

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 2 年次

平成 29 年 3 月



高松第一高等学校

## 巻頭言

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 2 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、1 期目では大きな成果をあげることができた一方で、次のような課題も残りました。

- ①理科以外の教科に、SSH で取り組んだアクティブラーニング等の授業改善を広げること
- ②主対象以外の理系コースに、科学的な探究方法等を身に付ける理科課題研究を新設すること
- ③活動プログラム内に、生徒自ら積極的にプログラムの企画・運営に携わる機会をつくること

そこで、2 期目ではこれらを踏まえ、プログラムの充実と継続、全校への拡がり为目标に実践を進めています。2 期目の研究開発課題は「自ら考え行動できる創造的人材を育成する持続可能なプログラム実践」としており、次の 5 項目を掲げて取り組んでいます。

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

2 年目である本年度は、特に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蓄積が進んでいますが、他の教科科目においても授業方法の開発やその実践内容の共有化を速やかに進めなければならないと感じているところです。各教科で生徒に身につけさせたい学力を掲げ、教員研修会や勉強会を重ねる中で、教科の特性にそった様々な授業方法が試みられています。これらを含めた取り組みは未だ発展途上ですが、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て、これからの時代に相応しい授業について、意見交換ができれば幸いと存じます。

最後になりましたが、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28年度SSH研究開発実施報告（要約）	1
平成28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	12
2 研究開発課題	12
3 研究の目的・目標	12
4 研究開発の概略	13
5 研究開発の実施規模	14
6 研究開発の仮説	14
7 研究開発の内容・実施方法・検証評価	14
8 必要となる教育課程の特例等	15
9 研究開発計画・評価計画	17
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	19
II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践	38
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	49
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	59
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	64
第3章 実施の効果とその評価	66
第4章 校内におけるSSHの組織的推進体制	74
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	75

### 関係資料

平成26・27・28年度入学生 普通科特別理科コースの教育課程表	78
運営指導委員会	79

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

① 平成28年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

<b>① 研究開発課題</b>	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
<b>② 研究開発の概要</b>	<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>
<b>③ 平成28年度実施規模</b>	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。
<b>④ 研究開発内容</b>	<p>○研究計画</p> <p>【第1年次】</p> <p>I 全教科によるアクティブラーニングの実践          理科：アクティブラーニングの実践・検証・プログラム開発          理科以外：導入分野の検討・プログラム開発</p> <p>II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践          「Introductory Science」「Advanced Science I」「Advanced Science II」の実施</p> <p>III 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践          「Introductory Science」「Advanced Science I」「自然科学講演会」の実施          「関東合宿」の実施</p> <p>IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践          「Introductory Science」「Advanced Science I」の実施          「海外研修」の実施</p> <p>V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発          「Introductory Science」「自然科学講演会」「関東合宿」の実施</p> <p>【第2年次】</p> <p>I 全教科によるアクティブラーニングの実践          理科：アクティブラーニングの実践・検証・プログラム開発、アメリカの教科書の翻訳          理科以外：導入分野の検討・プログラム開発と試行</p> <p>II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践          「Introductory Science」「Advanced Science I」「Advanced Science II」の実施          理科課題研究の実践。ルーブリックによる評価・検証</p> <p>III 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践          「Introductory Science」「Advanced Science I」「自然科学講演会」の実施          「関東合宿」の実施          「学びたいことプログラム」の実施方法の研究</p> <p>IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践          「Introductory Science」「Advanced Science I」の実施</p>

- 「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

#### ○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28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到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。パソコン計測実験の開発は島津理化株式会社と協同で行う。

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

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、平成28年度より、新たに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

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。

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。

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。

### ⑤ 研究開発の成果と課題

#### ○実施による成果とその評価

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の時間を重視した教材・授業展開の開発を行い、実践が進んでいる。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。また、学校全体では、今年度、アクティブラーニングを意識した授業を展開した教員が81%（27年度は67%）となり、学校全体としてアクティブラーニングに対する取り組みが自然な流れになってきている。

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、今年度、数学の研究に対するルーブリックを数学科主導で開発した。

28年度より普通科理系コースの生徒を対象に、「理科課題研究（1単位）」を開設した。2学期中間考査以降、時間割を調整して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。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と考えている。

「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、英語による物理・化学・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は80.3%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、県内の大学院に在籍している女性の大学院生に依頼し、理系女子会を開催した。

#### ○実施上の課題と今後の取組

アクティブラーニングに関しては、実践例の共有や教科間での情報交換を通して校内での教員のスキルアップ、先進校での取組の視察など、研鑽の機会を多く取っていく必要がある。

課題研究では、実験・観察を3年次7月まで行っており、その後発表会の準備や最終の論文作成を行っている。生徒の進路保証のことも考えて、各グループの担当者と生徒とのディスカッションを密にして、進度の管理を行い、3年次の「Advanced Science II」の時間帯に発表の準備やプレゼンテーションの練習、そして論文の作成をさせたいと考えている。また、「理科課題研究」に関しては、テーマ設定や評価について引き続き開発を進める必要がある。

今年度の「関東合宿」では、「学びたいこと」プログラムを試行した。与えられたプログラムをこなすだけでなく、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・意欲的に取り組むことのできるプログラムの実践を考える必要がある。

身近な存在がロールモデルとして捉えやすいということからも、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、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必要がある。また、授業改善の視点からの検討も行う。

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

②平成28年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果

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の時間を重視した教材・授業展開の開発を行い、実践が進んでいる。

アクティブラーニングを通して、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し、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、講義形式の授業より意欲的に取り組むことができ、アクティブラーニングの活動の中で、納得を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加しており、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消極的なイメージを解消するために、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、職員研修でアクティブラーニングに関する研修をしたり、香川県教育センターのアクティブラーニング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、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。授業改善の流れは、徐々に広がりを見せ、各教科で実践が行われるようになった(第2章参照)。

27年度2月のSSH研究成果報告会では、物理・化学・生物に加え、国語が公開授業を行った。28年度12月の成果報告会では、物理・化学・生物に加え、数学・英語・音楽が公開授業を行った。公開授業では、参加者と様々な意見や情報を交換し、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も行った。

公開授業のフィードバックボードの例

授業全体を通して気づいた点を付箋に記入し、授業の場面に合わせて貼ってください。			
	授業の前半	授業の中盤	授業の後半
<b>ここが良かった!</b> (自分の授業に取り入れた点)	デジタルカメラや電子黒板の使い方がイメージできず、黒板に書き加えるのが面倒で、授業の前半は遅れていた。	デジタルカメラや電子黒板の使い方がイメージできず、黒板に書き加えるのが面倒で、授業の前半は遅れていた。	授業の前半は遅れていた。
<b>こうしてみたら?</b> (自分ならどうするか)	デジタルカメラや電子黒板の使い方がイメージできず、黒板に書き加えるのが面倒で、授業の前半は遅れていた。	デジタルカメラや電子黒板の使い方がイメージできず、黒板に書き加えるのが面倒で、授業の前半は遅れていた。	デジタルカメラや電子黒板の使い方がイメージできず、黒板に書き加えるのが面倒で、授業の前半は遅れていた。
<b>質問??</b> (授業者に向けてみたい)	デジタルカメラや電子黒板の使い方がイメージできず、黒板に書き加えるのが面倒で、授業の前半は遅れていた。	デジタルカメラや電子黒板の使い方がイメージできず、黒板に書き加えるのが面倒で、授業の前半は遅れていた。	デジタルカメラや電子黒板の使い方がイメージできず、黒板に書き加えるのが面倒で、授業の前半は遅れていた。

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、科学的なものの方や考え方、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。

1年次の学校設定科目「Introductory Science (2単位)」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」の講義の中で、課題研究を進める上で重要な概念や手法が課題研究を進める中で役立っており、変数の制御、科学的なものの方や考え方ができてきた生徒が多くなってきている。また、大学等の研究者を招へいた最先端の自然科学や科学技術についての講義は、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ている。さらに、2年次の学校設定科目「Advanced Science I (2単位)」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できるだけ早くすることで、調査研究の時間が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」と題した講演会を実施した。大学入学後もきちんと教えられないことのない実験ノ



ートの必要性と重要性やその記載の仕方など、ていねいに教えていただいた。生徒は「実験に関わることはすべて記録する」という意識が高まり、課題研究だけでなく、通常の理科の授業でも実践している。

また、各学期末に中間発表会を実施した。中間発表会に向けて研究をまとめる活動を通して、研究目的は明確になっているか、研究計画に沿って進んでいるか、実験・観察の方法は妥当であるか、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、自己評価の機会となるとともに、教員からの指導・助言、周りの生徒からの質問が参考となり、それ以後の課題が明確になった。中間発表会と実験ノートについては、ルーブリック（評価基準）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、今年度は2年生の課題研究において数学に関する研究を行うグループがあり、これまで課題であっ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、高校生の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。今年度の中間発表からこのルーブリックを使用して、生徒の変容を捉えようとしているが、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。

### 数学の研究に対するルーブリック

平成28年度 高松第一高等学校 第2学年 SSH課題研究 12月第2回中間発表ルーブリック (数学分野用)					
		不十分(1)	もう少し(2)	ほぼ十分(3)	十分(4)
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)	研究目的が述べられていない。 興味を持った事象(きっかけ)と今回の課題設定との関連性や課題解決の意義がみられない。	研究目的は述べられているが、興味を持った事象(きっかけ)と今回の課題設定との関連性や課題解決の意義が曖昧である。	研究目的や、興味を持った事象(きっかけ)と今回の課題設定との関連性、課題解決の意義が概ね示されている。	研究目的や、興味を持った事象(きっかけ)と今回の課題設定との関連性、課題解決の意義が明確に示されている。
	先行研究の調査 これまでの研究結果の理解	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。	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。	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。 文献などの整理・提示が不十分である。	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。 文献などの整理・提示が適宜行っている。
②研究	研究の状況	研究・取り組みの方法や手順がまとまっておらず、全体像が全く示されていない。	研究・取り組みの方法や手順は示されているが、不十分な点が多く見られ、全体像がぼんやりしている。	研究・取り組みの方法や手順が適切に述べられ、全体像がはっきり示されている。	研究・取り組みの方法や手順が適切に述べられ、全体像がはっきり示されている。 さらに、より深い研究を行うための方針がみられる。
	研究内容の信頼性	統計分野の場合は、データの取り扱いに関する記述が示されていない。	統計分野の場合は、データの取り扱いに関する記述が示されているが、不十分な点が見られる。	統計分野の場合は、データの取り扱いに関する記述が正確に示されている。	統計分野の場合は、データの取り扱いに関する記述が正確に示されている。 さらに、より高い質のデータを得るための工夫もみられる。
③研究の分析・表現	表現方法と分析	研究結果・過程を図表・グラフなどで表せていない。 結果・過程の理解も見られない。	研究結果・過程を図表・グラフなどで表しているが、不十分である。 結果・過程の理解が不十分である。	研究結果・過程を図表・グラフなどで明確に表している。 結果・過程の理解が十分になされている。	研究結果・過程を図表・グラフなどで明確に表している。 また結果・過程の理解が十分になされており、発展性も見られる。
④結果の数学的見解	数学的思考・理解	研究結果や過程を数学的法則や定理に基づいて説明しておらず、経験や常識に頼っている。	研究結果や過程を数学的法則や定理に基づいて説明しているが、不十分である。	研究結果や過程を数学的法則や定理に基づいて説明している。	研究結果や過程を数学的法則や定理に基づいて説明している。 さらに、その過程を論理的にわかりやすく述べている。
⑤今後の取り組み	具体的な今後の予定	冬休みに行う予定が立てられていない。 どのようなことをするか、具体的な取り組みが述べられていない。	冬休みに行う予定が立てられているが、どのようなことをするか、取り組みの部分が曖昧である。	冬休みに行う予定が立てられており、今後の取り組みが具体的に立てられている。	冬休みに行う予定が立てられており、今後の取り組みが具体的に立てられている。 さらに冬休み後の取り組みにも触れている。

3年次には、学校設定科目「Advanced Science II (1単位)」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4回四国地区SSH生徒研究発表会(愛媛県立松山南高等学校体育館)では、すべての研究グループがポスター発表を行った。2年生は他校の発表も聞き、相互交流を図った。また、7月の校内課題研究成果発表会(e-とぴあ・かがわ)では、全ての研究グループがステージ発表し、その様子を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。

28年度より普通科理系コースの生徒を対象に、「理科課題研究(1単位)」を開設した。2学期中間考査以降、時間割を調整して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。これまでは、「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。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

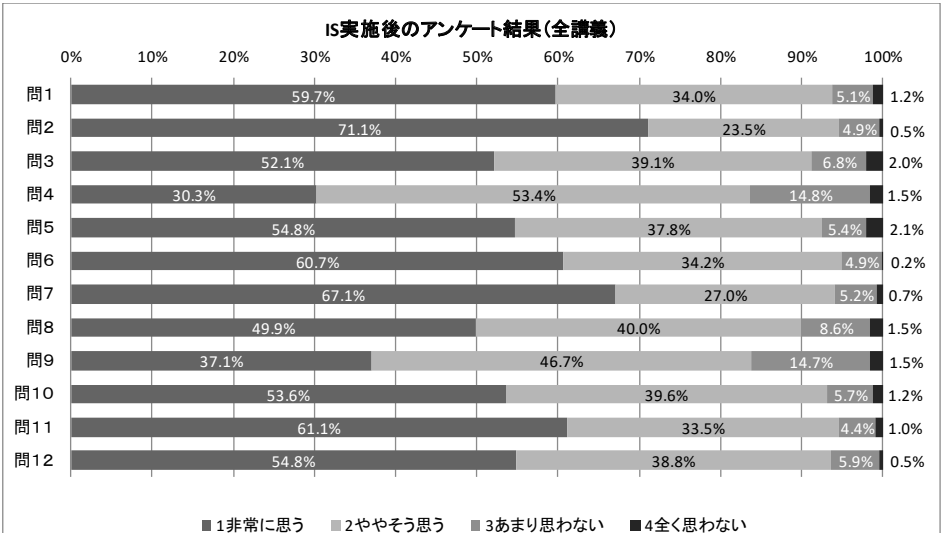
「Introductory Science」, 「Advanced Science I」 「関東合宿」 「自然科学講演会」の中で、自然科学への興味・関心を高め、最先端の研究内容を知る目的で、出張講義等を実施した。今年度、物理分野3講座、化学分野4講座、生物分野6講座、地学分野2講座、数学分野3講座実施した。また、英語に関連した講義を4講座実施した。2年次以降の課題研究のヒントになることも考え、できるだけ分野が偏らないように工夫した。また、最先端に触れる機会として、研究所や企業や大学の訪問も実施した。今年度訪問した研究所・大学は以下のとおりである。

香川大学 工学部、農学部、瀬戸内圏研究センター	
国立天文台	物質・材料研究機構
宇宙航空研究開発機構	高エネルギー加速器研究機構
東京大学 宇宙線研究所、物性研究所	東京農工大学 農学部
国立科学博物館	日本科学未来館
国立極地研究所	味の素株式会社 川崎工場
一般財団法人 阪大微生物病研究会 観音寺研究所	

生徒の事後アンケートの結果より、講義・実験の内容は分かりやすく(93.7%)、講義・実験が面白く(94.6%)、講義の内容が理解できた(91.2%)。また、講義全体を通して94.9%の生徒が積極的に取り組みたと自己評価しており、実験技能を高めることができ(92.6%)、講義内容をもっと知りたい(89.9%)と感じている。さらに、94.6%の生徒が研究に対する興味・関心が増したと回答しており、研究者をロールモデルとして捉えられたという生徒も多く、一定の成果を上げることができた。また、今年度は講義・実験に関連する内容を自分で調べたいと思っている生徒も83.8%と例年より多く、自ら学ぼうとする姿勢も見られた。今年度は生徒の希望調査なども踏まえ、訪問先等を選定したので、これまでの生徒の取り組みよりもより積極的で意欲的であった。プログラムの企画・運営

<アンケート項目> (※問13～問16は、英語分野の講座のみの質問)

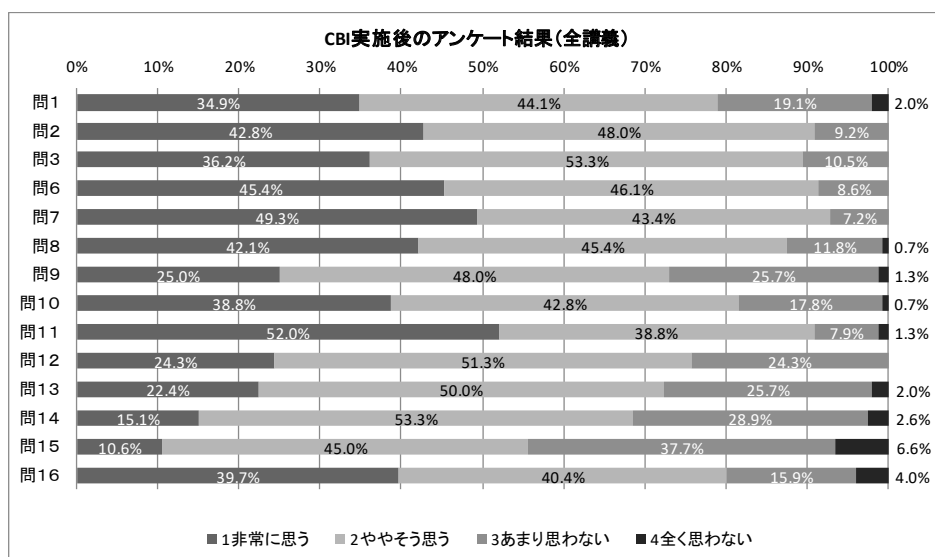
- 問1 今回の講義・実験の内容は分かりやすかったですか？
- 問2 今回の講義・実験は面白かったですか？
- 問3 今回の講義の内容を自分なりに理解できましたか？
- 問4 今回の講義・実験の中で、予想・仮説を立てて実験観察をする、または結果から分かることを考えることができましたか？
- 問5 今回の実験・観察に積極的に取り組み、実験技能を高めることができましたか？
- 問6 今回の講義全体を通して、積極的に取り組みましたか？
- 問7 このような講義・実験が増えると良いと思いますか？
- 問8 今回の講義・実験内容をもっと知りたいと思いましたか？
- 問9 今回の講義・実験に関連したことを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？



にも生徒が主体的に関われるようなシステムを構築することが今後の課題である。

#### 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

「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・地学・数学の授業CBI(Content-Based Instruction)を実施した。これらの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は80.3%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や原稿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。特に、今年度は放課後の時間帯にALTがボランティアで、コミュニケーションやプレゼンテーションの練習に来て、生徒に対応していただいた。これまでの生徒に比べ、英語による課題研究のプレゼンテーションの質も向上している。

次年度以降も、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、海外研修を一つの目標として、継続的な取組を計画したいと考えている。

#### V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発

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

また、2015年度ロレアル・ユネスコ女性科学賞国際新人賞を受賞された県内の大学院に在籍している女性の大学院生に依頼し、理系女子会を開催し、研究内容だけでなく、キャリア教育的な視点からこれまでの歩みと今後のキャリアプランについてお話しいただいた。女子生徒の理系希望者は年々増加しており、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。

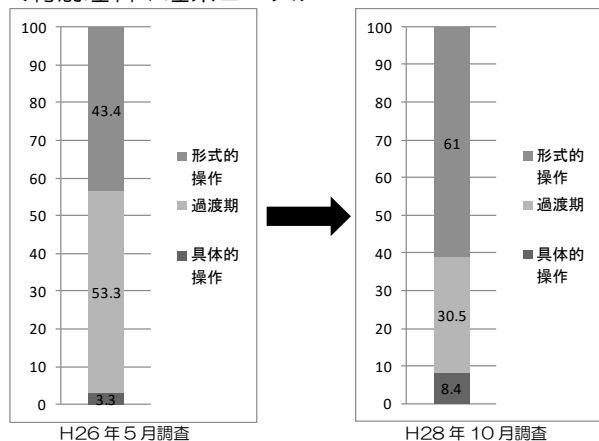
過去のこのテストの結果では、入学時の到達レベルには多少の違いはあるものの、3年間SSHの主対象クラスに所属した生徒は、3年次までに約70~80%の生徒が、青年期までに獲得されるとされる形式的操作段階に到達していた。しかしながら、今年度の3年生に関しては、特別理科+理系コースの生徒は、1年次から3年次までに到達段階にのびが見られるものの、文系コースの生徒は、到達段階に大きな伸びが

ないのが特徴である。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。

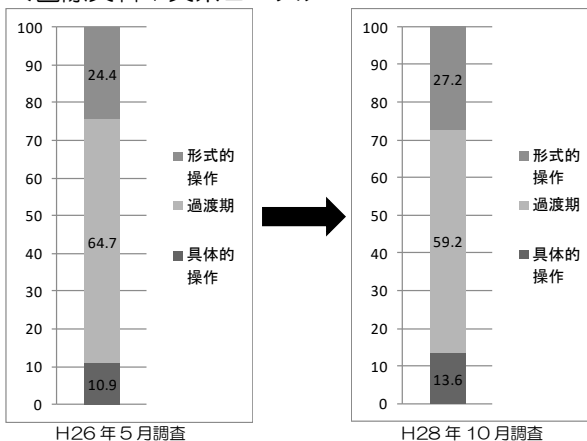
しかしながら、国語科教員からの指摘では、「読解力」にも原因があるのではないかと意見もある。2016年12月に経済協力開発機構（OECD）が、各国の15歳を対象にした2015年の国際的な学習到達度踏査（PISA）の結果を発表した。日本の生徒の「読解力」の平均点が前回調査（2012年）の536点から大きく下がり、今回の結果では516点となっている。また、国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）の2015年の結果でも、中学2年生の読解力の低下を示す傾向が見られている。文章を正確に読み取る力の低下が原因の一つであるとも考えられるため、29年3月・5月に国立情報学研究所の新井紀子教授と連携して、Reading Skill Testを全校生徒に対して実施し、調査する予定である。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。

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

＜特別理科+理系コース＞



＜国際文科+文系コース＞



## ② 研究開発の課題

### 1 研究開発実施上の課題

#### I 全教科によるアクティブラーニングの実践

これまでの学校内のアクティブラーニングに対する取り組み状況を踏まえて、SSH運営委員会内の授業改善研究推進グループのメンバーや教育研究部教員研修係が見た校内のアクティブラーニングの進捗状況は、『昨年度に比べて授業改善やアクティブラーニングに対する意識の高まりが見られ、徐々に教科内での情報共有や授業研究が進んできている』との分析であった。

12月のアンケートでも、「アクティブラーニングを意識した授業を行ったか？」という問いに対して、昨年度の67%から、今年度は81%まで、実践した教員が増加したという結果を示した。これは、アクティブラーニングの導入に積極的な一部の教員による個人ベースの取組にとどまっていた昨年度の課題を改善し、研究授業や公開授業に向けた取組が、教科内で共有されたり、導入分野の検討を共同でしたり、教材研究をしたりする雰囲気が出てきたと考えられる。実施した結果、生徒が「主体的になった」、「受け身ではなく考えようとするようになった」、「ディスカッションすることで理解度が増す」という意見が寄せられた。また、教員にとっては「生徒の理解度を把握できるようになった」、「生徒の考えがわかった上で授業を展開できる」などのプラス面と、「騒がしくなる傾向がある」、「準備が大変」、「進度が遅くなった」などのマイナス面があげられた。課題はあるものの、学校全体としてアクティブラーニングに対する取り組みが自然な流れになってきている。次年度以降も、実践例の共有や教科間での情報交換を通して校内での教員のスキルアップ、先進校で取り組まれているアクティブラーニングの視察など、研鑽の機会を多く取っていく必要がある。

## 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「Introductory Science」「Advanced Science I」「Advanced Science II」の中で、問題発見能力や問題解決能力を養うことができるようなプログラムの流れを再確認し、課題研究をさらに充実させる。現在、進捗状況の悪いグループは、課題研究で行っている実験・観察を3年次7月まで行っており、その後発表会の準備や最終の論文作成を行っている。生徒の進路保証のことも考えて、各グループの担当者と生徒とのディスカッションを密にして、進度の管理を行い、3年次の「Advanced Science II」の時間帯に発表の準備やプレゼンテーションの練習、そして論文の作成をさせたいと考えている。

また、ルーブリックについても、採点する教員の意見や要望を聞きながら、見直しや改訂を考えていく必要がある。特に、数学のルーブリックについては、今年度が1年目であるので、まだ見えていない問題点が隠れている可能性が高い。一度作って終わりというのではなく、課題研究を通して育てたい生徒像を常に思い描きながら、省みたいと考えている。

2年生理系コースの生徒に対して今年度より開設した「理科課題研究」については、その研究テーマや実際の講座の運営について、理科・数学の教員で再度検討する必要がある。今年度は、2年生理系クラスが2クラスであったが、次年度は3クラスとなる予定である。講座割りなども工夫が必要である。また、研究テーマについては、科学的な探究方法を身につけさせることを目的とし、特に入力変数と結果の変数の相関関係を明らかにするための実験を計画できるような内容を検討する必要がある。今年度の実施結果を受けて、改善しようと考えている。

また、生徒の活動を評価する評価票についても、今年度は「課題把握力」、「発想力」、「科学的探究力」、「分析力」、「表現力」の5つの観点としたが、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、ルーブリックやチェックリストなど、どのような尺度で評価するのが適切なのかも検討しながら、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

これまでの「関東合宿」は、教員主導のプログラムで展開してきた。これまでに多くの研究者や技術者と接する機会があり、その方々に研究者や技術者になるまでの道のりなどについてもお話いただいた。その中で共通する事柄は、「自ら考え行動している」ということであった。今年度は、「関東合宿」の最終日を生徒の「学びたいこと」プログラムということで、3つのコースに分かれて研修を行った。今後も与えられたプログラムをこなすだけでなく、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・意欲的に取り組むことのできるプログラムの実践を考える必要がある。

## 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

CBI (Content-Based Instruction 英語による理科・数学の講義)は、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、今後も継続する予定である。近隣の大学に依頼し、CBIの講師が可能な人材を確保し、数学、物理、化学、生物、地学の5分野でバランス良く実施する必要があると考えている。

また、海外研修については、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、「海外」や「研究所」を身近に感じられるようになり、将来、海外で活躍したいと考える生徒が研修実施後に増えていることがうかがえる。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、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。今年度からプレゼンテーションの聴き手(海外研修の現地交流校の生徒)をより意識して、これまでの専門的な内容や詳細なデータ分析の説明から、研究の概要を中心とした説明への転換を行った。これにより、プレゼンテーションの内容が理解されやすくなり、質疑応答が増え、コミュニケーションの機会が増えることが予想される。結果については、3月の海外研修の後、次年度報告することとする。今後は、どこまで簡素化すれば良いのか、「課題研究」と「英語での科学コミュニケーション力向上プログラム」のバランスをどう取っていくのかが課題となる。

## 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、より身近な存在がロールモデルとして捉えやすいということからも、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、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必要があると考えている。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、授業改善の視点からの検討も行う。特に、物理を選択する女子生徒により親しみやすい授業スタイルについて研究を進める。英国の研究では、男子と女子を同じと見なして指導することが平等ではないとの考えもある。経験や思考の異なる男子と女子が自然にコラボレーションをして課題解決に望む姿勢を、教室内でまずは実現するために必要な教師の配慮や授業デザインに関する具体的な検討を今後の課題とする。

## 2 今後の研究開発の方向性について

アンケート結果や運営指導委員会での評価が示すように、1年生でのプログラムはうまく機能していると評価しているが、受講した講義の中で、研究者に質問を投げかける生徒が少なく、内容について自ら調べたいと思う生徒も依然少ないという現状がある。これまでに築いてきた大学や博物館・企業との連携講座の中から、生徒にとって有効であると考えられる講座を精選し、講義の事前学習と事後指導を充実させ、自ら考え判断し行動できる生徒を育みたいと考えている。また、2期目より、本校教員が担当する授業を増やしているが、主対象生徒だけでなく、全生徒に還元できるような授業を開発・実践していく。

また、2年生でのプログラムについても概ねスムーズに進行している。昨年度までの課題であった3月の研修旅行での英語によるポスターセッションの負担を、プレゼンテーションの聴き手（海外研修の現地交流校の生徒）をより意識したプレゼンテーションとすることで軽減し、逆に質疑応答での英語による科学的コミュニケーションを充実させるという方向で進めていきたいと考えている。管理機関である高松市教育委員会の協力でスタートした高松市内の小中学校に派遣されているALTを活用した英語でのコミュニケーション能力やプレゼンテーション能力を高める取組も、少しずつ体制づくりが進んできた。さらにプログラムや実施時期を明確にして進めていく必要がある。

また、3年生での課題研究の総まとめは、論文投稿や校外での発表会などに積極的に参加し、結果もでてきたが、最終のまとめや発表や論文作成をスムーズにして取り組む必要もある。課題研究の評価のためのルーブリックについては、「Advanced Science」で行っている課題研究用のものはその改善を、「理科課題研究」については開発を進める予定である。

本校の一番の研究課題と考えている「全教科によるアクティブラーニングの実践」には積極的に取り組みたいと考えている。第1期5年間の研究開発で、アクティブラーニングの効果等については確認できた。教員間の情報の共有や教材開発も徐々に進んでいる。全生徒に拡大し、特別な授業ではなく、普通の授業となるように今後の授業研究を継続する。

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。今後も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中心に、事業の進捗状況・課題などを検討しながら全校体制で事業を進めていく。

### I アクティブラーニング研究推進グループ

国語：田村	数 学：○二川
英語：佐野 <sup>佳</sup>	理 科：佐藤，川西，蓮井
地歴公民：十河 <sup>佳</sup>	保健体育：鎮田
芸術家庭：御廐	

### II 課題研究推進グループ

○伊賀，植村，中島，山下<sup>佳</sup>，岡田<sup>友</sup>，吉田<sup>猛</sup>，林，空，岩澤，(丸山)

### III 外部機関連携推進グループ

○大砂古，佐野<sup>良</sup>，三好

### V 女性研究者育成推進グループ

○本田，四茂野，(川西，大砂古)

### IV グローバル人材育成推進グループ

○片山，丸山，堀田，(佐藤)

# 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

- (1) 学校名 たかまつだいいちこうとうがっこう 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)	280 (40)	7 (1)	279 (128)	7 (3)	276 (154)	7 (4)	835 (322)	21 (8)
	音楽科	24	1	25	1	25	1	74	3
	計	304	8	304	8	301	8	914	24

※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	26	1	4	3	7	108

### 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



## 第1章 研究開発の概要

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・技術者を目指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

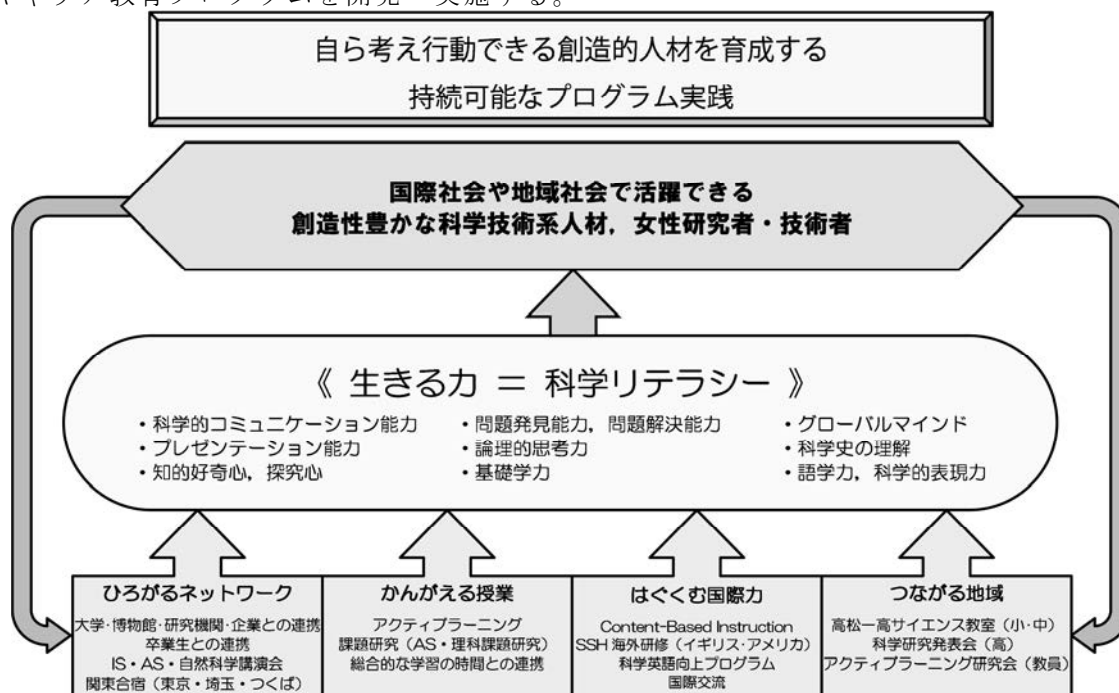
外部連携機関とのサイエンスネットワークを活用し、創造性を育む講演や講義、体験学習を実施する。

### 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・技術者を目指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。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到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。パソコン計測実験の開発は島津理化株式会社と協同で行う。

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。

## 第1章 研究開発の概要

### 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、平成28年度より、新たに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。そのため、平成27年度（指定1年目）は、プログラム等について研究開発する。

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、理系に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。

海外研修は、自然科学発祥の地イギリスと科学技術先進国アメリカの2コースの希望選択制で実施する。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・技術者を目指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26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。
保健体育	保健	2単位	1単位	2年次に学校設定科目「Advanced Science I」を開設し、課題研究に取り組むため。また、社会生活の中での健康・安全についての認識を深めるため、体の構造と機能の理解や環境への配慮を実験・観察を通じて身に付ける。

## 第1章 研究開発の概要

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。
-----------	--------	---	---

適用範囲：平成27・28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・技術者をめざ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。



## 第1章 研究開発の概要

指定1年目は、「理科課題研究」における探究活動プログラムの開発とそのルーブリックの作成を重点的に行う。理科・数学が協力して、理系コースの生徒に科学的なものの見方・考え方や探究方法を、効果的に身に付けさせられるようなプログラムを開発する。また、全教科によるアクティブラーニングの実践に向けて、理科が開発した第1期のアクティブラーニングの成果を他教科に普及させるために、相互参観授業などを行う。また、各教科で導入分野の検討とプログラムの開発を行う。

指定2年目は、「理科課題研究」を実施するとともに、全教科によるアクティブラーニングを試行し、3年目以降の本格実施に向けて準備をする。

### (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。第1期と同時期に、同じ方法で調査を行うことで、過年度のデータとの比較・分析も可能となり、第2期の実践の効果についても評価できると考えている。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10～12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、香川大学教育学部理科教室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. 仮説

アクティブラーニングの実践により、理科においては、生徒は既存の概念を基に、論理的に思考し、自ら新しい概念を構築できるため、その概念が定着しやすくなり、より発展的な学びにつながる。

また、理科以外の授業においても、主体的な生徒の学びが期待できる。そのため、基礎学力の向上のほか、問題発見能力・問題解決能力や論理的思考力、コミュニケーション能力、プレゼンテーション能力が身に付くと考えている。

なお、理科のアクティブラーニングについては、テキストを作成し、授業実践例を示すことで、他の学校への普及が期待される。

#### b. 研究内容・方法・検証

<平成27年度の取組（指定第2期目1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第一段階として、生徒に対しては自然科学講演会を、教員に対しては教育研究部現職教育係と連携して6月・7月に校内研修を実施するとともに、各教科のアクティブラーニング推進の核となる教員による勉強会を月1回程度のペースで企画・実施した。

生徒向けの自然科学講演会では、「記憶のスイッチ、はいつてますか？～長期記憶と脳科学～」というテーマで、枝川義邦先生（早稲田大学研究戦略センター教授）に講演をいただいた。講演の中で、学習内容を定着させたり、長期記憶として残すためには、自分の言葉で表現したり、書き表したり、まとめたりするといったアウトプットが重要であるということをお教えいただいた。授業中に生徒自身が能動的な学習（アクティブラーニング）を実践することが重要であるということ意識付けした。



また、校内研修は、コーチングやファシリテーションで大学や企業で活躍されている谷益美氏（Office123, 早稲田大学ビジネススクール（MBA）非常勤講師）に依頼した。事前に以下の4つの項目について自由記述式のアンケートを実施し、各教科の特性や各教員がアクティブラーニングに対する認識を調査した。

- |  |
|--|
| <p>①担当教科において、生徒のどんな力を伸ばしたいですか？</p> <p>②上記教育目標達成に向けて、現時点でどのように感じていますか？<br/>（達成できるか不安 1→2→3→4 達成できると思う）4段階の選択<br/>またそう考える理由は・・・？（具体的に）</p> <p>③上記教育目標達成のために、授業でやってみようと思っていることは何ですか？</p> <p>④あなたにとって、アクティブラーニングとは何ですか？<br/>○生徒にとって（メリット・デメリット）<br/>○あなたにとって（メリット・デメリット）</p> |
|--|

研修会では、グループに分かれて、事前記入シートの共有をし、その後ワールドカフェ形式で「アクティブラーニング実践導入と課題」について、グループディスカッションを行った。アクティブラーニングのメリットは感じているものの、一部積極派を除き、消極的な意見も目立った。こういった意見の源には、「1：成果に対する【不安】」「2：これまでのやり方を否定される【不満】」「3：方法やアクティブラーニングの実態がわからない【不明】」といった、3つの原因が有ると考えられる。

このうち、成果への不安については、近年進むアクティブラーニング研究による成果の明確化が解消の一助となると考えられる。また、自然科学講演会やその後の職員研修で実施した「長期記憶」への有用性が示されることで、ある程度の解消も期待できるのではないかと推察される。また、方法や実態がわからない【不明】については、定期的なアクティブラーニング勉強会などを通じ、実践を進めることが重要であると考え、毎月1回放課後16:30～19:00の時間帯で、スキルアップを図る取り組みを始めた。なかでも、どの科目の授業でも実施可能な「授業の中での振り返り」の機会創出については、「ワークシート」を活用した実践を進めた。



## 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

<平成28年度の取組（指定第2期目2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10月に校内研修を実施した。また、12月のSSH成果報告会時に理科（物理・化学・生物）、数学、英語、音楽による研究授業を、また10月には全国国語教育研究大会で実施した。そのほかにも、香川県教育センター主催のアクティブラーニング研修会や先進校視察などに複数名の先生方が参加している。

校内研修では、森朋子氏（関西大学教育推進部・教育開発支援センター教授）に依頼し、「ALの必要性と現状理解に立った、効果が高い授業デザイン」を主題にご講演いただいた。先生は「アクティブラーニングは、学習研究においては深い学びを促進するものであり、探究授業のみならず、まさに知識の習得が必須である教科教育の中での導入が必要である」という研究結果をお持ちで、アクティブラーニングを深い学びにつなげるための授業のコツを教えていただいた。特に、「内化と外化の往環（内化-外化-内化）」、「知識は活用して初めて記憶となる」、「知識は使うことで初めて内化できる」という言葉が印象的であった。研修に参加した先生方からも、一つの授業で内化（予習・知識を教える・インプット）外化（アウトプット、アクティブラーニング）内化（確認）を意識して取り組んでいきたいとの感想があった。

各教科によるアクティブラーニングの実践については、今までの蓄積がある理科は引き続き実践・検証・プログラム開発（表1参照）を行っている。他教科は導入分野の検討・プログラム開発と試行ということで、授業内で模索しているところである。

11月にアクティブラーニングの実施状況アンケートを実施した。昨年度より実施したという先生が増え、実施形態としてはペアワーク、グループワークが多くなっている。頻度に関しては月に1回、1週間に複数回の順になっており、1週間に複数回実施は国語・英語で率が高くなっており、教科の特性もあると考えられる。実施した結果「主体的になった」「受け身ではなく考えようとする」「ディスカッションすることで理解度が増す」（生徒にとって）、「生徒の理解度把握できるようになった」「生徒の考えがわかった上で授業を展開できる」（教員にとって）などのプラス面と「騒がしくなる傾向がある」（生徒にとって）「準備が大変」「進度が遅くなった」（教員にとって）などのマイナス面があげられた。課題はあるものの、学校全体としてアクティブラーニングに対する取り組みが自然な流れになってきている。次年度以降、実践例の共有や教科間での情報交換を通して校内での教員のスキルアップ、先進校で取り組まれているアクティブラーニングの視察など、研鑽の機会を多く取っていく必要がある。以下、アンケート結果と各教科の実践例の一部を掲載する。

▼表2-1-1 理科の授業実践プログラム

科目	テーマ
物理	<ul style="list-style-type: none"> <li>物体の運動（斜面の上り下り）</li> <li>物体の運動（鉛直投げ上げ）</li> <li>ばねにはたらく力と伸びの関係</li> <li>作用・反作用の法則</li> <li>浮力</li> <li>摩擦力</li> <li>空気抵抗を受ける落体の運動</li> <li>力学的エネルギー保存の法則 +斜方投射</li> <li>剛体のつり合い</li> <li>重心</li> <li>2物体の斜め衝突</li> <li>単振動</li> <li>単振り子</li> <li>波の反射・屈折・回折</li> <li>波の干渉</li> <li>弦の固有振動</li> <li>コンデンサーの充放電</li> <li>コンデンサーを含む直流回路</li> </ul>
化学	<ul style="list-style-type: none"> <li>酸化還元滴定</li> <li>化学変化と量的関係</li> <li>塩の性質</li> <li>有機化学の様々な反応</li> <li>中和滴定</li> <li>化学平衡</li> <li>バイオディーゼル燃料</li> <li>ヘスの法則</li> </ul>
生物	<ul style="list-style-type: none"> <li>生物多様性について考える</li> <li>植生と遷移</li> <li>動物の行動</li> <li>土壌動物と環境</li> <li>体内環境・ホルモン</li> <li>バイオテクノロジー</li> <li>遺伝子の発現調節</li> </ul>

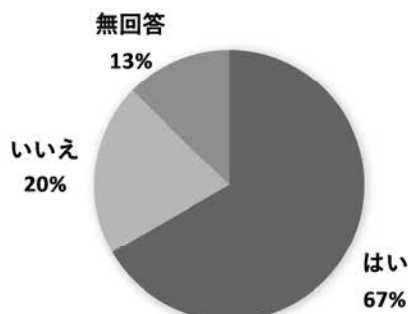
## アクティブラーニングに関するアンケート集計結果

質問1. 今年度、アクティブラーニングを意識した授業を実践or試行しましたか？

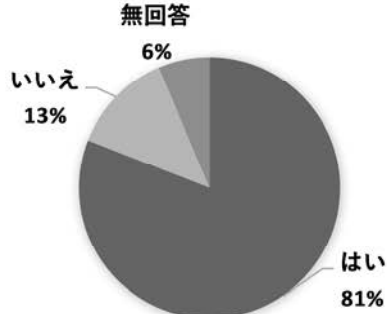
①はい

51 ②いいえ

8



平成28年1月実施



平成28年11月実施

質問2. 質問1で「①はい」と回答された先生にお聞きします。

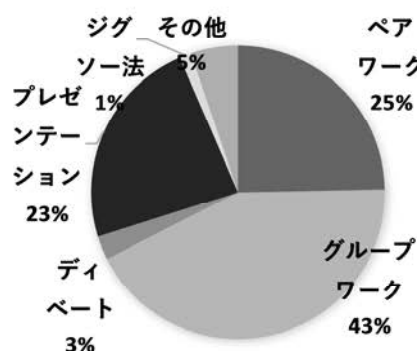
(1) 生徒の活動としてどのようなものを取り入れたことがありますか？(複数回答可)

①ペアワーク 37 ②グループワーク 46 ③ディベート 6

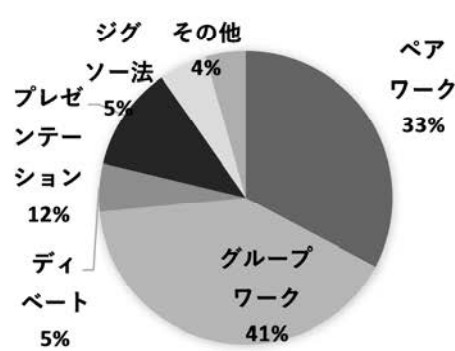
④プレゼンテーション 13 ⑤ジグソー法 6

⑥その他 5

・パネルディスカッション ・ワールドカフェ ・ロールプレイ など



平成28年1月実施



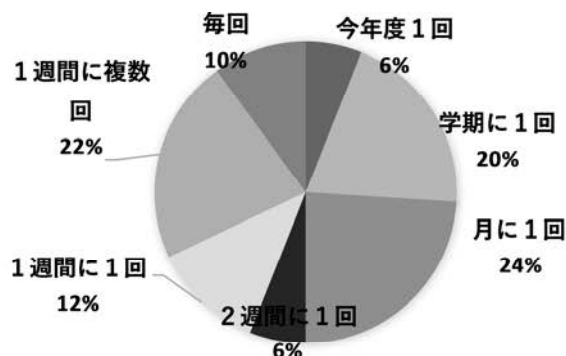
平成28年11月実施

(2) 担当している授業すべてを通して、平均するとどれくらいの頻度で実施したことになりますか？

①今年度1回 3 ②学期に1回 10 ③月に1回 12

④2週間に1回 3 ⑤1週間に1回 6 ⑥1週間に複数回 11

⑦毎回 5



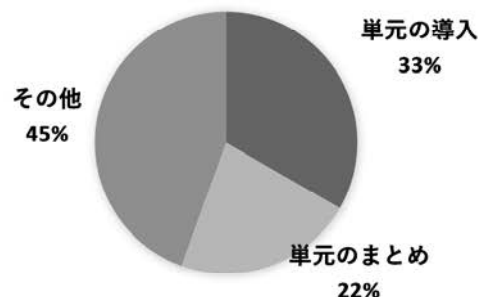
第2章 研究開発の内容

I 全教科によるアクティブラーニングの実践

(3) どのようなタイミングで実施しましたか？

- ①単元の導入 21      ②単元のまとめ 14  
 ③その他 28

- ・必要だと思ったとき
- ・授業内容に合わせて
- ・まとめにつなげるための途中段階で
- ・取り入れやすい項目で
- ・思考が必要なタイミングでは常に
- ・ペアワーク、グループワークを毎回実施しているなど



(4) アクティブラーニングを意識した授業とそれ以外の授業で異なる点があれば書いてください。

○生徒について

- |                         |          |                 |
|-------------------------|----------|-----------------|
| ・主体的になった                | ・積極性が増した | ・楽しそう           |
| ・発言の機会が増えることで理解度が増す     |          | ・意欲的に取り組むようになった |
| ・他者の意見を幅広く知ることができた      |          | ・受け身ではなく考えようとする |
| ・質問したり、説明したりすることで理解度が増す |          | ・じっくり考えるようになった  |
| ・騒がしくなる傾向がある            |          | など              |

○教員にとって

- |                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| ・生徒の理解度が把握できるようになった      | ・生徒の考えがわかった上で授業展開ができる |
| ・授業のポイントが明確になり、メリハリができた  | ・観察、机間巡視が増えた          |
| ・予想していなかったような意見も聞けて勉強になる | ・生徒の様子・反応を常に意識できる     |
| ・準備が大変、時間が足りない           | ・授業進度が遅くなった           |
| ・教材研究や発問の工夫が必要となった       | など                    |

(5) 今後、アクティブラーニングを意識した授業を実施していく上で課題があれば書いてください。

- |                                   |               |
|-----------------------------------|---------------|
| ・アクティブラーニングを展開する分野の拡大と精選          | ・授業時間内での時間配分  |
| ・教員側のスキルがまだ低い（発問の仕方・ファシリテーション力など） |               |
| ・生徒の人間関係                          | ・準備時間の確保      |
| ・アクティブラーニングが目的にならないように気をつけること     | ・相互参観授業や先進校視察 |
|                                   | など            |

質問3. 質問1で「②いいえ」と回答された先生にお聞きします。

(1) 今後実施する予定はありますか？

- ①2学期中に 1      ②今年度中に 1      ③来年度中に 5  
 ④実施する予定はない 1

(2) アクティブラーニングを意識した授業を実施するにあたって、障害となっているものは何ですか？

- ・教科の特性      ・進度の保証      ・校務の多忙化      ・時間的余裕がない      など

## 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学年 物理基礎での実践事例「様々な力とその働き」

教諭 佐藤 哲也

##### アクティブ・ラーニングの視点からの工夫

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①に該当する。

- ①典型的な誤概念の研究に基づいて設定した課題を与え、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 様々な力とその働き（12時間）

##### 1 様々な力（2時間）…本時は2時間目

- 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、2物体間で及ぼし合う力の働き方（作用・反作用の法則）について、自ら考え、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。	<b>主</b> ・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。 <b>課題 1</b> 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。	<b>主</b> ・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。 <b>主</b> ・予想の根拠は、数名発表させる。 <b>深</b> ・演示実験の結果を受けて、考察する。
<b>課題 2</b> 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。	<b>主</b> ・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。 <b>対</b> ・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。 <b>対</b> ・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。 <b>深</b> ・演示実験の結果を考察し、作用・反作用の法則についてワークシートに自分の言葉でまとめた後、グループごとにホワイトボードにまとめさせて、発表させる。
3 本時のまとめを生徒が行う。 〔期待する児童生徒のまとめのことば〕 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。	

#### 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、考察を進めたりすることができ、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。

#### 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近くおり、実験結果を考察する段階で納得できず、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のまとめになるように工夫していきたい。

## 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

#### 第2学年 物理基礎での実践事例「剛体のつり合い」

教諭 本田 一恵

##### アクティブ・ラーニングの視点からの工夫

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前頁の3つに分けられ、本時は①に該当する。

①典型的な誤概念の研究に基づいて設定した課題を与え、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。

#### 1 学習指導過程 平面内の運動と剛体のつり合い（11時間）

##### 3 剛体のつり合い（5時間）…本時1時間目

○目標 力のモーメントの大きさは、加えられた力と、力の作用線と回転軸間の距離の積で表されることを理解し、力と力のモーメントがつり合っている時、剛体が静止するということについて、実験と言語活動を通じて理解を深める。

学習活動	指導上、留意した点
1 大きさのある物体として「剛体」について意識する。	既習内容と比較しながら、今までと違う点を伝える。
2 力のモーメントの大きさは、加えられた力と、力の作用線と回転軸間の距離の積で表されることを理解する。	最低限の内容を、すばやく、分かりやすく伝える。
剛体がつり合うとき、物体はどのような状況になるのか？	
3 次の課題について知り、個人で考え、シートに予想を記述する。 <b>課題1</b> : 物体を支える糸を通した穴と、同じ高さの開けた穴に、おもりをつるして物体を傾け、静かに手を離すと、物体はどのようなでしょう。 <b>課題2</b> : 物体を支える糸を通した穴より低い位置の開けた穴に、おもりをつるして物体を傾け、静かに手を離すと、物体はどのようなでしょう。 (課題1) (課題2)	課題を出す前に、2つの課題の違う点を明確に示し、またどちらの場合も、物体を水平に保った時は、静止することを見せる。 <b>主</b> ・予想シート自分の考えを示す。 <b>主</b> ・予想の根拠は、グループごとに発表させる。  <b>対</b> ・実験の結果を受けて、班で議論しホワイトボードに考察をまとめる。 <b>深</b> ・剛体のつり合いについてワークシートに自分の言葉でまとめた後、グループごとにホワイトボードにまとめさせて、発表させる。
3 本時のまとめを生徒が行う。	
[期待する児童生徒のまとめのこたば] 剛体のつり合いは、力と力のモーメントの両方がつり合っているときであり、力のモーメントは加えられた力と、力の作用線と回転軸間の距離の積で表されるので、課題1では物体は静止したままであり、課題2ではつり合う位置まで物体が左右に動き、その後静止する。	

#### 2 実践後の生徒の変容

○予想を立てたり、考察を進めたりする際に、お互いの意見を注意深く聴いたり、批判的に捉えたりする生徒が増えている。

#### 3 本実践での課題

■予想と異なる結果に驚きが見られたが、その反応を逃さずに捉えて生徒の記憶にとどめたい。

## 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

#### 第2学年 化学での実践事例「ヘスの法則」

教諭 川西 陽子

#### 1 学習指導過程 化学とエネルギー（8時間）

##### ヘスの法則（4時間）…本時は4時間目

- 目標 ①中和熱は酸・塩基の種類に関係なくほぼ一定の値を示すこと、また1molあたりの値であることを理解し、考えることができる。  
 ②ヘスの法則を用いるときに、反応物や生成物の係数の関係を考えることができる。  
 ③班員との議論を通じて①、②の内容を確認し、ヘスの法則を利用して水酸化ナトリウムの溶解熱を求めることができる。

学習活動	指導上、留意した点
問題文を読む。 A, Bの反応について考える。  スクリーンで演示実験を見る。 A, Bはそれぞれどのような反応が起こっているのか班で考える。	Cの反応を例として、A, Bを考えプリントに記入させる。 演示実験を通じて問題文の状況を把握する。 いくつかの班に答えさせる。 A, Bの反応について確認し、プリントに記入させる。
実験結果から求めた反応熱を問題の中に記入する。  まずは、各自で考える。  ホワイトボードを用いて班で議論し、答えを導き出す。 班の意見を発表する。	前時までの学習で反応熱の求め方は学習しているので、今回は時間短縮のため、用意した式に実験結果を代入し求めた値を記入させる。 ヘスの法則を利用して、NaOH(固)の溶解熱を求めさせる。ここではあまり助言しないようにする。 活発な意見交換ができるように、声かけをする。 ホワイトボードを分類しながら前方に並べ、発表させる。時間によっては同じ内容のものをまとめ、代表していくつかの班に説明させる。  他の班の意見を聞いて、Aの反応もBの反応も中和熱は等しいが、Aは1mol, Bは2mol分の反応が起こっていることに気づかせる。
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。  本時の内容を振り返り、類題を解く。(宿題)	出てきた意見をまとめ、整理させる。 中和熱は酸・塩基の種類によらず一定、反応熱は1molあたりの値であることを理解させる。 時間があれば、もう一度各自で問題を解かせる。 本時の内容を定着させるため、類題を解き復習させる。

問題文 A～Cの反応熱を用いて、水酸化ナトリウムの溶解熱[kJ/mol]を求めよう。

A	塩化水素1molを含む希塩酸に、水酸化ナトリウム1molを含む希薄水溶液を加えて反応させたときの反応熱		kJ
B	硫酸1molを水に加えて希硫酸とし、それに固体の水酸化ナトリウムを加えてちょうど中和させたときの合計の反応熱		kJ
C	硫酸の水への溶解熱		kJ/mol

#### 2 実践後の生徒の変容

- 複数の反応・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

- 係数の違いに気づいていない班が複数あったので、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1学年 化学基礎での実践事例「酸と塩基」

教諭 伊賀 史朗

##### 1 学習指導過程 酸と塩基 (14 時間)

###### 塩 (2.5 時間) …本時は 1~2 時間目

○目標 酸と塩基が過不足なく中和して生成した正塩の水溶液が、酸性・中性・塩基性を示す条件について、実験結果を踏まえてグループ内で意見を出し合い、理解する。

学習活動	指導上、留意した点
塩の定義と、正塩とは何かを思い出す。	指名して答えさせる。プレゼンテーションソフトウェアを利用する。
使用する実験器具と実験方法を学ぶ。 6種類の水溶液を作り、BTB溶液を滴下して塩の水溶液の性質を調べる。 結果をまとめ、実験シートに記録する。	プリントと書画カメラを利用する。 机間巡視を行い、適宜アドバイスを行う。 指名して結果を発表させる。結果を黒板にまとめる。
正塩の水溶液が、酸性・中性・塩基性を示すそれぞれの条件を、各自で考え、実験シートに記録する。 各自の考えをもとに、グループ内で議論して、ホワイトボードにまとめる。	最初の5分は各自で考えさせる。その後、グループ内で意見を交換させる。ホワイトボードを活用させる。 議論に行き詰まった班には適宜アドバイスを行い、塩を構成する陽イオンと陰イオンの組み合わせに着目させる。 議論が進んでいる班には、その理由を考えるよう促す。
各グループごとに、まとめた意見を発表する。 実験シートのまとめを行う。	ホワイトボードに考えをまとめて、発表させる。書画カメラを利用する。 実験シートにまとめさせる。

#### 【その他の事例】

##### ○弱酸の濃度を電離度の関係

- ①既習の事項をもとに、酢酸の濃度  $c$  と電離度  $\alpha$  の関係について各自予測する。
- ②(演示実験) パソコンと pH センサを用いて様々な濃度の酢酸の水素イオン濃度を測定する。
- ③演示実験の結果をもとにグループ討議を行う。

##### ○バイオディーゼル燃料(BDF)を作ろう。

(市販の植物油から、メタノールと水酸化カリウムを使った化学反応により、バイオディーゼル燃料を合成する。)

- ①油脂からバイオディーゼル燃料を作成する原理を、既習の概念との関連づけをしながら理解する。また、合わせてカーボンニュートラルの考え方についても理解する。
- ②自分の意見をグループ内で発表したり、他者の意見を聞いたりしながら、論理的に物事を考え、考察する。

## 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学年 生物での実践事例「バイオテクノロジー」

教諭 蓮井 京

##### 1 学習指導過程 バイオテクノロジー (5時間)

- 1 目的の遺伝子を増やす (1時間), 2 遺伝子の情報を読む (1時間)  
3 遺伝子を細胞に導入する (1時間), 4 探究活動 (2時間) …本時は1時間目

○目標 「組み換え DNA キット」を使った実験を通して、バイオテクノロジーの知識を深める。

学習活動	指導上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> <li>実験で必要な情報の説明を聞き、理解する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本時の学習内容を提示し、確認させる。 「使用する酵母菌はウラシルを合成できない酵母菌である」 「プラスミドにはウラシル合成遺伝子と GFP 遺伝子が組み込まれている」 「遺伝子導入液を使うことで遺伝子を導入しやすくなる」 「用意している培地は2種類」 A：最小培地（正常な酵母のみ生育できる） B：+U培地（最小培地+ウラシル）</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">AL1：ウラシル合成遺伝子の導入法</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>相手の言うことを聞くだけでなく、自分の考えを伝えさせる。</li> <li>様々な導入法があるが、本時ではヒートショックを用いることを確認させる。</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">実験</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>器具の扱い方の説明を聞く（ループ、ピペット、スプレッダー）。・手を洗って消毒する。</li> <li>遺伝子導入実験を行う。</li> <li>フロートにマイクロチューブを刺し、温浴させる。(20分)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験器具の扱い方を説明する。</li> <li>袋から出した器具はむやみに触らないことを指示する。</li> <li>手を洗って消毒させる。</li> <li>初めて扱う器具なので、使う前に頭の中でシミュレーションさせ、実験の流れを確認させる。</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">AL2：ウラシル合成できない酵母と、ウラシル合成遺伝子を導入した酵母の見分け方</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要に応じ、声をかける。</li> <li>積極的に発言させる。</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">遺伝子組み換え酵母はウラシル合成遺伝子と同時に GFP 遺伝子も組み込まれているので、最小培地で生育し、そこで蛍光を発する。</div>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">実験</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>ヒートショックを行った酵母菌をスプレッダーで培地に広げる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スプレッダーの使い方を確認させる。</li> <li>培地のフタはすぐにしめること、マーカーで班の印を入れることを指示する。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>まとめと片付けを行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>次時の内容について確認し、片付けさせる。</li> </ul>

##### 2 アクティブラーニングの視点からの工夫と生徒の変容

○以前はプリントに従って行っていた実験だが、今回は実験材料と実験器具の取り扱いの説明だけを伝え、後は各グループでどのように進めていくかを考えさせた。生徒は実験をどのように進めたら結果が分かりやすいかなど、自分の考えを他者に伝えながら協力して行っていた。

##### 3 本実践での課題

■生徒から意見を出さすために、教師からはあまり誘導しなかったのだが、場合によってはもう少し誘導が必要であると思われた。



## 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学年 生物での実践事例「遺伝子の発現調節」

教諭 蓮井 京

##### 1 学習指導過程 遺伝子の発現調節（5時間）

- |                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| 1 原核生物の転写調節（1時間），     | 2 真核生物での転写調節（1時間） |
| 3 選択的遺伝子発現のしくみ等（1時間）， | 4 演習（2時間）…本時は1時間目 |

○目標 ラクトースオペロンの問題を解くことで、原核生物の遺伝子発現について理解する。

学習活動	指導上の留意点
問題文を読む。 ・ラクトースオペロンのしくみについて思い出す。	・調節遺伝子、プロモーター、オペレーター、オペロン、リプレッサーなどの用語を確認させる。
<p><b>課題</b> 培地のラクトースの有無に関わらず酵素Zを合成する2種類の変異株(a, b)と、培地のラクトースの有無に関わらず酵素Zを合成しない2種類の変異株(c, d)に、野生型の酵素Zの発現に関与するDNA領域Z(酵素Zと構造遺伝子および調節領域と調節遺伝子を含む)を導入した。それぞれの株について、培地にラクトースが存在しない場合とラクトースのみが存在する場合で酵素Zの合成を調べた(結果省略)。この結果から推測できる変異株(a, b, c, d)の変異部位を考察する。</p>	
・ラクトースオペロンのしくみをグループで話し合い、代表者が黒板に板書し、説明する。 ・課題の変異株について、正常なラクトースオペロンとの違いを自分のノートに書く。 ・班内で協議し、意見をまとめる。 ・班の代表者が板書し、説明する。 ・自分の意見との相違点を確認する。  ・他者の意見をノートにまとめ、提出する。	・前時に受けた授業ノートから、ラクトースオペロンのしくみを思い出させる。 ・まず、自分のノートに考えを書かせ、消さないようにさせる。 ・相手の言うことを聞くだけでなく、自分の考えを伝えさせる。 ・他の説明者の発表を聞かせ、疑問点を質問させる。  ・他者の意見と違っている場合は、どこが違っているかを再考させ、ノートにまとめさせる。
・調節遺伝子に異常→リプレッサーがつくられない→野生株を導入すると野生株のリプレッサーがつくられ、変異株のオペレーターに結合→ラクトースが合成できるようになる ・オペロンに異常→野生株を導入するとそのオペロンが正常なのでラクトースが合成できるようになる など	

##### 2 アクティブラーニングの視点からの工夫と生徒の変容

○遺伝子発現に関しては内容が新しく、教授側からの一方的な授業になりやすい。目に見える実験も行えないので、理解しにくい分野でもある。小グループで話し合わせることで、質問がしやすく、理解が進むと考えられる。

○班内で意見が違った場合、教え合いが始まり、活発な意見交換がみられた。また、班の代表者として発表した場合、全体に分かりやすく説明する必要がある、そうすることで自らもより理解が進んだようである。“分かった!”ことで、楽しそうであった。

##### 3 本実践での課題

■議論に時間がかかるため、何度もできる手法ではない。問題を精選して、より思考過程の重要な問題の場合に使いたい。

## 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

#### 第2学年 数学での実践事例「円に内接する四角形」

教諭 田淵 尊寛

##### アクティブ・ラーニングの視点からの工夫

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既習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 図形の性質 平面図形（12時間）

##### 円に内接する四角形（3時間）・・・本時は2時間目

- 目標 三角形や円に関する定理・性質を理解し、問題可決ができること。証明を通して論証の方法や数学的な見方・考え方を養うこと

学習活動	指導上、留意した点
課題プリント正三角形ABCの辺ACを延長し、その延長上の適当なところに点Dをとる。三角形BDEが正三角形になるように点Eをとる。CEとBDの交点をFとする。成立しそうな関係式や事実を予想する。班ごとに考えたことを共有する。その真偽について班で考え、共有プリントにまとめる。	<p><b>主</b>・できるだけ、多くの性質を書かせる。</p> <p><b>主</b>・それぞれの性質の根拠を書かせる。</p> <p><b>対</b>・班でディスカッションをして、自他の考えを整理する。</p>
電子黒板で各班で共有したことを確認する。発表を聞いた後、再度真偽について話し合う。	<p><b>主</b>・自分の班になかった内容はメモを取らせる。</p> <p><b>対</b>・他の班の内容について、ディスカッションをして整理する。</p>
4つの点が同一円周上にあるといえる理由を考える。	<p><b>対</b>・グループごとに、円に内接する図形に関する既知の内容を再確認させる。</p> <p><b>深</b>・班ごとに、考えた理由を発表させる。</p>

#### 2 実践後の生徒の変容

- 図形を苦手とする生徒が多い中、既知の内容をもとに様々な視点から考え、自分の考えを他者に説明、共有できる生徒が増えている。

#### 3 本時の課題

- 既知の内容を新しい定理につなげる流れを考えたが、生徒は一つの課題が終わるとそこで一段落していた。教員の発言の仕方を工夫していきたい。

## 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

#### 第2学年 理科課題研究での実践事例「多面体」

教諭 作栄 一洋

##### 1 学習指導過程 図形の性質 空間図形（4時間 理科課題研究の講座として実施）

###### 多面体（3時間）・・・本時は2時間目

○目標 多面体に関心を持つとともに、事象の考察に活用して数学的論拠に基づいて判断しようとする。多面体の性質について、考察することができること。

学習活動	指導上、留意した点
様々な多面体について、オイラーの多面体定理を満たしているか小テストを実施し確認する。	<b>主</b> ・多面体の面・頂点・辺の数についてオイラーの多面体定理を再確認する。
正四面体を用いて切頂多面体がどのような多面体になるのかを確認する。	<b>主深</b> ・切頂四面体の切り取った面がどのような図形になるか、考察させるとともに、立体模型を用いて確認させる。
立体模型を用いて、グループに分かれて切頂二十面体を作成する。 グループ構成は（2から6人の班とする）  切頂二十面体の面、頂点、辺の数を確認する。	<b>主</b> ・正二十面体の一面は、どのような図形か確認させる。 <b>対</b> ・切頂二十面体の切り取った面、残った面がどのような図形になるかを班で考える。 <b>対</b> ・立体模型を用いて、正二十面体から切頂二十面体を作成する。 <b>深</b> ・立体模型を使わずに、計算で面、頂点、辺の数が出せる班でディスカッションする。

##### 2 実践後の生徒の変容

○既習内容を踏まえ、他者と協力して予想や仮説を立てたり、考察を進めことができる生徒が増えている。

##### 3 本実践での課題

■立体模型を用いて、実際に見ることで確認はできるが、計算などを用いて導き出すことにはつながっていない生徒が多く、ディスカッションを通して気づくように工夫していきたい。

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

第2学年 コミュニケーション英語Ⅱでの実践事例  
「Lesson 8 “The Biggest Jigsaw Puzzle in History”」

教諭 佐野 佳恵

1 学習指導過程 Lesson 8 “The Biggest Jigsaw Puzzle in History” (全8時間)  
導入, Part1 …本時(2時間目)

○本時のねらい

- (1) ドレスデンについてのプレゼンテーションを通して、ドレスデンがどのような都市かを学ぶ。
- (2) 教科書本文と補足資料を読み、第2次世界大戦におけるドレスデン爆撃の背景を適切に理解できる。
- (3) ドレスデン爆撃が議論を巻き起こした理由を口頭で説明できる。

手順	生徒の学習内容・学習活動	形態	活用技能	指導上の留意点	評価方法・規準
導入 15分	プレゼンテーション 10分 <電子黒板> レッソンの導入① 代表生徒によるドレスデンの紹介プレゼンテーションを見て、ドレスデンがどのような都市なのかを学ぶ。 →生徒によるフィードバック	全体	Listening Speaking  Writing	生徒の進行による。	ねらい(1) [言語や文化についての知識理解] プレゼンテーションで評価
	本課の概要理解 5分 レッソンの導入② 教師の話を聞いて、第2次世界大戦時のドレスデン爆撃による聖母教会の崩壊から再建までの流れを学ぶ。	全体	Listening Speaking	予習プリントを活用する。	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">                         [Aim]: To understand what happened to Dresden during World War II.                     </div>					
展開 30分	速読 5分 <電子黒板> 速読で本文を読み、第2次世界大戦中にドレスデンに何が起こったのか、その概要を読み取る。	全体	Reading Speaking Listening	口頭で確認させる。 適宜ペアワークを取り入れる。	
	精読・表現活動 25分 <補足資料・ワークシート・書画カメラ> 課題: 補足資料を読みドレスデン爆撃が議論を巻き起こした理由を考える。 活動①: マッピング 英文から4つの要点について情報を集め、要点ごとにマッピングをする。 →グループ内で話し合う。 活動②: 口頭発表 各要点シートから選択した何枚かの情報カードを使用しその理由について口頭で説明する。	グループ	Reading Writing  Speaking Listening	補足資料「ドレスデン爆撃」  カードに短い1文の形で書かせる。 他グループとの交流を自由にさせる。  書画カメラで情報を随時紹介する。	ねらい(2)(3) [外国語理解/外国語表現の能力]  モニタリング
まとめ 5分	今回の活動について確認する。	全体			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">                         * 敵国のパイロットが”I have asked God to forgive me many times.”という言葉を書いているのはどのような思いからかを考える。                     </div>					

2 実践の効果

○ペア活動やグループ活動を授業の基本としているので、他者との意見交換や協力態勢に慣れている。意見発表の場を定期的に設けることで、適切に人前で意見を述べることができるようになってきた。

3 実践の課題

■英語で授業展開を行うため、英語による指示が明確に伝わっていない場合も少なからずある。ペアやグループで助け合い確認できるよう促している。難易度の高い内容に関しては、段階を踏んで進めるように足場的活動を作り、一人一人の生徒が活躍の場を見つけ、自ら考えを深めて行けるよう指導したい。

## 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

#### 第1学年 コミュニケーション英語Iでの実践事例 「Lesson 7 “Making the Right Choices through Fair Trade”」

教諭 西田 亜美

##### 1 学習指導過程（本時 10/10）

- (1) フェアトレードがもたらす効果や課題，これから自分たちができることについて，聞き手を意識した話し方で，英語で適切に表現する。
- (2) 他のグループの発表を聞き，情報や考えを適切に理解する。

使用教材 PROMINENCE Communication English I（東京書籍）

生徒の学習内容・学習活動	指導上の留意点
<p>① 本時のねらいの確認 本時では，フェアトレードに関して調べ考えたこと (①フェアトレードがもたらす効果 ②フェアトレードが抱える課題 ③フェアトレード商品の紹介 ④自分たちができること) について 班ごとにプレゼンテーションを行うことを確認する。</p>	<p>前時までの発表のフィードバックを行う。 (声の大きさやアイコンタクトについて)</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p><b>Aim:</b> To make a good presentation on Fair trade.</p> </div>	
<p>② 留意点の確認 プレゼンテーション時，発表者と聞き手がそれぞれどのようなことに留意すべきか，再度確認する。</p>	<p>評価シートを用い，相互にフィードバックをすることを伝える。</p>
<p>班ごとに前に出て，プレゼンテーションを行う。  聞き手は質問ができるよう英語でメモを取りながら聞き，発表後班ごとに英語で1つ質問をする。発表側はそれに答える。 その後，評価シートにコメントと評価を記入する。</p>	<p>生徒から質問が出にくいようであれば教師が質問する。</p>
<p>本レッスンで学んだことをリフレクションシートに書く。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全体を通して，良かった点・改善点をそれぞれ伝える。</li> <li>・フェアトレードに関して学んだことをこれからの生活に活かしていけるようなまとめをする。</li> </ul>

##### 2 実践後の成果

○どの生徒もしっかり準備し，本番ではスクリプトを覚え，相手を意識して伝えようとしていた。また，発表に対して，生徒同士で疑問に思ったことなどを聞き合い，より対話的に学びを深めることができたと思われる。

##### 3 本実践での課題

■今回は，時間の制約もあり，発音や表現などの練習が不十分であった。今後は，生徒が正しい発音で適切に表現できるよう指導と練習の時間を確保し，より聞き手を意識した発表を目指していきたい。また，聞き手に対しても，発表を聞き「英語で」感想を言ったり質問をしたりできるよう，日頃からペアやグループで意見を出し合った際に英語で反応する習慣をつけるような指導を積み重ねていきたい。

## 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

#### 第2学年 現代文での実践事例「評論 文学の仕事」

教諭 湊 博之

##### アクティブ・ラーニングの視点からの工

論理展開を追って要旨をとらえるために、例示と主張の関係を話し合い、図式化して発表する。ブックトークを通して、自身にとっての文学の仕事を考察する。他者に発表し意見を求めることでさらに考察を深める。

#### 1 学習指導過程（本時4／4）

- 目標 (1) 社会のありようと筆者の考えを分析し、自分の考えを再構成する。  
(2) 他者の発表を分析し、問題点を指摘して評価する。

学習活動	指導上、留意した点
1 KP（紙芝居）をもとに、周囲にブックトークを行う。聞き手は、前回の確認事項が反映されているかコメントする。	<p><b>主</b> KPの作成にあたっては、枚数制限を設け、自身の主張を明確にする工夫をさせる。</p> <p><b>対</b> 聞き手のクリティカルな発想が重要なことを意識させる</p>
(本時の課題) 文学の役割について考察を深める	
<p>2 現代において文学の果たす役割を考察する。</p> <p>(1) 歴史年表から気になる出来事を付箋紙に書き出す。</p> <p>(2) 書き出したものをもとにグループで協議する。</p> <p>(3) 円卓シートに、出来事・課題・困難な点・文学の可能性をまとめた後、ワールドカフェ方式で発表</p> <p>(4) ギャラリーは気になったことをペンで書き込む。</p> <p>3 個人でのふりかえりを行う。</p>	<p><b>主</b> 自由に意見を出し合うようにブレーストーミングの手法を用いる。</p> <p><b>対</b> 多様な意見を整理・分類できるように円卓シートを活用する。 ワールドカフェ方式で発表し、他のグループの発表に対して、クリティカルな発言をする。</p> <p><b>深</b> 自他の考えを比較し、さらに考えを深める。</p>
<p>〔期待する児童生徒のまとめのことば〕 科学技術の進歩により効率が優先されるなかで、社会通念や固定観念から脱却し、目の前の小さな命や弱者に寄り添うまなざしを持ち続ける必要がある。そしてそのことがやがては事故のアイデンティティを確立させることになるのである。このように文学とは人間の生に大きく関わっており、その導き手となるのが文学の仕事である。</p>	

#### 2 実践後の成果と課題

- 単元の最初に制約をしない形で本・映画を紹介する原稿を作り、本文読解に応じて読み取った条件を加えていったので、本時のブックトークで本文内容を踏まえた深いブックトークにすることができた。
- グループワークでは、円卓シートを活用し、話しやすい環境ができて各自の考えを付箋紙に書いて説明する過程がスムーズに行えた。

#### 3 本実践での課題

- 活動を盛り込んだため、ふりかえりの時間を十分にとることができなかった。

## 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1学年 国語総合での実践事例「小説 夢十夜」

教諭 細谷 忠生

##### アクティブ・ラーニングの視点からの工

本文の文章表現や描写に注意した丁寧な読みのために、演劇の脚本を作成し、演劇を発表する。ブレインストーミングの方法で演劇の検討を行い、自己の考えを明確にし、本文の読みを深める。パネルチャットの方法で他者に自己の考えを発表し、意見を求めることで、さらに考察を深める。

#### 1 学習指導過程（本時6／7）

○目標 (1) 「第一夜」「第六夜」の第3場面の演劇を発表・鑑賞し、自己の考え明らかにする。

(2) 自己の考えを論理的に発表し、他者の意見を分析し、物語の読解を深める。

学習活動	指導上、留意した点
1 鑑賞シートをもとに、「第一夜」と「第六夜」の第3場面で着目した描写や表現と、自分の考えや予想を確認する。 (考察用グループで着席する。)	<b>主</b> 主体的な鑑賞のために、丁寧な見直しを促す。質疑応答やまとめの時間に読解が深まるよう、明確な個人の考えを持つように伝える。
(本時の課題) 演劇を発表・鑑賞し、物語の読解を深める	
2 演劇について検討と考察を行う。 (1) 演劇について、良い点と疑問点を付箋紙に書き出す。 (2) 書き出したものをもとにグループで協議する。 (3) 監修係が代表となり、脚本と本文を掲示した模造紙に付箋紙を貼り付け、必要な記入をペンで書き込む。	<b>主</b> 自由に意見を出し合えるよう、ブレインストーミングの手法を用いる。 <b>対</b> 付箋紙の多様な意見を整理・分類できるよう、監修係にグループの意見をまとめさせる。 <b>深</b> 自己の考えを明確にする。
3 提示された付箋紙や書き込まれた意見を中心に、監修グループの司会・進行による質疑・応答を全体で行う。	<b>対</b> 質疑・応答が活発になるよう、パネルチャットの方法を用いる。 <b>深</b> 自己の考えを論理的に発表したうえで、他者の意見を分析し、考察と読解を深める。
4 個人でのふりかえりを行う。	
[期待する児童生徒のまとめのことば] 他者の意見に対して、自己の考えが変容し深化され、物語に対する読解も深まった。	

#### 2 実践後の成果と課題

○物語の読解について、指導者の教授がほとんどない状態で、通常授業の内容まで、生徒が自力で読解を行えたことが、期待以上の成果であった。それには、主体的な読みの意識を促すための演劇発表に向けての「脚本作り」の作業と、「監修係」という物語を精緻に分析する役割の配置が効果的であった。

○生徒主体の活動における、指導者のファシリテーターの役割を全うすることが課題である。

#### 3 本実践での課題

■指導者のファシリテーターとしての助言がうまくいかず、時間内で話し合いがまとまらなかった。

## 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学年 楽式論（音楽科専門科目）での実践事例「舞曲と行進曲」

教諭 石川 幸司

##### アクティブ・ラーニングの視点からの工夫

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。本校の音楽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 舞台での演奏表現において、演奏姿勢や演奏表現を互いに批評し、正しい奏法や効果的な表現を模索する。
- ② 様々な種類の音楽（舞曲）を体験し、音楽と舞曲との関わりや、自然な体の動きや表現方法を研究する。
- ③ 音楽理論において、調判定やフレージングの学習において、様々な考え方をグループごとに集約し、最も適した解き方や考え方を導き出す。

#### 1. 学習指導過程 舞曲と行進曲（2時間）・・・本時は1時間目

○目標 音楽に合わせて体を動かし、3拍子の舞曲の特徴を理解しよう。

学習内容及び学習活動	指導上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ストレッチ・準備体操</li> <li>・リトミック...リズムに合わせて行進</li> <li>・題材と本時の目標の確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・整列させる。（4人組のグループで縦に6列）</li> <li>・大きな輪になって行進させる。</li> <li>・整列させる。</li> <li>・目標をスクリーンに表示する。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・メヌエット メヌエットを鑑賞する。 メヌエットのステップを練習する。 音楽に合わせて踊る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鑑賞する時は整列させる。</li> <li>・それぞれステップの練習をする時は、整列した状態で広がらせる。</li> <li>・メヌエットは輪になって一方向に向かって進むように踊る。手は少し広げる。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ワルツ ワルツを鑑賞する。 ワルツのステップを練習する。 音楽に合わせて踊る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ワルツを踊るときはペアで向かい合わせる。ペアで手を繋いで踊る場合、男子1名は指導者とペアになり、グループの残り3人は交代で踊る。</li> <li>・ワルツは男性役、女性役を決めさせる。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・マズルカ マズルカを鑑賞する。 マズルカのステップを練習する。 音楽に合わせて踊る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マズルカを踊る時もペアで行うため、ワルツと同様に男女の配慮をする。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・マズルカの名演を鑑賞する。 (ショパン作曲マズルカ/演奏...ホロヴィッツ)</li> <li>・宿題...次回までに感想を書く。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・整列し鑑賞させる。</li> <li>・どのようなステップで踊っているか想像させる。</li> <li>・ワークシート（宿題用）を配布する。</li> <li>・聴き方に変化があった場合は書かせる。</li> </ul>

#### 2 実践後の生徒の変容

○舞曲に限らず音楽表現を考える上で、体の動きやステップについて考える生徒が増えている。演奏技術や演奏表現力も上がってきている。

#### 3 本実践での課題

■クラシックバレエを習っている生徒もいれば、体を動かすことが極端に苦手な生徒もいる。ただ、お互いに教え合うことでさらに大きな効果も望める。教わるだけでなく教えることでも、音楽の捉え方や感じ方に良い変化が起こることが期待できるので、今後も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型の授業展開を工夫していきたい。



## 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

#### 第1学年 家庭基礎での実践事例「食生活をつくる」

教諭 杉尾 寿子

—アクティブ・ラーニングの視点からの工夫—

食材カードを使ったグループワークを通して自分自身の食生活の課題に気付かせる。  
話し合いや発表を行うことで、将来の生活の自立について具体的に考えさせる。

#### 1 学習指導過程

食生活をつくる（20時間） 本時は1時間目

- 目標 自分の食生活を振り返り、生活の自立のために必要な知識や技術について考える。  
グループでの活動を通して食生活への関心を高める。

学習活動	指導上の留意点
<p>1 本時から食分野の学習に入ることを確認し、ワークシートを読む。</p> <p><b>ワークシートの内容</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・香川県から全国に広がった「お弁当の日」</li> <li>・大学生の食事写真記録</li> </ul>	<p><b>主</b>・「お弁当の日」についての文章を読み、小中学校等での実践について振り返る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実際の大学生の食事を見ることで、自分の近い将来の課題について考えさせる。</li> </ul>
<p>（本時の課題）よりよい食生活を送るために必要なことは？</p>	
<p>2 4人組になり、封筒から代表者が引いた6枚の食材カードを組み合わせて、どのような料理が作れるかを考える。</p> <p>考えた献立の数を発表し、いくつかの班は献立を発表する。</p>	<p><b>主</b>・料理を書き出す際、自分たちの調理技術も考えるよう指示し、調理経験や技術の不足に気付けるようにする。</p> <p><b>対</b>・他の班のカードも見せて、食材を上手に購入する力も重要であることを伝える。</p>
<p>3 ワークシートに気付いたことをまとめ、「弁当の日」の絵本を見る。</p> <p><b>絵本の内容</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・母親が弁当を作ってくれない中学生の「弁当の日」について、校長先生の立場から書いた話</li> </ul>	<p><b>主</b>・最初に見た大学生のような食生活にならないため、今の自分に何が必要かを考えさせる。</p> <p><b>深</b>・食は親から子へと思いを伝えていくものでもあることを感じてほしい。</p>

#### 2 実践後の生徒の変容

- 多くの生徒は、近い将来自立した生活者になるという意識は持てたようである。調理実習の感想にも、「家でもう一度で作ってみた」、「将来自分で作れるようになりたい」等のコメントが増えた。「弁当の日」の絵本の感想では、自分の親に感謝する記述が多かった。

#### 3 本実践での課題

- 本実践は今後の消費、保育の授業にもつなげたいというねらいがあった。しかしこの段階では自分が親になるという視点で考えを深められる生徒は少なく、大学生になった時の食生活について課題意識を持つというところで終わってしまった。保育の授業が少し進んだところで行った方がより深く学べたかもしれないと感じた。また、食生活に関心の薄い生徒が興味を持って活動に参加できるような工夫が必要であると感じた。

## 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1学年 保健での実践事例「現代社会と健康」

教諭 鎮田 頼宣

##### —アクティブ・ラーニングの視点からの工夫—

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。

#### 1 学習指導過程 現代社会と健康 イ. 健康の保持増進と疾病の予防（10時間）

##### 「薬物乱用と健康」…本時は7時間目

- 目標 薬物乱用について自ら考え、グループ内でのディスカッションを通じて学習する。薬物乱用の定義、薬物の健康影響について学習し、薬物への誘いに毅然とした態度で対応ができるようにする。

学習活動	指導上、留意した点
<ul style="list-style-type: none"> <li>●様々な事例から薬物乱用に該当するもの考える</li> <li>1 個人で考える。</li> <li>2 グループで意見を共有し、考える。</li> <li>3 全体で意見を共有し、考える。</li> <li>●薬物乱用の定義について学習する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全グループの意見を電子黒板で映し出す。</li> <li>・いくつかのグループを指名し、発表させる。</li> <li>・既成概念と正しい定義との違いから、薬物乱用は身近な問題であることを学習させる。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>●薬物乱用者の異常行動の動画を視聴し、薬物乱用について理解する。</li> <li>●おもな乱用薬物とその薬理作用を理解する。</li> <li>●薬物依存形成について理解する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・健康問題に加えて、社会問題も引き起こすことにも触れる。</li> <li>・たった一度の乱用がすべての始まりだということを図示しながら、説明する。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>●薬物をすすめられた時の対応法について学習する</li> <li>1 ある1つの例題をみて、断る方法についてグループごとで考える。</li> <li>2 1で出た意見の発表後、断る方法のポイントを学習する。</li> <li>3 新しい例題に対し、2を踏まえて断り方をグループごとで考える。</li> <li>4 代表者がロールプレイングを行う。</li> <li>●本時のまとめ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1…実際に演技させながら考えさせる。</li> <li>2…実際に演技してみても感想を聞く。実演を交えながらポイントを説明する。</li> <li>4…誘い役は教員がする。良かった点もしっかりと伝える。</li> </ul>

#### 2 実践後の生徒の変容

- 視聴覚教材とグループワーク・ロールプレイングを組み合わせることにより、学習に対する意欲は講義型の授業時と比べ、大いに向上した。

#### 3 本実践での課題

- 視聴覚教材を導入部で使用するなどして、学習課題に対しする興味関心を引き寄せてからグループワークを行う工夫をしていきたい。また、薬物の種類や薬理作用の説明が一方的な説明になっていたため、生徒の意見を拾い上げながらの説明にしていく必要がある。

## 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

#### II 問題発見能力や問題解決能力を養う課題研究の実践

##### a. 仮説

課題研究を通して、知的好奇心・探究心が高まり、問題発見能力・問題解決能力や論理的思考力、科学的コミュニケーション能力とプレゼンテーション能力が身に付くと考えている。また、実験・観察の技能や情報機器の活用能力の向上も期待される。

##### b. 研究内容・方法・検証

##### 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2-2-1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。

表 2-2-1 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験の基本操作</li> <li>・3年生課題研究成果発表会を聞く</li> <li>・県高校生科学研究発表会を聞く</li> </ul>
	2学期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大学教員による実験実習</li> <li>・大学での実験実習</li> </ul>
	3学期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・英語による科学の授業 (CBI)</li> <li>・ミニ課題研究 (物化生数)</li> </ul>
2年生 「AS I」	1学期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・四国地区SSH生徒研究発表会を聞く</li> <li>①オリエンテーション</li> <li>②課題研究テーマ検討・グループ分け</li> <li>・3年生の第4回中間発表を聞く</li> <li>③課題研究テーマ決定・研究開始</li> <li>・「実験ノートの書き方」講義</li> <li>④第1回中間発表会</li> <li>・3年生課題研究成果発表会を聞く</li> <li>・県高校生科学研究発表会を聞く</li> <li>・関東合宿 (研究所等訪問)</li> </ul>
	2学期	⑤第2回中間発表会(成果報告会ポスター発表)
	3学期	⑥第3回中間発表会 ・イギリス海外研修
3年生 「AS II」	1学期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・四国地区SSH生徒研究発表会</li> <li>⑦第4回中間発表会</li> <li>⑧課題研究成果発表会</li> <li>・県高校生科学研究発表会</li> <li>・学会等発表</li> </ul>
	2学期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学会等発表</li> <li>⑨論文提出</li> </ul>

##### 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。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。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2-2-2に挙げる。

##### (1) テーマの決定

生徒の希望により、「物理」17名「化学」6名「生物」9名「地学」3名「数学」4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、テーマを決定した。例年人数が多い、「物理」および「化学」の分野については、次の方法で行った。

- ① 各自が興味・関心のある事柄や疑問な事柄について、いくつかのキーワードを挙げる。
- ② キーワードの中から、一人が2テーマを取り上げてプレゼンを行う。
- ③ プレゼンで挙げられたテーマの中から、最も興味がある1テーマを選び、再びプレゼンを行う。このとき、②で他の生徒が取り上げたテーマに乗り換えても良い。
- ④ ③のプレゼンの中から、自分がやってみたいテーマを選び、2～4人のグループを作る。

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28年度の2年生の研究テーマは以下の13テーマである。

## 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

#### <物理分野>

- ・立体の温度変化
- ・鞭による衝撃波の発生
- ・FF機の飛距離
- ・String Telephone
- ・流川香～流れ落ちる煙～

#### <化学分野>

- ・糖とデンプン  
～次世代デンプン糊の研究開発～

- ・炭の吸着

#### <生物分野>

- ・ミントの繁殖能力について  
～ミントテロの対処法～
- ・ハエトリソウの捕食について
- ・魚のストレス軽減
- ・ザリガニの体色変化

#### <地学分野>

- ・浅間山のマグマだまりの形とその被害

#### <数学分野>

- ・乱数の不思議

表2-2-2 ASI 年間予定表

1	4/6(水)	ガイダンス
	4/9(土)	四国地区 SSH 生徒研究発表会 見学
2	4/15(金)	グループ分け, テーマ設定
3	4/22(金)	グループ分け, テーマ設定
4	5/6(金)	グループ分け, テーマ設定
5	5/13(金)	調査・研究
6	5/27(金)	講演「実験ノートの作り方」
7	6/3(金)	調査・研究
8	6/10(金)	調査・研究
9	6/17(金)	調査・研究
10	6/24(金)	調査・研究
11	7/8(金)	調査・研究
12	7/15(金)	第1回中間発表会
	7/23(土)	香川県高校生科学研究発表会 見学
	7/26(火)	ASII 課題研究発表会 見学
13	9/2(金)	調査・研究
14	9/23(金)	調査・研究
15	9/30(金)	ラットの解剖実験
16	10/7(金)	調査・研究
17	10/21(金)	調査・研究
18	10/28(金)	調査・研究
19	11/4(金)	調査・研究
20	11/11(金)	調査・研究
21	11/18(金)	調査・研究
22	11/25(金)	調査・研究
23	12/9(金)	第2回中間発表会
24	1/13(金)	第3回中間発表(物化) 調査・研究(生地数)
25	1/20(金)	調査・研究
26	1/27(金)	第3回中間発表(生地数) 調査・研究(物化)
27	2/3(金)	調査・研究
28	2/17(金)	調査・研究

#### (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月下旬に、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。

#### (3) 中間発表会

○7月15日 第1回中間発表会

(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。質疑の時間を多く取っているのは、実験の方向性がまだ定まっていないところも多く、多くの教員の助言をもらう時間が必要なためである。

○12月9日(金) 第2回中間発表会

成果報告会の開催に合わせて、ポスター発表を行った。来賓の研究者や、他校の教員からアドバイスをもらうことができた。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。

○1月13日(金), 27日(金) 第3回中間発表会

(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。進捗状況の確認と、研究の方向性や実験の信頼性を中心に、主担当以外の教員からのアドバイスを受けるいい機会となった。

## 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

#### ○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。1月の第3回中間発表の内容をベースにして、英語でのスライドを用いてプレゼンテーションができるように準備している。英語のプレゼンテーション作成に当たっては、英語科職員と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む。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2-2-3に年間予定を挙げる。

7月下旬に研究内容をまとめ、最終の成果報告会を地域の中高生や教員、保護者に公開する形で実施した。また、最終発表会の様子は、情報通信交流館「e-とびあ・かがわ」と連携し、インターネットを利用して広く公開した。

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28年度の3年生の研究テーマは、以下の15テーマである。

##### <物理分野>

- ・くもの巣構造で横糸は本当に必要なのか
- ・ジャイアンの声でガラスは割れるのか？
- ・石の水切り
- ・火おこし
- ・無回転ボールの変化と初速度
- ・ペットボトルロケット
- ・空飛ぶヨット～見えない翼のなぞ～

##### <化学分野>

- ・納豆に含まれる成分による凝集作用
- ・ルミノール反応とねぎ
- ・救え！私たちの手！～黄色ブドウ球菌を減らす方法～
- ・酸化チタン酸化亜鉛混合光触媒
- ・ケミカルライト ～メタンスルホン酸の濃度変化と発光時間の関係～

##### <生物分野>

- ・粘菌～変色とその理由～
- ・さぼりアリ
- ・竹パウダーと醤油粕の植物に対する効果～アブラナ科編～

##### (2) 中間発表・最終発表会

○5月10日(火) 第4回中間発表会 (発表8分, 質疑応答4分)

前年の12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。

表2-2-3 ASII 年間予定表

	4/9(土)	四国地区SSH生徒研究発表会 見学
1	4/13(水)	調査・研究
2	4/20(水)	調査・研究
3	4/27(水)	調査・研究
4	5/10(火)	第4回中間発表
5	5/14(土)	調査・研究
6	5/23(水)	調査・研究
7	6/1(水)	調査・研究
8	6/8(水)	調査・研究
9	6/15(水)	調査・研究
10	6/22(水)	調査・研究
11	6/29(水)	調査・研究
12	7/13(水)	調査・研究
13	7/23(土)	香川県高校生科学研究発表会
14	7/26(火)	ASII課題研究発表会
	7/29(金)	第11回高校生・大学院生による研究紹介と交流の会
	7/31(日)	応用物理学会・日本物理学会・日本物理教育学会 中国四国支部 ジュニアセッション
	8/9(火)～ 11(木)	平成28年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会

## 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

○7月26日(火) ASⅡ課題研究成果発表会(最終発表会) (発表10分, 質疑応答4分)

e-とぴあかがわを会場に, 保護者や1, 2年の特別理科コース(主対象クラス)の生徒に公開して最終発表を行った。今年は運営指導委員の先生にも参加していただき, 助言や講評だけでなく, ルーブリックでの評価にも加わっていただいた。発表の様子は, 今年度も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

○4月9日(土) 第4回四国地区SSH生徒研究発表会 (愛媛県立松山東高等学校)

ポスター発表 全15グループ

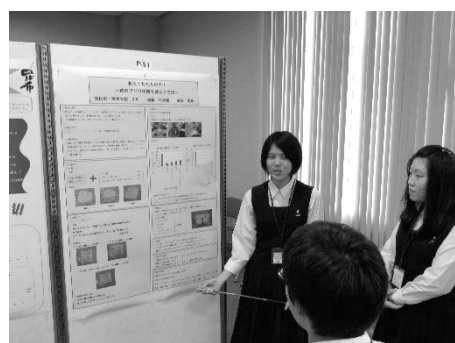
○7月23日(土) 第4回香川県高校生科学研究発表会 (サンポートホール高松)

- 口頭発表
- ・酸化チタン酸化亜鉛混合光触媒
  - ・粘菌～変色とその理由～ **最優秀賞**
  - ・竹パウダーと醤油粕の植物に対する効果～アブラナ科編～
  - ・ジャイアンの声でガラスは割れるのか? **優秀賞**

- ポスター発表
- ・ケミカルライト ～メタンスルホン酸の濃度変化と発光時間の関係～ **優秀賞**
  - ・無回転ボールの変化と初速度
  - ・ルミノール反応とねぎ
  - ・ペットボトルロケット **奨励賞**

○7月29日(金) 高校生・大学院生による研究紹介と交流会 (岡山大学)

- 口頭発表
- ・粘菌～変色とその理由～ **最優秀賞**
- ポスター発表
- ・納豆に含まれる成分による凝集作用
  - ・救え! 私たちの手! ～黄色ブドウ球菌を減らす方法～
  - ・さぼりアリ



○7月31日(日) 応用物理学会・日本物理学会・物理教育学会 中国四国支部合同学術講演会 ジュニアセッション (岡山大学)

口頭発表 物理分野7グループ

## 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

○8月9日(火)～11日(木) 平成28年度SSH生徒研究発表会  
(神戸国際会議場)

ポスター発表 ・ジャイアンの声でガラスは割れるのか？



#### (4) 論文投稿

研究の結果は論文にまとめ、論文集として発刊している。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60回日本学生科学賞

- ・粘菌～変色とその理由～ 香川県審査・最優秀賞
- ・竹パウダーと醤油粕の植物に対する効果～アブラナ科編～
- ・石の水切り

○第14回高校生科学技術チャレンジ JSEC2016

- ・ジャイアンの声でガラスは割れるのか？
- ・酸化チタン酸化亜鉛混合光触媒

○第8回坊ちゃん科学賞研究論文コンテスト

- ・ルミノール反応とねぎ 入賞
- ・無回転ボールの初速度と変化 佳作
- ・ペットボトルロケット 佳作
- ・救え!私たちの手!～黄色ブドウ菌を減らす方法～ 佳作
- ・くもの巣構造で横糸は本当に必要なのか
- ・空飛ぶヨット
- ・火起こし
- ・さぼりアリから見た外敵の危険度

○神奈川大学 全国高校生理科・科学論文大賞

- ・ケミカルライトにおけるメタンスルホン酸の物質質量変化と発光時間の変化の関係

○科学の芽

- ・納豆に含まれる成分による凝集作用



## 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、課題研究の先進国であるイギリスでの評価基準を参考に、本校の課題研究の目的・目標と合致する独自のルーブリックを開発したものを、H25年度より導入している。このルーブリックは、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。評価項目は表2-2-4のとおりである。

第1回、第3回、第4回の中間発表と最終発表の計4回、PPTを用いた口頭発表を行い、ルーブリックによる評価を実施している。第2回は、成果報告会におけるポスター発表となっていて、評価からは除外している。評価の項目は4回ともほとんどが同じ項目で、表4の①～⑤について評価している。ただし、第1回には④の項目が無く、また、最終発表では⑤項目が無く⑥の項目が加わる。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を小さくするようにしている。

表2-2-4 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

##### (2) 数学分野の研究のためのルーブリックの作成

平成25年度より使用しているルーブリックは、実験から得られたデータを分析して結論を得る研究を前提としている。ところが、実験を行わない数学の理論的な分野を対象とした研究を行うグループが、少数ではあるが存在する。このようなグループには、既存のルーブリックの文章表記に合致しないことが多く、ルーブリックの改定に迫られた。

今年度、数学の理論的な研究を行うグループが2年生に1グループ出てきたことを契機に、数学科主導の下で、数学分野の研究のためのルーブリックの作成を行った。①～④の項目について変更を行い、⑤、⑥については変更していない。変更点は表2-2-5の対比表のとおりである。

表2-2-5 ルーブリックの対比表

	従来のルーブリック	数学分野のためのルーブリック
① 課題設定	<p>○研究目的 課題の科学的把握・理解（科学的な意義ある探究） 不十分(1) 研究目的が述べられていない。 興味を持った事象（きっかけ）と今回の課題設定との関連性や課題解決の意義がみられない。 もう少し(2) 研究目的は述べられているが、興味を持った事象（きっかけ）と今回の課題設定との関連性や課題解決の意義が曖昧である。もしくは今回解決できそうにない高いレベルの課題が設定されている。</p> <p>ほぼ十分(3) 研究目的や、興味を持った事象（きっかけ）と今回の課題設定との関連性、課題解決の意義が概ね示されている。</p> <p>十分(4) 研究目的や、興味を持った事象（きっかけ）と今回の課題設定の関連性、課題解決の意義が科学的根拠と共に明確に示されている。</p>	<p>○研究目的 課題の科学的把握・理解（科学的な意義ある探究） 不十分(1) 研究目的が述べられていない。 興味を持った事象（きっかけ）と今回の課題設定との関連性や課題解決の意義がみられない。 もう少し(2) 研究目的は述べられているが、興味を持った事象（きっかけ）と今回の課題設定との関連性や課題解決の意義が曖昧である。</p> <p>ほぼ十分(3) 研究目的や、興味を持った事象（きっかけ）と今回の課題設定との関連性、課題解決の意義が概ね示されている。</p> <p>十分(4) 研究目的や、興味を持った事象（きっかけ）と今回の課題設定の関連性、課題解決の意義が明確に示されている。</p>

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

	<p>○先行研究の調査 これまでの研究結果の理解 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。 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、曖昧な部分があり、<u>文献などの整理・提示が不十分である。</u> 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> 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、判明している事柄と未だ判明できていない事柄を区別できている。</u></p>	<p>○先行研究の調査 これまでの研究結果の理解 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。 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。 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> 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>② 研究</p>	<p>○実験の設定 不十分(1) <u>観察・実験の方法や手順がまとまっておらず、全体像が全く示されていない。</u> もう少し(2) <u>観察・実験の方法や手順は示されているが、不十分な点がいくつか見られ、全体像が漠然としている。</u> ほぼ十分(3) <u>観察や実験の方法や手順が適切に述べられおり、全体像がはっきり示されている。</u> 十分(4) <u>観察や実験の方法や手順が適切に述べられおり、全体像がはっきり示されている。さらに、より質の良い操作を行うための工夫がみられる。</u></p>	<p>○研究の状況 不十分(1) <u>研究・取り組みの方法や手順がまとまっておらず、全体像が全く示されていない。</u> もう少し(2) <u>研究・取り組みの方法や手順は示されているが、不十分な点がいくつか見られ、全体像が漠然としている。</u> ほぼ十分(3) <u>研究・取り組みの方法や手順が適切に述べられおり、全体像がはっきり示されている。</u> 十分(4) <u>研究・取り組みの方法や手順が適切に述べられおり、全体像がはっきり示されている。さらに、より深い研究を行うための方針がみられる。</u></p>
	<p>○データの信頼性 不十分(1) <u>実験の回数や誤差、観察における条件制御や材料の特定に関する記述が示されていない。</u> もう少し(2) <u>実験の回数や誤差、観察における条件制御や材料の特定に関する記述が示されているが、不十分な点が見られる。</u> ほぼ十分(3) <u>実験の回数や誤差、観察における条件制御や材料の特定に関する記述が正確に示されている。</u> 十分(4) <u>実験の回数や誤差、条件制御や材料の特定に関する記述が正確に示されている。</u> さらに、より高い質のデータを得るための工夫点もみられる。</p>	<p>○研究内容の信頼性 不十分(1) <u>統計分野の場合は、データの取り扱いに関する記述が示されていない。</u> もう少し(2) <u>統計分野の場合は、データの取り扱いに関する記述が示されているが、不十分な点が見られる。</u> ほぼ十分(3) <u>統計分野の場合は、データの取り扱いに関する記述が正確に示されている。</u> 十分(4) <u>統計分野の場合は、データの取り扱いに関する記述が正確に示されている。</u> さらに、より高い質のデータを得るための工夫点もみられる。</p>
<p>③ 研究の 分析・ 表現</p>	<p>○表現方法と分析 不十分(1) <u>実験結果を図表・グラフで表わしていない。結果の分析も見られない。</u> もう少し(2) <u>実験結果を図表・グラフで表しているが、不十分である。もしくは結果の分析が不十分である。</u> ほぼ十分(3) <u>実験結果を表やグラフを用いて正確に表現している。また結果の分析が適切になされている。</u> 十分(4)</p>	<p>○表現方法と分析 不十分(1) <u>研究結果・過程を図表・グラフなどで表わしていない。結果・過程の理解も見られない。</u> もう少し(2) <u>研究結果・過程を図表・グラフなどで表しているが、不十分である。結果・過程の理解が不十分である。</u> ほぼ十分(3) <u>研究結果・過程を図表・グラフなどで明瞭に表現している。結果・過程の理解が十分になされている。</u> 十分(4)</p>

## 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

	実験結果を表やグラフを用いて正確に表現している。また結果の分析が適切になされており、工夫点も見られる。	研究結果・過程を図表・グラフなどで明瞭に表現している。また結果・過程の理解が十分になされており、工夫点も見られる。
④ 結果の科学的見解	<p><b>○科学的思考・判断</b></p> <p>不十分(1) 実験方法やこれまでに得られた結果を科学的原理や法則に基づいて説明しておらず、経験や常識に繋げている。</p> <p>もう少し(2) 実験方法やこれまでに得られた結果を科学的原理や法則に基づいて説明しているが、不十分である。</p> <p>ほぼ十分(3) 実験方法やこれまでに得られた結果を科学的原理や法則に基づいて説明している。</p> <p>十分(4) 実験方法やこれまでに得られた結果を詳細な科学的知識を用いて説明している。さらに、その過程も詳細に示しており、論理的に述べている。</p>	<p><b>○数学的思考・理解</b></p> <p>不十分(1) 研究結果や過程を数学的法則や定理に基づいて説明しておらず、経験や常識に繋げている。</p> <p>もう少し(2) 研究結果や過程を数学的法則や定理に基づいて説明しているが、不十分である。</p> <p>ほぼ十分(3) 研究結果や過程を数学的法則や定理に基づいて説明している。</p> <p>十分(4) 研究結果や過程を数学的法則や定理に基づいて説明している。さらに、その過程を論理的にわかりやすく述べている。</p>
⑤ 今後の取り組み	<p><b>○具体的な今後の予定</b></p> <p>不十分(1) 3学期に行う予定が立てられていない。どのようなことをするのか、具体的な取り組みが述べられていない。</p> <p>もう少し(2) 3学期に行う予定が立てられているが、どのようなことをするのか、取り組みの部分が曖昧である。</p> <p>ほぼ十分(3) 3学期に行う予定が立てられており、今後の取り組みが具体的に立てられている。</p> <p>十分(4) 3学期に行う予定が立てられており、今後の取り組みが具体的に立てられている。さらに3学期後の取り組みにも触れている。</p>	<p><b>○具体的な今後の予定</b></p> <p>不十分(1) 3学期に行う予定が立てられていない。どのようなことをするのか、具体的な取り組みが述べられていない。</p> <p>もう少し(2) 3学期に行う予定が立てられているが、どのようなことをするのか、取り組みの部分が曖昧である。</p> <p>ほぼ十分(3) 3学期に行う予定が立てられており、今後の取り組みが具体的に立てられている。</p> <p>十分(4) 3学期に行う予定が立てられており、今後の取り組みが具体的に立てられている。さらに3学期後の取り組みにも触れている。</p>

①課題設定「研究の目的」の項目では、(2)段階の「今回解決できそうにない高いレベルの課題が設定されている。」という部分について、数学分野の研究では高校数学の学習内容での研究ではほとんどが高いレベルの課題になるのことも多いので、評価項目として不適切と判断して削除した。また(4)段階の「意義が科学的根拠と共に明確に示されている。」という部分について、数学分野の研究では、科学的根拠も必要としないこともある、と判断して削除した。①課題設定「先行研究の調査」の項目では、数学分野では文献などの整理・提示しているだけで十分であり、判明しているかどうかははっきりしていることが多いため、(2)～(4)段階の表現を変更した。

②研究「実験の設定」の項目では、「観察・実験」を「研究・取り組み」に置き換え、全段階の表現を変更した。また、②研究「データの信頼性」に項目では、「実験の回数や誤差、観察における条件制御や材料の特定に関する記述」の部分について、数学分野の研究では、統計分野に限られるため、各段階の表現を変更した。

③研究の分析・表現の項目では、「実験結果」を「研究結果・過程」という表現に、「結果の分析」を「結果・過程の理解」という表現にそれぞれ置き換えた。これは、数学分野の研究では、必ずしも実験するとは限らず、論理の過程も大切である、との考えによるものである。同様の理由で、④結果の科学的見解の項目では、「実験方法やこれまでに得られた結果を科学的原理や法則に基づいて」の部分を「研究結果や過程を数学的法則や定理に基づいて」という表現に置き換えた。

ループリックの変更にあたっては、理科の研究をした生徒と数学の研究をした生徒との間で、到達目標の難易度に差がでないよう、整合性を保つことが必要である。今年度作成したループリックで試行して、生じた問題点を洗い出し、次年度以降に修正を加えていきたい。

## 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) ルーブリック評価のメリット

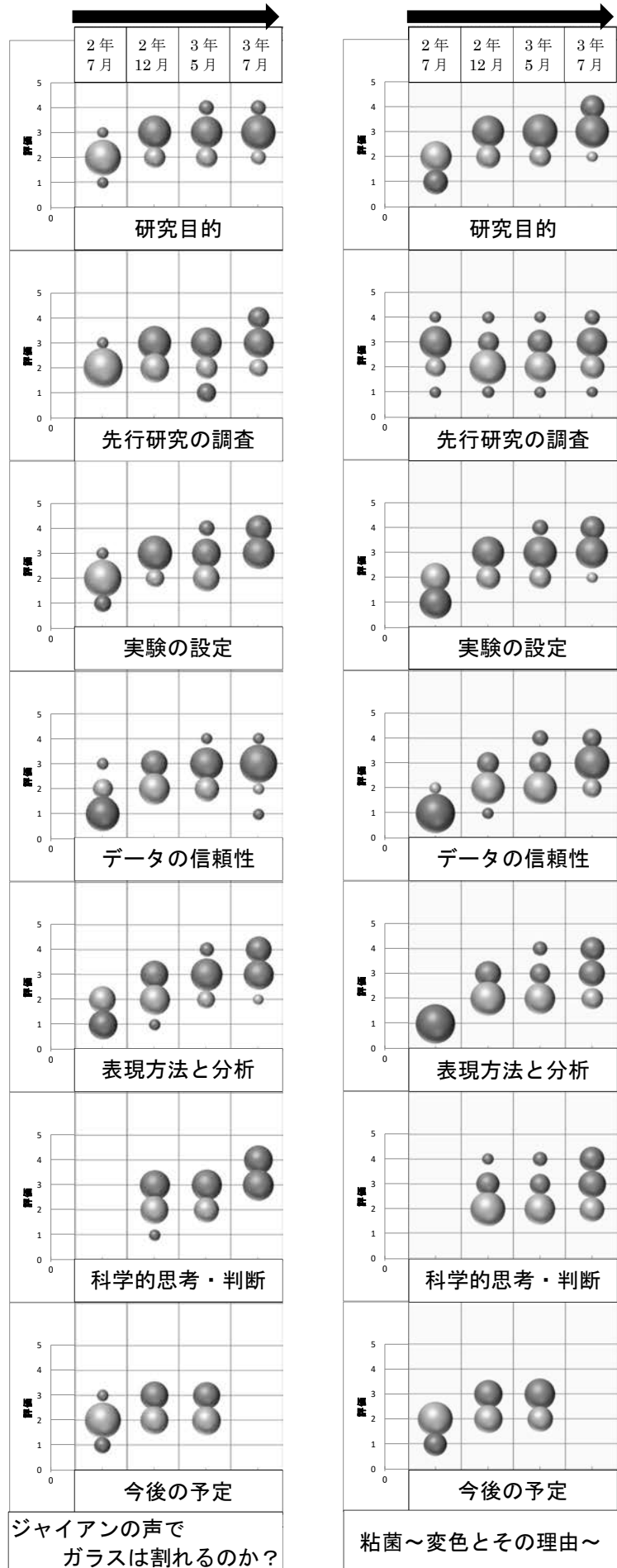
ルーブリックの作成することで、生徒は何を求められているかが把握しやすくなり、指導する教員も、指導方針が立てやすくなった。また、評価についても、客観的な評価ができるようになった。本校のルーブリック評価は、第1回の発表から最終発表まで、一貫して同じ基準で評価している。それぞれの班に着目すると、研究が進むにつれて各項目の評価が上昇するため、生徒の変容が時系列で捉えられるようになった。(右図は、物理分野と生物分野のある研究グループの変容を示している。なお、バルーンの大きさが、その評価をつけた教員の人数を表している。)

#### (4) ルーブリック評価の課題

4年間ルーブリックを運用してきて、いくつかの問題点が浮かび上がった。

まず1つめは、初めて評価に携わる教員が、評価の基準をどこに置かかわりにくいということである。何年か評価に携わると、経験的に本校の生徒の力量がある程度わかるため、最終的な到達点がどのくらいなのかをつかみやすい。しかし、新転入で加わった教員はその経験が無く、基準を作るのが難しい。そのため、過去の最終発表をビデオ撮影したものを事前に見てもらい、到達点をつかんでもらうようにしている。

2つ目は、「③研究の分析・表現」のように、項目の中で複数の観点を含む場合に評価がつけにくい点である。観点ごとに2つの項目に分けることも考えたが、今年度については現状のまま評価を行った。



## 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

#### 5 理科課題研究の概要

平成28年度より、主対象になっていない理系クラス(2クラス89名)を対象に、理科課題研究(1単位、10月中旬以降、水曜3,4時間目)を開講した。対象クラスの生徒を3~4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にしている。

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2-2-6のとおりである。

表2-2-6 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	発表準備			
第15週	発表会			

#### <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。まとめとして、デザインの根拠、実験内容、結果、考察等をパワーポイントで作成して発表させた。

##### ○卵落としプロジェクト

卵1個を入れる装置を画用紙で製作し、本館4階(地上約12.5m)から落下させても、中の卵が割れない装置を製作することを目標にしている。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、卵の代わりに粘土を入れて、4階から落としてみる。2週目には、試作品にゆで卵を入れて、実際に4階から落としてみる。卵が割れた場合は、装置に改良を加え、割れない装置を目指す。卵が割れなかった場合は、「より軽く、より短時間で落ちる」装置に改良する。このとき、「どういう理由で、何を变えたか」変数を意識した実験を計画し、データをとっておく。3週目には、完成した装置に、生卵を入れて4階から落とす。2回の試行を行い、結果を記録する。

表2-2-6の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、今年度はAグループが「パラシュート」、Bグループが「衝撃吸収」、Cグループが「翼やプロペラのついた装置」、Dグループが「滑空する装置」といったコンセプトの下、研究を行った。



##### (2) 化学分野

次の3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。

##### ○強い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見つける課題である。シャボン玉の強度は、できたシャボン玉を軍手の上で弾ませ、割れるまでの弾んだ回数によって計測した。

##### ○温泉たまごができる条件を探ってみよう

湯の温度と時間の2つを入力変数として、温泉卵ができる条件を探る課題である。卵を加熱する間、湯の温度は一定に保ち、温泉卵ができたかどうかは、卵を割って目視によって確認した。

##### ○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。

## 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) 生物分野

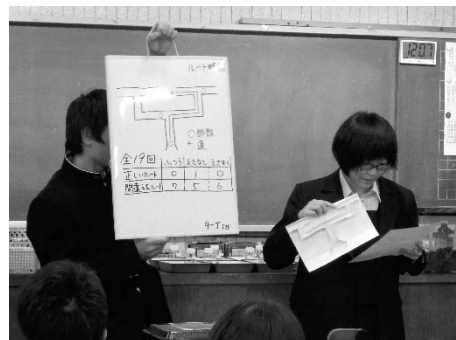
すべての班が共通の課題で、3週にわたって実験を行った。

##### ○ダンゴムシは学習するか？

肉眼で見え、動き、なじみのある生物であるダンゴムシを用いて、「ダンゴムシは学習するか？」というテーマで実験を行った。1週目は、ダンゴムシが学習するかしないかについて、班ごとに仮説を立て、それを証明するための実験をデザインした。装置や器具の使い方を習得した後、実験に用いるダンゴムシを採集した。2週目は、1週目の計画に基づいて実験を行い、研究ノートに記録した。3週目に実験のまとめとレポート作成を行った。さらに、班ごとに5分のプレゼンを行い、結果を発表した。

多くの班が、仮説を「学習する」としたが、実験の結果、ほぼすべての班が「学習しない」と結論づけた。残りの班は、「分からない」とした。実験を行う上で、学習の定義を明確にすることが結構困難であった。

多くの班がT型の迷路を使い、また、忌諱(嫌う)物質として酢を使用した。1つの班がダンゴムシを誘導するためにペンライトを利用すると、他の班も利用するようになり、隣の班の影響が見られた。いくつかの班では、教員が驚くようなアイデアで実験方法を考案していた。



#### (4) 数学分野

一週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。

##### ○正多面体の性質、加法定理の証明

2つのテーマのうち、教員が指定したものに取り組んだ。

「正多面体の性質」では、立体模型を用いての正四面体、正六面体、正八面体、正十二面体、正二十面体、立方八面体の製作を行なった。できた多面体について、それらの面の形と、頂点・辺・面の数の間の関係式を調べた。

「加法定理の証明」では、「加法定理の証明」「加法定理から2倍角、半角の公式を導く」「加法定理から和と積の公式を導く」のテーマから1つ選び、班ごとの研究を行った。どちらのテーマも、班ごとに協力して活動を行っていた。また、困ったときには担当の先生方に助言を求め、的確なアドバイスをもらっていた。

##### ○三平方の定理

100種類以上あるという三平方の定理の証明を考えた。まず、担当教員がトレミーの定理、方べきの定理、三角形の面積計算法等の使用で三平方の定理が証明できる事を考えさせた。次は班別に独自の三平方の定理の証明を考えた。三角形の模型と班ごとに渡して、証明を考えやすいように工夫した。どの班も協力して、積極的に議論していた。さらに、文献によれば、三平方の定理の証明は、科学者だけではなく、アメリカの大統領も独自の証明を考えていることがわかったので、時間が余った時には担当教員と一緒に独自の証明法を考えていった。

##### ○ビリヤードの反射

中学2年生の教科書巻末にあった「ビリヤードの反射回数」をヒントに高校生用の題材にして生徒に取り組ませた。ただ単に反射回数の公式を作ることが目的ではなく、公式を導くまでの考え方や規則性を見つけ方などを生徒に身につけさせることが狙いであった。具体的には一般的な文字や数が大きい場合は、具体的な場合から考えること、何か規則性があると考えて小さい数から少しずつ考えていくこと、規則性を見つけやすい箇所をもとにして、規則を見抜くことなどを学習することができたと思われる。また一見、何の関連性のないような中学3年時に学習した「図形の相似」、高校1年時の数学αで学習した「整数の性質」の学習内容を題材としているため意外性を感じることができたかもしれない。このビリヤードの題材をつきつめて考察していくと、有理数と無理数、 $\tan [x^\circ]$  が有理数かどうか、連続する整数の最大公約数が1であることなど、興味深い内容も含まれている。

## 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

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

2016年度 Introductory Science I 年間予定表

回	日付	時間	講師	講座内容	会場
1	4月18日(月)		佐藤	オリエンテーション	理科実験室
2	4月25日(月)		物理教員	実験の基本操作(物理)	理科実験室
3	5月2日(月)		化学教員	実験の基本操作(化学)	第1化学実験室
4	5月9日(月)		生物教員	実験の基本操作(生物)	第1生物実験室
5	5月23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30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13日(月)		IS担当教員	考える科学③『信頼性と妥当性』『あなたは良い科学者か』	理科実験室
8	6月20日(月)		IS担当教員	生物多様性(一高のAリ)	第1生物実験室
9	6月27日(月)		香川大学工学部 石井知彦先生	希少なお砂糖、希少糖	第1化学実験室
10	7月14日(木)	④⑤⑥⑦成績会議	香川大学工学部 鶴町徳昭先生	光の不思議	理科実験室
☆	7月23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
☆	7月26日(火)		ASⅡ課題研究成果発表会への参加		e-とびあ・かがわ
11	9月5日(月)	短縮授業	香川大学教育学部 高橋尚志先生	CBI物理	理科実験室
☆	9月7日(水)		東京理科大学 藤嶋昭先生	第1回自然科学講演会『先人に学びながら、研究生活を楽しく～光触媒を含めて』	第1体育館
12	9月14日(水)	月曜日の時間割	広島大学工学部 北村充先生・土井康明先生	構造物の強度	理科実験室
13	9月26日(月)		愛媛大学理学部 垣内拓大先生	原子・分子の世界を“見て”“理解し”“想像(創造)する”	第1化学実験室
14	10月3日(月)	1年大学訪問	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
15	10月17日(月)		香川大学工学部 掛川寿夫先生	真のアンチエイジングを学ぼう	第1化学実験室
16	10月22日(土)		香川大学農学部 伊藤文紀先生	藤尾神社のAリ 分類	香川大学農学部
17	10月24日(月)		愛媛大学理学部 西真之先生	地球深部	理科実験室
18	10月31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
19	11月7日(月)		Jannelle先生	CBI地学	理科実験室
20	11月14日(月)		香川大学工学部 石井知彦先生	CBI化学	MM教室
21	11月21日(月)	月末大掃除	香川大学工学部 富永浩之先生	レゴロボットを用いたプログラミング演習①	香川大学工学部
22	12月13日(火)	12/12の振替	香川大学工学部 澤田秀之先生	CBI数学	多目的教室
23	12月19日(月)		香川大学工学部 富永浩之先生	レゴロボットを用いたプログラミング演習②	香川大学工学部
24	1月23日(月)		理科・数学教員	ミニ課題研究	各実験室
25	1月30日(月)		九州工業大学情報工学研究院 佐藤好久先生	面白い整数の世界を訪ねてみようー巡回する整数ー	理科実験室
26	2月6日(月)		理科・数学教員	ミニ課題研究	各実験室
☆	2月10日(金)		大阪大学大学院 中道正之先生	第2回自然科学講演会『サルを見てヒトを知る』	第1体育館
27	2月13日(月)		阪大微生物病研究会	企業見学	阪大微研
28	2月20日(月)		理科・数学教員	ミニ課題研究	各実験室
29	3月13日(月)	③④⑤⑥	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

#### 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、博物館、研究機関、企業等との連携を強化し、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

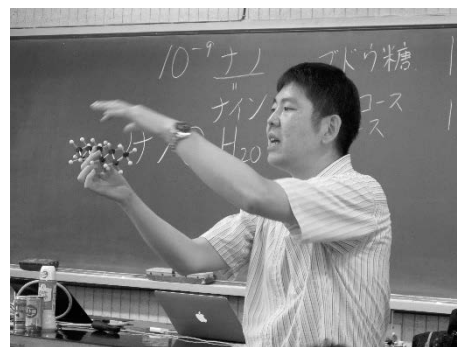
「Introductory Science」では今年度自然科学への興味・関心を高め、最先端の研究内容を知る目的で、物理分野4講座、化学分野4講座、生物分野4講座、地学分野1講座、数学分野2講座の出張講義を実施した。また、英語に関連した講座を4講座実施した。2年次以降の課題研究のヒントになることも考え、講座内容はできるだけ分野が偏らないように工夫した。3学期には、課題研究の練習として教員が研究課題を設定した「ミニ課題研究」を物理・化学・生物・数学の4講座行った。また、最先端に触れる機会として、企業見学、研究室・大学訪問も実施した。

生徒の事後アンケートの結果より、講義・実験が面白く(88.2%)、講義の内容が理解できた(91.8%)。また、講義全体を通して82.6%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(92.3%)、講義内容をもっと知りたい(92.8%)と感じている。さらに、89.4%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。

#### <生徒の感想>

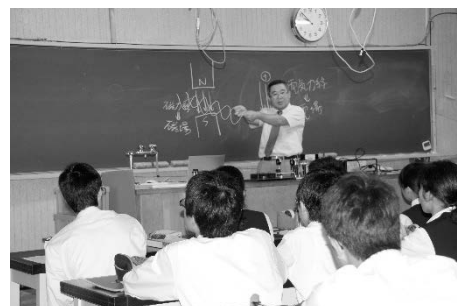
##### 「希少なお砂糖，希少糖」香川大学工学部 石井知彦先生

- ・今回の講義を聞いて、つながり方が逆になっただけで価値や名前がものすごく変わることには驚きました。自分でモデルを作ってみて、それを動かしながら考えるのはわくわくしてとても楽しかったです！！
- ・僕にとって最も身近な大学である香大で、どのような研究をしているのかを知れて、大学について興味が湧いてきました。1つのことについてとことん研究することは大切なのだと分かりました。
- ・ブドウ糖と希少糖では値段の差がすごくあって驚きました。香川大学というとても身近な大学でも驚くほど最先端の研究をしていることを知って改めて素晴らしいと感じました。僕も将来興味のあることを研究したいと思いました。



##### 「光の不思議」香川大学工学部 鶴町徳昭先生

- ・ある実験から「なぜ？」をどんどん積み重ねていく事が大切だと分かり、これから実験や探究活動のときには気をつけていこうと思った。色の範囲が数mm変わるだけで色が変わるのを知ってびっくりした。もっと量子学を深く知りたくなった。
- ・中学で一度光について習ったが、それよりも深いところまで教えてくれて、良い経験になりました。物の色についても話しをしてもらって、自分なりに理解することができました。また、物理への興味が持てました。
- ・今回は自分が関心をもっている分野とは少しちがうのかなと思っていたけど、とてもおもしろい講義が聞けて良かったです。自分の視野が広がったなと思いました。科学技術がどんどん進歩している現在の社会は本当にすごいです。



## 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

#### 「構造物の強度」 広島大学工学部 北村充先生・土井康明先生

- ・物には得意な方向と不得意な方向があるという言葉が非常に心に残った。この世界には本当にたくさんの物があるが、どれも構造物の強度を高めるために工夫がほどこされていると分かり、多くの先人の研究によって今の安全な世界があると思ひ自分もこれからの世界の人々の役に立てるようなことを研究していけたらいいと改めて感じた。そして、あの心に残った言葉を現実にも活用していき、多くの人との協力をより深めていきたいと思った。
- ・日本は世界と比べても細かいことができる技術をたくさんもっているのに、構造物の強度を高めるという分野では世界をリードして行ってほしいです。

#### 「原子・分子の世界を”見て” ”理解し” ”想像(創造)する”」 愛媛大学理学部 垣内拓大先生

- ・呼吸で老化がすすむ、ということにもおどろいたけど、食べ物がそれをおさえているということにもっとおどろきました。私はどちらかというと食べ物の方が老化をすすめると思っていたので、すすめない成分もあると分かって、とても興味深かったです。自分でもいろいろ調べてみたいと思いました。
- ・私はあまり大学の学部や学科について知らなかったのははじめの説明はすごくありがたかったです。化学の中にもあんなにたくさんの方があるってほんとうに自分のやりたいことを極められるんだなあと思いました。
- ・呼吸は生きていくうえで必要不可欠なもので大切であるという反面、細胞を酸化させて老化を進めてしまうことが分かった。しかし、老化は抗酸化物質によって抑制されるということも分かった。実験では、コーヒーは反応しないと思っていたのに、自分達が調べた中では1番抗酸化作用があるという結果になり驚いた。溶液をこぼしてしまった班もあったので、用具の取り扱いには丁寧にしないといけないと思った。



#### 「身近な海の世界」 香川大学農学部 一見和彦先生・多田邦尚先生

- ・今回は、実際に海へ出て自ら泥やプランクトンを採取することでとても身近なところにも問題点があると実感することができたし、とても楽しかったと思います。また、講義を聞いているとアサリやひじきなどのよく食べるものも減少してしまっているということを知り、なにか対策をしなければならぬと感じた。さらに、最も印象に残っているのは、水産業と農業の違いについてでした。”人による収奪”という言葉に改めて僕は多くの命をいただいているのだなあと感じることが出来ました。今回の講義は自分の視野を広めることも出来たし、様々なことを体験しながら学べたので本当に良いものになったと思います。
- ・僕は将来、水産学部を希望しているので今日の経験は、非常にためになりました。水産関係の農学部で実際に行われている調査をじかに体験できたのでよかったです。研究に対しての具体的なイメージを持つことが出来るようになったのでよかったです。植物プランクトンは、海の植物連鎖の出発点で非常に重要な役割を担っていることを知りました。また、アサリは水の汚れを食べて生活しているので水質をきれいに保つという役割を担っていることを知りました。農業と違って水産業は自然任せになってしまうので、魚を捕りすぎたりするとすぐに絶滅させてしまうことを知りました。なので海や川に住む生物のことを常に考えて乱獲や温暖化等の問題に向き合っていかなければいけないと思いました。



#### 「真のアンチエイジングを学ぼう」 香川大学工学部 掛川寿夫先生

- ・今日の講義は、とても面白く感じた。特に、かなり身近な人が後世に残るかもしれないくらいの発見をしていることに驚き、より大学に行きたいと思うようになった。さらにこの発見はとても実用的であることにとても研究の意義を感じさせられた。
- ・今回の講義では、工学部の流れというものを理解できたと思う。まず、研究を通して新しい何かを発見して、その見つけたことで新しい良い製品をつくり、世の中の人のために役立つものを誕生させるという流れがあると分かり、自分も理学部より工学部に進学したいと思うようになった。また、身近な先生がすごい研究をしていたと知り、とてもビックリした。そして、自分もそのような研究をしてみたいと思った。

## 第2章 研究開発の内容

### Ⅲ 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

- ・大学では研究をしているだけかと思っていたが、商品開発や実用化まで行っていることにおどろきました。いままではこのような研究をしているのは企業だけだと思っていたので、意外だった。
- ・これまでは”工学部”ときくと機械をさわるイメージしかなくて全く興味がありませんでしたが、今日の講義を聞いて機械だけではないことを知って見方が180度変わり工学部について興味ができました。ある現象を改善させるための開発はとても大変そうでしたがやりがいのある研究だなと思いました。研究職につきたい！という夢がより一層強くなりました。

#### 「生物多様性を考える 藤尾神社のアリ」香川大学農学部 伊藤文紀先生

- ・今回の講義は実際に山に登って採集したアリと一高で採集したアリを比べて見た。そこで明らかな違いがみられたとても楽しい講義だったし、とても興味深く感じた。また、伊藤先生から今回学べたことで一番良かったと思うことは、あるものを観察して他のものと区別するときそのあるものだけを見つめていても分からないことは多くあり、他のものと一緒に実際比較してみると分かりやすく観察でき、そのあるものの特徴などが見極められると自ら体験しながら学べたことだと思う。また、先生からいろいろなものがこの見方でしっかり確実に見極めると教えてもらったので、これから生きていくなかでもそのように見られるようにしていきたいと思う。
- ・藤尾神社・ドングリランド周辺でのアリの採集は、これまでとはまた違った視点で大学の研究を知ることができた。小さいアリから大きいアリまで、様々なアリがいて、違う種類のアリが採れると、「こんなものいるのか」と、わくわくした。正直、アリの同定は判別が難しく、特に小さいアリは見分けがつきにくかった。だが、大学の先生や大学の人に尋ねると、すぐに「これは〇〇アリだよ」と教えてくれて、「やっぱり極めてる人は違うな」と思った。また、研究室の見学もとても興奮した。日本最大のアリや生物の中で一番早くアゴを動かすアリ、とても大きなゴキブリなど、見たことない昆虫をたくさん見ることができた。



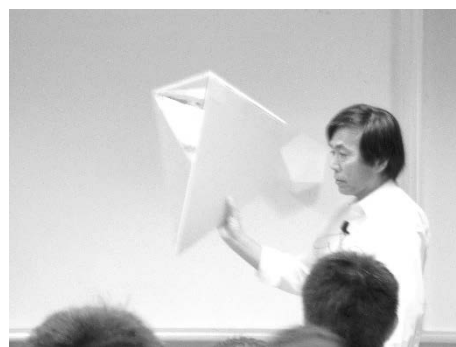
#### 「地球深部科学とダイヤモンドの合成」愛媛大学理学部 西真之先生

- ・地球惑星科学という分野は知らなくてどんな研究をしているのかよく分かって良かったです。ヒメダイヤ号で地球の中の探検やクイズ形式で計算や予想をしたので楽しく取り組むことができました。
- ・これまで最硬だったダイヤモンドをさらに硬く、割れにくくなったヒメダイヤは、丸みを帯びた球の形にできるので、色々な用途やものに使えるのですごくいいと思った。自分の知らない学科がまだまだあると気づかされ、もっと調べる必要があると思った。
- ・地球の中のことにとても興味がわいたので本を買って読んでみたい。



#### 「図形の対称性と立体万華鏡」鳴門教育大学 松岡隆先生

- ・「空間における対称移動」とはどういうことなのか分からなかったが、先生の話聞いて、平面での対称移動と似たようなものだと分かった。普段なら感動していただけた万華鏡の見え方の秘密を知ることができてよかった。
- ・万華鏡は数学が使われていることが分かった。小さいころは「わーきれい」で終わっていたのが、今は原理がわかるようになってよりおもしろいなと思った。小さく作っても形がしっかりと見えるのですごくいいと思う。全て証明で原理が説明できる。
- ・理科ある所に数学ありだなと思った。その数学の基礎にあるものは中高生で習う内容でもあると思った。理科は英語、数学が深く関わっている。理科で起こる現象は数学があるからこそ多くの人に認められ、理解することができる。



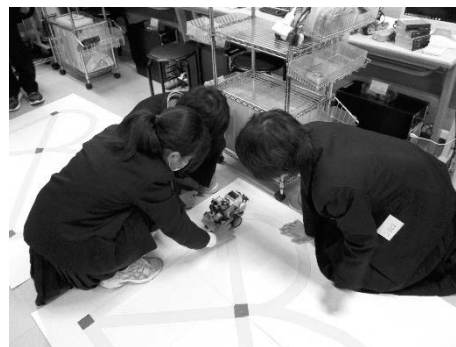
## 第2章 研究開発の内容

### 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

- ・今回の図形は今数学で学習している範囲だったので数学の内容の理解を深めることができたので良かったです。これまでの講義では図形の話はあまりなかったのでおもしろいなと思いましたが興味・関心がたかといわれるとあんまりでした。こうやって自分の興味のあるものないものを知ることができるのは私にとっていいことなのでこれからの講義も大切にしていきたいと思います。

#### 「レゴロボットを用いたプログラミング演習」香川大学工学部 富永浩之先生

- ・どうすればスムーズに進むことができるようになるか考えながらプログラミングできた。最初の方は違う方に行ったり、止まったりして思うように動かず大変だったが、きれいに進んだときは達成感がありよかった。
- ・この講義を通して、今まで全く知らなかったコンピューターのことについて学ぶことができた。自分が作成したプログラムでその通りにロボットが動くのはすごく面白かったです。動き方や動く速度など様々な条件を変えてゴールをみぞすのはすごく難しかったけどとても楽しかったです。
- ・人に言葉で何かを説明するときは、まず大まかなことから説明していくと聞く方も分かりやすいんだということが分かりました。
- ・とても難しいと感じたが成功に向けて、努力・協力することができた。成功しなかったけど、努力はこれからも役に立つと思う。



#### 「面白い整数の世界を訪ねてみようー巡回する整数ー」九州工業大学情報工学研究院 佐藤好久先生

- ・余りという考え方が重要で、mod というもののお話を聞いた。数学Aの授業で勉強したところだったが、難しくあまり理解できなかった。次に、循環する整数についての講義を聞いた。2分割和や3分割和はよく分からなかったが、とても不思議でおもしろかった。今日の講義はあまり理解できなかったが、整数がとても不思議でとてもおもしろかった。また、数学を勉強して早く今日の講義を理解できるようになりたい。
- ・数学の分野だから話を聞くだけかと思っていたら、実際は自分で計算して法則を見つけたり、新しい事に気づけたりしてとても楽しいと感じた。今日講義をきいて、理解することは簡単だけどそれを証明したり、解くのは難しいことがよく分かりました。今回で数学がおもしろいなと思ったので、自分で調べられることは調べてみようと思った。
- ・数学が奥深くおもしろいものだと思えてわかった。素数についてもとても興味があるので、調べたいと思う。数学についての書籍はいくつかよんだことがあるので、今回の講義はおもしろかった。身近な「数」というだけでこんなにたくさんのお名前があることに驚いた。



## 2 自然科学講演会

### (1)第1回自然科学講演会

- 1.日 時：平成28年9月7日(水) 13:30~15:30
- 2.講 師：東京理科大学 学長 藤嶋 昭 氏
- 3.演 題：「先人に学びつつ研究を楽しくー光触媒を含めて」
- 4.講演会の様子

現在、学長を務められている東京理科大学の紹介をされながら、大学と関連した夏目漱石の小説「坊ちゃん」の話から始まり、ニュートン、ファラデー、アインシュタインなど、科学史上の有名な物理学者や化学者の研究や著作にも触れた。その話の中で、身の回りのことに興味を持ち、探求することが大きな発見につながることを、探究心を持ち続けることの重要性を説かれた。

藤嶋先生ご自身の業績である光触媒の発見と、その後の応用研究についても説明された。光触媒については概略だけで、そう多くのことは説明されなかったが、光触媒の研究をリードされてきた先生の研究者あるいは指導者としての力量の大きさを、生徒たちも話の中から感じていたのではないかと思う。



## 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

また、最後に、現在、先生が興味を持って取り組まれている科学に関わる名言の収集や著作についても触れられた。中国古典中の名言や、和製漢熟語などを例に、明治日本の科学の創生期、海外からの文化を吸収し、そこから新たなものを創造する日本の力の素晴らしさについても語られた。

講演後、質問を受けたところ、20名近い生徒が手を上げ、先生はその生徒たちを前に呼び寄せ、一問ずつ丁寧に質問に答えられた。質問をした生徒には、ご自身の著作本を渡されていた。質問は、光触媒のこと、これからの研究目標、先生の夢を尋ねるものと、様々な内容であった。中には、SSHの課題研究で光触媒について実験を行っている生徒もあり、実験に関する細かな質問をする生徒もいた。講演会場から控え室の校長室に帰ってからも、10名近い生徒がやってきて質問をし、それにも応えられていた。



#### (2)第2回自然科学講演会

1.日 時：平成29年2月10日(金)13:20~15:20

2.講 師：大阪大学大学院人間科学研究科 教授 中道 正之 氏

3.演 題：「サルを見て、ヒトを知る ー行動観察からわかることー」

#### 4.講演会の様子

中道先生は、35年以上にわたって野生のニホンザルの行動観察からサルの行動発達や子育て、老いなどを研究され、また、サルからヒトまでの比較行動学を専門とされている。講演に先立って資料が配付されており、資料の中の問いに生徒はあらかじめ答えを用意して講演会に臨んだ。

生徒に資料の問いの答えを発表させたり、生徒同士で話し合いをさせて答えさせたりしながら講演は進んだ。資料の写真を見て、霊長類の共通性やその中でのヒトの特徴を答えさせたりするもの

であった。生徒はよく反応して活発に話し合い、発表していた。

中道先生は自らの講演を途中中断し、同行してきた二人の修士課程の大学院生が自らの研究について発表する時間を設けた。ひとりはニホンザルの協調的な行動の自らの修士論文の研究発表を、もうひとりは哲学専攻で、哲学とは何をするか、といった自らの考えを発表した。若い研究者(院生)の話であったことや、文理という領域に限られない話の内容から、多くの生徒が院生の話を理解し、研究・学問の面白さを感じていたようだ。

院生の発表後、中道先生は講演を再開し、自らの専門のニホンザルの行動観察について話された。長い何世代にもわたる行動観察の結果から、オトナメス社会の順位の法則性が見いだされたことなどを述べられた。また、動物園のゴリラをじっと観察していると、その行動の面白さに気づき、新たなテーマを見いだすことができる。

見続ける(観察し続ける)という継続は、新たな気づきを生み、適切なテーマ設定、分析・構成を行い、それを伝えるコミュニケーション力を培って研究成果が人に知的感動を与えることができる。「継続が創造性を生む」という言葉で講演の最後を締めくくった。

時間の都合で、その場では多くの質問は受けられなかったが、講演会后、別室で希望する生徒と談話会を設けた。そこでも中道先生と院生の方を囲んで、数十名の生徒が活発に質問などをしていった。



## 第2章 研究開発の内容

### Ⅲ 最先端の科学技術を学び、知的好奇心を高めるプログラムの実践

#### 3 関東合宿

##### (1) 目的

大学や研究所などの国内最先端の研究施設での見学・研修を行うことで、理系進学生徒としての視野を広げ、進路意識の高揚、高い専門知識の吸収・科学的なコミュニケーション能力の育成を目的とする。また、生徒と教師が寝食を共にすることにより、規則正しい学習・生活態度の確立の契機とするとともに、集団生活を通じてクラスの親睦を深め、自主自立の精神を養う。

##### (2) 日程表

	第1日目 8月3日(水)	第2日目 8月4日(木)	第3日目 8月5日(金)	第4日目 8月6日(土)
7:00	6:40 高松空港集合 (1階ANAのカウンター前) 7:35 高松 発	6:30 起床・洗面 7:00 朝食	6:30 起床・洗面	6:30 起床・洗面 7:00 朝食
8:00	ANA532便	8:00 バス出発	8:00 朝食	8:00 ホテル出発
9:00	8:55 羽田 着	バス移動	8:50 高エネ研 着	公共交通機関
10:00	9:30 羽田 発 バス移動 10:30 国立天文台 着	9:30 味の素 川崎工場 着 9:30~11:00 味の素 川崎工場での研修	9:00~12:00 高エネルギー加速器研究機構 (KEK)での研修 ・施設見学 Bファクトリー PF実験施設	公共交通機関 9:00~15:30 国立科学博物館
11:00	10:30~12:30 国立天文台 三鷹での研修 講師:泉 奈都子さん(一高OG)	11:00 味の素 発 バス移動		9:30~14:00 葛西臨海水族園 日本科学未来館 国立極地研究所
12:00	12:30 国立天文台 三鷹 発 バス移動	12:00 東京大学 着 昼食(大学の食堂利用)	昼食	
13:00	13:00 東京農工大学 着 昼食(大学の食堂利用)	13:00~17:00 東京大学柏キャンパスでの研修 ・新領域創成科学研究科 での講義 「海洋の再生可能エネルギー」 講師:鈴木 英之 教授	宇宙航空研究開発機構 (JAXA)での研修 ・JAXA職員の方からの講演	
14:00	14:00~17:00 東京農工大学農学部での研修 ・微生物観察実験 有江 力 教授	・宇宙線研究所での講義 「重力波ワークショップ」 講師:福田 大展 専門職員		
15:00			14:50 物・材研 着	
16:00	・植物工場の見学		15:00~17:00 物質・材料研究機構 <A班> スーパーコンピュータ:清水順也氏 表面分析装置:萩原俊弥氏 世界最長クリップ試験:谷内泰志氏 制震ダンパー材:澤口孝宏氏	公共交通機関 15:30 羽田空港 集合
17:00	17:00 東京農工大学 発 バス移動	17:00 東京大学 発 バス移動	17:10 物・材研 発 バス移動	17:30 羽田 発
18:00	18:00 ホテル着	18:00 高エネ研 着		ANA539便
19:00	18:30 夕食・ミーティング	18:30 夕食・ミーティング	18:50 ホテル 着 19:00 夕食・ミーティング	18:45 高松 着 高松空港解散
20:00	19:30~21:30 OB・OGとの交流会	入浴・研修のまとめ など	入浴・研修のまとめ など	
21:00				
22:00	入浴・研修のまとめ など			
23:00	23:00 就寝	23:00 就寝	23:00 就寝	
宿泊場所	日暮里 ホテル ラングウッド	高エネルギー加速器研究機構 共同利用研究者宿泊施設	ホテル機山館	

## 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

以下は、生徒の作成した研修のポスターである。



国立天文台  
National Astronomical  
Observatory of Japan

## 国立天文台

木村 祐太、関東 汰一、上原南、文谷 和歌子

### (1) 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。自然観創成の役割。



### (3) 施設見学

- **第一赤道儀室** → 1921年に完成。太陽黒点のスケッチに利用。国立天文台三鷹キャンパスで最も古い観測用建築。
- **太陽系ウォーク** → 太陽系の大きさを140億分の1に縮めて惑星を紹介している。
- **天文台歴史館** → 約10mの望遠鏡が入るような珍しい木製ドームになっている。床がエレベーター式になっているため、観測ができる。
- **展示室** → 国立天文台が行っているプロジェクトの紹介や、観測、研究成果など最新の天文学に関する展示を行っている。

### (2) 研修内容

- 宇宙についての講義
- 宇宙の理論的モデルを見るソフト、Mitakaによる演説



- 近年の宇宙研究について
- TMT (Thirty Meter Telescope)



次世代超大型天文望遠鏡。過去の望遠鏡をはるかに凌駕する解像度を持つ望遠鏡が2027年に完成する。

### (4) 感想

初めは宇宙に興味はなかったけれど、泉さんの話を聞くことで興味が増えました。太陽系の惑星の位置関係や、次世代の宇宙研究についてよくわかりました。また、昔の観測施設に施された昔ながらの工夫された観測技術も数多く見つけることができたので、よかったです。

## 東京農工大学

藤井 愛巳 小島 いち子 二宮 奈緒

### 1 農工大について

「農学」が工学の2分野から成る国立大学。今回行った農学部は、5学科から構成されており、東京にあつながら緑豊かなキャンパスが特徴です。



### 2 研修内容

- **微生物観察実験**  
菌や微生物についての講義  
細菌、トマト葉面菌の顕微鏡観察
- **グローバルフルーツファクトリー見学**  
ここでは、レタスやトマト、イチゴなどの木箱栽培を行っている。





- **植物工場見学**  
農工大の植物工場は、一般的な植物工場がレタスなどの葉菜類を中心に栽培しているのと違って、果樹の栽培を行っている。その中でもブルーベリーを栽培している。果樹は四季を経験させる必要があり、さらに、収穫期間が短いので、栽培が難しいとされている。
- **3 植物工場**  
地上階に春室、夏室、秋室、地下1階に晩秋室、冬室、早春室を設け、四季を再現し、ブルーベリーの株を移動してライフサイクルを早める。
- **4 感想**  
細菌、トマト葉面菌の顕微鏡を使っての観察実験で菌の構造をよく知ることができた。  
植物工場でブルーベリーなどの果樹を栽培することでも難しく、それを解決するために様々な工夫がされているとわかった。費用などの問題が解決し、実用化がされればよいなと思った。

## 味の素川崎工場

和泉哉琉 伊藤佑哉 合田晴紀

### 1 味の素川崎工場について

「味の素」工場、「ほんだし」工場、「Cook Do」工場があり、東京ドーム8個分もの広さがある。



あじパンダ

- **製造工程ジオラマ・歴史展示見学**  
「味の素」の歩んできた歴史やうま味の含まれる食材についての常設展示。  
さとうきびを原料に、「味の素」が完成するまでの製造工程をリアルなジオラマで見学！
- **うま味体験、「ほんだし」おにぎり試食**  
お湯に味噌を溶かしただけのものと、それに「味の素」をいれたものを飲み比べ！

味噌だけ	味噌に「味の素」
・おいしくない	・うま味が感じられた
・ものすごく味の薄い、お味噌汁に。	・風味が豊かになり、味わい深いお味噌汁。

お米に「ほんだし」を振りかけただけの簡単、お手軽おにぎり！

- **3 感想**  
シアターなどの充実した見学施設で調味料などを作るまでの過程を楽しく学ぶことができた。ここでは特に、化学的な知識への理解を深めることができた。これからの学習や課題研究などに活かしていきたい。また、味の素創設やうまみの発見に関する歴史を学んだり、体験コーナーや試食コーナーで実際に製作・調味料の効果を知ることができ、充実した見学であったと思う。

### 2 見学内容

- **シアター見学**  
360度の大画面による、大自然の恵みうま味と暮らしのあゆみを体感！
- **「ほんだし」工場見学・かつお節削り体験**  
鯉節を削る苦労も今では「ほんだし」さえあればとっても楽チン、時短！  
工場の上から下に行くにかけて、顆粒状の「ほんだし」が作られていく。



## 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

**東京大学柏キャンパス 新領域創成科学研究科**  
～海洋の再生可能エネルギー～  
細谷祐馬 溝口太雅 保田幸輝 関本樹

○紹介  
新領域創成科学研究科 1998年 設置  
ナノ、物質材料、エネルギー、情報、複雑系、生命医療関係、国際協力などの分野

○概要  
鈴木英之教授から海洋の再生可能エネルギーについて講義を受けた

○講義内容  
海の再生可能エネルギー・・・風、潮流、海流、波、温度差、潮汐、太陽  
→ほとんどが太陽エネルギーからやってくる  
日本の海の再生可能エネルギーの資源量・・・合計63,300(万kW)  
日本全電力量の1.5倍の供給量  
地球温暖化の影響・・・気温上昇による植生の北上(米の産地 新潟～北海道)  
エネルギー問題・・・化石燃料、原子力、自然エネルギー それぞれに課題あり  
海洋の自然エネルギーの開発・・・世界的競争が展開 様々な発電装置の開発  
波浪発電→振動水柱式、可動浮体式、越水式など  
洋上風車 ヨーロッパに多い アメリカ、アジアで導入活発



○感想  
地球温暖化問題やエネルギー問題を解決するために海洋の再生可能エネルギーの開発が進んでいることを知った。資源の少ない日本でも海洋のエネルギーは火力発電所何百個分にも相当することを知って驚いた。風車を海に浮かべるという考え方はとても画期的で面白いものだと感じた。

**東京大学柏キャンパス宇宙線研究所**  
宮川 翔伍 森 敦彦 谷 将樹 木村 優太

○東京大学について  
明治 10 年創立  
学生数が日本で二番目に多い  
326 平方キロメートルの土地を所有

○重力波ワークショップ (実験と理論がとて面白い結果に！)  
重力波とは・・・空間のひずみが光速で伝わっていく波  
・真空中でも伝わり、何でもすり抜ける。  
・アインシュタインの一般相対性理論でその存在が提唱された  
・2015年9月14日に初めて観測された

○観測された重力波について  
地球から13億光年の距離から来た  
太陽の36倍の質量のブラックホールと29倍の質量のブラックホールが合体太陽の62倍のブラックホールに  
→ $36+29 \neq 62$ つまり太陽の3倍のエネルギーの重力波が発生した。  
この重力波が太陽と地球の距離を水素原子1個分変化させた。  
アメリカのマイケルソン干渉計で観測

☆実験  
マイケルソン干渉計と同じ仕組みで音楽プレイヤーから音楽の電気信号を振動に変え、固定鏡を振動させた。  
検出器で光を検出し、その信号を電気信号に変え、スピーカーで音楽が再生されるようにした。

○感想  
この施設ではとても貴重な体験をさせて頂きました。  
この講義を受ける事で重力波について詳しく知ることができました。また、今回の実験を通し実際の観測は、熱振動や粒子による振動でも変わってしまう、とてもデリケートで難しいのだと感じました。

**高エネルギー加速器研究機構 (KEK)**  
藤井貴也 宮地皇河 村上裕一

1. 機構の目的  
日本の加速器科学の総合的発展の拠点として研究を推進し、大学共同利用機関法人として、国内外の関連分野の研究者に対して研究の場を提供することを目的に設立されました。筑波キャンパスと東海キャンパスを拠点とし国際共同実験への参加、国際共同開発も行っています。また、総合研究大学院大学の基礎研究機関として、加速器科学の推進およびその先端的研究分野の開拓を担う人材を養成します。

2. 特色  
KEKは、加速器、放射光実験施設、スーパーコンピュータなどの、大規模な最先端装置を全国の研究者に提供するとともに、KEK研究者の持つ専門的な経験と技術、知識を活かした効果的な共同研究を実施し、日本の学術研究の発展に重要な貢献をしています。

3. 素粒子原子核の研究  
この世界にある物質は、分子からできています。その分子は、原子の組み合わせでできていて、原子は原子核と電子から、原子核は陽子と中性子から構成されています。更に陽子と中性子の中を探ると、最も小さな構成要素素粒子であるクォークにたどりつきます。  
KEKでは電子、陽電子、陽子などの粒子を高いエネルギーに加速する粒子加速器を用いて、素粒子や原子核の性質やふるまいを実験的に研究しています。さらに、素粒子や原子核の理論的な研究も行っています。

物質粒子			力を伝える粒子		
クォーク	アップ	ダウン	光子	グルーオン	W/Z
レプトン	電子	ニュートリノ	重力子	ヒッグス	
複合粒子	陽子	中性子	原子核	分子	原子

4. 感想  
高エネルギー加速器研究機構では、最先端の研究が行われており、多くのことを学ぶことができました。  
もし、機会があれば、ぜひ行ってみたいと思います。

**JAXA**  
宇宙航空研究開発機構  
Space Aeronautics and Space Agency

生嶋 芽依 板坂 采佳  
松原 佑樹 森澤 直斗

●「アメリカ、ロシア、日本、カナダ、ヨーロッパ諸国で365日、24時間国際間で共同運用している。宇宙空間という特別な環境下でさまざまな実験を行っている。  
●「きぼう」日本実験棟では、生物化学、宇宙医学、技術開発、物質・物理化学など微重力空間を利用したさまざまな研究を行っている。生物化学では、遺伝子情報が解明されている線虫を用いて筋肉が衰えるメカニズムの解明を行っている。物質・物理学では、対流がないことできれいな結晶が素早くつくられることを利用して結晶の成長速度の正確な計測を行っている。

●宇宙と地球の環境の違いから生物の普遍的性質を見つけ、未来の宇宙滞在に向けた生物研究を行っている。また、創薬や医療、農業への貢献も期待されている。  
●宇宙環境は微小重力や宇宙放射線、高真空など地球と大きく異なる。そのため、動物に筋力低下や免疫力の低下などの影響を与える。  
●宇宙実験には実験環境や実験者、実験に用いる生物種に多くの制限がある。そのため、宇宙環境に対応した実験器具の開発や実験の簡略化、モデル生物の導入がされている。

●JAXAの研究者から直接最先端の研究について聞くことができ、とてもいい経験になった。国際宇宙ステーションでの微小重力を生かした実験は、生命の謎を解明したり新素材を開発するための礎になっていることを知り、宇宙開発の重要性に気づいた。



## 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

## 物質・材料研究機構(NIMS)

安部大貴 喜田和希 通田菜緒 二宮栄梨

(1)NIMSについて  
国内で唯一、物質・材料の研究をしている公的研究機関。最先端の

(2)研究内容

### 1. 表面分析装置材料分析ステーション

講師 萩原俊弥さん



電子顕微鏡 (走査型顕微鏡)

電子で物を見て表面分析をする。  
物質の表面の原子の割合を特定できる。

電子線に当たった一箇所、一箇所の値を読み取って、像にしている。

### 2. スーパーコンピューター

講師 清水原也さん



材料数値シミュレータ SGI ICE X

故障しにくく、修理しやすいインテル製のCPUを使用している。

難しい計算をすることで、衝突実験のシミュレーションやブラックホール誕生過程などをシミュレーションしている。

### 3. 制震ダンパー材

講師 澤口孝宏さん



形状記憶合金

引っ張られても中の結合が切れないため、必ず戻ってくる。

JPタワー名古屋で実際に活用されている。

### 4. 世界最長のクレープ試験

講師 谷内恭彦さん



500~700℃の一定の温度の中で、一定の力で引っ張ることによって金属の強度を調べている。

火力発電所、ジェットエンジンなど高温に耐えなければならないものに使われている。

感想  
工学、医療、環境など私たちの暮らしに必要な幅広い分野に精通して、自分たちの視野が大きく広がったと思う。これから世界を変える材料研究を目指すことができたことは私たちにとても大きな刺激となった。

## 国立科学博物館

氏家友希 柴村侑沙 森菜津子

### 1. 国立科学博物館について

1877年に創立された、日本で最も歴史のある博物館の一つであり、国立の唯一の総合科学博物館。自然科学および科学技術史に関する中核的機関としても活動している。

地球館3F 大地を創る生命  
果敢度の豊かな大地として、さまざまな哺乳類と鳥類の存在がある。ここでは、力強く生きていたとされる狼の骨が、剥製となってその姿を現わしている。  
剥製の骨は動物の骨の多く、また、珍しい動物の骨も多かった。動物の剥製の骨は近くで見ると骨盤で、とても感動した。



### 2. 館内ガイド

- ・日本館(日本列島の自然と私たち)
- ・地球館(地球生命史と人類)

地球生命史の展示は、生命の誕生から現在まで、生命が誕生と絶滅を繰り返しながら進化してきた歴史を展示。  
私たちは特に地球館の展示を見学した。

地球館1F 地球史ナビゲーター  
宇宙史・生命史・人類史の大きなテーマとした、標本・資料と映像でなる13日連日を一瞥する時間。地球館の展示室全体を繋ぎ通すシンボルゾーンとする。  
分かりやすい解説に加え、興味を惹かれるような展示が多く、大人から子供まで十分に楽しめるところ。特に、宇宙の誕生についての展示は、今まで知らなかった情報も多くあり、大満足だった。

「人類の進化(猿、猿、猿)とその大きさ、使用している土器など」  
「地球の化石 (地球史・高緯度とハネウケのミッシングリンク)」  
「宇宙誕生時の主要な元素 (炭素C、酸素O、ケイ素Si、鉄Fe)」

### 3. 感想

国立科学博物館での研修では、私たちの住む地球の始まりについて、人類が築き上げてきた生命の歴史を改めて実感することができた。また、巨大な恐竜の化石標本の迫力に圧倒され、動物のリアルな姿にとても感動した。博物館は、すべての展示をじっくり見ることで得られたことに加え、とても感動した。展示の順番には、さらに深くまで学びたいという気持ちも湧いてきた。



## Miraikan

25th anniversary 葛西臨海水族園

## 日本科学未来館・葛西臨海水族園

浦賀 匠 岡内 佑太 小谷 崇博

### ～日本科学未来館～

＜施設概要＞  
科学未来館には、地球を創る、地球を守る、地球を育む、の3つのテーマがあり、その3つのテーマに沿った展示が展開されています。その中でも、ASIMOをはじめとした未来を創るというテーマにしたロボット展示が展開されています。

＜展示＞  
科学未来館には、地球を創る、地球を守る、地球を育む、の3つのテーマがあり、その3つのテーマに沿った展示が展開されています。その中でも、ASIMOをはじめとした未来を創るというテーマにしたロボット展示が展開されています。

＜展示＞  
科学未来館には、地球を創る、地球を守る、地球を育む、の3つのテーマがあり、その3つのテーマに沿った展示が展開されています。その中でも、ASIMOをはじめとした未来を創るというテーマにしたロボット展示が展開されています。

＜展示＞  
科学未来館には、地球を創る、地球を守る、地球を育む、の3つのテーマがあり、その3つのテーマに沿った展示が展開されています。その中でも、ASIMOをはじめとした未来を創るというテーマにしたロボット展示が展開されています。

## 国立極地研究所・多摩動物公園

小林正和 中津達夫 岩崎あみ 東原実咲

### 「地球の歴史を学ぶ」ツアー

体感ツアー  
「地球の歴史を学ぶ」ツアー  
「地球の歴史を学ぶ」ツアー

「いくぞ! 低温室」ツアー  
「いくぞ! 低温室」ツアー  
「いくぞ! 低温室」ツアー

多摩動物公園  
「地球の歴史を学ぶ」ツアー  
「地球の歴史を学ぶ」ツアー

「地球の歴史を学ぶ」ツアー  
「地球の歴史を学ぶ」ツアー  
「地球の歴史を学ぶ」ツアー

「地球の歴史を学ぶ」ツアー  
「地球の歴史を学ぶ」ツアー  
「地球の歴史を学ぶ」ツアー

## 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, 科学英語向上プログラムや海外研修, 課題研究の英語によるプレゼンテーションを通して, 科学英語の表現方法や語彙力, 科学的コミュニケーション能力の向上が期待される。

また, これまでの海外研修における教員主導のプログラムに加え, 生徒が「学びたいこと」プログラムを企画・運営することで, グローバル人材の要素でもある主体性・積極性, チャレンジ精神が身に付くと考えられる。

##### 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・実施したいと考えている。

###### 2 取り組みの概要と1期目からの経緯

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

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, 1年生の学校設定科目「Introductory Science」の中で平成22年度(1期1年目)から実施している。

平成22年度~24年度(1期1年目~3年目) 数学, 理科 各2回ずつ実施

平成25年度~26年度(1期4年目, 5年目) 数学, 化学, 生物 各1回ずつ実施

平成27年度(2期1年目) 数学, 物理, 化学, 生物 各1回ずつ実施

平成28年度(2期2年目) 数学, 物理, 化学, 地学 各1回ずつ実施

近隣の大学から講師を招き(今年度の地学は本校英語招聘講師による講義), いずれの講座も1回につき2時間で実施している。年を追うごとに少しずつではあるが実施分野を広げており, 今年度は昨年度の4分野に加え地学も実施し, 最終的には5分野で行う予定であったが, 昨年まで生物を担当されていた大学の先生が県外に転勤され, 代替りの講師がすぐには見つからず, 生物分野が実施できていない。

###### 3 今年度の取り組み

###### (1) CBI 数学

① 講師: 澤田 秀之(香川大学工学部教授)

② 時, 場所: 12月13日(火)(多目的教室)

③ 実施内容

生徒たちは数学でよく目にする分数や小数などを英語に直してきたり, 英語で書かれているものの意味を調べたり, 予習をして講義に臨んだ。はじめは予習した内容をもとに活用方法を学んだ。割り算や掛け算などの表現について確認しながら発音し, 積極的に生徒は発言していた。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。後半の講義では, 前半で学んだ表現を用いてグラフや表の読み取りを行った。読み取ったデータについて発表し, 発音の確認も行った。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 物理

① 講師: 高橋 尚志(香川大学教育学部教授)

② 日時, 場所: 9月5日(月)(理科実験室)

③ 実施内容

1時間目は, 高校卒業後英文で表現された科学現象を理解しなければならない場面がきっとあるとい

## 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

うことで、英語での高橋先生の自己紹介や経歴など聞き、理解を深めた。また、物理に関する英文として”An excited electron is emitted from the face.”という文章の日本語訳をした。

その後、「重さ  $M$  kg、長さ  $L$  の均質な棒の左端から  $\frac{L}{4}$  の位置を支点にし、左端に重さ  $1$  kg の重りをつるす。このとき、棒が回転せず静止していたならば、棒の質量は何 kg か」という問題などのモーメントの問題に取り組んだ。ただし、設問の条件設定などはすべて英語で与えられた。その後、ペーパークラブの”Two Dragonflies 「バランストンボ」”と”「紙人形での空気イス」”を作った。完成したものをういて重心や力のモーメントについて観察しながら、力のモーメントのつり合いについて学んだ。



#### (3) CBI 化学

- ① 講師：石井 知彦（香川大学工学部教授）
- ② 日時、場所：11月14日（月）（マルチメディア教室）
- ③ 実施内容

原子番号1~30の元素と、31番以降で重要な元素の計40元素を取り上げ、英語での表現方法を学んだ。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。

次に、原子の構造について英語で授業を受けた。生徒は、原子が原子核中の陽子・中性子と電子から構成されていることや、電子が電子殻に收容されていることについてはすでに学んでいるが、電子軌道についてはきちんと学習していない。原子核中の粒子の名称、電子殻の名称と收容される電子の上限数について、英語で学んだ。



#### (4) CBI 地学

- ① 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、岩澤 圭希（本校理科教員）
- ② 日時、場所：11月7日（月）（理科実験室）11月11日（金）（多目的教室）
- ③ 実施内容

ウィルソン先生はアメリカの大学で地学を専攻していたので、専門分野であるプレートテクトニクスや火山のでき方についての講義を行ってもらった。

生徒は、いきなりスライドを見ながら話を聞いても分からないので、4人1組の各班が、10枚のスライドのうち1枚を担当して理解し、それを解説する形で講義が進行した。講義の流れは以下に示すとおりである。

- i 各班がスライドにある分からない単語をチェック（約5分）
- ii 1班ずつ、分からない単語をウィルソン先生に英語で質問
- iii 生徒は、すべて英語でやりとりをしながら単語の意味を理解
- iv ウィルソン先生によるスライドの解説
- v 英語で説明された内容を要約し、聴衆に日本語で解説
- vi クラス全員が、ある程度スライドの内容を理解できたところで他の班と交代

講義の内容は、大陸が移動したと考えられている根拠や、地球内部の構造、プレートのでき方や動き方、山脈や海溝のできる理由、成分の違いによる火山のでき方、日本付近のプレートの動き方など、多岐にわたった。生徒が理解できていないと判断すると、ウィルソン先生は易しい表現を使ったり、様々なものにたとえたり、身振り手振りを交えながら粘り強く説明したので、英語のみの解説でも最終的には理解できていた。



## 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

#### (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、国際社会の中での日本の役割や位置づけを知る契機とした。

##### 第1回 平成23年度（1期2年目）英国研修

ロンドンでの博物館学習 自然史博物館 科学博物館  
バリーセントエドマンズの交流校での活動

##### 第2回 平成24年度（1期3年目）英国研修・米国研修

この年度から、生徒の希望でコースを選べるように2コースを設定

英国研修 ロンド、バリーセントエドマンズの活動に加えケンブリッジでの活動を追加

米国研修 サンフランシスコでの研修 研究所や大学での研修、現地交流校での活動

シリコンバレーでのIT企業の訪問

英国研修では、自然科学発祥の地である英国を訪問し、自然科学発展の歴史や現状について学ぶことを目的とした。1960～70年代から英国では高等学校段階で課題研究や探究活動が実施され、理科教育に関しても先進的な取り組みが数多くある。

米国研修では、科学技術分野において世界をリードしているアメリカを訪問し、大学・企業の研究者・技術者からの講義や実験・実習や施設見学を通して、国際社会の中での将来の日本を考えさせることを目的として実施した。

##### 第3回 平成25年度（1期4年目）英国研修・米国研修

##### 第4回 平成26年度（1期5年目）英国研修・米国研修

##### 第5回 平成27年度（2期1年目）英国研修

生徒がプログラムの内容により選択できるように、英国研修と米国研修の2コース準備する予定だったが、米国の連携校の都合で米国研修が実施できなくなり、急遽英国研修のみの実施となった。

##### 第6回 平成28年度（2期2年目）英国研修（英国で2班に分かれ、それぞれ別の交流校に訪問）

生徒がプログラムの内容により選択できるように、英国で新たな交流校を探し、生徒は2校に分かれて交流を行うことにした。

#### <今年度の計画>

1 日時：3月12日（日）～3月18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25名、女子14名 合計39名

引率／片山 浩司、佐藤 哲也、丸山 真喜子、蓮井 京

4 実施予定（時刻はすべて現地でのものである）

3月12日 （日）	04:45 学校に集合 05:00 学校出発(貸し切りバス) 10:50 ルフトハンザ航空にてフランクフルトへ フランクフルト空港にて乗り換え 17:45 ロンドン ヒースロー空港到着 貸し切りバスにてロンドンのホテルへ
3月13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 ワークシート学習を科学博物館中心に行い、自然史博物館では、興味を持った項目1つに絞って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

## 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

3月14日 (火)	終日 CUS での活動 ホームステイ 男子 17名 女子 4名 合計 21名 引率：佐藤，蓮井 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 ASI 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 8名 女子 10名 合計 18名 引率：片山，丸山 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 ASI 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15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 と Mizkan の工場研修	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 Greenwich の National Maritime Museum と Royal Observatory で研修
3月16日 (木)	朝ホームステイの家庭路別れ 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 貸し切りバスにてロンドンへ 明朝の出発に備えて空港近くのホテルにチェックイン	
3月17日 (金)	07:40 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18日 (土)	08:40 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



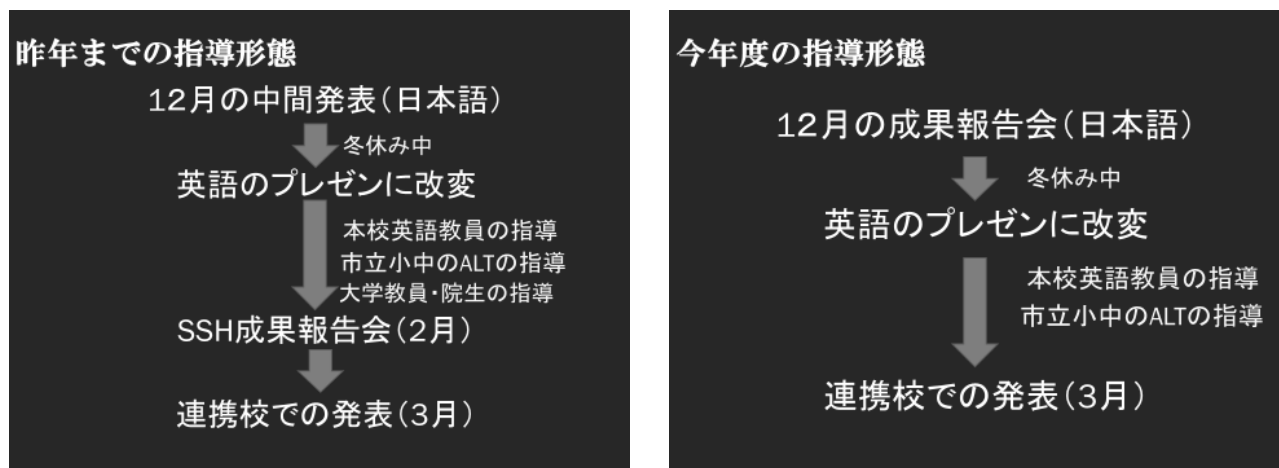
英語によるプレゼンテーション

#### (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。今年度は，学校設定科目「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した。

昨年度までの課題として，英訳やプレゼンテーションの準備に時間が取られ，本校で本来一番時間を使わべきだと考えている「課題研究」に十分に時間が使えないということが，校内の運営委員会で指摘されていた。そこで今年度は実施形態を一部変更した。具体的には，最終の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，内容を簡略化し，学術的な発表を意識するよりも，より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。

特に，次ページの図のように大学の先生や院生による指導のステップを廃止した。このことは運営指導委員会でも，運営指導の先生から「短い内容で簡単な言葉で聞き手に合わせた発表ができるような練習をするのも良い方法である。」という助言をいただいた。



#### 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。

課題としては、今年度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。また、今年度本校の英語招聘講師を中心におこなった地学の講座については、この講師に任期があるために継続して行うことが難しい。地学分野の講師も可能な限り見つけ、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、「海外」や「研究所」を身近に感じられるようになり、将来、海外で活躍したいと考える生徒が研修実施後に増えていることがうかがえる。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、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までには至っていないのが今後の課題である。これを解決するには、連携校の理解が必要であり、連携校とは密に連絡を取り合いたい。本校と英国の交流校と連絡を取り合う場合、連携がスムーズに行くように「英国日本協会」が翻訳サービスを行ってくれている。これにより、英語科教員を介さず、理科・数学の教員が迅速に直接交流校の担当者と連絡を取り合えるので、良好な交流が続いている。

##### (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。

今年度から取り組んでいる「内容の簡略化」により、英語に翻訳するのに時間を取られず、課題研究に取り組む時間は昨年度より増加している。

また、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ることが予想されているが、結果については、3月の海外研修の後、次年度報告することとする。

今後は、どこまで簡素化すれば良いのか、「課題研究」と「英語での科学コミュニケーション力向上プログラム」のバランスをどう取っていくのが課題となる。

## 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



## 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

#### 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

##### 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・技術者を目指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

研究者・技術者を目指す理系女子生徒を育成するため、第1期では、自然科学講演会等にて女性研究者を積極的に招聘してきた。しかし著名な方が多かったため、今年度は生徒がより身近に感じられそうなロールモデルを招いた講演会を実施した。

#### 第1回 一高理系女子会 実施報告

日時：平成28年9月23日 放課後16:30～17:30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年生希望者 合計65名

演題：「興味の向いたその先へ ～未知の分野への挑戦～」

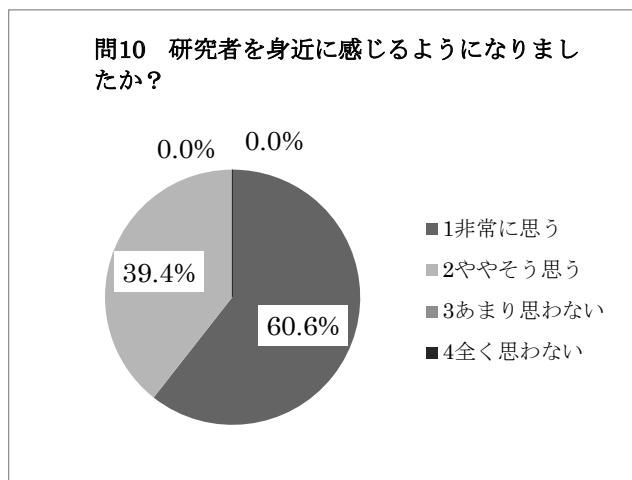
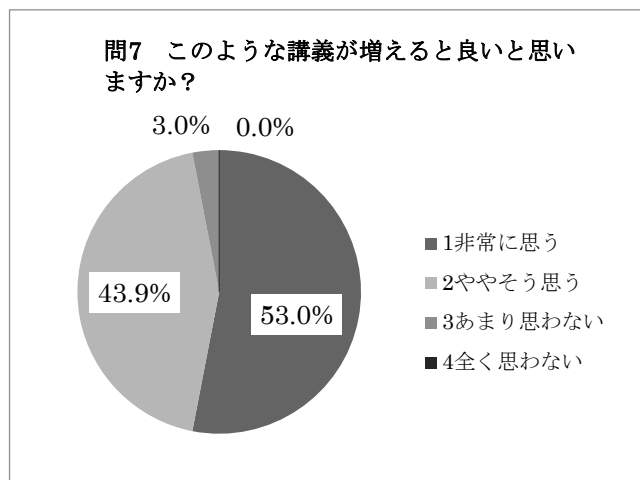
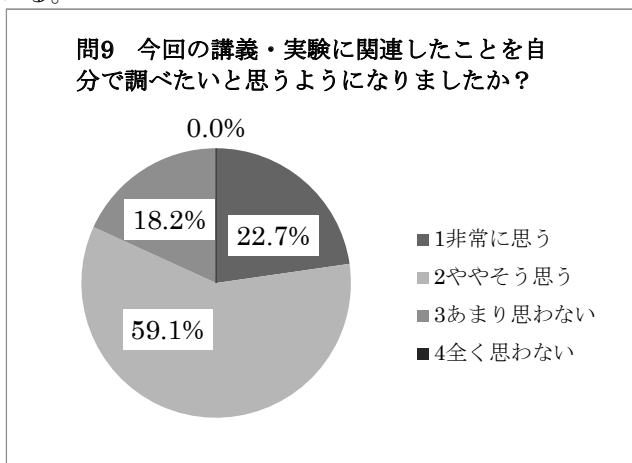
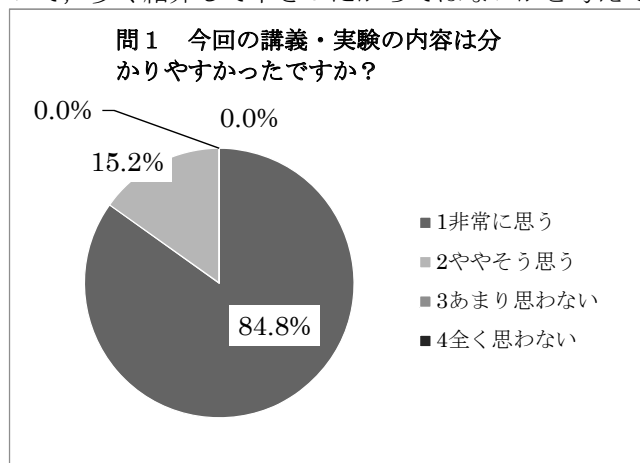
講師：徳島文理大学香川薬学部 博士研究員 向井理紗氏

2015年度 ロレアル・ユネスコ女性科学賞 国際新人賞 受賞

内容：「向井氏が理系を選択した理由」、「現在の研究内容（生物分野）」、「研究者（向井氏）の仕事と生活（趣味等も含め）」、「今後のキャリアプラン」等について。

アンケート結果：

はじめに、「問1 今回の講義の内容は、分かりやすかったですか？」という問いに対して、8割以上の生徒が「非常にそう思う」と答えており、「あまり思わない」「全く思わない」と答えた生徒はいなかった。これは、向井氏が、研究内容に関する専門的な内容よりも、研究者の生活やキャリアに関する自身の考え方について、多く紹介して下さったからではないかと考えている。



## 第2章 研究開発の内容

### V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発

次にこの企画の目的でもあった「問 10 研究者を身近に感じるようになりましたか？」またグラフには示していないが「問 11 研究に対する興味・関心が増しましたか？」という問いに対しても、半数以上の生徒が「非常にそう思う」と回答した。更に「問 7 このような講義が増えると良いと思いますか？」という問いについても同様に良好な結果が得られた。企画した当初は、部活動もある平日の放課後に女子だけが集められ、このような講演会をすることに対して「なぜ女子だけが・・・」等、不満の声も聞かれるかもしれないと危惧していたが、アンケートにはネガティブな意見は全くなかった。

アンケート結果は全体的に良好であったが、最も評価が低かった項目が「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？」である。本校のように部活動も活発な進学校の生徒は忙しく、自分で時間をとって何かを調べることはハードルが高いようである。

生徒の感想：

- ・部活が忙しいからとか、親が協力的じゃないからというのは単なる言い訳であって、したいことをあきらめる理由や努力をしない理由にはならないと学んだ。
- ・女性は仕事や研究などする上で、障害となるものが多いと思っていたけれど、がんばれば成功できると思って、もっとがんばらなければいけないと思うことができた。
- ・将来の夢を、再確認した。理系女子だけという小規模な講義だったので、より身近に感じられた。
- ・理系の女性の生活が分かっておもしろかったです。
- ・今の私の年齢の頃からの進路をお話ししてくれて、今後の自分の進路を考える参考になりました。またしてほしいと思いました。



## 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の時間を重視した教材・授業展開の開発を行い、実践が進んでいる。

アクティブラーニングを通して、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し、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、講義形式の授業より意欲的に取り組むことができ、アクティブラーニングの活動の中で、納得を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加しており、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消極的なイメージを解消するために、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、職員研修でアクティブラーニングに関する研修をしたり、香川県教育センターのアクティブラーニング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、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。授業改善の流れは、徐々に広がりを見せ、各教科で実践が行われるようになった（第2章参照）。27年度2月のSSH研究成果報告会では、物理・化学・生物に加え、国語が公開授業を行った。28年度12月の成果報告会では、物理・化学・生物に加え、数学・英語・音楽が公開授業を行った。公開授業では、参加者と様々な意見や情報を交換し、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も行った。

物理 授業全体を通して気づいた点を付箋に記入し、授業の場面に合わせて貼ってください。			
	授業の前半	授業の中盤	授業の後半
「ここが良かった！」 (自分の授業に取り入れた点)	<ul style="list-style-type: none"> <li>クリッカーや電子黒板の使い方がイメージできた</li> <li>最近ハワボが多いが、昔、OHPシートにグラフを書かせて考察をみんなで共有したのを思い出す</li> <li>グラフを書かせるのは思考を深めるのにとっても有効だと思います</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>クリッカーや教材提示を使って考えの「見える化」ができています</li> <li>ICT機器を効果的に使うことで授業の効率を上げている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>空先生のご指導をきちんと授業に反映させ、ALに結びつけているのはとても良いと思う</li> <li>この後どうなったのか見たいです。時間が少し足りない感じがありました</li> <li>あえて理論の説明をしなかったこと</li> <li>専門ではないですが、興味深く、引きこまれる授業でした</li> <li>観一高 森川</li> </ul>
「こうしてみたら？」 (自分ならこうする)	<ul style="list-style-type: none"> <li>落下の瞬間をハイスピードカメラで撮影してみたらどうか</li> </ul>		
質問??? (授業者に関してみたい)	<ul style="list-style-type: none"> <li>力のつり合いの図は確認しないのですか？</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>質問アクティブラーニングは主に知識の総まとめ(テストの後?)のタイミングですることが多いのでしょうか</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>指導案ではこの時間中にグループごとの発表をする予定だったが、時間がなくなってできなかったのでしょうか</li> <li>このような生徒が実験を計画して検証していく授業は年間何回程度行われているのかわりたいです</li> <li>マサツの実験はどうなったのですか？</li> <li>グラフを書かせて考えさせるのが理解を深めさせるためか、後の実験のデザインの導入なのか、どちらの意識が強いのでしょうか</li> </ul>

図3-1-1 公開授業のフィードバックボード 物理「空気抵抗のある物体の運動」

化学			
授業全体を通して気づいた点を付箋に記入し、授業の場面に合わせて貼ってください。			
	授業の前半	授業の中盤	授業の後半
<p><b>「ここ」が良かった!</b> (自分の授業に取り入れたい)</p>	<p>ともすると見せるだけになりがちな演示実験を定量的にデータ取得も兼ねて効率よく行っていることは素晴らしいと思った</p> <p>ICT 機器が効果的に使われていると思います</p> <p>演示とグラフを同時に見せるのはすごい</p> <p>数値入力で熱計算がすぐできるので、時間短縮になる</p> <p>温度変化の様子を実際に見せたこと</p>	<p>下書き話し合い用ボードと黒板ボード</p> <p>2枚使うのはなるほどと思いました</p> <p>大きなタイマーは後ろからも見やすい</p> <p>最初の3分ほど全く話し合いのない班があったが、自然とすべての班が意見交換をはじめ、取り残された生徒に別の生徒が教える場面など、ALの長所を見ることができた</p> <p>グループで考えを共有するのにホワイトボードを使うのは有効だと思いました</p> <p>各班にヒントを与えながら話し合いをさせていたところ</p> <p>熱化学方程式がすらすら書ける生徒と全く書けない生徒がいて、ALでなければ取り残されるなど感じた</p>	<p>テストが終わった後に難しい問題に取り組ませるのはタイミング的にも思考の深まりの面からも良いと思いました</p>
<p><b>こうしてみたら?</b> (自分ならこうする)</p>		<p>4人の中で理解度など差が大きすぎるのか、一人でホワイトボードにいろいろ書き、1~2名はほとんど話し合いに参加していない班が見られた。もう少しまんべんなく机間巡視が必要?</p>	<p>当初の予定通り、15分前にまとめを始めた良かったのではないかと</p> <p>実験的に結果を検証できるとよりよくなるのでは</p>
<p><b>質問???</b> (授業者に聞いてみたい)</p>	<p>班分けの基準はどのようになっているか</p>	<p>生徒が考える時間はどんな基準で決めているのか</p> <p>「mol」に注意してと話し合いの前に言わなかったのは?</p>	<p>ビデオ撮影した後どのように活用していますか? 教科会等で?</p>

図 3-1-2 公開授業のフィードバックボード 化学「ヘスの法則」

生物			
授業全体を通して気づいた点を付箋に記入し、授業の場面に合わせて貼ってください。			
	授業の前半	授業の中盤	授業の後半
<p><b>「ここ」が良かった!</b> (自分の授業に取り入れたい)</p>	<p>生徒が積極的に話し合い自分たちの考えをまとめていた</p>	<p>キットがしっかり準備してあってスムーズに活動できていた</p> <p>実験器具の使い方や説明のパワーポイントがとてわかりやすく、生徒の理解も早かったように感じました</p> <p>生徒の活動が多く、生き生きとした姿を多く見ることができました</p>	
<p><b>こうしてみたら?</b> (自分ならこうする)</p>		<p>ヒントをはじめに出しておく必要があるかもしれない</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ GFP の活用</li> <li>・ 培地の選択</li> <li>・ 図録の活用</li> </ul> <p>話し合いをさせる時にもう少し初めに誘導をかけても良いような気がしました</p>	<p>導入後の大腸菌を最少培地と+U培地の両方に塗り広げ、導入効率を出しても良いのではと思いました</p>
<p><b>質問???</b> (授業者に聞いてみたい)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実験キットのコスト</li> <li>・ DNA の濃度等</li> </ul> <p>班分けはどのようになっていますか?</p>		<p>プラスミドで導入した遺伝子はプロモーターによって常に発現していることを知っていますか?</p>

図 3-1-3 公開授業のフィードバックボード 生物「パン酵母を利用した組み換え DNA 実験」

<b>数学</b> 授業全体を通して気づいた点を付箋に記入し、授業の場面に合わせて貼ってください。			
	授業の前半	授業の中盤	授業の後半
<b>ここが良かった!</b> (自分の授業に取り入れたい)	クラスの雰囲気がとても良い 指導者の人柄とマッチして楽しい授業だった ありがとうございます。	グループの人数の違いにより活動状況が真なりおもしろい	まとまりが良いクラスです
<b>こうしてみたら?</b> (自分ならこうする)	理科の課題研究で数Aの発展という点で、「数理解説」への登録が十分に合った 理科との関連がよく分らなかった	面、頂点、辺の数を生徒たちが工夫して考えることができていた 色の違いが活躍!!	図形を実際に作ってみることで、平面のときにはいまいち理解できなかったことが、理解できるようになる+達成感
<b>質問??</b> (授業者に聞いてみたい)	12月だというのに準備で授業ができるのは、生徒への熱い思いがあるからだと思います。すばらしいです。	グループの構成はどうしているのですか?  班分けの仕方はどうやっているのでしょうか?	教えるとき、シールなどがあると教える際のシールを準備し、貼っていく 色違いのシールをここに貼って切を教える でも教えるのは大変なので計算で求めようという方針なら機材でよい
			学生に興味をよく引き出している
			教えるとき、シールなどがあると教える際のシールを準備し、貼っていく 色違いのシールをここに貼って切を教える でも教えるのは大変なので計算で求めようという方針なら機材でよい
			まとめ、評価はどのように行うのか。

図 3-1-4 公開授業のフィードバックボード 理科課題研究(数学)「多面体」

<b>英語</b> 授業全体を通して気づいた点を付箋に記入し、授業の場面に合わせて貼ってください。			
	授業の前半	授業の中盤	授業の後半
<b>ここが良かった!</b> (自分の授業に取り入れたい)	生徒による導入でのプレゼンがとても効果的であった 単元に興味を持った  題材が良く、学生がIntroductionを行うのが印象的	長文の穴うめを電子黒板で行い、テンが良く展開されていた	電子黒板と書画カメラを使うことで、とりのご用紙などに改めてまとめ直さなくてもよい 生徒の意見をそのまま伝える
<b>こうしてみたら?</b> (自分ならこうする)			
<b>質問??</b> (授業者に聞いてみたい)	いつから電子黒板を使用しているのでしょうか? いいところは?	席の配置に意図はあるのか?	

図 3-1-5 公開授業のフィードバックボード 英語「Lesson 8 “The Biggest Jigsaw Puzzle in History”」

### 第3章 実施の効果とその評価

#### 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、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。

1年次の学校設定科目「Introductory Science (2単位)」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」の講義の中で、課題研究を進める上で重要な概念や手法が課題研究を進める中で役立っており、変数の制御、科学的なものの見方考え方ができてきた生徒が多くなってきている。また、大学等の研究者を招へいた最先端の自然科学や科学技術についての講義は、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ている。さらに、2年次の学校設定科目「Advanced Science I (2単位)」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できるだけ早くすることで、調査研究の時間が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」と題した講演会を実施した。大学入学後もきちんと教えられないことのない実験ノートの必要性和重要性やその記載の仕方など、ていねいに教えていただいた。生徒は「実験に関わることはすべて記録する」という意識が高まり、課題研究だけでなく、通常の理科の授業でも実践している。

また、各学期末に中間発表会を実施した。中間発表会に向けて研究をまとめる活動を通して、研究目的は明確になっているか、研究計画に沿って進んでいるか、実験・観察の方法は妥当であるか、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、自己評価の機会となるとともに、教員からの指導・助言、周りの生徒からの質問が参考となり、それ以後の課題が明確になった。中間発表会と実験ノートについては、ルーブリック（評価基準）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、今年度は2年生の課題研究において数学に関する研究を行うグループがあり、これまで課題であっ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、高校生の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。今年度の中間発表からこのルーブリックを使用して、生徒の変容を捉えようとしているが、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。

表3-2-2 数学の研究に対するルーブリック

平成28年度 高松第一高等学校 第2学年 SSH課題研究 12月第2回中間発表ルーブリック (数学分野用)					
		不十分(1)	もう少し(2)	ほぼ十分(3)	十分(4)
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)	研究目的が述べられていない。 興味を持った事象(きっかけ)と今回の課題設定との関連性や課題解決の意義がみられない。	研究目的は述べられているが、興味を持った事象(きっかけ)と今回の課題設定との関連性や課題解決の意義が曖昧である。	研究目的や、興味を持った事象(きっかけ)と今回の課題設定との関連性、課題解決の意義が概ね示されている。	研究目的や、興味を持った事象(きっかけ)と今回の課題設定との関連性、課題解決の意義が明確に示されている。
	先行研究の調査 これまでの研究結果の理解	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。	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。	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。 文献などの整理・提示が不十分である。	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。 文献などの整理・提示が適宜行うことができている。
②研究	研究の状況	研究・取り組みの方法や手順がまとまっておらず、全体像が全く示されていない。	研究・取り組みの方法や手順は示されているが、不十分な点がいっぱい見られる。全体像が漠然としている。	研究・取り組みの方法や手順が適切に述べられており、全体像がはっきり示されている。	研究・取り組みの方法や手順が適切に述べられており、全体像がはっきり示されている。 さらに、より深い研究を行うための方針がみられる。
	研究内容の信頼性	統計分野の場合は、データの取り扱いに関する記述が示されていない。	統計分野の場合は、データの取り扱いに関する記述が示されているが、不十分な点が見られる。	統計分野の場合は、データの取り扱いに関する記述が正確に示されている。	統計分野の場合は、データの取り扱いに関する記述が正確に示されている。 さらに、より高い質のデータを得るための工夫点もみられる。
③研究の分析・表現	表現方法と分析	研究結果・過程を図表・グラフなどで表わしていない。 結果・過程の理解も見られない。	研究結果・過程を図表・グラフなどで表わしているが、不十分である。 結果・過程の理解が不十分である。	研究結果・過程を図表・グラフなどで明確に表わしている。 結果・過程の理解が十分に示されている。	研究結果・過程を図表・グラフなどで明確に表わしている。 また結果・過程の理解が十分に示されており、発展性も見られる。
④結果の数学的見解	数学的思考・理解	研究結果や過程を数学的法則や定理に基づいて説明しておらず、経験や常識に委ねている。	研究結果や過程を数学的法則や定理に基づいて説明しているが、不十分である。	研究結果や過程を数学的法則や定理に基づいて説明している。	研究結果や過程を数学的法則や定理に基づいて説明している。 さらに、その過程を論理的にわかりやすく述べている。
⑤今後の取り組み	具体的な今後の予定	冬休みに行う予定が立てられていない。 どのようなことをするのか、具体的な取り組みが述べられていない。	冬休みに行う予定が立てられているが、冬休みに何をやるか、取り組みの部分が曖昧である。	冬休みに行う予定が立てられており、今後の取り組みが具体的に示されている。	冬休みに行う予定が立てられており、今後の取り組みが具体的に示されている。 さらに冬休み後の取り組みにも触れている。

### 第3章 実施の効果とその評価

3年次には、学校設定科目「Advanced Science II（1単位）」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4回四国地区SSH生徒研究発表会（愛媛県立松山南高等学校体育館）では、すべての研究グループがポスター発表を行った。2年生は他校の発表も聞き、相互交流を図った。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。

28年度より普通科理系コースの生徒を対象に、「理科課題研究（1単位）」を開設した。2学期中間考査以降、時間割を調整して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。これまでは、「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。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。今年度、物理分野3講座、化学分野4講座、生物分野6講座、地学分野2講座、数学分野3講座実施した。また、英語に関連した講義を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、できるだけ分野が偏らないように工夫した。また、最先端に触れる機会として、研究所や企業や大学の訪問も実施した。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 工学部、農学部、瀬戸内圏研究センター  
国立天文台  
物質・材料研究機構  
宇宙航空研究開発機構  
高エネルギー加速器研究機構  
東京大学 宇宙線研究所、物性研究所  
東京農工大学 農学部  
国立科学博物館  
日本科学未来館  
国立極地研究所  
味の素株式会社 川崎工場  
一般財団法人 阪大微生物病研究会 観音寺研究所

生徒の事後アンケートの結果より、講義・実験の内容は分かりやすく(93.7%)、講義・実験が面白く(94.6%)、講義の内容が理解できた(91.2%)。また、講義全体を通して94.9%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(92.6%)、講義内容をもっと知りたい(89.9%)と感じている。さらに、94.6%の生徒が研究に対する興味・関心が増したと回答しており、研究者をロールモデルとして捉えられたという生徒も多く、一定の成果を上げることができた。また、今年度は講義・実験に関連する内容を自分で調べたいと思っている生徒も83.8%と例年より多く、自ら学ぼうとする姿勢も見られた。

＜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？                               |

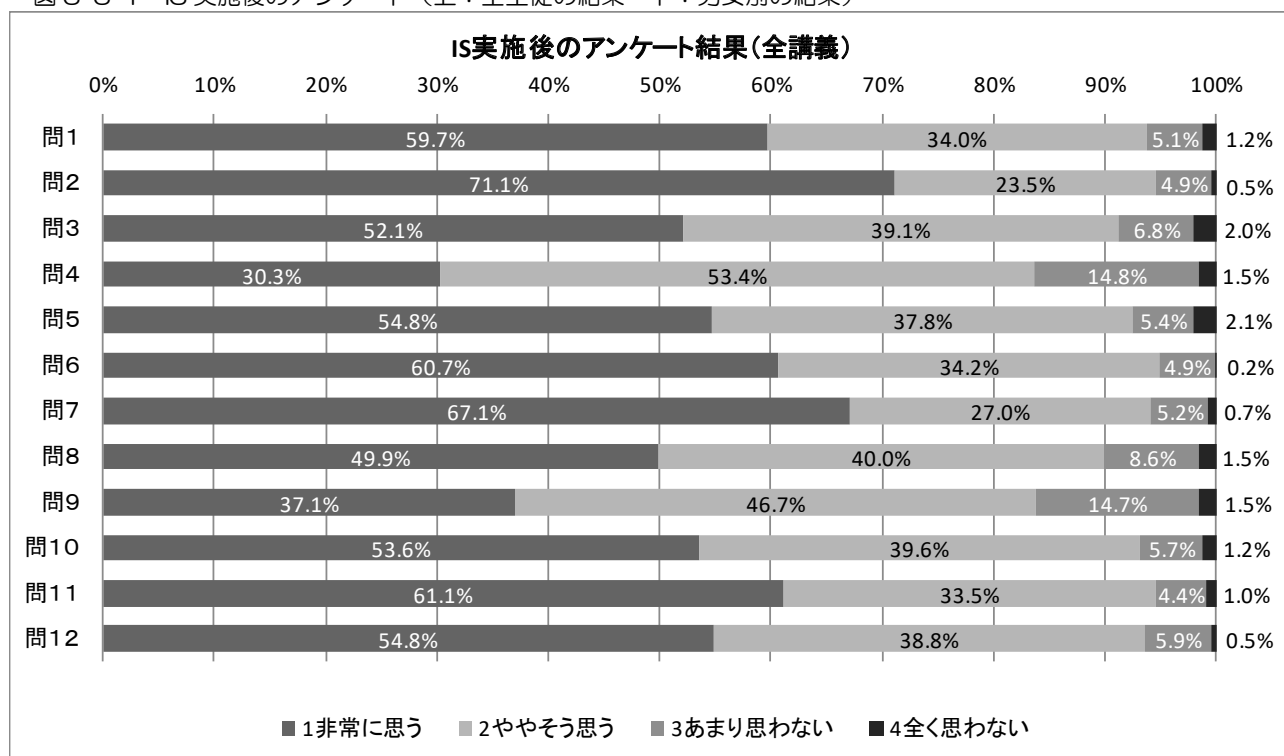


### 第3章 実施の効果とその評価

- 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？

生徒の希望調査なども踏まえ、訪問先等を選定したので、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。プログラムの企画・運営にも生徒が主体的に関わるようなシステムを構築することや講義の事前・事後のサポート体制を確立することが今後の課題である。

図3-3-1 IS実施後のアンケート（上：全生徒の結果 下：男女別の結果）



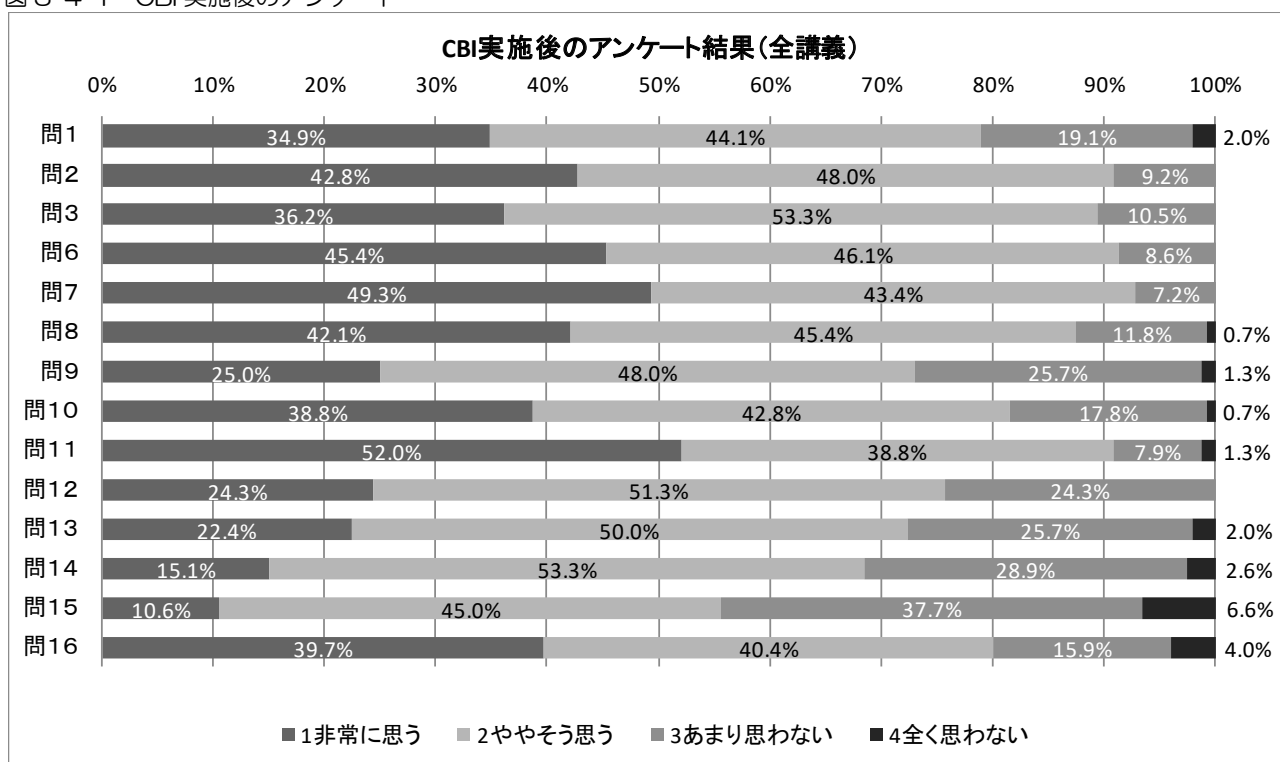
#### IV 幅広い視野を持ったグローバル人材を育成するプログラムの実践

「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・地学・数学の授業 CBI(Content-Based Instruction)を実施した。これらの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は 80.3%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や原稿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。特に、今年度は放課後の時間帯にALTがボランティアで、コミュニケーションやプレゼンテーションの練習に来て、生徒に対応していただいた。これまでの生徒に比べ、英語による課題研究のプレゼンテーションの質も向上している。

次年度以降も、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、海外研修を一つの目標として、継続的な取組を計画したいと考えている。

図 3-4-1 CBI 実施後のアンケート



### V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発

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

また、2015年度ロレアル・ユネスコ女性科学賞国際新人賞を受賞された県内の大学院に在籍している女性の大学院生に依頼し、理系女子会を開催し、研究内容だけでなく、キャリア教育的な視点からこれまでの歩みと今後のキャリアプランについてお話いただいた。女子生徒の理系希望者は年々増加しており、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「ローソンのテスト」を1年次の5月と3年次の10月の2回実施している。ローソンのテストは、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。

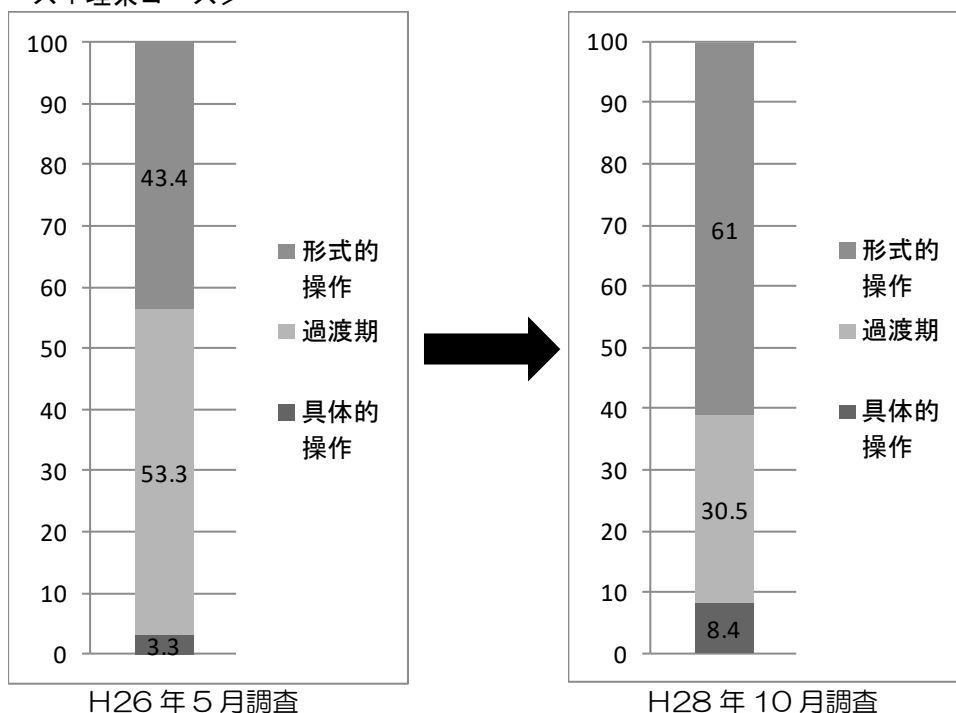
過去のこのテストの結果では、入学時の到達レベルには多少の違いはあるものの、3年間SSHの主対象クラスに所属した生徒は、3年次までに約70~80%の生徒が、青年期までに獲得されるとされる形式的操作段階に到達していた。しかしながら、今年度の3年生に関しては、特別理科+理系コースの生徒は、1年次から3年次までに到達段階にのび

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

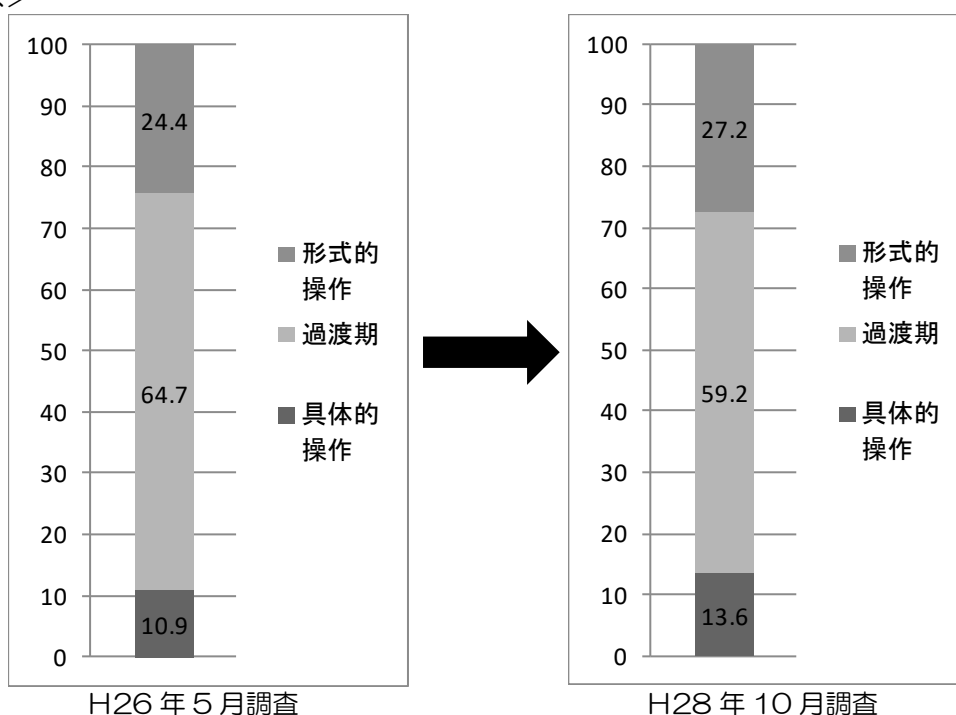
### 第3章 実施の効果とその評価

が見られるものの、文系コースの生徒は、到達段階に大きな伸びがないのが特徴である。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える。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、調査する予定である。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。

#### <特別理科コース+理系コース>



#### <文系コース>



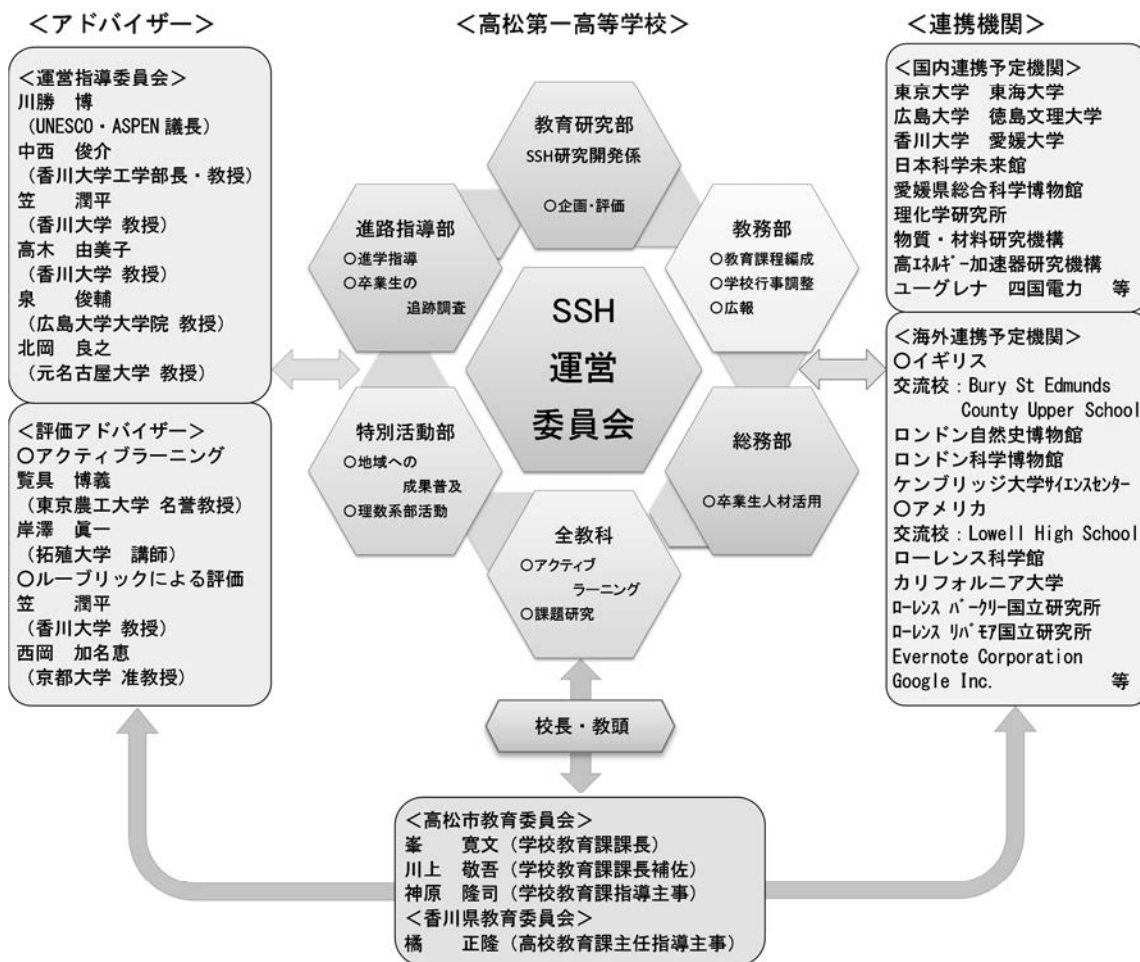
## 第4章 校内における

### 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：田村 数学：○二川  
 英語：佐野<sup>佳</sup> 理科：佐藤，川西，蓮井  
 地歴公民：十河<sup>佳</sup> 保健体育：鎮田  
 芸術家庭：御厩
- 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，植村，中島，山下<sup>佳</sup>，岡田<sup>友</sup>，吉田<sup>猛</sup>，林，空，岩澤，(丸山)
- 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  
 ○大砂古，佐野<sup>良</sup>，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  
 ○本田，四茂野，(川西，大砂古)
- 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，丸山，堀田，(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

#### I 全教科によるアクティブラーニングの実践

これまでの学校内のアクティブラーニングに対する取組み状況を踏まえて、SSH 運営委員会内の授業改善研究推進グループのメンバーや教育研究部教員研修係が見た校内のアクティブラーニングの進捗状況は、『昨年度に比べて授業改善やアクティブラーニングに対する意識の高まりが見られ、徐々に教科内での情報共有や授業研究が進んできている』との分析であった。

12月のアンケートでも、「アクティブラーニングを意識した授業を行ったか?」という問いに対して、昨年度の67%から、今年度は81%まで、実践した教員が増加したという結果を示した。これは、アクティブラーニングの導入に積極的な一部の教員による個人ベースの取組にとどまっていた昨年度の課題を改善し、研究授業や公開授業に向けた取組が、教科内で共有されたり、導入分野の検討を共同でしたり、教材研究をしたりする雰囲気が出てきたと考えられる。実施した結果、生徒が「主体的になった」、「受け身ではなく考えようとするようになった」、「ディスカッションすることで理解度が増す」という意見が寄せられた。また、教員にとっては「生徒の理解度を把握できるようになった」、「生徒の考えがわかった上で授業を展開できる」などのプラス面と、「騒がしくなる傾向がある」、「準備が大変」、「進度が遅くなった」などのマイナス面があげられた。課題はあるものの、学校全体としてアクティブラーニングに対する取組みが自然な流れになってきている。次年度以降も、実践例の共有や教科間での情報交換を通して校内での教員のスキルアップ、先進校で取り組まれているアクティブラーニングの視察など、研鑽の機会を多く取っていく必要がある。

#### 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「Introductory Science」「Advanced Science I」「Advanced Science II」の中で、問題発見能力や問題解決能力を養うことができるようなプログラムの流れを再確認し、課題研究をさらに充実させる。現在、進捗状況の悪いグループは、課題研究で行っている実験・観察を3年次7月まで行っており、その後発表会の準備や最終の論文作成を行っている。生徒の進路保証のことも考えて、各グループの担当者と生徒とのディスカッションを密にして、進度の管理を行い、3年次の「Advanced Science II」の時間帯に発表の準備やプレゼンテーションの練習、そして論文の作成をさせたいと考えている。

また、ルーブリックについても、採点する教員の意見や要望を聞きながら、見直しや改訂を考えていく必要がある。特に、数学のルーブリックについては、今年度が1年目であるので、まだ見えていない問題点が隠れている可能性が高い。一度作って終わりというのではなく、課題研究を通して育てたい生徒像を常に思い描きながら、省みたいと考えている。

2年生理系コースの生徒に対して今年度より開設した「理科課題研究」については、その研究テーマや実際の講座の運営について、理科・数学の教員で再度検討する必要がある。今年度は、2年生理系クラスが2クラスであったが、次年度は3クラスとなる予定である。講座割りなども工夫が必要である。また、研究テーマについては、科学的な探究方法を身につけさせることを目的とし、特に入力変数と結果の変数の相関関係を明らかにするための実験を計画できるような内容を検討する必要がある。今年度の実施結果を受けて、改善しようと考えている。

また、生徒の活動を評価する評価票についても、今年度は「課題把握力」、「発想力」、「科学的探究力」、「分析力」、「表現力」の5つの観点としたが、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、ルーブリックやチェックリストなど、どのような尺度で評価するのが適切なのかも検討しながら、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

これまでの「関東合宿」は、教員主導のプログラムで展開してきた。これまでに多くの研究者や技術者と接する機会があり、その方々に研究者や技術者になるまでの道のりなどについてもお話いただいた。その中で共通する事柄は、「自ら考え行動している」ということであった。今年度は、「関東合宿」の最終日を生徒の「学びたいこと」プログラムということで、3つのコースに分かれて研修を行った。今後も与えられたプログラムをこなすだけでなく、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・意欲的に取り組むことのできるプログラムの実践を考える必要がある。

#### 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

CBI (Content-Based Instruction 英語による理科・数学の講義)は、中学まで科学的な英語に触れること

## 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

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、今後も継続する予定である。近隣の大学に依頼し、CBIの講師が可能な人材を確保し、数学、物理、化学、生物、地学の5分野でバランス良く実施する必要があると考えている。

また、海外研修については、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、「海外」や「研究所」を身近に感じられるようになり、将来、海外で活躍したいと考える生徒が研修実施後に増えていることがうかがえる。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、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。今年度からプレゼンテーションの聴き手（海外研修の現地交流校の生徒）をより意識して、これまでの専門的な内容や詳細なデータ分析の説明から、研究の概要を中心とした説明への転換を行った。これにより、プレゼンテーションの内容が理解されやすくなり、質疑応答が増え、コミュニケーションの機会が増えることが予想される。結果については、3月の海外研修の後、次年度報告することとする。今後は、どこまで簡素化すれば良いのか、「課題研究」と「英語での科学コミュニケーション力向上プログラム」のバランスをどう取っていくのが課題となる。

### V 研究者・技術者を目指す理系女子生徒育成プログラムの開発

女性研究者・技術者を積極的に招へいし、キャリア教育の視点から理系分野で活躍できる女子生徒を育成するためのプログラムを開発・実践する。また、より身近な存在がロールモデルとして捉えやすいということからも、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、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必要があると考えている。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、授業改善の視点からの検討も行う。特に、物理を選択する女子生徒により親しみやすい授業スタイルについて研究を進める。英国の研究では、男子と女子を同じと見なして指導することが平等ではないとの考えもある。経験や思考の異なる男子と女子が自然にコラボレーションをして課題解決に望む姿勢を、教室内でまずは実現するために必要な教師の配慮や授業デザインに関する具体的な検討を今後の課題とする。

### 2 今後の研究開発の方向性について

アンケート結果や運営指導委員会での評価が示すように、1年生でのプログラムはうまく機能していると評価しているが、受講した講義の中で、研究者に質問を投げかける生徒が少なく、内容について自ら調べたと思う生徒も依然少ないという現状がある。これまでに築いてきた大学や博物館・企業との連携講座の中から、生徒にとって有効であると考えられる講座を精選し、講義の事前学習と事後指導を充実させ、自ら考え判断し行動できる生徒を育みたいと考えている。また、2期目より、本校教員が担当する授業を増やしているが、主対象生徒だけでなく、全生徒に還元できるような授業を開発・実践していく。

また、2年生でのプログラムについても概ねスムーズに進行している。昨年度までの課題であった3月の研修旅行での英語によるポスターセッションの負担を、プレゼンテーションの聴き手（海外研修の現地交流校の生徒）をより意識したプレゼンテーションとすることで軽減し、逆に質疑応答での英語による科学的コミュニケーションを充実させるという方向で進めていきたいと考えている。管理機関である高松市教育委員会の協力でスタートした高松市内の小中学校に派遣されているALTを活用した英語でのコミュニケーション能力やプレゼンテーション能力を高める取組も、少しずつ体制づくりが進んできた。さらにプログラムや実施時期を明確にして進めていく必要がある。

また、3年生での課題研究の総まとめは、論文投稿や校外での発表会などに積極的に参加し、結果もでてきたが、最終のまとめや発表や論文作成をスムーズにして取り組む必要もある。課題研究の評価のためのルーブリックについては、「Advanced Science」で行っている課題研究用のものはその改善を、「理科課題研究」については開発を進める予定である。

本校の一番の研究課題と考えている「全教科によるアクティブラーニングの実践」には積極的に取り組みたいと考えている。第1期5年間の研究開発で、アクティブラーニングの効果等については確認できた。教員間の情報の共有や教材開発も徐々に進んでいる。全生徒に拡大し、特別な授業ではなく、普通の授業となるように今後の授業研究を継続する。



### 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、特別理科コースだけでなく、普通科の他のコースでも実施し、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、さらには日常の生活でも重要となる。全教科でのアクティブラーニングの実施という大きな目標に向けて研究を進めていきたいと考えている。

#### (2) 県内の高校への普及

本校が理数系教育やアクティブラーニングの中心的な役割が担えるように、県内の高校に対して「教材・授業展開の研究」の成果や「課題研究」の教育的効果などを成果報告会にとどまらず、様々な機会を利用して普及させていきたいと考えている。香川県教育研究会理化部会・生地部会では、それぞれの科目で教材研究を行ったり、情報交換を行ったりしているが、その会でも成果普及に努めたい。また、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。

また、本校と香川県教育委員会、高松市教育委員会、県内のSSH校である観音寺第一高等学校が中心となり、夏休みに行われる課題研究発表会を、県内の高等学校すべてに拡大して実施している。部活動での課題研究や活動報告なども含めて、いくつかの高等学校が参加したが、これもさらに多くの学校が参加するよう働きかけ、充実させていく。

#### (3) 地域の小学校・中学校への普及

特に、高松市内の小中学校、特に中学校との連携を重点的に今後進めていく必要があると考えている。生徒の課題研究発表会や成果報告会には、中学校や高校の教員、生徒の参加も増えてきているが、課題研究発表会などは中学校の教員の研修にもなると考えているので、参加しやすい形態を今後も模索していく。

また、今年度も市内の中学生の科学体験発表会に本校教員4名が参加し、発表に対する講評を行った。これまで本校で進めてきた課題研究活動を通して得られた成果やノウハウをもとに、自由研究や課題研究を進める上で大切な事や科学的な探究活動とはどのようなものかなどを、発表会に参加した中学生や教員に伝えた。また、高校生の発表を中学生が聴くという試みも行った。成果普及の一つとして、このような連携をさらに進められるようにして、市立高校としての特色が生かせるような取組を考えていきたい。

また、部活動の活動では、香川大学で開催されている「かがわけん科学体験フェスティバル」や高松市こども科学館としてオープンした「ミライエ」の小学生向け講座に出展したり、アシスタントとして協力したりして、科学の面白さを異世代に伝えることもおこなったが、この活動についても積極的に継続する予定である。

## 關係資料

普通科特別理科コースの教育課程表

教科	標準 単位数	科目	平成 26 年度入学生				平成 27・28 年度入学生			
			単位数				単位数			
			1年	2年	3年	計	1年	2年	3年	計
国語	4	国語総合	5			5	5			5
	4	現代文 B		2	2	4		2	2	4
	4	古典 B		3	2	5		3	2	5
地理史	2	世界史 A		2		2		2		2
	4	日本史 B		2a	3a	0,5		2a	3a	0,5
	4	地理 B		2a	3a	0,5		2a	3a	0,5
公民	2	倫理	2			2	2			2
	2	政治・経済			2	2			2	2
数学	3	数学 I	3			3	3			3
	4	数学 II	1	3		4	1	3		4
	5	数学 III		1	6	7		1	6	7
	2	数学 A	2			2	2			2
	2	数学 B		2		2		2		2
理科	2	物理基礎		2		2		2		2
	2	化学基礎	2			2	2			2
	2	生物基礎	2			2	2			2
	4	物理		3b	4b	0,7		3b	4b	0,7
	4	化学		3	4	7		2	4	6
	4	生物		3b	4b	0,7		3b	4b	0,7
保健体育	7,8	体育	2	2	3	7	2	2	3	7
	2	保健	1	▲		1▲	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▲	1▲			1▲
学校設定科目	◎	Introductory Science	2			2	2			2
	◎	Advanced Science I		2		2		2		2
	◎	Advanced Science II			1	1			1	1
総合的な学習の時間			■	■	■	■	■	■	■	■
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。							
	▲		保健体育の保健及び、情報の社会と情報をそれぞれ 1 単位減じて、それぞれ 1 単位とする。				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))	笠 潤平 (香川大学教育学部教授)
	中西 俊介 (香川大学工学部教授)	泉 俊輔 (広島大学大学院教授)
	高木 由美子 (香川大学教育学部教授)	覧具 博義 (東京農工大学名誉教授)
	北岡 良之 (元名古屋大学大学院教授)	岸澤 眞一 (拓殖大学講師)
	西岡 加名恵 (京都大学大学院准教授)	

### 第1回運営指導委員会

日時：平成28年度7月26日(火)16:00～

場所：情報通信交流館 e-とびあ・かがわ

#### <指導助言>

笠委員：現在のルーブリックでの評価は、研究としての出来栄になっている。もう一方で教育指導のルーブリックが必要なのかなと思う。上手くいかない研究でも、どれだけ粘り強くやっているか、まじめに取り組んでいるか、具体的にきちんとデータをとることに努めているかを途中でみる。発表が上手くいく、どこかの賞を取るのではなく、学生に自信を持たせる、大きく育てるといふ点では大事なのではないかな。

高木委員：クリティカルに質問をする。「批判的な」という言葉になるが、実際は本質をよく噛みくだいた上で質問をする。今回の発表は、最初のイントロ、先行研究、研究目標の項目のつながりがあり良くないもの・飛んでいるものが多かった。聞く側の生徒が、「そこそここのつながりが良くないのでは」という聞き方をすれば、発表する生徒も、自分が原稿を作るときに考え直せるのではないかなと思う。質疑応答で、聞かれたことに対して応えるときにも、自分がデータに対して批判的に聞く態度を身につけていると、質問に対しても応えやすくなる。

中西委員：第2期ということで深みをださなければいけないのだろうが、一番重要なところは、結論を得るだけじゃなく、そこに至るプロセスをどうやって学生なりに習得するか、ということにウェイトを置いてやっていくのがいいのではないかな。

「議論をする→ケンカになる→人間関係に亀裂が入る」のは議論とはいわない。空気を呼んでしまっただけで議論が質問になってしまうのは、高校生だけでなく、日本社会全体が、まだできていない。教育体制でも、小学校からディスカッションをする。相手を納得させる論理性や合理的なエビデンスを元にして説明する訓練をする。それをやるのが今後の課題研究のひとつではないかな。

議論・課題にむけたプロセスとかを評価しても良いのではないかな。発表のルーブリック（最終の判断としての評価システム）があるが、それ以前の日常の研究途中・活動の評価システムが別にあってはいいのではないかな。

また、先行研究を調べることで、自分の研究の位置づけ（先行研究に対してどう違うか）をクリアしてから、自分の研究に入るようにしないと、意味付けが分からなくなってしまう。きちんと意味付けをすることで、結果が分かりやすくなる。

#### <質疑応答>

質問：片山

課題研究は先生が途中でいろいろ指摘すれば、良いものに辿り着くと思うが、それよりは生徒だけで考えさせるほうが重要なのかも悩む。どこまで関われば良いかな。

応答：笠委員

学生が悩んでいたりと、討論したりして主体的に考えていたときは、教師がアドバイスしたとしても、みんな自分たちの力で考えてやったと感じる。教師が指示したとは思わない。生徒が悩んでいたことに対して、教師の指導のしすぎというのはそんなにならないと思うので、むしろ、どんどん関われば良いと思う。また、大学院とかで研究者について学んでいくのと同じように、先生や先輩のやり方をまねして、進んでいけばいい。

質問：中條校長

泉先生からのご教授いただいたことについて、生徒たちの

研究なり研究発表に対して、科学的な説明や科学的な根拠の提示をして、そこから論理を続けている、ということを高専時代できちんと身につけていないと、大学入学後でそのやり方を修正するのは難しいというお話で、このことが、高大接続につながっていくと思うが、もう少し詳しく説明していただきたい。大学の先生からみて、高大連携の点で、高校の現場に期待することと、大学入学後にどのように生徒がさらに成長していくことが期待されるのかをお聞かせ願いたい。

回答：泉委員

最近、広島大学に入ってきた生徒の中でSSHから入ってきた生徒の方が他から入ってきた生徒よりも修正が効かない。自分達のやり方で良いと思っていて、例えば構造式を出さずに説明をしようとする。SSHでやっているということが学生の中でプライドになっている。大学でそのプライドが重くなって修正が効かないことも事実である。構造式を出せとか、何かやれ、という毎日厳しく、ショックを与えないと、変わらないのも事実なので、先ほどでは厳しいことを言わせていただいた。

最近、課題研究を全校でやれということになると、高校の文化としては、底に合わせて全員ができるようになれば良いというようになってきている。大学では一人でもよい。そこに文化のちがいを受けることができると思う。広島のある高校のSSHのパワーが最近なくなっていたが、去年からSSHが切れた途端、パワーが復活した。一番下にあわせるというのを止めてトップを伸ばすと元の成績にもどってきたという例もある。

質問：本田

先生方が仰っていた「研究は、明確な結論に至るものは少ないのだから形を整えるのではなく、発表では自分たちの気づきと調べて分かったことの区別を、論理的で批判的な視点を持って説明することが大切」ということを生徒にも指導していかなければならないというところに、自分の中で矛盾・曖昧な部分があるので詳しく教えていただきたい。

回答：覧具委員

明確な答えがあるわけではないが、理屈で考えてこうあるべきというものと、それを現場の教室の中でどういう風にやっていけばできるかと考えさせられるものが、今日の発表会の中であつたと思う。先生方ご自身の努力なさっている、それをお互いに見学してやっている、あるいは日本で、構成主義的な授業方法を試みてかつ実をあげている例があちこちにある。日々の授業でこのようにやっていますよ、というのを他の先生たちに見ていただいて、指導法について議論をすることもよいのではないかな。

質問：林

高校生の場合、プロセスが大事という話が出てきたと思うが、高校生にどこまでオリジナリティが問われるのか。

回答：笠委員

イギリスでは、オリジナリティは問われない。前の研究を引き継いでもよい。データをちゃんととって、何通りかの方法を推定して、その探究の過程が良ければよい。日本では、データから何がいえるかということを実験することを目的とした科目で課題研究があれば良いのでは。どういう科目でどういう指導でやるか、学校の方針次第だと思う。

## 第2回運営指導委員会

日時：平成28年12月9日(火)15:40～

場所：本校 大会議室

### <指導助言>

中西委員：1期目をベースにしたが2期目は深みを感じる。組織としてアクティブラーニングを取り入れいこうとする方向性が強く感じられる。科学は文化の1つだと考えている。人類は好奇心の強いものだから、それに従って何かを調べて分かったというところに人生の充実を感じるという生き物である。知的好奇心を高める実践として、グローバル人材育成の体制を構築し、持続可能なプログラムを考えていけば面白い話になる。また、サイエンスイングリッシュではなく、英語の授業として、アクティブラーニングをされていることに興味深く見させていただいた。

理系女性生徒の育成プログラムについては、妙薬・即効性のあるものはない。まだ文化的な慣習で男性社会を脱却できてない。そういったバックグラウンドも少しあると考えながら理系女子の育成を考えるといい。

笠委員：ずっと懸案であった理系女子をどう育てるのかについて、その推進班が立ち上がって、出発点としては非常に良い効果があり、好スタートだったことは良かった。これを継続的に続けていくとともに、ロールモデルがあつてみんなのやる気があがっているの、今後の方向性を話し合っていくのが肝心だと思う。

課題研究のルーブリックを「数学の独自ルーブリックを作成する」という点も関心があり、成果を報告していただければと思う。今回のアクティブラーニングの授業も数学科全員で準備をしたことも感心した。

物理でも20ほどの授業があると聞いて着々と進んでいると思った。また、問題演習のアクティブラーニングを化学で試みたのも面白いと思った。理科で実験中心のアクティブラーニングになりそうなところを、問題を解くアクティブラーニングをすることは日本の高校には合っているような気がする。特に高校でのアクティブラーニングは「生徒にとって理解する上でネックになっている内容や概念はどこか?」「またそれを解決する方法は何か?」について機微に渡って分かっている教員や教科の専門家や認知心理学者が授業の展開について考えるという **Discipline-Based** が当たり前になっている。アクティブラーニングの手法をただ単に取り入れるのではなく、どこが狙いだからこのアクティブラーニングを取り入れるといったことを考えて、それを試行錯誤して、色んな事例をよそから取ってきて、学んでいくのが肝心である。

高木委員：全教科でアクティブラーニングを取り組むということで、よりアクティブラーニングに着目して研究を進められているということは、1期から関わっている者でも、非常に伝わってきた。アクティブラーニングを進めるときには、クリティカルに聞く・問うという態度とか、学びの主体が生徒にならないとどうしてもアクティブにならないというのが先生方のご意見があると思う。ある教科で新しい共同体を作るという形になったが、より深い学びを生徒にしてもらうためには、先に申した2点プラス、それぞれの生徒のそれまでの実績や理解度・どういう傾向を持っているかというのをおさえないと上手く深い学びにつながらないかと思う。また、大学のアクティブラーニングに関する調査で、グループワーク・ペアワークをしたかという問いがある。グループワークをしたり、ペアワークをしたりしたらアクティブになるのか、という話になる。個々に着目した指導の仕方、個と共同体が上手く連携しているか(個と共同体の往還)に着目した両方の理解が深まらないと上手くいかないのではないかと思う。

数学のルーブリックなど他教科に広げていくことに対して、授業展開で生徒が思ったように言わなかったり動かないとき、生徒の反応を拾い上げてルーブリックに反映していただけたら、より発展していくのではないかと思う。

海外研修に関して、英語によるプレゼンの課題・翻訳するのに時間がかかるので、内容を簡略した、という話があったが、短い内容で簡単な言葉で聞き手に合わせた発表できるような練習を

するのも良い方法である。

泉委員：化学の授業を見て思ったことだが、アクティブラーニングの現状にも書いてあるが、「授業の速度が遅くなった」とマイナス点がある。漫然と生徒たちに考えさせるだけでなく、もっと早い時点で何らかの質問を投げかけてもよい。例えば、早く解いた生徒の横にたつて、大きな声で話をして、他の生徒に投げかけると、早く授業が展開したのではないかと思う。

岸澤委員：全学を巻き込んで取り組むというのはすごいと思った。全国でもまれだと思う。アクティブラーニングという視点で授業を見させていたのだが、アクティブラーニングに適した機材がすごく揃い始めているなど思った。ホワイトボードを横に吊したり、タイマーもどの教室も黒板にはりつけていたこともすごいと思った。書画カメラも生徒の書いたものを提示するのに非常に重要なツールだと思う。クリッカーも使いこなしている。何がアクティブラーニングかというのは難しい話で、トップレベルの高校の先生もアクティブラーニングをイメージするのは難しい。佐藤先生のアクティブラーニングの指導観の中に3つのアクティブラーニングの形態が示されていたが、これほど明確に意識する人はなかなかいらないので、これを基に皆さんが考えていけば良いかと思う。指導案の途中で授業が終わったが、アクティブラーニングはアクティブであり、授業は生き物なので、生徒の状況にしたがって柔軟に対応するのでいいと思う。アクティブラーニングの良いところは、異なる意見が出てくるということである。ここがチャンスで、異なる意見が出てくることで論点や問題点がはっきりする。ここでどう教員が対応するかがアクティブラーニングの勝負どころだと思う。化学で、時間がなくなってしまったが、できれば正しい答えと正しくない答えをグループで話し合う良いものになると思う。

### <質疑応答>

質問：本田

次の女性研究者の推進で、困っている。

男子の意見も必要だと思うのが、来年度以降どうしようかと思っているのでアドバイスをいただけたらと思う。

回答：JST 山田氏

国立女性会館で「理系女子のための科学育成プログラム」で2泊3日もリケジョを育てるためのプログラム合宿をやっている。

その合宿で親御さんと呼んだ。「親の理解を得られない」ということもあり、保護者の理解を得るというのは非常に大切で、理系に対する夢につながっていくということに親御さんを巻き込んだアプローチも大切なのではと思う。

回答：笠委員

海外にはそのような取り組みの文献があるので、またお渡しします。