

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 1 年次

平成 23 年 3 月



高松第一高等学校

巻頭言

高松第一高等学校

校長 澤田 文男

本校の位置する香川県は、県土が狭小で、また、農林水産資源の他はほとんど皆無という点では日本国と同様で、さらには若者にとって魅力ある就職先、とりわけ科学技術関連の産業には乏しいという実状です。

このような背景の中で、「国際社会や国家、地域で活躍し、人類の福祉や文化の向上に貢献できる創造的な知性や豊かな人間性・社会性を身につける」などを教育目標として掲げ、将来、各界において活躍する人材の育成を重要な課題としています。この課題は、国のスーパーサイエンスハイスクール事業の「未来を担う科学技術系人材を育てる」ねらいと同様の方向を指しています。

こうした課題に答え得る具体的な方策として、以下のような構想のもと、SSH 事業に取り組むことを全職員で確認しました。

1. SSH 事業を通じて自ら考え、学ぶ知的好奇心にあふれた生徒を育成し、なかでも才能ある生徒の個性や能力を一層伸長する。また、本校生徒のうち過半数の生徒が理系クラスに在籍、その内毎年 60 名程度の女子生徒が理系進学をめざしている状況を踏まえ、女子研究者・技術者の育成プログラムの研究を推進する。
2. 本校の特色として、普通科の中に国際文科コースと特別理科コースを設置している。このうち、国際文科コースについては平成 14～16 年度にセルハイ事業に取り組み、生徒及び教職員の活性化に大きな成果を上げた。今回は特別理科コースにおいて SSH 事業に取り組み、先進的な理数教育を実施することにより、特別理科コースの生徒はもちろん、その波及効果を全校に及ぼし、活気あふれる学校とする。
3. 本校は香川県唯一の市立高校であるため、他校職員との交流や情報交換、研修機会に乏しくなりがちであるが、SSH 事業に取り組むことにより、生徒及び教職員の創造性・独創性を高めるための指導方法の研究、他校や大学・研究機関、民間企業等の連携方策の研究、教職員の授業力や生徒の学力・科学リテラシーの向上に利することができる。

こうして、平成 22 年 4 月以来、スーパーサイエンスハイスクール指定校として関係各位の様々なご支援ご援助をいただきながら取り組んできたところです。その内容につきましては、この報告書をご一読いただければと願っています。また、これまでのご尽力に感謝申し上げるとともに今後とも本校の教育活動に対してご指導ご助言をいただければと重ねてお願いいたします。

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	7
2 研究開発課題	7
3 研究の概要	8
4 研究開発の実施規模	9
5 研究の内容・方法・検証等	9
6 平成 22 年度入学生 普通科特別理科コース教育課程表	16

第 2 章 研究開発の内容

1 研究の概略図（グランドデザイン）	17
2 研究開発の内容	
(1) 学校設定科目 Introductory Science での取り組み	
I 理科基本操作	20
II 出張講義・校外教室	22
III 地学特別講義	32
IV 企業見学	35
V 考える科学	37
VI CBI	41
(2) 学校設定科目 Advanced Science に向けての試行	
I 自然科学講座	43
II 出張講義・校外教室	57
(3) 授業改善に向けての試行	
I アクティブラーニングの試行	60
(4) 宿泊を伴う研修	
I 東京・横浜研修（1 年生）	62
II 関東合宿（2 年生）	63
(5) 全校生対象の取り組み	
I 自然科学講演会	68

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・成果の普及

(1) 研究開発実施上の課題	78
(2) 今後の研究の方向性について	79
(3) 成果の普及	79

資料

運営指導委員会	80
ニュースレター	86

平成 22 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。

- 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」等の手法を教材や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ための試行を行った。
- 理科・数学を重視した新教育課程の方針を取り入れ，自ら問題点や法則性を発見する態度と能力を育成できるカリキュラム開発を行った。
- 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，課題研究に取り組みさせた。
- 平成 15 年度より実施している SPP を活用した大学・博物館との連携プログラムと，平成 17 年度より実施している日本科学未来館やつくば学園都市の国の研究機関・大学等で自然科学の最先端に触れる「関東合宿」をベースとした知的好奇心を喚起するための新たなプログラム開発を行った。
- 本校が SELHi(スーパー・イングリッシュ・ランゲージ・ハイスクール)研究指定校時に確立した英語による理科・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。
- 著名な研究者・技術者に依頼して講演会を実施する際には，できるだけ女性研究者・技術者に依頼した。また，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するなどの研究者・技術者を目指す女子生徒を育成する体制を整えた。

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 22 年度実施規模

1 年生特別理科コース（1 学級 40 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 2 年生特別理科コース（1 学級 41 名）と理系コース希望者（15 名）の合計 56 名で試行を行った。また，講演会など事業によっては可能な限り全校生徒を対象とする予定であったが，講演会が年度後半に集中したために，1，2 年生全員（音楽科を含む 606 名）を対象とした。

④研究開発の内容

○研究計画

【第 1 年次】

第 1 学年で実施するプログラムの実践と第 2 学年で実施する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
- ・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（三菱自動車工業水島製作所）の実施
- ・英語による理科・数学の授業 CBI(Content-Based Instruction)の実施
- ・「Advanced Science I」（2 年）, 「Advanced Science II」（3 年）実施に向けての試行
- ・課外授業の時間帯を利用して自然科学講座（課題研究の試行）を実施

(2)思考の過程を重視した教材や授業展開の開発

- ・アクティブラーニングの手法を取り入れた研究事業を実施（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）を活用した授業展開の研究

(3)研修旅行の実施

- ・東京・横浜研修国立科学博物館（講義・見学）, SSH 生徒研究発表会
- ・関東合宿日本科学未来館, 理化学研究所（筑波研究所）, 物質・材料研究機構, 宇宙航空研究開発機構（筑波宇宙センター）, 東京大学柏キャンパス
事前研修「科学プレゼンテーション」（日本科学未来館）の実施
事後研修「科学コミュニケーション」（日本科学未来館）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）と「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

【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）と「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

- ・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)生徒研究発表科の実施

【第 4 年次】

プログラム中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）と「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
 - ・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)生徒研究発表科の実施

【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
 - ・「Introductory Science」（1 年）と「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
 - ・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)生徒研究発表科の実施

○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 22 年度の教育課程の内容（平成 22 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）

○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外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。

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」や「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、自分で規則性等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。

③大学・研究機関・企業等との連携による校外研修の実施

第1学年の夏休みに、自然科学に対する好奇心を喚起するために、国立科学博物館と連携して校外研修を実施した。

第2学年夏休みには、日本科学未来館やつくば学園都市の研究機関と連携して行う「関東合宿」を実施した。関東での実習以外に事前・事後研修として「科学プレゼンテーション」と「科学コミュニケーション」の講義を、日本科学未来館と連携して実施した。

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、来年度からの学校設定科目「Advanced Science I」、「Advanced Science II」で実施可能なように課題研究の試行を行った。

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回程度実施した。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に講演テーマに留意した。

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、来年度実施予定の海外研修に向けて、計画の詳細や連携先を検討した。

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。アンケート結果より、81.6%の生徒が興味・関心・意欲が「大変増した」、「やや増した」と回答しており、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、物理ではアクティブラーニングの手法を活かした研究授業を実施するなど、2年次以降の実施に向けて準備が整いつつある。

③自然科学講演会の開催

文系生徒にも配慮し、各講師に依頼して講演内容をわかりやすいものにしていただいたので、81.1%の生徒が「内容が理解できた」、78.3%の生徒が「自然科学に対する興味・関心が増した」と回答しており、科学リテラシーの向上に役立った。

○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、「一部の教員の負担が大きい」、「校内や地域の中学校への広報活動が少ない」などの課題も同時に指摘されている。

この点をふまえ、活動の内容は今後も計画通り継続していくとともに、校内組織の確立と負担の分散化、校内外への広報活動の充実にも取り組んでいきたい。

平成 22 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。

今年度は，物理の授業でアクティブラーニングの手法を用いて教材・授業展開の開発を行い，2回の研究授業を行った。

試行の回数が少ないので確証は得ていないが，グループ討論により自分たちで解決方法を考える手法は，一般の講義形式による授業より意欲的に取り組み，理解が深まったようである。「予想を立てたり，仮説を立てたりする重要性が分かった。」，「さらにその先が知りたい。」，「予想と違う結果が出たときに，なぜそうなったかを考察する重要性を感じた。」という感想もあり，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が，今回は科学的に検証することができなかった。

(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。

今年度は学校設定科目「Advanced Science I」，「Advanced Science II」の試行として，2年生対象に放課後の時間帯を利用して「自然科学講座」という形式で課題研究を実施した。本校では平成14年度より毎年課題研究に取り組ませているが，今年度はSSHの指定を受けたということもあり，各班は使える材料費等がかなり増えたために，今まで費用的な制限で取り組めなかった研究課題に取り組む班も多く，さらに，分析機器なども整備されたこともあり課題研究に取り組んだ期間は短かったにもかかわらず，発想豊かな研究が多く，教員からの評価は高かった。

(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」

1年生の学校設定科目「Introductory Science」の中で，自然科学への興味・関心を高める目的で，出張講義，校外教室を数多く実施した。

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 東京・横浜研修，関東合宿

1年生の東京・横浜研修で国立科学博物館と，2年の関東合宿で日本科学未来館と連携を行った。特に，日本科学未来館とは，合宿の前後に事前研修，事後研修を行ったために，館内での活動が例年以上に充実したものになった。

また，関東合宿では，最先端の科学に触れることを目的に，物質・材料研究機構，宇宙航空研究開発機構，理化学研究所筑波研究所，東京大学柏キャンパスと連携を行った。生徒にとって内容的には難しい講義や説明が多かったが，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。

(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

今年度は，自然科学で必要な英語の語彙と表現方法に慣れることを目的に，学校設定科目「Introductory Science」の中で，本校がSELHi(スーパー・イングリッシュ・ランゲージ

・ハイスクール)研究指定校時に確立した英語による理科・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。

「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?」という問いに対して、非常にそう思う:19%, ややそう思う:65%, というアンケート結果からある程度コミュニケーション能力は身に付いたと思われるが、「今回の講義で海外での英語による発表に自信がつけましたか?」という問いに関しては、非常にそう思う:14%, ややそう思う:32%, と否定的な回答が多く、海外研修に向けて2年次にさらなる取り組みが必要だと思われる。

(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。

今年度は講演会や出張講義・校外教室の講師を依頼する際にできるだけ女性にお願いしたが、アンケートの興味関心を問う項目で「非常にそう思う」, 「ややそう思う」の合計は男女でほとんど差がないが、わずかではあるが「非常にそう思う」だけを比較すると女子がやや少ない傾向にある。

② 研究開発の課題

1. 研究開発実施上の課題

(1) SSH運営が全校組織で行われていない。

本校では、SSHの申請に際してもトップダウンではなく、理科教員の「今までの活動をより充実させたい」という思いを形にして申請した経緯があり、SSHの活動を「理科が勝手にやっている取り組み」という認識を持った教員が、少数ではあるが存在する。また、運営組織も全校組織になっていないので、理科の一部教員の負担が大きくなっていった。

(2) 校外への広報・成果普及活動が不足している。

今年度は、SSH関係では日常の活動や行事を運営することで担当教員が手一杯になり、校外への広報活動は広報紙を一度発行しただけにとどまった。それ以外は、県の高校理化部会での発表と成果報告会の実施だけで、広報・成果普及活動が十分だとは言えない。さらに、校内への広報活動も年間に2回、定例職員会議の中で報告しただけなので、SSHの活動内容が直接関係していない教員へはうまく伝わらず、校内への広報活動も不十分だといえる。

(3) 女性研究者・技術者を育成するための取り組みが不足している。

本校の研究課題の一つである「女性研究者・技術者育成のためのプログラム開発」の実践として、今年度は講演会や出張講義・校外教室の講師を依頼する際にできるだけ女性にお願いしたが、アンケートの興味関心を問う項目で「非常にそう思う」, 「ややそう思う」の合計は男女でほとんど差がないが、わずかではあるが「非常にそう思う」だけを比較すると女子がやや少ない傾向にある。昨年度までの生徒のアンケート結果がないので、これでも高い数字を示しているのかもしれないが、少なくとも男子と同じ比率になるように、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が不足している。

生徒には行事終了ごとにアンケートを実施したり、講義メモなどをレポートとして提出させているが、研究対象生徒以外の一般の生徒や教員、保護者へのアンケートが実施できておらず、研究成果を客観的に評価するためにはデータが不足している。

第 1 章 研究開発の概要

第1章 研究開発の概要

1 学校の概要

(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 澤田 文男

(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

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)	277 (146)	7 (4)	280 (147)	7 (4)	838 (333)	21 (9)
	音楽科	26	1	22	1	30	1	78	3
	計	307	8	299	8	310	8	916	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」をそれぞれ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	56	1	1	6	22	1	4	1	5	100

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。

- (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。

3 研究の概要

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する。講義内容については大学担当者と連絡調整のうえ、事前・事後指導については本校理科教員が行う。前期の特別講義以外の授業では理科実験の基本操作について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前期に引き続き理科実験の基本操作について本校理科教員が指導するとともに、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」を実施する。

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」や「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、自分で規則性等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等を開発する。

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」の中で地元大学等と連携し、1年間を通して特別講義という形で校外研修を実施する。

長期休業中には、自然科学に対する好奇心を喚起するために、国立科学博物館等と連携して校外研修を実施する。さらに、来年度から実施予定の日本科学未来館やつくば学園都市の研究機関と連携して行う「関東合宿」の試行を行う。関東での実習以外に事前・事後研修として「科学プレゼンテーション」と「科学コミュニケーション」の講義を、日本科学未来館から講師を派遣してもらう形で実施する。

先端技術が生活に密着していることを知るために、地元企業等を見学する。

愛媛県総合科学博物館と連携してフィールドワークを中心とした地学の実習を行う。

④ 課題研究の試行

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、来年度からの学校設定科目「Advanced Science I」, 「Advanced Science II」実施に備え、課題研究の試行を行う。

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 回程度実施する。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に講演テーマに留意する。

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、科学論文の形式に慣れさせることを主な目的とする。また、来年度実施予定の海外研修に向けて、計画の詳細や連携先を検討する。

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う。また、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。

⑧ 交流会・研究発表会等への参加

8月に横浜で実施されるSSH生徒発表会や近県のSSH校等で実施される生徒発表会に参加させ、他校の発表やポスターセッションの様子を見学させることで、2年次から始まる課題研究に対するイメージを明確なものとさせる。

4 研究開発の実施規模

1年生特別理科コース（1学級）を対象として研究開発を行う。一部の事業については2年生特別理科コース（1学級）で試行を行う。また、講演会など事業によっては可能な限り全校生徒を対象とする。

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

本校では、各理科教員が自主的に校内での研究授業や、教員の教科指導力をより一層向上させるために香川県教育委員会が主催する「かがわ教員道場」で年間に15回程度の研修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。

ただ、本校理科教員全員が、近年の授業では、単位数が減少したこともあり、知識や考え方を正確に教えることが中心になり、生徒に考えさせる時間が少なくなっている、生徒も現象を正確に覚えること、計算などの演習問題が解けるようにな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，教材や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、課外授業として実施している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が不足することが主な原因で課題研究のテーマ決定の際に、なかなかテーマが決まらず毎

年多くの班が苦勞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年次前期終了までの1年半を費やすことで、十分に課題研究に取り組ませることができる。また、1年次に最先端技術をテーマとし、実験・実習を含む内容での特別講義を地元大学の教授等に実施を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。また、課題研究の指導方法についての教員研修および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，博物館との連携

本校では、平成15年度から1年次、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。

今後は、上記①の教材や授業展開の開発、②の特別講義や課題研究を通して、地元の大学、研究機関や博物館との連携を強化していく予定である。さらに、地元大学とは英語による理科・数学の授業であるCBIでも連携をする予定である。

日本科学未来館とは現在行っている2日間の未来館での実習以外に、「科学プレゼンテーション」と「科学コミュニケーション」の講義を、講師を派遣してもらう形で連携して本校内で実施する予定である。

④ 国際化

現在、研修旅行(他校では修学旅行にあたるもの。コースが3コース用意されており、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はあるが、理系コースでは国際化につながる取り組みをほとんど行えていないのが実情である。

国際社会で活躍できる研究者・技術者に必要なのは理系の語彙と、科学論文の形式への慣れだと考えている。そこで、地元大学と連携して行う英語による理科・数学の授業であるCBIで理系に必要な語彙と表現方法を習得させることで科学論文の形式に慣れさせることができる。また、そのまとめとして自然科学的な話題を海外の高校生に英語で説明し、それについての質問を受ける機会を設けたいと考えている。

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学年理系：147人／普通科280人 うち女子生徒が60人、第3学年理系：141人／普通科280人 うち女子生徒が58人)。しかし、大都市圏の高校に比べ理学

部や工学部への進学者は少ないのが現状である。これは地元で理系企業が少ないために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、保護者ともに将来がイメージできな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を計画する際には、意図的に女性を講師として招き、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、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、この問題に関する教員向けの研修を開催するなどして研究者・技術者をめざす女子生徒を育成する体制を整えたいと考えている。

(2)研究内容・方法・検証

- 上記の研究課題(1)～(5)に関して、最初に学校設定科目の内容を中心に以下に記す。教育課程の改変を目前に控え、カリキュラムに大きな変更を加えずに研究開発を行う。

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

(ア)研究内容・方法等

- ・1年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度実施する。講義内容については大学担当者と連絡調整のうえ、事前・事後指導については本校理科教員が行う。

連携予定大学・学部

香川大学教育学部	香川大学工学部	秋田大学教育文化学部
香川大学農学部	香川大学医学部	岡山大学理学部
徳島文理大学香川薬学部		

- ・前期の特別講義以外の授業では理科実験の基本操作について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。

(イ)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。評価基準については大学担当者と協議しながら決定する。

- 上記の研究課題(1)～(5)に関して、特別に行う行事について以下に記す。

(ア)研究内容・方法等

① 自然科学講演会

- ・対象 全校生徒
- ・内容 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

るために講演テーマに留意する。

- ・回数 1年間あたり3回の講演会を実施する。

② 地学特別講義

- ・対象 普通科特別理科コース1年生(40名)
- ・内容 本校には地学の理科教員がいないので、愛媛県総合科学博物館の学芸員を講師に迎え、フィールドワークを中心に実習を行う。
- ・期間 近接した休日3日間を利用して実施する。

③ 企業見学

- ・対象 普通科特別理科コース1年生(40名)
- ・内容 見学先：三菱自動車水島製作所
先端技術が生活に密着していることを知るために、電気自動車の製造過程を見学する。
- ・期間 1日間

④ 東京・横浜研修

- ・対象 普通科特別理科コース1年生(40名)
- ・内容 8月に横浜で実施されるSSH生徒発表会に参加し、他校の発表やポスターセッションの様子を見学させ、2年次から始まる課題研究に対するイメージを明確なものとする。あわせて、国立科学博物館で講義を受ける。
- ・期間 1泊2日間

⑤ 関東合宿

- ・対象 普通科特別理科コース2年生(41名)
- ・内容 日本科学未来館での課題研究および実験体験 2日
課題研究の内容は宿舎内で班別にプレゼンテーションを行う。
つくば学園都市内で最先端の研究期間の見学 1日
東京大学柏キャンパスでの特別講義、施設見学 1日
日本科学未来館から講師を招き、夏休み実施予定の「関東合宿」の前に「科学プレゼンテーション」の講義を、「関東合宿」後に「科学コミュニケーション」の講義を実施し、「関東合宿」の日本科学未来館、つくば学園都市での実習も併せてそれぞれの力を養成する。
- ・期間 3泊4日間 (事前研修1日、事後研修1日)

⑥ 海外研修(第二年次から実施)

- ・対象 普通科特別理科コース2年生(40名)

- ・内 容 シンガポールまたはヨーロッパ（現在検討中）の博物館で英語を活用しての研修を行う。また、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。
- ・期 間 シンガポールの場合 4泊 5日間 ヨーロッパの場合 5泊 6日間

■次に、各研究課題ごとに以下に記す。

- 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教材、授業展開の研究について(カリキュラムについては上に記載済み)

(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。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、物理教育研究の新しい潮流に基づく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。実験ではコンピュータやセンサー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ので、数多くの実験を短時間でこなせ、生徒が主体的に正しい概念・法則性を理解していくことができる。

化学：マイクロスケールケミストリー

クリアファイルの上で少量の薬品で実験を行うことで、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。その時間を利用して、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

生物採集を生徒が実際に行い、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。授業時間中では無理な場合が多いので、夏休みなどの長期休暇をおもに利用して、生物採集および実験・実習を行い、生物が棲む場所の生態系と生物の役割を考慮しながら、すなわち環境を意識しながら実習する。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、香川大学農学部と連携した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などを考えている。

(イ)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や科学観・学習観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。

(ア)研究内容・方法等

- ・来年度以降、「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・評価体制を確立する。

(イ)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、中間発表会、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。

(ア)研究内容・方法等

- ・上記「Introductory Science」の特別講義や CBI を通して地元大学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、日本科学未来館やつくば学園都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。

(イ)評価方法

- ・各機関との連携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。評価基準については大学担当者と協議しながら決定する。

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。

(ア)研究内容・方法等

- ・上記「Introductory Science」の中で、英語による理科・数学の授業である CBI を定期的に実施する。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

とする。

- ・来年度以降，海外研修を実施し，海外の博物館で英語を活用しての研修を行う。また，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ことで英語によるコミュニケーション能力を高める。

(イ)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・技術者を招いての自然科学講演会を計画する際に，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。
- ・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を確保する。
- ・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。
- ・女子の理系職業への進出に関する教員研修を実施する。

(イ)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。

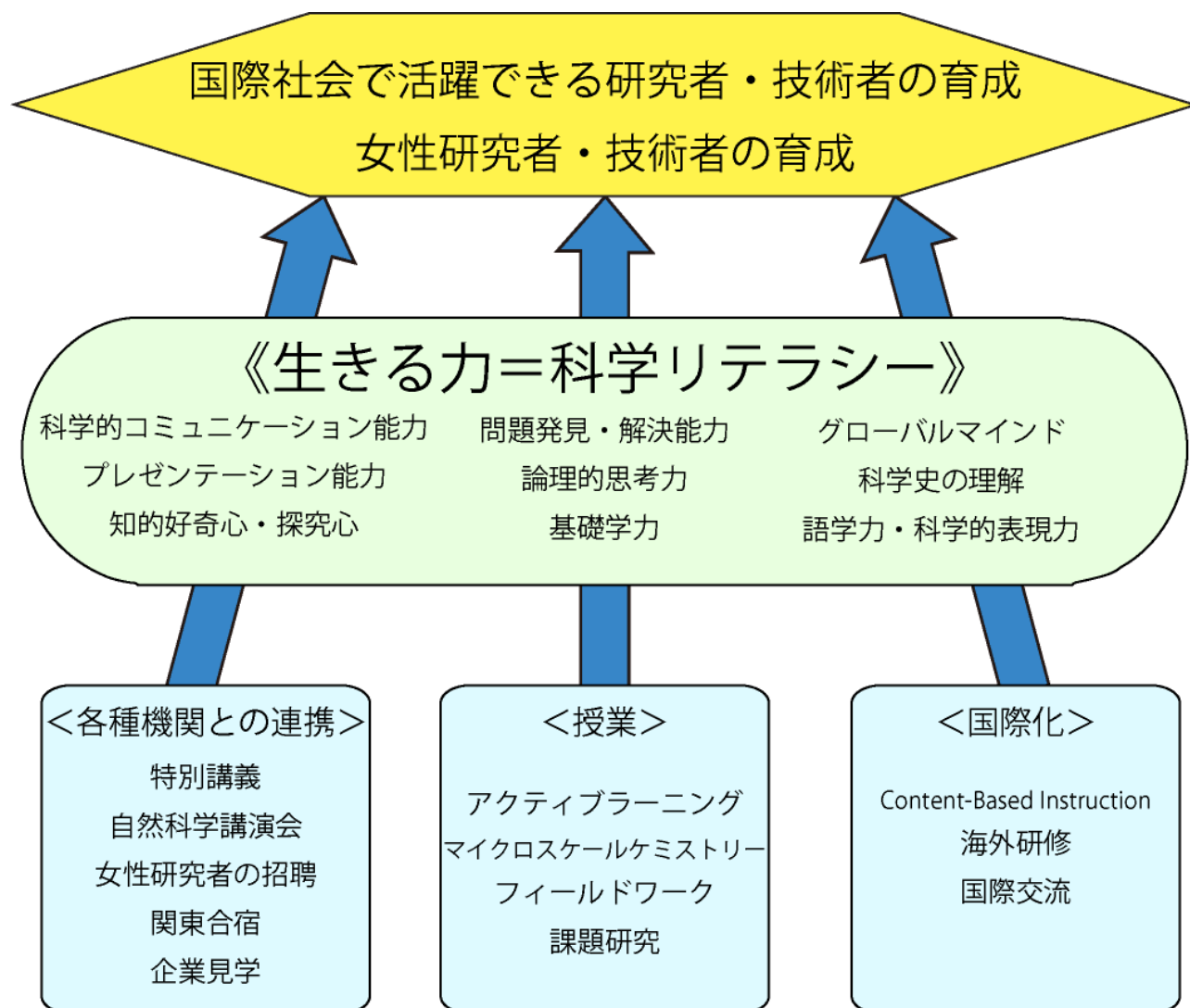
平成 22 年度入学生 普通科特別理科コースの教育課程表

教 科	標準 単位数	科目	単位数			
			1 年	2 年	3 年	計
国 語	4	国 語 総 合	4			4
	4	現 代 文		2	2	4
	4	古 典		3	2	5
地 理 歴 史	2	世 界 史 A	2			2
	4	日 本 史 B		2a	3a	0,5
	4	地 理 B		2a	3a	0,5
公 民	2	倫 理	2			2
	2	政 治 ・ 経 済			2	2
数 学	3	数 学 I	3			3
	4	数 学 II	1	3		4
	3	数 学 III		1	4	5
	2	数 学 A	1			1
	2	数 学 B		3		3
	2	数 学 C			2	2
理 科	2	理 科 基 礎			2	2
	3	物 理 I		3		3
	3	物 理 II			3b	0,3
	3	化 学 I	3			3
	3	化 学 II		2	2	4
	3	生 物 I		3		3
	3	生 物 II			3b	0,3
保 健 体 育	7~8	体 育	2	2	3	7
	2	保 健	1	▲		1▲
芸 術	2	音 楽 I	2c			0,2
	2	美 術 I	2c			0,2
	2	書 道 I	2c			0,2
外 国 語	2	オーラルコミュニケーション I	2			2
	3	英 語 I	3			3
	4	英 語 II		3		3
	4	リーディングⅠ			3	3
	4	ライティングⅠ		2	2	4
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
	◎	Advanced Science I		2		2
	◎	Advanced Science II			1	1
総合的な学習の時間			■	■	■	■
合 計			31	31	31	93
特別活動（週あたり単位数）			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」に振り替える。				

第2章 研究開発の内容

第2章 研究開発の内容

1 研究の概略図（グランドデザイン）



<SSH 年間タイムスケジュール>

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
I n t r o d u c t o r y S c i e n c e	校内研修			考える化学 ①② (笠先生)	考える化学 ③ (笠先生)			考える化学 ④ (笠先生)	考える化学 ⑤ (笠先生)	考える化学 ⑥ (笠先生)		CBI①② (澤田先生)	CBI①② (石井先生)	
	校外研修	理科基本操作①②③ (本校教員)		動物の脳と 行動 (伊藤先生)	生物の 多様性①② (伊藤先生)	大気・宇宙 (川村先生)		アクティブラーニングの 試行①② (本校教員)	生物の 多様性③ (伊藤先生)	マイクロス ケールケミ ストリー (高木先生)			からの構 造と機能を知 る (三木先生)	
A d v a n c e d S c i e n c e (試 行)	校内研修												クマノミの 性転換 (松本先生)	
	校外研修				関東合宿 事前研修	関東合宿 事後研修								
	自然科学講座 (試行)	オリエン テーション	物・化・生・数 講義・実験					物・化・生・数 講義・実験				バイオディ ーゼル燃料 (川浪先生)	レゴプログ ラミング ①②③ (富永先生)	
対象	全年											調査研究・発表準備	中間発表会	研究発表会
交流	他のSSH 指定校との				三本松高校 SSH 発表会 (1年)	横浜研修 (1年)				血液の流れ を探索 (大島先生)	磁石の秘密 を探索 (滝川先生)	ミドリムシ が地球を 救う! (出雲社長)		
部活動	理科系							希少糖 甲子園 事前研修 (化学部)						希少糖 甲子園 (化学部)
委員会	運営			第1回								第2回		

2010年度 1年「Introductory Science」

回	月日	学校行事等	講師	講座内容	会場
1	4月16日			オリエンテーション	
2	4月23日		化学科	実験の基本操作(化学)	
	4月30日	遠足			
	5月7日	体育祭			
3	5月14日		生物科	実験の基本操作(生物)	
	5月21日	第1回定期考査			
4	5月28日		物理科	実験の基本操作(物理)	
5	6月4日		香川大教育学部・笠先生	考える科学①	
6	6月11日		徳島文理大香川薬学部・伊藤先生	動物の脳と行動	徳島文理大
7	6月18日		香川大教育学部・笠先生	考える科学②	
8	6月25日		藤本先生	生物の多様性(事前研修)	
9	7月2日	第2回定期考査	香川大農学部・伊藤先生	生物の多様性①	
10	7月3日	土曜日	香川大農学部・伊藤先生	生物の多様性②	藤尾神社・香川大学農学部
11	7月9日		香川大教育学部・笠先生	考える科学③	
12	7月16日		秋田大学・川村先生	大気・宇宙	
夏 季 休 業					
13	9月3日		秋田大学・川村先生	化石・地質	
	9月10日	一高祭準備の日			
15	9月17日		愛媛県総合科学博物館・山根先生	地学特別講義①	春日川河口干潟
16	9月24日			OB研究者との懇談会	
17	9月29日		佐藤先生	アクティブラーニングの試行①	
18	10月1日		佐藤先生	アクティブラーニングの試行②	
	10月8日	第3回定期考査			
19	10月15日		香川大農学部・伊藤先生	生物の多様性③	
20	10月16日	土曜日	愛媛県総合科学博物館・山根先生	地学特別講義②	愛媛県総合科学博物館
21	10月17日	日曜日	愛媛県総合科学博物館・山根先生	地学特別講義③	愛媛県総合科学博物館
22	10月22日		香川大教育学部・笠先生	考える科学④	
23	10月29日		香川大教育学部・高木先生	イオン液体・マイクロスケールケミストリー	
	11月5日			9月29日の振り替え授業	
24	11月12日		片山先生	課題研究の試行	
25	11月19日		香川大教育学部・笠先生	考える科学⑤	
26	11月26日		香川大学工学部・岡本先生・鈴木先生	工学部体験	香川大学工学部
	12月3日	第4回定期考査			
27	12月10日		香川大教育学部・笠先生	考える科学⑥	
28	12月17日	成績会議		企業見学(三菱自動車水島製作所)	校外
	12月24日	全校集会			
冬 季 休 業					
29	1月14日		香川大学工学部・澤田先生	CBI	
30	1月21日	出願校検討会	香川大学工学部・澤田先生	CBI	
31	1月28日		香川大学工学部・石井先生	CBI	
32	2月4日		香川大学医学部・三木先生	からだの構造と機能を知る	
	2月11日	建国記念の日			
33	2月18日		香川大学工学部・石井先生	CBI	
	2月25日	第5回定期考査			
	3月4日	卒業式			
	3月11日	進級認定会議			
	3月18日	終業式			

2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

I 校内研修

理科基本操作

<化学>

1. 目的

実験で使用する器具の基本的な操作方法を習得する。

2. 概要

(1) テーマ：実験器具の操作方法

(2) 担当：片山 浩司

(3) 日時・場所：4月23日（金） 5, 6時間目（化学実験室）

(4) 実施内容

準備物：電子天秤，ガスバーナー，こまごめピペット，ふたまた試験管，ホールピペット，ビュレット，メスフラスコ

それぞれの器具に対して，操作方法を学び，すぐに操作してみるという手順で実習を行った。前半の電子天秤，ガスバーナー，こまごめピペットは使ったことがあるという生徒が多く，手順の再確認に終わったので，スムーズに進行した。それに引き替えふたまた試験管，ホールピペット，ビュレット，メスフラスコは，ほとんどの生徒が操作したことがなかったので，かなりゆっくり操作方法や注意点を確認しながら操作を行い，確実に使い方がマスターできるように工夫した。

<生物>

1. 目的

本校では，すべての生徒が2年次に「生物I」を履修し，その中で実習を通して顕微鏡操作を学んでいる。中学校で既に顕微鏡操作を学んではいるが，数人に1台という環境で実験を行っている学校がほとんどのため，知識はあっても実際には使いこなせない者が多数いるからである。

本来であれば，SSHの対象となっている特別理科コース1年生も，他の生徒と同様に2年次に顕微鏡操作を学ぶことになるのだが，これでは今年度のSSHの授業で顕微鏡を使用することが困難になる。そこで，理科基本操作の一つとして顕微鏡操作を取り入れ，早い段階でこれを学び，今後の授業に大いに活用できるようにした。

2. 概要

(1) テーマ：顕微鏡の使い方

(2) 担当：藤本 史代

(3) 日時・場所：5月14日（金） 5, 6時間目（生物実験室）

(4) 実施内容

準備物：顕微鏡，サンプル（ミドリムシ）

授業は100分（50分→休憩10分→50分）で，前半50分は「顕微鏡の基本操作」，後半50分は「顕微鏡を使った生物の観察」とし，操作の一手順ごとに「教員の説明→生徒の作業」を繰り返す形で進めた。説明は，スクリーンに生徒が使用する顕微鏡と同じものを提示して行い，さらに，生徒間の作業進捗の差をなくすため，3~5人の教員が机間巡視をして，全生徒が指定された作業を完了するまでは次の手順に進まないようにした。

2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

前半 50 分は、十分に時間をかけて行ったため、時間内に全ての生徒が作業を終え、顕微鏡操作が一人できるようになった。ピント合わせの練習用には、新聞紙のカラー広告を利用したが、その際、「印刷部分が数色の小さな点でできている」ことに驚き・感動する生徒が大勢いたのが意外であった。

後半 50 分では、プレパラートの作り方・スケッチの仕方を学習し、顕微鏡の視野の中では観察物がステージ上と反対方向に動くことを確認するとともに顕微鏡のテクニカルステージの機能を使う練習をするため、動く生物を観察する実験を行った。材料は、からだが緑色をしているため見つけやすく、比較的動きが遅いため追跡しやすい「ミドリムシ」とした。前半の授業で新聞紙を観察した際には、すぐにピント合わせができていた生徒でも、なかなかミドリムシが見つけれず、ここで予想より多くの時間を要した。この原因としては、①対象物が生徒のイメージしているものより小さく、プレパラート上のどこにあるか分かりにくいため探しにくい（見落としてしまう）、②用意したミドリムシ培養液の中に、ミドリムシの密度が低いものがあり、採り方によってはスライドガラス上に対象物が載らなかったことが考えられる。原因①に関しては、顕微鏡画面をスクリーンに投影する装置を利用する、②に関しては準備する培養液を工夫することで改善できるはずである。予想外の点はあったものの、時間内に全生徒がミドリムシの観察を終えることはできた。

授業実施前は、ミドリムシだけでは時間が余るのではないかという意見もあったのだが、実施してみると、丁度よい分量であったことがわかる。また、前半の授業について、生徒の到達度が、例年「生物 I」で実施している同様の授業（50 分・教員 1 名）と比べると明らかに高かったことを考えると、このような実習をする際には、今回程度の教員数・時間数が必要であることがわかる。

<物理>

1. 目的

さまざまな物理量を測定する際に、留意すべき基本的な事柄についての理解を深め、今後の実験・実習や課題研究で活用できるようにする。

2. 概要

(1) テーマ：1 物理量の測定

2 有効数字

3 ノギスの使い方

(2) 担当：佐藤 哲也

(3) 日時・場所：5月28日（金） 5, 6 時間目（理科実験室）

(4) 実施内容

準備物：ノギス、電子天秤、測定材料（フィルムケース）

フィルムケースを各班に渡し、測定できる物理量について考えさせた。質量、高さ、内径、外径、厚さ、底面積、容積など、さまざまな意見が出され、それらをノギスや電子天秤を用いて測定させた。測定値の読み取りの際に、目盛りの読み方として通常は最小目盛りの $\frac{1}{10}$ まで目測して読み取ることや、ノギスの仕組みと副尺の読み方や、視差、測定値の有効数字、精度、誤差、加減乗除の方法についての講義・実習をした。



2 研究開発の内容

(1)学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

Ⅱ 出張講義・校外教室

動物の脳と行動

1. 概要

(1)講師：徳島文理大学香川薬学部 伊藤 悦郎 教授

(2)日時：平成 22 年 6 月 11 日（金）13:30～15:30

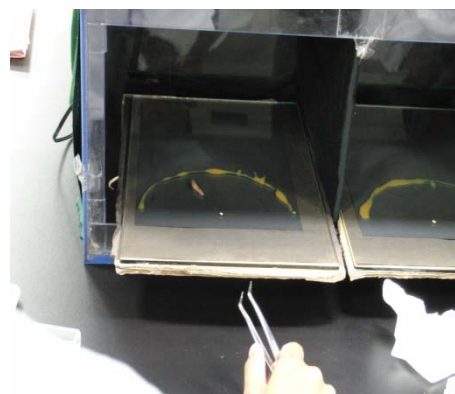
(3)場所：徳島文理大学香川薬学部実験室

(4)実施内容

徳島文理大学香川薬学部で、「動物の脳と行動（学習）」についての基本的な講義を受けました。その後、講義の内容に沿って、前日に「ニンジンジュースの臭い」と「嫌な薬品」とを関連づけて記憶させたナメクジが、その記憶内容を覚えているのかを確認する実験を行いました。

本来、ナメクジは暗いところとニンジンジュースを好むので、暗くした方に半円状に配置したニンジンジュースの方へ移動するはずですが、「ニンジンジュースの臭い」と「嫌な薬品」とを関連づけて記憶させたナメクジは、ニンジンジュースに近づかないはずですので、3分以内にニンジンジュースに到達したナメクジは記憶をしていない、3分以内にニンジンジュースに到達しなかったナメクジは記憶をしていると判定をしました。生徒にはどのナメクジが前日に「ニンジンジュースの臭い」と「嫌な薬品」とを関連づけて記憶させたナメクジかを知らされないまま一人が二匹ずつ判定を行い、クラス全員の結果を基に考察をし、統計学的にもナメクジが関連づけて記憶していたことが証明されました。

また、実験の待ち時間には、ナメクジの脳波測定の様子も見ることが出来ました。



2 研究開発の内容

(1) 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

近年、環境問題の一つとして「生物多様性の保全」に対する関心は国際的に高まっている。また、2010年は生物多様性条約第10回締結国会議（COP10）が日本で開催され、国内においても生物多様性の問題がこれまで以上に注目された。そこで、身近な生物であるアリに注目することによって、生物多様性の重要性を認識し、我々の身近に起こっている外来種問題に対する理解を深めることを目的とし、本講座を企画した。

2. 概要

(1) 講師：香川大学農学部 伊藤 文紀 教授

(2) 日時：平成22年7月2日（金）、7月3日（土）、10月15日（金）

（事前学習6月25日（金）担当：藤本 史代）

(3) 場所：生物実験室、藤尾神社、香川大学農学部

(4) 実施内容

講座は、特別理科コース1年生を対象とし、①生物多様性に関する講義と校内におけるアリの採集・同定、②校外におけるアリの採集・同定、③生徒発表と講座全体のまとめ、の全3回で実施され、さらに講座実施前に事前研修1回、講座第3回の前にプレゼンテーション準備1回を行った。講座（全3回）の講師は香川大学農学部の伊藤文紀教授にお願いし、その他は本校教員が担当した。

<事前研修（100分）>

本校内には何種類のアリが生息しているかを調べることを目的とし、班ごとにアリの採集・分類を行った。この時点では、アリに関する専門的な知識は全く持たない状態であったため、採集ポイントの選択、分類の仕方は生徒自らが考え、工夫しながら行った。合わせて、実体顕微鏡を用いてアリの観察・スケッチも行い、からだの構造的な特徴もつかんだ。

「アリは昆虫ですか?」「アリは、クロアリとシロアリの2種類ではないのか?」などという質問も出され、普段よく見かけるアリだが、生物としての特徴は意外に知られていないことがわかった。

後半には、講座で使用する採集用の道具（吸虫管）、標本保管ケースの作成も行った。

<7月2日：講座第1回（100分）>

前半は、伊藤教授による講義で、生物多様性とは何かを学んだ。後半は、事前研修で行ったスケッチに、アリを同定する上でポイントとなる構造が描けているか、生徒自身が行った分類は専門的なものとどこが違うのかといった点を確認しながら、アリの種類について学習した。事前研修で分類したアリは、図鑑で調べたり、TAの指導を受けたりしながら再度分類し直した。作業を通して、アリには非常に多くの種類があることを意識した。

また、道具を使ったアリの採集方法についても学び、校内で追加採集を行った。これによ

2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

て、自分たちでは気付かなかった場所にもアリは生息しており、場所によって生息するアリの種類が変わることを知った。

短時間の実習ではあったが、生徒はこれまでと違った着眼点をもってアリの観察ができるようになった。

<7月3日：講座第2回（1日）>

午前中、高松市西植田町にある藤尾神社でアリの採集を行い、午後は香川大学農学部でこの日採集したアリの同定を行った。

午前中の野外実習では、女子生徒が林の奥に入ることを嫌い道路沿いばかりで採集を行う傾向が見られた。また、雨が降っていたため、目に付く場所で活動するアリが少なかった。そのため、採集できたアリは予想よりも少ない数・種類となった。

午後については、アリの同定に予定より多くの時間を費やしてしまい、当初計画されていた「高校の校内で見られたアリの種類との比較および考察」まで行うことができなかった。時間を費やした原因としては、TAとして生徒の指導に当たった大学生の同定能力が十分ではなかったことが挙げられるが、本校の引率教員も事前研修によって、ある程度同定ができるようになっておく必要があったのではないだろうか。

ただ、この予想外の出来事のおかげで生じた余白時間に、普段は公開していない香川大学農学部のアルゼンチンアリ飼育施設や研究室の見学をすることができ、これから進路を考える生徒にとっては貴重な体験となった。また、アリの餌として研究室で飼育されていたマダガスカルゴキブリを見ることで、ゴキブリの多様性も知ることができた。女子生徒数名が、このゴキブリを学校に持ち帰って飼育しているが、これは全く想定外の出来事で、生徒の興味の対象に大変驚いた。

この日にできなかった調査結果のまとめと考察については宿題とした。

<プレゼンテーション準備（100分）>

表計算ソフト・プレゼンテーションソフトの使い方を簡単に学習し、次回の発表会に向けて班ごとにプレゼンテーションの準備を行った。「どのように結果をまとめるか」また「そこからどのような考察ができるか」については、例をいくつか示すだけにとどまり、個別に細かく指導することまではできなかった。

<10月15日：講座第3回（100分）>

前半40分程度を利用して、前述の宿題の発表会を行った。どの班もよくまとめられていたのだが、考察が「自然豊かな場所ではアリの種類が多い」というただ一つの点に偏っており、同じような内容を繰り返し聞く形となってしまったのが残念である。事前に与えた考察ポイ



2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

ントはいくつかあり、その中から一つを選択するようにしていたのだが、最も考察しやすい項目ばかりが選ばれたようである。自由選択にせず、班ごとに指定した考察項目を与えた方が、発表会がバラエティーにとんだものになったのではないだろうか。生徒のしていなかった考察については、講評の際、伊藤教授に補足していただいた。

後半は、伊藤教授から、専門的なデータ処理の方法・データの見方を教わり、生徒自身の手で再度データがまとめ直された。数式を利用しながらのこの作業は、生徒に「本格的な研究」に関わっているという印象を強く与えたようである。

最後に、伊藤教授より「アルゼンチンアリ・モニタリング調査」の話があり、自宅周辺・通学路等でアリを採集するという宿題が出されたが、提出率は非常に低かった。アリの活動時期を過ぎていたため見つかりにくかったというのが原因の一つとして考えられるが、生徒の取り組み方にも問題があったのではないかと思われる。時間をかけ、様々な手法を用いて熱心に探したけれど見つからなかったという結果ではないからである。環境問題に対し、「一人ひとりの心がけが大切」と机上では述べられるのだが、行動は伴っていない。このような受動的態度をいかに積極的なものにしていくかが今後の課題である。

2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

Ⅱ 出張講義・校外教室

大気の運動・地球構成物質の探究

1. 概要

(1) 講師：秋田大学教育文化学部 川村 教一 准教授

(2) 日時：平成 22 年 7 月 16 日（金）、9 月 3 日（金）

(3) 場所：理科実験室

(4) 実施内容

< 7 月 16 日（金）「講義テーマ：大気の運動」 >

1 時間目大気科学探究入門ということで、雪の結晶を実際につくることを体験した。改造したペットボトルの中に、生徒の髪の毛をぶら下げ息を吹き込み、ドライアイスで周囲を冷却する(図 1)と、1 時間程度の時間はかかるがペットボトルの髪の毛に付着した雪の結晶が得られ、時間とともに成長した(図 3)。とても小さくはあったが、生徒は興奮気味であった。

2 時間目は、宇宙科学探究入門ということで、帰還したばかりの話題性に富む小惑星探査機はやぶさをテーマに取りあげた(図 4)。はやぶさ生みの親である JAXA の川口淳一郎教授に関する話題や小惑星イトカワおよび回収されたカプセルについての興味深い解説が行われた。(図 1 雪の結晶作成解説図)(図 2 制作の様子)(図 3 ペットボトル内にできた雪の結晶)(図 4 はやぶさ)

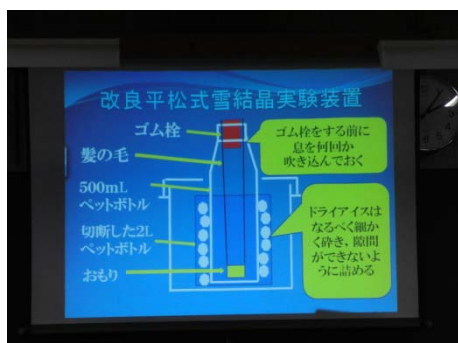


図 1 雪の結晶作成解説図



図 2 制作の様子



図 3 ペットボトル内にできた雪の結晶

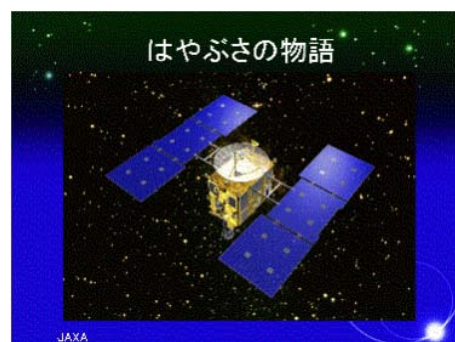


図 4 はやぶさ

2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

< 9月3日(金)「講義テーマ：地球構成物質の探究」 >

1時間目は、固体地球物理学探求入門ということで、堆積岩中の化石を実際に取り出して観察した。ハンマーの使い方の注意を受け、砕くときは眼の防護グラスを着けた。廊下のコンクリートの上で、生徒が1人1個ずつ岩石標本をハンマーで少しずつ砕いた(図5)。その騒音と生徒の歓声はかなりのものであった。ある程度化石が露出したら、簡単にスケッチ・記載した(図6)。その後、「アンモナイトとは何だろう」というテーマでアンモナイトの構造や多様性の変動の講義を受けた。



図5 砕いた岩石を生徒に
解説している川村先生

2時間目は、化石の定義から始まり、動物・植物の変動についての講義が行われた。また、白亜紀の恐竜などの大量絶滅の原因をデータをもとに解説された。次いで、地層の年代を決定する方法として、地層中に含まれる火山灰を用いる方法が紹介された。さらに、阿蘇山からの噴出物地層に含まれる火山灰標本の成分の特徴から、阿蘇山のどの地域からのものかを推定する実習を行った。(図5 砕いた岩石を生徒に解説している川村先生)(図6 露出したアンモナイト化石)



図6 露出したアンモナイト化石

3. 検証

講義・実験内容は分かりやすく面白かったという感想が多いにもかかわらず、今回の内容をもっと知りたいか？もっと調べたいか？興味関心が増したか？という質問に関しては、否定的な意見が多く、受け身の態度の生徒が多いという結果となった。生徒の積極的な姿勢を引き出す内容に変える必要があるのかもしれない。

2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

Ⅱ 出張講義・校外教室

イオン液体の科学・マイクロスケールケミストリー

1. 概要

(1) 講師：香川大学教育学部 高木 由美子 准教授

(2) 日時：平成 22 年 10 月 29 日（金）5, 6 時間目

(3) 場所：化学実験室

(4) 実施内容

<① 日本人ノーベル賞受賞者>

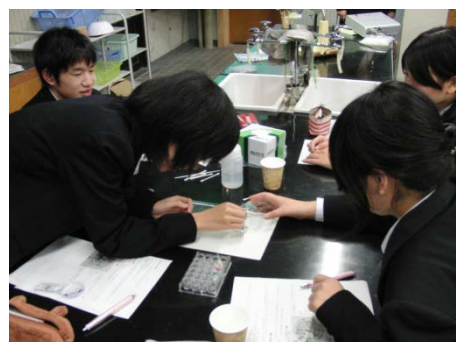
本年、3名の日本人研究者がノーベル賞を受賞した。その中で、鈴木章先生と根岸英一先生の受賞を取り上げ、授賞理由となった「有機合成におけるパラジウム触媒クロスカップリング」についてわかりやすく解説した。ノーベル賞の選考過程や、生存者にしか授与されないことにも触れた。

<② 環境にやさしい有機合成(I) イオン液体の科学>

イオン液体とは、イオン性物質でありながら、常温で液体になっている不思議な物質である。従来、有機合成には有機溶媒が用いられてきたが、近年になってイオン液体を用いた有機合成が注目されてきており、イオン液体の性質や用途、利用法について解説した。

<③ 環境にやさしい有機合成(II) マイクロスケールケミストリー>

環境に留意して行う実験(グリーンケミストリー)の手法の一つである、マイクロスケールケミストリーを利用した実験を行った。マイクロスケールケミストリーでは、実験のスケールを「一滴サイズ」まで小さくするため、試薬の量が少なくてよく、実験が短時間で終わり、廃液が少ないため環境に優しく、事故が起こっても危険性が低くなるなど、メリットが多い。今回は、シャーレの上でNO_xを発生させ、大気汚染のモデル実験を行った。



2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

II 出張講義・校外教室

工学部体験

1. 概要

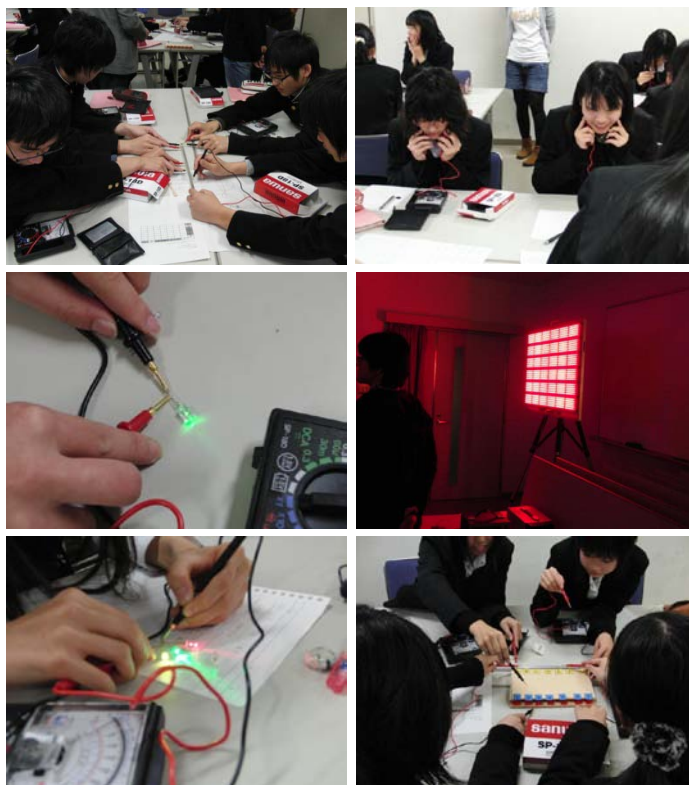
(1) 講師：香川大学工学部 岡本 研正 教授
鈴木 桂輔 准教授

(2) 日時：平成 22 年 11 月 26 日（金）

(3) 場所：香川大学工学部

(4) 実施内容

岡本研正教授：テスターを用いて純水や塩水、硬貨、肌、アルミニウムの棒の抵抗値を調べた。塩水は流れるが純水では流れないことや、アルミニウムが酸化され表面に被膜ができるとアルミニウムの棒でも流れないところがあることを確認した。次に、発光ダイオード（LED）を用いて、順方向では点灯するが、逆方向では点灯しないことを学んだ。赤、黄、緑の LED を点灯させたり、直列につなげたりしながら楽しむことで、LED に対する興味関心がかなり高まっていった。最後は光通信を用いて音や映像の通信を実演し、生徒達からは驚きの声が上がった。また、テスターを用いたゲームなども行い、楽しい 1 時間となった。



鈴木桂輔准教授：研究室で製作したドライビングシミュレーションや、義足の装着，障害者に優しい車いすの操作を体験した。また，電気自動車の走行やリモコンカーの操作を見学した。



2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

II 出張講義・校外教室

からだの構造と機能を知る

1. 目的

ヒトとラットは生物としての基本構造は同じであり、ラットの解剖を通してヒトの構造も理解すること。また、いのちの尊厳を認識すること。この2点を学習到達目標として講義を聴講し、実習を行った。

2. 概要

(1) 講師：香川大学医学部 三木 崇範 准教授

(2) 日時：平成 23 年 2 月 18 日（金）

(3) 場所：化学実験室

(4) 実施内容

講義では、心臓・肺・食道・胃・小腸・十二指腸・大腸・胆嚢・肝臓・すい臓・脳と脊髄・腎臓と膀胱・生殖器の構造と働きを具体的に聴講した。次にラットの解剖の手順（疼痛を回避し、迅速に安楽死に至らせるにはどうすればよいか）について聴講した。至適麻酔量は 7% 包水クラロール 0.7mL/100g 体重である。その後、1 班に 1 人の TA がつき、胸部ろっ骨を取り除き、心臓の拍動を観察、その後の臓器を観察しやすくするために心臓に針を刺し脱血（図 1）した。その後は、生徒が胸部、腹部、頭部を順次解剖し、上記の臓器を一つずつ取り出し、その構造を確認した。

生徒は初めての解剖であったが意欲的に取り組み、2 時間の予定を大幅にオーバーして、3 時間を超える実習となった。動いている心臓からの脱血、胸郭を開いたとたんにぺちゃんこになる肺、長い小腸、太く大きい盲腸、大腸では水分が吸収されて糞がつけられていた。（胃から大腸まで：図 2）また、肺からつながる環状に模様が入った気管、その裏にあった食道、大きな肝臓など非常に分かりやすかった。すい臓だけはヒトのそれと異なり、非常に小さく判別がつきにくい状態であった。また、生殖器については子宮に特徴があった。Y 字型で、その中にこどもが何匹もつくられるらしい。おもしろい構造をしていた。頭蓋を取り除いての解剖では、大脳の前方に大きな嗅球があるのが特徴である（図 3）。さすがネズミ、においに敏感なのであろう。視交叉もよく分かった。

外見がヒトと非常によく似た臓器もあり、大きく異なるものもあったが、ほ乳類として大まかな構造は一致しており、自分の体の内部が見て取れたような気がする。

なお、実験動物としてゆくゆくは廃棄処分のラットを使った実験とはいえ、実際に生きている生物を実験のために殺すことは命



図 1 脱血



図 2 胃から大腸まで



図 3 大脳、小脳、嗅球



図 4 真剣な実習

2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

の尊厳を認識することにつながり、これらの動物によって新薬が開発されるなど、人間のために多くの命が犠牲になっていることも再認識することになった。決して安易な気持ちで動物を殺すことがないようしなければいけないし、実習では十分に観察、研究することで実験動物に感謝の意を捧ぐことになることを理解した本時の内容であった。(図 4)

2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

Ⅲ 地学特別講義

化石から探るむかしの地球

1. 目的

本校では地学の授業が開講されておらず、生徒が進路を選択する上で、地学分野の情報が非常に少ないということもあり、興味ある生徒の進路が閉ざされている可能性も否定できない。また、平成 14 年度からグループ毎に自主的にテーマを設定し、より発展的な課題研究を行い、年度末には校内で研究発表会を行っているが、地学分野については専門の教員がいないため実施できていないのが現状である。

そこで、今回は地層や化石を調査研究することにより、過去の地球の様子を知ることができることを学び、大地の成り立ちについて理解を深めることを目的として、実験・実習を中心とした講義を計画した。また、博物館の学芸員が講義を担当することで、研究者を身近に感じ、自然科学の研究の内容や手法に触れることができることも生徒の進路選択の中で影響を与えると考えた。

2. 概要

(1) テーマ：「化石から探るむかしの地球 ―古環境を調べる―」(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)

(3) 日時・場所：9 月 17 日 (金) (春日川河口干潟および本校実験室)

10 月 16 日 (土) (愛媛県総合科学博物館)

10 月 17 日 (日) (愛媛県総合科学博物館)

(4) 実施内容

< 第 1 回：9 月 17 日 (金) >

引率者：川又明德 (愛媛県総合科学博物館)、佐藤哲也、片山浩司、伊賀史朗、蓮井京、木村晋也、川西陽子、藤本史代、高田和俊 (以上本校教員)

移動方法：自転車

準備物：

(現地) 長靴、帽子、手洗い用の水 (ペットボトル)、ビニル袋、エタノール

(学校) ふるい (目の大きさ 106[μm])、ホース、バット

香川県高松市の春日川河口干潟において、試料として底質を採取した。エタノールで採集した底質中の貝類を固定した。その後学校に持ち帰り、ふるい入れ水洗いし、余分な砂や泥を洗い流して乾燥させた。また、干潟での実習ではそこに生息する生物を観察し、現在の環境を確認した。



2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

<第2回：10月16日（土）>

引率者：佐藤哲也，片山浩司，森雅登，木村晋也

移動方法：バス

午前：博物館講義

○講義1「博物館入門」岩田憲二学芸課長

博物館の機能や役割，また学芸員の仕事や適性についての講義を受けた。

○講義2「バックヤード見学」山根勝枝主任学芸員，小林真吾専門学芸員

博物館では様々な常設展示や企画展示を見学することができるが，博物館の資料収集・保管や調査研究といった通常では一般の目に触れないバックヤードの見学をした。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課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。

○講義3「学芸員の仕事」小林真吾専門学芸員

小林学芸員の研究テーマである愛媛県の植物・藻類・菌類の紹介があり，中でもミズスギナやオオカワトンボやオオササエビモなどの絶滅危惧種の保全に関する研究について詳しく説明を受けた。



午後：古環境を調べる

準備物：第1回で採取した試料，微化石の入った試料（唐浜層群），実体顕微鏡，拾い出しトレイ，薬さじ，2穴スライド，面相筆，水，キムワイプ，ワークシート

古環境の調べ方について，その手順や観察する生きものと今回使用する唐浜層群の説明の後，実体顕微鏡を使って，試料（唐浜層群）から微化石を拾い出し，貝化石の分類をした。同様の作業を第1回で採取した試料を使って行い，介形虫類や有孔虫類の現生の貝類と貝化石との比較により，現在の環境から古環境を考察した。



2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

< 第3回：10月17日（日） >

引率者：佐藤哲也，片山浩司，森雅登，木村晋也

移動方法：バス

午前：三葉虫の生態を考察する

準備物：三葉虫化石，ケント紙

三葉虫の化石を観察し，生徒1人ずつスケッチをしてその特徴を捉え，各グループ毎に意見交換をしながら，以下の3つの課題について仮説を立てた。

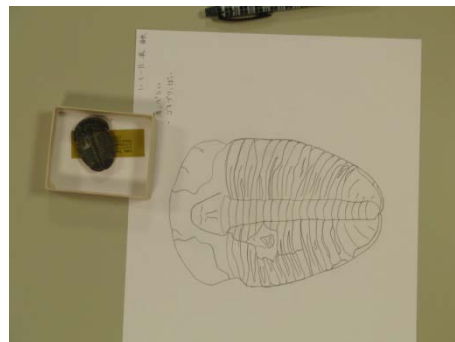
課題1「三葉虫はどんな生きものの仲間か？」

課題2「三葉虫はどんな目をしていたか？」

課題3「三葉虫はどこに棲んでいたか？また，天敵からどうやって身を守っていたか？」

各グループの仮説をいくつかの化石（ファコプスの複眼・目が出ている標本，丸まった標本，棘のある標本）で検証した。

午後：博物館・プラネタリウム見学



2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

IV 企業見学

三菱自動車水島製作所

1. 概要

(1) 引率教員：林 義隆，片山 浩司，佐藤 哲也，高田 和俊

(2) 日時・場所：12月17日（金）（岡山県：三菱自動車水島製作所）

< 日程詳細 >

12:45 バス一高出発

13:45 三菱自動車水島製作所着到着後 PR センターへ。ここでトイレを済ましておく。見学まで PR センター見学(図 1)，見学の諸注意

14:00 工場見学（約 50 分）プレス工場，溶接ライン，組立ラインを見学するので車の製造工程がよくわかる。

15:00 ビデオ視聴（製造工程について約 20 分・電気自動車について約 10 分）

15:30 質疑・応答

15:45 水島製作所出発

16:45 一高着解散

（※12月6日(月)：事前見学教員 2 名(片山・林)が，14:00 より水島製作所を見学し，その後打ち合わせ。その際，生徒からの質問事項を事前に連絡することになった。）

(3) 実施内容

準備物：帽子（溶接ライン見学時の火の粉を防ぐため），雨具，筆記用具，クリップボード

注意事項

- ・昼食は出発までに終わらせておくか，バスの中で摂ること。
- ・実際の工場内を歩くので，部品運搬車などに気を付け，必ず決められた範囲を歩くこと。
- ・工場内に飲食物を持ち込まないこと。
- ・工場内はデジカメ等による撮影は厳禁（PR センター内は可）。

カメラの持ち込みは不可だったので，画像はない。工場内はかなりの騒音でガイドの声は近づかないと聞こえなかった。所々で停止・集合して説明がなされ，質問も受け付けられてた。3m 以上の大きさがあるロボットアームによる溶接や組み立て見学では，生徒は特に熱心に観察していた。水島製作所は，他のメーカーの工場とは異なり，1つのラインで様々な車種を製造しているので，単調にならず逆に見学にはよかったかもしれない。



図1 水島製作所 PR センター

2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

ビデオ視聴後の質疑応答

事前に伝えていた生徒からの質問事項について、先に回答があった。

【自動車製造に関して】

- ・ 自動車をつくるのに、どれくらいの費用がかかりますか。
- ・ 自動車を1台製造するのに、どのくらいの金属が必要ですか。
- ・ 1台の自動車にベアリングは、何個くらい使われているのですか。
- ・ 自動車を構成するパーツの誤差は、どれくらいまで許されるのですか。
- ・ 自動車の中で一番精密なところはどこですか。
- ・ 組立でロボットが多く使われているが人がするのと比べ時間や精巧さはどう違うか。
- ・ 検査の時点で、異常を発見した場合、その自動車はどのように対処されるのですか。
- ・ 新素材の「グリーンプラスチック」とは具体的にどのようなものですか。

【電気自動車に関して】

- ・ 電気自動車の充電の仕方を教えてください。また、長時間充電は電気代がかなりかかるのか。
- ・ 急速充電器は、どのようなところに配置される予定ですか。また、中・四国ではどのくらいの数になるのか。
- ・ 電気自動車は、環境にやさしいが電気を作るのに排気ガスなどたくさん出るのではないか。
- ・ 電気自動車が、一般的に使われるようになることで起こるデメリットは何ですか。また社会はどのような変化がありますか。
- ・ 電池セル（リチウムイオン）のみ交換できるのか。
- ・ 電気自動車の寿命はどのくらいか。

アンケート結果

見学自体は面白かったという感想が多いが、まだ1年生なので物理分野も学習しておらず、授業との関係性は低かった。

2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

V 考える科学

考える科学（全6回）

1. 目的

課題研究を進めていく中で、仮説・予想を立てたり、実験条件を制御したり、実験結果を様々な角度から考察したりする科学の方法の習得を目的とした。

前半は「仮説を立てることの大切さ」や、「科学的な考え方」、「公正な実験の方法」、「変数」、「変数の制御」など簡単な教材や実験を通して楽しく、具体的に学んだ。後半は科学的な方法の一部である「相関性」や「サンプリング」、「確率」などの統計学の基本を学んだ。

2. 概要

(1) 講師：香川大学教育学部 笠 潤平 教授

(2) 場所：理科実験室

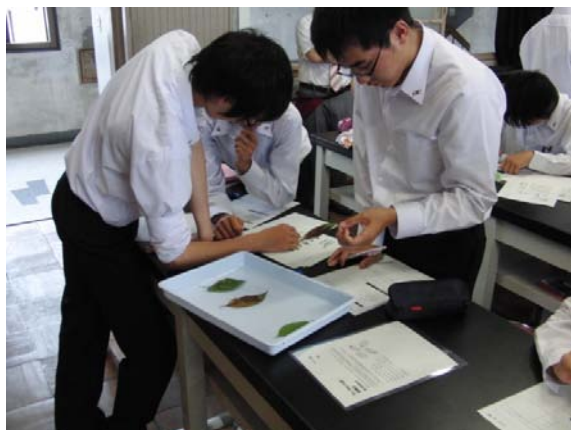
(3) 実施内容

<第1回「変数」>6月4日（金）

科学者がどんなことを考えているかを「ダイコンの観察」などの簡単な事例をもとに学んだ。眼に見える現象に<気づく力>、その現象を物理法則などの科学的な観点から<理解する力>、さらに現象を疑問に思い、自ら仮説・実験を行う<自分で探求する力>を養うことの重要性を知った。探求実験の基本である「変数」の基本について学んだ。また、予想を立てたり問題を解いたりするときに、どのように科学的な考え方や数学的な考え方を使うかを調べるためのローソンの教室用科学的推論多岐選択テストを行った。

<第2回「変数同士の関係」>6月18日（金）

「ばねばかりと滑車」、「グリセリンと葉っぱ」、「異なる容器の水位」、「身長と体重」という5分程度の実験を行い、入力変数・結果の変数を見つける訓練をした。生徒は質的な変数と定性的な定数の違いに苦労していた。また、異なる変数に関係性があるのかを判断する訓練も行った。学校の授業では変数間に関係があるものしか扱ってこなかったため、楽しんで実験を行っていた。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。



2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

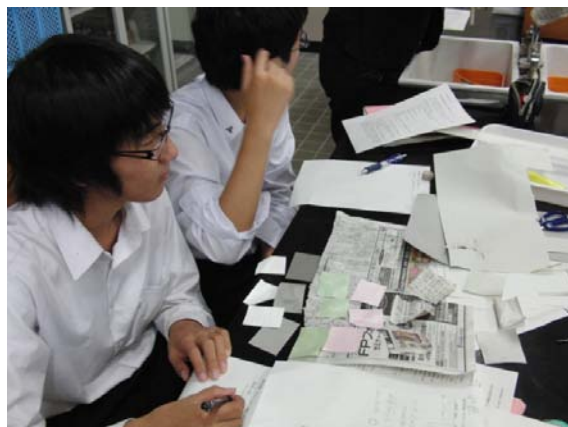
<第3回「フェアテスト」>7月9日（金）

求める結果を得るため、変数を制御する方法を学んだ。条件をどう変えればいいかを事前に各班ごとに考えておいて、時間の関係で代表的なものに絞って行った。酵母菌の発酵実験を行った。砂糖の有無と水温を変数とし、発酵の仕方によどのような影響があるか観察した。そのとき、実験に使う試験管の本数は何本あればよいかなど生徒に考えさせながら行った。また、先にミルクを入れた紅茶と、先に紅茶を入れた後にミルクを入れたものを合計5杯用意し、飲み比べて当てる実験も行った。何問正解すればミルクを入れた順序を判断出来ているといえるかを考察した。当てずっぽでも当たる「確率」を求め、何問正解すればフェアなテストといえるのか確認した。



<第4回「探求実験」>10月22日（金）

与えられたテーマに対して班ごとに議論し、仮説を立てながら自分たちで結論を出す探求実験を初めて行った。テーマは「なぜ紙にのりをぬるとしわが出来るのか」という身近な疑問だった。方法が書かれたプリントなどは一切なく、テーマが途中で変わってもいいということで、自分たちで変数を見つけながら楽しく行っていた。変数として、紙の素材や大きさ、のりの塗り方などを変えるだけでなく、なぜ風呂に入ると手にしわができるのかと新たなテーマを作るなど豊かな発想で臨んでいた。



2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

<第5回「サンプリング・相関性」>11月19日（金）

紙袋を池、袋の中の大量の紙切れを魚とし、池の中に何匹の魚がいるのかを調べる方法を考えた。一匹ずつ捕獲する方法では時間がかかり、実際の池では全てを捕らえることが難しい。一定の体積当たりの魚を数を調べる方法では、池の構造によっては偏りが生まれる。サンプリングによって魚の数を数えた結果と、すべてを数えた結果がほぼ同じことから、サンプリングの有用性を理解した。次に、ニンジンにグロカーロを入れると成長がどうなるかという事例をもとに「相関性」について学んだ。正の相関・相関がない・負の相関という言葉



を簡単な事例から理解した。

<第6回「相関性」>12月10日（金）

コレラとジョン・スノウの事例から、原因を探るために変数を制御し、相関性を調べる必要があるわかった。また、たばこや地球温暖化問題から相関性があればその因子と結果には必ず因果関係がある、というわけではないという科学的な考え方も学んだ。さらに、相関関係がにあるとき、グラフで表すとどのような形になるのかを予想した。一次関数や二次関数、原点を通るかなど様々な意見が出たが、Excelを用いて正確なグラフを書き、相関関数を求めた。



2 研究開発の内容

(1)学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

V 考える科学

課題研究の試行

1. 概要

(1)テーマ：「水溶液の電気の流れ方にどんなことが関係するか調べてみよう！」

(2)担 当：片山 浩司

(2)日 時：11月12日（金） 5,6時間目

(3)場 所：化学第一実験室

(4)実施内容

まず、4人の班の中で水溶液の電気伝導性と関係がありそうな事柄をできるだけ多く考え、各班の代表が発表しました。

出てきた事柄

- | | | |
|--------|--------|---------|
| ・濃度 | ・電圧 | ・溶質の種類 |
| ・温度 | ・極板の種類 | ・極板間の距離 |
| ・イオンの量 | ・pH | |



図1 各班から出てきた項目

上記の項目の中で、実験室の器具で確認できそうなものを示し（濃度、電圧、温度、極板間の距離）、その中から班毎にテーマを決めそれらの事柄と電気伝導性についての関係性を実験を通して確認した。

実験方法も各班の仮説に基づきながら班員と討論しながら決定しました。うまくいかない場合は方向性の修正を行いながら、2時間でレポートまで完成させました。



図2 極板の距離と電気伝導性



図3 温度と電気伝導性の関係



図4 濃度と電気伝導性の関係

2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

VI CBI

CBI (Content-Based Instruction)

1. 目的

数学や理科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：「英語による数学の表現方法」(全2回)

(2) 講師：香川大学工学部 澤田 秀之 教授

(3) 日時：1月14日(金), 1月21日(金)

(4) 場所：理科実験室

(5) 実施内容

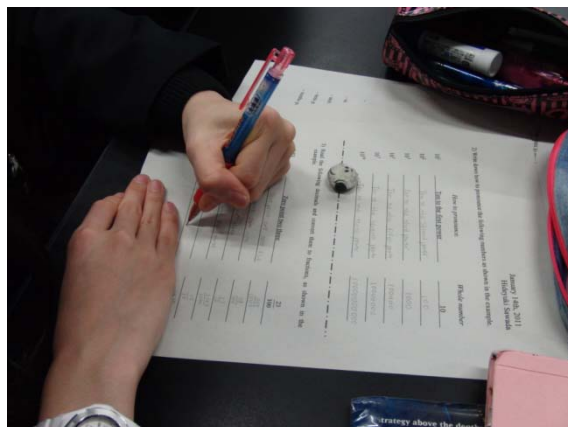
<1日目1月14日>

数学で使う基本的な英単語を学び、加減乗除や小数、分数、累乗を英語表現で練習した。日本語では当たり前のように使える数学の表現を英語で行うことは難しかったが、授業のほとんどを英語で行うので、生徒は集中力を切らさずに取り組んでいた。そのためポスターに書かれた数式を英語で読む練習に最初は時間がかかっていたが、授業の後半になるとすらすら読めるようになっていた。



<2日目1月21日>

前回と同じ形式で単語の学習をしたあと、前回より高度な、錯角・鈍角などの角度に関するものや棒グラフや円グラフ、行や列など図表に関するものを学んだ。関数を使った問題、二等辺三角形や直角三角形など幾何学の問題、温度を使った問題の英語表現には悪戦苦闘しながら挑戦していた。



2 研究開発の内容

(1) 学校設定科目『Introductory Science』での取り組み

3. 概要

(1) テーマ：「英語による化学の表現方法」(全2回)

(2) 講師：香川大学工学部 石井 知彦 教授

(3) 日時：1月28日(金)、2月18日(金)

(4) 場所：ホームルーム教室

(5) 実施内容

<1日目1月28日(金)>

海外でコミュニケーションを取るために大切なことから始まった。1. 学問としての英語を身につけることに加えて「文化」としての欧米スタイルを真似する。2. 「相手に伝えたい、コミュニケーションを取りたい」という気持ち。3. 会話の中では、恥をかくことを恐れない。文法の間違いを気にしない。発音の誤りを気にしない。単語の誤りを気にしない。4. 日本国内では、日本人らしく謙虚に振る舞う。欧米では、欧米人らしく堂々と振る舞う。



次にポスターを用いて、鉱物名や人、地名が語源の元素、色や特徴が語源の元素、勘違いや誤解が語源になっている元素等について英語で紹介した。

最後に表を用いて、数字の表現や元素名について学び、次回までに各自好きな元素について発表が出来るように準備しておくことが宿題として出された。

<2日目2月18日(金)>

原子の構造について既習内容を確認後、「核」「殻」「陽子」「中性子」「電子」「質量数」といった用語の英語表現を学んだ。次に電子配置について高校での学習内容と大学で学ぶ内容を関連づけて説明した。また、留学時の経験から国名や首都名など日本語と英語では違うことが多く、切り替えが必要だということを伝えられた。



後半は前時に宿題として出されていた好きな元素について英語で発表した。発表後は、英語での質疑応答を行うなどコミュニケーション力を高めた。

最後に大切なことは失敗や間違いを恐れないことだと言うことを生徒達に熱く語って講義を終えた。



2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

I 自然科学講座

自然科学講座

1. 目的

平成 14 年度から本校の理科・数学教員が週 1 回放課後に、直接教科書とは関係のない発展的な内容で自然科学実験講座を実施している。受講生徒全員が、物理分野、化学分野、生物分野、数学分野に関する実験講座を受講することで、自然科学に対する幅広い興味・関心を高めることを目的とする。

また、それらを通して興味・関心の高まった分野について課題研究をすることで、科学の方法を習得することを目的とする。

2. 概要

2 年生の特別理科コースの生徒と理系の希望者は毎週水曜日の課外時間に「自然科学講座」として来年度以降の「Advanced Science I」「Advanced Science II」実施に向けて課題研究の試行を行った。

4 月から 11 月の間、少人数の班に分かれて物理「ホログラムの制作」、化学「リモネンの抽出」、生物「バイオリクターの制作」、数学「鏡を使った反射実験」の各講座で実験や実習に取り組んだ。

12 月から興味を持った分野に分かれ、3～5 人の班をつくり本格的な課外研究に取り組んだ。各班ごとに研究費として約 1 万円が使えるので多様な実験ができたこともあり、課外の時間だけではなく、昼休みや放課後、休日を利用して研究に取り組んでいた。また、研究に並行して論理的な発表ができるよう、プレゼンテーションの資料やレジユメの作成にも取り組んでいた。

1 月 19 日の中間発表会は、17 班が発表 4 分、質疑応答 4 分でプレゼンテーションをパソコン教室で行った。参加者は自然科学講座参加生徒と理系教員のみで、発表しやすい環境の中で各々の研究内容を共有した。テーマは物理分野「電磁誘導」「虹」「ヘリウムガス」「ガウス加速器」化学分野「希少糖と化粧水」「Okcal の甘さの秘密～甘さのは女の敵じゃない!?～」 「インクの抽出」「The うまみ」「ビタミン C の破壊を防ぐ方法」「希少糖による消化酵素の働きの障害」生物分野「植物解体新書」「菌のカービー」「プラナリアの記憶移転」「ゴキブリの再生ーみんなゴキブリをきらわないでー」「粘菌ですよ!」「ちっちゃき血ー」数学分野「教具の可能性」となった。質疑応答では教員だけでなく、生徒からも多くの質問があり、予定時刻を 1 時間以上超えるほど盛り上がった。

3 月 16 日の研究発表会は、発表 8 分、質疑応答 2 分でプレゼンテーションを校内のムジカホールで行った。参加者は中間発表参加者に 2 年生理系生徒・1 年生特別理科コースが加わった。中間発表で指摘されたことの修正や研究を深めていただけでなく、発表態度や完成度も向上していた。また、今回はジャッジをつけ、上位の班は校外で行われる発表会で発表を行うことになっている。ジャッジの基準は「研究のバックグラウンドとなる知識や法則の理解度」「プレゼンの完成度・発表コミュニケーション力」「必要なデータ数、再現性、適切なデータ処理と分析」「着眼点、理論の展開」の 4 項目とし、各 5 点の 20 点満点で判定した。最優秀賞は「プラナリアの記憶移転」となった。



2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

平成22年度 自然科学講座 年間計画

(原則として、水曜放課後に実施)

回	月	日	学習テーマ	学習活動
1	4	2 1	オリエンテーション	目的を知る
		2 8	月末大掃除	
	5	5	こどもの日	
		1 2	考査発表中	
		1 9	第1回定期考査	
		2 6	総体前	
	6	2	総体前	
2		9	①化(A)・生(B)・物(C)・数(D)	講義・実験
3		1 6	第2回学力：①化(A)・生(B)・物(C)・数(D)	講義・実験
		2 3	考査発表中	
		3 0	第2回定期考査	
4	7	7	壮行会：②化(B)・生(C)・物(D)・数(A)	講義・実験
5		1 4	高校野球のため中止	
夏休み				
	9	1	一高祭準備	
		8	一高祭準備	
		1 5	月曜日の時間割	
6		2 2	②化(B)・生(C)・物(D)・数(A)	講義・実験
		2 9	考査発表中	
	10	6	第3回定期考査	
7		1 3	③化(C)・生(D)・物(A)・数(B)	講義・実験
		2 0	成績会議	
8		2 7	③化(C)・生(D)・物(A)・数(B)	講義・実験
	11	3	文化の日	
9		1 0	④化(D)・生(A)・物(B)・数(C)	講義・実験
10		1 7	④化(D)・生(A)・物(B)・数(C)	講義・実験
11		2 4	オリエンテーション・班分け・テーマ決め	テーマ決定
	12	1	考査発表中	
12		8	調査研究①	調査研究
13		1 5	調査研究②	調査研究
14		2 2	学級PTA：調査研究③	調査研究
15	1	1 2	調査研究④・発表準備	調査研究
16		1 9	中間発表会	発表・検討
17		2 6	調査研究⑤	調査研究
	2	2	自己推薦選抜	
18		9	調査研究・発表準備⑥⑦	調査研究・発表準備
19		1 6		
	3	2 3	考査発表中	
20		2	調査研究・発表準備⑧	発表準備
		9	一般選抜（面接・適性検査）	
21		1 6	午前中授業：研究発表会	研究発表

* 11月17日までは、A～D班の4班で活動する。

* それ以降は研究テーマによって2人～5人程度の班に分けて活動する。

* 研究発表会は3月に授業振り替えなどで行う。

2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

I 自然科学講座

自然科学講座（物理実験）

1. 概要

(1) テーマ：ホログラムの製作

(2) 担当：小谷 猛房, 佐藤 哲也, 高田 和俊

(3) 場所：物理実験室, 理科実験室

(4) 実施内容

準備物：レーザー光源, 回折格子, 市販のホログラムシート, マジックミラー, ウェーブマシン, 上質紙 (A5 サイズ), サインペン, フィルム一眼レフカメラ, フィルム, 現像キット (ダークレス), ドライヤー, スライドマウント, 発光ダイオード (赤・緑・青), 抵抗, プリント基板, 電池ボックス, 電池 (単三 4 本), はんだごて, はんだ

<ホログラムの原理を学ぶ>

ホログラムとは光を当てると文字や絵が見えるもので、一万円札やクレジットカードに虹色に光って文字や画像が浮かび出るシールとして使われている。物体から散乱光と光源からの直接の光が、波として、フィルム上で重なると光の強弱の縞模様（干渉縞）が生じる。このフィルムを現像したものがホログラムである。物理で波動を学んでいないため、波の基本法則を交えながら解説した。



<ホログラム原図作成>

A5 サイズの紙に自由に文字または画像の原図を描く。書いたところが光って現れる。

二次元の画像からホログラムを計算するプログラムは日本大学吉川浩氏よりフリーソフトとして提供されているものを使用した。ホログラム原画を印刷し、フィルムカメラで撮影した。(教諭が行う)



<観測用発光ダイオードの回路製作>

赤, 緑, 青の LED を発光させるための回路を, 基盤上にはんだごてを用いて製作した。電源は単 3 電池 4 本を直列に接続したものをを用いる。

ホログラムの観察

製作したホログラムを通して, 発光ダイオードを数m離れたところから見る。文字または画像が見えることを確認する。



2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

I 自然科学講座

自然科学講座（化学実験）

1. 概要

(1) テーマ：リモネンの抽出

(2) 目的：柑橘類の皮から抽出されるリモネンは、スチレンと分子構造が似ているために、発泡スチロールをよく溶かす。比較的安価に手に入るグレープフルーツを利用し、水蒸気蒸留で抽出して、実際に発泡スチロールを溶解させるまでを体験する。

(3) 担当：伊賀 史朗，片山 浩司，川西 陽子

(4) 場所：化学実験室

(5) 実施内容

準備物：空き缶(2種類)各1個，ゴム栓，ビニール管，ガラス管，試験管，ビーカー(500mL)，台所用アルミテープ，ガスバーナー，ミキサー，スタンド，三脚，三角架，駒込ピペット，アルミカップ，お茶用の不織布パック，グレープフルーツ，氷

① グレープフルーツの皮をむき，ミキサーで細かく砕く。

② 砕いた皮をお茶用のパックに詰め，底に穴を開けた空き缶に入れる。

③ 上部を切り取った空き缶に水を入れ，2つの空き缶をつないで水蒸気蒸留装置を組み立てる。接合部は，台所用アルミテープでしっかり止める。

④ 氷を入れたビーカーを用意し，数本の試験管入れておく。リモネンを含む水蒸気を，ガラス管とビニール管を使って試験管に誘導するよう，装置を組み立てる。

⑤ ガスバーナーで加熱し，水蒸気蒸留を行う。

⑥ 試験管の上部にたまったリモネンをピペットで採取し，発泡スチロールを溶解させることを確かめる。

2. 概要

(1) テーマ：シャボン玉の科学

(2) 担当：伊賀 史朗，片山 浩司，川西 陽子

(3) 場所：化学実験室

(4) 実施内容

準備物：台所用合成洗剤，液体洗濯のり，グリセリン，イオン交換水，ストロー(太・細)各1本，はさみ，軍手，メジャーカップ

① 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。

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

③ 洗剤，イオン交換水に加えて，洗濯のり，グリセリンをいろいろな割合で混合し，シャボン玉を作る。②と同様に，最適な混合比を求める。

2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

I 自然科学講座

自然科学講座（生物実験）

1. 概要

(1) テーマ：固定化酵母の作成(バイオリアクター)

(2) 担当：林 義隆, 森 雅登, 蓮井 京, 藤本 史代

(3) 場所：生物実験室

(4) 実施内容

準備物：スクロース, ドライイースト, アルギン酸ナトリウム, 塩化カルシウム, マグネット・スターラー, 電子天秤, 薬包紙, 薬さじ, ガラス棒, ビーカー(100ml), ビーカー(200ml), メスシリンダー(100ml), メスシリンダー(200ml), 蒸留水, 恒温層, 駒込ピペット, ざる

A：酵母液(全グループのものをまとめて作成)(1 班分)

3%スクロース溶液 25ml, ドライイースト 2.5 g, 恒温水槽で 40℃に保つ(短時間)

B：アルギン酸ナトリウム液(1 班分)

アルギン酸ナトリウム 1.5 g, 水(熱湯)100ml, 前日にアルギン酸ナトリウムを水につけておく。熱湯 100ml を加え, 薬さじの裏側を使ってつぶしながら溶かし, 湯煎(40℃)で保温する。アルギン酸ナトリウム溶液が 40℃になるまでさます。

C：塩化カルシウム液(1 班分)

塩化カルシウム 12 g, 水 400ml

① A液 20ml と B液 100ml を静かに混合する。

② C液 400ml をマグネティック・スターラーで攪拌しながら, A・Bの混合液を駒込ピペットでC液中に滴下する。

③ 20～30 分間攪拌後, ざるに空けて水洗いする。

④ 40℃で発酵させながら保存する。

(注) A液と C液は, クラス全体の液量分前もって用意しておくほうがよい。作成した酵母のバイオリアクターは, 密封できるナイロン袋に分注し, スクロース液を適量入れて持ち帰らせる。1 週間くらいでお酒ができる。



図1 固定化酵母作成様子

アルギン酸のナトリウム塩は, 水に溶けて粘性のある溶液となる。この水溶液と酵母(乾燥酵母を水に溶いたもの)との混合液を塩化カルシウム水溶液中に滴下すると, 水に不溶のアルギン酸カルシウムゲルに酵母が閉じこめられ直径約 5mm の粒子(固定化酵母)となる。この固定化酵母をスクロース水溶液に入れると, アルコール発酵し二酸化炭素のガスが発生するので浮き上がってくる。二酸化炭素を放出するとまた沈むという浮沈子(ふちんし)ができる。酵母に食紅などを混ぜておくと鮮やかな浮沈子ができる。また, 生徒には固定化酵母とスクロース液をナイロン袋に入れたものを持ち帰らせる。風呂の中に入れると適温となりアルコール発酵が進み早くお酒ができる。

2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

2. 概要

(1) テーマ：道しるべフェロモンを抽出しよう

(2) 目的：アリが分泌する道しるべフェロモンの効果と分泌部位を調べる。

(3) 担当：林 義隆, 森 雅登, 蓮井 京, 藤本 史代

(4) 場所：生物実験室

(5) 実施内容

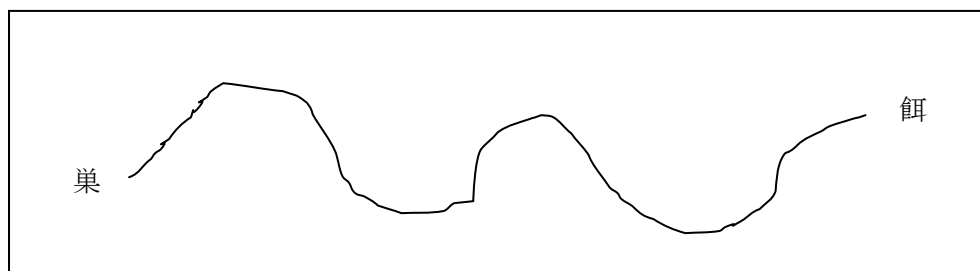
準備物：冷凍保存したオオズアリ 5 頭（または生きたアリ 5 頭）・・・A, 前述のオオズアリと同コロニーの生きたアリ・・・B, 乳鉢, 乳棒, カミソリ, エタノール, つまようじ, ケント紙, 鉛筆

① A のアリ 5 頭をカミソリで頭部・胸部・腹部に分割する。

② それぞれを乳鉢に入れ, エタノール 1~2ml を加えた後にすりつぶす。

③ それぞれの抽出液をつまようじの先につけ, 紙に S 字曲線を引く。* 対照としてエタノールだけの線, 鉛筆だけの線も S 字状につくる。

④ B の生きたアリを線の出発点のそばに置く。アリが検定物質の S 字線上をたどり始めたら, 道しるべフェロモンの効果があったと結論する。(下図の「巣」に当る地点が出发点で「餌」に当る地点がゴール)



考察① 頭部・胸部・腹部それぞれの抽出液に対する生きたアリの反応はどうだったか。

考察② この結果から道しるべフェロモンはどの部分で生産されていると結論できるか。

2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

I 自然科学講座

自然科学講座（数学実験）

1. 概要

(1) テーマ：光の反射

(2) 担当：星野 健一

(3) 場所：化学実験室（ただし実験室の必要性はない）

(4) 実施内容

準備物：レーザーポインター、鏡（アルミ製、セルロイド製）、アクリルケース

<鏡の反射の経路を学ぶ>

光の反射は入射角と反射角が等しい。鏡で囲まれた正方形や立方体の枠の中で、レーザー光線を発射したとき、どのような経路をたどるかを実験し、数学的に確認する。



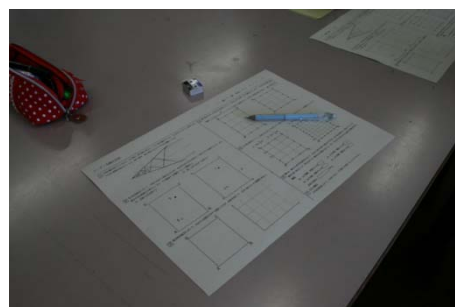
<2枚の鏡による実験>

2枚の鏡を使って、レーザー光線を指定回数だけ反射させた後に的に当てる方法を考える。鏡像について理解した後、鏡張りの正方形の枠の中でレーザー光線を反射させたときの光の経路について、思考実験的に考えてみる。



<立方体の中での反射の実験>

鏡張りの立方体の中で、無限に循環する光の経路について学習した後、アクリルケースを使って、光の反射位置にセルロイド製の鏡を貼り、レーザー光線を使って確かめる。



2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

I 自然科学講座

課題研究（物理系）

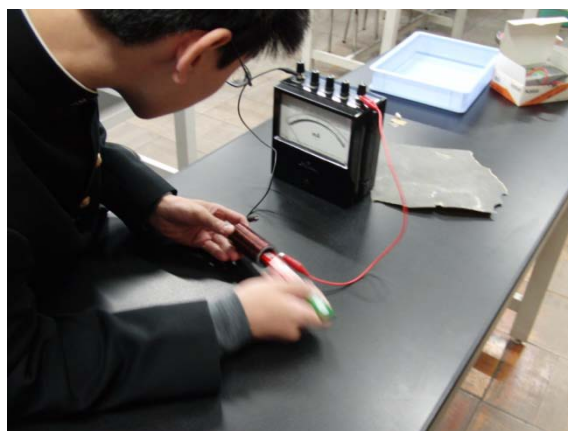
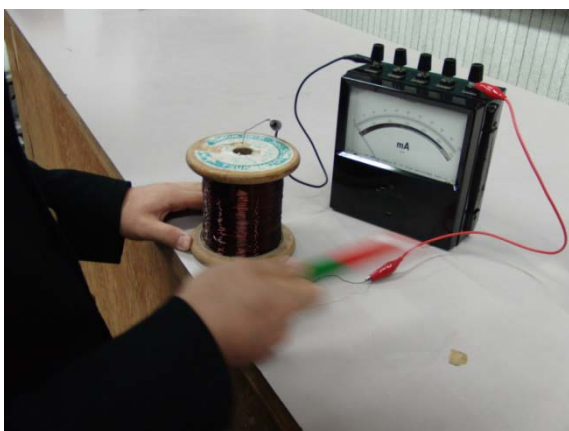
1. 概要

(1) テーマ：電磁誘導

(2) 研究班：太田 原野，田頭 政輝，前田 真之介

(3) 研究内容

電磁誘導の原理を調べ、より誘導電流が多く流れる方法を新しく発見することを目的とした。巻き数・筒の断面積・導線の太さの条件を変える実験を行った。巻き数を増やすと誘導電圧が大きくなり、磁石の強さを強くすると誘導電流が強くなることは理解できたが、新しい方法を発見することはできなかった。



2. 概要

(1) テーマ：虹

(2) 研究班：□ 季□ 西山由希子

(3) 研究内容

雨上がりに見えるような虹を室内で作ることを目的とした。虹のしくみを理解するため、ホースの水を使って野外に虹を作る実験やプリズムによる光の道筋の観察、虹ビーズの分析を行った。室内に虹を作ることはできなかったが、水滴の代わりにプリズムの条件を満たすものが見つければ可能だとわかった。



2 研究開発の内容

(2)学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

3. 概要

(1)テーマ：ヘリウムガス

(2)研究班：都倉 里佳, 露口 祐加, 竹森 萌映

(3)研究内容

ヘリウムガスを吸うと声が変わるのはなぜかを調べた。波形と振動数の観測するパソコンソフトを用いて、ヘリウムガスの中で人の声・音叉の音・リコーダーの音を観測した。音叉の音は変化しないが、リコーダーの音は高くなった。リコーダーは倍音になったことが考えられる。人の声が高くなる理由は、ヘリウムガスが声帯になんらかの影響を及ぼすことだと考えられる。



4. 概要

(1)テーマ：ガウス加速器

(2)研究班：酒井 誠司, 佐々木 慧, 田内 智也, 東山 和司

(3)研究内容

ガウス加速器から発射される球の速度の変化を調べた。ネオジム磁石の数を増やすと球の速度が速くなり、フェライト磁石の数を増やすと球は遅くなった。また、加速器を複数使う場合は、連結させるより離して独立させた方が速かった。球の速度はネオジム磁石の個数に比例しており、フェライト磁石の個数に反比例していることがわかった。



2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

I 自然科学講座

課題研究（化学系）

1. 概要

(1) テーマ：希少糖と化粧水

(2) 研究班：泊野 雄樹，松原 佳祐，山田 晃幹

(3) 研究内容

市販の化粧水には、水分を保つために分子内にヒドロキシ基を持つ糖を配合している。

糖の種類による保湿性の違いを調べるため、希少糖を含む数種類の糖で化粧水を自作した。その化粧水を二の腕に塗り、10分ごとに市販のモイスチャーチェッカーを利用して測定し、保湿性を調べた。その結果、保湿性の高い糖の構造上の特徴を見いだすことができた。



2. 概要

(1) テーマ：0kcalの甘さの秘密～甘さは女の敵じゃない！？～

(2) 研究班：新田 笑，天野 紗希，石田 千晶，藤本 帆奈海

(3) 研究内容

「カロリー0」の食品に使われている甘味料に興味を持ち、スクロース(砂糖)との違いを調べた。代表的な甘味料であるアスパルテームを取り上げ、濃度や温度の違いによる甘さの感じ方を、スクロースと比較してまとめた。また、市販の甘味料をとスクロースを混ぜて使用したクッキーと、スクロースのみを使用したクッキーを製作し、味や食感の違いを調べた。



3. 概要

(1) テーマ：インクの抽出

(2) 研究班：西原 昂宏，六車 瑛里花，山下 涼香，谷岡 剛吏

(3) 研究内容

水性のサインペンや蛍光ペンのインクをペーパークロマトグラフィーで展開し、色の成分に分けていくと、何種類かの色素を混合して、様々な色を表現していることがわかった。また、赤系の色素が紙に吸着されやすく、青色系の色素が吸着されにくいことがわかったが、色素の分子構造との因果関係を見いだすには至らなかった。

また、蛍光物質がなぜ光るかということに興味を持ち、蛍光物質の代表例としてフルオレセインを合成し、蛍光灯や紫外線ランプに当てて蛍光を発するかを調べた。さらに、蛍光物質が発光するメカニズムを文献調査した。



2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

4. 概要

(1) テーマ：The うまみ

(2) 研究班：島口 功，中原 圭亮，瀧本 和誉

(3) 研究内容

うまみとは何なのか？という疑問を持ち、だしを取って凝縮させることによってうまみの成分を結晶化させよう試みた。うまみ成分がアミノ酸であることから、ニンヒドリン反応を用いてその存在を確認した。だしを煮詰めることによってうまみ成分は凝縮されるのかを調べるため、煮詰める前後のうまみ成分濃度をモール法を用いて測定した。

また、うまみ成分を数種類合わせると、うまみの相乗効果が生まれることを知り、自分たちで最高のだしを発見すべく、昆布、鰹節、煮干しのだしをいろいろな割合で混合し、最もおいしく感じるだしの混合比を見つけた。

5. 概要

(1) テーマ：ビタミンCの破壊を防ぐ方法

(2) 研究班：岩澤 鈴香，大谷 彩，片山 舞子，久保 穂菜美

(3) 研究内容

昔から言い伝えられる「食べ合わせ」の多くは迷信である。しかし、栄養面から見ても実際に良くない食べ合わせがあり、「大根と人参」がそれに当てはまる。人参に含まれるビタミンC分解酵素アスコルビナーゼが原因であるが、その酵素の働きと、働きを止める方法を調べた。ビタミンCの定量には、インドフェノール溶液による酸化還元滴定法を用いた。その結果、人参と大根をすり下ろして混ぜるとビタミンCが減少すること、酢を加えたり人参を加熱することでアスコルビナーゼの働きを抑えられることを見いだした。



6. 概要

(1) テーマ：希少糖による消化酵素の働きの阻害

(2) 研究班：松本 航輝，宮脇 健太，山本 大豪

(3) 研究内容

希少糖の中には、消化酵素の働きを阻害するものがあることが知られている。そこで、デンプンの消化に及ぼす希少糖の効果を調べた。デンプン(片栗粉)を温水に溶かした水溶液に各種の糖を一定量加え、消化酵素を含む胃腸薬1錠を加えて35℃で一定時間保った。その後、ヨウ素デンプン反応の呈色を用いて、どれぐらい分解が進んだかを評価した。D-プシコースにデンプンの消化酵素の働きを阻害する効果を認め、その濃度が高いほど、阻害する作用が大きいことを見いだした。



2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

I 自然科学講座

課題研究（生物系）

1. 概要

(1) テーマ：プラナリアの記憶移転

(2) 研究班：溝口 貴子，村尾 祐明子，西村 祐美

(3) 研究内容

再生したプラナリアは元の記憶が移転するのか？条件反射を成立させたプラナリアを作成して，切断・再生実験をした。また，同プラナリアを頭部と尾部に切断し，それぞれを未処理プラナリアに食べさせて，食べたプラナリアに条件反射の記憶が移転するか調べた。(図 1)



図 1 プラナリア頭部

2. 概要

(1) テーマ：粘菌ですよ！

(2) 研究班：宮崎 真由子，曾我部 綾子，中村 美奈子，吉本 隆，與羽瀬 佑

(3) 研究内容

真正粘菌(変形菌)の 1 種モジホコリカビ(別名フィザルム)は，巨大な多核の単細胞生物で顕微鏡を使わずとも肉眼でよく見える。この粘菌はエサに集合してくるので，迷路上にエサを 2 箇所置いておくと最短距離で結ぶようになる。(図 2)



図 2 真正粘菌

3. 概要

(1) テーマ：ちっちゃき血一

(2) 研究班：玉垣 有芽，中山 誌穂，清下 ほのか，佐藤 真理子

(3) 研究内容

血液のサラサラドロドロの度合いと食事内容との関係を調べた。被験者は実験前日と決められた食事をとった実験当日の血液を病院で採血した。臨床検査用のプレパラートを使って，顕微鏡で観察・撮影し(図 3)，赤血球の集まり具合と量でサラサラドロドロ具合を判定した。



図 3 血液中の赤血球

2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

4. 概要

(1) テーマ：植物解体新書

(2) 研究班：日下 誠，愛染 拓見，三木 直登

(3) 研究内容

植物の内部の働きがどうなっているかを調べた。オリーブの枝を使い、照射する光の色を変えて植物が吸収する水の量を測った。また、眼を切断したもの、葉を除去したものでも吸水量が変化するかを調べた。本実験では、光の色によって吸水量に変化は見られなかった。

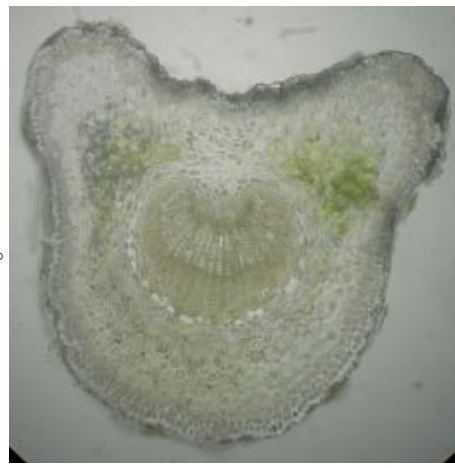


図4 オリーブの枝の維管束

5. 概要

(1) テーマ：ゴキブリの再生ーみんなゴキブリをきらわないでー

(2) 研究班：管原 由佳理，鳥山 真維

(3) 研究内容

ゴキブリの脳に抗生物質様の物質があるという内容をみつけ、ゴキブリの価値を知ってもらおうとして行った実験である。また、同時に脚の再生実験も試みた。本実験ではマダガスカルゴキブリを使用した。頭から脳（頭内容物）を取り出し、納豆菌、粘菌、クロコウジカビを塗布したシャーレに置き、37℃で12時間以上静置した。脳を置いた部分の菌の繁殖が抑えられる予想であったが、結果は今一つはっきりしていない状態であった。残念。



図5 マダガスカルゴキブリ



図6 納豆菌中に置いた脳

6. 概要

(1) テーマ：菌のカービー

(2) 研究班：池田 健太郎，古川 裕真，山下 大輔

(3) 研究内容

カビの生えやすい条件は？調味料（塩、砂糖、酒、酢、みそ、からしなど）を塗ると防腐効果はあるのか？などの実験を行った。この中で、カビが生えなかったのは酢を加えたものだけだったことから、酸が防腐効果をもたらすと考え、塩酸、硝酸、硫酸、酢酸などでも同様の実験を行った。しかし、酸の濃度によってはカビが生える結果になった。パンにはアオカビ、コウジカビ、クロコウジカビなど種の同定はできなかったが、多くの種類のカビが確認された。



図7 様々なカビ

2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

I 自然科学講座

課題研究（数学系）

1. 概要

(1) テーマ：教具

(2) 研究班：湯浅 大介，中西 俊輔

(3) 研究内容

教具とは数学をものとして表現することであると捉え、実際にいろいろな教具を作成した。ストローを使った三角関数の合成，木製の立方体を使った数列の公式，10m の紙を使った指数関数のグラフなど。作ることによって，数学をより深く理解できた。



2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

II 出張講義・校外教室

バイオディーゼル燃料を作ろう

1. 概要

(1) 講師：香川大学農学部 川浪 康弘 教授

(2) 日時：平成 22 年 12 月 24 日（金） 13:00～17:00

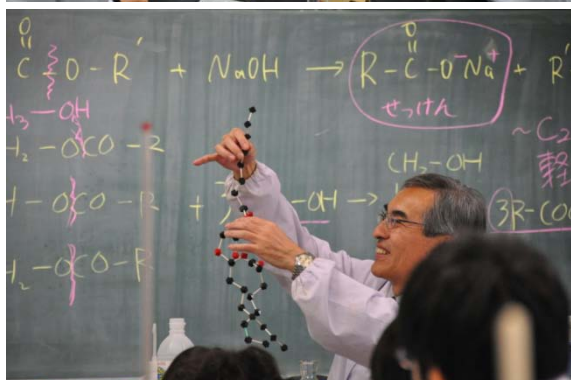
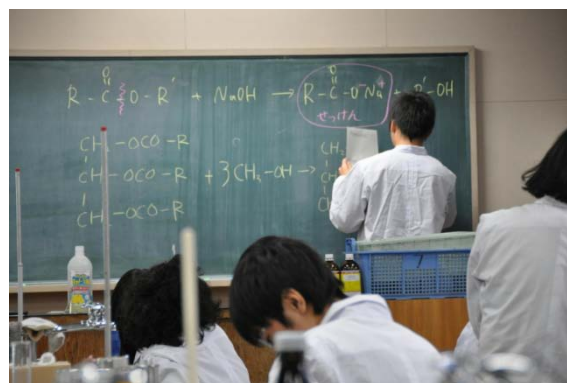
(3) 場所：化学第 2 実験室

(4) 実施内容

まず、バイオディーゼル燃料に関する簡単な講義を受けバイオディーゼル燃料の概要を知った上で、廃油（食用油）からバイオディーゼル燃料を合成し、さらに精製する実験を行いました。

この実験では、合成や精製の待ち時間が多いので、この実験操作の待ち時間には、平常の授業で既に学習している油脂の各反応や油脂の構造などの知識をもとに、なぜ廃油からディーゼル燃料が製造できるかを班ごとに議論しながら推測し、何らかの答えにたどり着いた班の代表者が発表しました。

合成・精製実験の後には、まとめの講義が行われ、「カーボンニュートラル」の観点からバイオディーゼル燃料が優れている点や、先進自治体京都市の例をもとにバイオディーゼル燃料が実際にどのように使われているか、さらに普及させるための課題などを学びました。



2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

II 出張講義・校外教室

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プログラミング等が十分には行われていないのが現状である。本講座では、LEGO Mindstorms というロボットキットを用いて「ものづくり」の手段としてのプログラミングの導入を体験すること、また、中間目標の段階的な達成に沿った問題解決学習をおこなうことを目的とした。

2. 概要

(1) 講師：香川大学工学部 富永 浩之 教授

(2) 日時・場所：1月14日（金）（高松一高マルチメディア教室）事前研修

1月23日（日）（香川大学工学部）プログラミング演習

1月29日（土）（高松一高マルチメディア教室）事後発表会

(3) 実施内容

- ・生徒4～5人で1グループとし、2組のノートPCと規定ロボットを割り当て、演習を進める。
- ・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、それを基にフローチャートを作成させる。
- ・約2時間で1プロジェクトとし、数プロジェクト分の内容を構成する。
- ・12名の大学生の補助者（1グループに1名）が指導する。
- ・自分達で立てた戦略を、ビジュアル環境でプログラムとして作成し、実際に実行し、その結果から予想通りの制御ができたか、上手くいかなかった場合はプログラムの間違いを見つけたり、パラメタの調整をするなど、試行錯誤的に問題解決を行って、最後に考察させる。
- ・各ゲーム課題について、採点基準やボーナス点を事前に示しておき、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。また、最後の黒線追跡については、走行タイムとパフォーマンスを競う。

(4) 検証

プログラムさえ作ればその通りに動くと思っていたものが、実際には路面の状況や、光の当たり具合など刻々と変化する環境によって上手く動作しない、思いもしない動作を行うなど予想以上に困難であることが実感できた。日常生活の中で、普段何気なく使っている身の回りのものが、安心・安全に使えるためにはプログラミング上の様々な困難や課題があることを身をもって知ることができ、ものづくりの一端を体験できる内容であったと思う。

本講座は競技形式で、課題をグループで協力しながら課題発見、創意工夫、問題解決に取り組んだが、生徒には非常に好評であった。研究・開発の現場で必要とされる要素を取り入れることができた。



2 研究開発の内容

(2) 学校設定科目『Advanced Science』に向けての試行

II 出張講義・校外教室

クマノミの性転換

1. 目的

本校では、2年生全員が「生物Ⅰ」を履修しており、遺伝分野で性染色体による性決定のしくみを学習する。教科書では性染色体で性別が決まる生物のみが扱われているが、補助教材（図説の類）では温度性決定や性転換をする生物も発展的内容として扱われていることがある。後者に対して興味を示す生徒は多いが、詳細にまで触れることはできていない。

性転換をする魚の一つとして、クマノミ類が挙げられる。この中のカクレクマノミは、ディズニー映画「ファインディングニモ」の主人公として一般によく知られている魚で、ペットとしての人気も高い。講義前に、本校2年生145名（約半数）に聞いたところ、「映画を見たことがない」と答えた生徒は5名で、この5名も「映画の内容は知らないが、この魚が登場することは知っている」ということであったので、高校生に対する知名度は非常に高い魚であるといえる。また、生徒がこの魚を「カクレクマノミ」ではなく「ニモ」と呼ぶことから映画の影響が大きいことがよく分かる。ところが、この魚が性転換をすることはあまり知られていない。前述の事前調査でも、性転換をする魚として認識している者はいなかった。そこで、「性転換」と「カクレクマノミ」という生徒を惹きつける2つのキーワードを使って、生物Ⅰの発展的な内容を学習し、生物の多様な生態を知ることを目的とし、本講義を設定した。

2. 概要

(1) 講師：香川大学教育学部 松本 一範 准教授

(2) 日時・場所：2月3日（木）（5階ホール）

(3) 対象：2年生全員

(4) 実施内容

事前調査で、カクレクマノミの実物は見たことがないという生徒が多数いたため、講義までの約1週間、生徒の目に付きやすい廊下に実物を展示した。毎日楽しみに水槽をのぞく生徒もおり、これによって関心が高まった者もいると考えられる。

松本准教授には、講義を聞けば全て空欄が埋まるような穴埋め式ワークシートの作成もお願いし、生徒がこれを利用して講義内容を記録できるようにした。生徒は講義を聞きながらワークシートを完成させ、講義終了後にこれを提出。提出されたワークシートのチェックは生物担当教員が行った。

提出されたワークシートから、講義が非常にわかりやすい内容で、生徒のよく理解できるものであったことがわかる。講義には、松本准教授が『リアルファインディングニモ』と呼ぶ、映画「ファインディングニモ」にクマノミ類の生態を忠実に反映させるとどのようなストーリーになるか、という話も登場し、生徒の興味を惹きつけた。講義後の感想でも、ほとんどの生徒が「興味を持てた」と答えている。

予想外だったのは、「映画のイメージが壊されてショックである」「意外に小さい魚であることが分かった」という意見が多数あった点である。これは、映画を見た当時、小学生であった生徒が、劇中の魚の生態を現実のものとして認識しており、今なおこれが訂正されていないことを示している。生物教育において、実物を見せることの大切さ、正しい情報を提供することの大切さを改めて感じた。



2 研究開発の内容

(3) 授業改善に向けての試行

I アクティブラーニングの試行

物体の落下運動

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。

2. 概要

(1) テーマ：「物体の落下運動」

- ・鉄球とピン球の落下運動
- ・軽い紙カップの落下運動

(2) 担当：佐藤 哲也

(3) 日時・場所：9月29日（水）

10月1日（金）理科実験室

(4) 実施内容

準備物：鉄球、ピン球、軽い紙カップ（弁当用アルミホイルカップの間の薄い紙）、ノートパソコン、超音波距離センサー、鉄製スタンド、プロジェクター、電子黒板、電子天秤

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。

いずれの落下運動も、高校物理で学習する理想的な「空気抵抗を無視した」状況ではなく、日常生活で経験する「空気抵抗のある」状況での運動である。これらについて、①予想・仮説→②班別討議→③予想・仮説の発表→④実験→⑤実験結果の発表および考察の流れに沿って授業を展開した。

実験では超音波距離センサーを用いたパソコン計測により、結果をリアルタイムで表示しながら行うので、数多くの実験を短時間で行え、生徒が主体的に正しい概念・法則性を理解していくことができるように工夫し、生徒自身の思考の過程を重視した。



2 研究開発の内容

(3) 授業改善に向けての試行

(5) 検証

「物理」をまだ履修していない1年生の予想・仮説は、日常生活の経験に基づいた理由づけがなされており、空気抵抗を考えたり、物体の質量の違いに着目したりする班がほとんどであった。それに対し、空気抵抗を無視した落下運動を学習した2年生は、等加速度運動（自由落下）を根拠にして、質量の違いによらず物体は同時に落下させると同時に着地すると予想した（9班中8班）。新しい概念を学習した後、それまで持っていた既存の概念や日常生活での経験との関連付けができるようになるまでに時間といくつかのステップが必要であることが確認できた。

また、班ごとの討議やクラス全体に向けての発表を通して、自分の考えを伝えたり、人の考えを聞いたりしながら、正しい概念や法則性に自ら気づく場面も多くみられ、思考過程の重要性を感じた。授業アンケートでは、「予想・仮説を立てて実験したことが今までほとんどなかったのが新鮮だった。」「自分たちで考えることでより内容を理解できた。」という感想も多かった。

(6) 今後の課題

アメリカの Edward F. Redish 著の「Teaching Physics」やその実践例は大学の入門物理のレベルでの実践なので、それらを日本の高校物理のカリキュラムにあう形にアレンジしたり、新たにプログラムを作成したりする必要がある。本校のSSHの研究課題の一つであるアクティブラーニングの手法を用いた授業を通常の物理の授業の中で展開していくには、プログラムの精選と生徒にどこまで考えさせるのか、また生徒自身で解決できないときにどこまでヒントを与えるかなど綿密に計画していく必要がある。それらをふまえて1コマ50分の授業にどう収めるのかが大きな課題である。

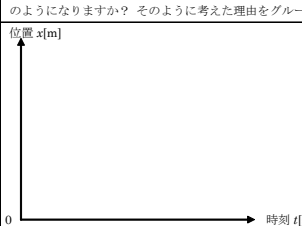
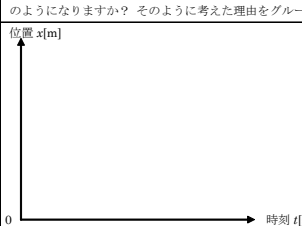
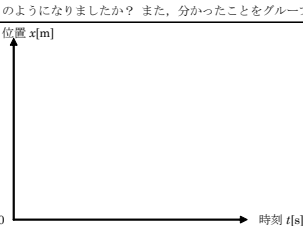
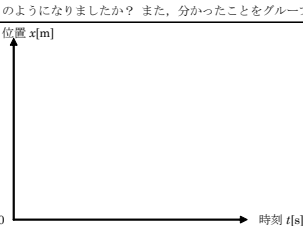
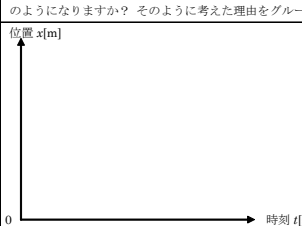
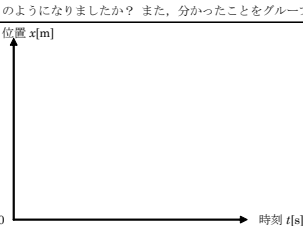
Introductory Science 「考える科学」 年 組 番 氏 名 _____	Introductory Science 「考える科学」 年 組 番 氏 名 _____												
<p>テーマ：物体の落下運動（予想シート）</p> <p>デモンストレーション：鉄球とビン球の落下運動 鉄球とビン球を同じ高さから同時に落下させた時、どちらが早く地面（床）に到達するでしょうか？3つの選択肢から1つ選んで、○をつけなさい。また、その選択肢を選んだ理由をグループ内で議論し、グループの意見をまとめよう。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%; padding: 5px;"> (a) 鉄球が早く到達する (b) ビン球が早く到達する (c) 鉄球とビン球は同時に到達する </td> <td style="width: 30%; padding: 5px;"><理由></td> </tr> </table> <p>探究実験：カップ型の非常に軽い紙の落下運動 カップ型の非常に軽い紙（サイズは2種類：6号と9号）を落下させる実験をしてみましょう。</p> <p>実験 1 6号の紙片1枚と、9号の紙片1枚を同じ高さから同時に落下させた時、どちらが早く地面（床）に到達するでしょうか？3つの選択肢から1つ選んで、○をつけなさい。また、その選択肢を選んだ理由をグループ内で議論し、グループの意見をまとめよう。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%; padding: 5px;"> (a) 6号が、ずっと早く到達する (b) 9号が、ずっと早く到達する (c) 6号と9号は、ほぼ同時に到達する </td> <td style="width: 30%; padding: 5px;"><理由></td> </tr> </table> <p>実験 2 紙片を、1枚、4枚、9枚、16枚重ねて落下させてみましょう。位置と時刻の関係のグラフ（x-tグラフ）はどのようなになりますか？ そのように考えた理由をグループ内で議論し、グループの意見をまとめよう。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> 位置 x[m]  </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"><理由></td> </tr> </table>	(a) 鉄球が早く到達する (b) ビン球が早く到達する (c) 鉄球とビン球は同時に到達する	<理由>	(a) 6号が、ずっと早く到達する (b) 9号が、ずっと早く到達する (c) 6号と9号は、ほぼ同時に到達する	<理由>	位置 x[m] 	<理由>	<p>テーマ：物体の落下運動（結果シート）</p> <p>デモンストレーション：鉄球とビン球の落下運動 鉄球とビン球を同じ高さから同時に落下させた時、どちらが早く地面（床）に到達しましたか？3つの選択肢から1つ選んで、○をつけなさい。また、分かったことをグループ内でまとめ、グループで考察してみましょう。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%; padding: 5px;"> (a) 鉄球が早く到達した (b) ビン球が早く到達した (c) 鉄球とビン球は同時に到達した </td> <td style="width: 30%; padding: 5px;"><分かったこと・考察></td> </tr> </table> <p>探究実験：カップ型の非常に軽い紙の落下運動 カップ型の非常に軽い紙（サイズは2種類：6号と9号）を落下させる実験をしてみましょう。</p> <p>実験 1 6号の紙片1枚と、9号の紙片1枚を同じ高さから同時に落下させた時、どちらが早く地面（床）に到達しましたか？3つの選択肢から1つ選んで、○をつけなさい。また、分かったことをグループ内でまとめ、グループで考察してみましょう。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%; padding: 5px;"> (a) 6号が、ずっと早く到達した (b) 9号が、ずっと早く到達した (c) 6号と9号は、ほぼ同時に到達した </td> <td style="width: 30%; padding: 5px;"><分かったこと・考察></td> </tr> </table> <p>実験 2 紙片を、1枚、4枚、9枚、16枚重ねて落下させてみましょう。位置と時刻の関係のグラフ（x-tグラフ）はどのようなになりましたか？ また、分かったことをグループ内でまとめ、グループで考察してみましょう。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> 位置 x[m]  </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"><分かったこと・考察></td> </tr> </table>	(a) 鉄球が早く到達した (b) ビン球が早く到達した (c) 鉄球とビン球は同時に到達した	<分かったこと・考察>	(a) 6号が、ずっと早く到達した (b) 9号が、ずっと早く到達した (c) 6号と9号は、ほぼ同時に到達した	<分かったこと・考察>	位置 x[m] 	<分かったこと・考察>
(a) 鉄球が早く到達する (b) ビン球が早く到達する (c) 鉄球とビン球は同時に到達する	<理由>												
(a) 6号が、ずっと早く到達する (b) 9号が、ずっと早く到達する (c) 6号と9号は、ほぼ同時に到達する	<理由>												
位置 x[m] 	<理由>												
(a) 鉄球が早く到達した (b) ビン球が早く到達した (c) 鉄球とビン球は同時に到達した	<分かったこと・考察>												
(a) 6号が、ずっと早く到達した (b) 9号が、ずっと早く到達した (c) 6号と9号は、ほぼ同時に到達した	<分かったこと・考察>												
位置 x[m] 	<分かったこと・考察>												

図 授業で用いた予想シート（左）と結果シート（右）

2 研究開発の内容

(4) 宿泊を伴う研修

I 東京・横浜研修

東京・横浜研修（1年生）

1. 概要

- (1) 日時：8月3日（火）・4日（水）
- (2) 場所：国立科学博物館・パシフィコ横浜
- (3) 引率教員：木村 晋也，川西 陽子
- (4) 実施内容

<8月3日(火)>

国立科学博物館にて2グループに分かれ実習を行った。第1グループは安全眼鏡を装着し石を割って葉の化石を見つける。化石がはがれないように木工用ボンドを溶かした液を化石の上から塗る。第2グループはあらかじめ準備してくれた で珪藻の様子を顕微鏡を用いて観察した。実習後、地学研究部の齋藤めぐみ先生から化石についての講義があった。化石には、示準化石（その化石が堆積された当時の時代を示すもの）と示相化石（その化石が堆積された当時の環境を示すもの）があり、葉の化石は示相化石であるのでその当時の様子を知らるのに役立つという話を聞いた。その後、各自で館内の見学をした。時間があまりなく十分に見学することは出来なかったが、興味関心のある展示を見ることができ有意義な時間を過ごすことができた。

夜は宿舎で OB、OG を招いての座談会を開き、今後の学習や進路決定の参考になる話や課題研究をするにあたってのアドバイスを頂いた。

<8月4日(水)>

パシフィコ横浜で開催されている SSH 生徒発表会に出席し、午前中は全体発表、午後はポスター発表を見学した。



2 研究開発の内容

(4) 宿泊を伴う研修

Ⅱ 関東合宿

関東合宿 事前研修

1. 概要

(1) テーマ：科学プレゼンテーション

(2) 日時：7月21日（水）

(3) 場所：マルチメディア教室

(4) 講師：

(5) 実施内容

日本科学未来館との提携事業として訪問前の科学プレゼンテーションを実施した。魅力的なプレゼンテーションを行うための必要なスキルについて、生徒一人ひとりが実践をする内容である。1グループ4人ずつに分かれ、未来館から与えられた4分野を1人ずつが担当しパワーポイントで内容を簡潔にまとめる作業から始まった。魅力的なプレゼンに必要なスキルとして、ボイス、ジェスチャー、ポスチャー、アイコンタクトの4点が示され、制限時間内にパワーポイントで作成した内容について、1対1、グループ内と人数を増やしながらプレゼンテーションを実践していった。最初は声が小さく、うつむきかげんでプレゼンをしていた生徒も、科学コミュニケーターからの適切な指導、アドバイスを受けることで身振り手振りを交えたプレゼンを実践できるようになっていった。また、聞き手に対しての条件として、リアクションを取ることが必要であることがあげられた。2時間半という短い時間ではあったが、プレゼンテーション能力を確実に高めることができた。



2 研究開発の内容 (4) 宿泊を伴う研修

II 関東合宿

関東合宿（2年生）

1. 概要

- (1) 日時：8月2日（月）～5日（木）
- (2) 場所：日本科学未来館
- (3) 引率教員：二川 卓弘，小谷 猛房
- (4) 実施内容

<8月2日(月)>

1日目。日本科学未来館での活動。科学コミュニケーターから個別・班別での学習プログラムについての説明を受ける。科学プレゼンテーション実習を事前に実施していたので、例年よりも説明内容の理解がスムーズであった。1班4名ずつ10班に分かれてのプログラムを始める。各班1人ずつを4つの展示エリア「技術革新と未来」「情報科学技術と社会」「生命の科学と人間」「地球環境とフロンティア」に分担し、調べたい展示をひとつ選ぶ。転じないよう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。その際には、科学プレゼンテーション実習で学んだスキルである「ボイス」「ジェスチャー」「ポスター」「アイコンタクト」を意識させた。聞き手は、相互評価シートに「発表者」への感想を記入していく。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。各班のテーマは以下の通りである。「インターネット物理モデル」「スーパーカミオカンデ」「地震のメカニズム」「印刷技術の進化」「地球環境と生命」「ゲノム」「加速器による素粒子研究」「ポリアセチレン」「植物プラスチック」「木の分子構造の有効利用」班別で調査研究活動を開始する。班別プレゼンテーションワークシートをもとに「イントロダクション」「トピックス1（ここがすごい）」「トピックス2（もっと知りたい）」「トピックス3（ここを伝えたい）」「コンクルージョン（結論）」の内容をまとめるための調査を行う。そのために科学コミュニケーターとより深い対話を必要とし、展示内容についてもより細部まで目を通すことができたようである。

また、研究活動と平行して、実験工房において「超伝導コース」の実習も行った。16名が参加し、超伝導の歴史から実際に超伝導状態を体感するものであった。興味を持つ生徒が多く、予定の1時間を過ぎても残って質問したり新たな体験をするなど公表であった。宿舎では、関東方面で就職している一高OB（理系文系それぞれ3名ずつ）を招いての講話が実施された。高校時代に身につけておくべきこと、これから就職するために必要な考え方などの内容で、質問も多数出され有意義な時間となった。



2 研究開発の内容

(4) 宿泊を伴う研修

< 8月3日 (火) >

2日目。引き続き日本科学未来館での研究活動。班別プレゼンテーションに向けて内容を深めるために熱心に活動していた。平行して実験工房において「バイオ初級DNAコース」「ロボット感覚系基礎コース」の実習を行った。「バイオコース」には16名が参加し、鶏のレバーから染色体を抽出する実習を行った。「ロボットコース」には8名が参加し、設定されたコースをスムーズに走行するためにセンサーの取り付け方を工夫する自習が行われた。どちらのコースも時間を延長しての熱心な活動となった。宿舎では、翌日の班別プレゼンテーションに向けてのシート作成を行った。未来館での研究内容を各班6, 7枚のシートに丁寧にまとめており、4時間程度かけてすべての班がシートを完成させた。



< 8月4日 (水) >

3日目。つくば市において研究施設見学。物質・材料研究機構では、20人ずつの2班に分かれ、「生体材料」「高性能電子顕微鏡」「Mg合金新構造材料」「金属間化合物」の4つの最先端の研究内容を見学した。専門の研究員の方から詳しい説明がなされ、生徒も一生懸命メモをとるなど吸収しようとしていた。また、質問もいくつもなされた。筑波宇宙センターでは見学設定コースに従って見学をした後、宇宙科学研究所宇宙輸送工学研究系准教授の西山和孝さんより「はやぶさ」についての講演が行われた。「はやぶさ」プロジェクトに携わっている方ならではの裏話などを聞くことができた。理化学研究所では、2班に分かれ、P4実験室の見学と「ヒトに役立つマウスの話」の講義をうけた。生物遺伝資源としてマウスがどれだけ重要なのか必要なのかを知ることができた。事前に提出していた質問にも丁寧に回答していただいた。宿舎では、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。各班ともによく調べられており、また見やすいシートが作成されていた。質問も活発になされ、時間の関係で質問時間を打ち切る状態であった。2時間あまりの内容であったが、集中したプレゼンテーションとなった。



2 研究開発の内容

(4) 宿泊を伴う研修

<8月5日(木)>

4日目。東京大学柏キャンパスの見学。森山准教授による「暗黒物質の探し方」の講演をうけた。宇宙に関する最先端の研究成果をわかりやすく説明していただいた。また、暗黒物質の世界初の直接発見を目指すエクスマス実験についての説明もしていただいた。その後、2班に分かれ大気海洋研究所、国際超強磁場実験施設の見学をした。それぞれの分野で世界的な研究が行われているないよりの説明を受けた。少し難しい内容であったが質問もいくつか出るなど興味関心を深めることができた。

4日間を通して、充実した内容であり、理系進学を目指す生徒たちにとって興味関心を深め、学習意欲を高める合宿となった。



2 研究開発の内容
(4) 宿泊を伴う研修

Ⅱ 関東合宿

関東合宿 事後研修

1. 概要

(1) テーマ：科学コミュニケーション

(2) 日時：8月26日（木）

(3) 場所：ホームルーム教室

(4) 講師：

(5) 実施内容

関東合宿 事後研修 8月26日（木）

事前研修でプレゼンテーション能力を学んだ。今回の研修では、質疑応答について学ぶことに主眼を置いたものである。クローン技術について、6つの立場に分かれロールプレイを実施し、グループ内で考えや意見を出し合いワークシートにまとめ、全体の前で発表し、異なる立場のグループとの意見交換を交え、柔軟に応答する技術について学んだ。自分の考えとは別に与えられた立場で考えること、他のグループとの意見交換でその立場での意見を述べることで、表現する力や質問に対して柔軟に応答する力を高めることができた。



2 研究開発の内容
(5) 全校生対象の取り組み

I 自然科学講演会

自然科学講演会（全3回）

1. 仮説

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。特に女子生徒の科学分野への興味関心の向上及び、進路志望の増加を図る。

そのために、著名な研究者・技術者に依頼して講演会を実施する際には、できるだけ女性研究者・技術者に依頼をする、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するなどの研究者・技術者を目指す女子生徒を育成する体制を整える。

2. 概要

(1) 演題：「血液の流れを探る — 広がる医学と工学の接点—」

(2) 講師：東京大学大学院情報学環／東京大学生産技術研究所 大島 まり 教授

(3) 日時：平成 22 年 11 月 25 日（木）

(4) 場所：第 1 体育館

(5) 対象：1・2 年生全員（606 名）

(6) 内容

前半は大島先生の高校時代から大学、大学院、研究者へと進まれた過程を中心に、科学に興味を持った動機や、高校時代のご自分の生活をおりまぜて話された。

後半はご専門の脳動脈瘤などの循環系疾患のメカニズムの解明やマイクロ混相流れの可視化計測の研究等、バイオ・マイクロ流体工学について、生徒に分かりやすく説明をされた。また最後に、テレビや出張講義等科学の普及活動や、研究活動と子育て等家庭生活との両立も十分可能であるというお話で締めくくられた。



2 研究開発の内容

(5) 全校生対象の取り組み

3. 概要

(1) 演題：「磁石の秘密を探る 音で調べる原子の世界」

(2) 講師：東海大学教育開発研究所 滝川 洋二 教授

(3) 日時：平成 22 年 12 月 7 日（火）

(4) 場所：第 1 体育館

(5) 対象：1・2 年生全員（606 名）

(6) 内容

テレビドラマ『ガリレオ』や映画『容疑者 X の献身』の実験監修で手がけられた実験を 1・2 年生全員の生徒実験や演示実験により、生徒自らが原理を考えることで、より深い理解が得られるよう進められた。特にネオジウム磁石の威力や磁石の性質については、600 人全員に磁石を配り、また、ブラウン運動については、多数の巨大風船を全員の生徒が衝き合うなど、体を使うことで感覚的に自然に理解を深める工夫をされていた。



4. 概要

(1) 演題：「ミドリムシが地球を救う！」

(2) 講師：株式会社ユーグレナ 代表取締役 出雲 充 氏

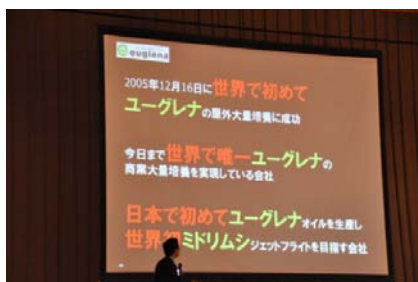
(3) 日時：平成 23 年 2 月 15 日（火）

(4) 場所：第 1 体育館

(5) 対象：1・2 年生全員（606 名）

(6) 内容

講師の出雲氏がミドリムシの研究及び事業に取組み始めたきっかけ、また、ミドリムシ大量培養の価値、そして、事業を進める上での苦労や工夫等を題材にして様々な角度から話をされた。科学を応用して食糧問題やエネルギー問題など人類が抱える問題を解決するという、現代科学の重要な方向性と共に、人間としてどのような姿勢で生きるべきか、また、物事を達成するために必要なことは何かなど、将来科学分野に進む者に限らず広く人の生き方に示唆を与えてくださるお話であった。



2 研究開発の内容
(5) 全校生対象の取り組み

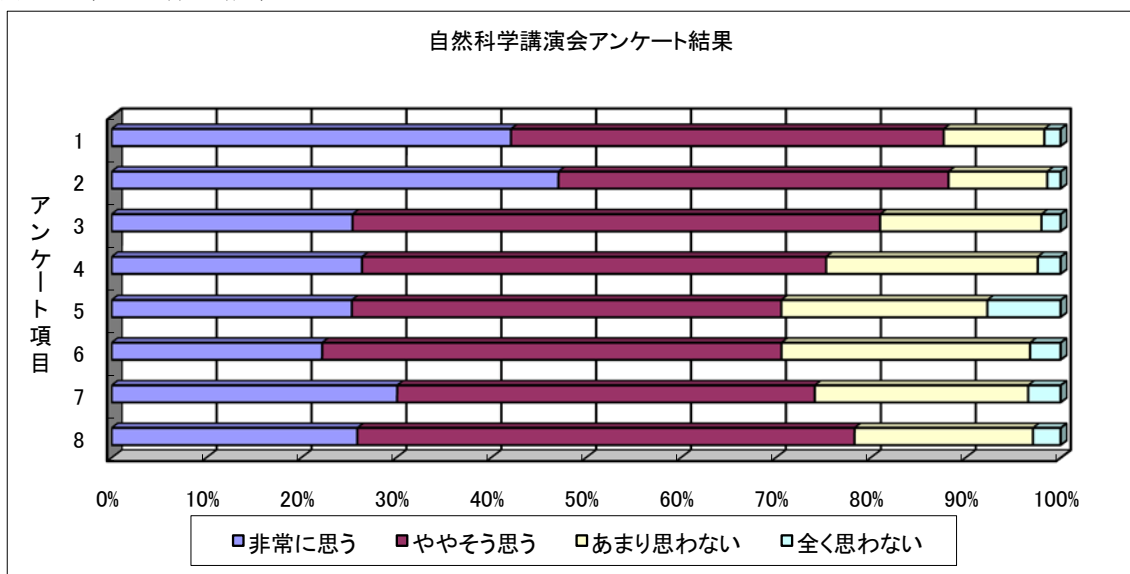
5. 成果と課題

講演会の対象生徒 1・2 年生全員に毎回アンケートを実施した。

<アンケート項目>

- 問 1 今回の講演会の内容は分かりやすかったですか？
- 問 2 今回の講演会は面白かったですか？
- 問 3 今回の講演会の内容を自分なりに理解できましたか？
- 問 4 今回の講演会に積極的に取り組みましたか？
- 問 5 このような講演会が増えると良いと思いますか？
- 問 6 今回の講演会内容をもっと知りたいと思いましたか？
- 問 7 研究者を身近に感じるようになりましたか？
- 問 8 自然科学に対する興味・関心が増しましたか？

(1) 1・2 年生全体の結果



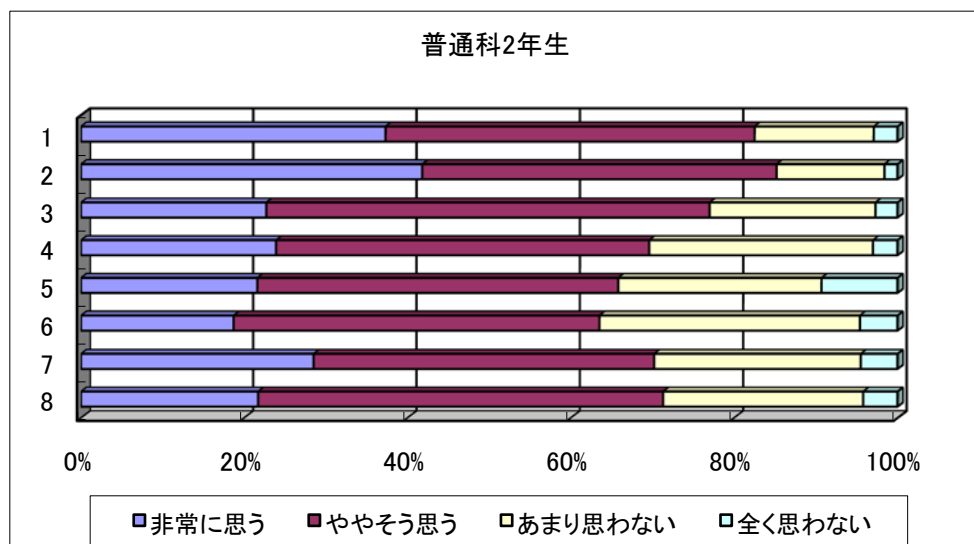
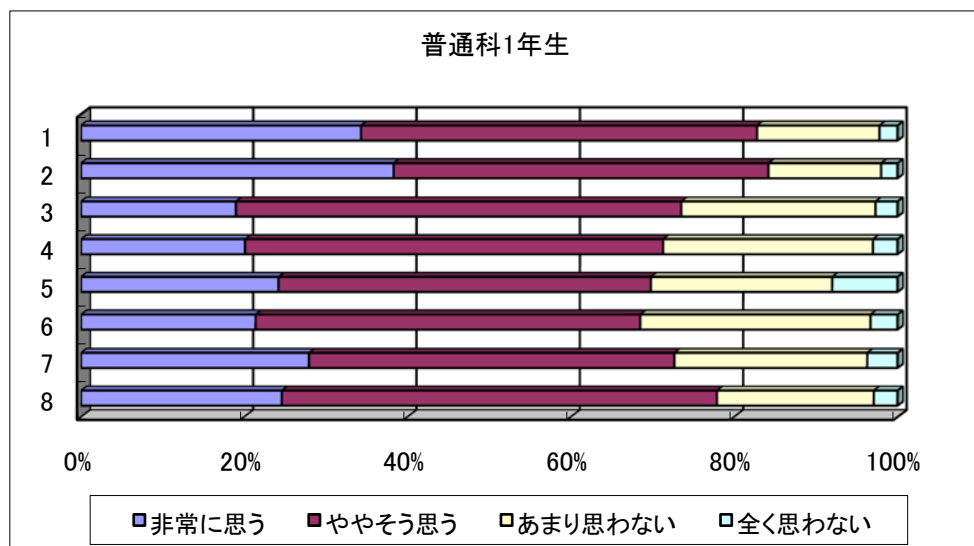
1・2 年生共に、普通科 7 クラス、音楽科 1 クラスである。

全体の集計では、8 割の生徒が講演会の内容は分かりやすく、面白く、また、自分なりに理解できていると感じている。また、7 割の生徒が研究者を身近に感じるようになり、自然科学に対する興味関心が増したと答えている。

2 研究開発の内容

(5) 全校生対象の取り組み

(2) 普通科における1年生と2年生の比較



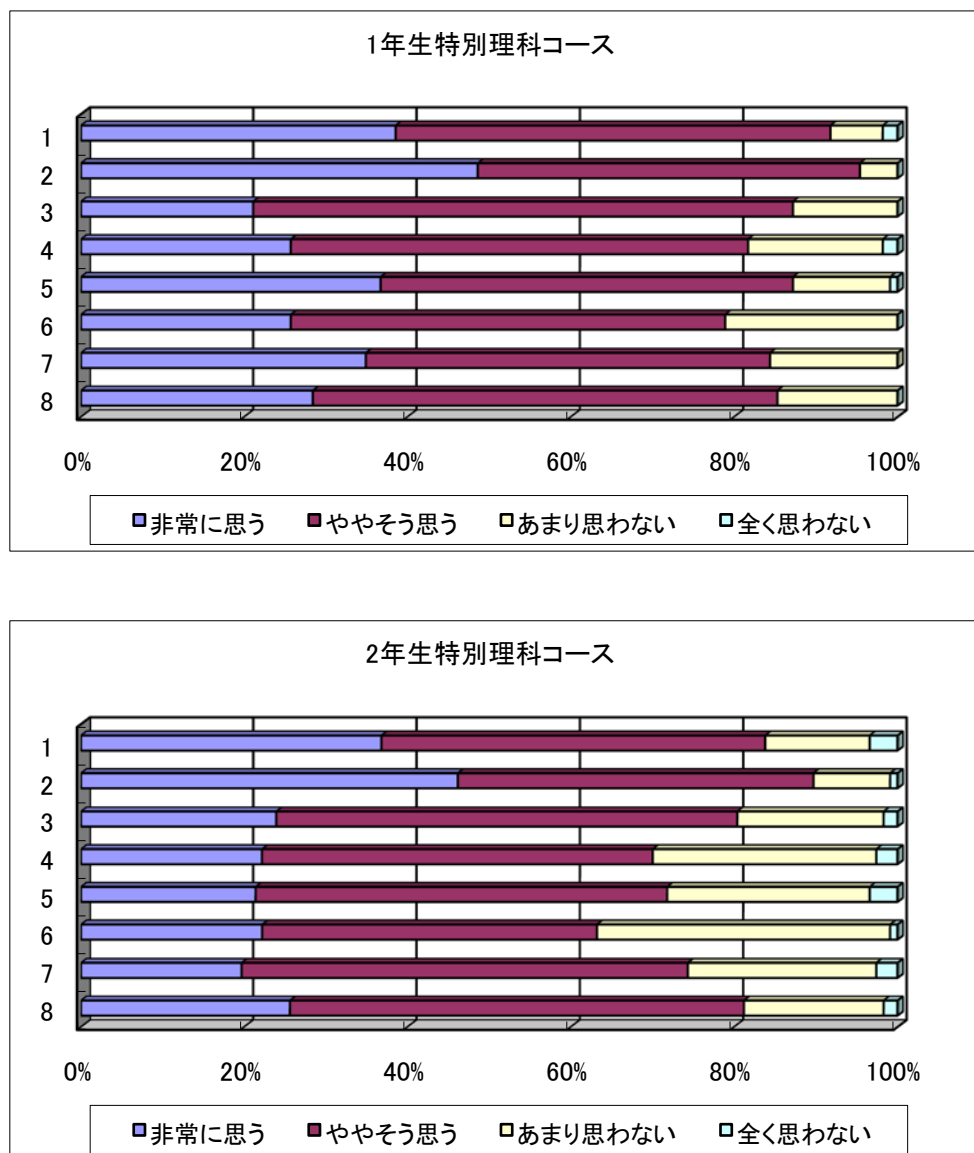
1年生は特別理科コース以外は文系・理系を分けていない。また、2年生は文系と理系がほぼ半数ずつ存在する。

1年生と2年生を比較すると、理解度はよく似ているが、「研究者を身近に感じるようになった」、「自然科学に対する興味関心が増した」という答えが2年生よりも1年生の方が多い。よって、1年次にこのような講演会をする方が、より効果的であると考えられる。

2 研究開発の内容

(5) 全校生対象の取り組み

(3) 特別理科コースにおける1年生と2年生の比較



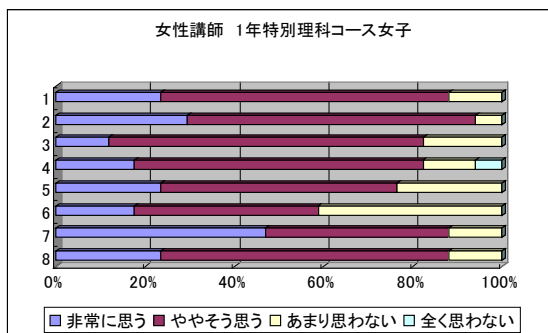
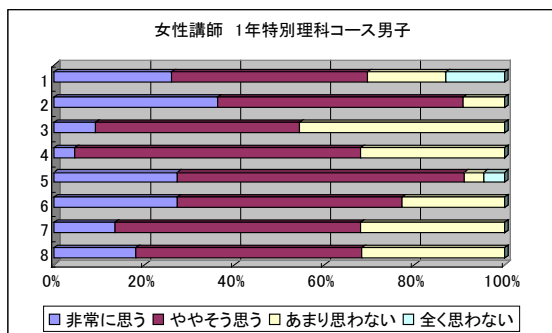
特別理科コースは、入学時の特別理科コース志望者の中から成績で1クラスを編成し、2年生に進級する段階で志望と成績によってクラス替えをしているが、いずれも優秀な成績の生徒が集まっている。

結果は、全ての項目において、1年生特別理科コースの方が良い結果が出るという驚くべきものであった。これは、1年生において今年度からSSHのIntroductory Scienceを毎週行っている効果が大きく出ていると考えられる。

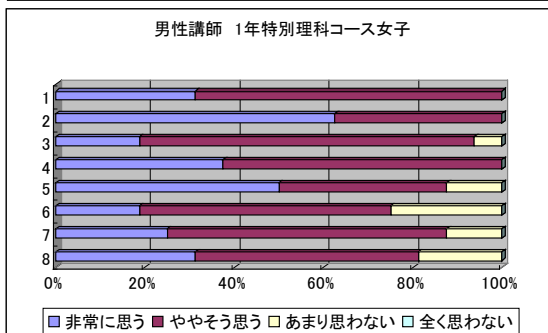
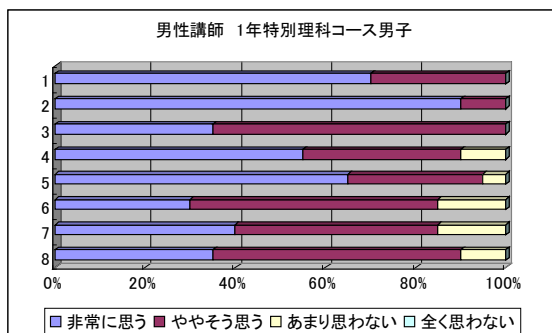
2 研究開発の内容
 (5) 全校生対象の取り組み

(4) 講師の性別による違い

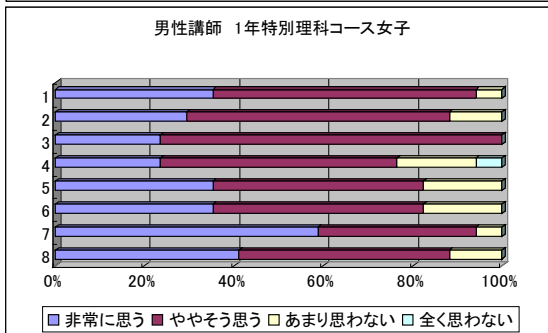
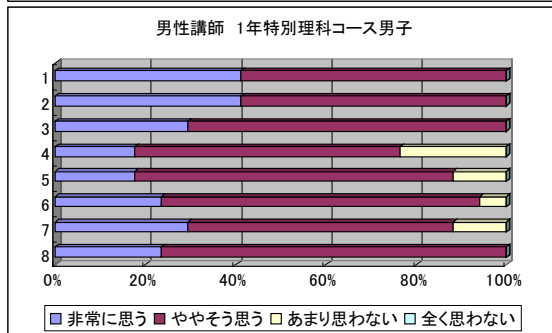
< 第 1 回 >



< 第 2 回 >



< 第 3 回 >



このグラフは1年生特別理科コースの男女それぞれの感想を示したものである。

女性講師の場合は講演内容について、女子生徒の方が「わかりやすかった」「おもしろかった」「理解できた」という割合がいずれも男子生徒よりも高かった。逆に、男性講師の場合は、それらの項目はいずれも男子の方が高い割合を示している。

また、「研究者を身近に感じた」や「興味関心が増した」という項目についても、女性講師の場合はいずれも女子生徒の方がそう思う割合が顕著に高い。逆に男性講師の場合は男子生徒の方がそう思う割合が高くなっている。

結論として、講師の性別は生徒にとって極めて重要な要素であり、女子生徒に対して科学分野により興味を持たせるためには女性講師が、逆に男子生徒にとっては男性講師の方がそれぞれ効果が大きいと考えられる。

(5) 課題

今回は初年度で準備が遅くなり、1年生が文系理系の選択をほぼ決めている11月に第1回を行い、その後12月、2月と短期間に3回の講演会を実施した。結果として、多くの生徒に科学や科学者に親しみを持たせることはできたと思われるが、2年次からの理科系志望者の増加を図ることはできなかった。従って、次年度は初回を5~6月の早い時期に実施する予定である。

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

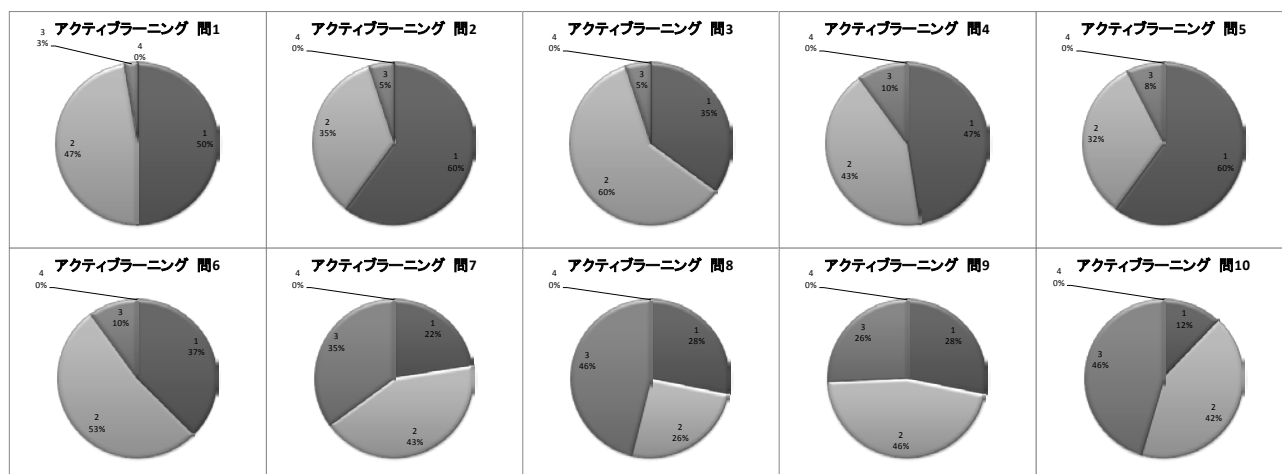
本校が掲げる5つの研究課題ごとに効果とその評価を生徒アンケート等の結果をもとに分析した。

(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

今年度は，物理の授業でアクティブラーニングの手法を用いて教材・授業展開の開発を行い，2回の研究授業を行った。

試行の回数が少ないので確証は得ていないが，グループ討論により自分たちで解決方法を考える手法は，「今回の講義内容を自分なりに理解できましたか?」という問いに対して，非常にそう思う：35%，ややそう思う：60%，「今回の講義・実験に積極的に取り組みましたか?」という問いに対して，非常にそう思う：47%，ややそう思う：43%，「このような講義・実験が増えると良いと思いますか?」という問いに対して，非常にそう思う：60%，ややそう思う：32%，などのアンケート結果より，一般の講義形式による授業より意欲的に取り組み，理解が深まったようである。「予想を立てたり，仮説を立てたりする重要性が分かった。」，「さらにその先が知りたい。」，「予想と違う結果が出たときに，なぜそうなったかを考察する重要性を感じた。」という感想もあり，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が，今回は科学的に検証することができなかった。

このように，思考過程を重視した教材・授業展開を来年度以降は物理だけでなく，化学，生物の分野にも取り入れ，効果を検証したいと考えている。



- | | |
|-----|---------------------------------------|
| 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・実験に積極的に取り組みましたか? |
| 問5 | このような講義・実験が増えると良いと思いますか? |
| 問6 | 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7 | 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8 | 研究者を身近に感じるようになりましたか? |
| 問9 | 研究に対する興味・関心が増えましたか? |
| 問10 | 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? |
1. 非常に思う 2. ややそう思う 3. あまり思わない 4. 全く思わない

(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

今年度は学校設定科目「Advanced Science I」,「Advanced Science II」の試行として、2年生対象に放課後の時間帯を利用して「自然科学講座」という形式で実施した。本校では平成14年度より毎年課題研究に取り組ませているが、今年度はSSHの指定を受けたということもあり、各班は使える材料費等がかなり増えたために、今まで費用的な制限で取り組めなかった研究課題に取り組む班も多く、さらに、分析機器なども整備されたこともあり課題研究に取り組んだ期間は短かったにもかかわらず、発想豊かな研究が多く、教員からの評価は高かった。

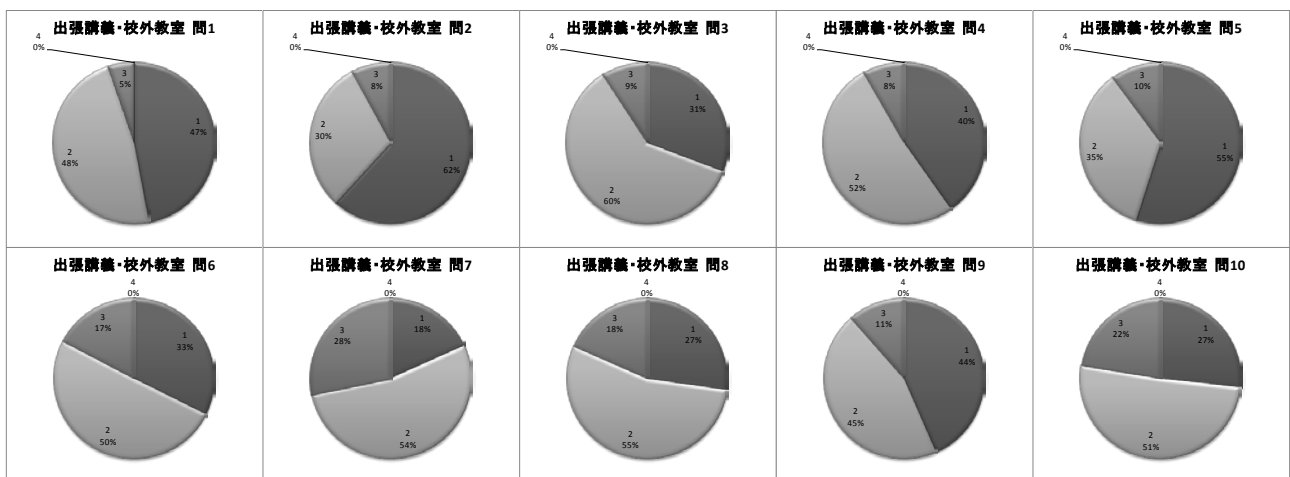
また、来年度の本格実施に備えて、1年での学校設定科目「Introductory Science」の中に配置した香川大学教育学部の笠先生の「考える科学」という全6回の講義の中で、課題研究を進める上で重要な概念や手法を身につけさせたので、来年度は今年度以上にレベルの高い研究が期待できる。

(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」

1年生の学校設定科目「Introductory Science」の中で、自然科学への興味・関心を高める目的で、出張講義、校外教室を数多く実施した。

「今回の講義・実験内容をもっと知りたいと思いましたか?」という問いに対して、非常にそう思う:33%, ややそう思う:50%, 「研究に対する興味・関心がましましたか?」という問いに対して、非常にそう思う:44%, ややそう思う:45%, という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。しかし、「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?」という問いに対しては、非常にそう思う:18%, ややそう思う:54%と他の項目に比べると肯定的な解答が少なく、さらなる工夫が感じられる。



- 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・実験に積極的に取り組みましたか?
- 問5 このような講義・実験が増えると良いと思いますか?
- 問6 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7 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8 研究者を身近に感じるようになりましたか?
- 問9 研究に対する興味・関心が増えましたか?
- 問10 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?

② 東京・横浜研修，関東合宿

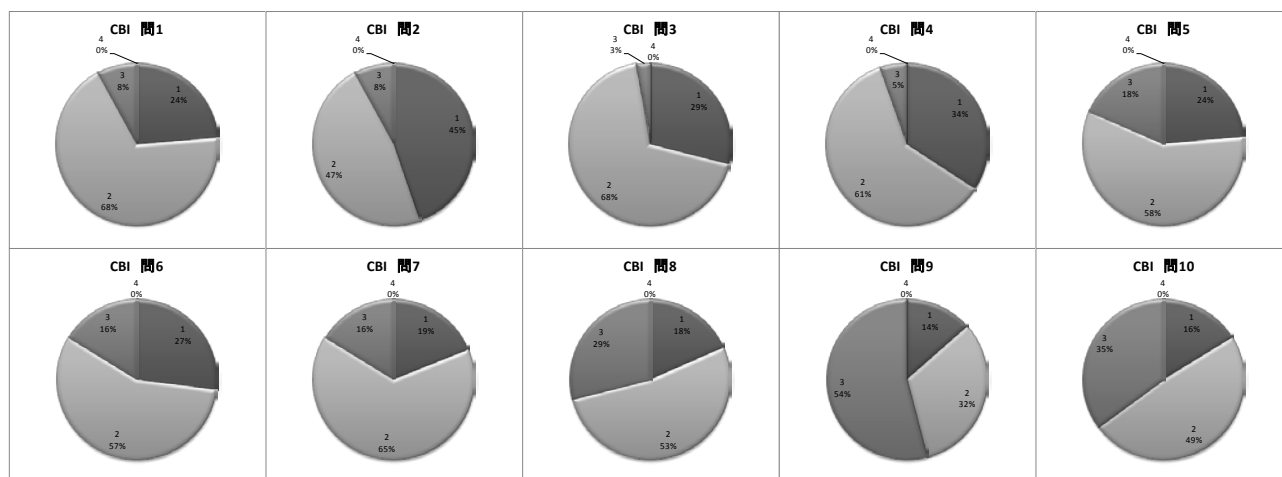
1年生の東京・横浜研修で国立科学博物館と，2年の関東合宿で日本科学未来館と連携を行った。特に，日本科学未来館とは，合宿の前後に事前研修，事後研修を行ったために，館内での活動が例年以上に充実したものになった。

また，関東合宿では，最先端の科学に触れることを目的に，物質・材料研究機構，宇宙航空研究開発機構，理化学研究所筑波研究所，東京大学柏キャンパスと連携を行った。生徒にとって内容的には難しい講義や説明が多かったが，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おり，来年度以降もこのまま継続していこうと考えている。

(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

今年度は，自然科学で必要な英語の語彙と表現方法に慣れることを目的に，学校設定科目「Introductory Science」の中で，本校が SELHi(スーパー・イングリッシュ・ランゲージ・ハイスクール)研究指定校時に確立した英語による理科・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。

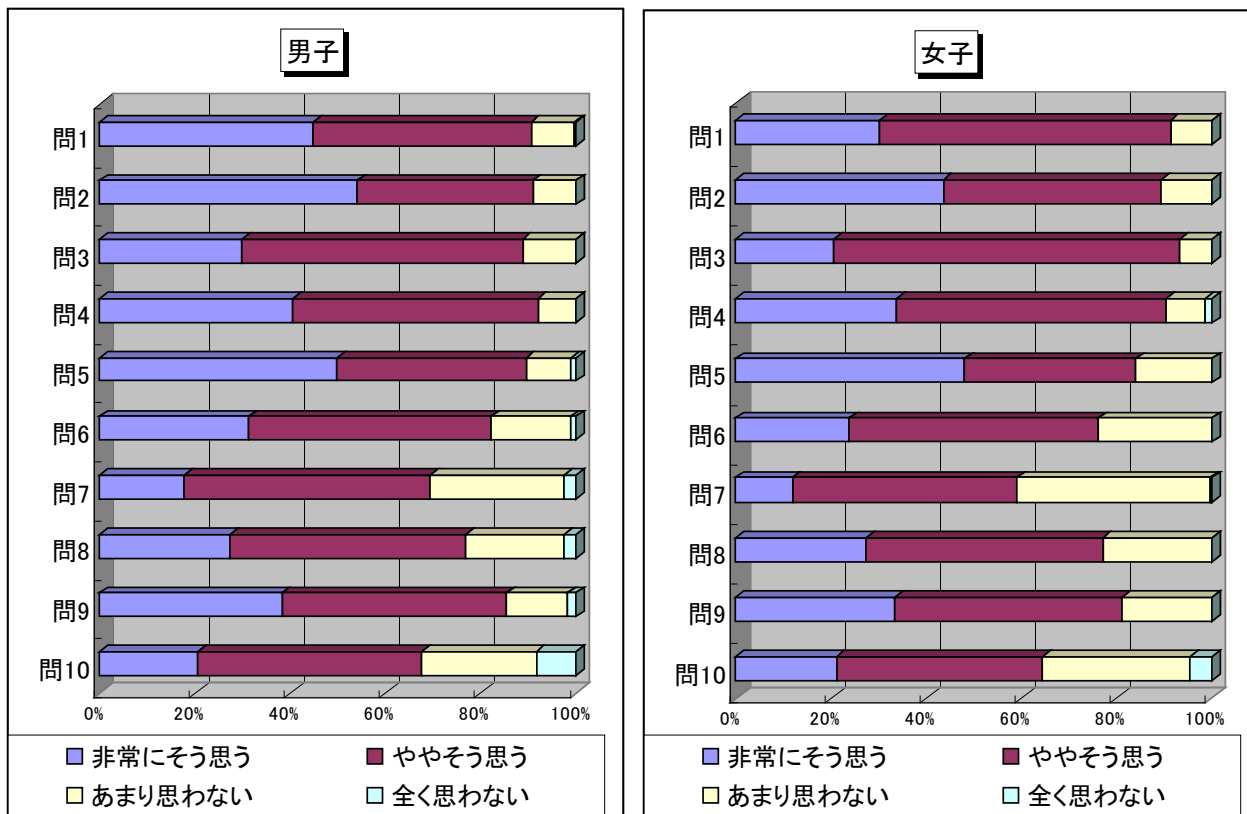
「今回の講義で英語でのコミュニケーション能力は向上したと思いますか？」という問いに対して，非常にそう思う：19%，ややそう思う：65%，というアンケート結果からある程度コミュニケーション能力は身に付いたと思われるが，「今回の講義で海外での英語による発表に自信ができましたか？」という問いに関しては，非常にそう思う：14%，ややそう思う：32%，と否定的な回答が多く，海外研修に向けて2年次にさらなる取り組みが必要だと思われる。



- 問1 今回の講義の内容は分かりやすかったですか？
- 問2 今回の講義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 今回の講義に積極的に取り組みましたか？
- 問5 このような講義が増えると良いと思いますか？
- 問6 今回の講義内容（英語での自然分野の表現）をもっと知りたいと思いましたか？
- 問7 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8 今回の講義で国際性が身についたと思いますか？
- 問9 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10 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？

(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

今年度は講演会や出張講義・校外教室の講師を依頼する際にできるだけ女性にお願いしたが、アンケートの興味関心を問う項目で「非常にそう思う」、「ややそう思う」の合計は男女でほとんど差がないが、わずかではあるが「非常にそう思う」だけを比較すると女子がやや少ない傾向にある。



- 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・実験に積極的に取り組みましたか？
 - 問5 このような講義・実験が増えると良いと思いますか？
 - 問6 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7 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8 研究者を身近に感じるようになりましたか？
 - 問9 研究に対する興味・関心が増えましたか？
 - 問10 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？
1. 非常に思う 2. ややそう思う 3. あまり思わない 4. 全く思わない

第4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

1. 研究開発実施上の課題とその改善策

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、1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) SSH運営が全校組織で行われていない。

本校では、SSHの申請に際してもトップダウンではなく、理科教員の「今までの活動をより充実させたい」という思いを形にして申請した経緯があり、SSHの活動を「理科が勝手にやっている取り組み」という認識を持った教員が、少数ではあるが存在する。また、運営組織も全校組織になっていないので、理科の一部教員の負担が大きくなっていった。

そこで、来年度からはSSH運営委員会に各教科代表を加え、まずはSSHでの活動実態を知ってもらうことから始め、その後、徐々に各教科がどのようにSSHの研究開発に関われるのかを、教科ごとに探っていく予定である。

(2) 校外への広報・成果普及活動が不足している。

今年度は、SSH関係では日常の活動や行事を運営することで担当教員が手一杯になり、校外への広報活動は広報紙を一度発行しただけにとどまった。それ以外は、県の高校理化部会での発表と成果報告会の実施だけで、広報・成果普及活動が十分だとは言えない。さらに、校内への広報活動も年間に2回、定例職員会議の中で報告しただけなので、SSHの活動内容が直接関係していない教員へはうまく伝わらず、校内への広報活動も不十分だといえる。

そこで来年度からは、校外への広報活動としては、本校のホームページを活用し、できるだけ1つの行事が終わるごとに速やかにホームページを更新していきたいと考えている。広報紙も年3回程度の発行を目指したい。校内への広報活動は、(1)の対策で示した各教科代表を運営委員に加えることが広報活動にもなると考えている。また、毎月定例の職員会議には必ずSSH活動報告の時間を確保し、月ごとの活動内容を全職員が知ることのできるシステムを構築したい。

(3) 女性研究者・技術者を育成するための取り組みが不足している。

本校の研究課題の一つである「女性研究者・技術者育成のためのプログラム開発」の実践として、今年度は講演会や出張講義・校外教室の講師を依頼する際にできるだけ女性にお願いしたが、アンケートの興味関心を問う項目で「非常にそう思う」、「ややそう思う」の合計は男女でほとんど差がないが、わずかではあるが「非常にそう思う」だけを比較すると女子がやや少ない傾向にある。昨年度までの生徒のアンケート結果がないので、これでも高い数字を示しているのかもしれないが、少なくとも男子と同じ比率になるように、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が不足している。

生徒には行事終了ごとにアンケートを実施したり、講義メモなどをレポートとして提出させているが、研究対象生徒以外の一般の生徒や教員、保護者へのアンケートが実施できておらず、研究成果を客観的に評価するためにはデータが不足している。

そこで、「レポート・アンケートなどの生徒の負担が大きい」という意見も出てきているのでこの点にも考慮しつつ、アンケート項目やアンケートの対象者を研究成果の客観的評価という視点で再検討したい。

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。

2年生でのプログラムのほとんどが、今年度は試行で来年度から本格実施である。特に本校が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。

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2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場合に普通科の他のコースでも、その授業展開を広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。

(3) 地域の小学校・中学校への普及

地域の小学校・中学校へどのような普及活動が行えるのか、第3年次以降の実施を目指して小学校・中学校の教員と検討を始めたいと考えている。

資料

第1回運営指導委員会

1. 日時

平成22年10月1日（金）13:30～16:30

2. 場所

高松第一高等学校 理科実験室（本館4F）、大会議室（本館2F）

3. 出席者

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（香川大学教育学部准教授）
	永岑光喜（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	岡村寧（学校教育課課長補佐）	
高松第一高等学校	澤田（校長） 田村（教頭） 森（教頭） 春日（事務長）	
	堀田（教務主任） 中條（進路指導主事）	
	片山（SSH研究開発主任） 小谷（SSH研究開発副主任）	
	星野（数学科主任） 湊（特別コース主任） 林（理科主任）	
	伊賀 佐藤 川西 溝渕（以上 理科）	

4. 日程

(1) 授業参観 13:30～14:20（理科実験室 本館4F）

「考える科学（物理におけるアクティブラーニング）」

指導：佐藤，小谷，高田（物理）

(2) 運営指導委員会 14:30～16:30（大会議室 本館2F）

①開会挨拶，紹介

- 高松市教育委員会挨拶（岡村課長補佐）
- SSH研究開発指定校校長挨拶
- SSH運営指導委員紹介
- 高松第一高等学校出席者紹介
- 日程説明等

②研究協議，指導助言

- 研究計画及び取り組み状況について（片山）
- 指導助言（各運営指導委員）

③事務連絡，閉会挨拶

- 校長挨拶

5. 研究協議記録（運営指導委員からの指導等）

(1) 研究授業について

笠 潤平氏：(以下 笠)

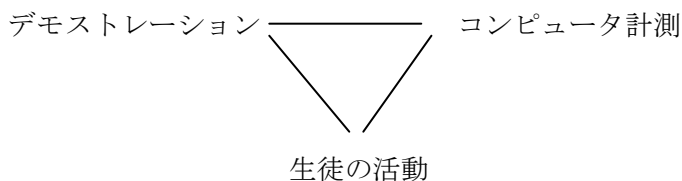
- ・京都でずっと取り組んできた授業だった。
- ・来年までに、教員研修で全国のいろいろな実践の場に赴いて力をつけていけばよい。他と交流して
いってほしい。

中西 俊介氏：(以下 中西)

- ・実験機器も揃っていてこういう時代に物理を学びたかった。
- ・意欲だけで続けていくのは大変。サポート体制が大切。
- ・大学でも GP などでお金が出ている間はよいが、その後は自前でやらなければならない。
- ・日本を担う学生を作る。
- ・最後の真空中での落下実験がもっと大きく見やすいものに出来れば良かった。本当に羽と金属球が
同時に落ちるのがみれるのが大切。

川勝 博氏：(以下 川勝)

- ・アクティブ・ラーニングと一緒にソコロフに学んだ。
- ・リアルタイムでやっていくことが大切。
- ・生徒が授業の主体となれる。



3者がリンクしていることが大切。

- ・データ解析で生徒に負担をかけないこと。
タイマーを使っているのは日本だけ。海外ではビデオを使うのが普通、跳んだり、跳ねたり、ダイナミックにやれる。
- ・アクティブラーニングを本当の意味で開発できるのは岡山、香川県だけである。高校で実践している数が多い。
- ・実験の力を持っている先生が必要。
- ・終端速度にどうしてなるのだろうか？という疑問を放置している。本当の概念形成をやる。

(2) 研究の概要について

(川勝) 能力の育成をどうやっていくのか？その心づもりは？

→ (学校側回答) I.S.等の授業を通して「考える科学」を行っていく。

日本の現状

- ・課題研究はほとんどやられていない。入試問題が主になっている。
- ・探求する体験や経験に乏しい。

↓

アジアの人たちの方が上になりつつある。

資料

- ・日本全体を足しても SAMSUNG 一社に負ける。
- ・日本には勝てない→ ・ノーベル賞を出していない。
 - ・新しい装置の一番最初は全て日本だ。

本物の力 ・知的好奇心
・問題解決能力

科学未来館はみんな学ぶが、高松一高でしかできない未来館を作る。決してまねはせずに人がやらないことに挑戦すべき。

(中西) A.S.のレベルはどのあたりを設定しているのか？また、ノウハウは？

(川勝) ケータイのバイブは日本の発明。クリップモーターの原理がコアレスモーターへ発展した。リモネンから発泡スチロールの処理へなど。自分の不思議や疑問を大切に、それを掘り下げる。100人中90人がだめでも1人ものになる。独創性とはそういうこと。日本はリードする国だ。ホトマルのシンチレーターも手作りから始めた。

(中西) 失敗の経験がなければ絶対に成功しない。ベンチャーは99%潰れるもの。立ち上げること自体がすごいこと。

(川勝) ソニーを創った井深大。物理準備室で放課後ずっと実験をしていた。勝手に育つ、それを潰さない、育てる場を作る。わからないことはわからないと正直に言ってそれを追求しろ。雰囲気大切。

- ・不思議だなという感覚は閉じた環境ではだめ。一高を他に向けて開く。
- ・テーマを交流する。どんなことを不思議に思っているのか。普通の人たちが何を不思議に思っているのか。

(3)まとめ

(笠) 教員の研修が必要。この学校だけに閉じずに、研修の輪を広げる。

課題研究の評価のレベルを高めていく。岡山はかなりうまくいっている。他校を巻き込んでいく。課題研究が日本の泣き所。教員が自分自身やっていないのでおっくうがる。生徒と先生と一緒にやっていく雰囲気が大切。

(中西) 大学の方にも是非どんどん言ってほしい。SSH がうまくいくように協力していきたい。生徒自身が楽しむようなになればよい。

(川勝) 日本の技術のガラパゴス化。→世界の人たちが何が必要なのか、学生のうちにリサーチする必要がある。

- ・(サイエンスボランティアなど) 科学広場に赴き、子供たちが何を疑問に思っているのかリサーチできる能力を身につける。
- ・モニタリングする。本当に人々が必要としているものが何なのか、自分たちから進んで必要としているものを研究していく。

東大の市川 伸一氏が学習観についてはテストを作っている。

科学観・・・相対主義的なもの(米国)、日本の先生は違和感を感じる。

科学哲学・・・佐々木 力「科学論入門」、日本の弱点→一高がやったら画期的、笠先生とつくる。

(星野) 数学の課題学習は数学の教員にとってやっかいなもの。いま、全てを3次元化してみせる取り組みをしている。相談できるところはあるのか？

(川勝) 現実社会とのつながりを大切にしたい。

自然放射線の研究・・・対数・指数のグラフからずれる。→数種の複合

例ブラウン運動，ランダムウォーク，ミルククラウン。

確率統計はほとんど理解していない。「統計で嘘をつく方法」をテキストにしている。

(笠) 科学的なデータの見方。統計的な見方が日本には不足している。

(川勝) 常識的なことにもかかわらず，日本の教育からは欠落している。SSH でやればすばらしい。

第 2 回運営指導委員会

1. 日 時

平成 23 年 2 月 17 日（木） 15:20～16:45

2. 場 所

高松第一高等学校 大会議室(本館 2F)

3. 出席者

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（香川大学教育学部准教授）
	永岑光喜（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	岡村寧(学校教育課課長補佐)	
高松第一高等学校	澤田(校長) 田村(教頭) 森(教頭) 春日(事務長)	
	堀田(教務主任) 中條(進路指導主事)	
	片山(SSH 研究開発主任) 小谷(SSH 研究開発副主任)	
	星野(数学科主任) 湊(特別コース主任) 林(理科主任)	
	伊賀 蓮井 蓮井 佐藤 川西 藤本 高田 溝渕(以上 理科)	

4. 日 程

- ・開会行事
- (1) 高松市教育委員会挨拶
- (2) 校長挨拶
- (3) 運営指導委員紹介
- ・研究協議・指導助言
- (1) 平成 22 年度の取り組みについて
- (2) 次年度の計画について
- (3) 指導助言・質疑応答
- ・閉会行事
- (1) 高松市教育委員会挨拶
- (2) 校長挨拶

5. 指導助言・質疑応答

高木委員：活動はうまくいっていると思う。活動の様子が手に取るようにわかった。見学や実習など、時間を多く使う活動が多い。今までの課程にプラスされたことで、犠牲になっている部分はないか。

高松一高：情報と総合の時間をもらってきている。ほかの部分が欠けることはない。土日や長期休業も利用している。

高木委員：2年目以降、成果をどのように公表していくのか。保護者に対してのみではなく、一般の人に対しての公表すべき。

笠委員：イギリスでの課題研究は教育的な目的でやっていて、テーマ自体は新規のものではない。日本のSSH校では新規の研究、人がやってないことを探してやろうとする傾向にある。課題研究の目的と、それに合わせた評価を含めて議論が必要。

中西委員：いろんなところ出かけて行くのは、モチベーションの向上に効果的である。来年行われる探究活動については、成果主義ではなくプロセスを評価することが大切。女性研究者の育成がテーマになっているが、一高を卒業生した女性の大学院生などにプレゼンをやってもらおうと、インパクトが強いのではないか。

川勝委員：SSHにはいくつか問題点がある。一つ目は、何千万というお金を使う。自分の学校だけでなく、それ以外の高校に貢献ができなければならない。二つ目は、事業経費の多くはトップクラスの研究を体験し、刺激を受けるのに使われる。このこと自体は重要だが、それだけでは本物にはならない。

専門家も、素人も発想などは変わらない。専門家は立証するために粘り強い努力をする。その訓練を受けた者が専門家である。本物の科学教育はそのエッセンスを味わわせるのが大切であり、それが探究活動である。探究活動の経験を香川県の高校に示すことができたなら、それが地域貢献になる。

発表の後の批評が、生徒の意欲を失わせないようにしなければならない。

高松一高：SELHiの指定を受けたとき、失敗を発表することも大切との指摘を受けた。いいところだけを発表するのではなく、マイナス面も発表する必要はあるのか。

川勝委員：実験に失敗はない。失敗は自然と自分の考えとのギャップ。

中西委員：マイナス面も出していかないといけないと思う。

永岑委員：小学校も中学校も、授業改善を行っている。探究活動の取り組みが、授業改善の参考になるかも知れない。将来、研究者を目指すということになると、生き方に関わってきて、小・中学校で取り組んでいるキャリア教育につながってくる。小中高の教育の一貫性が見えてきた。





高松第一高等学校の取り組み

スーパーサイエンスハイスクール(SSH)とは、
文部科学省が、将来の国際的な科学技術系人材を育成するため、先進的
な理数教育を実施する高等学校等を、「スーパーサイエンスハイスクー
ル」として指定し、学習指導要領によらないカリキュラム開発・実践や課
題研究の推進、観察・実験等を通じた体験的・問題解決的な学習等を支
援する学校のことです。現在全国で125校が指定を受けています。予算規
模は5年間で6,600万円です。

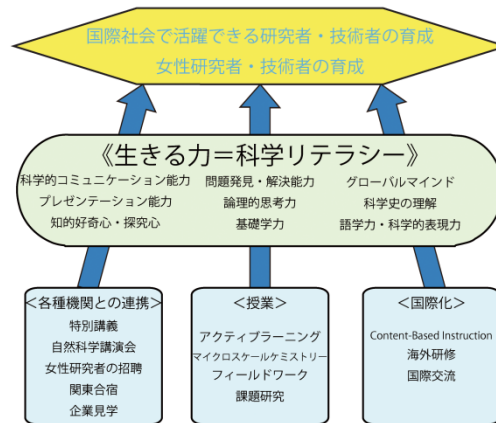
本校は、平成22年度から26年度までの5年間、研究指定を受けています。

国際社会で活躍できる研究者・技術者の育成 女性研究者・技術者の育成を目指す。

香川大学教育学部と連携し、思考の過程を重視した授業を通して、自ら学びます。

大学・博物館・研究所・企業等と連携し、研究者や科学者の声を聞き、最先端の研究に触れることで、自らのキャリアについて考えます。

英語による数学・理科の授業や海外研修を通して、海外の高校生と交流を深めます。



02

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)

SSHでは、学習指導要領によらないカリキュラム開発・実践が行えることから、特別理科コースにおいて、学校設定科目を設置しています。1年次は通常カリキュラム中の「情報(1単位)」と「総合的な学習の時間(1単位)」を「Introductory Science」としています。また、2年次は「保健(1単位)」と「総合的な学習の時間(1単位)」を「Advanced Science I」とし、3年次は「総合的な学習の時間(1単位)」を「Advanced Science II」とします。「Advanced Science」では、課題研究にじっくり取り組みます。

今年度の「Introductory Science」は、香川大学・徳島文理大学・秋田大学、愛媛県立総合科学博物館と連携し、出張講義や校外研修を実施します。また、企業見学や自然科学に関する講演会も企画しています。

2010.06.04/06.18/07.09

「考える科学」
香川大学教育学部 笠 潤平教授

前期の3回の講義で課題研究をやっていく上で重要になってくる「仮説を立てることの大切さ」や、「科学的な考え方」、「公正な実験の方法」、「変数」、「変数制御の方法」などを簡単な教材や実験を通して楽しく、具体的に学びました。後期にも3回の講義を予定していて、コンピュータを使った実験を通してさらに「科学的な考え方」を深めていきます。



03

高松第一高等学校の取り組み

2010.06.11

「動物の脳と行動」

徳島文理大学香川薬学部 伊藤 悦朗教授
徳島文理大学香川薬学部で、「動物の脳と行動(学習)」についての講義を受けました。その後、講義の内容に沿って、前日に「ニンジンジュースの臭い」と「嫌な薬品」とを関連つけて記憶させたナメクジが、その記憶内容を覚えているのかを確認する実験を行いました。また、ナメクジの脳波測定の様子も見る事が出来ました。



2010.07.02-07.03

「生物の多様性」

香川大学農学部 伊藤 文紀教授

アリの採集と分類を通して、生物の多様性の様子やその重要性について学びました。7月2日は校内でアリの採集方法とアリの特徴や分類方法を学び、実体顕微鏡を用いて簡単な分類を行いました。7月3日はアリの種類が多いことで有名な藤尾神社で採集を行い、香川大学農学部で分類を行いました。農学部では、攻撃性が強く全国に分布が広がりつつある外来種のアルゼンチンアリに関する実験も見ることが出来ました。



2010.07.16

「地球の大気・宇宙」

秋田大学教育文化学部 川村 教一准教授

前半は世界ではじめて人工的に雪の結晶をつくることに成功した中谷宇吉郎先生に関する話を聞き、発泡スチロールのケースやペットボトル、ドライアイスを用いて実際に雪の結晶を作る実験を行いました。多くの班が真夏の雪の結晶の出現に感動していました。後半は、「イトカフ」から帰還した小惑星探査機「はやぶさ」についての講義を受けました。動画を中心とした講義で、「はやぶさ」の目的をはじめ、途中で起きたトラブルや地球帰還までの奇跡についても詳しく知ることが出来ました。

04

関東合宿(2年次夏休み)

3泊4日の日程で、東京の日本科学未来館、つくば学園都市の国の研究施設、千葉県柏市の東京大学を訪問し、国内最先端の研究施設での見学・研修を通して、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して実施しています。



2010.07.21

事前研修「科学プレゼンテーション」

日本科学未来館から2人の講師

を招き、科学的なプレゼンテーションの方法について学びました。未来館の展示物の内容を簡単に説明した本の中から自分が興味を持った内容を、他の班員に説明するという形式で行われました。プレゼンテーションシートを1枚作ることに、ボイス、ジェスチャー、ポスター、アイコンタクト、などのポイントを考えながら何度も説明をするので、研修を通してかなりのプレゼンテーション力を身につけることが出来ました。



2010.08.02-03

「日本科学未来館」

各班で設定したテーマについて、疑問・今後の展望などを解説員にぶつけることで、関東合宿メインプログラムである班別プレゼンテーションの準備を進めました。実験工房では、超伝導、DNA抽出、レゴロボット組立体験に分かれて参加しました。実際に体験することで、興味関心を高めました。「ドラえもん科学みらい展」では、道具がどれくらい実現に近づいているのかを知ることができました。

05

高松第一高等学校の取り組み

2010.08.04
「物質・材料研究機構」

今回は、生体材料、金属間化合物、Mg合金、高性能電子顕微鏡の研究室を見学しました。優秀な研究者達が、素晴らしい施設の中で最先端の物質・材料研究を行っている様子に直に接することができました。また、研究者とのDiscussionの時間では、質問に丁寧に答えていただきました。



2010.08.04
「理化学研究所」

国内では2カ所、その中でも遺伝子組み換えのできる施設としてはここにしかないP4実験室の見学をしました。また、生物研究材料「マウス」についての講演で、「なぜマウスが使用されるのか」「マウスの飼育方法」などの話を通して、バイオリソースの大切さを知ることができました。実際にマウスを見ることもできました。



2010.08.04
「宇宙航空研究開発機構」

新しくなった展示館で、JAXAが今までに関わってきたロケット・人工衛星の模型や実物を解説員の説明に従って見学しました。宇宙飛行士養成機では、無重力に近い状態で訓練する施設などを見学しました。小惑星探査機「はやぶさ」のイオンエンジン開発に関わった方からの講演では、プロジェクトの裏話なども聞くことができました。

2010.08.05
「東京大学(柏キャンパス)」

東京大学宇宙線研究所での「暗黒物質の探し方」の講演は、難しい内容を分かりやすく説明していただき、暗黒物質に対して関心を深めました。他にも大気海洋研究所、超強磁場実験施設を見学し、世界的な研究が行われている様子に触れることができました。大学の食堂での昼食もよい思い出となりました。

06

2-5-10,Sakura-machi,Takamatsu-City,Kagawa,760-0074,Japan
www.taka-ichi-h.ed.jp

TEL (087)861-0244

FAX(087)861-0246