

平成 27 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 4 年次

平成 31 年 3 月



高松第一高等学校

発刊にあたって

高松第一高等学校
校長 中條 敏雄

本校のSSH事業は、平成22年度からの指定に引き続き、平成27年度2期目の指定をいただき、現在4年目の事業計画に沿って取り組んでまいりました。これまで支えて頂きました関係機関ならびに運営指導委員をはじめ、ご支援ご指導をいただいております皆様に心より感謝申し上げます。これからも「国際的な科学技術系人材の育成」を目指すSSH事業の使命を果たせるよう、より充実した実践に取り組んでまいりたいと思いますので、今後ともご支援とご協力をよろしくお願いいたします。

さて、2期目では、1期目の実践と課題を踏まえ、プログラムの充実と継続、全校生へ拡げていくことを目標に実践を進めています。

2期目の研究開発課題は「自ら考え行動できる創造的人材を育成する持続可能なプログラム実践」としており、次の5項目を掲げて取り組んでいます。

- I 全教科によるアクティブラーニングの実践
- II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践
- III 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践
- IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践
- V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発

4年目となる本年度は、全教科によるアクティブラーニングの実践や「学び」に対する生徒の主体性を引き出す取り組みを重点的に進めてきました。次期学習指導要領でも、生徒に必要な資質・能力（何ができるようになるか）について①知識・技能②思考力、判断力、表現力等③学びに向かう力、人間性等の三つを掲げています。特に「主体的・対話的で深い学び」が重視されていますが、本校でもこれを目指して取り組んでいます。全教科科目においても今まで以上に学習到達目標を明確に設定し、「対話的で深い学び」れを実現するための授業方法と評価方法の開発、その実践内容の共有化をグループ研究として進めてきました。

昨年9月に示された「SSH支援事業の今後の方向性等に関する有識者報告書」では、研究成果の他校への展開と理数系教育全体の向上を図る期待について言及がありました。本校でも地域社会、他校への提供などを念頭に研究実践をおこなっているところです。評価方法の研究や成果の発信など未だ発展途上のものもありますが、この1年間の実践内容をまとめました。今後のご参考にさせていただければと思います。また、ご批評やご感想、さらにご助言をいただいで、これからの時代に相応しい授業について、意見交換ができれば幸いと存じます。

最後になりましたが、文部科学省、科学技術振興機構、香川県教育委員会、高松市教育委員会、大学をはじめとする教育研究機関や研究者の皆様、SSH運営指導員の皆様からご支援とご助言をいただいでおりますことに重ねて御礼申し上げます。

目次

平成30年度SSH研究開発実施報告（要約）	1
平成30年度SSH研究開発の成果と課題	5

実施報告書

第1章 研究開発の概要

1 学校の概要	9
2 研究開発課題	9
3 研究の目的・目標	9
4 研究開発の概略	10
5 研究開発の実施規模	10
6 研究開発の仮説	10
7 研究開発の内容・実施方法・検証評価	11
8 必要となる教育課程の特例等	12
9 研究開発計画・評価計画	13

第2章 研究開発の内容

I 全教科によるアクティブラーニングの実践	14
II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践	31
III 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践	37
IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践	46
V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発	49

第3章 実施の効果とその評価、および中間評価以降の改善・対応状況	51
----------------------------------	----

第4章 校内におけるSSHの組織的推進体制	56
-----------------------	----

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性・成果の普及	57
-----------------------------------	----

関係資料

平成28・29・30年度入学生 普通科特別理科コースおよび理系コースの教育課程表	58
運営指導委員会	59

高松第一高等学校	指定第 2 期目	27～31
----------	----------	-------

① 平成 30 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	自ら考え行動できる創造的人材を育成する持続可能なプログラム実践
② 研究開発の概要	<p>I 全教科によるアクティブラーニングの実践 全校生対象の取組として、能動的な学習活動を取り入れ、授業が生徒同士の学び合う場となるように、全教科で開発・実施する。</p> <p>II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践 「Advanced Science」での課題研究に加え、全校生に科学的な探究方法を身に付けられるようなグループによる課題研究を実施し、その評価方法を開発する。</p> <p>III 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践 大学等との連携により、最先端の科学技術を学び、知的好奇心を喚起し、創造性を育むようなプログラムを開発・実施する。</p> <p>IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践 自己の活躍の可能性を認識させ、社会貢献できる人材を育成するためのプログラムを開発・実施する。</p> <p>V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発 理系の女性研究者・技術者をロールモデルとしたキャリア教育プログラムを開発・実施する。</p>
③ 平成 30 年度実施規模	普通科特別理科コース（各学年 1 クラス計 119 名）を対象に実施する。「アクティブラーニング」「課題研究」「自然科学講演会」は、全校生徒計 912 名を対象に実施する。
④ 研究開発内容	<p>○研究計画</p> <p>【第 1 年次】</p> <p>I 全教科によるアクティブラーニングの実践 理科：アクティブラーニングの実践・検証・プログラム開発 理科以外：導入分野の検討・プログラム開発</p> <p>II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践 「Introductory Science」「Advanced Science I」「Advanced Science II」の実施</p> <p>III 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践 「Introductory Science」「Advanced Science I」「自然科学講演会」の実施 「関東合宿」の実施</p> <p>IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践 「Introductory Science」「Advanced Science I」の実施 「海外研修」の実施</p> <p>V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発 「Introductory Science」「自然科学講演会」「関東合宿」の実施</p> <p>【第 2 年次】</p> <p>I 全教科によるアクティブラーニングの実践 理科：アクティブラーニングの実践・検証・プログラム開発、アメリカの教科書の翻訳 理科以外：導入分野の検討・プログラム開発と試行</p> <p>II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践 「Introductory Science」「Advanced Science I」「Advanced Science II」の実施 理科課題研究の実践。ルーブリックによる評価・検証</p> <p>III 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践 「Introductory Science」「Advanced Science I」「自然科学講演会」の実施 「関東合宿」の実施 「学びたいことプログラム」の実施方法の研究</p> <p>IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践 「Introductory Science」「Advanced Science I」の実施 「海外研修」の実施</p>

- 「学びたいことプログラム」の実施方法の研究
- V 研究者・技術者をめざす理系女子生徒育成プログラムの開発
「Introductory Science」「自然科学講演会」「関東合宿」の実施
卒業生人材活用データベースの作成・活用
- 【第 3 年次】
- I 全教科によるアクティブラーニングの実践
理科：アクティブラーニングの実践・検証・プログラム開発，実践事例の収集
理科以外：アクティブラーニングの実践・検証・プログラム開発
- II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践
「Introductory Science」「Advanced Science I」「Advanced Science II」の実施
理科課題研究の実践。ルーブリックによる評価・検証
- III 最先端の科学技術を学び，知的好奇心を高めるプログラムの実践
「Introductory Science」「Advanced Science I」「自然科学講演会」の実施
「関東合宿」の実施
「学びたいことプログラム」の実施方法の研究
- IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践
「Introductory Science」「Advanced Science I」の実施
「海外研修」の実施
「学びたいことプログラム」の実施方法の研究
- V 研究者・技術者をめざす理系女子生徒育成プログラムの開発
「Introductory Science」「自然科学講演会」「関東合宿」の実施
卒業生人材活用データベースの作成・活用
- 【第 4 年次】
- I 全教科によるアクティブラーニングの実践
理科：アクティブラーニングの実践・検証・プログラム開発・テキスト作成
理科以外：導入分野の検討・プログラム開発
- II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践
「Introductory Science」「Advanced Science I」「Advanced Science II」の実施
理科課題研究の実践。ルーブリックによる評価・検証
- III 最先端の科学技術を学び，知的好奇心を高めるプログラムの実践
「Introductory Science」「Advanced Science I」「自然科学講演会」の実施
「関東合宿」の実施
「学びたいことプログラム」の実施
- IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践
「Introductory Science」「Advanced Science I」の実施
「海外研修」の実施
「学びたいことプログラム」の実施
- V 研究者・技術者をめざす理系女子生徒育成プログラムの開発
「Introductory Science」「自然科学講演会」「関東合宿」の実施
卒業生人材活用データベースの作成・活用
- 【第 5 年次】
- I 全教科によるアクティブラーニングの実践
理科：アクティブラーニングの実践・検証・プログラム開発・テキスト作成
理科以外：導入分野の検討・プログラム開発
- II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践
「Introductory Science」「Advanced Science I」「Advanced Science II」の実施
理科課題研究の実践，ルーブリックによる評価・検証
- III 最先端の科学技術を学び，知的好奇心を高めるプログラムの実践
「Introductory Science」「Advanced Science I」「自然科学講演会」の実施
「関東合宿」の実施
「学びたいことプログラム」の実施
- IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践
「Introductory Science」「Advanced Science I」の実施

「海外研修」の実施

「学びたいことプログラム」の実施

V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発

「Introductory Science」「自然科学講演会」「関東合宿」の実施

卒業生人材活用データベースの作成・活用

○教育課程上の特例等特記すべき事項

普通科特別理科コースには、「社会と情報（1 年次 1 単位）」と「総合的な学習の時間（各学年 1 単位ずつ）」を減じて、学校設定科目「Introductory Science（1 年次 2 単位）」「Advanced Science I（2 年次 2 単位）」「Advanced Science II（3 年次 1 単位）」を開設する。また、普通科理系コースには、「理科課題研究（2 年次 1 単位）」を開設する。

○平成 30 年度の教育課程の内容

特別理科コースにおいて、次の学校設定科目を履修

第 1 学年：「Introductory Science」（2 単位）

第 2 学年：「Advanced Science I」（2 単位）

第 3 学年：「Advanced Science II」（1 単位）

○具体的な研究事項・活動内容

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

理科においては、問題発見・解決能力を高めるために思考過程を重視した授業の実践を行っている。典型的な誤概念のリサーチに基づいて設定した課題を与え、その予想・仮説が正しいかどうかを実験・観察を通して検証させることにより正しい概念形成を目指している。既存の概念から新しい概念に移行させる過程で、生徒同士の学び合いの機会を増やすような取組を行っている。

理科以外の教科においても、育てたい生徒像・身につけさせたい力を明確にし、与えられた課題に対して、グループワークやペアワークを適宜導入したり、プレゼンテーションやディスカッションの機会を設けて各教科の特色を生かしたアクティブラーニングを実践している。

平成 30 年度も昨年度までの流れを継続し、全教員を 3～4 名のグループに分け、チームによるアクティブラーニングによる授業作りを目指し、その導入分野や単元、授業展開や生徒への発問等について、各自で考えた授業プランをたたき台にして議論を重ねている。実際の授業については、そのグループに所属する教員全員が実践し、実践後の振り返りも行っている。また、新たな研究として、パフォーマンス課題作りとその生徒作品の収集を行い、評価基準の作成の準備を進めている。

また平成 28 年度より、共通の様式を作って、「アクティブラーニング授業実践レポート」を作成し、サーバーに保存している。これは、学習活動の流れや指導上の留意点を記載した報告書となっている。学習活動の流れの中では、課題設定と生徒への発問についても示し、それぞれの活動が「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」とどのようにリンクしているのかが分かるように工夫した。さらに、授業者が、授業による生徒の変容や今後の課題などの気づきを記録している。こうした取組が教員間の情報共有とグループでの授業作りに役立っている。

II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

主対象の特別理科コースの生徒に対しては、学校設定科目「Advanced Science I」「Advanced Science II」による課題研究をさらに充実させる。そのため、これまでに確立された課題研究の指導方法およびルーブリックによる評価方法をさらに改善し、校内で統一した指導体制を確立できるよう、大学および他校との連携、校内研修会を行う。

理系コースの生徒に対しては、平成 28 年度より 2 年次に開講した「理科課題研究」を実施する。通常のカリキュラムにおける「理科課題研究」について、持続可能な実施方法、指導方法および評価方法を研究する。平成 30 年度は、研究テーマの幅を広げ、研究テーマ決定の際の自由度を大きくする工夫を行った。なお、文系コースの生徒に対しては、「総合的な学習の時間」で課題研究を実施する。

III 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

主対象の生徒に対する「Introductory Science」「Advanced Science I」の講義を、大学、博物館、研究機関、企業等との連携プログラムによって充実させる。また、第 2 学年夏休み実施予定の「関東合宿」については、これまでの連携機関に加えて、新たな連携先を開拓し、プログラムを開発・実践する。これらの研修では、教員主導のプログラムに加え、生徒主体の「学びたいこと」プログラムを企画・運営させる。

IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践

主対象の生徒に対して、理系で必要な英語の語彙と表現方法を習得すること、科学論文の形式に慣れさせることを目的として、「Introductory Science」の中で、Content-Based Instruction（英語によ

る理科・数学の講義）を実施する。また、「Advanced Science I」の中で、本校 ALT や高松市都市交流室の担当者、高松市教育委員会の外国人英語指導助手による科学英語向上プログラムを実施する。

海外研修は、自然科学発祥の地イギリスとし、連携校を 2 校に増やし、生徒の希望選択制でコースを選択させて実施する。

V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発

女性研究者・技術者を積極的に招へいし、キャリア教育の視点から理系分野で活躍できる女子生徒を育成するためのプログラムを開発・実践する。また、卒業生を活用したり、地元の女性研究者・技術者を招いたりすることで、身近なロールモデルと交流する機会を確保する。そのほか、各学会・大学等が行っている女子の理系進学を励ます取組との連携を行う。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

全教員を 3～4 名のグループに分け、チームによるアクティブラーニングによる授業作りを目指し、その導入分野や単元、授業展開や生徒への発問等について、各自で考えた授業プランをたたき台にして議論を重ねている。実際の授業については、そのグループに所属する教員全員が実践し、実践後の振り返りも行っている。年々授業改善への意識が高まり、チームでの授業改善の取組が当たり前になってきた。また、生徒の変容を捉えるためにパフォーマンス課題を作成した。

課題研究の実施に当たっては、主対象生徒は、1 年次から 3 年次までの学校設定科目の中で、科学的なものの見方や考え方、科学的手法による探究活動を身につけることができるようなプログラムを展開している。評価については、ルーブリックを作成し、課題研究の途中過程や活動状況の評価できるように工夫するとともに、評価の生徒へのフィードバックを通して、科学的な探究活動で重要視されるポイントを確認した。これは、教員側にとっては、本校の課題研究の指導観を明確にすることにつながっている。

また、普通科理系コースの生徒を対象に、「理科課題研究（1 単位）」を実施した。10 月中旬より 2 時間連続の理科課題研究の講座を設定し、物理・化学・生物・数学の 4 分野について探究活動を行えるようにした。通常の理科の授業での生徒実験と違い、課題解決の方法を自ら考えることで、科学的に探究することの難しさを知ると同時に、その方法について学ぶことができた。また昨年までは生徒の活動の評価の観点を「課題把握力」「発想力」「科学的探究力」「分析力」「表現力」の 5 つとして評価していたが、今年度は、ルーブリックを作成し評価を行った。

「Introductory Science」、「Advanced Science I」「関東合宿」「自然科学講演会」の中で、自然科学への興味・関心を高め、最先端の研究内容を知る目的で、出張講義等を実施した。また、自然科学で必要な英語の表現に慣れることを目的に、英語による化学・海洋科学の授業 CBI(Content-Based Instruction)を実施した。単発の講座では身につけるところまでは到達しないものの、英語への興味関心が高まり、自然科学分野に関する英語表現を身につけたいと感じた生徒は多く、海外で活躍したいと思う生徒も約 7 割であった。また、2 年生は海外研修において、英語によるポスター発表も行った。プレゼンテーション資料などの英訳については英語科・ALT の全面協力の体制が確立している。また、管理機関の協力により、市内の小中学校に派遣されている ALT を招聘し、指導・助言の機会も得た。

身近な存在がロールモデルとして受け入れやすいという状況を踏まえ、企業で技術系職員としてはたっている本校卒業生に依頼し、理系女子講演会を開催した。

○実施上の課題と今後の取組

教科内でのアクティブラーニング実践事例の共有や教科間での情報交換を通して、さらなる教員のスキルアップを図るとともに、物理で進めている概念理解度調査テストなど、「アクティブラーニングによる授業の効果を測る方法」の確立が必要である。その一つの方策として、パフォーマンス評価を導入する。

課題研究については、主対象の特別理科コースの生徒に対しては学校設定科目の中で、理系コースの生徒に対しては「理科課題研究」の中で、科学的な探究方法を身につけさせ、主体的・能動的に活動できるような実践を継続する。

また外部機関との連携では、これまで、「関東合宿」は教員主導で展開してきたが、生徒自ら「学びたいことプログラム」を企画・運営させることで、より主体的・意欲的に取り組ませたい。

CBI は、中学まで科学英語に触れることのなかった生徒が、それに触れる最初の機会であり、一定の成果を上げているので、今後も継続する。海外研修については、聴き手（現地交流校の生徒）をより意識したプレゼンテーションへの転換を行った。これにより、研究内容が理解されやすくなり、質疑応答が活発になった。今後は、「学術的な表現の習得」と「コミュニケーション力の向上」のバランスを考慮することが課題となる。

高松第一高等学校	指定第2期目	27～31
----------	--------	-------

②平成30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

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

授業改善への取り組みに関して3つのポイント「①チームによる取り組み」「②アクティブラーニングを取り入れた授業改善（H27年度より継続調査）」「③チームによるパフォーマンス課題」の実施状況について、教員61名を対象にアンケート調査を行った。

チームで活動する際に特に工夫した点は、放課後や空き時間、教科の会を利用して「定期的な」ミーティングを持ちながら、授業改善を行ったことである。チームリーダーや担当者がたたき台としてテーマやプランを提示したり、全員が課題としてアイデアを持ち寄るなど、年間目標・指導計画・指導案の作成や、ワークシート・パフォーマンス課題などの教材開発を協力して行った。ミーティングの頻度は週1回～月1回と、チームによって異なるが、必要に応じて実施した。昨年と比較して大きく前進があったのが授業参観であった。チームで作成した指導案を全員で実施し、授業参観後に分析を行った。また授業参観ができない場合も、授業をビデオ撮影し、常に誰でも参観できる環境を作ったグループもあった。

「今年度アクティブラーニングを取り入れた授業を実施したか」に関して、「実施した」と回答したものがここ4年間でさらに増加し（97%）、教員全体の意識が高まっていることが分かる。その頻度については、教科・科目により異なっているが、ここ数年の傾向としては、必要に応じて随時取り入れ、（ほぼ）毎回導入している教員が増えていることが挙げられる。取り入れ方としては、グループワーク（50%→83%）ペアワーク（33%→61%）と大幅に増加し、生徒主体の授業形態が定着してきたことが窺える。次いでプレゼンテーションが増加した。実施するタイミングは、授業を通して発展的内容に取り組みせたり主体的に活動させたい時に、随時、または常に取り入れているという回答が最も多く（68%）、ますます多くの教員がALを取り入れた授業改善に取り組んでいることが分かる。第1期より継続して、SSH研究成果報告会での公開授業や管理機関の学校訪問での研究授業では、参加者と授業者の意見や情報を交換・共有するために、フィードバックボードを準備し、今後の授業に役立てられるような工夫を行ったり、指導・助言を仰ぐ機会を設けたりした。下表はその実施状況である。

	SSH 研究成果報告会（公開授業）					高松市教育委員会訪問（研究授業）			
	第1期	H27	H28	H29	H30	H27	H28	H29	H30
数学			○	○	○		○		
理科	物理	○	○	○	○	○			
	化学	○	○	○	○	○			
	生物	○	○	○	○	○			
	地学							○	
国語		○			○	○		○	
地歴公民				○					○
英語			○				○	○	○
保健体育				○		○			○
芸術	音楽		○						
	美術							○	
家庭					○	○			

また、今年度新たに、チームで「パフォーマンス課題」を取り入れた授業研究に取り組んだ。「主体的・対話的で深い学び」の実現と、資質・能力のバランスの取れた多面的・多角的な学習評価を行っていくことを目指したものである。1学期にパフォーマンス課題の研究と計画を行い、その後、1学期～3学期の設定された時期に実施したグループが最も多かった（50.8%）。1年を通じて計画的に実施したグループは、以前からすでにパフォーマンス課題に取り組んでいる教科（科目）であった。計画は立てたが、実施できなかったものも27.1%あり、理由としては、設定した課題を実施する段階まで授業で展開できなかった、課題が適切ではなかったなど計画が不十分であったことが挙げられる。来年度の課題としたい。

II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

主対象生徒は、1年次から3年次までの学校設定科目の中で、探究活動を通して科学的なものの見方や

考え方、科学的に探究する方法を身につけることができるようなプログラムを展開している。

1年次の「Introductory Science」の中で展開した「実験の基本操作」「考える科学」「ミニ課題研究」の講義では、研究を進める上で重要な概念や手法が身につく、それが課題研究を進める中で役立っている。また、変数の制御、科学的なものの見方考え方ができる生徒が多くなっている。様々な分野についての興味関心を高めるとともに、その研究方法などについて知ることを目的とした大学等の研究者を招聘しての最先端の自然科学や科学技術についての講義も生徒に良い影響を与えている。

2年次の「Advanced Science I」では、本格的に課題研究に取り組んだ。課題研究のテーマ決定を早くすることで、その後の調査研究の時間を確保できるように計画した。また、テーマ決定直後には、「実験ノートについて」と題した講義を実施した。実験ノートの必要性和重要性やその記載の仕方など、丁寧に指導していただいた。生徒は「実験に関わることはすべて記録する」という意識をもって、課題研究以外の通常の授業でも実践している。また、各学期末に中間発表会を実施した。中間発表会と実験ノートについては、ルーブリックを用いて、課題研究の途中過程や活動状況を評価できるように工夫するとともに、評価の生徒へのフィードバックを通して、科学的な探究活動で重要視されるポイントを確認した。

3年次には、「Advanced Science II」を開設し、7月までの毎週水曜日の3・4時間目に課題研究を実施した。4月に実施した第6回四国地区SSH生徒研究発表会では、すべての研究グループがポスター発表を行った。2年生も参加して、他校の発表を聴き、科学的なコミュニケーションを図った。また、7月の校内課題研究成果発表会(e-とぴあ・かがわ)では、全ての研究グループがステージ発表し、その様子をYouTubeで全国配信し成果普及を図った。また、課題研究への取り組みが優れていたグループは各種発表会に参加した。また、各学会やコンクールに研究論文を投稿した。多くのグループが各種発表会や論文コンテストで入賞した。

28年度より普通科理系コースの生徒を対象に、科学的に探究する方法を身につけることを主たる目的として「理科課題研究(1単位)」を開設している。2学期中間考査以降、2時間連続の理科課題研究の講座を設定し、対象生徒が物理・化学・生物・数学の4分野について探究活動を行えるようにした。物理・化学・生物の探究活動では、入力変数と結果の変数の相関関係を調べるために、どのように変数を制御し実験を計画すれば、妥当性と信頼性のある実験となるのかを意識させながら進めた。また、数学の講座では、1つの課題に対して様々な方向からアプローチできるようなテーマに取り組んだり、実際の作業を通して法則性を見つけるようなテーマに取り組んだりした。通常の理科の授業での実験と違い、課題解決の方法を自ら考えることで、科学的に探究することの難しさを知ると同時に、その方法について学ぶことができたと考えている。今年度は、研究テーマの選択の幅を広げることで、生徒の興味関心のあるテーマで研究が進められるように工夫した。

Ⅲ 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

「Introductory Science」、「Advanced Science I」、「関東合宿」、「自然科学講演会」の中で、自然科学への興味・関心を高め、最先端の研究内容を知る目的で、出張講義等を実施した。「Introductory Science」では今年度、物理分野1講座、化学分野2講座、生物分野2講座、地学分野2講座、数学・情報分野3講座、環境分野2講座の出張講義を実施した。また、英語に関連した講座を3講座実施した。2年次以降の課題研究のヒントになることも考え、講座内容はできるだけ分野が偏らないように工夫した。3学期には、課題研究の練習として教員が研究課題を設定した「ミニ課題研究」を物理・化学・生物・数学の4講座行った。また、最先端に触れる機会として、企業見学、研究室・大学訪問も実施した。

生徒の事後アンケートの結果より、講義・実験が面白く(90.6%)、講義の内容が理解できた(85.8%)。また、講義全体を通して90.5%の生徒が積極的に取り組めたと自己評価しており、実験技能を高めることができ(83.9%)、講義内容をもっと知りたい(84.8%)と感じている。さらに、83.6%の生徒が研究に対する興味・関心が増したと回答しており、研究者をロールモデルとして捉えられたという生徒も多く、一定の成果を上げることができたと考えられる。

また、関東合宿では、実施した「学びたいことプログラム」は生徒がつくる研修プログラムであり、研修先の選定からアポイントメント、当日の講座内容の打ち合わせなどを生徒自ら行ったので、より積極的に意欲的であった。

Ⅳ 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践

「Introductory Science」の中で、自然科学に必要な英語の表現に慣れることを目的に、英語による化学・海洋科学の授業CBI(Content-Based Instruction)を実施した。講座への取組は熱心で、興味関心はあるものの、海外で活躍したいと思う生徒は69.3%であった。

一方、2年生の海外研修に向けての生徒のモチベーションは高く、現地でも意欲的に活動に取り組んで

いる。生徒の感想からも、海外の大学や研究機関を直接訪問することで、将来、海外で活躍したいと考える生徒が増えている。また、海外の生徒と協力して実験や科学的な課題に取り組むことで、文化の違いや考え方の違いを感じるとともに、語学力の重要性が実感できたようで、帰国後の学習に繋がっている。

年々英語でのプレゼンテーションや、その後の受け答えがうまくなってきているので、本校英語科教員や本校英語招聘講師による指導、高松市教育委員会の外国人英語指導助手による科学英語向上プログラムは英語での科学コミュニケーション力向上に成果を上げたと言える。

「内容の簡略化」により、プレゼンテーションの内容が理解されやすくなり、質疑応答が増え、コミュニケーションの機会が増えた。また、学校内だけでなくホームステイ期間中にホストファミリーに対してもプレゼンテーションを行うように指示をしたところ、多くの家庭で実施され、今まで以上に科学英語を使う機会とコミュニケーションの機会が増え、英語力の向上に繋がった。成果が出ているので、来年度以降もこの方向性で継続していきたい。今後も、英語への苦手意識や自然科学分野の英語表現の難しさを克服し、意識を高めて世界で活躍できる人材を育てる取り組みを進めるために、海外研修を目標として、継続的な取組を計画したいと考えている。

V 研究者・技術者をめざす理系女子生徒育成プログラムの開発

身近な存在がロールモデルとして受け入れやすいという状況を踏まえ、卒業生人材活用データベースを本校同窓会と連携して作成し、世代を越えたサイエンスネットワークを構築し、活用することを目標としている。2年生の関東合宿では、国立天文台で研究者としてのスタートを切ったOGや国立がん研究センターで勤務しているOGに講義と施設見学を依頼したり、企業や大学院等で活躍している卒業生を招き、OB・OG交流会を開催した。女子生徒にとっては、OGの話には、興味・関心が高く、企業や大学院での研究や技術開発を身近に感じた生徒が多かった。

また、今年度も講演会を実施した。女子生徒のみを対象として、地元の企業で技術者として活躍している先輩のお話を聞くことができた。事後アンケートでは「会社内での技術者の業務内容」、「進路決定の流れと大学での学び」、「女性技術者の働きやすさ」等について参考になったとの回答が多く見られた。また、香川県主催の「未来をつくるRIKEJO フェスタ in かがわ」に希望者数名が参加した。女子生徒の理系希望者は増加しており、さらにロールモデルとして捉えられるような取り組みを充実させたい。

本校では、第1期SSHより継続的に、その効果を測るため、アリゾナ州立大学のアントン・ローソン教授が開発した「科学的思考力・推論力テスト(CTSR)」を1年次の5月と3年次の10月の2回実施している。CTSRは、発達上の段階、とりわけ形式的操作型の推論の妥当性と信頼性を持つ教室での使用のためのテストとして開発された。この教室用テストは教師および研究者が学生の成績を発達レベルに分けることを可能にするものとして作成されたものである。得点は、答えとその理由の両方が正解すると1点が与えられる。12点満点で採点され、学生の推論レベルは、0~4点で具体的操作期、5~8点で過渡期、9~12点で形式的操作期と判定される。

過去のCTSRの結果と同様に、今年度も3年間主対象クラスに所属した生徒は、3年次までに約70~80%の生徒が、青年期までに獲得されるとされる形式的操作段階に到達した。また、理系コースの生徒の変化は大きく変わらず形式的操作段階に到達した生徒は43.0%であった。文系コースの生徒は、到達段階に伸びが見られなかった。理科の授業でのアクティブラーニングや課題研究など、生徒が主体的に学んだり、学びを深める活動の成果の一つであると考えられる。

また、物理のアクティブラーニングによる効果の評価法については、今年度も概念理解度調査テストとして「Force Concept Inventory(力と運動に関する概念調査テスト)」を実施した。調査は質問紙調査とし、実施時期については、物理学習前の2年生4月にプレテスト、3年生11月にポストテストを行い、概念の理解度や定着度を評価した。2018年度3年生のFCIの結果は、特別理科コースでは、クラスの平均正答率がプレテストで47.3%、ポストテストで73.8%となり、規格化ゲイン0.50、理系コースではプレテストで38.3%、ポストテストで62.4%となり、ゲイン0.39となった。

アメリカでの調査では能動参加型授業、いわゆるアクティブラーニングを実施した場合のゲインは0.34~0.69と高い数値を示すが、伝統的授業の場合はそれに全く及ばないという結果が示されている。本校の特別理科コース・理系コースとともに、アクティブラーニングを取り入れた授業を展開しており、そのゲインも非常に高くなっていることが分かる。現在本校で進めている授業改善や課題研究等の取組の成果の一つと考えられる。

日本国内でも、「国際共通の評価ツールを用いた我が国の物理教育の現状調査と改革指針の探究(JSPS 科研費 26282032)」において、2014~2016年に全国調査が実施されているが、高校、大学ともに大きなゲインは得られておらず、本校の授業展開に注目されているところである。しかしながら、上記の2つの

FCI の問別の平均正答率を表しているグラフからは、例えば問番号 19 のように、特別理科コース・理系コースとともに、プレテストよりポストテストの正答率が下がっている問題もある。このような傾向について、さらにそので分析を進めることが、今後の授業改善のヒントとなると考えている。

② 研究開発の課題

上述の通り、本校 SSH 事業の取組は、概ね当初の計画に沿って、推進できていると考える。一方、第 1 期から 9 年目を迎えた取組の改善点や今後の課題も明らかになってきた。以下に、各テーマ別の課題を挙げる。

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

まずは、個人個人が引き続き、スキルアップ（発問の仕方・ファシリテーション力・教材開発など）を目指し、授業研究を続けることが必須課題である。特に専門性が高く単独で教科（科目）指導を行っている場合は、他校との情報交換なども必要となってくる。校外研修・先進校視察などへの参加を積極的に行い、知識や技術面を高めるとともに、本校の生徒にはどのような力をつけさせたいのか、そのためにはどのような授業（課題や評価法）が必要であるのかを常に模索するべきである。運営面では、タイムマネジメントをしっかりと行い、チームとして活動していけるだけの時間を作り出す必要がある。教員の士気の統一やチームによる協力体制を強化し、新しい授業を進んで実践していくことや、さらには教科を越えた授業参観、実践事例の共有などを通じて、継続的な授業研究を推進していくことが望まれる。また教科を越えて情報交換を行うことで、3 年間で生徒に求められる力は何であるか、その課題に対して生徒の負担が大き過ぎないかなど、全体的なバランスを視野に入れておく必要がある。

また、物理で進めている概念理解度調査テストや、現在開発を進めているパフォーマンス課題の作成とその評価をもとに、生徒の変容を捉え、「アクティブラーニングによる授業の効果を測る」ことが必要である。

II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

主対象の特別理科コースの生徒に対しては学校設定科目の中で、理系コースの生徒に対しては「理科課題研究」の中で、科学的な探究方法を身につけさせ、主体的・能動的に活動できるような実践を継続する。「理科課題研究」に関しては、今年度ルーブリックの作成し、初めて評価を行った。ルーブリック自体の評価を含めて検討しながら、開発・改善を進める。

III 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

これまでの実践を踏まえて、プログラムを精選し、実施する。これまでに多くの研究者や技術者と接する機会があり、その方々から現在に至るまでの道のりなどについて伺った。彼らに共通する点は、「自ら考え行動している」ということであった。現在、「関東合宿」において、「学びたいことプログラム」を生徒に企画・運営させているが、より主体的・意欲的な取り組みがみられることから、今後も継続するとともに、プログラムの円滑な実施に努めたい。

IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践

CBI は、中学まで科学英語に触れることのなかった生徒が、それに触れる最初の機会であり、一定の成果を上げているので、今後も継続する。また、海外研修における「学びたいことプログラム」については、世界情勢の不安定さを考慮しつつ、安全性を担保しながら慎重に進めたい。

V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発

卒業生を活用したり、地元の女性研究者・技術者と交流したりする機会を確保するために、同窓会の協力を得て、卒業生とのサイエンスネットワークを構築する必要がある。

また、授業改善の視点からも、女子生徒から物理・数学に苦手意識をなくす授業スタイルについて研究を進める。英国の授業研究では、男子と女子を同じと見なして指導することが平等ではないとの考えもある。経験や思考の異なる男子と女子が自然にコラボレーションをして課題解決に望む姿勢を、教室内でまずは実現するために必要な教師の配慮や授業デザインに関する具体的な検討を今後の課題とする。

今後の研究開発の方向性について

文部科学省における中間評価ヒアリングや、本校運営指導委員会での指導・助言より、本校の特徴である授業改善を第 1 の柱とした SSH 事業の取組（授業改善の校内の体制やシステム作りのノウハウや実践事例などについて）を、県内外に成果を公開・普及することに重点を置きつつ、各プログラムがさらに発展するように、各研究推進グループの活動を活性化させる必要があると考えている。

第 1 章 研究開発の概要

第1章 研究開発の概要

1 学校の概要

- たかまつだいいちこうとうがっこう
- (1) 学校名 高松第一高等学校
校長名 中條 敏雄
- (2) 所在地 〒760-0074 香川県高松市桜町2丁目5番10号
電話番号 (087)861-0244 FAX番号 (087)861-0246
- (3) 課程・学科・学年別生徒数，学級数及び教職員数

① 課程・学科・学年別生徒数，学級数

課程	学科	第1学年		第2学年		第3学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
	普通科 (理系)	281 (40)	7 (1)	279 (149)	7 (4)	278 (132)	8 (4)	838 (321)	22 (9)
	音楽科	25	1	25	1	24	1	74	3
	計	306	8	304	8	302	8	912	25

※2年次から文系，理系の類型を開設している。

※各学年に「特別理科コース」「国際文科コース」を1クラスずつ開設している。

② 教職員数

校長	教頭	教諭	養護		講師		実習指 導講師	事務 職員	技師	その他	合計
			教諭	助教諭	常勤	非常勤					
1	2	55	1	1	7	34	1	4	4	7	117

2 研究開発課題

自ら考え行動できる創造的人材を育成する持続可能なプログラム実践

3 研究開発の目的・目標

(1) 目的

生きる力を備えた，国際社会や地域社会で活躍できる創造性豊かな科学技術系人材の育成，および研究者・技術者をめざす理系女子生徒の育成

(2) 目標

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

第1期の研究開発で実践に取り組んできた理科のアクティブラーニングの成果を全教科に普及する。全校生対象の取組として，課題解決に向けて，生徒が自ら考え，相互に意見を交換し，考えをまとめて発表するという能動的な学習活動を取り入れ，授業が生徒同士の学び合う場となるように，全教科で開発・実施する。

また，第1期の研究開発でアクティブラーニングの実践に取り組んだ理科に関しては，既に開発したプログラムや今後開発予定のプログラムを含めて，カリキュラム上の位置づけを明確にし，授業実践に役立つテキストを作成し，成果普及を行う。

II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

第1期で実践してきた主対象である特別理科コースの生徒に対する「Advanced Science」での課題研究に加え，全校生に対する取組みとして，「自ら課題を設定し，仮説・実験・考察する」という科学的な探究方法を身に付けられるようなグループによる課題研究を実施し，その評価方法を開発する。

主対象以外の理系生徒に対しては，新たに設置する「理科課題研究」において，自然科学や科学技術に関連のあるテーマで実施する。文系生徒に対しては，「総合的な学習の時間」を活用して，社会科学や人文科学に関連のあるテーマで実施する。

また，生徒向けの課題研究ガイドブックや教員向けの課題研究の指導や評価に関するガイドブックを作成し，成果普及を行う。

III 最先端の科学技術を学び，知的好奇心を高めるプログラムの実践

「Introductory Science」や関東合宿，自然科学講演会など，大学・博物館・研究機関・企業等との連携事業を充実・拡大し，最先端の科学技術を学び，知的好奇心を喚起し，創造性を育むようなプログラムを開発・実施する。

また，興味・関心の幅を広げるとともに，自己の適性を認識し，目的や目標を持って大学等への進学ができるよう，基礎科学分野に加え，工学・農学・医学などの応用科学分野に関する講義をバランスよく実施する。

IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践

世界，日本，そして地域における自己の活躍の可能性を認識させ，社会貢献できる人材として育成するためのプログラムを開発・実施する。

また，海外交流校・大学・博物館・研究機関・企業等と連携した海外研修や関東合宿などの校外研

第1章 研究開発の概要

修をより効果的なプログラムに改善するため、教員主導のプログラムに加えて、生徒による研修企画チームを作り、生徒主体の「学びたいこと」プログラムを導入する。

さらに、体験を通して、国際社会で活躍するうえで必要となる発想力、表現力、語学スキルを身に付ける意義を認識し、自発的な学習を促すプログラムを開発・実施する。

V 研究者・技術者をめざす理系女子生徒育成プログラムの開発

理学・工学・農学系の女性研究者・技術者をロールモデルとした理系女子生徒を育成するためのキャリア教育プログラムを開発・実施する。

また、身近な存在がロールモデルとして受け入れやすいという状況を踏まえ、卒業生人材活用データベースを本校同窓会と連携して作成し、世代を越えたサイエンスネットワークを構築する。

4 研究開発の概略

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

全校生対象に、グループワークやプレゼンテーションなどを取り入れた授業を実施し、課題解決に向けた生徒同士の学び合いの場をつくる。

II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

主対象生徒は「Advanced Science」、理系生徒は「理科課題研究」、文系生徒は「総合的な学習の時間」で課題研究を実施する。

III 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

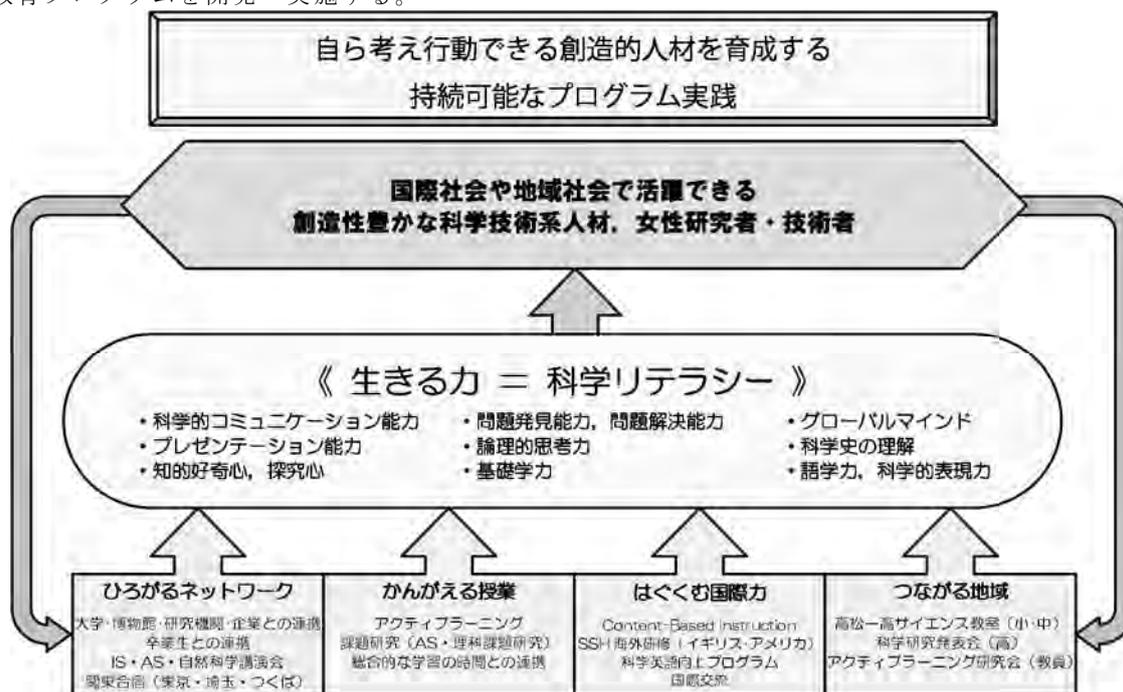
外部連携機関とのサイエンスネットワークを活用し、創造性を育む講演や講義、体験学習を実施する。

IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践

英語による科学コミュニケーション能力を高め、海外交流校との活動や生徒企画プログラムを実施する。

V 研究者・技術者をめざす理系女子生徒育成プログラムの開発

外部連携機関や卒業生を活用し、女性研究者・技術者をロールモデルとした理系女子生徒キャリア教育プログラムを開発・実施する。



▲ 図1 高松第一高等学校スーパーサイエンスハイスクール 構想図

5 研究開発の実施規模

普通科第1学年特別理科コース1クラス、普通科第2学年特別理科コース1クラス、普通科第3学年特別理科コース1クラスを対象に実施する。

本校教員による「アクティブラーニングの手法を用いた授業」「課題研究」および研究者・技術者による「自然科学講演会」に関しては、全校生徒を対象に実施する。

6 研究開発の仮説

第1期の研究開発実績を踏まえ、以下の仮説に基づき、研究開発の内容を設定した。

仮説I：学びの場として重要である授業の中で、アクティブラーニングを実践することにより、生徒は、既存の概念をもとに論理的に思考し、自ら新しい概念を構築することができるようにな

第1章 研究開発の概要

る。さらに、自ら構築した概念をもとに、より発展的な学びにつながる。

仮説Ⅱ：自ら見つけた「結果や答えが明らかでない事象」について、課題を設定し、研究メンバーや指導教員とディスカッションを行いながら、試行錯誤して研究を進めることにより、論理的に仮説を立証する方法を考えたり、自由な発想で実験を計画したり、協働して粘り強く研究に取り組んだりする姿勢や態度が育つ。また、課題研究の成果について発表することにより、プレゼンテーション能力や科学的なコミュニケーション能力も身に付く。

仮説Ⅲ：大学、博物館、研究機関、企業等との連携を充実・拡大し、高校の授業では取り扱わない事象や最先端技術をテーマとした実験・実習を含む講義を受けることにより、知的好奇心・探究心が高まり、創造性が育まれる。また、研究者や技術者との交流を通して、興味・関心を持った分野に関して、さらに深く学ぼうとする自主性や、研究者・技術者としての姿勢や態度が養われる。

仮説Ⅳ：Content-Based Instruction（英語による理科・数学の講義）、海外研修、課題研究の英語によるプレゼンテーションに取り組むことにより、科学英語の表現方法や語彙力が高まり、科学的コミュニケーション能力が養われる。また、海外研修で視野が広がるとともに、生徒が海外研修企画チームを作り、「学びたいこと」プログラムを企画・運営することにより、グローバル人材に必要な主体性・積極性、チャレンジ精神が身に付く。

仮説Ⅴ：卒業生など身近な女性研究者と交流することにより、女性の理系人材のキャリアについて視野を広げることができ、理学・工学・農学系学部を志望する女子生徒が増加する。さらに、講義や講演会で世界で活躍する女性研究者や技術者の話を聴くことにより、自己の適性の発見と将来の展望を図ることができ、向上心が高まり、難関大学に進学する女子生徒が増加する。

7 研究開発の内容・実施方法

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

i) 研究開発の内容・方法等

理科の授業では、第1期の研究開発で取り組んだアクティブラーニングの授業方法をさらに発展させて実施する。この授業方法では、生徒の持つ典型的な誤概念に関する認知科学の研究にもとづいて用意された周知な授業プランをもとに問題を提示していく。各問題では、まず生徒に結果を予想させ、議論しながら各自の持つ仮説を明確にし、その予想・仮説が正しいかどうか、実験・観察を通して検証する。実験・観察においては、センサーによるパソコン計測を導入したり、マイクロスケール実験を行ったり、フィールドワークを取り入れることによって、生徒が自ら考えたり、意見を発表したりする時間を確保し、能動的な学習活動ができるような授業展開を開発・実践する。なお、開発したプログラムや今後開発予定のプログラムを含めて、カリキュラム上の位置づけを明確にし、授業実践に役立つテキストを作成し、成果普及を行う。また、理科以外の授業に関しては、第1期で得られた理科の授業方法を参考にしながら、与えられた課題に対して、グループワークやペアワークを取り入れたり、ディスカッションやプレゼンテーションの機会を設けたりするなど、各教科の特色を取り入れたアクティブラーニングを実践する。

II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

i) 研究開発の内容・方法等

主対象の特別理科コースの生徒に対しては、学校設定科目「Advanced Science I」「Advanced Science II」による課題研究をさらに充実させる。そのため、これまでに確立された課題研究の指導方法およびルーブリックによる評価方法をさらに改善し、校内で統一した指導体制を確立できるよう、大学および他校との連携、校内研修会を行う。また、生徒向けの課題研究ガイドブックや教員向けの課題研究の指導や評価に関するガイドブックを作成し、成果普及を行う。

理系コースの生徒に対しては、2年次に「理科課題研究」を開講し実施する。通常のカリキュラムにおける「理科課題研究」について、持続可能な実施方法、指導方法および評価方法を研究する。なお、文系コースの生徒に対しては、「総合的な学習の時間」を活用して、社会科学や人文科学に関連のあるテーマで課題研究を実施する。

III 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

i) 研究開発の内容・方法等

主対象の生徒に対する「Introductory Science」「Advanced Science I」の講義を、大学、博物館、研究機関、企業等との連携プログラムによって充実させる。また、第2学年夏休み実施予定の「関東合宿」については、これまでの連携機関に加えて、新たな連携先を開拓し、プログラムを開発・実践する。

IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践

i) 研究開発の内容・方法等

主対象の生徒に対して、理系で必要な英語の語彙と表現方法を習得すること、科学論文の形式に慣れさせることを主な目的として、「Introductory Science」の中で、Content-Based Instruction（英語による理科・数学の講義）を実施する。また、「Advanced Science I」の中で、本校ALTや高松市都市交流室の担当者、高松市教育委員会の外国人英語指導助手による科学英語向上プログラムを実施する。

第1章 研究開発の概要

海外研修は、自然科学発祥の地イギリスとし、連携校を2校に増やし、生徒の希望選択制でコースを選択させて実施する。これらの研修では、教員主導のプログラムに加え、生徒主体の「学びたいこと」プログラムを企画・運営させる。

V 研究者・技術者をめざす理系女子生徒育成プログラムの開発

i) 研究開発の内容・方法等

女性研究者・技術者を積極的に招へいし、キャリア教育の視点から理系分野で活躍できる女子生徒を育成するためのプログラムを開発・実践する。また、卒業生を活用したり、地元の女性研究者・技術者を招いたりすることで、身近なロールモデルと交流する機会を確保する。そのほか、各学会・大学等が行っている女子の理系進学を励ます取組との連携を行う。

また、本校同窓会の協力を得て、卒業生とのサイエンスネットワークを構築する。

8 必要となる教育課程の特例等

①必要となる教育課程の特例とその適用範囲

適用範囲：平成27・28・29年度入学生 普通科特別理科コース（各学年1クラス）

教科	科目	標準単位	特例	理由
情報	社会と情報	2単位	1単位	1年次に学校設定科目「Introductory Science」を開設し、科学に対する理解と認識を幅広く高めると共に情報技術を向上させるため。また、コンピュータや情報通信ネットワークなどを活用し、データの収集・整理・分析・考察などの基礎的な知識や技能の習得には情報担当教員と理科・数学担当教員がサポートする。
総合的な学習の時間		3～6単位	-	学校設定科目を3科目（「Introductory Science」、「Advanced Science I」、「Advanced Science II」）合計5単位開設し、課題研究等総合的な学習の時間の趣旨に沿った内容で代替するため。

②教育課程の特例に該当しない教育課程の変更

適用範囲：特別理科コース（各学年1クラス）

教科・科目	理科・「Introductory Science」
開設する理由	1年次に、科学に対する興味・関心や進路意識を高め、科学の学習意欲を喚起すると共に情報技術を向上させるため。
目標	科学に対する幅広い理解と認識及び実験技能等を高め、科学への興味・関心及び明確な進路意識を持たせると共に情報技術を向上させる。
内容	理学、工学、農学、医学等に関する講義・実験・実習とその事前・事後指導及び、英語による理科・数学の授業等。
履修学年・単位数	第1学年・2単位
方法	毎週2単位時間を連続させ、大学教員による講義・実習を中心に実施する。
既存科目との関連	物理、化学、生物、地学、情報、保健等の学習内容に関連し、最先端の研究や社会への貢献等を学び、また、種々の実験操作を習得できる。また、将来の進路を考えさせることで総合的な学習の時間の趣旨を取り込む。

教科・科目	理科・「Advanced Science I」
開設する理由	2年次に、課題研究とその発表を行い科学研究の方法を学び、また、技能を高めるため。
目標	研究テーマの設定や研究計画の立案方法及び研究の進め方を学ぶと共に、科学的コミュニケーション能力を身に付ける。
内容	実験・実習、コンピュータ実習、「科学プレゼンテーション」講義、課題研究及び発表等。
履修学年・単位数	第2学年・2単位
方法	毎週午後の2単位時間を連続させ、少人数のグループによる課題研究と中間発表を行う。課題研究では香川大学等連携大学及び日本科学未来館・愛媛県総合科学博物館等の連携機関の協力を得て指導する。
既存科目との関連	物理、化学、生物、数学、及び総合的な学習の時間に関連して課題研究を充実させることで、科学的思考や実験技能及び、科学的コミュニケーション能力を大きく高めることができる。また、研究を進める過程で情報処理の技能を高め、さらに生命や健康、環境問題に留意させることで保健分野の理解を深める。

第1章 研究開発の概要

教科・科目	理科・「Advanced Science II」
開設する理由	第2学年の「Advanced Science I」に引き続き、少人数のグループで課題研究を実施し、論文作成及び研究発表を行うため。
目標	研究テーマ設定、計画の立案、研究技能、論文作成、研究発表等の能力を高める。
内容	課題研究、論文作成、研究発表
履修学年・単位数	第3学年・1単位
方法	前期に開設し、週2単位時間を連続で実施する。2年次に続いて少人数グループによる課題研究及び論文作成、研究発表を行う。本校教員が中心となり指導する。
既存科目との関連	物理、化学、生物、数学の課題研究の内容を充実させることで、科学的思考や実験技能及び、論文作成能力や発表能力を高めることができる。また、データ処理や研究発表等により情報技術を高める。

9 研究開発計画・評価計画

(1) 研究開発計画

生きる力を備えた、国際社会や地域社会で活躍できる創造性豊かな科学技術系人材、および研究者・技術者を目指す理系女子生徒を育成するために、年次進行計画に基づき、I～Vに挙げたプログラムを開発・実施し、持続可能なカリキュラムを開発する。

指定1・2年目に開発・試行したプログラムを、3年目以降は本格実施する。

(2) 評価計画

第1期の研究開発で、3年間の生徒の変容を評価するための手段として取り入れている科学的思考力・推論力を調べる「ローソンテスト」を、継続的に

実施する。調査は質問紙調査とし、実施時期は1年次5月と3年次10月の計2回、全校生徒を対象に行う。また、香川大学教育学部と連携して、2014年度に実施された「ローソンテスト」の全国調査の結果と本校生徒の調査結果を照らし合わせて、生徒の発達段階について評価する。

理科のアクティブラーニングによる効果の評価法については、新たに「概念理解度調査テスト」を導入する。調査は質問紙調査とし、実施時期については、理科の各科目の学習前にプレテストを行い、3年生10月にポストテストを行い、概念の理解度や定着度を評価し、授業実践にフィードバックする。評価・分析については、香川大学教育学部に協力を依頼して実施する。

課題研究の生徒の取組に関する評価は、第1期に開発したルーブリックを用いて実施する。研究が科学的な探究方法により進められ、研究結果が明確になっていることを評価する「研究の視点からの評価」は、中間発表会や最終発表会の際に評価する。もう一つの、日常の活動状況を見る「教育の視点からの評価」は、実験ノートの記載事項に基づき、各学期末考査の時期に合わせて実施する。

「Introductory Science」での講義や講演会、「関東合宿」や「海外研修」などについては、「内容の理解度」「実験・観察の技能」「興味・関心・意欲」「進路意識」の4つの観点を設定し、生徒の変容などを評価するために、行事实施ごとにアンケートを実施する。また、講義ノートやレポートも合わせて、多面的に評価する。



第2章 研究開発の内容

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

第2章 研究開発の内容

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

第2章 研究開発の内容

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

a. 共通理念

全校生対象の取り組みとして課題解決に向けて、生徒が自ら考え、相互に意見を交換し、考えをまとめて発表するという能動的な学習活動を取り入れ、授業が生徒同士の学び合う場となるように、全教科で開発・実施する。

b. 各教科で育てたい生徒像・身につけさせたい力

<理科>

問題発見・解決能力を高めるために思考過程の時間を重視した授業の実践を行う。

- ① 典型的な誤概念の研究に基づいて設定した課題を与え、正しい概念形成を目指す。
- ② 新しい現象を説明するために、授業者の適切なガイドの下、新たな知識の獲得を目指す。
- ③ 調べたいものを調べるための実験を自ら計画し、実験することで、実験スキルや結論から得られる新たな知識だけでなく、変数を意識した実験デザイン力を高める。

既存の概念から新しい概念に移行させる課程で、生徒同士の学び合いの機会を増やす。

↓
自分自身の言葉で説明し、他者の意見に対して能動的に思考することを通して、学習内容に対する理解が進み、概念形成がスムーズに進むような授業展開を目指す。

* 思考過程を重視した授業の試み（開発した教材）

物理	化学
<ul style="list-style-type: none"> ・物体の運動（斜面の上り下り） ・物体の運動（鉛直投げ上げ） ・ばねにはたらく力と伸びの関係 ・作用反作用の法則 ・浮力 ・空気抵抗を受ける落体の運動 ・摩擦力 ・力学的エネルギー保存の法則＋斜方投射 ・力のモーメント ・2物体の斜め衝突 ・単振動 ・単振り子 ・波の性質 ・波の反射，屈折，回折 ・波の干渉 ・弦の固有振動 ・電気抵抗（非直線抵抗） ・コンデンサーの充放電 ・コンデンサーを含む直流回路 	<ul style="list-style-type: none"> ・酸化還元滴定 ・化学変化と量的関係 ・塩の性質 ・有機化学の様々な反応 ・有機化合物の構造式の推定 ・中和滴定 ・化学平衡 ・バイオディーゼル燃料 ・金属イオンの反応
	生物
	<ul style="list-style-type: none"> ・生物多様性について考える ・植生の遷移 ・動物の行動 ・土壌動物と環境 ・体内環境・ホルモン ・塩基配列を読もうー翻訳のしくみと突然変異ー ・DNAの構造（科学史）

<その他の教科>

国語	<ul style="list-style-type: none"> ・国語を的確に理解し的確に表現する能力，相手にうまく伝えるコミュニケーション能力 ・思考力や想像力を伸ばし，心情豊かな生徒 ・いろいろなことに興味を持ち，すすんで読書に取り組める生徒
地歴 ・ 公民	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎学力の向上 ・さまざまな社会問題について興味を持ち，自ら考える能力 ・日本や世界の歴史的な歩みを知り，日本人としてのアイデンティティを持って異文化に対する理解を深める力
数学	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎的・基本的な学力 ・自分の考えを数学的な表現を用いて，論理的に思考し説明する力
保健体 育	<ul style="list-style-type: none"> ・授業や部活動を通して，心身の成長を図るとともに，自分で考え行動できる生徒
芸術	<ul style="list-style-type: none"> ・様々な芸術作品に接したり，自分自身の創造的な活動を通したりして，多様な表現や価値観を理解し，広く芸術文化を愛好する心 ・身近な日常の中の「美」の存在に気づき，授業を通して得た知識を日常生活の中に生かせる応用力を持った生徒
家庭	<ul style="list-style-type: none"> ・生活的自立ができる生徒
英語	<ul style="list-style-type: none"> ・英語を的確に理解し的確に表現する能力，相手にうまく伝えるコミュニケーション能力 ・主体性を持って多様な人々と協働して学ぶ態度

第2章 研究開発の内容

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

c. 平成30年度の取組(指定第2期目4年次)

アクティブラーニングを全教科・全生徒対象に広げるための取り組みとして、教育研究部と連携して以下の授業改善および研修を実施した。

○職員校内研修の企画及び実施

2018年5月21日 「パフォーマンス課題作りとその評価について」

京都大学大学院 教育学研究科 西岡 加名恵 先生

○アクティブラーニング研修会, 教科研修会, 先進校視察などへの参加促進

○授業改善への取り組み

(1) 全教科研究授業の実施

SSH 成果発表会及び、市教委訪問などにおいて毎年度各教科(理科は各科目)1名の代表者が研究授業を行い、教科内授業研究を行う。

(2) 教科内「チームによる」取り組み

平成29年度より、チームによる授業研究に取り組んでいる。各教科3～4人程度のグループに分かれ実践する。複数名の教員が一つのチームとして協力しあうことで、個人では限界のあった授業改革実現に向け、大きな前進が期待できると考えている。取り組み課題は以下の3点である。

① 研究対象科目について「年間目標/指導計画」を設定する。

「学力3要素」のうち「思考力・判断力・表現力」「主体性を持って多様な人々と協働して学ぶ態度」の育成に関連して、育てたい生徒像・身につけさせたい力や指導計画について考える。その際、パフォーマンス課題を設定する。

② パフォーマンス課題を取り入れた単元設計を行う。

年間指導計画の中で設定したパフォーマンス課題をチームで計画・作成し、実施する。生徒作品のデータを保存し、来年度評価基準作成時の材料とする。

③ アクティブラーニングを取り入れた授業計画, 実践, 検証(レポート報告)を行う。

チームで一つの授業を作り、実践する。互いに授業参観をし、改善点や成果などを検証し、一枚のレポートにまとめ報告する。

以下、理科・数学科の「年間目標/指導計画」「パフォーマンス課題を取り入れた単元指導案」「アクティブラーニングを取り入れた授業実践レポート」を掲載する。

プロジェクトA 各教科・科目で育てたい生徒像・身につけさせたい力や年間指導計画について考える。

<年間目標と指導計画>

1. (理科・物理)		チーム (A), メンバー (○本田・佐藤・岡田・四茂野)	
2. 教科全体目標	自分自身の言葉で説明し、他者の意見に対して能動的に思考することを通じて、学習内容に対する理解が進み、概念形成がスムーズに進むような授業展開を目指す。		
3. 対象科目	物理基礎・物理	4. 対象学年	2年
5. 対象科目の年間到達目標	物理的な事物・現象に対する探究心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、物理学的に探究する能力と態度を育てるとともに、物理学の基本的な概念や原理・法則の理解を深め、科学的な自然観を育成する。		
6. 【年間指導計画】			
	到達目標・活動内容	評 価	
		評価方法	評価観点・規準
1学期	実験を正確に記述したレポートを作成する。	実験レポート	実験を正確に記述しているか。
2学期	実験を正確に記述したレポートを作成する。	実験レポート	実験を正確に記述しているか。
3学期	実験を正確に記述すると共に、他者に分かりやすく伝える工夫をしたレポートを作成する。	実験レポート	実験を正確に記述すると共に、他者に分かりやすく伝える工夫がなされているか。

プロジェクト A

各教科・科目で育てたい生徒像・身につけさせたい力や年間指導計画について考える。

<年間目標と指導計画>

1. (理科・化学)		チーム (B), メンバー (片山 伊賀 中島 川西)	
2. 教科全体目標	自身自身の言葉で説明し、他者の意見に対して能動的に思考することを通じて、学習内容に対する理解が進み、概念形成がスムーズに進むような授業展開を目指す。		
3. 対象科目	化学	4. 対象学年	3 年
5. 対象科目の年間到達目標	無機物質、有機物質の性質や反応を観察、実験などを通して探究し、元素の性質が周期表に基づいて整理できることを理解させるとともに、それらを日常生活や社会と関連付けて考察できるようにする。		
6. 【年間指導計画】			
	到達目標・活動内容	評価方法	評価観点・規準
1 学期	実験の目的を十分に理解した上でグループで協力しながら実験を行い、実験内容を正確に記述したレポートが作成できる。日常生活や社会と関連づけて考察を行うことができる。	実験レポート	実験の目的が十分に理解できているか。 実験内容が正確に記述できているか。 日常生活や社会と関連づけた考察ができていくか。
2 学期	実験の目的を十分に理解した上でグループで協力しながら実験を行い、実験内容を正確に記述したレポートが作成できる。日常生活や社会と関連づけて考察を行うことができる。	実験レポート	実験の目的が十分に理解できているか。 実験内容が正確に記述できているか。 日常生活や社会と関連づけた考察ができていくか。

プロジェクト A

各教科・科目で育てたい生徒像・身につけさせたい力や年間指導計画について考える。

<年間目標と指導計画>

1. (理科・生物)		チーム (C), メンバー (〇三好, 蓮井, 林)	
2. 教科全体目標	自身自身の言葉で説明し、他者の意見に対して能動的に思考することを通じて、学習内容に対する理解が進み、概念形成がスムーズに進むような授業展開を目指す。		
3. 対象科目	生物	4. 対象学年	2 年
5. 対象科目の年間到達目標	近年、生命科学の各分野での研究が著しく進歩し、教科書で取り上げられる事象も詳細かつ複雑になってきた。2 年生では、細胞、代謝、遺伝、発生の領域について、生命科学の一般常識的な知識の習得を目指すとともに、将来の生命科学に関連したより高度な学びのための基礎・基本的な知識を習得させる。その際、様々な生命現象がどう見いだされ、新たな生命現象や概念がどう形作られてきたか、科学的な観点から生徒自らが研究の過程をたどることで科学的見方・考え方を身につけさせる。		
6. 【年間指導計画】			
	到達目標・活動内容	評価方法	評価観点・規準
細胞と物質	生物の基本単位の細胞とそれを構成する物質についての基礎的知識の理解と習得。またその科学的理解のための実験実習。	評価テスト 実験実習のレポート	意欲と関心 知識理解 思考力と表現力 実習での積極性と技能
代謝	代謝についての基礎的知識の理解と習得。またその科学的理解のための実験実習。	評価テスト 実験実習のレポート	
遺伝	遺伝についての基礎的知識の理解と習得。またその科学的理解のための実験実習。	評価テスト 実験実習のレポート	
生殖と発生	生殖と発生についての基礎的知識の理解と習得。またその科学的理解のための実験実習。	評価テスト 実験実習のレポート	

7プロジェクトA

各教科・科目で育てたい生徒・身につけさせたい力や年間指導計画について考える。

<年間目標と指導計画>

1. (理科・地学)	チーム (D), メンバー (○ 増田, 連井, 佐藤, 四茂野)	2 年
2. 教科全体目標	自分自身の言葉で説明し, 他者の意見に対して能動的に思考することを通じて, 学習内容に対する理解が進み, 概念形成がスムーズに進むような授業展開を目指す。	
3. 対象科目	地学基礎	4. 対象学年
5. 対象科目の年間到達目標	日常生活や社会との関連を図りながら地球や地球を取り巻く環境に関心を高め, 目的意識をもつて観察, 実験などを行い, 地学的に探究する能力と態度を育てるとともに, 地学の基本的な概念や原理・法則を理解させ, 科学的な見方や考え方を養う。	
6. 【年間指導計画】		
	到達目標・活動内容	評価方法
1 学期	教師の問いかけに対し, 自由な発想のもと, ペアで積極的に議論することができる。 地学に興味・関心を持ち, 調べ学習ができる。 学習した知識や雑学を統合し, 他者の興味を引く, レポートを作成することができる。	ペアワーク グループワーク 発表 感想文 授業アンケート 授業ノート レポート課題 生徒による相互評価
夏季休業		
2 学期	教師の問いかけに対し, 科学的な根拠や地学的なスケールを意識して, ペアやグループで積極的に議論することができる。 地学に興味・関心を持ち, 調べ学習ができる。	ペアワーク グループワーク 発表 感想文 授業アンケート 授業ノート
冬季休業		
3 学期	これまでに学習してきた内容と, 災害や防災に関連付けて考えることができる。	レポート課題 生徒による相互評価 発表

6. 【年間指導計画】

<年間目標と指導計画>

1. (数学) 科	チーム (A), メンバー (吉田・二川・服部・南)	1 年
2. 教科全体目標	・基礎的・基本的な学力 ・自分の考えを数学的な表現を用いて, 論理的に思考し説明する力	
3. 対象科目	数学 α	4. 対象学年
5. 対象科目の年間到達目標	場合の数と確率, データ分析または整数の性質について理解させ, 基礎的な知識の習得と技能の習熟を図り, 事象を数学的に考察する能力を養い, 数学の良さを認識できるようにするとともに, それらを活用する態度を育てる。	
	到達目標・活動内容	評価方法
実践段階	4 月～10 月 場合の数と確率 11 月～12 月 データ分析 1 月～ 3 月 整数の性質	定期考査 提出物 小テスト 授業態度 グループワーク 評価観点・規準 ・公式や定理を覚え, 適切に活用できる。 ・事象を数学的に考察・推論できる。 ・事象を数学的に表現・処理できる。 ・身につけた能力を積極的に活用できる。

7プロジェクト A

各教科・科目で育てたい生徒・身につけさせたい力や年間指導計画について考える。

<年間目標と指導計画>

1. (数学) 科		チーム (B), メンバー (植村・木村・丸山)	
2. 教科全体目標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基礎的・基本的な学力 ・ 自分の考えを数学的な表現を用いて、論理的に思考し説明する力 		
3. 対象科目	理科課題研究(数学分野)	4. 対象学年	2年
5. 対象科目の年間到達目標	平面図形・立体図形について理解させ、基礎的な知識の習得と技能の習熟を図り、図形を数学的に考察する能力を養い、数学の良さを認識できるようにするとともに、それらを活用する態度を育てる。		
6. 【年間指導計画】			
実践段階	到達目標・活動内容	評価	
		評価方法	評価観点・規準
4月～10月	平面図形・立体図形	<ul style="list-style-type: none"> ・ 提出物 ・ 授業態度 ・ グループワーク 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 公式や定理を覚え、適切に活用できる。 ・ 図形を数学的に考察・推論できる。 ・ 図形を数学的に表現・処理できる。 ・ 身につけた能力を積極的に活用できる。
11月～12月	平面図形・立体図形		
1月～3月	平面図形・立体図形		

7プロジェクト A

各教科・科目で育てたい生徒・身につけさせたい力や年間指導計画について考える。

<年間目標と指導計画>

1. (数学) 科		チーム (C), メンバー (秋友・松下・作栄)	
2. 教科全体目標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基礎的・基本的な学力 ・ 自分の考えを数学的な表現を用いて、論理的に思考し説明する力 		
3. 対象科目	数学Ⅱ	4. 対象学年	2年
5. 対象科目の年間到達目標	複素数、三角・指数・対数関数、微分・積分法について理解させ、基礎的な知識の習得と技能の習熟を図り、事象を数学的に考察する能力を養い、数学の良さを認識できるようにするとともに、それらを活用する態度を育てる。		
6. 【年間指導計画】			
実践段階	到達目標・活動内容	評価	
		評価方法	評価観点・規準
4月～10月	複素数と方程式 図形と方程式 三角関数	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定期考査 ・ 提出物 ・ 小テスト ・ 授業態度 ・ グループワーク 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 公式や定理を覚え、適切に活用できる。 ・ 事象を数学的に考察・推論できる。 ・ 事象を数学的に表現・処理できる。 ・ 身につけた能力を積極的に活用できる。
11月～12月	指数関数と対数関数		
1月～3月	微分法と積分法		

単元指導案（理科・物理）

チーム：（ A ）

メンバー：（ 佐藤、岡田友、本田、四茂野 ）

科目名	物理基礎・物理	学年	2年
1. 単元名	なし		
2. 期間（時数）	通年		
3. 単元目標	<p>【重点目標】 「本質的な問い」 なし</p> <p>「継続的理解」 実験観察を通じて、自然現象を正しく理解できているか。</p>	<p>【知識・技能】 実験操作が正しく身に付いているか。 実験から法則性を見出せるか。</p>	
4. 評価方法	【パフォーマンス課題】 実験レポート	【その他の評価方法】 なし	
5. 評価観点・ 規準 （パフォーマンス 課題について）	<ul style="list-style-type: none"> レポートの形式（学習の手引き参照）に則って書いているか。 目的に合った実験ができているか。 データ処理ができているか。 グラフ化できているか。 誤差等について考察できているか。 		
6. 単元の指導 計画	レポートを書かせ、評価して返却することを繰り返す。		

単元指導案（理科・化学）

チーム：（ B ）

メンバー：（ 片山、伊賀、中島、川西 ）

科目名	化学	学年	3年
1. 単元名	無機物質		
2. 期間（時数）	5月～9月		
3. 単元目標	<p>【重点目標】 「本質的な問い」 沈殿反応を利用して、水溶液に含まれているイオンを推定するにはどのようにすればよいか。</p> <p>「継続的理解」 金属イオンに関する知識を活用しながら、班員と協力して推定方法を考える。その時に、根拠を示しながら論理的に議論できる必要がある。</p>	<p>【知識・技能】 ○各金属イオンの沈殿反応が理解できる。 ○意見を出し合いながら、論理的に実験を組み立てることができる。 ○実験結果をもとに考察を行うことができる。</p>	
4. 評価方法	【パフォーマンス課題】 水溶液に含まれるイオンを推定する実験を計画・実施し、レポートにまとめる。 3人～4人でグループを作り、実験に取り組む。	【その他の評価方法】 定期考査 小テスト レポート	
5. 評価観点・ 規準 （パフォーマンス 課題について）	<ul style="list-style-type: none"> 論理的に実験を組み立てているか。 安全性にも考慮して実験を組み立てているか。 実験結果をもとに、的確に考察が行えているか。 含まれる金属イオンが正しく推定できているか。 		
6. 単元の指導 計画	<ul style="list-style-type: none"> ○非金属元素 ○金属元素 ○無機物質と人間生活 ○探究活動 金属イオンの推定 		

単元指導案 (理科・生物)

チーム : (C)
メンバー : (三好, 蓮井, 林)

科目名	生物 (一部, 生物基礎の含む)	学年	2年
1. 単元名	第3章 遺伝現象と物質 第1節 遺伝情報とその発現		
2. 期間 (時数)	10月~11月		
3. 単元目標	<p>【重点目標】 「本質的な問い」 DNAの構造は科学史上なぜ重要で、その後の研究にどう影響を与えたのか。 科学上の新たな発見や大きな進歩はどのような形で進んでいったのか。</p> <p>【知識・技能】 ・DNAの二重らせん構造を理解している。 ・DNAの構造モデルのベースになった知見を理解している。 (・専門用語を含めた英語論文を読解できる。)</p> <p>「永続的理解」 当時、DNAが遺伝子の実体であることが認められるようになったが、物質としてのDNAの構造は未知であった。構造が解明され、その後のDNAの複製、遺伝情報の実体や発現からはじまり、様々な生命現象が、物質レベルで補えらるるまでであった。DNAに限らず、科学上の問題点について、多くの実験結果や知見から、新たな発見や新たな説が生まれ、研究の新たな展開が起こる。</p>		
4. 評価方法	<p>【パフォーマンス課題】 ・ Watson & Crick の DNA の構造についての英語論文を可能な範囲で読解する。(夏季休業中の課題)</p> <p>・ 論文の内容について、他にどのようなモデルが出され、何が問題となっていたか、発表する。 ・ 誰のどのような実験データが Watson & Crick のモデルの基礎となっているかを理解し、発表する。</p>	<p>【その他の評価方法】 ・ 英文読解の状況把握 ・ 発表の (相互) 評価</p>	
5. 評価観点・ 規準 (パフォーマンス課題について)	<p>次の2つの項目について、評価の観点別 (関心・意欲・態度、思考・判断、プレゼンテーション能力、知識・理解) に評価する。 (1) 授業・課題への取り組み 授業・課題に対する姿勢、課題の達成状況などで判断する。 (2) 発表の様子 課題で調べた内容をまとめて発表する様子から判断する。 遺伝情報とその発現 核酸 DNAの複製のしくみ 遺伝子の発現のしくみ 遺伝情報の変化 まとめ (科学史の観点)</p>		
6. 単元の指導 計画			

単元指導案 (理科・地学)

チーム : (D)
メンバー : (増田・蓮井・佐藤・四茂野)

科目名	地学基礎	学年	2年
1. 単元名	第2章 活動する地球 第3章 移り変わる地球		
2. 期間 (時数)	9月~11月頃 (該当単元において適宜実施)		
3. 単元目標	<p>【重点目標】 「本質的な問い」 地学現象のスケールは、時間的にも空間的にも私たちが普段感じているものと同じ、時間が長すぎたり、大きさが大きすぎたりと実感または認識しづらい。このようなもののスケールを実感するためには、どのようにすればよいか。</p> <p>「永続的理解」 実感しづらい地学スケールを感じるためには、自分が普段目にして実感しているもので置き換えて考えることが大切である。</p>	<p>【知識・技能】 ・地学現象のスケールの数値を理解している。 ・地学現象の起こる様子を理解している。</p>	
4. 評価方法	<p>【パフォーマンス課題】 冬季休業中にレポート課題を設け、評価する。 < パフォーマンス課題 > 「冬季休業中に作成したレポートをもとに、クラスメイトに地学現象の説明を行う。その際、現象のスケールを感じてもらえるようにしたい。各自でスケールの基礎を作り、図などを用いて分かりやすく説明するための資料 (レポート) を作成せよ」</p>	<p>【その他の評価方法】 ・ ノート点検 ・ ペアワークの際に、相手が分かりやすいように置き換えを用いて説明できているか。 ・ 自己評価 ・ レポート課題を生徒同士に評価させる。</p>	
5. 評価観点・ 規準 (パフォーマンス課題について)	<p>現象のスケールを説明するため、基準を適切に設定できているか。 ・ 基準の説明ができていないか。 ・ 平易な言葉や表現でまとめられているか。 ・ 図を用いて説明ができていないか。 ・ 見やすいレイアウトになっているか。</p>		
6. 単元の指導 計画	<p>・ 期間中に登場する地質や時間を身近な基準を用いて適宜説明する。 例) 火山の大きさ → 屋島 (個分, 峰山 (公園)) (個分) 現在から (億) 年前 → 地球の 46 億年の歴史を一年にすると、何月何日の出来事 地球の 46 億年の歴史を 24 時間にすると、何時何分の出来事 ・ 上記の説明から、置き換えることの効果を理解させた後、冬休み各自で基準を作らせ、レポートにまとめさせる。レポートは生徒人数分印刷し、クラスに配付し、相互に評価させる。</p>		

単元指導案（数学）科

チーム：（A）

メンバー：（吉田・二川・服部・南）

科目名	数学A	学年	1年
1. 単元名	場合の数と確率		
2. 期間（時数）	5月～10月(25時間)		
3. 単元目標	<p>【重点目標】 数え上げや順列・組み合わせの計算を用いて、場合の数を求めることができる。</p> <p>【永続的理解】 数え上げから一般化した計算式を作り出し、場合の数を求めることができる。また、話し合い活動を通して、自分の考えを学術的な表現を用いて論理的に説明することができる。</p>	<p>【知識・技能】 数え上げや順列・組み合わせの考え方の基本となつて異なるものの中から異なるものを取り出し並べる（取り出す）を基に応用できる。</p>	
4. 評価方法	<p>【パフォーマンス課題】 重獲組み合わせ「柿、りんご、みかんの3種類の果物の中から5個の果物を買うとき、何通りの買い方があるか。ただし、含まれない果物があってもよい。」の問いについてグループごとに話し合い、既習内容をもとに解答を導き出す。</p>	<p>【その他の評価方法】 ・ワークシート</p>	
5. 評価観点・ 規準 (パフォーマンス 課題について)	<p>評価A 班内で話し合い、計算式作りだし、計算式を利用して解答を導き出している。</p> <p>評価B 班内で話し合い、数え上げなどから計算式を作り利用して解答を導き出そうとしている。</p> <p>評価C 班内で話し合い、数え上げで解答を導き出している。</p>		
6. 単元の指導 計画	場合の数 (15時間) 確率 (10時間)		

単元指導案（数学）科

チーム：（B）

メンバー：（植村・木村・丸山）

科目名	理科課題研究(数学分野)	学年	2年
1. 単元名	平面図形・立体図形		
2. 期間（時数）	11月～1月(4時間)		
3. 単元目標	<p>【重点目標】 「本質的な問い」 新しい定理・考え方などを理解するために、授業者の適切なガイドのもと、既習内容を整理しながら新しい知識の獲得を目指す</p> <p>【永続的理解】 既習内容を用いた応用課題で、話し合い活動を通して既習内容を整理して、応用力を身につける。また、話し合い活動を通して、自分自信の考えを学術的な表現を用いて論理的に説明する力の獲得を目指す。</p>	<p>【知識・技能】 数学についても実際に手を動かして実験してみることやあらゆる方向から問題に取り組んでみようというという試みができる。</p>	
4. 評価方法	<p>【パフォーマンス課題】 「3平方の定理」の別解についてグループごとに話し合い、発表する。</p>	<p>【その他の評価方法】</p>	
5. 評価観点・ 規準 (パフォーマンス 課題について)	<p>評価A（とてもすばらしい） わかりやすい説明ができていて、簡潔で斬新な解法を説明できている</p> <p>評価B（すばらしい） わかりやすい説明ができていて、他班と同様の解法を説明できている</p> <p>評価C（がんばりました） わかりやすい説明ができています</p>		
6. 単元の指導 計画	1 時間目・・・「3平方の定理」について学ぶ。 2, 3 時間目・・・「3平方の定理」の別解について、各班で話し合う。 4 時間目・・・「3平方の定理」の別解について、各班ごとに発表する。		

第2学年 物理での実践事例「波の伝わり方」

本田 一恵, 佐藤 哲也, 岡田 友良, 四茂野 志音

アクティブラーニングを通して生徒につけさせたい力

本校では、生徒同士の学び合いを通じて理解を深めるアクティブラーニングの手法を取り入れた授業を可能な限り設けている。本校の物理科で実施しているアクティブラーニング型授業は下記の3つに分けられ、本時は②に該当する。

- ①典型的な観概念のリサーチに基づいて設定した課題を通じて既習内容を整理させながら、正しい概念形成を目指す。
- ②新しく登場した現象を説明するために、授業者の適切なガイドの下、既習内容を整理させながら新たな知識の獲得を目指す。
- ③調べたいものを調べるための実験を自ら計画し、実験スキルや結論から得られる新たな知識だけでなく、変数を意識した実験デザイン力を習得する。

1 学習指導過程 波 (29時間)

- 1 波の伝わり方 (10時間) ……本時は6時間目
- 本時の目標 直線波の干渉について考え、実験観察を通じて気付いたことを発表できる。

<p>復習・確認 「波の独立性」及び「重ね合わせの原理」を思い出し、水波投影装置を用いた演示実験を通じて理解を平面に拡張する。</p> <p>学習 干渉について学習する。</p>	<p>指導上、留意した点</p> <p>主 既習内容を思い出させる。 主 アクティブラーニングシートを配布し、実験結果を予想させる。</p>
<p>直線波源を2つ離してへの字型に配置し、同位相で振動させると、水面の様子はどのようなになるでしょう。またその理由も考えましょう。</p>	<p>深 班ごとの議論で思考を深めさせる。 対 班の考えをホワイトボードにまとめさせる。 深 クラス全体で考えを共有し、新たな視点を取り入れさせる。 主 実験をよく観察させる。 対 班ごとに議論し、ホワイトボードにまとめたい内容を発表させる。 深 発表内容や実験観察から気付いた事を基に、何が起きているのかを考えさせる。</p>
<p>まとめと自己評価</p> <p>〔期待する生徒のまとめのことは〕格子状の波が下に動いて見えた。点滅している様に見える。</p>	<p>主 シートを用いて振り返りを行う。</p>

2 実践後の生徒の変容

○既習内容を元に、物理的な現象について、班員と協力しながら予想や仮説を立てて考察をし、それを自分の言葉で全員に説明することができる生徒が増えた。

3 本実践での課題

■ 課題の難易度が高いため、生徒全員の共通理解を深めるためには、授業者のガイドがもう少し必要である。

第3学年 化学での実践事例「金属イオンの反応」

片山浩司, 伊賀史朗, 中島昭一, 川西陽子

アクティブラーニングを通して生徒につけさせたい力

本校の化学科では、理解が難しい分野や誤概念が生じやすい分野について、生徒同士の学び合いを通じて理解を深めるアクティブラーニングの手法を取り入れてきた。今年度は、それに加えてハフォーマンス課題を設定し、既習の知識を活用する力を身につけさせるとした。具体的には、無機化学分野の金属イオンの沈殿反応の知識を活用する。ハフォーマンス課題を設定した。生徒は、学んだ知識を一回一答のようなかたちで答えることは概ねできるが、既習内容をもとに総合的に思考することを苦手とする者が多い。今回、ハフォーマンス課題を与え、これまでに学んだ金属イオンの沈殿反応の知識を活用しながら、溶液中に含まれる金属イオンを推定させる。今回の課題を通して無機化学分野における化学的思考力を身につけさせたい。

1 学習指導過程

金属元素 (14時間)
金属イオンの分離と確認 (4時間) ……本時は3時間目

○本時の目標 金属イオンの性質および反応について、身につけている知識をもとに、未知の溶液に含まれている金属イオンを推定、分離する実験方法を班員との議論しながら考えることができる。

<p>1. 金属イオンの沈殿反応の復習 学習活動</p>	<p>指導上、留意した点</p> <p>主: 事前に金属イオンの沈殿反応について復習しておく。</p>
<p>未知の溶液中に含まれる金属イオンの推定と分離を行うにはどのような実験をすれば良いか。</p>	<p>主: 推定方法についての自分の考えをワークシートに書く。 対: 班内で意見を出し合い、より良い推定方法を考える。ホワイトボードを用いて班で議論し、答えを導き出す。 対: 班の意見を発表する。 深・対: 各班の意見も参考にしながらさらにより良い推定方法を考える。</p>
<p>2. 各自で推定方法を考える。 3. 班内で討論する。 4. 議論した結果を発表する。 5. 班内で再び討論する。 6. 本時のまとめをする。</p>	<p>主: 各班で討議した内容をワークシートに記録する。</p>
<p>〔期待する生徒のまとめのことは〕沈殿反応を利用すると、金属イオンの確認・分離をすることができる。</p>	<p>主: 各班で討議した内容をワークシートに記録する。</p>

2 実践後の生徒の変容

複数の既習内容が絡んでおり、しっかりと議論して思考を深めることができている題材であったので、学習内容を定着させることができた。

3 本実践での課題

ワークシートとホワイトボードだけを用いて実験方法を考えさせさせたが、実際の試薬を用意しておいて、少ない量で部分的に試行を繰り返しながら議論をした方が、考えたことが本場に合っているかを知ることができるので、より議論が深まると感じた。

第2学年 生物での実践事例「遺伝現象と物質・DNAの構造」

三好武仁、蓮井京、林義隆

アクティブラーニングを通して生徒につけさせたい力

現在の遺伝子研究の出発点といえるDNAの二重らせんモデルを提唱したワトソンとクリックの原論文の読解を試み、内容を理解する。それと同時に、その中から研究に影響を与えた研究者や研究の背景を調べること、研究がどう成り遂げられたかを考える。この過程を通じて以下の力をつけさせたいと考えている。

- ① 科学論文を読解し、内容を理解する力。科学論文から知識を得る力。
- ② 知らない科学的な専門用語を自分で調べ学習する力。
- ③ 図書やネットなどからの情報収集力。
- ④ 収集した情報をまとめ、それを発表するプレゼンテーション力。

1 学習指導過程

遺伝現象と物質 (12時間)

科学史の観点からのまとめ…本時は本単元の最終時間

○本時の目標

「遺伝現象と物質」の単元を終わるに当って、夏季休業中の課題として、DNAの二重らせんモデルを提唱したワトソンとクリックの英語の原論文の読解を試み、さらに、この研究に影響を与えた研究者や研究の背景をグループごとに調べてまとめさせる。本時ではそれを発表するとともに、この研究が、誰がどう関わりどうに成り遂げられたかを考えさせる。

学習活動	指導上、留意した点
(本時以前の課題として) 論文の読解を試み、その後、和文訳で理解した。 論文に名前の挙がった研究者について分担して調べた。 (本時) この研究の科学的な関連事項を理解する。 論文の内容から8つに区分し、論文の内容を説明を受けるとともに、3つのグループで分担して調べた研究者について発表した。	(本時以前の課題において) 主 ・自力で原論文の読解を試みさせる。 ・研究者について調べ学習をさせる。
この研究の先進性と独自性はどうか。また、他の研究者はどう関わっていたか。	対 ・グループで調べたことをまとめさせる。
論文の内容と発表したことを一緒にして、解説を受け、問に対する答を考えたと。関係する研究者の相関図の一つを紹介され、この研究の全体像を考え、理解をした。	深 ・各グループで発表したことをもとに、この研究が多くの研究者が関わってなされたことを理解させる。
(期待する生徒のまとめのことは) 与えられたものを学ぶのではなく、自ら情報収集し、調査・研究を行うことで興味関心を強くし、さらなる自発的学習が促される。	

2 実践後の生徒の姿

与えられた教材を学習するだけでなく、自ら考え、調べる努力が必要である。様々な科学的見や実験について、単なる知識の理解にとどまらず、過去の科学者や研究者がどう関わり科学的発展がなされてきたかを深く知ること、科学に対する興味関心を強くすることができたのではないか。

3 本実践での課題

英語の論文の読解を試みたが、専門用語の理解が難しかった。ある程度の説明はしておりDNAの構造についても既習事項であるが、古い表記であったり、科学分野特有の英語表現であったり、学校の英語学習ではなじみのないことも多く、なかなか困難なところも多かった。ただし、和訳も与えて内容の理解はできるようにした。

第2学年 地学基礎での実践事例 「地学的スケールを捉える」

増田 裕明、佐藤 哲也、蓮井 京、四茂野 志音

アクティブラーニングを通して生徒につけさせたい力

地学は空間的にも、また時間的にも非常に広い範囲を対象としている。そのためスケールが大きくなりすぎてしまい感覚的に捉えにくかったり、限った概念を形成しやすかったりといった状況になっている。そこで、本校の地学科ではアクティブラーニング型授業を取り入れ、次のように課題改善に取り組んでいる。

- ① 地学的空間、また時間スケールに関する予想を各自の既知の内容などをもとに立てさせ、言語活動を通して情報を整理させながら正しい地学的スケールの獲得や概念の形成を目指す。
- ② 実験や観察など感覚を伴った経験をもとに、科学的体験の充実を図る。
- ③ 調べ学習においては、教員が内容を指示するのではなく、生徒自身に各々の興味・関心に応じて内容を決めさせ調べ学習を行わせることにより、地学に主体的に取り組む姿勢を身につけさせる。

1 学習指導過程

教科書内容終了後

地学的空間・時間スケールを捉える (2時間) …本時は1時間目

※) 2学期に学習した「活動する地球」「移り変わる地球」の単元では、登場する内容を身近なものでも置き換えて適宜解説を行った。また、冬季休業中のレポート課題では、感覚的になかなか捉えづらい地学的スケール感覚を獲得するため、生徒自身に基準を設定させ、地学の諸現象を身近なものに置き換えたり、例えを用いたりしてまとめさせる項目を設定した。そのため、生徒は別のものに置き換えて学ぶことには、ほとんど抵抗はない。

○本時の目標

地球を直径1mの球に置き換えることで、地球の空間スケールを感覚的に捉えやすくなる。

学習活動	指導上、留意した点
1. 地学基礎で学習してきた内容を復習する。 ・教員の説明を聞き、既習事項を振り返る。	主 ・前時にノートを中心に復習の指示を出しておく。
2. 問題に取り組み。 ・本時の目標を聞き、設定を確認する。	深 ・項目だけでなく、本時の内容に関連する数値も取り上げながら振り返る。 ・1mの大きさを規格的に認識させるため、1mの円に切り取った用紙を準備し提示する。
・問題に取り組み。 ・班で話し合いをし、解答をまとめる。 ・答え合わせをする。	地球を直径1mの球としたとき、次のものはどれくらいの大きさになるだろうか。 主 ・まず現在の生徒の知識で解答させるため、相談せずに個人で考えさせる。 対 ・班員の解答の確認だけでなく、なぜそれを選択したのか、根拠を含めて班で話し合わせる。 知 ・班員の意見をまとめさせ、結果を確認させる。 深 ・参考文献を朗読し、地学的スケールだけでなく地球環境についても意識させる。
3. まとめ ・本時の内容をまとめ、感想を記入する。	主 ・授業プリントにまとめや感想を記入させる。

(期待する生徒のまとめのことは)
身近なものや自分の中にも感覚としてあるものに置き換えることで、認識しづらかった地球に関連したものを捉えることができた。

2 実践後、期待される生徒の姿

教科書内容終了後実施のため、現時点では実施できていない。前年度も同じような内容で実施したが、その際は冬季レポートなどで生徒自身に置き換えや例えを考えさせることはしていなかったため、考え方が分ならず、多くを間違えていた。今年度は、それを行った分、正答率が上がると思われる。

3 本実践での課題

直感的考察だけでなく、持ち帰らせ計算による考察をさせたり、ジグソー法を用いて振り返りや考察をさせたりするなど様々な授業形態が考えられる。最も効果的な指導法を探ってみたい。

第1学年 数学Aでの実践事例「確率」

吉田 猛・二川 卓弘・服部 隆志・南 貴幸

アクティブラーニングを通して生徒につけさせたい力

本時においては

- ・基礎的・基本的な学力
- ・自分の考えを数学的な表現を用いて、論理的に思考し説明する力
- ・学習したことから、一般的な場合へ発展させて考えるの3つである。

1 学習指導過程

第2節 確率

10. 条件付き確率...4時間 (2/4時間目)

○本時の目標

- ・条件付き確率や確率の乗法定理の考えに興味・関心をもち、積極的に活用しようとする。〔関心・意欲・態度〕
- ・条件付き確率の式から確率の乗法定理の等式を導くことができる。〔数学的な技能〕
- ・条件付き確率や確率の乗法定理を用いて確率の計算ができる。〔知識・理解〕
- ・条件付き確率を利用して一般の場合nについての確率が求められる。〔数学的な見方や考え方〕

学習活動	指導上、留意した点
<p>例題 21 の条件で 3 人目の当たる確率をグループで協力して求め、また同じ確率になることを確認する。</p> <p style="text-align: center;">k 人目が当たる確率を求めよ。</p> <p>条件が「当たりくじ 1 本」のとき、 (1)1 人目, (2)2 人目, (3)3 人目が当たる確率を個人で求め、グループ内で答え合わせした後、 (4)k 人目が当たる確率をグループで求め、発表の準備をする。当てられた 2 班は話し合った内容を発表する。</p> <p>〔期待する生徒のまごめのことば〕 何人目でも同じ確率になる。</p>	<p>指 導 上、 留 意 し た 点</p> <p>主 最初にグループで全パターンを求める。 対 各パターンを分担して求める。 探 3 人目も同じ確率になることを確認させる。</p> <p>条件を「当たりくじ 1 本」に変更して、 主 1～3 人目が当たる確率を求める。 対 k 人目(一般化)でも当たる確率を考えさせ、班で話し合ったことを発表できるようにさせる。 探 (時間の関係で) 2 班を当てて発表してもらおう。発表を通して何人目でも同じ確率であることを確認させる。</p>

2 実践後の生徒の姿容

- 1～3 人目など具体的な数字で計算した結果の予想が本当に合っているかを、論理的に証明することで確かなものであることが確認できた。
- 3 本実践での課題
■k 人目を考えるときに、文字 k を使ってどのようの式を立てていいかを、もう少しじっくり考えさせられる時間が取れるようにしていきたい。

第2学年 理科課題研究・数学での実践事例

植村 晃・木村 晋也・丸山 真喜子

アクティブラーニングを通して生徒につけさせたい力

本時においては

- ・基礎的・基本的な学力
- ・自分の考えを数学的な表現を用いて、論理的に思考し説明する力
- ・学習したことから、一般的な場合へ発展させて考えるの3つである。

1 学習指導過程

平面図形

3 平方の定理...1時間 (1/2時間目)

○本時の目標

- ・平面図形に興味・関心をもち、積極的に活用しようとする。〔関心・意欲・態度〕
- ・3 平方の定理を簡単な公式を用いて導くことができる。〔数学的な技能〕
- ・3 平方の定理を別の解法で導くことができる。〔知識・理解〕
- ・3 平方の定理を個人やグループで教員の誘導・解説なしに導くことができる。〔数学的な見方や考え方〕

学習活動	指導上、留意した点
<p>3 平方の定理の導き方は 100 種類以上あることを説明し、その幾つかの解法で実際に解いてみる。</p> <p>〔期待する生徒のまごめのことば〕 3 平方の定理については数学的ないろいろな分野の内容を用いて導くことができ奥深い。</p>	<p>主 簡単な解法で導いてみる。 対 少し複雑な解法をグループでも導く。 探 さらに複雑な解法をまずは教員の誘導・解説なしにグループで考える。</p> <p>・ 3 平方の定理を別の解法で導け。</p> <p>既に学習している知識で証明を行ってみる。 個人で考えた内容をグループで相談する。 グループで相談して、いろいろな解法を見つける。</p>

2 実践後の生徒の姿容

- グループで相談すると疑問も何とか解決できることが分かった。
- 3 本実践での課題
■もう少し活発な話し合いを行ってほしい班があり、もう少しじっくり考えさせられる時間が取れるようにしたい。

第2章 研究開発の内容

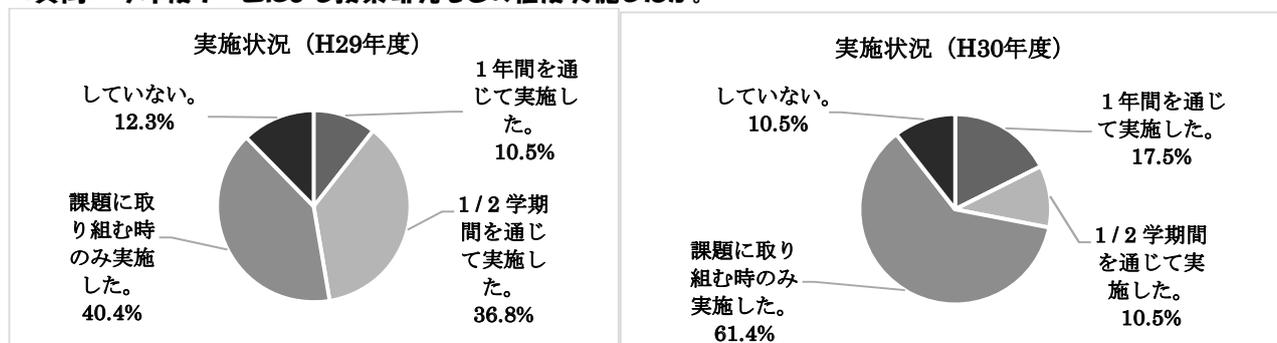
I 全教科によるアクティブラーニングの実践

d. 平成30年度の取組・現状報告

授業改善への取り組みに関して3つのポイント「①チームによる取り組み」「②アクティブラーニングを取り入れた授業改善（H27年度より継続調査）」「③チームによるパフォーマンス課題」の実施状況について、教員61名を対象にアンケート調査を行った。以下、アンケート結果により検証する。

①チームによる取り組みについて 回答数：57人

＜質問＞今年度チームによる授業研究をどの程度実施したか。



1年を通じて積極的に授業改善に取り組んだチームが増加した一方で、大半のチーム（全体の61.4%）は課題に取り組む時のみ随時実施し、効率よく実践した結果となった。

＜質問＞どのようにチームで取り組んだか。運営上工夫した点は何か。

チームで活動する際に特に工夫した点は、放課後や空き時間、教科の会を利用して「定期的な」ミーティングを持ちながら、授業改善を行ったことである。チームリーダーや担当者がたたき台としてテーマやプランを提示したり、全員が課題としてアイデアを持ち寄るなど、年間目標・指導計画・指導案の作成や、ワークシート・パフォーマンス課題などの教材開発を協力して行った。ミーティングの頻度は週1回～月1回と、チームによって異なるが、必要に応じて実施した。昨年と比較して大きく前進があったのが授業参観であった。チームで作成した指導案を全員で実施し、授業参観後に分析を行った。また授業参観ができない場合も、授業をビデオ撮影し、常に誰でも参観できる環境を作ったグループもあった。

一方、複数名（10.5%）の教員は「取り組んでいない」と回答した。その理由としては、まずは多忙で時間調整が難しいという点が挙げられるが、クラスによって進度や生徒の学びの深さが異なったりするため、チームで足並みを揃えることが難しい場合もある。しかし、来年度はトライしたいとの回答も多く、少しずつチームの協力体制を築いていけるよう期待する。

＜質問＞チームによる授業研究の利点は何か。

○不安解消

新しい教材や手法を取り入れる際に不安な点が多々あったが、グループで話し合うことで、疑問点が解消され、自信を持って取り組むことができるようになった。アクティブラーニング手法について理解が進むにつれ、責任感ややりがいを感じるようになった。

○協力体制

チームで授業づくりを行うので、作業を分担するなどの協力体制が整っている。協力し合うことに慣れてくると様々な準備や作業の効率がアップした。一人では不可能だと思われた授業が実現できた。また研究授業の際にもチームへの還元ができた。

○個人的授業力の向上

複数の教員が様々なアイデアを持ち寄ることで、自分にはない発想に気づき、よい自己研修となった。教材研究・開発が飛躍的に進み、授業力が向上したと感じる。専門外の科目について難しかった授業のアプローチの仕方のヒントを掴んだ。授業への意欲が増した。

○質の高い授業づくり

複数の教員でアイデアを練り、一つの授業を作り出すので、深みのある多角的な授業が実現できる。他クラスと足並みを揃えることで、生徒に平等に還元できる。生徒の理解のつまずきや変容など、情報交換によりさらによく見えてくるようになった。

＜質問＞チームによる授業研究の改善点は何か。

○チームで活動するための十分な時間を確保する。

○教員の士気を揃えたり、チーム間の温度差をなくし、協力体制を整える。

○継続可能な授業改善を目指す。

○個人のアイデアが生かされる環境を作る。

○全科目にわたる授業改善を目指す。

第2章 研究開発の内容

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

②アクティブラーニングを取り入れた授業改善について（H27年度より継続調査）回答数：59人

続いて、個人での取り組みを含め、アクティブラーニングをどれほど授業に取り入れているかについて検証する。

質問事項	回答項目	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度
		1月	11月	1月	1月
<質問> アクティブラーニングを取り入れたか。	「はい」	67%	81%	92%	97%
	「いいえ」	20%	13%	8%	3%
<質問> どれくらいの頻度で実施したか。	年1回	/	6%	7%	7%
	学期に1回		20%	20%	22%
	月に1回		24%	15%	11%
	2週間に1回		6%	7%	10%
	1週間に1回		12%	12%	14%
	1週間に複数回		22%	32%	16%
	(ほぼ)毎回		10%	7%	20%

「今年度アクティブラーニングを取り入れた授業を実施したか」に関して、「実施した」と回答したものがここ4年間でさらに増加し（97%）、教員全体の意識が高まっていることが分かる。その頻度については、教科・科目により異なっているが、ここ数年の傾向としては、必要に応じて随時取り入れ、（ほぼ）毎回導入している教員が増えていることが挙げられる。取り入れ方としては、グループワーク（50%→83%）ペアワーク（33%→61%）と大幅に増加し、生徒主体の授業形態が定着してきたことが窺える。次いでプレゼンテーションが増加した。実施するタイミングは、授業を通して発展的内容に取り組みせたり主体的に活動させたい時に、随時、または常に取り入れているという回答が最も多く（68%）、ますます多くの教員がALを取り入れた授業改善に取り組んでいることが分かる。

<質問>アクティブラーニングを取り入れた授業の利点は何か。

○生徒にとって

- ・ペア活動・グループ活動に慣れ、他者と協働して学ぶことで協調性が身についた。
- ・発言の機会が増えることで、課題に積極的に向き合い、主体的に学ぶようになった。
- ・他人に伝える話し方（言葉選びや考えの整理）などを意識できるようになった。
- ・発信力・コミュニケーション能力が向上した。
- ・他者の意見や作品を理解しようとすることで、自分にはなかった視点や気づきに触れ、視野が広がった。
- ・受け身ではなく意欲的に思考することにより、学びが深くなり理解の定着が進んだ。
- ・興味関心が低い分野にもグループワークで積極的に取り組むことで向上心が沸いた。
- ・生徒同士で助け合い発表できたことで自信をつけた。
- ・教え合うことにより、問題解決能力や理解力、また集中力が増した。
- ・教科そのものに対する学問的好奇心が育ち、モチベーションが上がった。

○教員にとって

- ・生徒の理解度やつまづきを知ることができた。生徒の理解に合わせた授業ができた。
- ・教科指導のあり方に改めて気づき、教科（科目）の楽しさや重要性を確認した。
- ・生徒の豊かな感性に触れることができた。生徒の新たな一面や可能性を発見できた。
- ・生徒の声に耳を傾け、1人1人の授業への取り組み方が分かるようになった。
- ・チャレンジ精神が沸き、授業力が向上した。
- ・ペアやグループで活動することにより、授業にメリハリができ活気が出た。意見が出やすく質問しやすい、また間違ってもよい雰囲気作りができた。
- ・教材研究の際に「どのような力を身につけさせたいのか」を意識するようになった。

<質問>アクティブラーニングを取り入れた授業の今後の改善点は何か。

○生徒にとって

- ・グループ活動などにおける生徒間の意欲の差や能力の差の解消を図る。また全員が発表する機会を持つようにする。
- ・グループ活動の際の生徒間の人間関係に気を配る。
- ・授業中に効果的な活動ができるように、家庭学習の定着を促す。
- ・ペア活動→グループ活動とステップを踏みながら、クラス全体での発表に慣れるようにする。
- ・深い思考力が十分身につくように取り組ませる。
- ・教科間バランスを見ながら、生徒の活動の負担が大きくなり過ぎないようにする。
- ・演習の時間を十分確保する。

○教員にとって

- ・授業の準備やフィードバック（評価・反応の変容の分析など）のための時間を確保する。
- ・授業中のグループ活動などに割く時間と、進度とのバランスを取る。

第2章 研究開発の内容

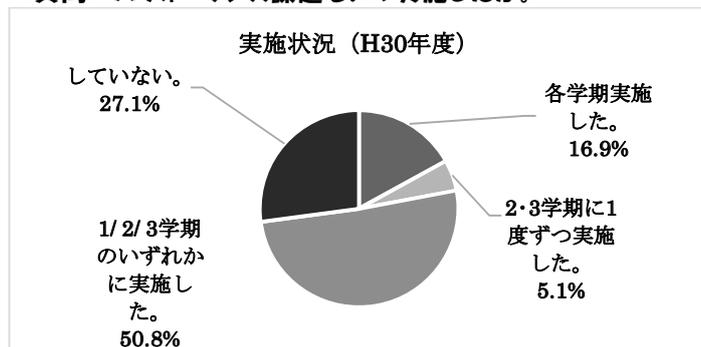
I 全教科によるアクティブラーニングの実践

- ・ホワイトボードや電子黒板など使用ツールを揃える。
- ・ALを効果的に導入するテクニックや題材選び、生徒の意見をうまく吸い上げて展開するノウハウなど、スキルアップのための研究を行い、教員間に指導力のむらがないようにする。
- ・コミュニケーション面で苦手意識を持つ生徒へのアプローチや支援の仕方を考える。
- ・大学入試との関連性を探る。
- ・教員間の情報共有を行う。
- ・生徒の能力の見極め、評価の在り方と公正性などについて研究を進める。
- ・クラスの大きさに対応できるメソッドの研究をする。

③チームによるパフォーマンス課題について 回答数：59人

今年度新たに、チームで「パフォーマンス課題」を取り入れた授業研究に取り組んだ。「主体的・対話的で深い学び」の実現と、資質・能力のバランスの取れた多面的・多角的な学習評価を行っていくことを目指したものである。以下、実施状況について検証する。

<質問>パフォーマンス課題をいつ実施したか。



1学期にパフォーマンス課題の研究と計画を行い、その後、1学期～3学期の設定された時期に実施したグループが最も多かった(50.8%)。1年を通じて計画的に実施したグループは、以前からすでにパフォーマンス課題に取り組んでいる教科(科目)であった。計画は立てたが、実施できなかったものも27.1%おり、理由としては、設定した課題を実施する段階まで授業で展開できなかった、課題が適切ではなかったなど計画が不十分であったことが挙げられる。来年度への課題としたい。

パフォーマンス課題とは、「様々な知識やスキルを総合して使いこなす(活用・応用・統合する)ことを求める、複雑な課題であること」とした。実施内容はプレゼンテーションが最も多く、次いで、ペア・グループディスカッションであった。その他にも実験計画・実施・報告/レポート/朗読・演劇・ダンス・曲の演奏・スポーツの試合/物語・詞・曲・絵画・彫刻などの制作/面接など、チームで意見を出し合って様々な課題に取り組ませた。生徒に身につけさせたい力としては、主に「表現力・思考力・主体性・積極性・コミュニケーション能力・他者への理解」が挙げられた。

パフォーマンス課題に取り組む中で、以下の利点が数多く挙げられた。

○生徒にとって

- ・課題や調べ学習を通してより深い知識や教科書には載っていない見方に気づくことができた。
- ・役割を設けることにより、より主体的に積極的に取り組むようになった。
- ・インプットからアウトプットまで、自分たちの力で考え抜くことで、深く考える力が育った。
- ・ペアやグループでパフォーマンス課題に取り組む中で身についたコミュニケーション能力が日々の生活の中でも生かされている。

○教師にとって

- ・生徒の発表を見て、課題の問題点に気づいたり、生徒の変容(成長)が顕著に見てとれた。
- ・講義形式では理解できない積極性や意欲・主体性を確認できた。また評価することができた。
- ・想像力・表現力・発想力など、思った以上に生徒が「できる」ということを発見できた。

今後、パフォーマンス課題を取り入れていく中で、生徒が表現活動やグループ活動などにスムーズに取り組んでいけるよう、レパートリーを増やしたり、段階的な到達目標や課題の設定を考える必要がある。また効果的な授業展開を研究しながら、生徒の多様な考えや表現力に対応できるだけの教員のスキルを磨くことが求められるだろう。来年度は、今年度の取り組みを継続させながら、パフォーマンス課題の評価基準の作成、および、公正性の取れた評価の在り方の研究を実践したい。

e. 全教科によるアクティブラーニングの実践における今後の課題

まずは、個人個人が引き続き、スキルアップ(発問の仕方・ファシリテーション力・教材開発など)を目指し、授業研究を続けることが必須課題である。特に専門性が高く単独で教科(科目)指導を行っている場合は、他校との情報交換なども必要となってくる。校外研修・先進校視察などへの参加を積極的に行い、知識や技術面を高めるとともに、本校の生徒にはどのような力をつけさせたいのか、そのためにはどのような

第2章 研究開発の内容

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

授業（課題や評価法）が必要であるのかを常に模索するべきである。運営面では、タイムマネジメントをしっかりと行い、チームとして活動していただけるだけの時間を作り出す必要がある。教員の士気の統一やチームによる協力体制を強化し、新しい授業を進んで実践していくことや、さらには教科を越えた授業参観、実践事例の共有などを通じて、継続的な授業研究を推進していくことが望まれる。また教科を越えて情報交換を行うことで、3年間で生徒に求められる力は何であるか、その課題に対して生徒の負担が大き過ぎないかなど、全体的なバランスを視野に入れておく必要がある。

以下、今年度の3つの取り組みについて、各教科・科目からの振り返りを紹介する。

- ① チームによる取り組みについて（現状・運営上工夫した点・良かった点・改善点など）
- ② アクティブラーニングを取り入れた授業改善について（現状・良かった点・改善点など）
- ③ チームで実施したパフォーマンス課題について（現状・良かった点・改善点など）

<理科・物理>

- ① チームによる授業研究として、1年を通じて理科会や放課後等にミーティングを実施した。内容は、実験装置の開発や、実験の流れの検討で、AL型授業や実験等で疑問や課題が出た時は、その都度情報交換を行った。公開授業に向けては、全員でアイデアを持ち寄って教材開発を行い、授業後は運営指導委員の先生方からのご助言も含め、今後に向けてチームで振り返りを行った。また、これまでに開発した教材の共有もできており、クラス間で大きな差もなく、共通してALに取り組むことができている。
- ② 生徒にとってのメリットは、思考が深まることや自己理解の助けになることが挙げられる。また、AL型授業は印象に残るため、授業アンケートにおいても「問題を解くときに、授業のことを思い出すことができ良い。」という記述があった。AL型授業は授業者にとっても、生徒の理解度が捉えられ、授業中にそれを踏まえた授業展開に切り替えることができるといったメリットがある。一方、AL型授業は時間がかかるため、進度が遅くなる分野もあり、これは生徒にとっても教員にとってもデメリットと言える。また、教材開発にも大変時間を取られるため、多忙による時間不足の解消が今後の課題である。
- ③ 実験及び実験レポートの提出を実施した。生徒にとって良かった点は、実験スキルの向上や実験に対する理解が深まること、理論と実験との違いに気付くこと、またレポートを作成する過程で実験や授業内容への理解が深まることなどが上げられる。また教員にとっても、自然（現象）から学ばせることができることや、講義形式の授業だけでは伝えにくいデータ処理方法や誤差に関する考察等について触れられるメリットがある。一方、現在レポートの評価に膨大な時間を要しており、評価基準を早急に作る必要がある。

<理科・化学>

- ① パフォーマンス課題を教科会の時間の中で話し合いながら組み立てていったので、一人で考えるよりもより良い授業展開を作ることができた。
- ② アクティブラーニングを取り入れた授業を実施することにより、生徒は主体的に考えるようになり、理解が深まった。教員にとっても、活動を通して生徒の理解度が把握しやすいという利点があった。
- ③ どの単元でパフォーマンス課題を設定すべきかがなかなか決まらず苦勞した。既存の知識の活用ということに注目して課題を設定したが、ハードルの設定の仕方では生徒の活動の様子が大きく変わることが分かったので、今後に活かしたい。

<理科・生物>

- ① メンバーの時間調整をして集まって話し合うことはそれほどできなかった。
担当者が主にアイデアを出し他者が追認するというものであった。
機会は少なかったが、チームのメンバーからの意見をもらって、多面的にとらえることでより良い成果が得られた。
チームメンバーとして共通意識から授業改善への取り組む姿勢が生まれたように感じる。
- ② ペアやグループワークでは、生徒同士は気軽に自分の意見を言いやすいようであった。
生徒は受け身ではなく、自ら考え発言できていた。
教員側も生徒の多様な意見や考え方を知ることができた。
生徒のわからないところが発見しやすかった。
生徒が能動的に取り組むようになった。
- ③ チームというより、まだまだ担当者個人によるところが大きい。
チームの一員であるということで、抵抗感なく、各自の授業にアクティブラーニングを取り入れてみようという意識が増したように感じる。実際、授業にアクティブラーニング的な手法を取り入れる機会が増している。
今回の授業研究の実施に当たって、長期休業利用して、生徒にあらかじめ課題を与え、それをもとに授業を作り上げられた。

<理科・地学>

- ① 実施できていない。1人の教員が地学基礎を開講している全クラスの授業を担当している。その者が、今年度、本校にて初担任となりクラス経営や、新たに担当することになった音楽科の授業のために授業の組み立てなどを再考しているのに多くの時間が取られ、チームによる取り組みまで手が回らなかった。
- ② ペアワークをほぼ毎回取り入れている。現象がなぜ起こるのかといった考察を要するものから、これまでの

第2章 研究開発の内容

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

経験や知識などから答えることのできるクイズまで幅広いテーマで実施した。生徒は楽しそうに話し合うことができていた。また、クラスメイトの意見を聞くことで、自分の考え違いをしていた部分や、足りていなかった部分に気付くことができた者もいた。教員としても、生徒が話す声が聞こえてくるので、どこで詰まっているのかということや、どういった誤答が出ているのかということに気付くことができた。そのような生徒の意見の吸い上げについても、昨年度はあまり触れる機会がなかったが、今年度はこういった考えもあったということで教員が紹介するという形で可能な限り取り上げるようにした。今後の課題としては、話し合うテーマに関して早々と正解にたどり着くことができたペアへの対応をどのようにするかといったことが挙げられる。

- ③ 夏季休暇・冬季休暇を利用してレポート課題に挑戦させた。夏季に関してはテーマと調査項目を簡単に説明した程度で生徒に自由に作成させた。それを2学期に相互評価させ、どのようなレポートが見やすいか、内容が伝わりやすいか、読みたくなるかといったことなどを確認させ、冬季にその点を踏まえて夏季よりよりよいレポートになるよう意識させて取り組むようにさせた。また、冬季では調査項目を1つ追加し、地学的時間スケールや空間スケールを把握しやすくなるような例を入れるように指示をした。実施して良かった点は、レポートをお互いに評価し合うことで意欲的に取り組むことができたことと、生徒自身の興味がある内容を選んでレポートを作成したことで非常に面白い内容になっていたことが挙げられる。課題としては、レポートが全員分揃ってから印刷をして配付、評価となるため、未提出者もいると次の活動になかなか移れず、遅いクラスでは夏の課題の評価が2学期の半ば過ぎになっていた。今後、そのような生徒への対応をどうすべきか考えなければならない。

<数学科>

- ① 課題に取り組む際にのみに実施した人が多く、ミーティングの時間を取るのが難しかったため担当者がたたき台を作り授業参観を行った後、感想などを伝えた。来年度は、取り組みを改善したいと思っている。
- ② アクティブラーニングを意識した授業は多くの人が実施している。単元の途中で、頻度は学期に1回、グループワークの実施の人が多かった。実施したことによる（生徒と教員の両方の）メリットは感じているが、準備や実施するための時間の確保が難しいという課題が出てきている。
- ③ 実施している人と実施していない人が半々だった。レポートやペア・グループディスカッションを実施している。パフォーマンス課題によって、思考力、表現力、論理性、コミュニケーション能力を生徒に身につけさせたいと思っている。生徒達は、自分達の方で考え抜き、いろいろな発想をしながら考えることができ、教員は生徒達の考え方の流れが理解できるし、多様な解答があって面白いと感じられるメリットがある。しかし、パフォーマンス課題の作成の時間のなさや課題設定の難しさ、既習内容を用いて解答を導くことができる力を身につけさせてから行う必要性を感じている。

<国語科>

- ① チームで取り組むことで、教材を見直すきっかけとなり、教材研究が深められた。自分一人の考えではなく、他の先生方の視点も参考にできるので、授業の幅を広げることができるという利点がある。一方、効果的な教材の選定や、どのような課題をどこで実施すれば効果的かという問題もある。さらに評価ループリックの作成もこれからの課題である。
- ② 活動の形や頻度、タイミングは様々であるが、全員が何らかのALに取り組んでいる。生徒にとっては、興味を持って主体的に取り組めるという利点のほか、クラスメイトの様々な意見を知ることができ、自らの一面的なものの見方だけではなく、様々なもの見方に触れ、思考が深まるという利点がある。一方で、コミュニケーションを苦手とする生徒にとっては、大きな心理的負担になっている可能性もある。教員としては、生徒の理解度を把握しやすくなるという利点がある一方で、教材研究や準備のために時間がかかるという課題がある。
- ③ 3チームとも2学期に実施した。主に思考力と表現力をつけさせるためのパフォーマンス課題を実施した。生徒にとっては主体性が身につく、様々な意見に触れることができる利点があるが、教員にとっては、生徒の発想の豊かさに気づかされるとともに、作品を通して普通の授業ではなかなか分からない個々の生徒の力を見ることができた。一方で、「どの教材でどのようなパフォーマンス課題を実施すればどのような力が身につけられるのか」ということを考えて実施する必要があるが、時間的に厳しいという現状がある。

<地歴・公民科>

- ① 忙しい中、リーダーが中心となって取り組んだ。さらに、お互いに新しい知識が取り入れられたり、自分では思いつかない方法を知ることが出来たりするなど、よい刺激になった。今後、地公科は科目ごとに分かれるが、もともと人数が少ないので結局同じ顔ぶれのチームになるという点を考えると、チームの人数を増やす工夫があるとよいという意見があった。教科でおおきなチームにしてしまうか、個人的には教科の枠組みを越えることも視野に入れてもいいのではと思う。
- ② 楽しみながら他の生徒と協力して課題に取り組めた。他者の意見・考えが聞ける、思考の深まりがある、授業に変化が生まれ集中力を維持しやすい、教師は生徒の意欲・主体性が確認できる、生徒とのやりとりがスムーズになるなど、メリットは多い。しかし、教科の特性上、教科書を全て終わらせないと受験に対応できない、生徒のニーズにも応えられないということがあり、授業の進度と照らし合わせると取り入れることが難しいのが現状である。また、教える内容は年々増え、複雑化している。校長先生がおっしゃっていたような「全ては教えない」方法ができるなら、取り入れることも可能になると思う。
- ③ 生徒も忙しいので授業時間以外で調べたり、打ち合わせを行ったりする時間がとりにくく、日常的には時間が確保しづらい、人数の多いクラスでは実施しづらいといった現状がある。しかし、取り組みの積極性や主体

第2章 研究開発の内容

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

性を評価に反映できる、知識の定着が図りやすいといったメリットも踏まえると、何らかの形で取り入れて、ほとんどの先生が実施されていたので、今後もそれぞれの活動に見合ったパフォーマンス課題を継続していくことが大切であるとする。

<保健体育科>

- ① 休み時間などの短い時間を活用し、リーダーを中心に授業計画を立て、授業実践を行っていた。授業実施者は若手教員を中心に行い、授業計画を立てる時は豊富な知識と経験をもつベテラン教員が助言指導を行った。若手教員にとっては、様々な教材を学習できる良い機会となっていたのは良かった。しかし、今年度は教材研究の時間確保に大きな課題があったと感じている。今年度は各々が例年以上にその他の業務に追われており、十分にチームによる授業改善に取り組めていなかった。限られた時間で全員が集まるのが厳しい状況のなかで、どのようにチームによる授業改善に取り組んでいくのか、検討が必要である。
- ② 体育の授業では例年通り、積極的にアクティブラーニングを取り入れることができていた。保健はグループワークの他、プレゼンテーション活動を取り入れるようになっていた。毎回、アクティブラーニングを取り入れる人もいれば、全く取り入れていない人もおり、二極化が進んでいる。
- ③ ダンスや集団行動などで実施した。生徒の上達過程が目に見えてわかるのが良かった。集団演技を含む単元では積極的なパフォーマンス課題の導入があったが、その他の単元ではほとんどなかった。改善していきたいと思う。

<音楽科>

- ① 担当者がたたき台を作り、授業報告を行い、それについて意見をいただき分析を行った。それぞれの音楽教員がそれぞれの専門性や知識を生かした活動を行っているため、他の教員が実施している授業内容について知ることが良いことだと思う。
- ② 音楽の授業では、これまでもアクティブラーニングは常に行われてきたが、ペアワークやグループワークを計画的に進める中で、新たな方向性が見えてきたり、生徒同士で高め合ったり、これまで以上に良い効果がたくさん見られるようになった。ただし、生徒同士でどこまでやらせるか、音楽経験の差や男女比によるグループの組み方等、課題は多く見つかった。
- ③ 1つのアンサンブル曲を仕上げるために、いくつか異なる組み合わせでのグループ練習を行わせた。パート練習で自分の役割について理解させ、グループ練習では、それぞれの役割を理解した上での表現の工夫が見られた。たくさんさんのグループに分かれる時は、教師の指導が行き届かないと感じる時もあったが、それぞれのグループでリーダー的な存在の生徒による活躍が見られるようになり良かったと思う。

<英語科>

- ① 英語科は、1, 2年団は普通科全クラスにおいて、共通の学習指導案・考查問題を作成している。そのため1, 2年団は1年を通じて、3年団は主に1学期を通じて全員がチームによる取り組みを継続的に実践することができた。教科会や空き時間などを利用し定期的にミーティングを行い、ティーチングプランやワークシート、パフォーマンステストなどの検討・作成を行った。また、今年度は、全員がチーム内の授業参観を行うことができた。共通のレッスンプランに基づいた授業でも、実際の展開のノウハウや生徒とのやり取りの仕方に新たな発見があり、有意義な分析が行えた。チームだからこそ、不可能だと思えた指導内容を実現させることができた。チームであれこれ模索する中で、少しずつALへの理解が進み、教えることが楽しくなって来た。今後とも、アイデアを皆で出し合い、継続可能で、なおかつ効果的な授業内容の研究を続けていきたい。
- ② 全員が取り組んでいる。基本的に生徒にペア・グループワークとしてディスカッションをさせながら授業展開することが多いので、特にコミュニケーション英語の授業では、ほぼ毎回ALを取り入れ、最近では、生徒は自分の考えを述べることに慣れてきたように感じる。その他、ディベートやプレゼンテーション、ALTとの活動などに取り組ませ、ALをベースに、生徒の英語力を伸ばす取り組みを続けている。生徒の変容としては、「英語を使う」ことにより、英語の必要性や学ぶ意義を理解し、モチベーションが上がってきたのが見て取れる。少々難解な課題も、ペアやグループで支えあって乗り越える生徒の姿に成長が窺え、大変楽しい。ただ、全ての活動が「英語による」ため、ハードルが上がり、生徒に過度のストレスを与え過ぎないように、段階的に英語力向上が図れる持続可能な授業や課題研究をしていく必要がある。
- ③ パフォーマンス課題は以前から取り組ませているので、特に問題なく実施できた。今年は、年間目標や指導計画と合わせて考えられたので、より計画的で効果的な課題設定ができた。1, 2年団は毎学期1度ずつ段階的に課題設定をした。1年団はALTとのインタビューテスト（相手の英語を聞き取り、適切なリアクションとともに受け答えができるか。）2年団はペア・グループディスカッション（トピックに対して自分の意見が述べられ、相手と意見交換ができるか。またグループとして意見をまとめられるか。）を行った。3年団は1学期にプレゼンテーション（本文のトピックに関連して自分の意見を発表する。）に取り組んだ。パフォーマンス課題に取り組む中で、生徒はよく努力し、表現力やコミュニケーション能力だけでなく、思考力や判断力・論理性、他者を理解しようとする気持ちなどにも成長が見られた。今後は、パフォーマンス課題の評価法やその公正性などの研究とともに、さらにレポートを増やすため、他学年や他校の取り組みなども情報交換ができればと思う。

第2章 研究開発の内容

Ⅱ 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

第2章 研究開発の内容

II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

課題研究の取り組み

1. 課題研究の概要

本校の課題研究は、主対象の生徒に対して、学校設定科目「Advanced Science I (2年次2単位:以下AS I)」「Advanced Science II (3年次1単位:以下AS II)」の2年間で展開している。また、その準備段階として、「Introductory Science (1年次2単位:以下IS)」の中で、次年度以降の課題研究に向けた取り組みを行っている。3年間の課題研究に関する流れを表1に示す。

ISでは、大学・博物館・研究機関・企業等と連携した講義だけでなく、2年次以降の課題研究に向けた取り組みを行った。「実験の基本操作」の実習では実験室にある器具の使い方を学んだ。また、「変数の制御」「データの信頼性と妥当性」に関する実習・講義と「ミニ課題研究」を行い、探究活動の一端に触れさせた。さらに上級生の課題研究発表に何度か参加させて、本格的な課題研究にスムーズに移行できるようなプログラムを行った。

2. Advanced Science I の取り組み

本校の課題研究では、生徒自らが身の回りの事象や興味・関心のある事柄からテーマを設定して研究に取り組んでいる。研究はグループ研究とし、2~4名のグループに分けた。また、課題研究の中間発表を2回行い、定期的に評価を受けることで、研究内容を整理し方針を再検討する機会にしている。年間計画を表2に挙げる。

(1) テーマの決定

生徒の希望により、「物理」15名「化学」10名「生物」10名「地学」4名「数学」3名の5分野に大まかにグループ分けを行なった。「物理」と「化学」分野は合同で、その他の分野はそのグループ内でブレインストーミングを行い、5月上旬にはすべてのグループでテーマが決定した。平成30年度の2年生の研究テーマは以下の13テーマである。

<物理分野>

- ・ネットの性質とゴールネットへの応用
- ・スリップストリームによる雨滴への影響
- ・ヨットレースで一番速く風上に着く帆の形
- ・段差の衝撃
- ・ディロッド発電機の発電量の変化

<化学分野>

- ・炭の脱臭効果
- ・柔軟剤よりも優れた物質を探る
- ・貝殻を使ったチョークの製作

<生物分野>

- ・ジャンボタニシの生態とその駆除
- ・粘菌の記憶に与える影響
- ・オジギソウの就眠運動

<地学分野>

- ・濃い雲を作ろう

<数学分野>

- ・1に収束する無限級数とその応用

(2) 実験ノートについて

研究グループには、グループごとに実験ノートを記入させた。実験に入る前の5月25日(金)に、日本物理教育学会会長の村田隆紀先生をお招きし、「実験ノートの書き方」と題して講演をしていただいた。講演の中で、

- ①実験ノートとは何か
- ②実験ノートが必要な理由

表1 3年間の課題研究実践プログラムの流れ

1年生 「IS」	1学期	・実験の基本操作 ・3年生課題研究成果発表会を聞く ・県高校生科学研究発表会を聞く
	2学期	・大学教員による実験実習 ・大学での実験実習
	3学期	・英語による科学の授業(CBI) ・ミニ課題研究(物化生数)
2年生 「AS I」	1学期	・四国地区SSH生徒研究発表会を聞く ①オリエンテーション ②課題研究テーマ検討・グループ分け ・3年生の第4回中間発表会を聞く ③課題研究テーマ決定・研究開始 ・「実験ノートの書き方」講義 ④第1回中間発表会 ・3年生課題研究成果発表会を聞く ・県高校生科学研究発表会を聞く ・関東合宿(研究所等訪問)
	2学期	⑤第2回中間発表会
	3学期	⑥第3回中間発表会(英語によるポスター発表) ・イギリス海外研修
3年生 「AS II」	1学期	・四国地区SSH生徒研究発表会 ⑦第4回中間発表会 ⑧課題研究成果発表会 ・県高校生科学研究発表会 ・学会等発表
	2学期	・学会等発表 ⑨論文提出

表2 AS I 年間予定表

	4/8(日)	四国地区SSH生徒研究発表会 見学
1	4/13(金)	オリエンテーション
2	4/20(金)	グループ分け, テーマ設定
3	4/27(金)	グループ分け, テーマ設定
4	5/11(金)	グループ分け, テーマ設定
5	5/25(金)	講演「実験ノートの作り方」
6	6/1(金)	調査・研究
7	6/6(水)	調査・研究
8	6/15(金)	調査・研究
9	6/22(金)	調査・研究
10	6/29(金)	調査・研究
11	7/6(金)	調査・研究 (気象警報発令のため臨時休校)
12	7/13(金)	第1回中間発表会
	7/14(土)	AS II 課題研究発表会 見学
	7/21(土)	香川県高校生科学研究発表会 見学
13	9/14(金)	調査・研究
14	9/21(金)	調査・研究
15	10/5(金)	ラットの解剖実験
16	10/12(金)	調査・研究
17	10/19(金)	調査・研究
18	10/26(金)	調査・研究
19	11/2(金)	調査・研究
20	11/9(金)	調査・研究
21	11/16(金)	調査・研究
22	12/14(金)	第2回中間発表会
23	1/11(金)	調査・研究
24	1/16(水)	調査・研究
25	1/18(金)	調査・研究
26	2/1(金)	調査・研究
27	2/8(金)	調査・研究
28	2/15(金)	第3回中間発表会(英語でのプレゼン)
29	2/22(金)	調査・研究
30	3/8(金)	調査・研究

第2章 研究開発の内容

II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

③理想的な実験ノートとは

④実験ノートに書くべきこと

について触れられ、「必要なこと、気づいたことは何でも書く」「いつ（天候）、誰と、どこで、何をテーマに実験したのかを記入」「ペン書きを基本として、間違っても消さない」など、ノート作りの基本的な心構えを教わった。

(3) 中間発表会

○第1回中間発表会

7月13日(金) (発表4分, 質疑応答8分)

各グループとも、予備実験に入った段階で、「研究の目的」「実験計画」「先行研究の調査」「夏季休業中の計画」を中心に、スライドを用いて口頭発表した。実験の方向性がまだ定まっていないところも多く、教員の助言をもらう時間が必要なため、質疑の時間を多く取っている。

○第2回中間発表会

12月14日(金) (発表8分, 質疑応答7分)

夏休みから2学期にかけて取り組んだ実験や研究とその結果について、スライドを用いて口頭発表した。実験装置の作成や実験方法の確立に手間取っているグループがいくつか見られた。また、データの処理やグラフの活用に問題があるグループも見受けられた。主担当の教員以外からのアドバイスを受けるいい機会となった。

○イギリス研修での英語による発表

2年次の3月中旬に行われるイギリス研修では、現地の交流校の生徒に対して、自分たちの課題研究の内容を、英語でプレゼンテーションするプログラムを組み込んでいる。12月の第3回中間発表の内容をベースにして、英語でのスライドを用いてプレゼンテーションができるように準備している。英語のプレゼンテーション作成に当たっては、英語科教員とALTの指導の下に行った。

○第3回中間発表会

2月15日(金) (発表と質疑応答を含めて15分のポスター発表 各グループが3回実施)

成果報告会の開催に合わせてポスター発表を行った。なお、この回の発表では、ルーブリックでの評価を行っていない。

この発表会は、前述のイギリス研修での、現地校の生徒に対する発表の練習を兼ねている。そのため、英語で作成したポスターを用いて発表を行った。また、3回の発表のうちの1回以上は英語で発表をすることにした。この発表会には、本校のALTに加えて高松市内の中学校に勤務するALTの先生に参加していただき、言葉の使い方や表現方法などの指導をしていただいた。

3. Advanced Science II の取り組み

第2学年のAS I に引き続き、2~4名のグループで課題研究に取り組んだ。1単位を学年の前半に週2時間まとめ取りをしている。表3に年間予定を挙げる。

7月中旬に研究内容をまとめ、「AS II 課題研究発表会」行った。この発表会は、地域の中高生や教員・保護者に公開し、さらに会場である情報通信交流館「e-とびあ・かがわ」の協力を得て、インターネット配信を行った。

また、SSH 生徒研究発表会、四国地区 SSH 生徒研究発表会、香川県高校生科学研究発表会、学会のジュニアセッション等の校外の研究発表会にも積極的に参加した。

最後に夏季休業中を利用して、研究の成果を論文にまとめ、日本学生科学賞や高校生科学技術チャレンジをはじめとしたコンテストに応募した。

(1) 研究テーマ

平成30年度の3年生の研究テーマは、以下の11テーマである。

<物理分野>

- ・低温環境が及ぼす帯電列への影響
- ・免震材料が加速度に及ぼす影響について
- ・走るときに滑りにくい靴底の模様

<化学分野>

- ・糖を利用したハンドクリームの肌の保湿性

<生物分野>

- ・プラナリアの記憶
- ・粘菌～細胞質と着色～
- ・三つ葉のクローバーを四つ葉にする方法を探る
- ・コンパニオンプランツ
- ・ゴキブリの学習能力の変化

<地学分野>

- ・分光観測による恒星の位置関係の算出

<数学分野>

- ・コラッツ予想の複素数平面への発展

表3 AS II 年間予定表

	4/8(日)	四国地区 SSH 生徒研究発表会
1	4/11(水)	調査・研究
2	4/18(水)	調査・研究
3	4/25(水)	調査・研究
4	5/2(水)	調査・研究
5	5/9(水)	第4回中間発表
6	5/16(水)	調査・研究
7	5/23(水)	調査・研究
8	5/30(水)	調査・研究
9	6/6(水)	調査・研究
10	6/13(水)	調査・研究
11	6/27(水)	調査・研究
	7/14(土)	AS II 課題研究発表会
	7/21(土)	香川県高校生科学研究発表会
	7/29(日)	かはく科学研究プレゼンテーション大会
	8/4(土)	応用物理学会・日本物理学会・日本物理教育学会 中国四国支部 ジュニアセッション
	8/8(火)~10(木)	平成30年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会
	8/26(土)	マス・フェスタ (全国数学生徒研究発表会)
	10/6(土)	「星空の街・あおぞらの街」全国大会星空観察報告会

第2章 研究開発の内容

Ⅱ 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

(2) 中間発表・最終発表会

○第4回中間発表会

5月9日(水) (発表8分, 質疑応答5分)

1月以降の研究や取り組みをまとめ、スライドを用いて口頭発表した。各グループとも研究の全体像がはっきりしてきて、進歩がうかがえた。生徒からも活発な質疑があり、最終発表に向けてアドバイスを受けることができた。

○ASⅡ課題研究成果発表会(最終発表会)

7月14日(土) e-とびあかがわ (発表10分, 質疑応答4分)

e-とびあかがわを会場に、保護者や1, 2年の特別理科コース(主対象クラス)の生徒に加え、地域の中学・高校の教員にも公開して最終発表を行った。発表の様子は、今年度もe-とびあかがわの協力を得てインターネットで配信を行った。

(3) 校外の発表会への参加

課題研究の成果を公開発表することによって、研究開発活動の普及を図るとともに、科学的コミュニケーション能力、科学的プレゼンテーション能力の育成を狙っている。

○第6回四国地区SSH生徒研究発表会

4月8日(日) 徳島県立徳島城南高等学校

ポスター発表 全11グループ

○第6回香川県高校生科学研究発表会

7月21日(土) サポート高松 第1小ホール

口頭発表

- ・ゴキブリの学習能力
- ・走るときに滑りにくい靴底の模様
- ・コンパニオンプラント
- ・コラッツ予想の複素数平面への発展

- ・粘菌～細胞質と着色～
- ・分光観測による恒星の位置関係の算出 **優秀賞**
- ・免震材料が加速度に及ぼす影響について
- ・プラナリアの記憶

○第4回かはく科学研究プレゼンテーション大会

7月29日(日) 愛媛県総合科学博物館

ポスター発表

- ・ゴキブリの学習能力

- ・三つ葉のクローバーを四つ葉にする方法を探る

○応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会

8月4日(土) 広島大学

口頭発表+ポスター発表

- ・低温環境が及ぼす帯電列への影響
- ・走るときに滑りにくい靴底の模様
- ・糖を利用したハンドクリームの肌の保湿性
- ・免震材料が加速度に及ぼす影響について
- ・分光観測による恒星の位置関係の算出

○平成30年度SSH生徒研究発表会

8月8日(水), 9日(木) 神戸国際展示場

ポスター発表

- ・走るときに滑りにくい靴底の模様

○マス・フェスタ(全国数学生徒研究発表会)

8月25日(土) 関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス

ポスター発表

- ・コラッツ予想の複素数平面への発展

○第30回「星空の街・あおぞらの街」全国大会 星空観察報告会

10月6日(土) かがわ国際会議場

口頭発表

- ・分光観測による恒星の位置関係の算出

(4) 論文投稿

研究の結果は論文にまとめ、論文集として3月に発刊している。また、全グループが研究論文コンテストに応募している。応募先と審査結果は以下のとおりである。

○第62回日本学生科学賞

- ・走るときに滑りにくい靴底の模様 **県優秀賞**
- ・粘菌～細胞質と着色～

○第16回高校生科学技術チャレンジ JSEC2018

- ・コラッツ予想の複素数平面への発展
- ・ゴキブリの学習能力

○第9回坊ちゃん科学賞研究論文コンテスト

- ・糖を使用したハンドクリームの肌の保湿性 **入賞**
- ・分光観測による恒星の位置関係の算出 **入賞**
- ・三つ葉のクローバーを四つ葉にする方法を探る **佳作**
- ・コンパニオンプラント ～カモミールとの混植～ **佳作**
- ・プラナリアに条件反射を確実に成立させる方法 **佳作**

○第13回朝永振一郎記念「科学の芽」賞

- ・免震材料が加速度に及ぼす影響について

○第62回全国学芸サイエンスコンクール 自然科学研究部門

- ・低温環境が及ぼす帯電列への影響

第2章 研究開発の内容

Ⅱ 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

4. ルーブリックによる評価

(1) ルーブリックの概要

課題研究の評価については、香川大学教育学部と連携し、独自のルーブリックを開発して、H25年度より導入している。ルーブリックは、研究発表会でのプレゼンテーションに対するものと、実験ノートに対するものを作成している。

(2) プレゼンテーションに対するルーブリック評価

プレゼンテーションに対するルーブリック評価は、2年次の第1回、第2回、3年次の第4回の中間発表と最終発表の計4回実施している。評価項目は、表4のとおりである。英語でのポスター発表を行う2年次の第3回については、ルーブリック評価を行っていない。

評価の項目は、第1回は①～③と⑤、第2回と第4回は①～⑤、最終発表では①～④と⑥の項目で評価している。評価の段階は、「不十分(1)」、「もう少し(2)」、「ほぼ十分(3)」、「十分(4)」の4段階で行っている。それぞれの評価規準は文章表記されている。生徒には、評価項目と最高評価の「十分(4)」の文章表記を事前に提示しており、どのような発表を要求されているかを知った上で発表を行っている。また、評価の絶対的な基準を、3年次の7月に行われる最終発表での平均的な到達レベルが段階(3)になるように設定し、評価担当者の主観によるばらつきが小さくなるようにしている。

本校のルーブリック評価は、第1回の発表から最終発表まで、一貫して同じ基準で評価している。それぞれの班に着目すると、研究が進むにつれて各項目の評価が上昇するため、生徒の変容が時系列で捉えられる。

(3) 実験ノートのルーブリック評価

発表会だけではわからない研究の過程やデータの信頼性、研究へ取り組む基本的な態度を評価するために、ルーブリックを用いての実験ノートの評価している。2年生については2学期末、3年生については論文提出後に、評価を行った。

評価項目を表6に示す。評価の段階は、「不十分(1)」、「ほぼ十分(2)」、「十分(3)」の3段階で行っている。評価は、一つのグループに対して、そのグループの主担当教員を含む4名程度で担当している。また評価する教員4名の中で、教員の専門科目が重複しないように、調整している。

表4 ルーブリックの評価項目

①課題設定	○研究目的、課題の科学的把握・理解 (科学的な意義ある探究)
	○先行研究の調査、これまでの研究結果の理解
②実験	○実験の設定
	○データの信頼性
③研究の分析・表現	○表現方法と分析
④結果の科学的見解	○科学的思考・判断
⑤今後の取り組み	○具体的な今後の予定
⑥自己評価と課題 (最終発表のみ)	○手順の評価
	○証拠の信頼性
	○結論の信頼性

表5 実験ノートのルーブリック 評価項目

①研究の進行状況	○操作の質
	○データの取り方・記録
	○協力体制
	○実験の方向性を適切に把握しながら進めているか
②ノートの書き方	○必要事項の記録
	○ノートの見やすさ
	○コメントや気付き

第2章 研究開発の内容

II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

理科課題研究の取り組み

1. 理科課題研究の概要

理科課題研究は、主対象になっていない理系クラス(3クラス107名)を対象に、1単位で(10月中旬以降、水曜3,4時間目)開講した。今年度の予定は、表1のとおりである。

対象クラスの生徒を4名の班に分け、全部で27班を作った。6~7班を1グループとし、それぞれのグループが、「物理」「化学」「生物」「数学」の4分野の課題研究を3週ずつ行った。

研究を前に、「変数とは・変数の制御」についての講義を行った。この講義は、主対象クラスの1年次にISで行っているものを、2時間で収まるようにアレンジして行っている。実験を計画するにあたって必要な、入力変数と制御する変数を意識させることを目的にしている。

研究課題は、分野ごとに担当教員が設定した複数のテーマの中からグループごとに1つを選択し、実験・実習を行って課題解決する方法を取った。分野ごとに、まとめのレポートを提出させて、これを基に評価を行った。

発表会はクラスごとに実施した。まず、自分たちが行った4つの研究の中から1つを選び、2週にわたって追加実験を行って内容を深めた。発表用のスライドを、プレゼンテーションソフトを用いて作成し、口頭発表を行った。評価は各クラスに5名程度の教員が担当して、ルーブリックを用いて行った。

表1 理科課題研究年間計画

	A	B	C	D
第1週	ガイダンス, 講義「変数とは・変数の制御」			
第2~4週	物理	数学	生物	化学
第5~7週	化学	物理	数学	生物
第8~10週	生物	化学	物理	数学
第11~13週	数学	生物	化学	物理
第14週	発表テーマの決定, 発表テーマについて深める①			
第15週	発表テーマについて深める②			
第16週	発表会			

2. 各分野の研究テーマ

(1) 物理分野

事前にクラス毎に13の研究テーマの中から、研究したいテーマの希望調査を実施し、3~5テーマに絞り込んだ。これらの中から1テーマをグループ毎に選択し、3週にわたって実験を行った。

1週目は、班ごとに実験装置や実験方法を考えた。その際、入力変数と結果の変数と制御する変数を意識して計画を立てた。2週目と3週目の前半で、実験データを取り、最後に研究結果をプレゼンテーションした。今年度の研究テーマと実施状況は以下の通りである。

○紙を使って、生卵を4階から落としても割れない装置を作ってみよう

生卵1個を入れる装置を画用紙やテープで製作し、地上約12.5mの高さから落下させても、中の生卵が割れない装置を製作することを目標に実験を行った。「パラシュート型」「飛行機型」「プロペラ型」「衝撃吸収型」など、さまざまな装置を考案し、「パラシュートの大きさや形」「翼の面積」「プロペラの枚数」「衝撃吸収材の量」と「落下時間」「成否」などの相関について調べた。

○身のまわりの材料を使って、1オクターブの音階を奏でることのできる楽器を作ってみよう

気柱の共鳴や弦の固有振動を利用した楽器を考案するグループが多かった。身のまわりの材料の選択は、班ごとに個性があり、塩化ビニルパイプ、ストロー、試験管、マカロニ、ラップの芯などを用いた管楽器や、ギターや琴やハーブをモデルとして金属線やテグスを使った弦楽器を製作し、その振動数をオシロスコープなどで調べた。

○床に物体を落とした時のね返りについて調べよう

さまざまな素材や大きさの球を、ある高さから落下させ、跳ね返った高さを測定したり、落下時の音を測定したりして、跳ね返りのようすを調べた。

○身のまわりの材料を使って温度計を作ってみよう

温度による気体の体積変化や浸透圧を利用した温度計を考案し、数十度の温度変化が測定できるような温度計の製作を目指して、実験を行った。

○音速をはかってみよう

グラウンドで、競技用ピストルを鳴らし、その音が聞こえるときの時間差を計測し、音速を求める実験を行った。

(2) 化学分野

次の3つの課題のうちから班ごとに一つ選択して、3週にわたって実験を行った。実験結果は班ごとにレポートにまとめ、提出させた。

○丈夫なシャボン玉をつくろう

合成洗剤、液体のり(PVA10%程度のもの)、水を用いてシャボン玉を作り、より長持ちするシャボン玉(強いシャボン玉)をつくるための最適な混合比をみつける課題である。できたシャボン玉は、軍手の上で弾ませ、割れるまでの時間と弾んだ回数を計測して評価した。1週目は水と合成洗剤のみで、2・3週目は1週目の結果を基にして、液体のりを加えてより丈夫なシャボン玉ができる混合比を調べた。

○最も温かくなるカイロの条件を探ってみよう

鉄粉の酸化反応を利用した使い捨てカイロの原理を用い、到達温度が高くなる原料の混合比を探る課題である。一定量の鉄粉に対し、加える食塩・活性炭・水の量を変化させて、最も温度が高くなるカイロの組成を調べた。

○アスコルビン酸酸化酵素のはたらき

野菜や果物の中には、還元型のビタミンC(L-アスコルビン酸)を酸化型に変化させる作用がある「アスコルビン酸酸化酵素」を持つものがある。アスコルビン酸標準溶液に少量の野菜の絞り汁を加えてこの酵素を働かせ、その様子をヨウ素

第2章 研究開発の内容

II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

滴定で調べた。また、この酵素の働きを抑えるための方法と、確かめるための実験計画をグループごとに立て、自分たちの仮説を実験で検証した。

(3) 生物分野

次の2つの課題のうちから班ごとに一つ選択して、3週にわたって実験を行った。

○ダンゴムシは学習するか

季節にかかわらず手に入るダンゴムシを材料に用いて、「ダンゴムシは学習するか?」というテーマで実験を行った。ダンゴムシが学習するかしないかについて、班ごとに仮説を立て、それを証明するための実験計画を立てた。装置や器具の使い方を習得した後、計画に基づいて実験を行った。実験のまとめとレポート作成を行った後、班ごとにプレゼンを行い、結果を発表した。

○土壌動物の調査と環境評価

土壌動物を調査し、多様性と環境の関わりや意義を考察した。採集場所は、学校内及び稲荷山（近隣：栗林公園北にある紫雲山のふもと）である。採集した土壌は、

①表層の落ち葉や土壌を肉眼で観察したもの

②ツルグレン装置に2日間かけ実体鏡で観察したもの

③ペールマン装置に2日間かけ実体鏡で観察したもの

の3通りの方法で調査を行った。分類は、「土壌動物検索表」（新城憲一 沖縄県立総合教育センター研究報告改変）と「自然の豊かさ」（青木 1995）を利用した。実際に実物を見て、多様性の違いについて検証した。

(4) 数学分野

一週間ごとに担当教員が課題を用意し、各班が次の3つの課題を行った。

○三平方の定理

100種類以上あるという三平方の定理の証明を考えた。まず、担当教員と生徒でトレミーの定理、方べきの定理、三角形の面積計算法等を使用して三平方の定理が証明できる事を考えていった。次は班別に独自の三平方の定理の証明を考えた。三角形の模型と班ごとに渡して、証明を考えやすいように工夫させた。さらに、文献によれば、三平方の定理の証明は、科学者だけではなくアメリカの大統領も独自に考えていることがわかったので、全員で独自の証明法を考えていった。

○整数

整数÷整数(有理数)を計算すると割り切れるか割り切れないかのどちらかになる。割り切れないときは余りの種類が有限個であることから必ず同じ数の列が繰り返される循環小数になる。この同じ数の列に着目すると面白い性質があることがわかる。この講座では、まず300までの素数を全て拾い出し、その後各班それぞれで分担し、できるだけ多くの素数において1/素数を計算しその性質を確かめた。

○立式と証明

4人の班でゲームや手品をして、そこで起こる不思議なことを体験し、何故そのような不思議なことが起こるのかを数式を使って解明していった。この講義を通して、人の行動や目の前の不思議なことも数式で表現できること（立式）を理解し、その式を使って自分の課題を解決していけること（証明）を学んだ。

第2章 研究開発の内容

Ⅲ 最先端の科学技術を学び、

知的好奇心を高めるプログラムの実践

第2章 研究開発の内容

Ⅲ 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

Ⅲ 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

a. 仮説

大学等、外部機関との連携を強化し、講義を継続的に実施することで、生徒の知的好奇心・探究心が高まり、興味・関心を持った分野に関して、さらに深く学ぼうとする自主性が養われると考えている。

関東合宿では、地元では見る機会のない、科学の最先端の事象に触れたり、研究現場を見学したり、さらに研究者から直接話を聴くことで、生徒が研究者・技術者の仕事に対して具体的なイメージを持ち、それらを目指すきっかけになると考えている。また、生徒が企画・運営に参加することにより、主体的・積極的な取組が期待される。

b. 研究内容・方法・検証

1 Introductory Science

「Introductory Science」では今年度自然科学への興味・関心を高め、最先端の研究内容を知る目的で、物理分野1講座、化学分野2講座、生物分野2講座、地学分野2講座、数学・情報分野3講座、環境分野2講座の出張講義を実施した。また、英語に関連した講座を3講座実施した。2年次以降の課題研究のヒントになることも考え、講座内容はできるだけ分野が偏らないように工夫した。3学期には、課題研究の練習として教員が研究課題を設定した「ミニ課題研究」を物理・化学・生物・数学の4講座行った。また、最先端に触れる機会として、企業見学、研究室・大学訪問も実施した。

生徒の事後アンケートの結果より、講義・実験が面白く(90.6%)、講義の内容が理解できた(85.8%)。また、講義全体を通して90.5%の生徒が積極的に取り組めたと自己評価しており、実験技能を高めることができ(83.9%)、講義内容をもっと知りたい(84.8%)と感じている。さらに、83.6%の生徒が研究に対する興味・関心が増したと回答しており、研究者をロールモデルとして捉えられたという生徒も多く、一定の成果を上げることができたと考える。

b. 実施内容(今年度初めて実施、もしくは内容を大幅にリニューアルした講座については **NEW** をつけた)

実験の基本操作(物理) 教諭 佐藤 哲也

物理学の概観と物理量の測定について学んだ。有効数字と測定値・誤差について学習した後、精密測定に用いるノギスの原理として副尺の仕組みを学び、測定精度を向上させるために先人たちが生み出した工夫の一端にふれた。また、ノギスを使って、円柱状の金属試料の外径・高さを数回測定し、計算により体積を求めた。電子天秤により質量を測定し、金属試料の密度から、金属の種類を同定を行った。測定回数を増やすことにより測定値のばらつきを補正できるとや、有効数字を考慮して体積を計算することを通して、測定値の処理方法などを学んだ。

実験の基本操作(化学) 教諭 伊賀 史朗 中島 昭一

「硫黄の同素体」、「人工イクラを作ろう」をテーマに簡単な実験を行い、実験器具の操作に慣れることを目的として実施した。

「硫黄の同素体」では、3種類の硫黄の同素体(斜方硫黄・単斜硫黄・ゴム状硫黄)を作る実験を行なった。生成したそれぞれの同素体の特徴を観察し、スケッチを行った。ガスバーナーで試験管の試料を加熱するときに、注意すべきことを学んだ。

「人工イクラを作ろう」では、アルギン酸ナトリウム水溶液と塩化カルシウム水溶液から、見た目がイクラに似た人工イクラを作った。電子天秤の使用法や、駒込ピペットなどの器具の使用の際の注意点を学んだ。

2018年度 Introductory Science I 年間予定表

回	日付	講師	講座内容	会場
1	4月16日(月)	佐藤	オリエンテーション	理科実験室
2	4月23日(月)	物理教員	実験の基本操作(物理)	理科実験室
3	5月7日(月)	化学教員	実験の基本操作(化学)	第1化学実験室
4	5月12日(土)	生物教員	実験の基本操作(生物)	第1生物実験室
5	5月28日(月)	IS担当教員	考える科学①『探究活動とは？変数とは？』	理科実験室
☆	6月8日(金)	理化学研究所 辨野義己先生	「長寿菌」がいのちを守る！大切な腸内環境コントロール	第1体育館
6	6月11日(月)	IS担当教員	考える科学②『変数の制御』	理科実験室
7	6月18日(月)	IS担当教員	考える科学③『信頼性と妥当性』あなたは良い科学者か！	理科実験室
8	6月20日(水)	香川県環境管理課 中西正光氏	里海プロジェクト①	理科実験室
9	6月25日(月)	香川大学農学部 一見和彦先生・多田邦尚先生	身近な海の世界学	瀬戸内圏研究センター
10	7月9日(月)	東京大学大気海洋研究所 横山祐典先生	同位体で探る気候や生物の変化	理科実験室
★	7月14日(土)	ASⅡ課題研究成果発表会	e-とびあ・かがわ BBスクエア	
★	7月21日(土)	香川県高校生科学研究発表会	サンポートホール高松第1小ホール	
11	9月12日(水)	徳島文理大学理工学部 梶山博司先生	光化学反応の科学	第1化学実験室
12	9月20日(木)	香川大学創造工学部 鶴町徳昭先生	光の不思議	理科実験室
13	9月26日(水)	生物教員	校内のアリ	第1生物実験室
14	9月28日(金)	岡山理科大学経営学部 森裕一先生	はじめて学ぶデータサイエンス	MM教室
15	10月9日(火)	国立天文台 井口 聖先生	天文学者が解き明かす宇宙	理科実験室
16	10月22日(月)	香川大学農学部 伊藤 文紀 先生	アリの分類	香川大学農学部
17	11月5日(月)	香川大学工学部 石井 知彦先生	CBI化学①	第1化学実験室
18	11月12日(月)	企業見学「タダノ」	企業見学	タダノ
19	11月19日(月)	鳴門教育大学 松岡隆先生	図形の対称性と立体万華鏡	理科実験室
☆	11月26日(月)	NPO法人ガリレオ工房 滝川洋二先生	AI時代の学び方 不思議なモーター―風力発電を楽しくながら	第1体育館
21	12月10日(月)	香川大学工学部 大学院生	希少な砂糖糖、希少糖	第1化学実験室
22	12月17日(月)	香川大学工学部 石井 知彦先生	CBI化学②	第1化学実験室
23	1月9日(水)	IS担当教員	Excel演習	MM教室
24	1月28日(月)	ニコール・クロウネン先生	CBI海洋科学	理科実験室
25	2月4日(月)	理科・数学教員	ミニ課題研究	各実験室
26	2月15日(金)	ASⅠポスター発表		
27	2月18日(月)	理科・数学教員	ミニ課題研究	各実験室
28	3月4日(月)	理科・数学教員	ミニ課題研究	各実験室
29	3月11日(月)	理科・数学教員	ミニ課題研究	各実験室

第2章 研究開発の内容

Ⅲ 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

実験の基本操作(生物) 教諭 蓮井 京

顕微鏡の使い方と実体顕微鏡の使い方、スケッチの方法を学んだ。1時間目は、顕微鏡でボルボックスを観察した。PTA総会とも重なっていたため、保護者にも体験してもらった。生徒、保護者共に泳ぐボルボックスを見るのが初めての人が多く、感激していた。2時間目は、実体顕微鏡では自分で採集してきたアリの観察とスケッチを行った。後日、野外でアリの採集し、同定を行う実習があるため、その事前学習をかねて行った。「アリとはどのような生物か」について話を聞き、アリに特徴的に見られる腹柄節を確認させた。

考える科学①『探究活動とは？変数とは？』 講師 四茂野 志音

考える科学①は2時間で完結する授業を行った。1/2時間目で探究活動とはどのようなものなのかを確認し、2/2時間目に変数の種類と見分け方についての授業を行った。探究活動の授業では、「探究活動と普段受けている理科の授業との違い」について班で確認後、クラス全体で共有した。また、探究活動は自分たちで実験計画を立てるため信頼できるデータを得る実験を計画するスキルが必要になる。そこで、良い実験計画とはどのようなものなのかを、具体的な例をもとに確認した。変数の授業では、変数には「入力変数」「結果の変数」「制御する変数」の3種類があることを紹介した。いくつかの実験の例を示し、その実験での変数を前述の3つに分類する練習を行った。

考える科学②『変数の制御』 教諭 中島 昭一

前回学んだ変数についての復習をした後、変数が取り得る値によって、何種類かのタイプ(カテゴリー的、序列的、離散的、連続的)に分類できることを学んだ。また、色・形・大きさの異なる図形や、色と大きさや質量が異なる容器を題材に、その中から変数を見つけ、その取り得る値を挙げた。また、変数と変数の間に存在する関係性を見つける練習をした。後半は、3種類の変数を持つ、太さ(太・中・細)・長さ(長・中・短)・材質(アルミニウム・アクリル)が違う筒をたたき、結果の変数である音の高さがどう変わるかを調べる実験を行った。1回の実験で使用できる筒は2本、実験回数は4回以内、という条件の下でどのような実験を計画すればよいかを考えた。その後実験を行い、変数間の相関関係を調べて、その結果をレポートにまとめ、さらに班ごとに発表した。

考える科学③『信頼性と妥当性』『あなたは良い科学者か』 教諭 増田 裕明

前半の講義では、データの信頼性(他の誰かが同じ実験をしても同じ結果を得られる)と妥当性(信頼性があり、さらに探究している問題に関係がある)をどのようにして考えるのかということについて学んだ。自分たちで実験を組み立て研究していく場合、信頼性だけでなく、妥当性も考える必要があることを確認した。後半の講義では、英国物理学会が作成した、科学者としての「研究における倫理的な行動規範」をもとに10個の質問を用意した。様々な場面で課題に直面したときに自分ならどういった行動するのか考えさせ、現在の自分がさらに良い科学者に近づくためには、どのような点に留意しなければならないかということを確認させた。

里海プロジェクト 香川県環境管理課 中西 正光 課長補佐

① 6月20日 「かがわの里海づくり」に関する講義

課題：海ゴミの問題や里海づくりの活動をまだ知らない一般の人々に伝えるためにはどうしたらよいか？

グループディスカッション、企画書作成

② 7月10,17日 企画書提出、啓発作品・発表資料作成

③ 8月20日 発表会、生徒相互評価、県職員による講評、振り返り(KJ法)～合宿にて～

④ 9月8,9日 文化祭にて展示

それぞれのグループが目的を明確にして、ターゲットを絞った作品発表や企画の実施報告を行った。発表内容の例を以下に示す。

- ・啓発媒体として里海・海ゴミの情報を印刷した「クリアファイル」を配布
 - ・啓発媒体として「ポケットティッシュ」を利用する。里海・海ゴミの情報を記載したメモを入れて配布
 - ・全世界の人々を対象に、里海についての「ホームページ」を制作
 - ・貝などを使用した「アクセサリ」を制作し、里海についての啓発のメモをつけて配布
 - ・中高生向けに、里海についてよく知ってもらうための小豆島での「体験学習」の企画
- その他、「チラシ」「ポスター」「インスタグラム」等を制作した。



身近な海の世界学 香川大学農学部 一見 和彦 先生・多田 邦尚 先生

瀬戸内海の歴史と研究内容について講義を受けた。その後ノーブリス号に乗り、志度湾で実習を行った。瀬戸内海は昔きれいで魚がたくさん捕れた海だったが、高度経済成長と共に赤潮が発生し魚が大量死する汚い海となった。その後海を守る運動が盛んになり、現在は非常にきれいになっている。しかし、漁獲高は汚れていたときよりも減少している。その理由として、魚の獲りすぎや埋め立てによる干潟藻場の減少だけでなく、海の貧栄養化や温暖化も影響しているとのこと。環境の研究はデータの積み重ねが必要で何十年続けないと真実が分からないが、近



第2章 研究開発の内容

Ⅲ 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

年、瀬戸内海でも南方系の魚やプランクトンが多くなってきたとのこと。また、10年ほど前に高松市の干潟で普通の植物プランクトンの10倍近いスピードで分裂するスーパー珪藻が発見され、この使い道として、CO₂固定させてバイオ燃料にすることが考えられているなど、最先端の内容も教わった。聴講後、実際に志度湾に出てプランクトンや海底の土壌を採集し、生物を観察した。水中カメラで海底を観察すると、アマモが茂っていた。小魚の産卵場が復活してきたようだ。

瀬戸内海の歴史について学び、実際に海に出て観察した。また、スーパー珪藻という新しい研究材料も見せていただき、非常に有意義な時間となった。

NEW 同位体で探る気候や生物の変化 東京大学大気海洋研究所 横山 祐典 先生

前半は地球型惑星の大気の特徴に注目することから始まった。地球大気には多くの酸素が含まれるが、他の地球型惑星には少ない。その理由を、光合成、プレートテクトニクス、大陸地殻による酸素固定などから考え、気候変動を考える上では大気だけに注目するのではなく、固体地球における物質循環にも注目しなければならないことを学んだ。後半では、地球の年代測定、人間が自然界に及ぼす影響のほか、事前学習で視聴した同位体に関連する内容について、対話をもとに深めていく形で実施された。講義を受け、地球をシステムとして考えることの重要性に気付かされた。また、講義の最後には猿橋勝子先生を例に、信念に基づく実験の大切さを語っていただいた。



光化学反応の科学 徳島文理大学大学院工学研究科 梶山 博司 先生

まず、簡単な実験を行って電場と磁場について学び、電場は電子に対してエネルギーを与えることができるが、磁場はエネルギーを与えることができないことを確認し、光化学反応には電場が作用していることを学んだ。

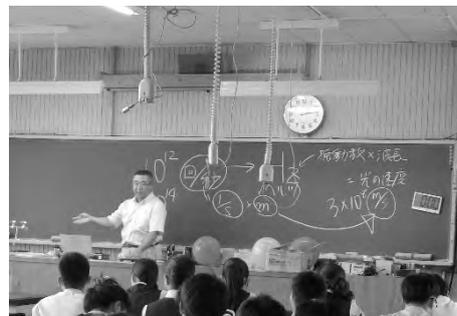
続いて、光の速さの測定値と Maxwell 方程式から導かれる電磁波の速さが一致したことから光が電磁波の一種であることがわかるまでの科学史や、光がエネルギーを持った粒子として振る舞うことを学習した。また、量子力学の観点から、光化学反応が起こるためには電子が一定値以上の光エネルギーを受け取る必要があることを学んだ。

最後に、光合成を仕組みについての説明を受けた。葉の色が緑色なのは白色光の中からクロロフィルが青と赤の光を吸収した後に残った光が緑色であることや、連続で光を当てるより光のパルスを当てた方が効率よく光合成が行われることを学習した。



光と物質の不思議な世界 香川大学工学部 鶴町 徳昭 先生

まず、講義形式の授業を通して光学や量子力学の観点から身のまわりの物質についての理解を深めた。強力なレーザー光線でゴム風船を割る演示実験が説明の途中であり、風船を構成している分子が光を吸収することで光のエネルギーが熱のエネルギーに変換される現象を体験的に理解することができた。さらに、簡易分光器と、偏光板を用いた「見えるけど触れない壁」のある不思議な箱の製作を行った。そして講義の最後では、科学技術の発展には「未知を既知にする理学部的発想」と「不可能を可能にする工学部的発想」が必要であり、そのためには高校で学ぶ基礎力が非常に重要であると語っていただいた。



校内のアリ 講師 林 義隆 他4名

2011年から続けている校内の5地区のアリ採集を行った。生徒は、体操服に着替え、スコップ・アリを入れるアルコール入りプラスチック容器・ザル・ルーペ・ピンセット等を持って採集したが、慣れていないので苦労していた。30分ほどを採集時間に取り、残りを分類・発表の時間に使った。本校用の検索表を用い、実体顕微鏡(20台)と生物顕微鏡(20台、クリップライトで上からの落射光で最低倍率を使用)で観察・分類した。オオハリアリ、ハシブトシリアゲアリなど12種を同定した。例年と比べて、平均的な種数であった。

はじめて学ぶデータサイエンス 岡山理科大学経営学部 森 裕一 先生

これからの社会は、データをどの場面でどう処理をすれば良いのか、出てきた結果から何を読み取るのか、そして、それらを基にどう行動を起こすのかが大切になる。この講義では、「データ」を活かして「科学」する具体的な方法や工夫を、実際のデータを処理しながら学び考察した。



第2章 研究開発の内容

Ⅲ 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

NEW 天文学者が解き明かす宇宙 国立天文台 井口 聖 先生

宇宙を理解するため、天文学者が明らかにしてきたこと、これから明らかにしようとしていることを「過去」、「現在」、「未来」に分けて講義していただいた。「過去」では、コペルニクス、ケプラー、ガリレオ、ニュートンらが積み重ねてきた研究の歴史を、「現在」では香川県出身の宇宙物理学者・佐藤勝彦先生の研究も紹介していただいた。「未来」では、井口先生が長らく関わられてきたアルマ望遠鏡が担っている役割や、今後注目されるであろう天文生物学について教えていただいた。講義中に、井口先生が言われていた、「科学で大事なことは何が分かったのかを正しく言うこと。言い過ぎては間違えてしまう」、「教科書に載っていないことをやるのが研究の面白さ」という言葉が印象的であった。



アリの分類 香川大学農学部 伊藤 文紀 先生

校内のアリと同様に、2011年から続けている高松市の南方の丘陵帯に位置する藤尾八幡神社近郊の深林にて、アリ採集を行った。12:30 バスで本校を出発し、神社で約2時間採集し、再びバスに乗り農学部へ移動して分類を行った。生徒は、坂の多い山の中を楽しみながら熱心に採集した。樹木の根付近、幹、表土、特に朽ち木の中から多く採取できた。農学部で昼食後、実体顕微鏡(1台/人)を用い、検索表、図鑑を参考にしながら分類したが、伊藤先生やTAの手助けを必要とした。途中で、研究室も見学しながら約4時間、くたくたになるほど同定を行った。結果、種数は29種で、昨年の20種を上回った(昨年は雨模様であった)。後日、結果から市街地(高松一高)と森林での種多様性について比較、考察を行い、レポートを作成した。

企業見学「株式会社タダノ」

工学分野への興味関心を高め、メーカーにおける研究・開発職への理解を深めることを目的に、昨年に続き「株式会社タダノ 志度工場」を見学した。会社の沿革、製造する製品とその特徴、アフターサービスについて、さらに会社が行っている社会貢献などについて説明を受けた後、工場の生産ラインを見学した。見学の後、本校の卒業生でもある若手社員の方から、製品の開発にまつわるお話などをしていただいた。最後に、生徒からの質問にも答えていただいた。地元の企業であるが、生徒が直接ユーザーになる会社ではないので、知らないことが多く、新しい発見ができたとの声が多く聞かれた。



図形の対称性と立体万華鏡 鳴門教育大学 松岡 隆 先生

私たちの日常生活には様々な数学の原理や事象が現れていることを知り、科学的・数学的な目で物事をみることの面白さを感じ、自ら興味をもって発見した事柄が数学の研究の対象となることを学んだ。この講義では、正多面体が見える立体万華鏡作りに挑戦し、製作活動から考えを深めるアプローチを行い幾何学の面白さについて考察した。



希少なお砂糖、希少糖 香川大学工学部 大学院生

大学生および大学院生が交代で講師役を務め、石井教授がサポートする形で行われた。

まず、原子が共有結合するときの原子価を確認した後、希少糖であるアロースとグルコースの分子構造を図示して、その構造と生体へのはたらきの違いについて説明があり、分子構造のわずかな違いが、性質の違いを生んでいることを学んだ。次に、分子の大きさなどの、小さな長さを表す単位 nm と、化学で用いる数の数え方(倍数接頭辞)、アルカン C_nH_{2n+2} の命名と倍数接頭辞の関係について学んだ。さらに、グルコースと希少糖であるプシコースの構造の違いを、フィッシャー投影式を用いて表すことを学んだ。最後に、分子模型でシクロヘキサン C_6H_{12} を作り、六員環の基本構造を学んだ後、六炭糖の構造の違いを確認した。



NEW 表計算ソフトの使い方 教諭 佐藤 哲也

2年生から始まる課題研究に向けて、表計算ソフトを用いてデータ処理やグラフ作成の方法を学んだ。総務省の統計局がつくっている「なるほど統計学園」というホームページに掲載されているデータを参考に、データをグラフ化する際に、どのようなグラフの種類を選択すれば、視覚的に捉えやすく変数の相関をはっきりと示すことができるのかを学習した。また、関数の作り方についても学習し、最後にまとめとして、成績データと家庭学習時間のデータを用いて、平均点の計算やそれらの相関を表すグラフの作成などを行った。

第2章 研究開発の内容

Ⅲ 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

ミニ課題研究(数学) 数学教員

「整数の性質」や「場合の数・確率」の理解を深め、その既習内容が日常生活の中で活用されていることに気付かせ有用性を感じ取らせるような課題を与え、2年次のAS Iの課題研究に向けて、事象の考察に数学を活用する力を培うことを目的とした。3グループに分け、課題について議論し、考え方をそれぞれホワイトボードに書き出して発表を行った。

ミニ課題研究(物理) 物理教員

デジタルマルチメーターの使い方を身につけた後、鉛筆で書いた線が電気を通すことを用いてどのような探究活動ができるか、入力変数や結果の変数と制御する変数を考えながら実験の計画を立てた。いくつかの実験計画の中から、鉛筆の線の長さや電気抵抗値の関係を調べたり、鉛筆の芯の抵抗率を求めることで、紙に書いた鉛筆の線のグラファイト層の厚みを推定するという探究実験を行った。これらの実験を通じて、目で見て測定できないものをいかに推定するか体験により学習した。

- ① デジタルマルチメーターでいろいろなものを測る。
- ② 鉛筆の線は電気を通しているか調べる。
- ③ 鉛筆の線の電気伝導性についてどんな探究実験ができるか考える。
- ④ 鉛筆で書いた線の長さや抵抗値の関係を調べる。
- ⑤ 鉛筆の芯の抵抗率を測定する。
- ⑥ 鉛筆で書いた線の厚みの中の原子数を推定する。

ミニ課題研究(化学) 化学教員

強いシャボン玉が出来るシャボン液の材料や配合割合について考える過程で、仮説の立て方や実験の組み立て方、結果の考察方法など、2年次のAS Iの課題研究の一連の流れを体験した。

- ① 実験準備：細いストローの先端1cmを十字に裂き、長さ2~3cmに切った太いストローを被せて、二重ストローを作る。
- ② 課題研究1：2人1班で台所用合成洗剤とイオン交換水をいろいろな割合で混合してシャボン玉をつくる。軍手の上で弾ませて、より強いシャボン玉を作るための最適な混合比を調べる。
- ③ 課題研究2：洗剤、イオン交換水に加えて、洗濯のりを使い、いろいろな割合で混合してシャボン玉を作る。「課題研究1」と同様に、最適な混合比を求める。

ミニ課題研究(生物) 生物教員

普通科理系の課題研究と同じテーマで行った。土壌動物やその役割については小学校から教科書に記載されているが、実際に観察した生徒は少なく、実物を見せようという意図でこのテーマを選択した。

- ① 土壌動物のいそうな場所を各班で話し合う。
- ② 校庭の様々な場所から表層土壌を採取する。(時間の関係でベールマンやツルグレンは行っていない)
- ③ 表層土壌の土壌動物調査から環境評価を行う。(土壌動物を用いた「自然の豊かさ」1995 青木を使用)

表層だけでは生物は少ないだろうという予想に反して、32点と高評価が出た。「自然の豊かさ」評価の25~35点=公園、人の庭、校庭に当てはまった。

2 自然科学講演会

<第1回自然科学講演会>

1.日 時：平成30年6月8日(金)13:15~15:10

2.講 師：理化学研究所イノベーション推進センター

辨野特別研究室特別招聘研究員 辨野 義己 氏

3.演 題：「“長寿菌”がいのちを守る！大切な腸内環境コントロール」

4.講演会の様子

辨野先生は、腸内細菌の研究を通じて腸内環境を把握し、食生活、生活習慣などの改善を示唆されている。腸内細菌に関する著書も数多く出版され、近年はテレビ番組の出演も多い。講演では、研究によって腸内常在菌の全容が見えてきたことを挙げ、腸の粘膜層を覆う「腸内フローラ」の説明をされた。それによると大便1g中には1兆個もの腸内常在菌が存在し、大腸菌等の悪玉菌とビフィズス菌や乳酸菌等の善玉菌のバランスが腸内環境が「腸年齢」に大きく影響する。調査のために2万人以上の人から便を収集し、腸内常在菌データベースを作り上げた。大腸ガンの原因として肉類の食べ過ぎ・野菜不足・運動不足・アルコールの多飲が挙げ、プロバイオティクス(健康を促進する生きた微生物)と食物繊維の大切さを訴えた。腸内環境を整えるビフィズス菌・がん細胞を抑制する酪酸産生菌を「長寿菌」と名付け、全国の長寿村の住民の腸内環境は長寿菌の比率が高いことに着目している。食物繊維摂取量が多い長野県が長寿県で、少ない青森県が短命県



第2章 研究開発の内容

Ⅲ 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

となっている。食物繊維とプロバイオティクスを組み合わせたシンバイオティクスを摂ることで効果的に長寿菌を増やすことが出来る。

研究開発の心得は、(1)好奇心 Curiosity (2)挑戦 Challenge (3)勇気 Courage (4)確信 Confidence (5)集中 Concentration (6)継続 Continuation の6Cで、このうち特に1,5,6の好奇心・集中・継続が大切であると生徒達に訴えた。

講演会后、生徒が次々と質問し、どの質問にもユーモアを交えて丁寧に答えていただいた。

<第2回自然科学講演会>

1.日 時：平成30年11月26日(水)13:20~15:10

2.講 師：NPO法人ガレリオ工房理事長

NPO法人理科カリキュラムを考える会 滝川 洋二 氏

3.演 題：「AI時代の学び方

不思議なモーター・風力発電を楽しみながら」

4.講演会の様子

テレビドラマ『ガリレオ』での実験監修や『名探偵コナン』でも漫画の中で登場した話から始まった滝川先生の本校での4回目の講演は、生徒800人全員に配布した実験セットを使用してより深い理解が進むような講演であった。最初の実験は、磁石上のコイルに電流を流すとどうなるか、というものであり、コイルが電磁石になるため磁石に反発して飛び上がると生徒から驚きの声が上がっていた。ヘッドホンの中にもコイルがあり、振動により音が伝わることなど身近な生活用品にも利用されていることを説明された。また、2つ目の実験では、コイルを流れる電流の力でモーターを動かすモーターの仕組みを理解するものであった。3つ目の実験では、細いストローで風を起こし、その風力発電でLEDライトを光らせるというものであった。生徒は、一人ひとりが自分の風力発電を作成し実際にLEDライトが光ると驚きと充実感を味わっていた。

滝川先生は、3つの実験の間に「AI時代の学びについて」も講演され、これからの時代は少子化とAIにより銀行員、裁判官、ドライバーなど毎年60万人の労働者が減少し、社会が急激に変化していくので、今こそ学びを変えることが重要であること、また事実を教えるのではなくそれを分析して批判的な思考で捉えられるように意欲的に学ぶ姿勢が大切であること、そして実験に関連した本を多く読み、次ページの内容を自分の頭で想像して読んでいくことが大切であると話された。最後に、人の脳はとても高い能力を持っており、様々なジャンルや自分に興味があることを勉強して自分の脳を育てていくことや何でもやろうと思ってチャレンジすることの重要性について、生徒に熱心に語ってくれた。

時間の都合でその場で質問は受けられなかったが、講演会後も控え室の校長室へ質問に来る生徒がおり、それにも丁寧に答えていただいた。



Advanced Science I

講義・実習 体の構造と機能を知る～ラットの解剖～

1.日 時：平成30年10月5日(金)13:20~16:30

2.講 師：香川大学医学部 教授 三木 崇範 先生、他TA3名

3.目 的：ヒトと同じ哺乳動物のラットの解剖を通して、ヒトの体の構造と機能を理解するとともに、医学や生命科学に対する興味関心を喚起する。

4.実施内容

パワーポイントの資料をもとに、ラットの体の構造と各臓器の機能などに関する講義の後、アシスタントの先生の模範操作を見てから班ごとに解剖に取りかかった。1班4または5名の10班で、各班1頭のラットを解剖した。心臓が拍動しているうちに、注射針で血を抜いた。心臓・肺の胸からはじめ、消化管と付属器官、腎臓を順に観察・摘出した。最後に脳と脊髄の神経系の摘出と観察を行った。

5.生徒の様子など

イカの解剖をした経験のある生徒はいたが、哺乳類の解剖は初めてで、最初は恐る恐るだったが、解剖を進めるにつれて、集中して取り組んでいた。どの班も臓器を丁寧に摘出し、観察できていた。最後まで集中力を切らさず観察して、知識理解の学習効果は大きかった。また、「衝撃的であった。」「命の尊厳を感じた。」「集中していたため疲れた。」などの感想がみられ、生徒の生命への強い関心を感じた。



関東合宿 2018

第1日目 7月30日(月)	第2日目 7月31日(火)	第3日目 8月1日(水)	第4日目 8月2日(木)
6:30 起床 7:00 朝食 7:35 高松空港 発 ANA532便 8:00 羽田空港 着 8:55 羽田空港 発 バス移動 10:00 高松空港 発 バス移動 11:30 KEK 着 12:00 昼食 13:00 高エネルギー加速器研究機構 14:00 13:00 概要説明 14:15 放射光化学研究施設 14:55 実験・実習 16:00 講義 16:30 アンケート 17:00 徒歩移動 17:30 KEK宿泊施設 着 18:30夕食・ミーティング 19:00夕食・ミーティング 20:00 入浴・研移のまとめ など 21:00 21:00 ホテル着 22:00 22:00 就寝	6:30 起床・洗面 7:00 朝食 7:30 朝食 8:10 宿泊所出発 バス移動 8:50 NIMS 着 9:00-12:00 物質・材料研究機構(NIMS)での研移 9:00 概要説明 9:10 講義・実習(4班) A班: 産業型電子顕微鏡 B班: 放射光化学 C班: ファンデーション作り D班: 金属の平準化 10:30 施設見学(2班) 11:00 昼食 12:00 NIMS 着 12:30 国立環境研究所 着 13:00 概要説明 13:25 施設見学 14:00 講義・実習 14:15 放射光化学について学ぶ 14:55 実験・実習 16:00 講義 16:30 アンケート 17:00 徒歩移動 17:30 高松研究所 発 バス移動 18:30夕食・ミーティング 19:00夕食・ミーティング 20:30 ホテル着 21:00 入浴・研移のまとめ など 22:00 22:00 就寝	6:30 起床・洗面 7:00 朝食 8:00 ホテル 発 バス移動 8:30 東京工業大 着 9:00-11:30 東京工業大学農学部での研移 11:30 概要説明 11:40 講義・実習(4班) A班: キャンパス見学 B班: 有機合成化学 C班: 植物病理学 D班: 観光学 13:00 東京工業大学 発 バス移動 14:00 国立科学博物館 着 14:30 課題解決プログラム 15:00 ディスカッション 15:30 展示見学 16:30 まとめ・質疑応答 17:00 国立科学博物館 発 バス移動 18:00 ホテル着 19:00夕食 20:00夕食 21:00 入浴・研移のまとめ など 22:00 22:00 就寝	6:30 起床・洗面 7:00 朝食 8:00 高松 発 バス移動 8:30 高松 着 9:00-12:00 高松市立中央図書館での研移 12:00 高松市立中央図書館 発 バス移動 12:30 高松市立中央図書館 着 13:00 高松市立中央図書館 発 バス移動 13:30 高松市立中央図書館 着 14:00 高松市立中央図書館 発 バス移動 14:30 高松市立中央図書館 着 15:00 高松市立中央図書館 発 バス移動 15:30 高松市立中央図書館 着 16:00 高松市立中央図書館 発 バス移動 16:30 高松市立中央図書館 着 17:00 高松市立中央図書館 発 バス移動 17:30 高松市立中央図書館 着 18:00 高松市立中央図書館 発 バス移動 18:30 高松市立中央図書館 着 19:00 高松市立中央図書館 発 バス移動 19:30 高松市立中央図書館 着 20:00 高松市立中央図書館 発 バス移動 20:30 高松市立中央図書館 着 21:00 高松市立中央図書館 発 バス移動 21:30 高松市立中央図書館 着 22:00 高松市立中央図書館 発 バス移動 22:30 高松市立中央図書館 着 23:00 高松市立中央図書館 発 バス移動 23:30 高松市立中央図書館 着

KEK 高エネルギー加速器研究機構



池田幸陽 合田晴晴 高重太志 田島大翔 平井大智

○KEKとは

宇宙・物質・生命の謎を解き明かす、日本最大級の加速器科学の研究機関。高エネルギー加速器は、電子や陽子などの粒子を光の速度近くまで加速して高いエネルギーの状態を作り出す装置です。

○各施設の見学

・Bell II 測定器

高さ約8メートル、重さ約1400トンの巨大な測定器です。B中間子の崩壊で生じる数多くの粒子を精密に測定することができます。



・放射光科学研究施設

日本で初めてX線領域まで出せる。電子加速器から生まれる放射光で、物質・生命の構造から機能発現のしくみを明らかにする研究を推進しています。

○実習

霧箱製作

霧箱を使って放射線を観察しました。

○講義

「タンパク質の形を知ろう！創薬へつながる研究の裏側」

原田彩佳研究員

○感想

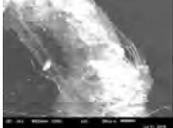
普段見ることのできない、とても大規模な施設を見学させていただいて、非常に面白く楽しい時間を過ごすことができました！

物質・材料研究機構 (NIMS)

植田英輝 宮本峻也 辰井謙斗 土居勇太

○電子顕微鏡の紹介

NIMSで使われている電子顕微鏡はSEMといいその名の通り電子線を用いて対象を観察します。



(セミの抜け殻を観察)

電子線は人体に影響を与え、また対象の同じ部分を観察し続けると焼け焦げてしまうほど危険なものです。また、電子顕微鏡では水分を含むもの、電子を通さないものは観察できません。そのため乾燥させ、電子が通るように表面を覆う必要があります。

○感想

電子顕微鏡はとても鮮明に細部まで見えるけど、条件が揃う必要があるため多くの顕微鏡と特性を知り使い分けることが大切だと思います。

○低温顕微鏡について

私たちの身の回りで使われている金属には、ある温度以下で脆くなる「低温脆性」という性質があります。タイタニック号の事故もこれが原因の一つと考えられています。試験片に衝撃荷重を加え材料のねばり強さを測る実験を行いました。

○結果



縦軸=衝撃値(J)、横軸=温度(°C)
赤=SS400粗粒、青=SS400細粒、緑=SUS316L

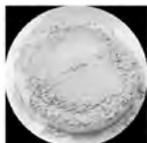
・赤、青は温度が低下すると脆くなる。

○考察・感想

タイタニック号は赤のような低温下で脆い材料が用いられていたと思われる。また、材料のねばり強さを把握することは重要だと感じました。

○ファンデーション作り

化粧品(ファンデーション)という身近なセラミックス深層をとりあげ、セラミックス材料全般に対する理解を深めることが目的です。用意していただいた材料を乳鉢の中で混ぜ、ケースに盛ったものをプレス機でプレスしました。



○セラミックスとは

三大材料の一つで、非金属・無機・固相材料の総称です。ガラスやセメント、青色発光ダイオードなどに使われています。

○感想

セラミックスについて、実習を通して深く学びました。一般公開しているのでぜひ参加してみてください。

○超伝導について

超伝導とは…特定の物質を冷却した時に、電気抵抗がなくなる現象のこと。同時に磁力線を透過させずに排除するマイスナー効果もみられます。そのため、磁石の上に冷却した超伝導体を置くと磁石にくっつかず離れた状態になります→浮く



超伝導の技術はリニアモーターカーやMRIなどに用いられている。さらに、冷却することで熱振動がなくなり、抵抗がなくなるという仮説が様々な超伝導体の発見により誤っていることが分かった。そこで、常温でも超伝導体になりえる物質を探る研究がすすめられている。

関東合宿 活動報告

平成30年度 特別理科コース

国立環境研究所・気象研究所

2年組 今西いろは 尾崎真大 近藤実怜 清水若葉 柳父英俊

国立環境研究所とは?

○幅広い環境研究に学際的かつ総合的に取り組む日本唯一の研究機関。

- 1971年 環境庁発足
- 1974年 国立公害研究所として発足
- 1990年 国立環境研究所と改称
- 2001年 環境省発足

○大気化学研究について

大気中の化学物質の起源・動態・反応性・毒性・健康影響への波及、大気圏外への拡散(宇宙空間)での分布・挙動分布、季節変動など、大気中の物質循環に関する研究を行っている。



気象研究所(気象庁)とは?

○発足して以来、自然を監視・予測することにより、国民の生命財産を災害から守ることを任務としている。

- 1942年 中央気象台に研究科を設置
- 1946年 中央気象台研究部として東京都杉並区に設立
- 1947年 中央気象台気象研究所と改称
- 1980年 気象研究所(気象庁)に移転



国立研究開発法人 国立環境研究所 National Institute for Environmental Studies

住所 〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2
電話 029-850-2314
HP <http://www.nies.go.jp/>

講義の様子

<大気化学実験>

講師: 清保 敏氏(国立環境研究所環境計測研究センター研究室長)
場所: 大気化学研究室
内容: デモ実験! 大気中で起こっている目に見えない化学反応を質量分析の目で見てみよう!

●プロトン移動反応分析計(PTR-MS)
揮発性有機化合物(VOC)の種類を測定することができる。
※アルカン、Na₂O₂CO₂、H₂N₂O₂などは測定不可

●木から有機物を測定する様子
測定結果のグラフ
測定結果のグラフ

<気象学についての講義>

講師: 関山 剛氏(気象研環境・応用気象研究部主任研究官)

場所: 環境研会議室
内容: 天気図の作成

黄砂が日本に集まるメカニズムの説明
●自国(中国)から黄砂が飛来
●自国(中国)から黄砂が飛来

感想

気象学が物理学に含まれていることと、大気化学という新しい化学の分野を知ることができ、視野が広がった。

国立研究開発法人 気象庁気象研究所 Meteorological Research Institute

住所 〒305-0052 茨城県つくば市長峰1-1
電話 029-853-6552
HP <http://www.mri-jma.go.jp/>

東京農工大学TAT

2年6組 箕田直人 大谷駿輔 杉山千恵 大谷真太郎

東京農工大とは…?

名前の通り、農学部と工学部の2学部からなっている。

農学と工学という産業の中心を担う学問について、融合分野も含めた教育研究をしている科学技術系に特化した特色のある学校。

また、創基明治7年で140年以上の長い歴史を持つ大学でもある。

教員1人に対する学生数が9人ほどという少人数教育式の授業や、農学部57%・工学部79%といった高い大学院進学率も、この大学の魅力の一つ。

*今回私たちは3グループに分かれて見学させていただきました。以下が各グループの報告です。

1. 獣医学コース

学内にある、動物病院と研究室を見学した。獣医は動物相手の医療であることからモラルの面で、より慎重なケアが必要だということ、様々な医療知識をもっていることが要求されるということ等々現場で実際に働かないとわからないことが知れてとても面白かった。研究室見学では、農学系の研究がどんなものかという具体的なイメージ、そして、この分野が目玉されていることが知れて、将来選択の視野を広げることにも繋がった。

2. 有機合成化学コース

研究中の農場と、校内の研究室を見学した。変化のしやすいブルーベリーを、光の照射や四季の環境など様々な観点から研究し、品質の向上や病気への耐性をつけることを目的としている。校内の研究室では、研究が未発達な卵の構成に関しての研究や、大学化学的な物質の反応についての研究がなされていた。また研究には、高校にはない高価で貴重な計測機械もあり、農学以外の面でも興味を持った。

3. 植物病理学コース

先進植物工場研究施設、研究室の見学と、今行われている研究についての講義を受けた。規模が大きな研究が行われており、研究の面白さが伝わってきた。植物病理学の研究では、トマトの萎凋病など、私たちの身近に起こっている現象について研究されていて、面白そうだった。また、先進植物工場研究施設では、季節ごとに6つに分かれた部屋でブルーベリーの研究が行なわれており、とても興味深く感じた。

遺伝子組み換え技術



関東合宿活動報告 (国立科学博物館)

2年6組

岡野雄大 加藤聡恵 米谷日彩
秦川柚月 筒井健心

講義(前半)

8/1 (水) 14:00~15:00

今回の講義のテーマは人類の起源についてでした。

グループに分かれて施設見学を行いました。

4つのグループがそれぞれ起源に関わりのある情報を集めた後、それぞれのグループが集めてきた情報をもとに、グループに分かれ人類の起源について話し合いを行いました。

今の段階で人類の日本への流入ルートは3つの候補があり、最も有力なのは台湾から海を渡って沖縄へたどり着いた説であるそうです。



講義(後半)

15:00~17:00

後半の講義のテーマは人と自然を大事にした日本のモノづくり。



講義されたのは鈴木さん。

知識の幅が広く、あらゆることに対しての着眼点が優れている鈴木さんの話はとても面白かったです。

全体を通して「母国語で考えるからこそ発展する。」という考えをいくつかの例を交えながら話されました。

自国の文化や技術の成り立ちを知ることで同時に、「宝物は身近にある」という鈴木さんの名言で、日本を見めなおすことができた機会でした。



シンボルマーク

施設説明

国立科学博物館(科博)は、1877(明治10)年に創立された、日本で最も歴史のある博物館の一つであり、自然史・科学技術史に関する国立の唯一の総合科学博物館です。

キャッチコピーを「想像力の入口」と定め、それにふさわしい新しいシンボルマークも作成しました。

シンボルマークの全体の形は、リズムカルな放物線を描き、人々にさまざまな想像を促します。

科博には他にも筑波研究施設・筑波実験植物園・付属自然教育園・産業技術史資料情報センター・標本資料センター・分子生物多様性研究資料センターなどがあります。



まとめ・感想

今回は、主に講義を通して普段ではあまり考える機会のないことについて考えることができました。人類はどこからやってきたのかという問いの答えはまだ出ていないので、これから自分で考えたり調べたりしていきたいです。

国立科学博物館は、生物から宇宙に至るまで、幅広い分野の展示がされていると感じました。



国立がん研究センター

岡田 北山 田島 田村 舟橋 高橋

国立がん研究センターとは…

がんの本態を明らかにし、がんの撲滅を目指す機構。今回、新領域創成プロジェクトグループの中の腫瘍免疫研究分野の研究室を訪ねた。

◎再注目されている

「がん免疫療法」

患者の免疫応答を正確に把握し免疫本来の力を回復させてがんを治療する方法である。

従来の化学療法より副作用が少ないとされている。



◎イメージング (細胞を蛍光色で染色)

細胞の固定処理
細胞膜に穴を開ける
蛍光色素の投入
共焦点レーザー顕微鏡での観察



◎生きた細胞の観察

マウスの大腿骨・胸腺・脾臓から生きた免疫細胞を取り出し観察した。

臓器の観察
細胞の採取
溶血
遠心分離
細胞の観察



◎がん細胞の染色

仔牛の血清で凍った細胞を起こす
染色剤(リンパ液、ヘルパーT細胞、キラーT細胞)を垂らす
遮光し、277Kで冷却
遠心分離
デカント・ピペティング・フィルタリング



国立天文台

2年6組 兵頭侑樹 小野祐輝 荒木佑哉 永井愛夏



◎国立天文台とは

国立天文台とは、現在私たちの知らない宇宙の謎について解明しようとする様々な研究が行われている大型の施設です。1888年から活動を行っている歴史ある施設です。



◎目的

普段はあまり触れることのできない天文学に関する分野の知識と教養を深める。

◎一高 OG 泉奈都子さんによる

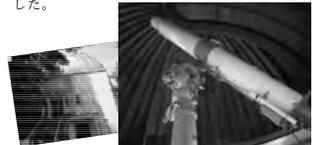
講義

現在、国立天文台の研究員として働いている、一高特理コース卒の泉さんに1時間特別に講義していただきました。まず、「MITAKA」というソフトを使って、宇宙に関する全体的なお話をしていただきました。ちなみにこのソフトはフリーソフトで誰でもダウンロードでき、いつでも宇宙の世界を楽しめるそうです。次に、泉さんが現在行っている研究についてお話していただきました。泉さんは、銀河の外側にも興味深かったです。また施設見学では、各望遠鏡の大きさに驚かされました。今回、講義と施設案内をしていただいた泉さんにはとても感謝しています。ありがとうございました。

◎各施設の見学

(1) 天文台歴史館

65cm 屈折望遠鏡やその他資料などを見学しました。



(2) 展示室

望遠鏡の大きなモデルや、未来の望遠鏡「TMT」の資料などを見学しました。



◎感想

講義に関しては、大変わかりやすく、特に「MITAKA」というアプリを使った講義はとても興味深かったです。また施設見学では、各望遠鏡の大きさに驚かされました。今回、講義と施設案内をしていただいた泉さんにはとても感謝しています。ありがとうございました。

JAXA 調布航空宇宙センター

兵頭侑樹 小野祐輝 荒木佑哉 永井愛夏



○調布航空宇宙センターとは

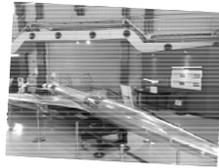
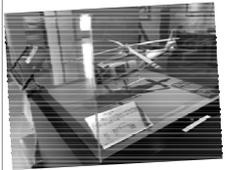
調布航空宇宙センターは、JAXA の中で航空技術の研究を推進する唯一の拠点です。研究内容は航空分野、宇宙分野、基盤技術のおおきく3つにわかれており、先行的な宇宙技術の研究や新しい航空宇宙技術を創り出すための基礎的・基盤的技術の研究を進めています。



○施設展示

①超音速試験機

JAXA はこのような飛行機を使って、ソニックブーム（航空機が通過した後発生する2回ほどの爆発音）を軽減させることに成功しました。ソニックブームなどに説明が丁寧にされています。



②多目的実証実験機(ドルニエ)

このヘリコプターは現在も使用されている実験機で「落ちない飛行機」の実験や国産旅客機の開発などに活用されています。



③YS-11

調布航空宇宙センターの屋外には実際に使われていた日本の飛行機の操縦席を見ることができました。この写真は外見だけですが、中には本物の操縦席があります。



○感想

今回は1時間という短い時間でしたが様々な貴重な体験ができました。紹介した施設、展示のほかにも、スペースミッションシュミレーターや飛行機の大きなエンジンや限定のガチャガチャなどがあり、楽しい一日を過ごすことができました。また今回この施設を案内してくださった職員の方にはとても感謝しています。調布のエリアはめったに行くことがないので、いい経験になったと思います。また機会があれば、今度はじっくり見学したいと思います。



日本科学未来館

重安 高田 沼 齊藤

日本科学未来館とは…

今世界に起きていることを科学の視点から理解し、これからどんな未来をつくっていくかを共に考える場。展示をはじめ、トークセッション、ワークショップなど多彩なメニューを通し、日々の素朴な疑問から最新テクノロジー、地球環境、宇宙の探求、生命の不思議まで、さまざまなスケールで現在進行形の科学技術を体験できる。

ASIMO (アシモ)

Advanced Step in Innovative Mobility = 新しい時代へ進化した革新的なモビリティの頭文字を取って名付けられた。

人間と共に生活できることを目標としているロボット。

身長 130cm 体重 48kg
かに歩きや片足ジャンプ、ボールを蹴る、手話などといったさまざまなことができる。



ボールを狙った位置に蹴ることができる。



手話をする ASIMO

未来をつくる

常設展の中で、特に興味を持ったのは「未来をつくる」ゾーンにあった「ポリアセチレンの薄膜」だ。これは、実験の失敗によってたまたまできた電気を通すプラスチックだ。金属よりも軽いため、コンデンサーに使うことで携帯が軽くて小さくなるなど様々なところで活躍している。



未来館には、私たちの想像をはるかに超える最新の科学技術があふれていた。見るだけではなく、実際に体験できるコーナーがあり、新たな発見をすることができた。



サンシャイン水族館・東京大学

川田 嗣生 田尾 大和 野口 勇太郎 帯包 もも

サンシャイン水族館



○目的

普段は、入れないバックヤードを見せていただくことで、水族館での仕事を知り将来の視野を広げること

○研修内容

ろ過システム・調餌場・冷凍庫・予備水槽などの施設見学

東京大学

数学科 in 駒場

数学・数理科学の教育研究を担う組織

○研修内容

無限級数をテーマにした議論
数学の研究者になるきっかけ
研究者の日常



生産技術研究所

量子レベルのミクロの世界から地球・宇宙レベルまで大きく工学のほぼすべての分野をカバーしている研究所

○研修内容

超新星ニュートリノについての講義



医科学研究所

付属の研究病院を持つ我が国随一の医学・生命科学のための研究所

○目的

最先端のサイエンスの現場を肌で感じ研究者や大学院生とふれあい進路の視野を広げる

○研修内容

教授による研究内容の講義
研究室の見学

第2章 研究開発の内容

IV 幅広い視野を持った

グローバル人材を育成するプログラムの実践

第2章 研究開発の内容

IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践

IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラム実践

a. 仮説

Content-Based Instruction (英語による理科・数学の講義), 海外研修, 課題研究の英語によるプレゼンテーションに取り組むことにより, 科学英語の表現方法や語彙力が高まり, 科学的コミュニケーション能力が養われる。また, 海外研修で視野が広がるとともに, 生徒が海外研修企画チームを作り, 「学びたいこと」プログラムを企画・運営することにより, グローバル人材に必要な主体性・積極性, チャレンジ精神が身に付く。

b. 研究内容・方法・検証

1 実践の目的

世界, 日本, そして地域における自己の活躍の可能性を認識させ, 社会貢献できる人材として育成することを目的に, CBI (Content-Based Instruction 英語による理科・数学の講義), 海外研修, 課題研究の英語によるプレゼンテーションなどの取り組みを開発・実践した。

また, 将来的には海外研修については, 教員主導のプログラムに加えて, 生徒による研修企画チームを作り, 生徒主体の「学びたいこと」プログラムを段階的に導入したいと考えている。

さらに, 体験を通して, 国際社会で活躍するうえで必要となる発想力, 表現力, 語学スキルを身に付ける意義を認識し, 自発的な学習を促すプログラムを開発・実施したい。

2 今年度の取り組み

(1)CBI 化学

- ① 講師: 石井 知彦 (香川大学工学部教授)
- ② 日時, 場所: 11月5日 (月), 12月7日 (月) (第1化学実験室)
- ③ 実施内容

重要な元素を取り上げ, 英語での表現方法を学んだ。序数の英語表記とアルカンの英語はよく似ていることや, 元素の名前の由来についても説明があった。また, 発音を間違いやすい元素に注意させながら発音の練習を行ったり, 英語による元素の歌の紹介もあつたりと, 楽しく化学について学ぶことができた。

(2) CBI 海洋科学

- ① 講師: ニコール・クローネン (本校英語招聘講師)
- ② 日時, 場所: 1月28日 (月) (理科実験室)
- ③ 実施内容

ニコール先生が用意した「海洋生物と地球環境」についてのプレゼンテーションを聞いて, 英語でコミュニケーションをとりながら質疑応答をしていくという形で実施した。スライドに登場する分からない英単語や概念・研究内容を先生に尋ね解説していただいた。授業の終盤では英語のプレゼンテーションを聞いて, 英語で質問をするという形式になれてきた生徒が多く見られ, 活発に質疑を行うことができていた。

(3) 学会のアウトリーチ活動による海外研究者の特別講義

14th iCACGP, 15th IGAC が香川県高松市で9月25日~29日に開催されるのに先立ち, 9月21日 (金) の午後, 「地球大気化学 特別講義—IGAC Visiting Class for Global Atmospheric Chemistry—」と題して, 高松第一高等学校にて高校1・2年生を対象に講演会が開催した。

- ① 講師: Dr. 谷本 浩志 (国立環境研究所地球大気化学研究室・室長, 地球大気化学国際協同研究計画・共同代表)
Dr. James Crawford (NASA ラングレー研究センター)
Dr. Megan Melamed (地球大気化学国際協同研究計画・国際プロジェクトオフィス)
Dr. 関山 剛 (気象庁気象研究所 環境・応用気象研究部 第一研究室・主任研究官)
Dr. 石塚 正秀 (香川大学創造工学部 安全システム建設工学科 水システム工学・准教授)
- ② 日時, 場所: 9月21日 (金) (高松第一高等学校 大会議室)
- ③ 実施内容

「What is an Atmospheric Scientist? Why are International Collaborations Important?」 Dr. Megan Melamed

地球大気科学者は, 地球の薄い大気層の中で何が起きているかを研究していて, 地上の観測施設・洋上の観測船・上空の飛行機・宇宙の人工衛星などさまざまな方法で観測しているという説明をうけた。地上から出てきた物質は大気中を移動し, 蓄積されていくので, 地球規模の観測が必要であり, 国際連携が欠かせないということであった。この国際学会の目的は, 自然と人間が共生し, 持続可能な世界への実現に向けて大気科学研究の国際連携をスムーズに行えるようにすることであり, そのために研究者のコミュニティを広げたり, 開発途上国や若い研究者を育成したり, リーダーシップを備えることができるような取組も行っているということを知った。



第2章 研究開発の内容

IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践

「Earth Observations with NASA aircraft and satellites」 Dr. James Crawford

大気化学研究では、化学物質がどのように大気中に排出され、化学反応を起こし、運ばれて、大気から取り除かれるのかについて研究をしている。反応性の高い物質（オゾン・水蒸気・OH）は太陽光のエネルギーで汚染物質を酸化し、 HNO_3 、 H_2O_2 、 ROOH が雨に溶けて地上に戻る（大気から除去する）という循環をしているということであった。

また、汚染物質の分布や濃度を調べる際に、宇宙から観測できる物質は NO_x 、 CO 、 O_3 、 CH_2O 、エアロゾルで、それぞれの観測用人工衛星を使って観測を続けている。そのデータからは、汚染物質の分布や濃度だけでなく、経済活動や政治的決定の様子まで読み取ることができ、それらが環境問題に影響を及ぼしていることも分かった。

汚染物質の観測は、人工衛星だけでなく、航空機や地上観測所とさまざまな地点で行っているが、それぞれの短所を長所で補完するために、それら全体を統合して数値シミュレーションモデルを作って把握しようとしている。シミュレーションは未来を予測する上でも重要な役割を果たしていることも分かった。そして、実験室で行われる研究とも関わりが深く、大気中の化学反応速度を実験室で調べ、それを観測にフィードバックするなど、実験室・地上・飛行機・人工衛星・数値シミュレーションなどのコラボレーションが重要性を再確認した。



(4) 海外研修

海外研修では、サイエンスの歴史やサイエンスの最先端に触れることと、現地交流校で、課題研究で取り組んでいる内容についての英語によるプレゼンテーションの機会を設定し、英語での科学コミュニケーション力を身につけることを目的としている。また、現地交流校の生徒とグループを組み、与えられた科学的課題を解決していくことでも、英語での科学コミュニケーション力が身につくと考えている。さらに、日常的な英語活用能力の向上を目指してホームステイも取り入れている。

このような活動を通して、生徒が将来海外で活躍するために必要な国際性や、英語による科学コミュニケーション能力を身につけさせることを目的に今年度も3月に実施予定である。

<今年度の計画>

- 日時：3月17日（日）～3月23日（土）
- 場所：Bury St Edmunds County Upper School (Sizewell B Power Station)
Newstead Wood School (Royal Observatory Greenwich)
University of Cambridge (Cavendish Laboratory, Science Centre)
Natural History Museum Science Museum
- 参加者：生徒／特別理科コース2年 男子26名、女子15名 合計41名
引率／片山 浩司、本田 一恵、植村 晃、佐藤 哲也
- 実施予定（時刻はすべて現地でのものである）

3月17日 （日）	04:30 学校に集合 04:50 学校出発(貸し切りバス) 10:40 ルフトハンザ航空にてフランクフルトへ フランクフルト空港にて乗り換え 17:45 ロンドン ヒースロー空港到着 貸し切りバスにてロンドンのホテルへ	
3月18日 （月）	終日 ロンドンでの活動 ホームステイ Natural History Museum, Science Museum の両博物館での学習 科学博物館、自然史博物館の両館で、自由見学の後に興味を持った項目1つに絞ってそれぞれレポートにまとめる。 16:00 貸し切りバスにて Bury St Edmunds County Upper School (以下 CUS) または Newstead Wood School (以下 NWS)へ 17:30 Orpington に到着 NWS でホストファミリーと対面 各家庭へ 18:30 Bury St Edmunds に到着 CUS でホストファミリーと対面 各家庭へ	
3月19日 （火）	終日 CUS での活動 ホームステイ 男子21名 女子7名 合計28名 引率：片山、植村 日本人とイギリス人混成で班を作り、協力して Science の課題に取り組む 夕方 AS I での研究内容を班ごとに英語でプレゼンテーションする(15分×4回)	終日 NWS での活動 ホームステイ 男子5名 女子8名 合計13名 引率：本田、佐藤 日本人とイギリス人混成で班を作り、協力して Science の課題に取り組む 夕方 AS I での研究内容を班ごとに英語でプレゼンテーションする(15分×4回)
3月20日 （水）	終日 CUS での活動 ホームステイ 現地校のパートナーとともに Sizewell B Power Station で研修	終日 NWS での活動 ホームステイ 現地校のパートナーとともに Royal Observatory Greenwich で研修
3月21日 （木）	朝、ホームステイ先の家庭と別れ、CUS をまたは NWS を出発 10:00 Cambridge 到着 終日 Cambridge での活動 午前 Science Centre での体験型学習と常設展の見学	

第2章 研究開発の内容

IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践

	午後 Cavendish Laboratory で過去の偉大な研究についての講義を受ける。 夕方 明朝のフライトに備えて貸し切りバスにてヒースロー空港近くのホテルへ
3月22日 (金)	07:30 貸し切りバスにてヒースロー空港へ 09:30 ルフトハンザ航空にてフランクフルトへ フランクフルト空港にて乗り換え
3月23日 (土)	08:35 関西空港到着 09:40 貸し切りバスにて高松へ 13:40 学校到着 解散

昨年度の交流校での研修の様子



Science の課題に取り組む様子



英語によるプレゼンテーション

(5) 英語によるプレゼンテーション

英語での科学コミュニケーション力を身につけることを目的に、英語によるプレゼンテーションの指導を行っている。特に、3月実施の海外研修において、イギリスの現地交流校で、同世代の生徒に向けて英語でのポスターセッションの機会を設けているので、その事前研修として、英語によるプレゼンテーションの講座を実施している。班ごとに英語科教員を配置し英語表現の指導を行うとともに、本校英語招聘講師によるプレゼンテーション指導を実施した。さらに、本校が市立高校であるというメリットを活かし、市内の小中学校に勤務している高松市教育委員会の外国人英語指導助手による科学英語向上プログラムを実施した。今年度は2月4日(月)～3月14日(木)の期間で、放課後16:30～19:30の時間帯に、4～5名以上の外国人英語指導助手に来てもらい、表現や発音の指導だけでなく、英語による質疑応答のトレーニングも行った。

海外の連携校でのプレゼンテーションの聴き手が、科学の習熟度が異なっていたり、興味関心の方向性が多様であるという状況を踏まえ、数年前より改善した一般の人にも理解しやすいプレゼンテーションシート作りは、今年度も継続している。

4 成果と課題

(1) CBI (Content-Based Instruction 英語による理科・数学の講義)

中学まで科学的な英語に触れることのなかった生徒にとって、科学英語に触れる最初の機会であり、一定の成果を上げているので、今後も継続していきたい。

昨年度は、様々な分野のについてCBIを実施したが、単発で深まりがないのではないかと反省点があり、今年度は化学の講座を日本語の講座を事前学習として入れ、関連した内容をその後2回連続で実施するというプログラムに変更したが、内容に対する理解や英語による化学の表現についてはこれまでより深められたのではないかと考えられる。一方、他の分野の表現方法や数式やグラフの表現などについては実施できていないので、今後深まりと広がりバランスを考えながら、プログラムを精選していく必要がある。

(2) 海外研修

海外研修に向けての生徒のモチベーションは高く、現地でも意欲的に活動に取り組んでいる。昨年度までの生徒の感想からも、海外の大学や研究機関を直接訪問することで、将来、海外で活躍したいと考える生徒が増えている。また、海外の生徒と協力して実験や科学的な課題に取り組むことで、文化の違いや考え方の違いを感じるとともに、語学力の重要性が実感できたようで、帰国後の学習に繋がっている。

複数のコースを準備し、生徒の希望でコースを選べるようにはしているが、生徒による研修企画チームを作り、生徒主体の「学びたいこと」プログラムを導入するまでには至っていないのが今後の課題であるが、海外研修での生徒の安全管理の点から導入を慎重に検討していく必要がある。

(3) 英語によるプレゼンテーション

年々英語でのプレゼンテーションや、その後の受け答えがうまくなってきているので、本校英語科教員や本校英語招聘講師による指導、高松市教育委員会の外国人英語指導助手による科学英語向上プログラムは英語での科学コミュニケーション力向上に成果を上げたと言える。

「内容の簡略化」により、プレゼンテーションの内容が理解されやすくなり、質疑応答が増え、コミュニケーションの機会が増えた。また、学校内だけでなくホームステイ期間中にホストファミリーに対してもプレゼンテーションを行うように指示をしたところ、多くの家庭で実施され、今まで以上に科学英語を使う機会とコミュニケーションの機会が増え、英語力の向上に繋がった。成果が出ているので、来年度以降もこの方向性で継続していきたい。

第2章 研究開発の内容

V 研究者・技術者を目指す

理系女子生徒育成プログラムの開発

第2章 研究開発の内容

V 研究者・技術者をめざす理系女子生徒育成プログラムの開発

V 研究者・技術者をめざす理系女子生徒育成プログラムの開発

a. 仮説

女性研究者・技術者を積極的に招へいし、キャリア教育の視点から理系分野で活躍できる女子生徒を育成するためのプログラムを開発・実践する。その中で、卒業生を活用したり、地元の女性研究者・技術者を招いたり、身近なロールモデルと交流する機会を確保したりすることで、研究者・技術者をめざす女子生徒が増加すると考えている。

b. 研究内容・方法・検証

1 今年度の取り組み

今年度も昨年度に引き続き、生徒がより身近に感じられるロールモデルを招き講演会を実施した。昨年度と変更した点は、講師をより身近に感じられるように本校の卒業生に絞って依頼し実施した。また、香川県主催の「未来をつくるリケジョフェスタ in かがわ」に特別理科コース1年生の女子生徒が参加した。

○未来をつくるリケジョフェスタ in かがわ

日時：平成30年8月25日(土)

参加者：特別理科コース1年女子生徒17名

内容：トークショー「数学が苦手でも大丈夫!!リケジョのススメ」

ゲスト：理系タレントの池澤あやか氏 聞き手：映画監督の香西志帆氏

女性研究者(ロールモデル)の紹介、女性研究者とのサイエンスカフェ

○女性技術者・研究者講演会

日時：平成31年2月7日 放課後16:30～17:30で講演会、質疑応答、その後30分程度個別質問

対象生徒：1,2年生特別理科コース女子生徒,1,2年理系女子生徒の希望者 合計32名

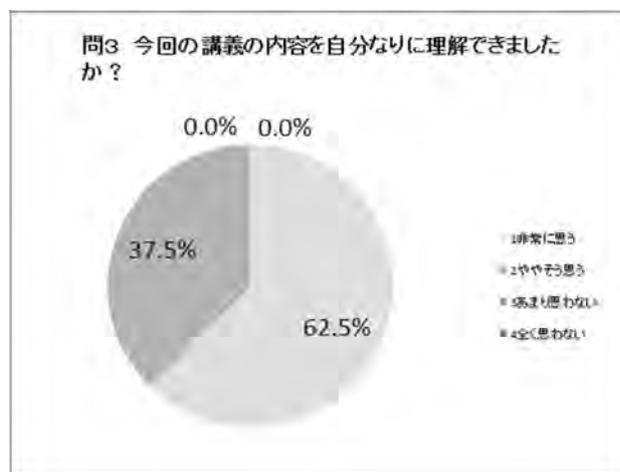
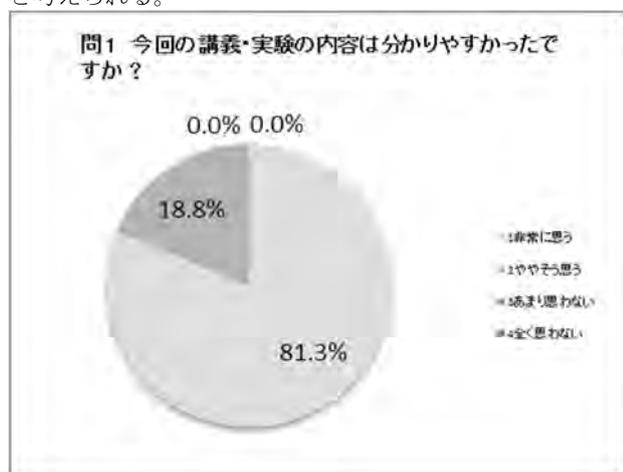
講師：四国化成工業株式会社 品質保証・製造技術担当技術者 六車 あゆみ 氏(本校特別理科コース卒業生)

内容：「会社内での技術者の業務内容」、「進路決定の流れと大学での学び」、「女性技術者の働きやすさ」等について



〈講演会のアンケート結果〉

はじめに、「問1 講演の内容はわかりやすかったですか」非常にそう思う81.3%、ややそう思う18.7%、「問3 今回の内容を自分なりに理解できましたか」非常にそう思う62.5%、ややそう思う37.5%という結果からも分かるように、熱心に話を聞くことができている。これは、講師を著名な方から本校卒業生という身近なロールモデルにしたことによるものと考えられる。

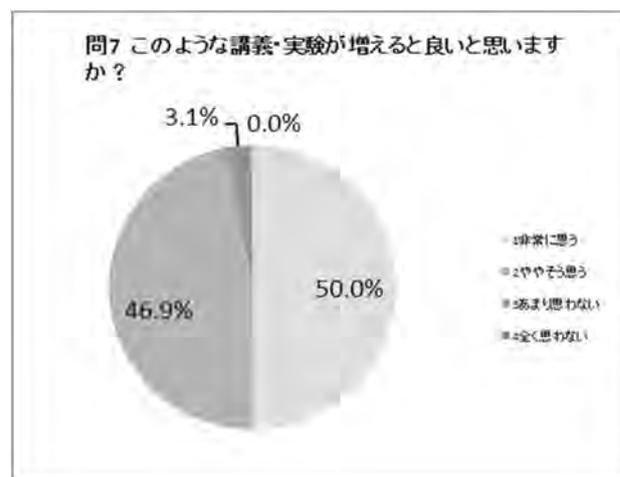
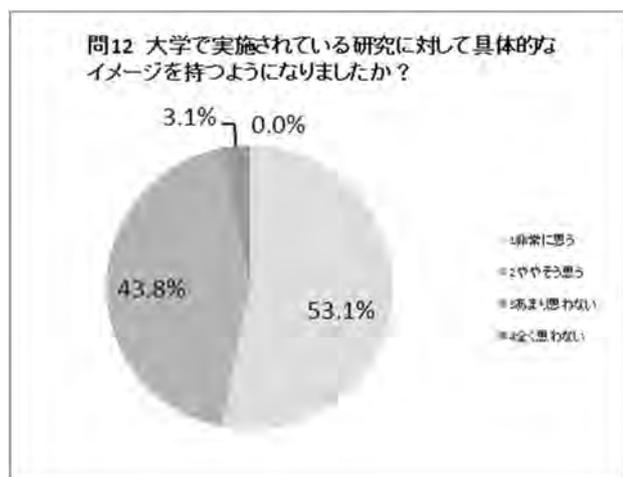
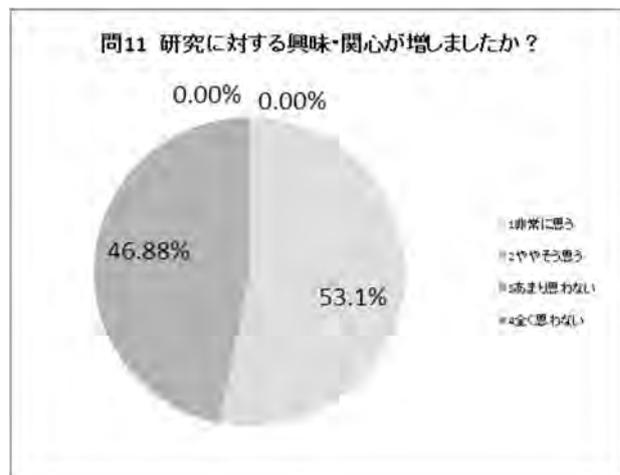
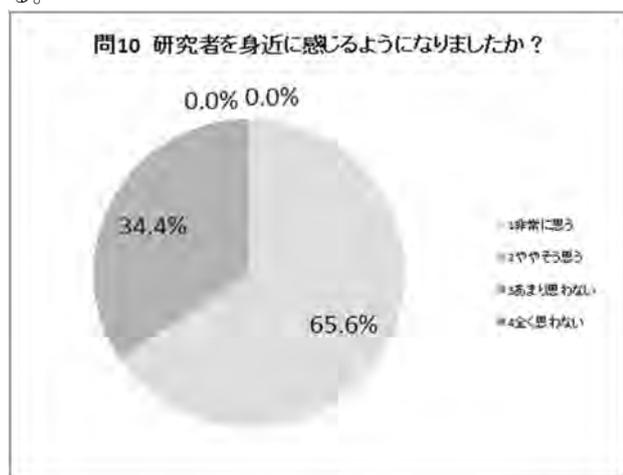


第2章 研究開発の内容

V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発

次に、研究目的である研究者や研究に関するアンケート項目の結果である。「問10 技術者を身近に感じるようになりましたか?」「問11 技術者に対する興味・関心が増えましたか?」の2項目において、「非常にそう思う」と「ややそう思う」の合計が100%であった。今回参加した生徒の中には、技術者に全く興味のない生徒もいたので、このような結果が出たことは意外であった。「問12 大学で実施されている研究に対して具体的なイメージを持つようになりましたか?」の項目も、講演の中で大学時代の話も入れていただいたので「非常にそう思う」と「ややそう思う」の合計が97%と高くなった。問10～問12の結果と後述の生徒の感想より、当初の目的はほぼ達成されたと思われる。

また、「問7 このような講義が増えると良いと思いますか?」で97%の人が「そう思う」と回答しているだけでなく、質疑応答も20分以上続き、さらに個別質問にも列ができたことから、このような機会をつくっていくことは必要であると考えられる。普段の生活の中で技術者や研究者と交流する機会が少なく、知らないことが多かったのではないと思われる。



〈講演会の生徒の感想〉

- ・実際に女性技術者になられた卒業生の方の話を聞いて、自分のこれからについて考える良いきっかけになった。
- ・実際に女性技術者の話を聞くことで技術者についてのイメージが膨らんだ。
- ・私は女性技術者という選択肢は今まで全く頭になかったけど、男性と女性の差もなく活躍できるというのは良いと思ったので、これからの道の一つとして視野に入れたと思います。
- ・理系に進む女性のメリットや気になる点が実体験を通して聞いて良かったです。
- ・実際に使われているものを自分が開発できるというのは魅力的だし、技術者という仕事も面白そうだった。
- ・技術者も英語で対応する機会もあると聞き、英語はどの職業にも必要なのだと実感しました。

2 今後の課題

今年度は、年度当初は本校卒業生の複数人の女性研究者、技術者を同時に招き、「未来をつくるリケジョフェスタ in かがわ」と同じような催しを2学期に校内で実施したいと考えたが、卒業生の女性受精研究者・技術者はまだまだ少なく、実施には至らなかった。また、年度途中から昨年までと同様の講演会に切り替えて実施しようとしたが、これも講師を本校卒業生に限定したためになかなか講師が見つからず、実施が2月になってしまった。この問題を解決するためにも卒業生人材活用データベースを本校同窓会と連携して作成し、世代を越えた理系人材のネットワークを構築していく必要性を強く感じているが、課題も多く具体的な動きには繋がっていない。

第3章 実施の効果とその評価, および中間評価以降の改善・対応状況

第3章 実施の効果とその評価、および中間評価以降の改善・対応状況

本校が掲げる5つの研究課題ごとに効果とその評価を生徒アンケート等の結果、科学的推論力・思考力テスト（ローソンテスト）をもとに分析した。

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

授業改善への取り組みに関して3つのポイント「①チームによる取り組み」「②アクティブラーニングを取り入れた授業改善（H27年度より継続調査）」「③チームによるパフォーマンス課題」の実施状況について、教員61名を対象にアンケート調査を行った。

チームで活動する際に特に工夫した点は、放課後や空き時間、教科の会を利用して「定期的な」ミーティングを持ちながら、授業改善を行ったことである。チームリーダーや担当者がたたき台としてテーマやプランを提示したり、全員が課題としてアイデアを持ち寄るなど、年間目標・指導計画・指導案の作成や、ワークシート・パフォーマンス課題などの教材開発を協力して行った。ミーティングの頻度は週1回～月1回と、チームによって異なるが、必要に応じて実施した。昨年と比較して大きく前進があったのが授業参観であった。チームで作成した指導案を全員で実施し、授業参観後に分析を行った。また授業参観ができない場合も、授業をビデオ撮影し、常に誰でも参観できる環境を作ったグループもあった。

「今年度アクティブラーニングを取り入れた授業を実施したか」に関して、「実施した」と回答したものがここ4年間でさらに増加し（97%）、教員全体の意識が高まっていることが分かる。その頻度については、教科・科目により異なっているが、ここ数年の傾向としては、必要に応じて随時取り入れ、（ほぼ）毎回導入している教員が増えていることが挙げられる。取り入れ方としては、グループワーク（50%→83%）ペアワーク（33%→61%）と大幅に増加し、生徒主体の授業形態が定着してきたことが窺える。次いでプレゼンテーションが増加した。実施するタイミングは、授業を通して発展的内容に取り組みせたり主体的に活動させたい時に、随時、または常に取り入れているという回答が最も多く（68%）、ますます多くの教員がALを取り入れた授業改善に取り組んでいることが分かる。第1期より継続して、SSH研究成果報告会での公開授業や管理機関の学校訪問での研究授業では、参加者と授業者の意見や情報を交換・共有するために、フィードバックボードを準備し、今後の授業に役立てられるような工夫を行ったり、指導・助言を仰ぐ機会を設けたりした。

今年度新たに、チームで「パフォーマンス課題」を取り入れた授業研究に取り組んだ。「主体的・対話的で深い学び」の実現と、資質・能力のバランスの取れた多面的・多角的な学習評価を行っていくことを目指したものである。1学期にパフォーマンス課題の研究と計画を行い、その後、1学期～3学期の設定された時期に実施したグループが最も多かった（50.8%）。1年を通じて計画的に実施したグループは、以前からすでにパフォーマンス課題に取り組んでいる教科（科目）であった。計画は立てたが、実施できなかったものも27.1%あり、理由としては、設定した課題を実施する段階まで授業で展開できなかった、課題が適切ではなかったなど計画が不十分であったことが挙げられる。来年度の課題としたい。

II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

課題研究の実施に当たっては、主対象生徒は、1年次から3年次までの学校設定科目の中で、探究活動を通して科学的なものの見方や考え方、科学的に探究する方法を身につけることができるようなプログラムを展開している。

1年次の学校設定科目「Introductory Science」の中で展開した「実験の基本操作」「考える科学」「ミニ課題研究」の講義では、研究を進める上で重要な概念や手法が身につく、それが課題研究を進める中で役立っている。また、変数の制御、科学的なものの見方考え方ができる生徒が多くなっている。様々な分野についての興味関心を高めるとともに、その研究方法などについて知るところを目的とした大学等の研究者を招聘しての最先端の自然科学や科学技術についての講義も生徒に良い影響を与えている。

2年次の学校設定科目「Advanced Science I」では、本格的に課題研究に取り組んだ。課題研究のテーマ決定を早くすることで、その後の調査研究の時間を確保できるように計画した。また、テーマ決定直後には、「実験ノートについて」と題した講義を実施した。実験ノートの必要性と重要性やその記載の仕方など、丁寧に指導していただいた。生徒は「実験に関わることはすべて記録する」という意識をもって、課題研究以外の通常の授業でも実践している。また、各学期末に中間発表会を実施した。中間発表会と実験ノートについては、ルーブリックを用いて、課題研究の途中過程や活動状況を評価できるように工夫するとともに、評価の生徒へのフィードバックを通して、科学的な探究活動で重要視されるポイントを確認した。

3年次には、学校設定科目「Advanced Science II」を開設し、7月までの毎週水曜日の3・4時間目に課題研究を実施した。4月に実施した第6回四国地区SSH生徒研究発表会では、すべての研究グループがポスター発表を行った。2年生も参加して、他校の発表を聴き、科学的なコミュニケーションを図った。また、7月の校内課題研究成果発表会（eとびあ・かがわ）では、全ての研究グループがステージ発表し、その様子をYouTubeで全国配信し成果普及を図った。また、課題研究への取り組みが優れていたグループは各種発表会に参加した。また、各学会やコンクールに研究論文を投稿した。多くのグループが各種発表会や論文コンテストで入賞した。

28年度より普通科理系コースの生徒を対象に、科学的に探究する方法を身につけることを主たる目的として「理科課題研究（1単位）」を開設している。2学期中間考査以降、2時間連続の理科課題研究の講座を設定し、対象生徒が物理・化学・生物・数学の4分野について探究活動を行えるようにした。物理・化学・生物の探究活動では、入力変数と結果の変数の相関関係を調べるために、どのように変数を制御し実験を計画すれば、妥当性と信頼性のある実験となるのかを意識させながら進めた。また、数学の講座では、1つの課題に対して様々な方向からアプローチできるようなテーマに取り組んだり、実際の作業を通して法則性を見つけるようなテーマに取り組んだりした。通常の理科の授業での実験と違い、課題解決の方法を自ら考えることで、科学的に探究することの難しさを知ると同時に、その方法について学ぶことができ

第3章 実施の効果とその評価、および中間評価以降の改善・対応状況

たとえている。今年度は、研究テーマの選択の幅を広げることで、生徒の興味関心のあるテーマで研究が進められるように工夫した。

Ⅲ 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

「Introductory Science」、「Advanced Science I」、「関東合宿」「自然科学講演会」の中で、自然科学への興味・関心を高め、最先端の研究内容を知る目的で、出張講義等を実施した。「Introductory Science」では今年度、物理分野1講座、化学分野2講座、生物分野2講座、地学分野2講座、数学・情報分野3講座、環境分野2講座の出張講義を実施した。また、英語に関連した講座を3講座実施した。2年次以降の課題研究のヒントになることも考え、講座内容はできるだけ分野が偏らないように工夫した。3学期には、課題研究の練習として教員が研究課題を設定した「ミニ課題研究」を物理・化学・生物・数学の4講座行った。また、最先端に触れる機会として、企業見学、研究室・大学訪問も実施した。今年度訪問した研究所・大学は以下のとおりである。

香川大学 農学部、瀬戸内圏研究センター	東京農工大学 農学部
高エネルギー加速器研究機構	物質・材料研究機構
国立環境研究所	国立科学博物館
国立がん研究センター	国立天文台
宇宙航空研究開発機構 調布航空宇宙センター	日本科学未来館
サンシャイン水族館	(株)タダノ
東京大学大学院数理科学研究科理学部数学科・理学部数学科、生産技術研究所、医科学研究所	

生徒の事後アンケートの結果より、講義・実験が面白く(90.6%)、講義の内容が理解できた(85.8%)。また、講義全体を通して90.5%の生徒が積極的に取り組めたと自己評価しており、実験技能を高めることができ(83.9%)、講義内容をもっと知りたい(84.8%)と感じている。さらに、83.6%の生徒が研究に対する興味・関心が増したと回答しており、研究者をロールモデルとして捉えられたという生徒も多く、一定の成果を上げることができたと考える。

また、関東合宿では、実施した「学びたいことプログラム」は生徒がつくる研修プログラムであり、研修先の選定からアポイントメント、当日の講座内容の打ち合わせなどを生徒自ら行ったので、より積極的で意欲的であった。

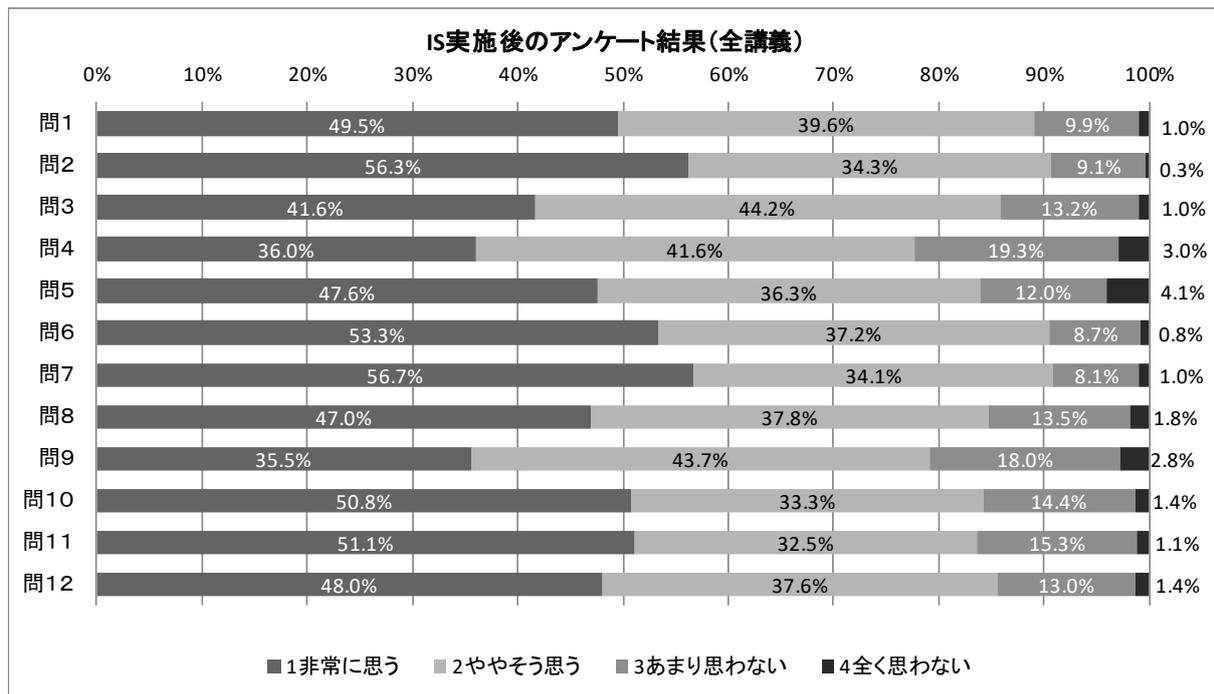


図 3-3-1 IS実施後のアンケート（上：全生徒の結果）

- <アンケート項目>（※問13～問16は、英語分野の講座のみの質問）
- 問1 今回の講義・実験の内容は分かりやすかったですか？
 - 問2 今回の講義・実験は面白かったですか？
 - 問3 今回の講義の内容を自分なりに理解できましたか？
 - 問4 今回の講義・実験の中で、予想・仮説を立てて実験観察をする、または結果から分かることを考えることができましたか？
 - 問5 今回の実験・観察に積極的に取り組み、実験技能を高めることができましたか？
 - 問6 今回の講義全体を通して、積極的に取り組みましたか？
 - 問7 このような講義・実験が増えると良いと思いますか？

- 問8 今回の講義・実験内容をもっと知りたいと思いましたか？
 問9 今回の講義・実験に関連したことを自分で調べたいと思うようになりましたか？
 問10 研究者を身近に感じるようになりましたか？
 問11 研究に対する興味・関心が増えましたか？
 問12 大学で実施されている研究に対して具体的なイメージを持つようになりましたか？
 問13 今回の講義で英語でのコミュニケーション能力は向上したと思いますか？
 問14 今回の講義で国際性が身についたと思いますか？
 問15 今回の講義で海外での英語による発表に自信ができましたか？
 問16 今回の講義で海外で活躍したい、海外に行きたいと思うようになりましたか？

IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践

「Introductory Science」の中で、自然科学に必要な英語の表現に慣れることを目的に、英語による化学・海洋科学の授業 CBI(Content-Based Instruction)を実施した。講座への取組は熱心で、興味関心はあるものの、海外で活躍したいと思う生徒はやや少なく 69.3%であった。

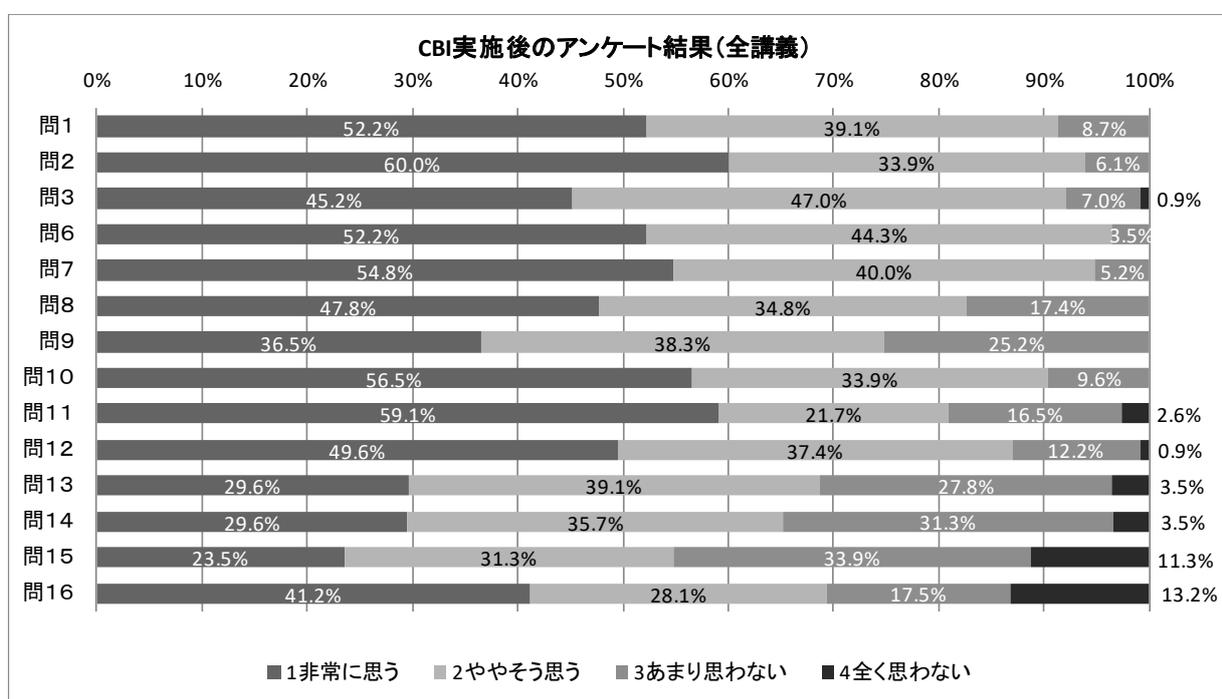


図 3-4-1 CBI 実施後のアンケート

一方、2年生の海外研修に向けての生徒のモチベーションは高く、現地でも意欲的に活動に取り組んでいる。生徒の感想からも、海外の大学や研究機関を直接訪問することで、将来、海外で活躍したいと考える生徒が増えている。また、海外の生徒と協力して実験や科学的な課題に取り組むことで、文化の違いや考え方の違いを感じるとともに、語学力の重要性が実感できたようで、帰国後の学習に繋がっている。

年々英語でのプレゼンテーションや、その後の受け答えがうまくなってきているので、本校英語科教員や本校英語招聘講師による指導、高松市教育委員会の外国人英語指導助手による科学英語向上プログラムは英語での科学コミュニケーション力向上に成果を上げたと言える。

「内容の簡略化」により、プレゼンテーションの内容が理解されやすくなり、質疑応答が増え、コミュニケーションの機会が増えた。また、学校内だけでなくホームステイ期間中にホストファミリーに対してもプレゼンテーションを行うように指示をしたところ、多くの家庭で実施され、今まで以上に科学英語を使う機会とコミュニケーションの機会が増え、英語力の向上に繋がった。成果が出ているので、来年度以降もこの方向性で継続していきたい。

今後も、英語への苦手意識や自然科学分野の英語表現の難しさを克服し、意識を高めて世界で活躍できる人材を育てる取り組みを進めるために、海外研修を目標として、継続的な取組を計画したいと考えている。

V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発

身近な存在がロールモデルとして受け入れやすいという状況を踏まえ、卒業生人材活用データベースを本校同窓会と連携して作成し、世代を越えたサイエンスネットワークを構築し、活用することを目標としている。2年生の関東合宿では、国立天文台で研究者としてのスタートを切った OG や国立がん研究センターで勤務している OG に講義と施設見学を依頼したり、企業や大学院等で活躍している卒業生を招き、OB・OG 交流会を開催した。女子生徒にとっては、OG の話には、興味・関心が高く、企業や大学院での研究や技術開発を身近に感じた生徒が多かった。

第3章 実施の効果とその評価、および中間評価以降の改善・対応状況

また、今年度も講演会を実施した。女子生徒のみを対象として、地元の企業で技術者として活躍している先輩のお話を聞くことができた。事後アンケートでは「社内での技術者の業務内容」、「進路決定の流れと大学での学び」、「女性技術者の働きやすさ」等について参考になったとの回答が多く見られた。また、香川県主催の「未来をつくる RIKEJO フェスタ in かがわ」に希望者数名が参加した。女子生徒の理系希望者は増加しており、さらにロールモデルとして捉えられるような取り組みを充実させたい。

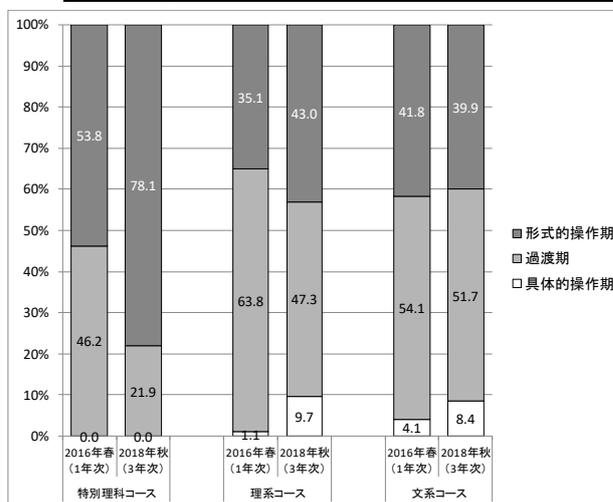
本校では、第1期 SSH より継続的に、その効果を測るため、アリゾナ州立大学のアントン・ローソン教授が開発した「科学的思考力・推論力テスト (CTSR)」を1年次の5月と3年次の10月の2回実施している。CTSRは、発達上の段階、とりわけ形式的操作型の推論の妥当性と信頼性を持つ教室での使用のためのテストとして開発された。この教室用テストは教師および研究者が学生の成績を発達レベルに分けることを可能にするものとして作成されたものである。得点は、答えとその理由の両方が正解すると1点が与えられる。12点満点で採点され、学生の推論レベルは、0~4点で具体的操作期、5~8点で過渡期、9~12点で形式的操作期と判定される。

過去のCTSRの結果と同様に、今年度も3年間主対象クラスに

所属した生徒は、3年次までに約70~80%の生徒が、青年期までに獲得されるとされる形式的操作段階に到達した。また、理系コースの生徒の変化は大きく変わらず形式的操作段階に到達した生徒は43.0%であった。文系コースの生徒は、到達段階に伸びが見られなかった。理科の授業でのアクティブラーニングや課題研究など、生徒が主体的に学んだり、学びを深める活動の成果の一つであると考えられる。

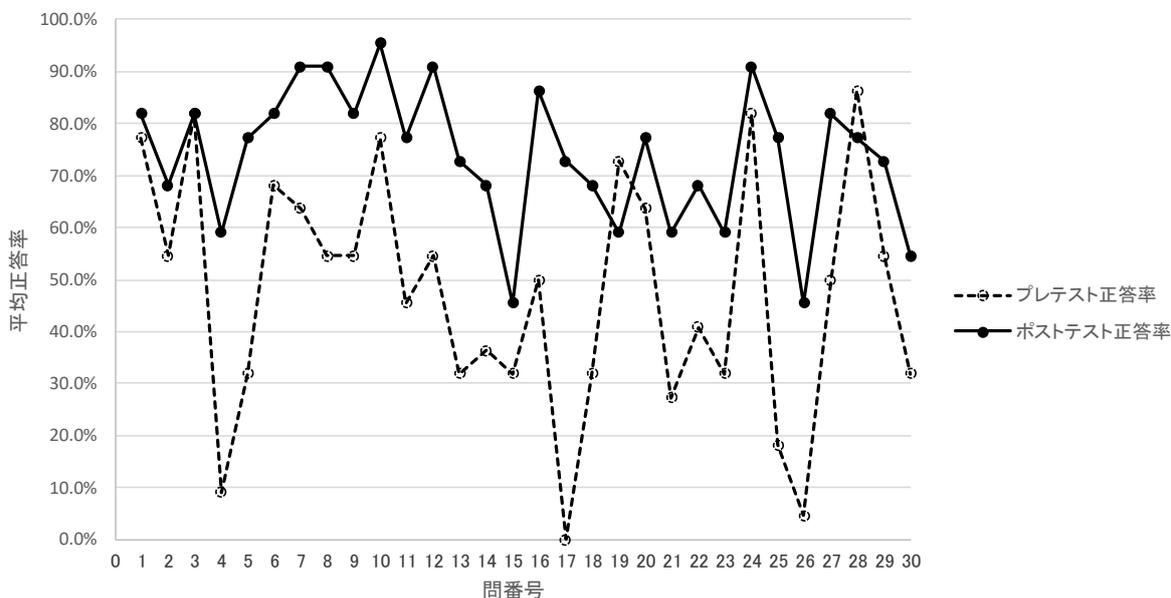
また、物理のアクティブラーニングによる効果の評価法については、今年度も概念理解度調査テストとして「Force Concept Inventory (力と運動に関する概念調査テスト)」を実施した。調査は質問紙調査とし、実施時期については、物理学習前の2年生4月にプレテスト、3年生11月にポストテストを行い、概念の理解度や定着度を評価した。2018年度3年生のFCIの結果は、特別理科コースでは、クラスの前平均正答率がプレテストで47.3%、ポストテストで73.8%となり、規格化ゲイン0.50、理系コースではプレテストで38.3%、ポストテストで62.4%となり、ゲイン0.39となった。

設問番号	評価される推論レベル
1, 2	重さの保存
3, 4	押しのけられる体積の保存
5, 6	比例的思考
7, 8	高度な比例的思考
9, 10	変数の同定と制御
11, 12	変数の同定と制御および確率的思考
13, 14	変数の同定と制御および確率的思考
15, 16	確率的思考
17, 18	高度な確率的思考
19, 20	相関的な思考 (比率および確率を含む)
21, 22	仮説-演繹的思考
23, 24	仮説-演繹的思考



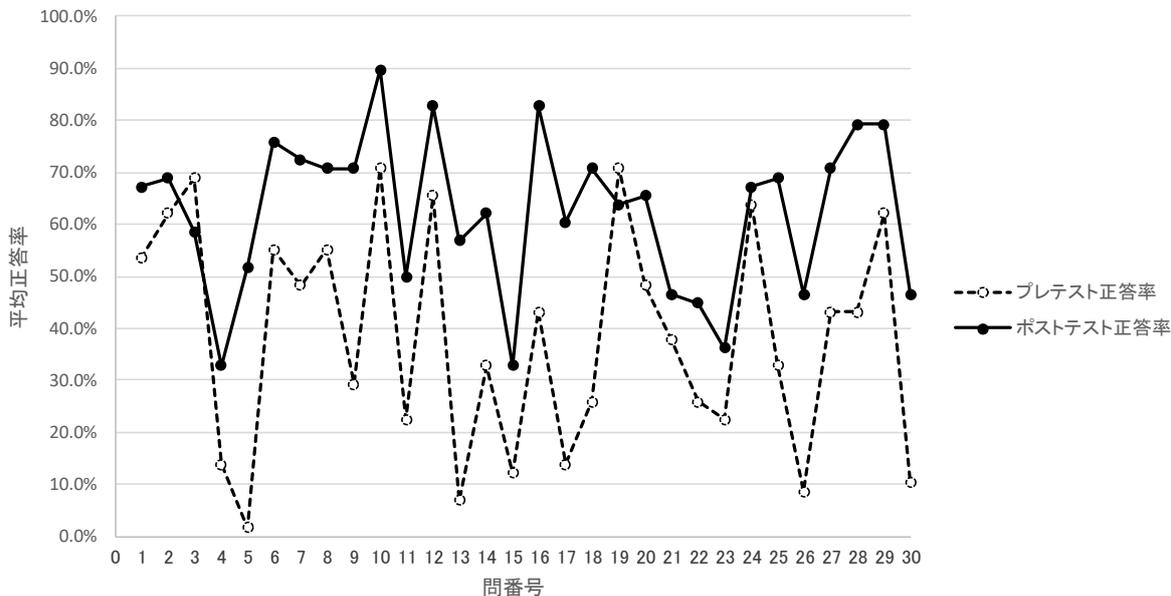
※(規格化ゲイン) = $\frac{(\text{ポストテストのクラス正答率}) - (\text{プレテストのクラス正答率})}{1 - (\text{プレテストのクラス正答率})}$ で与えられる。

FCIの問別平均正答率(高松第一高等学校 2018年度3年特別理科コース)



(実質)規格化ゲイン 0.50

FCIの間別平均正答率(高松第一高等学校 2018年度3年理系コース)



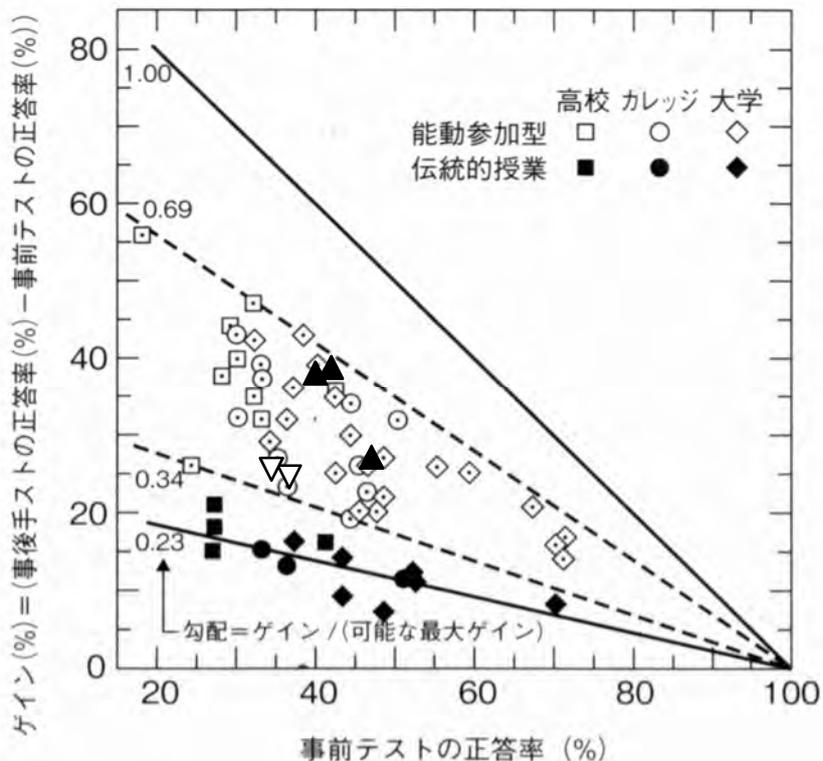
(実質)規格化ゲイン 0.39

右図は、Edward F. Redish 著の「Teaching Science with the Physics Suite (WILEY)」の日本語版である「科学をどう教えるか(丸善出版)」より抜粋した図である。アメリカでの調査では能動参加型授業、いわゆるアクティブラーニングを実施した場合のゲインは0.34~0.69と高い数値を示すが、伝統的授業の場合はそれに全く及ばないという結果が示されている。本校の特別理科コース・理系コースともに、アクティブラーニングを取り入れた授業を展開しており、そのゲインも非常に高くなっていることが分かる。現在本校で進めている授業改善や課題研究等の取組の成果の一つと考えられる。

日本国内でも、「国際共通の評価ツールを用いた我が国の物理教育の現状調査と改革指針の探究(JSPS 科研費 26282032)」において、2014~2016年に全国調査が実施されているが、高校、大学ともに大きなゲインは得られておらず、本校の授業展開に注目されているところである。

しかしながら、上記の2つのFCIの間別の平均正答率を表しているグラフからは、例えば問番号19のように、特別理科コース・理系コースともに、プレテストよりポストテストの正答率が下がっている問題もある。このような傾向について、さらにその分析を進めることが、

規格化ゲインの値	2016年度	2017年度	2018年度
▲特別理科コース	0.62	0.64	0.50
▽理系コース		0.40	0.39



高校、カレッジ、大学の物理クラスで、異なった授業方法を採用した場合の、FCIの事前テストと事後テストのクラス平均の分布[Hake 1998] (「科学をどう教えるか(丸善出版)」より抜粋した図に、本校データを追記)

さらにその分析を進めることが、今後の授業改善のヒントとなると考えている。

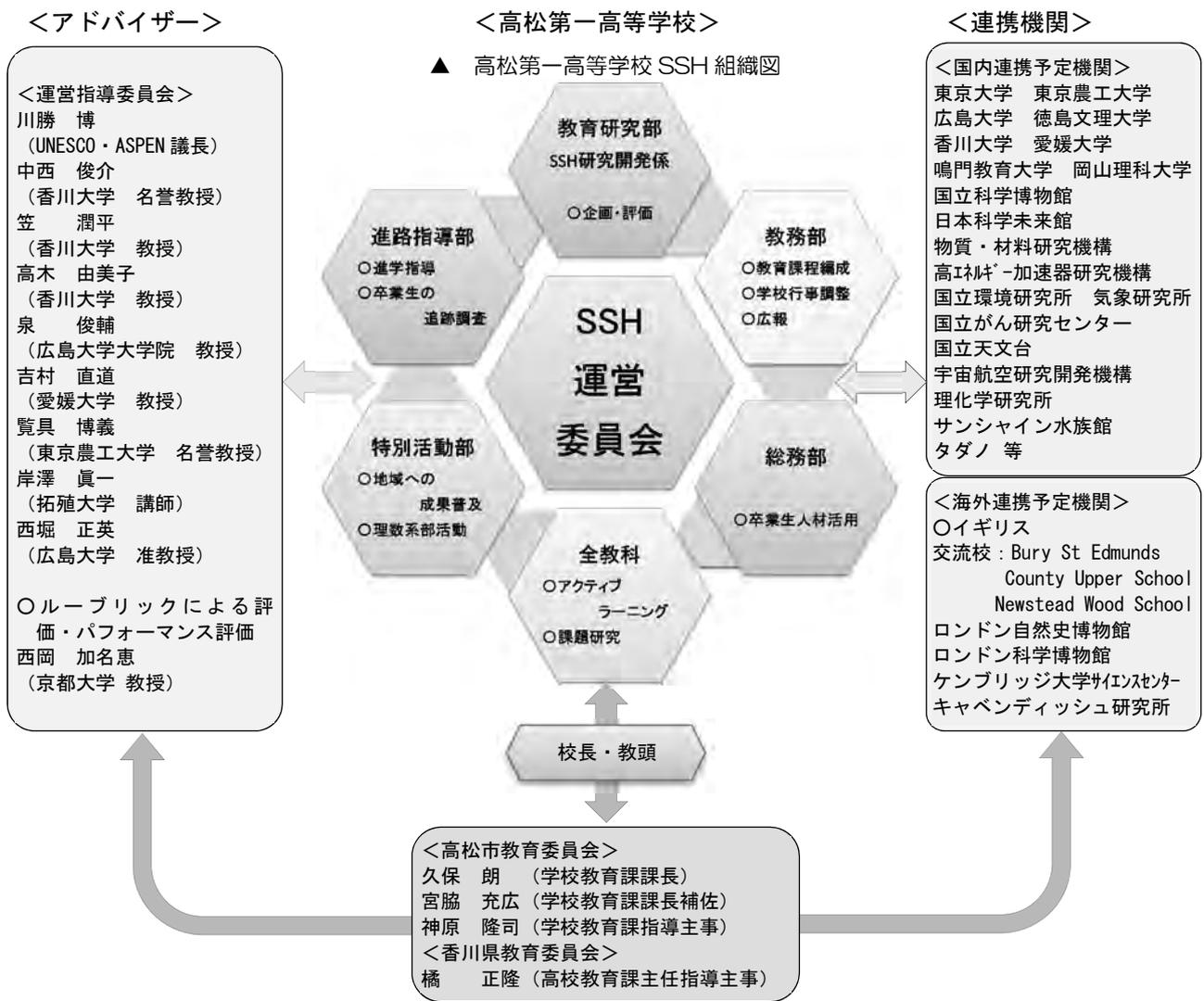
第4章 校内における

SSHの組織的推進体制

第4章 校内におけるSSHの組織的推進体制

図に示す組織でSSH事業にあたっている。企画・評価は、教育研究部SSH研究開発係が中心となって行っている。また、教育研究部以外の分掌とも連携し、全校体制で実施する。事業の運営に関しては、その下部組織であるSSH運営委員会が担当し、全教科から教科代表を選出して組織しているSSH運営委員会は、原則として毎週木曜日2限目に実施しており、各事業の進捗状況等の情報交換を行いながら進めている。なお、SSH事業を推進し、目標を達成するため、運営委員会内に以下の研究推進グループを設置する。そして、毎週、連絡会を開催し、事業の進捗状況・課題などを検討しながら事業を進めている。

- I アクティブラーニング研究推進グループ：授業改善
 国語：竹下 数学：吉田_達
 英語：○佐野 理科：本田，片山，三好_武
 地歴公民：濱本 保健体育：鎮田
 芸術家庭：石川_幸
- II 課題研究推進グループ：ルーブリックの改訂・課題研究の進め方・各種発表会の計画
 ○伊賀，蓮井，植村，岡田_友
- III 外部機関連携推進グループ：IS・AS・自然科学講演会・関東合宿・卒業生人材活用データベース
 ○中島，丸山，増田，林，四茂野
- IV グローバル人材育成推進グループ：CBI・英語によるプレゼンテーション講座・海外研修
 ○佐藤，本田，堀田，片山
- V 女性研究者育成推進グループ：IS・AS・自然科学講演会・関東合宿・卒業生人材活用データベース
 ○片山，作榮，二川，川西，空，佐藤



第5章 研究開発実施上の課題
及び
今後の研究の方向・成果の普及

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 研究開発実施上の課題

上述の通り、本校 SSH 事業の取組は、概ね当初の計画に沿って、推進できていると考える。一方、第1期から9年目を迎えた取組の改善点や今後の課題も明らかになってきた。以下に、各テーマ別の課題を挙げる。

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

まずは、個人個人が引き続き、スキルアップ（発問の仕方・ファシリテーション力・教材開発など）を目指し、授業研究を続けることが必須課題である。特に専門性が高く単独で教科（科目）指導を行っている場合は、他校との情報交換なども必要となってくる。校外研修・先進校視察などへの参加を積極的に行い、知識や技術面を高めるとともに、本校の生徒にはどのような力をつけさせたいのか、そのためにはどのような授業（課題や評価法）が必要であるのかを常に模索するべきである。運営面では、タイムマネジメントをしっかりと行い、チームとして活動していきけるだけの時間を作り出す必要がある。教員の士気の統一やチームによる協力体制を強化し、新しい授業を進んで実践していくことや、さらには教科を越えた授業参観、実践事例の共有などを通じて、継続的な授業研究を推進していくことが望まれる。また教科を越えて情報交換を行うことで、3年間で生徒に求められる力は何であるか、その課題に対して生徒の負担が大き過ぎないかなど、全体的なバランスを視野に入れておく必要がある。

また、物理で進めている概念理解度調査テストや、現在開発を進めているパフォーマンス課題の作成とその評価をもとに、生徒の変容を捉え、「アクティブラーニングによる授業の効果を測る」ことが必要である。

II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

主対象の特別理科コースの生徒に対しては学校設定科目の中で、理系コースの生徒に対しては「理科課題研究」の中で、科学的な探究方法を身につけさせ、主体的・能動的に活動できるような実践を継続する。「理科課題研究」に関しては、今年度ルーブリックの作成し、初めて評価を行った。ルーブリック自体の評価を含めて検討しながら、開発・改善を進める。

III 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

これまでの実践を踏まえて、プログラムを精選し、実施する。これまでに多くの研究者や技術者と接する機会があり、その方々から現在に至るまでの道のりなどについて伺った。彼らに共通する点は、「自ら考え行動している」ということであった。現在、「関東合宿」において、「学びたいことプログラム」を生徒に企画・運営させているが、より主体的・意欲的な取り組みがみられることから、今後も継続するとともに、プログラムの円滑な実施に努めたい。

IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践

CBI は、中学まで科学英語に触れることのなかった生徒が、それに触れる最初の機会であり、一定の成果を上げているので、今後も継続する。また、海外研修における「学びたいことプログラム」については、世界情勢の不安定さを考慮しつつ、安全性を担保しながら慎重に進めたい。

V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発

卒業生を活用したり、地元の女性研究者・技術者と交流したりする機会を確保するために、同窓会の協力を得て、卒業生とのサイエンスネットワークを構築する必要がある。

また、授業改善の視点からも、女子生徒から物理・数学に苦手意識をなくす授業スタイルについて研究を進める。英国の授業研究では、男子と女子を同じと見なして指導することが平等ではないとの考えもある。経験や思考の異なる男子と女子が自然にコラボレーションをして課題解決に望む姿勢を、教室内でまずは実現するために必要な教師の配慮や授業デザインに関する具体的な検討を今後の課題とする。

2 今後の研究開発の方向性について

今年度実施された文部科学省における中間評価ヒアリングや、本校運営指導委員会での指導・助言より、本校の特徴である授業改善を第1の柱とした SSH 事業の取組（授業改善の校内の体制やシステム作りのノウハウや実践事例などについて）を、県内外に成果を公開・普及することに重点を置きつつ、各プログラムがさらに発展するように、各研究推進グループの活動を活性化させる必要があると考えている。

3 成果の普及

(1) 校内への普及

「全教科によるアクティブラーニングの実践」については、その授業展開をさらに広めていきたい。また、アクティブラーニング勉強会も継続的に実施し、教科内・教科間での教材研究を活性化させ、その成果を校内の職員研修などで全職員にフィードバックしたいと考えている。未知なる課題に対して自ら考え、解決しようとする姿勢や力は、理数系教科だけでなく、すべての教科、総合的な学習の時間、部活動や委員会活動、さらには日常生活でも重要となる。全教科でのアクティブラーニングの実施という大きな目標に向けて研究を進めていきたいと考えている。

(2) 県内の高校への普及

本校が理数系教育やアクティブラーニングの中心的な役割が担えるように、県内の高校に対して「教材・授業展開の研究」の成果や「課題研究」の教育的効果などを成果報告会にとどまらず、様々な機会を利用して普及させていきたいと考えている。香川県教育研究会理化部会・生地部会では、それぞれの科目で教材研究を行ったり、情報交換を行ったりしているが、その会でも成果普及に努めたい。また、これまでも成果報告会に合わせて、公開授業を実施してきたが、指導案や授業展開例の公開など、次年度以降も継続的な実施を計画している。

關係資料

普通科 特別理科コースおよび理系コースの教育課程表

教 科	標準 単位数	科 目	特別理科コース				理系コース			
			単位数				単位数			
			1年	2年	3年	計	1年	2年	3年	計
国 語	4	国 語 総 合	5			5	5			5
	4	現 代 文 B		2	2	4		2	2	4
	4	古 典 B		3	2	5		3	2	5
地 理 史	2	世 界 史 A		2		2		2		2
	4	日 本 史 B		2a	3a	0,5		2a	3a	0,5
	4	地 理 B		2a	3a	0,5		2a	3a	0,5
公 民	2	倫 理	2			2	2			2
	2	政 治 ・ 経 済			2	2			2	2
数 学	3	数 学 I	3			3	3			3
	4	数 学 II	1	3		4	1	3		4
	5	数 学 III		1	6	7		1	6	7
	2	数 学 A	2			2	2			2
	2	数 学 B		2		2		2		2
理 科	2	物 理 基 礎		2		2		2		2
	2	化 学 基 礎	2			2	2			2
	2	生 物 基 礎	2			2	2			2
	4	物 理		3b	4b	0,7		3b	4b	0,7
	4	化 学		2	4	6		2	4	6
	4	生 物		3b	4b	0,7		3b	4b	0,7
	1	理 科 課 題 研 究						1		1
保 健 育	7,8	体 育	2	2	3	7	2	2	3	7
	2	保 健	1	1		2	1	1		2
芸 術	2	音 楽 I	2c			0,2	2c			0,2
	2	美 術 I	2c			0,2	2c			0,2
	2	書 道 I	2c			0,2	2c			0,2
外 国 語	3	コミュニケーション英語 I	3			3	3			3
	4	コミュニケーション英語 II		3		3		3		3
	4	コミュニケーション英語 III			3	3			3	3
	2	英 語 表 現 I	2			2	2			2
	4	英 語 表 現 II		2	2	4		2	2	4
家 庭	2	家 庭 基 礎	2			2	2			2
情 報	2	社 会 と 情 報	1▲			1▲	2			2
学 校 設 定 科 目	◎	Introductory Science	2			2				
	◎	Advanced Science I		2		2				
	◎	Advanced Science II			1	1				
総 合 的 な 学 習 の 時 間			■	■	■	■	1	1	1	3
合 計			32	32	32	96	32	32	32	96
特 別 活 動 (週 あ た り 単 位 時 間 数)			1	1	1	3	1	1	1	3

備 考	◎	学校設定科目として、「Introductory Science」を2単位、「Advanced Science I」を2単位、「Advanced Science II」を1単位、合計5単位を新たに設ける。
	▲	情報の社会と情報を1単位減じて、1単位とする。
	■	総合的な学習の時間を学校設定科目「Introductory Science」、「Advanced Science I」、「Advanced Science II」で代替する。

第1回運営指導委員会

日時：平成30年11月9日(金)15:30～(本校 大会議室)

<指導助言>

西堀先生：生徒が実際に課題研究をしている姿を見て積極的、主体的な姿が多く見られたことに安心した。

大学でもGSCという大学主体型の高校生プログラムを実施している。そこで出てくる内容が、SSH事業と合致していることが非常に多い。JSTのGSC発表会でのキーワードは「SDGs(持続可能な開発目標)」というものであった。それをもとに環境問題、課題研究等にいろいろとコメントをされていた。持続的なことをしていく中で、国連が提唱しているものを、学校の取組においても前面に出し活用すると生徒の課題研究の位置づけが非常に分かりやすく、生徒たちも理解しやすいのではないかと感じた。

また、STEM教育ということも意識するとさらに良くなると思う。理数教育についてはすでに取り組んでいるが、さらに工学的なことを重要視し、実際に応用していくことも期待されている。

他のSSH校でも言っているが、生徒に失敗できるチャンスを用意してほしい。うまくいっただけでは最終的に残らない。失敗して、それを克服して、成功が失敗の上に成り立っているものだというところを感じさせてほしい。失敗ができるような余裕を持った仕掛けを教員がつくって、わざと失敗させてやる。そのとき、どのように立ち直れるかということが新しい発想かなと思う。そういったことを経験しないまま大学に入ってきた学生は、大学で初めて失敗するとそこでくじけてしまうという感じがしている。

岸澤先生：SSHといえば課題研究だが、それ以外にも、この高校のひとつの売りであるALに関して年々進歩していると感じている。生徒の取り組みも非常にアクティブになっている。それと同時に、先生方も大分慣れてきたなという感じを受けている。SSH事業がこれから継続するかという話があったが、これがもしなくなっても、持続可能な取り組みというのがALだと思う。予算がなくてもALは続けられるものなので是非続けてもらいたい。全国1,2万人規模で高校生や大学生の物理概念の調査(FCI)をしているが、一高のゲインは突出して良い。これはいろいろ取り組みをしている一つの総合的な結果ではないかと思っている。これは誇って良いことではないかと思うので、是非ともこのまま続けていただければと思っている。

泉先生：今回の授業を見た上で、こういうことを入れたら良いのではないかとということでの意見を述べたい。テーマを作った際に、例えば生物だけではなく、化学の目から見たらどうなるか、物理の目から見たらどうなるかというように他科目から見た視点を作るというのも効果的ではないかと思う。これについては高校でできないのではないかと思う。そういった観点でもう一度研究する課題を見直すことは重要ではないかと感じた。

笠先生：改めて多様な試みをしっかりしているなど感心した。それぞれよく考えられて地が足がついており、ただのトップダウンではなく先生どうしが協力してやっているということで、是非この取組を続けていただければと思う。実際の課題研究を見ても、みんな楽しそうにやっているのだからやましくらいであった。

今、課題としてあげられていることは、それぞれの活動が高校生一人ひとりのためになるのかという点からよく見直していくことだろう。育てるのは個々の高校生であり、突出した数人が出れば良いということではない。一高の良いところは、各自が課題研究の仕方を学んだということ、あるいは生き生き勉強しているところなので、そこを失わないように継続してほしい。

今回数学の授業を初めて見学した。ALにおいては、教科の内容がよく分かっていて、それを踏まえたALになっているかが重要だと思う。ALの方法を教科書のコンテンツに付け加えたら良いということではなく、ここで本当に教えたい教科の本質は何なのかということを知っている数学の先生が組み立てることが重要だと思う。今回の授業では、それが出来ていたと思う。ただ、一つ思ったのは、授業の最後に生徒に説明させていたが、どの班もうまく説明できず、結局先生が最後にポイントとなる見方を説

明されていた。しかし、それは生徒が悩んでいる途中でもアドバイスできたのかもしれないと思った。それが班の討論の際に出来ていたなら、生徒達は自分で解決法を見つけられクリアできたかもしれないと思う。今日のALの肝はここだということを教科で精査していくと、さらに良くなっていくと思う。

高木先生：生徒は課題研究に楽しそうに取り組んでいる。課題研究の進め方も大学の先生に質問されることが多かったり、研究のスタイルも2期目ということもあたりということ、かなり浸透して研究らしい研究になっていた。また、OBやOGとの交流を実施しているが、卒業生がどこでどのように活躍しているか示すことはロールモデルとして捉える際には重要である。

今後に関して、国際共同研究の推進も考えてみてはと思う。国内で特定の大学と理数系の共同研究で連携するのは難しいのではないと思う。海外の大学で協力してくれるところを見つけて一緒に共同研究をするというのはそれを解決する一つの方法だと思う。また、中高、高大の連携については県教委も進めようと思っており、大学の方にも声かけがある。香川大学は一高から一番近い大学でもあるので何か一緒にやってくれればと思う。

覧具先生：年々、ALが進歩している。その点について先生方は自信を持たれて良いのではないかと思う。ただ、教育にはこれでいいという終わりが無いので、よりよくしようという努力は続けていかなければならないと思う。しかし、一方でそれによって先生方が疲れきってしまうという事態は絶対に避けたいと思う。

今後の方針を考える際、卒業生を活用してはと思う。一高での経験が今の自分にどう役立っているか、その後の生活でどのように役立っているかということについて、意見を聞くということも一つの案として考えていただければと思う。卒業生にとって、出身校はものすごく大切に、愛情を持って考えてくれるだろう。

中西先生：ALの実践では、全教科でやろうという姿勢は全国的にもあまり多くはないと思う。それを一体的にやりましょうという姿勢が、目に見える形で分かるという所が非常に素晴らしいと思っている。それに関連して、授業の中で自分で考え行動し企画するという力を試せるパフォーマンス課題を入れようとしているのかなと理解している。

課題研究に実際に参加している学生は目が生きている。こういった課題研究がSSHの味噌だと言われている。テーマ設定については、学生が主体的に選んだテーマを尊重してやっていくので良いと思う。例えばそれがテーマ的にバツとしないものであっても生徒自ら選んでやるというのが良い。

様々な研究機関と連携しているという報告の中で、「自然系をやるのにも国語だったり、音楽だったりといった他の分野の知識なり技術なりが必要だということが実感できた」という生徒の言葉が印象に残った。これが本当の学びだと思う。SSHだとサイエンス分野に限られるところはあるかもしれないが、我々は人間として、文化的な動物として立つためには広がりが必要だと思う。きちんとした市民として成熟していくためにも、その広がりどころもきちんとやりながらもピークを立てるということを学生自身が気付いているということが活動の成果でもあると思う。

理系女子生徒育成プログラムの開発においては、肩肘張ってではなく、今の状況で自然に育てるとするのがやればと思う。

2期4年目で、まとめに入る時期にきている。そのときに必要だと思うことはルーブリックなどいろいろ工夫して入れている評価法が本当に適当なものなのかを今一度評価しなければならぬということだ。また、今の評価法や仕方を外部に対して説明するときには、例えば、その評価法で評価を行った卒業生について、評価結果と進学実績の関係がどのようになっているかなど、わかりやすい指標と結びつけていくこともやってみてはと思う。

第2回運営指導委員会

日時：平成31年2月15日(金)15:40～(本校 大会議室)

<指導助言>

岸澤先生：物理関連の4つ課題研究の発表を見たが、いずれのテーマも生徒の興味から出発しており非常に面白いと思った。ただ

関連資料 運営指導委員会

し、興味のあるテーマというのは非常に難しいテーマでもある。パラメータが多く、どうやって数量化していくかというところが苦勞している点かと思う。なるべくシンプルにして研究しないと発散してしまうのではないかと感じた。テーマを与えるのも一つの方法だと思う。物理チャレンジの第1チャレンジの実験テーマは非常にシンプルであるが、かなり奥が深い。こちらが予想していなかったような深い考察もできる。生徒の興味から決めるテーマと、教員から提示するテーマの二つあってもいいと感じた。

女性活用も非常に大きなテーマだと思う。物理チャレンジの参加者も、非常に女性が少なく困っている。第2チャレンジになると100人中一人しかおらず悩んでいるところで、お知恵を拝借したいところだ。研究者になる割合も少ないが、研究者だけでなく視野を広くさせてもいいかと思うので、今年技術者と呼んだのは良いと思う。卒業生の追跡調査から、技術者、研究者にならない生徒はどのようなところに行っているのかなど、将来の方からフィードバックして、今何が必要かを考えることが大事だと思う。

覧具先生：非常に強く改めて印象に残ったのは、授業研究を先生方が相互に協力してやっていることだ。学科間でもやり取りしながら協力している。科目の中で先生方が授業方法の改善を共有なさっている。授業案や年間計画が共有されているのは非常にいいと思う。また互いに授業参観することで、どういうところがポイントになりそうか、どういうところが改善点かというのが非常によくみえるのではないかと感じる。それに加えて、他のクラスでこんなことが起こった、それに対してこういう対応をした時にはこうなると、こんな対応をした時にはそれほどでもなかったというような知恵が互いに共有されるのが非常に効果的な授業改善に繋がっていると感じている。共有することによって、さらに年々引き継ぐことによって、個々の先生方への負担が軽減される方向にあると思う。

2点目は、いろんな介入をするとき、その効果を検証することは非常に重要だ。昔から名物先生とかいう方はいらしたが、従来の授業方法では先生が思っているほどの効果は得られないというのが、物理教育研究のこれまでの反省点だ。いろんな科目でどうやったら検証できるのかという質問があった。一般的な話しかできないが、例えば物理についていえばFCI。長年続けて効果を見ることは非常に役に立つと思う。それに付け加えて言えば、一高のFCIでの生徒たちの変容(ゲイン)はものすごく突出しており、取組に自信をもっている。もう少し違う点から見るとさらに違う変容がみられる。

高木先生：ポスターセッションでは、生徒さんたちが新しいテーマや先輩の継続のテーマで研究し、英語でたくさん発表していた。高松市にはALTが22名もいて、この高校の活動にボランティアで来られるというのは本当に素晴らしいことだと感じている。

また、今日の報告で、生徒の到達レベルが確認できることによってモチベーションが上がるとか、実際の発表では見ることができないけれど実験ノートの評価しているというお話もあった。中教審答申でも個人に着目したほうがいいという話もあり、個々の能力というのはそれぞれの生徒の進捗を図るのに適していると思うので、ぜひ続けてほしいと思う。

出張講義や関東合宿で「分からないことがこんなにあるのか」という生徒の感想が非常に印象に残っている。探究活動を全ての高校で進めていくときに、SSHでの実践が他校に波及するようにならない。実際に探究活動をさあやりましたよといっても、今どきの子どもはすぐインターネットを使って調べて、ある程度の答えはすぐ得ることができ、わざわざ探究活動をしなくてもいいのではないかと感じてしまう。生徒たちに探究活動を熱心に、生徒が自発的に探究活動に関わるように誘導することは難しい。探究して新しいことを見つけることは楽しいのだという生徒の感想を伝えることが重要であると思う。ぜひ一高で、ループブックによる評価や、FCIの成果を県内あるいは全国の高校に広めていっていただけるような工夫をしていただければと思う。

次に、国際学会のアウトリーチ活動の一環で上手くコラボレーションができたという報告があった。香川大学でも、いろいろな

先生方が国際学会をしているのだが、なかなかうまく情報が伝わらない。また、香川大学のインターナショナルオフィスでも毎年海外拠点大学とジョイントシンポジウムという形で国際学会をしている。ぜひ香川で開かれているときには、また情報をお知らせするので高校生に積極的に参加していただいて、形のある成果を一つずつ残していけばいいのではないかと感じる。

泉先生：課題研究のポスター発表のときに、実験ノートを持ってきて、ノートを見ながら発表している。わからないところに関してノートを出してきてこういうデータでしたと見せてくれるというところがすごくいいと思った。うちの学生たちもそうやらせたいなと思った。一つだけ課題研究気になったことは、あんまり成果を急がない。地道にコツやるということをもう一回考えたほうがいいかなと思う。いくつかの班で、成果のほうに向かってやっていてその前にやらないといけなことがおそかになっているかなというところが見えるところがあった。

女性人材の育成については、例えばデモックスのようなものを取り入れれば面白い展開ができるのではないかと感じる。ちょうど2000年にイギリスに留学していた時にデモックスに出会ったが、イギリス研修の際に、今イギリスがどうなっているか情報収集してみると参考になるのではないかと感じる。

中西先生：一高の皆さんがこのプロジェクトの研究開発課題に向けて協力的に頑張ってくださいということを非常に誇りに思う。その研究開発課題のところに「創造的な人材を育成する」という言葉があるが、本当はどんな人材なのかというのはなかなか難しい。ここでいう創造的な人材というのは、ちゃんとコミュニケーションをとって、自分で考えて、新しいことを展開していけるという意味だと感じている。それに向けて五つの柱でこれまでやってきているということだ。

全教科によるALの実践はどんどん広がっていて良い。文科学の科学技術振興の中で、科学技術の中に人文科学・社会科学も入る方針へ変えたという新聞報道があったかと思う。科学といったときに単にナチュラルサイエンスだけではなく、人文科学・社会科学も含めて科学技術振興ということで予算を配分しているという方向性を出している。そういう方向で高校の授業が、教育課程も変わるようだが、すべての科目で探究活動をやるようなことになりつつあるのかもしれないが、この9年で培われたものをより全分野に広げていけるのは強みだと思う。ALのノウハウを開発する段階で、教員の皆さんが実際に自分たちでALを体験されているということに関して、これまで一高がされていることはすごく進化していると思っている。そういうところを継続して深めていけば強い武器になる。

課題研究についてだが、いつも研究発表を聞くのを楽しみにしている。生徒さん自身が楽しんでいるのがよく見える。研究者的な発想での完成度はまだまだというのは当然ながらあるが、最初から完璧を求めると誰も楽しめない。やっているうちに深まっていくのであって、まさに知的な好奇心を引き出し、好奇心を継続させる。そういう課題研究を継続していただければと思う。

グローバル人材育成だが、自分たちのやったことを人に発表する。ネイティブが直接教えることで、意識としてグローバル化していけばいいのではないかと感じる。普通ではそういう機会はまだまだ日本には少ないが、3月にもイギリスにも行くということでそういう機会をつくってやっているということも素晴らしいと思う。

最後に、理系女子促進のプログラムに関して言うと、一高は女性の比率が高く、女性が元氣という特徴がある。そこを減勢しないようにやられていると思っているので、それでいいと思う。社会的に言うと、入試の時に差別されているという体質の社会ではあるがそういうのも時間がたつておいおい変わっていく。男女関係なく課題探求等をやらせて興味を促進するというプログラムを継続していけば、時間はかかると思うが、女性だからどうだっているのはなくなっていくと思っている。

これまでの高松一高のSSHプロジェクトは非常にうまくいっているのではないかと感じる。それを継続することが一番重要だと思っている。いろんなところへ波及してもらえればと思う。

