

平成28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
経過措置1年次

平成29年 3月



茗溪学園中学校高等学校

Meikei - Making the Diference

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期後の経過措置校指定の研究開発が終了しました。第1期は「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。経過措置校としての指定のため、基本的にはこの第1期の研究開発を継続し、第2期への指定に向けての準備を行いました。

本校のSSH第1期研究開発には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の理数系科目試験への対策講座やAP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試験の合格証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。

1年間の経過措置指定校としての活動も、基本的にはこれらの特色を十分に生かし発揮したものになりました。中学生にもさまざまな実験体験講座や教科を横断したクロスカリキュラムを実施し、SS研究発表会には個人で研究テーマを持つ中学生も発表しました。課題研究の取り組みは一層充実を加え、第1期の研究開発の成果のひとつである指導担当による形成的評価が機能し、生徒が自らの研究活動を評価しながら取り組みました。科学部の研究の中には第60回日本学生科学賞の最終審査まで進み優秀賞を受賞したものもあり、卓越した研究も生まれています。1月に実施したSSHタイ国海外研修では英語を用いた恐竜化石の観察や堆積構造の調査を行い、発表会では英語でプレゼンテーションを行いました。この海外研修の研究テーマやフィールド選定、現地コンタクト大学とのコネクションも筑波大学のご指導ご協力をいただき、高大連携もより深く達成できています。

第2期指定に向けては、全員が実施する課題研究に際し必要な探究能力の構造を明らかにし、中高一貫を利用して確実に探究能力を習得させるプログラムを策定しています。ご期待ください。

平成29年3月

茗溪学園中学校高等学校
校長 田代 淳一

目次

巻頭言

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	9
第 2 章 研究開発の経緯	14
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	16
・ 英語劇	16
・ Cross Cultural Talk	16
・ 科学英語・科学英語上級	17
・ SAT Science/AP Chemistry	17
(2) 国際科学オリンピック	
・ International Science Competition	18
(3) 校外研修活動	
・ International Survey Tour and Lecture	18
・ Presentation with Overseas Fellowship	19
・ 科学部の活動振興	19
2 節 Explore Program	
(1) 学校設定科目	
・ SS 数学 I	22
・ SS 数学 II	22
・ SS 数学 III	23
・ SS 数学 IV	23
・ SS 数学 V	24
・ SS 数学 VI	24
・ SS Tech	25
・ SS Expand Program	25
・ SS ICT	25
・ 生命科学	26
・ 地球科学	26
・ 理科 A	27
・ 理科 B	27
・ 理科 C	28
・ SS 研究	29

(2) フィールドワーク・実習	
・ 筑波山巡検（地学・物理・地理分野）	31
・ 地図を使った地域調査	31
・ 理科巡検（生物・地学分野）	31
・ 生命倫理・科学倫理	32
・ 分子遺伝学実習	33

3 節 Tsukuba Program

(1) 高大連携	
・ SS Camp（中 1）	34
・ SS Camp（中 2）	34
・ 科学講演会（高 1 環境研）	35
・ 科学講演会（高 1 筑波大学）	35
・ 科学講演会（中 2 東京理科大学）	36
・ SS Medical Seminar	36
・ SS Geo Tour（屋久島）	37
・ 科学倫理ワークショップ	37

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	40
--	----

関係資料

資料 1 教育課程表	42
資料 2 SSH 運営指導委員会の記録	44
資料 3 関係資料	46
資料 4 SS 研究テーマ一覧	47

学校法人茗溪学園 茗溪学園中学校高等学校	指定第 1 期目	28
----------------------	----------	----

①平成 28 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 28 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）・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。 <table border="0"> <tr> <td>4 月～7 月</td><td>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</td></tr> <tr> <td>夏休み</td><td>地図を使った地域調査・科学部合宿・SSH 教員研修</td></tr> <tr> <td>9 月～12 月</td><td>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</td></tr> <tr> <td>冬休み</td><td>International Survey Tour and Lecture</td></tr> <tr> <td>1 月～3 月</td><td>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</td></tr> <tr> <td>通年</td><td>科学英語</td></tr> </table> (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	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
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」「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。

(vi) 経過措置第 1 年次

SSH 第 1 期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とともに、SSH 第 2 期申請に向け、準備を進める。特に SS 研究についての本校が持つ課題を明らかにし、SS 研究の質を高める要因を探っていく。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

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 28 年度教育課程の内容

高校 1 年次における物理 A と探究講座は行っていない。それ以外の内容については上記と同じ。

○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。タイ・コンケ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。また、プレゼンテーション能力の育成に資するよう、中間発表会・全員発表会を行った上で、研究内容・プレゼンテーション双方で優秀であった生徒が、SS 研究発表会において口頭発表およびポスター発表を行った。

(iii) Tsukuba Program

筑波研究学園都市に位置するという本校の地の利を生かし、筑波大学・茗溪会を中心とした高大連携・高研連携を加速させ、最先端の優れた研究に触れさせることで、理系に対する進路意識や職業観を涵養することを目指した。科学講演会（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、6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。

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…科学部員の人数が第1期 SSH を経て約2倍以上に増え、全体で200名近くの部員が積極的な活動を行ってきた。生物班の課題研究「根の触覚」が茨城県高文連自然科学部門研究発表会で最優秀賞を受賞するなど、突出した研究が生まれてきていることは SSH 指定による活動の充実の一つの証左である。中学段階における Show & Explain、英語劇、Cross Cultural Talk は英語学習への意欲を高めるだけでなく、プレゼンテーション能力を含むコミュニケーション力の向上に大きく寄与している。International Survey Tour and Lecture は、筑波大学およびタイ・コンケン大学の協力を受け、恐竜化石の観察と堆積構造の観察をメインに、今年度はタイで研修を行った。現地の専門家や TA とコミュニケーションを取り、有意義な研修にすることができた。SS 研究発表会における英語によるプレゼンテーションは、高く評価された。国際科学オリンピック等の予選

への参加者は一定数存在し、ハイレベルな学習に挑戦していく雰囲気が伺えた。

Explore Program…理科 A・B では実験を重視し、各科目で生徒がより主体的に取り組めるよう工夫することができた。数学では、アクティブラーニングや ICT の活用をテーマにした授業が展開され、生徒の理解がより高まるという評価が得られた。高校数学の内容を超えたものを一部扱うなど、ハイレベルな話題を取り入れることで内容理解や概念理解を深めることができた。生命倫理・科学倫理では、与えられたテーマに対して生徒自身の意見をまとめる活動を行い、科学技術の発展と人間社会の調和について学んだ。

Tsukuba Program…筑波大学を中心とした大学や国立環境研究所などと連携して講演会等を開催した。中学 2 年の SS Camp では足利工業大学や近隣の研究所の協力を受け、科学への興味関心を育成する活動を行うことができた。埼玉県立春日部高校と合同で実施している SS Geo Tour では、事前研修も含めて両校の親睦と研究意欲を高めることができ、問題意識を明確にした上で現地での研修に臨むことができた。継続しているプログラムでもあり、研究方法の習得についてはレベルが上がっていることが伺える。科学倫理ワークショップでは、筑波大学から講師を迎え、科学技術と倫理についてより深く学ぶ機会を得た。個人課題研究のテーマとつなげることができた生徒もいた。

○実施上の課題と今後の取組

Global Program…本校は帰国子女の受け入れ校であり、英語で発表を行う生徒は帰国子女であることが多かったが、International Survey Tour and Lecture でタイ研修に参加した生徒は帰国子女でない生徒が多く含まれ、発表会での英語によるプレゼンテーションは高く評価される内容であった。英語による論文執筆やプレゼンテーションをより多くの生徒に経験させる枠組みを作り、この効果を拡充していきたい。

Explore Program…フィールドワークを重視する従来の教育に加え、アクティブラーニングの導入など質的に改善している。しかし、高校 2 年次における必修科目である個人課題研究の質については向上の余地があり、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、課題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、問題を発見する力、論理的に考え、多面的に分析する力、そしてそれを表現する力をさらに伸ばす必要がある。

Tsukuba Program…高 1 対象の進路講演会や SS 研究発表会におけるご助言・ご指導など、筑波大学との連携については SSH の取り組みとして確立してきたと考えられる。研究機関との組織的な連携は不十分などところがあるので、実施目的や内容に合わせて支援をいただけるよう学校全体で検討を進めていく必要がある。

全体を通して…高校 2 年次の必修科目である個人課題研究は、教職員全員が課題指導者として指導にあたっており、組織的な取り組みとして探究活動を推進することができている。しかし、探究能力の意味する幅の広さを教員間で共有することができず、学校全体として、意図して育成していく部分が少なかった。今後はその反省を踏まえ、探究能力が指し示す力として、「問題発見力」「論理的思考力」「多面的に分析する力」「協働で取り組む力」「表現力」等を掲げ、中学 3 年間では各学年で重点的に育てる能力を決め、各教科で日常の授業あるいは、教科の内容を超えた学習の中でそれらの能力の向上を目指していく必要がある。高校 1 年では、それらをさらに洗練し、実験・観察を重視しつつ、論文収集方法、実験方法、データ処理方法といったスキルの習得を目指し、「個人課題研究」のさらなる充実を目指していく。本校が国際バカロレア (IB) 認定校となった背景を踏まえ、双方向型・協働型の学習で、探究活動を重視した学習者中心の深い学びを目指していくことも重要である。1 つの物事をあらゆる教科の視点から見つめ、問題発見・問題解決の経験を豊富にするためにも、複数の教科が絡み合う話題について教師自身が考え、授業実践を継続し、全体的・包括的な視点で学びを捉えることが必要であり、これらを実現するための取り組みを行っていくよう次年度に向けた準備を行っている最中である。

学校法人茗溪学園 茗溪学園中学校高等学校	指定第 1 期目	28
----------------------	----------	----

②平成 28 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果	
平成 28 年 12 月に実施した高校 2 年生対象の個人課題研究に関するアンケート、および、各取り組みにおける事後アンケート等を通じて、明らかになった成果を以下に述べる。 (i)Global Program 高校 2 年生を対象に実施したアンケートでは、「自分の研究の目的や内容について相手に説明することができる」が、肯定的な回答した生徒の割合が 77.5%で、最も高い項目であった。中学段階で実施される Show & Explain、Cross Cultural Talk を通じてプレゼンテーションスキルの向上が見られ、継続的な取り組みが良い影響を与えていると考えられる。International Survey Tour and Lecture では平成 28 年度はタイをフィールドとして、筑波大学と現地のコンケン大学と連携して有意義な研修ができた。科学部員の人数は第 1 期 SSH を経て約 2 倍以上に増え、全体で 200 名近くの部員が積極的な活動を行っている。生物班の課題研究「根の触覚」が茨城県高文連自然科学部門研究発表会で最優秀賞を受賞しており、引き続き実績として残すことができた。数学班では継続した研究を行っており、他校が主催する発表会に参加した。平成 27 年度から発足したコンピュータシステム同好会の活動として、プログラミングコンテストや情報オリンピックへの参加があり、今後のさらなる活躍が期待される。 (ii)Explore Program 6 年間の中高一貫教育のメリットを生かし、「実物に触れる」「フィールドワークの充実」という基礎を踏まえつつ、多くの学校設定科目や特別講座を設置してきた。その中で、実験や観察を積極的に取り入れる点は生徒から高い評価を得てきた。理科 A・B では実験や観察の重視に加え、主体的・対話的な活動になるよう工夫し、生徒がより深い理解に達することができるよう実践を試みてきた。数学でもそれは同様であり、アクティブラーニングや関数電卓を授業の中で取り入れる試みがあった。生命倫理・科学倫理では、与えられたテーマに対して生徒自身の意見をまとめる活動を行い、科学技術の発展と人間社会の調和について学んだ。また、本校カリキュラムの中で技術科・情報科の担う役割は大きなものとなっている。SS Tech や SS ICT の取り組みを通して、アルゴリズムやプログラミング、映像表現の基礎を全員が学べるようになっており、論理的思考力や表現力の向上に大きく寄与していると言える。 SS 研究・個人課題研究は Explore Program の核になるものである。生徒を対象に行ったアンケートの結果、生徒は基礎的な研究スキルの習得に加え、情報収集スキルや論理的思考力の向上を実感していることがわかった。第 1 期 SSH の成果として、生徒の自己評価と教員による評価を行うことで、生徒による研究の振り返りを促すため、「テーマ探索期」「文献調査期」「研究実施期」「まとめ・発表期」に分け、各プロセスにおける生徒の達成度を測るルーブリック評価が作成できたことが挙げられる。 (iii)Tsukuba Program 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、6月実施)

SS 研究発表会は、筑波大学の大学会館を工事のため利用することができず、すべての日程を校内で行った。他校等から多くの方々にご覧頂き、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。埼玉県立春日部高等学校と合同で行っている SS Geo Tour では、事前研修を踏まえ、興味に応じたテーマ班を編成した上で巡検を行い、研究に対する姿勢を向上させ、基本的な研究方法を習得することができた。

(iv)教員の研究推進体制について

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・広報企画部長・国際教育部長・進路指導部長の他、25名の教員が指名された。SSH 推進委員は、適切なタイミングで会議を行いながら年間を通した SSH 事業の実務を担当した。新しい評価方法の開発についての意見交換や授業改善に向けた話し合いが行われてきた。また、教員すべてが高校2年次の必修科目である「個人課題研究」の指導担当者である。第1期 SSH では夏と冬にスタディゾーンを設定し、すべての学年で全教員の協力の下、科学講演会や実験講座等の活動を行ってきた。

② 研究開発の課題

平成28年度を含めた第1期 SSH 研究開発を振り返り、見えてきた課題を以下に総括する。

筑波大学からの後援を受けて行われた「SS 研究・個人課題研究発表会」をはじめとして、プレゼンテーションを取り入れた取り組みが増え、生徒のプレゼンテーションスキルは確かに向上した。今後は単に発表の機会を与えるだけでなく、各教科、あるいは教科横断型の授業で探究活動を数多く取り入れ、生徒がより主体的に学べるよう仕掛けていく必要がある。

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、科学技術や国際社会の最先端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、広い視野で物事を考えられる生徒を育成する上で海外研修は重要である。平成28年度はタイをフィールドに恐竜化石の観察等を行ったが、次年度以降も継続することができれば事前学習を含め、さらに内容を深いものにできると考える。今後もより多くの生徒が、課題研究等を英語で発表することができるよう指導を工夫していく必要がある。

SAT Science や AP への取り組みは継続的に実施しており、SAT や AP の受検に意欲を持つ生徒が一定数いることがわかったが、人数が増えてきたとは言えない。これまでの実践を踏まえ SAT や AP も授業の中で扱っていくことで、生徒は英語で科学を学ぶ経験を積むことができ、将来理系研究に進んでいくための素地を養うこともできる。また、AP や SAT ではグラフ電卓の使用を常に求められるため、ICT の実習としても効果的であり、生徒の内容理解や教員の研修にも資する学習活動であると考えられる。

個人課題研究の質については向上の余地があり、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、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。評価法の開発という観点では、先述の通り、生徒の研究のプロセスを評価するルーブリックを作成しているが、研究成果や内容を数的に評価できるよう改善していく。研究成果をあげるためには、適切な研究テーマの設定と実験調査によるデータの収集が必要である。実験調査を進めるためには、研究への高いモチベーションの維持が重要なキーであり、生徒を対象に行ったインタビュー調査の結果から、夏季休暇中の指導の在り方について改善する余地があることがわかった。課題指導者側が事前に実験手法の指導を行う、ICT を活用したコミュニケーションをとる、実験室利用の利便性を高めるなど指導

の改善が必要とされる。

本校が国際バカロレアの認定校になったことを踏まえ、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、IB の趣旨に基づく、学習者中心の主体的な学習法を本校の中で加速的に推進していく必要がある。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になり得る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。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。

以上を踏まえ、今後のカリキュラム開発の要点を以下の 3 点にまとめた。

(i) 中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム

高校 2 年次の必修科目である「個人課題研究」を探究活動の 1 つの集大成として位置づけ、個人課題研究に必要な探究スキルを中高一貫のメリットを生かし、段階的に習得させるカリキュラムを開発する。探究能力が指し示す力として、「問題発見力」「論理的思考力」「多面的に分析する力」「協働で取り組む力」「表現力」等を掲げ、各教科で日常の授業あるいは、教科の内容を超えた学習の中でそれらの能力の向上を目指す。高校 1 年では、それらをさらに洗練し、実験・観察を重視しつつ、論文収集方法、実験方法、データ処理方法といったスキルの習得を目指す。また、夏休み等を利用して、研究活動のプロセスを高校 1 年で経験させることで、個人課題研究のさらなる充実を目指す。

(ii) ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

本校では教職員の多くが IB のワークショップを受講し指導資格を得ており、開講に向けカリキュラムや指導内容を整え、準備を進めている。IB 教育の利点と日本式教育の利点を合わせ、高校で学ぶ内容を超えた高度なものも一部扱いながら、単なる知識の供給のみを目的としない探究活動を重視した学習者中心の双方向型・協働型の学習を行う理数科目を設置する。

(iii) 深い思考につながるクロスカリキュラム

あらゆる事象、世界中で起こっているあらゆる困難は科学技術に関わる知識のみで解決できるものではなく、幅広い分野に関する知識を持ち、それらを統合的に理解し、処理する能力を高めることが必要であり、すべての学びは教科横断的な新しい枠組みでもってなされることが自然である。1 つのテーマに関する様々な見方は、個人がそれを知識として持っている根拠を知ることにつながり、その経験はまた別の場面で適用できるようになっていく。そのような見方は生徒の知的好奇心の喚起を引き起こし、学習を進める上での内発的な動機づけにつながると考えられる。内発的な動機づけが成績面で成果を残すことにつながることは、本校第 1 期 SSH 第 5 年次に行った学習動機の因子分析によって明らかになっている。教師自身も単一教科の教員であるという狭い枠を飛び出し、幅広い視点で物事を見つめ、それを指導に生かしていく研修を行うことが必要である。合教科的な指導はすべての教科、すべての教員がこれに取り組んでいく。

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、取捨選択し、再構成する」、「思考し構成した情報を記述し表現していく」能力の育成を目指している。

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定的に高いとは言えないのが現状であった。深いレベルで理系各分野を見通すことで学問に対する魅力をかき立てることを意識

して、より先進的な理数系教育カリキュラムを構築し実践することにより、生徒の理数系に対する興味関心および自信を喚起するとともに、潜在的・顕在的な理数系に携わる能力を向上させることが急務であるとの認識に至った。その際、中学校・高等学校理科の内容と、現代科学の最先端が必ずしも近いものとは言い難い現状に鑑み、高大連携や研究機関との連携を推進し、科学の最先端をできるだけ生徒の近くへ引き寄せ、科学に対する興味・関心を高め、進路意識や職業観を涵養することも重要である。そして、将来有為な人材として社会に貢献できるよう、様々なアプローチで科学を学ぶとともに、グローバルな視点で科学を学べるよう、全校を挙げて取り組む必要がある。本校 SSH 研究開発における実践は、将来理数系で国際的に活躍していくという肯定的な自分像を持つことにつながり、学習意欲と学力の両方を向上させる方策になり得ると確信する。

2 項 研究の仮説

以上の現状を踏まえ、研究の仮説を以下のように設定した。

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

(i)国際的科学教育

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

(ii)科学研究能力の育成を目指した6年一貫理数系教育

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

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

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

2 節 研究開発の実施規模

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

3 節 研究全体の概要

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

1 項 Global Program

将来、科学技術の世界で国際的に通用する人材を育成するためには、生徒が科学概念を構造的に理解していることと、科学研究を十分に進められる語学力の両方が必要である。科学において英語を活用する経験、科学を英語で表現する経験、英語で科学を読み解く経験を十分に提供して、生徒の科学的能力と英語力を関連させながら応用力を養うことが重要である。本校ではこれまでも英語教育に注力してきたが、それによって培われた語学力を科学に応用する取組として、英文の科学論文や科学雑誌の講読、英語を使った科学のプレゼンテーション・ディスカッション、本校が SAT (Scholastic Aptitude Test and Scholastic Assessment Test) テストセンターに指定されていることを活用した SAT Subject Test の受検、アメリカの高校上級（大学教養課程相当）カリキュラムである AP (Advanced Placement) 教材の活用を通して、英語を活用して科学を学ぶカリキュラムとその指導法及び評価法の開発に取り組んだ。また、世界のトップクラスの研究者による講義と、研究室を見学する体験活動が

ら成る海外研修を用意した。さらにインテル国際学生科学フェアや、国際科学オリンピック出場を目指した取組を積極的に奨励・支援してきた。これは、国際的に高いレベルで活躍しうる人材育成の方策を探ることを指向している。将来、国際研究の場面でも活躍できるという自信を生徒に持たせ、グローバルな視点で科学に取り組む意欲と、それにかなう学力を備えた生徒を育成することを目指した。

2項 Explore Program

理数系、特に基礎研究の分野で国際的に活躍できる人材を送り出すためには、高いレベルの知識・技能・モラルを備え、論理的思考力・考察力に富んだ生徒、コミュニケーション能力に長け、社会に貢献できる生徒を育成することが必要であると考え。このような人材育成を実現するために、本校では6年一貫教育のメリットを生かして、これまで標榜してきた「実物に触れる」「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、知的な好奇心と進路意識・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、知的な好奇心と進路意識・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 28 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	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 28 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 28 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
2016/4	SS 研究（高 2）開始	本校（毎週土曜 3～5 時限、放課後等）
2016/4	学校設定科目の開始	本校、各教科担当
2016/4/23	国立環境研究所公開シンポジウムにパネリストとして参加	国立環境研究所 生徒 3 名、教員 1 名
2016/5	SS 数学 I	中 1 本校
2016/5	つくばフェスティバル	生徒 7 名、教員 2 名
2016/5/22	「国際植物の日」高校生研究ポスター発表	筑波大学 生徒 5 名、教員 2 名
2016/5/29	SS Geo Tour 事前研修	筑波山
2016/6	Show and Explain	中 1 英語の授業内で
2016/6/1	科学倫理ワークショップ	本校 生徒 3 名 筑波大学・佐藤嘉幸先生
2016/6/14	SS Medical Seminar	本校 生徒 12 名
2016/6/24	SS Geo Tour 事前研修	本校 筑波大学・安間先生
2016/7/8	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
2016/7/10	物理チャレンジ 第 1 チャレンジ	東京都立小石川中等教育学校 生徒 2 名
2016/7/17	日本生物学オリンピック予選	筑波大学 生徒 1 名
2016/7/19-20	サマースタディゾーン	
	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 1・中 2 対象、物理実験講座）
	SS 研究中間発表会	本校
2016/7/22-26	SS Geo Tour	屋久島 生徒 6 名、教員 2 名
2016/7/23	産業総合技術研究所一般公開にて発表	産業総合技術研究所 生徒 1 2 名、教員 2 名
2016/7/23	国立環境研究所公開シンポジウムにパネリストとして参加	国立環境研究所 生徒 1 名、教員 1 名
2016/8	理学療法・作業療法・言語聴覚療法見学会	筑波学園病院他 生徒 4 名
2016/8/9-11	SSH 生徒研究発表会	神戸国際展示場 生徒 3 名、教員 1 名
2016/8/18	SS Medical Seminar 病院見学会	土浦協同病院 生徒 4 名
2016/8/27	日本進化学会 2016 年大会 高校生ポスター発表	東京工業大学 生徒 6 名、教員 1 名
2016/8/27	マス・フェスタ参加	生徒 2 名（発表） 教員 1 名
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
2016/9	地図を使った地域調査（発表）	中 2 地理の授業において
2016/9～2016/10	生命倫理・科学倫理	中 3 公民の授業内で
2016/9/10	中 2 筑波山巡検	かすみがうら市雪入周辺
2016/9/17-18	第 60 回茨城県児童生徒科学研究作品展つくば市展	つくば市民ホールつくばね 生徒 5 名
2016/9/26	千葉大学主催 第 10 回高校生理科研究発表会	千葉大学 生徒 3 名、教員 1 名
2016/10	Show and Explain	中 1 英語の授業内で
2016/10/1-2	第 60 回茨城県児童生徒科学研究作品展県南地区展	つくばエキスポセンター 生徒 1 名
2016/10/5	SS Medical Seminar 移植医療講座	本校 生徒 11 名
2016/10/23	第 60 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 6 名、教員 1 名
2016/10/27、10/29、11/6、11/25、12/4、12/18	International Survey Tour and Lecture 事前学習会	本校 生徒 7 名
2016/10/19	中 3 理科巡検	霞ヶ浦周辺
2016/10/22-23	竜ヶ崎第一高等学校マスカンパ参加	生徒 2 名 教員 5 名
2016/10/31	自然科学観察コンクール出品	個人 2 作品、グループ（科学部生物班）2 作品
2016/11	中 2 英語劇	本校
2016/11/3	茨城県高文連自然科学部門研究発表会兼第 41 回高校生総合文化祭宮城大会県予選	土浦第三高等学校 生徒 4 名、教員 1 名
2016/11/5	SAT Science	本校（SAT Subject Test 受検）生徒 9 名
2016/11/12-11/13	つくば科学フェスティバル 科学部(物・化・生・地)出展	つくばカピオ 生徒 41 名、教員 8 名
2016/11/27	第 41 回中学・高校生物研究発表大会	茨城大学 生徒 4 名、教員 1 名
2016/12	中 1 英語劇	本校
2016/12	SS 数学Ⅱ	中 2 数学の授業において
2016/12/3	SS 研究締切	本校
2016/12/12	緑岡高校主催 第 2 回英語による高校生科学研究発表会	駿優教育会館 生徒 1 名、教員 1 名
2016/12/18	地学オリンピック国内予選	本校 生徒 11 名
2016/12/20-22	ウィンタースタディゾーン	
	科学講演会	中 2 対象、東京理科大学・川村康文先生
	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・食品総合研究所等から講師招聘
	SS ICT 成果発表会	中 3、本校

	科学講演会	高1 筑波大学・渡邊俊教育社会連携推進室長
	SSH 研究全員発表会	高2、本校
2016/12/22-24	第60回日本学生科学賞中央審査	日本科学未来館 生徒4名、教員1名
2017/1	SS 数学Ⅲ	中3 数学の授業において
2017/1/6-10	International Survey Tour and Lecture	Phu Wiang 国立公園、Khon Kaen 大学 他 生徒7名、教員2名
2017/1/9	ジュニア数学オリンピック	生徒7名
2017/1/9	数学オリンピック	生徒4名
2017/1/15-1/31	International Survey Tour and Lecture 事後学習会	本校
2017/1/28	AP Chemistry 学習会	本校 生徒5名
2017/2/3	研究発表会・SSH 成果報告会	本校
2017/2/18	Cross-Cultural Talk	本校（JICA から研修員を招聘）
2017/2/16	AP Chemistry 学習会	本校 生徒5名
2017/3/6-7	さくらサイエンスプラン	物質材料研究機構 生徒3名
2017/3/6-8	Presentation with Overseas Fellowship	上海 生徒3名、教員1名
2017/3/9-10	分子遺伝学実習	本校
2017/3/18	ジュニア農芸化学会	京都女子大学 生徒発表1件予定
2017/3/21-22	サイエンスエッジ 2017	つくば国際会議場 生徒発表1件予定
2017/3/26	茨城県高校生科学研究発表会	筑波大学 生徒発表7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年女子生徒1名が、「国際植物の日」高校生研究ポスター発表で、「アルストロメリアの葉の裏表はなぜひっくり返るのか」というタイトルで発表を行い、特別優秀表彰を受けた。
- ・高校生6名による「ゲンジボタル」の発表が、日本進化学会高校生ポスター発表で、敢闘賞を受賞した。
- ・高校3年男子生徒1名が、SSH 生徒研究発表会において「ソリトンの研究を津波防災に活かす」というテーマで、ポスター発表を行った。
- ・高校3年の男子生徒1名による「ソリトンの研究を津波防災に活かす」というテーマで、第60回茨城県児童生徒科学研究作品展県展において、県高校教育研究会長賞を受賞した。
- ・中学3年の男子生徒1名による「Amazing Water(水の研究9) 新しい渦を目指して～壁ドンの渦、相棒の渦～」という研究が、第60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「県教育研究会長賞」を受賞した。
- ・高校1年の生徒4名による「根の触覚」という研究が以下の表彰を受けた。
「国際植物の日」高校生研究ポスター発表 特別優秀表彰
第60回茨城県児童生徒科学研究作品展県展 県知事賞（県1位に相当）
茨城県高文連自然科学部門研究発表会兼第41回回高校生総合文化祭宮城大会県予選 生物部門最優秀賞
第60回日本学生科学賞中央審査 優秀賞

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28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
2016/4/6	SSH 全体研修Ⅰ	本校、教員対象
2016/5/24	SSH 推進委員会全体会議	本校
2016/6/29	SSH 推進委員会全体会議	本校
2016/7/16	水戸第二高等学校 SSH 視察	教員2名
2016/7/19	第1回運営指導委員会	本校、運営指導委員1名
2016/7/23	緑岡高等学校 SSH 視察	教員2名
2016/8/3-5	IB ワークショップ	教員10名
2016/8/17-18	SSH 全体研修Ⅱ	本校、教員対象
2016/9/7	SSH 推進委員会全体会議	本校
2016/11/2	SSH 推進委員会全体会議	本校
2016/11/8	JST さくらサイエンスプラン インド高校生受け入れ	本校
2016/11/11	並木中等教育学校 SSH 視察	教員3名
2016/12/25-26	H28 SSH 冬の情報交換会	法政大学、教員3名
2017/2/3	第2回運営指導委員会	本校、運営指導委員1名
2017/2/18	奈良女子大学附属中等教育学校 SSH 視察	教員1名
2017/2/22	日立第一高等学校 SSH 視察	教員1名
2017/2/26	竜ヶ崎第一高等学校 SSH 視察	教員2名
2017/3/4	清真学園高等学校 SSH 視察	教員1名
2017/3	SSH 推進委員会全体会合	本校
2017/3/24	県内 SSH 校情報交換会	未定

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。両学年ともに、プレゼンテーションの体験を通じて、人前で英語を用いた表現力の向上が期待される。

【実施期間】

中学1年生は、平成28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28年7月のSSZで3時間実施した。

【対象者】

中学1年生(236名)、中学2年生(234名)

【実施内容】

プレゼンテーションのアイデアを考案し、ポスター作成、原稿の下書き・清書を行った。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 英語でのプレゼンテーションは初めてという生徒が多かったが、ほとんどの生徒が「楽しかった」と前向きな感想を持っていた。2回目は、視線やジェスチャーなどを意識する生徒が増えた。

2. 中学2年生 「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 全体的に人前で英語を話す時の緊張が見られる生徒が多かったが、2回目では多くが克服できていた。原稿を暗記するだけでなく、その場で簡単な英文を言えるようにする。

2. 中学2年生 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る。

3. 全体を通して 内容、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更に上達させる指導を授業の中に取り入れ、通常授業の中で生徒が発表をする機会を増やす必要がある。

英語劇

【仮説】

英語コミュニケーション能力の養成を目的としている。英語で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28年10～12月、中学2年生は平成28年9～11月に実施した。18時間を準備に充てた。全員が舞台で発表をし、各クラス代表1班が学年大会で発表した。

【実施内容】

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

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

各クラスの班を単位として1本の演目演じる。1人1役以上で、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)

【評価】

「自分の発音に対する意識が強まった」、「英語を使った様々な表現を習得した」と感じる生徒が多かった。審査員が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成したと考えられる。

【次年度への課題】

1年生では、'th'、'l'、'r'の音に苦労した生徒が多く、今後も練習していく必要がある。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セリフを発することが求められた。今後の活動の中でもその場に合った言い方、発音に重点を置いて活動させていきたい。

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させる。また、日本の伝統文化と世界の多種多様な暮らしや文化について理解を深め、世界に目を向けるきっかけを作る。

【対象者】

第一部を座談会とし、中学3年生全員(241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・内容】

実施日は平成29年2月18日。前年7月に研修旅行についての説明と同時に、このプログラムの持つ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った。10月は古典の授業で年中行事を扱い、現代の生活にも残っている伝統行事・風習について考えさせ、それに関するエッセイを書かせた。平成29年1月中は班編成・役割分担を行い、Food, Sports, Hobbies & Pastimes, Housing, Clothing, Annual Events, Schoolの中から担当のトピックを選択。説明文のモデルとなる原稿の暗唱指導。2月6日に社会科によるワークショップにおいて、「日本の事象とは」についてグループで考えさせる活動を行った。その後、選んだトピックのモデル文を基に、どのような伝え方をすれば分かりやすい説明になるかを考えさせて原稿作成。また、実物や写真などpropを用意し、プレゼンテーションシートを作成し発表準備。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、円滑な座談会の進行のために考えて動くよう事前に指導。本番直前の5時間で本番を想定した

リハーサル練習を行った。

当日は、JICA（国際協力機構）筑波研修員を中心に 47 名の外国人がゲストとして来校。生徒は 1 人あたり 10 分前後の持ち時間で発表を行い、その後ゲストに自分が担当するトピックに関して質問をし、互いの文化について英語を使って相違や意外な共通点について学んだ。また、班ごとにゲストと共にアクティビティを用意し交流を深めた。午後はティーパーティーを実施した。お菓子や飲み物とともに、座談会と比較してより和やかな雰囲気の中でゲストと交流できた。剣道部員や書道部員のパフォーマンスも大好評だった。

実施後、この行事で学んだことと感想を英語で書かせ、まとめとした。

【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。Cross Cultural Talk（以下 CCT）以前に英語の必要性を感じていた生徒は 90% ともともと高かったが、CCT 実施後には、98% 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 78% が「英語の必要性を大いに感じた」と回答している。特に「英語が嫌い～普通」の生徒が、実施前は 20% と少なかったのが実施後は 56% の生徒が「大いに感じる」と答えた。特に、この層の 97% が実施後「必要性を感じた」と回答したのは、本プログラムの成果を印象づける結果である。

【次年度への課題】

以前から協力をお願いしていた社会科の講演会をワークショップ形式にし、グループで「日本文化・日本の事象」について考えた。また、今年度は古典にも協力を仰ぎ、生徒は他国を知る前に、まず自らについて考える、より多くの機会を得た。来年度はさらに教科横断的で重層的な取り組みとなるよう期待する。



図 Cross-Cultural Talk でのゲストとの写真

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】

帰国生を中心とした中学・高校の英語特別クラス及び高校

1 年全生徒を対象とした。ここでは中 1 の取組みを報告する。

【実施期間】

1 年生 24 名を対象に平成 28 年 7 月に授業で行った。

【実施内容】

「Milestones」の"Eureka!"を学習し、Pre-reading Test と Post-reading Test を実施し、内容の理解度を確認させた。

【評価】

表 1 のように、Post-reading Test でスコアを伸ばした。科学的な知識を増やすと共に、興味を深めてくることができた。

表 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	4 点	9 点
最高点	10 点	10 点

【次年度以降への課題】

教材はアルキメデス、ニュートン、フレミングという科学者に関するもので、生徒に親しみやすい内容だった。身近なトピックの英文を読ませることは極めて有効だったと考えられる。今後も英語力や読解力の更なる向上と科学への興味・関心の育成を図るためにこのような課題に取り組みせたい。

SAT Science・AP Chemistry

【仮説】

SAT Science(以下、SAT)では、米国の大学進学資格試験 SAT(Scholastic Assessment Test)の数学・理科の Subject Test に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を高められると考えられる。また、AP Chemistry(以下、AP)では、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 については平成 28 年 6 月 4 日、11 月 5 日に茗溪学園テストセンターにて SAT 試験を受験した。また、AP については平成 29 年 1 月 28 日、2 月 16 日に学習会を行った。

【対象者】

SAT は、高 1 年生 7 名、高 2 年生 1 名、高 3 年生 1 名の希望者、計 9 名。AP は、高 2 年生の希望者 5 名。

【実施内容】

SAT は、平成 28 年 7 月募集・応募者向けガイダンスを実施した。SAT 試験は、数学 8 名、生物学 1 名が受験した。AP は、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「オービタル」、「混成軌道」などの分野の講義を行った。

【成果と課題】

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。今後は、参加者を増やしていきたい。

International Science Competition

【仮説】

国際（数学・物理・化学・生物・地学・地理）オリンピックの国際大会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、7/10に東京都立小石川中等教育学校で、ジュニア数学オリンピック予選と数学オリンピック予選は1/9に水戸会場で、第9回日本地学オリンピック予選は12/18に本校で、日本生物学オリンピック2016の国内予選は7/17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2生2名

（2）事前学習 対策講座を4～6月に週1回開講し、前半は受講者が実験を計画して行った。後半は出題全範囲について問題集を用いて学習した。

（3）結果 第2チャレンジへの進出はできなかった。

2. ジュニア数学オリンピック

（1）参加者数 中2生3名、中3生4名、計7名

（2）事前学習 希望対象者に学習会を行った。

（3）結果 1月中旬発表予定

3. 数学オリンピック一次選考

（1）参加者数 高1生1名、高2生3名、計4名

（2）事前学習 3～4回放課後に過去問題の演習を行った。

（3）結果 1月中旬発表予定

4. 第9回日本地学オリンピック予選

（1）参加者数 中2生3名、中3生4名、高1生2名、高2生2名、計11名

（2）事前学習 11月上旬～予選前までの放課後に過去問題の演習を行った。

（3）結果 1月中旬発表予定

5. 日本生物学オリンピック2016

（1）予選出場者数：高2生1名

（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。事前学習には、高1生4名と高2生1名の合計5名が参加した。

（3）結果 予選通過はできなかった。

【評価】

授業内での呼びかけにより、中学生の参加数が増加した。中学生は気負わず挑戦して楽しみ、中学での参加経験者は高校生になっても参加する傾向がある。裾野を広げる意味でも、中学生の参加者増は意義があると考えられる。

【次年度への課題】

参加者の拡大と成績の向上を図りたい。

International Survey Tour and Lecture

【仮説】

タイ東北部からは近年、恐竜化石が産出し、古生物学研究が注目を集めている。そこで、恐竜化石産地をフィールドとして、現地でしか体験し得ない観察を行い、化石の産出状況、地層の堆積構造等を実物から学ぶことにより、自然科学におけるフィールドワークの重要性を認識する。また、フィールドワークからわかることを的確に記録し、恐竜生息当時の環境等を論理的に考察する力を養う。

英文資料による事前研修、現地調査研修活動、現地における古生物学関係の講義受講を通して、科学を英語で思考しディスカッションする体験をすることで、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29年1月6日～10日の4泊5日間で実施した。

【対象者】

高校1年生4名、高校2年生3名、計7名の希望者を対象とした。

【実施内容】

（1）事前学習

第1回(10/27)：恐竜の分類、進化などに関する勉強会

第2回(10/29)：世界の恐竜分布、タイの恐竜の勉強会

第3回(11/6)：いわき市石炭・化石館、いわき市アンモナイトセンター見学&発掘体験

第4回(11/25)：タイの地質に関する講演会

筑波大学教授 久田 健一郎先生

第5回(12/4)：大洗・那珂湊での白亜紀層観察

第6回(12/18)：国立科学博物館見学 真鍋真先生による解説

（2）現地研修

日時と研修概略は以下の通りである（表1）。

表 日時と日程

日	時間	研修内容など
1月6日	終日	成田空港から Suvarnabhumi 空港を経て Khon Kaen に入る
7日	午前	Phu Wiang 恐竜博物館にて研修
	午後	Phu Wiang 国立公園内の恐竜化石産地見学 Tad Faa Waterfall にて恐竜足跡化石調査
8日	午前	Sirindhorn 恐竜博物館にて研修
	午後	Phunoi にて恐竜化石発掘現場の見学、発掘体験
9日	午前	Khon Kaen 大学の岩石園などの見学 Wat Nong Wang(寺院)見学
	午後	Khon Kaen から Suvarnabhumi 空港へ
10日	午前	成田空港帰着

（３）報告会

平成 29 年 2 月 3 日：「SS 研究発表・個人課題研究発表会（会場：茗溪学園）の全体会において、パワーポイントを用いて 15 分間の成果発表を英語で行った。合わせて、ポスター発表も行った。

【評価】

Phu Wiang と Khon Kaen において、それぞれ午前中に博物館の見学＆午後に発掘現場での観察と充実した研修を行うことができた。特に、Tad Faa Waterfall 国立公園での恐竜足跡観察は、約 1 億年前の恐竜の生き様を想像させてくれる実習ができた。また、Khon Kaen 大学の Nusara 先生や学生達と英語によるコミュニケーションする機会も得られ、英語を学ぶ意欲を高めることもできた。

（生徒の感想より）

「「百聞は一見に如かず」というように、実際に見て触ることの大切さを感じ、フィールドワークの楽しさが身にしみてわかった。」「現地でのフィールドワークができ、実際に化石を発掘したり、足跡化石に触れたりできたことはとても印象深かった。」「37 回生と 38 回生、ヌサラ先生やコンケン大学の学生さん達、同じ興味を持った人達との交流が仲良く楽しくできた。タイ料理もすごくよかった。」「恐竜化石だけではなく、タイの文化にも触れ、現地の人々との交流も深めることができ、コミュニケーションの難しさを実感しつつも、同時に楽しさも学ぶことができた。この研修を通して、大きく成長できたと思う。」「コンケン大学の学生と英語によってコミュニケーションしながら、恐竜についてディスカッションをすることができた。また、タイ語を用いて軽いコミュニケーションをとることもできた。」

【次年度への課題】

足跡化石調査は、時間の制約で調査範囲が一部の化石に限られてしまったのが残念であった。次の機会が与えられることがあれば、事前に調査方法の予行演習を行って、より効率良くたくさんの足跡化石について調査できるようにし、考察もより深められるように工夫したい。



図 恐竜足跡化石の計測および型どり

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科学的内容を正確に伝達し合い、理解し合うことで、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 28 年 3 月 9 日～11 日に実施し、今年度は平成 29 年 3 月の予定である。

【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」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。

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。

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。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。

【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。さらに全校生徒に対してこの交流会の成果を発表し、研究発表と中国の高校生と交流して感じた生の感想なども語り、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。さらに ICT が普及してきた事もふまえ、電子機器を使つての活動を増やし、将来に役に立つスキルを身につけていくことを目指す。

【実施内容】

○物理班（高校生 2 名、中学生 8 名、計 10 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、エコマシーンなど）、ピタゴラ装置を完成した。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、車のダウンフォースに関する研究とペンハムのコマの色についての研究の発表をし、近隣の高校生との交流を図ることができた。研究ではセンサーを使ってデータをグラフ化し、より詳しく物理現象を探究する事ができた。

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。

○化学班（高校生2名、中学生12名、計14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、実際に検証してみようという形式で活動を行っている。今年度からは、中学生を対象に高校化学の内容を先取り学習する勉強会も行っている。

今年度も特別活動として、5月に実施される本校のオープンキャンパスでの化学実験の体験講座（小学生対象）を行った。さらに、11月12日、13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、「人工イクラづくり」というテーマでブースを出展した。人工イクラに酸塩基指示薬を加えることで、水溶液のpHにより色が変わる人工イクラを作成した。

今後は、高校生または中学生それぞれで継続的なグループ研究も行っていきたいと考えている。そして、日本化学会関東支部主催の化学クラブ研究発表会や大阪市立大学・読売新聞大阪本社主催の高校化学グラウンドコンテストなどで発表を行えるように研究成果を蓄積していきたい。



図1 つくば科学フェスティバル（化学班）

○生物班（高校生8名、中学生15名、計23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、班全体での研究活動と学年別の研究活動を行っている。班全体の研究は、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明らかにすることを目的としたものである。今年度の主な活動は以下の通りである。

5月:「国際植物の日」高校生研究ポスター発表参加（高1研究「根の触覚」）、春合宿実施

5～6月:ゲンジボタル現地調査3回実施

7月:産総研「高校理科系クラブ研究発表」出展、夏合宿実施

8月:日本進化学会年大会高校生ポスター発表（全体研究「ゲンジボタル」敢闘賞）

10月:第60回茨城県児童生徒科学研究作品展出品（「根の触覚」県知事賞）

11月:茨城県高文連自然科学部門研究発表会参加（「根の触覚」生物部門最優秀賞受賞により来年度の宮城総文祭出場決定）、

つくば科学フェスティバル出展（海藻おしぼのブース開設）、第41回中学・高校生物研究発表大会出場（「根の触覚」）

12月:日本学生科学賞中央審査出場（「根の触覚」優秀賞）

なお、中学3年生と2年生の継続研究もそれぞれの研究内容を論文にまとめ、自然科学観察コンクールに出品した。

継続研究では、高1の研究成果が評価され、さまざまな面で発表する機会を得た。全国レベルの科学研究としては、現象を確認できた段階からさらに物質レベルでのメカニズム解明にアプローチすることが必要である。限られた設備や機器でいかに工夫するかが求められる。生徒は、これらの発表会で刺激を受け、なお研究を進めたい気持ちが募った。この活動が他学年の生徒達にも影響し、班全体が活気づいた。実験の実施に加えて、先行研究を丁寧に調査し学ぶことも増やしていきたい。

○地質班（高校生0名、中学生7名、計7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・観察・同定などを継続して行った。文化祭において斜面や火砕流の様子を探るモデル実験、河川地形形成の過程を探る水路実験、有孔虫の拾い出しなどを行った。野外活動としては、夏休みに伊豆半島を訪問し、単成火山や柱状節理などを見学し、伊豆半島の形成史などについて学習した。

○天文班（高校生15名、中学生15名、計30名）

定例会として、放課後に週1回の活動を行った。定例会では、文化祭の準備や合宿に向けた準備などを自分たちで進めていった。今年は自動導入機能のついて赤道儀の使い方を高校生がマスターした。これが冬の観測で役立った。また、中学生は経緯台、赤道儀の使い方をマスターすることができた。文化祭での展示発表では、例年どおりプラネタリウムを行い多くの来客で賑わった。プラネタリウムは毎年オリジナルのストーリーをつくり、案内している。8月の夏休み中には、

長野県にて2泊3日の合宿を実施したが、天候が悪く思うような観測ができなかった。12月には県内常陸大宮市で3泊4日観測の合宿を行い、うち2夜が晴天に恵まれて観測をすることができた。部員の多くはカメラを所持しているが、特に中学生の星野撮影の技術向上が今後の課題である。

○数学班（高校生6名、中学生2名、計8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ifestaに参加をした。内容は、「カプレカー変換」の n 進数への拡張で、昨年度からの継続研究であった。変換の系統樹を簡便に表現する方法を開発し、いくつかの知見を得ることができた。

9月には、茨城県立龍ヶ崎一高が主催するマスキャンプに参加した。ここでは、「コラッツ変換の拡張」をテーマにした研究発表を行った。通常のコラッツ変換は、偶数なら2で割り、奇数なら3倍して1を足すものであるが、これを割る数を n に拡張したときの挙動を考察したものである。一般的な結果を得ることはできなかったが、一見無限大に発散しそうな数列も、あるところから1へ収束するなど、興味深い事例をいくつも得ることができた。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、3名の部員が挑戦をする。

○無線工学班（高校生20名、中学生26名、計46名）



図2 全国高等学校 ARDF 競技大会の表彰式を終えて

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10名が上級資格（第1・2級）である。週4回の活動における通常の交信や、「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。

コンテストは、ALLJA コンテスト全国2位、6m&DOWN コンテスト関東1位となり、フィールドデーコンテスト・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ALL Asian DX contest に初めて出場したほか、CQ Worldwide DX contest にも出場し、国外の局と交

信するコンテストにも取り組んでいる。

ARDF では、全国高校 ARDF 大会で高校団体3位、中学女子個人優勝等の実績を残し、全日本 ARDF 大会にも出場した。また、各地方大会、県高文連無線技術競技会においても上位入賞した。今年度は ARDF 世界選手権へ高校生2名が日本代表として派遣され、世界の強豪を相手に健闘した。

県高文連主催の電子工作研修会に高校生2名が参加するなど、無線技術に関する研修にも積極的に取り組んだ。

○コンピュータシステム同好会（高校生4名、中学生10名 計14名）

昨年に引き続き、文化祭での出展、プログラミングコンテストの出場、後輩への技術指導を行った。

文化祭では高校2年生が制作した2点のゲームと昨年同様のクロマキ体験を展示した。準備期間が多かったのと教室の位置がよかったこともあり入場者300名程度と大盛況に終わった。反省点として、ゲームに時間制限を設けなかったことと、長時間3Dを使っていたため途中でオーバーヒートしてしまい、待ちが発生したこと。またクロマキではゲームの世界観に入ることができる合成動画体験ということで展示とDVDの配布を行ったが、編集と焼き付けに時間がかかってしまい、配布が30分後となってしまった。

コンテストへの出場は、昨年と同様に夏休みの期間を利用してアプリケーションを開発し、U22 プログラミングコンテストに応募した。今年は Web アプリケーションの『Latte IDE』というチーム開発に特化したチャット等の機能を搭載した高機能テキストエディタを開発し、予選通過はかなわなかったが、昨年よりも充実した開発を行うことができた。また、高校2年生の2名が情報オリンピックに参加し、Bランクを獲得した。

後輩の技術指導はプログラミング入門講座を行った。C#言語でオリジナルのチャットボットを作った後、今は Blender による3Dモデリングを教えている。

今後は新入生オリエンテーション用の紹介動画と文化祭に展示するゲームを制作する他、プログラミングや3Dモデリングなどの活動を引き続き行っていく。

2節 Explore Program

SS 数学 I

【仮説】

ハノイの塔を考察することにより、単純なルールの中の規則性を見つけ、結果を予測し、それが正しいことを実証していくスキルを身に付けていく。予測した結果が正しいことを、文字を使って確かめることにより、文字式の有用性を実感させたい。最終的には、漸化式など帰納的発想の基礎的な力の向上につなげる。

【実施期間】

平成 28 年 5 月に実施した。

【対象学年】

中学 1 年生全員（236 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
6	比例と反比例
7	平面図形
9～11	空間図形 式の計算
12	連立方程式
1	1 次関数
2～3	平行と合同

まず、初めにハノイの塔の歴史的な背景と円盤を動かす際のルールを説明し、少ない枚数の円盤のときに円盤の移動回数が何回になるかを計算した。次に、紙テープでハノイの塔に模したものを配布し、円盤が 6 枚のときの回数を個々で見つけさせた。また、グループ内で結果を共有し、7 枚はクラスで発表して、全員ができるようにした。その後、円盤の枚数と移動の回数を表にして、

$$f_{n+1} = 2f_n + 1$$

f_n は円盤が n 枚のときの移動回数

という規則で移動回数が計算できることをクラス全体で確認した。そして、最後に n 枚のときの移動回数の一般式を予測し、それが上記の規則を満たすことを、文字式を使って確かめた。

【評価】

授業を通しての感想では、ほぼすべての生徒が「楽しかった」と前向きな回答だった。ハノイの塔の興味深い伝説や、実際に紙テープで試行錯誤する活動を導入したことが効果的であったと思われる。また、ごく少数ではあるが、個々で試行錯誤していく中で、 $n-1$ 枚の移動回数から n 枚の移動回数を計算できるということに気付いた生徒もいた。

【次年度への課題】

ハノイの塔で扱う一般式が $2^n - 1$ のように累乗を含むため、文字式の運用に苦勞し、結論の部分を納得する生徒がごく少数であった。事前に文字式の計算で扱う範囲を十分広げておく必要があるだろう。また、帰納的発想もより単純な例で親しんでおく必要があると考えられる。

SS 数学 II

【仮説】

未学習の分野「三平方の定理」をあえて証明することにより、逆に難しいという先入観なく取り組むことができるようになる。授業と切り離すことで、遊びの要素が強くなり、興味関心が高まるのではないか。少人数の班単位で互いに学習し、発表することで理解を深め、プレゼンテーション能力を高めることができる。

【実施期間】

平成 28 年 11 月に実施した。

【対象学年】

中学 2 年生全員（233 名）を対象とした。

【実施内容】

表 授業内容

月	主な授業内容
4～5	図形の性質 三角形や平行四辺形
6	式の計算、平方根、2 次方程式、
7	資料の活用、標本調査
9～10	2 次関数
11～12	相似な図形、円
1	三平方の定理
2～3	中学の復習

昨年度までは統計グラフの作成を、コンピュータを利用して行ってきたが、コンピュータスキルの差があるので、全員に同じ効果を期待するのが難しかった。ピタゴラスの定理を題材にした。

- 1 時間目：直角三角形をいくつか紹介するなかで、3 辺の関係を気付かせて、三平方の定理を導入する。
- 2 時間目：数あるピタゴラスの定理の証明法の中から 6 個についてヒントを班別（6～7 人）に与え、自分たちで証明法を試行錯誤して発見、班員全員が理解するように相互で教えあった。
- 3 時間目：各自が他の班に対して説明をして、全員がすべての証明法を理解するようにした。

【評価】

普段数学や幾何が苦手な生徒も、パズル感覚でとらえることができ、楽しく理解できた。人に教えることにより、より理解が深まっていくとともに、教えることの難しさも理解した。数学が得意な生徒も、図のとらえ方や教え方など試行錯誤があり、理解速度の差があっても、誰もが考えることが必要になり、時間を持て余すような生徒が一人もいなかった。実施後のアンケートでは、4 段階で一番上から、「十分理解した」が 10%、「ほぼ理解した」が 85%、「あまり理解できなかった」が 5%で、一番下の「全く理解できなかった」は 0%であった。普通の授業形態で行うよりも、時間はかかるが、結果的に理解度が高まった。

【次年度への課題】

証明方法が多くある三平方の定理では有効ではあるが、その他の定理等については、時期や、やり方に工夫が必要である。

SS 数学Ⅲ

【仮説】

アルキメデスと同様の方法で円周率の近似を行う。歴史的・文化的な背景を知ること、円周率という数学概念をより深く理解することができる。

活動の際に関数電卓を用いることで、テクノロジーの活用が思考のツールとして有益であることを実感できる。

【実施期間】

平成 29 年 1 月 20～21 日の授業で実施した。

【対象学年】

中学 3 年生の中の（74 名）を対象とした。

【実施内容】

関数電卓を使用したことのある生徒はほとんどいないため、基本的な使い方から講義を行った。関数電卓は CASIO の fx-9800GII を使った。既習事項である 2 次方程式の解の公式や三角比の問題を例題として与え、電卓を用いて計算を行った。

円周率の定義の確認からスタートし、その後人類がどのような歴史を辿って円周率を理解してきたかを講義した。古代ギリシャから中国、日本における和算も紹介し、世界各地で円周率が研究されてきていることを実感する狙いがあった。また、円周率の理解には微分積分学の発展も不可欠であったことにも触れた。その後、内接多角形と外接多角形の周の長さで円周率を評価する方法により、円周率の近似を行った。学習活動はワークシートを用いて進めた。具体的には多角形を合同な三角形に分割し、余弦定理を使って周の長さを計算していく。最終的にはアルキメデスと同じ正 9 6 角形の周の長さを計算し、ほぼすべての生徒が予定通りの近似を行うことができた。

【評価】

生徒を対象にアンケート調査を行った。「関数電卓の利用は有意義だと感じたか」という質問に対しては、「とてもそう思う」74%、「少しそう思う」26%、「あまりそう思わない」0%、「全くそう思わない」0%という結果であった。「数学史の導入に意味があると思うか」という質問に対しては、「とてもそう思う」21%、「少しそう思う」73%、「あまりそう思わない」6%、「全くそう思わない」0%という結果であった。数学史に触れることが生徒の興味や関心を喚起し、意欲を高めていくのではないかと期待を持っていたが、関数電卓の利用に比べると数学史に関する反応がやや弱かったと言える。しかし、生徒の感想の中で、「当たり前のように使っている円周率や様々な公式の歴史を知ることが重要である」、「計算機に頼らず、計算をしていた先人のすごさを感じた。円周率の考えの元がわかって面白い」、「定理や定義の由来を考えるきっかけとなり、理解が深まる」といった感想が見られ、全体としては非常に有意義であったと言える。

【次年度への課題】

時間的な余裕が無かったため、生徒の主体的な活動を促すというよりは、やや教師主導になってしまったことが課題であり、工夫が必要であると感じた。

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の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】

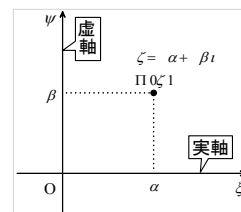
平成 28 年 11 月 1 日～平成 11 月 8 日までの 8 日間。

【対象学年】

高校 1 年生を対象とし ABC 組、DEF 組をそれぞれ 4 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 $\beta = k\alpha$ 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理解する。
- 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】

普段の数学の授業より、生徒が考える時間を多くとることを意識して授業を行うことができた。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上に表し可視化することにより、より多くの生徒が実感を持って理解することができた。たいへん興味をそそられ、自ら発展的な学習に取り組む生徒もあり、当初予定していた学習効果が得られた。

【次年度への課題】

三角関数や図形と方程式の内容を、十分理解できていない生徒たちのクラスでは、理解するまでに展開時間がかかり、予定していた内容をこなすきれない部分もあったので、次年度には、より細かく生徒の状況に合わせたテキスト作成など、工夫する必要がある。

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Ⅲ数列の内容との接続を考え、下記表の通り関数・極限の内容から扱い、陰関数と媒介変数により表現される関数を後に回すことで陽関数を中心に扱うことで数学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。

【実施期間】

平成28年7月～平成29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（98名）を対象とした。

【実施内容】

関数の極限では、自然対数 e について、類別の上位クラスで、発展としてテーラー展開、マクローリン展開まで拡張した。また、微分法の応用では、近似式についてもより高次のものまで発展させ、実際にグラフを用いて近似の様子を確認して理解を深めた。また、物理の内容でなんとなくわかっていて内容を微分法により計算により理解する。

積分法の応用を学んだ後に、式と曲線から陰関数、媒介変数表示を集中的に扱うことで理解を深める。（2月3月）

表 授業内容

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

【評価】

複素平面・式と曲線ではなく、関数・極限から学習し陽関数のみを扱ったことにより混乱することなく、スムーズに授業を展開することができた。上位クラスでは、実際にネイピア数 e を理論的に計算することで e をより身近に感じることができより身近なものとなった。近似式についても高度に近似していく様子をグラフより実感できた。微積分により物理の現象をより具体的に処理することができた。

【次年度への課題】

数学Ⅲを学習する中で、計算にかかる時間にばらつきがあり、全員ができるまでに時間の費やしてしまい、授業計画通りに進まなかったため、予習を徹底させるなどの工夫が必要である。数学ⅠAⅡBの知識（特に、三角関数の公式）不足のために、問題演習が進まない生徒が多く見られた。数学Ⅲを学習するまでに数学ⅠAⅡBで特に必要な範囲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28年4月～平成28年12月までの9ヵ月間。

【対象学年】

高校3年生理系選択者全員（59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。

表 授業内容

月	主な授業内容
4～6	数学Ⅲ 積分の応用、複素数
6～12	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】

数学Ⅵでは、数学Ⅲの全体像をすでに持っている生徒を対象に、改めて単に計算に始終しない、式や歴史的背景の意味を理解させることを主眼とした。

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か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。

微分方程式は、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で理解させた。単に、積分計算に帰着させるだけでなく、方程式の意味を理解させることを主眼に置いた。

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位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。また、一次分数変換を、平行、拡大、回転、反転の合成に分解し、円円対応の意味を理解させた。

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や、数学の奥の深さに改めて興味を持ったというものがあった。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を目指した。他教科の協力なども得ながら、奥行きを持つ授業を目指していきたい。

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 28 年 6 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（230 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、アルゴリズムというパズルを解きながらアルゴリズムを学ぶウェブサイトを利用した。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】

アルゴリズムによって基本的なアルゴリズムのかたちに対する理解ができる。しかし、課題がパズルであり、課題が進むにつれてパズルを解く思考力の方がより必要とされるため、深いアルゴリズムの理解にはやや難しい部分があることがわかってきた。

カーロボットのプログラミングでは、教材が整備されたことにより昨年通りのペースで課題を消化することができた。一方で使用しているカーロボットがライントレースに特化したものであるため、応用的な課題の作成ができなかった。

【次年度への課題】

昨年からの課題であった、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という課題は解決されないままであった。問題は新しい実習機材を購入するための予算がなかったことである。予算をかけずに工夫することを考えていきたい。

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 28 年 4 月から平成 29 年 3 月まで、週 1 時間の授業を実施し、その中に発展的な実験とレポート作成指導を組み込んだ。

【対象学年】

中学 3 年生全員（240 名）を対象とした。

【実施内容】

中学 3 年生での履修範囲の授業の他に、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を行った。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。

【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、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。

【次年度への課題】

論理的に相手に説得させる力の習得や、文章力の向上を考えるとレポート作製は非常に有効であるので、たくさんの授業数をどう確保していくかが大切になる。

SS ICT

【仮説】

文字で書かれた脚本を映像化することを通し、映像表現力を高め映像を用いたコミュニケーションへの関心を高めることができる。

【実施期間】

平成 28 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（241 名）を対象とした。

【実施内容】

与えられた脚本を生徒がビデオカメラを使い映像化する実習を行った。脚本のなかには、科学的な内容（「カーロボット」「粒子の細かさ」「睡眠の効用」）や異文化理解（海外でのジェスチャーの違い、挨拶など）の内容がドラマ仕立てで含まれる。またドラマ部分以外に解説する部分も含むものである。

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。本年度は、脚本から絵コンテをつくる過程を工夫した。昨年までは全員が脚本の最初の一部分の絵コンテをつくらせ、監督役の生徒が脚本全体の絵コンテをつくるかたちであった。これは監督役の生徒の負担が大きい。そこで、本年度はグループの生徒に 3 つあるシーンそれぞれを分担して絵コンテを作らせた。これにより監督役の生徒の負担が減ることとなった。

しかし、絵コンテづくりの負担の平準化は撮影時の作業ス

ピードには結びつくことはなかった。一方で、1週目とくらべ2週目の作業スピードは例年通り上がったことから、撮影は生徒一人ひとりの経験値が大きく影響するものであることが確認できた。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働的に進めていた。一人ひとりが協力して進める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。

【次年度への課題】

映像にメッセージを込めるという意味では、やはり脚本から自分たちで作ることに意義があるだろう。他教科で学んだ内容を映像化するなどの取り組みができれば、学んだことを他者に伝えるという視点で学びなおす効果も期待できるのではなかろうか。

平成30年度には本カリキュラムで使える授業時数が減ることが予定されている。そのため、もっと短時間で映像表現を学ぶカリキュラムを開発する必要がある。また、生徒に身近になったタブレット端末などを使い、撮影から編集までをタブレット端末上で行う実習なども考えていく必要がある。

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(240名)を対象とした。

【実施内容】

「生命科学」の年間指導内容と実験等の流れは表1の通り。

【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、昨年度から実施しているイカの解剖実習は「からだのつくり」の学習の集大成として、大変有効な実習であると考えられる。消化管のつながり、眼の構造、過酸化水素水を用いた血液の確認など、講義で学習した内容を実物で確認し理解を深めた。実物を丁寧に観察することは、生命について自らの考えを深めることができる。

理科巡検では、水の生き物の学習として自分たちで釣った魚の解剖実習を行ったが、この魚の実習とイカの実習の2つを経て、2種類の生物の比較により、動物としての共通点と相違点を明らかにすることができた。この2つの実習は相乗的な効果をもつと考える。

昨年度の実績として、生徒自身が実験を設計して実施する活動は学習効果が大変高かった。今年度は、希望者を募ってショウジョウバエを用いた遺伝の実習やウニの初期発生の実習を行う予定である。(1月～3月)生徒たちの自主的な動き

のなかで、生命現象の科学的な解明に興味をもって取り組む意識を高めていきたい。

表 「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 だ液アミラーゼの実験(代謝)
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。
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。 イカの解剖実習(消化系・感覚系) DNAの抽出、細胞分裂の観察、生殖・遺伝(希望者によるショウジョウバエとウニの実習)

【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るので、次年度はさらにその機会を増やしたい。

地球科学

【仮説】

実物の観察や実験・実習、授業と理科巡検とを連動させることで、科学的な見方を養う。

【実施期間・対象学年】

週1時間通年で中学3年生全員(232名)を対象に実施した。

【実施内容】

表 地球科学で行った主な観察・実験・実習・巡検

月	授業内容	主な実験・観察・実習(作図)など
4	大地は語る	(観察)堆積岩6種の観察
5～7		火成岩6種のスケッチ (巡検)つくば周辺の地形と地質ABC組
7・8	(夏課題)身近にある岩石・鉱物・化石の観察	
9	ゆれる大地	(実習)等発震時曲線の作図
10		走時曲線の作図
11	活きている地球	(巡検)つくば周辺の地形と地質DEF組
12～3		(実習)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】

昨年度の反省からカリキュラムを変更し、巡検前に予備知識の学習を終えた。生徒感想には、「授業で学んだことを実際に野外で観察したことで理解が深まった」などの意見が多数見られ、効果があったと思われる。

【次年度への課題】

授業が週1時間で間延びしてしまうため、興味関心を継続させられるような課題を与えるなどの工夫を試みたい。

理科 A（化学・生物）

【実施期間】

通年で、週 2 時間の授業を実施した。

【対象者】

高校 1 年生全員（276 名）を対象とした。

◎化学 A

【仮説】

化学基礎の内容である理論化学分野を扱い、授業と実験を取り入れた授業を展開する。理論化学分野の基本的な概念や原理、法則への理解を深め、化学実験のスキルも習得する。

表 1 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】

実験活動だけでなく課題にも工夫をこらし、元素新聞(一つ元素を選んで新聞形式でまとめる)という取り組みを行った。

【評価】

自発的に取り組むことができるよう実施内容を検討したため、生徒が能動的に考え行動できた。身近な現象などに興味を持ち、自分の手で実証することの面白さに気付いた生徒もいた。元素新聞は好評であった。

【次年度への課題】

実験後はレポートを書かせるだけでなく、教室内への掲示や授業内で生徒自身が発表するという形式をとるとよい。

◎生物 A

【仮説】

授業と実験を組合せ、実験ではなるべく身近なものを試料として用い、身の回りの現象に興味関心を抱かせる。難しい操作も生徒自身に行わせ、実験スキルを身に着くようになる。

表 2 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】

教科書に記載のない内容も積極的に取り入れた。

【評価】

生徒は机上の学習よりも実体験を通した学びの方が伸び伸びとしている。生徒間で疑問点を出し合い、どうすればうまく操作できるのかを考えることに意義があると改めて感じた。

【次年度への課題】

授業では一部の情報のみ与え、その中で考え、気づくような活動をさらに入れていきたい。今後は生徒に実験を企画させ、結果などを発表させる形式も積極的に取り入れたい。

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、実験やグループワークを含めて扱うことにより、物理の概念形成を促す。

【実施期間】

通年で、週 3 時間の授業を実施した。

【対象者】

高校 2 年生の選択者（78 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 1 年間の授業内容

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

グループワークができるように座席を配置し、発問への答えを話し合ったり、グループでお互いの答えを提示し議論しながら、演習の答え合わせをしたりする取り組みを実施した。

【評価】

対話が生まれる環境を作り出すことは、基本的な概念の理解を深める効果があった。

【次年度への課題】

基本的な概念を効果的かつ深く身につけていくための方策はグループワークだけではない。さらに試す必要がある。

◎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、生徒が元素の特徴を発表する形式をとり、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 時間の授業を実施した。

【対象者】

高校 2 年生の選択者（137 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	授業内容
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」、「合金の分析」「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、教科書に載っていない最新の話題を取り扱った生徒もいた。積極的な授業展開となり、いつもとは異なる生徒の一面を引き出すことができた。

【次年度への課題】

生徒の主体的な発表を増やす活動を、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「細胞と分子」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時間の授業を実施した。

【対象者】

高校2年生の選択者（64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3 年間の授業内容

月	授業内容
4	恒常性
5	生体防御
6-7	バイオーム、生態系とその保全
9	細胞と分子
10-11	タンパク質と生命現象
12-1	代謝（呼吸、光合成、窒素同化）
2-3	遺伝情報の発現

映像や新聞記事も活用して授業を進めた。実験は、「ツバキの葉の形態に及ぼす光の影響」「酵素の実験（グループ毎の自由設定実験）」「脱水素酵素の実験」「アルコール発酵の実験」「ウニの人工受精と初期発生の実験」ショウジョウバエの交雑実験」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。酵素の実験では、温度が酵素活性に与える影響や基質の濃度と反応速度の関係など、グループ毎に調べたいテーマを設定し、実験設計も生徒自身が行うという形態の実験であった。事後には個人レポートを書き、結果の考察を深めるよう取り組ませた。生徒が主体的に集中して取り組むことができた。また、「生態系とその保全」の分野では、外来生物もしくは絶滅危惧種の口頭発表、「タンパク質と生命現象」では、ポスター発表を行った。

【次年度への課題】

生命現象の根底にある理論やメカニズムを、生徒同士で議論しながら理解していくような誘導と展開を試みたい。

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	授業内容
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。

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立、データの収集・記録を3～4名のグループで行った後、個人で表やグラフを描いて考察した。

【評価】

教科書に書いている内容や、演習問題で出てくる内容を、実際に実験することで、理解を深めることができた。

【次年度への課題】

グループワークへと発展させる時間的余裕がなかったので、実験グループでの討議ができるような一連の流れを考えたい。

◎ 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（80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	授業内容
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」「合金の分析」などを行った。

【評価】

有機化合物および高分子化合物の多くの実験を行うことができ、重要な化学変化を自分の目で確かめ、実験のスキルを高めることができた。

【次年度への課題】

実験内容のレベルを高め、実験レポートの考察をしっかりと記述できるようにしたい。

◎ 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（50 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。

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で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われる。

【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ていきたい。

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 27 年 10 月 24 日に説明会を行い、平成 28 年 12 月 3 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(24 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 27 年度〕(高 1)

段階	月日	内容
①	10/24(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	12/17(木)	第 2 回説明会（課題指導者決定の流れ）
④	12/8(月) -1/26(月)	テーマの探索期間 「テーマ・課題指導者確認票」提出
⑤	2/1(月)	第 3 回説明会（研究計画カード作成・諸注意）
⑥	3/5(土)	研究計画カード、序章提出

表 2 SS 研究および個人課題研究の流れ〔平成 28 年度〕(高 2)

段階	月日	内容
⑦	4/9(土)	第 4 回説明会（年間日程の確認・諸手続き）
⑧	7/9(土)	中間報告書提出締切
⑨	7/19 日 (火) -30(水)	中間発表会
⑩	10/1(土)	下書き提出締切（レポート作成済分を提出）
⑪	12/3(土)	論文・要旨提出締切
⑫	12/20(火) -21(水)	学内研究発表会（全員）
⑬	2/3(金)	SS 研究・個人課題研究発表会 (会場: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 月には学内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、2 月に筑波大学の先生方を座長にお招きして、「SS 研究・個人課題研究発表会」を茗溪学園において実施した。

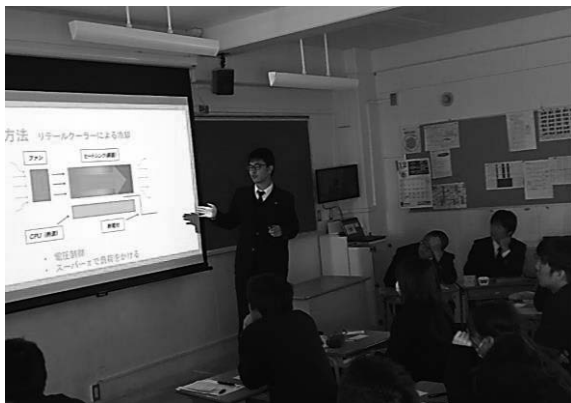


図1 学内研究発表会



図2 SS研究・個人課題研究発表会

【評価】

論文・要旨の提出後にSS研究と個人課題研究に取り組んだ全員に対してアンケート調査を行った。

研究に対して積極的であったと回答した生徒はSS研究で87.5%、個人課題研究では63.0%となり、SS研究を行った者の積極性が高いことが伺える。

積極的だった理由として「基礎的な研究スキルを習得できる」を挙げた生徒は個人課題研究で22.2%に対し、SS研究では52.4%と有意な差が見られた。

大学や研究所など学校外の専門化からアドバイスや指導を受けた生徒はSS研究で58.3%、個人課題研究で59.5%と有意な差は見られなかった。

研究を通して自分にどのような変化があったかを27項目にわたって問うたところ、SS研究を行った者のなかで「とても良い変化があった」と答えた者の割合が最も多かった項目は「新たな知識や情報を貪欲に吸収したい」というもので、研究活動が知的好奇心や探究心を刺激していることが伺える。

SS研究と個人課題研究を合せたときに「まあまあよい変化があった」と「とても良い変化があった」と答えた者が最も多かった項目は「自分の研究の目的や内容について相手に説明することができる」というもので、学校全体としてプレゼンテーション能力が向上し、それを生徒自身が強く実感していることが伺える。

【次年度への課題】

「建設的な提案をすることができる」という項目で、SS研究を行った生徒の54.1%が「まったく変化がなかった」と答えたことから、研究の成果が具体的な提案にまで至っていない

ことが伺える。論理的な思考のうえで自らの考えを新たな提案に結び付けていくことや、研究内容を広く世に問う姿勢を育成していくことがこれからの課題であると言える。

筑波山巡検（地学・物理・地理分野）

【仮説】

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。

【実施期間】

平成28年9月10日に実施した。

【対象者】

中学2年生全員（235名）を対象とした。

【実施内容】

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、そこで観察できる岩石の出す放射線量を貸与した放射線測定器で計測した。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した。さらに、地理分野ではかすみがうら市雪入地区で土地利用調査を行った。雪入り地区を3区画に分け、各班がそれぞれ担当した。



図 筑波山巡検（地理分野）

【評価】

地形や地質による放射線量の違いを考える事ができた。筑波山の成り立ちについても、実物を前にした教員の解説を、熱心にメモをとりながら聞いていた。地理分野に関しては検証の結果、生徒の読図力がついたとともに、調査結果を考察する力が養われていることが分かった。

【次年度への課題】

普段の授業ではできない活動を通じて、生徒の科学への興味や関心が広がってきているように感じる。引き続き検討を重ね、生徒により深い興味関心を持たせられるようなプログラムを構築していきたい。

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。

【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（232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、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ポスターにまとめ、9月に全員が発表用原稿を作成、発表を行った。

【評価】

どの生徒も聞き取り調査や図表のグラフ化を行うなど、意欲的に地域調査に取り組むことができた。

本年度は、「いばらき児童生徒地図作品展」に希望者の23作品を応募し、そのうち優秀賞に一点、佳作に一点が受賞した。優秀賞の一点は、「全国児童生徒地図優秀作品展」にも出展された。

【次年度への課題】

地域調査の方法や地域を分析するにあたって、どのような統計や手法を用いるかについての事前学習を今後、設けるべきである。

理科巡検（生物・地学分野）

◎生物巡検

【実施日】

7月8日にABC組が地学、DEF組が生物の巡検を行い、10月19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（240名）を対象とした。

【仮説】

人間の働きかけにより維持・形成される「里山」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】

茨城県土浦市の穴塚大池周辺をフィールドとして、里山の環境とそこに生息する生物の様子について観察し、その保全について考えることを目的とした。3つのプログラムを設定し、クラス単位に順番を変えて巡回し、全員が全てのプログラムを学習できる方式を取った。認定NPO法人「穴塚の自然と歴史の会」の方々に専門分野の指導を受けた。巡検中にはスケッチや聞き取った学習内容を記録し、帰校後に各自でレポートを完成させた。

表 巡検の3つのプログラム内容

1	講義と見学	講義「里山とは何か」 考古資料館展示物の見学
2	植物の観察	植物の観察 植物に依存する昆虫の生態観察
3	動物の観察 （水の中の生き物）	網による水生動物の採集と形態観察 釣りによる魚の採集 魚の解剖による消化系の観察と食性調査



図 1 生物巡検

【評価】

講師の先生が「生物のつながり」について意識して実習を展開してくださり、その意図は生徒たちにはよく伝わり理解できていた。実物に触れることは感動も大きく、多様な生物が生息できる里山を守っていく大切さを実感できたと考える。

◎ 地学巡検

【実施日】

7月8日にABC組が地学、DEF組が生物の巡検を行い、10月19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（239名）を対象とした。

【仮説】

野外で実物に触れ、地球科学的調査方法を現場で体験させることで、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、桜川河原では礫種から桜川の生い立ちを、上高津貝塚では現在と過去の海岸線の位置関係を、馬掛では地質柱状図の作成からその堆積環境を考察させた。



図 2 地学巡検

【評価】

今年度はカリキュラムを変更し、7月も予備知識を持った上で実施することができた。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86%、地形の成り立ちを考えることに興味が持てた者が76%と効果を上げることができた。

【次年度への課題】

移動時間の長さが課題であるが、車窓からの地形観察などを行わせることで、より充実した時間を過ごせるように工夫していきたい。

生命倫理・科学倫理

【仮説】

チッソ附属病院の院長であった細川一は猫を使った実験（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の発展と人間社会の調和を考えさせる。

【実施期間】

平成28年9～10月の通常授業の中で実施した。

【対象者】

中学3年生全員（240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と日本が高度経済成長に向かっていった時代の背景について概説した。その際、経済発展で豊かな生活が実現する一方で、その発展を支えている弱い立場の人々の権利が侵害されたという、水俣病と福島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。

その矛盾を解決するために「細川自身に求められること」「チッソの幹部に求められること」「社会の制度として求められること」「科学技術に求められること」を考えさせた。更に、どのようにチッソの幹部を説得すれば、細川が猫400号実験を早期に公表することが出来たかを想定する文章を作成させた。

【評価】

授業後に実施した生徒へのアンケートでは「企業の利益や国が豊かになることを優先して人の命を犠牲にするのは良くないと思った」といった生命尊重についてのみ述べた者だけ

でなく、「正しい判断をするためには法律などの決まりが必要であることがわかった」や「科学技術の進歩に合わせて人間の側が考える力をつけなければならない」といった、科学の発展と人間社会の調和について言及する者もあった。

【次年度への課題】

水俣病だけではなく他の公害問題や環境問題、また生殖医療や人工知能などの最先端の科学技術も取り上げながら、人間社会が科学技術と付き合いしていく際にどのような問題が生じるのか、また、それをどのように乗り越えていくべきかを生徒に主体的に考えさせる授業を企画していきたい。

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 29 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、解説の内容の精選により、大いに改善することができた。一方で、生徒の理解度に差が見られた。「スタータープレートの作製」から生徒の行わせることで、大腸菌を使った実験の注意点等の理解を深めることができた。「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、大いに改善が見られたが、生徒の理解度については注意して、解説内容の精選を行っていきたい。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。

また今年度も「事前準備」の段階から、生徒の手を使って行っていく予定である。

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、普段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 28 年 7 月 19 日（ABC 組）と 7 月 20 日（DEF 組）に巨大段ボールいす作り、12 月 20 日（ABC 組）と 12 月 22 日（DEF 組）にストローとんぼ作りを実施した。

【対象者】

中学 1 年生全員（236 名）を対象とした。

【実施内容】

7 月には巨大段ボールいすを製作し、その上に実際に乗る活動を行い、12 月には生徒一人ひとりがストローとんぼを製作し、自分で飛ばす活動を行った。原理を教員が説明し、工夫できる点を生徒たちで考えて製作を行った。また巨大段ボールいす作りでは何人乗る事が出来るか競い、ストローとんぼ作りでは滞空時間の長さを競わせるといった、ゲームの要素を取り入れて実施した。

【評価】

以下の表は実験後に 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 1 巨大段ボールいす作りのアンケート結果

	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	65.2%	58.6%	46.2%	58.4%
3	34.3%	40.0%	48.7%	30.9%
2	0.5%	1.4%	4.8%	8.9%
1	0.0%	0.0%	0.3%	1.8%
評価平均	3.65	3.57	3.41	3.45

表 2 ストローとんぼ作りのアンケート結果

	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	42.6%	32.9%	27.4%	34.4%
3	54.9%	61.0%	48.2%	44.9%
2	2.5%	5.2%	21.2%	18.9%
1	0.0%	0.9%	3.2%	1.8%
評価平均	3.39	3.25	2.99	3.10

巨大段ボール作りでは、段ボールを丸めて入れて強度を高くする生徒や、たくさんの段ボールを使いすぎ間をなくそうと努力する生徒がたくさん見られた。

ストローとんぼ作りでは、羽根の角度を少しずつ変えて飛ばす生徒や、羽根の先を重くして飛ばす生徒、4 本つけて飛ばそうとする生徒など、たくさんの工夫が見られた。

【次年度への課題】

全体で協力して行う活動の方が興味・関心が高い生徒が多かったことをふまえ、活動内容を考えていきたい。また工夫できる要素が多い活動を取り入れ、楽しく活動させてゆきたい。

SS Camp（中2）

【仮説】

普段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 28 年 7 月 19 日に、冬期は平成 28 年 12 月 20～22 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】

各自にピンホールカメラを作成させ、そのカメラで風景を見た。授業で学んだ理論の理解が深まるような体感をさせ、さらにもつくりに興味を持たせることをねらいとした。

【評価】

自作のピンホールカメラのスクリーンに実際に景色が映し出されると感動の声を上げる生徒が多数いた。穴の大きさによる見え方の比較や友人のカメラとの見え方の比較などを楽しむ姿も見られ、生徒の興味・関心を高めることができたと思われる。

【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 2 講座を受講した。理科系講座は以下の 4 講座を開講した。

- ・「味覚の不思議」… 食品総合研究所 大倉鉄也先生
- ・「アーチ橋の話」… 足利工業大学 末武義崇先生
- ・「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
- ・「磁石何でも講座 + 簡単スピーカー製作」… 足利工業大学 横山和哉先生

その他、芸術分野の講座として「日本刀の魅力」について本校卒業生の刀剣家に、体育分野の講座として「筋肉」について本校教員に担当してもらった。

【評価】

ミラクルフルーツによる味覚の変化はとても新鮮な体験で、味覚の不思議さがより深まったようである。アクリルブロックによる橋のモデル製作は工夫を凝らしながら行い、同じ材料でも形状が違えば強度が違ってくるなどを考えることができた。ソーラークッカーによる調理はあいにくの曇天となったが、卵を半熟ゆで卵にすることはできた。磁力の様々な分野での応用を知ることができ、自作スピーカーから音が出たときには感動している様子が見られた。刀剣家として活躍している卒業生の話はより身近に感じ、興味関心を持ちながら聞くことができた。

【次年度への課題】

近隣の研究所、足利工業大学などの協力を得て、今年も生徒の興味・関心を惹く講座を開くことができた。今後も講座のジャンルを広げる努力、難易度を適切に設定する努力を継続していきたい。

科学講演会（高 1 環境研）

【仮説】

環境研究の最前線の話を知ることにより、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。

【実施期間】

平成 28 年 7 月 8 日に実施した。

【対象学年】

高校 1 年生 276 名を対象とした。

【実施内容】

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 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、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 環境研究講演会 分科会の様子

「炭素循環の視点で地球温暖化問題を考える」

白井知子先生

「コンピュータで描くこれまでの大気・これからの大気」

永島達也先生

「筑波山を流れる小さな川の水質問題」 渡邊未来先生

「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？」

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」

岡川梓先生

「PM2.5 と越境大気汚染とその影響と」 高見昭憲先生

【評価】

環境研究の講演会では、昨今の環境問題をマクロ・ミクロ双方の視点で考える好機となったようである。

【次年度への課題】

分科会によっては理解の難しい部分もあり、生徒の学習内容とずれが生じる場合があった。生徒の知識や力から解離しすぎることのないよう、事前に打ち合わせするのもよい。

科学講演会（高 1 筑波大学）

【仮説】

進路選択を年度末に控えた高校 1 年生が、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】

平成 28 年 12 月 21 日に実施した。

【対象学年】

高校 1 年生 276 名を対象とした。

【実施内容】

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」教育社会連携推進室長 渡邊俊先生

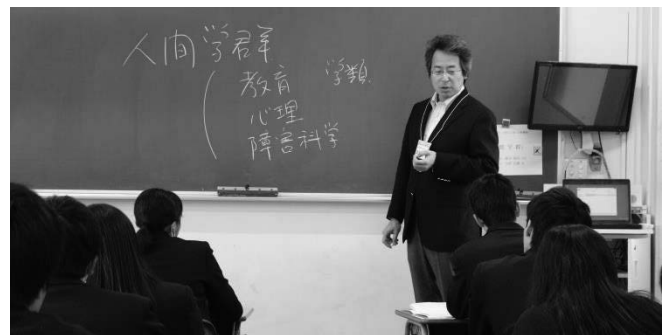


図 大学に関する講演会 分科会の様子

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 土井裕人先生

社会・国際学群：人文社会系 関根久雄先生

人間学群：人間系 藤井穂高先生

生命環境学群：生命環境系 黒澤正紀先生

理工学群（理学系）：数理物質系 塩谷真弘先生

理工学群（工学系）：システム情報系 藤井さやか先生

情報学群：図書館情報メディア系 宇陀則彦先生

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 福田崇先生

芸術専門学群：芸術系 菅野智明先生

【評価】

実際に大学の先生、高校の OB・OG に話を聞く機会を設けたことで、生徒が具体的に大学のイメージを持つことができた。レポートを見ると、ほとんどの生徒が進路に対する意識を高めることができ、今後の学習活動にいい刺激を得たようである。特に、時間の使い方について改善したいという意見が見られた。日常の学びの姿勢にプラスに影響することを期待したい。

【次年度への課題】

大学にはどのようなことを学びに行くのか理解を深めるよい機会となった。講師への質問も興味深いものがあり、生徒の意識が高まったと感じる。このような機会を与える意義を丁寧に生徒に伝え、今後も実施していきたい。

科学講演会（中 2 東京理科大）

【仮説】

物理教育、サイエンスコミュニケーションを専門とされる研究者の講演を通じて、生徒が理科への興味関心を高めるとともに、科学技術の一端を知ることができる。

【実施期間】

平成 28 年 12 月 20 日に実施した。

【対象学年】

中学 2 年生全員（234 名）を対象とした。

【実施内容】

東京理科大学理学部第一部物理学科教授である川村康文先生に、「地球環境問題解決を考える科学実験」という演題でご講演いただいた。川村先生は、科学技術の発明展での多数の受賞をされており、歌も好きで、ご自身で作詞作曲された曲を講演会でも披露して下さった。東日本大震災後、“つながる思いプロジェクト”を立ち上げ、震災復興支援の出前科学実験教室を行われている。フジテレビ「とくダネ!」、日本テレビ「所さんの目がテン」、テレビ朝日「なら≠デキ」、テレビ東京「ソレダメ!」等、テレビ出演も多数されている。

講演会は、先生が歌う『みんなで発電』に合わせて、学年教員が手回し・自転車・圧電などで発電するオープニングで始まり、先生の自己紹介、地球温暖化デモンストレーション実験器・色素増感太陽電池・サボニウス型風車風力発電の開発アイデアなどをご紹介いただいた。講演後半には、同研究室院生の金原克範さんに 3D プリンターでの作品紹介をしていただいた。



図 歌う川村先生(右)と自転車発電をする木村先生(左)

【評価】

事後のアンケートでは、「少し難しかった」という感想が多く見られたが、「歌が面白かった」、「自転車発電はエクササイズにもなっている方法だと思った」、「フルーツが電池になるとは思わなかった」、「サボニウス型風車はバケツでもできるということなので自作してみたいと思った」など印象に残る事柄もあったようである。仮説に挙げた、「生徒が理科への興味関心を高める」、「科学技術の一端を知る」ことは達成できたかと考えられる。

【次年度への課題】

講演会は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興味関心を高められる企画を実施したい。

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. 「妊婦さん世界一周プロジェクト 帰国報告会」

実施日：平成 28 年 6 月 14 日

会場：茗溪学園中学校高等学校会議室

参加者：高校 1 年生 3 名（女子 3 名）、高校 2 年生 5 名（女子 5 名）、高校 3 年生 4 名（男子 1 名、女子 3 名）、合計 12 名。

内容：北海道大学医学部医学科 4 年の箱山昂汰先生による講演を実施。産婦人科や小児科といった母子保健分野に興味を持って勉強している。箱山先生は 2015 年 2 月から大学を休学して、468 日間で 43 か国を巡る世界一周の旅に出た。「お母さん」を大切に想ってもらうきっかけを作ることを目指し妊婦体験ジャケットという 10 kg ほどの水の重りを世界各国で出会う男性に着けてもらうというプロジェクトを実施しながらの旅だった。これまで世界で見聞き感じてきたこと・妊婦体験を世界の男性にしてきてもらった手ごたえ、大学生の貧乏旅行がどのようなものなのかについて講演していただいた。

2. 「高校生医学セミナー 病院見学会」への参加

実施日：平成 28 年 8 月 18 日

会場：総合病院土浦協同病院。

参加者：高校 1 年生 4 名（男子 1 名、女子 3 名）。

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

3. 「平成 28 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 28 年 8 月下旬（施設により異なる）

会場：筑波学園病院、茨城県立医療大学付属病院、筑波メディカルセンター病院（参加生徒により異なる）

参加者：高校 1 年生 2 名（男子 2 名）、高校 2 年生 2 名（女子 2 名）、合計 4 名。

内容：病院についての説明・見学、理学療法・作業療法・言語聴覚療法の実務見学、質疑応答等。

4. いばらき腎臓財団「いのちの学習会」の実施

実施日：平成 28 年 10 月 5 日

会場：茗溪学園中学校高等学校会議室

参加者：高校 1 年生 6 名（女子 6 名）、高校 2 年生 2 名（女子 2 名）、高校 3 年生 3 名（女子 3 名）、合計 11 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

【課題の成果と次年度への課題】

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。男子生徒も興味を持てる内容も取り入れていきたい。

SS Geo Tour（屋久島）

【仮説】

フィールドを屋久島とし、多様な植物や固有種の観察を通じて、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。参加者と交流をする中で、多様な倫理観や価値観を受け入れる力が養われると考える。

【実施期間】

平成 28 年 7 月 22 日～26 日の 4 泊 5 日で実施した。

【対象者】

希望者を対象とし、書類審査で選抜した中学 3 年生 2 名、高校 1 年生 3 名、高校 2 年生 1 名の計 6 名が参加した。また埼玉県立春日部高等学校からは、高校生 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 (5/1)	写真講習会※講師は特定非営利活動法人フォトカルチャー倶楽部野田先生
第 2 回 (5/29)	筑波山巡検 ※地形や植物の観察および水質調査
第 3 回 (6/24)	屋久島講演会 ※筑波大学の安間先生による講演会

事前学習を踏まえて個人テーマを設定し、現地研修において深く研究した。さらに筑波山での事前研修により、屋久島で何をどのように調査すればよいか確認することができた。

表 2 屋久島での研修日程の概要

実施日	活動内容
7/22	屋久島環境文化村センターでの研修
7/23	白谷雲水峡・太鼓岩登山 ※夜は屋久島の植物、地質に関する講演会
7/24	テーマ別巡検（生物巡検・地質巡検）
7/25	日中はテーマ別巡検。夜は研修成果発表会
7/26	春田浜、汽水域での生物調査

昨年同様、屋久島の特徴が顕著に表れると考えた 3 つの研究分野（コケ・ヤクシマカワゴロモ・地質）の中から、事前研修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 2 日調査をした。本物に触れることをより意識した巡検となった。

【評価】

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・調査する実施内容は研修センターの方からも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。

【次年度への課題】

課題であった新たなテーマの探索には着手できなかった。しかし、テーマ別研修を 2 日にすることでより充実した研究活動ができた。日数を固定することで、深い探究を行いたい。

科学倫理ワークショップ

【仮説】

生徒たちはこれまで中学 3 年公民の授業や水俣巡検などを通して、水俣病を題材に科学技術者や医師の倫理について考える学習に取り組んできた。今回、同じく公害問題である福島第一原発事故を題材に、佐藤嘉幸先生の提示する「批判的科学家」のあり方を学ぶことで、一般的な科学者のイメージとは異なる多様な科学者像を理解することができる。また、生徒たちが科学技術と倫理についてより深く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 6 月 1 日の午後、本校において実施した。

【対象学年】

高校 2 年生の希望者 3 名が参加した。



図 佐藤先生による講義

【実施内容】

本講義は、筑波大学人文社会系准教授の佐藤嘉幸先生に担当して頂いた。

講義内容は、「核」と「原発」開発の歴史的背景、日本において原発建設が国策として進められてきた経緯、放射性廃棄物の処理問題、科学技術のリスクにどう向き合うか、批判的科学家のあり方、などについてであった。質疑応答では、科学者はその生み出した技術の結果に、社会的責任が負うべきか否かについて、活発な議論が行われた。

【評価】

今回講義を聞いた希望者の中には、本校の個人課題研究で福島第一原発事故をテーマとしている者もあり、それらと結び付けて考えを深めることができるワークショップとなった。参加者が少人数であったこともあり、講師の先生との活発な質疑応答も見られた。生徒の感想からは、「原子力というテクノロジーは一見すべての人が幸せになるための選択に見えたが、結果事故が起こり多くの人々が不幸になりました。今必要なのは、一人一人の意識によって何が正しいのかを見極め正しい選択を行うことだと思いました。」と、物事の本質を見抜き、より深く考えようとする姿勢が見られた。

【次年度への課題】

昨年度の課題を踏まえて、水俣病から学習対象を広げ、今年度は原発事故の問題を取り上げることができた。今後は公害問題をグローバルな視点から多角的に取り上げていきたい。

第4章 実施の効果とその評価

1 節 プログラムの実施の効果とその評価

1 項 Global Program

本校は帰国子女受け入れ校としての長い歴史があり、特に中学の英語教育において「コミュニケーションとしての英語」に重点をおいて指導をしてきた。Global Program の Show & Explain、Cross Cultural Talk は、ほかの教科における授業内でのプレゼンテーションや課題研究での発表などと相まって、本校生徒のプレゼンテーション力の養成に寄与している。その結果は、課題研究を終了した高校2年生の振り返りにおいて、「自分の研究の目的や内容について相手に説明することができる」と肯定的な回答した生徒の割合が77.5%であったことから推測される。

International Survey Tour and Lecture はSSH 指定の5年を終えたことから、やや規模を縮小した。本年度は、タイにおいて恐竜化石のフィールドワークを実施した。科学をテーマに海外へ出ていく経験は生徒に大きな自信を与えた一方、化石調査という側面では改善の余地があることも示された。

科学部員の人数は第1期SSHを経て約2倍以上に増え、全体で200名近くの部員が積極的な活動を行っている。科学部生物班の課題研究「根の触覚」が茨城県高文連自然科学部門研究発表会で最優秀賞と日本学生科学賞の中央審査において優秀賞を受賞した。本研究の主体は高校1年生であり、中学時代からの継続した研究が花開いたものである。平成27年度から発足したコンピュータシステム同好会は、プログラミングコンテストや情報オリンピックへの参加があり、今後のさらなる活躍が期待される。SSHへの取り組みは、生徒の目を科学へ向けさせ、科学部を始めとする理系分野の課外活動の活性化に寄与することが明確になったといえる。

2 項 Explore Program

6年間の中高一貫教育のメリットを生かし、「実物に触れる」「フィールドワークの充実」という基礎を踏まえつつ、多くの学校設定科目や特別講座を設置してきた。その中で、実験や観察を積極的に取り入れる点は以前から生徒から高い評価を得てきた。理科A・Bでは実験や観察の重視に加え、主体的・対話的な活動になるよう工夫し、生徒がより深い理解に達することができるよう実践を試みてきた。数学でもそれは同様であり、アクティブラーニングや関数電卓を授業の中で取り入れる試みがあった。このように、本年度は本校の教育内容を次のステップに進ませるための授業手法の開発という側面が見られた。

生命倫理・科学倫理では、与えられたテーマに対して生徒自身の意見をまとめる活動を行い、科学技術の発展と人間社会の調和について学んだ。また、本校カリキュラムの中で技術科・情報科の担う役割は大きなものとなっている。SS TechやSS ICTの取り組みを通して、アルゴリズムやプログラミング、映像表現の基礎を全員が学べるようになっており、論理的思考力や表現力の向上に大きく寄与していると言える。

SS研究・個人課題研究はExplore Programのみならず本校の探究活動の核になるものである。生徒を対象に行ったアンケートの結果、生徒は基礎的な研究スキルの習得に加え、情報収集スキルや論理的思考力の向上を実感していることがわかった。第1期SSHの成果として、課題研究のプロセスごとに必要な作業とそのルーブリック評価を開発したことがあげられる。平成29年度よりSS研究・個人課題研究の実施期間が変更されることに伴い、いくつかの修正をする必要が生じるであろう。

3 項 Tsukuba Program

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、「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2SS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、6月実施)を実施した。Global Programのタイ研修でも、筑波大学に協力をいただいた。

SS研究発表会は、他校等から多くの方々にご覧頂き、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。埼玉県立春日部高等学校と合同で行っているSS Geo Tourでは、事前研修を踏まえ、興味に応じたテーマ班を編成した上で巡検を行い、研究に対する姿勢を向上させ、基本的な研究方法を習得することができた。

2 節 SS研究の振り返り調査

本校では課題研究を開校以来30年以上、正課のカリキュラムの一環として取り組んできた。課題研究の改善は常に行なってきたところではあるが、SSHの取り組みにより理系の課題研究であるSS研究に対する総括的な評価をし、課題研究指導力の向上を目指す必要がある。そこで、生徒の振り返り調査を実施することとした。

1 項 調査の概要

SS研究を終了した生徒に対し、インタビュー調査を実施した。SS研究における指導改善について、SSH推進委員会等で議論を重ねた結果、課題指導者側からは、改善ポイントとして、“よりよい研究テーマを設定する方法”、“生徒のモチベーションを

高く・一定に保つ方法“、の2点があげられていた。そこで、本調査では、生徒の振り返りからこれらの指導法を探ることを目的とした。調査内容は研究の自己評価、研究テーマを決定した経緯、研究中のモチベーションである。特に今年の高校2年生は中学校に入学した時点からSSHの取り組みがスタートした学年であり、研究テーマの決定に際して過去のSSHの取り組みが影響したかどうかを確かめることも目的の一つである。調査対象は高校2年の16名である。16名は物理、化学、生物、数学、スポーツ科学の分野において研究をした生徒で、課題指導にあたった教員より、研究の質や意欲などが高かった者とそうでなかった者を抽出してもらった。

【調査概要】

調査対象：SS研究を行った高校2年16名（男子11名、女子5名）

調査時期：2017年1月

調査方法：半構造化面接（調査者は教員5名）

調査内容：①SS研究に対する自己評価（100点満点中何点か）

②研究テーマを設定した経緯

③研究中のモチベーション

2 項 調査結果

①SS研究に対する自己評価

自己のSS研究を振り返り、100点満点中何点をつけられるのか聞いた。もっとも低い生徒は40点、もっとも高い生徒は90点であった。指導教員の評価と生徒の評価との間には大きな乖離はみられなかった。自己評価の高い生徒群では、「研究結果がしっかりとできた」（物理学系）、「わからなかった部分が残ったが、ある程度の発見はできた」（生物学系）、「実践を3回実施し、その都度改善を施すことができ達成感があった」（スポーツ科学系）という振り返りがあった。一方、自己評価の低い生徒群の振り返りでは、実験回数が少なく「データ数が不十分」（化学系）、「最初の実験で予想した結果が出ず、実験方法を変えるのに、研究が滞った」（生物学系）、「実験はしたが、自分の仮説を実証するデータが得られなかった」（スポーツ科学系）、「理論の基本的な内容を理解することが難しかった。」（数学系）などがあげられた。

以上から、研究成果をあげる、実験や実践などの試行回数が多く達成感を持つことが自己評価に寄与することが分かる。一方で、研究成果があげられない、研究の準備不足によって実験が失敗したり、遅れたりすることが評価を下げる要因となっている。

②研究テーマを設定した経緯

研究テーマの設定に対し、それまでのSSHの取り組みによる影響の有無について聞いた。SSHの取り組みが直接的な影響があった者は4名、間接的な影響があった者が5名、特に影響がなかった者が7名であった。直接的・間接的な影響があったのは、Tsukuba Programによる大学との連携による講演や研究室訪問などによるもの、Explore Programにおける生物の授業内容や技術でのプログラミング、夏や冬休み前の特別授業期間での科学プログラムなどがあがった。

本調査は質的なものであり信頼性は担保できないが、研究テーマへのSSHの取り組みが与えた影響グループ別に①で得られた自己評価の得点の平均値を求めたところ、「直接的な影響があった者」は平均72.5点（標準偏差9.0）、「間接的な影響があった者」は平均68.0点（標準偏差16.9）、「影響がなかった者」は平均59.3（標準偏差9.8）であった。この結果は、SSHの取り組みが研究テーマの設定に寄与することが研究の成果をあげ、自己評価を高めている可能性を示唆するものである。

③研究中のモチベーション

研究中のモチベーションに関してほとんどの生徒について共通していたことは、研究開始時には高い意欲を持っていたこと、夏季休暇中にモチベーションが下がっていたことである。さらに、モチベーションが下がる要因としては、実験手法が確立できない、実験の失敗など実験に関わることで、課外活動や語学留学などによる時間が確保できないことの二つであることがわかった。モチベーションが上がる要因は、ゼミのメンバーの励ましや指導教員のアドバイスなど人間関係的なもの、実験が失敗したことの原因が判明して実験データが得られるようになったことなどによる。

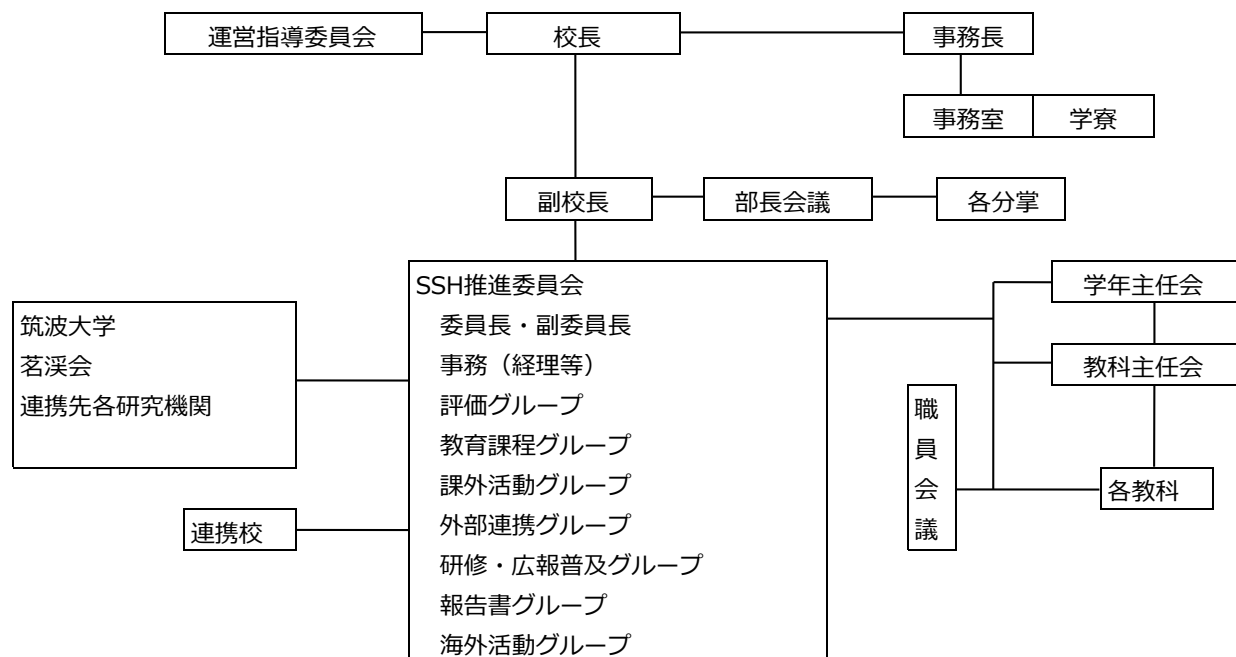
3 項 考察

調査結果から、生徒の課題研究の自己評価には研究成果をあげることがもっとも関連していると推測される。研究成果をあげるためには、適切な研究テーマの設定と実験調査によるデータの収集が必要である。実験調査を進めるためには、研究への高いモチベーションの維持が重要なキーとなる。適切な研究テーマの設定については、SSHの幅広いプログラムが貢献していた可能性がある。生徒の興味関心は多様であり、授業を含め広範な科学の領域について生徒に触れさせる経験が今後も求められる。また、夏季休暇中の指導の在り方について改善する余地があることがわかった。この期間にモチベーションが下がった生徒は、課題指導者との連絡をまったくとっていないケースが多数あった。課題指導者側が事前に実験手法の指導を行う、ICTを活用してコミュニケーションをとる、実験室利用の利便性を高めるなど指導の改善が必要とされるであろう。

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 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・広報企画部長・国際教育部長、進路指導部長の他、SSH 推進委員として 25 名の教員が指名された。SSH 推進委員は、8 つのグループに分かれて SSH 事業推進に関わる企画立案や実務を担当した。SSH 推進委員は、適切なタイミングで会議を行いながら年間を通した SSH 事業の実務を担当するほか、新しい評価方法の開発についての意見交換や授業改善に向けた話し合いを行ってきた。また、教員すべてが高校 2 年次の必修科目である「個人課題研究」の指導担当者である。第 1 期 SSH では夏と冬にスタディゾーンを設定し、すべての学年で全教員の協力の下、科学講演会や実験講座等の活動を行ってきた。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。



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

平成 28 年度を含めた第 1 期 SSH 研究開発を振り返り、見えてきた課題を以下に総括する。

筑波大学からの後援を受けて行われた「SS 研究・個人課題研究発表会」をはじめとして、プレゼンテーションを取り入れた取り組みが増え、生徒のプレゼンテーションスキルは確かに向上した。今後は単に発表の機会を与えるだけでなく、各教科、あるいは教科横断型の授業で探究活動を数多く取り入れ、生徒がより主体的に学べるよう仕掛けていく必要がある。

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、科学技術や国際社会の最先端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、広い視野で物事を考えられる生徒を育成する上で海外研修は重要である。平成 28 年度タイをフィールドに恐竜化石の観察を行ったが、次年度以降継続することができれば事前学習を含め、さらに内容を深いものにできると考える。今後もより多くの生徒が、課題研究等を英語で発表することができるよう指導を工夫していく必要がある。

SAT Science や AP への取り組みは継続的に実施しており、SAT や AP の受験に意欲を持つ生徒が一定数いることがわかったが、人数が増えてきたとは言えない。これまでの実践を踏まえ SAT や AP も授業の中で扱っていくことで、生徒は英語で科学を学ぶ経験を積むことができ、将来理系研究に進んでいくための素地を養うこともできる。また、AP や SAT ではグラフ電卓の使用を常に求められるため、ICT の実習としても効果的であり、生徒の内容理解や教員の研修にも資する学習活動であると考えられる。

個人課題研究の質については向上の余地があり、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、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。評価法の開発という観点では、生徒の研究のプロセスを評価するルーブリックを作成しているが、研究成果や内容を数的に評価できるよう改善していく。研究成果をあげるためには、適切な研究テーマの設定と実験調査によるデータの収集が必要である。実験調査を進めるためには、研究への高いモチベーションの維持が重要なキーであり、生徒を対象に行ったインタビュー調査の結果から、夏季休暇中の指導の在り方について改善する余地があることがわかった。課題指導者側が事前に実験手法の指導を行う、ICTを活用したコミュニケーションをとる、実験室利用の利便性を高めるなど指導の改善が必要とされる。

本校が国際バカロレアの認定校になったことを踏まえ、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、IBの趣旨に基づく、学習者中心の主体的な学習法を本校の中で加速的に推進していく必要がある。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になり得る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。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。

以上を踏まえ、今後のカリキュラム開発の要点を以下の3点にまとめた。

(i) 中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム

高校2年次の必修科目である「個人課題研究」を探究活動の1つの集大成として位置づけ、個人課題研究に必要な探究スキルを中高一貫のメリットを生かし、段階的に習得させるカリキュラムを開発する。探究能力が指し示す力として、「問題発見力」「論理的思考力」「多面的に分析する力」「協働で取り組む力」「表現力」等を掲げ、各教科で日常の授業あるいは、教科の内容を超えた学習の中でそれらの能力の向上を目指す。高校1年では、それらをさらに洗練し、実験・観察を重視しつつ、論文収集方法、実験方法、データ処理方法といったスキルの習得を目指す。また、夏休み等を利用して、研究活動のプロセスを高校1年で経験させることで、個人課題研究のさらなる充実を目指す。

(ii) ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

本校では教職員の多くがIBのワークショップを受講し指導資格を得ており、開講に向けカリキュラムや指導内容を整え、準備を進めている。IB教育の利点と日本式教育の利点を合わせ、高校で学ぶ内容を超えた高度なものの一部扱いながら、単なる知識の供給のみを目的としない探究活動を重視した学習者中心の双方向型・協働型の学習を行う理数科目を設置する。

(iii) 深い思考につながるクロスカリキュラム

あらゆる事象、世界中で起こっているあらゆる困難は科学技術に関わる知識のみで解決できるものではなく、幅広い分野に関する知識を持ち、それらを統合的に理解し、処理する能力を高めることが必要であり、すべての学びは教科横断的な新しい枠組みでもってなされることが自然である。1つのテーマに関する様々な見方は、個人がそれを知識として持っている根拠を知ることにつながり、その経験はまた別の場面で適用できるようになっていく。そのような見方は生徒の知的好奇心の喚起を引き起こし、学習を進める上での内発的な動機づけにつながると考えられる。内発的な動機づけが成績面で成果を残すことにつながることは、本校第1期SSH第5年次に行った学習動機の因子分析によって明らかになっている。教師自身も単一教科の教員であるという狭い枠を飛び出し、幅広い視点で物事を見つめ、それを指導に生かしていく研修を行うことが必要である。合教科的な指導はすべての教科、すべての教員がこれに取り組んでいく。

3節 成果の普及

SSH研究開発に当たり、研究開発成果の普及を6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、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、地域の方々と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

平成28年度茗溪学園高等学校教育課程表 平成26年度入学者用

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													3										
	世界史演習		○	学設													3										
	日本史演習		○	学設													3										
公民	現代社会			2	2													3									
	倫理			2														3									
	政治・経済			2																2							
数学	数学演習		○	学設								2	2							2							
	基礎数学演習		○	学設													3										
	SS数学Ⅳ	○		学設	6																						
	SS数学Ⅴ	○		学設				2	4																		
	SS数学Ⅵ	○		学設											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																
	地学C	○		学設														4	4								
地学演習		○	学設														2										
	理科基礎演習		○	学設						1																	
保健 体育	体育			7～8	3	3						2															
	保健			2								1															
	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		○	学設		③																					
	SS研究		○	学設		③																					
ホームルーム				1	1	1						1															
計					35	23	2	4	3	3		13	2	2	2	2	3	4	4	2							
					35	35					34																

【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。

平成28年度茗溪学園中学校教育課程表(平成26年度入学者用)

学年		1		2		3	
授業時数		標準	本校	標準	本校	標準	本校
国語		140	140	140	140	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	140
	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	140	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	1190	1015	1225	1015	1225

【備考】

- ※3年次の選択科目芸術は音楽・美術・書道のいずれかを選択。書道の選択者については、中高一貫教育校の教育課程に関する特例を適用。
- 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時間の内で実施。
- 2年次の総合(探究)は、理科140時間、社会140時間、技術家庭70時間の内で実施。
- 中学3年次理科「SS Expand」「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（日本体育大学 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）

第1回運営指導委員会

平成 28 年 7 月 19 日（火） 11:20～13:30 茗溪学園中学校高等学校 会議室

出席者 運営指導委員：大澤委員

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）、穴戸（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から頂いたご意見は下記の通りである。

- ・SSH の理念を茗溪学園の理念とどのように絡めていくかが重要だと感じる。SSH で何を目指していくか、よく分からなかったと言う印象を持った。説明を聞いたが、割と一般的な内容であり、インパクトが弱い。
- ・他の学校でも「課題研究」等がスタートしており、全体的にハードルは上がってきている。
- ・評価に関しては、若い人が教育内容をどのように感じているか、若い人からどのように見えているかということも重要だと感じる。
- ・「つくばを明るくする会」というグループもある。そこと連携してみてもどうか。
- ・アクティブ・ラーニングという言葉はどの学校でも聞く。単にフレーズが独り歩きするのではなく、魂を込められるかどうかの方が大事である。
- ・筑波研究学園都市交流協議会にもどんどんリクエストするとよい。連携できる場面がたくさんある。例えば、研究者と高校生のプロアマ交流のようなものなど。研究機関としてのメリットもあった方がよいので、その点も考慮しつつ、検討できると良い。大学の先生の紹介もあると、スムーズに関係づくりができる。
- ・学校経営全体の中で、SSH をどう生かしていくか。学校としてどのような戦略をもっているのか。
- ・他校の分析は行っているか。
- ・学校経営に関するビジョンについて、もちろん学校が持つ理念は最も大事にしなければいけないが、社会の要請に応じて少しずつ変えていくことも必要。3 年スパンとか、5 年スパンとか。その間に社会自体がどんどん変化している。
- ・学校の理念とからめ、生徒のトータルな力をどのように育成していくのか、考える必要がある。
- ・この 5 年間でプレゼンテーションのスキルは大幅にアップした。聴衆には質問する力など、人間力のようなものが高まっていくといい。

第2回運営指導委員会

平成 29 年 2 月 4 日（金） 12:30～14:00 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

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）、
穴戸（SSH 推進委員長）、中村（SSH 推進委員）、鈴木（SSH 推進委員）

1 年間のまとめ、第 2 期 SSH に向けた計画の説明の後、同日開催された「SS 研究発表会」の講評も含め、本校の活動について運営指導委員の先生からご意見をいただいた。

1. 田代校長

- ・今回は経過措置ということで、第 1 期の枠組みを踏襲して活動した。第 2 期の申請にむけて、子どもたちの将来につながる活動を模索してきた。第 2 期の指定を受けることができなくても、活動に挑戦していく。
- ・第 1 期 SSH 指定期間における研究開発により、発表・プレゼンの力はついた。研究の質の高さ・深さはまだ足りないと感じており、今後の課題である。

2. 穴戸

- ・SSH の研究開発として掲げているが、学校の問題意識として個人課題研究＝中高一貫の探究スキルの育成プログラムの研究開発に取り組んでいく。
- ・探究力を段階的に育てるための学習活動に学年ごと各教科・授業で取り組む。
- ・「評価」の整合性・妥当性を研究していく。
- ・少人数のクラスを編成し、ハイレベルかつ主体的な学び（双方向型・協働型）を実現する理数カリキュラムを作成する。

- ・知識のつながりに気づいたり多角的な思考を促したりする、深い学びをめざすクロスカリキュラムを実践する。

3. 佐藤忍先生

- ・今日生徒の発表を聞いたが、プレゼンは大変うまいと感じた。
- ・データの数理的処理をぜひやるべき。数理的な扱いは人文・社会系でも求められている。
- ・茗溪の課題研究は芸術や体育がふくまれるのが特色だが、それはSSHの取り組みとしてありなのか？
→ (宍戸) 人文科学・社会科学も、科学として取り組む/取り組ませることが重要。データについて数理的処理をおこなう。
- ・協働する力については、グループの活動の中で構成メンバーがどのパートを担い、どういう役割を果たすのかを自覚しながらの取り組みが必要で、グループの活動によってどのような協働の利が生まれたか？ということが構成メンバーに理解されることが望まれるだろう。
- ・「研究」について、調査研究と実験研究とに分けられるのではないか。
- ・まずはテーマの取り方。
 - ①教科書・学術論文などを読んでテーマを立てる
 - ②身近な現象に興味をもつところからテーマを立てる
 この2種類があるのではないか。
 - ①教科書・論文などを読んで学術・産業のバックボーンを基にする研究
 - ②自分の興味から自然現象などを調べ、ハイレベルな実験器具を用いるのではなく、自分で装置を作ったり、工夫したりしながら、自分でロジックを組み立てていく研究。
 日本では②のほうが高評価を得られるように思う。②のほうがより教育的な探究活動という感じがする。
- ・第2期の計画にある少人数クラスの設置はすごくいいことである。予習は自分でやってくるということで反転授業の要素が取り入れられ、IBと融合する部分もある。学校の魅力になっていくのではないか。
- ・高3の課題研究も大事だが、中3での課題研究や少人数コースを検討してみてはどうか。
- ・クロスカリキュラムについては、応用・発展、社会につながるところを盛り込むことが必要である。(発生…カエルではなくヒトとか) 物理だったら工学との連携、生物だったら医学との連携、数学だったら情報など。

資料3 関係資料

(1) SSH 第1期（平成23年度～平成28年度）における 科学オリンピックへの参加者数の推移（単位：人）

	H23	H24	H25	H26	H27	H28
日本生物学オリンピック	14	15	12	4	0	1
日本数学オリンピック	0	0	4	4	0	4
日本ジュニア数学オリンピック	15	0	3	3	0	7
日本地学オリンピック	16	9	11	17	11	11
物理チャレンジ	0	0	10	11	3	2
化学グランプリ	0	0	0	0	1	0

(2) 科学部員数の推移（単位：人）

	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28
化学班	5	7	6	13	23	30	41	38
数学班				5	12	12	9	9
生物班	23	24	21	19	26	31	39	38
地質班	5	9	9	7	11	10	13	9
天文班	18	20	18	18	21	31	34	29
物理班	7	8	12	20	23	33	30	24
無線工学班	26	26	18	26	31	39	39	47
合計	84	94	84	108	147	186	205	194

(3) 個人課題研究における本論文提出後のアンケート集計結果（回答数：249）

質問項目	肯定的回答をした生徒割合
【1】 複雑な問題について順序立てて考えることができる。	68.3%
【2】 相手の話をよく聞き、適切な質問をすることができる。	59.4%
【3】 何事も、少しも疑わずに信じ込んだりはしない。	64.7%
【4】 自らテーマを立てて、主体的に学ぼうとすることができる。	73.5%
【5】 一筋縄ではいかないような難しい問題に対しても取り組み続けることができる。	64.3%
【6】 相手から質問されたことに対して、適切に回答することができる。	58.2%
【7】 結論をくだす際は、できるだけ多くの事実や証拠を調べる。	73.5%
【8】 研究がうまくいかなくても、あきらめずに取り組み続けることができる。	68.7%
【9】 道筋を立てて物事を考えることができる。	69.5%
【10】 自分の考えを言葉で的確に表現することができる。	67.9%
【11】 結論をくだす場合には、確たる証拠（根拠）の有無にこだわる。	63.5%
【12】 新たな知識や情報を貪欲に吸収したい。	73.5%
【13】 建設的な提案をすることができる。	45.4%
【14】 自分の研究の目的や内容について相手に説明することができる。	77.5%
【15】 新しいものにチャレンジするのが好きである。	63.5%
【16】 物事のメリットとデメリットの両面を見ようと心がける。	70.3%
【17】 物事を決めるときには、客観的な態度を心がける。	67.5%
【18】 インターネットを活用して、効果的に文献検索を行うことができる。	74.7%
【19】 生涯にわたり新しいことを学び続けたいと思う。	65.9%
【20】 自分の考えや文章に矛盾が生じないように気をつけている。	74.3%
【21】 1つ2つの立場だけではなく、できるだけ多くの立場から考えようとする。	61.8%
【22】 研究内容と関わりのある研究者や専門機関を探すために、インターネットを効果的に活用することができる。	66.7%
【23】 いろいろな考え方の人と接して多くのことを学びたい。	66.7%
【24】 因果関係（原因と結果の結びつき）について、自分なりに考えることができる。	68.3%
【25】 自分が無意識のうちに偏った見方をしていないか振り返るようにしている。	59.8%
【26】 研究内容と関わりのある知識や情報を幅広く得るために、インターネットを効果的に活用することができる。	76.7%
【27】 自分なりの仮説や予測を立てようとする可以尝试。	71.5%

資料4 SS 研究テーマ一覧

教科（科目）	研究テーマ
理科（物理）	水害に耐えることのできる建築物の設計
理科（物理）	自転車の安全装置の制作
理科（物理）	ペルチェ効果を利用したCPUクーラーの製作
理科（物理）	スポーツシューズ社のラインアップの違いについて ～なぜ多くのシューズが売られているのか～
理科（物理）	耐震構造のある建築の揺れ方について
理科（物理）	コーヒーやせっけん水の液滴が液面を走る現象
理科（生物）	植物ホルモンを利用して切り花を長持ちさせる ～アブシジン酸処理の方法と気孔の応答～
理科（生物）	ローズマリーとエレガンテシマのアレロパシー物質の特定
理科（生物）	栄養条件がもたらすイシクラゲの代謝への影響 繁殖とヘテロシストの数の変化
理科（生物）	植物の成長効率を フィボナッチ数列で考える
理科（生物）	ネジバナと菌根菌の関係を探る ～ネジバナ種子を発芽させるにはどうすればよいだろうか～
理科（生物）	発光バクテリアはなぜグルコース添加培地では光らないのか
理科（生物）	ラン藻類に含まれる保水性物質の実用性
理科（生物）	線虫の嗅覚と学習の関係性
理科（生物）	光の色の違いが植物に与える影響 ～トマトの果実とハツカダイコンに着目して～
理科（地学）	雲に関する観天望気と実際の天気変化の関係 「ウロコ雲（巻積雲）が出たら3日のうちに雨」
理科（総合領域）	親水性ゲルパッチによる抗原の送達率を上げるための改善案を考える ～親水性ゲルパッチの構造とアジュバントに着目して～
理科（総合領域）	温暖化に対するスギの木の適正利用の問題点とその改善点
理科（総合領域）	すい臓がんの免疫治療における新薬
情報	茗溪学園学校見学用オリジナルスマートフォンアプリケーションの製作
情報	プログラミング教育を支援するサービスの開発
情報	視覚を誘導するミスディレクション ～ディスプレイ上を動く文字に気づかせない指示とは～
情報	倍音加算シンセを応用した音声合成

平成 28 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
経過措置 1 年次

発行日：平成 29 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