

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 3 年次

平成 30 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

平成 22 年度より 5 年間の指定を受けていました本校の SSH 事業は、平成 27 年度より再び 5 年間の指定を受け、現在 2 期目 3 年目の事業計画に沿って取り組んでいるところです。これまで支えて頂きました皆様には、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、全校への拡がりを目指して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・技術者をめざす理系女子生徒育成プログラムの開発

3 年目である本年度は、全教科によるアクティブラーニングの実践に向けた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。すでに理科の授業では、思考過程を重視した授業方法の実践と共有を図ってきましたが、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、そ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重視してグループ研究を進めています。

先般文部科学省で行われた SSH 中間評価では、授業改善を最重点課題に掲げた本校の取り組みについて関心を持っていただきました。ご指摘いただいた評価方法の研究や成果の発信など未だ発展途上のもものありますが、この 1 年間の実践内容をまとめました。今後のご参考にし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です。

最後になりましたが、ご指導をいただきました、科学技術振興機構、香川県教育委員会、高松市教育委員会、大学を初めとする教育研究機関や研究者の皆様、SSH 運営指導員の皆様に、心より御礼を申し上げます。

目次

平成29年度SSH研究開発実施報告（要約）	1
平成29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	28
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	35
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	45
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	48
第3章 実施の効果とその評価	50
第4章 校内におけるSSHの組織的推進体制	55
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	56

関係資料

平成27・28・29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	57
運営指導委員会	58

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

① 平成29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29年度実施規模	普通科特別理科コース（各学年1クラス）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</p>

- 「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29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29年度は新たな方策として、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。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・技術者をめざ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。授業改善への意識の高まりが、第2期のSSH指定後、全教科に広がっている。

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。また昨年度開発した数学の研究に対するルーブリックを、理科の研究に対するルーブリックとの整合性を保てるように改訂した。

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。

「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・生物・地学・数学の授業 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、企業で研究している若手の女性研究員に依頼し、理系女子会を開催した。

○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。

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。「理科課題研究」に関しては、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つとしたが、ルーブリックの作成までには至っていない。次年度以降の研究では、評価方法として、ルーブリックやチェックリストなどのさまざまな評価方法の中から、どれが適切なのかを検討しながら、開発を進める。

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。

②平成 29 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

第 1 期 SSH で研究開発を行ってきた物理・化学・生物の各科目においては、問題発見・解決能力を高めるために思考過程を重視した教材・授業方法の開発を行い、その実践を進めている。従来の教え込みではなく、生徒同士の学び合い、すなわち、自分自身の言葉で説明し、他者の意見に傾聴して能動的に思考するアクティブラーニングを通して、学習内容の理解と概念形成がスムーズに進むような授業を実践した。

生徒による授業評価を年 2 回実施しているが、「自分でじっくり考える時間があり、理解が深まる。」「グループ内での話し合いの中で、正しい答えを見出すことができる。」などの意見が多くあがっている。生徒はアクティブラーニングの活動の中で、講義形式の授業より意欲的に取り組み納得しながら理解を深められたと感じている。また、既習の知識を使って発展的な内容にチャレンジするような課題に対しても、論理的に考え結論まで到達する生徒も増えており、問題解決能力や問題発見能力も向上していると思われる。

また、理科以外の全教科でのアクティブラーニングの実践については、第 2 期 1 年目は年度当初のアクティブラーニングに対する教員の戸惑いや不安を解消するために、教員研修や定例の勉強会を重ねた。2 年目は教育研究部教員研修係と協力し、アクティブラーニングに関する職員研修をしたり、香川県教育センターの講座に参加したり、先進校視察を積極的に行ったりしながら、それらに参加した教員から、各教科や校内に向けて情報発信を行った。そして、今年度はチームによる授業作りをテーマに、全教員が 3～4 名のグループに分かれ協働して授業を作り実践するという取組をスタートさせた。各教科で授業改善に向けた実践が広がっている。

27 年度成果報告会（2 月）は、物理・化学・生物・国語、28 年度（12 月）は、物理・化学・生物・数学・英語・音楽、29 年度（9 月）は、物理・化学・生物・数学・公民・体育が公開授業を行った。公開授業では、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。また、29 年度 11 月の管理機関の学校訪問では、地学・国語・英語・美術が研究授業を実施し、指導・助言を仰ぐ機会を設けた。

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つ。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和重要性やその記載の仕方など、丁寧にご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。発表会に向けて研究をまとめる中で、研究目的は明確か、研究計画に沿って進んでいるか、実験・観察の方法は妥当か、実験結果は調べたいことを検証するのに十分であるかなど、自己評価を行い、さらに、教員からの指導・助言、周りの生徒からの質問を参考に、それ以後の課題を明確にした。中間発表会と実験ノートについては、ルーブリックを作成し、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。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、数学の研究に対するルーブリックを、理科のルーブリックをベースに作成した。実験・観察を行うことが難しく、オリジナリティを追究することが困難な数学の分野の研究に関して、高校生段階での到達目標をどこに設定するのかを考慮して作成した。これを使用して、生徒の変容を捉えようとしている。

今後このルーブリックが妥当であるかどうかを、検討しながら改訂を加えていく予定である。

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 5 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 U-Stream 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。

主対象以外の生徒については、これまで、「総合的な学習の時間」において、各自がテーマを設定して個人研究を行ってきたが、インターネット等の情報を中心とした調べ学習だけで終わる生徒や、実験・観察に対して積極的でない生徒が多くいるという問題点があった。そこで 28 年度より普通科理系コースの生徒を対象に、このような問題点を解消し、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）」を開設した。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ていく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。

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 2 講座、化学分野 3 講座、生物分野 2 講座、地学分野 3 講座、数学分野 2 講座、環境分野 3 講座の出張講義を実施した。また、英語に関連した講座を 4 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(93.6%)、講義の内容が理解できた(89.5%)。また、講義全体を通して 90.8%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(81.8%)、講義内容をもっと知りたい(87.4%)と感じている。さらに、92.0%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、生徒の希望調査なども踏まえ、訪問先等を選定したり、「学びたいことプログラム」として生徒がつくる研修プログラムを実施したりしたので、これまでの生徒の取り組みよりも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、自然科学で必要な英語の表現に慣れることを目的に、英語による物理・化学・生物・地学・数学の授業 CBI(Content-Based Instruction)を実施した。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が多く、海外で活躍したいと思う生徒は 70.7%であった。

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。

毎年、前年よりも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。

昨年度から取り組んでいる「内容の簡略化」により、プレゼンテーションの対象者である連携校の生徒

に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、内容が理解しやすくなったことから、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組を進めるために、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が、まだ準備段階である。しかし、今年度は 2 年生の関東合宿で、国立天文台で研究者としてのスタートを切った本校卒業生をはじめ、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。

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 2 回実施した。昨年度は女子生徒のみを対象としたが、女性が研究者として社会で活躍していくためには男性の理解や協力が必要であるので、第 1 回講演会は男子生徒も参加させた。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「ローソンテスト」を 1 年次の 5 月と 3 年次の 10 月の 2 回実施している。ローソンテストは、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。

過去のこのテストの結果では、入学時の到達レベルには多少の違いはあるものの、3 年間 SSH の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ていた。しかしながら、今年度の 3 年生に関しては、特別理科コースの生徒は、1 年次から形式的操作段階に到達している生徒が多く、あまり大きな伸びは見られなかった。また、理系コースの生徒の変化は例年と大きく変わらず、3 年次までに 60% までのびが見られた。文系コースの生徒は、到達段階に大きな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。しかしながら、国語科教員からの指摘では、「読解力」にも原因があるのではないかと意見もある。2016 年 12 月に経済協力開発機構 (OECD) が、各国の 15 歳を対象にした 2015 年の国際的な学習到達度踏査 (PISA) の結果を発表した。日本の生徒の「読解力」の平均点が前回調査 (2012 年) の 536 点から大きく下がり、今回の結果では 516 点となっている。また、国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS) の 2015 年の結果でも、中学 2 年生の読解力の低下を示す傾向が見られている。文章を正確に読み取る力の低下が原因の一つであるとも考えられるため、29 年 3 月・5 月に国立情報学研究所の新井紀子教授と連携して、Reading Skill Test を全校生徒に対して実施し、調査した。また、既卒生のデータや今後のデータとも比較しながら、今後も分析・検証を進める。

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、新たに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)」を実施している。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。特別理科コースでは、クラスの平均正答率がプレテスト 43.3%、ポストテスト 79.8% で規格化ゲイン 0.64、理系コースではプレテスト 36.0%、ポストテスト 61.8% でゲイン 0.40 となっており、海外の文献や日本国内での調査結果と比較しても、かなり高い数値となっており、アクティブラーニングや課題研究の成果により、正しい概念が形成されたことを示している。

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 8 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

教科内での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。

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、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 つとしたが、ルーブリックの作成までには至っていない。次年度以降の研究では、評価方法として、ルーブリックやチェックリストなどのさまざまな評価方法の中から、どれが適切なのかを検討しながら、開発を進める。

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、「関東合宿」は教員主導で展開してきた。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。今後も「関東合宿」については継続するが、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。

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。

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。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

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。

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)	281 (132)	8 (4)	277 (128)	7 (3)	839 (300)	22 (8)
	音楽科	25	1	24	1	24	1	73	3
	計	306	8	305	9	301	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	57	1	1	5	31	1	4	3	7	113

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

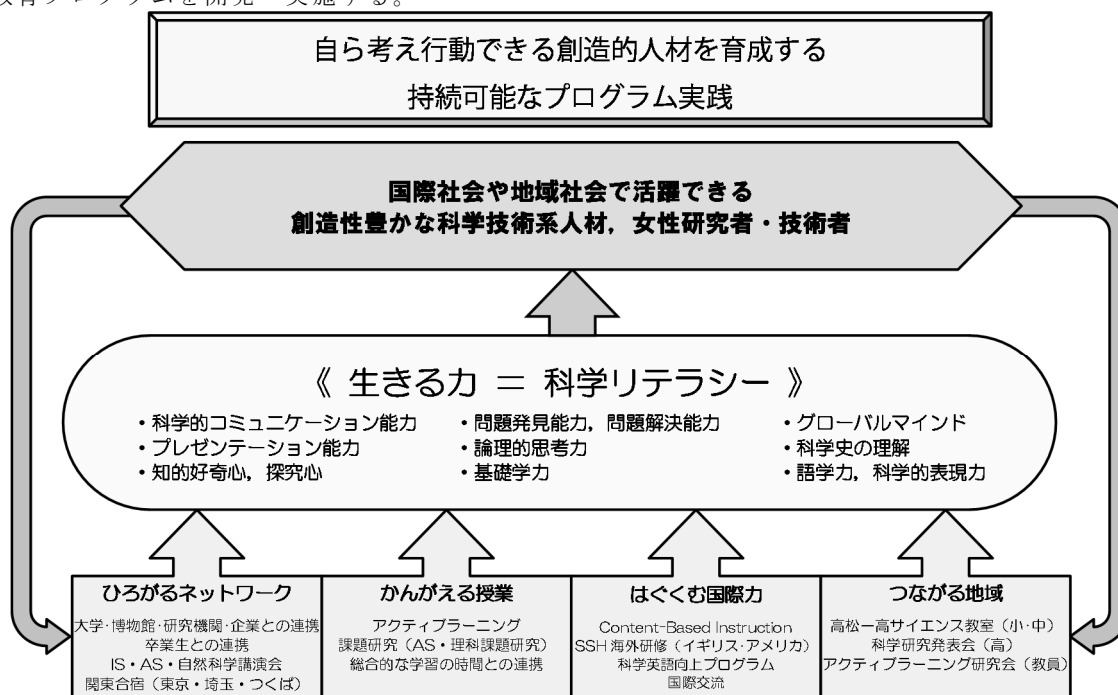
外部連携機関とのサイエンスネットワークを活用し、創造性を育む講演や講義、体験学習を実施する。

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る。

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、行事実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 典型的な誤概念のリサーチ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 ・ 波の干渉 ・ 弦の固有振動 ・ 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 ・ 中和滴定 ・ 化学平衡 ・ バイオディーゼル燃料
	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

<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29年度の取組(指定第2期目3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、教育研究部現職教育係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(来年度実施)
- 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」授業計画, 実践, 検証(レポート報告)

今年度の新たな取り組みとして、チームによる授業研究を行うこととした。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。

<手順>

- ①各教科3~4人程度のグループに分かれ、研究対象や実践目標を決める。
- ②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話し合う。
- ③以上の内容を一枚のレポートにまとめ報告する。

以下、各教科の実践レポートの一部を掲載する。(下図はレポート例)

<レポート例>

第2学年 物理基礎での実践事例「様々な力とその働き」

佐藤 哲也, 岡田 友良, 本田 一恵, 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を積極的に実施している。本校の物理科で実施しているアクティブラーニングは、本時は①に該当する。
 ①典型的な誤概念の researched に基づいて設定した課題を与え、話し合いながら、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、既知の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。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 様々な力とその働き (12時間)
 1 様々な力 (2時間) …本時は2時間
 ○本時の目標 思考実験から予想を立て、演示実験を通して現象を確認し、力の働き方(作用・反作用の法則)について、自ら考え、プレゼンテーションや全体でのプレゼンテーションを通して、正しく理解する。

学習活動	指導上、留意した点
1 前時の内容(フックの法則)の復習から、バネとおもりに働く力について確認する。本時で使用するクリッカーの使い方に慣れる。	主・物体が静止している状況での力の働き方について、再確認させる。
様々な状況において、2物体間で及ぼし合う力はどのように働いているのか。	
2 与えられた課題に対して、思考実験し、予想・仮説を立てる。 課題1 2人の生徒が引っ張り合っているとき 演示実験で、デジタルはかりを用いて、2人で引っ張り合いその時の力の大きさを確認する。	主・予想シートの選択肢の中から、回答を選択し、クリッカーで自分の考えを示す。 主・予想の根拠は、数々発表させる。 深・演示実験 主: 主体的な学びのある活動 副: 対話的な学びのある活動 深: 思考の深まりのある活動
課題2 一方の物体が他方の物体を押しているとき(ただし、2つの物体の質量が異なる) 演示実験で、力センサーを用いて、2物体間で及ぼしあう力の大きさを確認する。 3 本時のまとめを生徒が行う。	主・予想シートの選択肢の中から、回答を選択し、クリッカーで自分の考えを示す。 対・グループごとに予想についてのディスカッションをして、自他の考えを整理する。 対・グループごとに結果について話し合い、予想との相違点を確認する。 深・演示実験の結果を考察し、作用・反作用の法則について自分の言葉で説明できるようにホワイトボードで発表させる。
[期待する生徒のまとめのことは] 静止状態でも、運動状態でも、2物体間で及ぼしあう力には、作用・反作用の法則が成り立っている。	問いに対して、期待する生徒のまとめ
2 実践後の生徒の変容 ○既習内容を踏まえて、科学的な根拠を元に、予想や仮説を立てたり、検証することができ、それを他者に自分の言葉で説明できる生徒が増えている。	AL実践後の振り返り(良い点・今後の課題等)
3 本実践での課題 ■予想段階では、素朴概念や誤概念を根拠に説明した生徒も半数以上であった。予想段階で納得できず、授業後も質問に残る生徒が数名いた。生徒の言葉でのまとめを全体でのまとめになるように工夫していきたい。	

第3学年 物理での実践事例「直流回路」

岡田 友良, 佐藤 哲也, 本田 一恵, 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 典型的な誤概念のリサーチに基づいて設定した課題を与え、話し合い活動等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、実験する。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 電流 (10時間)

2 直流回路 (6時間) …本時は4時間目

○本時の目標 金属線(タングステン線)の電流電圧特性グラフを描き、非直線抵抗の原理や特性について考察する。

学習活動	指導上、留意した点
演示実験 ・1本の金属線(タングステン線)に流れる電流の大きさを観察した後、3本の金属線(タングステン線)を直列に接続した時に流れる電流の大きさを予想する。 ・気づいたことをもとに、抵抗値を測定する実験方法を確認する。	① 画像提示装置を使用して、電流計の測定値が全員に見えるようにする。 ② 教名指名し、予想した内容について発表させる。 ③ 前時に学習した内容を思い出させる。
実験 ・班ごとに回路を組み、金属線(タングステン線)に流れる電流と電圧を測定してI-Vグラフを作成する。 ・得られたグラフを発表し、他の班と比較する。	・机間指導により、適切に実験できているか適宜確認する。 ② 班ごとにグラフを描かせる。 ③ 発表されたグラフを見て考察する。
考察 ・グラフの形が直線にならない理由について班で考察する。 ・抵抗値が温度によって変化することにより気づき、その原理について考える。	なぜ抵抗の電流電圧特性が直線にならないのか。
まとめと自己評価 (期待する生徒のまとめのことは)抵抗値は温度によって変化する。高温になると金属原子の熱運動が激しくなり、抵抗値が大きくなる。	・考察した内容を班ごとにホワイトボードにまとめさせる。 ・班ごとにホワイトボードにまとめめた内容を発表させ、原理について考察させる。

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た生徒が増えた。

3 本実践での課題

■実験内容が多く、自己評価までいけなかったこと。生徒同士の話し合いの時間は十分に取れないので、実験内容を精選し、自己評価までできるように工夫していきたい。

第3学年 化学での実践事例「有機化合物の構造式の推定」

中島 昭一, 伊賀 史朗, 片山 浩司, 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

有機化学の分野における複雑な化合物の構造推定は、個別に学んだ知識を総動員し、種々の化学反応の結果を丁寧に考察して組み立てることが求められる。今回、グループで議論して推定する形をとることで、今後さらに有機化学の学習を進めていくに当たっての思考力を身につけさせたい。

1 学習指導過程 酸素を含む脂族化合物 (8時間)

カルボン酸とエステル (4時間) …本時は4時間目

○目標 アルコール、カルボン酸、エステルなどの酸素を含む脂族化合物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、未知の化合物がもつ反応性から、その化合物にどのような官能基、構造が含まれるかを考え、班員との議論を通じて複雑な構造をもつ化合物の構造式を推定することができる。

学習活動	指導上、留意した点
与えられた手がかりと実験をもとに、未知の有機化合物Aの構造式を推定する。	
1 次の文を読み、化合物Aとしての可能性がある物質の構造式を考える。 「果実のような芳香のある液体の有機化合物Aがある。Aの分子式は $C_4H_8O_2$ である。この化合物Aは水に溶けにくいが、水酸化ナトリウム水溶液を加えて十分に反応させると溶けた。」	① いくつかの発問により化合物Aが「エステル」であること、文中で「けん化」を行っていることに気づかせる。 ② 化合物Aとしての可能性のある物質をいくつか書き出させる。 ③ 各班(4人ずつ)で考える。
2 上記の内容と次の文、および、下の実験I、IIから化合物A～Cの構造式を推定する。 「化合物Aを水酸化ナトリウム水溶液に溶かしたあと、蒸留したところ、化合物Cを含む留液が得られた。蒸留の残留物には化合物Bが含まれている。」 実験I：アンモニア性硝酸銀水溶液に残留物を加え、温水に入れて加熱する。 実験II：ヨウ素液に留液を加え、よく振り混ぜたあと、水酸化ナトリウム水溶液を加える。 3 ここまでの手がかりをもとに化合物A～Cの具体的な構造について、ホワイトボードを用いて班で議論し、答えを導き出す。班の意見を発表する。	・蒸留の残液の生成物もつ官能基について考えさせる。 ① まず、化合物B、Cがそれぞれ留液、残留物のどちらに含まれているのか見当をつけさせる。 ・白衣、安全眼鏡を着用させる。薬品が皮膚に付かないよう注意させる。実験Iについては加熱にかなりの時間を要するため、事前に録画したものを早送りで見せる。 ② 対実験I、IIがそれぞれどのような反応かを考えさせる。また、実験結果から化合物B、Cの構造式を推定させ、さらにAの構造式についても推定させる。 ・ホワイトボードを分類しながら前方に並べる。
4 各班の発表内容から本時の内容を、自分の言葉でまとめる。 (期待する生徒のまとめのことは)有機化合物Aは、ギ酸(化合物Bはギ酸ナトリウム)と2-プロパノール(化合物C)が縮合した構造をもつエステルである。	・官能基に特有の化学反応を起こせることにより、複雑な物質であってもその物質が何であるかを推定できることを理解させる。

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生徒が増えた。

3 本実践での課題

■期待したまじめに到達した班は少数であったので、助言のタイミングや仕方を工夫していきたい。

第2学年 生物での実践事例「第2編 遺伝子のはたらき 1章 遺伝情報の発現」

大砂古 美弥, 蓮井 京, 三好 武仁

アクティブラーニングを通して生徒につけさせた

生物で学習する内容は多岐にわたり、生徒は単元毎に内容を捉えがちであるが、実際、1つの現象だけが起ることではなく、連鎖的に起こったり、小さな現象が個体レベルに反映されたりする。そういった現象どうしをつながりを意識し、広い視点で物事を捉えることでより深く生物について学ぶことができると考える。
 ① 言語活動を通して情報を整理させながら新しい知識の獲得や概念の形成を目指す
 ② ある現象やその影響に関して、これまで得た知識と新しい知識を用いて表現する力を身につけさせる。

1 学習指導過程 1章 遺伝情報の発現(7時間)

5 遺伝情報の変化(1時間)

○本時の目標 突然変異が生じた際の遺伝情報の変化がタンパク質や個体に与える影響について理解し、説明できるようにする。

学習活動	指導上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> 前時の復習(翻訳のしくみ)を行い、配られた塩基配列について、いくつかのアミノ酸からなるタンパク質であるか考える。 それぞれに起こる様々な突然変異についてタンパク質への影響を考察する。 同じ変異が起こった生徒と情報共有をすることで、考察を深める。 班のメンバーに自分に起こった突然変異とその影響について発表し合う。他の突然変異について聞き、プリントにまとめる。 	<p>主 生徒が個人で考える時間を確保することで、自分で考えることを意識させる。</p> <p>主 班活動をする上で別々の課題を与えらることで、自身の活動に責任感を持たせ、積極的に課題に取り組ませる。</p> <p>対 他の班の生徒と意見交換ができていくか、机間巡視を行う。</p> <p>対 班内での意見交換ができていくか、時間注意しながら意見交換を促す。</p>
<p>課題：生物への影響が最も大きい突然変異はどれか考え、その理由を説明せよ。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> 得られた情報から、課題について考え、自分の意見をプリントにまとめる。 意見を発表する。 	<p>深 ひとり考えている時間を取り、自分の考えを的確に表現できているか机間巡視を行う。</p> <p>主 他者の意見でよかったところ、自分になかった考え方などをメモしておくように指示をする。</p>

【期待する生徒の姿(目標)
 最も影響が大きい突然変異は「欠失」である。なぜなら、ペプチドが短くつたり、連アミノ酸が揃ったり、タンパク質の構造が大きく変化する可能性が高いから。

2 実践後の生徒の変容

これまで、特定の範囲内に関してはその範囲内の現象にしか着目しない生徒が多かったが、単元横断的に現象を捉えるということを意識して取り組む生徒が増加した。また、生徒どうしの意見交換が活発になり、様々な意見を出し合い議論することができるようになっている。

3 本実践での課題

自分の考えを表現することを目的としているため、個人で考える時間を多めにとった。そのため、生徒はじっくりと考えることができたが、授業のまとめめである全体の意見発表の時間が十分にとれなかった。個人の時間と全体での時間のバランスに気をつけたい。

第2学年 地学基礎での実践事例 「移り変わる地球」

増田 裕明, 佐藤 哲也

アクティブラーニングを通して生徒につけさせた

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、願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 地学の空間、また時間スケールに関する予想を各自の既知の内容やスケールの獲得や概念の形成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させることで、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 (14時間) 地質図と地質断面図 (2時間) …本時は1, 2時間目

○本時の目標 寒天模型を用いて地形と地層境界線の間接関係を観察することで、その法則性に気付き、地質図から地質断面図の様子を想像できるようにする。

学習活動	指導上の留意点
<p>1. 本時の内容を確認する。 ・地質図と地質断面図についての説明を聞き、理解する。 地層境界線はどのように地質図上に現れるのだろうか。</p> <p>・問題に取り組む。</p> <p>2. 寒天模型での観察 ・実験器具の用意し、山型の直立層の観察を 教員の指示に従いながら行う。 ・山型の直立層以外について、手分けして、観察を行い、結果を記録する。 ・班内の結果をまとめる。</p> <p>3. まとめ ・本時の内容をまとめる。 ・まとめをもとに1の問題に再度取り組む。 ・感想を記入する。</p>	<p>深 プレゼンテーションソフトの中で図を多用し、状況をイメージさせながら説明を行う。</p> <p>主 現在の生徒の知識で解答させるため、相談せずに考えさせる。 ・答え合わせは最後に行う。</p> <p>深 ・角度を変えながら模型を扱うので、現在の手順などの角度からしているものなのか、適宜確認しながら指示する。 ・班ごとに手分けして観察させる。</p> <p>対 ・班型の切り方が間違っている班へは、机間指導を通して実験方法の確認を行う。 ・班員の意見をまとめさせ、山型・谷型全体での結果を確認させる。</p> <p>主 ・授業プリントにまとめを記入させる。 ・本時の学習内容をもとに考えているか確認する。</p>

2 実践後の生徒の変容
 模型を実際に手に取り、様々な角度から観察を行うことにより、より具体的にイメージできるようになり空間把握能力が向上していた。問題を授業開始時に取り組んだ際には勘で解答した生徒が多く見られたが、授業終了時には勘ではなく論理的に考えて解いて正解する生徒が25名以上増えた。

3 本実践での課題

寒天模型の扱い方など実験の方法についての説明がうまく伝わっておらず、正しく実験を行うことが出来ていない生徒がしばしば見られた。事前に観察の仕方については説明および練習を行っておく必要があると感じた。また、寒天模型を作成するにあたり、個体差が出てしまい、全班に統一した指示を出すことが出来なかった。模型のさらなる改良も必要である。この授業を計画した際、1時間で納める予定であったが2時間を費やした。どのように1時間以内に納めていくかが課題である。

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。本校の国語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2つに分けられ、本時は①に該当する。
 ①グループワークやペアワークなどを取り入れ、他人の意見を聞きながら考えを深めたり、自分の意見を伝えたりすることで、適切に表現する力、伝え合う力を養う。
 ②教材に関連する話題を提示することで、興味を喚起し、積極的に学ぶ姿勢を養う。

1 学習指導過程 随筆1(8時間)

「徒然草」(第十八段)(5時間) …本時は2時間目

○本時の目標 前時に作成した現代語訳をもとに、班で協力して主体的に本文の主題を読み取り、要点を整理できる適切な設問を考える。

学習活動	指導上、留意した点
1. 前時の内容を確認し、本時の学習内容を理解する。	主 主体的な学習態度を身につけるといいう目的を明確にする。
<p>本章段において兼好法師が最も伝えたいことはどのようなことか。</p>	
2. 本文の主題を読み取る。 i) 本文から主題が読み取れる箇所を抜き出す。 ii) 抜き出した箇所から作者が最も伝えたい内容をまとめる。	深 前時に作成した現代語訳を「主題の読み取り」という観点で改めて精査させる。 対 班内で各自の意見を共有し、議論させる。 深 抜き出した箇所の現代語訳や状況説明にとどまらないように注意を促す。 主 試験問題にどのような設問形態があるかを発表させる。
3. 試験問題を作成する。 i) 主題の理解を問える設問を考える。 ii) 模範解答を考える。	深 各班で考えた主題について、理解を問うための設問形態を工夫させる。 主 受験者の解答を予想させ、採点基準等に都合が生じないか確認させる。
4. 本時の学習をまとめ、次時から行う発表についての留意点を確認する。	主 出題のねらいを明確にさせる。
<p>(期待する生徒のまごめのことば)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 具体的な挿話があるので、そのまごめにあたる箇所に主題が書かれていると考えられる。 ・ 不明な点があっても工夫して読解を試み、主体的に内容の核心を読み取ることができた。 	

2 実践後の生徒の変容

○古文の読解について苦手意識をもっている生徒も多く、これまで授業者による解答を待つ受け身の姿勢が目立っていたが、誤った読解を発表することに対する抵抗感が薄まったためか、以前より積極的な発表や質問が増加した。

3 本実践での課題

■学習活動ごとのまとめや全体での意見の共有がなされおらず、誤った読解に陥った班が正しく理解を深められない危険性があった。試験問題作成は別の授業として切り離し、主題の読み取りに関しては、例えばジグソー法を利用して異なる班の見解を共有し、議論するなどの改善が必要である。

アクティブラーニングを通して生徒につけさせたい力

- ①社会的事象について、基礎的・基本的な知識を習得し、考察する力
- ②学習した内容を自分の考えとしてまとめ表現する力

1 学習指導過程 現代の諸課題と倫理(8時間)

1 生命の倫理(2時間) …本時は2時間目

○本時の目標

- ・ 遺伝子の構造解明にはじまり、生命組織に加えられる先端生命技術の進歩にいたる科学の発展
- ・ など生命倫理の登場の背景を知り、現在の生命の諸問題をその全体像のなかでとらえなおす観点を持たせる。
- ・ 生命の倫理の諸問題は、将来において身近な問題として決断を迫られる可能性があること、そのために考えを深めておくべきことを理解させる。

学習活動	指導上、留意した点
1. 自己決定権とは何か。どのように変化してきたかを考える。	主・対 ペアワークで自分の知識をそれぞれ出し合い解答を考える。
2. 生命倫理について考える。	深 社会的事象について、人為的操作を加えることが許されるかについて考える。
<p>生命倫理とは何か。</p>	
3. クローン技術、再生医療、脳死と臓器移植、尊厳死と安楽死について考える。	対 各グループで担当分野について説明する。説明を受けた生徒は質問をする。
4. 説明を聞いた生徒から出た質問について、前時のグループで考え、発表する。	主・対 各グループで協力して考える。
5. 本時のまとめ	対・深 各グループ内で意見を出し合い、まとめる。
<p>(期待する生徒のまごめのことば)</p> <p>生命倫理の課題には決定的な解答はなく、つねに問題を提起し、警告を発しながら継続されていく研究分野である。</p>	

2 実践後の生徒の変容

- 社会的事象についての知識・理解が深まり、判断力・表現力が向上した。
- 3 本実践での課題
- 前時にグループごとにプリントを作成したが、準備の時間を確保することが難しい。

第2学年 数学Ⅱでの実践事例「指数関数・対数関数」

松下 一郎, 作栄 一洋, 植村 晃, 木村 晋也

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もうけている。本校の数学科で実施しているアクティブラーニング型の授業は大まかに下記の2つに分けられ、本時は②に該当する。
 ①新しい定理・考え方などを理解するため、授業者の適切なガイドのもと、既習内容を整理させながら新しい知識の獲得を目指す。
 ②既習内容を用いた応用課題を与え、話し合い活動を通して、自分の考えを数学的な表現を用いて論理的を身につけさせる。また、話し合い活動を通して、自分の考えを数学的な表現を用いて論理的に説明する力の獲得を目指す。

- 1 学習指導過程 数学Ⅱ 指数関数・対数関数 (1.2時間)
 対数関数 (2時間) …本時は1時間目
 ○本時の目標
 ・指数関数の性質を理解して、指数方程式や指数不等式が解ける。
 ・やや複雑な問題に対して置き換えを行い、式の単純化が行える。
 ・答案を分析して、その問題を解くにあたっては何が重要であるか理解する。

学習活動		指導上、留意した点
1	$a^x = M$ の形の指数方程式を解く。 指数関数の性質について再度確認する。	主 : 指数方程式の基本は底を揃えなければならぬことを認識させる。 指数関数 $y = a^x$ について $a > 1$ 単調増加 $0 < a < 1$ 単調減少であったことを確認させる。
指数関数の問題を解くときにどのような事に注意すべきか		
2	指数方程式・指数不等式の練習問題を考え、知識を深める。	深 : 問題を考える際に以下のことを気づかせる。 底を揃える。 置換により式を単純化する。 置換した結果、 $a^x > 0$ から正しい答えを導く。 指数関数 $y = a^x$ が単調増加か単調減少か判断する。
3	プリントの問題(指数関数の最小値)を考える。問題を解いた後で、出題者が何を意図していたかを相談する。(2人組→4人組)意図していたことを付箋に書く。付箋を黒板の1つの紙に貼る。	対 : 解答を見ながら、その解法において大切にしたいことを気づかせる。 各グループの意見を共有する。
4	プリントの問題(指数関数の最小値)を解く。問題を解いた後、2人組で解答を見ながら採点基準を相談して作る。2人で作った採点基準にもとづいて採点する。前後のグループで互いの答案を見せ合いながら採点基準を考えた理由を話し合う。	主 : 採点基準を作ることで、その問題で押さえるべき事柄が何であるか気づかせる。 ただ単純に問題が解けるだけではなく、問題の解法の根拠となる指数関数の性質などを定着させる。
5	指数についての問題を解く際に押さえるべき事柄は何か考える。	深 : 問題を考える際に以下のことを気づかせる。 底を揃える 置換により式を単純化する 置換した結果、 $a^x > 0$ から正しい答えを導く。 指数関数 $y = a^x$ が単調増加か単調減少か判断する。
(期待する生徒のまごめのことば) グループで話し合う事により、指数関数の問題を解くときの注意すべき点がよくわかった。		

- 2 実践後の生徒の姿容
 ○やや複雑な問題や複合的な問題についても協力して取り組めるようになり、理解度が深まった。
 3 本実践での課題
 ■高校生が苦手とする指数関数と対数関数の関係性をもう少しつかまさせたい。

第2学年 理科課題研究 数学分野での実践事例「平面図形・立体図形」

山下 佳織, 丸山 真喜子, 秋友 秀一

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もうけている。本校の数学科で実施しているアクティブラーニング型の授業は大まかに下記の2つに分けられ、本時は②に該当する。
 ①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、既習内容を整理させながら新しい知識の獲得を目指す。
 ②既習内容を用いた応用課題を与え、話し合い活動を通して、自分の考えを数学的な表現を用いて論理的を身につけさせる。また、話し合い活動を通して、自分の考えを数学的な表現を用いて論理的に説明する力の獲得を目指す。

- 1 学習指導過程 理科課題研究 数学分野 (6時間)
 図形の証明 (2時間) …本時は2時間目

○本時の目標 (←前後の授業や単元の構成の中での位置づけを元に、本時の具体的目標を記入)

学習活動		指導上、留意した点
1. 本時はピタゴラスの定理についての証明について学ぶことを説明する。		
(生徒への問い)ピタゴラスの定理の証明にはどのような方法があるだろうか		
2. ピタゴラスの定理の証明には100種類以上もの証明方法があることを知りどのようなものがあるのかを考えさせる。	主 : 折り紙を利用してピタゴラスの定理が証明できないかを考える。 対 : 証明方法を発見した者は班で発表し、その証明が正しいのかを検討する。 深 : 証明には何が必要で、何を示せば十分であるのか考察する。	
3. その他にも比例関係を使う、方べきの定理を使う、など様々な角度からアプローチを試してみる。	主 : それぞれの考え方について、ピタゴラスの定理が証明されていることを確認する。 対 : それぞれの証明方法におけるポイントはどこにあるのかを話し合うことで理解を深める。 深 : どういった思考過程でその証明にたどり着くことができるのかということと考え、過去の偉人の思考過程をたどる。	
(期待する生徒のまごめのことば) 一つの証明にも様々なアプローチが有り、何千年にも渡って研究されてきたことに感動を覚えた。		

- 2 実践後の生徒の姿容
 ○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みようという姿勢が増えた。
 3 本実践での課題
 ■1.0通り以上もある証明の中からいくつつかを精選して取り上げたのだが、今回の授業で取り上げた証明方法以上に生徒の知的好奇心・探究心を満たす証明方法があるのではないかとも思った。また様々な定理を使うために、定理を思い出し出したり、調べたりすることができ資料をもたせてもよかったです。

第2学年 数学分野での実践事例「指数関数・対数関数」

田淵 尊寛, 吉田 猛, 二川 卓弘

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もうけている。本校の数学科で実施しているアクティブラーニング型の授業は大きく分けて2つに分けられ、本時は②に該当する。

- ①新しい定理・考え方を理解するために、授業者の適切なガイドのもと、既習内容を整理させながら新しい知識の獲得を目指す。
- ②既習内容を用いた応用課題を与え、話し合い活動を通して高数内容を整理させながら、応用力を身につけさせる。また、話し合い活動を通して、自分の考えを数学的な表現を用いて論理的に説明する力の獲得を目指す。

- 1 学習指導過程 指数関数・対数関数(14時間)
指数関数(7時間) … 本時は7時間目
対数関数(7時間)

○本時の目標 様々な関数について、それらの最大値・最小値を求められる

学習活動	指導上、留意した点
1. 本時は既習の関数について、それらの最大値・最小値を求めていく。 (生徒への問い) 配布解答に誤りを含んでいる 探してみよう	各自解けそうな問題から取り組む。
2. グループになり、配布された解答の中から誤った考え方・式変形を考える。	グループ内で自分が担当する問題番号を決め、議論を進める。 主：分野は異なるが、これまで学んできた問題と同じようにして解けないかと考える。
3. なぜその考え方・式変形が誤りであるか理由を発表し、理解を深める。	対：正しい解答、誤りの箇所、その理由を説明する。 深：問題の構造(置換、範囲確認、2次関数)を見抜く。

2 実践後の生徒の変容

自分が苦手な分野を発見することができたり、問題の構造がいずれも一緒であることをつかむことができた。また、生徒が増えた。

3 本実践での課題

誤りを含んだ解答配布は生徒にとって難しい様子であった。事前に問題を解いてきておき、最初から誤りを含んだ解答を配布するとよいと思われる。問題を解けること・誤りを見破ることのどちらを優先させるかで授業展開が大きく変わってくる。

第1学年 体育での実践事例「体育理論」

東山 毅彦, 山下 浩二, 宮本 幸代, 嶺田 頼宣

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。本校の体育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2つに分けられ、本時は②に該当する。

- ①体育の授業において、それぞれの競技において、基本的な技術を身に付けて、それをどのようなゲーム(計測)や発表会に活かすかをチーム(グループ)で考え、勝利(記録向上)やより良い創作を目指す。
- ②体育理論の授業において、スポーツの歴史や運動の重要性などを学習し、体育、部活動、スポーツ観戦など、スポーツに積極的に関わり、生涯にわたって豊かなスポーツライフが送れるような資質や能力を主体的に身につける。

- 1 学習指導過程 スポーツの歴史、文化的特性や現代のスポーツの特徴(6時間)
オリンピックムーブメントとドーピング(2時間) … 本時は2時間目

○本時の目標 オリリンピック憲章を読み解き、オリンピックリズムやオリンピックムーブメントの理念について理解する。

学習活動	指導上、留意した点
1 古代オリンピックがどのような歴史的背景を経て、近代オリンピックとしての復活を遂げたのか、学習する。	主：古代オリンピックと近代オリンピックの異なる部分と共通する部分をワークシートにまとめさせる。
2 近代オリンピックについて学習する。	対：自分の考えが整理できた後、周囲の人とディスカッションする。
①「オリンピック」とその目的について、オリンピック憲章から読み解く。	深：いくつものグループに発表させ、生徒からの意見を教員が集約し説明する。
オリンピック憲章で抽象的に表現されているオリンピックリズムを具体的に説明してみよう。	対：自分の考えが整理できた後、周囲の人とディスカッションする。
②オリンピックムーブメントとその目的について読み解く	深：いくつものグループに発表させ、生徒からの意見を教員が集約し説明する。
3 オリリンピックまとめ 近代オリンピックについて、ワークシートを用いながらまとめる。	主：本時の内容を定着させるため、ワークシートの質問に答え、復習させる。

【期待する生徒のまとめのことは】
オリンピックは単なるメダル争いの場ではない。オリンピックはオリンピックという思想を伴った社会運動であり、スポーツによる人間教育を目的としている。

2 実践後の生徒の変容

○オリンピックの真の目的を学習することで、大多数が授業前後でオリンピックに対する考え方が大きく変わったと答えていた。今後のオリンピックに対する関わり方にも変化がありそうである。

3 本実践での課題

■オリンピック憲章の内容が難解であるため、ディスカッションの時間を増やし、十分な議論を交わらせる必要がある。

第1学年 音楽Ⅰでの実践事例「箏、さくらさくらの演奏」

玉垣 穂子, 大山 晃, 三好 晶子, 十河 純子, 石川 幸司

アクティブラーニングを通して生徒につけさせたい力

我が国の伝統音楽に触れ、音や音楽を受け取るだけでなく、感性を働かせて音楽を形作っている要素について考え、グループで意見を出し合うことで、より深く理解する力をつけてほしい。また、協力して練習し弾き方を習得してほしい。

1 学習指導過程 日本の伝統音楽を知る

1 箏を演奏する(さくらさくら) (3時間) …本時は1時間目

○本時の目標 様々な日本の伝統音楽について知って知って上で、箏で奏でた「さくらさくら」を聴き、日本の要素を理解する。またその演奏を習得し、理解を深める。

学習活動	指導上、留意した点
1. 前時の内容(日本の伝統音楽の種類を大きくとらえ、楽譜の読み方を習得する)の復習をする。箏の楽器について学ぶ。	主 : 日本の伝統音楽の種類や楽譜の読み方について再確認させ、箏を扱うことを伝える。箏の各部の名称や作りを説明する。
2. 箏で奏でた「さくらさくら」を聴く。	主 : 箏でさくらさくらを弾いて聴かせる。
箏は、日本の伝統の楽器であるが、どのようなところが日本的なのか。	
3. 与えられた課題に対して、グループで話し合い、まとめたものを発表する。違った意見を聞き、加える。変容させる。	対 : グループごとに意見を発表させ、自他の考えを整理させる。
4. 平調子について理解を深める。	深 : 箏の調弦の一つである平調子に注目させる。
5. 実際に箏を弾く。(4人グループで交代して一人ずつ弾く。)	主 : 箏を弾かせる際、一人一人が十分に練習できるよう気を配りながら、グループ内での交代のタイミングを指示する。 深 : グループ内で協力して練習することを促す。
6. 本時のまとめを生徒が行う。	

【期待する生徒のまどめのことば】

日本的な調弦の平調子を用いた箏の音楽を、実際に弾くことで深く理解できた。

2 実践後の生徒の変容

- 普段触れることの少ない和楽器を扱ったが、主体的に取り組み、箏の美しさを感じ取った。
- **本実践での課題**
実際に音を鳴らす場面では、構え方や細かい奏法については触れることができなかつたので、次回は奏法についても丁寧に扱いたい。

第3学年 芸術・美術Ⅱでの実践事例「鑑賞」

御座 里恵

アクティブラーニングを通して生徒につけさせたい力

- ・ 見方を変えるだけで見えなかったものが見えてくる面白さに気付き、豊かな発想力でイメージを膨らませる。
- ・ 膨らませたイメージを個から集団へと広げること、作品を観る面白さを味わうとともに作品への理解を深める。
- ・ 鑑賞の面白さや美術は身近なものであるということに気付き、卒業後も美術と関わりを持つ。

1 学習指導過程

1 気になる一点より「見立ての面白さ - 鈴木 康広の世界 -」(2時間) …本時は2/2時間目

○本時の目標

- ・ 豊かな発想で作品についてのイメージを膨らませ、言語化することができる。
- ・ 友達との交流を通して、作品をより深く味わうことができる。
- ・ 作家の意図に気付くことができる。

学習活動	指導上、留意した点
1 前時校内を散策し撮影した写真を確認後、見立てた場所やモノにタイトルを付け、グループで共有した後、全体で共有する。	主 普段の何気ない場面でも見方を変えたと違った形やモノに見えてくることをワークシートで確認させる。
前回撮影したものにタイトルを付けて共有しよう!!	
2 作品にタイトルを付けたものをグループ内でそれぞれ紹介し合う。	対 グループ内で紹介し合い、発表の際は具体的な点を挙げながら紹介することを伝える
3 グループの中で一作品選び、他グループに紹介する。	深 スクリーンに代表作品を投影し、全体で紹介する。
4 鈴木康広氏の作品を鑑賞し、ワークシートに感想を記入する。	深 日頃見逃してしまいそうなモノや自然現象を鋭い感性で別のモノに見立てた作品を発表している鈴木氏の作品を紹介し、少し見方を変えるだけで、見えなかったものが見えてくる面白さや個々によって見方が違うことに気付かせる。

【生徒のまどめのことば】

- ・ 一人一人違った感性を持っていることを再認識した。
- ・ 視点を変えてモノを見つめなおすことは、日常生活を豊かなものにしてくれる。
- ・ 美術は身近なところにも存在する。

2 実践後の生徒の変容

- 今回の鈴木康広氏の作品や制作コンセプトを通して普段の生活に近いところに美術は存在することに気付いた生徒が多かった。また、同じモノでも人によって見方が違う面白さにも多くの生徒が気付き、見方を変える(考え方を交える)ことで見えてくるものがあるという感覚は生きていく中で大切な事だと気付いた生徒もいた。
- **本実践での課題**
生徒自身が選んだ作品を中心に授業を展開したが、指導者が選んだ作品もいくつか提示しても良かったように感じた。

第1学年 家庭基礎での実践事例「消費社会を生きる」

杉尾 寿子

アクティブラーニングを通して生徒につけさせたい力

本校の家庭基礎の授業は1年間のみの履修で、週に2単位という限られた時間での学習である。学習内容は衣食住の他に保育、高齢者、消費、家族と多岐にわたっているため各領域を複合的、主体的に学べるような授業の実践に取り組んでいる。

本時の消費分野は生徒の関心が低い傾向にあるため、アクティブラーニングを通してまずは興味、関心を高めるとともに、社会で起こっている問題について主体的に考えられる力を身に付けてほしい。

1 学習指導過程 消費社会を生きる (4時間)

1 消費者としての自立 (1時間)

○本時の目標 CSRとSRRCについて、身近な商品の購入にグループ内でのディスカッションや全体でのプレゼンテーションを行い、理解を深める。

学習活動	指導上、留意した点
1 企業のCRSとSRRCについて知る。	<p>主 生徒の知っている企業の事例をあげ、関心が持てるようにする。</p>
<p>2 班ごとに渡った商品を配り、パッケージや価格について考察する。</p> <p>配布した商品</p> <p>①フェアトレードチョコレート ②オーガニックチョコレート ③パッケージデザインにこだわったチョコレート ④環境に配慮したチョコレート ⑤安価で一般的なチョコレート</p>	<p>主 意識してパッケージや商品を見ることがより多くの情報が読み取れるようになる。</p> <p>対 グループ内で話し合い、商品が高い(安い)理由についても考える。</p>
3 各班の代表が商品について発表する。フェアトレード、オーガニック等の用語についても説明する。	<p>主 他の班の発表を聞きながら、他の商品の着目すべき点について整理させる。</p>
4 本時のまとめ 本時の感想をワークシートに記入する。	<p>深 自分の今の消費行動について振り返り、本時の活動を通して考えた事をまとめる。</p> <p>深 自分の消費行動が社会や企業の活動につながっていることに気づかせる。</p>

2 実践後の生徒の姿

生徒の関心の低かったCSR等の内容が、実物を観察したりグループで話し合ったりすることで、身近な課題として捉えられるようになった。

3 本実践での課題

多くの生徒が商品に付けられている付加価値や価格の背景にあるものを読み取ることができていたが、味や値段にしか着目できていない生徒も数名見られた。全班に数種類の商品を配布して比較した方が生徒の気付きが多いかもしいと感じた。

第1学年 コミュニケーション英語Iでの実践事例 Lesson 8 “Not So Long Ago”

佐野 佳恵, 伊礼 久美子, 西田 亜美, 篠原 和哉

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。本校の英語科で実施しているアクティブラーニング型授業は、英語4技能の基礎力・活用力を身につけているという目標の下、主に表現活動が多く取り入れられる「コミュニケーション英語」において展開される。

ペア・グループによるディスカッション、プレゼンテーションなどを通して、協力しながら主体的に学ぶ態度や個人の意見を他者に伝える能力の育成を目指す。さらに思考力・判断力・表現力を高め、建設的な議論を通して多様な人々と協働しながら、新しい意見を創造する能力の育成を目指す。

1 学習指導過程 Lesson 8 “Not So Long Ago” (8時間)
レッスンのまとめ (2時間) …本時は1時間目

○本時の目標 「20世紀振り返り展」の写真から20世紀がいかに戦争の多い世紀であったかかを振り返り、「21世紀振り返り展」に出展したい写真とその理由を考えるときにも、我々はいかに戦争の多い世紀であったかかを振り返る。
「21世紀をどのような時代にするべきなのか」を追求する。

学習活動	指導上、留意した点
1 本時のねらいの確認 「20世紀振り返り展」に出展された写真をもう一度見て、それぞれの写真が持つメッセージを確認する。また自分が「21世紀振り返り展」に出展したい写真とそのメッセージについて考える。	<p>主 それぞれの写真のメッセージや、20世紀がいかに戦争の多い世紀であったかかを振り返る。</p> <p>深 出展したい写真とそのメッセージを考えるときに、21世紀をどのような時代にしたいかという個人の願いに目を向ける。</p>
Aim: To explain a picture which you would like to exhibit at “Looking Back at the 21th”	
2 Discussion 各自が出展したい写真についてその理由を述べ、グループでベストの一枚を選ぶ。	<p>対 グループごとにディスカッションをして、出展する一枚を決める。またその理由を理解する。</p>
3 Preparation for Performance 「21世紀振り返り展」の受賞式のインタビュという設定でそれぞれの役割(受賞者、インタビュアーなど)を決め、セリフを練習する。	<p>対 グループごとにどのようなようにパフォーマンスをすれば写真のメッセージが伝わるか話し合う。</p>
4 Performance ①グループ毎に前に出て受賞式を再現する。 ②発表された絵または写真についてのメッセージを聞き、要点をまとめる。	<p>主 他グループの発表を見て「21世紀振り返り展」にどのような写真を出展したいのかわかる。またその理由を理解する。</p> <p>対 グループで書き取った要点や感想について話し合う。</p>
5 本時のまとめを生徒が行う。 グループ発表を見て、感想を述べる。また21世紀はどのような時代にするべきなのかを発表(期待する生徒のまとめのことは)	<p>深 他グループの発表から、21世紀をどのような時代にするべきなのかを考える。</p>

2 実践後の生徒の姿

○ペア・グループ活動に慣れ、他者に意見を伝えることがスムーズにできるようになった。

3 本実践での課題

■ さらに議論を重ね、新しい意見を述べたりグループで1つの意見を作り出すというより柔軟性が十分に備わっていない。他者の意見を受け入れながら、持論をしっかりと展開できるような応用力の育成を促進したい。

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29年度の取組・現状報告

平成30年1月に、授業改善への取り組みに関して①チームによる取り組みについて②アクティブラーニングの実施状況について（H27年度より継続調査）教員62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。

回答項目			
1年間を通じて実施した。	1学期間を通じて実施した。	レポート作成時に実施した。	(ほぼ)していない。
6人(10.5%)	21人(36.8%)	23人(40.4%)	7人(12.3%)

1年を通じて積極的に授業改善に取り組んだチームがある一方で、大半のチーム(全体の77.2%)は1学期間または、レポート作成時(1つの授業を作り上げる過程)に集中して取り組んだ結果となった。

<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、「定期的なミーティングを持った」が最も多く、放課後や空き時間、教科の会を利用し、授業のテーマやプランを持ち寄り、指導案やアクティブラーニングシート(ワークシート)などの教材開発(理科においては実験装置の開発など)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。また、チームの中心となるリーダーを決め、指導案の原案に沿って班員それぞれが授業をし、授業の流れや生徒の反応などを報告し合い一つの授業を完成させていったチームもあった。チーム内で授業参観を行い、参観後分析を行うなどの工夫も見られた。

一方、複数名(12.3%)の教員は「(ほぼ)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、専門科目が多くある教科は特に実施が難しいようである。クラスによって進度や生徒の学びの深さが異なったり、専門外の科目を取り扱う場合はチームで足並みを揃えることが難しいと言える。しかし、来年度はトライしたいとの回答も多く、ALの必要性に応じて、少しずつ導入していければと期待する。以下、各教科(科目)の具体的取り組みを挙げている。

理科	<p><物理></p> <p>ALに関する知識量には個人差があり、そんな中で新たな教材開発に取り組むのは少し不安である。しかし、教員同士で話し合いながら教材開発をすることで(学習内容に関して、授業の組み立て方に関しての両方で)不安要素が解消されたり、自分の考えた授業展開以外の流れに触れて新たな発見ができたりするので、グループ内の全ての教員にとってプラスになった。また、授業見学や打ち合わせによって、他クラスの状況を共有する機会にもなった。</p> <p>「研究授業」として設定されると、何が何でも時間を割いて時間を確保するので、教材研究の時間が確保できる。</p> <p><化学></p> <p>理科の化学では、これまでに公開授業に合わせて新しいアクティブラーニング用の教材開発を行ってきた。今年度は、有機化学の分野において、有機化合物の構造決定を題材とした教材開発を行った。題材の選定や展開に向けての協議は、週一度行われる教科の会や放課後の雑談の中で行った。教材開発には数ヶ月を要したが、協議を通じて他の先生方の考えを知るよい機会であった。</p> <p>○工夫(苦労)した点</p> <p>展開の仕方がある程度決まり、実際に予備実験を行ってみると、なかなか教科書通りに化学反応が進まず、よい結果が得られる濃度や温度の条件を探すのに時間を要した。これについては、今回の公開授業は9月末の実施であったため、8月中にじっくり検討することができた。</p> <p>○授業を行ったあとの生徒の変容</p> <p>まず、基本的な内容(有機化合物の構造式、名称、反応の特徴)について、しっかりと身につけなければならないことを痛感したようである。その後の授業では、問題演習において、少々複雑な内容であっても意欲をもって理解に努める、粘り強く思考する生徒が増えたように思う。</p> <p><生物></p> <p>今回、生物分野では2年生「生物」においてで3年前に一度、研究授業として行った内容と同じ単元を題材として授業を行った。教科書に記載されている「観察実験7」をモチーフに、ジグソー法の手法を取り入れ、一時間で授業目標を達成できるように内容を検討し、授業を構成した。「生物」は開講数の関係上、授業を他のクラスで試しに行うということが難しい。そのため、時間配分等の検討がいつも課題となるが、今回は一度行った授業を下地としたため、普段よりも検討が容易であった。生徒がしっかりと考察するのにかかる時間やペアワークやグループワークなどコミュニケーションをとることへの積極性など、授業を組み立てるにあたって、普段の授業でも例年よりしっかりと観察することができ、研究授業にも大いにためになったが、生徒理解や普段の授業計画などにも活かすことが今回の経験でわかった。</p> <p>課題の難易度設定については、当日言葉を付け足すなどしたのでまだ検討が足りなかったと思</p>
----	--

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

	<p>うが、教材の提示の方法の試作や試行、自ら考え学ぶ生徒を育てるためにどのような授業展開がよいのかなど、大いに時間を割いて考えることができた。研究授業ほど大がかりに作り込んだ授業はなかなかできないが、今回の授業を参考に様々な分野の授業で考えてまとめること・書くこと・伝えることを身につけられる授業展開を目指したい。</p> <p><地学></p> <p>11月末の研究授業に向け、教材開発を行ってきた。時期的には2学期期末考査前に当たり、地質の授業が終わったところであったので、発展的な内容として地質断面と地質図の関係を取り上げることにした。この関係は空間を想像できなければ理解することが非常に難しい。そこで、関係を想像しやすくするため、寒天を用いて、様々な角度から観察を行わせることにした。そもそも既存の教材がなかったため、一から教材開発を行うこととなった。</p> <p>アイディアは1学期のうちから少しずつ膨らませていたが、実際、動き出したのは2学期が始まる頃であった。チームでは、空き時間や放課後などを利用して、どのような教材を作るかといったことや授業の流れについて話し合ったり、疑問点を出し合ったりしながら進めた。また、実験するのに適当な寒天を試作する必要があるがチームだけでは回らなかったため、実習助手の先生にも協力していただいた。</p> <p>一から作っていったことで、はじめのうちは意図しないことで悩んだり詰まったりしていたが、教材の開発が進むとともに理解は深まり解決していった。そのため、研究授業の時には教員側ではすでに「当たり前なこと」になってしまい、「生徒にとっては初めてである」という視点が欠落していたところが出てきた。その結果、観察で注意すべき点に抜けや漏れが出てしまい生徒が混乱し、実験がうまく進まない場面があった。地学の場合、専門とする教員が学校に一名しかいないため、はじめチームで話し合ったりしたときに出てきた素朴な疑問や悩んだことを忘れずに記録しておくことが大切であると再認識した。</p> <p>地学が専門の教員とそうではない教員がチームとなることによって、専門的に深まるかといったところでは課題があるものの、素朴なところでの疑問が浮かび上がるようになった。</p>
<p>国語</p>	<p>○運営上工夫した点</p> <p>まず取り扱う単元と実施時期を決定するとともに、主となる担当者を決めた。そして、設定した授業日に向けて、主に教科会の余った時間をやりくりして協議を進めていった。そもそも協議に割ける時間には限りがあり、チームで取り組むメリットを生かしつつも、時間的な無駄は省く必要があると考える。</p> <p>国語総合(古典)チームの場合、初めに担当者が大まかな授業アイデアを提案。次の時間に簡単な説明資料を持参し、協議、修正。さらに次の時間には、その授業に適した教材を持ち寄り、選定。その後、担当者が授業プリントの原案を準備し、チームで検討、修正するなどの手順を進めていった。初めに主となる担当者を設定して大まかな方向性を決めてしまうことで、担当者の負担はあるものの、チームの取り組みとしては無駄なく効率的に進められたと思う。</p> <p>○成功した点</p> <p>チームによる取り組みで成功した点としては、一人では思い浮かばないアイデアや工夫などを授業に取り入れられたことが挙げられる。国語総合(古典)チームの例でいうと、担当者は初め、生徒自身に試験問題を作成させることで教材のポイントを主体的に考えさせようとして提案したのだが、試験の解答テクニックへと意識が囚われないかという危惧と、さまざまな試験問題が出てくるのを授業のねらいに沿ってうまくまとめられるのかという懸念から、教材の「主題」の読み取りに絞った学習活動へと計画は変更された。これにより、教材のポイントを主体的に考えさせるというねらいはそのままに、授業計画は一気に具体化していった。また、教材の選定作業においても、チームで複数持ち寄ることでより良いものを選ぶことができた。</p> <p>生徒にとっても、他人の意見に多く触れる機会を得られ、印象に残りやすい活動によって理解も深まったようである。授業評価アンケートでもこの授業に対する好意的なコメントが複数見られ、授業者としても刺激を受けるとともに、生徒が授業に何を求めているのかを改めて確認できる良い機会となった。</p> <p>ただし、計画段階で協議にのぼった魅力的な工夫や視点を十分に時間をかけて整理しきれなかったり、不慣れによる実施上の不具合があったりと、反省点も多くあった。次につながる検証と改善は不可欠である。</p>
<p>地歴・公民</p>	<p>○現状</p> <p>チームによるアクティブラーニングへの取り組みは、研究授業のあった時、あるいはレポート作成の時のみというのが実態である。チームのうち、リーダーを決め、リーダーを中心に指導案作成時にチームで検討を行った。教科の研究授業でアクティブラーニングを行っている。授業のありかたを再認識する機会となったという意見や生徒の意見を引き出すことで考え付かないような意見が聞けたという評価する声が出た。一方で、多忙で時間がない、担当教科が専門でないなど事実上、出来ていないというものもあった。</p> <p>○アクティブラーニング実施状況</p> <p>主に単元の導入時などにペアワークやグループワークの活動を行っている。単元のまとめに「10</p>

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

	<p>分間テスト」を利用しているというものもあった。</p> <p>○課題 アクティブラーニングを取り入れた授業は、生徒の理解が深まり、授業に参加した実感が得られるとのメリットは理解出来るが、年間のシラバスは決まっておき、授業の進度を考えると、実際は、なかなか日常的に取り入れることは困難というのが課題である。</p>
数学	<p>数学科では忙しくてじっくりとミーティングをする時間があまりとれていないが、その中でできる範囲でチームによる授業改善の取り組みを行ってきた。授業内容すべてにアクティブラーニングを実施するのは難しく実施検討単元をそろえるのは難しかったが頑張った。いつもの授業準備よりも授業の内容や構成を考えることができ、授業の進め方や大切にしているポイントがわかった。また、他の先生方の説明の仕方やプリントの作り方などが参考になった。グループ学習を実施して生徒の反応がよりわかった。生徒にとってグループでは相談質問しやすいし、他の人の解き方考え方が参考になり、説明する力がついたと思う。発表することで他人任せでなく、自分が理解する努力ももっと行い、わからない場合にはグループが教え合いをするようになった 教員にとっては意欲のある生徒・生徒のつまずき・わからないところがよくわかった。</p>
保健 体育	<p>教科の会の残った時間を活用し各グループで授業計画を行い、授業実践を行っていた。</p> <p>授業実施者は若手教員を中心に行っていたが、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中心となった。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。</p> <p>今後、各グループにおいて実技伝達講習を行うことを検討している。実技系の教科のため、話し合いだけでは伝わらない部分がたくさんあった。来年度はその種目の専門教員が他の教員に予め実技指導を行った上で、それぞれが授業を行うような過程を取り入れたいと考えている。現在の実技指導の質的な格差を解消するために、「チームによる授業改善」の機会を利用する必要がある。</p>
芸術	<p><音楽科></p> <p>音楽科ではミーティングをする時間をあまり取れなかったが、今年度、アクティブラーニングを意識したチームによる授業研究に取り組むことができた。実技系の教科ということで、以前から生徒のグループワークやペアワークを取り入れることは多かったが、今回取り組むことによって、生徒がより主体的に取り組んだり、より有意義な意見を交換し合ったりできるにはどうしたら良いかを考えるきっかけになり、また他の教員がどのように考えているかを知る良い機会になった。</p> <p>今後は、実技系の教科という強みを生かして生徒のグループワークなどを継続する一方で、どのように言葉かけをしていけば生徒の積極的な学びを引き出せるかを様々なケースにおいて考え、他の教員と意見を共有することも含めて授業研究を続けていきたい。</p>
英語	<p>本校の英語科で実施しているアクティブラーニング型授業は、英語4技能の基礎力・活用力を身につけるという目標の下、主に表現活動を多く取り入れられる「コミュニケーション英語」において展開される。</p> <p>○コミュニケーション英語 I におけるチームによる授業研究の内容</p> <p>まずCIの授業担当者4名の教員でチームを組む。1年間の到達目標やLesson 1～Lesson 10までの各レッスンにおける習得英語能力を全員で決定し、共通理解の下、授業を作っていく。1レッスン毎に担当者を決め、各担当者が具体的授業展開や活動内容を考え、ワークシート、表現活動などを作成する。</p> <p>各レッスンがスタートする前に定例のミーティングを設定し、授業の内容や重要ポイントなどの確認をしておく。授業を同じように実施し、次のレッスンの打合せとあわせて、前回レッスンのフィードバック及び微調整を行う。Lesson 10まで繰り返す。</p> <p>○特に工夫した点</p> <p>ミーティングはとにかくこまめに行った。計画→実践→フィードバックのサイクル。レッスンごとの打合せ会は月に1回程度だが、必要に応じて+αのミーティングを設けた。ミーティングは基本的に金曜日の放課後や定期考査の午後に行った。部活動指導など全員の時間を確保するのが難しい場合は、教科の会なども活用できる。ただし、限られた時間を有効に利用するためには、ファシリテーターがグループのリーダーとして、常にたたき台や方向性などを用意しメンバーに諮るようなやり方が必要とされる。</p>

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

<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みことができるようになった。

○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。一人では準備などの面から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・開発が飛躍的に進んだ。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。

○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、深みのある多面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、生徒に平等に還元してあげられる。生徒の理解のつまずき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難点・改善点は何か。

○チームで活動するための十分な時間確保が困難。

○教員の士気が揃わない。

○チーム間の温度差がある。

○継続的授業改善に至っていない。

○授業改善に科目差がある。

<今後のチームによる授業改善のあり方>

複数の教員がチームとして活動していくには当然問題点もある。まずはタイムマネジメントをしっかりと行い、時間は「作って」有効活用する必要がある。教科や科目の特質上、チームのあり方や運営の仕方は様々だろうが、個々が持っている能力、アイデア、知識を持ち寄り、うまくシェアすることで、授業力が向上するのは明確である。ただし、他人の意見として実践内容を聞くだけでは十分ではない。チームとして一つの授業を作り、実際にそれを実践してみることで見えてくるものは多い。今後はさらに、士気の統一やチーム協力体制を強め、継続的授業研究が実施できるよう改善されていくべきである。

②アクティブラーニングの実施状況について（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
		28年1月実施	28年11月実施	30年1月実施
<質問>今年度アクティブラーニングを取り入れたか。	はい（いいえ）	67%(20%)	81%(13%)	92%(8%)
<質問>どれくらいの頻度で実施したか。 *毎回ではないが、必要に応じて随時導入したと回答したもの（全体の19%）は「1週間に複数回」に含めている。	年1回	/	6%	7%
	学期に1回		20%	20%
	月に1回		24%	15%
	2週間に1回		6%	7%
	1週間に1回		12%	12%
	1週間に複数回		22%	32%
	毎回		10%	7%

「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3年間で増加し、今年度は92%の教員が取り組んでおり、教員全体の意識が高まっていることが分かる。しかしその頻度については、教科・科目により異なっている。ここ数年の傾向としては、必要に応じて随時取り入れ、1週間に複数回（授業の一部で）導入している教員が増えている。取り入れ方としては、昨年同様グループワーク（半数）次いでペアワーク（3分の1）が多い。今年度はプレゼンテーションやロールプレイなどが増加している。実施するタイミングは全体的に単元の導入時やまとめる際が多いが、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も目立った。一方10%（6人）の教員が「実施していない」と回答した。主な理由は、教えるべき知識量が多く、授業の進度上、十分な時間がとれないというものである。どの教科においても時間の活用の仕方は課題となっている。

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

<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ができるようになった。
- ・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。

○教員にとって

- ・生徒の理解度やつまづきを知ることができる。
- ・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再確認した。
- ・表現だけでなく分野での生徒の豊かな感性に触れることができた。
- ・生徒の声に耳をかたむけ、クラス全体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、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。

<質問>アクティブラーニングを取り入れた授業の難点・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いて生徒間に温度差がある。また活発に活動する生徒ばかりではないので、発表する生徒が固定化する。
- ・グループ活動が中心となり、人間関係に気を配る必要性が増えた。
- ・授業が活動中心となり、家庭学習ありきの授業となる。
- ・ペア活動には慣れたが、クラス全体での発表に不慣れである。
- ・深い思考力が十分身につけていない。
- ・全ての教科でアクティブラーニングが主体的になると、生徒の活動の負担が大き過ぎる。

○教員にとって

- ・授業の準備やフィードバックに時間がかかる。
- ・授業中のグループ活動などに割く時間が多くなり、進度とのバランスが難しい。
- ・ホワイトボードや電子黒板など使用ツールに限界がある。
- ・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が不透明である。
- ・指導力不足や教員間に指導力のむらがある点。

<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授業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、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、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密に行うことで、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。

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、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」12名「化学」3名「生物」15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29年度の2年生の研究テーマは以下の11テーマである。

＜物理分野＞・氷の形状と摩擦による帯電の関係

- ・免震について
- ・速く走れる靴底の模様

＜化学分野＞・保湿クリーム保湿性

＜生物分野＞・プラナリアの記憶

- ・粘菌～結合と記憶～
- ・三つ葉のクローバーを

意図的に四つ葉にする

- ・コンパニオンプラント

- ・えさによるゴキブリの学習能力の変化

＜地学分野＞・分光観測による3Dマップの作成と

地球の大気透過率の測定

＜数学分野＞・コラッツ予想の複素数への発展

(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12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
- 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。

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 ASI 年間予定表

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

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) 中間発表会

○第1回中間発表会

7月14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15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。例年に比べて、グループごとの進捗状況の差が大きく、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。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。

○第3回中間発表会

2月16日(金) (発表と質疑応答を含めて15分の発表を各グループが3回実施)

運営指導委員会の開催に合わせて、ポスター発表を行った。この発表会は、後述するイギリス研修での、現地の生徒に対する発表の練習を兼ねている。そのため、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。英語での発表は、本校のALTに加えて、高松市内の中学校に勤務するALTの先生にご協力いただいて、言葉の使い方や表現方法などの指導をしていただいた。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。

○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2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。

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。ただし、大学が実施するグローバルサイエンスキャンパスに個人研究で参加している生徒は、個人での研究とした。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」を行った。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。最終的には論文にまとめ、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29年度の3年生の研究テーマは、以下の13テーマである。

<物理分野>・立体の形状と内部の温度変化

- ・シュリーレン法による
空気の揺らぎの可視化

- ・FF機の主翼の形状による飛行時間の違い
- ・糸電話を伝わる音と周りの環境との関係
- ・流川香～煙が流れ落ちる条件～

<化学分野>・糖とデンプン糊

- ・炭の吸着作用～木の種類による吸着量の違い～

<生物分野>・ミントの繁殖能力について～ストップ!ミントテロ!!～

- ・Venus Fly Trap ハエトリソウの捕食について
- ・メダカの水環境による行動変化
- ・ザリガニの体色変化

<地学分野>・身近な材料を用いた溶岩モデルの作成を目指して

<数学分野>・乱数を用いた発言権の与え方～果たしてそれは公平なのか?～

表3 AS II 年間予定表

	4/8(土)	四国地区 SSH 生徒研究発表会
1	4/12(水)	調査・研究
2	4/19(水)	調査・研究
3	4/26(水)	調査・研究
4	5/8(月)	第4回中間発表
5	5/24(土)	調査・研究
6	5/31(水)	調査・研究
7	6/7(水)	調査・研究
8	6/14(水)	調査・研究
9	6/21(水)	調査・研究
10	6/28(水)	調査・研究
11	7/12(水)	調査・研究
12	7/15(火)	AS II 課題研究発表会
13	7/19(水)	調査・研究
14	7/22(土)	香川県高校生科学研究発表会
	7/29(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
	7/30(日)	第3回かはく科学研究 プレゼンテーション大会
	8/8(火)～ 10(木)	平成29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)

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8日(月) (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15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いとしている。

○第5回四国地区SSH生徒研究発表会

4月8日(土) 高松第一高等学校 第1体育館

参加校 四国地区SSH指定校 8校

ポスター発表 全グループ

○第5回香川県高校生科学研究発表会

7月22日(土) サンポート高松 第1小ホール

口頭発表

・ミントの繁殖能力について～ストップ!ミントテロ!!～ **優秀賞**

・糖とデンプン糊 **奨励賞**

・立体の形状と立体内部の温度変化

・Venus Fly Trap ハエトリソウの捕食について

ポスター発表

・身近な材料を用いた溶岩モデルの作製を目指して

・乱数を用いた発言権の与え方～果たしてそれは公平なのか?～

・ザリガニの体色変化 **最優秀賞**

・メダカ的环境による行動変化 **奨励賞**

○2017年応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会

7月29日(土) 愛媛大学城北キャンパス

口頭発表+ポスター発表

・立体の形状と立体内部の温度変化

・炭の吸着 ～木の種類による吸着量の違い～

・FF機の主翼の形状による飛行時間の違い

・糸電話を伝わる音と周りの環境との関係

・流川香 ～煙が流れ落ちる条件～

・シュリーレン法による空気の揺らぎの可視化

○第3回かはく科学研究プレゼンテーション大会

7月30日(日) 愛媛県総合科学博物館

口頭発表

・糖とデンプン糊

○平成29年度SSH生徒研究発表会

8月9日(水), 10日(木) 神戸国際展示場

ポスター発表

・ミントの繁殖能力について ～ストップ!ミントテロ!!～

○マス・フェスタ(全国数学生徒研究発表会)

8月26日(土) 関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス

ポスター発表

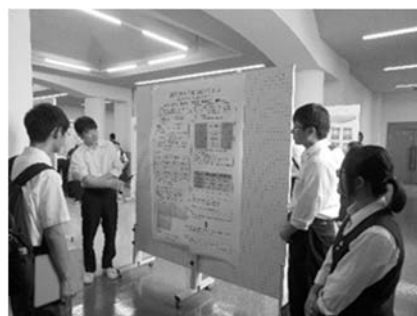
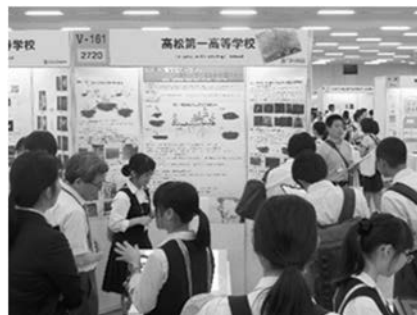
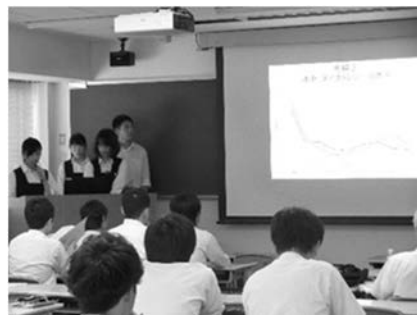
・乱数を用いた発言権の与え方～果たしてそれは公平なのか?～

○平成29年度高松市中学生科学体験発表会

10月7日(土) 高松テルサ

口頭発表

・ミントの繁殖能力について ～ストップ!ミントテロ!!～



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) 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、全グループが外部の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61回日本学生科学賞

- ・ミントの繁殖能力について～ストップ!ミントテロ!!～ 県審査優秀賞
- ・Venus Fly Trap ハエトリソウの捕食について
- ・立体の形状と立体内部の温度変化

○第15回高校生科学技術チャレンジ JSEC2017

- ・ザリガニの体色の変化
- ・糖とデンプン糊

○第9回坊ちゃん科学賞研究論文コンテスト

- ・メダカ的环境による行動変化 入賞
- ・FF機の主翼の形状による飛行時間の違い 佳作
- ・炭の吸着作用 ～木の種類による吸着量の違い～ 佳作
- ・身近な材料を用いた溶岩モデルの作成を目指して 佳作
- ・流川香 ～煙が流れ落ちる条件～

○第12回「科学の芽」賞

- ・糸電話を伝わる音と周りの環境との関係
- ・シュリーレン法による空気の揺らぎの可視化 努力賞

○第18回日本数学コンクール論文賞

- ・乱数を用いた発言権の与え方 ～果たしてそれは公平なのか?～

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。評価項目は表4のとおりである。

ルーブリックによる評価は、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回行われる、プレゼンテーションソフトを用いた口頭発表を行う際に実施している。2年次の第3回は、英語でのポスター発表となっている。ルーブリック評価からは除外している。

評価の項目は、第1回は①～③と⑤、第2回と第3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。

ルーブリックを用いても、評価にはどうしても主観が入るため、担当者ごとに評価のばらつきが出てくる。そのため、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。

(2) ルーブリックの改訂

昨年度、数学の研究に対するルーブリックの改訂を行った。しかし、「①先行研究の調査」について、数学の研究の評価が理科の研究に比べて高い評価が出やすく、公平性に欠けるという問題が起こった。この問題を解消するために、表5のように改訂を行った。その他の項目については、前年と同じ規準である。

表5 ルーブリックの対比表

	数学分野のためのルーブリック (H28年度)	数学分野のためのルーブリック (H29年度)
① 課題設定	<p>○先行研究の調査 これまでの研究結果の理解</p> <p>不十分(1) 研究課題について、これまでに分かっていることや、先行研究の調査ができていない。</p> <p>もう少し(2) 研究課題について、これまでに分かっていることや、先行研究の調査が行えているが、曖昧な部分がある。</p> <p>ほぼ十分(3) 研究課題について、これまでに分かっていることや、先行研究の調査が行えている。<u>文献などの整理・提示が不十分である。</u></p> <p>十分(4) 研究課題について、これまでに分かっていることや、先行研究の調査が行えている。<u>文献などの整理・提示が適宜行うことができています。</u></p>	<p>○先行研究の調査 これまでの研究結果の理解</p> <p>不十分(1) 研究課題について、これまでに分かっていることや、先行研究の調査ができていない。</p> <p>もう少し(2) 研究課題について、これまでに分かっていることや、先行研究の調査が行えているが、<u>曖昧な部分があり、文献などの整理・提示が不十分である。</u></p> <p>ほぼ十分(3) 研究課題について、これまでに分かっていることや、先行研究の調査が行えている。<u>文献などの整理・提示が適宜行うことができています。</u></p> <p>十分(4) 研究課題について、これまでに分かっていることや、先行研究の調査が行えている。<u>文献などの整理・提示が適宜行うことができています。さらに、文献などの内容を整理し、説明することができています。</u></p>

(3) 実験ノートのルーブリック評価

今年度、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、実験ノートをルーブリックで評価した。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。実験ノートの評価することで、発表会だけではわからない研究の過程や、実験に取り組む基本的な態度を捉えることができる。

評価は、一つのグループに対して、そのグループの担当教員を含む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6 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 95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。対象クラスの生徒を4名の班に分け、全部で24班を作った。6つの班を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としている。

研究課題は、分野ごとに担当教員がテーマ設定を行い、そのテーマの下で実験・実習を行って課題解決を行う方法を取った。分野ごとにまとめたレポートを提出させて、これを基に評価を行った。さらに、班ごとに4つの分野から1つのテーマを選び、クラスの生徒に向けて口頭発表を行った。今年度の予定は、表1のとおりである。

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	化学	生物	数学
第5~7週	数学	物理	化学	生物
第8~10週	生物	数学	物理	化学
第11~13週	化学	生物	数学	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	発表準備			
第17週	発表会			

2. 各分野の研究テーマ

(1) 物理分野

すべての班が共通の課題で、3週にわたって実験を行った。その後、物理分野で発表する班についてはパワーポイント作成のために2週にわたって再実験を行い、まとめとして、デザインの根拠、実験内容、結果、考察等を発表させた。

○卵落としプロジェクト

生卵1個を入れる装置を画用紙やテープで製作し、本館4階(地上約12.5m)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。1週目は、班毎にアイデアを出し合って、装置のデザインを決定した。試作品を製作し、生卵の代わりに卵大の粘土を入れて、4階から落としてみた。その変形具合を見ながら装置の修正を行った。2週目には、試作品にゆで卵を入れて、4階から落としてみた。ゆで卵が割れた班は、装置に改良を加えて、まずは割れない装置の作成を目指した。ゆで卵が割れなかった班は、「より軽く、より短時間で落ちる」装置に改良していった。このとき、「どういう理由で、何を変えたか」変数を意識した実験を計画し、データをとっておくことが大切である。最終の3週目には、完成した装置に、生卵を入れて4階から落とした。変数を変えた2種類の装置を作成し、それぞれ1回ずつの試行を行い、結果を記録した。

毎年A・B・C・Dグループの装置のコンセプトが重ならないように工夫しており、今年度はAグループが「衝撃吸収」、Bグループが「パラシュート」、Cグループが「装置の軽量化」、Dグループが「多層構造」といったコンセプトのもとで研究を行った。



(2) 化学分野

次の2つ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シャボン玉を作り、最適な混合比を調べた。2・3週目は1週目の結果を基にして、さらに液体のりを加えることで、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。

(3) 生物分野

すべての班が共通の課題で、それぞれ3週(計6時間)にわたって実験を行った。

○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、山(稲荷山:栗林公園北にある紫雲山のふ

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

もと)と校庭である。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ベールマン装置に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。

結果は、どのグループも山の土壌生物の種類が校庭を上回っており、予想通り校庭よりも山の多様性が高い結果が出た。山、校庭共に、ツルグレン装置で一番多くの種が見つかり、次いで表層、一番種類数が少なかったのはベールマン装置であった。土壌動物の中でも、トビムシ、ダニは個体数が多く、分解者として大きな役割を担っていることが推測された。



(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3つの課題を行った。

○図形の証明

三角形の角の二等分線と比についての定理を証明した。班ごとで違う証明方法に取り組み、発表を行った。1つの定理にも様々な証明方法があることを実感できた。次に、100種類以上あるというピタゴラスの定理(三平方の定理)の証明を考えた。直感的に理解できる、折り紙を使ったパズル的な証明に挑戦した。続いて比例や方べきの定理、三角形の面積を利用した証明法について考えた。

○ヘロンの公式の証明と三角形の面積の最大について

数学者であり、工学者でもあるヘロンの業績にスポットをあてた2時間の演習とグループ活動である。1時間目はヘロンの公式を取り上げた。公式は一般的に数学Iの三角比の分野で補足的な扱いで紹介するが、具体的な証明までは行っていない。そこで一般的に教科書に書かれているヘロンの公式の証明方法やヘロン自身が考えたと思われる公式の証明方法を考え、数学の多面的なものの見方を身につけた。また2時間目は「周の長さをpとする三角形について、面積が最大となるのはどのような三角形であるか?」というテーマで、グループで話し合いや予想をして、自分たちの考えや考察を全体に発表した。そして、最終的な結論を得たときに、自分たちの考え方が結論にどこまで近づいていたのか振り返ることができていた。

○モンティホール問題

アメリカで大論争を巻き起こしたモンティホール問題についての実験を行い考察した。問題を聞いた時に直感で感じた確率と実験で求めた結果の確率が異なってしまうということに生徒は驚き、思考だけではなく数学においても実際に実験をして確かめることが有効であることを学んだ。また簡単にはあるがビュフォンの針の実験をし、その結果に π が表れることや、 π が無級数や連分数で表されることを知ることで数学への興味・関心を高めた。

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

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2講座、化学分野3講座、生物分野2講座、地学分野3講座、数学分野2講座、環境分野3講座の出張講義を実施した。また、英語に関連した講座を4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・実験が面白い

(93.6%)、講義の内容が理解できた(89.5%)。また、講義全体を通して90.8%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(81.8%)、講義内容をもっと知りたい(87.4%)と感じている。さらに、92.0%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

有効数字と測定値について学習した後、精密測定に用いるキャリパー(ノギス)の原理として副尺(バーニア)の原理を学び、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、キャリパーを使って、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ことや、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。

2017年度 Introductory Science I 年間予定表

回	日付	講師	講座内容	会場
1	4月17日(月)	佐藤哲也 SSH研究開発主任	オリエンテーション	理科実験室
2	4月24日(月)	物理教員	実験の基本操作(物理)	理科実験室
3	5月1日(月)	生物教員	実験の基本操作(生物)	第1生物実験室
4	5月10日(水)	化学教員	実験の基本操作(化学)	第1化学実験室
5	5月22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	5月29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5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12日(月)	徳島文理大学理工学部ナノ物質工学科 梶山博司先生	光化学反応の科学	第1化学実験室
9	6月19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	瀬戸内圏研究センター
10	6月26日(月)	首都大学東京都市環境学部 石村大輔先生	近年の地震災害から学ぶ低頻度災害のリスク	理科実験室
11	7月10日(月)	香川県環境管理課 茂中浩司課長補佐	里海プロジェクト①	理科実験室
☆	7月12日(水)	国立情報学研究所 新井紀子先生	人工知能が大学入試を突破する時代、人は何をすべきか?	第1体育館
★	7月15日(土)	ASⅡ課題研究成果発表会への参加		e-とびあかがわ
★	7月22日(土)	香川県高校生科学研究発表会への参加		サンポートホール高松
12	8月23日(水)	香川県環境管理課 茂中浩司課長補佐	里海プロジェクト②	香川県青年センター
13	9月4日(月)	IS担当教員	里海プロジェクト③	MM教室
14	9月13日(水)	香川大学工学部 鶴町徳昭先生	光の不思議	理科実験室
15	9月25日(月)	香川大学農学部 川浪康弘先生	分子模型を用いて化学の考え方を体感しようー水から希少糖までー	第1化学実験室
16	10月2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	10月16日(月)	広島大学工学部 北村充先生・土井康明先生	輸送機器の構造と強度	理科実験室
18	10月23日(月)	株式会社タダノ	企業見学	(株)タダノ
☆	10月25日(水)	名古屋大学トランスフォーマティブ分子研究所 伊丹健一郎先生	分子で世界を変える:合成化学という究極のものづくり	第1体育館
19	10月30日(月)	国立天文台 並木則之先生	太陽系外に地球外生命を探して	理科実験室
20	11月13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	多目的教室
21	11月20日(月)	Jannelle	CBI地学	理科実験室
22	11月27日(月)	香川大学工学部 大学院生	希少な砂糖、希少糖	第1化学実験室
23	12月11日(月)	香川大学工学部 石井知彦先生	CBI化学	理科実験室
24	12月19日(火)	愛媛県総合科学博物館 山根勝枝先生	博物館学習・地学実習	愛媛県総合科学博物館
25	1月15日(月)	熊本大学理学部 濱名裕治先生	ギャンブルなんて割に合わない	理科実験室
26	1月26日(金)	早稲田大学先進理工学部 澤田秀之先生	CBI数学	多目的教室
27	1月29日(月)	理科・数学教員	ミニ課題研究	各実験室
28	2月5日(月)	理科・数学教員	ミニ課題研究	各実験室
29	2月19日(月)	広島大学生物生産学部 西堀正英先生	CBI生物	第1生物実験室
30	3月5日(月)	理科・数学教員	ミニ課題研究	各実験室
31	3月13日(火)	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(接眼マイクロメーターの同定を含む)と実体顕微鏡の使い方、スケッチの方法を学んだ。本校の顕微鏡は双眼顕微鏡で、視野調節リングがついており、生徒にとって初めて扱う道具である。試料を観察するには、ピントの合わせ方、拡大の方法、絞りの使い方などの基本操作をマスターする必要がある。また、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、野外でアリを採集し、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。アリに特徴的に見られる腹柄節を確認させた。

実験の基本操作(化学) 教諭 片山 浩司 伊賀 史朗

「硫黄の同素体」、「人工イクラを作る」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。また、身近なテーマで実験を行い、課題を解決する練習をした。

前半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。後半は、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。ガスバーナーを使った加熱時の注意点について学んだ。

考える科学①『探究活動とは?変数とは?』 教諭 本田 一恵

「ふつうの理科の授業での実験」と「探究活動」の違いについて、理科の授業ではすでに確立され体系化された内容を速い思考(Fast Thinking)によって学んでいくのに対し、探究活動や科学の研究では未知の事象へのアプローチであり、失敗や試行錯誤が不可欠であるため、ゆっくりとした思考(Slow Thinking)が必要であるということを知った。また、実験や得られたデータの信頼性と妥当性を考えながら、実験計画を立てる練習をした。その際、入力変数、結果の変数、制御する変数について考える必要があることを学んだ。

考える科学②『変数の制御』 教諭 片山 浩司

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 蓮井 京

実験の中でたくさんのデータが得られるが、それが信頼できるものか、妥当なものかどうかを重要であることを学んだ。また、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」についての教材を使用して、10個の問題に対して、自分ならどのように行動するかを考え、現在の自分がよい科学者として行動できているかどうかを確かめた。

NEW 光化学反応の科学 徳島文理大学理工学部ナノ物質工学科 梶山 博司 先生

光の性質や光合成の仕組みを理解することを目的として実施した。前半は、光の性質について様々な例を挙げ、生徒に質問を投げかけながら対話形式で講義が進んでいった。その中で、可視光線、紫外線、赤外線の違いや人が色を感じる仕組みについても丁寧に解説が行われた。また、化学発光と物質の持つエネルギーとの関係についても解説されたが、内容が難しくなると積極的に生徒の質問を受け付け、疑問点が残らないようにした。後半は、光合成の仕組みについて、光合成研究の歴史を交えながら解説が行われた。その中で、イメージしにくい電子の受け渡しの様子をテニスボールを使いながら分かりやすく生徒に体感させていた。

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

20名ずつ2班に分かれて、講義の聴講とプランクトンネットを引く体験を行った。講義は「海の微小生物と瀬戸内海の世界学」がテーマであった。プランクトンによって支えられている漁業や海をきれいにしたことで、栄養塩類が減少し、漁獲量の減少やノリの色落ちなどがおきているなど、人間の生活と海の世界学について考えさせられた。また、実習ではノープリウス号に乗船し、志度湾に出てプランクトンネットを引いたり、海底の土壌を採集したり、水中カメラで藻場を観察したりさせていただいた。自分たちが採集したプランクトンを顕微鏡で観察する機会もあった。多様で美しいプランクトンを堪能した。



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 近年の地震災害から学ぶ低頻度災害のリスク 首都大学東京都市環境学部 石村 大輔 先生

地震のメカニズムと災害の科学的分析方法を知るとともに、今後災害に遭遇したときに我々がとるべき行動や備えを考えることを目的として実施した。講義の前半では、地震とそれに関連する地形、また津波の基本事項について学んだ。その際、アナグリフ画像や地形図などを用いて、学んだ地形や現象が実際の大地にはどのような形で現れるのかということを体験することができた。講義の後半では、石村先生が現地調査された2016年熊本地震の写真やデータを交えながら、これまでの災害から学ぶべきことや今後の地震災害への備えについて考えた。近年、「想定外」や「異常」と言われるほどの極端な現象が毎年のように起こっている。そのため、私たちは過去の情報に捉われるのではなく、様々な現象をイメージしていく事が重要であり、自然現象を完全に防ぐことが不可能であるという前提のもと、減災に向けての行動をとることが重要となることを学ぶことができた。



NEW 里海プロジェクト 香川県環境管理課 茂中 浩司 課長補佐

① 7月10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児童・生徒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14日 企画書提出、啓発作品・発表資料作成

③ 8月23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4日 文化祭展示に向けて改良・改善

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。

- ・ 中高生に分かりやすく伝えられるという理由で、海ゴミについて学べる「漫画」を製作
- ・ 捨てられにくく家にあったら見てしまうという理由で、海ゴミ関連情報を掲載した「うちわ」を製作
- ・ 実際に瀬戸内海で海ゴミを撮影し、美しい海と対比させて視聴者の感情に訴える「啓発動画」を製作

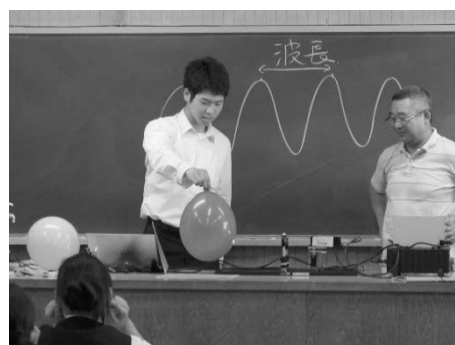
その他、「替え歌」「ポスター」「ツイッター」「紙芝居」等を制作した。「漫画」は県として採用され、平成29年度中の出版を目指して現在準備中である。「うちわ」「啓発動画」はアイデアが採用され、今後の活動で使用される。



光の不思議 香川大学工学部 鶴町 徳昭 先生

レーザー光線を用いた演示実験により「レーザー光線で風船を割ることは可能か」「物質の色と光の吸収の関係」について考えた。

前半は、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により、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。後半では、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。そして最後には、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もらった。



分子模型を用いて化学の考え方を体感しよう—水から希少糖まで— 香川大学農学部 川浪 康弘 先生

分子模型を使いながら水や炭化水素、アルコール、糖の構造の違いや性質の違いについて理解することを目的として実施した。

前半では、身近な物質である水について、分子模型を使い分子構造と関連づけながら性質を理解した。生徒は分子模型に触れるのは初めてで、慣れるまでに少し時間はかかったが、氷の構造や電気分解、燃料電池の仕組みを理解した。後半は、メタン、プロパン、ブタンと分子模型の炭素鎖を徐々に伸ばしながら炭化水素の性質を理解した。さらに、メタノール、エタノール、グリセリンと、こちらも分子模型の炭素鎖を徐々に伸ばしながらアルコールの性質を理解した。グリセリンからグルコースを作り、一般的な糖の構造を理解した上で、グルコースと希少糖であるアロースの構造の違いや性質の違い、期待される役割などを理解した。



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

アリの分類 香川大学農学部 伊藤 文紀 先生

高松市西植田町にある藤尾八幡神社近郊の森林にて、フィールドワークを行った。雨の中、5グループに分かれそれぞれ伊藤教授やTAにアリのすみかなどアドバイスをを受けながら、2時間程度活動した。その成果を農学部へ持ち帰り同定・分類を行った。クロヤマアリをはじめとするヤマアリ亜科のアリや、アシナガアリをはじめとするフタフシアリ亜科のアリなど合計19種のアリが採集できた。例年と比較すると、種数が少ない結果であった。原因は、採集前日から続いた雨であると考えられる。また、同定・分類実習の合間に、伊藤教授の研究室を見学させていただいた。普段見ることのできない研究室の様子や飼育している動物などを生徒は大変興味を持って見学していた。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。



輸送機器の構造と強度 広島大学工学部 北村 充 先生・土井 康明 先生

構造物の仕組みとその効果について、ペーパークラフト(A4 2枚分)を用いた構造物の作成と強度の測定を行った。主に、飛行機や船舶、トラックといった輸送機器において、強度を保ち、かつ空間を確保するという2つの条件を同時に達成できる方法として、どのような補強材を、どの位置に入れるのが適切かを考えながらペーパークラフトを製作した。最後に、500g~2kgまでのおもりを構造物に乗せ、自分の製作した構造物がどれだけの負荷に耐えられるのか、耐久テストを行った。構造物製作の後、実際の飛行機や船舶などの断面図や、構造上の工夫や技術についての説明を受け、今回製作した構造物と同じような工夫が、精度を高めてなされていることを学んだ。



NEW 企業見学「株式会社タダノ」

工学分野への興味関心を高め、また企業(特にメーカー)における研究・開発職への理解を深めることを目的に、クレーン事業で国内トップシェアを誇る「株式会社タダノ 志度工場」を見学した。株式会社タダノでは、通常高校生の見学は実施していない。しかし工学離れを食い止めたいたい思いや、県外の大学に進学する生徒も就職活動時に地元企業を視野に入れてほしい思いが人事担当者と一致し、また本校卒業生が多く活躍していることもあって今回は特別に受け入れていただいた。

概要は、工場における溶接、組み立てライン、油圧シリンダー等の見学および、機械や電気制御等の研究開発職に就く若手社員(卒業生)による、技術や仕事内容についての説明である。

講義後は、「設計はAIでもできるか」や「出張で海外へ行けるか」「納期に間に合わせるために残業が必要か」等、率直な質問が多々出た。特に卒業生が話してくれたことの影響は大きく、「進路を考えるきっかけとなった」という生徒の声が多々聞かれた。



NEW 太陽系外に地球外生命を探して 国立天文台 並木 則之 先生

太陽系に関する最新の惑星探査や研究結果を学び、太陽系内における生命誕生の可能性を考えることを目的として実施した。

太陽系内における生命誕生とその可能性について、太陽系の形成過程や最新の惑星探査の結果をもとに学んだ。人類と通信する可能性のある地球外文明の数を算出するドレイクの公式というものがある。講義の前半では、その公式と研究の歴史を重ね合わせながら、過去、現在、将来の天文学や惑星探査についてのお話をいただいた。後半では、生命が誕生する条件を満たす太陽系内の天体として火星や氷衛星が考えられており、その氷衛星の1つであるエウロパについて最新の研究から分かる生命誕生の可能性について学んだ。また、生命誕生の材料となる水や有機物の運び手として小惑星や彗星などが考えられていることも知ることができた。講義の合間には、今回のテーマについてだけでなく水星や金星のクレーターの名前の付け方など宇宙に関することを幅広く教えていただいた。

図形の対称性と立体万華鏡 鳴門教育大学 松岡 隆 先生

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・数学的な視点で物事を見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。

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 希少なお砂糖、希少糖 香川大学工学部 大学院生

香川大学の高大連携事業の一環で行われた授業で、主に学生および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 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 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、グルコースとアロースの模型を作って、互いの構造の違いを確認した。

NEW 博物館学習・地学実習 愛媛県総合科学博物館 山根 勝枝 先生

はじめに、公演前のプラネタリウムで投影装置の説明を受けた。愛媛県総合科学博物館のプラネタリウムでは光学式プラネタリウムと全天周デジタル映像投影システムの2種類の方法で投影を行っており、それぞれの方法の長所と短所を学習した。また、普段は観客が入場する前に行うセッティングを見せていただいた。その後は季節の星空について「銀河鉄道の夜」の上映を鑑賞した。次に、2班に分かれて鯨類の骨格についての解説などを聞きながらの常設展の見学とバックヤードツアーを行った。実際の鯨類の骨格を触りながらの解説は大変わかりやすく、博物館の役割についても詳しく解説をしていただいた。また、普段立ち入ることのできない博物館の裏側を見せていただき、生徒たちは大変興味を持って解説を聞いていた。午後からは、講義室で三葉虫についての講義を受けた。実際の三葉虫の化石を触りながらスケッチをし、三葉虫がどのような生物であるのか、どんな目をしてたのか、身を守る方法はどのようなものが考えられるかなど、すでに絶滅してしまった生物について形態や生態について自分の持つ知識を用いて考察した。目のついたままの化石や、身を守るとげがきれいに残っている化石など、珍しい化石を実際に見て触れることができよき経験になった。



NEW ギャンブルなんて割に合わない 熊本大学理学部 濱名 裕治 先生

この講義では、確率論で「破産の問題」と呼ばれる吸収壁ランダムウォークを扱った。問題を単純なものにモデル化することで一定の結論を導く体験をした。内容は「1. 問題をどのようにモデル化するか 2. どのように漸化式をたてるか 3. 漸化式からどのような性質が導き出せるか 4. どのようにして解を見つけるか 5. 大学の理学部の様子について」である。

ミニ課題研究(数学) 数学教員

「数学パズル」をテーマに、パズルを通して規則性を見つけ、先の予測をする。筋道を立てて論理的に思考を積み重ねる力を養うことを目的として実施した。

- ①カエルをルールに従って動かすパズルを行う。
- ②結果から規則性を見つけ、その次の予測を行う。
- ③ハノイの塔で実際に円盤を動かし、最小手数を見つける。
- ④規則性を見つけ、 n 回目を予測する。
- ⑤漸化式を見つけ、予測が正しいか確認する。

ミニ課題研究(物理) 物理教員

デジタルマルチメーターが使えるようになった上で、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、実験の計画を行った。また黒鉛の電気的性質を用いて、鉛筆で書いた線のグラファイト層の厚みを推定することを通じて、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抵抗値の関係を調べる。
- ⑤ 鉛筆の芯の抵抗、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。

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

- 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

生物基礎「植生の遷移」の分野で植物がそれぞれ生育する光環境に適応した光合成の性質を持つことを学んだ。そこで、一本の木において光環境に適応した葉をつけているのではないかと、という仮説を立て、どのように適応させているのかということを校庭の樹木を用いて実験を行い、仮説の検証を行った。

①仮説の設定

一本の木でも、日のよく当たる葉(陽葉)と当たりにくい葉(陰葉)がある。陽葉と陰葉では、葉の構造にどのような違いがあるか。仮説を立て、実験の方法を考える。

- ・光合成をたくさんするために陽葉の方が厚いのではないかと、柵状組織が発達しているのでは？
- ・空気の出入りのために陽葉の方が気孔の数が多いのではないかと？

②実験

組織の観察...ピスを用いた切片の作成。顕微鏡観察を行い、マイクロメーターで葉の厚さを計測した。

気孔の数の測定...セロハンテープを用いて葉の裏面を転写し、顕微鏡を用いて単位面積あたりの気孔の数を測定した。

2 自然科学講演会

<第1回自然科学講演会>

- 1.日 時：平成29年7月12日(水) 9:00~10:30
- 2.講 師：国立情報学研究所 社会共有知研究センター 教授 新井 紀子 氏
- 3.演 題：「人工知能が大学入試を突破する時代、人は何をなすべきか？」
- 4.講演会の様子

最近 AI は囲碁や将棋のトップ棋士を相次いで破り注目を集めているが、AI とは統計学と確率を入れたものであり、AI がどのようにして犬の写真から犬と判断するのかなどを生徒に問いかけ、AI の特性を説明した。そして、AI は意味を考えないこと、AI は正しさを保証しないことを述べた。更に「東ロボくん」は、昨年度の大手予備校の模試などで MARCH や関関同立クラスの難関私立大学で合格可能性80%以上の学科を出したが、暗記や計算を得意とする一方で、文章の意味が理解できず、統計的なデータがないものには対応できないという弱点があるため、東大合格には届かなかったことも話された。

また、今後20年間でAIに奪われていく職業をいくつかあげ、今後社会でAIが一段と普及していく中、人間がしていた仕事が奪われていき、少子化で人手不足なのに失業者が増加していく社会、つまりAIに使われる人とAIを使う人に分かれる時代がやってくると解説した。

そして、私たちがAIを使うためには、AIが習得できない創造力や思考力を身につけることが大切になっていき、そのためには、教科書をしっかりと音読して自分ひとりでも学び続けることができる高度な読解力を身につけることが重要であると話された。本校1年生と2年生が受けた読解力を科学的に診断する「リーディングスキルテスト」を使って本校生徒の状況を解説し、いかに問題文の文章を正確に読解できていなかったかを例題を用いて解説してくれた。この講演を通じて、先生の学校教育に対する前向きな情熱が、生徒には伝わったようであった。時間の都合で多くの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。



<第2回自然科学講演会>

- 1.日 時：平成29年10月25日(水) 14:25~16:10
- 2.講 師：名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所 教授 伊丹 健一郎 氏
- 3.演 題：「分子で世界を変える：合成化学という究極のものづくり」
- 4.講演会の様子

講演は、「化学」に対する生徒のもつイメージを問いかけることから始まり、化学嫌いであった先生ご自身が、なぜ、この道に入ったのかという、研究の道に進まれたきっかけが話された。

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

有機化学の基礎・基本の話から、専門の合成化学について、身近な生活の中の化学物質の例を示しながら、高校生にもわかりやすく、合成化学の説明をされた。合成化学の魅力やその可能性について、特に、専門のナノカーボン、ご自身が開発されたカーボンナノチューブの新しい合成法や開発までの研究過程について説明された。難しい研究内容ではあったが、スライドの図を使うことで、生徒もよく理解できていた。

さらに、現在、勤務されている研究所であげられている研究成果や、合成化学と生命科学を結びつけることで新しい科学分野が開けるといった今後の可能性についての抱負も語られた。

講演の後半では、高校生へのメッセージとして

- ① かけがえのないひとをめざせ
- ② 向き不向きより好き嫌いで選べ
- ③ 人との出会いを大切に

という3つのことをあげられた。また、「未来の科学の可能性を信じ、科学の道に進んでもらいたい。」という先生の高校生へのメッセージが込められていると感じられた。そして、何よりも、講演を通じて、先生の研究に対する情熱が、生徒には伝わったようであった。

最後に質問の時間が設けられ、多くの生徒が次々と質問をし、どの質問にも丁寧に答えていただいた。講演終了後も、右の写真のように、生徒に取り囲まれて、しばらくは話をされていた。



3 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 29 年 10 月 27 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 TA 3 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

ラットの体の構造と機能やヒトとの違いなどに関する講義と解剖作業の手順を聞き、TAの先生方が行う開腹作業を観た後、生徒たちは班ごとに解剖に取りかかった。1班3または4名の10班で、各班1頭のラットを解剖した。開腹から消化管、肺や心臓などの主要臓器の観察を行った。心臓は拍動している時に注射針を用い、心臓から脱血を行った。脱血により、臓器の判別がしやすくなる。その後、各臓器を取り出し、すい臓や精巣・卵巣などの判別の難しい臓器の観察も行った。多くの臓器を取り出した後、最後に脊髄と脳の神経系を観察した。

5.生徒の様子など

動物の解剖実験の機会が無く、解剖に対する抵抗感もあり、最初は恐る恐る始めたが、作業を進めるにつれて、没頭していった。摘出した臓器・器官を器官系ごとに並べ、注意深く観察していた。細かな構造にも興味深く、また、最後まで集中力を切らさず観察していた。限られた時間なので難しいが、後日にでも固定標本を作成し、顕微鏡を使っての組織観察などができればさらに深い観察と標本の利用が行えるのではないかと感じた。



関東合宿

1.日 時：平成 29 年 7 月 30 日(日)~8 月 2 日 (水)

2.訪問先：学びたいことプログラム A コース：国立科学博物館

B コース：リスピーア

C コース：JAXA 筑波宇宙センター・筑波実験植物園

高エネルギー加速器研究機構、物質・材料研究機構、東京大学宇宙線研究所、国立天文台、理化学研究所、東京農工大学農学部、国立極地研究所、JAXA 調布航空センター

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

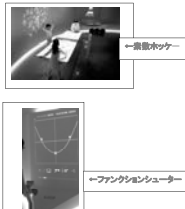
3. 日程表および研修報告レポート

	第1日目 7月30日(日)	第2日目 7月31日(月)	第3日目 8月1日(火)	第4日目 8月2日(水)
6:30	6:40 高松空港集合 (1階ANAのカウンター前)	6:30 起床・洗面	6:30 起床・洗面	6:30 起床・洗面
7:00		7:00 荷物を持って玄関集合	7:00 朝食	7:00 朝食
7:35	高松 発 ANA532便	7:20 朝食		
8:00		8:00 バス集合 荷物の積み込み 8:10 宿泊所出発 バス移動	7:50 ホテル 発 バス移動	7:50 ホテル 発 バス移動
8:55	羽田 着	8:50 玄関集合	8:50 NIMS 着	8:50 東京農工大学 着
9:00		9:00~11:30 高エネルギー加速器研究機構(KEK)での研修	9:00~12:00 国立天文台(NAOJ)三座での研修 講師: 泉 奈都子さん(一高OG)	9:00~11:40 東京農工大学農学部での研修 (体育館シューズ持参) ・微生物観察実験 有江 工 教授
10:00	9:30 羽田 発 バス移動	10:30 東京大学 赤門前 着 学びたいことプログラム Aコース Bコース Cコース	10:30 東京大学 赤門前 着 学びたいことプログラム Aコース Bコース Cコース	
11:00		11:30 KEK 発 バス移動	11:30 KEK 発 バス移動	
12:00	国立科学博物館 本田先生 吉田先生	12:00 NIMS 着 バス移動	12:00 朝食(NAOJの食堂利用)	12:00 東京農工大学 発 バス移動
13:00		13:00 東京大学 着 食堂(大学の食堂利用)	12:50 NAOJ 発 バス移動	12:30 NIPR 着 食堂(弁当) バス移動
14:00		14:00~17:00 東京大学給電キャンパスでの研修 「宇宙線研究所」での講義 講師: 福田 大辰 専門職員	14:00 RIKEN 着	13:00~14:30 国立極地研究所(NIPR)での研修・講義 13:30 JAXA 宇宙航空研究開発機構(JAXA)での研修
15:00			14:00 RIKEN 着	14:30 NIPR 着
16:00	16:00 東京大学 赤門前 集合 16:10 東京大学 発 バス移動	17:00 東京大学 発 バス移動	17:00 RIKEN 発 バス移動	16:30 羽田空港 着
17:00	17:30 夕食(イースつくば)	18:00 ホテル着	18:00 ホテル着	17:30 羽田 発 ANA539便
18:00		18:30 夕食・ミーティング	18:30 夕食・ミーティング	18:45 高松 着 高松空港解散
19:00	19:00 KEK宿泊施設 着 ミーティング	19:30~21:30 学びたいことプログラム プレゼン発表会 準備	19:30~21:30 学びたいことプログラム プレゼン発表会 準備 (1人最低1回はしゃべる)	
20:00	19:30 入浴・研修のまとめ など	入浴・研修のまとめ など	入浴・研修のまとめ など	
21:00				
22:00				
23:00	23:00 就寝	23:00 就寝	23:00 就寝	

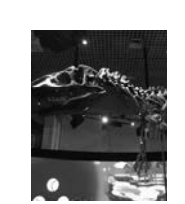
学びたいことプログラム

梶井 結華 秋森 諒 一本松 聡

リスーピアとは??
理数の魅力とふれあうための体験型ミュージアム
小さい子供から大人まで楽しめる体験型の展示が魅力的☆
♪楽しい展示♪
素数ホッケー...素数以外の数字を打ち返し、得点を競うエアホッケー型の展示
ファンクションシューター...シューティング感覚で楽しみながら、関数の式とグラフについて学ぶことができる展示
他にも様々な展示があり楽しい時間を過ごすことができました(๑^o)
3Dシアターでは、おにに関する多くの事を知ることができとても勉強になりました!!



国立科学博物館
国立科学博物館は、日本館と地球館に分かれています
・日本館では、アンモナイトの化石や日本に落下した隕石、日本の鉱物などを見学することができます。
・地球館では、様々な動物の剥製、小惑星イトカワの微粒子などを見学することができます。また、ティラノサウルスの全身骨格などを見学することができます。
・360度シアターでは、様々な生物の歴史について360度に広がる大画面で学ぶことができます。



筑波植物園
サボテンやバナナなどのさまざまな植物を栽培しています。
この植物園で栽培している植物には珍しいものも、とても面白かったです。

筑波航空宇宙開発センター
様々な人工衛星やロケットの縮小模型が展示されています。
国際宇宙ステーションのエリアでは宇宙飛行士の生活について知ることができ、きぼうモジュールの実寸大の模型に入ることができ、宇宙飛行士の気分を味わえます。



高エネルギー加速器研究機構(KEK)

高尾 勇一郎・原田 泰彦・荒田 大輔



高エネルギー加速器研究機構とは
高エネルギー加速器研究機構(KEK)は、加速器と呼ばれる装置を使って基礎科学を推進する研究所であり、宇宙、物質、生命の起源を探るための研究をしている。

高エネルギー加速器とは
電子や陽子などの粒子を光速近くまで加速させて、高いエネルギーの状態を作り出す装置のこと。

研究内容

フォトンファクトリー
放射光リングで電子を加速させ、その際に発生する放射光を用い、物質や生命を原子レベルで観察する。
原子レベルで観察することで、物質の性質や、生命のしくみを解き明かす。

Belle II 実験
Belle II 実験とは、Belle II 測定器を使って行われる素粒子物理学の実験である。
データを収集・解析し、未知の粒子や、力の性質を明らかにする。

感想
とても大きい施設で驚いた。フォトンファクトリーの研究が実際に事件の解決に利用されていることを知り、面白かった。またBelle II 測定器を見ることもでき、いい経験をすることができた。

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

NIMS 物質・材料研究機構(NIMS)

前田多透 堀尾綾人 太田英里 上之段乃亜

? NIMS とは ?

NIMS は国内で唯一、物質・材料科学の研究を専門にしている公的研究機関。さまざまな物質・材料の最先端研究開発を通じて、環境やエネルギー、医療などの問題を解決している。



○形状記憶ポリマー

温度によって変化したり元に戻ったりできる薄いプラスチック。安価で長く使える。変化しても元に戻るので・・・

- ・ガンを収縮させることができる。
- ・抗原を収縮させることで少量の血液や尿でも検査できる。



○BN ナノチューブ

BN(窒化ホウ素)によるイオン結合からできる。ナノチューブ。長さや太さが異なると性質も異なる。

カーボンナノチューブと違いイオン結合なので・・・

- ・折れても再生する。
- ・そのままだと不導体だが、曲げると結合の配列が導体となる。



感想

NIMS で説明を受けて、材料のデータをとる(評価)することが大切だとわかった。ちゃんとした材料のデータがあることで、その材料を用いた製品の安全性、耐久性、危険性などを把握することができ、自分たちの生活は成り立っていると一言でも過言ではない。だからこそ、物質・材料科学の研究の進歩が人類の明日に繋がっている。

自分たちのためにわざわざ時間を割いてくださった方々に感謝します。



< 東京大学柏キャンパス >

多田華人 大和風雅 北村和己 八木駿

○柏キャンパスとは

柏キャンパスは、東京大学の21世紀における新たな学問の発展に向けた構想に基づいて建設された、本郷、駒場に次ぐ第3の主要キャンパスです。



○重力波とは

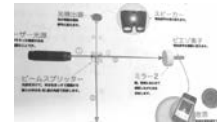
2つの重くて小さな星が、お互いの周りをぐるぐる回っている、星の重力のために、周りの時空がゆがみ、星の動きにつれて変化するゆがみが光の速さで漣のように周囲に広がっていくものです。

<特徴>

- ・真空でも伝わる。
- ・いろいろなものを通り抜ける。
- ・アインシュタインの重力の理論<相対論>が予測する現象

○実験

- ・重力波を音の振動に見立てて、鏡が動くことによって、ビームスプリッターに戻ってきたときには、そのずれ具合により光量が減る。この変化が信号になってスピーカーに伝わります。
- ・実際の重力波の観測装置と仕組みは変わらないそうです。



○感想

10cmのL型の装置を作るのでさえかなりの時間がかかったのに3kmもの装置を作るには、どれだけか苦労、時間、費用がかかったのか想像もできません。また、実験装置を組立てていく中で実際の観測装置によって正確さがとても大切だということがよく分かり勉強になりました。

NAOJ 国立天文台 ~三鷹キャンパス~

長谷川 睦 熊野 朱里 吉田 有沙 細川 蓮

国立天文台について

世界最先端の観測施設を擁する日本の天文学のナショナルセンターである。大学共同利用機関として全国の研究者の共同利用を進めるとともに、共同研究を含む観測・研究・開発を広く推進し、また国際協力の窓口として、天文学および関連分野の発展のために活動をしている。

泉さん(一高OG)による講義

国立天文台に勤めている泉 奈都子さんは、チリにあるASTE望遠鏡の仕事と「銀河外縁部の星生成」の研究をしているようだ。ASTE望遠鏡での仕事は観測装置の運用・開発、観測者のサポート。また、研究では銀河の外縁部にある分子ガスの分布の様子を赤外線観測し、その部分の星の生成効率を調べ、星の生成メカニズムの解明に努めている。



TMT について

TMT(Thirty Meter Telescope)プロジェクトは、口径30mの主鏡をもつ超大型望遠鏡の建設計画だ。巨大な口径により手の届かなかった宇宙の謎に挑戦する。



三鷹キャンパスの施設紹介



三鷹キャンパスにはさまざまな施設があり、その中で特に印象に残っている「第一赤道儀室」について紹介する。国立天文台三鷹の中でもっとも古く、1921年に建てられた。望遠鏡が天体を追尾する動力にはおもりが落下する時の力を利用している。60年間太陽の黒点観測研究に貢献した。

感想

第一赤道儀室が手動で動かすことができると知りすごいと感じた。星の一生について詳しく知ることができた。宇宙はとても遠い存在だったが、今回の研修で身近に感じられた。あなたも訪れてみてはどうだろう。

RIKEN 理化学研究所 (RIKEN) 和光研究所

植田悠太 小市崇央 眞鍋知里 横山隼馬

理化学研究所とは

1917年に皇室からのご下賜金、財界・産業界からの寄付金、政府からの補助金により、国産業の発展に資する科学研究と応用研究を行う財団法人として創立された。

研究内容

< 抗生物質の開発 >

抗生物質とは微生物が生産する物質で微生物の急所をしめると言う意味で別名「魔法の弾丸」と呼ばれる。また、選択毒性がありターゲットとなる標的分子のみを攻撃する。主に病原体は原核生物で抗生物質は原核生物にのみ存在する機能を破壊することで作用する。しかし、がんや寄生虫は真核生物で抗生物質が効果を示さない。そこでこれらの病原体の神経に作用することで病原体を攻撃したり細胞分裂を抑制させ自殺させたりといった新たな医薬品の開発を行っている。

< ニホニウム >

30番元素である亜鉛の原子核を加速器で高速の10パーセントまで加速させたビームを、原子番号83番のビスマスの標的に照射しアルファ崩壊を起こす。そしてヘリウムがはがれることで原子番号が2番ずつ減っていき、既知の原子までアルファ崩壊することで新元素と証明される。



感想

新たな元素を作り出すために加速器を用いてビスマスと亜鉛をぶつけると言う動作を10兆回も繰り返したと聞いて驚いた。このような発見できるかもわからない動作を繰り返したのは根気強さと「絶対に発見する」という明確な意思があったからこそだと思う。だから自分たちがこれから研究を続けていく上でどんな困難にぶつかったとしても根気強く研究を続けていきたいと思う。

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

東京農工大学 農学部

木田美咲 吉田那由 都留羅那 富田陽絵

施設紹介

東京農工大学には、名前の通り農学部と工学部があり、農学部は府中市にある。



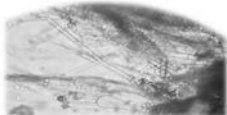
植物工場

植物工場では、春、夏、秋、冬など季節ごとの部屋がありブルーベリーのような木を温室で育てるという試みをしている。



講義内容

細菌とは菌と違うものであり、菌とはカビ、キノコ、酵母の仲間のことを言う。例えば、プロテアーゼというカビはチーズを柔らかくするために用いられる。その他にも色々な場面で活用されていると聞いた。



感想

植物工場などの最先端の技術をじっくり見ることができてとても楽しかった。



調布航空宇宙センター

池田 夢弥 竹内 悠翔 宮本かれん 黒川 美乃

風洞実験室

風洞とは風をつくって機体の周りの空気の流れを調べるための装置です。本物の飛行機で実験を行うことは、手間や時間、費用が必要なので安全性にも欠け非現実的なため、縮小模型を使っています。
飛行速度や環境条件にあった様々な種類の風洞があり、要求の機体を作り必要な性能があるのか調べるができます。調布航空宇宙センターにある風洞はアジア最大だそうです。



スペースミッションシミュレーター

水平離陸のスペースプレーンで国際宇宙ステーションへ行くなど、宇宙往還機による飛行・操縦を体験できます。実際に操縦した人によると、着陸するときの操作が特に難しかったそうです。



超音速実験機

マッハ2の速度で上空から薄し空気性能や表面圧力のデータを計測する実験で使った機体です。これによりコンコルドと比べて空気抵抗を13%改善しソニックブームも抑えられるようになりました。



感想

見学が楽しかったので、時間がとても短く感じられました。

JAXA はロケットだけかと思っていたので、超音速の飛行機も開発している知り、驚きました。

航空技術の研究について学ぶことができたので、有意義な見学になりました。



荒谷 幸音 前田 彩乃

間崎 知葉 山本 萌加

◆ 国立極地研究所

極地に関する総合研究と極地での観測を行うため、宇宙研究グループ、気象研究グループ、地圏研究グループ、生物圏研究グループ、極地工学研究グループの5つの基礎研究、共同研究などを推進している。私たちは、研究者の工藤さんに「南極と自然環境」という講義をしていただいた後、南極・北極科学館でさまざまな極地に関する展示を見学した。

◆ 講義

南極とは氷と雪に覆われたところであり1年に40~60日気温が氷の溶ける温度である0℃を上回る日がある。

現地で大変なことは水を作ることで、通常1人約350L使うところを約150Lで生活している。

また、極地の生物を調査するときに用いるカメラやGPSなどは対象の生物の体毛に接着剤をつける。

南極は低温で乾燥しているため、死体がなくならず、周囲に生態系がはじまる。例として、最近発見された「コケゴウズ」が挙げられる。コケゴウズは湖底に存在しており、謎の多い植物である。

講師の先生に調査中の体験を質問したところ体長5m、体重5tのゾウアザラシに出会ったことがあるという話をしてくれました。

◆ 南極・北極科学館



▲ 極地で着用する服



▲ 南極の水
氷に耳を近づけるとバチバチと音がする。これは氷が形成されたときに一緒に固められた空気で、3000年以上前のものとされる。この科学館では実際に触れることができる。



▲ メウを装着されたアザラシ



▲ コケゴウズの高ちゃん?

このほかに、オーロラタワーでは頭上のスクリーンに囲まれた中で、オーロラを体験することができました。また、普段目にすることができないものがたくさん展示しており、短い時間でしたが貴重な体験ができました。

◆ 感想

極地についての知識がなかったけれど今回の講義を通して興味を持つことができました。また、極地の生態系のつくり方が身近にある生態系と全く違うことと、極地にも僅かだが花をつける種の植物が生息していることに驚きました。極地についてもっと知りたいと思いました。

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

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 数学

① 講師：澤田 秀之（早稲田大学先進理工学部）

② 時、場所：1月26日（金）（視聴覚教室）

③ 実施内容

はじめに分数やべき乗、割り算、掛け算などの表現を学習した。その後、単位、表やグラフの英語表現などについて学んだ。測定したデータを処理していく上で必要になるそれらの英単語を丁寧に確認しながら発音していき、来年度の課題研究につながるように集中して取り組んでいた。生徒は覚えたての表現を使いながら、楽しく科学英語にふれた。

(2) CBI 化学

① 講師：石井 知彦（香川大学工学部教授）

② 日時、場所：12月11日（月）（理科実験室）

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。その中でも、Na はナトリウムではなく「Sodium」、K はカリウムではなく「Potassium」と表現することや、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。また、元素の名前の由来についても説明があった。

(3) CBI 生物

① 講師：西堀 正英（広島大学生物生産学部教授）

② 日時、場所：2月19日（月）（第1生物実験室）

③ 実施内容

前半はラグダを題材としながら生物の多様性と共通性について考えた。3つの英語の問いにグループでディスカッションを行いグループ毎に発表した。後半はクラスメイトなどが描いたニワトリの絵をもとに、その「違い」や「共通点」から課題研究をする上で重要となる研究テーマの見つけ方や仮説の立て方、考察のやり方を学んだ。

(4) CBI 地学

④ 講師：ジャネル・ウィルソン（本校英語招聘講師）サポート：本田一恵、増田裕明（本校理科教員）

⑤ 日時、場所：11月20日（月）（理科実験室）

⑥ 実施内容

ウィルソン先生が用意した「地球の内部構造、プレートの運動、地震や火山に焦点を当てたスライド」に関して英語でコミュニケーションをとりながら要約・発表をしていくという形で実施した。班ごとに、割り当てられたスライドに登場する分からない英単語や概念を先生に尋ね解説していただいた後で、スライドの内容を説明していただいた。説明後は、さらに分からなかった点を質問し理解を深め、担当箇所の要約を発表させた。

(5) 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。

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

<今年度の計画>

- 1 日時：3月11日（日）～3月17日（土）
- 2 場所：Bury St Edmunds County Upper School Newstead Wood School
University of Cambridge Cavendish Laboratory
Natural History Museum Science Museum
- 3 参加者：生徒／特別理科コース2年 男子20名、女子17名 合計37名
引率／片山 浩司, 吉田 猛, 増田 裕明, 大砂古 美弥
- 4 実施予定（時刻はすべて現地でのものである）

3月11日 （日）	04:40 学校に集合 05:00 学校出発(貸し切りバス) 11:00 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 17:40 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12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13日 （火）	終日 CUS での活動 ホームステイ 男子14名 女子5名 合計19名 引率：吉田, 増田 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6名 女子12名 合計18名 引率：片山, 大砂古 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14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 Nuclear 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 Herstmonceux Observatory と Science Centre で研修
3月15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 University of Cambridge での活動 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16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17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

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

(6) 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。高松市全体では多くの外国人英語指導助手が勤務しているので、放課後に同時に複数人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。

昨年度改善した点である、海外の連携校でのプレゼンテーションの聞き手が、「科学に興味あるとは限らない」という状況を踏まえ、一般の人にも理解しやすい内容でプレゼンテーションシートを作成することを心がけた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。

今年度は昨年実施できなかった生物は実施できたが、講師の都合により物理は実施できなかった。課題としては、このようにある分野の講師が見つからないということが起こるので、近隣の大学に依頼し、CBIの講師が可能な人材を確保しておきたい。可能な限り、数学、物理、化学、生物、地学の5分野でバランス良く実施していきたい。

(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。

(3) 英語によるプレゼンテーション

毎年、前年よりも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。

昨年度から取り組んでいる「内容の簡略化」により、プレゼンテーションの対象者である連携校の生徒に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、内容が理解しやすくなったことから、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2回実施した。昨年度は女子生徒のみを対象としたが、女性が研究者として社会で活躍していくためには男性の理解や協力が必要であるので、第1回講演会は男子生徒も参加させた。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。

○第1回 女性研究者講演会 実施報告

日時：平成29年9月23日 放課後11:00～12:00で講演会、その後1時間程度 座談会

対象生徒：2年生、1年生特別理科コース全員 合計78名

講師：田辺三菱製薬株式会社 創薬本部インキュベーションユニット

研究主任 藤田 梨紗子氏

内容：「進路選択」、「現在の研究内容」、「研究者の仕事と生活」、「高校生へのアドバイス」等について

○第2回 女性研究者講演会 実施報告

日時：平成30年3月15日 放課後13:30～15:30で講演会、その後1時間程度 座談会

対象生徒：2年生理系女子全員、1年生特別理科コース女子生徒、その他希望者 合計80名

演題：「もっと身近に 研究職」

講師：白鶴酒造株式会社 副主任 水口 春香氏

○未来をつくる RIKEJO フェスタ in かがわ

日時：平成29年8月21日(日)

参加者：本校教員、1年女子生徒14名

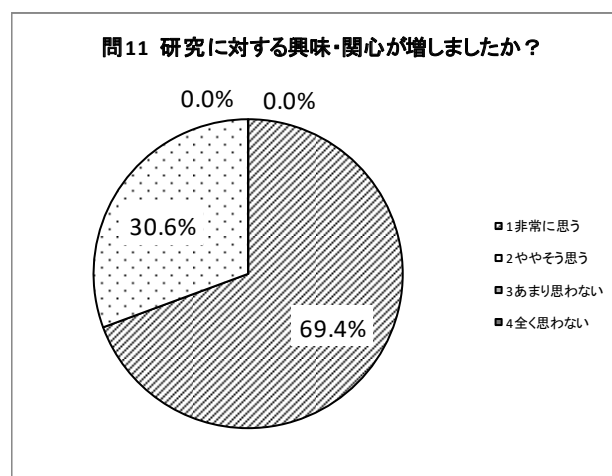
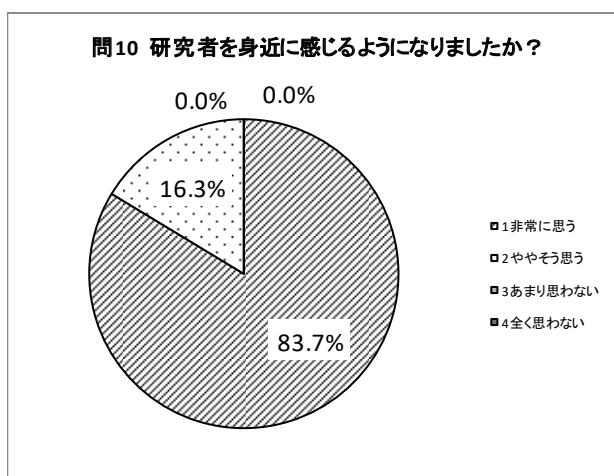
内容：講演「私の未来をデザインしよう～リケジョの生き方のススメ～」講師 美馬のゆり

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

〈第1回講演会のアンケート結果〉

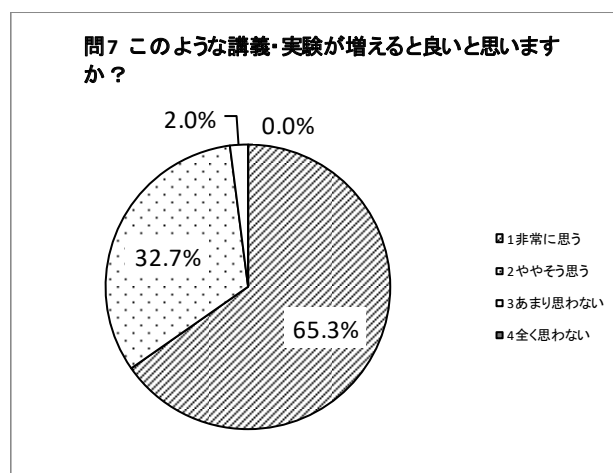
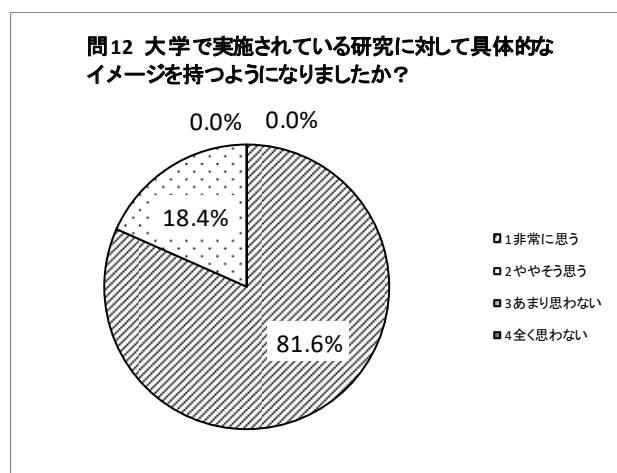
はじめに、「講演の内容はわかりやすかったですか」非常にそう思う73.5%、ややそう思う24.5%、「今回の内容を自分なりに理解できたか」非常にそう思う67.3%、ややそう思う32.7%という結果からも分かるように、昨年に引き続き熱心に話を聞くことができている。これは、著名な方から身近なロールモデルにしたことによるものと考えられる。

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は以下の通りである。



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



「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?」の3項目において、すべて「非常に思う」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、研究職に興味のない生徒もいたため、このような結果が出たことは意外であった。それだけ普段の生活の中で研究者を身近に感じるものが少なく、知らないことが多かったのではないかとと思われる。「問7 このような講義が増えると良いと思いますか?」で98%の人が「そう思う」と回答していることから、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。

〈第1回講演会の生徒の感想〉

・「薬の研究開発」と聞いたら今まで遠い存在のように思えて、あまり興味がなかったが、今回の講義を聞いて研究者が意外と近くにいることが分かった。

・営業についている人もかなり専門的な知識が必要であると知り、1つの仕事でも「〇〇だから△△が必要ない」ということではないのだなと思った。

・社会で働く人の生活について詳しく知ることができ、社会へ出て仕事をしていくときのイメージを今までよりも具体的にイメージできるようになった。

・研究は机にかじりつぱなしかと思っていたが、会議などいろいろとすることがあるのに驚いた。仕事の内容を細かく説明していただけたので研究職とはどのようなものか少しわかったし、すごく興味を持った。

・これから進学先や職業を決めていくときに、今の私の少ない情報で将来を決めていくのではなく、もっとたくさんを知ったうえで選択していきたいと思う。

・将来なりたいものについてインターネットで調べるだけでなく直接経験している人に聞くとしんしい発見があるので、積極性をもって人に聞いていくことは大切だと感じた。製薬会社といえば薬学部卒の人たちがたくさん働いているイメージだったが、農学部や工学部まで幅広い学部の方たちも多く勤務していると知れた。

・女性の働きやすい職場がどんどんできていることをはっきりと知ることができた。在宅勤務なども取り入れられているのはすごくいいなと思った。藤田さんは様々なライフイベントがあったのに、その都度復帰ができていて、すごくいい職場で働いてらっしゃるのだと羨ましく思った。本当に、そういう職場がどんどん増えていったらいいと思う。

・理系に求められる能力⇒「論理的思考」というのはグサッと心に刺さった。また、それを養うための方法や、なぜそれが重要なのかを具体的に教えてください、研究者の講義とは関係ないが、女性で研究職業に就く先輩にありがたい言葉をたくさんいただいた。今回のお話で「モノ作りなら研究職オススメ」と言われていて、本当に自分の転職を見つけたような気がして、途中で目頭が熱くなった。いつか私もバリバリ活躍する研究者になりたい。



第3章 実施の効果とその評価

第3章 実施の効果とその評価

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

第1期SSHで研究開発を行ってきた物理・化学・生物の各科目においては、問題発見・解決能力を高めるために思考過程を重視した教材・授業方法の開発を行い、その実践を進めている。従来の教え込みではなく、生徒同士の学び合い、すなわち、自分自身の言葉で説明し、他者の意見に傾聴して能動的に思考するアクティブラーニングを通して、学習内容の理解と概念形成がスムーズに進むような授業を実践した。

生徒による授業評価を年間2回実施しているが、「自分でじっくり考える時間があり、理解が深まる。」「グループ内での話し合いの中で、正しい答えを見出すことができる。」などの意見が多くあがっている。生徒はアクティブラーニングの活動の中で、講義形式の授業より意欲的に取り組み納得しながら理解を深められたと感じている。また、既習の知識を使って発展的な内容にチャレンジするような課題に対しても、論理的に考え結論まで到達する生徒も増えており、問題解決能力や問題発見能力も向上していると思われる。

また、理科以外の全教科でのアクティブラーニングの実践については、第2期1年目は年度当初のアクティブラーニングに対する教員の戸惑いや不安を解消するために、教員研修や定例の勉強会を重ねた。2年目は教育研究部教員研修係と協力し、アクティブラーニングに関する職員研修をしたり、香川県教育センターの講座に参加したり、先進校視察を積極的に行ったりしながら、それらに参加した教員から、各教科や校内に向けて情報発信を行った。そして、今年度はチームによる授業作りをテーマに、全教員が3～4名のグループに分かれ協働して授業を作り実践するという取組をスタートさせた。各教科で授業改善に向けた実践が広がっている。

27年度成果報告会（2月）は、物理・化学・生物・国語、28年度（12月）は、物理・化学・生物・数学・英語・音楽、29年度（9月）は、物理・化学・生物・数学・公民・体育が公開授業を行った。公開授業では、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。また、29年度11月の管理機関の学校訪問では、地学・国語・英語・美術が研究授業を実施し、指導・助言を仰ぐ機会を設けた。

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。発表会に向けて研究をまとめる中で、研究目的は明確か、研究計画に沿って進んでいるか、実験・観察の方法は妥当か、実験結果は調べたいことを検証するのに十分であるかなど、自己評価を行い、さらに、教員からの指導・助言、周りの生徒からの質問を参考に、それ以後の課題を明確にした。中間発表会と実験ノートについては、ルーブリックを作成し、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。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、数学の研究に対するルーブリックを、理科のルーブリックをベースに作成した。実験・観察を行うことが難しく、オリジナリティを追究することが困難な数学の分野の研究に関して、高校生段階での到達目標をどこに設定するのかを考慮して作成した。これを使用して、生徒の変容を捉えようとしている。今後このルーブリックが評価基準として妥当であるかどうかを、検討しながら改訂を加えていく予定である。

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5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U-Stream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。

主対象以外の生徒については、これまで、「総合的な学習の時間」において、各自がテーマを設定して個人研究を行ってきたが、インターネット等の情報を中心とした調べ学習だけで終わる生徒や、実験・観察に対して積極的にない生徒が多くいるという問題点があった。そこで28年度より普通科理系コースの生徒を対象に、このような問題点を解消し、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）」を開設した。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

第3章 実施の効果とその評価

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。

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2講座、化学分野3講座、生物分野2講座、地学分野3講座、数学分野2講座、環境分野3講座の出張講義を実施した。また、英語に関連した講座を4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
- 東京大学 宇宙線研究所
- 東京農工大学 農学部
- 国立天文台
- 物質・材料研究機構
- 宇宙航空研究開発機構 筑波宇宙センター・調布航空宇宙センター
- 高エネルギー加速器研究機構
- 理化学研究所 和光研究所
- 国立極地研究所
- 筑波実験植物園
- 国立科学博物館
- リスーピア
- 愛媛県総合科学博物館
- (株)タダノ

生徒の事後アンケートの結果より、講義・実験が面白く(93.6%)、講義の内容が理解できた(89.5%)。また、講義全体を通して90.9%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(81.8%)、講義内容をもっと知りたい(87.4%)と感じている。さらに、92.0%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、生徒の希望調査なども踏まえ、訪問先等を選定したり、「学びたいことプログラム」として生徒がつくる研修プログラムを実施したりしたので、これまでの生徒の取り組みよりもより積極的に意欲的であった。

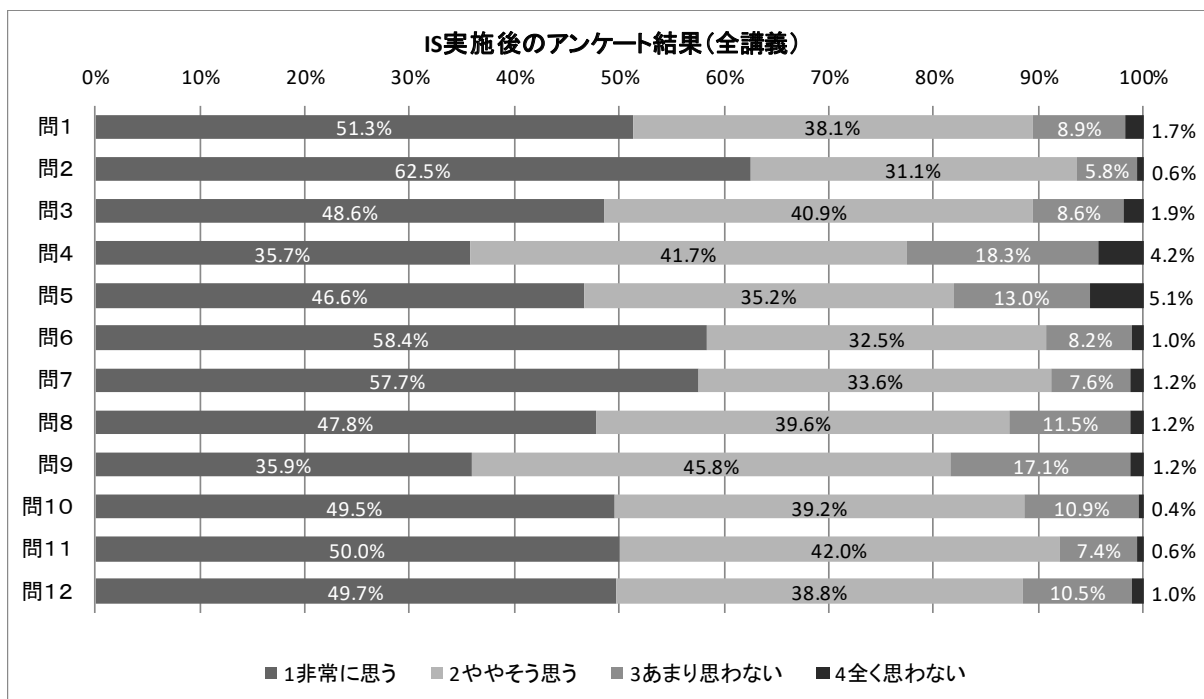


図 3-3-1 IS実施後のアンケート(上：全生徒の結果)

第3章 実施の効果とその評価

＜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・関心が増しましたか？
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、英語による物理・化学・生物・地学・数学の授業 CBI(Content-Based Instruction)を実施した。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が多く、海外で活躍したいと思う生徒は 70.7%であった。

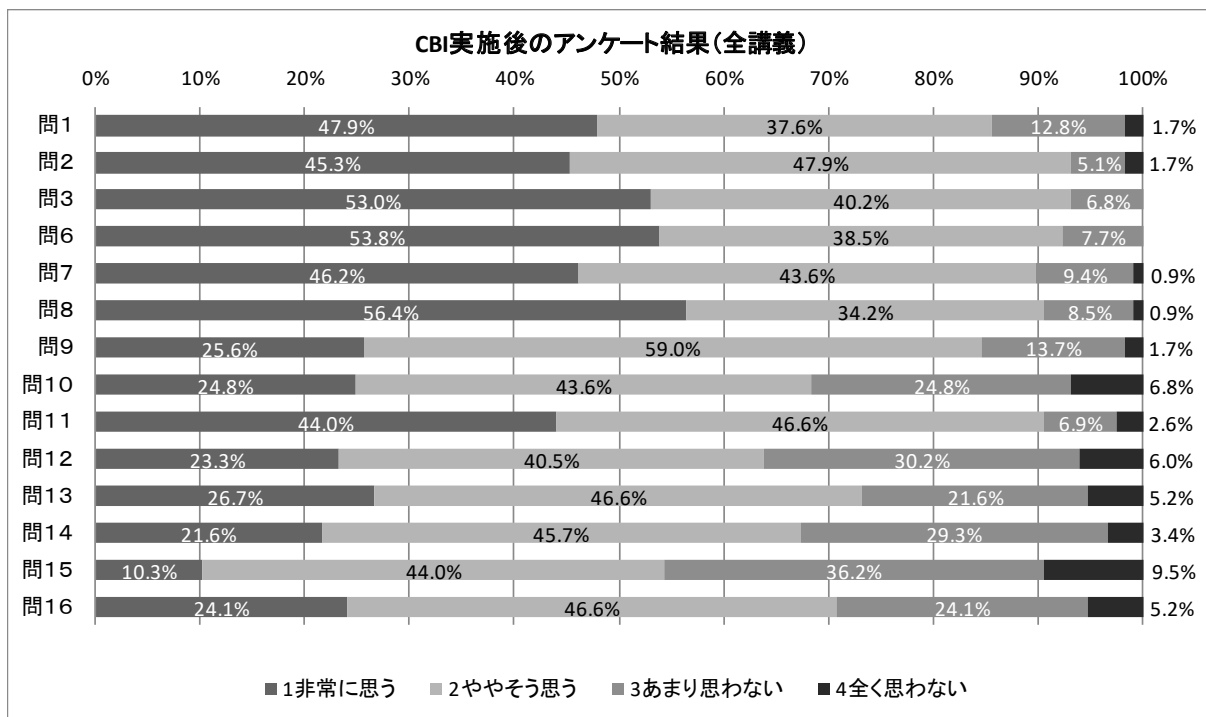


図 3-4-1 CBI実施後のアンケート

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。

毎年、前年よりも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。

昨年度から取り組んでいる「内容の簡略化」により、プレゼンテーションの対象者である連携校の生徒に内容が理解さ

第3章 実施の効果とその評価

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、内容が理解しやすくなったことから、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が、まだ準備段階である。しかし、今年度は2年生の関東合宿で、国立天文台で研究者としてのスタートを切った本校卒業生をはじめ、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。

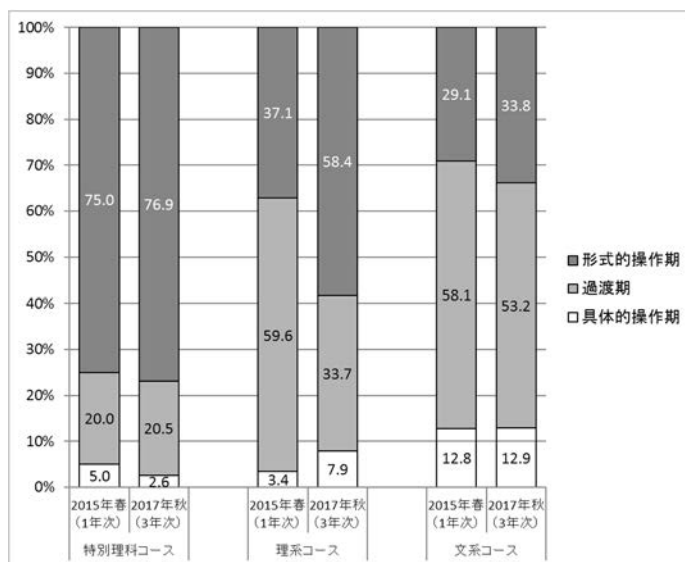
今年度も昨年度に引き続き、生徒がより身近に感じられるロールモデルを招き講演会を2回実施した。昨年度は女子生徒のみを対象としたが、女性が研究者として社会で活躍していくためには男性の理解や協力が必要であるので、第1回講演会は男子生徒も参加させた。また、香川県主催の「未来をつくるRIKEJO フェスタ in かがわ」に希望者数名が参加した。女子生徒の理系希望者は増加しており、さらにロールモデルとして捉えられるような取り組みを充実させたい。

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「ローソンテスト」を1年次の5月と3年次の10月の2回実施している。ローソンテストは、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。

過去のこのテストの結果では、入学時の到達レベルには多少の違いはあるものの、3年間SSHの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ていた。しかしながら、今年度の3年生に関しては、特別理科コースの生徒は、1年次から形式的操作段階に到達している生徒が多く、あまり大きな伸びは見られなかった。また、理系コースの生徒の変化は例年と大きく変わらず、3年次までに60%までのびが見られた。文系コースの生徒は、到達段階に大きな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。しかしながら、国語科教員からの指摘では、「読解力」にも原因があるのではないかとの意見もある。2016年12月に経済協力開発機構(OECD)が、各国の15歳を対象にした2015年の国際的な学習到達度踏査(PISA)の結果を発表した。日本の生徒の「読解力」の平均点が前回調査(2012年)の536点から大きく下がり、今回の結果では516点となっている。また、国際数学・理科教育動向調査(TIMSS)の2015年の結果でも、中学2年生の読解力の低下を示す傾向が見られている。文章を正確に読み取る力の低下が原因の一つであるとも考えられるため、29年3月・5月に国立情報学研究所の新井紀子教授と連携して、Reading Skill Testを全校生徒に対して実施し、調査している。また、既卒生のデータや今後のデータとも比較しながら、今後も分析・検証を進める。

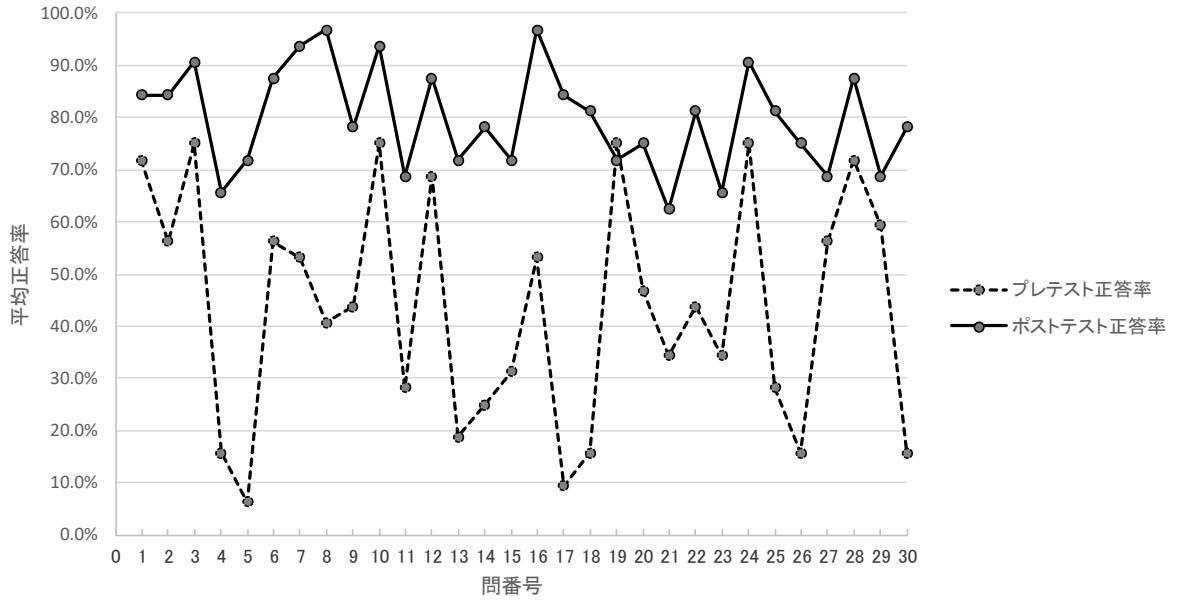
物理のアクティブラーニングによる効果の評価法については、新たに概念理解度調査テストとして「Force Concept Inventory (力と運動に関する概念調査テスト)」を実施している。調査は質問紙調査とし、実施時期については、物理学習前の2年生4月にプレテスト、3年生11月にポストテストを行い、概念の理解度や定着度を評価した。特別理科コースでは、クラスの平均正答率がプレテスト43.3%、ポストテスト79.8%で規格化ゲイン0.64、理系コースではプレテスト36.0%、ポストテスト61.8%でゲイン0.40となっており、海外の文献や日本国内での調査結果と比較しても、かなり高い数値となっており、アクティブラーニングや課題研究の成果により、正しい概念が形成されたことを示している。

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	
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



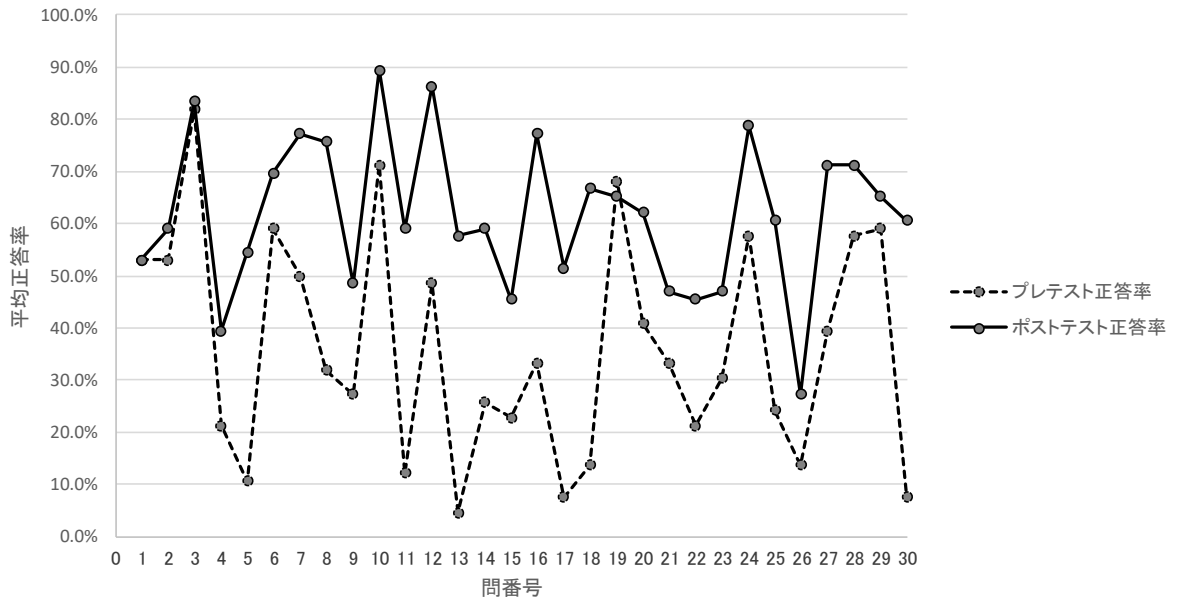
第3章 実施の効果とその評価

FCIの間別平均正答率(高松第一高等学校 2017年度3年特別理科コース)



(実質)規格化ゲイン 0.64

FCIの間別平均正答率(高松第一高等学校 2017年度3年理系コース)



(実質)規格化ゲイン 0.40

※(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。

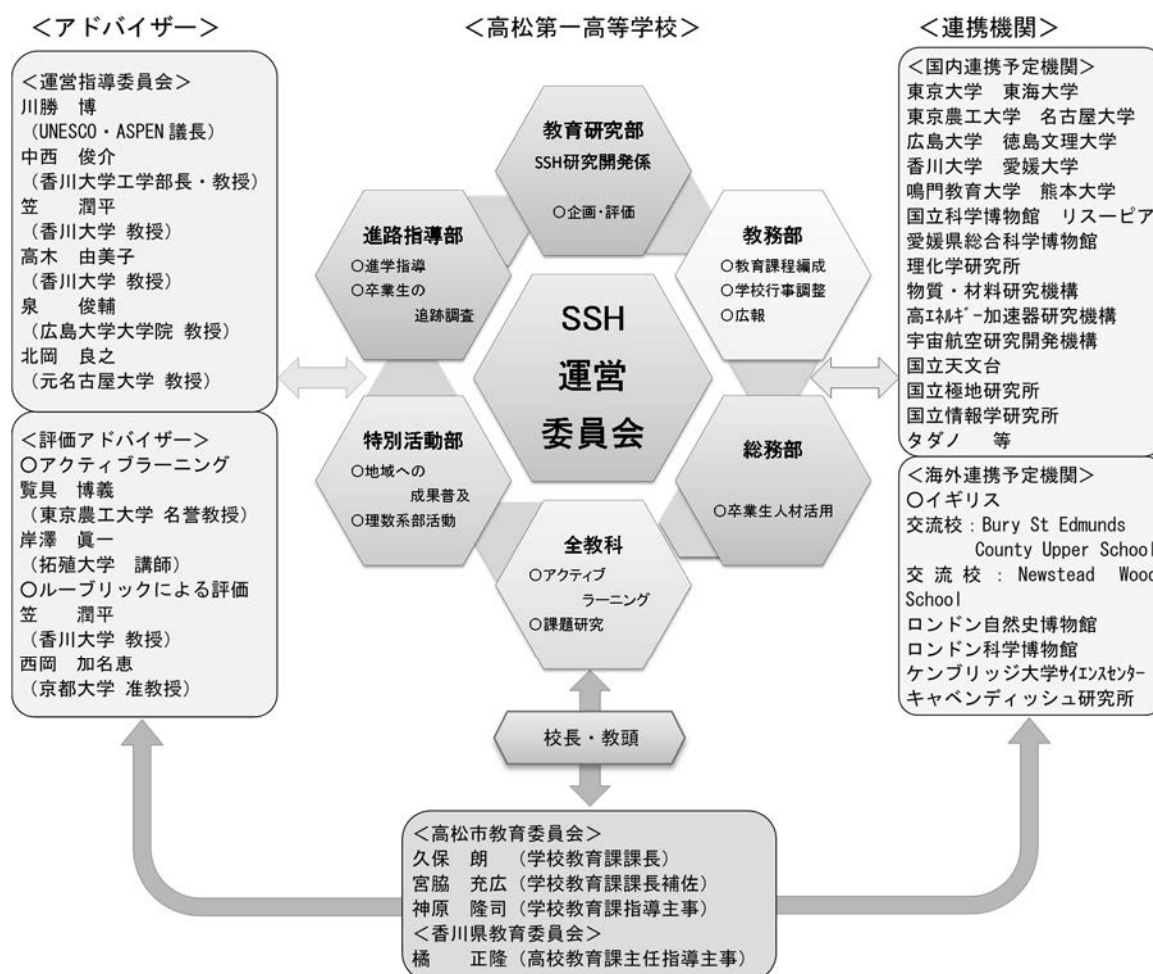
第4章 校内における

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：佐々木
英語：○佐野
地歴公民：原
芸術家庭：玉垣 |
| | 数学：植村
理科：岡田友、中島、大砂古、増田
保健体育：鎮田 |
| 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
これまでの採点を踏まえて、2年生第1回中間発表会に向けて、ルーブリックの改訂をする。
○伊賀、蓮井、二川、佐藤、丸山、田渕、空（植村、中島、岡田友、吉田猛） |
| 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
○本田、山下佳、三好 |
| 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
○川西、本田、大砂古、四茂野、（片山、佐藤） |
| 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
○片山、吉田猛、堀田、（佐野、佐藤） |



▲ 高松第一高等学校 SSH 組織図

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8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

教科内での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。

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、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つとしたが、ルーブリックの作成までには至っていない。次年度以降の研究では、評価方法として、ルーブリックやチェックリストなどのさまざまな評価方法の中から、どれが適切なのかを検討しながら、開発を進める。

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、「関東合宿」は教員主導で展開してきた。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。今後も「関東合宿」については継続するが、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。

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。

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。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、男子と女子を同じに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、数学部会では、アクティブラーニングの研究部会もあり、研究開発に本校教員も携わっており、情報提供できると考えている。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、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
地歴	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
保健体育	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。

関連資料 運営指導委員会

運営指導委員	川勝 博 (ユネスコ・アジア物理教育ネットワーク議長 (日本代表))	
	中西 俊介 (香川大学工学部教授)	笠 潤平 (香川大学教育学部教授)
	高木 由美子 (香川大学教育学部教授)	泉 俊輔 (広島大学大学院教授)
	北岡 良之 (元名古屋大学大学院教授)	覧具 博義 (東京農工大学名誉教授)
	西岡 加名恵 (京都大学大学院教授)	岸澤 眞一 (拓殖大学講師)

第1回運営指導委員会

日時：平成29年9月29日(金)15:30～

場所：本校 大会議室

<指導助言>

中西委員：一期目は全体についての課題の開発が多く、二期目は実践の充実ということだが、実践について非常に進んでいると思っている。理系女子の事業については開発段階だということであったが、それについてもしっかりしているのではないかと思う。

一つ目の全教科あげてのALの実践では、全教科、チームで授業開発、教材開発をさせてALの両輪を図るということをしてきているのは非常にすごいと思うし、全教科に波及させるのは難しいことだと思うが開発をさせていっているのは素晴らしい。ALは、学生側からするとALを受ける、教員側からするとアクティブティーチングを体得するということなのではないかと思う。大学においてもALが進んできているが、大学の先生では個性が強すぎてグループを組んでということ自体やりにくいことがしばしばある。教育というものは、それぞれの学校の設置目標に基づいてやるものなので、個の主張、個性輝くというものもあるが、あまりにも強すぎてしまうとまとまらず目標がばらけるというのがあるが、ばらけずチームでできているのは素晴らしいことだと思う。

二つ目の課題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践については、継続的にやられているのは存じ上げている。テーマの設定等難しいと思う。また、この中で目標とする課題解決能力や課題発見能力というものを、どれくらい学生が身につけたかというのは評価がしにくいと思う。最終的に評価するために、その基準作りのために非常に長い時間、最低、5年くらいとかかかるのではないかと思う。笠先生と開発されたルーブリックを継続的に見ていく必要があるのだろう。そして、フィードバックしながら、評価の仕方ということが見えてくると思う。評価と言ったときには、やはり見えないものの評価が難しい。点数で出てくるものについては確認することができるが、SSHで掲げている人材育成の最終目標は点数化しにくいような人材能力の育成を目指していると思うので、ある種、客観的になるところはあると思うが、客観的な評価基準としてルーブリックを設定されていると思うので、長いサイクルでチェックされていけばいいと思う。

三つ目と四つ目については、困難な点もあると思うが継続的にやれる体制ができているということなので今の状況で長い間やっていくことが重要と思う。「継続は力なり」という側面もある。見学先や外国に連れて行くということで苦労が多いとは思いますが、最終的には目に見えない視点を養うということにつながるだろう。グローバルな視点、幅広い視点を持っている人材というのはパッと見て分かるものではないが、様々な人と卒業後に一緒に仕事をしていくときにどういう話し方をするか、どのようなシーンを作って行動するかということに、結果として現れてくるのではないかと思う。長い時間かかる評価かもしれないが、個人的には素晴らしいことかなと思う。また、若い人は実は知的好奇心を持っていると思うので、それを発現させる場所を設けているのは非常にいいことだと思う。

最後になるが、理系女子生徒育成プログラムについてだが、わざわざこういう話を言わないといけないのは、社会がいかに男性社会であるかの裏返しだと思っている。男性の発想の流れの中で社会ができてきていると思うので、女性活躍という状況というのは社会的にはまだまだなので今後整備していく必要があると思う。社会全体として女性が男性と同じように活躍できる社会を端緒として、そこを切り崩して考えるためにもこういうプログラムも必要かと思う。今回、男性も一緒に受講させるというのは非常にいいことだと思う。男性もそういう視点でもプログラムに参加して、問題点を把握するということが必要と思う。

細かいところではALのところでは言われていたと思うが、学生たちに議論させるネタ作り、授業を展開していくことが難しいと思っている。問題点を認識しつつ、全教科で取り組んでいくという体制を大切にしたい。

高木委員：全体の進め方でチームという形で、問題や教材開発に取り組むということは、同じような文化を教科の中で構築していった後で全体で共有していくという、いわば、異文化交流の考え方と同じものだと思う。教科で同じ土俵、土台を作っていく。それができれば、次は他教科と共同して研究して教材開発をしていくと、より学習効果上がるような題材もあると思う。次の段階に進むときのステップになるのではないかと思った。

課題研究の取り組みや、外部機関との連携のところで、高校生のキャリア形成にきっかけを与えるというのがこのプロジェクトの1つの目標だということでも里海プロジェクトの説明があった。高校生が提案できるように進めていきたいということであったが、この視点は本当に大切なことだと思っている。まず生徒に一定の方向に向いてもらって、さらにその能力を伸ばしていくという進め方をこれからも続けていっていただければと思う。

女性研究者推進プログラムについては、私自身リケジョフェスタの会に参加してアイデアの段階から話をしている。なかなか香川県ではこのような取り組みはまだまだ広まっていないという話を聞いた。県内には様々なロールモデルがいっぱいいる。リケジョといわれているが、生徒がこれが理系という職業だと思われていない仕事(例えば新聞記者)について薦めていくと、よいロールモデルの紹介になるのかなと思う。これからも先生のいろいろな視点で、どういう方を生徒に紹介するとよりよいのかという形で進めていければ。男子生徒、女子生徒と分けて話すのではなく、すべての人がユニバーサルな考え方で進めていくことが女性研究者育成にとっては非常に大切なことではないかと思った。

授業を見せていただいたが、ALを進めていくうえで何分間話し合いの時間を与えればいいのか難しいという意見があった。今後の課題の教員のスキルアップのところでは挙げられているが、生徒たちに話し合いをさせるときに大切なポイントは、そのときの発問だと思う。その発問の仕方によっては生徒の話すというスキルに差がついてくるので、発問をあらかじめ考えることができるかどうか。その発問の善し悪しによって、時間が長くなる短くなるというのが変わるだろうし、生徒どうしが話すという行為が続けられるようになるだろう。そのような発問を授業の前に1つ考えておかれると、何を話したらいいのか分からず時間が延びるだけの討議ではなく、より密度の濃い討議ができるのではないかと思いながら聞かせていただいた。先生方が途中で何回もヒントを与えなければならぬような討議は本当はあまりいい討議とは思わない。最初の発問に生徒が考えられるようにする条件がすべて入っていると、あとは生徒どうしが自分の考えをどんどん話していくことで最終的な結論を導き出すことができるようになる。今後研究していただく上で、そのような発問を作ることに注意して実践していただければいいのではないかと思う。

泉委員：物理も化学もすごく練られた教材だったと思う。ALとして考えると、このあとの10分間が見たいというところだった。せつかく、生徒からあれだけの違う意見が出ているので、今回の授業ではクラスだけで考えさせてみる、または教員が少しヒントを出すなりしてクラスだけで正しい方向に議論が進んでいくようにしたい。生徒たちだけで正解を導くことができたなら、褒めて「君たちはちゃんと議論することによって結論にたどり着くことができたでしょう」と言ってあげると、生徒の中にもALというものが意識して残るのではないかと思う。一人ひとりの生徒にとって自分はどうか考えたから間違ったのか、どういう風にすれば正しい理解につながったのかということを考えて直させることが

関連資料 運営指導委員会

大切だと思うので、次の一時間も見てみたいと思った。

報告会の中で、数学は実験ができないと言う趣旨のことがあったのが気になった。数学ほど実験できるものはないと思う。生物や音楽と一緒にやってみると、これが数学で実験を考えるきっかけになる。こういうことを考えると数学も実験できないというのではないと思っている。

覧具委員：世の中がこれからどういう人材を必要とするかということは非常に大きく変わってきていると言われている。どのような人材が求められているかということに対してはいろいろな表現があるが、最近読んだ本の中で面白い言い方だと感じたのが、「適切な質問を相手の目を見て言えるような能力を持った人が必要とされている」というものだ。これが指す人というのは、論理的な思考ができる人であって、問題発見能力があって、問題解決能力があり、自分の考え方を論理的にきちんと伝えることができるコミュニケーション能力がある人等々とブレークダウンして言うことができる。これは高松第一のSSHのプロジェクトで開発の概要としてあげていることと通じるものがあり、この方向に何年も前から努力されているのは素晴らしいと思う。これまで何回か参加しているが、どんどん進歩している、よくなっている努力の跡が見られると感心している。こういう努力というのは継続して行うことや、目標にあるように持続可能な形でしていくことが非常に重要であると思う。あまり過度な負担になるとつらくなってしまうので、そこのところはやり方に合理的であったり効率的という視点を持たせて考えていくといいと思う。非常にいい目標に向かって着実な努力をされていると思うので、是非、今後ともこういう方向に頑張っていたらいいと思う。

西岡委員：関西でも高松第一はなかなかすごい実践をされていると聞いていたが実際見てみてその念を強くした。これは課題設定の際に生徒たちの思いを大事にしているということが生きているのかなと感じた。また、課題探究に生きるような形で各教科が学習を深めるために今まさに全教科でALに取り組みうとされているのかなと感じた。様々な人との出会い、自己認識の転換ということにもアプローチされているということで、こういった学校で育った生徒は素敵で大学生・社会人として羽ばたいていけるのだろうかと思った。

第2回運営指導委員会

日時：平成30年2月16日（金）15：40～

場所：本校 大会議室

<指導助言>

高木委員：課題研究ポスター発表では、たくさんの方の市内のALTの方々も来られていて、活発な議論ができていたと思う。また先ほど、佐藤先生からお話があったように、3月の英国研究で行く学校が中高だということで、ポスターの作り方も少し工夫をされていて、お話を伺うことで、よく分かった。新しいテーマもいくつか出ていて、特に化学のテーマは、今まさに製品化されるようなテーマも求められていて、せっかく製品化されるのだからということで、止めるのではなくて、高校生らしいアイデアで、どんな風に評価したらいいのか、高校生だったら、こういうのがあったらいいなという視点で研究を進めていったら面白い研究ができるのではないかなと思う。

また今回、文科省の資料を見せていただいて、アクティブラーニングの実践に関してたくさんの質問があったようだが、最初のところの【現職教育係】というところで色々な活動が為されているとのことだが、どんなことを具体的にされているのかなと後から教えていただきたいと思った。

今色んなところで、アクティブラーニングの実践がされていると思うが、一番最初の問いで、みんなが答えられるような問い、生徒が立場を決めるような問いを、しっかり授業の前で考えて、決めていただくと授業の内容が縮まった内容になるのではないかなと思う。また、理科や数学、他の教科にしても、良い教材が生徒の活発な活動に役立つのではないかなと思う、色々な先生方の

授業を見ていただきたい。また、質問があったように、個々の生徒を見取るのは難しいが、一人一人の生徒がどのように変容しているか見取る工夫を今後していけばいいのではないかなと思う。

女性研究者育成プログラムに関しても、これから進めていくと仰っていたが、今後何かありましたら、一緒に活動させていただけたらと思っている。

※【現職教育係】に関する回答：

佐野：2本柱を作っている。1つは、チームによる授業計画がメインで、今年から初めたのだが、その前に、一人一人の教員意識を高めるということで、研究授業を各教科1名ずつ、今後毎年展開していく。それも1つの機会になるのだが、研究授業だけだと、担当した者だけが頑張る仕組みになるので、チームを組むことで、チームで1つの授業をつくる形にした。大きな問題として、佐藤先生が仰っていたように、教員の士気の差があるので、進んでいるところと進んでいないところの差が激しかったり、1つのグループの中でも意見が割れたりしている。時間が取れないというのは、全員の先生方が思っているが、何を優先していくかなので、チームに一人でもひっぱってくる教員が増えるくと士気があがると思う。まだそこまで進んでいないところなので、1つの方向に向いているのが難しい段階である。続けていくことにより、頑張っていこうという方向になるのかな、というのが実感である。

笠委員：4つほど述べたいと思う。1つは、佐藤先生が述べられた生徒の変容について、物理の「力と運動に関する概念テスト」（以下FCI）で、授業前と授業後で非常に良い結果が出ているが、全国的にも、非常に良い結果である。概念的な理解を十分に定着するにはものすごく時間がかかるはずだが、生徒同士の間が納得し合って平均点が上がる訳ではないので、それで、このような結果が出ていると言うことは、1つは、授業態度を見ていても、生徒の学習意欲がすごく高いと思う。しかも、それがテストで点を取るためだけ、センター試験でのノウハウを使うための学習意欲だけでなく、物理現象を見て、それを物理的にアプローチで、どう把握するかということ自体に興味を持つような、それが探究的な実験を含めて、特に理系クラスに関して、当たり前にうまくできているのではないかなと思う。そして、それを教師が支えているのではないかな。そういう質問にも「それは試験に出ないよ」とは言わず、教師は応えているのではないかな。そういう面が良いのではないかなと思う。

2番目は、授業や実験を探究的にするアイデアについては、自分の課題研究のテーマでもあり、いくつかアイデアがあるので、今後、先生方と協力して、研究会でもできたらと思う。

3番目は、女性研究者の育成の問題については、女性教員のイニシアティブをもっと重視することが一番大事だと思う。女性教員がより視野を持つ、最大限重視すれば、女性の発想として、こういうことが必要だということが出てくるので、それを意識的に強めることが大切だと思う。

4つ目は、新テストの試行版が出たが、それについてみなさんどう考えるか、その辺を皆さんにお伺いしたい。

岸澤委員：課題研究の発表会だが、高校生の課題研究は必ずしもオリジナリティがなくてはならないということはないと思う。大事なのは科学的な探究方法を身に付けることが大事だと思う。もちろん学生科学賞とかはオリジナリティがないと上位にはいけないが、少なくともごく一般的なレベルで行っている研究に関しては、それほどオリジナリティはこだわらずに進めていってもいいのではと思う。生徒主体だと実現不可能なテーマも出てきてしまうので、そのときに教員がどういう風に指導していくのが1つの大きな問題だと感じた。

文部科学省のヒアリングの件で、何故SSHで授業改善を第一に持ってきたのかという話は、私も非常に大賛成で、それが日本の教育を変える一番のポイントだと思う。毎回言っていることだが、授業改善が全校的に行われていること、教科間問わず行われていること、日常的に行われていることは、この学校の特徴であると感じている。やはり、持続可能でないとできない。その時だ

け集中的にやっただけではだめなので、持続的に授業研究が行われていることが非常に大事だと思う。先ほど笠先生からあったように、FCIで得点が高いことではなくて、ゲインが高いところが注目されている。それは日常的な授業から培われているのだと思う。佐藤先生は、どうしてかわからないと仰っていたが、よく分からないのは日常的に行われているからだと思はれる。

先週、授業を見させていただいたときも、特別理科コースでなく、理系コースの生徒が非常にアクティブにディスカッションされていた。何が大事かという、ポイントの1つは、生徒に考えさせる課題の設定で、生徒が何を基に課題に取り組むかという視点がしっかりしていること。それから、教員がどのようにディスカッションに対して介入しているか。こういってところを、だいたいやらせて、良くできてきたので、高いゲインの要因だと思う。アクティブラーニングでの他校の連携はどうなっているのか。せっかく良い実践が全学的にできているので、全国的に広げてほしいと思うので、今後の課題にさせていただけたらと思う。

もう一つの質問は、繰り返しシートはかなりの膨大な量になるがどうしているのか。返却しているのか、ただたんに集めているのか。全部読んで次の時間にフィードバックしているのか。

【他校の連携に対する回答】

佐藤：他校との連携はほとんどない。公開授業の案内をして、見に来ていただいていることはあるが、こちらから売り込むことはない。どちらかという受身な感じである。

【繰り返しシートに対する回答】

本田：今物理の授業でやっている方法は、A4用紙に2・3行で書ける程度の文章のスペースを一回分として、授業中でも授業後でも、分からなかったところを書いてもらう。分かった人は、今日分かったことを書いてもらう。それを毎回準備している箱に入れて帰ってもらっている。それを全部チェックして、質問に対しては、プリントに打ち込んで、回答を作って、次の授業の冒頭でそれを基に復習したり、次の授業につなげたりしている。

返却は、前に繰り返しシートを置いて、授業に来た生徒から自分のものを取って席に着いてもらう。手間だが、とても高評である。多くの生徒が、自分が思わなかったことを疑問として書いてあったら、フォローしなければいけないことが分かったりして、教員の経験が浅い者にしては、良い方法だと思う。

岸澤委員：質問と同時に、分かったこともすごく大切だと思うので、質問だけでなく、分かったことも次の授業にフィードバックすると好影響があると思う。切磋琢磨するようになる。

【繰り返しシートに対する回答】

佐野：英語の授業でも、物理の授業と同じ事をしていて、今日の感想や分かったことと分からなかったことを3行ぐらい書かせている。英語は一度に進まないで、全てに目を通して、1週間に1回程度フィードバックしている。

覧具委員：成果報告を見させていただいて非常に強い印象を受けた。印象に残っているのは中間ヒアリングの時の様子で、詳細は見れていないが、課題研究よりも授業改善を優先しているということだ。先生方のレスポンスが非常に良かった感心している。SSHのような活動が後に残るような活動でなければならないという観点が非常に大事だと思うし、それをベースに授業改善をしていくということ文科省のヒアリングでバシッと言えたことは非常に素晴らしいことだと思う。こちらの授業改善やALを拝見して、先生方の相互の協力、理科だけでなく文系科目も含めて全体が勉強しながら模索するということは非常に大事だと思う。実際にALが威力を発揮するのは理系科目だけでなく英語とか歴史とか文系科目に非常に効果を発揮するというのは実は外国も含めてずいぶん実証をされていて、知る範囲では、このように意識的に行っているところはあまり多くないと思う。授業改善というのは、ばつと効果が出るものではない。でもALをして目に見えて効果が出ないことですぐあきらめてしまうケースが多すぎる。考えて答えてこれからにつなげていく、そのためには先生方がかなり疲れるやり方は持続可能ではない。無理のないように。

今までの努力の蓄積があると思うのでそういうものを大事にしていけばいいのではないかと。先生たちが元気でなければならない。先生たちが元気になれるのは、生徒たちの反応じゃないか。「あっ、そうか！」と自分で納得できたそれが先生方にとってのやりがいや喜びを感じる大きなファクターだと思う。

力学概念理解度調査の結果については、正直、非常に感動している。今まで、力学概念調査は1990年代から開発されて、アメリカでいろんなデータが蓄積されている。最初は6千人くらいの高校生大学生に向けて実施されたという研究が報告されている。最近では、従来型の授業をしている方のゲインは、理屈の上で上限が1.0、下限はない。従来型の授業をしているとだいたい0.25くらいになるというのが1998年くらいの論文に結果が出ている。それが、双方向型授業、要するにALをすると0.4を超えるというのがだいたい世界の共通認識になっている。それが特別理科クラスでは、0.64。これはすごく大きい数値だ。もう一つのコースでも0.40。これ自身も従来型の授業ではまず出ない数値だ。まだまだ上昇するのではないかと期待される。

さらに、今日の発表だが、率直に言って課題研究自身がまず大変なのに、それを英語で表現するのは非常に難しい。あまり無理しなくていいのではと思う。一つは、まず日本語でプレゼンを組み立てたときにロジカルなステップになっていることが重要だ。どういう条件、どういう注目点でやってみたらこういう結果が分かったということを論理的なステップをできるだけ簡潔に単純に日本語で整理していったうえで、できるだけ文字数の少ない英語で要点だけ説明すればよい。

中西委員：プレゼンテーションが少しわかりにくい。やり方の基本を押さえていない状態で英語のプレゼンをしていたのではないかと。論理的なプレゼンは訓練がいる。どういう前提でどういうことをやって、どういう結果になったところを簡潔にまとめる訓練が必要だ。これも時間がかかる。我々の研究発表でも同じで、ある程度経験がいる。質疑応答に答える段階でこういう風に説明したほうがよくなったとか訓練が必要だ。英語のほうも同じで、場数が必要である。訓練数が多くないと思うので、そういう視点で訓練していけばよいと思う。3月にイギリスへ行くまでに、見直した方がいい。

テーマについては面白いものが多かったと思う。自分でテーマを決めているそうだから結論がちゃんと出ないテーマもある。それはそれでいい。結論が出ないということを論理的に突き詰めて証明するというのもある意味では真理探求の方法だ。すぐに結果が出ることは少ないと思う。

文科省ヒアリングも含めて、審査員の方から課題研究とアクティブラーニングの順序が逆になっているのはなぜかというのを聞かれてきちんと一高のスタンスを説明してむこうが納得している。むこうが逆に型にはまっている感じがある。非常にいい応答だと読ませていただいた。

力学概念調査の結果を見て衝撃でした。興味があって、大学の1年生にローソンテストをした。はっきりした結果は見せてもらってないがゲインなしという結果が出ている。一高では0.64、授業のALが効いているんだなあと思う。変に型にはまったALではないんじゃないか。そこに特徴があるのではないかと。ほかのSSH高でこのような調査をしているところはないか？

覧具委員：正確には思い出せないが、1、2つはあったと思う。

中西委員：大学の授業も見直さないといけないのではないかと考えている。こちらの生徒さんにとっては、ゲインが増えたということで、内容の理解度は、今のやっているやり方があっている証拠なのではないかと思う。理系女子のプログラムがと指摘されていたが、継続的にやっていって、育てるといって、増やすというか、すぐに結果が出るというものでもない。社会通念を崩しながらいかないといけないので早急にはいれない。まだ、社会全体でも十分できていない状態での一高のトライなので、継続的に行くしかないだろう。