャンプ＞（自由記述より抜粋）

年下に対して物事を簡単かつ面白く伝えられるように意識した。また、人を飽きさせないスキルや仲良くなれるコミュニケーション力を高められたと思う。/人前ではずかしがらずに話す技術。人に分かりやすく教える技術。/小さい子とのコミュニケーション能力。観察眼、表現力。/プレゼンテーションをするときに、あまり緊張せずに楽しんでできるようになった。/ザリガニについての知識や小学生と高校生の集中力の違いやそれに対する対処方法を学んだ。

●最も大変だったこと＜サマー・キャンプ＞（自由記述より抜粋）

プレゼンの準備を、少ない時間の中で構成を考え、製作していくこと。/小学生にどのようにしたら楽しさが伝わるか、という自分の教え方の面で大変だと感じました。/小学生に考えさせるということ。/小学生の予想外の行動/小学生に自分で考えて行動してもらうようにすること。/発表の手伝いをする。あきる小学生が出てきたから。/2日目に小学生の集中力が欠けてしまったこと、またその対処。

●サイエンスコミュニケーターに必要な能力とは<サマー・キャンプ> (自由記述より抜粋)

答えを教えるのではなくプロセスを教えること。/人々に科学の面白さを伝えられるコミュニケーション力。参加者が自分で自然と答えを導けるよう促す指導力。/楽しさをひきだす能力/実験や原理に興味を持ち楽しみそれを人に分かりやすく伝えたり、話したるする能力。/社交性、協調性、統率力、コミュニケーション力/臨機応変で柔軟な考え方。様々な趣味。/年齢に左右されない会話能力。理科が好きかどうか。/勇気(話しかける)と引っぱっていく力。/相手にわかりやすく伝えつつ、ちょっとした疑問を残す。/自分も小学生と同じ目線で興味を持つこと。

●次期 SC へのアドバイス<サマー・キャンプ> (自由記述より抜粋)

理系の人間が来るべきところですよ。理科・子どもが好きな人はぜひとも参加を。/"自分が教える"というだけでなく"参加者からも学ぶ"という姿勢も大切だと思いました。指導する側、される側という立場でなく、1つのチームとして行動することが大事だと感じました。/小学生と積極的に関わること/余計だと思っても、いろいろ考えてください。/広い視野で周りを見て小学生全体に気を配る。/小学生とたくさんしゃべることは大切。色々な視点で物事が見られます。/恥ずかしがらずに、やれるだけやってみる/小学生を飽きさせないように、1日目から、目を配ることが大切です。

●身につけたり向上したりした力・スキル・意識<ウインター・キャンプ> (自由記述より抜粋)

理科のおもしろさを伝えること。/知らない人と話せるようになった。いろんなイベントに参加したいと思った。/年齢や考え方が異なる人々をまとめる力/自分がすべてやるのではなく、小学生が満足できるように手助けをするという意識。/他人と協力する力。科学に対する興味/小学生がうまく言葉にできないことを言葉にできるようなヒントを与える。/人との関わり方。/子ども目線で考えること。

●最も大変だと思ったこと<ウインター・キャンプ> (自由記述 抜粋)

科学の本質を伝えること。/班の子がいじけてしまったとき。間違えてしまったとき、モチベーションを再び上げるのが大変だった。/限られたデータから考察すること/なぜそうなるかという原理、仕組み、理由をきちんと把握すること。/小学生にうまく自分で考えてまとめてもらうこと。(実験の結果からわかることに気づいてもらう)

●サイエンスコミュニケーターに必要な能力とは<ウインター・キャンプ> (自由記述 抜粋)

答えではなく方法や過程のみを教える能力。/子供とのコミュニケーション能力。科学を好きだと思えること。/ドンと構える心の広さと、周り(人や時間)を気遣える能力。漢字を含めた常識、基礎知識、科学に対する熱い思い。/I think it's to be all communicate with other people to work well with each other. Also, to be all to be independent so that you will not stay behind./子供に話しかけることができる能力が必要だと思います。易しく話せると子供は言うことを聞いてくれてすらすら行動できます。それに、リーダーシップが必要です。自分から命令して confidence がないと周りの人は不安になります。

●次期 SC へのアドバイス<ウインター・キャンプ> (自由記述 抜粋)

分かりやすく教える能力、まとめ力、子どもと仲良くする能力、コミュニケーション力が必要です/タフな人が必要です。/"答え"は教えるな。過程(プロセス)を大切に/そんなに知識や能力が無くても大丈夫だし、学べるし楽しいですよ。/小学生をあなどってはいけない。/小学生とのコミュニケーションによって自分も学ぶことがある。/全力で知らない人と話し、教養を深めよう。/小学生は意外なことにこだわる。/1日1日、その時間、その研究を楽しむ。/小学生はモンスターだけど、やりがいはある。/To be taking care of them more so that they will know what to do more. Because I saw that some of the people at the place were confused of where to go and what to do./SCはサポートすることが仕事。主役は小学生。/ confidence を持って。

2項 APサイエンス

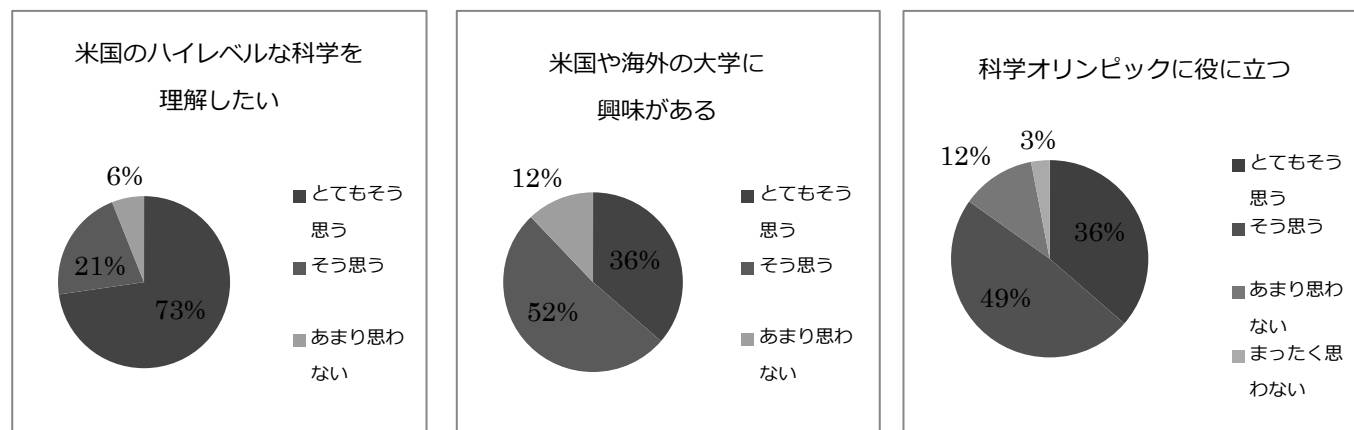
【課題解決のための仮説】

英語によるコミュニケーションや英語を生かした科学の学習に対して自信を抱くことができ、国際的に活躍する自分像を肯定的に描くことができるようになる。

先進的な理数学習に高い意欲を持つ高校生にとって、米国の高校教育上級・大学教養課程に該当する数学・化学の内容を学習するというプログラムは、その知的好奇心や学習意欲を満足させ、英語を用いても国際標準の学習内容を体験したいという向上心を充足させる非常に有効な手段であることが以下のアンケートから窺える。なお、調査対象数が少なく限定されていることから分析に統計的手法は用いず、素因比率と記述内容から評価を行った。

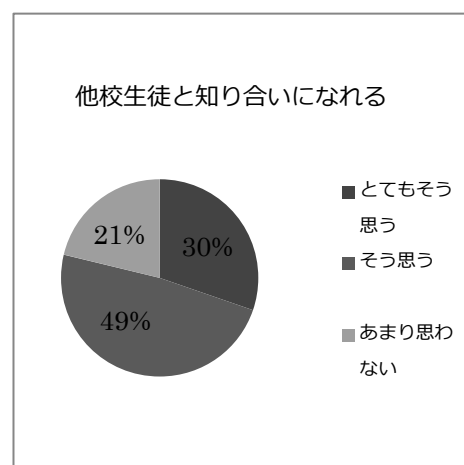
第 1 回学習会後アンケート（平成 24 年 7 月 1 日実施）

AP サイエンスに参加希望した際に期待したこと



●他にどのような期待があったか（自由記述より抜粋）

最先端の学習ができる/英語での専門的な知識を得ることができる。/内容が難しくても触れることで後の学習に役立つ。/大学の授業内容に触れて受験のモチベーションにする。/自分の今の力が大学にどれくらい通用するのか楽しみ。/各国との教育比較によって新しい発見や他国の教育の良さを生かし、知識量を格段に増やせるかもしれない。/数学への興味をさらに深める。/英語の能力向上。/より進んだことを学べる。/日本の高校の内容とも重なる部分があるのでそれを先にわかりたい。純粋に勉強を楽しみたい。/純粋に科学をやりたい、知りたい。英語を使って科学ができる。/英語での理系科目の学習に興味があったから。/レベルの高い勉強ができる。/授業であまり深く扱わない分野を学ぶ。/数学自体が好き。もっと数学について知りたい。/大学の先生からの講義を直接受けられる。



●数学講演会（筑波大学笠原教授）を受講してわかったこと、感じたこと（自由記述より抜粋）

数学の特に確率と微分は社会に密接に関わりがある。/伊藤博士が導いた「確率微分方程式」がどのようなものなのかわかった。/数学がいろいろな分野に関係していても面白い。/日頃あまり注目されないところで数学者が頑張っている。/即座に 8 割 9 割理解できる人よりもじっくり時間をかけて 10 割理解する人が勝ちですよ、というお話。/もっと勉強をしないといけないと感じた。/天才でなくても研究できる。/もっと大学の数学を実践的に学びたい。/大学での「確率」はどのように学ばれるか新しい視点で見ることができた。/確率と微分に関係があるとは思わずためになった。/やはり数学は楽しんだ者が勝ちだと思った。/ギャンブルなどは単位時間ごとにやると損得が 0 になるという部分が興味深かった。/自分でも何かできるような気がした。もっと具体的な話が聞きたかった。/難易度の高い話だったが、もう一度自分のメモなどを復習したいと思った。/もっと深く知りたい。

●化学講演会（筑波大学守橋教授）を受講してわかったこと、感じたこと（自由記述より抜粋）

AP でも中 3 で習ったことも役にたつ。(中学 3 年生)/原子の構造についてより深い知識が得られ、英語での名称も覚えた。量子力学的なことの基礎、光に関する方程式がわかった。/アメリカで習った内容とほぼ同じ。(アメリカからの帰国生)内容は難しかったが理解できたので嬉しかった。(中学 3 年生)/AP 化学はこれまでやってきたものとはレベルが全く違うものだった。このギャップを自習で埋めていきたい。/シュレジンガー方程式の n, l, m についての詳細についてわかった。

●AP 講演会（INFOE-USA 松本輝彦先生）を受講してわかったこと、感じたこと（自由記述より抜粋）

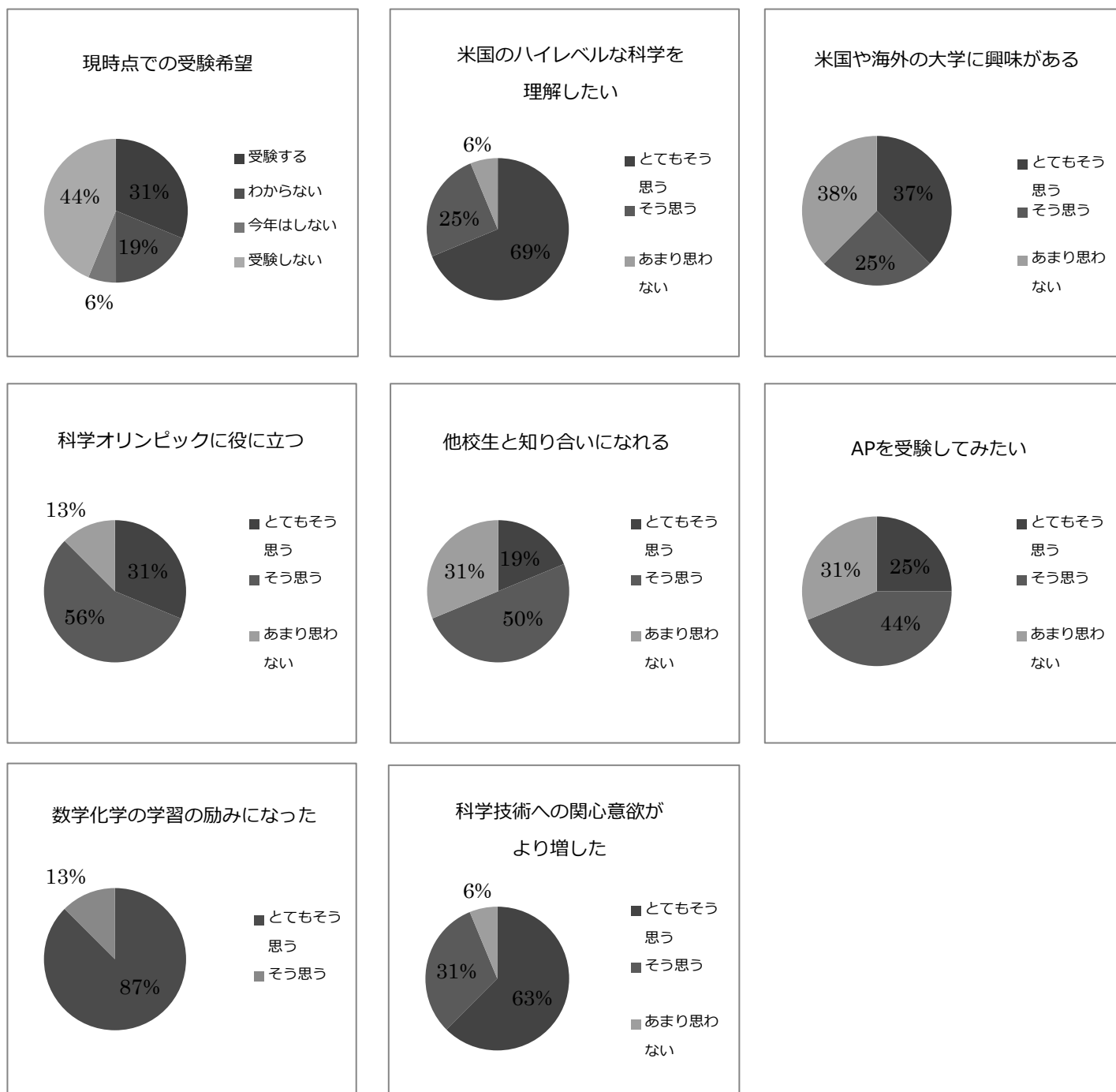
日本の学生はもっと自学しなければならない。/知識を得ることに限りはない。/自主的に本を読み知識を集めるということを身につける。質問を積極的にする。/日本の高校の教科書はあまりに薄い。世界の中で生きるためには AP のように積極的に勉強していかないといけない。たくさん読んで自主的に学習を進めて分からなかったところは質問しなくては。/我々がいかにか本を読まないか、と世界のレベルがわかった。/海外には日本とはけた違いに多くの勉強をしている人がいるということ。/アメリカの授業は「平等」だ。/受け身な勉強では世界では通用しない。/大きな大きな夢のある話でした。/難しくても AP に挑戦してみたい。/AP によるグローバルな教育がもたらす利点の大きさがわかった。/これまでの学習の方法を見直し、AP という機会を使って日本だけでなく国際的な勉強の要素を取り入れたい。/日本はもっと頑張らないといけない。/危機感。やらなきゃいけないことが見えた。/努力すればするほど成功できる確率が高まるのだと感じた。日本はもっと外国の教育制度を取り入れるべきだと思う。/アメリカの学生たちと競争していくためにも自分の今の勉強法を変えるべきだと思った。/自分にはまったく勉強が足りないと思った。/日本の高校生のレベルは高くないといわれるのは

あまり良い気分ではない。/教科書の内容を減らされたことに憤りを感じた。悔しさも感じた。/大学進学を受験勉強程度にしか考えていなかったが様々な選択があることがわかった。/APを日本で初めて学べるとは運が良い。/やる気が湧いてきた。/ぜったい高2で受験しよう。/国内でAPの存在をもっと知ってもらいたい。国内でもっと通用するものになってほしい。/自分で世界史も地理も進めて主体性を持とうと思った。

●問題練習会を受講してわかったこと、感じたこと（自由記述より抜粋）

英語が読めないと太刀打ちできないことがわかった。（化学）/ひとつの問題でも多くの解き方があることがわかった。（数学）/みんなで解くのは楽しい。（数学）/先に化学の教科書を全部完読したい。（化学）/人に説明するのは面白いと改めて感じた。（数学）/英語でも数学でも世界は共通だということがわかった。（数学）

第4回学習会後アンケート（平成25年2月3日実施）



●化学講演会（筑波大学石橋教授）を受講してわかったこと、感じたこと（自由記述より抜粋）

エントロピーとエンタルピーとギブス自由エネルギーがわかった/熱力学から平衡定数が出せること/エントロピーとエンタルピーの違い、熱力学がわかった/吸熱反応について、エントロピーとエンタルピーがわかった/熱力学は他と比べて厄介だと思ったが面白かった/この内容はとても面白い。/何でこんな大事なことを授業でやらないのだろうか。

●問題練習会に参加してわかったこと、感じたこと（自由記述より抜粋）

様々な方法で体積が求められることがすごいと思った。/いろいろと日本とは違うやり方があること。/微分積分の基本がわかり、日本ではあまり一般的でない問題を扱った応用が少しながら解けるようになった。/ $\Delta G = 0$ の基準がわかった/今まで知らなかった解法を知ることができた。/エントロピーとエンタルピーはどのように使われているかがわかった。/微分が積分をやったおかげで簡単に思えた。/ⅢCの積分がある程度わかるようになった。/未学習のことばかりで全然わからない時もあったが雰囲気は楽しかった。/面白かった。/講演会で曖昧だったところが分かってよかった。/やっぱりハイレベルでした。来年はもっとスムーズに受けられるように予習してきます。/とにかく難しかった。けれど今回はいろいろと理解することができたので良かった。/授業でやったことのあることしか学んだことがなかったので、こういうところで丁寧に教えてもらえたのはすごく良い経験になった。/問題そのものはそれほど難しくはないと感じた。/この内容は難しいけれど面白い。/数Ⅲの準備になってよかった。/難しいのですらすらと問題が解けなかったが、わかると面白かった。/すごく良くわかった。

●APサイエンスを受講して良かった点（自由記述より抜粋）

積分の面白さがわかった/すごくよかったです。自分はまだまだなので、もっとやりたいです。/化学だけでなく英語も必要になり学べること。学習の励みにもなる。/先取り学習を少し進めることができた。英語で問題を解くことが少しわかった。/先の数学に興味を持つことができた。/発展的な化学を勉強できたこと。/英語の説明を少し入れてもらいながらやってもらえたので国際的なレベルで数学の力がついたような実感を得られた点。何となく知っていた数学の勉強に関心を持てるようになった。/これまでより深いところで化学を学べる点。/数学を違う視点から見ることができた。/アメリカのAPの内容を少しでも触れたことが良かった。内容に更なる興味を持つようになった。/化学の授業内容が理解しやすくなった。面白かった。

●改善してほしい点（自由記述より抜粋）

午前中にして科目数を増やしてほしい/授業数をもっと多く。/最後に授業で説明した問題も含めた解答解説を配ってほしい。/講義の回数を増やしてほしい。/英単語が難しいとき、その訳がある表があるとうれしい/もう少し早く始めてほしい。/日曜ではなく普段の日に公認欠席でやってほしい。/実際のAPテストに即した問題がほしい。

2 節 次年度への課題

1 項 ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプ

① 英語コミュニケーションに関する課題

小学生参加者に国内のインターナショナルスクール児童を加えることで英語コミュニケーションのトレーニング・研究開発の機会とすることを企図したが、実施してみると参加者は全員日本語が流暢であった。インターナショナルスクール教員に事情を伺うと、国内のインター校生徒のほとんどは外国籍であろうと日本人帰国生であろうと日本語での日常会話は問題ないため、見知らぬ児童とコミュニケーションをとる状況であれば日本語を用いるのが自然ということであった。次年度は、国内の米軍基地内学校等に参加を呼びかけ、SCも含めて英語コミュニケーションを中心に行うグループを作成することが可能かどうか試みる。

② 取り組ませる科学内容を小学生にどのように理解させるかという課題

大学研究者の高度な科学内容を大学院生TAや高校生SCを経由して小学生に体験させ、先進的な科学技術に興味関心を抱かせることを企図したが、小学校理科の内容を大きく超える概念、たとえばイオンや電導度などの概念をわかりやすく伝える部分が課題である。次年度は海外のGifted Studentに対する教材等も研究し、工夫することが可能かどうか試みる。

③ SNSを用いた情報交換・意見交換に関する課題

高校生に急速に普及しているSNS（ソーシャルネットワークシステム）を利用して活発な意見交換や迅速な連絡体制を企図したが、SNSとしてFacebookの「茗溪学園コアSSH」というグループページを利用することを提示したため、一部生徒・学校からのFacebookに対する抵抗感が示され、全員に効果的に利用されるに至らなかった。実際はFacebookもグループページは指定関係以外では閲覧できず問題はないのであるが、企業イメージの影響が大きいと、次年度はFacebook以外のSNSを用いて情報交換・意見交換が可能かどうか試みる。

2項 APサイエンス

① 科目による取り組み方の違いに関する課題

Calculus AB は日本の高校数学ⅢC が理解できればほぼ理解可能であるため、取り組みの早い段階で問題演習に移行することが可能なものであるのに対し、AP Chemistry は高校化学では学習しない項目が多く、それらの内容を講義した上で演習する必要が生じた。今後、他の AP 理数科目の内容分析を進めながら、科目ごとの学習会の設定方法の確立を試みる。

② 講演会・学習会の設定に関する課題

Calculus AB は早めに問題演習中心の展開に変更したが、一方大学の研修者の講演を希望する生徒もいた。大学の研究者の知見を先進的な理数教育に関心の高い高校生に伝達するという点も魅力的なので適宜配置したい。

初年度は試行錯誤のため、学習会練習会を茗溪学園教員で主に担当したが、次年度は連携校教員で分担することを試みる。日程の設定に関しては、日数を増加してほしいという参加生徒の要望や、同好生徒間のコミュニケーションを図れるような合宿制の学習会の提案も成果報告会で出され次年度で検討したい。

初年度の反省点として、テキストの購入がある。AP テキスト（問題集ではなく）は通常の洋書購入ルートでは購入できず、購入に手間取ったため、参加生徒に次回予習内容を提示することが有効にできなかった。次年度は年間での進度予定を予め提示し、予習を前提とした取り組みを試みる。

③ 連携校範囲に関する課題

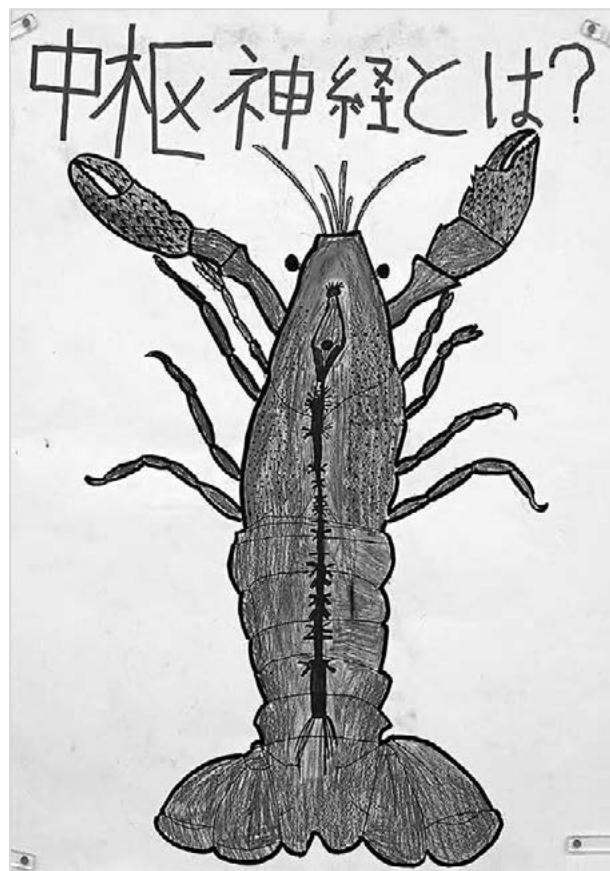
初年度はコア SSH 指定の連絡を確認してからの取り組みとなるため、全国の SSH 校にまで打診する余裕がなく、連携していただいた茨城県内 SSH 校・元 SSH 校に連携を打診した。次年度は AP 等の海外の先進的なカリキュラムに関心の高い SSH 校等と連携を試みる。

④ 取り組み科目数に関する課題

初年度は試行のため取り組み易い Calculus AB と Chemistry に限定して実施した。次年度はさらに Biology と Physics B にも試行を広げたい。そのため連携校内の分担を行い、一校に過重な負担がかからないように試みる。関連して、初年次に引き続き 2 年次も参加を希望する生徒がどのように参加可能かも含め、実施日の日程の工夫にも試みる。

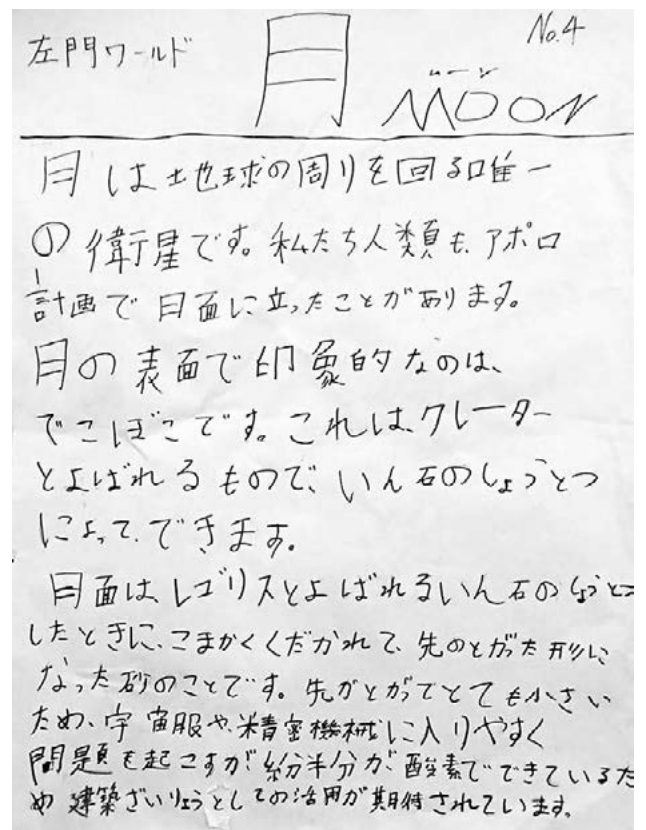
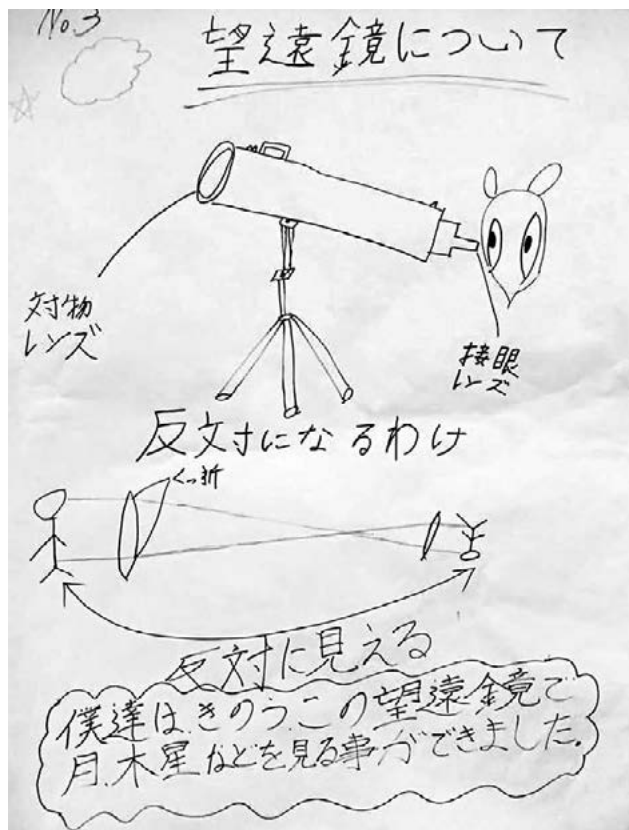
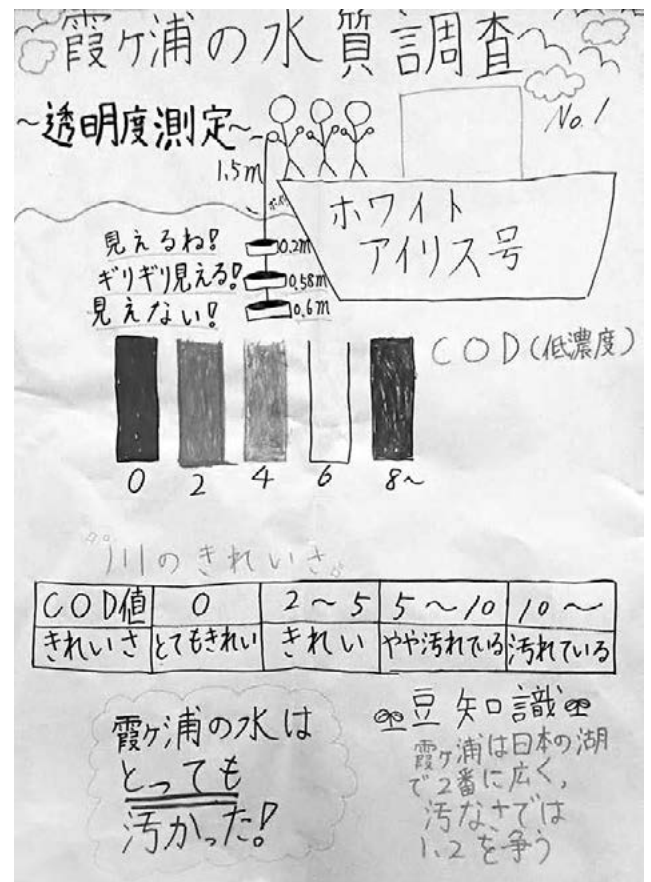
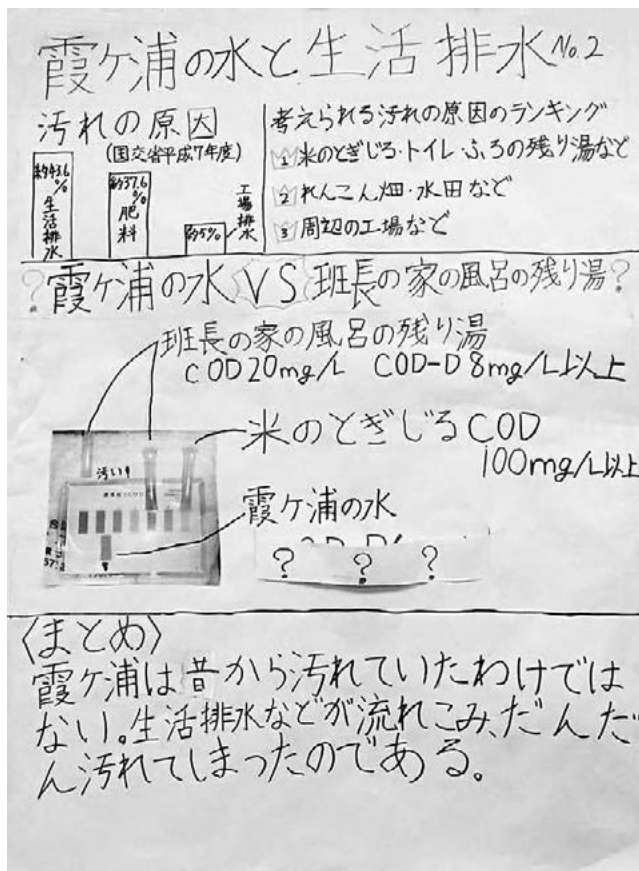
資料1 サマー・サイエンスキャンプ 発表会に用いたポスター

最優秀プレゼン賞を受賞したチームの作品（参加した小学生4名で編成したチーム）



ウインター・サイエンスキャンプ 発表会に用いたポスター

最優秀プレゼン賞を受賞したグループの作品（参加した小学生4名で編成したチーム）



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 2 年次

発行日：平成 25 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