

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5年次

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5年次

平成28年3月

茗溪学園中学校高等学校

平成28年3月
茗溪学園中学校高等学校

Global Program

【国際性の育成：英語劇（左）・Cross-Cultural Talk（右）】



【校外研修活動：International Survey Tour and Lecture（Death Valley）】

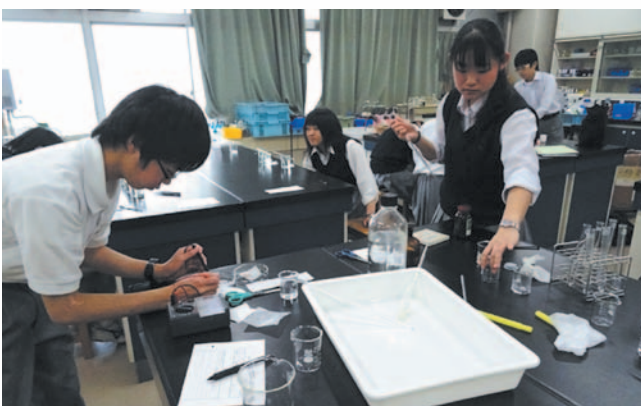


Explore Program

【学校設定科目：S S 研究発表会】



【学校設定科目：探究講座（左）／フィールドワーク・実習：水俣巡検（右）】



【フィールドワーク・実習：理科巡検（生物・地学巡検）】



Tsukuba Program

【高大連携：SS Lab Tour（WSZ 4 年研究所見学）】



【高大連携：SS Medical Seminar（左）・SS Camp 中 1（右）】



【高大連携：SS Geo Tour（屋久島）（左）・科学講演会（WSZ 2 年デンソー）（右）】



巻頭言

茗溪学園中学校高等学校スーパーサイエンスハイスクール第 1 期の研究開発が終了しました。「国際的最先端科学者育成中高一貫カリキュラムの開発」を研究開発課題として掲げ、国際的な視野での科学教育を受け、文理を問わない探究能力が育成され、地元と連携した科学の最先端を体験することで生徒が将来理数系分野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ができ、学習意欲と学力の両方を向上させることができるという仮説の検証を試み、成果をあげることができました。

本校の SSH には 4 つの特色がありました。1 つめは中高一貫プログラムの開発のため、中学 1 年生から高校 1 年生までの全員がプログラムの対象者であったことです。探究に必要な能力は文系・理系を問わないという前提の下、全員に参加するチャンスがある、関わっている生徒数が非常に多い SSH でした。2 つめは、一人ひとりが個人テーマを設定した課題研究に取り組むうえで必要になる探究能力を伸ばさせるプログラムを主軸にしているということです。探究能力の他にもプレゼンテーション能力の向上を図り、全員がめざましい向上を成し遂げることができました。課題研究内容の質も向上させることができ、ISEF や JSEC、学生科学賞などの国内外の科学系コンクールで入賞が相次ぎました。3 つめは英語で科学を学ぶ取り組みが効果的に配置されているということです。米国の SAT (Scholastic Assessment Test) の理数系科目 Subject Test への対策講座や AP (Advanced Placement) 教材を活用した上級科学講座への参加などを通して、英語で記述された科学教材を用いて知的好奇心を満足させられる体験をでき、また SAT や AP の試験を受験することで自信をつける体験ができた生徒も多くいました。中には AP 試験の合格 Certificate を大学受験に活用した生徒もいました。4 つめは付属校ではなく大学同窓会立私学としての長所を生かし、筑波大学や茗溪会を中心に幅広い支援や助力をいただけたことです。単発の講演会や見学会への協力支援だけでなく、継続的な指導をいただいたり、課題研究への個別指導をいただいたりしました。研究学園都市交流協議会加盟の研究所や企業の支援も得られ、地域全体から支えられた SSH を達成することができました。

特に私が深く感銘を受けたのは、2 年次から 4 年次までの 3 年間の指定をいただいたコア SSH のプログラムです。ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプでは、筑波大学の研究者とインターナショナルスクール児童を含む地元つくば市常総市の児童を、県内 SSH 校・元 SSH 校の高校生がサイエンスコーディネーターとしてつなぎ、最先端の科学を自ら理解したうえで児童に実験指導をし、宿泊指導もしながら 2 日目にはプレゼンテーションの指導も行うという野心的なプログラムでした。高校生たちは科学コミュニケーションや英語プレゼンテーションの事前研修、実験指導の事前指導を受け、どうしたら小学生児童に科学の魅力を伝えられるかを議論し工夫して当日を迎えるという充実したプログラムでした。参加した小学生は元より、高校生の成長が著しく、他校への成果普及とともに多くの SSH 校と連携して事業を推進していくという得難い経験を積むことができました。これも多くの方々のご指導ご支援のおかげと深く感謝いたします。どうも有難うございました。

平成 28 年 3 月

茗溪学園中学校高等学
校長 田代 淳一

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）	2
SSH 研究開発の成果と課題	6
第1章 研究開発の課題	16
第2章 研究開発の経緯	21
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	24
・ SSH 英語劇	24
・ Cross-Cultural Talk	25
・ 科学英語・科学英語上級	26
・ SAT Science/AP Chemistry	27
(2) 国際科学オリンピック	
・ International Science Competition	27
(3) 校外研修活動	
・ International Survey Tour and Lecture	28
・ Science Workshop	29
・ Presentation with Overseas Fellowship	29
・ 科学部・地歴部の活動振興	30
2 節 Explore Program	
(1) 学校設定科目	
・ 探究Ⅰ	32
・ 探究Ⅱ	32
・ SS 数学Ⅰ, Ⅱ	33
・ SS 数学Ⅲ	34
・ SS データ解析	34
・ SS 数学Ⅳ, Ⅴ	35
・ SS 数学Ⅵ	36
・ SS Tech	36
・ SS Expand Program	37
・ SS ICT	37
・ 生命科学, 地球科学	38
・ 理科A	39
・ 理科B	40
・ 理科C	41
・ 探究講座	42
・ SS 研究	43

(2) フィールドワーク・実習

・ 筑波山巡検（地学・物理・地理分野）	44
・ 地図を使った地域調査	44
・ 理科巡検（生物・地学分野）	45
・ 生命倫理, 科学倫理	45
・ SS Overnight Study	46
・ 分子遺伝学実習	47

3 節 Tsukuba Program

(1) 高大連携

・ SS Camp（中1）	48
・ SS Camp（中2）	48
・ 科学講演会（高1 環境研・筑波大学）	49
・ 科学講演会（情報通信技術）	50
・ 科学講演会（中2 デンソー）	50
・ SS Lab Tour（高1 研究所見学）	51
・ SS Lab Tour（足利工大）	52
・ SS Medical Seminar	52
・ SS Geo Tour（屋久島）	53
・ SS Lab Camp	54
・ 科学倫理ワークショップ	54

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	66
資料2 SSH 運営指導委員会の記録	68
資料3 SS NEWS	70
資料4 SS 研究テーマ一覧	72

がっこうほうじんめいけいがくえん 学校法人茗溪学園	めいけいがくえんちゅうがっこうとうがっこう 茗溪学園中学校高等学校	指定第 1 期目	23~27
------------------------------	--------------------------------------	----------	-------

①平成 27 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 27 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・数学班）・地歴部・コンピュータシステム研究会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。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

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た。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2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た。International Survey Tour & Lecture において、訪問先を CERN に変更して物理学中心の海外研修を試みるなど、Global Program の充実・発展を図った他、学校設定科目「SS 数学Ⅲ」「物理 C」「化学 C」「生物 C」「地学 C」「SS 数学Ⅵ」を開始し、Explore Program の拡充を図った。Tsukuba Program においては、第2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・実施した。なお、科学倫理ワークショップは2月実施予定だったが降雪の影響で中止となった。

(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(1)・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)・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)

高校3年…物理 C・化学 C・生物 C・地学 C・SS 数学Ⅵ(各4)

○平成27年度教育課程の内容

上記と同じ。

○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。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、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。デスバレー国立公園及びヒューストンをフィールドにした International

Survey Tour and Lecture を、選抜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筑波大学・茗溪会（筑波大学同窓会）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。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。科学倫理・生命倫理においては、中学 3 年における授業に加え、希望者対象に水俣巡検も実施した。また、平成 26 年度に続いて、平成 27 年度もインターナショナルスクールとの連携事業を開催した。

(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（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、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、1 月）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。今年度は、希望者対象の人工衛星関連分野の実験講座、科学講演会も実施した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

Global Program …科学部は、積極的なフィールドワークなどの実施を通してその活動が強化されてきた。科学部員が増えたことは SSH 指定による活動の充実の一つの大きな効果であったと考えられる。科学を接点に国内外で英語を使用する取組である International Survey Tour and Lecture、Presentation with Overseas Fellowship、Science Workshop、Cross-Cultural Talk はいずれも参加生徒から高い評価を受けるとともに、視野を広げ、英語学習へのモチベーションをあげる効果があった。SAT や AP への取組は継続的に実施しており、SAT や AP の受験に意欲をもつ生徒が一定数いることがわかった。授業内での Global Program の実践では、昨年までと同様に一定に成果をあげていた。

Explore Program …総合（探究 I・II）等で学校図書館との連携も年々深まっており、さらに複教科目・学年での活動が常態化していることから今後、生徒の図書館利用スキルの向上が見込まれる。今年度は中学 1 年において「エッセイ・ライティング」の指導を取り入れており、文章で「表

現する」力をつけることができたことは大きな進歩であった。SS Overnight Study は「PC によるセンシング講座」を実施した。実証的なデータを得るために生徒自らプログラミングを体験することには大きな意義があった。本プログラムに対する生徒の評価も高く、プログラミングへの心理的障壁も取り除かれたことがうかがえ、大きな成果をあげたものと考えられる。

Tsukuba Program …これまで同様、大学や研究機関の協力を得た。特に SS Lab Camp において人工衛星の開発分野に関わる実験などが実施されたことは、宇宙工学などに興味関心のある理系生徒にとって有益な体験となった。科学倫理ワークショップは社会科の主導で実施され、水俣研修に参加した生徒も参加した。科学と社会との関わりを検討することは、これからの科学者や技術者にとって欠かせないプロセスである。文系の生徒であっても社会問題に相対する上で必要な科学リテラシーを獲得するよい機会となった。SS Geo Tour の屋久島研修は、埼玉県立春日部高校との共同で実施するフィールドワークは、互いの高校生が刺激しあうことできた。また、本格的なフィールドワークのための観察スキルなどの向上もうかがえるものとなった。

○実施上の課題と今後の取組

中学では教科間連携を含む取組を展開したが、教科間で育成すべき能力の違いを共有した上で適切に役割分担をし、十分に取組を行うには予想を超える困難があった。中学段階からスキル習得と並行して、比較・検討・批判等を通して、一つ一つのトピックを熟考し疑問を見出す経験を積むことに加え、中学・高校を通して、調べたことにとどまらず、考えたことを表現していく活動を組み込み、議論や講評等を通してさらに自らの考えを深くしていくプロセスを重視する必要がある。また、論理的思考力・表現力や、未知の内容についてじっくり考える力の段階的な育成を図るためには、教科間の連携を図りながら、各教科・科目に共通するスキルを育成することが望まれる。探究能力の意味するところは幅広く、教員間で特定の視点を共有して、意図的に育成する部分が少なかったことが課題である。SS 研究の論文執筆や発表を行うために必要な力をより重点的に育成できるよう、論理的思考力や表現力の系統的な指導法と評価法を研究していくべきである。主に考察の深さ、そしてそれを支える調査計画およびデータの量と質の確保を図ることが求められており、その点においても、考えたことを表現していく活動、特に、パラグラフライティング等、書く力をつけるための指導法や、その評価法の研究を充実させることが重要である。

高校の理科・数学の指導は、高校 1・2 年を科学概念を着実に習得する時期と位置づけ、高校 2～3 年で発展的内容の指導を行うことが本校の実情に沿うものと考えられる。科学講演会も、事前の準備と事後指導をより入念に行う必要がある。ただし、早くから発展的な内容に関心を持つ生徒に対応するため、そのような生徒に広く門戸を開く取組を積極的に実施して、全生徒に発展的な内容を主体的に学ぶ機会を確保することに留意していく必要がある。

高大接続のあり方が問われる中、これまで研究を重ねて来た AP、SAT に加え、本校が IB 候補校になったことを踏まえて、将来の高大接続に資すると考えられる AP、SAT と IB について研究し、主に理数系科目において生徒が伸ばすべき能力を着実に伸ばすにはどのような方策があるか、指導法・評価法両面で追究していく必要がある。また、科学技術およびそれと不可分な関係にある国際社会は、地球規模・宇宙規模の未知の課題に立ち向かう時代を迎えている。理数系科目が得意なだけの人材ではなく、総合的な人材育成をめざしていくべきである。教師から教わった理論や実験を忠実に再現する能力を養うだけでなく、生徒の自発的・自律的な姿勢を涵養することができる。このような教育の方向性を持つことにより、生徒にとってはグローバルスタンダードの理数系教育を享受できるというメリットが新たに生じると考えられる。この際、検証を進めるためにも、地域や他の SSH 校とも連携しながら取組を続けていく必要がある。

大学・研究機関・企業の連携は、連携するために適切な人数や準備期間を考慮しながら、さらに深める必要がある。また、本校における成果の普及や先進的な取組の評価・改善・共有を目的に、地域や国内外の学校とより密着したプログラムの展開を図る必要がある。今後も様々な分野にわたって試行し、継続できるようにしたい。

がっこうほうじんめいけいがくえん 学校法人茗溪学園	めいけいがくえんちゅうがっこうとうがっこう 茗溪学園中学校高等学校	指定第 1 期目	23～27
------------------------------	--------------------------------------	----------	-------

②平成 27 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(平成 27 年度教育課程表、データ、参考資料)」に添付すること)
平成 23 年から平成 27 年に毎年 1 回ずつ実施した「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) SSH 基礎調査の分析 平成 26 年度の高校 1 年生の基礎調査結果について、学習動機の因子分析結果を市川(2001)による 2 要因 6 因子モデルと本校の調査データをもとに探索的因子分析をした結果を比較した。学習動機尺度の元となった 2 要因 6 因子モデルの「充実志向」と本校の「充実性と好奇心重視」は、ともに内発的動機づけである。ほかの本校の「自尊心重視」は元の「自尊志向」、「他者影響重視」は「関係志向」、「思考力重視」は「訓練志向」とほぼ同様の因子が抽出された。一方、本校の「将来志向重視」は 2 要因 6 因子モデルとは異なる切り口の因子である。因子分析の対象とした平成 26 年度の高校 1 年生は中学入学時に SSH の指定が始まった学年であるが SSH 指定により「将来志向重視」という因子が特徴的に表出した可能性が示唆された。 また、平成 24 年度から 26 年度の 3 年間のデータについて高校 1 年生から 3 年生までの各学年における学習動機について、36 の質問項目の平均得点上位 5 項目を選び出した。成績優秀者群の出現回数が非成績優秀者群と比較して多い項目は「知識を身につけた人になりたいから」、「何かができるようになっていくことは楽しいから」など内発的動機づけの項目が多い。逆に非成績優秀者群は「学歴があれば、おとなになって経済的に良い生活ができるから」など外発的な動機づけの項目が目立つ。これらの結果から、成績優秀者は非成績優秀者と比べて内発的動機づけが高いことが示唆された。学習方法については、成績優秀者群と非成績優秀者群の間に大きな差異は認められない。したがって、学習方法よりも学習動機の方が成績に寄与していると考えられる。これらの結果から、成績面で成果を残すのであれば、内発的動機づけを重視した指導が望ましいことがわかった。 (ii) 外部コンクール等に関して 平成 27 年度の外部のコンクール等への成果について述べる。本年度も多くの生徒が科学研究コンクール等へ積極的に参加することができた。入賞等の成果としては、高校 2 年生の日本学生科学賞での入選 3 等を筆頭に、中学 3 年生の自然科学観察コンクールでの佳作、中学生の茨城県児童生徒科学研究作品展における県 2 位相当の受賞などがあった。高校生だけでなく中学生の活躍も目立つようになり、SSH 指定から 5 年目になり科学に興味を持っている中学生の段階でも科学研究への積極的な姿勢が見えるようになった。これは、中高一貫を基本とする私立学校において、生徒募集にも科学への興味関心を持つ小学生児童に対して SSH の取り組みが一つの魅力として捉えられていることからもうかがえる。 平成 28 年の 5 月に開催される「G7 茨城・つくば科学技術大臣会合」の記念イベントとして「ハイスクール科学技術サミット」が平成 28 年 2 月 10 日に実施された。本校からも高校生 2 名が参加して「Space and Engineering」と題して英語で発表を行い、高い評価を得た。 (iii) Global Program 本校では、海外からの帰国子女受け入れを積極的に行っており、創立以来英語教育を重視している。帰国生がもつ卓越した英語力をさらに伸長するための特別クラスも編成している。これまでも	

本校は科学を英語で考え、英語で学んでいく能力を育成してきており、英語のプレゼンテーションやディスカッションに堪えうるスキルを潜在的にもっている。単なる語学力・コミュニケーション能力や英語でのプレゼンテーション・ディスカッションスキルの向上にとどまらず、生徒が将来、海外の大学における学術研究や、国際的先端研究の現場に身を置いた際に必要になる、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養い、国際感覚で物事を考えられる生徒を育成することを目指して、以下の活動を展開した。

中1・中2「Show and Explain」「英語劇」 中3「Cross-Cultural Talk」

中学海外・高校「科学英語」「科学英語上級」

希望者選抜「International Survey Tour and Lecture」「Presentation with Overseas Fellowship」

希望者「AP Chemistry」「SAT Science」「International Science Competition」「Science Workshop」

今年度は科学部生物班が「ゲンジボタルの遺伝子解析による地理的な分布の研究」をシンガポールで開催された「Global Science Link Singapore 2015」で発表するなど、Global Program にふさわしい活動を行うことができた。SSH の取り組みを通じて、課外活動である科学部は、予算面での充実もあり活動内容や活動回数、積極的なフィールドワークなどの実施を通してその活動が強化されてきた。科学部は物理班、化学班、生物班、地質班、天文班、無線工学班が活動してきたが、SSH 指定期間中に数学班が加わった。さらに今年度からはコンピュータシステム研究会が発足した。今年度現在で科学部は160名前が在籍している。SSH 指定2年目の平成24年度に比べて、50名近くの部員数が増えた。科学部員が増えたことは SSH 指定による活動の充実の一つの大きな効果であったと考えられる。なお、部員数160名前という数値は、在校生徒数の1割強であり、他の課外活動のクラブと比較しても科学部に所属する生徒の割合は高いものである。

科学を接点に国内外で英語を使用する取り組みには、アメリカのデスバレーとヒューストンで実施した International Survey Tour and Lecture、中国の上海で実施予定の Presentation with Overseas Fellowship、本校を会場につくばインターナショナルスクールの生徒とともに実験活動を行う Science Workshop があった。これらの取り組みは参加生徒から高い評価を受けるとともに、視野を広げ、英語学習へのモチベーションをあげる効果があった。International Survey Tour and Lecture は、平成25年度・26年度に実施してきた CERN（欧州原子核研究機構）での研修が、研修先の都合で継続できなくなり、新たに「限界に生きる」というテーマを設定して、平成23年度・24年度に実施してきたデスバレー国立公園における研修に加え、ヒューストンにおいて宇宙医学・宇宙工学の研修を組み込んで実施した。デスバレー国立公園ではレンジャーとともに熱心かつ詳細なフィールドワークを実施することができ、ヒューストン研修においても JAXA や各研究機関の協力を得て貴重な講義を拝聴することができて、充実した研修となった。Presentation with Overseas Fellowship も、昨年度に引き続いて、3月に上海で実施する方向で準備することができた。つくばインターナショナルスクールとの連携事業は、平成26年度に続いて平成27年度も Science Workshop として実施することができ、つくばインターナショナルスクール・本校双方にとってメリットの大きい実習を実施することができた。Global Program に加え、Explore Program の趣旨にも沿う有意義な活動を実施することができた。

英語学習へのモチベーションを向上させるという点では、中学3年で実施している Cross-Cultural Talk が大きな役割を果たしている。Cross-Cultural Talk では、JICA 筑波国際センターの協力を得て開発途上国から来日している研修員を迎えて英語でコミュニケーションをとるイベントである。研修員には英語を第二言語としている人が多く、同じように第二言語として英語を学んでいる生徒にとって、英語を通して世界中の人びととコミュニケーションがとれることを実感し、英語学習の必要性をひしひしと感じる機会となっている。また、平成27年度の研究開発においては、事前指導を充実させた結果、当日の取り組む姿勢に好影響を与えることが確認できた。

SAT Science や AP への取り組みは継続的に実施しており、SAT や AP の受検に意欲をもつ生徒が一定数いることがわかった。しかし、今回の SSH 指定期間にその層が増えなかった。これは海

外への大学進学指導を含め、今後の課題となる点である。

授業内での Global Program の実践では、昨年までと同様に一定に成果をあげていた。英語劇では、2～3ヶ月にわたる事前指導を通じて、発音や、英語を使った表現への意識が高まった。科学英語では、他教科との協同実習が試みられ、新たな展開を見せた。

国際科学オリンピックへの取組も、SSH 事業開発以来初めて化学オリンピック予選への挑戦者があり、生徒1名が地学オリンピック予選を突破するなど、日本のトップレベルで実力を見せる生徒が出てきた。

(iv) 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 数学Ⅲ」
「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 数学Ⅴ」「SS 研究」

高3 「物理 B」「化学 B」「生物 B」「地学 C」「SS 研究Ⅵ」

希望者「SS Overnight Study」「分子遺伝学実習」、地域の学校との連携事業

Explore Program は多くの学校設定科目で取り組まれている。これまでの取組によって、どのカリキュラムも一定のかたちができあがり、質的な向上が課題となっていた。

中学校の総合（探究Ⅰ）と総合（探究Ⅱ）は、それぞれ「水」と「エネルギー」をテーマとしたクロスカリキュラムの取組である。「探究」では「調べる」、「まとめる」「表現する」という活動が含まれる。「調べる」活動については学校図書館との連携も年々深まっており、さらに複数科目・学年での活動が常態化していることから今後、生徒の図書館利用スキルの向上が見込まれる。今年度は中学1年において「エッセイ・ライティング」の指導を取り入れた。そのため、探究Ⅰの活動で文章で「表現する」力をつけることができたことは大きな進歩であった。「エッセイ・ライティング」は来年度は中学1年と2年で実施されることから、年を追うごとに説得力のある文章作成能力の向上が期待される。

今年度の SS Overnight Study は、これまでの天文分野とは異なり「PC によるセンシング講座」を実施した。Arduino という小さなコンピュータ基板と加速度センサーを組み合わせ、自らプログラムを組んで揺れを計測するという内容であった。プログラミング教育が社会的な課題ともなっているなか、実証的なデータを得るために生徒自らプログラミングを体験することには大きな意義があった。本プログラムに対する生徒の評価も高く、プログラミングへの心理的障壁も取り除かれたことがうかがえ、大きな成果をあげたものと考えられる。

これまでの研究開発では、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、題材・内容の精選、③時間的な制約、の3点が課題となっている。以下に、上記3点についての今年度における動向を述べる。

①については、中学1・2年生における家庭学習の意識づけの他、中学3年「地球科学」において予習の発表を導入するなど、中学3年における予習の取組も継続している。希望者対象の講座も、新たな試みを行い、質的な向上を図ってきた。対象分野を広げることで、興味関心を引き出すことに加え、専門分野への目を開かせるきっかけとなっている。例えば上述の SS Overnight Study においては、事前学習の上で当日の活動を実施したことで、アナログ・デジタル双方のセンシングへの興味を増した生徒が数多くいた。

②については、6年間を通して実験や観察を積極的に取り入れる点が、多くの生徒から引き続き高い評価を得ており、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がうかがえる。希望者対象の取組も高い評価を得た。SS 研究に関しては、日本学生科学賞において入選するなど、引き続き実績を残した。SS 研究を見据えて、数学科では統計教育への関心が高く、SS 数学Ⅱや SS データ解析において、統計の必要性や有用性を生徒へ伝えることができた。また、理科においては高校1年生の探究講座においてミニ研究が設けられ、テーマ探索を進める生徒にとって、理科の研究を進めるべきかどうかの選択も含めて、大きな効果があったと考えられる。この他、SS 数学Ⅵなどにおいても、他教科との連携を図ることができ、今後もこのような教科横断型の取組が拡充していくことを期待したい。

①については、5年間の研究開発で、時間の使い方を大幅に改善することができた。

(v) 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」(中2・高1・高2) 「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、1月実施)

Tsukuba Program ではこれまで同様、大学や研究機関に協力をいただきながらプログラムを推進した。特に SS Lab Camp において筑波大学のシステム情報系の協力によって人工衛星の開発分野に関わる実験などが実施されたことは、宇宙工学などに興味関心のある理系生徒にとって有益な体験となった。科学倫理ワークショップには、水俣研修に参加した生徒も参加した。科学と社会との関わりを検討することは、これからの科学者や技術者にとって欠かせないプロセスである。文系の生徒であっても社会問題に相対する上で必要な科学リテラシーを獲得するよい機会となった。科学倫理ワークショップは、科学と社会のあり方を考える機会を生徒へ提供することができた。社会科によって企画・運用されていることも重要なことと考える。SS Geo Tour の屋久島研修は、残念ながら天候不順のため当初のプログラムすべてを実施することができなかった。しかし、埼玉県立春日部高校との共同で実施するフィールドワークは、互いの高校生が刺激しあうことができ、ハイレベルな学習の機会をもつことができた。また、本格的なフィールドワークのための観察スキルなどの向上もうかがえるものとなった。中1・中2の SS Camp は、4年間にわたる内容改善が実り、定例化してきた。生徒からも引き続き高い評価を受けることができた。科学講演会については、高校生では地球全体の問題を自分の問題として捉え直す機会、中学生ではものづくりという側面から、研究と社会とのつながりや、発想力と行動力の大切さを実感できる機会と位置づけ、ともに充実したものとなった。今年度は希望者対象の科学講演会も実施し、電気・電子工学分野に関心を持つ生徒に対して、詳細な内容を含む講演を聞く機会を設けることができた。SS 研究発表会は、平成26年度まで開催してきた筑波大学大学会館が改築中であったため、初の校内開催を含む実施となった。他校等から多くの方々にご覧頂き、忌憚ないご意見を頂くことができた。プレゼンテーションに関するスキルは、SSH 事業開発の最も目に見える成果であると言えるほどに改善が見られた部分である。今年度も各取組を通して生徒がつけてきた力が各所で遺憾なく発揮され、高い評価を頂くことができた。今年度は対外的な発表の場においてのべ35件(平成28年3月発表予定の者を含む)の発表・研究紹介を行い、これは昨年度と同規模であった。出品したコンクール・コンテストは、大学主催のコンテストに加え、学会主催のコンテストにも波及している。生徒自身が発表に意欲的であり、自らの研究を世に問いたい、対外的な評価を受けたいと望んでいることに加え、専門家の意見を聞きたいというニーズもうかがえる。研究を行う経験に加え、発表する経験も、生徒に自信を

持たせることにつながっている。教員側も、コンテストの時期や規模を経験的に把握できるようになり、役割分担もスムーズに行うことができた。

昨年度、Global Programにおいて英語による論文執筆やエッセイライティングにつながる力の育成の必要性が指摘された他、Explore ProgramにおいてもSS研究の質のさらなる向上を目指すことが課題となった。これらの問題点に共通することとして、自らの考えを文章にする力の育成が必要であるという認識に至り、今年度は日本語によるエッセイライティング講座を中学2年・高校1年に試行した。中学1年生には年間を通してエッセイライティングの講座が行われており、これらの取組が書く力の育成にどのようにつながっていくか、引き続き観察していく必要がある。

(vi) 科学部・地歴部・コンピュータシステム同好会の活動振興

科学部は7つの班で活動しており、地歴部も定期的な活動を行っている。今年度も生物班のGlobal Science Link 2015 Singaporeにおける英語口頭発表や自然科学観察コンクールにおける佳作受賞、無線工学班の第三地域（アジア）ARDF 競技大会出場といった実績があった。今後も、課題研究や先進的な取組へ積極的にチャレンジする環境を整えていけるよう、学校を挙げてさらにバックアップする必要がある。平成27年度からは、新たにコンピュータシステム研究会が活動を開始し、早速 U-22プログラミング・コンテストにおいて本選進出は成らなかったものの、ベスト40に入る健闘を見せた。

(vii) SSH 中間評価で指摘を受けた事項についての改善・対応状況

平成25年度 SSH 中間評価の結果は、「現段階では、当初の計画通り研究開発のねらいを十分に達成している」であった。講評としては、①事業の実施状況をよく検討評価し、改善しながら実施することが適切に行われている ②研修会の参加だけでなく、課題研究や理科の実験実習など生徒の主体的な体験を更に充実させ、生徒の内から湧き上がる活動を増やしていく必要がある ③地域連携や国際交流の取組について、更に充実させる必要がある ④ AP についての取組など、今後の高大接続について期待する の4点をいただいた。科学部員が160名近く在籍し、指定前のおよそ2倍に当たる大所帯となって、各班で活動を展開している。各班においては、顧問の助言を得ながら日々の活動を主体的に進めており、アイデアを出し合いながら新たな活動にも着手している様子が見えてくる。平成27年度にはコンピュータシステム研究会が発足したが、これも生徒からのニーズを受けて創設した同好会である。地域連携や国際交流の取組については、昨年度に続き、今年度もつくばインターナショナルスクールとの連携事業を開催した他、海外から本校へ短期留学にくる生徒に対して、理科の特別授業を企画・実施した。教員にとっても、実験手順を英語で説明するための教材研究を行う等、研修の好機となった。平成24年度から3年間のコア SSH 事業開発を踏まえて、今年度も AP 化学の学習会を継続した。

(viii) 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・副校長・教務部長・広報部長・国際教育部長、進路指導部長の他、SSH 推進委員として21名の教員が指名された。SSH 推進委員は、8つのグループと2つの小委員会に分かれて SSH 事業推進に関わる企画立案や実務を担当した。年間の SSH 事業の予定が年度初めに確定できるようになったこともあり、会合も適正なタイミングで開催されるようになった。また、研究開発全期間を通じて、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り、教員全体で推進する体制が組めている。さらに、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きた。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は、全教員で共有されていると言える。

平成24年度からのコア SSH 研究開発が契機となって、県内各校との交流が深まり、コア SSH 終了後も他校から刺激を受けることができている。また、県内外の先進校に学びつつ、洗練された実践を目指すために評価手法等を含めて研修を重ね、さらなる高みを目指していく機運も高まっている。本校教員も学外の研修に積極的に出かけるようになり、教員同士で切磋琢磨していこうという状況が生まれている。教職員間では、このような前向きな雰囲気は今後も大切にしていきたい。

(ix) 地域社会とつながる活動

本校は、保護者・地域社会・卒業生の中で、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き、定常的に実施されるものもいくつか出てきている。また、SSH 研究開発で得られた知見を地域社会に向けて発信していくことについては、他校科学部との交流や、SS Geo Tour の春日部高校との共催に加え、地域や他校が開催する講座・発表会にも積極的に本校生徒を参加させるなどの取組を行っている。

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（平成27年度教育課程表、データ、参考資料）」に添付すること)

(i) 平成27年度研究開発における問題点

まず、今年度の各プログラムの実施における問題点を整理する。

例えばエネルギー・環境問題など、身近な課題を取り扱う際、それを生徒個人の行動へ結びつける取組が必要であることが、問題点として挙がっている。例えばディスカッションの導入等、自らの考えを出し合い、共有するとともに、それを生徒個人にフィードバックして、普段の生活や今後の学習・進路に活用していくところまでを見据えた学習が望まれる。また、フィールドワークにおける事前学習および、講演会における事後学習の重要性も指摘されている。主に高校1年生においては、講演会の内容や、発展的内容を理解するための基礎概念が不足していることも問題点として挙げた。特に高校新入生に関しては科学概念の構築に一定程度の時間が必要なことは否めず、実施時期や内容について再考の余地がある。

次に、第4年次に今後の研究開発の方向性として示した事項について述べる。

「学習の在り方をめぐる様々な社会的ニーズの変化に対応しつつ、学習指導方法をバージョンアップさせることを意識しながら、教科間・科目間・学年間の連携をより密にすること」については、例えば科学英語における協同実習、探究Ⅰ・探究Ⅱの継続的な取組、科学倫理・生命倫理および科学倫理ワークショップの充実など、平成27年度も広がりを見せた。学習指導方法のバージョンアップについても、教科主任会議や、教務部長が中心となった学習会において取り上げられるようになってきており、機運を高めることはできたと考えられる。ただし、生徒の学習場面への導入は道半ばである。

「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」については、昨年度に引き続き、中学生向けにはものづくりの講演会、高校生向けにはエネルギー・環境を中心とした講演会を主軸に据えるとともに、希望者対象の科学講演会や実験講座も導入し、工夫することができている。ただ、分野が限られており、それを幅広い分野へ拡充していくことが望まれる。女子に対する中学段階からの働きかけについては、今年度に関しては積極的に SSH の諸活動へ応募してくれる女子生徒が一定数いたが、それが学校からの意識的な働きかけによるものとは言いがたい状況である。理数系に関心を持つ女子生徒が積極的に活動に参加できるよう、今後も入念に対応をしていく必要がある。上述の基礎調査の因子分析から、本校において成績面で成果を残すのであれば内発的動機付けを重視した指導が望ましいことが示唆されている。このような本校の特徴を踏まえれば、主に内発的動機付けに留意しつつ、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高めていく工夫を重ねることが重要であると言える。

「SS 研究のレベルの維持と向上を図ること」については、高校1年生の探究講座内に、物理・

化学・生物のミニ研究を設け、生徒が6週間程度でミニ課題を仕上げていく実習を組み込んだ。テーマを考えつくことと、それを実際に遂行することとの違いを実感することができ、スキルの獲得や、考察力の伸長に加え、理系への進路意識の醸成にもつながったことがうかがえる。ただし、これが実際に SS 研究のレベル向上につながるかどうかは、来年度の研究動向も踏まえて判断すべきである。SS 研究のレベルを維持向上させるために、根本的な課題として、論理的思考力や表現力の育成があるのではなかろうかという問題意識が、教員間に浮上してきた。これを踏まえ、今年度は従来のレポート作成の取組に加え、エッセイライティングの講座も中学2年・高校1年対象に実施した。中学1年では年間を通してエッセイライティングの取組を実施しており、これらの取組が、自らの考えを論理的にまとめ上げる力を育てる一助になるのではないかと考えて活動を導入したが、成果については、中長期的な視点が必要である。

「筑波大学・茗溪会を中心とした、高大連携・高研連携を進めることに加えて、保護者・地域社会ともつながりを深め、組織的かつ効果的な SSH 研究開発を進めること」については、新たに筑波大学（亀田研究室）や NICT（情報通信研究機構）等との連携が加わり、さらなる展開を図ることができた。また、茨城県やつくば市からお誘いいただいた科学系のイベント、例えばハイレベルフォーラムや江崎玲於奈賞授賞式講演会・受賞者研究室訪問等にも積極的に生徒を派遣した。

「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」については、希望者対象の講座を一層拡充してきた。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、地域の学校との連携事業等に加え、今年度は人工衛星関連分野の実験講座、科学講演会も加わり、いずれも生徒達の満足度は高く、国際科学オリンピックへの挑戦も広がりを見せた。科学部や地歴部に加え、今年度はコンピュータシステム研究会も発足し、科学系部活動もますます活発になってきている。Science Workshop（つくばインターナショナルスクールとの連携事業）において、今後は生徒に一部企画を任せることでより積極的に交流が図られ、内容面の向上にもつながるのではないかという分析があったが、この分析は他の希望者対象の講座にも言えるのではなかろうか。生徒が主体的に活動に関わる場面をより増やしていくことで、活動の質がさらに高まっていくことが期待される。

(ii) 今後の課題の総括とその改善策

平成23年度から5年間にわたって実施してきた SSH 研究開発も、区切りを迎える。上記も踏まえつつ、5年間の振り返って、見えてきた課題を以下に総括する。

SSH 研究開発によって性能の高い機材を導入することができ、授業や SS 研究等の場面で効果的に活用できる生徒が増えて、質の高い研究につながったケースが数多くあった。その一方で、機材を生かし切れていない生徒も少なくないという現状もある。SSH 指定により高度な実験観察を可能とする機材を使用することができるようになったメリットを十分にいかしきる研究指導を、さらに充実させる必要がある。高校1年生全員が高いレベルで実験操作を行えるように段階的にスキルを育成するとともに、実験機材がはじき出す結果を解釈し、自らの思考へとつなげる力の育成が必要である。

また、SS 研究の質については、向上の余地がある。本校は特に中学・高校1年においては、文系・理系を問わない探究能力の育成を目指してきた。プレゼンテーション能力は向上しているが、探究能力の意味するところは幅広く、教員間で特定の視点を共有して、意図的に育成する部分が少なかったことが課題である。中学では教科間連携を含む取組を展開したが、教科間で育成すべき能力の違いを共有した上で適切に役割分担をし、十分に取組を行うには予想を超える困難があった。SS 研究については、資料探索、研究テーマ選定、実験計画、論文執筆等の場面で、個々の生徒がより主体的、自律的に活動を行うことができるよう、SS 研究に取り組む以前に、そのための素地をこれまで以上に十分に培っていくことが望まれる。特に、論理的に考えそれを表現する力をさらに伸ばす余地があると考えられる。

学校設定科目については、特に全員対象とした高校1年の学校設定科目、理系選択をしたばかりの高校2年の理科の学校設定科目において、生徒のもつ科学概念に幅がある中で実験を含む内容や発展的な内容を展開していくには、その前段階に相当の時間を要し、主体的な取組に振り向ける時間がとれない、という問題が生じた。その結果、高次の知識を身につけても、それを別の場面で適用できる生徒が少ないという状況が生まれてきている。

高大接続という点では、平成24年度～26年度のコア SSH 研究開発も含め、AP の学習内容を基盤とした事業を展開し、発展的な内容を学びたい生徒、英語を活用してみたい生徒のニーズを十分に満たすことができた。コア SSH で取り組んだ「AP サイエンス」は大学以上レベルのハイレベルな科学を体験できる上、他校の生徒とともに切磋琢磨できる点で、受講者にとっては非常に刺激的な機会であり、各校教員の資質向上にもつながった。しかし、AP 試験はアメリカの大学入学の際にメリットがあるものの、日本の大学との高大接続には直接つながらない点が構造的問題として存在し、さらなる検討の必要を痛感した。

講演会は理数系分野を中心に増えており、理数系分野について刺激を受ける機会が増えた。それでも、5年間を通じて、全進学者に占める理工系進学者・医師薬看護系進学者の割合は大きく変化していない。SSH 校になってから中学に入学した生徒がまだ卒業していないことも考慮すべきだが、本校が、理系に大きく傾斜することなく、学校全体としてバランスの取れた人材育成を続けられたことの一つの表れと肯定的に捉えている。進学実績の内容を見ると、SSH を基盤にした特別入試で合格・進学する生徒や、SS 研究の成果が進学につながった生徒もあり、質的な向上は見られた。変容が大きかった部分は、個人研究の対外発表回数および文献複写依頼数、科学部員の数、研究者を目指す生徒の割合の増加である。個人研究の対外発表件数はのべ年間100件を超えた年があるなど、指定前に比べて飛躍的に増加し、科学部員も指定前のおよそ2倍となった。研究者を目指す生徒、留学を希望する生徒も、指定直後より増加した。プレゼンテーションの能力は飛躍的に向上し、生徒同士が学び合う文化が生まれた。科学技術に携わる仕事に関心がある生徒も指定前より増加しており、SSH 研究開発に刺激され、科学技術に対する職業観やキャリア意識が前向きに変容したと考えられる。このように5年間の研究開発では、科学技術に興味関心をもち、科学技術を社会で生かすことに理解のある生徒が増加したことがうかがえる。世界で活躍できる科学者を育成するという目標を、もっとも身近に感じることができるのは科学部の生徒たちであろう。前述したとおり科学部の活動が活発になったという事実は、その意味で大きく評価してよいと考える。今後も、科学部が中心となり科学コンクールや国際科学オリンピックなどで成果をあげていくことが望まれる。対外的な場に出て行くことは、生徒自身の世界観をひろげることができ、さらに他者の批判を自身の研究へ反映させる厳しい場も体験もできる。このような経験は、世界で活躍するために役立つものであろう。

科学部以外の理系生徒については、SS 研究を通じて研究計画の立案、実験の進め方、結果の考察の仕方、論文の書き方などを指導してきた。本校の SS 研究は一人一研究テーマとなっているため、一人の教員が多くの生徒の研究テーマに対応しなければならないという困難が生じている。生徒一人ひとりに確実に力をつけさせる研究指導のあり方については、引き続き検討をしていく必要があるだろう。生徒全体について述べると、科学リテラシーは理系のみならず文系の生徒も含め必要なものである。科学倫理ワークショップなどはその役割を担えるものであるが、もっと幅広くバリエーションに富んだプログラムが必要であろう。たとえば、科学倫理以外にも社会学や政治学、国際学などと科学との関わりについて考えるプログラムなどを用意していくことも検討していきたい。

5年間の研究開発では、多くの大学・研究機関・企業に加え、コア SSH 研究開発も含めて、地域や他の学校との連携を図ることができた。このような多くの出会いに恵まれたことは、SSH 指定があってこそのものであり、今後も継続していくべきものと考えている。

以上の現状、および、現在の社会的な動向を踏まえ、本校における今後の研究開発の改善点を以下のようにまとめた。

探究能力の育成に関しては、SS 研究の論文執筆や発表を行うために必要な力をより重点的に育成できるよう、系統的な指導法と評価法を研究していくべきである。中学段階からスキル習得と並行して、比較・検討・批判等を通して、一つ一つのトピックを熟考し疑問を見出す経験を積むこと、また中学・高校を通して、調べたことにとどまらず、考えたことを表現していく活動を組み込み、議論や講評等を通してさらに自らの考えを深くしていくプロセスを重視する必要がある。また、論理的思考力・表現力や、未知の内容についてじっくり考える力の段階的な育成を図るためには、教科間の連携を図りながら、各教科・科目に共通するスキルを育成することが望まれる。論文執筆につながる個人研究を中心として、論理的思考力や表現力の指導法や評価法についても研究を深めていく必要がある。主に考察の深さ、そしてそれを支える調査計画およびデータの量と質の確保を図ることが求められており、その点においても、考えたことを表現していく活動、特に、パラグラフライティング等、書く力をつけるための指導法や、その評価法の研究を充実させることが重要である。「実物に触れる」「フィールドワークを重視する」という本校の基本的方針は、生徒に好意的に受け止められており、これを堅持したい。

高校の理科・数学の指導は、高校1・2年を科学概念を着実に習得する時期と位置づけ、高校2～3年で発展的内容の指導を行うことが本校の実情に沿うものと考えられる。科学講演会も、事前の準備と事後指導をより入念に行う必要がある。ただし、早くから発展的な内容に関心を持つ生徒に対応するため、そのような生徒に広く門戸を開く取組を積極的に実施して、全生徒に発展的な内容を主体的に学ぶ機会を確保することに留意していく必要がある。

高大接続のあり方が問われる中、これまで研究を重ねて来た AP、SAT に加え、本校が IB 候補校になったことを踏まえて、将来の高大接続に資すると考えられる AP、SAT と IB について研究し、主に理数系科目において生徒が伸ばすべき能力を着実に伸ばすにはどのような方策があるか、指導法・評価法両面で追究していく必要がある。また、科学技術およびそれと不可分な関係にある国際社会は、地球規模・宇宙規模の未知の課題に立ち向かう時代を迎えている。交通や情報通信技術の発達で国境の持つ意味が薄れ、多様な価値観の人々と協働することが求められる。その一方で、ナショナリズムの勃興で複雑に絡み合う国益が、人類の直面する課題をより困難なものとしている。歴史・宗教・民族等の背景を知り、寛容な心で他者を理解して受け入れる姿勢や、複雑に絡み合う利害を調整する能力なしに、これらの課題に立ち向かっていくことはできない。教育現場においても、科学技術と国際社会との接点で生じる課題や地球規模・宇宙規模の課題、例えば、エネルギーの地産地消、ESD、環境問題、宇宙倫理といった課題に、自発的・自律的に挑む環境を整えることが求められている。理数系科目が得意なだけの人材ではなく、総合的な人材育成をめざしていくべきである。教師から教わった理論や実験を忠実に再現する能力を養うだけでなく、例えば、実験の目的だけを与えて実験方法を生徒自身に考えさせるような指導法・評価法を研究することで生徒の自発的・自律的な姿勢を涵養することができる。このような教育の方向性を持つことにより、生徒にとってはグローバルスタンダードの理数系教育を享受できるというメリットが新たに生じると考えられる。この際、検証を進めるためにも、地域や他の SSH 校とも連携しながら取組を続けていく必要がある。

大学・研究機関・企業の連携は、連携するために適切な人数や準備期間を考慮しながら、さらに深める必要がある。また、本校における成果の普及や先進的な取組の評価・改善・共有を目的に、地域や国内外の学校とより密着したプログラムの展開を図る必要がある。

取組全体を見通すと、3年目まではプログラムの構築の試行錯誤が中心となっていた。特にクロスカリキュラムは、教科間の調整や探究や発表スキルなど本校でいうところの Study Skills の指導方針の共通理解をはかり、指導内容や方法をすり合わせていくには時間がかかった。多くのプログラムでは、生徒の振り返りにおける評価で高い評価を受けるものが多かった。そのため、3年目が終了した時点でそれぞれのプログラムはある程度のかたちができていたものと考えられる。残り2年間は、効果的に生徒の資質向上をはかるために指導の質を高めることに集中していくかたちとな

った。しかし、生徒の資質向上は、客観テストで知識理解を測るようには簡単に把握することができない。したがって、生徒に求める資質や能力を具体的に把握可能なかたちで記述し、かつそれを測るための方法を確立していく必要がある。大学入試改革の議論でも見られるように、単純に知識を暗記しているだけの力では今後は社会で通用しない。複数の事象を結びつけて考える力、推論する力、多角的にみる力、批判する力、など知識基盤社会に対応した学力をつけさせていくことが必要である。さらに、グローバル化により多様な価値観・文化に適切に対応する力も身につけさせる必要がある。これらの力は学校で実施されるすべての授業、学校行事を通して涵養すべきものであり、この観点において、本校のカリキュラム改善を継続していくべきである。

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年に設立された中高6年一貫校である。「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、取舍選択し、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、発表するものである。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のではなかろうか、という問題意識が存在してきた。

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

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

また本校においては、高校2年生時点での理系選択者が5割前後存在するにもかかわらず、理・工・農学系に進学する生徒が進学者全体の23%、医・歯・薬学系は13%（平成22年度）にとどまるなど、自然科学の基盤的な分野への関心や進路意識が決して高いとは言えないのが現状であった。深いレベルで理系各分野を見通すことで学問に対する魅力をかき立てることを意識

して、より先進的な理数系教育カリキュラムを構築し実践することにより、生徒の理数系に対する興味関心および自信を喚起するとともに、潜在的・顕在的な理数系に携わる能力を向上させることが急務であるとの認識に至った。その際、中学校・高等学校理科の内容と、現代科学の最先端が必ずしも近いものとは言い難い現状に鑑み、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・数学班）・地歴部・コンピュータシステム研究会を対象に研究を行った。活動によっては、中学・高校生の希望者を対象とした。

3 節 研究全体の概要

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

1 項 Global Program

将来、科学技術の世界で国際的に通用する人材を育成するためには、生徒が科学概念を構造的に理解していることと、科学研究を十分に進められる語学力の両方が必要である。科学において英語を活用する経験、科学を英語で表現する経験、英語で科学を読み解く経験を十分に提供して、生徒の科学的能力と英語力を関連させながら応用力を養うことが重要である。本校ではこれまでも英語教育に注力してきたが、それによって培われた語学力を科学に応用する取組として、英文の科学論文や科学雑誌の講読、英語を使った科学のプレゼンテーション・ディスカッション、本校が SAT (Scholastic 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する。このような人材育成を実現するために、本校では6年一貫教育のメリットを生かして、これまで標榜してきた「実物に触れる」「フィールドワークの重視」という基礎を踏まえつつ、学校設定科目や特別講座を設置した。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。平成26年度には、地域に開いた活動（地元インターナショナルスクールとの連携事業）を新たに実施し、平成27年度も継続して実施した。

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、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、高校生科学技術チャレンジ（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、実感をもって科学の奥深さを認識できること、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ため、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年 ・ 高校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・地歴部・コンピュータシステム研究会	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 27 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（1）	c	理科
		SS 数学Ⅲ（1）	b	数学
		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	社会と情報のうちの 1 単位
		物理 A（2）	f	物理基礎、物理
		化学 A（2）	f	化学基礎、化学
		生物 A（2）	f	生物基礎、生物
		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	物理基礎、物理
		化学 B（3～4）	f	化学基礎、化学
		生物 B（3～4）	f	生物基礎、生物
		地学 B（3～4） ※開講されず	f	地学基礎、地学
		SS 数学Ⅴ（6）	f	数学Ⅱ、数学 B、数学Ⅲ
	選択者	SS 研究（3）	e	総合的な学習の時間
高 3	理系選択者	物理 C（4）	f	物理
		化学 C（4）	f	化学
		生物 C（4）	f	生物
		地学 C（4） ※開講されず	f	地学
		SS 数学Ⅵ（4）	f	数学Ⅲ

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 27 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27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
春季休業中	科学部野外測定等	茨城県内、千葉県内
2015/4	SS研究(高2)開始	本校(毎週土曜3~5時限、放課後等)
2015/4	学校設定科目の開始	本校、各教科担当
2015/5	SS数学I	中1 本校
2015/5/9	つくばフェスティバル	つくば市大清水公園 科学部物理班参加
2015/5/10	SS Geo Tour 事前研修	筑波山
2015/5/11	Presentation with Overseas Fellowship 報告会	本校
2015/6	Show and Explain	中1 英語の授業内で
2015/6/26	サマースタディゾーン	
	科学講演会	高1、国立環境研究所・白井先生他
	理科巡検	中3、霞ヶ浦周辺
2015/6/26	SS Geo Tour 事前研修	本校 筑波大学安間先生
2015/6/27	日本古生物学会研究集会	産業技術総合研究所 生徒6名 教員1名
2015/6/28	SS Geo Tour 事前研修	春日部高校
2015/7/12	物理チャレンジ 第1チャレンジ	本校 生徒2名
2015/7/15	科学の甲子園ジュニア茨城県予選校内予選	本校 生徒12名
2015/7/16-17	サマースタディゾーン	
	科学講演会	高1 筑波大学・大根田国際室長他
	SS Camp 研究所見学	中1 近隣研究機関
	Show & Explain	中2 校内
	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
2015/7/18-22	SS Geo Tour	屋久島 生徒12名、教員3名
2015/7/18	産総研一般公開にて発表	生徒14名、教員2名
2015/7/20	化学グランプリ2015一次選考	茨城大学 生徒1名
2015/7/22	SS Lab Tour 自然エネルギーツアー	足利工大 生徒・教員15名
2015/7/24-29	Global Science Link 2015 Singapore	シンガポール 生徒2名 教員1名
2015/7/28-29	日本古生物学会研究集会	産業技術総合研究所 生徒6名 教員2名
2015/8/4-6	SSH 生徒研究発表会	インテックス大阪 生徒3名、教員2名
2015/8/6	病院見学会	日立製作所ひたちなか総合病院 生徒4名
2015/8/10	数学甲子園予選	タイム24ビル 生徒5名、教員1名
2015/8/11	茨城県立医療大学高大連携講座	茨城県立医療大学 生徒2名
2015/8/19	理学療法・作業療法・言語聴覚療法見学会	筑波学園病院 生徒1名
2015/8/19-21	イノベーションキャンパス in つくば	つくば国際会議場 生徒1名
2015/8/20	SS Medical Seminar エーザイ研究所見学会	エーザイ筑波研究所 生徒20名
2015/8/21-22	マス・フェスタ参加	生徒2名(発表) 教員1名
2015/8/24	理学療法・作業療法・言語聴覚療法見学会	茨城県立医療大学付属病院 生徒1名
2015/8/24-27	科学倫理 水俣巡検	水俣市 生徒3名、教員1名
2015/8/25	理学療法・作業療法・言語聴覚療法見学会	茨城県立医療大学付属病院 生徒1名
2015/8/26	SS Lab Camp (高校1年生以下、人工衛星関連)	筑波大学 生徒11名
2015/8/27	理学療法・作業療法・言語聴覚療法見学会	筑波学園病院 生徒1名
夏季休業中等	SS Lab Camp (高校2年生)	各大学・研究機関へ個別訪問
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	科学部合宿・校外研修	福島県・長野県
2015/9	地図を使った地域調査(発表)	中2 地理の授業において
2015/9/9	中2筑波山巡検(悪天候のため中止)	かすみがうら市雪入周辺
2015/9/12-13	竜ヶ崎第一高等学校マスキャンプ参加	生徒2名 教員1名
2015/9/19-20	つくば市科学研究作品展	生徒8名
2015/9/26	千葉大学主催 第9回高校生理科学研究発表会	千葉大学 生徒2名、教員1名
2015/9/27	AP Chemistry 学習会	本校 生徒18名(他校生8名含む)
2015/10	Show and Explain	中1 英語の授業内で
2015/10~2015/11	生命倫理・科学倫理	中3 公民の授業内で
2015/10/3-4	第59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2名
2015/10/7	SS Medical Seminar 移植医療講座	本校 生徒21名
2015/10/20、10/29、11/6、11/10、11/27、12/16	International Survey Tour and Lecture 事前学習会	本校
2015/10/21	中3理科巡検	霞ヶ浦周辺
2015/10/22-25	第59回茨城県児童生徒科学研究作品展県展	茨城県自然博物館 生徒3名
2015/10/25	アマチュア無線記念局「8N100ICT」運用	本校 NICT・産総研等から来校 生徒15名
2015/10/27	ハイレベルフォーラム in つくば	筑波大学大学会館 生徒52名
2015/10/30	SS Overnight Study「センシング講座」事前学習	本校

2015/10/31-11/1	つくば科学フェスティバル	つくばカピオ 科学部(物・化・生・地質)出展
2015/11	中2英語劇	本校
2015/11/2-3	SS Overnight Study「センシング講座」	本校 生徒7名、教員2名
2015/11/7	SAT Science	本校 (SAT Subject Test 受検) 生徒23名
2015/11/14	科学の甲子園 茨城県大会	つくば国際会議場 生徒18名
2015/11/15	SS Geo Tour 事後研修	春日部高校
2015/11/24	江崎玲於奈賞受賞記念講演会	つくば国際会議場 生徒3名
2015/11/25	科学講演会	本校 NICT 滝澤先生 生徒37名
2015/12	中1英語劇	本校
2015/12	SS 数学Ⅱ	中2 数学の授業において
2015/12	SS データ解析	中3 数学の授業において
2015/12/5	SS 研究締切	本校
2015/12/12	緑岡高校主催 英語による高校生科学研究発表会	駿優教育会館 生徒3名
2015/12/17-19	ウィンタースタディゾン	
	科学講演会	中2対象、デンソー・川崎氏・松浦氏
	SS Camp ものづくり講座	中1、本校
	SS Camp 科学体験講座	中2、足利工大・農研機構等から研究者招聘
	SS Camp エッセイライティング講座	中2・高1 本校
	SS ICT 成果発表会	中3、本校
	SS Lab Tour	高1、つくば市・県内の研究機関等
	SS 研究全員発表会	高2、本校
2015/12/20	地学オリンピック国内予選	本校 生徒11名
2015/12/24	日本学生科学賞表彰式	日本科学未来館 生徒1名 教員1名
2015/12/24	茨城県立医療大学高大連携講座	茨城県立医療大学 生徒1名
2015/12/25	病院見学会	筑波記念病院 生徒2名
冬季休業中	科学部宿舎・校外研修	茨城県内
2016/1	SS 数学Ⅲ	中3 数学の授業において
2016/1/4-10	International Survey Tour and Lecture	Death Valley national park, Houston space center 他 生徒8名、教員2名
2016/1/11	数学オリンピック	生徒3名
2016/1/14	科学倫理ワークショップ	本校 生徒6名 実川先生
2016/1/15-19	International Survey Tour and Lecture 事後学習会	本校
2016/1/20	研究発表会・SSH 成果報告会	つくば国際会議場・本校
2016/1/30	江崎玲於奈賞受賞者研究室訪問会	東京大学 生徒4名
2016/2/10	G7 茨城・つくば科学技術大臣会合開催記念 ハイスクール科学技術サミット	つくば国際会議場 参加生徒2名、見学生徒9名、 教員2名
2016/2/13	Cross-Cultural Talk	本校 (JICA から研修員を招聘)
2016/2/16	つくばインターナショナルスクール(TIS)との連携事業	本校本校生徒20名、TIS 生徒15名
2016/3/9-10	分子遺伝学実習	本校
2016/3/9-11	Presentation with Overseas Fellowship	上海 生徒3名、教員1名
2016/3/13	茨城県高校生科学研究発表会	筑波大学 生徒発表8件予定
2016/3/20	岩手大学高校生生物研究発表会	岩手大学 生徒発表1件予定
2016/3/25-26	サイエンスエッジ 2016	つくば国際会議場 生徒発表3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2年男子生徒1名の「ソリトンの研究9 津波は波か?」という研究が、第59回茨城県児童生徒科学研究作品展県展において、第2位相当の「茨城県議会議長賞」を受賞し、日本学生科学賞において入選3等となった。
- ・高校3年男子生徒1名が、SSH 生徒研究発表会において「茨城県小野川河床の下総層群の貝化石密集層について」というテーマで、ポスター発表を行った。
- ・中学3年の生徒4名による「植物の触覚 ～ハツカダイコンの根にとって「障害物」とは何か～」という研究が、第56回自然科学観察コンクールにおいて佳作を受賞した。
- ・中学2年の男子生徒1名による「Amazing Water(水の研究8) 綺麗なカルマン渦を目指して～電動カルマン渦発生装置～」という研究が、第59回茨城県児童生徒科学研究作品展つくば市展・県南地区展で金賞を受賞し、県展において第2位相当の「茨城県議会議長賞」を受賞して、日本学生科学賞へ出品された。また、中学2年の女子生徒1名による『『最高のメレンゲをつくる』～砂糖の不思議 part6～』も、つくば市展・県南地区展で金賞を受賞し、県展へ出品された。上記の生徒2名を含め、つくば市展に8名の生徒が出品し、中学1年の女子生徒1名が銀賞を受賞した。
- ・コンピュータシステム研究会の生徒による作品が、U-22 プログラミング・コンテストにおいてベスト40となった。
- ・高校2年男子生徒4名が「数学甲子園」予選に挑戦した。
- ・第5回科学の甲子園茨城県大会に、本校生徒で編成した3チームが出場した。
- ・科学の甲子園ジュニア茨城県大会予選会で、中学2年の男子生徒1名が個人賞を受賞した。
- ・つくばフェスティバルへ、科学部物理班が出展した。
- ・産業技術総合研究所一般公開において、科学部生物班・物理班・地質班が研究紹介を行った。

- ・つくば科学フェスティバルへ、科学部物理班・化学班・生物班・地質班が出展した。
- ・G7 茨城・つくば科学技術大臣会合開催記念ハイスクール科学技術サミットに、高校2年男子生徒1名、女子生徒1名が参加した。その他、高校1・2年生徒9名が見学した。
- ・つくば Science Edge 2016 サイエンスアイデアコンテストにおいて、本校生徒が3件の発表を予定している。
- ・茨城県高校生科学研究発表会において、本校生徒が8件の発表を予定している。
- ・高校1年男子生徒1名と、中学3年男子生徒1名、女子生徒1名が、筑波大学の「GFEST チャレンジ」に参加している。
- ・その他、「イノベーションキャンパス in つくば」「ハイレベルフォーラム in つくば」「江崎玲於奈賞授賞記念講演会」等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・視察受け入れ等の経緯

平成27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。また、JST や他 SSH 校からの視察受入も行った。本節ではそれらの経緯を以下に示す。

時期	実施内容	備考
2015/4/6	SSH 全体研修Ⅰ	本校、教員対象
2015/5/14	SSH 推進委員会全体会議	本校
2015/7/16	第1回運営指導委員会	本校、運営指導委員4名
2015/7/23	緑岡高等学校 SSH 視察	教員1名
2015/7/28	東洋大学主催バイオテクノロジー理科教育実験研修	教員1名
2015/8/5-7	IB ワークショップ	教員19名
2015/8/17	並木中等教育学校 SSH 視察	教員2名
2015/8/20-21	SSH 全体研修Ⅱ	本校、教員対象
2015/8/29	生物顕微鏡に関する講習	教員1名
2015/8/29	県内 SSH 校情報交換会	教員5名
2015/9	国際地学オリンピック引率	教員1名
2015/9/18	SSH 推進委員会全体会議	本校
2015/9/26-27	H27 SSH 秋の情報交換会	大阪教育大学、教員1名
2015/11/26	SSH 推進委員会全体会議	本校
2015/11/27-28	広島大学附属中・高等学校 SSH 視察	教員1名
2015/12/20	H27 SSH 冬の情報交換会	法政大学、教員1名
2016/1/20	第2回運営指導委員会	本校、運営指導委員6名
2016/1/21	竜ヶ崎第一高等学校 SSH 視察	教員1名
2016/1/23	緑岡高等学校 SSH 視察	教員1名
2016/1/30	竹園高等学校探Q成果発表会視察	教員1名
2016/2/1	並木中等教育学校 SSH 視察	教員2名
2016/2/6	清真学園高等学校 SSH 視察	教員1名
2016/2/20	春日部高等学校 SSH 視察	教員1名
2016/2/26	水戸第二高等学校 SSH 視察	教員1名
2016/2/24	日立第一高等学校 SSH 視察	教員1名
2016/3	SSH 推進委員会全体会合	本校
2016/3/25	県内 SSH 校情報交換会	教員4名

4節 教員の対外発表・表彰等実績

- ・本校理科教員1名が、平成27年度文部科学大臣優秀教職員表彰を受けた。

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、不定詞を用いて自分の夢や将来の職業を説明する。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。



図1 プレゼンテーションの様子

【実施期間】

中学1年生は、平成27年6月と10月に英語の授業内で2時間、中学2年生は平成27年7月16日～17日で3時間実施した。

【対象者】

中学1年生全員(229名)、中学2年生全員(237名)を対象とした。

【実施内容】

両学年とも、プレゼンテーションのアイデアを考案し、原稿の下書き・清書を行った。中学1年生は、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。

【評価】

1. 中学1年生

6月と10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。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。10月に行った友人・家族紹介の際には、「ジェスチャー」「視線」をより重視する回答が多く見られた。

2. 中学2年生

昨年度を越えるプレゼンテーションができるよう努力した生徒が多かった。また、ただ暗記をするだけではなく「伝え方」を意識する生徒が増え、いかにわかりやすく相手に伝えるかという点において様々な工夫が見られた。

【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が前向きな印象を持ったことは、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、人前で英語を話す時の緊張や暗記が生徒の乗り越えるべき課題となったが、2回目になると、それらを克服してジェスチャーや発音などにも意識が持つことができた。これらに関しては通常の授業の際にも訓練をし、中学2年生での活動につなげていく必要がある。

2. 中学2年生

3月に行う「身近な街を紹介する」というトピックのプレゼンテーションではそれぞれの課題が解決できるよう、通常の授業でトレーニングしていきたい。また、今後は他教科の授業で調べ学習をした内容を英語で伝えていくなど、教科の垣根を超えたプレゼンテーションの機会を作っていきたい。

3. 全体を通して

プレゼンテーションでは、何よりプレゼンターが伝えたいことが聴衆に正確に伝わるのが重要である。内容の構成はもとより、姿勢、視線、ジェスチャー、発声、イントネーションなどの技法を身に付けさせることが必須で、そのためにはある程度集中して技法の指導を授業の中に取り入れていくと同時に、通常授業の中で生徒が発表をする機会を増やしていく必要があると感じた。

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27年10～12月、中学2年生は平成28年9～11月に実施した。1年生は18時間、2年生は18時間を準備に充てた。また1年生、2年生共にクラス発表に2時間、各クラスから選抜された1つの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(229名)、中学2年生全員(237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. 実施手順

台本解説（2時間）⇒演目・配役決め（1時間）⇒キャラクターワークシート（1時間）⇒合同発音練習（1時間）⇒発音チェック（2時間）⇒暗唱チェック（2時間）⇒立ち稽

古 (6～7 時間) ⇒ 小道具作り (1 時間) ⇒ リハーサル (2 時間) ⇒ クラス発表 (2 時間) ⇒ 学年大会 (3 時間)

3. 評価方法

コンテスト形式で行い、英語科の外国人教員が審査をした。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

今年度は、クラス大会の段階から発音・イントネーションへの意識が高い班が多かった。学年大会に出場した班はいずれも、英語を流暢に使いながら堂々と演じていた。この活動を通して「自分の発音に対する意識が強まった」と感じる生徒が多かった。審査員は発音を最重要視して審査することや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功を奏したと考えられる。

2. 中学 2 年生

今年度より導入したキャラクターワークシートは、劇の内容や自分の役柄、劇の文化的背景についての理解をより深めるために有効であった。終了後のアンケートでは、昨年度は英語の発音に対する意識の向上が一番多く見られたのに対し、今年度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た生徒が多かった。これは演目自体が長く、ストーリーも複雑になっており、それぞれの台詞が昨年よりも興味深いものであったことによると考えられる。

【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' には苦労した生徒が多く、今後も練習していく必要がある。英語劇で使用したフレーズは日常会話の中でも使えるものが多いため、普段の授業内でもどんどん活用していきたい。

2. 中学 2 年生

劇の内容が複雑になりセリフも長くなる中学 2 年生では、登場人物の気持ちや場面の情景を十分に理解した上でセリフを覚えていくという作業が重要であると感じた。終了後の授業内での音読練習やペアワークでは、今まで以上に発音を意識する生徒が増えた。今後の活動の中でも発音に重点を置いて活動させていきたい。

3. 全体を通して

今年度導入したキャラクターワークシートを来年度以降も活用し、単なるセリフの暗記ではなく感情や表情を込めて練習させることを早い段階から始めていくことを徹底したい。



図 2 英語劇の様子

Cross-Cultural Talk

【仮説】

本プログラムを通じ、中学校の 3 年間で培った英語を実践的な場面で用い、英語学習の必要性や楽しさを感じさせることで、今後の英語学習に対するモチベーションの向上が期待できる。また、英語を母国語としない者同士が英語で意志疎通を図ったり、言語だけでなく図や実物を使って分かりやすく説明したりすることの重要性を実感できる。さらに、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。

【対象者】

第一部を座談会とし、中学 3 年生全員 (231 名) を対象とした。第二部の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 100 名) を対象とした。

【実施期間】

事前学習は、平成 27 年 12 月～平成 28 年 2 月に行い、平成 28 年 2 月 13 日に実施した。冬期休業明け直後に、このプログラム実施の意義について過去の活動記録写真などを用いてオリエンテーションを行い、1 月中に班編成・役割分担・トピックの原稿の暗唱指導を行った。また英会話の授業には、英語科の外国人教師によるトピック原稿の暗唱テストを実施した。英語の授業時間と家庭学習の時間を使って、各自が準備を進め、本番直前の 4 時間で本番を想定したリハーサル練習を行った。

【実施内容】

Food, Sports, Geography, Hobbies & Pastimes, Housing, Clothing, Annual Events, School の 8 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。また、自分の紹介内容がきちんとゲストに伝わるように、事前に様々な資料などを準備した。例えば、トピックとして「Sports」を選んだ生徒は、本校の校技であるラグビーと剣道を紹介するために、防具や試合の写真などを用意した。また「Clothing」を選んだ生徒は、浴衣を用意してゲストに着せてあげていた。加えて、座談会では大部分の生徒に自身の発表以外にも司会・タイムキーパー・案内係・食事係といった役割を与え、円滑に座談会を進行できるように、事前指導を行った。

当日は、JICA (国際協力機構) 筑波から 26 名の外国人研修員をゲストとして招いた。生徒は 1 人あたり 10 分程度の持ち時間で発表を行った。その後、ゲストに自分が選んだトピックに関して質問をしてもらい、互いの文化について英語を使って情報交換をした。

午後のティーパーティーは、和やかな雰囲気でもゲストと交流した。準備したお菓子は、日本の子どもたちに人気のあるものだけでなく、おせんべいや羊羹などの日本的なものもあったため、日本文化を紹介する会話の糸口として利用している様子が見られた。

【評価】

座談会に参加した中学 3 年生を対象にアンケートを実施したところ、69%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 75%であったのに対し、CCT 実施後には、94%の生徒が英語の必要性を感じたと答えており、実際に英語でコミュニケーション活動を行うことによって英語を学ぶ意味を実感した様子が見られた。中でも 74%が「英語の必要性を大いに感じた」と回答しているのは、本プログラムの成果を印象づける結果である。また、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、大切さを感じた様子が強く伝わってきた。

前年度の課題として「準備段階から目的意識をしっかり持たせて本番に臨めると更に効果が上がる」が挙げられていたが、今回は冬期休業明け直後のオリエンテーションでしっかりと活動の意義を強調して説明したため、本プログラムに取り組む姿勢はより良いものになったと考えられる。特に、普段あまり英語の授業に興味を持って参加できない生徒も「トピックの内容を正確に、外部のゲストに伝える」という目的や役割を果たすという責任が与えられることにより、普段より緊張感をもって取り組んでいた。普段の関わりがなく、生徒に対して客観的な視点を持つ人物を招くことによって、pushed outputが多く生み出されるという点においても評価できる取り組みであると考ええる。

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】

事前指導の段階から真剣に取り組み、抜かりなく準備できた生徒だけでなく、本行事のイメージが持てず前向きに準備できなかった生徒も、実際にゲストと対面すると懸命に伝えよう、聞き取ろうと努力する様子が見られた。改善すべき点は改善し、次年度以降も積極的に取り組んでいきたい。今回、実施後の生徒アンケートに「後輩に対するアドバイス」という項目を設けたが、「言葉がうまく通じない中で日本の事を伝えるためには写真よりも実物を持っていくことが大切」、「準備に時間をかけたらかけただけ本番が楽しくなる」といったポジティブかつ具体的なコメントが寄せられた。準備の段階から目的意識をしっかり持たせ、先輩からのアドバイスも交えて具体的なイメージを持たせてから本番に臨めると、「今後の英語学習に対する動機づけ」という目的に対しさらに効果が上がると考えられる。



図 ゲストとともに記念撮影

科学英語・科学英語上級

【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文の読解を通して、その概念の理解を深める。また、科学的知識を英語で学び、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】

帰国子女を中心とした中学英語特別クラス(中学 1 年 18 名、中学 2 年 18 名、中学 3 年 12 名)、高校英語特別クラス(EEC 高校 1 年 36 名、高校 2 年 33 名、高校 3 年 14 名)及び高校 1 年全生徒 256 名を対象とした。ここでは中学 1・2 年生の取り組みについて報告する。

【実施期間】

1 年生は平成 27 年 10 月に、2 年生は 9 月に授業で行った。

【実施内容】

1・2 年とも、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 レベルから「Eureka!」を、2 年生は B レベルから DNA に関する読み物を選定して学習させた。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。

【評価】

次の表 1・2 のように、両学年とも学習後の Post-reading Test でスコアを伸ばした。その結果、科学的な知識を増やすと共に、興味を深めていくことができたと考えられる。

表 1 中学 1 年 G1 クラス テスト結果（全体）

点数（全 10 問各 1 点）	授業前	授業後
最低点	2 点	7 点
最高点	9 点	10 点
平均点	6.0 点	8.1 点

表 2 中学 2 年帰国生クラス テスト結果（全体）

点数（全 10 問各 1 点）	授業前	授業後
最低点	0 点	5 点
最高点	8 点	10 点
平均点	6.1 点	8.9 点

【次年度以降への課題】

中 1 生の教材はアルキメデス、ニュートン、フレミングという 3 人の有名な科学者に関するもので、生徒にとって親しみやすい内容だった。この年齢を考えると身近なトピックに関する英文を読ませることは極めて有効だったと考えられる。中 2 生では、読み物を通じて DNA の構造や警察における DNA 鑑定の方法、更には通常の指紋と DNA 指紋の違いを学んだ後、実際に自分の指紋を採取してどのタイプに当てはまるかを話し合う時間を設けた。このような他教科との協同実習は生徒の理解を深め興味を広げる上で大変有効であり、可能な限り今後も取り入れていきたい。それにより英語力や読解力の更なる向上と科学への興味・関心の育成を図りたい。

SAT Science・AP Chemistry

【仮説】

SAT Science では、アメリカ合衆国の大学進学資格試験 SAT(Scholastic Assessment Test)の数学・理科の Subject Test への取り組みを体験することにより、学習した内容が海外でも通用する実感を得られ、将来海外の学会やコンテスト、論文発表等に挑戦する意欲が高められると考えられる。また、AP Chemistry では、AP(Advanced Placement)をはじめ、諸外国の近代化された高校化学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】

SAT Science については平成 27 年 11 月 7 日(土)に茗溪学園テストセンターにて SAT 試験を受検した。また、AP については平成 27 年 9 月 27 日(日)に学習会を行った。

【対象者】

- ・ SAT Science…高 1 生 18 名、高 2 生 4 名、高 3 生 1 名の希望者、計 23 名
- ・ AP Chemistry … 中 1・2・3 生各 1 名、高 1 生 11 名、高 2 生 4 名の希望者、計 18 名(並木中等教育学校 4 名、竹園高校 3 名、水戸第二高校 1 名の参加者を含む)

【実施内容】

SAT Science は、平成 27 年 7 月募集・応募者向けガイダンスを実施した。SAT 試験の受験結果は以下の通りであった。

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)	16	521	700
M2(数学)	3	713	770
CH(化学)	3	583	710
MB(生物)	1	420	420
EB(生物)	1	560	560
PH(物理)	3	547	730

AP Chemistry では、東京理科大学理学部第一部化学科教授の井上正之先生を講師としてお招きし、以下のタイトルで講義を行っていただいた。AP Chemistry の学習範囲ではあるが日本の高校化学では扱わない分野の講義であった。

- ・「原子の構造と電子配置」(電子の発見、原子核の発見、ボーアモデル、電子の粒子性と波動性、オービットからオービタル、周期表の構成原理)
- ・「共有結合、混成軌道と分子の形」(簡単な分子軌道論、 σ 結合と π 結合、電子対反発則と分子の形、混成軌道)

【評価】

事後アンケートの結果を見ると、発展的な内容に興味がある生徒にとっては大変有意義な内容だったようである。

【成果と課題】

理科においては、日本の高校では履修しない内容が多く含まれる。学習会で扱うことができなかった内容について生徒が自習できるシステムの構築が必要である。

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へ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。これ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】

物理チャレンジ第 1 チャレンジの理論問題コンテストは、7/12 に東京都立小石川中等教育学校で、「化学グランプリ 2015」一次選考は 7/20 に茨城大学で、第 7 回日本地学オリンピック予選は 12/20 に本校で、日本生物学オリンピック 2015 の国内予選は 7/19 に筑波大学にてそれぞれ実施された。

【対象者】

全学年の希望者を対象とした。

【実施内容】

1. 物理チャレンジ第 1 チャレンジ

(1) 参加者数 高 1 生 1 名、高 2 生 1 名

(2) 事前学習

対策講座を 4～6 月に週 1 回開講し、出題全範囲について問題集を用いて学習した。実験レポートも評価の対象になるため、ゼミには実験も盛り込んだ。

(3) 結果

第 2 チャレンジ進出はなかった。

2. 「化学グランプリ 2015」一次選考

(1) 参加者数 中 3 生 1 名

(2) 事前学習

6 月の放課後に過去問題の演習を行った。

(3) 結果

二次選考に進出はなかった。

3. 第 7 回日本地学オリンピック予選

(1) 参加者数

中 1 生 3 名、中 2 生 1 名、中 3 生 4 名、高 1 生 1 名、高 2 生 1 名、高 1 生 1 名、計 11 名

(2) 事前学習

10 月下旬～12 月までの放課後に過去問題の演習を行った。

(3) 結果

高 3 生 1 名が一次選考を突破した。

4. 日本生物学オリンピック 2015

(1) 予選出場者数：なし

(2) 事前学習

4～7 月までの放課後に学習会を行い、『キャンベル生物学』を教材として過去問題に取り組んだ。

【評価】

参加した生徒はハイレベルな問題に対して楽しみながら挑戦し、各学問分野の奥深さを知ることができ意義があった。

【次年度への課題】

授業内での呼びかけを増やし、参加者の拡大と成績の向上を図りたい。

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した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に加え、人類が宇宙空間という特殊な環境下で生き抜くことを可能にした宇宙医学・宇宙工学に関する講義の受講、事後英文報告書作成を行うことで、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養えることを実証する機会のひとつとする。

【実施期間】

平成 28 年 1 月 4 日～10 日の 6 泊 7 日間で実施した。

【対象者】

高校 1 年生 4 名、高校 2 年生 4 名、計 8 名の希望者を対象とした。

【実施内容】

(1) 事前学習

第 1 回(10/20)：デスバレーの位置と気候

第 2 回(10/29)：デスバレーの地形と地質に関する講演会
元・筑波大学自然学類准教授 池田 宏先生

第 3 回(11/06)：デスバレーの動植物について

第 4 回(11/10)：デスバレーの個人テーマに関する発表会

第 5 回(11/27)：宇宙医学に関する講演会
JAXA 宇宙医学生物学研究グループ
井上夏彦先生

第 6 回(12/16)：宇宙医学講演会のまとめ

(2) 現地研修

日時と研修概略は以下の通りである（表 1）。

表 1 日時と日程

日	時間	研修内容
1 月 4 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
5 日	午前	Salt Creek Trail
	午後	Sand Dunes、Devil's Corn Field
6 日	午前	Dante's View、Zabriskie point、Golden Canyon
	午後	Bad Water Basin、Artist Drive、Artist palette
	夜間	Borax Works にて（星の観察）
7 日	午前	Cristal Spring Boardwalk Point of Rocks
	午後	ラスベガス空港からヒューストンへ
8 日	午前	ホテル内で宇宙医学に関する講演会 JAXA 松本医長、NASA ソノダ先生
	午後	ジョンソン宇宙センター内見学
9 日 10 日	終日	ヒューストン空港から成田空港へ 成田空港に到着

(3) 報告会

平成 28 年 1 月 20 日：「SS 研究発表・個人課題研究発表会（会場：つくば国際会議場）の全体会において、パワーポイントを用いて 20 分間の成果発表を英語で行った。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観察することで、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ことが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。ヒューストンでは、実際にフライトサーजनをしている先生や宇宙飛行士訓練を行っている先生からのお話を伺うことで、より宇宙開発に対する意識を高めることができた。

（生徒の感想より）

- ・国立公園内で科学的な調査をしたり、レンジャーの許可のもと植物を口にしたりと、とても貴重な体験ができた。ピククルウィードが塩辛かったのが、とても印象的だった。
- ・世界的にみても特殊な環境に自ら行って専門家の方からお話を伺い、調査をするという素晴らしい経験をとても楽しんでできたことを嬉しく思う。
- ・デスバレー初日は雨だったが、最初の研修場所である Salt Creek では興味のあったパップフィッシュの話が聞けて良かった。また、この地域を流れる川の塩分濃度が高くて（海水と同じくらい）驚いた。
- ・Ash Meadows Wildlife Reserve では、コヨーテやおそらくカンガルーラビットのものと思われる足跡を見たり、飛び跳ねるジャックラビットを見たり、さらにはパップフィッシュが泳ぐ姿が見られてとても満足だった。
- ・今回の研修は私が想像していたよりもすごく貴重な体験ができて、また有意義な時間がたくさん過ごせて本当に良い研修ができたと思う。事前学習などでもたくさんの先生方に協力をしていただき、しっかりと知識を身に付けてから現地での研修ができたため、たくさんの疑問をもって研修に臨めたとし、現地でたくさん質問して疑問が解決できてとてもよかった。
- ・事前学習において、デスバレーやジョンソン宇宙センターの写真はいろいろとみて、それぞれの場所についても理解を深めていたと思ったが、現地に行ってみるとその景色の雄大さや本物の植物や土の感触など新しい発見がたくさんあり疑問もでてきた。そういった中で、すぐ質問できる場所にレンジャーやガイドさんがいてくれたのはとても頼りになり、研修をより有意義なものにしてくれたと思う。

【次年度への課題】

生徒の語彙を増やす意味でも、事前学習については英文資料の読み込みが有効である。また、専門用語など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ることから、丁寧な事前学習を重ねることは現地でより深く研修することを可能にすると考えられる。よって生徒自身が事前事後学習を通じて学びを深められるような仕掛けを考えたい。

Science Workshop

【仮説】

主に理科実験や体験的活動を通じた、地域の学校、国際性に富んだ学校との交流を行うことによって、交流校児童生徒・本校生徒の理科実験スキルの育成や協働する心の育成、多様性の理解促進を図ることができると考えられる。

【実施期間】

平成 28 年 2 月 16 日に実施した。

【対象学年】

本校中学 1・2・3 年生のうち希望者 16 名、およびつくばインターナショナルスクール (TIS) Grade の生徒 15 名を対象とした。昨年度体験し、2 度目の参加になる生徒が 6 名いた。

【実施内容】

TIS はつくば市にあるインターナショナルスクールであり、1992 年に設立された学校である。2009 年には茨城県の認可を受けた各種学校法人 TSUKUBA GLOBAL ACADEMY が経営する学校となった。国際バカロレア (IB) の PYP、MYP 認定校となっている。

この連携は、TIS と茗溪学園が互いに相補う部分があることから昨年度より実現している。TIS では、現時点で専用の理科実験室がなく、実験機材も全員が十分に使える量をもっていないことから、本校の実験室で観察・実験をできれば生徒にとって貴重な体験になる。一方、本校では SSH として地域に開く取り組み、国際交流を図る取り組みを実施したいとかなてから考えていながら、実現できていなかった。これらの背景から、今回の連携事業を本校から TIS へ提案し、快諾を得て、実現にこぎ着けた。

連携事業当日は、TIS 生徒と本校生徒が 1 対 1 でバディを組んで 1 日を過ごした。午前は本校生物実験室で日本語による生物実験 (顕微鏡による水生生物の観察、葉脈標本の作成 50 分 2 コマ) を実施した。午後は本校化学実験室にて化学実験 (溶液に関する実験 50 分 2 コマ) を実施した。実験中は生徒同士が英語でコミュニケーションを図るなど、積極的に活動している様子がうかがえた。

【評価】

昨年度の課題であった、アイスブレイクは、全体集合の時点で行った。バディ同士が打ち解けることで実習がスムーズになり、いい交流ができたといえる。生徒同士は緊張もありながらも終始和やかに実習ができ、安全管理も適切であった。次のプログラムにもぜひ参加したい、という生徒の声も聞こえた。

【次年度への課題】

実習の題材は TIS での実施が難しく、かつ本校生徒が過去に実施したことのあるものを選んだ。これは、相互のコミュニケーションや安全管理に留意した結果である。しかし、生徒によってはさらに高いレベルの実習を求めることがあり、実習のレベル、対象学年などを幅広く設定していく必要性を感じた。また、年に複数回実施することや、本校生徒が企画する場面を導入することも視野に入れていきたい。

Presentation with Overseas Fellowship

【仮説】

英語を母国語としない者同士が英語を用いて日常会話を越え科学的内容を正確に伝達し合い、理解し合うことができたという実感を得ることで、英語による情報交換やコミュニケーションに自信を深め、将来、国際社会において科学研究や活動を行うイメージを抱きやすくなると考えられる。

【実施期間】

昨年度は、平成 27 年 3 月 9 日～11 日に実施し、今年度は平成 28 年 3 月 9 日～11 日の予定である。

【対象学年】

個人課題研究 (SS 研究) を英語でプレゼンテーションした高校 2 年生の中から 3 名を選抜した。

【実施内容】

中国上海市の「位育中学 (Wei Yu) 国際部」(日本の高校段階に該当) の生徒と、英語でプレゼンテーションをする交流会を持った。参加者の発表テーマ(それぞれ日本語訳)は、「内側視索前野のエストロゲン受容体がマウスの母親攻撃行動に果たす役割」、「カエルをテーマに絵本を制作する」、「足の長さの異なるタワーの振動実験～耐震性のあるタワーを作る～」と多様な内容であり、理系のみならず芸術系の進路を希望する生徒が選抜されたことも特徴的であった。

当日は、午前中に位育中学国際部の高校 1 年生相当の授業に参加した。位育中学国際部では IB (国際バカロレア) カリキュラムを実施しており、今回参加した授業はその準備段階にあたる内容で、経済学はすべて英語で、数学は英語と中国語を交えて行われていた。

午後の研究発表交流会では、両校の生徒が交互にスライド資料を用いて口頭発表と質疑応答を行った。位育中学の生徒達は南京市で行った研修の内容をグループ発表し、双方とも英語力・内容ともに優れた質の高い発表を行うことができた。終了後には、短い時間ではあったが、互いの学校や将来の進路について話すなど交流を持つことができ、僅か 3 日間でも中国への理解を深めて視野を広げる充実した研修となった。さらに、IB コースに中国の優秀な生徒が集まって外国の大学を目指している状況を目の当たりにして、参加生徒達は将来国境を越えて研究活動を行うイメージを持つことができた。

【評価】

参加生徒達は、科学研究などの高度な内容について英語でコミュニケーションを取ることに自信を深めることができた。さらに 5 月 11 日に全校生徒に対してこの交流会の成果を発表し、研究発表についてだけではなく、中国の高校生と交流して感じた生の感想なども自分の言葉で全校生徒に分かりやすく語りかけ、意思伝達・発表の技能を高めることができた。

【次年度への課題】

位育中学の先生方からはお褒めの言葉を多く頂き、この研究発表交流会を永く続けていきたいとお申し出もあった。今回の参加者は 3 名とも高い英語力を有する帰国生だったが、今後はこのような機会を海外滞在経験の少ない生徒にも提供できるようにしていきたい。

科学部・地歴部の活動振興

【仮説】

教室での授業では経験できない、実物を観察・測定できる機会を持ったり、長期的な計画に基づいた活動を行ったりする中で、探究する力がつくと考えられる。また、サイエンスコミュニケーションが取れる人材を育成し、生徒の知的段階を向上させる活動を多く取り入れることで、生徒の科学への興味関心がより一層高まることが期待される。

【実施内容】

○物理班（高校生 3 名、中学生 8 名、計 11 名）

通年の活動として、①木材工作・金属工作・電子工作、②ロボット製作キットの組立、③各種技術講習、④放射線測定を行った。夏休みには、初めと終わりの各 1 週間で、午前から午後にかけて実習に集中する時間を設定した。具体的な製作物として科学おもちゃ（こま、たこ、竹とんぼなど）、ピタゴラス装置を完成した。これらの成果は、オープンキャンパスや文化祭、科学フェスティバルで小学生をはじめとする一般の方に披露した。今年度は 7 月下旬に行われた、産総研高校生科学クラブ発表会でも発表し、近隣の高校生との交流を図ることができた。1 月の SSH 生徒研究発表会でも製作物の紹介と測定結果の発表を行い、多くの人と交流できた。

生徒の中から、日本建築に使用する接木の技術に興味を持つ者をはじめ、様々な方面に興味関心が出てきた。うまく育てていきたいものである。

SSHの活動を通して他校との交流をさらに深めていきたい。



図 1 産総研一般公開・高校理科系クラブ発表

○化学班（高校生 5 名、中学生 18 名、計 23 名）

定例活動としては、放課後に週 2 回の活動を行っている。そこでは、各自で興味のある実験を調べて持ち寄り、実際に検証してみるという形式で活動を行っている。今後は、中学生を中心とした継続的な研究も行っていきたい。今年度は、「化学グランプリ」の予選に参加する生徒が出た。今後も参加人数を増やしていきたい。今年度も特別活動として、10 月 31 日、11 月 1 日に開催されたつくば科学フェスティバルに参加した。そこでは、「不思議な溶液の実験」というテーマで信号反応や再結晶（塩化アンモニウム、ヨウ化鉛(II)）の実

験を演示するブースを出展した。



図 2 つくば科学フェスティバル

○生物班（高校生 4 名、中学生 22 名、計 26 名）

定例活動は、週 2 回であり、そのうちの 1 回は分野を定めず自由な課題の実験でスキルを身につける活動を、もう 1 回は継続研究を行っている。継続研究はゲンジボタルの遺伝子解析により、ホタルの地理的な分布を研究している。今年度は、3 月に「つくば Science Edge」において口頭発表を行い探求指向賞を受賞した。これにより、7 月にシンガポールで開催された「Global Science Link Singapore 2015」に招待出場の資格をいただき、英語で口頭発表を行った。さらに、中学 3 年生のハツカダイコンの根の接触屈性の研究が、自然科学観察コンクールにおいて、全国 10 作品が選出される佳作を受賞した。



図 3 Global Science Link Singapore 2015

○地質班（高校生 5 名、中学生 5 名、計 10 名）

学校の近くを流れる小野川河床で採集したブロックサンプルからの有孔虫の拾い出し、貝化石のクリーニング、観察、同定などを行った。その成果を、SSH 生徒研究発表会で発表した。また、文化祭において地形形成の過程を探るモデル実験・水路実験、有孔虫の拾い出し、液状化や火砕流のモデル実験などを行った。同様の内容を、つくば科学フェスティバルでも紹介した。野外活動としては、夏休みに福島県を訪れ、猪苗代湖や会津盆地の形成、磐梯山の活動などについて、現地での見学学習をした。

○天文班 (高校生 20 名、中学生 16 名、計 36 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、赤道儀や望遠鏡の使用方を上級生が下級生に教えたり、秋以降の日没が早くなった時期には夕方の観測を実施した。また、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、夏期合宿の企画・準備などである。定例会を除く主な活動内容は、6 月に文化祭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。8 月の夏休み中には、長野県南佐久郡小海町にて 3 泊 4 日の合宿を実施した。天候は、夜間の時間帯の 7 割程度が曇天で、観測時間は多くはなかった。1 月初めには茨城県常陸大宮市山方のパークアルカディアにて、2 泊 3 日で校外夜間観測を実施し、しぶんぎ座流星群の観測や観測機器に慣れるための技術を習得した。

○数学班 (高校生 9 名、中学生 3 名、計 12 名)

通年の活動としては、発表会への準備や、「数学のひろば」という問題集の問題の解法を班員で議論している。他に、年数回、会誌を発行している。その時点で、自分が興味を持っている数学的な内容や、研究の過程などを記事にしている。

8 月には、大阪府立大手前高校が主催するマスフェスタに参加をした。内容は、江戸時代に出版された「算法助術」という公式集をもとに、つくば市の隣の桜川市の薬王院に奉納されている算額の問題を解いてみるというものである。実際に、薬王院にお邪魔して、算額の実物とその歴史を住職からお聞きできたのも貴重な経験だった。マスフェスタでも、いくつかの学校が和算をテーマとしており、情報を交換することができた。また、全国の学校の先進的な取り組みに触れることができたのは、大きな収穫だった。

9 月には、茨城県立竜ヶ崎第一高校が主催するマスカンブに参加した。ここでは、「カプレカー変換」をテーマにした研究発表を行った。参加した二人は、この発表に向け、自分たちで開発したプログラムの汎用化や高速化に取り組み、最初は計算に数日かかっていたものを、数時間で完了する改造に成功した。また、研究指導員の先生からのアドバイスもいただき、研究の方向性がより明確になった。他校の数学班の生徒たちとの交流も楽しいものだった。

1 月に行われる数学オリンピックの予選にも、高校 1 年生 3 名の部員が挑戦した。

今後は、各自が自分たちの研究テーマを持ち、それを報告しあうことを基本とした活動をやっていきたい。多くの学校での数学研究を見聞することで、高校生にも研究できるテーマがたくさんあることを確認できた。

○無線工学班 (高校生 11 名、中学生 29 名、計 40 名)

班員ほぼ全員がアマチュア無線技士資格を所持しており、内 6 名が上級資格 (第 2 級) である。通常の交信や「コンテスト」および「ARDF」と呼ばれる競技等を通じて、無線機の操作や交信技術を学んでいる。平成 27 年度は、ALLJA コンテスト全国 2 位、6m&DOWN コンテスト関東 1 位、フィー

ルドデーコンテストは全国 1 となり、全市全郡コンテストも、順位未確定ながら上位を争っている。また、今年度は CQ Worldwide DX contest SSB 部門にも出場した。ARDF では、全国高校 ARDF 大会で高校男子個人 6 位・中学男子個人優勝、中学女子個人優勝、全日本 ARDF 大会で高校団体 5 位、高校男子 6 位、中学男子優勝等の実績を残した他、地方大会・県高文連無線技術競技会にも出場し上位入賞した。また、今年度は第Ⅲ地域 ARDF 選手権 (アジア大会) にも高校生 2 名、中学生 3 名の選手を日本代表として派遣し、全員が日本チームとしてメダルをいただくことができた。8 月には筑波大学「結プロジェクト」と連携した SS Lab Camp に、10 月には NICT (情報通信研究機構) の研究者を招いての講演会に、それぞれ数多くの班員が参加し、無線技術・情報通信に関する研修にも積極的に取り組んだ。



図 4 ARDF 第 3 地域 (アジア) 選手権

○コンピュータシステム研究会

(高校生 4 名、中学生 3 名 計 7 名)

今年度新規に設置された同好会で、最初の活動として 6 月の文化祭にて、クロマキによる合成動画体験、ビジュアルプログラミング体験、ボコーダ体験、3DCG モデリング体験の展示を行った。普段できないようなことを体験していただき、コンピュータの魅力をアピールできたと思う。

8 月には「U22 プログラミングコンテスト」に「チーム開発に特化したチャットアプリ&テキストエディタ」を提出した。結果は全国ベスト 40 という結果で本選には通らなかったものの、良い結果が残せた。

現在の活動としては、部活のホームページの制作、ゲーム制作、動画制作などを行っている。HP の制作では、デザインを自分たちで考え、部活専用のサーバを自身で構築し、運用している。ゲーム作りでは文化祭での展示やゲームコンテスト提出を目標として、学校を舞台にした 3D アクションゲームを制作しているところであり、現在 3D モデルをモデリング中である。動画制作は来年の新入生オリエンテーション用の紹介動画や、文化祭の時に流す学校の紹介動画を製作する予定である。

今後も、後輩への技術指導を続けていくとともに、ソフトウェア開発、各種プログラミングコンテストへの応募、その他コンピュータにかかわる活動を続けていきたい。

第 2 節 Explore Program

探究 I

【仮説】

クロスカリキュラムを通して「水」を多角的・横断的に取り扱い、自然現象に魅力を感じ興味関心を育てるとともに、基礎的な探究のスキルの育成を目標とする。

【実施期間】

平成 27 年 4 月～平成 28 年 1 月の期間に実施した。

【対象学年】

中学 1 年生全員 (229 名) を対象とした。

【実施内容】

月	授業内容と教科
6	ムラサキツユクサの葉の気孔の観察スケッチ (生物)
7	サザンカの葉脈標本作成 (生物) 溶解度と再結晶を調べる実験・観察 (化学)
8	「うちの水はどこから来てどこへ行くのか」のレポート作成 (技術家庭)
9	水についての発表原稿作成 (技術家庭)
10	水についての発表 (技術家庭)
1	原子の電子配置と水分子の共有結合 (化学) 昨年度作成の関東一円の水系図の展示 (地理)
2	古代ギリシャの化学史 (化学)

水に関する探究として、生物では主に植物との関係性について考えていった。例えば、ムラサキツユクサを用いて、葉の気孔の観察を行うことで、植物が根で土壌の水分を吸い上げ、重力に逆らって葉まで上昇させることを理解した。これは葉で起こっている蒸散という生命活動を原動力とし、植物がいかに巧妙に水を循環させているのかについて知るきっかけとなった。また、サザンカの葉脈標本作製することで維管束の役割に対する理解を深めた。化学では、講義の中で原子の電子配置を学び、水分子の共有結合について理解を深めた。さらに、古代ギリシャのタレスが「万物の根源は水」と考えていたことについて扱った。技術家庭科では、夏休みの課題として、浄水場などの訪問調査やインターネットでの調査を基にしたレポートを作成した。授業では、個人がレポートの中で特に関心をもったテーマを本やインターネットで調べ、発表資料を作成した。用意した資料をプロジェクトで映して発表をし、クラス全員で評価をした。地理では、昨年度作成した関東一円の水系図を校内に展示した。

【評価】

実験や調べ学習など、生徒自らが参加する授業には特に意欲的に取り組んでいた。複数の教科で様々な角度から学ぶことで、水に対する興味関心を高めた。発表については、今年度から中学 1 年生で取り組んでいるエッセイを取り入れることによって調べたことをまとめ、わかりやすく伝える技術を学ぶことができた。今年度の課題であった河川の水質調査は実施できなかった。

【次年度への課題】

河川の水質調査の実施と調べ学習や発表の向上に取り組むたい。

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る。中学 2 年では、環境問題を語る上で欠かすことのできない「エネルギー」について多角的に見つめる。

【実施期間】

平成 27 年 4 月から平成 28 年 3 月まで。技術、地理、歴史、物理、地学の授業で実施した。

【対象学年】

中学 2 年生全員 (231 名) を対象とした。

【実施内容】

技術科、社会科 (地理・歴史)、理科の授業で実施した。技術科の授業では、エネルギーを題材に探究活動の基本となる情報収集と情報をまとめて表現するスキルを扱う実習を行った。エネルギーに関するたくさんのテーマについて書籍から情報を得、それをポスターに表現させた。それらのポスターを使い、クラス全体でエネルギーの基礎知識や課題について確認をした。また、世界レベルのエネルギー問題や環境問題では、先進国と発展途上国との間に考え方に大きな溝があること。そのために課題解決が先送りされてきた経緯なども解説した。

社会科の歴史分野では、産業革命とエネルギーの関わりについて解説し、現代の便利で豊かな生活はエネルギーが関わっていることを理解させた。また、図書館の活用と文献情報の記載方法について学んだ。地理分野ではエネルギー資源の分布と消費地の分布から国際間のつながりについて考える学習を実施した。日本のおかれている状況についても理解させるように指導した。また、再生可能エネルギーの立地条件について地理的な要因から考えさせた。

理科では、物理分野で電流による発熱の実験、エネルギー形態とその変換の考察をした。

【評価】

昨年までの取り組み結果から各教科で実施している個々のプログラムについては生徒の満足度も高く、知識理解も進んでいることが確認されている。生徒はエネルギー問題を世界的な課題であることを認識するようになってきているが、それらを身近な生活レベルの課題として捉えて積極的に活動する (たとえば、省エネルギーに気をつけること) ことまでは至っていない。

【次年度への課題】

「エネルギー問題」について学ぶことが、自分たちの生活を変えていくことが重要な次の一歩であろう。そのためには、クロスカリキュラムで学んだ知識を使い、生徒同士が議論をして自分たちの生活を改善させるなど指導上の工夫をしていくことが望ましいのではないだろうか。

SS 数学 I

【仮説】

ハノイの塔を考察することにより、単純なルールの中でも規則性を見つけ、発展させる力をつけていく。その過程の中で、仮説から実証をしていくスキルを身に着けていく。

数を増やしていく中で、文字を使って考えることが有効であることに結び付け、代数的な発想をさせたい。

最終的には、漸化式など帰納的発想や、再帰的アルゴリズムからプログラミングへの基礎的な力の向上につなげる。

【実施期間】

平成 27 年 5 月に実施した。

【対象学年】

中学 1 年生全員 (229 名) を対象とした。

【実施内容】

表 授業内容

月	主な授業内容
4	正の数負の数 文字と式
5	方程式 比例と反比例
6	平面図形
7	空間図形
9～11	式の計算 連立方程式
12	一次関数
1	平行と合同
2～3	三角形と四角形

昨年度までは論理パズルを行ってきたが、具体的に理解できる視覚的なパズルで、全員が取り組みやすいものに変更した。

初めに紙テープでハノイの塔に模したものを作成し、個々で試行錯誤を行った。次にグループ内で発表し、7 枚はクラスで発表して、全員ができるようにした。その過程の中で、予想をたてて確認することを行い、最後に文字を導入し、文字を使って一般式を考察していった。

【評価】

ハノイの塔の伝説などを加えた導入をしたことによって、すべての生徒が前向きにとらえ、アンケートではすべての生徒が「楽しかった」と回答した。

2 枚から複雑になっていくにしたがって、具体的に動かすことよりも、規則性を探していくことの方が有効であることに気付いた。ただやみくもに移動するのではなく、予想することにより、規則性に気づいていく生徒も多数みられた。

「文字を利用することが、問題解決の有効手段になることが分かったか」というアンケートの設問に対して、36%が「解いている途中で気づいた」、45%が「解き終わった後に気付いた」、18%が「言われてみて気づいた」と回答し、「有効であると思わない」は 1%で、文字を使うことが有効性であると気づかせることは、十分に評価できる結果となった。

【次年度への課題】

文字の有効性への成果はあったが、その先に続く漸化式や再帰的アルゴリズムにどうつなげていくかの検討が必要である。

SS 数学 II

【仮説】

身近なデータをヒストグラムや度数分布表で表し、特徴や傾向を読み取っていくことで分析力を高める。また、標本から母集団の特徴を推測できることを学び、無作為抽出の有用性を実感できる。

さらには表計算ソフト Excel を適宜活用することで IT スキルを身につけさせるとともに、生徒の関心を高め、統計リテラシーの向上につなげる。

【実施期間】

平成 27 年 12 月に実施した。

【対象学年】

中学 2 年生全員 (237 名) を対象とした。

【実施内容】

表 授業内容

月	主な授業内容
4～6	図形の性質 三角形や平行四辺形
7	式の計算
9～11	平方根、2 次方程式、2 次関数
12	資料の活用、標本調査
1～3	相似な図形、円

昨年度までは統計グラフの作成を行ってきたが、アンケート調査の内容が単調になるなど、課題が多かった。今年度は Excel の活用が統計リテラシーの向上に寄与するという仮説に基づいて、活動を行った。

最頻値や中央値について学ぶ際には、豊富な具体例を提示して生徒の興味を引き付けることを意識した。Excel を用いてヒストグラム・円グラフの作成や乱数を発生させる方法を学んだ。約 200 個のデータから無作為抽出を行い、母集団の平均値の推定を行った。

【評価】

生徒は代表値と言えば平均値をイメージするものであるが、総務省統計局の様々なデータを読み取ることを通して、「平均値ばかりではなく中央値や最頻値も意識する必要がある」との感想を持った生徒が数多くいた。度数分布では平均値に度数が集中するわけではないことに対する驚きもあったようである。ヒストグラムだけでなく、データの種類に応じて円グラフ等の使い分けが必要であるという感想も多く見られた。

標本調査の学習では、5%～10%の標本からでも十分に母集団の平均値を推測することができることに感動し、多くの生徒が興味を持った。

Excel の活用に関して、生徒は高校 2 年次に行う「個人課題研究につながっていく」との実感を持っており、コンピュータスキルの初歩を身に付けたことは有意義であった。全体を通して、これらの活動は統計学の入門として十分にその役割を果たしたと考えられる。

【次年度への課題】

コンピュータに関する生徒のスキルには幅があるため、すべての生徒が余裕を持って活動できるようペース配分に配慮していく必要がある。

SS 数学Ⅲ

【仮説】

昨今、和算がブームになっている。本校の個人課題研究においても和算をテーマとする研究がここ数年続いている。資料によれば江戸時代にもすでに開平計算を通して、平方根の値を実際に計算することが行われていたようである。現代では電卓やコンピュータを使えば瞬時に平方根の近似値が得られるが、どのようにして計算しているかは意外と知られていない。そこで、開平計算を実際に行い、開平法のアルゴリズムを知るとともに、平方根をより身近に感じることができるようになりたい。また、広く数学全体に対する興味・関心を高めることにつなげることを目標とする。

【実施期間】

平成 28 年 1 月 8 日～24 日の授業で実施した。

【対象学年】

中学 3 年生全員 (231 名) を対象とした。

【実施内容】

電卓や数表を用いて平方根の値を知ることはよく行われているが、実際に自分で計算する機会はあまりない。そこで、開平計算を実際に行い、よく用いる平方根の値を求め、そのアルゴリズムについて学習した。まず、 $\sqrt{2} = 1.414 \dots$ であることはよく知られているが、実際に開平計算し、そのような値となるかを確かめてみる。その後、いくつかの値の平方根を実際に計算し、計算法を体得したのち、開平法のアルゴリズムに目を向け、なぜ開平できているのかを確かめた。その後、クラスによっては他の平方根の近似値を求める求め方にも触れ、理解を深めた。

【評価】

電卓を使えば一瞬のうちに答えがでるが、実際に自分の手を使って計算できることを知り、平方根に対する興味関心を高めた。また、コンピュータを使えば直ぐに計算できるが、自分の手を使う事による実感を得ることの重要性を感じることができた。それに加えて、どんなに複雑でコンピュータでしか処理できないことであっても、その根本には数学の理論があり、それに基づいてコンピュータが作業しているだけであるから、コンピュータの計算結果を鵜呑みするのではなく検証することが必要であることにもある程度気づくことができた。

【次年度への課題】

開平法を使って手計算することは、生徒にとっては非常に骨が折れることである。電卓やコンピュータを使えば答えは瞬時に求められるのに、わざわざ手計算する必要があるのかと思うのも当然である。しかしながら、コンピュータの計算結果を鵜呑みにすることは大変危険な態度であると言わざるを得ない。実際に計算するという活動を通して少しでも、検証すべきことであるという態度を育てていけるようにしていきたい。そうすることによって、現代社会における数学の重要性や価値を理解する生徒が増えてくるだろう。そのような意識を持った取り組みを、今後も少しずつではあるが毎年続けていきたい。

SS データ解析

【仮説】

数学 I の学習内容である「データの分析」の中で、表計算ソフト (Excel) を用いてデータ処理をする実習の時間を設けることで、高 2 での個人課題研究のデータ処理・分析の基礎ができることを意図した。

【実施期間】

平成 27 年 12 月 1 日～18 日の期間の全 6 時間で実施した。

【対象学年】

中学 3 年生全員 (231 名) を対象とした。

【実施内容】

数学 I 「データ分析」は、次のように学習した。

データの代表値 (平均値、中央値、最頻値)	・・・ 1 時間
散らばりと四分位範囲	・・・ 1 時間
分散と標準偏差	・・・ 1.5 時間
データの相関	・・・ 1.5 時間
表計算ソフトを用いた実習	・・・ 1 時間

データの代表値の学習では、1 つの代表値だけでは必ずしも資料全体の様子を把握できないこととともに、いくつかの代表値を組み合わせ、より正確に資料の様子が分かることを学習した。

散らばりと四分位範囲の学習では、データの散らばり具合を表す指標としての範囲、四分位範囲に加えて箱ひげ図の読み方、書き方を学習した。

分散と標準偏差の学習では、最もよく使われる資料の散らばり具合を表す指標である分散と標準偏差についていくつかの資料から実際に手計算で分散や標準偏差を求めた。生徒たちにとってなじみの深い偏差値についても言及した。

データの相関の学習では、散布図や相関表の学習から相関係数を定義し、その値から 2 つの変量の間の相関を調べた。また、相関関係があることと因果関係があることとは別の事であることに言及した。

表計算を用いた実習では、統計分析ツールをインストールして簡単に平均値・標準偏差・相関係数などを求め、その数値が何を意味するかを考察した。また、いくつかの変量の間の相関を調べた。

【評価】

ビッグデータの時代となり、統計的分野の学習はより一層重要になってくるが、一方では、なかなか十分な授業時間がかけられない現実がある。その中で、わずか 1 時間ではあるがコンピュータの表計算ソフトを使った実習の時間をとれたことは大変有意義であった。それまで学習した内容の整理をする機会となり、また多くのデータを瞬時に処理するコンピュータの威力を実感する良い機会となった。

【次年度への課題】

今年度は、実習時間が 1 時間しかとれなかったが、今後はより多くの実習の時間を確保できるよう、全体のカリキュラムの中にしっかりと統計教育を組み込んでいく必要がある。また、理論と実習の時間のバランスとをより適正に配分できるようにしていきたい。

SS 数学Ⅳ

【仮説】

1つの数でありながら、実部と虚部という2元性をもつ複素数の計算と複素数平面上での図形的意味を理解することにより、指数法則と複素数平面的法則の類似性を知ることができる。また、原点を中心とする点の回転を行列ではなくド・モアブルの定理を利用することにより深く理解することができる。

【実施期間】

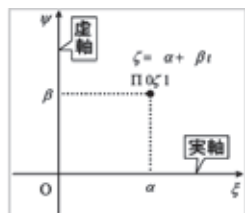
平成27年11月7日～15日までの8日間で実施した。

【対象学年】

高校1年生の内部進学生(200名)を対象としABC組、DEF組をそれぞれ3つのクラスに分けた類別指導によりグレードわけをして行った。

【実施内容】

- 複素数平面：x軸を実軸、y軸を虚軸とすることによって複素数 $a+bi$ を平面上に図示することにより複素数を平面上の点で表す。
- 複素数の実数倍の図形的意味から、3点 $0, \alpha, \beta$ が一直線上にある条件 $\Leftrightarrow \beta = k\alpha$ となる実数 k があることを理解する。また、加法・減法等の複素数平面における図形的意味をベクトルの導入として扱う。
- 共役な複素数の図形的な意味を理解し、共役な複素数の性質を理解する。
- 絶対値と2点間の距離を正確に把握する。
- 動径の半径 r と偏角により複素数を極形式で表すことにより複素数の乗法・除法の偏角の関係と指数法則の類似性を知る。また、点を原点を中心に回転させる原理を理解する。
- ド・モアブルの定理により複素数の n 乗が偏角の n 倍になることを理解し、複素数の n 乗根を求められるようにする。



【評価】

普段の数学の授業と異なり探究することをメインに授業を進めたことにより生徒が考える時間を多くとることができた。2次方程式の解以外に扱うことがなかった複素数を複素数平面に表し可視化することにより、多くの生徒が実感を持って理解することができた。生徒の感想も複素数により身近な存在となり図形的な意味が面白かったというものが多く当初予定していた学習効果が得られた。

【次年度への課題】

内容的に数学を苦手としている生徒もいる中、テキストを中レベルの生徒に合わせたので練習問題が上位レベルの生徒には簡単で、下位の生徒には難しいものになってしまったので、レベルごとにテキスト及び練習問題を再編する必要があると感じた。

SS 数学Ⅴ

【仮説】

数学ⅠAⅡBの学習を終えた理系数学Ⅲ選択者に対して数学Ⅲの内容を扱う。数学B数列の内容との接続を考え、下記表の通り極限の内容から扱うことで数学Ⅲ内容の学習効果が高まると考え、下表のように習熟度別授業を実施した。また、2次曲線が身近な存在であることや発展的な内容である微分方程式を学習することで、意欲関心が高まると考えた。

【実施期間】

平成27年7月～平成28年3月の、週6時間実施した。

【対象学年】

高校2年生の理系選択者(74名)を対象とした。

【実施内容】

式と曲線の単元では、自転車車輪の反射板の軌跡、日陰曲線等の実生活で出会う2次曲線を紹介しながらの授業展開を行った。

積分法的应用を学んだ後に、変数分離形の微分方程式を学習する予定である。また、微分方程式と物理力学分野との関係に触れ、数学と物理がどのような関係性を持って発展してきたのかを考える。(3月実施予定)

昨年度の課題であった計算力向上に関しては、昼休みの時間を利用し、数学Ⅲ計算練習会を開催して演習を繰り返した。

表 高校2年生カリキュラム

月	主な授業内容
7～9	数学Ⅲ 極限
9～10	数学Ⅲ 式と曲線
10～11	数学Ⅲ 関数
11～12	数学Ⅲ 微分法、微分法的应用
1～2	数学Ⅲ 積分法
2～3	数学Ⅲ 積分法的应用

【評価】

複素平面・式と曲線・関数からではなく、極限から学習することで、数学B数列との接続の利点だけではなく、無限大・無限小といった生徒が興味を抱く内容から数学Ⅲの学習を始めることができた。

式と曲線の分野で、身近な現象との関連を意識させることにより、「他にはどのような2次曲線が身近にありますか」、「自転車の反射板の軌跡を見ようとしたが、上手く見えませんでした」等の発言があり、意欲関心の高まりが見られた。

計算練習会を開催することで、演習量が格段に多くなり、後の単元の学習をスムーズに行うことができた。特に、積分法の単元では、微分法の計算力が向上したことで、公式を覚えるのではなく、微分法の逆演算と捉えて試行錯誤しながら計算しようとする姿勢が多く見られた。

【次年度への課題】

数学Ⅲを学習する中で、数学ⅠAⅡBの知識・活用を要求される場面が多く、問題演習が進まない生徒の大半はその知識・活用で苦しんでいた。数学Ⅲを学習するまでに数学ⅠAⅡBの分野を総復習する期間を設けるなどの工夫をすることで、より効果的な学習が期待できる。

SS 数学Ⅵ

【仮説】

数学Ⅲの内容をベースに置きながら大学入試問題を題材に加え、その問題の背景を探ることで、高校数学のバックボーンを理解し、問題解決能力も深まっていく。区分求積法は、歴史的な背景もおさえると微分法の見方も深まるであろう。さらに本年度は微分方程式に時間をかけ、物理学との関連も意識した。

【実施期間】

平成 27 年 4 月～平成 27 年 12 月までの 9 カ月間。

【対象学年】

高校 3 年生理系選択者全員 (95 名) を対象とした。

【実施内容】

年間を通したカリキュラムは次の通りである。

4～6 月 数学Ⅲ 積分の応用、複素数

6～12 月 数学Ⅲの演習とその発展

式と曲線/数列の極限/関数の極限/

微分法とその応用/積分法とその応用/

複素数平面

6 月には微分方程式で物理概念の分析や解曲線のイメージも深めた。12 月には、複素数平面と座標平面の関係、その得意な面を出し合って整理した。

【評価】

SS 数学Ⅳで、学習内容を系統的に並べなおしたカリキュラムで取り組み、Ⅴでは理系選択者に対して数Ⅲの学習内容を入れてきた学年である。したがってⅥでは、数学Ⅲの全体像をすでに持っている中での取り組みとして全体が俯瞰できた上で改めて細かく眺めなおすことにより、より学習内容の背景や意図が伝わりやすくなっている。

その中で、区分求積法の内容は、1 時間割いて面積計算を細分化することで微分の考え方につながることを再確認し、具体的な関数もグラフ化し、細分化することで面積計算に直結していく様子を捕まえた。また微分方程式の内容は、物理科教員にも相談に乗ってもらい、コーヒーマシンの冷め方など日常生活で見られる現象を紹介することができた。また、解曲線を平面に描いて見ることにより、その微分方程式の持っている意味をグラフの上でも確認することができた。複素数平面の扱いに関しては、改めて座標平面と式やベクトルの単元として考えて問題を解き直すことにより、複素数、すなわち数の計算で処理できる強さと弱点を整理することができた。

授業の感想としては、問題の背景を強く実感したというもののや、数学の奥の深さに改めて興味を持ったというものが多かった。受験問題の解法にすぐつながっていくわけではないが、数学を楽しく学ぶ事はできたようだ。

【次年度への課題】

SS 数学Ⅵとして 3 年間の取り組みを経て、ケプラーの法則、区分求積法、微分方程式など受験演習をメインにしつつも、その問題の数学的な背景を知ることにより理解を更に深めていく授業の形が見えてきた。さらに工夫改善を重ねていきたい。

SS Tech

【仮説】

社会で使われる多くの電気機器は、ハードウェアとソフトウェアとの組み合わせで動くものが多い。そこで、カーロボットのモーターやセンサーなどのハードウェアに触れ、これらを制御するソフトウェアを自分たちでプログラムすることで、機械の仕組みを理解させる。この学習により、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。

【実施期間】

平成 27 年 5 月から 7 月まで週 2 時間の授業を実施した。

【対象学年】

中学 2 年生全員 (237 名) を対象とした。

【実施内容】

カーロボットでライントレースをすることを目標にアルゴリズムとセンサーについて授業で解説した。座学で基本的なアルゴリズム (順次、繰り返し、条件分岐) を教え、アルゴリズムを使いこれらのアルゴリズムの動きを確認する課題に取り組みさせた。アルゴリズムは電子情報技術産業協会が作成したアルゴリズムをゲーム感覚で習得するための課題解決型ゲームソフトである。生徒は自分の命令により画面上でロボットが動くのを見ながらプログラムのデバッグも行うことができ、アルゴリズムの確認とともにプログラム作成の手順を体験することができた。

次にカーロボットに搭載されている赤外線センサーの役割を解説し、センサーにより床面の色の濃淡を検出し、検出した値によって条件分岐をすることによってライントレースができることを理解させるよう授業を行った。最後にカーロボットのプログラム (タイルを使った簡易型のプログラミングソフト) を使い、ライントレースのプログラムを組み立てる実習を行った。その際、プログラムは簡単な動きのものから、段階を踏みながら複雑なものへと挑戦できるような実習課題を与えるようにした。はじめは、動作確認のために直進して止まるだけのプログラム、つぎに同じ動作を繰り返すもの、さらに黒色を検出して動きを止めるもの、そして、最後にライントレースするものである。

【評価】

アルゴリズムの授業を先行させたこともあり、カーロボットのプログラミングでは昨年よりも早いペースで課題を消化することができた。さらに、課題も難易度の低いものから高いものへスモールステップで段階を踏むように設定したことも順調に学習が進んだ一因と思われる。

【次年度への課題】

使用しているカーロボットは複雑な制御や緻密な制御ができないため、応用的な課題を設定することができない。実践的な能力を高めるためには、実習課題をもっと幅広いものに対応できる環境を構築することが必要である。また、一部の生徒に対しては、コマンドをコーディングするようなかたちのプログラミング用ソフトウェアに挑戦させることも考えていきたい。

SS Expand Program

【仮説】

実験・製作およびレポート執筆、また高校で扱う授業の内容をとりあげた授業を通じて、実験スキルの修得に加え、論理的思考力や考察力の伸長を図ることができる。

【実施期間】

平成 27 年 4 月から平成 28 年 3 月まで、週 1 時間の授業を実施し、その中に実験とレポート作成指導を組み込んだ。また力学的エネルギー保存則、熱量保存則を用いた計算の演習を行った。

【対象学年】

中学 3 年生全員（231 名）を対象とした。

【実施内容】

中学 3 年生での履修範囲である運動とエネルギーの授業の他に、振り子とビースピを用いた力学的エネルギー保存則の実験、打点タイマーを用いた重力加速度の測定、熱量保存則から金属の比熱を求める実験等を行い、重力加速度の測定においてはレポート作成の授業を行った上で、生徒全員にレポート執筆を指示した。また力学的エネルギーにおいては、運動エネルギーと重力による位置エネルギーを用いた計算、熱量保存則においては比熱を用いた計算の演習も行い、高校の物理で行っていく授業の体験をさせた。

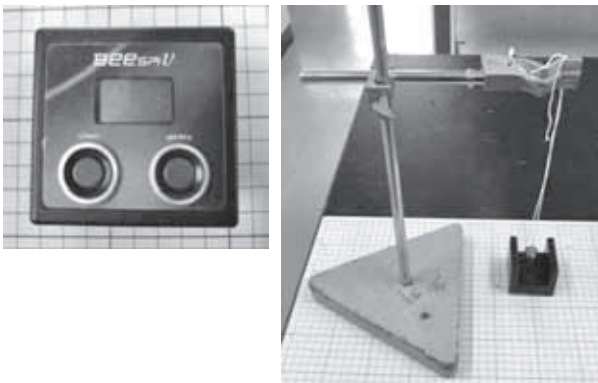


図 ビースピを使ったエネルギーの測定

【評価】

実験データを元にレポート作成を指示し、そのレポートの評価を行った。大半の生徒が目的・原理・手順・結果・考察・感想・参考文献の順に書かれ、軸のラベルやタイトルといった結果のグラフの処理も適切に行われていたレポートを書くことができた。また力学的エネルギー保存則、熱量保存則の計算に関しては、十分な演習を行い、その類似問題をテスト内で出題しその理解度を測った。全員積極的に取り組む様子が解答に見られ、高校に進学し物理を学習した際の手助けになるのではないかと考えられる。

【次年度への課題】

レポート提出までの授業を行うと、どうしても 1 つの分野に対してたくさんの授業数が必要になる。よって、従来の履修範囲を行った上で、たくさんの授業数をどう確保していくかの熟考が大切になる。

SS ICT

【仮説】

科学的内容を含んだ脚本を映像化することを通し、映像表現を学ぶとともにサイエンスコミュニケーションへの関心を高めるとともに表現力を高めることができる。

【実施期間】

平成 27 年 10 月から 12 月まで週 2 時間の授業を実施した。

【対象学年】

中学 3 年生全員（231 名）を対象とした。

【実施内容】

科学的内容を含む脚本を授業者が用意し、その脚本を映像化する実習を行った。科学的内容には「カーロボット」「粒子の細かさ」「睡眠の効用」などが含まれる。昨年までの脚本とは異なり、撮影場所が少なくてもすむような工夫（撮影時間の効率化）とテロップが少なくてもすむようなもの（文字に頼らない表現）にした。

映像表現についての学習は、編集の意味や映像の文法、カメラワークなどについて扱った。通常の撮影手順は、ロケハン、撮影、編集という手順を踏む。授業では、まず編集の解説と体験実習から入ることになっている。これは、編集という手順で具体的にどのような作業をするのかについて理解していないと、撮影時に気をつけるべきことが分からないという理由による。具体的には、撮影時の 1 ショットの前後をトリミングして 1 カットをつくる。編集作業を体験することで、実際に映像化するカットの前後も撮影時点では録画しなければならない、というような知見が撮影時には必要とされる。

カリキュラムは昨年までにほぼ完成をしていたため、今年は演技をどのように自然に、かつ視聴者に伝わるようなものにするのかを考えて撮影することを生徒に意識づけるよう指導を行った。

生徒らの実習への取り組みは意欲的であり、かつ多くの生徒は楽しみながら取り組むことができた。

【評価】

映像表現の基礎は学ぶことができた。脚本がドラマ仕立てであるため、役者の立ち回りや撮影方法についてはグループ内で話し合いながら協力的に進めていた。グループワークとしての実習の意義は高いと考えられる。

一方、科学的内容については、脚本で扱う科学的事項が簡単なものであったため、その解釈についてはほとんど議論にならなかった。そのため科学的な概念理解を深めることについては本実習はほとんど寄与しなかったと思われる。

【次年度への課題】

サイエンスコミュニケーションの向上を図るという観点に立つと、脚本を生徒が自分たちで作るところからはじめる必要性が指摘された。脚本をつくることで、科学的な事項の理解を深めることができる可能性があるのではなかろうか。しかし、このためには授業時間数を大幅に増やす必要があること、脚本づくりは技術というよりは言語の問題である。本格的なカリキュラムをつくるとすれば、他教科とのクロスカリキュラムにする必要があるだろう。

生命科学

【仮説】

身近なものを授業教材とし、また実物に触れる実験や観察を多く取り入れることで、生命現象を科学の視点で理解しようとする生徒を育成することができる。授業の復習を喚起するために、授業開始時に小テストを実施する。

【実施期間・対象学年】

通年で実施した。中学3年生全員(231名)を対象とした。

【実施内容】

表1 「生命科学」の年間指導内容と実験等の流れ

月	授業内容	作業・観察・実験
4～5	細胞と生命	観察を通して生命の基本単位である細胞について理解する。 タマネギの細胞の観察 ヒトの口内上皮細胞の観察 水中の生物の観察
6～9	生命維持	からだのつくりや代謝について 酵素カタラーゼの実験(代謝) イカの解剖(消化・吸収) 赤血球の観察
10～12	感覚と運動	五感を司る器官について、その構造や役割を理解する。 目の錯覚を利用した実験
1～3	生命の連続性	受精卵という1つの細胞から始まった生命の連続性を理解する。 DNAの抽出 細胞分裂の観察 生殖・遺伝

【評価】

昨年度と同様に授業時には小テストを行った。知識の定着に役立つとともに、生徒の学習意欲の向上に効果があった。また、今年度の実験で行ったイカの解剖はからだのつくりを理解するには大変有効で、生徒の反応も良かった。特に、口から食紅を注入し、食道⇒胃⇒直腸という食べ物の通過する道筋を確認した際には歓声が上がった。普段はあまり意識して観察することのない生物を、改めて丁寧に観察することは、生徒に命について考えさせるきっかけになるだろう。

酵素カタラーゼの実験では、通常の実験とは異なる方式をとった。従来の授業では教員が生徒に手順の説明や材料を全て与えるが、この実験では予め手順や道具を生徒に考えさせ、各グループが独自の実験を行えるよう工夫した。生徒は自分たちで考案した実験方法にのっとり、失敗をしながらも酵素の性質に迫っていくことができた。この方式は、予想⇒実験⇒考察⇒再実験という、科学の根底にある流れを体験させるのに適した方式であったといえる。

【次年度への課題】

生徒に実験方法を考えさせ、体験させる方式は非常に有効であったと考えている。次年度はさらにその機会を増やし、実体験に基づいた理解につながるような指導をしたい。

地球科学

【仮説】

予習を指示して自発的な学習を促し、授業では予習内容の発表機会を設け、単元ごとに復習課題を配布するとともに、生徒自身が行う活動回数を増やすことで、主体的に学習する姿勢を育む。実物の観察や実習・実験、授業と理科巡検の内容とを連動させることにより、地球科学的手法を体験させ、科学的な見方を養う。

【実施期間・対象学年】

週1時間の通年で実施し、中学3年生全員(231名)を対象とした。

【実施内容】

表1 地球科学で行った観察・実験・実習・巡検

月	授業内容	実験・観察・実習(作図)など
4～7	火山 地層 地球の歴史	(実験)メントスとコーラによる火山噴火の演示実験 (観察)火山噴出物の観察 火成岩6種のスケッチ 含花崗岩鉱物の特徴調べ 堆積岩6種の観察 河原の石の岩石名あてゲーム (巡検)つくば周辺の地形と地質ABC組 (実習)脊椎動物の四肢の進化
7～8	身近にある岩石・鉱物・化石の観察	
9～3	地震 プレート	(実験)岩石7種の密度の測定 (観察)つるまきばねによる地震波伝播の観察 (巡検)つくば周辺の地形と地質DEF組 (実習)等発震時曲線の作図 走時曲線の作図 震央と震源を求める作図 大陸移動のジグソーパズル 太平洋プレートの動き調べ

【評価】

定期考査の回を重ねるごとに最低得点は上昇する傾向が、低得点者の数は減少する傾向がみられ、学力の底上げをはかることができた。その要因としては、前年度との比較から、予習の発表によって学習内容をクラス全体で共有できたことと、主体的な学習回数の増加があげられる。特に、観察や実習では、自ら試行錯誤する様子がうかがわれ、自主的な思考を体験する好機となったようである。

一方、授業進度と理科巡検の日程とを合わせる事が難しく、巡検前に事前学習の時間を十分とれなかった。生徒感想には、授業で学んだことを野外観察したことで実感がわいたなどの意見が複数みられたものの、授業と理科巡検とを効果的な連動させるという点では授業内容の見直しが必要である。

【次年度への課題】

個人で行う実習は生徒の技能に応じて従事時間に関りがみられるため、グループ活動を促すか、発展的な課題を用意するなどの臨機応変な対応を行えるように準備する。地球の歴史のような時間スケールが大きく、実感をつかみにくい内容は、生徒の好奇心を引き出せるような教材や授業展開を工夫する。巡検については、事前学習を実施する。

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 (256 名) を対象とした。

◎ 物理 A

【仮説】

主に力学分野において実験を重視し、実験観察に関わるスキルを醸成するとともに、考察する力を養う。特に、考察に関わる部分については、現象について自らの言葉で表現し共有することに重点を置く。また、発展的内容にも触れ、科学への興味関心を高める。

表 1 年間指導計画

月	授業内容
4	速度、加速度
5	等加速度運動
6	落体の運動
7	力とそのはたらき、力のつりあい
9	運動の法則
10~11	力学的エネルギー
12~1	熱とエネルギー
2~3	波の性質、音波、静電気

【実施内容】

力学・熱・波動分野の展開の段階で、各分野の実験活動を行った。また説明のため必要に応じて、発展的内容(原理・法則をはじめとして、現代物理学の扱っている内容まで)を取り上げた。さらに、実験活動において様々な考察が考えられる部分については、あえて授業で話題にし、考察を自らの言葉で表現するよう促した。

【評価】

力学的エネルギーが保存しない例について授業を行った際、理論的に計算した値と、実際に実験をして得られた値の違いを考える活動を行ったところ、授業者の予想を超える様々な意見が出された。エネルギーの概念を広げていく上でも、現象をエネルギーという観点から捉える上でも効果的であったと考えられ、その後の熱・波動の学習においても、エネルギーについて考える際の助けとなった。

【次年度への課題】

高校 1 年生では発展的内容について取り上げることに興味を示す生徒は多いものの、理解するには基礎概念が不足していて、深い理解に行き着かないという構造的な問題がある。高校 1 年生で、基礎概念をしっかりと身につけることに主眼を置くと同時に、発展的内容への興味を喚起することで高校 2 年へ向けて学習意欲を高めることを目指したい。

◎ 化学 A

【仮説】

化学基礎の内容である理論化学分野を扱い、講義形式の授業と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 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
6~7	化学結合
9~10	物質量と化学反応式
10~11	酸と塩基
12~2	酸化還元反応
3	演習、実験等

【実施内容】

各分野のまとめとして、典型的な実験活動を行った。特に化学反応の量的関係と中和滴定は定番の実験である。必要に応じて演示実験と発展的な内容も取り上げた。

【評価】

授業での演示実験を通して、実物を見せることで生徒の理解を深めるのに有効であった。英語名の表記は、その意味や語源について考えるきっかけになった。

生徒は実験活動に積極的に取り組み、現象の理解を深めることができた。

【次年度への課題】

身近な化学現象や化学物質の理解を深め、学習後に新たな疑問を持ち続け、発展的内容に興味を持つことができるように導きたい。

◎ 生物 A

【仮説】

講義の形式としては、視覚情報を重視しパワーポイントを使用する。実験では、なるべく身近なものを試料として用い、身の回りで起こっている現象に関心を向けさせる。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。

表 3 年間指導計画

月	授業内容
4	生物の多様性と共通性
5	細胞とエネルギー
6~7	光合成と呼吸
9	細胞分裂遺伝現象
10	遺伝子と遺伝情報の複製と分配
11	遺伝情報とタンパク質の合成
12~1	体液とその働き
2~3	体内環境の維持の仕組み

【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。各分野の進度に併せて、実験活動を行った。また必要に応じて、発展的な内容も取り上げて紹介した。

【評価】

画像や動画を多く示すことで、生物名や生物用語をできるだけ実体を伴って理解させることができた。

【次年度への課題】

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。生徒がより主体的に取り組める工夫を続けていきたい。

理科 B (物理・化学・生物)**◎物理 B****【仮説】**

物理基礎から物理に至る内容を以下の表のように進め、基本事項の習得から現代物理学への応用まで、実験を含めて幅広く扱うこととした。これにより物理への興味関心を喚起することを意識した。

【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（55名）を対象とした。

【実施内容】

表1 年間の授業内容

月	授業内容
4	音、静電気
5	電流、平面内の運動
6	剛体、運動量と力積
7	運動量の保存
9	等速円運動、慣性力
10～11	単振動、万有引力
12～1	熱と気体、波
2～3	電気と磁気

各分野において、基礎事項から応用事項まで、教科書の内容にとどまることなく扱った。特に内容の文脈において外せない場合には、原理・法則を含めて発展的内容を扱うこととした。各分野の要所で実験を行い、理解の促進を図った。加えて学習事項が実社会や先端研究で、どのように応用されているのか理解できるように努めた。

【評価】

近隣の研究所の一般公開を始め、課題研究などに、生徒たちは好奇心を持って取り組むようになり理解に努めていた。実験にも積極的に取り組んでいた。

【次年度への課題】

物理基礎と物理の接続を、スムーズに行えるように内容の配列などに工夫を加えていきたい。

◎化学 B**【仮説】**

「化学」の内容である理論化学と無機化学を扱い、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、基本的な概念や原理、法則の理解を深めるとともに、実験スキルを身に付けることができるようになる。無機化学分野では、生徒の発表により授業を進める形式をとり、生徒が主体的に学習を進めることができるようになる。

【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（104名）を対象とした。

【実施内容】

表2 年間の授業内容

月	内容
4	物質の状態変化
5	気体の性質、固体の構造

6	溶液の性質
7	化学反応と熱・光エネルギー
9	化学反応と電気エネルギー
10	反応速度
11	化学平衡
12-3	非金属元素と周期表、典型金属元素、遷移元素、生活と無機物質

「コロイド溶液の性質」、「金属イオンの性質と分離」などの実験を行った。また、無機化学分野では、生徒が主体的に元素の特徴を調べ、発表した。

【評価】

元素各論は教師主導で概論を講義し、生徒発表では元素の特徴や最新素材の化学成分やその機能を発表し、教科書になり話題を取り扱った生徒がいた。積極的な授業展開となり、いつもとは異なる生徒の一面が見受けられた。

【次年度への課題】

生徒の主体的な学習の場面を増やす活動を、来年度以降も検討・実施していきたい。

◎生物 B**【仮説】**

3期に分け、1期では「身体のしくみ」について、2期では「自然環境」について、3期では「分子から見た生命現象」について学習することで、生物学全般への理解を深める。

【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（56名）を対象とした。

【実施内容】

表3 年間の授業内容

月	授業内容
4	恒常性
5	生体防御
6-7	動物の刺激の受容と応答
9	ウシガエルを用いた実験、動物の行動
10-11	バイオーム、生態系とその保全
12-1	細胞と分子
2-3	代謝とエネルギー

映像や新聞記事も活用して授業を進めた。実験は、「ウシガエルの解剖実習および実験」「盲斑の検出」「イワシの血液を用いた赤血球と周囲の溶液濃度の変化の関係」「カイコによるフェロモンに対する行動実験」「ツバキの葉の形態に及ぼす光の影響」「根粒菌の観察」、他である。

【評価】

昨年と同様に、実験で生きた教材を扱うことが多かった。特にウシガエルの実験では事後にレポートを書かせ、結果の考察を深めるよう取り組ませた。カイコを若齢幼虫から飼育し、生育ステージを追って生態を観察することを試みた。

授業形態は、3期から予習をして授業に臨むことを促した。その結果授業の進行を早めることができ、また、より発展的な内容を扱うことや演習に時間をかけることが可能になった。

【次年度への課題】

一部の実験において、手順を教師が指示する方法から生徒自身が実験設計し取り組む方法を試みたい。これにより実験の考察がより深まると考えられる。

理科 C (物理・化学・生物)

【仮説】

物理・物理基礎、化学・化学基礎、生物・生物基礎に発展的内容を加え、特に実験的内容を重視し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醸成するとともに、実験結果について考察し、その重要性を実感できる。

◎ 物理 C

【実施期間】

通年で週 4 時間の授業を実施した。

【対象学年】

高校 3 年生の選択者 (51 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
4～7	電磁気分野 (静電気、電流、磁場、電磁誘導)
7～9	原子分野 (粒子性・波動性、原子と原子核)
10～	全般の復習と演習

上記の授業中に以下の実験を行った。

5 月:「コンデンサーの電気容量」

6 月:「電池の内部抵抗」

7 月:「電流が作る磁場」、「電流が磁場から受ける力」

装置や測定回路の組み立て、実験データの収集・記録を 3～4 名のグループで行った。その後、個人で表やグラフを描いて考察を行った。

【評価】

教科書の記載事項について、理論に止まることなく実験を通して理解を深めることができた。

【次年度への課題】

グループで個人の考察についての評価を行い、その結果を全体に発表することを考えていきたい。

◎ 化学 C

【実施期間】

通年で週 4 時間の授業を実施した。

【対象学年】

高校 3 年生の選択者 (121 名) を対象とした。

【実施内容】

年間の授業内容は次の通りである。

表 2 年間の授業内容

月	内容
4	有機化合物の特徴と構造、脂肪族炭化水素
5	酸素を含む脂肪族化合物
6	芳香族化合物、生活と有機化学
7	高分子化合物の分類と特徴、合成高分子化合物
9	天然高分子化合物、生活と高分子化合物
10～	化学基礎・化学全般の復習

実験については、「炭化水素の発生と性質」、「アルコールの

性質」、「アルデヒドの性質」、「エステル合成」、「フェノール・サリチル酸・アニリンの性質」、「サリチル酸メチルの合成」、「ベンゼンのニトロ化」、「ナイロンの合成」、「糖類の性質」、「タンパク質の性質」などを行った。

【評価】

昨年度に比べて有機化学分野および高分子化学分野ともに実験の種類や回数を増やすことができ、実験のスキルを高めることができた。

【次年度への課題】

実験レポートの書き方についてより細かな指導を行ってきたい。また、扱う実験の種類を増やしていきたい。

◎ 生物 C

【実施期間】

通年で週 4 時間の授業を実施した。

【対象者】

高校 3 年生の選択者 (69 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 3 年間の授業内容

月	内容
4～5	代謝
6	遺伝情報の発現
7	生殖と発生
8～9	生物の環境応答
10	生物と環境
11～	生物の進化と系統

前半は、分子レベルでの生物学への理解、後半は時間的、空間的に広い範囲から生物学を理解することに努めた。

「発生」の分野では、生徒に主体的に取り組ませるために、専門的な資料を配布し、読み込ませる時間をとった。

実験については、「キューネ発酵管を用いた発酵の実験」、「ツンベルク管を用いたコハク酸デヒドロゲナーゼの実験」、「薄層クロマトグラフィーによる光合成色素の分離」などを行った。

【評価】

代謝や遺伝現象など、自分の体内で起こっていることを化学反応として理解することができた。内容は、身近な現象から最先端の内容まで扱ったが、新聞記事等のトピック的な内容を盛り込むことで、医療から環境問題まで、授業で学んだ内容が、将来の問題解決の足掛かりとなることを理解できたと思う。

【次年度への課題】

生物学を理解するためには、化学および数学的な説明が必須と考えられるが、途中であきらめてしまう生徒も見られた。今後も指導を工夫していきたい。

生徒がより主体的に学習できるよう、資料の読み込みと講義形式の授業をうまく組み合わせしていきたい。

探究講座

【仮説】

高校2年次の個人課題研究（理系のテーマを設定する者の一部はSS研究）のテーマ決定のための探究講座を今年度も実施した。3年間の実践から探究講座がテーマ決定に一定の効果が認められることが分かった。今年度は新たに、一部の科目で「ミニ研究」という講座を導入した。研究の手順を一通り経験することによって、よりスムーズなテーマ決定が可能になるとともに、研究の質が向上するものと考えた。

【実施期間】

平成27年4月～平成28年3月までの週当たり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（256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～Ⅳ期）、②研究領域の知識や実技などの講座（Ⅴ～Ⅶ期）、③研究テーマ決定のための教科相談会（Ⅷ期）、④課題研究時の指導、の4つの内容で構成される。上記①、②の開設講座数を表1に示す。表1におけるA群は国語科・英語科・地歴科・公民科、B群は数学科・理科、C群は音楽科・美術科・書道科・保健体育科・家庭科・情報科、さらに学際分野の講座群である。

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	Ⅶ期
A群	4	2	4	2	5	4	7
B群	1	2	1	1	5	4	6
C群	3	4	4	5	9	8	8
合計	8	8	9	8	19	16	21

●Ⅰ～Ⅳ期

Ⅰ～Ⅳ期の講座は、主な研究領域における過去の研究テーマの紹介などを通して、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～Ⅳ期に開講した講座は以下のとおりである。（※G：ガイダンス）

・A群

日本文学・民俗学研究G、言語学研究G、英語系研究G、地理学研究G、歴史学G、公民研究G

・B群

物理学研究G、化学研究G、生物学研究G、地学研究G、数学研究G

・C群

芸術科研究G、保健体育研究G、企業経営研究G、教育学研究G、家庭学研究G、情報図書館研究G、交通研究G、心理学研究G、地球環境G、保健医療研究G、認知科学研究G、野菜づくりG

●Ⅴ～Ⅶ期

Ⅴ～Ⅶ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の操作方法などを学ぶものである。今年度は夏期休業を挟むⅤ・Ⅵ期に物理・

生物・化学で「ミニ研究」という講座を新設し、原則として継続履修するという条件を設けた。

・A群

言語学入門、英文学・翻訳・欧米文化入門、異文化コミュニケーション入門、日本文化を英語で発信、地理学入門、歴史学入門、社会学入門、経済学入門、日本文学・民俗学研究、政治学研究法、言語学研究、地理学研究法、考古学研究法、法学研究法、経済学研究法

・B群

数学科アンソロジー①・②・③、物理ミニ研究、物理研究法、化学ミニ研究、化学研究法、生物ミニ研究、生物研究法、地学研究基礎、地学研究応用、社会調査法、データ分析

・C群

創作のアイデア、透視図法入門、書道に親しむ、保健体育研究入門、スマトレ、プログラミング入門、インターネット技術入門、図書館情報学入門、国際協力入門、心理学研究入門、交通学研究入門、認知科学入門、教育学研究法、地球環境入門、音楽探究、美術探究、書道探究、保健体育研究実践、栄養管理実習、子ども・女性分野テーマ探索、食物分野テーマ探索、資料の探し方演習、理系テーマ文献研究法、国際協力研究法

●Ⅷ期

Ⅷ期には生徒が研究テーマを提案する「プロポーザルシート」を教科宛に作成し、個々に教員からアドバイスを受けるという教科相談会を行った。

【評価】

テーマ設定後に行ったアンケートで探究講座が個人課題研究のテーマ設定に役立ったか、という問いに対して、「役立った」または「とても役立った」と答えた生徒は65%だった。

ミニ研究の導入でテーマの設定から実験・考察・発表という手順を一通り経験していたため、研究としてものになりそうなテーマとそうでないテーマをある程度、生徒自身で判断できるようになった。ミニ研究履修者が最終的にどの分野の個人課題研究のテーマを設定したのかをまとめたものを表2に示す。ミニ研究履修者の多くが同じ分野の個人課題研究に取り組むことから、ミニ研究がスムーズなテーマ設定に寄与していることがうかがえる。ミニ研究を履修した生徒のうち40%が個人課題研究では理系以外のテーマを設定することになったが、ミニ研究は自身の理系への特性を見極める重要なきっかけになったものと思われる。

表2 ミニ研究履修者の個人課題研究（SS研究）のテーマ

	物理系	化学系	生物系	理系以外
物理ミニ研究	10	0	0	5
化学ミニ研究	1	5	0	3
生物ミニ研究	3	11	19	26

【次年度への課題】

ミニ研究を履修した者としなかった者で個人課題研究（SS研究）が完了した時点で研究の質にどのような差があるのかについて検証する必要がある。

SS 研究

【仮説】

本研究は、本校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。個人が自ら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とともに、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 26 年 10 月 20 日に説明会を行い、平成 27 年 12 月 5 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(22 名)を対象とした。

【実施内容】

SS 研究を含めた個人課題研究の流れを以下の表 1 で示す。本格的に研究がスタートするのは 2 月中旬からであるが、テーマが確定した者から、早めに研究に着手できるように促した。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。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。

表 1 SS 研究および個人課題研究の流れ〔平成 26 年度〕(高 1)

段階	月日	内容
①	10 月 20 日(月)	第 1 回説明会(テーマ・課題指導者について)
②	11 月～12 月	研究内容案レポート提出
③	12 月 1 日(月)	第 2 回説明会(課題指導者決定の流れ)
④	12 月 8 日(月) ～1 月 26 日(月)	テーマの探索期間 「テーマ・課題指導者確認票」提出
⑤	2 月 2 日(月)	第 3 回説明会(研究計画カード作成・諸注意)
⑥	3 月 7 日(土)	研究計画カード、第一章提出

〔平成 27 年度〕(高 2)

⑦	4 月 9 日(木)	第 4 回説明会(年間日程の確認・諸手続き)
⑧	7 月 4 日(土)	中間報告書提出締切
⑨	7 月 16 日(水)～ 17 日(木)	中間発表会
⑩	10 月 3 日(土)	下書き提出締切(レポート作成済分を提出)
⑪	12 月 5 日(土)	レポート・要旨締切
⑫	12 月 17 日(木) ～18 日(金)	学内研究発表会(全員)
⑬	1 月 20 日(水)	SS 研究・個人課題研究発表会 (つくば国際会議場・茗溪学園)

各担当教員の指導のもと、毎回ゼミ形式やレポートを課して各生徒の研究の進捗状況を確認しながら進めた。7 月には中間発表、12 月には最終研究発表会を全員が行った。その中で優秀な研究を各分野から選び、1 月につくば国際会議場で SS 研究、個人課題研究発表会を実施した。



図 1 中間発表会(クラス)



図 2 中間発表会(学年)

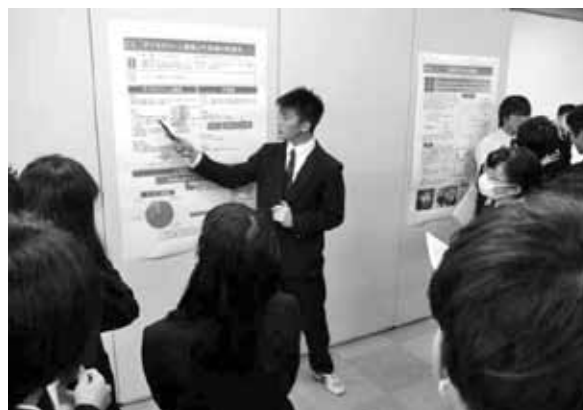


図 3 SS 研究・個人課題研究発表会(茗溪学園)

【評価】

自分の興味ある分野に対し、実際に実験をし、場合によっては研究者から指導・助言を受けることで、専門的知識や具体的な研究手法を身に付けることができた。様々な発表の機会を活かしていきたいと考える生徒が増えてきた。

【次年度への課題】

より専門的かつ高度な研究へと発展させられるよう、筑波大学や周辺研究機関との連携を深めて進めていきたい。

筑波山巡検（地学・物理・地理分野）

【仮説】

下記①～③のフィールドワークを通じ、生徒の自然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。

- ①地学分野では、筑波山を構成する岩石などを野外観察して、実物に触れる経験と観察するスキルを身につける。
- ②物理分野では、筑波山を構成する岩石などの自然放射線測定を行い、考察する力を身につける。
- ③地理分野では、読図力を養うために地形図（縮尺は2万5千分の1や1万分の1）を使用して巡検を行ったり、土地利用を観察したりしながら、地理的なものの見方や捉え方を学び、地理的観察力及び考察力の向上を目指す。

【実施期間】

平成27年9月9日に実施予定だったが、台風の影響で中止となった。

【対象者】

中学2年生全員（237名）を対象とした。

【実施内容】

事前準備として、本校から茨城県立中央青年の家まで（約20 km）のルートを、1クラス6～7名で構成した班ごとに、地形図（1/2.5万）上に設定した。出発日には、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を比較した。

本年は、台風の影響で巡検を中止したため、実施を予定していた内容を中心に記載する。

物理分野では、班ごとに雪入ふれあいの里まで徒歩で移動し、自然観察路の途中の観察ポイントで放射線測定器を貸与し、岩石の観察や放射線測定を行う予定であった。

また、地学分野では、この付近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とから、筑波山の成り立ちについて現地で紙芝居を用いながら解説する予定であった。

さらに、地理分野ではかすみがうら市雪入地区では土地利用調査と木造建築の屋根のスケッチ、水質調査（水質調査項目は、気温、水温、パックテストを用いた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）を行う予定であった。

【評価】

台風の影響により全ての巡検は行えなかった。しかし、雨天の中、学校からキャンプ場までの移動（約20 km）は徒歩で行ったため、読図力に関する検証は可能であると考えた。設定したルートとGPSデータ上のルートはほぼ一致しており、地図を読みながら歩いていたことが予想される。しかしそれ以外の巡検は一切行えなかったため、今年度に関しては評価できない。

【次年度への課題】

少雨であれば通常プログラムを実施するが、台風の中では野外活動に制限が出る。そのような中でも生徒に深い興味関心を持たせられるようなプログラムを構築する必要がある。

地図を使った地域調査

【仮説】

生徒自身の興味関心で自由にテーマを設定し、地図を片手に対象地域において現地調査をし、調査結果からその地域特性について考察することを目的とする。さらにクラス内で発表する機会を持つことにより、相手に分かりやすく伝える工夫をさせる。このような取り組みは、調査する力や考察する力、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、9月下旬の授業（計3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（237名）を対象とした。

【実施内容】

生徒が自主的に課題に取り組めるよう、丁寧に事前指導を行ったが、具体的なイメージが持てない生徒が多いため、過去の作品を見せたり、推奨テーマの紹介を行ったりした。

夏期休業を使って調査した結果を四つ切画用紙1枚にまとめ、9月に全員が発表用原稿を作成した。原稿は、動機・目的・調査方法と内容・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。生徒と教員からの推薦で発表者を決定し、各クラス10～15名がクラス内で発表した。発表後は質疑応答の時間を設け、学会の口頭発表の形式をとった。

【評価】

事後アンケート結果分析は5年目となるが、今年もやはり「地理好き」と「調べ学習好き」の2つの相関が高かった。このことから授業中に調べ学習の機会を増やせば、調べ学習のスキルが向上すると考えられる。加えて「現地調査はとても大変だが楽しかった」と達成感を得た生徒も多かった。また生徒からは「他の人の発表がとても上手で、参考になった」「みんなに選ばれて、発表したかった」など、前向きな感想も多く得られた。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「暑い中の調査はとても面倒だった」「まとめるのに時間がかかってとても疲れた」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た」「地理が楽しくなってきた。もっと勉強をしてテストでもいい点を取りたい」というように、取り組みにより自信がつき、今後の地理学習への意欲が増した生徒もいた。

【次年度への課題】

個々の作品の質を向上させ、調査結果を考察できるように、さらに細やかに指導し、調べ学習の基礎をきちんと身につけさせたい。また昨年と同様に多くの生徒がクラス内で発表をしたいと望んでいた。その背景には、さまざまなプログラムにおいてプレゼンテーションを行い、その回数を重ねてきたことで自信がついてきたのではないかと考えられる。そこで次年度以降は、プレゼンテーションのパフォーマンスだけでなく、「何をどうやって伝えたいのか」ということを考えながらポスターを作るということも視野に入れて取り組ませたい。

理科巡検

【実施日】

6月26日にABC組が地学、DEF組が生物の巡検を行い、10月21日にはクラスを入れ替えて巡検を行った。

【対象者】

中学3年生全員（231名）を対象とした。

◎ 地学巡検

【仮説】

地球科学的調査方法を知り、野外で実物に触れる体験をさせることで、生徒の興味関心を高めることができる。

【実施内容】

第四系の3つの観察地点をクラス毎にバスで移動し、桜川河原では礫種の同定を、上高津貝塚では地図をもとに海岸線との位置関係を確認し、馬掛では地質柱状図の作成を行い、後背地の変化や海水準変動、現在の地形の成り立ちについてそれぞれ考察を行った。

【評価】

実施後の生徒へのアンケートでは、フィールドワークに意欲的にのぞめた者が87%、地形の成り立ちを考えることに興味が持てた者が72%であった。早期実施クラスは事前学習という形になったが、授業後に実施したクラスと大差はなく、期待していた効果が上がったと思われる。

【次年度への課題】

第四紀における地域的な環境変化を想像しやすくするため、地図や地形図を用い、巡検の事前学習を充実させたい。

◎ 生物巡検

【仮説】

人間の働きかけにより維持・形成される自然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できる。

【実施内容】

茨城県牛久市にある、牛久自然観察の森をフィールドとし、3つのグループに分かれて観察、実習を行った。

表1 巡検の実習内容

植物班	植物観察、樹木の樹皮観察
昆虫班	昆虫採集と観察、スケッチ
野鳥班	双眼鏡による野鳥の観察、鳴き声での同定実習
その他	屋内施設での学習

【評価】

自然の中で昆虫採集や野鳥の観察を行った経験のない生徒もあり、本物に触れたことに感動したようである。昆虫の苦手な生徒もいたが、ヒトと同じく生物だということ、私たちの生活と密接に関係していることを理解すると、徐々に慣れていき、観察眼も養われていった。本でつける知識よりも、実際に物を見たり触れたりしたときの感覚のほうが、記憶や知識として残りやすいことが改めて確認できた。

【次年度への課題】

30人規模の集団に対して講師1人では、指導が行き届きにくい部分も生じてしまう。さらに少人数のグループにして講師を増員するか、同じグループ内でも別課題を与えるなどして対応する必要がある。

生命倫理・科学倫理

（1）水俣病の授業

【仮説】

チッソ附属病院の院長であった細川一は猫を使った実験（猫400号実験）で水俣病の原因が自らの会社にあることを突き止める一歩手前まで迫るが、それを早期に公表することはできなかった。公表すべきかどうか悩む細川の葛藤を追体験しながら、生徒たちに「被害の拡大を防ぐ」ための社会システムを提案させ、生命尊重をベースとしながら科学と社会のあり方を考えさせる。

【実施期間】

平成27年10～11月の通常授業の中で実施した。

【対象者】

中学3年生全員（231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4回にわたってクラスごとに実施した。1時間目に水俣病の基本事項について概説した。その際、水俣病と原発事故の類似性にも触れた。2時間目にNHK「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。3時間目は猫400号実験をめぐる細川一の葛藤を、事実をもとに描いた「日本の公害1970」（ふじたあさや作）という演劇脚本を利用し、細川の葛藤を追体験させた。4時間目は「①なぜ細川は早期に公表できなかったか」、「②細川は早期に公表すべきだったか」、「③自分が細川の立場だったら早期に公表したか」と問うた。多くの生徒は、細川は「公表すべきだった」としながらも、もし自分が細川の立場だったら「公表できなかった」という矛盾した内面を吐露した。それに関して、その矛盾の是非を生徒同士で討論させる時間を取った。その後、細川が公表したか否かに依存しない、被害の拡大を抑えるための社会システムの提案を課した。生徒たちからは、「行政が魚を食べないように禁止する」「国が率先して実験して原因を特定する」「マスコミに情報提供をしたり、世論に訴える」など多様な意見が出された。最後に授業者から、細川の晩年のメモと2004年関西訴訟最高裁判決を通して予防原則の重要性に触れ、まとめた。

【評価】

授業後に実施した生徒へのアンケートでは「もう少し国の対策がきちんとしていれば、細川さんが一人でたくさん苦しむことがなかったのではないかと思います。」「1959年の時点で国が排水規制していれば患者は減ったと思う。」「予防原則は今後の日本に重要だと思った。」などの意見が出され、生命尊重をベースとしながら主体的に社会のあり方を考えようとする姿勢が見られた。

【次年度への課題】

次年度は、水俣病だけではなく他の公害問題も取り上げ、持続可能な社会と結び付けながら、科学技術と社会のあり方、個人の倫理観について、生徒たちの主体的な考察を促す授業展開を企画していきたい。

(2) 水俣巡検

【仮説】

現地での聞き取り調査や見学を通して多面的に水俣病の問題を考察し、授業内容とリンクさせながら公害の防止及び初期対応のあり方、被害の拡大を防ぐための社会システム等を主体的に考えさせることができる。

【実施期間】

平成 27 年 8 月 24～27 日に 3 泊 4 日で行った。

【対象者】

希望者を対象とし、中学 3 年生 2 名、高校 1 年生 1 名の計 3 名が参加した。

【実施内容】

8/25 1 日目

①水俣市内巡検（茂道・湯堂・坪内地区、水俣湾埋立地、慰霊碑、明神海岸、百間排水口、チッソ周辺）、②水俣市立水俣病資料館見学（語り部：杉本肇さんのお話し）、③国立水俣病研究センターでの毛髪水銀検査、④家族が認定患者である吉永理巳子さんのお話し。

8/26 2 日目

①熊本学園大学水俣学現地研究センター・宮北隆志センター長の講義（チッソや行政の初期対応で失敗した点、予防原則、中央と地方の在り方、地方の自立と民主主義、水俣の再生などについて）、②考証館見学、③相思社・永野三智さんのお話し（現在でもつづく水俣病の健康被害と認定制度の問題、相思社の活動、ミナマタとフクシマの類似性などについて）、④水俣協立クリニック・高岡滋医師の講義（水俣病における行政による健康被害の調査のあり方、民間の医師たちによるこれまでの取り組み、放射性物質と健康被害の関係性、健康被害を調べる上での疫学調査の方法や重要性などについて）

8/27 3 日目

①久木野ふるさとセンター愛林館・沢畑亨館長によるフィールドワークと講義

経済的利潤を追求した中で自然や人々の健康を破壊した水俣病という公害問題から、持続可能な社会づくりへと視野を広げ、現代の経済構造ではお金にはなりにくいが、「水・土・空気」といった人々の暮らしに欠くことのできないものを生み出す棚田や森林を保全する活動を行っている愛林館の活動を学び、持続可能な社会を形成していく上で大切なことが何であるのかを探究した。

【評価】

本巡検に参加した生徒はその後、本校の「個人課題研究」で「水俣病と法と検察」というテーマで水俣病問題を扱い継続的な研究を進めたり、巡検の成果を一般の人たちを前にポスター発表するなどして、生徒たちの主体的な取り組みを促すことができた。

【次年度への課題】

水俣病だけでなく、他の公害問題からも教訓を学び取れるような巡検を企画・実施し、科学技術と社会のあり方を考えつつ、持続可能な社会づくりへとつなげていきたい。

SS Overnight Study ◎PC によるセンシング講座

【仮説】

センサーを使ってデータを取得する（センシング）技術を知り、私たちが普段使用している電子機器の仕組みを知る。またアナログでの実験とデジタルでの実験の違いを知ingことを目的として今回のプログラムを行った。

【実施期間】

平成 27 年 11 月 2 日、3 日の 1 泊 2 日で実施した。

【対象者】

科学部物理班、無線工学班、および一般生徒のうち、電子機器を使っている現代の実験方法に興味がある中学 3 年生から高校 2 年生までの計 7 名を対象とした。

【実施内容】

平成 27 年 10 月 30 日にオリエンテーションを行った。また今回のプログラムでは Arduino と Processing のパソコン言語を用いたセンシングを行うため、その二つの言語を学ぶための事前学習会をオリエンテーション後に実施した。11 月 2 日、3 日の実習では、まずペットボトルや油粘土など、比較的安易に手に入れられるものを用いて、PC やセンサーを使わない簡易地震計を作成し、測定することで、地震計の仕組みを知り、かつアナログでの実験を体験した（図 1）。次に卵殻を用いた浸透圧の実験を行い、実験手法はアナログ的であるが、実験処理はエクセルを使って、数値を入力しグラフ化するというデジタル的な処理を行わせ、アナログとデジタルの違いを考察した（図 2）。



図 1：簡易地震計の作成



図 2：卵殻を用いた浸透圧の実験

最後に 3 軸加速度センサーを含んだ電子回路をブレッドボードと Arduino 基板上に組み（図 3）、組んだ回路をパソコンと接続した。そして回路で計測した揺れをパソコン上に数値化して取り込み、そのデータをパソコン上で処理するという手法で、本校舎のグラウンドの揺れを計測した。計測はまず手作り地震計をそのまま地面に



置き、朝と夜の揺れの違いを計測した。次にハンマーで地面をたたき、その時の揺れ方を計測した（図 4）。最後に「アナ

ログ実験とデジタル実験の長所と短所を入れたスライドと実験結果のまとめが入ったスライドは必ず作るように」という条件を課した上で、今まで得たデータをパワーポイントでまとめ、まとめたものを参加生徒に発表し、発表したものをもとにプログラム内容を考察して、プログラムを終了した(図5)。



図4：地面の揺れの計測 図5：プログラムの報告をテーマにしたプレゼンテーション

【評価】

本プログラムを参加生徒に10点満点で総合評価をさせたところ、平均9.4とかなりの高結果となった。質問紙によるプログラムを通しての生徒の変容は以下の通り。①「地震計に関する理解が深まった」に対し、はい：6、変化なし：1、いいえ：0、②「PCを使ったセンシングの仕組みが分かった」に対し、はい：7、変化なし：0、いいえ：0、③「デジタル実験とアナログ実験の違いが分かった」に対し、はい：7、変化なし：0、いいえ：0、④「今後センシングに関する勉強をしたい」に対し、はい：5、変化なし：2、いいえ：0であった。またプログラムに参加した生徒の感想としては、以下の通り。「データがリアルタイムにパソコンに表示され、普段の授業でやる実験ではできない経験ができてよかった。個人課題研究もがんばりたい。」「夜遅くまで実験したことは初めてだったので、とても楽しかった。大学に入って研究したらこんな感じなのかなと思った。」「思っていた以上に楽しかった。実際作って、その作ったものを使って計測するのがとてもよく、理解も深まった。しかし半透膜の実験がうまくいかなかったので次回は成功させたい。」「プログラミングはとても難しいものというイメージがあり身を引いていたところがあったが、今回のプログラムを通して、がんばればできるのではないかと感じる事ができた。」。以上の結果や感想から、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】

卵殻を使った浸透圧の実験が、ドリルで開けた穴から上昇した水がもれてしまい、どの班も予想した結果のグラフにできなかった。次年度では水がもれることのない工夫を考えた上で実験を行うか、もしくはもう少し結果が明瞭であり、実験操作も複雑でない卵殻の実験に代わる浸透圧の実験をすることが必要である。また、このセンサーやPCを使うということが難しく感じるのか受講を希望する生徒が少なかった。センサーやPCを使う実験はものすごく高度なことではない事を特別講座などで実感させたい。

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。

- ①遺伝子組換え技術の理論とその有用性について理解する。
- ②遺伝子組換え実験において GFP(緑色蛍光タンパク質)を利用することの意味を理解する。
- ③遺伝子発現の調節のしくみを理解する。
- ④微生物研究の基本となる大腸菌の培養方法を身に付ける。
- ⑤実験結果から、結論を導き出す手順を理解する。

【実施日】

平成28年3月9日、10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】

希望者を募り、高校1年生から3年までの40名を対象に実施する。

【実施内容】

テキスト配布し、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
2. スタータープレートの作製
- (1日目)
1. 大腸菌チューブの調整
2. DNAの大腸菌への導入(ヒートショック)。
3. 大腸菌の植え付け
4. 実験結果の予測
- (2日目)
1. データの収集と分析
2. 形質転換効率の算出
3. 実験後の処理(大腸菌をオートクレーブで処理)

【評価】

本年度、未実施であるため、昨年度の実施内容について評価する。「時間が長い」という点については、解説の内容等を精選することで、若干の改善は見られた。「遺伝子の発現調節のしくみ」に対する理解については、時間を取って説明することで、理解を深めることができた。

【今年度への課題】

「時間が長い」という点に関しては、若干の改善が見られたが、生徒の集中力等の観点から見るとまだまだ改善の必要が感じられる。実験操作が時間の無駄なく行えるように留意し、尚且つ、必要とされる説明をテンポよく入れることで、さらに時間を長く感じさせないように、工夫していきたい。

また今年度は、実施日を遅らせたことで、日程的に余裕のあるスケジュールとなった。「事前準備」の段階から、生徒の手を使って行っていくことを計画している。

3節 Tsukuba Program 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、普通の授業では行えない実物に触れる経験や実験・実習を体験させることが目的である。

【実施期間】

平成27年12月17日にABC組、12月19日にDEF組で実施した。

【対象者】

中学1年生全員(229名)を対象とした。

【実施内容】

牛乳の使用済み紙パックとストローを使い生徒一人ひとりがストロー竹とんぼを制作し、自分で飛ばすという取り組みである。

指導の際、以下の3点に留意した。

1. 身近な材料を用いること。
2. 教員が竹とんぼの飛ばす理由を説明し、工夫できることを生徒から聞き出すこと。
3. 出来上がった竹とんぼを自分で飛ばし、滞空時間の長さを測定し競わせる、ゲームの要素を取り入れること。

【評価】

次の表は実験後に4段階評価でとったアンケート結果をまとめたものである。

表 アンケート結果

	楽しかったか	興味を持てたか	簡単だったか	協力したか
4	46.8%	28.6%	22.4%	46.4%
3	50.9%	60.0%	38.4%	40.9%
2	2.3%	10.5%	29.2%	10.9%
1	0.0%	0.9%	10.0%	1.8%
評価平均	3.45	3.16	2.73	3.32

生徒の最長滞空時間は3.76秒、滞空時間が3秒を超えた生徒は、学年全体で6名いた。

以下は、「工夫したこと」に書かれていた内容の例である。

- ・羽根の形を長方形のままではなく、切ったりして変えた。
- また、ストローの長さを調節し、飛ばすときにストローの下を持って上に向かって飛ばした。
- ・羽根の長さが左右で変わらないようにした。また、回転しづらくなるので、羽をねじりすぎないようにした。
- ・羽を十字型にして、回転量を増加させるようにした。

【次年度への課題】

前回の反省を受け、今回は説明図による標準の形だけではなく、羽の形状など、与えられた材料の中で自由に設計してよいことにした。工夫ができることで「楽しさ」は増したが逆に作成上の「難易度」も上がったようで、課題が残った。

SS Camp (中2)

【仮説】

普通の授業では行えない実物に触れさせる経験や実験実習を体験する機会を通して、生徒の科学への興味・関心を育成することを目的とする。年に2度、夏期と冬期に行う。

【実施期間】

夏期は平成27年6月26日に、冬期は平成27年12月18～19日にそれぞれ実施した。

【対象学年】

中学2年生全員(237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。授業で学んだ理論をより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】

4段階評価でとった事後アンケートの結果(N=230)を示す。

表1 アンケート結果

	楽しかったか	興味を持てたか	簡単だったか	協力したか
4	45.7 %	28.7 %	18.3 %	39.6 %
3	45.2 %	56.5 %	43.2 %	38.7 %
2	7.4 %	10.4 %	29.7 %	19.1 %
1	1.7 %	4.3 %	8.7 %	2.6 %
評価平均	3.35	3.10	2.71	3.15

【実施内容：冬期】

「わくわく講座」と題して2日間で8講座を開き、生徒はそのうち1講座を受講した。理科系講座は以下の通りである。

- ・「アーチ橋のはなし」… 足利工業大学 末武義崇先生
- ・「弁の仕組みを理解しよう！ポンプの工作 + 弁の応用 水撃ポンプを理解しよう」… 足利工業大学 野田佳雅先生
- ・「太陽でご飯が炊けると誰が喜ぶ + パネル型ソーラークッカーの製作」… 足利工業大学 中條祐一先生
- ・「味覚の不思議」… 食品総合研究所 大倉哲也先生
- ・「未解決問題に挑戦」… 本校 尾島義之教諭

その他、芸術分野、体育分野、国際分野の講座を開講し、それぞれ本校教員が講義を担当した。

【評価】

5段階評価でとった事後アンケートの結果(N=230)を表2に示す。

表2 アンケート結果

	興味を持てたか	理解できたか
5	48.0 %	54.1 %
4	43.7 %	39.3 %
3	7.0 %	5.2 %
2	1.3 %	1.3 %
1	0.0 %	0.0 %
評価平均	4.38	4.46

【次年度への課題】

生徒の興味・関心を惹く講座を開くことができた。講座のジャンルを広げ、難易度の設定を適切に設定していきたい。

科学講演会 (SSZ 高1環境研・筑波大)

【仮説】

進路選択を年度末に控えた高校1年生が、環境研究の最前線の話聞くことにより、生徒が現在の地球環境の状況を把握するとともに、今後をどう生きていけば良いかを考えることができる。また、大学の先生から大学での学問や研究についての講演をしていただくことにより、生徒が大学とは何かについて考え、進路意識を高めることができる。

【実施期間】

環境研究に関する講演会は平成27年6月26日に、大学に関する講演会は平成27年7月16日に実施した。

【対象学年】

高校1年生全員(256名)を対象とした。

【実施内容】

(1) 環境研究に関する講演会

国立環境研究所の先生方をお招きして、講演会を実施した。

①全体講演会

「個人課題研究が仕事になった!？」

ー地球を取り巻く大気と環境問題ー

地球環境研究センター 白井知子先生

白井先生は茗溪学園の第9回卒業生であり、高校2年の個人課題研究においてもフロンガスによるオゾン層破壊をテーマにした。現在も環境分野の研究者として活躍する白井先生から、ご自身の中学・高校時代の経験、高校卒業後のあゆみを交えながら、大気中のごく微量の化学成分が環境に与える影響等について講演していただいた。

②分科会

以下の6つのテーマについて分科会を開催し、生徒は希望する2つのテーマを聴講した。



図1 環境研究講演会 分科会の様子

「二酸化炭素はどこから？」

ー大気中CO₂の放出源・吸収源を推定するー

地球環境研究センター 白井知子先生

「コンピュータの中に地球をつくる：

大気環境のモデリング」

地域環境研究センター 永島達也先生

「筑波山を流れる小さな川の環境問題」

地域環境研究センター 渡邊未来先生

「遺伝子組換え農作物はアリかなシカ？」

生物・生態系環境研究センター 玉置雅紀先生

「アオサ類による極端な優占現象『グリーンタイド』は干潟環境を本当に悪化させているのか？」

生物・生態系環境研究センター 矢部徹先生

「砂糖にまつわる苦い話

ー沖縄における赤土流出問題ー

社会環境システム研究センター 岡川梓先生

(2) 大学に関する講演会

筑波大学の先生方をお招きして、講演会を実施した。

①全体講演会

「大学で学ぶとは」国際室長 大根田修先生

「大学での理系研究」数理物質系 喜多英治先生

「大学での理系研究」人文社会系 青木三郎先生



図2 大学に関する講演会 全体会の様子

②分科会

各学群から合わせて10の分科会を2時間行った。生徒は一つの分科会を選び参加した。

人文・文化学群：人文社会系 沼田善子先生

社会・国際学群：人文社会系 近藤康史先生

人間学群：人間系 藤田晃之先生

生命環境学群：生命環境系 千葉智樹先生

理工学群(理学系)：数理物質系 鍋島達弥先生

理工学群(工学系)：数理物質系 柳原英人先生

情報学群：図書館情報メディア系 長谷川秀彦先生

医学群：医学医療系 高屋敷明由美先生

体育専門学群：体育系 寺山由美先生

芸術専門学群：芸術系 原忠信先生

【評価】

7月17日に各分科会での講演内容・質疑応答の内容を発表し、全体で共有する機会を設定した。生徒のまとめ・感想を見ると、環境研究の講演会では、環境問題をマクロ・ミクロ双方の視点で考える好機となったようである。また、大学に関する講演会では、進路に対する考えがより具体的になったという感想が多く、進路意識の高まりが見られた。

【次年度への課題】

事前学習に割く時間を多く取っているが、実際に生徒にイメージがわくのは、講演を聴いた後のようである。発表による共有に加えて、教科指導等と連携することにより、事後指導の充実に努めることも重要である。

科学講演会（情報通信技術）

【仮説】

情報通信に関する研究の最先端に携わる研究者から講演をいただくことにより、情報通信技術への深い理解を促す。また情報通信技術が人間生活にもたらしたものの、科学研究の醍醐味に加え、科学技術を創造し実現する楽しさを認識する。

【実施期間】

平成 27 年 11 月 25 日に実施した。

【対象学年】

中学 1 年生～高校 2 年生の希望者 37 名を対象とした。

【実施内容】

国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）の滝澤修先生をお招きし、「無線通信技術の歴史と茨城県 ～なぜ茨城は『パラボラ銀座』なのか～」という題で講演していただいた。滝澤先生の講演内容は、NICT の紹介、茨城県にある（あった）主な無線施設、電磁波について、太平洋の向こう（アメリカ）との交信を目指した 100 年前の茨城・平磯（ひたちなか市）における研究成果、電離層、通信衛星とその利用等であった。

平磯における研究は、1915 年に逓信省電気試験所平磯出張所が開設されたことに始まり、世界初の同時送受話無線電話実験の成功、米国の中波ラジオ放送の初受信、短波無線局による太平洋横断通信実験の成功など、大正期から昭和初期に掛けて数多くの研究成果を残してきたことが紹介された。

日本の情報通信の幕開けとなった実験に加え、現在もひたちなか市・鹿嶋市・高萩市等に情報通信・無線通信関係の研究所が立ち並ぶ理由について、滝澤先生は地の利があったことを解説して下さった。太平洋に面しており、アメリカとの交信に適していたこと、南方向にも開けており、赤道が見えることで、人工衛星との通信にも適していたこと、東京にも近いことで、都心から通信線を引きやすかったことである。東京五輪（1964 年）の海外向けテレビ衛星中継に、茨城県内の研究所が大きな役割を果たしたことも紹介して下さった。



図 滝澤先生の講演の様子

【評価】

わかりやすい講演であったこと、茨城県が情報通信研究の最先端を走ってきた経緯が理解できたこと、情報通信分野への関心が増したこと、等を感じて書いた生徒が多くいた。

【次年度への課題】

希望者対象の講演は日程の調整や参加生徒の募集などに困難は多いが、分野が限定できるため、参加生徒にとってのメリットも大きい。次年度以降も積極的に企画していきたい。

科学講演会（デンソー川崎先生）

【仮説】

ものづくりの達人と称される研究者の講演を通じて、生徒がものづくりの心にふれ、ものづくりへの興味関心を高めるとともに、最新の科学技術の一端を知ることができる。

【実施期間】

平成 27 年 12 月 17 日に実施した。

【対象学年】

中学 2 年生全員（237 名）を対象とした。

【実施内容】

（株）日本自動車部品総合研究所 研究 3 部 31 研究室室長である川崎宏治先生に、「ものづくりへの飽くなき挑戦」という演題でご講演いただいた。

川崎先生は、車の電子部品の開発・研究を手がける傍ら、デンソーが 2 年に 1 度開催しているアイデアコンテスト「デンソー夢卵（むーらん）」で、5 連覇を果たし、“発明の達人”と称された方である。災害救助ビークル、陸海空を移動できるロボットなどを手がけ、テレビ東京「ワールドビジネスサテライト」等でも取り上げられている。講演に際しては、同研究所試作試験室、松浦道弘先生にも加わって頂いた。

講演では、先生の自己紹介に引き続き、先生が社内アイデアコンテストに向けて発明された作品の数々を実演しながらご紹介いただき、作品を作ろうと思った背景や今後の実用化に向けた意気込み等についてお話し頂いた。



図 代表生徒が体験している様子。中央が川崎先生

【評価】

貴重なロボットの数々を実際に操作できたとあって、生徒からの評価は非常に高いものであった。生徒からは「先入観にとらわれずに行動することが大切だと気付くことができた」「『何事も諦めないでやる』ということはあらためて大事だと思った」といった感想が多く寄せられた。仮説に挙げた、「ものづくりの心にふれ、ものづくりへの興味関心を高める」「最新の科学技術の一端を知る」ことに加えて、挑戦することの重要性なども認識できたと考えられる。

【次年度への課題】

生徒達へ好影響を与えていると考えられ、来年度以降も生徒達が新たな世界に目を開いていける講演会を企画したい。

SS Lab Tour (高1 研究所見学)

【仮説】

高校1年生は自分の興味や適性を考慮し、将来の進路を検討する時期にある。本ツアーでは、筑波研究学園都市を中心としたエリアにある大学・研究所・企業などを訪問することで興味を掘り起こし、視野を広げ、進路選択に生かしていく。

【実施日】

平成27年12月18日に実施した。

【対象者】

高校1年生全員(256名)を対象とした。

【実施内容】

生徒は下記から希望するコースを選択し、訪問した。

- ① 茨城空港・茨城新聞社
- ② 美浦村文化財センター・予科練平和記念館
- ③ 地磁気観測所・ぺんてる
- ④ アステラス製薬御幸が丘研究所・茨城県立医療大学
- ⑤ 戸田建設技術研究所・インテルつくばオフィス
- ⑥ NICT 平磯太陽観測センター・茨城放送
- ⑦ 茨城県畜産センター・鈴木牧場
- ⑧ 茨城大学農学部・雪印メグミルク阿見工場

①・②コースは文系向けに経済・マスコミ・歴史をテーマに据えて研修を行った。③コースの地磁気観測所では研究員による地磁気観測所の歴史と役割についての説明や大正元年に建てられた当時の地磁気観測装置の見学、現在のデータ収集現場の見学をすることができた。④コースのアステラス製薬では研究センター内の工夫された空間施設を見学し、事前に作成した質問に対して、研究員の方から丁寧な回答をいただいた。また、茨城県立医療大学ではリハビリテーション医療の違い等の解説をしていただきながら附属病院を見学し、見学後は模擬授業を受講し、MRI 器具等貴重な機械・器具に触れた。⑤コースの戸田建設では音響実験室での音場・騒音シミュレーターの視聴や実大振動試験装置での地震体験、一般実験棟での超高強度コンクリートの紹介など、研究施設8ヶ所を見学した。インテルでは各施設の紹介、アイ・トラッキングやウェアラブル・ディスプレイなど最新デモンストレーションを体験することができた。⑥コースの平磯太陽観測

センターは鹿児島県に移転される予定であり、訪問した当日が、最後の一般向け公開日であった。100年の歴史を物語る建物の解説を伺いながら、日本の科学技術を支える地道な観測と研究の一端を学ぶことができた。茨城放送ではスタジオの見学とともに、通常は入ることができない資料室を見学させていただいた。⑦コースの茨城県畜産センターでは畜産物加工体験を行った後、「先端技術実験センター」の研究棟を案内していただき、多くの生徒が顕微鏡で牛の受精卵の様子を確認した。鈴木牧場は土づくりこだわった飼育を行っている。においのない発酵中の堆肥を生徒は手で触って確かめていた。乳牛の話からT P Pの問題へも話は及び、畜産をめぐる深い学習となった。⑧コースでは茨城大学農学部を訪問し、学部説明後、戸嶋教授による「天然毒から農薬・医薬へ」の模擬授業をうけ、遺伝子実験施設を見学した。午後は雪印メグミルクの阿見工場の生産ライン等の見学をした。

【評価】

訪問後の生徒レポートから、科学技術に関するイメージの転換や新しい発見など、視野を広げることができたと言える。

以下、生徒レポートより、

- ・技術発展は人を進化させていくような気がした。こういう発想が生まれるのは開発者のふとした考えであり、自分も貢献できる仕事をやりたい。
- ・地磁気は普段使っている通信機や火山活動の観測で生活しやすい環境を支えてくれているように感じ取れた。
- ・話を聞いていると、研究員の方達は失敗も恐れずに開発研究をしていると分かり、とても前向きで良いと思った。
- ・普段では見せてもらえない所を見学させてもらい、最新の技術を知ることができた。自分も未来の発展に貢献できる職に就きたいと思った。

【次年度への課題】

今年度は、進路選択のことを踏まえて文系分野もコースに入れた。さらに訪問する施設や研究分野に関する事前学習を行っていたこともあり、現地での生徒の質問の内容が良く、知識の吸収も良かったように感じられた。今後、さらなる事前学習の工夫により、充実したツアーになることが期待できる。



図1 茨城県畜産センターにて



図2 NICT 平磯太陽観測センターにて

SS Lab Tour (足利工大)

【仮説】

自然エネルギーの研究開発を行う足利工業大学で、具体的な物を見ながら、各分野で活躍されている専門家の話を聞く。自然エネルギーを考えるきっかけとするとともに、これからの研究課題として具体的に組み立てるものにする。

【実施期間】

平成 27 年 7 月 22 日に実施した。

【対象学年】

中学 1 年から高校 2 年までの、科学部所属と自然エネルギーに興味関心を持つ生徒・教員 計 15 名を対象とした。

【実施内容】

午前：特別講義と実習「太陽熱調理器がエネルギー難民を救う～食とエネルギー～」

自然エネルギー・環境学系 中條祐一教授
・ソーラークッカーとバーナーの効果について
・ソーラークッカーの組み立てとゆで卵の実習
・ソーラークッカーについての講義

実験室・実験設備の見学「自然エネルギー」

自然エネルギー・環境学系 根本泰行教授
・水力発電実験用水路 ・風力発電実験用風洞
・バイオマス発電装置 ・太陽熱温水器比較実験
・尿素冷却材実験



図 見学の様子

午後：講義と体験実習 「バーチャルリアリティは、人の生活を豊かにするか」

情報システムデザイン学系 松本直文教授
・講義 人の感覚に近づくインターフェース技術
VR (仮想現実) から AR (拡張現実) へ
・体験実習

【評価】

3 人の教授による各分野の講義や説明は、生徒にとってとても刺激的でかつ興味深いものであった。各教授の学問に対する熱い思いも伝わってきた。

科学部の活動テーマや課題研究のテーマに生かしていきたいと考える生徒が増えてきたので、今後の活動に期待したい。

【次年度への課題】

エネルギー資源の少ない日本において、自然エネルギーについて考える機会をコンスタントに設定していきたい。

自然エネルギーを基本とし、応用分野についても学んでいけるように計画していきたい。

SS Medical Seminar

【仮説】

医療従事者や医学薬学獣医学研究者の講演会や関係する分野の体験活動に参加すると、その分野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・獣医学・医療系の仕事を志すようになる。

【実施内容と評価】

1. 「高校生医学セミナー 病院見学会」への参加

実施日：平成 27 年 8 月 6 日、12 月 25 日

会場：ひたちなか総合病院(8 月)、筑波記念病院(12 月)。

参加者：高校 1 年生 2 名、高校 2 年生 1 名、計 3 名(8 月)。

高校 1 年生 1 名、高校 2 年生 1 名、計 2 名(12 月)。

内容：施設見学、体験学習、医師とのグループディスカッション、講話

2. 茨城県立医療大学「公開講座 化学講座」への参加

実施日：平成 27 年 8 月 11 日

会場：茨城県立医療大学

参加者：高校 1 年生 1 名、高校 2 年生 1 名、計 2 名

内容：「分光光度計を使って、身近な食材のタンパク質を定量してみよう！」

3. 「平成 27 年度 理学療法・作業療法・言語聴覚療法 見学会」への参加

実施日：平成 27 年 8 月中旬～下旬 (施設により異なる)

会場：茨城県内の病院・施設 (参加生徒により異なる)

参加者：高校 2 年生 4 名

内容：病院についての説明・見学、実務見学、質疑応答

4. エーザイ筑波研究所 研修会

実施日：平成 27 年 8 月 20 日

会場：エーザイ筑波研究所

参加者：高校 1 年生 13 名、高校 2 年生 7 名、合計 20 名

内容：講演会、研究所見学、質疑応答

5. いばらき腎臓財団「いのちの学習会」の実施

実施日：平成 27 年 10 月 7 日

会場：茗溪学園中学校高等学校

参加者：中学 3 年生 2 名、高校 1 年生 5 名、高校 3 年生 14 名、合計 21 名

内容：筑波大学医学医療系消化器外科・移植外科高野恵輔先生による移植についての講演

6. 茨城県立医療大学「公開講座 生物講座」への参加

実施日：平成 27 年 12 月 24 日

会場：茨城県立医療大学

参加生徒：高校 3 年生 1 名

内容：「自分の遺伝子 DNA を抽出し、遺伝子型の判定をしてみよう！」

【課題の成果と次年度への課題】

今年度は実施内容も増え、医学系、薬学系、医療系全範囲にわたって行うことができた。ただし、参加生徒の男女比を見ると、いずれの講座も男子生徒の参加者数が極めて少なかった。

SS Geo Tour (屋久島)

【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 27 年 7 月 18 日～22 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 1 名、高校 1 年生 5 名、高校 2 年生 2 名の計 8 名が参加した。また埼玉県立春日部高等学校からは、高校 1 年生 7 名、高校 2 年生 4 名の計 11 名が参加した。

【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 (5/10)	筑波山巡検 ※地形や植物の観察および水質調査
第 2 回 (6/26)	屋久島講演会 ※筑波大学の安間先生による講演会・写真講習会
第 3 回 (6/28)	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

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
7/18	屋久島環境文化村センターでの研修
7/19	ヤクスギランドでの調査、研修・太忠岳登山 ※夜は屋久島の植物、地質に関する講演会
7/20	テーマ班別巡検 (生物巡検・地質巡検) ※夜は班別巡検のデータ処理
7/21	50 年に一度の大雨に見舞われ、終日屋内での活動を行った。※夜は研修成果発表会
7/22	春田浜での海洋生物の調査、文化研修

現地においては、屋久島環境文化村センターで屋久島の自然や文化に関する研修を行ったり、ヤクスギランドでネイチ

ャーツアーガイドによる巡検を行ったりした。

昨年同様、屋久島の特徴が顕著にあらわれると考えた 3 つの研究分野 (コケ・ヤクス Макаワゴロモ・地質) の中から、事前学習で特に興味を持ったものを個人テーマとし、2 校混合のテーマ班を編成した。現地研修において班ごとに丸 1 日調査をし、結果(データ)をまとめ、調査結果の発表会を行った。今年も太忠岳(1497m)登山を行い、「本物に触れる」機会を増やした巡検となった。

【評価】

今年度は台風 11、12 号の接近や口良部島の噴火、50 年に一度という大雨に見舞われるなど、実施自体が危ぶまれることもあった。実施に当たっては合同巡検が 4 年目になる春日部高等学校とも入念に協議をし、事故なく終えることができたことを感謝したい。巡検においては例年通り事前学習を通して両校の親睦と研修意欲を高め、目的意識を持って屋久島へ入ることができた。各グループがそれぞれのテーマをかかげ、研究対象について議論し研究していく流れは 4 年間で作り上げることができた。研究・調査に必要な実験器具や研究方法の考案も、生徒主導で行い、成果発表会でも研修センターの方から高い評価を受けている。この合同巡検を通して、研究に対する姿勢や研究方法の習得が向上していることがうかがえる。一方で、研修テーマに固執しすぎ、屋久島の雄大な自然そのものを肌身で感じ、楽しむことに不十分となってしまう生徒もいた。写真におさめて記録するよりも、まず目で見て肌で感じて記憶にとどめることの大切さを指導する必要があるようだ。屋久島巡検は生徒だけではなく、教員のスキルアップにもつながる事業であった。



図 猿川のカジュマルにて

【次年度への課題】

昨年度の課題であった「文化研修」について、今年度実施できたことに大変意義があった。屋久島の自然を人間が対抗するのではなく、順応しやかに利用してきたか理解を深めることができた。次年度は、屋久島の魅力や自然の利用について、今後の展望について考える機会を設けたい。今ある自然の維持だけではなく、活用や価値の向上について考えさせていくことが重要だからである。また、新たなテーマの模索もしていきたいと考えている。

SS Lab Camp

【仮説】

大学や研究機関、地域社会との連携を拡大し深めることにより、生徒の課題研究の計画や推進、評価において、生徒が肯定的な刺激を受け課題研究の質的な向上が図られるとともに、地域社会に貢献することが期待できる。

【実施期間】

高校2年は、課題研究の実施期間のうち、3月～11月に実施した。高校1年以下は、平成27年8月26日に実施した。

【対象学年】

課題研究実施中の高校2年生34名、課題研究をこれから行っていく高校1年生以下の希望者11名を対象とした。

【実施内容】

高校2年生の医療・医学など文献研究センターの課題を研究する生徒が、参考論文の著者等の研究者に連絡をとり、直接間接に指導を受けたり、考案した仮説やアイデアを評価してもらったりした。連携した研究機関・施設は、以下の11件であった（順不同、重複あり）。

筑波大学システム情報系、重粒子医科学センター病院、サンフィールドクリニック、近畿大学、国立がんセンター東病院、慶應義塾大学医学部、佐賀県庁、青山学院大学、弘前大学、太田総合病院、筑波大学医学医療系など。

また、高校1年生以下の課題研究計画段階で特に理系の実験の手法や実際を学ぶという観点から、多様な分野の実験が行われる人工衛星開発分野に着目し、筑波大学システム情報系 亀田敏弘准教授のご協力を得て、太陽電池、衛星電波受信、固体の固有振動に関する実験講座を実施した。



図 人工衛星の実物大見本を観察

【評価】

課題研究実施中の生徒にとっては、研究のまとめにつながる重要な機会となり、研究論文の深化につながった。亀田先生と所属学生の皆さんによる講義や実験は、人工衛星開発に数多くのテクノロジーが関わっていることを実感でき、課題研究テーマの探索につながった生徒もいた。地元で人工衛星開発が行われていることを知る機会にもなった。

【次年度への課題】

大学等との連携は、複数回行うことでより効果的になっていくと考えられる。次年度以降も積極的に取り組みたい。

科学倫理ワークショップ

【仮説】

中学3年公民の授業や水俣巡検を通して、水俣病という出来事が様々な倫理的問題を含んでいることを生徒たちは学習した。今回、「水俣病と科学者・技術者・医学者の倫理」をテーマとした講義およびディスカッションを通して、生徒たちが科学技術と倫理について主体的に考えようとする意欲を高めることができる。

【実施期間】

平成28年1月14日の午後、本校において実施した。

【対象学年】

中学3年生から高校2年生までの希望者6名が参加した。



図 実川先生による講義

【実施内容】

本講義は、NPO 水俣フォーラム理事長の実川悠太先生に担当して頂いた。まず、水俣病の概要や経過について説明があり、プリントを通してその問題構造を整理した。続いて、水俣病の原因解明につながるネコ400号の実験結果を公表すべきか否か悩む細川一医師の葛藤に触れ、もし自分だったらどうしたかという問いかけがあった。また、胎児性水俣病の原因解明に尽力した原田正純医師の取り組みについて話があり、公害に向き合う医学者のあり方について考察した。さらに水俣病だけでなく、安全性よりも経営を優先させ、後に多額の損害賠償を負うこととなったフォード社のピント事件の例を挙げながら、生命と経済の問題について考察した。話題はチッソ経営者や幹部の法的責任のあり方にも及び、倫理的問題と法的責任の関係性について考察した。最後に、地球の有限性に着目しながら、科学技術を基礎とした経済的発展をいかに持続可能なものに転換していくかについて考察した。

【評価】

水俣病に関して、SSH「科学倫理・生命倫理」の授業で取り上げ、さらにSSH水俣巡検を平成26年度より実施しており、それらと結び付け深められるワークショップとなった。生徒の感想では、「人々が豊かに暮らしていくためには経済活動や生産活動は欠かせないものですが、人々の命に及ぶ危険性、リスクも同時に考えなければなりません。これから社会に出ていく私たちの課題でもあります。」と問題を主体的に考えようとする姿勢が見られた。

【次年度への課題】

水俣病以外の公害問題も取り上げながら、科学者や市民に求められる倫理観やリテラシー等について考察していきたい。

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、本校の生徒の状況を明らかにするために、以下に示す基礎調査を毎年実施している。本稿では、これまでに蓄積されたデータから高校生のデータをもとに学習動機ならびに学習方法についての分析結果を報告する。分析には、筑波大学システム情報工学研究科吉瀬章子研究室の協力を得た。

1 項 調査の概要

基礎調査は SSH 事業に関わった平成 23 年から 27 年まで毎年実施してきたものであり、概要は以下の通りである。

調査目的：生徒の科学志向や学習状況を把握する。

調査時期：平成 23 年から平成 27 年にかけて毎年 6 月～7 月に実施した。

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、留学志向、各教科学習の評価、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 学習動機の因子分析

本研究で用いた学習動機は市川伸一氏によるもので、2 要因 6 因子のモデルである（図 1）。このモデルには質問項目が 36 項目あり、それぞれの因子に対して 6 項目の質問で構成されている。

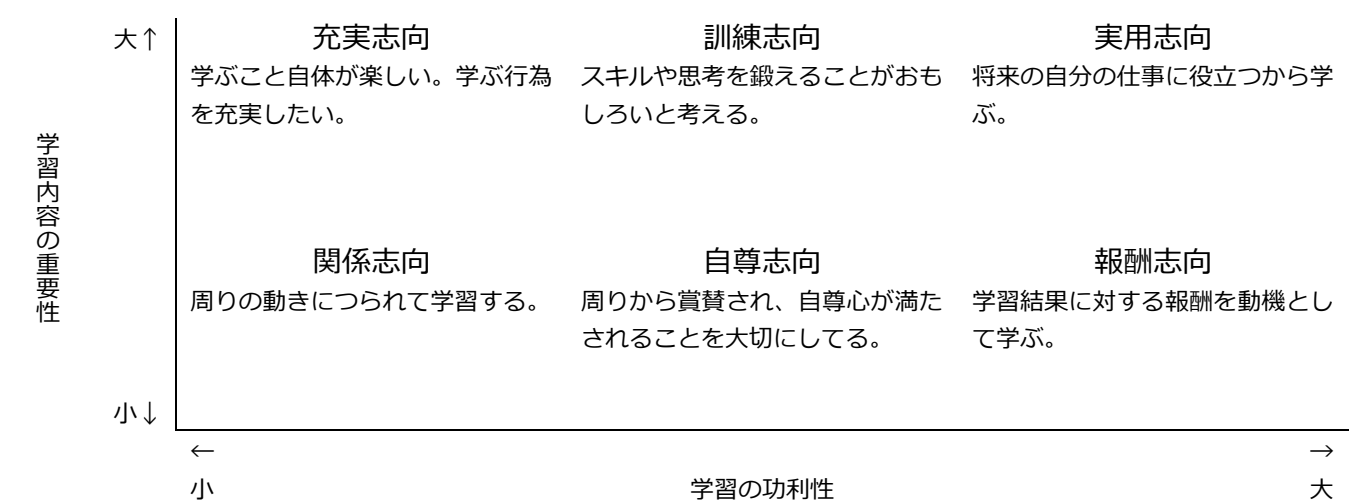


図 1.学習動機の 2 要因 6 因子のモデル（市川,2001）

平成 25 年度の高校 1 年生（N=267）の学習動機の回答データを用いて学習動機尺度の 2 要因 6 因子モデルを共分散分析にかけた。モデルの適合率は GFI=.689、CFI=.702、RMSEA=.095 であった。適合度として望ましい値が GFI.90 以上、CFI.95 以上、RMSEA.05 以下であることから考えると、本校の高校生にはこの因子モデルはうまく適合していないことが分かった。

次に、平成 26 年度の高校 1 年生（N=244）の学習動機尺度の 36 の質問項目を新たに探索的因子分析（主因子法、プロマックス回転）にかけたところ、表 1.に示すような 5 つの因子が得られた（Q26 と Q27 の 2 つの質問項目は分析の結果除外された）。それぞれの因子について「充実性と好奇心重視」、「将来重視」、「自尊心重視」、「他者影響重視」、「思考能力重視」と名付けた。これらの因子の内的整合性(クロンバックの α)を求めたところ、「充実性と好奇心重視」が α=.894、「将来重視」が α=.861、「自尊心重視」が α=.857、「他者影響重視」が α=.811、「思考力重視」が α=.800 となり、すべての α が .8 を超えていることから内的整合性はある程度とれていると解釈できる。

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

表 1. 本校調査データ（平成 26 年度高校 1 年生）における学習動機の因子分析結果

	第 1 因子 充実性と 好奇心重視	第 2 因子 将来重視	第 3 因子 自尊心重視	第 4 因子 他者影響重視	第 5 因子 思考力重視	共通性
	$\alpha=0.894$	$\alpha=0.861$	$\alpha=0.857$	$\alpha=0.811$	$\alpha=0.800$	
Q01_新しいことを知りたいという気持ちから	0.87	-0.15	0.18	-0.03	-0.21	0.62
Q15_勉強で得た知識は、いずれ仕事や生活の役に立つと思うから	0.73	0.21	-0.22	0.09	-0.17	0.52
Q18_何かができるようになっていくことは楽しいから	0.71	-0.05	0.18	0.00	0.00	0.48
Q07_いろいろな知識を身につけた人になりたいから	0.67	-0.08	0.08	-0.06	0.13	0.60
Q03_学んだことを、将来の仕事にいかしたいから	0.64	0.30	0.07	0.01	-0.36	0.57
Q21_知識や技能を使う喜(よろこ)びを味わいたいから	0.57	0.01	0.03	0.05	0.13	0.57
Q35_わからないことは、そのままにしておきたくないから	0.56	-0.08	0.01	0.21	0.12	0.54
Q23_すぐに役に立たないにしても、勉強がわかること自体おもしろいから	0.55	-0.16	0.09	0.06	0.19	0.42
Q09_勉強したことは、生活の場面で役に立つから	0.51	0.05	-0.08	-0.06	0.21	0.39
Q19_いろいろな面からものごとが考えられるようになるため	0.44	0.15	-0.17	-0.21	0.33	0.25
Q14_合理的な考え方ができるようになるため	0.44	-0.05	-0.06	-0.18	0.38	0.68
Q08_学習のしかたを身につけるため	0.39	0.05	-0.12	0.08	0.34	0.65
Q20_学歴があれば、おとなになって経済的に良い生活ができるから	-0.03	0.86	-0.06	-0.02	-0.05	0.41
Q24_学歴がいいほうが、社会に出てからも得なことが多いと思うから	-0.04	0.80	0.06	-0.05	0.01	0.42
Q33_勉強しないと、将来仕事の上で困るから	0.11	0.79	-0.06	0.03	0.06	0.51
Q32_学歴がよくないと、おとなになっていい仕事先がないから	-0.07	0.75	0.12	-0.11	0.06	0.61
Q36_仕事で必死になってからあわてて勉強したのは間に合わないから	0.14	0.41	-0.02	0.16	0.13	0.64
Q05_成績がいいと、他の人よりすぐれているような気持ちになれるから	0.07	0.01	0.79	-0.09	-0.03	0.58
Q12_成績が良ければ、仲間から尊敬されると思うから	-0.02	0.02	0.70	-0.11	0.30	0.46
Q16_親や好きな先生に認めてもらいたいから	0.08	-0.03	0.66	0.08	0.11	0.64
Q02_テストで成績がいいと、親や先生にほめてもらえるから	0.09	0.05	0.65	0.06	-0.04	0.46
Q13_ライバルに負けたくないから	0.27	-0.06	0.56	-0.02	-0.02	0.39
Q22_成績が良ければ、こづかいやほうびがもらえるから	-0.32	0.04	0.54	0.16	-0.05	0.44
Q04_勉強して良い学校を出たほうが、りっぱな人だと思われるから	-0.13	0.42	0.44	0.10	0.06	0.66
Q27_みんながすることをやらないと、おかしいような気がして	0.05	-0.10	-0.14	0.84	0.16	0.67
Q17_みんながやるから、なんとなくあたりまえと思って	-0.05	-0.02	-0.03	0.83	0.00	0.37
Q06_まわりの人たちがよく勉強するので、それにつられて	0.07	-0.07	0.27	0.57	-0.03	0.44
Q28_勉強しないと親や先生にしかられるから	-0.13	0.07	0.21	0.48	-0.10	0.40
Q30_勉強しないと、親や先生に悪いような気がして	0.14	0.14	0.00	0.41	0.17	0.55
Q11_勉強することは、頭の訓練になると思うから	0.11	0.00	0.01	-0.03	0.76	0.61
Q31_勉強しないと、頭のはたらきがおとろえてしまうから	0.05	0.02	-0.01	0.20	0.61	0.71
Q29_勉強しないと、すじ道だった考え方ができなくなるから	0.06	0.10	0.17	-0.05	0.51	0.51
Q34_勉強が人並みにできないと、自信がなくなってしまうので	-0.03	0.14	0.13	0.20	0.45	0.47
Q10_友達といっしょに何かしてきたいから	-0.02	-0.11	0.08	0.23	0.36	0.39
因子相関行列						
充実性と好奇心重視	1.00	0.39	0.31	0.20	0.53	
将来重視	0.39	1.00	0.47	0.27	0.42	
自尊心重視	0.31	0.47	1.00	0.63	0.45	
他者影響重視	0.20	0.27	0.63	1.00	0.42	
思考力重視	0.53	0.42	0.45	0.42	1.00	

第1因子である「充実性と好奇心重視」は、「新しいことを知りたい」、「知識や技能を使うよるこびを味わいたい」などの質問項目が入っており、好奇心に満ち、学習することに充実感を感じることが学習の動機となっている。第2因子である「将来重視」は「学歴があれば、おとなになって経済的に良い生活ができるから」や「勉強しないと、将来仕事の上で困るから」など将来の自分の職業生活上に備えるため学習することが動機である。第3因子の「自尊心重視」は「成績がいいと、他の人よりすぐれているような気持ちになる」や「親は好きな先生に認めてもらいたいから」など他者との関係で自分を良く見せたいとする学習動機である。第4因子の「他者影響重視」は「みんながするからやらないと」や「勉強しないと親や先生にしかられるから」など他者との関係でとらえることができ、かなり外発的な動機付けとなっている。第5因子の「思考力重視」は「勉強することは、頭の訓練になると思うから」、「勉強しないと、すじ道だった考え方ができなくなるから」など思考力を鍛えるために学習する動機付けである。なお、第5因子のQ10「友達といっしょに何かしてきたいから」は思考力重視とは内容的に整合性に疑問が残るため、今後の検討において第5因子からQ10を除外することも検討している。

学習動機の因子分析結果を市川による2要因6因子モデルと本校の調査データをもとに探索的因子分析をした結果を比較したものを図2に示す。

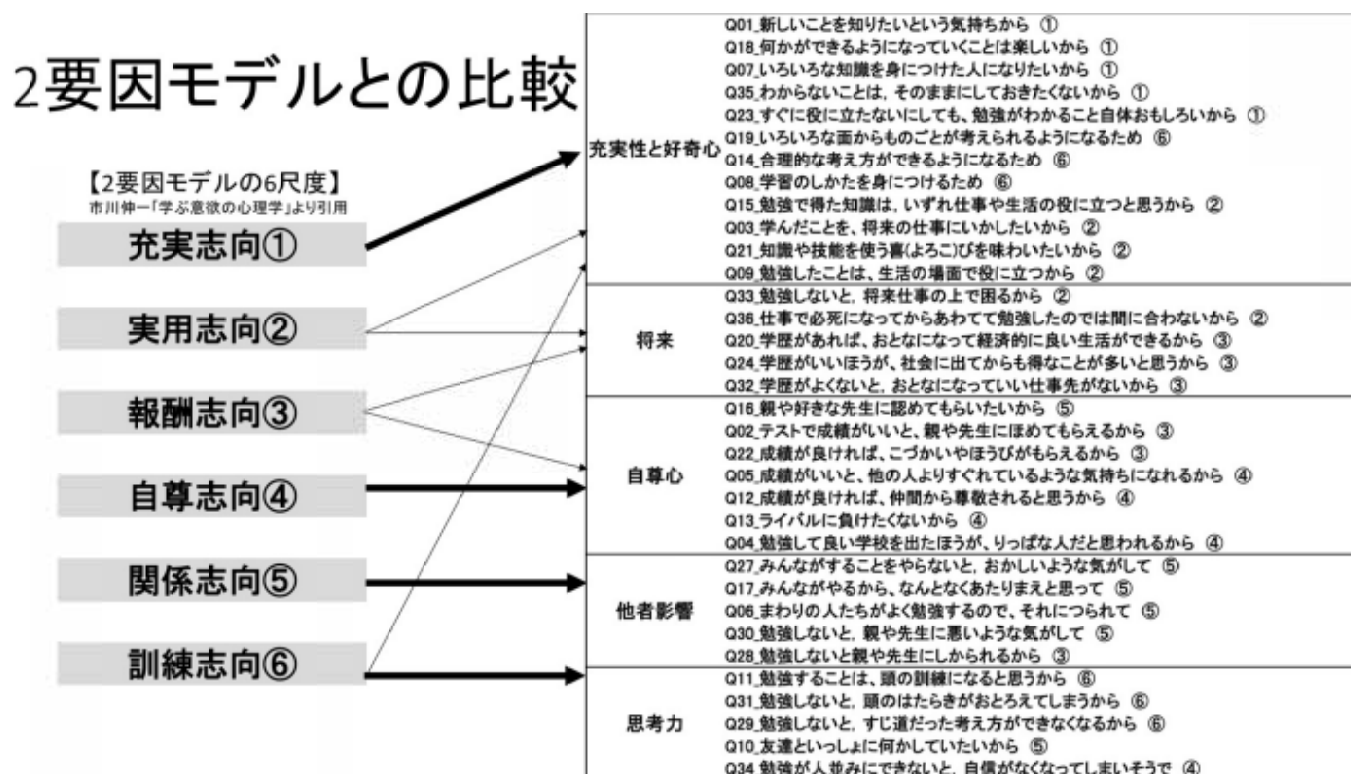


図2. 2要因6因子モデルと本校の因子分析結果との比較

学習動機尺度の元となった2要因6因子モデルの「充実志向」と本校の「充実性と好奇心重視」は、ともに内発的動機づけである。ほかの本校の「自尊心重視」は元の「自尊志向」、「他者影響重視」は「関係志向」、「思考力重視」は「訓練志向」とほぼ同様の因子が抽出された。一方、本校の「将来志向重視」は2要因6因子モデルとは異なる切り口の因子である。因子分析の対象とした平成26年度の高校1年生は中学入学時にSSHの指定が始まった、本校ではピュアなSSH世代といえる学年である。また、高校2年生や3年生のように大学受験に対する意識が大きく回答に影響しない時期の調査結果であることを考慮すれば、SSH指定により「将来志向重視」という因子が特徴的に表出した可能性もある。

平成26年度の高校1年生の学習動機と学習方法について学業成績との関連について検討する。まず、生徒の主要5教科における年度末の5段階評価の成績を用い、5教科平均が4.5以上のものを「成績優秀者群」とし、それ以外の「非成績優秀者群」とにわけた。この2群における学習動機尺度の合計得点の平均値をT検定で比較したところ、成績優秀者群は非成績優秀者群より有意に高かった($t=4.12, df=.35, p<.001$)。なお、この傾向は学習方法の尺度の合計得点でも同様に見られた。

3項 学習成績と学習動機や学習方法の関連

平成24年度から26年度の3年間のデータについて高校1年生から3年生までの各学年における学習動機について、36の質問項目の平均得点上位5項目を選び出した。成績優秀者群と非成績優秀者群それぞれにおいて上位5項目に抽出された質問

項目をまとめたものを表 2 に示す。

表 2. 成績優秀者群と非成績優秀者群における学習動機の上位 5 項目に出現する回数
※2 回以上差のあるものを色分け

	成績優秀者群	非成績優秀者群
Q03_学んだことを、将来の仕事にいかしたいから	8	8
Q07_いろいろな知識を身につけた人になりたいから	8	3
Q15_勉強で得た知識は、いずれ仕事や生活の役に立つと思うから	9	8
Q18_何かができるようになっていくことは楽しいから	3	1
Q19_いろいろな面からものごとが考えられるようになるため	2	0
Q20_学歴があれば、おとなになって経済的に良い生活ができるから	2	9
Q24_学歴がいいほうが、社会に出てからも得なことが多いと思うから	1	4
Q26_勉強が人並みにできないのはくやしいから	3	0
Q32_学歴がよくないと、おとなになっていい仕事先がないから	0	3
Q33_勉強しないと、将来仕事の上で困るから	9	9

成績優秀者群の出現回数が非成績優秀者群と比較して多い項目は「知識を身につけた人になりたいから」、「何かができるようになっていくことは楽しいから」など内発的動機づけの項目が多い。逆に非成績優秀者群は「学歴があれば、おとなになって経済的に良い生活ができるから」など外発的な動機づけの項目が目立つ。これらの結果から、成績優秀者は非成績優秀者と比べて内発的動機づけが高いことが示唆された。

同様の手法で学習方法に関する質問項目も比較したものが表 3 である。

表 3. 成績優秀者群と非成績優秀者群における学習方法の上位 5 項目に出現する回数

	成績優秀者群	非成績優秀者群
Q01_勉強しているとき、自分がわからないところはどこか見つけようとする	4	1
Q03_勉強で大切なところは、くり返し書いたりしておぼえる	9	9
Q05_勉強するときは、内容を自分の知っている言葉で理解するようにする	6	7
Q06_勉強する前に、これから何を勉強しなければならないかについて考える	3	3
Q07_勉強をしているときに、やっていることが正しくできているかどうかをたしかめる	0	1
Q08_勉強で大切なところは、くり返し声に出しておぼえる	2	1
Q09_勉強でわからないところがあったら、友達にそのやり方をきく	1	4
Q11_勉強しているときに、やった内容をおぼえているかどうかをたしかめる	9	9
Q13_勉強していて大切だと思ったところは、言われなくてもノートにまとめる	1	0
Q18_勉強していてまちがえたところは、しるしをつけておいて後で見なおす	9	8
Q22_勉強しているときは、内容が分かっているかどうかをたしかめながら勉強する	0	2
Q24_勉強するときは、大切なところはどこかを考えながら勉強する	1	0

学習方法については、成績優秀者群と非成績優秀者群の間に大きな差異は認められない。したがって、学習方法よりも学習動機の方が成績に寄与していると考えられる。これらの結果から、成績面で成果を残すのであれば、内発的動機づけを重視した指導が望ましいことがわかった。

2 節 実施の効果とその評価

本校の 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、本校は①Global Program、②Explore Program、③Tsukuba Program に取り組む。本節では平成 27 年度に実施された取組について総括するとともに、今後の課題について述べる。

まず各プログラムについて述べる前に、本年度の成果として外部のコンクール等への成果について述べる。本年度も多くの生徒が科学研究コンクール等へ積極的に参加することができた。入賞等の成果としては、高校 2 年生の日本学生科学賞での入選 3 等を筆頭に、中学 3 年生の自然科学観察コンクールでの佳作、中学生の茨城県児童生徒科学研究作品展における県 2 位相当の受賞などがあった。高校生だけでなく中学生の活躍も目立つようになり、SSH 指定から 5 年目になり科学に興味を持っている中学生の段階でも科学研究への積極的な姿勢が見えるようになった。これは、中高一貫を基本とする私立学校において、生徒募集にも科学への興味関心を持つ小学生児童に対して SSH の取り組みが一つの魅力として捉えられていることから伺える。

平成 28 年 5 月に開催される「G7 茨城・つくば科学技術大臣会合」の記念イベントとして「ハイスchool 科学技術サミット」が平成 28 年 2 月 10 日に実施された。本校からも高校生 2 名が参加して「Space and Engineering」と題して英語で発表し、高い評価を得た。

1 項 Global Program

今年度は科学部生物班が「ゲンジボタルの遺伝子解析による地理的な分布の研究」をシンガポールで開催された「Global Science Link Singapore 2015」で発表するなど、Global Program にふさわしい活動を行うことができた。SSH の取り組みを通じて課外活動である科学部は、予算面での充実もあり活動内容や活動回数、積極的なフィールドワークなどの実施を通してその活動が強化されてきた。科学部は物理班、化学班、生物班、地質班、天文班、無線工学班が活動してきたが、SSH 指定期間中に数学班が加わった。さらに今年度からはコンピュータシステム研究会が発足した。今年度現在で科学部は中学生が 101 名、高校生が 57 名のあわせて 158 名が在籍している。SSH 指定 2 年目の平成 24 年度は部員数が 109 名であったことを考えると、この 3 年ほどの間に 50 名近くの部員数が増えたことになる。科学部員が増えたことは SSH 指定による活動の充実の一つの大きな効果であったと考えられる。なお、部員数 158 名という数値は、在校生徒数の 1 割強であり、他の課外活動のクラブと比較しても科学部に所属する生徒の割合は高いものである。

科学を接点に国内外で英語を使用する取り組みには、アメリカのデスバレーとヒューストンで実施した International Survey Tour and Lecture、中国の上海で実施予定の Presentation with Overseas Fellowship、本校を会場に Tsukuba International School の生徒とともに実験活動を行うものがあった。これらの取り組みは参加生徒から高い評価を受けるとともに、視野を広げ、英語学習へのモチベーションをあげる効果があった。

英語学習へのモチベーションを向上させるという点では、中学 3 年で実施している Cross-Cultural Talk が大きな役割を果たしている。Cross-Cultural Talk では、JICA 筑波国際センターの協力を得て開発途上国から来日している研修員を迎えて英語でコミュニケーションをとるイベントである。研修員には英語を第二言語としている人が多く、同じように第二言語として英語を学んでいる生徒にとって、英語を通して世界中の人びととコミュニケーションがとれることを実感し、英語学習の必要性をひしひしと感じる機会となっている。

SAT Science や AP への取り組みは継続的に実施しており、SAT や AP の受験に意欲をもつ生徒が一定数いることがわかった。しかし、今回の SSH 指定期間にその層が増えなかった。これは海外への大学進学指導を含め、今後の課題となる点である。

授業内での Global Program の実践では、昨年までと同様に一定に成果をあげていた。

2 項 Explore Program

Explore Program は多くの学校設定科目で取り組まれている。これまでの取組によって、どのカリキュラムも一定のかたちができあがり、質的な向上が課題となっていた。

中学校の探究Ⅰと探究Ⅱは、それぞれ「水」と「エネルギー」をテーマとしたクロスカリキュラムの取組である。「探究」では「調べる」、「まとめる」、「表現する」という活動が含まれる。「調べる」活動については学校図書館との連携も年々深まっており、さらに複数科目・学年での活動が常態化していることから今後、生徒の図書館利用スキルの向上が見込まれる。今年度は中学 1 年において「エッセイ・ライティング」の指導を取り入れた。そのため、探究Ⅰの活動で文章で「表現する」力をつけることができたことは大きな進歩であった。「エッセイ・ライティング」は来年度は中学 1 年と 2 年で実施されることから、年を追うごとに説得力のある文章作成能力の向上が期待される。

今年度の SS Overnight Study は、これまでの天文分野とは異なり「PC によるセンシング講座」を実施した。Arduino という

う小さなコンピュータ基盤と加速度センサーを組み合わせ、自らプログラムを組んで揺れを計測するという内容であった。プログラミング教育が社会的な課題ともなっているなか、実証的なデータを得るために生徒自らプログラミングを体験することには大きな意義があった。本プログラムに対する生徒の評価も高く、プログラミングへの心理的障壁も取り除かれたことが伺え、大きな成果をあげたものと考えられる。

3 項 Tsukuba Program

Tsukuba Program ではこれまで同様、大学や研究機関に協力をもらいながらプログラムを推進した。特に SS Lab Camp において筑波大学のシステム情報系の協力によって人工衛星の開発分野に関わる実験などが実施されたことは、宇宙工学などに興味関心のある理系生徒にとって有益な体験となった。科学倫理ワークショップには、水俣研修に参加した生徒も参加した。科学と社会との関わりを検討することは、これからの科学者や技術者にとって欠かせないプロセスである。文系の生徒であっても社会問題に相対する上で必要な科学リテラシーを獲得するよい機会となった。科学倫理ワークショップは、社会科によって企画・運用されていることも重要なことと考える。SS Geo Tour の屋久島研修は、残念ながら天候不順のため当初のプログラムすべてを実施することができなかった。しかし、埼玉県立春日部高校との共同で実施するフィールドワークは、互いの高校生が刺激しあうことできた。また、本格的なフィールドワークのための観察スキルなどの向上もうかがえるものとなった。

3 節 今後の課題

これまでの 5 年間の活動を振り返ると、3 年目まではプログラムの構築の試行錯誤が中心となっていた。特にクロスカリキュラムは、教科間の調整や探究や発表スキルなど本校でいうところの Study Skills の指導方針の共通理解をはかり、指導内容や方法をすり合わせていくには時間がかかった。多くのプログラムでは、生徒の振り返りにおける評価で高い評価を受けるものが多かった。そのため、3 年目が終了した時点でそれぞれのプログラムはある程度のかたちができているものと考えられる。残り 2 年間は、効果的に生徒の資質向上をはかるために指導の質を高めることに集中していくかたちとなった。しかし、生徒の資質向上は、客観テストで知識理解を測るようには簡単に把握することができない。したがって、生徒に求める資質や能力を具体的に把握可能なかたちで記述し、かつそれを測るための方法を確立していく必要がある。

世界で活躍できる科学者を育成するという目標を、もっとも身近に感じることができるのは科学部の生徒たちであろう。前述したとおり科学部の活動が活発になったという事実は、その意味で大きく評価してよいと考える。SSH 校として指定されたことにより高度な実験観察を可能とする機材を使用することができるようになった。このメリットを十分にいかしきる研究指導もさらに充実させる必要がある。そして、何よりも科学部が中心となり科学コンクールや国際科学オリンピックなどで成果をあげていくことが望まれる。対外的な場に出て行くことは、生徒自身の世界観をひろげることができ、さらに他者の批判を自身の研究へ反映させる厳しい場も体験もできる。このような経験は、世界で活躍するために役立つものであろう。

科学部以外の理系生徒については、SS 研究を通じて研究計画の立案、実験の進め方、結果の考察の仕方、論文の書き方などを指導してきた。本校の SS 研究は一人一研究テーマとなっているため、一人の教員が多くの生徒の研究テーマに対応しなければならぬという困難が生じている。生徒一人ひとりに確実に力をつけさせる研究指導のあり方については、引き続き検討をしていく必要があるだろう。

生徒全体について述べると、科学リテラシーは理系のみならず文系の生徒も含め必要なものである。科学倫理ワークショップなどはその役割を担えるものであるが、もっと幅広くバラエティに富んだプログラムが必要であろう。たとえば、科学倫理以外にも社会学や政治学、国際学などと科学との関わりについて考えるプログラムなどを用意していくことも検討していきたい。

最後に、大学入試改革の議論でも見られるように、単純に知識を暗記しているだけの力では今後は社会で通用しない。複数の事象を結びつけて考える力、推論する力、多角的にみる力、批判する力、など知識基盤社会に対応した学力をつけさせていくことが必要である。さらに、グローバル化により多様な価値観・文化に適切に対応する力も身につけさせる必要がある。これらの力は学校で実施されるすべての授業、学校行事を通して涵養すべきものであり、これからも本校のカリキュラムを改善する取り組みが継続されることを期待する。

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27年度の評価点

第4章2節において、取組の効果とその評価について述べた。本節では、運営面を中心に、平成27年度の研究開発の評価点について述べる。

1項 Global Program

英語劇では、2～3ヶ月にわたる事前学習を通じて、発音や、英語を使った表現への意識を高めることにつながったと考えられる。Cross-Cultural Talkにおいては、事前指導を充実させた結果、当日の取り組み姿勢に好影響を与えることが確認できた。科学英語では、他教科との協同実習が試みられ、新たな展開を見せた。さらに、つくばインターナショナルスクールとの連携事業は、平成26年度に続いて平成27年度も Science Workshop として実施することができ、つくばインターナショナルスクール・本校双方にとってメリットの大きい実習を実施することができた。Global Program に加え、Explore Program の趣旨にも沿う有意義な活動を実施することができた。

国際科学オリンピックへの取組も、SSH 事業開発以来初めて化学オリンピック予選への挑戦者があり、生徒1名が地学オリンピック予選を突破するなど、広がりを見せるとともに、日本のトップレベルで実力を見せる生徒も出てきた。

International Survey Tour and Lecture は、平成25年度・26年度に実施してきた CERN（欧州原子核研究機構）における研修が研修先の都合で継続できなくなったため、新たなテーマの設定からスタートした。SSH 推進委員会における討議を経て、「限界に生きるとは」というテーマを打ち立て、平成23年度・24年度に実施してきたデスバレー国立公園における研修に加え、ヒューストンにおいて宇宙医学・宇宙工学の研修を組み込んだ。デスバレー国立公園においては、レンジャーの狭量もあって、熱心かつ詳細なフィールドワークを実施することができた。ヒューストン研修においても、JAXA や各研究機関の協力を得て十分な事前学習を行うことができた上に、現地で貴重な講義を拝聴することができ、充実した研修を行うことができた。Presentation with Overseas Fellowship も、昨年度に引き続き、3月に上海で実施する方向で準備することができた。

2項 Explore Program

これまでの研究開発では、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、題材・内容の精選、③時間的な制約、の3点が課題となっている。以下に、上記3点についての今年度における動向を述べる。

①については、中学1・2年生における家庭学習の意識づけの他、中学3年「地球科学」において予習の発表を導入するなど、中学3年における予習の取組も継続している。希望者対象の講座も、新たな試みを行い、質的な向上を図ってきた。対象分野を広げることで、興味関心を引き出すことに加え、専門分野への目を開かせるきっかけとなっている。例えば SS Overnight Study においては、長らく天文分野の実習を続けてきたが、今年度はセンシングをテーマに設定した。事前学習の上で当日の活動を実施したことで、アナログ・デジタル双方のセンシングへの興味を増した生徒が数多くいた。

②については、6年間を通して実験や観察を積極的に取り入れる点が、多くの生徒から引き続き高い評価を得ており、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がうかがえる。希望者対象の取組も高い評価を得た。SS 研究に関しては、日本学生科学賞において入選するなど、引き続き実績を残した。SS 研究を見据えて、数学科では統計教育への関心が高く、SS 数学Ⅱや SS データ解析において、統計の必要性や有用性を生徒へ伝えることができた。また、理科においては高校1年生の探究講座においてミニ研究が設けられ、テーマ探索を進める生徒にとって、理科の研究を進めるべきかどうかの選択も含めて、大きな効果があったと考えられる。教科横断型の取組である「総合（探究Ⅰ）」「総合（探究Ⅱ）」では、調べる方法の修得に関して、図書館を基軸にした授業実践が行われている。図書館にある資料を用いて調べる方法を、この取組の中で修得することは、探究能力を身につける上で大変意義深いものであった。この他、SS 数学Ⅵなどにおいても、他教科との連携を図ることができ、今後もこのような教科横断型の取組が拡充していくことを期待したい。

③については、5年間の研究開発で、時間の使い方を大幅に改善することができた。

3項 Tsukuba Program

今年度も、大学や各研究機関の多大なる協力を頂いた。中1・中2 SS Camp は、4年間にわたる内容改善が実り、定例化してきた。生徒からも引き続き高い評価を受けることができた。科学講演会については、高校生では地球全体の問題を自分の問題として捉え直す機会、中学生ではものづくりという側面から、研究と社会とのつながりや、発想力と行動力の大切さを実感できる機会と位置づけ、ともに充実したものとなった。今年度は希望者対象の科学講演会も実施し、電気・電子工学分野に関心を持つ生徒に対して、詳細な内容を含む講演を聞く機会を設けることができた。SS 研究発表会は、平成26年度まで開催してきた筑波大学大学会館が改築中であつたため、初の校内開催を含む実施となった。他校等から多くの方々にご覧頂き、忌憚ないご意見を頂くことができた。プレゼンテーションに関するスキルは、SSH 事業開発の最も目に見える成果であると言えるほどに改善が見られた部分である。今年度も各取組を通して生徒がつけてきた力が各所で遺憾なく発揮され、高い評価を頂

くことができた。今年度は対外的な発表の場においてのべ 35 件（平成 28 年 3 月発表予定の者を含む）の発表・研究紹介を行い、これは昨年度と同規模であった。出品したコンクール・コンテストは、大学主催のコンテストに加え、学会主催のコンテストにも波及している。生徒自身が発表に意欲的であり、自らの研究を世に問いたい、対外的な評価を受けたいと望んでいることに加え、専門家の意見を聞きたいというニーズもうかがえる。研究を行う経験に加え、発表する経験も、生徒に自信を持たせることにつながっている。教員の側も、コンテストの時期や規模等を経験的に把握できるようになり、役割分担をスムーズに行うことができた。SS Geo Tour は、春日部学校との共催で、屋久島をフィールドとし、ハイレベルな学習の機会をもつことができた。科学倫理ワークショップも 1 月に開催することができ、科学と社会のあり方を考える機会を生徒へ提供することができた。昨年度、Global Program において英語による論文執筆やエッセイライティングにつながる力の育成の必要性が指摘された他、Explore Program においても SS 研究の質のさらなる向上を目指すことが課題となった。これらの問題点に共通することとして、自らの考えを文章にする力の育成が必要であるという認識に至り、今年度は日本語によるエッセイライティング講座を中学 2 年・高校 1 年に試行した。第 4 章で述べたように、中学 1 年生には年間を通してエッセイライティングの講座が行われており、これらの取組が書く力の育成にどのようにつながっていくか、引き続き観察していく必要がある。

4 項 科学部・地歴部・コンピュータシステム研究会の活動振興

科学部は 7 つの班で活動しており、地歴部も定期的な活動を行っている。今年度も生物班の Global Science Link 2015 Singapore における英語口頭発表や自然科学観察コンクールにおける佳作受賞、無線工学班の第三地域（アジア）ARDF 競技大会出場といった実績があった。今後も、課題研究や先進的な取組へ積極的にチャレンジする環境を整えていけるよう、学校を挙げてさらにバックアップする必要がある。

平成 27 年度からは、新たにコンピュータシステム研究会が活動を開始し、早速 U-22 プログラミング・コンテストにおいて本選進出は成らなかったものの、ベスト 40 に入る健闘を見せた。

5 項 SSH 中間評価において指摘を受けた事項についての改善・対応状況

平成 25 年度 SSH 中間評価の結果は、「現段階では、当初の計画通り研究開発のねらいを十分に達成している」であった。講評としては、①事業の実施状況をよく検討評価し、改善しながら実施することが適切に行われている ②研修会の参加だけでなく、課題研究や理科の実験実習など生徒の主体的な体験を更に充実させ、生徒の内から湧き上がる活動を増やしていく必要がある ③地域連携や国際交流の取組について、更に充実させる必要がある ④AP についての取組など、今後の高大接続について期待する の 4 点をいただいた。科学部員が 160 名前後が在籍し、指定前のおよそ 2 倍に当たる大所帯となって、各班で活動を展開している。各班においては、顧問の助言を得ながら日々の活動を主体的に進めており、アイデアを出し合いながら新たな活動にも着手している様子がうかがえる。平成 27 年度にはコンピュータシステム研究会が発足したが、これも生徒からのニーズを受けて創設した同好会である。地域連携や国際交流の取組については、昨年度に続き、今年度もつくばインターナショナルスクールとの連携事業を開催した他、海外から本校へ短期留学をしてくる生徒に対して、理科の特別授業を企画・実施した。教員にとっても、実験手順を英語で説明するための教材研究を行う等、研修の好機となった。平成 24 年度から 3 年間のコア SSH 事業開発を踏まえて、今年度も AP 化学の学習会を継続した。

6 項 校内における SSH の組織的推進体制、保護者・地域社会との関係

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・副校長・教務部長・広報部長・国際教育部長、進路指導部長の他、SSH 推進委員として 21 名の教員が指名された。SSH 推進委員は、8 つのグループと 2 つの小委員会に分かれて SSH 事業推進に関わる企画立案や実務を担当した。年間の SSH 事業の予定が年度初めに確定できるようになったこともあり、会合も適正なタイミングで開催されるようになった。また、研究開発全期間を通じて、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り、教員全体で推進する体制が組めている。さらに、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きた。研究開発課題や仮説、研究テーマのねらいが、実施内容に著実かつ効果的に反映されるための手段や体制は、全教員で共有されていると言える。

平成 24 年度からのコア SSH 研究開発が契機となって、県内各校との交流が深まり、コア SSH 終了後も他校から刺激を受けることができています。また、県内外の先進校に学びつつ、洗練された実践を目指すために評価手法等を含めて研修を重ね、さらなる高みを目指していく機運も高まっている。本校教員も学外の研修に積極的に出かけるようになり、教員同士で切磋琢磨していこうという状況が生まれている。教職員間では、このような前向きな雰囲気を、今後も大切にしていきたい。

また本校は、保護者・地域社会・卒業生の中で、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き、定常的に実施されるものもいくつか出てきた。また、SSH 研究開発で得られた知見を地域社会に向けて発信していくことについては、他校科学部との交流や、SS Geo Tour の春日部高校との共催に加え、地域や他校が開催する講座・発表会にも積極的に本校生徒を参加させるなどの取組を行ってきた。

2節 今後の課題とその改善策

1項 平成 27 年度研究開発における問題点

まず、今年度の各プログラムの実施における問題点を整理する。

例えばエネルギー・環境問題など、身近な課題を取り扱う際、それを生徒個人の行動へ結びつける取組が必要であることが、問題点として挙がっている。例えばディスカッションの導入等、自らの考えを出し合い、共有するとともに、それを生徒個人にフィードバックして、普段の生活や今後の学習・進路に活用していくところまでを見据えた学習が望まれる。また、フィールドワークにおける事前学習および、講演会における事後学習の重要性も指摘されている。主に高校 1 年生においては、講演会の内容や、発展的内容を理解するための基礎概念が不足していることも問題点として挙げた。特に高校新入生に関しては科学概念の構築に一定程度の時間が必要なことは否めず、実施時期や内容について再考の余地がある。

次に、第 4 年次に今後の研究開発の方向性として示した事項について述べる。

「学習の在り方をめぐる様々な社会的ニーズの変化に対応しつつ、学習指導方法をバージョンアップさせることを意識しながら、教科間・科目間・学年間の連携をより密にすること」については、例えば科学英語における協同実習、探究Ⅰ・探究Ⅱの継続的な取組、科学倫理・生命倫理および科学倫理ワークショップの充実など、平成 27 年度も広がりを見せた。学習指導方法のバージョンアップについても、教科主任会議や、教務部長が中心となった学習会において取り上げられるようになってきており、機運を高めることはできたと考えられる。ただし、生徒の学習場面への導入は道半ばである。

「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」については、昨年度に引き続き、中学生向けにはものづくりの講演会、高校生向けにはエネルギー・環境を中心とした講演会を主軸に据えるとともに、希望者対象の科学講演会や実験講座も導入し、工夫することができている。ただ、分野が限られており、それを幅広い分野へ拡充していくことが望まれる。女子に対する中学段階からの働きかけについては、今年度に関しては積極的に SSH の諸活動へ応募してくれる女子生徒が一定数いたが、それが学校からの意識的な働きかけによるものとは言いがたい状況である。理数系に関心を持つ女子生徒が積極的に活動に参加できるよう、今後も入念に対応をしていく必要がある。第 4 章で、本校において成績面で成果を残すのであれば内発的動機付けを重視した指導が望ましいと分析した。このような本校の特徴を踏まえれば、主に内発的動機付けに留意しつつ、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高めていく工夫を重ねることが重要であると言える。

「SS 研究のレベルの維持と向上を図ること」については、高校 1 年生の探究講座内に、物理・化学・生物のミニ研究を設け、生徒が 6 週間程度でミニ課題を仕上げていく実習を組み込んだ。テーマを考えつくことと、それを実際に遂行することとの違いを実感することができ、スキルの獲得や、考察力の伸長に加え、理系への進路意識の醸成にもつながったことがうかがえる。ただし、これが実際に SS 研究のレベル向上につながるかどうかは、来年度の研究動向も踏まえて判断すべきである。SS 研究のレベルを維持向上させるために、根本的な課題として、論理的思考力や表現力の育成があるのではなかろうかという問題意識が、教員間に浮上していた。これを踏まえ、今年度は従来のレポート作成の取組に加え、エッセイライティングの講座も中学 2 年・高校 1 年対象に実施した。中学 1 年では年間を通してエッセイライティングの取組を実施しており、これらの取組が、自らの考えを論理的にまとめ上げる力を育てる一助になるのではないかと考えて活動を導入したが、成果については、中長期的な視点が必要である。

「筑波大学・茗溪会を中心とした、高大連携・高研連携を進めることに加えて、保護者・地域社会ともつながりを深め、組織的かつ効果的な SSH 研究開発を進めること」については、新たに筑波大学（亀田研究室）や NICT（情報通信研究機構）等との連携が加わり、さらなる展開を図ることができた。また、茨城県やつくば市からお誘いいただいた科学系のイベント、例えばハイレベルフォーラムや江崎玲於奈賞授賞式講演会・受賞者研究室訪問等にも積極的に生徒を派遣した。

「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」については、希望者対象の講座を一層拡充してきた。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、地域の学校との連携事業等に加え、今年度は人工衛星関連分野の実験講座、科学講演会も開催し、いずれも生徒達の満足度は高く、国際科学オリンピックへの挑戦も広がりを見せた。科学部や地歴部に加え、今年度はコンピュータシステム同好会も発足し、科学系部活動もますます活発になってきている。Science Workshop（つくばインターナショナルスクールとの連携事業）の後、今後は生徒に一部企画を任せることでより積極的に交流が図られ、内容面の向上にもつながるのではないかという意見が教員間で交わされたが、この意見は他の希望者対象の講座にも当てはまるのではなかろうか。生徒が主体的に活動に関わる場面をより増やしていくことで、活動の質がさらに高まっていくことが期待される。

2項 今後の課題の総括とその改善策

平成 23 年度から 5 年間にわたって実施してきた SSH 研究開発も、区切りを迎える。上記も踏まえつつ、5 年間の振り返って、見えてきた課題を以下に総括する。

SSH 研究開発によって性能の高い機材を導入することができ、授業や SS 研究等の場面で効果的に活用できる生徒が増えて、質の高い研究につながったケースが数多くあった。その一方で、機材を生かし切れていない生徒も少なくないという現状もある。高校 1 年生全員が高いレベルで実験操作を行えるように段階的にスキルを育成するとともに、実験機材がはじき出す結果

を解釈し、自らの思考へとつなげる力の育成が必要である。

また、SS 研究の質については、一層向上の余地がある。本校は特に中学・高校 1 年においては、文系・理系を問わない探究能力の育成を目指してきた。プレゼンテーション能力は向上しているが、探究能力の意味するところは幅広く、教員間で特定の視点を共有して、意図的に育成する部分が少なかったことが課題である。中学では教科間連携を含む取組を展開したが、教科間で育成すべき能力の違いを共有した上で適切に役割分担をし、十分に取組を行うには予想を超える困難があった。SS 研究については、資料探索、研究テーマ選定、実験計画、論文執筆等の場面で、個々の生徒がより主体的、自律的に活動を行うことができるよう、SS 研究に取り組む以前に、そのための素地をこれまで以上に十分に培っていくことが望まれる。特に、論理的に考えそれを表現する力をさらに伸ばす余地があると考えられる。

学校設定科目については、特に全員対象とした高校 1 年の学校設定科目、理系選択をしたばかりの高校 2 年の理科の学校設定科目において、生徒のもつ科学概念に幅がある中で実験を含む内容や発展的な内容を展開していくには、その前段階に相当の時間を要し、主体的な取組に振り向ける時間がとれない、という問題が生じた。その結果、高次の知識を身につけても、それを別の場面で適用できる生徒が少ないという状況が生まれてきている。

高大接続という点では、平成 24 年度～26 年度のコア SSH 研究開発も含め、AP の学習内容を基盤とした事業を展開し、発展的な内容を学びたい生徒、英語を活用してみたい生徒のニーズを十分に満たすことができた。コア SSH で取り組んだ「AP サイエンス」は大学以上レベルのハイレベルな科学を体験できる上、他校の生徒とともに切磋琢磨できる点で、受講者にとっては非常に刺激的な機会であり、各校教員の資質向上にもつながった。しかし、AP 試験はアメリカの大学入学の際にメリットがあるものの、日本の大学との高大接続には直接つながらない点が構造的な問題として存在し、さらなる検討の必要を痛感した。

講演会は理数系分野を中心に増えており、理数系分野について刺激を受ける機会が増えた。それでも、5 年間を通じて、全進学者に占める理工系進学者・医師薬看護系進学者の割合は大きく変化していない。SSH 校になってから中学に入学した生徒がまだ卒業していないことも考慮すべきだが、本校が、理系に大きく傾斜することなく、学校全体としてバランスの取れた人材育成を続けられたことの一つの表れと肯定的に捉えている。進学実績の内容を見ると、SSH を基盤にした特別入試で合格・進学する生徒や、SS 研究の成果が進学につながった生徒もあり、質的な向上は見られた。変容が大きかった部分は、個人研究の対外発表回数および文献複写依頼数、科学部員の数、研究者を目指す生徒の割合の増加である。個人研究の対外発表件数はのべ年間 100 件を超えた年があるなど、指定前に比べて飛躍的に増加し、科学部員も指定前のおよそ 2 倍となった。研究者を目指す生徒、留学を希望する生徒も、指定直後より増加した。プレゼンテーションの能力は飛躍的に向上し、生徒同士が学び合う文化が生まれた。科学技術に携わる仕事に関心がある生徒も指定前より増加しており、SSH 研究開発に刺激され、科学技術に対する職業観やキャリア意識が前向きに変容したと考えられる。このように 5 年間の研究開発では、科学技術に興味関心を持ち、科学技術を社会で生かすことに理解のある生徒が増加したことがうかがえる。

5 年間の研究開発では、多くの大学・研究機関・企業に加え、コア SSH 研究開発も含めて、地域や他の学校との連携を図ることができた。このような多くの出会いに恵まれたことは、SSH 指定があってこそのものであり、今後も継続していくべきものとする。

以上の現状、および、現在の社会的な動向を踏まえ、本校における今後の研究開発の改善点を以下のようにまとめた。

探究能力の育成に関しては、SS 研究の論文執筆や発表を行うために必要な力をより重点的に育成できるよう、系統的な指導法と評価法を研究していくべきである。中学段階からスキル習得と並行して、比較・検討・批判等を通して、一つ一つのトピックを熟考し疑問を見出す経験を積むこと、また中学・高校を通して、調べたことにとどまらず、考えたことを表現していく活動を組み込み、議論や講評等を通してさらに自らの考えを深くしていくプロセスを重視する必要がある。また、論理的思考力・表現力や、未知の内容についてじっくり考える力の段階的な育成を図るためには、教科間の連携を図りながら、各教科・科目に共通するスキルを育成することが望まれる。論文執筆につながる個人研究を中心として、論理的思考力や表現力の指導法や評価法についても研究を深めていく必要がある。主に考察の深さ、そしてそれを支える調査計画およびデータの量と質の確保を図ることが求められており、その点においても、考えたことを表現していく活動、特に、パラグラフライティング等、書く力をつけるための指導法や、その評価法の研究を充実させることが重要である。「実物に触れる」「フィールドワークを重視する」という本校の基本的方針は、生徒に好意的に受け止められており、これを堅持したい。

高校の理科・数学の指導は、高校 1・2 年を科学概念を着実に習得する時期と位置づけ、高校 2～3 年で発展的内容の指導を行うことが本校の実情に沿うものと考えられる。科学講演会も、事前の準備と事後指導をより入念に行う必要がある。ただし、早くから発展的な内容に関心を持つ生徒に対応するため、そのような生徒に広く門戸を開く取組を積極的に実施して、全生徒に発展的な内容を主体的に学ぶ機会を確保することに留意していく必要がある。

高大接続のあり方が問われる中、これまで研究を重ねて来た AP、SAT に加え、本校が IB 候補校になったことを踏まえて、将来の高大接続に資すると考えられる AP、SAT と IB について研究し、主に理数系科目において生徒が伸ばすべき能力を着実に伸ばすにはどのような方策があるか、指導法・評価法両面で追究していく必要がある。また、科学技術およびそれと不可分な関係にある国際社会は、地球規模・宇宙規模の未知の課題に立ち向かう時代を迎えている。交通や情報通信技術の発達で国境の持つ意味が薄れ、多様な価値観の人々と協働することが求められる。その一方で、ナショナリズムの勃興で複雑に絡み合

う国益が、人類の直面する課題をより困難なものとしている。歴史・宗教・民族等の背景を知り、寛容な心で他者を理解して受け入れる姿勢や、複雑に絡み合う利害を調整する能力なしに、これらの課題に立ち向かっていくことはできない。教育現場においても、科学技術と国際社会との接点で生じる課題や地球規模・宇宙規模の課題、例えば、エネルギーの地産地消、ESD、環境問題、宇宙倫理といった課題に、自発的・自律的に挑む環境を整えることが求められている。理数系科目が得意なだけの人材ではなく、総合的な人材育成をめざしていくべきである。教師から教わった理論や実験を忠実に再現する能力を養うだけでなく、例えば、実験の目的だけを与えて実験方法を生徒自身に考えさせるような指導法・評価法を研究することで生徒の自発的・自律的な姿勢を涵養することができる。このような教育の方向性を持つことにより、生徒にとってはグローバルスタンダードの理数系教育を享受できるというメリットが新たに生じると考えられる。この際、検証を進めるためにも、地域や他のSSH校とも連携しながら取組を続けていく必要がある。

大学・研究機関・企業の連携は、連携するために適切な人数や準備期間を考慮しながら、さらに深める必要がある。また、本校における成果の普及や先進的な取組の評価・改善・共有を目的に、地域や国内外の学校とより密着したプログラムの展開を図る必要がある。今後も様々な分野にわたって試行し、継続できるようにしたい。

3項 成果の普及

SSH 研究開発に当たり、研究開発成果の普及を5年間にわたって続けてきた。SSH・コア SSH 成果報告会、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、地域の学校との連携事業の開催等、外部に開いた取組、外部とつながる取組は、上述のように貴重なものであり、学校としても引き続き重視していきたい。また、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て、生徒の学びにつなげていきたい。

また、研究開発の成果が今後、他校の参考になるよう、各取組における実績と課題を積極的に発信し、将来国際的に活躍する理数系人材の育成のため、情報提供を意識的に行っていきたい。

資料1 教育課程表

茗溪学園高等学校教育課程表

平成27年度

学年		教育課程		履修年度	1	2					3										
教科	科目名	SSH 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				
	古文講読		○	学設										2							
	漢文講読		○	学設											2						
地理 歴史	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																	
	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			
	SS数学Ⅳ	○		6	6																
	SS数学Ⅴ	○		6				2	4												
	SS数学Ⅵ	○		4											2	2					
理科	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	2	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														2			
	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	2	2	
	地学基礎			2					2												
	地学B	○		学設					3	4									4	4	
	地学C	○		学設																	
地学演習		○	学設														2				
	理科基礎演習		○	学設					1												
保健 体育	体育			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																
	書道Ⅱ			2		②															
外国語	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										
	英文法		○	学設								2								2	
	英語講読		○	学設				4				2	2								
家庭	家庭基礎			2	2																
情報	社会と情報			1							1										
	探究講座	○		学設	1																
総合学習	個人課題		○			③															
	SS研究	○				③															
ホームルーム				1	1	1					1										
計					36	23	2	4	3	4	14	2	2	2	2	3	4	4	2		
					36			36							35						

【備考】 SSH特例欄に○印のある科目が、SSHによる特例申請科目
情報科の必修科目である「社会と情報」2単位中の1単位をSSH特例科目である「探究講座」として特例申請科目を設置している。

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	105	140	140	140	140	35
	生命科学		0		0		35
	地球科学		0		0		35
	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
- 中学3年次理科「SS Expand Program」「生命科学」「地球科学」は、文部科学省SSH指定に伴う科目である。

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）

阿江 通良（筑波大学大学院 教授） 大澤 義明（筑波大学大学院 教授） 佐藤 忍（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） 塚本 圭二（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27年7月16日（木） 11:20～13:30 茗溪学園会議室

出席者 運営指導委員：阿江委員、藤原委員、松本委員、関委員

本校関係者：田代（校長）、黒澤（副校長）、杉山（副校長）、柚木（教務部長）、
バード（国際教育部長）、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。

- ・非常によくやっていると思う。
- ・SSHを始めたのは科学への関心が減ってきたことへの危機感。しかし、エスカレートしてきて極端な方向にいかないように。我々は子どもの教育を考えないといけない。頭は熱くならないように。
- ・高度な研究者の育成は大学の役割。高校はそこにつなげるのが役割。スポーツではバーンアウトがある。サイエンスではどうだろうか。そういうことはないのだろうか。
- ・APの受験者が少なく、受験者が高1だったこともあり、成績も良くなかった。幅広い学年へチャレンジするように働きかけを。
- ・国際バカロレアを組み合わせると、世界最強の教育プログラムをつくることができるのではないかな？
- ・学習指導方法のバージョンアップについて。世界のトップレベルの研究者（生命科学）のアクティブ・ラーニングを、日本の先生が取り入れて、すごく柔軟な初歩的な所からの取組みをされている方がいる。
- ・海外のサイエンスに優れた取り組みをしている学校のカリキュラムを研究するのはどうか。
- ・アクティブ・ラーニングについて、保育・児童の分野でも熱心に取り入れようとしている。でも、文学では同じようにはできないかな。模索が必要。
- ・上海位育学校への訪問（2泊3日）は短いのではないかな。
- ・課題研究のレベルの向上は大変なのではないかな。生徒の入れ替わり、質の低下に対応していくのは難しい。
- ・英語でプレゼンするというのもあると思うが、内容の理解は日本語でやっていくべき。言語によっては複雑な思考に向いていないものもあるが、日本語はかなりの深い思考に耐えうる言語であるといわれている。内容の理解は日本語がベースになっていていいのではないかな。中高レベルでしっかりと理解・表現を育てておく必要があるのではないかな。
- ・他機関との連携はこれからやっていくのがいいだろう。
- ・茗溪は生徒全員にチャンス을すべて与えるという姿勢。それをくずせばいろいろできるかもしれない。逆に茗溪は全員にやるんだという姿勢を示してもいいし、特定分野に特化し少数精鋭にしてもいい。ただ、茗溪は「生徒全員」というのが特色だと思う。
- ・30年40年は変わり目のころ。30年後を見通すとき。生徒全員か、サイエンス特化か、どちらに軸足を置くか。
- ・公立もお金をかけて挑戦している。茗溪だけがというわけではない。ただ積み重ね、歴史がある。県も私立学校に目を向けていっている。教育にはお金がかかる。愛校心のある卒業生に働きかける工夫も必要では。
- ・トップは個人指導で。一方で生徒全員も。ハイブリッド型を目指すのも一法では。
- ・明治の数学者が西欧語の数学用語を適切な日本語に翻訳した。教育方法的には、日本的な手法が結果、よくなるのではないかな。
- ・大学と地域連携はあるが、中高と地域連携を強化していくのがいいのではないかな。
- ・理系文系かわりなくやっていく、科目ジュークボックス、筑波大学が大きく変わろうとしている。狭い範囲での理数系のプロパーを育てていくというよりは、幅広い教養をもって大学に接続していくというのがよいのかとも考えた。
- ・（科学概念の獲得等は）土台は日本語、途中から英語という考え方で行くと良い。
- ・コアSSH（で行っていた事業）をどう継続するか。IBへの対応も踏まえて考えていくと良いのではないかな。
- ・APの評価を受け入れる大学がない。SAT、IBは評価となるが。
- ・SSHの生徒の情意面の測定については、専門家が筑波大学にいたので活用してはどうか。
- ・学生からの提案型の活動を支援するのはどうか。文科省の内から湧き出る活動を・・・に対応するのではないかな。
- ・筑協を活用していただきたい。
- ・大学受験を控えている生徒がどうしてこのような濃密のプログラムを消化できるのか、驚いている。
- ・米国内でAPを受験する生徒が、急速に増えている。大学の授業料高騰で、APを活用して大学滞在期間が短くなるメリットがある。

- ・SAT と ACT と AP を受験させる高校が米国内で増えたことで、学生のリサーチ力が低下（知識習得のみ）していることから、キャップストーンというプログラムが出てきている。AP サイエンスに組み込めないか。
- ・エッセイトレーニングが今後の課題。プレゼンの力をエッセイでできる訓練が重要。日本語で訓練をしてから、英語で書く。
- ・コア SSH プログラムを継続する際には、県の協力を仰いでも良いのではないか。

第2回運営指導委員会

平成 28 年 1 月 20 日（水） 15:30～17:00 茗溪学園中学校高等学校 会議室

出席者 運営指導委員：佐藤委員、藤原委員、柿沼委員、松本委員

JST：関根康介調査員（当日、発表会をご参観いただき、運営指導委員会にも同席いただいた）

本校関係者：田代（校長）、黒澤（副校長）、杉山（副校長）、柚木（教務部長）、バード（国際教育部長）、佐藤（広報部長）、
鈴野（国際教育部副部長）、中村（SSH 推進委員長）、穴戸（SSH 推進委員）

同日開催された「SS 研究発表会」も含め、1 年間の活動について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。

- ・理科・数学にこだわった教育というよりも、茗溪の取り組みはこのところの（これからの）流れに沿っている。文系のこれまでの学問に対する考え方を変えるのに資するところがある。
- ・ここで学んだ卒業生が先々どういう風に生きて、力を伸ばしていけるか。何がどう生きるのかが見極められると中高の教育に生かしていける。
- ・好きこそものの上手なれ。興味をひきだし、高めていくことが大事であろう。物理・数学などは積み重ね（深く掘り下げる）。言語学は同心円的に広がっていく（横に広がる）。これらの関係を見極めて、指導していくと、さきざき伸ばしていけるのではないか。
- ・プレゼンを見ると、アクティブで、かつ深く考えた自身の考えを発表している。
- ・つくば市の理数の数値が日本一になった。広島大学その他が検証・分析のプロジェクトを進めている。そういう児童・生徒が茗溪にも入学している。
- ・筑波大学の生物系との関係ができてきた。良かった。
- ・個人課題研究をみると、文理を問わず、理工・生命、人文・社会がしっかり取り組まれている。これからますます大切であろう。筑波大学でも 1～2 年生で研究発表を取り組んでいる。主体的に学習に関わる取り組みを続けてほしい。
- ・コア SSH は画期的であった。小学生と大学をつなぐ、県内の高校をとりまとめる活動。とてもいい取り組みであった。
- ・グラフ・データのなかに標準偏差が無かった。データの再現性を示す標準偏差や有意差検定を付すとなお良い。コンテストなどで、ひとつ抜き出る。
- ・全員対象に中高の生徒を指導するというのは特徴的。文理の垣根無し。最先端の研究まで幅広い。教員が力をつけてきた。
- ・日米の大学院の研究の違いを考えると、好奇心と知識に加えて、スキルのトレーニングの有無に違いがあるように思われる。
- ・スキルについては、プレゼンなどの中学生からの積み重ねや考えることも含めたスキルの習得が必要ではないか。それをどうやって育てていくか。茗溪の生徒全員にという取り組みに意味があるのではないか。
- ・文理と言っている場合ではない。リサーチができる生徒。新しいことを考え調べ実現していけるようなスキルを身につけた生徒を育てる取り組みが求められるのであろう。
- ・統計についての指導が必要。
- ・日常ものを考えるときは母語。日本語は深くものを考えるのに適した言語といわれる。英語はプレゼンに。日本語で考えるということを大切に。
- ・つくば市の公立学校の教職員との交流ができていくとよい。

100% 英語教育
2015. 7. 13 発行

VOL.1

SUPER SCIENCE NEWS

◆SSZ (7月16日・7月17日) の予定

中学1年生 研究所見学+OL 実習
7/16(木)
ACE組 物質・材料研究機構並木地区
・農林水産省横浜植物防疫所
つくば農場
・サイエンススクエアつくば
BDF組 オリエンテーリング実習

7/17(金)
ACE組 オリエンテーリング実習
BDF組 農林水産省横浜植物防疫所
つくば農場
・高層気象台
/気象観測検定試験センター
・JAXA 筑波宇宙センター

中学2年生 キャンプ準備+英語プレゼン
7/16(木)
キャンプ準備
・テント張り講習(室クラス)
場所:グラウンド
7/17(金)
英語プレゼンテーション
・テーマ "My Dream"

高校1年生 講演会+講演会まとめ
7/16(木)
① 筑波大学講演会・全体会 7/16(木)
講演会「大学とは」
筑波大学国際室長・医学部室長
大根田修先生
豊田英治先生
大根田修先生
豊田英治先生
人文社会系 齊本三郎先生
② 午後の分科会の先生
・人文社会系 沼田善子先生
・人文社会系 近藤孝史先生
・人間系教育学科 藤田寛之先生
・生命環境系 千葉智樹先生
・数理情報系化学系 横山謙吾先生
・医学部系 高屋敷明由美先生
・体育系 寺山由美先生
・芸術系 原田昌先生
・数理情報系管理工学系 柳原英人先生
・図書情報メディア系 長谷川秀彦先生
③ 講演のまとめ 7/17(金)

中学3年生 到達度模試
7/16(木)・7/17(金)
到達度模試(100分)

高校2年生 報告会・発表会
7/16(木) 東京研修報告会
個人課題研究 中間発表
7/17(金) 個人課題研究 中間発表

100% 英語教育
2015. 7. 13 発行

VOL.2

SUPER SCIENCE NEWS

◆リマースタディーゾーン(SSZ) 7/16・7/17

1年生
16日にACE組、17日にBDF組が、クラス単位で近隣の研究所を見学。植物防疫所、物質・材料研究機構、ほか全5施設を徒歩で往復。普段は経験できない見学の醍醐味も盛り沢山。
途中、前に降ったクラスもありましたが、先輩の研究に魅れ、知的好奇心をくすぐられました。

2年生
中学2年生のSSZではゼンホールカメラの作成をしました。厚紙を立方体に組立、トレーシングペーパーを中に入れ、立方体に穴をあけてのぞく風情が写真みたいにトレーシングペーパーに映る仕組み。あまり体験できないことで「おおー」という声も多数。とてもいい経験になったようです。

4年生
4年生は、6月26日に国立環境研究所の先生方による講演会。7月16日には筑波大学の先生方による講演会を開催しました。分科会では少人数でお話を伺うことができ、模範について、大学で学ぶことについて知る貴重な機会となりました。

3年生
2日間かけて、到達度テストの模試を行いました。100分のテストを3科目も受けるのはこれが初めてでした。

5年生
東京研修の報告会と、個人課題研究の中間発表がありました。発表形式の2日間でした。

◆参加者募集中！(一部紹介)

①SAT Science (本試験:11/7)
★内容:
アメリカの高校生が大学進学の際に受験する Scholastic Assessment Test、通称 SAT。筑波学園 SSH では、その理数系科目の科目テスト(Subject Test)に挑戦します。未学基礎の予習会、過去問練習会を経て、11月7日の本試験に臨みます。
アメリカの大学受験にも使われる問題で、どのくらいの成績がとれるのか、ぜひ体験してみましょう！

★募集対象: 高校1・2年生
★受験料: ひとり1科目まで受験料を補助しますので無料です！
※2科目以上受験したい人は2科目から出席です。Resourcing Test は合算になります。
★募集科目: 数学(Level1,2)、物理・化学・生物(B/M)
★参加希望者は、学年・組・氏名・希望する科目を担当の先生またはニコライ先生に、7月17日までに申し出て下さい。

②足利工業大学ツアー (7/22)
★内容:
自然エネルギーに関する見学会・講演会・実験・その他
★募集対象: 中学生・高校生
(30~40名。要申し込み次第です)
★参加希望者は、藤井先生まで申し出て下さい。

③国立医療大学主権化学実験講座(8/11)
★内容:
分光光度計を使って、身近な食材のタンパク質を定量化してみよう！
★指導: 人間科学センター 相良晴一准教授
★募集対象: 高校1・2年生 (10名以内)
★参加希望者は、小畑先生まで申し出て下さい。

◆この夏行ってきます！各種イベント予定(一部紹介)

産総研一般公開
高校理科系クラブ研究発表会 (7/18)
近隣5高校の理科系クラブ研究発表会。産総研の研究者とブースを並べて発表展示を行います。若葉学園からは、地質組・物理組・生物組の合同チームで出展します。
18日は夏休み初日！帰国のある人は、ぜひ応援へ！

SSH 生徒研究発表会 in 大阪(8/5-8/6)
毎年恒例の全国 SSH 生徒研究発表会。今年は大人数開催です。若葉からは、「小野川河床の異化石炭素を含む地層について」という研究テーマで、6年石塚くん、並崎くん、5年高橋くんが発表を行います。

SS Geo Tour in 屋久島 (7/18~7/22)
今年も春日部高校との合同研修を行います。屋久島ツアーも今年で4年目。今年はどうな発見があるのでしょうか？

水保巡礼 (8/25~8/27)
熊本県水保市で巡礼を行います。水保病患者の方や、医療関係者、研究者などから聞き取りを行う予定です。
科学技術の発展の影にある、負の側面について学習していきます。

◆茗溪学園の科学研究、国際大会へ

7月25日~26日の4日間、シンガポールで Global Science Link Singapore 2015 という科学研究の国際大会が開催され、科学部生物部の市川樹大君(高1)と王康孝君(高1)が出場しました。
パワーポイントを使っての口頭発表の時間は10分間、その後質疑応答は5分間で、全て英語で行われました。研究のタイトルは、「新説「房総半島南部型」ゲンジボタルは存在する」、生物部が4年間にわたり継続研究しているものです。
日本からの参加校々中では、東京大学教育学部付属中等教育学校のシロアリ研究が受賞しました。

英語での発表の準備は想像以上に大変でしたが、自分達の研究を国際大会で発表し評価していただく経験はとても貴重であり、多くの刺激を受けると共に、研究をもっと深めてよりレベルの高いものになりたいと痛感しました。

◆SSH 生徒研究発表会

8月5日(水)、6日(木)の両日、大阪のインテックス大阪で開催された SSH 全国生徒研究発表会に、本校からは石塚樹大君(高3)を中心とした科学部地質部3名が参加し、「小野川河床の異化石炭素を含む地層について」という題でポスター発表しました。

200校を超える SSH 指定校がそれぞれの研究成果を発表する一大イベントで、多くの方々に発表を聞いていただき、面白い指摘や励ましの言葉をもらうことも有意義な2日間となりました。

◆そのほかの夏の活動

茨城県児童生徒科学研究作品展

つくば市展で、中2の田中快空君、熊本がれんさんが金賞、中1の坂入悠輝さんが銀賞を受賞しました。中2の二人は県市展でも金賞を受賞。茨城県自然博

物館で開かれた県展にも出品し、田中快空君は中学生の部最優秀賞を受賞しました。高2田中希由君は高校の部で最優秀賞を受賞しました。

人工衛星局大連供講座 8月26日 理化学大学

筑波大学が協賛している人工衛星開発「結プロジェクト」の中3～高2の生徒11人が、この人工衛星の開発に関わる実験を体験してきました。

実際に宇宙にある衛星からの電波を受信したり、太陽電池の実験などに理科の知識が活かされました。

科学倫理水保巡検 8月25日～27日

熊本県水保市で、水保巡検を実施しました。昨年度に引き続き、2回目の実施です。報告者・研究者・医師の方々のお話を聞いて、水保の被害の実態を

学び、早期対応の重要性や予防策などについて考えました。



SS Medical Seminar 8月20日 エーザイツくは研究所

医学や薬学に興味がある高校2・3年生20人が、医薬品メーカーのエーザイツ（筑波研究所）で行われた講演・施設見学に参加しました。

普段見られないような、珍しい実験や機械を見ることができました。



高校生理科研究発表会 9月26日 千葉大

高2の田中希由君、小泉知朗君が個人課題研究の内容を発表しました。応募総数は322件、参加者1,169名の中で、残念ながら賞には届きませんでした。

が、立派に発表し、質疑応答も丁寧に行っていました。自分の研究を出し合う場に挑戦し、良い経験を得ました。

SUPER SCIENCE NEWS

Meiji High School

◆これからの予定

SS Overnight Study

SSHの事業の一環でセンサーを使ってデータを取得する（センシング）の講座を開催します。

センサーは、携帯電話やPC、防犯ブザー、地震計（今回も活用）、ロボットなど様々な電気製品に使われています。

大学の工学部や物理学部などでは、PCでセンサーを動かすプログラムを書いて制御するという内容が、非常に重要な学習事項となっています。

今回はそのようなセンサーの仕組みを理解し、自分でセンサーの入った機器を作り、計測するという、とても貴重な機会を提供したいと思います。



つくば科学フェスティバル2015 10月31日(土)・11月1日(日) つくばカピオ

科学部の物理班、化学班、生物班、地質班で出展します。

物理班は、『科学おもちゃとビタゴラ装置』で、こま・竹とんぼ・空飛ぶ・振動で動く車の製作と、ビタゴラ装置の実演を行います。

化学班は、『不思議な溶液の実験』で、いろいろな色に変化したり、きれいな結晶が出てくる実験をします。

生物班は、『筋肉の模型を作る！木綿糸で試みよう！』で、筋肉と骨の模型を

作成して、腕が曲がる仕組みを理解します。また実際にグリセリン筋が動く様子を観察します。

地質班は、『地形が形成される様子を観察しよう』で、実験水路などで、山や川の地形が形成される様子を観察します。

土曜の午後、日曜につくばカピオに来て、各ブースをはじめ、研究所や大学、各大学のブースで様々な体験をしてみてください。



※写真は昨年度のものです

SUPER SCIENCE NEWS

Meiji High School

10月25日発行
2015.10.25発行

Vol.3

SUPER SCIENCE NEWS

◆SSOvernight 11月2日～3日に行われました！

今年のSSOvernight Studyでは、センサーを使って様々な計測・制御をする、いわゆるセンシング分野と、化学分野の実験が行われました。

センシング分野では、地震計を作ったり、地面の振れの変化を計測したりしてデータの収集・分析を実践しました。化学分野では、浸透圧の実験を網羅的にチャレンジしました。結果が出るまでに長時間かかる実験、かつ夜遅くに計測を行うというスリル満点な所もあった、おもしろい実験企画でした。



◆つくば科学フェスティバル2015に科学部が参加！

10月31日、11月1日に行われたつくば科学フェスティバル2015。今年も茗溪学園科学部の物理班、化学班、生物班、地質班が、実演・実験・観察・体験ブースを出してお客様をお迎えしました。



物理班は、物理おもちゃの出品とビタゴラ装置の実演、化学班は溶液を使った結晶づくりの実験体験、生物班は筋肉と骨の模型出品とグリセリン筋の観察、地質班は山や川が形成される様子を観察できる実験水路を出展しました。

SUPER SCIENCE NEWS

Meiji High School

◆生徒の活躍

中高生の科学研究を出品する「茨城県児童生徒科学研究作品展」。県展の高校の部で、最優秀賞を受賞した。高校2年生の田中希由君の作品は、その後全国大会に当たる「日本学生科学賞」で、入選三等に選ばれました。

高校生がチームで数学や理科の分野で知識や実技を競う「科学の甲子園」茨城県大会には、高校1年チーム1組、高校2年チーム2組が参加し、健闘しました。中学生向けの大会「科学の甲子園ジュニア茨城県予選会」には、12名が挑戦し、中学2年の古賀駿介君が個人賞を受賞しました。

◆Winter Study Zone の予定

- 中1
- 底トンボづくり (SS Campのづくり)
 - PC利用ガイダンス
 - 茨城県自然博物館見学

- 中2
- 川崎憲治先生(デンソー)講演会
 - エッセイ講座
 - 体験講座

- 中3
- SS ICT クラス発表会
 - 国内研修クラス発表会
 - 文系出張講座(講演会)

- 高1
- 個人初ガイダンス
 - エッセイ講座
 - SS Lab Tour



- 高2
- 個人課題研究発表会

→優秀な研究・発表をした生徒は、下の分野別発表会での代表に選ばれます。

◆個人課題研究発表会のお知らせ

来年の1月20日(水)、平成27年度茗溪学園SS研究・個人課題研究発表会が開催されます。

毎年筑波大学で行われていた発表会ですが、今年は会場の都合で、午前(10時～12時)は、つくば国際会議場で全体会、午後(13時～15時半)は、茗溪学園内で代表生徒が分野別発表会を行う予定です。



SUPER SCIENCE NEWS

Meiji High School

資料 4 SS 研究テーマ一覧

教科（科目）	研究テーマ
理科（物理）	効率の良い水力発電の方法 3Dプリンターとの挑戦
理科（物理）	津波に強い防波堤づくり
理科（物理）	断熱材の効率
理科（物理）	スペースデブリの回収方法の研究
理科（物理）	ちらつきが見える関係性や法則性はなにか～ちらつきチェッカーを用いた実験～
理科（物理）	木造住宅における防音
理科（化学）	酸化チタンとその性質 ～光触媒と超親水性～
理科（生物）	ピーマンは無核化できるのか
理科（生物）	糖・酸素・pHの変化による酵母菌のアルコール発酵の効率化
理科（生物）	乳酸菌とカビの相互関係
理科（生物）	発光強度を制御するものは何か
理科（生物）	漢方は線虫の寿命を変化させる
理科（生物）	プラナリアの再生 ～眼の形成異常はどう起こるか～
理科（生物）	ショウジョウバエの味覚と核酸の関係性 ～昆虫はうま味を感じるか～
理科（生物）	マイエンザの材料の条件を変えると殺菌効果は変わるのか
理科（総合領域）	iPS細胞を用いた脳卒中治療の再生医療の現状と問題点
理科（総合領域）	血液型は個人の性格に影響するのか
理科（総合領域）	小児脳性麻痺における側彎症治療について
理科（総合領域）	がん患者におけるうつ病を治療しQOLの向上を目指す
理科（総合領域）	お茶と口内環境の関係
理科（総合領域）	アイスクリーム頭痛と片頭痛の関連性
数学	和算を現代の教育に生かす

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 5 年次

発行日：平成 28 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

