

平成22年度文部科学省研究開発指定

スーパーサイエンスハイスクール

研究開発実施報告書 第4年次

平成26年3月



高松第一高等学校

本校のSSH事業も今年度で4年目を迎えました。今年度は、特に、課題研究の充実と評価研究に取り組んでまいりました。評価に使用しましたルーブリックは試行段階ですが、昨年12月に行われましたSSH情報交換会で報告しましたところ、多くのお問い合わせや励ましを頂きました。関係されました皆様方に感謝いたしますとともに、さらに研究を進め、充実させなければならないと感じております。

さて、今年度の生徒の課題研究の研究結果は、SSH生徒研究発表会でのポスター発表賞受賞や中国青少年科学技術イノベーションコンテストへの日本代表としての参加のほか、日本学生科学賞での県審査最優秀賞受賞、高校生科学技術チャレンジでのファイナリスト優等賞受賞など、数多くの賞を受賞しました。一年次の課題研究に関する講義やミニ課題研究から、二年次のブレインストーミングによる研究テーマ設定、実験ノートの書き方指導、中間発表での実験の進め方指導まで、様々な取り組みが、少しずつ実を結びかけているようです。また、大学教授による実験指導や、大学での実験、関東の研究所巡りなども、研究を深めることに役立っているようです。

海外研修では、従来のイギリス研修に、アメリカ研修を加えました。イギリス研修は歴史をたどる研修、アメリカ研修は最先端を体験する研修と位置付け、実施しました。現地の高校生との交流も含め、生徒の視野を広め、国際感覚を養うことに大きく役立ったようです。また、それに伴う英語による課題研究の紹介を通して、英語のプレゼンテーションの仕方についても学習することができました。このようなSSH事業ならではの体験や研修を通して、将来の研究者や技術者を数多く輩出できればと考えております。

また、思考過程を重視した授業をめざし、アクティブラーニングを取り入れた授業改善も試みました。生徒一人一人の予想と仮説、それらをもとにしたグループによるディスカッションと意見発表、実験・観察、考察・まとめという一連の流れを、授業の中に取り入れました。そして、化学では、少量の薬品で実験を行うマイクロスケールケミストリー、生物では、屋外でのフィールドワークも行いました。試行した教材については、SSH対象クラス以外でも活用できるように、改善を続けています。

そのほか、本校は、女性研究者の育成にも力を入れています。これは、生徒の6割が女子生徒であり、毎年多くの女子生徒が理系進学を目指しているなどの状況を踏まえてのことです。そのため毎年、必ず、女性研究者による自然科学講演会を実施し、ロールモデルとしてきました。今年は、東京大学大学院の女性研究員のグループ「CHORD x x CODE」に依頼し、女性研究者としての歩みについて講演をして頂きました。これらのことより、女子生徒の課題研究は年ごとに素晴らしくなっており、現在、各種発表会で賞をいただくようになりました。日本の科学技術の進歩に、女性研究者の果たす役割は大きいと思います。本校の取り組みが、その一助になればと考えております。

本冊子では、以上のような今年度の取り組みをまとめております。まだまだ研究としては不十分などところもありますが、ご参考にして頂ければと思います。最後になりましたが、ご指導、ご支援を頂きました、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、心より感謝申し上げます。

目次

SSH研究開発実施報告（要約）	1
SSH研究開発の成果と課題	5

本 論

第1章 研究開発の概要

1 学校の概要	9
2 研究開発課題	9
3 研究の概要	9
4 研究開発の実施規模	9
5 研究の内容・方法・検証等	10
6 平成23・24・25年度入学生 普通科特別理科コースの教育課程表	15

第2章 研究開発の内容

1 年間計画と研究の概略図（グランドデザイン）	16
2 学校設定科目 Introductory Science での取り組み	
I 実験の基本操作	19
II 出張講義・校外教室	20
III 企業見学	31
IV 考える科学	32
V CBI	34
3 学校設定科目 Advanced Science I での取り組み	
I 課題研究	35
II 出張講義	36
4 学校設定科目 Advanced Science II での取り組み	
I 課題研究のまとめ	39
5 授業改善に向けての試行	
I アクティブラーニング	41
II マイクロスケールケミストリー	42
III フィールドワーク	43
6 宿泊を伴う研修	
I 関東合宿（2年生）	44
II 英国海外研修（2年生）	47
III 米国海外研修（2年生）	48
7 全校生対象の取り組み	
I 自然科学講演会	49

第3章 実施の効果とその評価

第4章 研究開発実施上の課題及び今後の研究の方向性・成果の普及

1 研究開発実施上の課題とその改善策	57
2 今後の研究の方向性について	57
3 成果の普及	58

資料

運営指導委員会	59
---------	----

平成 25 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

①研究開発課題

- (1)問題発見能力や問題解決能力を高めるための思考過程を重視したカリキュラム，教材，授業展開の研究。
- (2)課題研究を通して，自発的に思考し研究する人材育成プログラムの開発。
- (3)大学，研究機関，博物館を活用した知的好奇心を喚起するための科学教育プログラムの開発。
- (4)コミュニケーション能力をベースとした国際社会で活躍できる研究者・技術者を育成するためのプログラムの開発。
- (5)女性研究者・技術者を育成するためのプログラムの開発。

②研究開発の概要

問題発見能力や問題解決能力を持ち，自発的に思考し研究する科学者・技術者，国際社会で活躍できる研究者・技術者および女性研究者・技術者を養成するための教育課程，教材，授業展開やその指導法を確立するために以下の取り組みを通して研究開発を行った。

- 「アクティブラーニング」「マイクロスケールケミストリー」「フィールドワーク」等の手法を取り入れ，生徒の思考時間を多くし，自ら問題点や法則性を発見する態度と能力を育成するための授業展開の研究とカリキュラム開発を進めた。
- 科学的なものの見方考え方を身につけさせることを目的に課題研究を実施し，その指導方法の研究を進めた。
- 大学・研究所・博物館と連携した「関東合宿」において，自然科学の最先端に触れ知的好奇心を喚起するためのプログラム開発を行った。
- 英語による理科・数学の授業 CBI(Content-Based Instruction)を，理系学部大学教員を招いて実施した。また，海外研修を実施した。
- 講義・講演の際には，できるだけ女性研究者・技術者に依頼したり，大学や学会の女子生徒の理系進学を励ます取り組みと連携するなどの体制を整えた。

上記の活動を通して，生徒の科学観や進路意識の変容の度合いを調査分析するとともに，指導計画，指導法等のあり方について総合的に検証した。

③平成 25 年度実施規模

1 年生特別理科コース（1 学級 40 名），2 年生特別理科コース（1 学級 40 名），3 年生特別理科コース（1 学級 41 名）を対象として研究開発を行った。一部の事業については理系コース生徒を対象とした。また，自然科学講演会は可能な限り全校生徒を対象とした。年度後半に実施した講演会については，1・2 年生全員と 3 年生希望者を対象とした。

④研究開発の内容

○研究計画

【第 1 年次】

第 1 学年のプログラムの実践と第 2 学年のプログラムの試行と準備を行う。

(1)学校設定科目の準備と実施

「Introductory Science」（1 年）の実施

「Advanced Science I」（2 年），「Advanced Science II」（3 年）実施に向けての試行

(2)思考の過程を重視した教材や授業展開の開発**(3)研修旅行の実施****(4)自然科学講演会の実施（年間 3 回）****(5)海外研修の計画・準備****【第 2 年次】**

第 1 学年，第 2 学年で実施するプログラムの実践と第 3 学年で実施するプログラムの準備を行う。

(1)学校設定科目の準備と実施

「Introductory Science」（1 年），「Advanced Science I」（2 年）の実施

「Advanced Science II」（3年）実施に向けての試行

- (2)思考の過程を重視した教材や授業展開の開発
- (3)研修旅行の実施
- (4)自然科学講演会の実施（年間3回）
- (5)英国海外研修の実施

【第3年次】

第1学年～第3学年で実施するプログラムの実践と3年間の実践をふまえてのプログラムの改善を行う。

- (1)学校設定科目の実施

「Introductory Science」（1年）、「Advanced Science I」（2年）、「Advanced Science II」（3年）の実施

- (2)思考の過程を重視した教材や授業展開の実施
- (3)研修旅行の実施
- (4)自然科学講演会の実施（年間3回）
- (5)英国海外研修の実施
- (6)米国海外研修の実施
- (7)生徒研究発表会の実施
- (8)校外での発表会への参加

【第4年次】

プログラムの改善項目の実践を行う。

- (1)学校設定科目の実施

「Introductory Science」（1年）の実施

- ・器具の基本操作についての授業の実施
- ・大学と連携して出張講義・校外研修の実施
- ・地元科学博物館と連携して地学特別講義の実施
- ・企業見学（四国電力）の実施
- ・英語による理科・数学の授業 CBI(Content-Based Instruction)の実施
- ・ミニ課題研究（物理，化学，生物，数学）の実施

「Advanced Science I」（2年）の実施

- ・生徒グループによる課題研究の実施
- ・大学等と連携して出張講義・校外研修の実施
- ・英語による科学プレゼンテーション講座の実施

「Advanced Science II」（3年）の実施

- ・生徒グループによる課題研究の実施
- ・校内外での SSH 関連の生徒研究発表会や，学会・大学のジュニアセッション等での発表会への参加
- ・学会やコンテストへの論文投稿

- (2)思考の過程を重視した教材や授業展開の実施

- ・アクティブラーニング（物理），マイクロスケールケミストリー（化学），フィールドワーク（生物）の手法を取り入れた授業の実施

- (3)研修旅行の実施

- ・関東合宿：日本科学未来館，理化学研究所（和光研究所），宇宙航空研究開発機構（筑波宇宙センター），物質・材料研究機構，医薬基盤研究所（霊長類医科学研究センター），東京大学柏キャンパス，平成25年度 SSH 生徒研究発表会

- (4)自然科学講演会の実施（年間3回）

- (5)英国海外研修の実施

バリーセントエドマンズ・カウンティアッパースクール，サイズウェル原子力発電所，ケンブリッジ大学，ロンドン自然史博物館，ロンドン科学博物館

- (6)米国海外研修の実施

カリフォルニア大学バークレー校，ローレンス・ホール・オブ・サイエンス，企業訪問，ローウェル・ハイスクール，コンピュータ歴史博物館，SLAC 国立加速器研究所

(7)生徒研究発表会の実施

第 1 回四国地区 SSH 生徒研究発表会（2013.4.14（日）本校体育館）

第 1 回香川県高校生科学研究発表会（2013.7.21（日）香川県教育会館ミュージズホール）

「Advanced Science II」課題研究成果発表会（2013.7.24（水）e-とびあ・かがわ）

(8)校外での発表会への参加

【第 5 年次】

5 年間の実践をまとめと評価を実施する。

(1)学校設定科目の実施

(2)思考の過程を重視した教材や授業展開の実施

(3)研修旅行の実施・関東合宿の実施

(4)自然科学講演会の実施（年間 3 回）

(5)海外研修の実施

(6)生徒研究発表会の実施

○教育課程上の特例等特記すべき事項

特別理科コースの第 1 学年では情報 A(1 単位)と総合学習(1 単位)の代わりに「Introductory Science」（2 単位）を設定。第 2 学年では保健（1 単位）と総合学習（1 単位）の代わりに「Advanced Science I」(2 単位)を設定。第 3 学年では総合学習(1 単位)の代わりに「Advanced Science II」を設定。

○平成 25 年度の教育課程の内容（平成 25 年度教育課程表は別紙参照）

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

①学校設定科目を活用した特色ある教育の開発

学校設定科目「Introductory Science」を開設し、1 年間を通して大学から講師を招いての特別講義または大学へ生徒が出向いての特別講義を実施した。大学教員等に依頼して英語による理科・数学の授業である「CBI」を実施した。高大連携プログラムや博物館連携プログラムを開発した。また、理科や数学による探究活動の基礎講座を本校教員が担当し、「実験器具の基本操作」や「ミニ課題研究」の講座を新たに実施した。

学校設定科目「Advanced Science I」を開設し、科学的なものの見方・考え方を身につけ、自発的に思考し探究する態度を育成することを目的として、1 年間を通して生徒グループによる課題研究を実施した。大学教員等に依頼して実験・実習や出張講義を実施した。

②教材・授業展開の研究（思考過程を重視した授業展開の開発）

香川大学教育学部等と連携し、「アクティブラーニング」、「マイクロスケールケミストリー」、「フィールドワーク」等の手法を取り入れ、生徒自らが考える時間を増やし、自然科学本来の思考する楽しさや、自分で規則性を見つけ出す楽しさを体験できる、思考の過程を重視した教材や授業展開を開発した。これまでは SSH 主対象生徒の所属クラスでの研究開発が主であったが、今年度はできる限り一般クラスでも実践した。

③大学・研究機関・企業等との連携による校外研修の実施

学校設定科目「Introductory Science」を開設し、第 1 学年に、自然科学に対する好奇心を喚起するために、香川大学・徳島文理大学での実験・実習や体験学習、愛媛県総合科学博物館と連携して校外研修を実施した。また、企業連携では「四国電力」と連携し、LNG 基地や火力発電所、変電所、地区熱供給など、エネルギー供給システムの流れについての連携プログラムを開発した。

学校設定科目「Advanced Science I」を開設し、第 2 学年に、香川大学等と連携して特別講座を実施したり、課題研究において指導・助言を依頼した。また夏休みには、博物館、研究所、大学と連携して行う「関東合宿」を実施した。また、年度末の海外研修では、英国ではケンブリッジ大学、米国ではカリフォルニア大学バークレー校でも体験学習を行った。

④課題研究

平成 14 年度から校内で実施している課題研究を中心とした「自然科学講座」を発展させた形で、学校設定科目「Advanced Science I」「Advanced Science II」を開設し課題研究を実施した。また、校内外での各種研究発表会に参加し、その成果を発表したり、研究論文をまとめ、様々なコンクールや学会に投稿したりした。

⑤自然科学講演会の開催

著名な研究者に依頼して自然科学に対する興味・関心を喚起するような内容の講演会を年間に 3 回実施した。特に文系理系問わず全生徒に科学リテラシーを身につけられるような講演テーマを選択するように留意した。

⑥国際社会で活躍できる研究者・技術者育成のためのプログラム開発

学校設定科目「Introductory Science」の中で、英語による理科・数学の授業である「CBI」を実施する。「CBI」では理系で必要な語彙と表現方法を習得することを主な目的とした。

また、英国と米国の希望選択制として海外研修を実施し、国際性を身に着けることを目的として、海外の同世代の生徒との自然科学分野に関する交流を行った。

⑦女性研究者・技術者育成のためのプログラム開発

著名な研究者・技術者を招いての自然科学講演会を計画する際に、意図的に女性研究者等を講師として招くなど、講演会に自然科学の側面だけでなくキャリア教育の側面も持たせ、女子生徒に科学者・技術者としての自分自身の将来像を描きやすくする工夫を行った。

⑤研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

①学校設定科目「Introductory Science」

自然科学への興味・関心・意欲を高める目的で、年間を通して出張講義・校外研修を実施した。事後アンケートの結果より、講義・実験が面白く(92.4%)、講義の内容が理解できた(87.5%)。また、講義全体を通して 92.2%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(87.4%)、講義内容をもっと知りたい(83.0%)と感じている。さらに、81.0%の生徒が研究に対する興味・関心が増したと回答しており、研究者をロールモデルとして捉えられたという生徒も多く、一定の成果を上げることができた。

②教材・授業展開の研究（思考過程を重視した授業展開の開発）

年間を通して教材や授業展開を研究し、「アクティブラーニング」、「マイクロスケールケミストリー」、「フィールドワーク」を実施した。教材開発も進んできたが、生徒の思考や概念形成をスムーズにするための授業展開のさらなる工夫や生徒への適切な発問の工夫、また思考時間の設定など改善点も見つかった。また、「マイクロスケールケミストリー」や「フィールドワーク」が実施できる分野・時期は限られているため、化学・生物に関しても「アクティブラーニング」の手法を取り入れた新たな授業展開を検討する必要性が出てきた。

③自然科学講演会の開催

普通科（理系文系）と音楽科の全ての生徒を対象に実施した。各講師の工夫により、講義が面白く(87.4%)、講義の内容が理解できた(77.9%)と多くの生徒が回答した。また、73.2%の生徒が講義内容をもっと知りたいと思い、研究者を身近に感じ(74.1%)、研究に対する興味・関心も増し(78.3%)、研究の具体的なイメージを持つことができた(75.0%)。科学リテラシーの向上とともに、研究者をロールモデルとして捉える講演会となったと判断できる。

○実施上の課題と今後の取り組み

アンケートより、本校の SSH に対する評価は、生徒、保護者、教員ともに肯定的であるが、「香川県内や高松市内など地域への SSH 事業の成果普及」が課題であるとの指摘をこれまでも受けている。今年度は、平成 23 年度から実施している自然科学講演会の県内中・高等学校教員への参加を呼び掛けた。また、高松市内の中学生の科学体験発表会において、本校教員が講評し、中学生へ直接アドバイスをを行った。また、産業技術総合研究所四国センターの一般公開に合わせて、小学生向けの体験講座等を行うことで地域への成果普及を進めた。今後も積極的に地域への還元を進めていく。

また、先にも述べたが、生徒の思考過程を重視する新たな授業展開の開発については、理科全体で「アクティブラーニング」を用いた教材開発を進めるとともに、具体的な指導案の作成、授業の実施、さらなる改善点の検討などを重ね、より生徒の概念形成がスムーズに進み、定着するような授業を研究開発する。

平成 25 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

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、およびローソンテストをもとに分析した。

(1) 問題発見能力や問題解決能力を高めるための思考過程を重視したカリキュラム、教材、授業展開の研究。

物理・化学・生物の各科目において、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、実践した。既存の概念をベースにして新しい概念を獲得する過程で、学習者の能動的な学び（アクティブラーニング）の機会として、実験前に予想・仮説を立てる段階や実験後の考察の際に、生徒同士のディスカッションやプレゼンテーションを取り入れ、言語活動の充実を図った。それらの活動では、生徒全員が自分の意見や考え、またその根拠となる理由を自分自身の言葉で説明したり、他者の意見を聞いてそれに対して能動的に思考したりすることを通して、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研究した。また、生徒実験や演習実験の場面では、予想や仮説を検証するために、変数とその制御について考える場面をつくり、実際に実験方法を計画させることで、測定した、または測定しようとしているデータが、入力変数（独立変数）と結果の変数（従属変数）との相関を示す証拠（evidence）として、信頼性（Reliability）と妥当性（Validity）を持ったものとなっているかどうかについても言及することができた。

生徒の事後アンケートでは、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たようである。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。このように、思考過程を重視した教材・授業展開を次年度以降さらに充実させるとともに、授業展開の工夫とその効果を検証したいと考えている。

(2) 課題研究を通して、自発的に思考し研究する人材育成プログラムの開発。

学校設定科目「Advanced Science I」を開設し、毎週金曜日の 5・6 時間目に課題研究や特別講義を実施した。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。今年度の 2 年生の課題研究のテーマは以下のとおりである。

<物理>・ペットボトルロケットの最適飛行条件

- ・石の水切り
- ・空中ゴマの磁界と滞空時間との関係
- ・植物の成長を促進させる音楽の解明
- ・テンセグリティ球体の研究

<化学>・昆布だしによる旨味成分の変化

- ・環境による鉄の劣化

<生物>・貝類などの生物による赤潮プランクトンの抑制

- ・御坊川におけるプランクトンの季節変動
- ・さぼりアリの働き
- ・竹パウダーの有効活用
- ・ホエーの再利用

<数学>・高度合成数

1 年での学校設定科目「Introductory Science」の中に配置した「考える科学」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、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、2 年生理系全クラスを対象に実施した。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、課題研究や通常の理科の授業で実践している。

また、学期ごと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、指導教員や他の教員からの指導・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た。

第3回中間発表会（2月）および海外研修において、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の全面協力の体制が確立し、大学教員の指導・助言をいただきながら、完成させた。また、管理機関の協力も得て、市内の小中学校に派遣されている14名のALTを招聘し、指導・助言の機会も得た。

今年度の3年生の課題研究のテーマは以下のとおりである。

<物理>・光てこを用いたガラスハープの振動解析

- ・小麦粉や片栗粉を用いたデンプン糊の接着力と濃度の関係
- ・ディロッド発電機の製作と考察～アルミ板の自然放電の時間変化とその抑制～
- ・糸電話の糸の材質と音の周波数による音の伝わり方の違い
- ・パスタを用いた構造物の強度についての研究
- ・熱気球の形状が与える気球内の温度分布と浮力への影響

<化学>・トレハロースのもつ冷凍耐性のゴキブリへの作用

- ・希少糖の植物の根に与える影響

<生物>・プラナリア ～記憶物質の分布と正体の探究～

- ・LEDによる粘菌変形体の行動制御
- ・ナメクジの記憶保持力と食品との関係
- ・菌類を用いたうどんのゆで汁からのバイオエタノール生成

<地学>・電気伝導率と微化石による番の州古環境の考察

<数学>・汎魔方陣の研究～5次汎魔方陣の総数を桂馬飛び法から導く～

4月に実施した第1回四国地区SSH生徒研究発表会（本校体育館）では、3年生すべての研究グループがポスター発表を行い、2年生は他校の発表も聴き、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、3年生の全ての研究グループがステージ発表し、その様子は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（以下の通り）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。

○第1回香川県高校生科学研究発表会（県内高等学校の科学系部活動の発表も含む）

日程：7月21日（日）10:00～16:20（香川県教育会館 ミューズホール）

<口頭発表>（4グループ発表）

- ・光てこを用いたガラスハープの振動解析 最優秀賞
- ・汎魔方陣の研究～5次汎魔方陣の総数を桂馬飛び法から導く～ 優秀賞
- ・プラナリアの記憶～記憶物質の分布と正体の探究～ 優秀賞

<ポスター発表>（4グループ発表）

- ・電気伝導率と微化石による番の州古環境の考察 最優秀賞
- ・小麦粉や片栗粉を用いたデンプン糊の濃度と接着力との関係 優秀賞
- ・熱気球の形状が与える気球内の温度分布と浮力への影響 奨励賞

○応用物理学会・日本物理学会・日本物理教育学会中四国支部「ジュニアセッション」

日程：7月27日（土）（香川大学工学部）

<口頭発表+ポスター発表>（6グループ発表）

○第8回高校生・大学院生による研究紹介と交流の会

日 程：7月31日（水）9:00～16:00（岡山大学創立五十周年記念館）

<口頭発表>（1グループ発表）

<ポスター発表>（6グループ発表）

・トレハロースのもつ冷凍耐性のゴキブリへの作用

優秀賞

○平成 25 年度 SSH 生徒研究発表会

日 程：8月6日（火）～8日（木）（パシフィコ横浜）

・光てこを用いたガラスハープの振動解析

ポスター発表賞

○第 28 回中国科学技術イノベーションコンテスト

日 程：8月1日（木）～6日（火）（中国南京市）

・汎魔方陣の研究～5次汎魔方陣の総数を桂馬飛び法から導く～

海外招待校 第3位

○マス・フェスタ

日 程：8月24日（土）（エル・おおさか）

<口頭発表+ポスター発表>（1グループ発表）

○日本動物学会第 84 回岡山大会

日 程：9月28日（土）（岡山大学）

<ポスター発表>（2グループ発表）

○第 57 回日本学生科学賞

・ガラスハープの振動解析

県審査最優秀賞

○第 11 回高校生科学技術チャレンジ

・汎魔方陣の研究～5次汎魔方陣の総数を桂馬飛び法から導く～

優等賞

○平成 25 年度電気学会 高校生懸賞論文コンテスト

・ディロッド発電機の製作と改良

佳作

○塩野直道記念 算数・数学の自由研究 小学校・中学校・高等学校作品コンクール

・汎魔方陣の研究～5次汎魔方陣の総数を桂馬飛び法から導く～

Rimse 奨励賞

○第 5 回坊ちゃん科学賞研究論文コンテスト

・ナメクジの記憶保持力と食品との関係

入賞

・希少糖が植物の根の成長に及ぼす影響

佳作

(3) 大学，研究機関，博物館を活用した知的好奇心を喚起するための科学教育プログラムの開発。

① 学校設定科目「Introductory Science」「Advanced Science I」

1年生の学校設定科目「Introductory Science」、2年生の学校設定科目「Advanced Science I」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。アンケート結果から当初の目的はある程度達成できたと考えている。

② 関東合宿

2年の関東合宿で日本科学未来館と連携を行った。また、最先端の科学に触れることを目的に、理化学研究所（和光研究所）、物質・材料研究機構、宇宙航空研究開発機構、医薬基盤研究所、東京大学と連携を行った。内容的には難しい講義や説明も多かったが、事前・事後学習を含め意欲的に取り組んでいた生徒が多く、連携プログラムとしては優れたプログラムになったと考えている。各施設で研究者が分かりやすく丁寧に説明や講義を担当していただき、生徒はより研究者を身近に感じ、ロールモデルの一つと捉えられたようである。これまでは教員主導のプログラムであったが、次年度は生徒の希望調査なども踏まえ、新たなプログラムを開発しようと考えている。

(4) コミュニケーション能力をベースとした国際社会で活躍できる研究者・技術者を育成するためのプログラムの開発

1年次に学校設定科目「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、英語による化学・生物・数学の授業 CBI(Content-Based Instruction)を、地元大学の理系学部大学教員を招いて実施した。これらの講義を通して、英語への興味関心が高まったという生徒が 72.2%、自然科学分野に関する英語表現を身につけたいと感じ

た生徒が 74.8%と高い値を示したが、コミュニケーション能力は向上した、海外で活躍したいと思う生徒は昨年度、一昨年度より低く、英語への苦手意識と専門用語や自然科学分野の英語表現の難しさがこの結果を表していると考えられる。次年度の海外研修やイギリスからの生徒の受け入れに向けて意識を高めて取り組むようにアプローチする。

(5) 女性研究者・技術者を育成するためのプログラムの開発。

香川大学男女共同参画推進室との連携事業による講演会に、1 年生理系進学希望者と 2 年生理系生徒が参加した。女子だけの講演会では、他の講演会等に比べ、講演内容に対する興味・関心、理解が高く、研究者や研究を身近に感じた生徒が多い。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。

② 研究開発の課題

1. 研究開発実施上の課題

(1) SSH 運営が全校組織をさらに進める。

研究体制については、昨年度より各教科から SSH 推進委員を選出し、各教科からの意見が収集できるような体制を作った。毎週開催される SSH 運営委員会に参加し、具体的なプログラムについての計画の段階から意見を集約できるようにした。課題研究の英語でのポスター発表に向けての指導については、英語科の協力体制が確立した。次年度も定期的な他教科との意見交換の場を設け、教科横断的な取り組みも視野に入れ組織運営を目指す。

(2) 生徒の思考過程を重視した授業展開を充実させる。

「アクティブラーニング（物理）」「マイクロスケールケミストリー（化学）」「フィールドワーク（生物）」を取り入れた生徒の思考過程を重視した授業の開発も少しずつ進んできたが、ほとんどのプログラムが SSH 主対象クラス対象の授業となっている。これまでの研究開発で効果の得られたプログラムに関しては、主対象ではない普通クラスでもその実践を増やし、学校全体で自ら問題や課題を発見し、解決できる生徒を育成できるように取り組んでいく。

また、「マイクロスケールケミストリー」や「フィールドワーク」は、学習内容や学習時期によっては、実施が難しいものもある。そこで今後、化学や生物の授業でも、「アクティブラーニング」の手法を用いた授業展開の開発を進める。

(2) 校外への広報・成果普及活動が不足している。

校外への広報活動は学校ホームページの更新が主な手段となっているが、地域の中核校としての役割を担えるように、SSH の活動内容をより積極的に普及できるように、地域や中・高等学校に還元されるような方策を考える必要がある。

(3) 女性研究者・技術者を育成するための取り組みを充実させる。

女性研究者・技術者育成のためのプログラム開発の一つとして、講演会や出張講義等の講師をできるだけ女性に依頼した。しかしながら、大学の理工系学部の女性研究者の割合もまだまだ少なく、全講座に占める女性研究者招聘講座の数は多くないのが現状である。そのような中で、量ではなく質を高め、より効果のある講義内容の設定と講師の選定を進めていく。女性研究者招聘講座のアンケートでは、女子が肯定的な意見が多い傾向にある。次年度以降も、各学会・各大学の女性研究者・技術者育成のためのプログラムと連携しながら、取り組みを強化していきたい。

(4) 評価のためのデータ分析を充実させる。

生徒の数学的・科学的な考え方ができているかどうかを調べる「ローソンテスト」や概念の変容を調べる調査を実施しているが、3 年間の生徒の変容を調べる 1 つの手段として今後さらに研究していく必要がある。客観的なデータから、SSH の研究の成果が捉えられるように分析を進めていかなければならない。過年度比較を踏まえて、5 年間の SSH 事業の総括をする。

第1章 研究開発の概要

第1章 研究開発の概要

1 学校の概要

- (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 竹本 恵一
- (2) 所在地 〒760-0074 香川県高松市桜町2丁目5番10号
 電話番号 (087)861-0244 FAX番号 (087)861-0246
- (3) 課程・学科・学年別生徒数，学級数及び教職員数

① 課程・学科・学年別生徒数，学級数

課程	学科	第1学年		第2学年		第3学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
	普通科 (理系)	281 (40)	7 (1)	279 (148)	7 (4)	278 (159)	7 (4)	838 (347)	21 (9)
	音楽科	26	1	18	1	25	1	69	3
	計	307	8	297	8	303	8	907	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

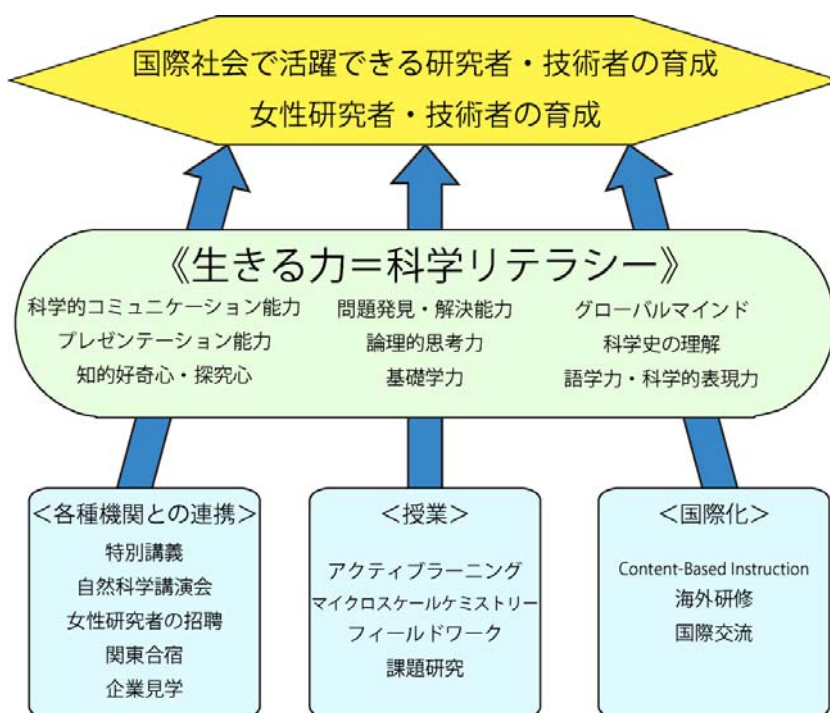
校長	教頭	教諭	養護		講師		実習指 導講師	事務 職員	技師	その他	合計
			教諭	助教諭	常勤	非常勤					
1	2	55	1	1	8	28	1	4	2	7	110

2 研究開発課題

問題発見能力や問題解決能力を持ち，自発的に思考し研究する科学者・技術者，国際社会で活躍できる研究者・技術者および女性研究者・技術者を養成するための教育課程，教材，授業展開やその指導法の研究開発。

3 研究の概要

- 香川大学教育学部と連携し，「アクティブラーニング」，「マイクロスケールケミストリー」，「フィールドワーク」等の手法を授業展開に取り入れ，生徒が思考する時間をできるだけ多くし，自ら問題点や法則性を発見する態度と能力を育成する。
- 平成14年度から校内で実施している課題研究を中心とした「自然科学講座」を発展させ，2年次より課題研究への取り組みを始める。
- 既存の大学等との連携プログラムと，関東の博物館・研究機関等での自然科学の最先端に触れる「関東合宿」をベースとして，知的好奇心を喚起するためのプログラム開発を行う。
- 英語による理科・数学の授業を地元大学と連携して実施するとともに，海外の高校生と英語で積極的に交流する機会を設ける。



研究の概略図（グランドデザイン）

- 研究者・技術者を目指す女子生徒を育成する体制を整えるため，講演会は，できるだけ女性研究者・技術者に依頼したり，理系各学会の女子生徒の理系進学を励ます取り組みと連携したりする。

4 研究開発の実施規模

第1学年普通科特別理科コース1クラス(40名)，第2学年普通科特別理科コース1クラス(40名)，第3学年普通科特別理科コース1クラス(41名)を対象に実施する。ただし，著名な研究者による講演会は全校生徒を対象に実施する。

5 研究の内容・方法・検証等

(1) 現状の分析と研究の仮説

① カリキュラム研究、教材開発、授業研究

本校の理科教員は、自主的に校内研究授業や香川県教育研究会理化部会の月例研究会を通して授業研究に取り組んでいるが、組織的な取り組みには至っていない。また近年、理科の授業では、単位数が減少したこともあり、授業において知識や考え方を正確に教えることが中心となり、生徒に考えさせる時間が少なくなっていることや、生徒の中には現象を正確に覚えたり、計算などの演習問題が解けたりすることを目的としている者が増えてきたという共通認識を持っている。

そこで、本研究開発では、カリキュラムや教材、授業展開を工夫して生徒自らが考える時間を増やし、自然科学本来の思考する楽しさや自分で規則性等を見つけ出す楽しさを体験することで、問題発見能力や問題解決能力を高めることができるという仮説を立てた。特に教材開発や授業展開の工夫では香川大学教育学部理科教育教室と連携し、「アクティブラーニング」や「マイクロスケールケミストリー」、「フィールドワーク」の手法を取り入れ、思考の過程を重視した授業展開を開発する。

② 課題研究

本校では、平成14年度から特別理科コースの2年次の課外授業として、課題研究を中心とした「自然科学講座」を実施しているが、課外授業のために確保できる時間数が少なく、期待する成果が得られていない。また、自然科学的体験や知識の不足が主な原因で、課題研究のテーマがなかなか決まらず、毎年多くの班が苦労する状況が見られる。

そこで、課題研究の時間を正規のカリキュラムの中に取り込むと同時に、2年次最初から3年次前半までの1年半を費やすことで、課題研究に取り組ませる時間を十分に取ることにした。また、1年次に、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・実習を含む特別講義を地元大学の教授等に実施してもらうことで、課題研究テーマ決定の際の生徒の経験不足や知識不足を補うことができると考えている。さらに、テーマ決定の際にも特別講義の講師陣に協力してもらうことで、今まで以上にスムーズにテーマ決定と課題研究が実施できると考えている。その他、課題研究の指導方法の教員研修や評価方法の確立を、大学および同じ問題意識を持つ他の高校と協力しながら継続的に行うことで、課題研究の質の向上を確保できると考えている。

③ 大学、研究機関、博物館、企業との連携

本校では、自然科学への興味・関心を喚起する目的で、平成15年度から1・2年次に地元香川大学や愛媛県総合科学博物館と連携して、SPP事業を利用した特別講義を実施している。

また、平成17年度から2年次夏休みに科学の最先端にふれる企画として日本科学未来館やつくば学園都市の国の研究機関と連携した「関東合宿」を実施している。そのほか、事後研修・海外研修の事前研修の一環として、「英語による科学コミュニケーション」の講義を、日本科学未来館との連携で実施している。なお、2年前まで日本科学未来館から講師を招聘し、事前研修として「科学プレゼンテーション」の講義を実施していたが、昨年度からは本校教員による事前学習を実施している。

この関東合宿では、日本科学未来館や茨城県つくば市や埼玉県和光市の国の研究機関で科学の最先端の事象にふれたり、研究現場を見学したり、さらに研究者から生の声を聞いたりすることにより、生徒が科学者・研究者に対して具体的なイメージを描き、科学者・研究者を目指すきっかけになると考えている。また、「事前研修」では科学プレゼンテーションのスキルが、「事後研修」では科学コミュニケーションのスキルが高められると考えている。

今後、地元の大学、研究機関や博物館との連携を強化し、「特別講義」を継続的に実施していくことで、生徒の知的好奇心を喚起できると考えている。

④ 国際社会で活躍できる研究者・技術者の育成

国際社会で活躍できる研究者・技術者には英語の理系語彙と、科学的表現への慣れが必要だと考えている。しかし、これまで研修旅行(他校の修学旅行に相当し、3つのコースがあり、その一つがオーストラリア研修)で一部の生徒は海外に行く機会があったが、理系コースの生徒は国際化につながる取り組みをほとんど行っていないのが実情である。そこで、海外研修を必須とする。また、地元大学と連携して英語による理科・数学の授業CBI(Content-Based Instruction)で理系に必要な語彙と表現方法を習得し、②の課題研究の内容を科学論文の形式(introduction, method, result, discussion, conclusion)にまとめさせ、③の英語による科学コミュニケーション講座を通してコミュニケーション能力を高めることで、科学的表現に慣れさせることができると考えている。

なお、海外研修では現地高校生との交流の中で、課題研究の内容をポスターセッションで説明したり、質問を受けたりする機会を設けることで、モチベーションが上がり、理系語彙の獲得と、科学的表現への慣れが促されることが考えられる。さらに、自然科学分野に関するトピックスについてディスカッションをすることで、国際社会における日本の役割や視点などを感じ取ることもできると考えている。

⑤ 女性研究者・技術者の育成

近年、本校の普通科では半数以上の生徒が理系コースに進み、その中の女子生徒の割合も高い(第2学年普通科279人中理系148人、うち女子生徒は75人、第3学年普通科283人中理系159人、うち女子生徒は72人)。しかし、大都市圏の高校に比べ理学部や工学部への女子生徒の進学者は少ないのが現状である。これは地元で工業系の企業が少ないため、身近に女性研究者や技術者のモデルケースが少なく、本人、保護者ともに将来の姿がイメージしにくいことが原因ではないかと考えている。

著名な研究者・技術者を招いての自然科学講演会や出張講義を計画する際には、意図的に女性を講師として招

第1章 研究開発の概要

くなど、自然科学の側面だけでなくキャリア教育の側面も持たせるようにする。また、物理学会をはじめ理系各学会の女子生徒の理系進学を励ます取り組みと連携し、研究者・技術者を目指す女子生徒を育成する体制を整えたり、具体的なロールモデルを示すことで、研究者・技術者を目指す女子生徒の割合が増加すると考えている。そのほか、地元大学の男女共同参画推進室と連携した取り組みも実施する。

(2) 研究内容・方法・検証

① カリキュラム研究，教材開発，授業研究

(ア) 研究内容・方法等

香川大学教育学部と連携しながら、平常の授業の中で思考過程を重視した教材や授業展開の工夫を中心に研究を行う。カリキュラムに関しては、本校の他の理系コースのカリキュラムから大きな変更は行わない状態で研究を進める予定である。各科目のキーワードは以下の通りである。

物理：アクティブラーニング

アメリカを中心に高校・大学の物理授業の改革に大きな成果を挙げているアクティブラーニングの授業方法を積極的に取り入れる。この授業方法では、生徒の持つ典型的な誤概念の研究にもとづいて用意された周到な授業プランにもとづいて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を実験を通して検証する。実験では、ICT 機器を積極的に利用して結果をリアルタイムで表示しながら行うことで、数多くの実験を短時間でを行い、予想・仮説や実験後の考察時の議論を通して、生徒が主体的に正しい概念・法則性を理解できるようにする。

化学：マイクロスケールケミストリー

クリアファイル上やシャーレ内で少量の薬品による実験を行うマイクロスケールケミストリーを取り入れる。この実験では、準備・実験操作・片づけに時間がかからず、普段の実験に比べ考える時間に多くの時間を割り当てることができる。その時間を利用することで、反応の結果を事前に予測したり、実験後に考察の時間を十分にとることができる。さらに、実験によっては同時に数多くの実験をすることができるメリットや、薬品を少量しか使わないので廃液や発生する気体の量が少なく環境負荷が小さいというメリットもある。

生物：フィールドワーク

生物が生育する環境に触れ、環境と生物の関係を体験するフィールドワークを多く実施する。生物採集などは授業時間中に行うことが無理な場合が多いため、夏休みなどの長期休暇を利用するなど、生物採集および実験・実習を行い、生態系と生物の役割を考察させる。実習内容は、バッタの採集と解剖および減数分裂の観察、香川大学農学部と連携した藻類に関する臨海実習やアリの採集と分類および生物多様性の問題の考察、ウニの採集と発生の観察、植生と遷移の調査などを考えている。

(イ) 期待される成果

上記の手法を授業に取り入れ、授業展開に思考する機会を増やすことで、生徒が実験・観察に基づき、自ら思考する習慣が身につく、問題発見能力や問題解決能力の向上に繋がると考えている。

(ウ) 評価方法

物理は、力学・電磁気学を始め、物理の各分野のアクティブラーニングについては、国際的に標準化されつつある授業前および後の物理概念の理解度の調査テスト問題が各種あり、それを参考にしつつ評価方法を確立することで、生徒の理解度の評価を行うことができる。

化学、生物については生徒アンケートと理科でよく使われる思考操作を行う能力に関する調査テストなどを香川大学教育学部と協力して行い、その結果も参考にすることで、生徒の学力の向上度を知ることができる。

② 課題研究

(ア) 研究内容・方法等

学校設定科目「Advanced Science I」、 「Advanced Science II」を通して研究する。その際、大学および問題意識を共有する他校との連携、校内の研究会の実施などによる、課題研究の指導方法および評価方法についての教員研修を重視し、校内で統一した指導体制を確立する。

科目「Advanced Science I」（第2学年2単位、金曜5、6限に実施）

最初の段階では、本校理科、数学教員が課題研究につながるような実験を体験させたり、測定機器の基本的な操作を習得させる。また、コンピュータなどを円滑に活用できるように、情報機器の活用方法についても実習させる。次の段階では、少人数のグループごとに研究テーマを設定し研究計画を立て、実験・実習を行い、課題研究を行う。テーマ決定や研究計画の立案に際しては、今までの学習と継続性を持たせながら、連携先である香川大学、徳島文理大学、秋田大学、日本科学未来館・愛媛県総合科学博物館に協力を依頼して行う。

また、課題研究の中間発表会を数回実施し、第3学年の「Advanced Science II」につなげる。

科目「Advanced Science II」（第3学年1単位、4月～7月の水曜3、4限に実施）

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に取り組む。7月をめどに研究内容をまとめ、最終の成果報告会を地域の中학생や保護者に公開する形で、香川県内の高等学校と連携して実施する。技術的に可能であれば、インターネットを用いて発表会の様子を広

第1章 研究開発の概要

く配信する。

また、学会のジュニアセッションや校外の研究発表会にも積極的に参加する。

(イ) 期待される成果

課題研究を通して、問題発見能力、問題解決能力が向上するとともに、情報機器の活用技術や科学プレゼンテーション能力、科学コミュニケーション能力が高まると考える。

(ウ) 評価方法

研究テーマの設定、研究計画の立案、課題研究に取り組む態度、成果報告会の内容、論文の内容をもとに「意欲」「態度」「研究方法の工夫」「研究の成果」を多面的に評価する。

③ 大学、研究機関、博物館、企業との連携

(ア) 研究内容・方法等

学校設定科目「Introductory Science」「Advanced Science I」の特別講義やCBIを通して地元大学や愛媛県総合科学博物館との連携プログラムを開発する。また、企業見学を通して企業との連携プログラムを開発する。

第2学年夏休み実施予定の「関東合宿」を利用して、日本科学未来館や茨城県つくば市や埼玉県和光市にある国の研究機関、東京大学柏キャンパスとの連携プログラムを開発する。

科目「Introductory Science」(第1学年2単位、月曜5、6限に実施)

大学から講師を招いての特別講義または大学へ生徒が出向いての特別講義を年間15回程度実施する。講義内容については、物理・化学・生物・地学・数学・英語を中心にバランスよく計画し、大学担当者と連絡調整のうえ、講義の事前・事後指導については本校理科教員が行う。また、探究活動や課題研究を行う際に必要な、科学的なものの見方や考え方、実験ノートの重要性、変数とその制御や分析方法などの内容については、今年度より大部分を本校教員が担当することとし、身近な事象を題材にミニ課題研究を通して実際に身につけられるように講座を再編する。

前期の特別講義以外の授業では、理科実験の基本操作を本校理科教員が指導する。後期の特別講義以外の授業では、英語による理科・数学の授業であるCBIを実施する。

また、先端技術が生活に密着していることを知るために、企業見学としてエネルギー供給の流れを知るために四国電力を訪問する。

なお、本校には地学の理科教員がいないので、地学特別講義では、愛媛県総合科学博物館の学芸員を講師に迎え、近接した休日3日間を利用してフィールドワークを中心に実習を行う。

そのほか、様々な特別講義に際して、コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段を活用した事前学習・事後学習を実施する。また、実験実習を伴う講座では、実験計測やプレゼンテーションの道具としてICT機器を活用し、データの収集・整理・分析・考察という流れの中で、基礎的な知識と技術を習得させる。

科目「Advanced Science I」(第2学年2単位、金曜5、6限に実施)

少人数のグループで課題研究を実施する。また、課題研究を進める上で参考となる実験ノートの書き方に関する講義や、論理的思考力や実験計画の立て方を学習するレゴロボットを用いたプログラミング演習などの特別講義を数回実施する。

さらに、個人及び社会生活における健康・安全に対する理解を深めることを目的として、体の構造と機能等について香川大学医学部から講師を招聘し解剖実習などを実施する。そのほか、課題研究を実施する中で、社会生活における健康の保持増進に不可欠な環境問題や、科学者・技術者が身につけておくべき倫理観や環境に対する配慮などについても指導し、生徒の将来像と重ね合わせて考えさせる。

関東合宿(第2学年)

3泊4日の日程で行い、日本科学未来館での調べ学習や実験体験、茨城県つくば市や埼玉県和光市での最先端研究機関の見学、東京大学柏キャンパスでの特別講義や施設見学を実施する。また、調べ学習の成果は宿舎内で班別にプレゼンテーションを行う。

自然科学講演会(全校生徒対象)

1年間に3回、著名な研究者に依頼して、自然科学に対する興味・関心を喚起するような内容の講演会を実施する。特に、自然科学の将来に夢や希望がもてるようにするため、「最先端技術」や「環境問題解決に向けての科学技術」など、留意しながら講演テーマを設定する。

(イ) 期待される成果

地元の大学、研究機関や博物館との連携を強化し、「特別講義」を継続的に実施することで、生徒の知的好奇心を喚起することができると考えている。

関東合宿では、日本科学未来館や茨城県つくば市や埼玉県和光市の国の研究機関で科学の最先端の事象にふれたり、研究現場を見学したり、さらに研究者から生の声を聞いたりすることにより、生徒が科学者・研究者に対して具体的なイメージを描き、科学者・研究者を目指すきっかけになると考えている。

(ウ) 評価方法

講義、実験・実習を通しての自然科学に対する興味・関心や進路意識の変容を評価の観点とし、事前・事後指導時のアンケートや意識調査、報告書の内容から多面的に評価する。評価基準につい

第1章 研究開発の概要

ては大学担当者と協議しながら決定する。

④ 国際社会で活躍できる研究者・技術者の育成

(ア) 研究内容・方法等

上記学校設定科目「Introductory Science」の中で、英語による理科・数学の授業であるCBIを定期的実施する。CBIでは、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する。

海外研修(第2学年)

課題研究の途中経過を英語でまとめ、海外の高校で高校生対象に発表を行う。それ以外にも海外の高校生との交流の機会を設定し、自然科学的事象をテーマに意見交換を行う。また、博物館で英語を活用した研修を行う。さらに、今年度より連携校との交流の1つとして、本校での交流・ホームステイも実施する。また、海外研修の事前研修として、英語による科学コミュニケーション講座を実施する。

(イ) 期待される成果

CBIでは、理系に必要な語彙と表現方法を習得し、科学論文の形式に慣れることが期待できる。英語による科学コミュニケーション講座では、英語による科学的表現に慣れさせ、コミュニケーション能力を高めることが期待できる。英国で高校生と交流機会を設けることで、モチベーションが上がり、理系語彙の獲得と、科学的表現への慣れがさらに促される。また、国際社会における日本の役割や国際的な視点などを感じ取ることができる。

(ウ) 評価方法

各行事を通しての自然科学に対する興味・関心や進路意識の変容を評価の観点とし、事前・事後指導時のアンケートや意識調査、報告書の内容から多面的に評価する。

⑤ 女性研究者・技術者を育成するためのプログラムの開発。

(ア) 研究内容・方法等

著名な研究者・技術者を招いて自然科学講演会を計画する際には、意図的に女性を講師として招くなど、講演会に自然科学の側面だけでなくキャリア教育の側面も持たせ、女子生徒に科学者・技術者としての自分自身の将来像を描きやすくする工夫を行う。また、地元の若い女性研究者・技術者など身近なロールモデルとの交流機会も確保する。そのほか、各学会・大学等の女子の理系進学を励ます取り組みとの連携を行う。

(イ) 期待される成果

研究者・技術者を目指す女子生徒の割合が増加すると考えている。

(ウ) 評価方法

講演会を通して女子生徒の自然科学に対する興味・関心や進路意識がどのように変容したのかを、事前・事後アンケートの意識調査から評価する。

(3) 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：特別理科コース（各学年1学級）

教科	科目	標準単位	特例	理由
情報	情報と社会	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書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、生命、健康、環境問題等に留意した課題研究の指導を行うため。 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・観察を通じて身につける。
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。

平成 25 年度入学生の特設特別理科コースの教育課程表

教科	標準 単位数	科目			単位数		
		国語	総合	合計	1年	2年	3年
国語	4	国語	総合	5			5
	4	現代文	B			2	2
	4	古典	B			3	2
地理	2	世界史 A				2	2
歴史	4	日本史 B				2a	3a
	4	地理 B				2a	3a
公民	2	倫理	2				2
	2	政治・経済					2
	3	数学 I	3				3
	4	数学 II	1			3	4
	5	数学 III				1	6
数学	2	数学 A	2				2
	2	数学 B					2
	2	物理基礎	2				2
	2	化学基礎	2				2
	2	生物基礎	2				2
理科	4	物理				3b	4b
	4	化学				3	4
	4	生物				3b	4b
保健	7.8	体育	2			2	3
体育	2	保健	1			▲	1▲
	2	音楽 I	2c				0.2
	2	美術 I	2c				0.2
芸術	2	書道 I	2c				0.2
	2	オーラルコミュニケーション I	2				2
	3	英語 I	3				3
外国語	4	英語 II					3
	4	リーディング・ライティング				3	3
	4	ライティング				2	2
家庭	2	家庭基礎	2				2
情報	2	情報 A	1▲				1▲
学校設定科目	◎	Introductory Science	2				2
定科目	◎	Advanced Science I					2
	◎	Advanced Science II					1
総合的な学習の時間		計	32			32	32
特別活動(週あたり単位数)		計	1			1	3
	◎	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。					
備考	▲	保健体育の保健及び、情報の情報 A をそれぞれ1単位減じて、それぞれ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。					

平成 24 年度入学生の特設特別理科コースの教育課程表

教科	標準 単位数	科目			単位数		
		国語	総合	合計	1年	2年	3年
国語	4	国語	総合	4			4
	4	現代文	B			2	2
	4	古典	B			3	2
地理	2	世界史 A				2	2
歴史	4	日本史 B				2a	3a
	4	地理 B				2a	3a
公民	2	倫理	2				2
	2	政治・経済					2
	3	数学 I	3				3
	4	数学 II	1			3	4
	5	数学 III				1	6
数学	2	数学 A	2				2
	2	数学 B					2
	2	物理基礎	2				2
	2	化学基礎	2				2
理科	2	生物基礎	2				2
	4	物理				3b	4b
	4	化学				3	4
	4	生物				3b	4b
保健	7.8	体育	2			2	3
体育	2	保健	1			▲	1▲
	2	音楽 I	2c				0.2
	2	美術 I	2c				0.2
芸術	2	書道 I	2c				0.2
	2	オーラルコミュニケーション I	2				2
	3	英語 I	3				3
外国語	4	英語 II					3
	4	リーディング・ライティング				3	3
	4	ライティング				2	2
家庭	2	家庭基礎	2				2
情報	2	情報 A	1▲				1▲
学校設定科目	◎	Introductory Science	2				2
定科目	◎	Advanced Science I					2
	◎	Advanced Science II					1
総合的な学習の時間		計	31			31	32
特別活動(週あたり単位数)		計	1			1	1
	◎	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。					
備考	▲	保健体育の保健及び、情報の情報 A をそれぞれ1単位減じて、それぞれ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。					

平成 23 年度入学生の特設特別理科コースの教育課程表

教科	標準 単位数	科目			単位数		
		国語	総合	合計	1年	2年	3年
国語	4	国語	総合	4			4
	4	現代文	B			2	2
	4	古典	B			3	2
地理	2	世界史 A				2	2
歴史	4	日本史 B				2a	3a
	4	地理 B				2a	3a
公民	2	倫理	2				2
	2	政治・経済					2
	3	数学 I	3				3
	4	数学 II	1			3	4
	3	数学 III				1	4
数学	2	数学 A	1				1
	2	数学 B				3	3
	2	数学 C				2	2
	2	物理基礎	2				2
	3	物理 I	3				3
	3	物理 II				4b	0.4
理科	3	化学 I	3				3
	3	化学 II				2	2
	3	生物 I	3				3
	3	生物 II				4b	0.4
保健	7~8	体育	2			2	3
体育	2	保健	1			▲	1▲
	2	音楽 I	2c				0.2
	2	美術 I	2c				0.2
芸術	2	書道 I	2c				0.2
	2	オーラルコミュニケーション I	2				2
	3	英語 I	3				3
外国語	4	英語 II					3
	4	リーディング・ライティング				3	3
	4	ライティング				2	2
家庭	2	家庭基礎	2				2
情報	2	情報 A	1▲				1▲
学校設定科目	◎	Introductory Science	2				2
定科目	◎	Advanced Science I					2
	◎	Advanced Science II					1
総合的な学習の時間		計	31			31	32
特別活動(週あたり単位数)		計	1			1	1
	◎	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。					
備考	▲	保健体育の保健及び、情報の情報 A をそれぞれ1単位減じて、それぞれ1単位とする。					
	■	総合的な学習の時間を学校設定科目「Introductory Science」、「Advanced Science I」、「Advanced Science II」で代替する。					

第2章 研究開発の内容

1 年間計画

2013年度 2年「Advanced Science I」年間計画

回	月日	講座内容	会場
1	4月12日(金)	オリエンテーション	理科実験室
2	4月19日(金)	課題研究グループ分け、課題研究テーマ決定	各実験室
4	5月10日(金)	課題研究テーマ決定	各実験室
5	5月31日(金)	課題研究テーマ決定 調査・研究	各実験室
6	6月7日(金)	元京都教育大学学長 村田 隆紀先生<実験ノートの書き方>	ムジカホール
7	6月14日(金)	調査・研究	各実験室
8	6月21日(金)	調査・研究	各実験室
9	6月28日(金)	調査・研究	各実験室
10	7月5日(金)	調査・研究	各実験室
11	7月12日(金)	第1回中間発表会	MM教室
夏 季 休 業			
関東合宿(8月4日(日)~7日(水))			
12	9月13日(金)	調査・研究	各実験室
13	9月20日(金)	香川大学農学部 川浪 康弘先生<メタンハイドレート>	化学第1実験室
14	9月27日(金)	調査・研究	各実験室
15	10月4日(金)	調査・研究	各実験室
17	10月25日(金)	調査・研究	各実験室
18	11月1日(金)	香川県スポーツレジャー協会 阿部 純也先生<人間の生と死>	多目的教室
19	11月8日(金)	調査・研究	各実験室
20	11月15日(金)	調査・研究	各実験室
21	11月22日(金)	調査・研究	各実験室
22	12月6日(金)	香川大学農学部 三木 崇徳先生<ラットの解剖実験>	生物第1実験室
23	12月13日(金)	調査・研究	各実験室
24	12月20日(金)	第2回中間発表会	MM教室
冬 季 休 業			
25	1月10日(金)	調査・研究	各実験室
26	1月17日(金)	調査・研究	各実験室
27	1月24日(金)	調査・研究	各実験室
28	1月31日(金)	香川大学工学部 石井 知彦先生<英語によるプレゼンテーション>	各実験室
29	2月7日(金)	香川大学工学部 澤田 秀之先生<英語によるプレゼンテーション>	MM教室
30	2月14日(金)	成果報告会 ポスター発表(第3回中間発表会)	5階ホール
31	2月21日(金)	調査・研究	各実験室
32	3月7日(金)	調査・研究	各実験室

2013年度 3年「Advanced Science II」年間計画

回	月日	講座内容	会場
★	4月14日(日)	第1回 四国地区SSH生徒研究発表会	第1体育館
1	4月18日(木)	調査・研究	各実験室
2	4月26日(金)	第4回中間発表会	ムジカホール
3	5月2日(木)	調査・研究	各実験室
4	5月9日(木)	調査・研究	各実験室
5	5月23日(木)	調査・研究	各実験室
6	5月30日(木)	調査・研究	各実験室
7	6月6日(木)	調査・研究	各実験室
8	6月13日(木)	調査・研究	各実験室
9	6月20日(木)	調査・研究	各実験室
10	6月27日(木)	調査・研究	各実験室
11	7月4日(木)	調査・研究	各実験室
12	7月18日(木)	調査・研究	各実験室
★	7月24日(水)	AS II 課題研究成果発表会	e-とびあ・かがわ

2013年度 1年「Introductory Science」年間計画

回	月日	講師	講座内容	会場
1	4月15日(月)	佐藤	オリエンテーション	理科実験室
3	5月13日(月)	化学教員	実験の基本操作(化学)	化学第一実験室
4	5月24日(金)	生物教員	実験の基本操作(生物)	生物第一実験室
5	5月27日(月)	物理教員	実験の基本操作(物理)	理科実験室
6	6月10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	MM教室
7	6月17日(月)	徳島文理大学香川薬学部 伊藤 悦朗先生	脳の不思議	徳島文理大
8	6月24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	香川大学工学部
9	7月8日(月)	愛媛県総合科学博物館 山根 勝枝先生	「三葉虫」	生物第一実験室
夏 季 休 業				
10	8月30日(金)	愛媛県総合科学博物館 山根 勝枝先生	「アンモナイト」博物館バックワード見学	愛媛県総合科学博物館
11	9月2日(月)	生物教員	生物多様性「校内のアリの採集と飼育」	生物第一実験室
12	9月11日(水)	香川大学 風間 喜美江先生	BB弾の実験	理科実験室
13	9月26日(木)	広島大学 土井先生・北村先生	輸送機器の構造と複型製作	理科実験室
14	9月30日(月)	香川大学教育学部 高木由美子先生	イオン液体の化学	化学第1実験室
15	10月15日(火)	香川大学工学部 石丸伊知郎先生、山口順一先生、鈴木桂輔先生	工学部体験	香川大学工学部
16	10月21日(月)	香川大学農学部 伊藤 文紀先生	生物多様性「藤屋神社のアリの採集と飼育」	香川大学農学部
17	10月28日(月)	香川大学教育学部 笠 潤平先生	探究活動とはどういうものか	理科実験室
18	11月11日(月)	香川大学教育学部 笠 潤平先生	あなたはよい科学者か	理科実験室
19	11月18日(月)	香川大学教育学部 松村 雅文先生	火星について調べよう	理科実験室
20	11月25日(月)	香川大学農学部 伊藤 文紀先生	生物多様性「まとめ」	生物第1実験室
21	12月4日(水)	徳島文理大学大学院環境情報研究科 奥上 正也先生	数学の研究	視聴覚教室
22	12月24日(火)	四国電力 企業見学 坂出LING、坂出発電所、讃岐変電所、サンポート高松地区熱供給センター	企業見学	視聴覚教室
冬 季 休 業				
23	1月16日(木)	香川大学工学部 石井 知彦先生	<CBI化学>	MM教室
24	1月27日(月)	香川大学工学部 澤田 秀之先生	<CBI数学>	多目的教室
25	2月3日(月)	徳島文理大学香川薬学部 伊藤 悦朗先生	<CBI生物>	生物第一実験室
26	2月10日(月)	理科・数学教員	ミニ課題研究①	各実験室
27	2月17日(月)	理科・数学教員	ミニ課題研究②	各実験室
28	2月24日(月)	理科・数学教員	ミニ課題研究③	各実験室
29	3月17日(月)	理科・数学教員	ミニ課題研究④	各実験室

第2章 研究開発の内容

2 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

I 実験の基本操作

実験の基本操作

1. 目的

物理・化学・生物の各分野で簡単な実験を行い、実験器具の操作に慣れる。また、身近なテーマで実験を行い、課題を解決する練習をする。

2. 概要

(1)テーマ：(第1回：化学分野) 硫黄の同素体，人工イクラを作ろう

(第2回：生物分野) 双眼顕微鏡の使い方

(第3回：物理分野) ものの測り方

(2)担当：(第1回) 伊賀 史朗，川西 陽子 (第2回) 蓮井 京

(第3回) 小谷 猛房，佐藤 哲也

(3)日時・場所：5月13日(月)，5月24日(金)，5月27日(月) (各実験室)

(4)実施内容

<第1回：化学分野>

ガスバーナーやガラス器具，ピペット，天秤など，化学実験によく用いる器具の使用に慣れるため，基礎的な実験を行った。

前半は，硫黄の同素体(斜方硫黄・単斜硫黄・ゴム状硫黄)を作る実験を行なった。生成したそれぞれの同素体の特徴を観察し，スケッチを行った。後半はアルギン酸ナトリウム水溶液と塩化カルシウム水溶液から，見た目がイクラに似た人工イクラを作った。電子天秤の使用方法や，ピペットなどのガラス器具の使用について学んだ。

<第2回：生物分野>

教科書に頻出する“マメ科植物”(スイートピー，シロツメクサを使用)の花を解剖して，その構造や進化的意味を知るとともに，身近にマメ科の植物が多いことに気づくことを本時の目的とした。最近ではマメ科といわれてもピンと来ない生徒も多く，中には初めて植物を解剖した生徒もいた。生徒は花が虫媒花として上手く出来ていることに感心していた。

<第3回：物理分野>

長さ，質量，時間の基本単位(SI)についてふれ，これらの量を測る器具とその精度を確認した。有効数字と測定値について学習した後，精密測定に用いるキャリパー(ノギス)とマイクロメーターの原理と測定方法を学んだ。また，副尺(バーニア)の原理を学び，測定精度を向上させるために先人たちが生み出した工夫の一端に触れた。

キャリパーを使って，金属試料の外径・高さを数回測定し，計算により体積，密度を求め，金属の種類を同定した。測定回数を増やすことにより測定値のばらつきを補正できることや，有効数字を考慮して体積を計算することを通して，測定値の処理方法などを学んだ。



「LEGO ロボットを題材とするプログラミング演習」

1. 目的

近年、自然科学の分野では実験，理論に加えてコンピュータ科学の重要性が増しているが，高校における情報の教科では授業内でのプログラミング等が十分に行われていないのが現状である。生徒の情報科学分野に対する関心も強く，情報系の学部・学科への進学を希望する生徒も多くなってきている。そこで，「ゲーム要素を取り入れた楽しいプログラミング演習」をテーマとした香川大学工学部の富永先生による体験的・問題解決的な学習活動を中心とする「LEGO ロボットを題材とするプログラミング演習」を実施した。

2. 概要

(1)テーマ：「LEGO ロボットを題材とするプログラミング演習」(全3回)

(2)講師：富永 浩之 准教授(香川大学工学部信頼性情報システム工学科)

(3)日時・場所： 6月10日(月)(本校マルチメディア教室) 6月24日(月)(香川大学工学部)

(4)実施内容

生徒4人で1グループとし，さらにグループ内を2チームに分け，2組のPCと規定ロボットを割り当て，演習を進めた。規定ロボットの制御方法とアルゴリズムの組み立て方を学んだ後，与えられたゲーム課題の戦略をグループ内で検討させて，2チームでそれぞれ異なる戦略を基に課題解決に取り組んだ。

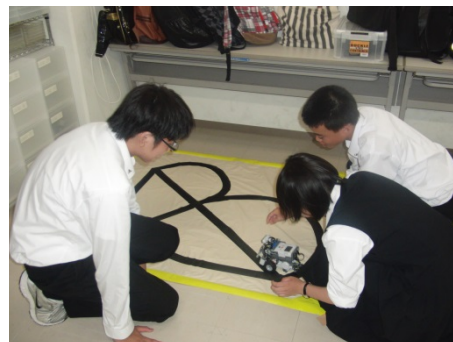
1つ目の課題は，L字と3の字の黒線を連続して走行をし，途中の地点で音を鳴らして出発点まで帰ってくるタイムを競った。2つ目の課題は，雲形の黒線のラインレースで，途中の地点で回転をしたり，音を鳴らすなどの課題をこなして出発点まで帰ってくるタイムを競った。

各課題について問題の解決が済むごとに得点を与え，総得点を競わせた。

3. 生徒の感想

・中学校の技術の授業で今回のようにコンピュータを使ってロボットを動かしたことがあったので，実験内容をすぐに理解することができた。でも実際に操作してみるとやっぱりロボットを自分たちの思っている所で直進させたり，回転させたりするのが，とても難しかった。今回の実験を通して工学部への興味がわいてきた。

・プログラミングは，実験をやってみるまで，どんな動きをするようになったのかがわからないという点で，とても難しかったです。でも，その分だけ思い通りの動きをした時はとても嬉しかったです。予想をみんなで話し合っ立って実験をすることの大切さがよく分かりました。



第2章 研究開発の内容

2 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

Ⅱ 出張講義・校外教室

脳の不思議

1. 目的

徳島大学香川薬学部は実験施設が充実し、無脊椎動物の脳の研究も進んでいる。生徒は生物を使った実習や施設見学に大いに刺激されている。今年度はモノアラガイの脳を観察させていただいた。なお、脳や活動電位については生物基礎では習っていないが、生徒は非常に興味を持ったようである。

2. 概要

(1)テーマ：脳の不思議

(2)講師：伊藤悦朗（徳島文理大学香川薬学部 教授）山岸美貴，岡田龍一

(3)日時・場所：6月17日（月）13:25～15:15（徳島文理大学香川薬学部 3F 実習室）

(4)実施内容

A. 講義（神経生物学 15分）

無脊椎動物から脊椎動物までの神経やその集まり（脳）の構造について話を聞いた。また、本日の実験で使われるモノアラガイの学習実験についての概要説明を受けた。

B. 実習（30分×3セット）

①行動実験 モノアラガイを使った学習行動実験の観察

モノアラガイにスクロースのみを与えると口をモグモグさせる咀嚼行動を行った。KCl を与えると一瞬心臓の拍動が止まり、引き込み運動（殻の中に引きこもる）を行った。アドレナリンを加えると呼吸口の拡張が観察された。スクロースと KCl を続けて与えることで味覚嫌悪学習が見られるらしいが、今回は時間の都合で行えなかった。

②ミミズの腹髄神経を用いた活動電位の測定

ミミズの腹部を開き、腹髄神経に電極を刺して電気刺激を与え、活動電位を測定した。本のわずかな活動電位であったが、拡大するにつれて教科書に出てくる通りの曲線が現れ、感動的だった。また、Aで使用したモノアラガイの脳も解剖されており、実体顕微鏡で観察を行った。

③学内見学

調剤実習室，無菌調剤室，化学実験室（強磁場で分子の大きさを測る装置あり），生物実験室（DNA 解析装置あり）などを見学した。立派な研究施設が充実していた。



3. 生徒の感想

- ・医療系へ進学希望の人はコミュニケーション力が重要になることを知った。
- ・脳は花粉みたいだった。ミミズのパルスは10m/s，速いと感じた。
- ・脳や神経の構造，心臓の動きや呼吸の早さも観察でき，すごく楽しみながら実験できた。

第2章 研究開発の内容

2 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

Ⅱ 出張講義・校外教室

「太古の生きものを調べる」

1. 目的

「三葉虫」「アンモナイト」の化石を観察することによって、その生きものがどのような環境でどのように生活していたかを推察する。また、博物館のバックヤードや企画展「南極展」等の見学をしたり、講演を聞いたりすることで、研究者を身近に感じ、自然科学の研究内容や手法に触れる。

2. 概要

(1)テーマ：「太古の生きものを調べる」ー三葉虫・アンモナイトなどー（全3回）

(2)講師：山根 勝枝（愛媛県総合科学博物館 主任学芸員）他

(3)日時・場所：7月8日（月）（本校実験室）8月30日（金）～31日（土）（愛媛県総合科学博物館）

(4)実施内容

<第1回：7月8日（月）>

三葉虫の化石を観察し、スケッチを通してその特徴を捉え、各グループごとに意見交換をしながら、「どんな生きものの仲間か」「目の構造」「棲息場所」「天敵からの身の守り方」などの課題について仮説を立て、最後にそれを検証した。

<第2回：8月30日（金）>

1. 太古の生きものーアンモナイトーを調べる

アンモナイトを研磨し、殻構造を観察してどのような生きものだったかを推測した。

2. 講義「博物館と学芸員の仕事」（小林真吾専門学芸員）

博物館の役割を聞き、絶滅危惧種を保護する必要性についても詳しく説明を受けた。

3. バックヤード見学

実際に収集されている資料を見たり、輸送や燻蒸など保管するまでの過程について説明を受けたり、学芸員の研究室の様子を見学した。

<第3回：8月31日（土）>

1. 特別展「南極の自然」見学（川又明徳専門学芸員）

実際に南極に行かれた川又氏から展示の見所を聞き、南極の氷や地衣類などを見学した。

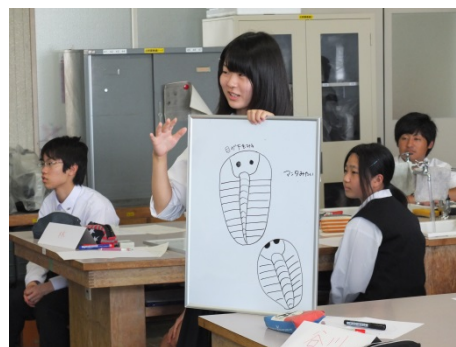
2. 常設展見学（山根氏）

巨大恐竜（ティラノサウルス、トリケラトプス）と一緒に体操する企画もあり、楽しめた。

3. プラネタリウム「南極大陸 ～宇宙に開かれた窓～」を視聴

4. 講演会「最新科学が明らかにするペンギンの秘密」（渡辺佑基 国立極地研究所助教）

「しらせ」に乗って南極大陸に到着するまでの様子や、超小型カメラを背中に取り付けたペンギンが水中で餌をとっている映像を視聴した。氷下でのペンギンの様子がよく分かった。



第2章 研究開発の内容

2 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

Ⅱ 出張講義・校外教室

生物の多様性

1. 目的

環境問題の一つとして「生物多様性の保全」に対する関心はますます高くなっている。身近な生物であるアリを題材にすることで、生物多様性の保全の問題を自分たちの問題として考えさせることができる。また、研究室を出て、校内や森林でのフィールドワークを経験することは、生徒のこれからの進路選択にも影響を与えると考えた。

2. 概要

(1)テーマ：「生物の多様性」(全3回)

(2)講師：伊藤 文紀 (香川大学農学部 教授)

(3)日時・場所：9月2日(月)(本校) 10月21日(月)(藤尾神社, 香川大学農学部)
11月25日(月)(本校)

(4)実施内容

<第1回：9月2日(月)> 指導者：蓮井 京 他理科教員6名

気温は27℃、雨であった。できるだけ多くの種類のアリを集めるために、同じ種類と思われるアリの採集は2匹までと決めて行った。採集場所は昨年と同じ5ヵ所で行った。天候の悪い中、生徒は地表や木を這っているアリを探し出し、すべての班でアリを採集することができた。採集したアリは、実態顕微鏡で観察し、一高のアリ検索表および「アリの生態と分類」で同定を行った。それぞれの班で、5匹程度採集されていた。

<第2回：10月21日(月)> 指導者：伊藤文紀先生

気温は22℃。5コースを5班で1時間程度の採集を行った。当日は晴れていたが、前日の雨で土がやや水を含んでいたためか、アリの出現が少ないように感じられた。どの班も違う種類も見つけようと楽しく採集できたようである。

農学部へ移動後、講義室で分類を行った。今回は、標本箱を作らず、アリをじっくり見て分類することを目的とした。はじめに、アリの分類方法について説明を受け、伊藤研究室作成の「藤尾神社限定アリの検索表」を用いて、亜科までの分類を行った。時間をかけてアリを分類したことで、アリの細部までじっくり比較観察できたようだった。

<第3回：11月25日(月)> 指導者：伊藤文紀先生

具体的な生活史や特徴的な生態などアリがどのような昆虫であるかについての講義を受けた。生態系内でアリの果たす役割と他の生物とのかかわりを学んだ。

講義後、伊藤研究室で生徒の分類が正しいかどうか確認してもらった一高のアリと藤尾神社のアリが返却された。今回は、藤尾神社で活動した班に分かれて、確認作業を行った。採集できたアリの名前を伊藤研究室作成のプリントの表と照らし合わせて、発見された種類を書き込んだ。その後、班ごとにアリの名前を発表し、情報を共有した。一高で発見されたアリと藤尾神社で発見されたアリの種数を比較した。その考察は宿題となった。



第2章 研究開発の内容

2 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

Ⅱ 出張講義・校外教室

BB弾の実験

1. 目的

ビッグデータ時代と言われる今日、これからの社会を生きる高校生にとって統計的な知識や技能を身に付けておくことは必要である。また、データに基づいて自分の考えを発表したり、質疑応答をしたりすることによって思考力や表現力を高めることができる。そこで、実際に2種類の標本調査を実施し、得られたデータを分析することにより、標本調査の意義を理解し、今後の課題研究等に生かすことを目的とする。

2. 概要

(1)テーマ：「標本分布の把握を重視した標本調査」

(2)講師：風間 喜美江（香川大学教育学部 教授）

(3)日時・場所：9月11日（水）（化学第1実験室）

(4)実施内容

1. グラフやヒストグラムから分布の傾向を考える

2. BB弾の実験

水槽の中の玉の総数を、標本調査の考えを用いて推定する。4人×10班で実施した。

①標本の大きさ300，標本の数40の標本調査を行う。

②標本の大きさ50，標本の数40の標本調査を行う。

③それぞれの実験結果をヒストグラムにし、違いを話し合う。

④水槽の中の玉の総数を推定する。



3. 生徒の感想

・中学校の勉強では、暗記し計算するだけだったが、今回の実験を通して標本調査の正確さを知ることができた。標本の大きさが大きいほどちらばりが小さくなるのがヒストグラムを見て一目で分かったので驚いた。標本の大きさが大きいほど調査は大変だが、結果は正確になるので、大きさを決めるのはとても難しいことなんだと思った。

・実験をして、結果を表にあらわし、ヒストグラムをかくという作業をする中で、実験から気づいたことを工夫して表すことが大切だと分かった。ただ気がつくだけではなく、そこから分かりやすいように考えてまとめるということが重要であると思った。

・標本調査を用いると、機械などを使わなくても人間の手でこんなに大きな数まで求められるのだなあと感心させられた。

第2章 研究開発の内容

2 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

Ⅱ 出張講義・校外教室

輸送機器の構造と模型製作

1. 目的

1年生ではまだ学習していない物理分野の内容について、模型製作・実験などを通して身近に感じ、講義によって理解を深めることで知的好奇心を喚起することを目的とした。

2. 概要

(1)テーマ：「輸送機器の構造と模型製作」

(2)講師：土井康明，北村充（広島大学工学部）

(3)日時・場所：9月26日（木） 理科実験室

(4)実施内容

構造物の仕組みとその効果について、ペーパークラフト（A4 2枚分）を用いた構造物の作成と強度の測定を行った。主に、飛行機や船舶，トラックといった輸送機器において，強度を保ち，かつ空間を確保するという2つの条件を同時に達成できる方法として，どのような補強材を，どの位置に入れるのが適切かを考えながらペーパークラフトを製作した。最後に，500g～5kg までのおもりを構造物に乗せ，自分の製作した構造物がどれだけの負荷に耐えられるのか，耐久テストを行った。

構造物製作の後，実際の飛行機や船舶などの断面図や，構造上の工夫や技術についての説明を受け，今回製作した構造物と同じような工夫が，精度を高めてなされていることを実感した。



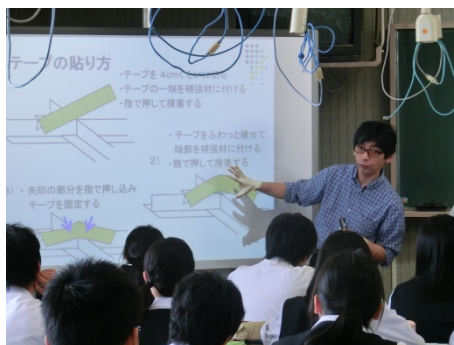
3. 生徒の感想

・自分のイメージで，工学部は機械を専門としているところだと思ってました。でも，実際には土木や建築なども学べる場所だと知りました。内容が面白かったので，工学部について調べてみたいです。また，技術面で世界に誇る日本の会社がどんなことをしているのかも調べてみたいです。

・構造によって普通の紙をここまで強くできるのだなと感心しました。地震の多い日本にとって「強いかたちを見つける，作る」ということはとても大事なことだなと思いました。

・今回の講義で，構造物はある方向に強い設計を研究して，新たな設計を見つけ出せるのではと考え，奥が深いと感じた。それと同時に飛行機や船などの人の命を背負うものの構造も考えなければならないので責任を持って設計しないといけないと思った。

・今回紹介してくださった輸送機器以外の輸送機器ではどのような構造をしているのか詳しく知りたいと思った。そして詳しく調べるだけでなく，その構造の模型も制作してみたいと思った。今回の講義でお話は自分にとって難しい部分もあったけれど，よく分からなかった部分は，自分なりに調べて理解したいと思う。



イオン液体の化学

1. 目的

化学分野の最先端に触れる機会として、近年注目されている、イオン性物質でありながら常温で液体である「イオン液体」を題材とした講義を実施した。「イオン液体」の性質や特徴を、講義で理解するだけでなく、4種類の実験を通して体感した。

2. 概要

(1)テーマ：「イオン液体の化学」

(2)講師：高木 由美子（香川大学教育学部 教授）

(3)日時・場所：9月30日（月）（化学第1実験室）

(4)実施内容

1. イオン液体についての説明を受ける。

有機合成反応における溶媒の役割と、従来使われていた有機溶媒についての説明を受けた後、有機溶媒の代替物質として、イオン液体が注目されていることについて説明があった。

イオン液体の特徴として、熱安定性が高い、不揮発性、不燃性、液体で存在する温度範囲が広い、水にも有機溶媒にも溶けないなど、不思議な性質を持つことなどが述べられた。

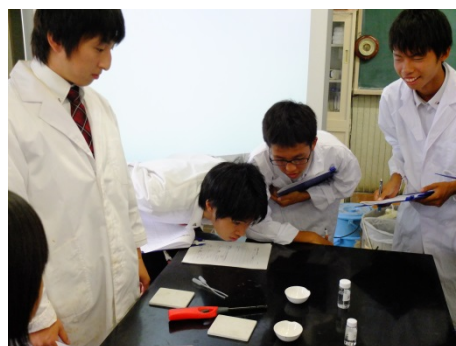
2. 磁性イオン液体の合成

班ごとに磁性イオン液体を合成し、ネオジム磁石を近づけてその動きを観察した。

3. イオン液体の特性

10人ずつ4つの班に分かれ、TAの指導のもと以下の4つの実験を通してイオン液体の特性を体感した。

- (i)難燃性 (ii)セルロースの溶解 (iii)電気伝導性
- (iv)有機溶媒とのにおいの違い



3. 生徒の感想

- ・高校生ではなかなか見ることのできない物質を見れて、疑問に答えてくれる先生や大学生がいてとてもよかった。
- ・すごく難しい内容だったけど、自分なりに理解することができた。
- ・イオン液体というものを初めて知り、実験を通して、色々な効果を知ることができて良かった。
- ・「イオン液体」について今まで何も知らなかったもので、新しい発見だった。
- ・新しい物ばかり考えるのではなく、昔から見つけられていることに一工夫することで、さらに発達するのかなと思いました。
- ・実験する前に予想してから、実験に取り組めるようになった。

第2章 研究開発の内容

2 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

Ⅱ 出張講義・校外教室

香川大学工学部体験

1. 目的

香川大学工学部を訪問し、大学内で行われている研究での活動を経験したり実際の講義を聴講したりすることで、知的好奇心を喚起する。また、科学者としての科学的なものの見方を身につける。

2. 概要

(1)テーマ：「香川大学工学部体験」

(2)講師：香川大学工学部

岩本 直樹 教授 (材料創造工学科)

石丸 伊知郎 教授 (知能機械システム工学科)

山口 順一 教授 (知能機械システム工学科)

(3)日時・場所：10月15日(火) 香川大学工学部

(4)実施内容

4班に分かれて3つのうちの2つのテーマについて体験や聴講した。

・テーマ①「宇宙の謎を解く」

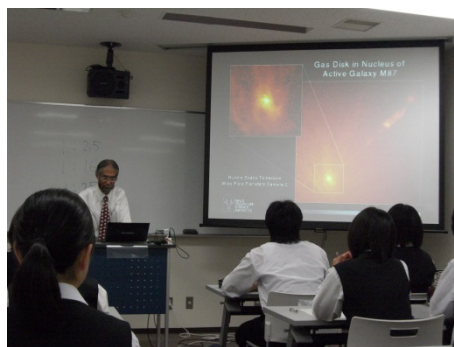
宇宙の始まりから宇宙の年齢についてや、宇宙空間内での未発見のエネルギーについての講義を聴講した。

・テーマ②「光の不思議と医用計測技術研究の紹介」

光の波動性と粒子性について干渉や回折、光ピンセットなどを用いて実験的に観察を行った。

・テーマ③「マイコン実験」

マイコンキットを用いた簡単なプログラムを作成やハードウェアの動作確認を行い、マイコンの仕組みや機械制御について体験した。



3. 生徒の感想

・光は光子という粒のようなものであることを知りました。そして光の圧力を使うことによって光ピンセットというようなものを作り、小さなガラス玉を動かすことができたのには驚きました。

・宇宙関係の分野が工学部にある事が分かった。また、宇宙が膨張している理由として、様々な方式や定理が分かったので良かった。もっと宇宙のことについてたくさん知りたいと思った。

火星について調べよう

1. 目的

過去の観測データをもとに、簡単な作図を行うことによって火星の公転軌道を求める。

2. 概要

(1)テーマ：「火星の公転軌道の決定」

(2)講師：松村 雅文（香川大学教育学部 教授）

(3)日時・場所：11月18日（月）（化学第1実験室）

(4)実施内容

①火星の特徴について

- ・火星と地球の違いについて
- ・惑星軌道についての過去の研究について
ティコ・ブラーエ、ケプラー、ニュートン、ハレー

②火星の公転軌道を作図する

- ・楕円についての基礎知識を学ぶ
- ・火星が衝の位置（太陽、地球、火星の順に一直線に並ぶ位置）のときの、太陽から見た地球の方向、地球から見た火星の方向などの過去のデータをもとに火星の公転軌道を作図する。

③彗星について

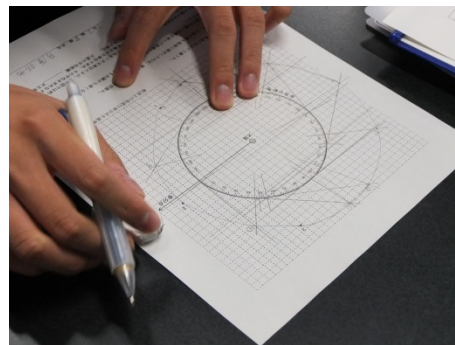
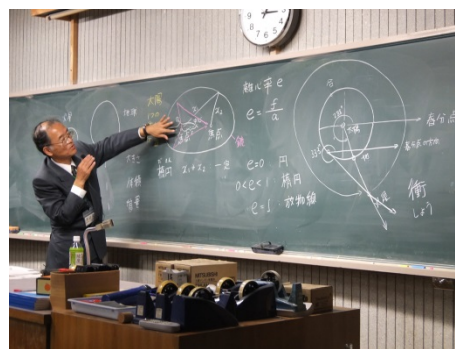
- ・彗星とは
- ・ハレー彗星、アイソン彗星について

3. 生徒の感想

・今回の講義では、火星の過去と現在についての基本的な知識を得ることが出来た。後半の実習では、意外と簡単な方法で軌道が作図できるんだなと思いました。そして、改めて地球の軌道との違いを感じました。

・天体は中学のときからとても苦手な分野で、今回の講義も最初かあまり乗り気ではありませんでしたが、受け手終わってみると、宇宙って面白いなあと感じる事が出来ました。

・今回は難しいと感じる内容だったけど、火星の軌道について分かるようになったので良かったです。また、火星の特徴や地球、太陽と一直線上になる“衝”についても理解できた。火星について色々分かったので、他の惑星についても調べてみたいです。



星雲から地球 2013 地球惑星科学実験帳 5-4

惑星軌道の決定

1 目的 火星の公転軌道を作図する。

2 準備するもの 定規、分度器、色鉛筆もしくはカラーマーカー

3 実習

A 地球の公転
 (1) 実習用の春分点の方向とは、春分の日の地球から見える太陽の方向である。春分の日の地球の位置に心マークをつけ色を塗りなさい
 (2) 実習用は地球の公転軌道を天の球様からながめたものである。太陽のまわりを反時計まわりに公転していることから、夏至の日、秋分の日、冬至の日の地球の位置に心マークをつけ、色を塗りなさい。

B 火星の軌道
 地球の位置、地球から見た火星の位置は、すべて春分点の方向を基準にした角度であらわされる。「火星の位置③」を別に説明する。
 (1) 火星が衝の位置にあったときの地球の位置をマークする。地球の位置は、太陽から見て春分点の方向を基準に角度で示してある。
 (2) 地球を起点として、軌道の外側に4~5[cm]の直線を引く。この直線の方向に衝の位置の火星がある。
 (3) (1)の衝から687日後の地球の位置をマークする。
 火星の公転周期は約687日なので、衝の位置にあった火星とそれから687日後の火星の位置は同じである。
 (注：ただし地球は同じ位置ではなくっている)
 (4) 地球を起点として、春分点の方向と平行な線を引き、地球から見た火星の方向に直線を引く。火星の位置は、地球から見て春分点の方向を基準に角度で示してあるので、図の点線をうまく利用するとよい。
 (5) (2)と(4)の直線が交差したところをマークし、火星の位置の番号を小さく記入する。
 (6) すべての火星の位置が求められたら、なめらかな曲線で火星の軌道を描く。

火星の位置 1, 2, 3に相当する位置は、図内にあらかじめ示してある。作図の練習に使いなさい。

図1 合と衝

図2 最初の衝 (1990.11.28)

図3 火星1公転後 (1992.10.15)

火星の位置	火星の衝	太陽から見た地球の方向	衝から687日後	太陽から見た地球の方向	地球から見た火星の方向
1	1986. 7.10	288°	1988. 5.27	245°	33°
2	1988. 9.28	5°	1990. 8.16	323°	50°
3	1990.11.28	66°	1992.10.15	22°	106°
4	1993. 1. 8	108°	1994.11.26	64°	145°
5	1995. 2.12	143°	1996.12.30	99°	178°
6	1997. 3.17	177°	1999. 2. 2	133°	212°
7	1999. 4.24	215°	2001. 3.11	171°	252°
8	2001. 6.13	263°	2003. 5. 1	220°	305°
9	2003. 8.28	335°	2005. 7.15	293°	22°
10	2205.11. 7	45°	2007. 9.25	2°	88°
11	2007.12.24	93°	2009.11.10	48°	131°

数学活用—もっと自由に考える—

1. 目的

計算しない数学として、整数に関する問題に取り組み、数学的な問題解決の方法を体験する。また、私たちの日常生活には様々な数学の原理や事象が現れていることを知り、科学的（数学的）な目で物事をみることの面白さを感じ、自ら興味をもって発見した事柄が数学の研究の対象となることを学ぶ。

2. 概要

(1)テーマ：「数学活用—もっと自由に考える—」

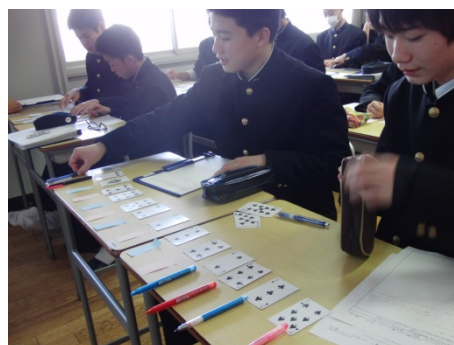
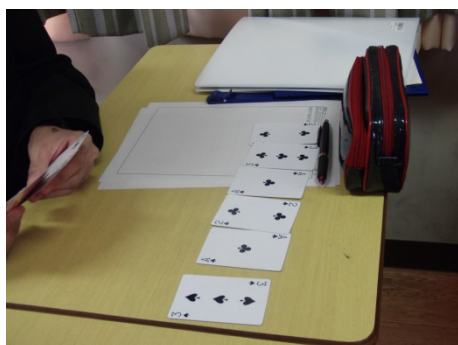
(2)講師：根上 生也（横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授）

(3)日時・場所：12月4日（水）（視聴覚教室）

(4)実施内容

①問題：1から9までの番号が書かれたカードが2枚ずつあります。同じ番号のカードの間には、その番号を示す枚数のカードがあるように、すべてを横1列に並べられるでしょうか。

この問題を解決するために、ステップ1「問題を理解する」、ステップ2「小さな場合で手を動かす」、ステップ3「場合を尽くして結論する」、ステップ4「根拠となる原理を探す」、ステップ5「背理法を使う」、ステップ6「一般化する」、ステップ7「逆を考える」の手順で考え、並べられないという結論を得た。



②「世界は数学でできている」といえるほど、私たちの身の回りには数学があふれていることを、「数学活用」の教科書の題材や、美術作品の中に見ることができた。また、コンピュータを活用することにより、以前は気づけなかった事柄にも容易に気づくことができる場合があることも学んだ。

3. 生徒の感想

・とても面白い講義であった。今日紹介された問題は、どれも楽しそうであり興味をひかれた。その問題を深く探求していけば、立派な研究になるのだと感じさせられた。数学がますます好きになった。

・法則を見つけて、問題を簡単に解くのが数学の面白さなのかなと感じた。また、教科書にあることだけを覚えて、他のものは捨ててしまうのはもったいないと思うようになった。全てのことに興味をもって自分を豊かにしていきたいと思った。

・数学を学習する上で、コンピュータを使うことが大事だと思った。視覚的に分かりやすいし、なにより変数を自由自在に調整することができるのが魅力的だった。

第2章 研究開発の内容

2 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

Ⅲ 企業見学

企業見学

1. 目的

LNG 基地から火力発電所，変電所，系統制御所を順に見学することで，電気供給の流れと共にその仕組みや工夫について理解する。また原子力発電に関する講義や，地域熱供給（新エネルギー供給システム）施設を見学することで，これからのエネルギー供給について考える。

2. 概要

(1) テーマ：「四国電力 施設見学」

(2) 日時：12月24日（火）

(3) 場所及び実施内容：

①坂出 LNG 基地

LNG（液化天然ガス）の受入・貯蔵・気化等に関する技術の説明を受けた後，施設見学を行った。

−162℃の LNG を貯蔵するタンクの構造や，海水を使って気化していること等を学んだ。

②坂出發電所

四国最大規模の火力発電所における，タービン発電機や中央制御室等を見学した。

③香川系統制御所・讃岐変電所

変電の仕組みを学習後，変圧器（50万Vから18万Vに下げる）やしゃ断器を見学した。また変電所や送電線などの監視・制御を24時間体制で行う系統監視盤の実物やその訓練室を見学した。

④地域熱供給

効率の高いヒートポンプや，今まで利用されていなかった海水の熱を未利用エネルギーとして利用する「地域熱供給」について学び，サンポート高松の地下にあるその施設を見学した。



3. 生徒の感想

・初めに見学した坂出 LNG 基地では今まで聞いたこともなかった LNG というエネルギーについて学んだ。地球温暖化が進む中で二酸化炭素の排出量を抑えたエネルギーはとても良いと思った。

・発電についての講義では日本のエネルギー自給率が4%と聞いて驚いた。もう少し高いと思っていたがやはり日本には資源が少ないことを改めて知った。原子力発電は東北大震災のこともあり必要なのではと思う部分もあったが，資源が有限であり近い未来なくなってしまうことを考えると必要になってくるのか，と考えさせられた。しかし事故が起こると被害がとても大きくなるので他の新しいエネルギー開発を進めることも大切だと思った。

・讃岐変電所では，バチバチと音が聞こえたのでとても膨大な量の電気が流れているのだろうと思った。隣接県や中国・近畿地方とも連携して，電気を供給し合っていてすごいと思った。

・地域熱供給では，サンポート地区でそのような効率のよい工夫がされていることにとても驚いた。

考える科学

1. 目的

変数という考え方を中心にした授業展開で、生徒に考える時間を与える。その中で、仮設・予想を立てたり、実験条件を制御したり、実験結果をさまざまな角度から考察したりする課題研究を進めていくうえで必要な科学の方法の習得を目的とした。

2. 概要

(1)テーマ：「考える科学」(全2回)

(2)講師：笠 潤平(香川大学教育学部 教授)

(3)日時・場所：10月28日(月)、11月11日(月) 理科実験室及び化学実験室

(4)実施内容

<第1回：10月28日(月) ～科学的な探究方法・変数～>

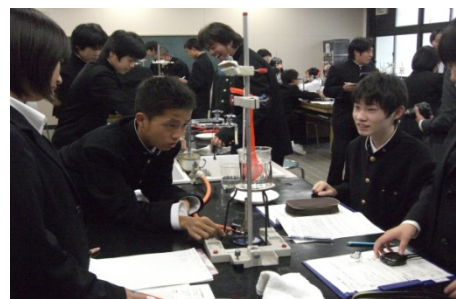
実験によって得られたデータを元に研究は進んでいく。このとき、データがもつ信頼性や妥当性が極めて大切になる。まず、はじめに信頼性のある証拠と妥当性のある証拠についての講義を受け、信頼性が高い実験方法はどれかについて議論を行った。次に、さまざまな書籍を題材とし、変数とは何について学んだ。



<第2回：11月11日(月) ～ミニ課題研究 温泉卵ができる条件～>

前回の変数について、色のついた図形や色のついた容器を題材に入力変数(独立変数)・結果の変数(従属変数)を見つける訓練をした。さらに、3つの入力変数、太さ・長さ・材質が違う筒をたたき、結果の変数である音の高さがどう変わるかを調べる実験を行った。

後半では、温泉卵とはどのような卵なのかを定義した後、温泉卵ができる条件を調べために、各グループで実験条件(温度と時間)を制御して2回の実験を行った。1回目の実験では、ゆで卵よりもどろどろしていればよいと考え、70~100℃で5分未満ゆでればよいと考えたグループが多く、生卵のままだったグループが多かった。2回目の実験ではそれを修正し、70~80℃で10~15分という条件を導いた。



3. 生徒の感想

- ・信頼性や妥当性がどのくらいあるのかが大切だということが分かりました。更に、変数の種類やどのようなときに使うべきか学ぶことができました。
- ・楽しくて、わくわくする実験でした。温泉たまごの変数を考えるのは難しかったです。今まで習ったことや経験した事を色々と生かさなければならぬと思いました。
- ・物事の関係性を調べるときに、気づかない変数がある条件が変わってしまったりしていると、正確な実験結果が得られないということが分かりました。

CBI (Content-Based Instruction)

1. 目的

理科や数学で使う基本的な英語の表現方法を学び、英語での科学コミュニケーション能力を高めることを目的とする。

2. 概要

(1)テーマ：Content-Based Instruction (全3回)

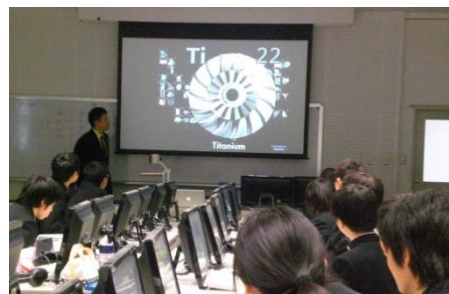
(2)講師：石井 知彦 (香川大学工学部教授), 澤田 秀之 (香川大学工学部教授),
伊藤 悦朗 (徳島文理大学教授)

(3)日時, 場所：1月16日(木)(MM教室), 27日(月)(多目的教室), 2月3日(月)(生物実験室)

(4)実施内容

<第1回 CBI 化学> 石井 知彦 先生

冒頭, スクリーンに周期表のアニメーションが投影され, その前で「ナトリウム」など日本語と英語の違いが顕著な元素が語源とともに紹介された。さらにアニメーションと連動して英語の元素名が次々出てくるリズムカルな曲を流し, この授業の目標は英語のこの歌を歌えるようになることと続けた。映像と英語の曲で生徒達の興味をぐっと引き付け, 授業が始まった。後半は, 既習の電子配置についての講義だった。「電子殻」や「副殻」, 電子配置の規則性などを学んだ。英語だけの授業でも生徒達は臆することなく英語で受け答えができていた。



<第2回 CBI 数学> 澤田 秀之 先生

数学に出てくる英単語を日本語に直す問題からスタートした。「10のべき乗」「掛け算」といった語から 10^4 や $2/3$ の読み方なども生徒はスラスラと答えていた。10日前にCBI化学を受けたことで生徒のモチベーションが上がり, 予習が出来ていたためだろう。後半は, 貿易額の年次変化を示したグラフなどを使って, データを英語で表現する方法を学んだ。お互いに確かめ合ったりしながら集中して取り組み, 英語での授業を楽しんでいた。



<第3回 CBI 生物> 伊藤 悦朗 先生

心臓の各部屋の名称, 動脈, 静脈とその中を流れる血液の名称, 肺循環, 体循環など, 日本語では既習の内容を英語で行った。その後, 探究活動として自分の心臓の大きさを推定し, 1日で送り出される血液量や酸素量を求める実験を行った。内容は容易でも, 英語を使うことで難しく感じた。発音が分からず, 答えづらそうな生徒も見られた。間違いを恐れず, 積極的に英語を話すことが必要なのだが, それを怖れて消極的になる生徒がいる。教科に関わらず日常的に英語を使った授業が行われるようになれば, 英語を話すことに抵抗がなくなっていくのではないだろうか。



ミニ課題研究

<物理分野> 「鉛筆の芯と電気抵抗」

1. 目的

鉛筆で書いた線が電気を通すことを用いてどのような探究活動ができるか、実験の計画を行う。また黒鉛の電氣的性質を用いて鉛筆で書いた線のグラフイト層の厚みを推定することを通じて、目で見て測定できないものをいかに測定するか体験により学習する。

2. 概要

① デジタルマルチメーターでいろいろなものをはかる

コンセント・電池・PC アダプタの電圧や、人体の抵抗値などを測定する。また生徒同士で手をつなぐことで直列回路をつくり、合成抵抗がどのように変化するかも調べた。

② 鉛筆の線は電気を通していかを調べる

グラフ用紙の上に、幅 5mm 程度、長さ数 cm の線を鉛筆で描き、それと電池、発光ダイオードからなる直列回路をつくりダイオードを発光させることで、鉛筆の線の電気伝導性を確認する。

③ 鉛筆の線の電気伝導性についてどんな探究実験ができるかを考える

電気伝導性について知っていること、そしてどんな実験を計画するか、班ごとに意見をまとめ、発表する。

④ 鉛筆の芯の抵抗、抵抗率を測定する

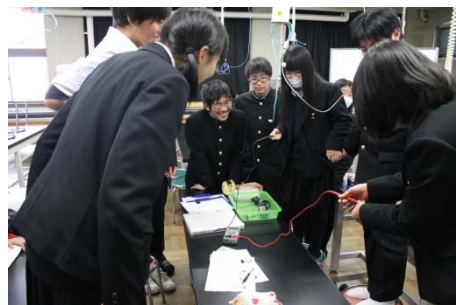
ノギスやデジタルマルチメーターを使って鉛筆の芯の直径、長さ、抵抗値を測定し、抵抗率を計算により求める。

⑤ 鉛筆の線の長ささと抵抗率の関係を調べる

紙の上に描かれた鉛筆の線の長ささと抵抗値を測定し、グラフに表す。

⑥ 鉛筆の線の厚みの中の原子数を推定する

$R = \rho L / W t$ を用いて黒鉛の厚みを計算により推定する。ここで ρ は先の実験で求めた鉛筆の芯の抵抗率とし、 W は線の幅、 R / L は先の実験のグラフの傾きを利用することで、厚み t を求める。また炭素原子の大きさを 2×10^{-10} m として、鉛筆の線の厚さは原子何個分か推定する。



<化学分野> 「シャボン玉の科学」

1. 目的

強いシャボン玉が出来るシャボン液の材料や配合割合について考える。

2. 概要

① 実験準備

細いストローの先端 2cm を十字に裂き、長さ 4cm に切った太いストローを被せて、二重ストローを作る。



第2章 研究開発の内容

2 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

VI ミニ課題研究

② 課題研究 1

2人1班で台所用合成洗剤とイオン交換水をいろいろな割合で混合してシャボン玉をつくる。軍手の上で弾ませて、より強いシャボン玉を作るための最適な混合比を調べる。

- ・仮説を立て、その仮説を証明するための実験計画を立てる。
- ・実際にシャボン玉を作り、軍手の上で弾ませ割れずに何回弾むかを計測する。
- ・実験結果をもとに、実験計画を練り直す。
- ・実験を繰り返しながら、最も強いシャボン玉が出来る配合比率を求める。



③ 課題研究 2

洗剤、イオン交換水に加えて、洗濯のりを使い、いろいろな割合で混合してシャボン玉を作る。「課題研究 1」と同様に、最適な混合比を求める。

④ 成果

どの班も最初は1回も弾まずことが出来ずに苦労するが、試行錯誤を繰り返し、「課題研究 1」では40回程度、「課題研究 2」では、100回を超える班が出てくる。課題研究の楽しさと難しさを短時間で十分に体験できるプログラムとなっている。



<生物分野>「光に対する植物の環境適応」

1. 目的

生物分野はフィールドワークを重視するという考えから、「光に対する植物の環境適応」というテーマで、2年次より行われる ASI 課題研究の体験版として行うことにした。

2. 概要

樹木では、表層は明るく内部は暗い。当たる光の量が異なるので、光合成により適した表層とそうではない内部の葉では、厚さに違いがあるのではないかと。どのような違いがあるか、仮説を立て実験計画を考え、実際に調査・測定する。表層からの深さ(距離)を変数として、表層より 0, 40, 80cm とし、それぞれの照度を測り、典型的な葉を2枚ずつ採集することにした。

① 導入：葉の構造の復習・・・プリントの図に書き込み

② 仮説と実験方法を定める

(1) 仮説：表層から 0, 40, 80cm の場所で葉にどのような違いがあるのか

(2) 班ごとに仮説を発表・・・黒板に教員が書きとる

(3) 実験方法を決定・・・班に関係なく発表させ、黒板に書きとる
生徒の考えた仮説：

- ・光がよく当たる表層ほど葉緑体の密度が高くなり、その結果、葉の緑色の濃さが濃くなり光合成量も多くなる。(40%)
- ・逆に表層ほど葉緑体の密度が低くなり、葉の色も薄い。表層の葉は強い光



照度測定中

第2章 研究開発の内容

2 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

VI ミニ課題研究

で色があせる。(20%) ・表層の葉ほど光合成量が多いが、葉の構造は変わらない。(20%) ・表層と内部の光合成量を等しくするため、表層の葉ほど厚さが薄い。(10%) ・表層ほど光が強いのので、より当たるために表層ほど葉の面積が大きくなる。(10%)

③ 班で選択した仮説と実験方法を記録・・・他の班のアイデアをもらっても良い

④ 採集・・・剪定されていない樹木の場所を指定する

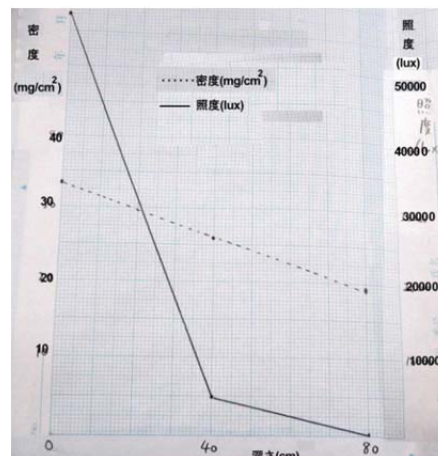
⑤ 測定・・・葉の厚さ(マイクロメーターで測定)、面積(画像処理ソフトを利用)、重さ(電子天秤で測定)

⑥ 測定結果のまとめ・・・グラフおよび表にし、プリントに貼り付ける。※照度のデータも利用する

⑦ 考察

⑧ 発表・・・時間が足りないので省略することが多い

・仮説 ・実験方法 ・結果 ・考察 (仮説が正しかったかどうか)



生徒が作成したグラフ

<数学分野>「塩の稜線」

1. 目的

机上での学問でしかなかった数学を、物理的な現象の解析に用いることで、数学の有用性を認識し、次年度の課題研究のテーマを考える上での参考にする。

2. 概要

① 実験 1

紙で作った箱の底に穴をあけ、そこに十分な量の塩を入れてしばらく放置しておき、塩の表面の様子を観察する。穴が1~3個の場合について予測し、実験をする。

② 実験 2

穴のあいていない三角形の厚紙に塩を盛って、その表面の様子をどのようなようになるかを予測し、実験する。

塩はより近い辺に向かって落ちていこうとすることに気づき、その稜線は三角形の内角の二等分線になることを理解する。

③ 考察

円の中心ではない場所に1つ穴があいている厚紙に塩を盛ると、その稜線は楕円になり、箱の4つの側面のうち1つを取り除き、その辺の近くに1つ穴をあけて塩を入れると、その稜線が放物線になることを知る。また、今後、数学Ⅲで学習する楕円や放物線の定義について知り、塩が近い場所から落ちていこうとすることによって、様々な図形が描けることを知る。

④ まとめ

これまでの試行の結果をもとに、何か1つ新しい図形(絵)を描く。どのような工夫をすればよいか、実験をして調べ、作品を提出する。



第2章 研究開発の内容

3 学校設定科目『Advanced Science I』の取り組み

I 課題研究

課題研究

1. 目的

1年次の「Introductory Science」での学習をベースに、生徒の興味・関心のある分野から研究テーマを設定し、グループごとに課題研究に取り組む。この課題研究を通して、問題発見能力、問題解決能力を向上させるとともに、情報機器の活用技術や科学プレゼンテーション能力、科学コミュニケーション能力を高めることを目的とする。また、グループ内での協働作業を通じて、協調性やコミュニケーション能力を育成することも目的とする。

2. 概要

特別理科コースの生徒を対象に、2年生は毎週金曜日5・6時間目に実施した。

○4月12日（金）「オリエンテーション」

○4月17日（火）「課題研究の分野分け（物・化・生・地・数）」

○4月26日（金）「3年生の第4回中間発表会に参加」

○4月19日（金）、5月10日（金）、31日（金）「課題研究のテーマ決定」

興味のあるテーマや調べてみたい事柄について考えた後、物理（15名）・化学（8名）・生物（15名）・数学（2名）の各分野に分かれ、ブレイン・ストーミングなどの手法を用いて興味・関心のある事柄や疑問に思っている事柄について、キーワードを挙げ、その中から1人2テーマ選択し、2分間のプレゼンテーションをさせ、キーワードを絞り込んでいった。このプレゼンテーションを2日間にわたって行い、グループ分け・テーマ決定をした。

○5月31日（金）「課題研究スタート」

<p><物理></p> <ul style="list-style-type: none">・ペットボトルロケットの最適飛行条件・石の水切り・空中ゴマの磁界と滞空時間との関係・植物の成長を促進させる音楽の解明・テンセグリティ球体の研究 <p><化学></p> <ul style="list-style-type: none">・昆布だしによる旨味成分の変化・環境による鉄の劣化	<p><生物></p> <ul style="list-style-type: none">・貝類などの生物による赤潮プランクトンの抑制・御坊川におけるプランクトンの季節変動・さぼりアリの働き・竹パウダーの有効活用・ホエーの再利用 <p><数学></p> <ul style="list-style-type: none">・高度合成数
--	--

○7月12日（金）「第1回中間発表会」（発表4分＋質疑応答8分）

○12月20日（金）「第2回中間発表会」（発表6分＋質疑応答8分）

各グループの課題研究のテーマが決まり、予備実験に入った段階で、「研究の目的」「実験計画」「夏休みの計画」などを中心に、報告をした。

これまでの課題研究の発表会では、「創造性」「知識・理解度」「実証性・分析力」「発表技能」の4つの観点で、5段階のジャッジを行っていたが、今回は香川大学 笠先生と香川大学大学院生の吉原さんの協力により、ルーブリックを作成して評価をした。教員間のルーブリックの読み取り方や、実際の評価の仕方のばらつきをできるだけ小さくし、生徒の活動を適切に評価できるように、ルーブリックの信頼性と妥当性を今後も検討していきたい。また、ルーブリックによる評価を生徒にフィードバックするとともに、評価の観点と「十分にできている」と評価される基準を示し、探究活動のポイントを示した。

○2月14日（金）「第3回中間発表会」（発表8分＋質疑応答7分）

ポスター発表形式で実施した。海外研修に向けて英語によるプレゼンテーションも行った。

実験ノートについて・私の研究人生

1. 目的

「Advanced Science I」や「総合的な学習の時間」で行う課題研究は、生徒は長期に渡る実験をすることになる。その際、実験の方法やデータの記録が大変重要となってくる。そこで、その記録ノートである「実験ノート」について、その必要性やノートに書くべきことについて、生徒が理解し、今後の研究において十分活用できるようになることを目的とした。

2. 概要

(1)テーマ：「実験ノートについて・私の研究人生」

(2)講師：村田 隆紀（元京都教育大学学長）

(3)日時：6月7日（金）13:30～15:20(5・6限)

(4)場所：本校ムジカホール

(5)対象：2年生特別理科・理系コース（148名）

(6)実施内容

「実験ノートとは何か」

- ・実験や観察をする際、必要なことをすべて書き込むノート
- ・自分のために書くもの
- ・他人と共有するためのもの

「実験ノートはなぜ必要か」

- ・人間はすべてのことを覚えておけない。
- ・記録する習慣をつけることの重要性。
- ・実験は1回限りのもので、全く同じ実験を再現することは、ほとんど不可能。
- ・実験中に気付かなかったことでも、記録を見て新しい発見をすることがある。

「理想的な実験ノートはどんなものか」

- ・自分にとって、「このノートは失ってはいけない、粗末に扱ってはいけない大切なもの」と思える形・色・大きさ（ハードカバー・A4版・方眼入り・ページ番号有り）
- 実験ノートは、自分が取り組んだ実験やその結果の証拠として残るものであるから、ルーズリーフやレポート用紙のように切り離されて、途中で差し込んだり、抜き取って破棄したりできないものを選択すべきである。

「実験ノートの書くべきこと」

- ・いつ、誰と、どこで、何をテーマに実験したのかを記入（天候も記録する方がよい）。
- ・実験するときに、大切であると思うことを、何でも記入。
- ・実験をはじめたら、時刻（24時間表示）を先ず書く。
- ・実験データを取ったら、必ずすぐにノートに書く。

実験ノートの必要性と重要性について、自身のノートを実際に見せながら、より具体的に講演をしていただいた。また、ノートの書き方についても、自宅の台所で測った水の沸騰の記録データを使って、記録を取ったり、グラフ化したりするなど、実習を交えていただき、生徒にとっては、非常に分かりやすい講義となった。生徒はちょうど課題研究をスタートさせたところで、自分の研究とリンクさせながら話が聞けたようである。失敗したことも加えて、「とにかく何でも書く」のスタンスで、直接実験には関係のないような事柄でも、そのときの状況を知るきっかけになることがあるということを感じたようで、生徒の実験ノートはこの講演の効果が反映されるようになってきた。

また後半は、高校生に向けてメッセージをいただいた。基礎勉強に励み、自分の興味を明確にし、たくさん本を読んで情報を得て、研究の方法論を身につけることをがんばりなさいと激励をいただいた。コミュニケーションのツールとして外国語を身につけておくことも重要であるとお話された。



メタンハイドレート

1. 目的

近年、新たなエネルギーとして注目されているメタンハイドレートの構造を分子模型を用いながら理解するとともに、なぜメタンハイドレートが注目されているのかをエネルギー問題の観点で考える。

2. 概要

(1)テーマ：「メタンハイドレート」

(2)講師：川浪 康弘（香川大学農学部 教授）

(3)日時・場所：9月20日（金）（化学第1実験室）

(4)実施内容

①メタンハイドレートとは

- ・最新の新聞記事
- ・分子式，化学的性質

②メタンおよび水の化学的基礎

- ・化学的なものの見方 分子模型を使っての実習
- ・共有結合，極性，水素結合 水の極性を体感する実験
- ・状態変化

③エネルギーと環境問題

- ・メタンの燃焼
- ・CO₂による温暖化

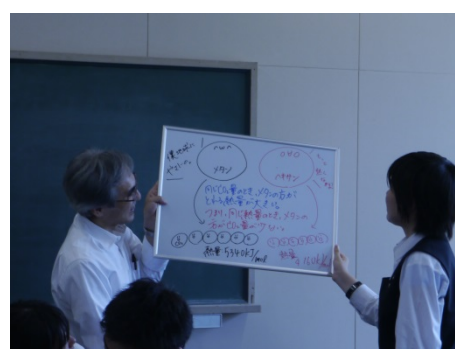
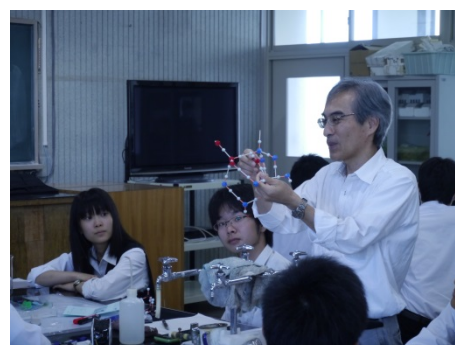
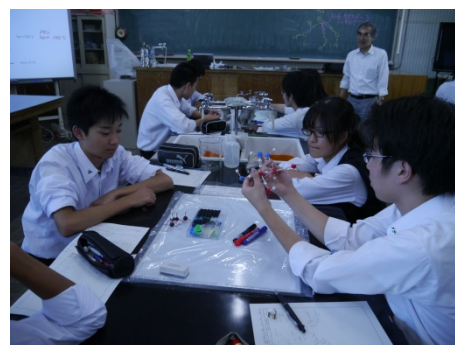
エネルギーとして何が有効かを，班ごとにホワイトボードを使いながら温暖化ガスの排出量の観点から議論し，発表した

④メタンハイドレートの課題

- ・コスト
- ・温室効果

⑤まとめ

- ・本日学んだこと



3. 生徒の感想

・メタンハイドレートと石炭，石油のどちらが温暖化の進行を遅らせるのかということについて考えましたが，実際に計算することで，本当にメタンハイドレートがCO₂排出量が少ないと分かりました。今回の講義でメタンハイドレートに対する興味がわき，また化学への理解も深めることができたので良かったです。

・原子模型を使ってメタンや水を組み立てることによって，目には見えないが，このような形で存在するだなあと実感がわいた。天然ガスは石炭や石油よりも温暖化しにくい理由をみんなで意見を交わし，新しい考え方を知ることによって，より理解を深められた。化学はおもしろいものだと感じた。

人間の生と死

1. 目的

医療関係の進路を考えている生徒が多いなか、人が生まれるということ、死ぬということは、本人や家族にとってまた、関わった医療従事者にとってどのような意味があるかを考える。

2. 概要

- (1)テーマ：「人間の生と死～いのちについて考えよう～」
- (2)講師：阿部 純也（香川県トレーナー協会）
- (3)日時・場所：11月1日（金）5,6時間目（多目的教室）
- (4)実施内容

いくつかの例（①未成年の娘の妊娠とその出産 ②頭の中の癌の手術に失敗し、遺族に謝罪する ③舌がんの患者の闘病）の映像を見ながら、イギリスからの研修旅行生徒とともに自分ならどう考えるか？どう接するのか？を考え、日本語、英語でディスカッションをする。



3. 生徒の感想

・今回は、イギリスからきた留学生と話し合いながら行われました。命についての説明や患者さんや医師、その状況についての説明を英語でしながら「いのち」について考えました。「いのち」に対する考えは日本でもイギリスでも同じで患者さんの立場での考え、医療関係者からの考えを想像するうちに、自分の将来の夢でもある医師という仕事について考えさせられました。様々な視点から考えることで、どのように患者さんに向かうか、死に向き合うかなどを考えることができました。

・イギリスの生徒と交流しながらの授業は楽しかった。自分がもし、その人の立場だったら、ということを考えグループで話をしてみると、自分とはちがった様々な意見を聞くことができた。常に生と死は隣り合わせである。最終的に生き方を決めるのも自分、死に方を決めるのも自分。それならば自分が後悔しない生き方をしたいと思った。

・一度の失敗を何十年も忘れず涙を流している医師の人を見て命の重さと治療を行う側の大きなリスクを感じた。他に治療をやめさせなければならない状況で患者とどう向きあうか、生きられないということを告げなければならない苦痛、など様々な状況があり、私も命の大切さをしっかり考えなければならないと思った。

・イギリス人留学生との交流をふまえたものでコミュニケーションをとることが非常に難しかった。でも、相手もわかろうとしようとしていたので片言の英語や絵、ジェスチャーなどを使って上手に説明できたと思う。外国の人といのちについて考えるなんてめったにできないことなので本当にいい体験になったと思う。



体の構造と機能を知る

1. 目的

保健体育「保健」では、個人および社会生活における健康・安全について理解を深めるようにし、生涯を通じて自らの健康を適切に管理し、改善していくための資質や能力を育てることを目標としている。特にその1単元である「現代社会と健康」では、我が国の疾病構造や社会の変化に対応して、一人一人が健康に関して深い認識をもち、自らの健康を適切に管理すること及び環境を改善していくことが重要であるとされている。

そこで、ASIでは、その目標達成のため、ラットの解剖を通じて、動物の体の構造と機能を深く理解し、自らの体についても深く学習した。

2. 概要

(1)テーマ：「体の構造と機能を知る」（ラットの解剖実験）

(2)講師：三木 崇範（香川大学医学部 准教授）、他 TA 3名

(3)日時・場所：12月6日(金)（生物第一実験室）

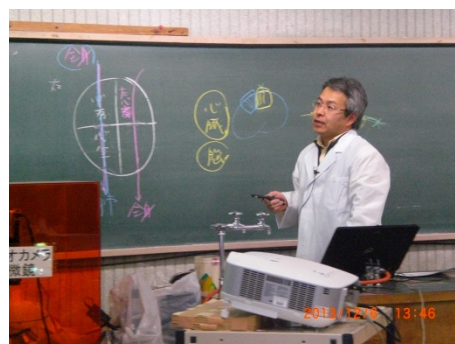
(4)実施内容

ラットの体の構造と機能に関する講義を聞いた後、解剖の演示解剖を見て、各班が解剖に入った。麻酔のかかったラットの腹部を切開し、まず消化管を観察した後、胸郭を開き、肺や心臓を観察した。胸郭を開くことで、陰圧がなくなり、肺は小さく収縮することを観察した。心臓は拍動している班が少なかったが、注射針を用い、心臓から脱血を行った。脱血を行うことで臓器の判別がしやすくなるという。

その後、各臓器の取り出しを行い、すい臓や精巣・卵巣などの判別の難しい臓器の判別も行った。最後は、頭部を切開し、脳や神経などを観察した

3. 生徒の感想

- ・教科書などでしか見ることができなかった体の内部構造を見ることができて、とてもためになった。
- ・小腸の長さに驚いた。また、意外に肝臓が大きかった。
- ・臓器1つ1つに、正確な機能があり、すべてに血管が張りめぐらされていて、生命の大切さを実感した。
- ・最初は、ラットの命を断つことに抵抗を感じたが、解剖していくうちに慣れてきて、積極的に取り組むことができた。
- ・皮膚や筋肉に切開、臓器の摘出に苦戦した。
- ・臭いが独特だったため。途中で退室してしまった。
- ・解剖をすることでいろいろな知識を知ることができ、やはり生き物を殺すことには抵抗を感じた。



英語によるプレゼンテーション

1. 目的

3月実施の海外研修において、イギリス研修では Bury St Edmunds County Upper School で、アメリカ研修では Lowell High School で、同世代の生徒に向けて、これまでの課題研究のポスターセッションを実施する。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、プレゼンテーション能力・表現力・コミュニケーション能力を高めることを目的とした。

2. 概要

(1) テーマ：「英語によるプレゼンテーション」

(2) 日時・場所：1月31日（金）、2月7日（金）（マルチメディア教室）

(3) 講師：石井 知彦（香川大学工学部教授）、澤田 秀之（香川大学工学部教授）

(4) 実施内容

<事前準備>

12/20(金)に第2回課題研究中間発表会を行った。生徒にはここで使ったパワーポイントを英語版にすることが、冬季休業中の課題として示された。

講師には、12月中にあらかじめ日本語のパワーポイントを送付、その後1月に出来上がった英語版パワーポイントを送付した。

<第1回 化学・生物分野発表> 石井 知彦 先生

<第2回 数学・物理分野発表> 澤田 秀之 先生

グループごとに、英語で8分間のプレゼンテーションを行った。その後講師より、原稿を見ないことや、できるだけ簡単な言葉で画面を指し示しながら話すなど、相手に伝わるプレゼンテーションを行うためのポイントについて英語で説明を受けた。発表の内容については、辞書や翻訳ソフトだけでは分からないような事、例えばプランクトンの採集を生徒は「gather」と訳していたが学術的には「sampling」とすべきであるなど、科学英語でのニュアンス的なことについて丁寧なコメントをいただいた。また発表の内容について英語で質問があり、3月の海外研修に向けての良いシミュレーションになった。質問に対する英語での受け答えは生徒間の個人差が大きく、上手な生徒の姿は他の生徒への刺激になっていた。この講座を通じて、英語プレゼンテーション能力を確実に高められた。

<ALTによる指導>

2/14(金)のSSH 成果報告会において、英語版パワーポイントを打ち出してポスターセッションを行った。高松市内の学校に勤務する英語 ALT 5名を招聘し、発表を聞いてコメントしてもらった。

翌週にも ALT を再度招聘し、英語の発音等の指導をうけた。



第2章 研究開発の内容

4 学校設定科目『Advanced Science II』での取り組み

I 課題研究のまとめ

課題研究発表会

1. 目的

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

2. 研究テーマ

汎魔方陣の研究	(谷本 真一郎, 野崎 光祐, 六車 光貴)
ナメクジの記憶保持力と食品との関係	(細川 優芽, 山西 奈央, 山根 夏実)
菌類を用いたうどんのゆで汁からのエタノール生成	(玉田 雄大, 長尾 洋輝, 三澤 和文)
トレハロースのもつ冷凍耐性のゴキブリへの作用	(佐野 可奈子, 筑後 文香, 筒井 優衣)
希少糖が植物の根の成長に及ぼす影響	(三好 諒, 山下 莉乃)
糸電話の糸の材質と音の周波数による音の伝わり方の違い	(井坂 章吾, 酒井 拓弥, 佐々木 将貴)
パスタブリッジの強度	(堤 真由, 西原 一輝, 水野 敬之)
ディロッド発電機の製作と改良	(荒木 健斗, 小竹 貴志)
小麦粉や片栗粉を用いたデンプン糊の濃度と接着力との関係	(林 千翔, 近藤 早紀, 堀 由樹)
光てこを用いたグラスハープの振動解析	(橋本 彩乃, 斎藤 哲哉, 藤本 奈津美)
熱気球の形状が与える気球内の温度分布と浮力への影響	(中村 司, 秦 祐也, 藤田 圭太郎, 森 健一郎)
電気伝導率と微化石による番の州古環境の考察	(河野 敦, 西岡 智哉, 眞鍋 秀, 森 紘隆)
LEDによる粘菌変形体の行動制御	(亀山 周平, 木田 翔悟, 横手 翔太)
プラナリアの記憶	(大西 汀紗, 河本 玲)

3. 各種発表会

○第1回四国地区SSH生徒研究発表会

4月14日(日) 12:30~15:30 高松第一高等学校 第1体育館

参加校 四国地区SSH指定校 6校

(徳島県立城南高等学校 徳島県立脇町高等学校 高松第一高等学校 愛媛県立松山南高等学校
香川県立観音寺第一高等学校 高知県立高知小津高等学校)

発表グループ 計59グループ

ポスター発表 全グループ

○香川県高校生科学研究発表会

7月21日(日) 10:00~16:20 ミューズホール

口頭発表

プラナリアの記憶 **優秀賞**

トレハロースのもつ冷凍耐性のゴキブリへの作用

光てこを用いたグラスハープの振動解析 **最優秀賞**

汎魔方陣の研究 **優秀賞**

ポスター発表

熱気球の形状が与える気球内の温度分布と浮力への影響 **奨励賞**

菌類を用いたうどんのゆで汁からのエタノール生成

小麦粉や片栗粉を用いたデンプン糊の濃度と接着力との関係 **優秀賞**

電気伝導率と微化石による番の州古環境の考察 **最優秀賞**



第2章 研究開発の内容

4 学校設定科目『Advanced Science II』での取り組み

I 課題研究のまとめ

○AS II 課題研究 校内成果発表会

7月24日(水) 10:00~16:00 e-とびあ・かがわ

口頭発表 全グループ

○応用物理学会・日本物理学会・日本物理教育学会中四国支部

「ジュニアセッション」

7月27日(土) 香川大学工学部(林町キャンパス)

口頭発表+ポスター発表

糸電話の糸の材質と音の周波数による音の伝わり方の違い

光てこを用いたグラスハーブの振動解析

パスタブリッジの強度

ディロッド発電機の製作と改良

熱気球の形状が与える気球内の温度分布と浮力への影響

小麦粉や片栗粉を用いたデンプン糊の濃度と接着力との関係



○第8回高校生・大学院生による研究紹介と交流の会

7月31日(水) 9:00~16:00 岡山大学創立五十周年記念館

口頭発表

電気伝導率と微化石による番の州古環境の考察

ポスター発表

トレハロースのもつ冷凍耐性のゴキブリへの作用 **優秀賞**

希少糖が植物の根の成長に及ぼす影響

熱気球の形状が与える気球内の温度分布と浮力への影響

菌類を用いたうどんのゆで汁からのエタノール生成

小麦粉や片栗粉を用いたデンプン糊の濃度と接着力との関係

LEDによる粘菌変形体の行動制御



○SSH 生徒研究発表会

8月6日(火)~8日(木) パシフィコ横浜

ポスター発表

光てこを用いたグラスハーブの振動解析 **ポスター発表賞**

○第28回中国科学技術イノベーションコンテスト

8月1日(木)~6日(火) 中国南京市

ポスター発表

汎魔方陣の研究 **海外招待校 第3位**



○マス・フェスタ

8月24日(土) エル・おおさか

口頭発表+ポスター発表

汎魔方陣の研究

○産業技術総合研究所四国センター一般公開

8月29日(木) 産業技術総合研究所四国センター

科学体験教室

10:30~11:30 「簡易分光器をつくろう！」(物理部) 「スライムをつくろう！」(化学生物部)

12:00~13:00 「簡易分光器をつくろう！」(物理部) 「必見!おもしろ科学実験」(化学生物部)

ポスター発表

光てこを用いたグラスハーブの振動解析

汎魔方陣の研究

プラナリアの記憶

○日本動物学会第84回岡山大会

9月28日(土) 岡山大学

ポスター発表

プラナリアの記憶

ナメクジの記憶保持力と食品との関係



第2章 研究開発の内容

4 学校設定科目『Advanced Science II』での取り組み

I 課題研究のまとめ

4. 研究論文投稿

○第57回日本学生科学賞

グラスハーブの振動解析 **県審査最優秀賞**

プラナリアの記憶

トレハロースのもつ冷凍耐性のゴキブリへの作用

熱気球の形状が与える気球内の温度分布と浮力への影響

○第11回高校生科学技術チャレンジ

汎魔方陣の研究 **ファイナリスト・優等賞**

デンプン糊の濃度と接着力との関係

LEDによる粘菌変形体の行動制御

○第57回全国学芸サイエンスコンクール

電気伝導率と微化石による番の州古環境の考察

○第12回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞

菌類を用いたうどんのゆで汁からのエタノール生成

○第16回日本水大賞

菌類を用いたうどんのゆで汁からのエタノール生成

○第5回坊ちゃん科学賞研究論文コンテスト

ナメクジの記憶保持力と食品との関係 **入賞**

希少糖が植物の根の成長に及ぼす影響 **佳作**

○2013年日本機械学会 高校生科学技術コンテスト

パスタブリッジの強度 **I次審査通過**

糸電話の糸の材質と音の周波数による音の伝わり方の違い **I次審査通過**

○平成25年度電気学会 高校生懸賞論文コンテスト

ディロッド発電機の製作と改良 **佳作**

○塩野直道記念 算数・数学の自由研究 小学校・中学校・高等学校作品コンクール

汎魔方陣の研究 **Rimse 奨励賞**



※「Advanced Science II」での課題研究の詳細につきましては、別冊 課題研究論文集をご覧ください。

アクティブラーニング

1. 目的

教材や授業展開を工夫して、生徒が仮説を立てて実験したり、結果をじっくり考察したり、発表したりする機会を増やし、自然科学本来の思考する楽しさや、自分で規則性等を見つけ出す楽しさの体験することで、問題発見能力や問題解決能力を高めることを目的とする。

アメリカを中心に高校・大学の物理授業の改革に大きな成果を挙げている物理教育研究の新しい潮流に基づく授業方法「アクティブラーニング」について研究する。この授業方法では、生徒の持つ典型的な誤概念の研究にもとづいて用意された授業プランにもとづいて問題を提示していくものである。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することに時間を割き、その予想・仮説が正しいかどうかを実験を通して検証する。今年度実施の3つの授業について紹介する。

2. 概要

<単元名 さまざまな運動①～平面上の運動と放物運動～「斜方投射」>

(1)使用教材 予想シート・結果シート (各1枚)

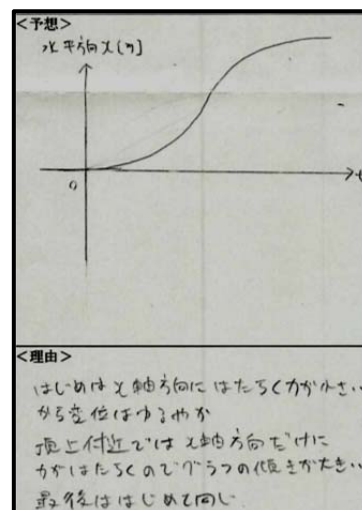
(2)実験器具 モンキーハンティング実験装置, 鉄製スタンド, ものさし, デジタルカメラ, 三脚, ストロボ発光装置, ノートパソコン, 液晶プロジェクター, 電子黒板, Adobe PremireCS6

(3)授業展開

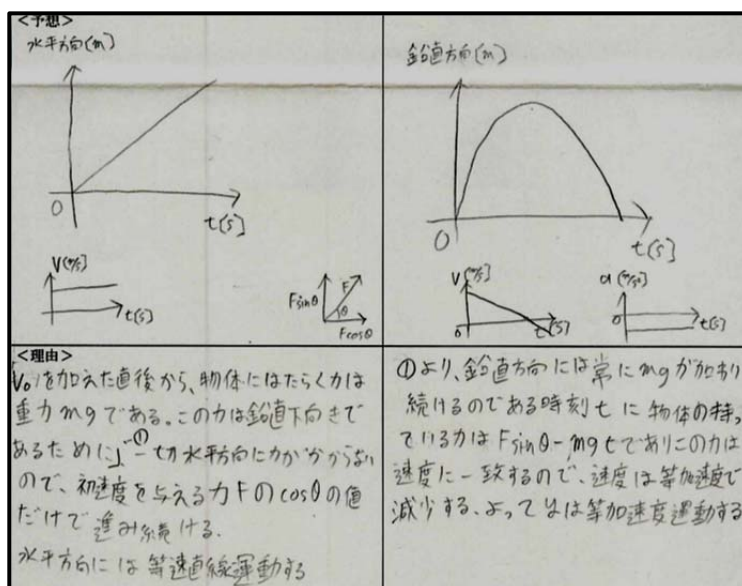
- ①一直線上の運動や運動の法則を学習してきたことを確認する。
- ②変数を考えさせ、実験方法を考える。
- ③運動の様子を予想し、グループ内で意見交換し、まとめて発表する。
- ④モンキーハンティング実験装置を用いて、球を斜方投射する。
- ⑤写真のデータを Adobe PremireCS6 で読み取り、水平方向 ($x-t$ グラフ)、鉛直方向 ($y-t$ グラフ, v_y-t グラフ) を描いて解析する。
- ⑥予想と結果を比較し、運動の様子について、グループ内で意見交換し、グループの意見をまとめる。

(4)授業の分析

生徒の予想シートやグループごとのプレゼンテーションを見てみると、速度と力の概念が明確になっていない生徒が数多く残っていることが分かる。左図のように飛んでいる物体の速度の方向に力が働いていると考えている生徒が多い。しかしながら、実験の予想段階や実験後の考察の段階での生徒相互のディスカッションで、自分の言葉で説明したり、他人の意見を聞いたりしながら徐々に概念が明確になっている様子が伺えた。



Dさんの予想シート



Tさんの予想シート

第2章 研究開発の内容

5 授業改善に向けての試行

I アクティブラーニング

<波の性質 「波の伝わり方 ～波の回折・反射～」>

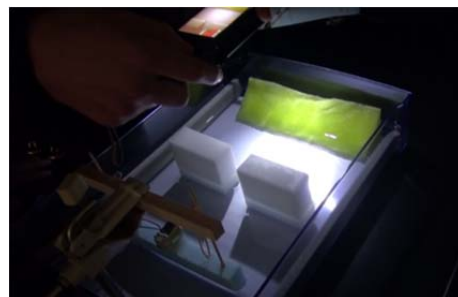
- (1)使用教材 予想シート・結果シート (各1枚)
(2)実験器具 水槽, 水波発生装置, ペンライト, デジタルカメラ,
ノートパソコン, 資料提示装置, ホワイトボード

(3)授業展開

- ①水槽で平面波を観察し、デジタルカメラで撮影する。
- ②波の進行方向にスリットを置き、波の伝わる様子がどう変化するか観察する。
- ③波の進行方向に障害物を置き、波の伝わる様子を予想し、班の意見をまとめて発表する。
- ④波長に対して障害物の大きさを変える。観察結果から波長と障害物の大きさ関係を考察する。
- ⑤波の進行方向に反射板を置き、波の伝わる様子を予想し、班の意見をまとめて発表する。
- ⑥撮影した画像から波面の角度を読み取り、波の進行方向を確認する。
- ⑦反射板の向きを変えたときの波の様子を観察し、入射角と反射角が等しくなることを確認する。

(4)授業の分析

波の回折については、ホイヘンスの原理を用いて回折の様子を予想できる生徒が多く、その定着が見られた。一方、波の反射については、中学校で既習の「反射の法則」は知識として知っているものの、水面波の波面と射線の関係や、進行波としての波の動きを頭の中で考え、予想できる生徒は少なく、実際に実験で確かめることで理解ができたようである。特にハイスピードカメラを用いて、実際の波面の動きを観察できたことは、生徒の理解をより進めたと考えられる。



<波の性質 「波の伝わり方 ～波の干渉～」>

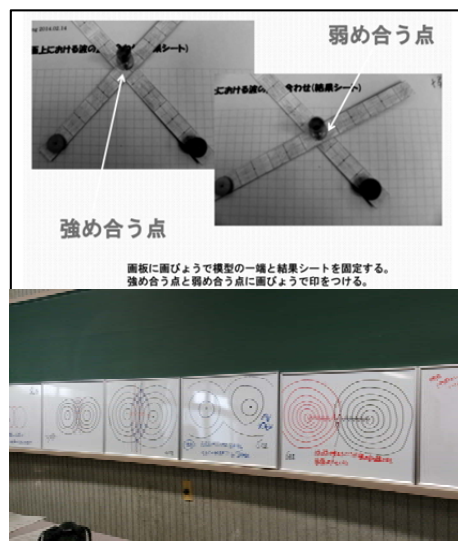
- (1)使用教材 予想シート・結果シート (各1枚)
(2)実験器具 工作用紙, 画板, 定規, はさみ, 画鋸, 色鉛筆,
ホワイトボード, パソコン, プロジェクター

(3)授業展開

- ①直線上の波の性質について復習する。
- ②2つの波源から出た波の強め合う線と弱め合う線がどのように平面上にできるか予想する。
- ③波の強め合う点と弱め合う点をプロットし、強め合う線と弱め合う線を作図する。
- ④作図を基に波の干渉の法則性を各自で考え、グループでディスカッションした後、各グループがプレゼンテーションし、波の干渉についての法則性をまとめる。

(4)授業の分析

波の重ね合わせ、直線上での干渉、ホイヘンスの原理など既習内容の定着度は高かったが、それぞれは断片的でつながっていないのが現状であり、予想の段階では、平面波の干渉をうまく説明できるグループはなかった。平面上を進む波は、一直線上を進む波が 360° すべての方向に進んだと考えられることをイメージさせるために工作用紙でモデルをつくらせて、干渉を考えさせた。波の山と山、谷と谷といった同位相の波の重なるところが強め合うところ、逆位相の波が重なるところが弱め合うところということを確認しながら、干渉の様子を作図させ、法則性を導いた。グループでのディスカッションの機会は、既習内容をお互いに補完したり、誤概念を修正したりするきっかけとなっていると思う。



マイクロスケールケミストリー

1. 目的

教材や授業展開を工夫して、生徒が仮説を立てて実験したり、結果をじっくり考察したり、発表したりする機会を増やし、自然科学本来の思考する楽しさや、自分で規則性等を見つけ出す楽しさの体験することで、問題発見能力や問題解決能力を高めることを目的に、マイクロスケールケミストリーなどの手法を活用しながら教材の開発を行った。

2. 今年度の経過

(1) マイクロスケール実験について

マイクロスケール実験（米国では Small Scale Chemistry）はスケールを小さくした適切な反応系を設計することで

- ① 応時間が短縮できる。
- ② 繰り返し何度も実験を行うことができる。
- ③ 生徒一人一人が実験に参加することができる。
- ④ 試薬と廃棄物の少量化を図ることができる。等の利点がある。

従来の実験では、ほとんどの時間を実験操作に費やしてしまい、グループで議論しながら考察等を行う時間を確保することが難しい。そこで本校ではマイクロスケール実験の①～③の利点に注目し、主体的に実験に参加しながら何度も試行錯誤が行え、さらに、考えることに多くの時間を割り当てることができる、この手法を用いることとした。

(2) マイクロスケールケミストリーの限界

様々な単元で、マイクロスケールケミストリーの手法を用いて教材開発を行おうと試みたが、マイクロスケール実験では授業展開を作りにくい単元が多かった。上記④の利点をメインに考えるのであれば問題がないが、本校の本来の目的である“生徒が仮説を立てて実験したり、結果をじっくり考察したり、発表したりする機会を増やし、自然科学本来の思考する楽しさや、自分で規則性等を見つけ出す楽しさの体験することで、問題発見能力や問題解決能力を高める”ことには繋がらない。

そこで、マイクロスケールにはこだわらず、本来の“問題発見能力や問題解決能力を高める”ことを目的とした教材・授業展開を開発することにした。

3. 教材の開発

(1) 問題発見能力や問題解決能力を高める授業展開 「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 α 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した。
- ③ 演示実験の結果をもとにグループ討議を行った。

グラフ用紙 1 冊とホワイトボード 1 枚を各版に配布。

生徒の行った一般的な流れ（教員側からは手順は指示しない）

- ・水素イオン濃度から電離度 α を計算。
- ・濃度 c と電離度 α の関係をグラフに表す。



第2章 研究開発の内容

5 授業改善に向けての試行

II マイクロスケールケミストリー

- ・グラフの形より、反比例と判断。
- ・反比例であることを証明するために電離度 α と濃度の逆数 $1/c$ のグラフを書く。
- ・反比例の関係にないことが分かる。

④各班で議論した結果を発表する。

ホワイトボードを使いながら発表する。グラフは教材提示装置を用いてスクリーンに映し出す。

⑤各班の意見を聞き再び討論を行う。

生徒の行った一般的な流れ

- ・電離度 α と濃度の逆数 $1/c$ のグラフの形から無理関数と判断。
- ・無理関数であることを証明するために電離度 α と $1/\sqrt{c}$ のグラフを書く。

⑥各班で討議した結果を発表する。

⑦議論した内容をワークシートにまとめる。

(2)生徒の感想・反省

- ・酢酸の濃度 c と電離度 α の関係を導き出すのは難しいことでしたが、グループになって話し合い、答えに近づいていくのはとても楽しかったです。数学の力も化学には大切なことだと改めて実感しました。ただ、公式を覚えるのではなく、考えて覚えることで記憶に残りやすいと思いました。
- ・班内で議論すると自分では気づかなかった解き方を知ることが出来るので良かった。式だけで証明するよりもグラフの方が視覚的にとらえることが出来るので有効だと思った。
- ・各班の発表を聞いて答えに導き方は一定ではなく、違う見方から考察も出来る、ということを感じた。また、反省として同じ導き方でも、1つ1つの作業をスムーズに行い、次のグラフの段階まで持って行っていた班もあるので、数学力と科学力を身につける必要がある。

(3)今回の展開の成果

今回の授業展開では、ほとんどの時間をグループ討議と発表に割いた。生徒にとっては少し難しいと思われる“弱酸の濃度と電離度の関係”をテーマとして選んだがつもりだったが、4人のグループでよく話し合い、ほとんどの班が結論に到達していた。ほとんどの生徒が休憩することなく、与えられた時間中、考え、議論していたので当初の目的は十分に達成できたと考えている。

また、生徒の感想より、積極的に議論し結論に到達することへの喜びや楽しさを体験できたことがうかがい知れる。さらに、他の班の発表を聞くことにより、より理解を深めることが出来たようである。

(4)課題と今後の展望

今回の展開の課題としては、今回の内容は、普段の授業でも扱う内容であるため、教科書に結論が書かれている。事前にそのページを見ないように指示は出してあったが、いくつかの班の議論を見ていると、結論を知っていてそこから逆算したと思われるものがあったので、事前に予習してきたか、塾などで事前に学習してきていることが予想される。班の中に1名でも答えを知っている生徒がいると、議論がうまく進まなくなることがよく分かり、テーマ決定の難しさを感じた。

今回の授業で、マイクロスケールケミストリーにこだわらなければ、様々な単元で“生徒が仮説を立てて実験したり、結果をじっくり考察したり、発表したりする機会を増やし、自然科学本来の思考する楽しさや、自分で規則性等を見つけ出す楽しさの体験することで、問題発見能力や問題解決能力を高める”授業展開が考えられることが分かったので、来年度以降もこの方針で新たな授業展開を考えていきたい。

第2章 研究開発の内容

5 授業改善

Ⅲ フィールドワーク

フィールドワーク

1. 目的

授業時間中に実施できるフィールドワークの内容は限られるが、生徒にとって貴重な体験となる。本校の生物科では、授業時間にフィールドワークを取り入れる試みを模索してきた。ここに今年度の取り組みを紹介したい。

2. 概要

- (1) 校内のアリの採集（～生物の多様性を探る～） 9月2日（月）1年生特別クラスで実施
- (2) 校内の植生調査 4月～12月にかけて1,3年生の複数クラスで実施
- (3) カイコ(*Bombyx mori*)幼虫をモデルとした動物の行動観察の試み
2月13日（木）第7校時、2月14日（金）第2,3校時 2年生理系生物選択者クラスで実施

3. 実施内容

(1) 校内のアリの採集（担当・・・蓮井 京）

多種類のアリを集めることに主眼をおき5ヵ所で採集。また枯葉や土も採集し、ツルグレン装置にかけた。採集できたアリ。オオハリアリ、サクラアリ、クロヤマアリ、ウメマツオオアリ、トビイロケアリ、ハリブトシリアゲアリ、アミメアリ、オオズアリ、トビイロシワアリ（全9種）

生徒の感想：アリという昆虫だけでも、こんなに驚くようなことがあるのだから、他の昆虫を調べていくのもきっと楽しいし、いろんな発見ができそうだったと思った。

(2) 校内の植生調査（担当・・・蓮井 京、藤沢敦子）

①実習場所の設定

西門の横の草地をL字型にロープで囲み、実習場所として確保した。この場所は区域により日当たりや土壌に変化があり、環境との関係を考察するのに好適であった。季節ごとに継続調査した。

②実習の様子

準備物：方形枠(手作りの折りたたみ式のもの)・記録表・筆記用具・カメラ・植物図鑑・植物を持ち帰るためのビニル袋

方法：目的・方法について説明を聞いた後、4人ずつの班に分かれて方形枠を用いて調査を行った。班ごとに、被度・頻度を記録、写真記録も行った(約20分間)。その後生物教室で、調査区内の様子をスクリーン上に映し確認した。また、持ち帰った植物を教材提示装置でスクリーン上に映し、同定間違いを防いだ。ここまでを50分の授業時間内で実施できた。

生徒の感想：実際に調査をしてみると、植物の名前は分からないし、□度を見極めるのも難しく、思ったよりも大変だった。



日付	調査場所	天気	気温											計	均被	被度%
*被度%...ある植物の被度/調査者の平均被度×100																
*頻度%...ある植物の出現回数/基準の植物がおおっている面積を記号で表したもの																
*被点度...ある植物の被度%と頻度%を平均した値																
植物名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計	均被	被度%			
(例)シバ	4	+			1							2.5				
ムラサキカタハミ	2	2	2		0.2				2	?	0.2	8.4	0.8	93.3		
コマツヨイグサ	1	3	1	2	2							9	0.9	100.0		
カラスノエンドウ					3							3	0.3	33.3		
シロツメクサ					2							2	0.2	22.2		
エノコグサ						2			3			5	0.5	55.6		
アレチノギク			3		0.2				1			4.2	0.4	46.7		
スベリヒユ		0.2	3	1								4.2	0.4	46.7		
ヒメコハソウ		1										1	0.1	11.1		

第2章 研究開発の内容

5 授業改善

Ⅲ フィールドワーク

(3) カイコ(*Bombyx mori*)幼虫をモデルとした動物の行動観察の試み (担当・・・松本澄洋)

新課程の高等学校「生物」では、本能行動の例として、イトヨの生殖行動やカイコ成虫の生殖行動が扱われる。本能行動は生得的な行動であり、鍵刺激により引き起こされ、走性や反射が組み合わさった一定のパターンを示す。カイコ成虫オスの生殖行動の鍵刺激は、メスの分泌する嗅覚情報（性フェロモン：bombykol）であり、空气中を浮遊するその bombykol を感知し、化学走性（性フェロモン源への定位）(chemotaxis)や反射 (reflex)を組み合わせ、交尾を終了する。

これら一連の行動を観察することは、本能行動を深く理解する上で重要だと考えられるが、カイコ成虫を入手することは困難であり、実験・観察できる機会は少ない。そこで、今回は生命維持のために最も重要な本能行動“摂食行動”に注目し、入手容易なカイコ幼虫をモデルとして、その行動開始に鍵刺激は必要なのか、必要とすればそれは何なのかを行動観察を通して探索した。

①行動観察スケジュール

【1日目】事前講義・予備観察

- ・カイコについて（講義） カイコの一生、昆虫の摂食行動、カイコ幼虫の摂食リズム
- ・昆虫の摂食行動の構成要素

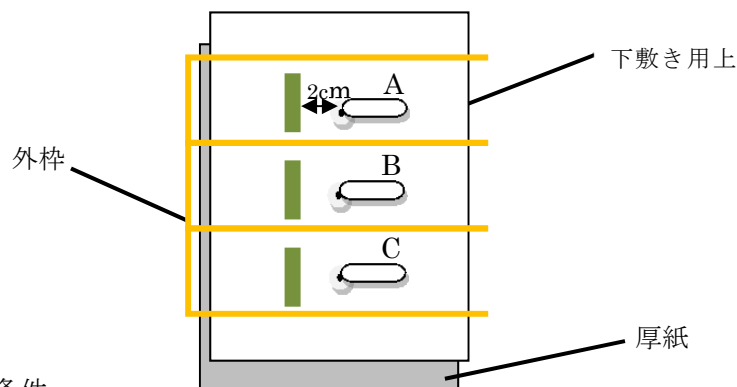
【2日目】仮説設定、行動観察設計、予測、実際の行動観察、最終結論

I 仮説設定・・・以下の仮説のいずれかを設定する。

カイコ幼虫の摂食行動は、外部刺激である鍵刺激（匂い物質、餌の色）により開始される。

カイコ幼虫の摂食行動は、内部感覚のみにより開始される。

II 行動観察設計・・・上記の仮説を証明するために、各班で行動観察設計を行う。



～変化させる条件～

- 1, カイコ幼虫(5齢2日目幼虫)の状態・・・空腹、満腹
- 2, 風の種類、方向・・・風上（人工風）に餌、風下（人工風）に餌、自然状態
- 3, 餌の姿・・・餌は見えない、餌は見える、餌の色のみ

III 行動観察

仮説と同じ最終結論になるかどうかを行動観察を通して確認する。仮説と異なる結果になった場合は、その理由を考え、更に行動観察を設計し、再検証の計画を立てる。

②課題・改善点

- ・2時間ではなく、通常の授業のような1時間で完結するような授業案を作成する。
- ・鍵刺激の有無の仮説設定以外にも様々な仮説を自ら考えさせ、検証させる。
- ・事前に調査する時間を与え、充実した行動観察設計が行えるようにする。
- ・動物の行動の違いから、分子生物学への進展ができるような授業展開にする。

第2章 研究開発の内容

6 宿泊を伴う研修

I 関東合宿

関東合宿

1. 目的

日本科学未来館や理化学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・プレゼンテーション能力の育成を目的とする。

2. 概要

(1)テーマ：大学・研究機関・博物館での研修

(2)日時・場所：8月 4日（日）（日本科学未来館）

8月 5日（月）（理化学研究所 和光研究所、国立天文台 三鷹）

8月 6日（火）（物質・材料研究機構、筑波宇宙センター、医薬基盤研究所）

8月 7日（水）（東京大学柏キャンパス、SSH生徒研究発表会）

(3)実施内容

<8月4日（日）>1日目

日本科学未来館では、1班4～5名ずつ9班に分かれて班別プレゼンテーションの活動をした。各班1人ずつを各展示エリアに分担し、調べたい展示について興味を持ったポイント、質問を科学コミュニケーターと対話しながら見学ワークシートに記入していく。1時間後、班ごとに記入した見学ワークシートをもとに選んだ展示の前で班員にプレゼンテーションを行う。聞き手は、相互評価シートに「発表者」への感想を記入する。発表後、各班で班別プレゼンテーションにむけ、テーマを決定した。午後からも科学コミュニケーターに積極的に質問し、調査研究を進めた。



夜は宿舎で、関東に就職しているOBを招いて講演会を実施した。高校・大学時代の話から仕事の内容、社会人としての心構えなどを話してもらい、その後4つに分かれて個人ごとに質問やアドバイスを受け、生徒たちにとって良い刺激となった。

<8月5日（月）>2日目

理化学研究所では、研究所全体の概要を説明を聞いた後、各施設を見学した。

仁科加速器研究センターでは、放射性同位元素や加速器の仕組みなどの説明の後、RIビームファクトリーの超伝導リングサイクロトロン（SRC）などの施設を見学した。これを使って原子番号113番元素の合成に成功している。その後、研究室見学として3班に分かれた。

分子ウイルス学特別研究ユニットでは、ユニットリーダーの間陽子さんから21世紀の感染症やワクチンの開発方法について説明があり、研究室を見学させていただいた。バイオプラスチック研究チームでは、チームリーダーの阿部英喜さんから、バイオマス資源を原料として次世代型の高性能・高機能なバイオプラスチックの創製を目指した研究をしているとの説明があった。強相関理論研究グループの小椎八重航さんからの説明では、磁石の性質を利用した記憶媒体の開発をしている。

国立天文台三鷹キャンパスにおいては、「暗黒の宇宙を電波で探る」という題で河村晶子さんからの講義を受けた。その後、敷地内の赤道儀室や望遠鏡などの施設を見学し、太陽系のスケールを実際に歩い

第2章 研究開発の内容

6 宿泊を伴う研修

I 関東合宿

て体験した。

夜は宿舎で、班別プレゼンテーションの準備をした。

<8月6日(火)>3日目

物質・材料研究機構では、生徒が広い視野に立って自らの進路設計を進めていけるよう、「シャルピー衝突実験」「ナノ集積ライン」「クリープ」「超伝導磁石による傾向制御」「ソフトマテリアル」の5つの分野についての見学・質問等の機会を与えて頂いた。各施設とも活発に質問がなされた。

「シャルピー衝突実験」では、試験機についているハンマーを140度に上げておき、装置の下部にセットした直方体の試験片にハンマーを叩きつけ、降り上がる角度で金属の粘り強さを調べる実験を見学した。「ナノ集積ライン」の分野では、ナノテクノロジーの説明やナノ物質の研究や制御・合成に使われる機器を見学した。「クリープ」では、クリープ現象を調べるために金属を一定の温度と負荷のもとで長時間にわたり引っ張り続け、切れるまでのひずみを記録する試験を行っている機器を見学した。「超伝導磁石による傾向制御」では、ネオジム磁石を銅とアルミニウムの筒の中に落下させる実験などを見学した。「ソフトマテリアル」では、医療関係に必要となってくる材質・材料を開発していて、ここでは動物実験の前の段階の細胞を使って実験していた。



筑波宇宙センターでは、JAXA 見学宇宙飛行士コースで見学を行った。国際宇宙ステーションや閉鎖環境適応訓練設備、「きぼう」の模型などを見学した。

医薬基盤研究所霊長類医科学研究センターでは、飼育されているサルもガラス越しに見学することができた。ここは、サル類を用いて医薬品や医療に関わる研究、医療技術の開発を実施するとともにサル類研究資源の開発、保存、品質管理および供給を行っている国内唯一の施設で飼育や感染症に対する対策も様々な工夫がなされていた。えさの準備をする裏側も見学した。

3日目の夜は、日本科学未来館での研究成果の発表である班別プレゼンテーションを実施した。

<8月7日(水)>4日目

概略説明ののち、物性研究所の鴻池貴子助教から研究者の日常や学会発表について、また最近の研究内容についての講義がありその後、国際超強磁場実験施設などの施設見学をした。大気海洋研究所では、沖野郷子准教授から海底火山やそのしくみ等について講義をしていただき、付属の施設見学をした。海水のサンプルを採取する装置などがあり、水槽にはサケやイトヨなど様々な生物が育てられていた。

午後はSSH 生徒研究発表会に参加した。今後の研究の参考になるアドバイスを得ることができた。

3. 生徒の感想

・実際に研究をしているところでお話を伺い、詳しい研究内容などを生の現場でできたことはとても印象に残っている。私たちは伺った話を生かし、これからの生活でどう行動すべきか考えようと思う。また、将来私たちが研究者という職業になったとき、身の回りの小さなこと・興味のあることに目をむけ、とことん調べるのが大切なのだと思う。ぜひ、将来このような方々と一緒に研究をしてみたいと思った。

・大学に入れば、かなり視野が広くなり様々なことに挑戦できるようになるので、その準備のためにもこれからの高校生活を日々頑張っていきたい。

自然科学講演会(全3回)

1. 目的

生徒の知的好奇心を喚起し、将来、国際社会で活躍できる研究者、科学者を育成する。また、女子生徒の科学分野への興味関心の向上及び志望者の増加を図る。そのために、著名な研究者や技術者を講師として招き講演会を実施するとともに、3回のうち最低1回は女性の研究者や技術者を講師として実施しその効果を調べる。

2. 概要

<第1回自然科学講演会>

(1)演題：第一部 講師の方の講演

「自分を越えるための工学研究」 久保友香 氏

「実世界の体験を拡張するメディア・コンテンツ技術」 橋田朋子 氏

第二部 講師の方と代表生徒との座談会

(2)講師：女性研究者グループ「CHORDxxCODE」

橋田朋子 氏（早稲田大学基幹理工学部表現工学科専任講師，
東京大学大学院情報学環 客員研究員，CHORDxxCODE 代表）

久保友香 氏（東京工科大学メディア学部講師，
東京大学大学院情報学環客員研究員）

(3)日時：平成25年6月25日（火）14:30～16:30

(4)場所：本校第1体育館

(5)対象：全学年

(6)内容

第一部の講演では、久保友香さんが、理学・工学の道に進んでこられた自らの進路選択について話され、女性の感性を生かされた現在の研究の一端を説明された。また、橋田朋子さんは、最初は音楽の道に進まれ、後に工学の道に進まれ、その二つが融合した現在の研究について話された。

いずれの講師の方も、どのように考えて今の道に進まれたかなど、ご自身の現在に至るまでの進路選択について具体的にわかりやすく話をされて、生徒にとっては自らの進路に重ね合わせられて、非常に参考になるお話であったと思われる。

特に、女生徒の多い本校では、お二人の女性研究者の感性に、共感する生徒も多かった。また、今までは男性が多かった物づくりや工学の分野で、女性の活躍できる場が開拓され、広がりつつあることも、生徒たちは実感したようだ。

第二部では、講演会に先立って行った生徒へのアンケートをもとに、4名の生徒が選ばれてステージ上で講師の方と一緒に座談会を行った。それぞれの生徒が、



第2章 研究開発の内容

7 全校生対象の取り組み

I 自然科学講演会

「数学が苦手だが理系に進めるだろうか。」、「研究の道に進まれたきっかけは。」など、進路の悩みや疑問について尋ねたところ、講師の方からは丁寧なアドバイスをいただいた。

一部、二部合わせて約2時間の講演会であったが、生徒は集中して聴き入り、自らの進路について考えるよい機会となり、この講演会の開催の目的は達せられた。

<第2回自然科学講演会>

- (1)演題：「質量の起源ヒッグスを追う」
- (2)講師：花垣 和則 氏（大阪大学大学院理学研究科・准教授）
- (3)日時：平成25年10月18日（金）13:25～15:25
- (4)場所：本校第1体育館
- (5)対象：1, 2年全クラスと3年理系クラス
- (6)内容

講演会直前の10月はじめに、万物に質量を与えるとするヒッグス粒子の存在を予測した英国のピーター・ヒッグス博士らのノーベル物理学賞の受賞が発表された。また、実験的にこのヒッグス粒子の存在が確からしいということを発表していた欧州合同原子核研究機関（CERN）の国際研究グループに、講師の花垣先生は日本人研究者の一人として参加されていた。これらのことから今回は非常にタイムリーな講演会となった。講演会の前から、生徒は強く興味を抱いていたようであった。また、生徒だけでなく、保護者や他の高校教員の参加希望も多く、さらに数社の新聞取材もあり、熱気漂う講演会となった。

花垣先生の話は、「質量とは」から始まり、素粒子の基礎からヒッグス粒子の存在意義へと話され、順序立ててわかりやすく説明された。素粒子と宇宙の歴史、さらに、自ら参加されたヒッグス粒子の実証実験が行われた欧州合同原子核研究機関（CERN）での研究へと話が進み、大型加速器の規模の巨大さや、実験のスケールの大きさに参加者は驚いた。最後に、物理学の統一理論への流れで話を結ばれ、理論物理学の奥深さにも触れた。

講演後、生徒からは次々質問が出たが、特に大学で物理学を専攻したいと考えている生徒が、専門的な質問をしてそれに対して丁寧に答えられていたことが印象的であった。講演会場をあとにして控え室に戻ってからも、花垣先生が学校を出発されるまでの1時間以上、質問のために控え室を訪れる生徒が途切れることはなかった。

今回の講演会は、ノーベル物理学賞受賞発表直後で、それに関連した講演であったばかりでなく、湯川博士以来の理論物理学や純粋基礎学問への興味関心の高さの表れではないかとも感じられた。



第2章 研究開発の内容
7 全校生対象の取り組み
I 自然科学講演会

<第3回自然科学講演会>

- (1)演題：「みんなで科学者になろう」
- (2)講師：根上生也 氏（横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授）
- (3)日時：平成25年12月5日（木）14:25～16:25
- (4)場所：本校第1体育館
- (5)対象：1, 2年全クラス
- (6)内容：

根上先生は、自己紹介でご専門の研究の位相幾何学での業績を説明された。また、啓蒙的な論説や著書を多数執筆されていること、さらに、今まで出演されたり、監修されたりしたテレビ番組の紹介をされた。例えば、最近の番組ではNHKのBSで放送されたミステリードラマ、「ハードナッツ！～数学girlの恋する事件簿～」の数学考証や、ビッグコミックの「和算に恋した少女」の監修をされたことなどを話され、数学が身近な存在で親しみやすいものであると紹介された。

前日には、2年生の特別理科コースを対象に数学入門の講義を行っていただいたが、それとは異なり、「みんなで科学者になろう」という演題で、理系・文系にかかわらず、科学者になるとはどういうことなのかを話された。決して特別なことではなく、誰もが科学者となりうる可能性があり、また、自分の将来を考えることの大切さをお話いただいた。

ご講演の後半では、数学教育への関わりをお話になり、その中では、ご自身のお子さんへ、普段の生活の中で、ご自身の専門の数学を通してどのように接しておいでるかが語られ、数学者として、また親としての愛情に満ちたお子さんへの接し方が印象的であった。

最後には、生徒や数学の教員からの質問に丁寧にお答えいただいて講演を終えられた。



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、およびローソンテストをもとに分析した。

(1) 問題発見能力や問題解決能力を高めるための思考過程を重視したカリキュラム、教材、授業展開の研究

物理・化学・生物の各科目において、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、実践した。既存の概念をベースにして新しい概念を獲得する過程で、学習者の能動的な学び（アクティブラーニング）の機会として、実験前に予想・仮説を立てる段階や実験後の考察の際に、生徒同士のディスカッションやプレゼンテーションを取り入れ、言語活動の充実を図った。それらの活動では、生徒全員が自分の意見や考え、またその根拠となる理由を自分自身の言葉で説明したり、他者の意見を聞いてそれに対して能動的に思考したりすることを通して、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研究した。また、生徒実験や演示実験の場面では、予想や仮説を検証するために、変数とその制御について考える場面をつくり、実際に実験方法を計画させることで、測定した、または測定しようとしているデータが、入力変数（独立変数）と結果の変数（従属変数）との相関を示す証拠（evidence）として、信頼性（Reliability）と妥当性（Validity）を持ったものとなっているかどうかについても言及することができた。

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たようである。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。このように、思考過程を重視した教材・授業展開を次年度以降さらに充実させるとともに、授業展開の工夫とその効果を検証したいと考えている。

(2) 課題研究を通して、自発的に思考し研究する人材育成プログラムの開発

2年次に学校設定科目「Advanced Science I」を開設し、毎週金曜日の5・6時間目に課題研究や特別講義を実施した。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。1年次の「Introductory Science」の中に配置した「考える科学」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、科学的なものの方考え方ができてきた生徒が多くなってきている。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、2年生理系全クラスを対象に実施した。大学入学後もきちんと教えられる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、課題研究や通常の理科の授業で実践している。

昨年度に続き、学期ごと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、香川大学の笠先生の協力をいただき、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た（次頁以降に開発したルーブリックを示す）。

第3回中間発表会（2月）および海外研修において、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の全面協力の体制が確立し、大学教員の指導・助言をいただきながら、完成させた。また、管理機関の協力も得て、市内の小中学校に派遣されている14名のALTを招聘し、指導・助言の機会も得た。

3年次に学校設定科目「Advanced Science II」を開設し、7月までの毎週木曜日の3・4時間目に課題研究を実施した。4月に実施した第1回四国地区SSH生徒研究発表会（本校体育館）では、すべての研究グループがポスター発表を行い、2年生は他校の発表も聴き、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（詳細は、39~41ページ参照）

第3章 実施の効果とその評価

平成25年度 高松第一高等学校 第2学年 SSH課題研究 7月中間発表ルーブリック		作成者:香川大学大学院 教育学研究科 吉原一樹		指導者:笠 潤平	
		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)	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。研究目的が述べられていない。	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。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。	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している。	研究目的や、興味を持った事象(きっかけ)と今回の課題設定の関連性、課題解決の意義が科学的根拠と共に明確に示している。
	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り、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おり、文献などの整理・提示が適宜行っている。	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おり、文献などの整理・提示を行い、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。
②実験計画	実験の計画	課題を解決するための観察・実験の方法や手順の計画がまとまっていない。	課題を解決するための観察・実験の方法や手順の計画が示しているが不十分な点もいくつか見られる。	課題を解決するための観察や実験の計画が見通しを持って示しており、その方法や手順が適切に述べられている。	課題を解決するための観察や実験の計画が見通しを持って示しており、その方法や手順が適切に述べられている。さらに、より質の良い操作を行うための工夫がみられる。
	データの信頼性	実験の回数や誤差、観察における条件制御や材料の特定(※1)などに関する記述が提示されておらず、信頼性に欠ける部分が多く見られる。	実験の回数や誤差、観察における条件制御や材料の特定などに関する記述が提示されているが不十分な点が見られる。	実験の回数や誤差、観察における条件制御や材料の特定などに関する記述が正確に示している。	実験の回数や誤差、条件制御や材料の特定などに関する記述が正確に示している。必要十分なデータ量を計画し実験の精度も十分確立できている。より高い質のデータを得るための工夫点もみられる。
※注意事項		※1)材料の特定とは実際に研究で使用する材料の名称や特徴が挙げられていること。			
③研究の分析・表現	表現方法と分析	得られたデータや記録を図表・グラフなどで表す計画が不明確である。結果の分析方法やデータの比較を行う計画も見られない。	得られたデータや記録を図表・グラフなどで表す計画は述べているが不十分である。もしくは結果の分析方法やデータの比較を行う計画が曖昧である。	実験結果を表やグラフを用いて表現する計画を正確に立てている。また結果の分析や比較について明記されている。	実験結果を表やグラフを用いて適切に表現する計画を正確に立てている。また結果の分析や比較について明記されており、工夫点も見られる。
④今後の取り組み	具体的な今後の予定	夏休みに行う予定が立てられておらず、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。	夏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。	夏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。	夏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。さらに夏休み後の取り組みにも触れている。

平成25年度 高松第一高等学校 第2学年 SSH課題研究 12月中間発表ルーブリック		作成者:香川大学大学院 教育学研究科 吉原一樹		指導者:笠 潤平	
		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)	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。研究目的が述べられていない。	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。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。	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している。	研究目的や、興味を持った事象(きっかけ)と今回の課題設定の関連性、課題解決の意義が科学的根拠と共に明確に示している。
	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り、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おり、文献などの整理・提示が適宜行っている。	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おり、文献などの整理・提示を行い、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。
②実験	実験の設定	課題を解決するための観察・実験の方法や手順がまとまっていない。	課題を解決するための観察・実験の方法や手順は示しているが不十分な点もいくつか見られる。	課題を解決するための観察や実験が見通しを持って示しており、その方法や手順が適切に述べられている。	課題を解決するための観察や実験が見通しを持って示しており、その方法や手順が適切に述べられている。さらに、より質の良い操作を行うための工夫がみられる。
	データの信頼性	実験の回数や誤差、観察における条件制御や材料の特定(※1)などに関する記述が提示されておらず、信頼性に欠ける部分が多く見られる。	実験の回数や誤差、観察における条件制御や材料の特定などに関する記述が提示されているが不十分な点が見られる。	実験の回数や誤差、観察における条件制御や材料の特定などに関する記述が正確に示している。	実験の回数や誤差、条件制御や材料の特定などに関する記述が正確に示している。必要十分なデータ量を計画し、実験の精度も十分確立できている。より高い質のデータを得るための工夫点もみられる。
※注意事項		※1)材料の特定とは実際に研究で使用する材料の名称や特徴が挙げられていること。			
③研究の分析・表現	表現方法と分析	得られたデータや記録を図表・グラフなどで表す計画が不明確である。結果の分析やデータの比較も見られない。	得られたデータや記録を図表・グラフなどで表す計画は述べているが不十分である。もしくは結果の分析やデータの比較が不十分である。	実験結果を表やグラフを用いて正確に表現している。また結果の分析や比較について明記されている。	実験結果を表やグラフを用いて正確に表現している。また結果の分析や比較について明記されており、工夫点も見られる。
※注意事項		※2)実験計画でデータがない項目にはこの項目に関し評価を付けないが、もしくは得られる予定のデータに対しての表現方法や分析の計画について評価するか、事前に評価者の間で統一して下さい。			
④結果の科学的見解	科学的思考・判断	実験方法やこれまでに得られた結果が科学的原理や法則に基づいて説明されておらず、経験や常識に繋げられている。	実験方法やこれまでに得られた結果が科学的原理や法則に基づいて説明されているが不十分である。	実験方法やこれまでに得られた結果が科学的原理や法則に基づいて説明されている。	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。さらにその過程も論理的に分かりやすく述べられている。
⑤今後の取り組み	具体的な今後の予定	最終発表までの見通しや取り組みについて具体的な今後の計画を立てていない。	最終発表までの見通しや取り組みについて具体的な今後の計画を立てているが内容に不十分な点が見られる。	最終発表までの見通しや取り組みについて具体的な今後の計画を立てている。	最終発表までの見通しや取り組みについて具体的な今後の計画を立てている。さらに最終発表についての計画も立てている。

平成25年度 高松第一高等学校 第2学年 SSH実験ノート 評価ルーブリック		作成者:香川大学大学院 教育学研究科 吉原一樹		指導者:笠 潤平	
		不十分(1)	ほぼ十分(2)	十分(3)	
①研究の進行状況	操作の質	実験の操作における注意が不十分である。測定が正確に行えていない。	実験の操作が概ね注意を払ってできている。	実験の操作が十分注意を払ってできている。より高い質のデータを得るために必要に応じて操作に工夫を加えている。	
	データの取り方・記録	十分な実験回数を行っておらず、正確に記録できていない。	実験をある程度複数行い、信頼性を持たせようとしているが不十分である。しかし、正確に記録を残している。	実験回数を十分な回数設定し、データに信頼性を持たせている。信頼性のチェックを行い、正確に記録を残している。	
	協力体制	班内での実験の役割が明記されていない。	班内で実験作業の役割を決め、全員で実験を行っている。	班内で実験作業の役割を決め、全員で実験を行っている。さらに、班内で行われたデータの検討や議論についても書き留めている。	
	実験の方向性を適切に把握しながら進めているか	実験の方向性を意識せず、結論を導くような実験を行っていない。	実験の方向性を意識しているが、実験の設定内容に不十分な点が見られる。	実験の方向性を意識し、結論によく繋がるような実験を行っている。	
②ノートの書き方	必要事項の記録	実験再現のために必要な事柄(操作・手順・装置)が記載されていない。実験を行った日時や場所・人も不明確である。	実験再現のために必要な事柄(操作・手順・装置)や実験を行った日時や場所・人を明記している。	実験再現のために必要な事柄(操作・手順・装置)や実験を行った日時や場所・人を明記している。さらに実験図などを効果的に用いている。	
	ノートの見やすさ	自らの実験ノートとして形式が定まっておらず、まとまりのないノートになっている。	自らの実験ノートとして形式にのっとり分かりやすくまとめている。	自らの実験ノートとして形式にのっとり分かりやすくまとめている。さらに表やグラフを適宜効果的に示している。	
	コメントや気付き	ノート内に実験におけるコメントや気付き、振り返りについての記述が見られない。	ノート内に実験におけるコメントや気付き、振り返りについての記述がある程度書き留めてあるが、分かりにくい部分が見られる。	ノート内に実験におけるコメントや気付き、振り返りについての記述が十分に分かりやすく書き留めてある。	

(3) 大学、研究機関、博物館を活用した知的好奇心を喚起するための科学教育プログラムの開発

① 学校設定科目「Introductory Science」「Advanced Science I」

1年生の学校設定科目「Introductory Science」、2年生の学校設定科目「Advanced Science I」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。今年度は科学全般に関する講義を2講座、物理分野4講座、化学分野1講座、生物分野4講座、地学分野4講座、数学分野2講座実施した。また、英語に関連した講義を3講座実施した。2年次以降の課題研究

第3章 実施の効果とその評価

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。

自然科学への興味・関心・意欲を高める目的で、年間を通して出張講義・校外研修を実施した。事後アンケートの結果より、講義・実験が面白く(92.4%)、講義の内容が理解できた(87.5%)。また、講義全体を通して92.2%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(87.4%)、講義内容をもっと知りたい(83.0%)と感じている。さらに、81.0%の生徒が研究に対する興味・関心が増したと回答しており、研究者をロールモデルとして捉えられたという生徒も多く、一定の成果を上げることができた。

② 関東合宿

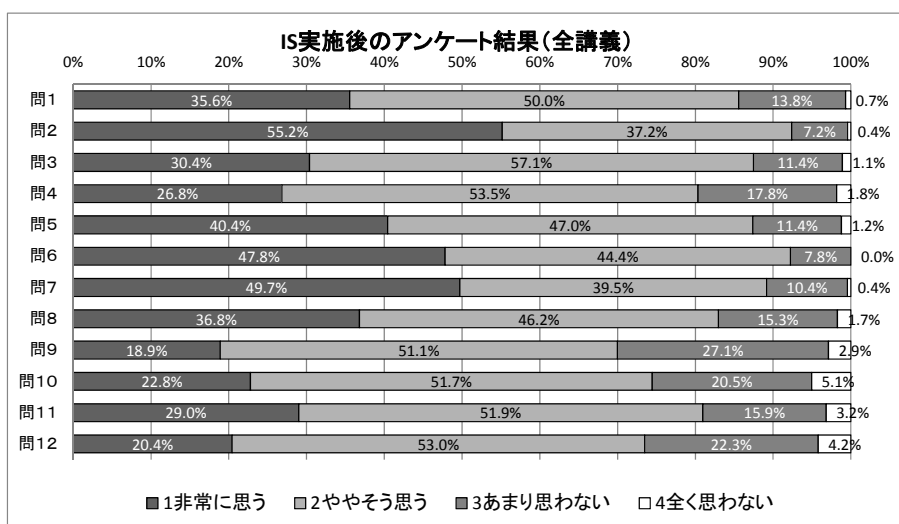
2年の関東合宿で日本科学未来館と連携を行った。また、最先端の科学に触れることを目的に、理化学研究所(和光研究所)、物質・材料研究機構、宇宙航空研究開発機構、医薬基盤研究所、東京大学と連携を行った。内容的には難しい講義や説明も多かったが、事前・事後学習を含め意欲的に取り組んでいた生徒が多く、連携プログラムとしては優れたプログラムになったと考えている。各施設で研究者が分かりやすく丁寧に説明や講義を担当くださり、生徒はより研究者を身近に感じ、ロールモデルの一つと捉えられたようである。これまでは教員主導のプログラムであったが、次年度は生徒の希望調査なども踏まえ、新たなプログラムを開発しようと考えている。

(4) コミュニケーション能力をベースとした国際社会で活躍できる研究者・技術者を育成するためのプログラムの開発

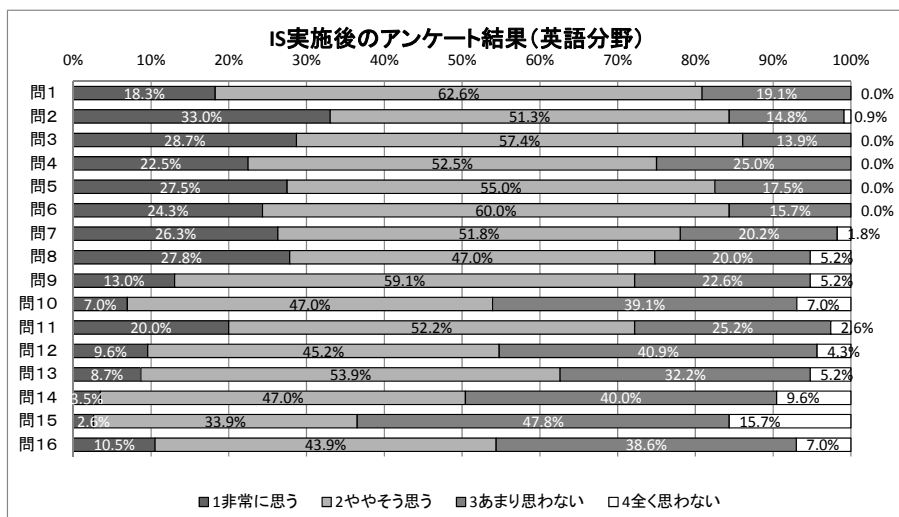
1年次に学校設定科目「Introductory Science」の中で、自然科学に必要な英語の表現に慣れることを目的に、英語による化学・生物・数学の授業CBI(Content-Based Instruction)を、地元大学の理系学部大学教員を招いて実施した。これらの講義を通して、英語への興味関心が高まったという生徒が72.2%、自然科学分野に関する英語表現を身につけたいと感じた生徒が74.8%と高い値を示したが、

<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つかましたか？
 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？



内容的には難しい講義や説明も多かったが、事前・事後学習を含め意欲的に取り組んでいた生徒が多く、連携プログラムとしては優れたプログラムになったと考えている。各施設で研究者が分かりやすく丁寧に説明や講義を担当くださり、生徒はより研究者を身近に感じ、ロールモデルの一つと捉えられたようである。これまでは教員主導のプログラムであったが、次年度は生徒の希望調査なども踏まえ、新たなプログラムを開発しようと考えている。

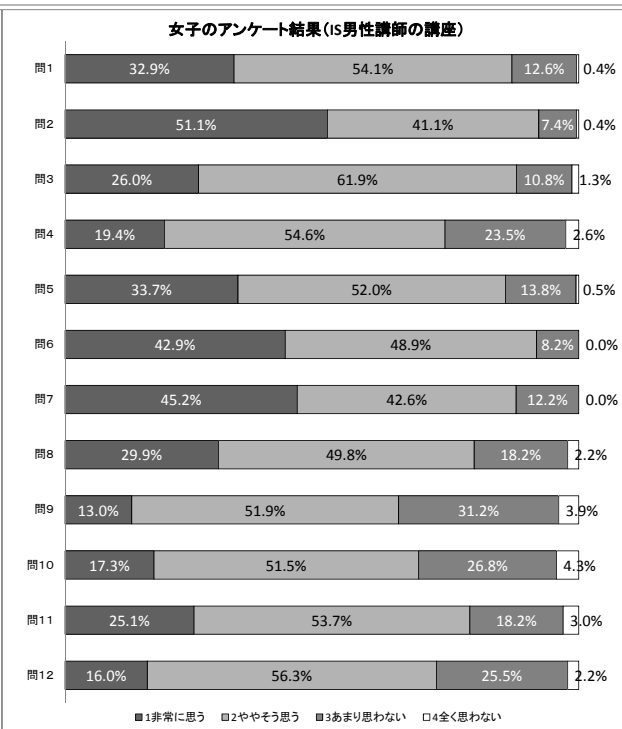
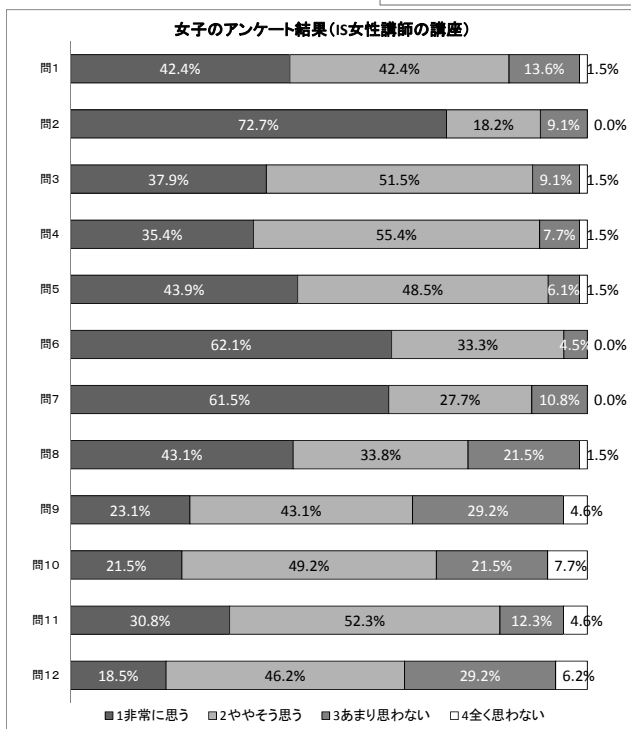
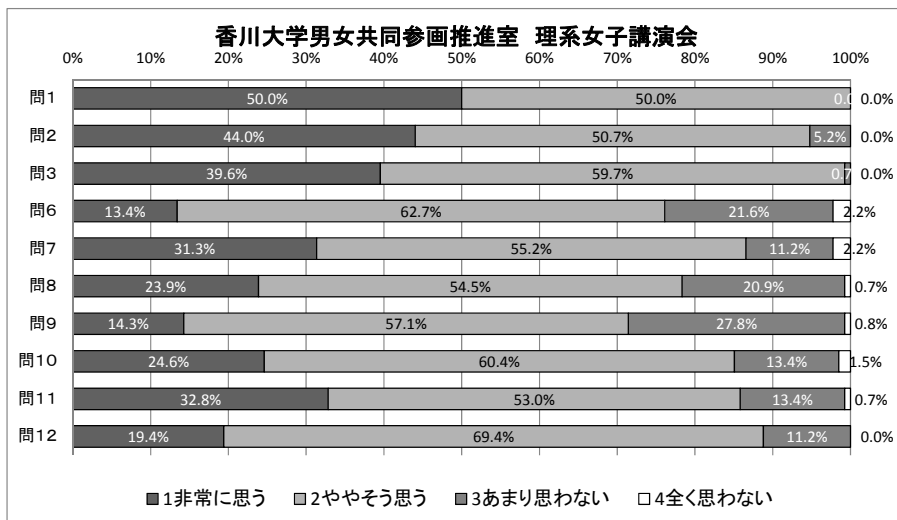


第3章 実施の効果とその評価

コミュニケーション能力は向上した、海外で活躍したいと思う生徒は昨年度、一昨年度より低く、英語への苦手意識と専門用語や自然科学分野の英語表現の難しさがこの結果を表していると考えられる。次年度の海外研修やイギリスからの生徒の受け入れに向けて意識を高めて取り組むようにアプローチする。

(5) 女性研究者・技術者を育成するためのプログラムの開発

香川大学男女共同参画推進室との連携事業による講演会に、1年生理系進学希望者と2年生理系生徒が参加した。女子だけの講演会では、他の講演会等と比べ、講演内容に対する興味・関心、理解が高く、研究者や研究を身近に感じた生徒が多い。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。

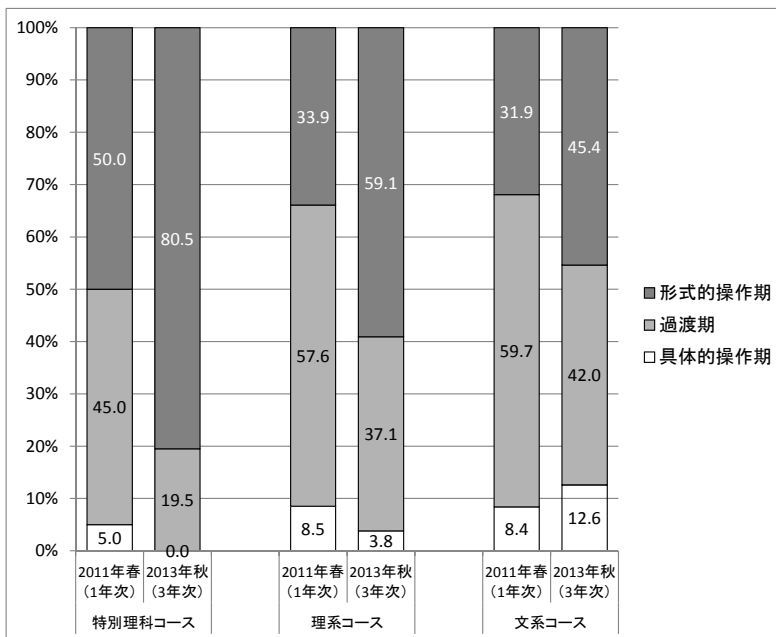


3年間の生徒の変容を評価する方法の一つとして、ローソテスト（設問内容は右表参照）を実施した。ローソテストは、発達上の段階、とりわけ形式的操作型の推論の妥当性と信頼性を持つ教室での使用のためのテストとして開発された。この教室用テストは教師およびないし研究者が学生の成績を発達レベルに分けることを可能にするものとして作成されたものである。得点は、答えとその理由の両方が正解すると1点が与えられる。12点満点で採点され、学生の推論レベルは、0~4点で具体的操作期、5~8点で過渡期、9~12点で形式的操作期と判定される。

設問番号	評価される推論レベル
1, 2	重さの保存
3, 4	押し分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 13, 14	変数の同定と制御および確率的思考
15, 16	確率的思考
17, 18	高度な確率的思考
19, 20	相関的な思考（比率および確率を含む）
21, 22	仮説-演繹的思考
23, 24	仮説-演繹的思考

第3章 実施の効果とその評価

今年度の3年生は、1年次5月と3年次10月にこのローソンテストを実施した。3年間SSH主対象クラスに所属した特別理科コースの生徒の結果について見ると、1年次には形式的操作期の生徒が50.0%、過渡期の生徒が45.0%、具体的操作期の生徒が5.0%であったが、3年次には形式的操作期の生徒が80.5%、過渡期の生徒が19.5%となった。また、理系コースを選択した生徒については、1年次には形式的操作期の生徒が33.9%、過渡期の生徒が57.6%、具体的操作期の生徒が8.5%であったが、3年次には形式的操作期の生徒が59.1%、過渡期の生徒が37.1%、具体的操作期の生徒が3.8%となった。学年進行にともなう発達段階の上昇も考慮に入れても、3年間の思考過程を重視した授業や課題研究の中で経験した科学的な探究方法の習得といったSSHプログラムの成果が顕著に主対象クラスの生徒に表れていると考えられる。



学年進行にともなう発達段階の上昇も考慮に入れても、3年間の思考過程を重視した授業や課題研究の中で経験した科学的な探究方法の習得といったSSHプログラムの成果が顕著に主対象クラスの生徒に表れていると考えられる。

第4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

別紙様式 2-1「研究開発の成果と課題」及び「第3章実施の効果とその評価」で述べたように、本校のSSHに対する評価は、生徒、保護者、教員、運営指導委員いずれからも肯定的である。これは、本校のSSHの基本的な方向性が間違っていないことを示していると考えているが、4年間の研究開発を実施した中で、運営に関しては以下のような問題点が浮かび上がってきた。

1. 研究開発実施上の課題

(1) SSH運営が全校組織をさらに進める。

研究体制については、昨年度より各教科からSSH推進委員を選出し、各教科からの意見が収集できるような体制を作った。毎週開催されるSSH運営委員会に参加し、具体的なプログラムについての計画の段階から意見を集約できるようにした。課題研究の英語でのポスター発表に向けての指導については、英語科の協力体制が確立した。次年度も定期的な他教科との意見交換の場を設け、教科横断的な取り組みも視野に入れ組織運営を目指す。

(2) 生徒の思考過程を重視した授業展開を充実させる。

「アクティブラーニング（物理）」「マイクロスケールケミストリー（化学）」「フィールドワーク（生物）」を取り入れた生徒の思考過程を重視した授業の開発も少しずつ進んできたが、ほとんどのプログラムがSSH主対象クラス対象の授業となっている。これまでの研究開発で効果の得られたプログラムに関しては、主対象ではない普通クラスでもその実践を増やし、学校全体で自ら問題や課題を発見し、解決できる生徒を育成できるように取り組んでいく。

また、「マイクロスケールケミストリー」や「フィールドワーク」は、学習内容や学習時期によっては、実施が難しいものもある。そこで今後、化学や生物の授業でも、「アクティブラーニング」の手法を用いた授業展開の開発を進める。

(3) 校外への広報・成果普及活動が不足している。

校外への広報活動は学校ホームページの更新が主な手段となっているが、地域の中核校としての役割を担えるように、SSHの活動内容をより積極的に普及できるように、地域や中・高等学校に還元されるような方策を考える必要がある。

(4) 女性研究者・技術者を育成するための取り組みを充実させる。

女性研究者・技術者育成のためのプログラム開発の一つとして、講演会や出張講義等の講師をできるだけ女性に依頼した。しかしながら、大学の理工系学部の女性研究者の割合もまだまだ少なく、全講座に占める女性研究者招聘講座の数は多くないのが現状である。そのような中で、量ではなく質を高め、より効果のある講義内容の設定と講師の選定を進めていく。女性研究者招聘講座のアンケートでは、女子が肯定的な意見が多い傾向にある。次年度以降も、各学会・各大学の女性研究者・技術者育成のためのプログラムと連携しながら、取り組みを強化していきたい。

(5) 評価のためのデータ分析を充実させる。

生徒の数学的・科学的な考え方ができているかどうかを調べる「ローソンテスト」や概念の変容を調べる調査を実施しているが、3年間の生徒の変容を調べる1つの手段として今後さらに研究していく必要がある。客観的なデータから、SSHの研究の成果が捉えられるように分析を進めていかなければならない。過年度比較を踏まえて、5年間のSSH事業の総括をする。

第4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

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ので来年度も現在の内容を大きく変えずに実施したいと考えているが、指定4年目も終わり、本校の教員のスキルもこの3年間で徐々に向上しており、本校教員が担当する授業を今後増やして、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研究したいと考えている。

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が、3月の研修旅行に向けての英語でのコミュニケーションや英語による課題研究のポスターセッションについては課題が残る。現在のスケジュールでは、12月の第2回中間発表会後、プレゼンテーション資料や発表原稿の英訳作業や実際のプレゼンテーション指導を行っているが、時期的には研究も方向性が明確になって、実験活動を充実させたい時期である。次年度は、英語への意識付けを1学期中に行い、発表や海外研修の準備と研究活動の両立ができるように、プログラムの再編を行う。また今年度、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り組みも、プログラムを明確にした体制づくりを進めていく予定である。

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。今年度の2年生から導入した課題研究の評価のためのルーブリックについても、その改善と3年生の課題研究活動の評価ルーブリックの研究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「教材・授業展開の研究（思考過程を重視した授業展開の開発）」には積極的に取り組みたいと考えている。また、総合的な学習の時間を実施している一般クラスの生徒にも、課題研究の指導を広めていく必要がある。

3. 成果の普及

(1) 校内への普及

「教材・授業展開の研究（思考過程を重視した授業展開の開発）」については、まず研究対象の第2学年・第3学年特別理科コースで実施し、一定の成果が得られさらに実施可能なものは普通科の他のコースでも実施したが、その授業展開をさらに広めていきたいと考えている。

また、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、さらには日常の生活でも重要となる。教科を越えて、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

本校が自然科学の分野で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。今年度初めて、公開授業を実施したが、次年度以降も継続的な実施を考えていきたい。

また今年度より、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た。部活動の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、これもさらに充実するように働きかけていく予定である。

(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、生徒が参加しているが、その数はまだ多くない。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模索していく。

また、今年度は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。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り組みを考えていきたい。

運営指導委員会

運営指導委員 川勝 博 (名城大学教授) 中西 俊介 (香川大学工学部教授)
笠 潤平 (香川大学教育学部教授) 高木 由美子 (香川大学教育学部教授)
松本 弘司 (香川県教育委員会事務局高校教育課主任指導主事)
伊瀬 朋哉 (高松市教育委員会学校教育課指導主事)
高松市教育委員会 久保 朗 (学校教育課課長補佐)
高松第一高等学校 竹本 (校長) 三好 (教頭) 中條 (教頭) 佐藤 (SSH 研究開発主任) 他職員 22 名

第 1 回運営指導委員会

日時：平成 25 年 10 月 11 日 (金) 13:30~16:00
場所：本校 大会議室

高木委員：次年度の申請については、ローソンテストのような数値的な評価や生徒の学びについて説明することを、よりアピールする必要がある。特に、海外研修は研修先によって感想が違う。生徒が感想の内容をもう少し具体的に答えられるようにすれば、成長がさらに分かるのではないか。また、研修前後での英語能力の変化を TOEIC、TOEFL、英検などで確認し、具体的な数値として示すのも良い。生徒の課題研究を論文等に投稿しているのも非常にいいことだと思う。論文に投稿すると結果が見えてくる。実際に掲載されなくても、実験を行った生徒には形として手に入るの、今後の励みになると思う。

笠委員：次回の申請の核になるのは、課題研究の評価だと思う。本校とルーブリック評価の共同研究を始めたが、未完成な部分もあるので、これからも研究していきたい。ローソンテストについては、いろいろと問題点はあるが、仮説検証的な思考ができていかなどの点数が上がっているのを見せておもしろい。アクティブラーニングは、時間的な制約があり、劇的な成果が短時間であることはない。今年の直近の課題は、ミニ課題研究をどのように位置づけるかである。この位置づけによって来年からの課題研究のあり方も変わってくると思う。

中西委員：海外研修を積極的にされているので、これからも継続的に行って 2 期目につなぎ、海外とつながっているのが普通になればよいと思う。また、発想の仕方が日本と海外でどう違うのかを知ることは、今後の課題研究に重要だと思う。テーマ決定や選択の仕方、課題研究の成果やその評価の仕方を深められれば、成果は上がっていくと思う。女性研究者については、ローソンテストの男女別の結果があった。海外に女性のための教育プログラムがあれば、そういうところも調査されたいと思う。思考過程を重視した教育プログラムについては、実際の考える力を深める必要がある。大学でもそうだが、アクティブラーニングを行うといった名目で、電子黒板など機械だけが入ってくるということがあるので。

川勝委員：SSH の発表会を見ていると、発表内容がはっきりと二つのタイプに分かれる。大学の先生の研究室に入って研究して発表するタイプと、ごく素朴な高松一高のようなタイプ。大学の研究室に入って研究活動をした方が格好はいいが、見栄えが悪くても自分の疑問を追及することの方が大切ではないか。見かけだけでなく、基本的には人間を育てることを忘れないように。子供たちの願いや不思議を育てていくときに先生たちがともに喜びながら建設していくことを忘れずに。

松本委員：さまざまな学会に出て、活躍、経験を積んでいる。賞をとることを目的化してはいけないが、いろいろな場に生徒が出て行く経験は次の申請につながる。女性研究者を育成するについては、先ほどの発表では、具体的に女性研究者育成のために何をしたいのかがわからなかった。次期申請に当たって明確にできればよいと思う。昨日、観音寺第一でヒアリングがあった。海外の高校生との交流をしてほしいという要望もあった。一高はできているので、続けてほしい。これからは、海外がすごいというだけでなく、日本もここは負けていないというところを学んでからいけ

ばよいと思う。課題としている IS の精選と実践などの取り組みと成果をまとめることが次期申請につながると思う。

第 2 回運営指導委員会

日時：平成 26 年 2 月 14 日 (金) 13:40~17:00
場所：本校 大会議室

川勝委員：課題研究は、生徒が興味を持ったことを高校生らしい研究で、やりたいことをやらせてあげるのがいい。高校では、自分が興味関心のあるものを探究するといった研究に対する基本的な姿勢を身につけさせる。そして、大学ではまた新しいことに取り組むと良い。データの信頼性・統計について問われることについては、高校生の研究では、それよりもやはり研究がどれほど楽しいのかということを知ることが必要である。課題研究をする際に先行研究の調査が必要であるが、それは参考として調査すればよい。失敗しない研究を求めるとはなく、こうすれば失敗するのかという勉強も大事である。必ず実験は行い、実験しながら子供たちの疑問を解決することが基本である。アクティブラーニングを課題研究にどう役立てていくかということについては、授業の中で取り組んでいるうちに、定説にはない変なことを考えている生徒もいるかもしれない。指導をしている先生方もそれを見逃しているかもしれない。授業の中で実験して疑問に思ったことをもったまま、卒業して 10 年後 20 年後これはあの頃やったものだと思えるのかも知れない。

笠委員：3 年間で生徒がどう変容したか分かりやすく説明するためには、科学観、学習観を普通コースの生徒と比べてみるとよい。課題研究をいつまで行うかということについては、本人にとって楽しくなるような研究であればいいと思う。海外では 2 週間程度で課題研究をやらせていて、楽しかったという感想が多い。他には、論文を先に書いておくところもある。また、論文指導に大学の先生も加わってやっているところもある。データの信頼性・統計について問われることについては、信頼性が大切であるということを生徒が学ぶことは重要である。先行研究については、大学教授と生徒の間に高校教員が入ることも必要だと思う。教員が、大学教授から生徒へどのようなアドバイスをしたいかを伝えておくとも良い。

松本委員：アクティブラーニングを課題研究にどう役立てていくかということについては、アクティブラーニングの授業で生徒の思考力を深めるところまではなかなかいけないのが現状である。授業の時間が足りないのも分かるが、一高は普通の授業のなかで行っているのが良い。理科に限らず他の教科の中でも出来るのである。先行研究を調べることについては、科学的な手法があることを知るのが必要である。ただ、高校の課題研究が何をどこまで求めているのかが大切だと思う。発表会で賞を求めるとには必要かもしれないが、授業の一環で課題研究をするならばそこまで必要ないのでは…。データの信頼性・統計について問われることについては、生徒は信頼性のあるデータを求めるが、高校生には時間的な制約もあり、サンプル数を取るのに限界がある。課題研究のみに時間を費やすと、受験勉強に差し支えが出るかもしれない。しかし、高校生がやることで何か新しく見つかるのかもしれないので、それはそれでいいのでは。