

平成 2 6 年度

スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書

平成 2 4 年度指定

(第 3 年次)



平成 2 7 年 3 月

兵庫県立豊岡高等学校

はじめに

学校長 西村 豊

平成24年度から5年間、文部科学省からスーパーサイエンスハイスクール（SSH）の再指定を受けて3年目を迎えました。経過措置の期間も含めて過去8年間の取組を踏まえて、今年はさらに飛躍することのできた年だと感じています。

本校のSSH事業が目指すものは、「科学的探究力」「見えないものに気づく力」「自分の考えを表現する力」「国際性（英語で討議する力）」を身につけることです。理系だけでなく文系も含めて、少しでも多くの生徒達が参加できるようにとの思いから多様な事業を展開してきました。まだまだ多くの課題や解決しなければならないことが残っていますが、校内においてSSHの取組が徐々に広がり、また、定着しつつあることを実感しています。

今年度の海外研修では、7月16日から22日にかけて、ギリシャとトルコに行ってきました。これはギリシャのレスヴォス島が山陰海岸ジオパークと姉妹提携をしていることもあり、豊岡市長の親書を携えての研修となりました。その際、トルコのヴォスポラス海峡横断海底トンネルを走る電車に乗ってきました。これは本校OBの方が海底トンネルの計画段階から完成まで10年の長きに渡って責任者を務められたもので、「ものづくり大国日本」を身近に感じることのできる貴重な機会になったと思います。また、カリフォルニア大学サンフランシスコ校にあるグラッドストーン研究所の山中伸弥教授の研究室でスタッフリサーチインベスティゲーターとしてiPS細胞を研究している本校OBである友田紀一郎博士に講演をしていただきました。分かりやすく説明をしていただいたこともあり、生徒達も積極的に質問し、最先端の研究に触れる非常に有意義な時間を持つことができました。

「読んだことは忘れ、見たことは覚え、体験したことは身につく」という言葉がありますが、生徒達はこのような様々な体験を通して、確実に成長してくれていると思います。私も本校で理数科の前身である理数コースで担任をさせていただいたことがあります。が、「進学実績の向上」だけを考え、そのこと自体が目的となり、知識注入型の一方的な授業ばかりであったように思います。体験的な活動等をとおして課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力などの能力をはぐくみ、主体的に学習に取り組む態度を養う取組があまりできていなかったと反省をしております。SSH導入後においては、教職員も本当に必要な学力とは何か、真に身につけさせるべき力とは何かを自問自答しながら指導にあたってきました。その結果、より幅広い視野・知識、様々な体験から自分が本当に進みたい進路を選択する生徒が増えてきたように思います。

次の段階としては、このようなSSH事業の成果を踏まえ、更なる普通科への普及を推し進めるとともに、但馬地域の理数教育の拠点校として、その成果を地域の他の高校や小中学校にも広げていくためのプログラムを開発していかなければならないと考えております。

最後になりましたが、この事業を推進するにあたってご協力をいただきました方々に衷心より感謝を申し上げて、挨拶とさせていただきます。

目 次

はじめに

第1章 研究開発の概要

S S H研究開発実施報告（要約）	1
S S H研究開発の成果と課題	6

第2章 研究開発の内容

研究開発課題・研究仮説	10
豊高が目指すSSH	11
1. 地域への普及	
(1) 豊岡小学校算数教室サポーター	12
(2) 豊岡小学校実験教室事業	12
2. サイエンスディスカバリー	
(1) 地域巡検	13
(2) 東京大学訪問研修	18
3. サイエンスアクティビティ<豊高とことんトーキング>	19
4. サイエンスリサーチ	
(1) サイエンスリサーチⅠ	
①-1 サイエンスツアーⅠ「甲南大学との連携」	21
①-2 サイエンスツアーⅠ「東北大学出張講義」	23
②課題研究Ⅰ「混合物の分離操作」	24
(2) サイエンスリサーチⅡ	
①サイエンスツアーⅡ	25
②-1 課題研究Ⅱ「コウノトリ羽ばたく豊岡市へ」	26
②-2 課題研究Ⅱ「モンティ・ホール問題」	28
②-3 課題研究Ⅱ「モデルロケットの加速度等について」	34
②-4 課題研究Ⅱ「活性炭による水の浄化とその効率的な再利用法」	40
(3) サイエンスリサーチⅢ<課題研究Ⅲ>	44
5. 科学系部活動の活性化	
(1) 生物自然科学部	46
(2) 科学系コンテスト・オリンピック参加	48
6. 国際性の育成	
(1) 海外研修報告	49
(2) 全校リスニング	51

第3章 関係資料

1. S S H活動アンケート	52
2. S S H運営指導委員会の記録	55
3. 平成26年度実施教育課程	57

第 1 章 研究開発の概要

学 校 名	指定第 2 期目	2 4 ~ 2 8
-------	----------	-----------

①平成 2 6 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	科学的探究力、見えないものに気づく力、自分の考えを表現する力、倫理観、国際性を高める教育課程と指導方法の研究開発、地域の小・中学校への理数系教育の普及方法、高校・大学・企業との新たな連携・協力のあり方の研究開発を通して、地域に貢献し、日本の発展と世界の平和に寄与する科学技術系人材の育成をめざす。
② 研究開発の概要	2 6 年度研究開発の概要 1 理数系人材として活躍するのに必要な力を、本校は科学的探究力、見えないものに気づく力、自分の考えを表現する力、国際性の 4 つとし、それを育成する教育方法を研究開発する。 2 平和に寄与する人材を育成するため、教科間連携により倫理観を育成し、全生徒に科学的素養を育てることに取り組む。 3 興味・関心により生徒は自発的に課題解決に動き始める、生徒の学びの原動力は興味・関心であるとの仮説から、多様な体験活動によりそれを喚起する。 4 課題研究発表会や双方向授業など生徒が主体となって活動する事業は、すべて異学年が交流する形で実施し、上級生からの波及効果により発表の質を向上させる。 5 講演会・校外研修・小中連携事業などの企画・運営に生徒を参加させ、創造性や企画実行力を育成する。
③ 平成 2 6 年度実施規模	1・2 学年は全生徒、3 学年は主として理数科 1 クラス合計 4 3 5 名を対象とするが、3 学年についても全生徒を対象とする取組もある。 年間を通して対象となった生徒数 1 年生 1 9 9 名 2 年生 1 1 7 名 3 年生 3 9 名
④ 研究開発内容	○研究計画 1 地域への普及 小学校ー実験教室、算数教室・豊高科学体験教室（豊高ラボ）・青少年のための科学の祭典オープンハイスクール理数科体験授業 2 クロスオーバープログラム 総合的な学習の時間に想像力を養い、表現力、倫理観を育てる連携授業 全生徒に科学的素養を育成する連携授業 国際性を養うために「討議できる英語力」をつける連携授業 新しい学力観に基づく授業改善ー講義中心から言語活動重視の問題解決型へ 3 サインスイスカバリー 地域巡検：地元企業での講義・実験・まとめ・発表により、地域理解を深める 海外研修：ギリシャ海外研修 4 サイエンスアクティビティ 双方向授業 大阪大学 畑田耕一名誉教授「分子とは」 豊高とことんトーキング（長時間のディスカッションを体験）

留学生との交流（大阪大学との連携）

5 サイエンスリサーチ

サイエンスリサーチⅠ 課題研究Ⅰ（課題研究入門）

サイエンスツアーⅠ（甲南大学との連携）

サイエンスリサーチⅡ 課題研究Ⅱ（少人数グループでの課題研究）

サイエンスツアーⅡ（大阪大、神戸大、広島大、東北大、日本大）

サイエンスリサーチⅢ 課題研究Ⅲ（２年次課題研究の英語による発表と質疑応答）

6 科学系部活動の活性化

理数科活性化の重点課題としても位置づけ、段階的に支援策を実行し活性化を達成する。個々の生徒がそれぞれの興味・関心に応じて研究に取り組める体制を作るため全職員が協力する。

西はりま天文台、バルーンようかでの定期的な研修

7 評価・検証

「PERSONAL GROWTH RECORD」による自己評価

妥当性の高い評価による検証、考察を継続し研究開発をステップアップする。

外部評価の充実により客観性を高める

３年目の中間評価にあたり、科学的探究力、見えないものに気づく力、自分の考えを表現する力、討議できる英語力の４つの力を評価し、課題を明確にして次年度に反映させる。

対象者と非対象者の比較による評価により検証の妥当性を高める。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

学校設定科目として「アドバンストサイエンス」、「数理情報」を開講する。

○平成２６年度教育課程の内容

「資料 教育課程表」参照

○具体的な研究事項・活動内容

<地域への普及事業>

算数教室サポーター（１，２，３年希望者） ７月２３・２４・２５日

小学校実験教室（１，２，３年希望者） ７月２５日

オープンハイスクール理数科体験授業（２年理数科） ７月３１日・８月１日

青少年のための科学の祭典（１年理数科、生物自然科学部） ８月２・３日

オープンハイスクール理数科体験授業（１，２年理数科） １１月１７日

神戸大学附属中等教育学校の校外学習の協力校として、行事の企画段階からに作業をともにすることで、創造性や企画実行力の育成を図った。

<サイエンスリサーチⅠ>（１年理数科）

課題研究Ⅰ 探究活動の入門として出張講義および化学、生物分野の実験を行った。実験後に実験の原理などを口頭試問したり、考察事項を発表したり、英語での説明による実験に取り組んだ。

出張講義：東北大学准教授 酒井聡樹氏 「これから研究を始める高校生と指導教員のために」

サイエンスツアーⅠ プレ課題研究として甲南大学と連携し、研修を実施した。

甲南大学との連携 「アゾ色素の合成とその応用」 事前指導（7月12日）
実験演習（8月26・27日） 事後指導（12月13日） 発表会（12月23日）

<サイエンスリサーチⅡ>（2年理数科）

課題研究Ⅱ 40名の生徒と7名の指導者が1年を通じて11のテーマの課題研究に取り組んだ。2月にパワーポイントによる成果発表会を2回実施した。

校内選考会：2月7日

SSH課題研究発表会：2月17日（第2回運営指導委員会を同時開催）

《課題研究Ⅱテーマ一覧》

- ・物理系研究班 「モデルロケットの加速度等について」
「ペルチェ素子の新エネルギーとしての可能性」
- ・化学系研究班 「活性炭による水の浄化とその効率的な再利用法」
「廃棄物からバイオエタノールを作る」
- ・生物系研究班 「神武山に生息する哺乳類の種類と生態についての研究」
「植物の生長と香りの関係」
「コウノトリはばたく豊岡市へ」
- ・地学系研究班 「地質学的特徴と人々の暮らしとの関係についての研究」
兵庫県立大松原助教との連携
- ・数学系研究班 「モンティ・ホール問題」
「ガロアの考え」
- ・情報系研究班 「アプリの開発（人工知能による「2048」攻略）」
- ・生物自然化学部の発表 「水とアルコールの混合実験」

サイエンスツアーⅡ

神戸大学大学院人間発達環境学研究科（源助教） 8月4・5日

神戸大学大学院人間発達環境学研究科（伊藤教授） 8月18・19日

大阪大学基礎工学部（真島教授） 8月26・27日

日本大学経済学部（川出准教授） 9月12・13日

大阪大学大学院理学研究科（土川助教） 9月27・28日

東北大学大学院生命科学研究科（渡辺教授） 11月22・23日

東北大学大学院工学研究科（安藤教授） 11月22・23日

広島大学大学院理学研究科（山本教授，坂本准教授） 12月26・27日

興味関心や進路希望に基づき、少人数での課題研究型学習活動に取り組んだ。

<サイエンスリサーチⅢ>（3年理数科）

課題研究Ⅲ 2年次の課題研究Ⅱを英語で発表、質疑応答を行う。

発表会：9月18日

<サイエンスアクティビティ>

双方向授業 大阪大学名誉教授 畑田 耕一氏 出張講義 「分子とは」

（1，2年生理数科、生物自然科学部） 6月6日

豊高とことんトーキング 卒業生5名をファシリテーターとして長時間のディスカッションを体験（1，2年生希望者） 8月16日

海外研修 ギリシャ海外研修 レスヴォスジオパークにおける野外踏査、地元高校生との交流、エーゲ大学訪問、イスタンブール・アテネでのフィールドトリップなど

を実施（１，２，３年生希望者２０名） ７月１６日～２２日（７日間）
出張講義 友田紀一郎博士 博士は本校の卒業生で、GLADSTONE 研究所（サンフランシスコ）において京都大学山中教授と共同で iPS 細胞の研究をされている。（２年生全員，１年生理数科全員・普通科希望者） １２月１日

<サイエンスディスカバリー>

地域巡検 地域の企業見学・会社代表者による講義・質疑応答（１年生全員） ７月１７日
発表会 ２６日

大学訪問研修 東京大学研究室訪問（１，２年生希望者８名） １２月２４・２５日
研究施設訪問研修 西はりま天文台（生物自然科学部） ９月２０・２１日

<クロスオーバープログラム>

地歴・保健体育・英語・国語科が共同して１つのテーマで授業を行ない、生徒はそれについて意見をまとめ、議論した。（１年理数科） １２月１６日（大雪警報発令のため中止）

<科学系部活動の活性化>

数学オリンピック、理数甲子園などのコンテストに参加した。
近隣の天文館「バルーンようか」での定期的な天体観測を実施した。
文化部合同発表会、青少年のための科学の祭典、県総合文化祭開会行事、兵庫県高校総合文化祭自然科学部門、サイエンスフェアなどに参加し発表等を行った。
本校課題研究発表会でも発表した。

<評価・検証>

「PERSONAL GROWTH RECORD」による自己評価を実施し、科学的探究力、見えないものに気づく力、自分の考えを表現する力、討議できる英語力の４つの力を１年間の個人の変化として自己評価させることと、個人目標の達成度をフィードバックさせることを試みた。テスト等による点数評価・観点別評価・生徒、保護者等へのアンケート・生徒レポート評価・外部評価等により妥当性を高め、効果的な評価・検証を研究した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

- ・「小学校算数教室」は普通科の生徒も積極的に参加し、進路決定に資することができた。
- ・「小学校実験教室」「青少年科学の祭典」を通し、地域の小中学生の科学への興味・関心を高めることができた。
- ・サイエンスリツアーⅠの甲南大学との連携による研修や、東北大学酒井准教授による出張講義は、２年次における課題研究の準備として研究の本質の理解や発表することに関して大いに成果があった。
- ・サイエンスリサーチⅠ、Ⅱの課題研究、サイエンスツアーⅠ、Ⅱ大学での課題研究型授業の実施を通じ、科学的探求力、自分の考えを表現する力を育成することができた。
- ・サイエンスリサーチⅢの英語での発表を通じ討議できる英語力を育むことができた。
- ・グループで課題研究に取り組むことで、協調して研究を進める手順やコミュニケーション能力を育成することができた。
- ・課題研究発表会や双方向授業など生徒が主体となって活動する事業は、すべて異学年が交流する形で実施し、上級生からの波及効果により発表の質を向上させることができた。
- ・今まで知らなかった地元の企業で研修することは、新たな価値観が生まれ、進路決定に資するこ

とができた。

- ・身近な地域に世界に誇れる技術が存在することは、科学に対する興味・関心が深まる。地域から生まれた科学に対する興味・関心は日本、世界へのそれへと発展する可能性をもつ。
- ・全国的、あるいは国際的な場での発表は、視野を広げ海外での発表の機会を得る足がかりとなった。
- ・課題研究Ⅱに関しては、生徒主体のテーマの割合が増えてきた。これは生徒・教師ともに課題を発見しその課題に取り組む能力が向上してきたといえる。
- ・課題研究Ⅲの英語での発表会では、近隣高校からの参加者もあり、人材育成の地域の中心としての役割を果たすことができた。
- ・海外研修について

今回の主要な研修であるレスヴォス島におけるフィールドトリップは、エーゲ大学（ギリシャ）との連携により、たいへん充実した研修とすることができた。海外研修を経験したことで、交流する力・問題を発見する力がついた。一方、英語で質問する力・英語で議論する力については、できなかったという自己評価に基づき、今後の努力の必要性を痛感している。一度海外に行ったことでつけることのできる力ではないので、海外研修に参加した生徒が英語でコミュニケーションをとることに積極的になれたという点は評価することができるものの、今後も継続して力をつけるためのプログラムを展開していくことが重要であるといえる。

○実施上の課題と今後の取組

- ・課題研究などの活動で、集団の中の個をどのように評価するかを研究する必要がある。
- ・倫理観の育成に関する評価を研究する必要がある。
- ・台湾や韓国との交流について、具体的な手法について講じていく必要がある。
- ・SSH事業の主対象以外の生徒へ波及するよう一層の努力の必要がある。
- ・教科内、教科間連携をさらに深め、新しい融合教科や科目の開発につとめる必要がある。
- ・女性研究者の育成の具体的取組を進めて行く必要がある。

②平成 26 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

理系人材として活躍するのに必要な力を本校では『科学的探究力』『見えないものに気づく力』『自分の考えを表現する力』『国際性（英語で討議する力）』の 4 つとし、それらを育成する教育方法の研究開発をすることを主なねらいとしている。これを達成するため、定義した 4 つの力をさらに具体的 8 つの力に細分化し、これらの力を育成すべく事業を展開した。以下にその成果について記述する。

1 『科学的探究力』に関する取組

・生徒の変容の観点

サイエンスリサーチ（課題研究・課題研究発表会）

「来年の自分たちも先輩のように（超えられるように）素晴らしい研究や発表ができるようになりたい（30%）」「先輩の話法やスライドの作り方など参考にしたい（23%）」「これから課題研究に取り組む上で大いに参考になった（62%）」「研究に興味がわいてきた（11%）」「理解できない内容もあったが自分も早く研究をしたいと思った（13%）」多くの生徒が同じ感想を述べている点から、上級生がロールモデルとなり研究や発表の質の向上につながっていくことが期待できる。次年度への興味付けができ、興味関心を高めることに役立った。

「上級生の質問が活発でレベルが高く聞くだけでも勉強になった（21%）」学年の進行とともに質問する力が飛躍的に向上している。

「1 年間研究に取り組む発表を終えとても充実している、大変よい経験となった、緊張して望んだ、成長を感じる（79%）」興味や関心に応じたテーマで粘り強く研究に取り組む姿勢を身につけ、科学技術の発展に貢献できる人材の育成に資する事業となっている。

サイエンスツアー I・II

サイエンスツアー I、II では 1 年生が甲南大学、2 年生が大阪、東北、神戸、広島、日本大学などの研究室で生徒それぞれが実験を行った。

「未知のことばかりで多くのことを学ぶことができた」「今まで疑問に思っていたことを解決することができよい経験ができた」「研究者としてどのようなことに疑問を持てばよいかなどについて知ることができた」などの感想から、実験結果などを考察することで論理的思考力を身につけさせ、得られた結果をどのように応用するかを考える「課題研究型学習」を行うことができた。

また、「自分が大学に進学したときのことが思われ勉強にやる気が出た」「興味ある分野について学習できたのでとても楽しく取り組むことができた」「自分の行きたいところを選べるのがよい」「自分の進路に役立った」など生徒の進路選択に寄与することができた。

・教師の変容の観点

本年度は、課題研究 II のテーマ 11 のうち、6 つが生徒自身の提案によるテーマとなった。半分以上の生徒主体のテーマに基づく研究をすることができたのは、教師自身の指導力が向上していると考えられる。サイエンスツアーにおける大学と連携しての研修では、普段の高等学校の授業では実施が難しい、科学的な思考力をつけるための実験を生徒たちに行わせている。実験を行いそれらを考察することによって、理論的に考える力をつけることができるというものである。生徒たちの科学的思考力と発表の技術を高めることができるとともに、本校職員が実験計画の知識・技術を向上させることができる。

2 『見えないものに気づく力』に関する取組

クロスオーバープログラムの取組は、各教科の授業を講義中心から課題解決・生徒参加型へと改善し、サイエンスリサーチ、サイエンスディスカバリー、サイエンスアクティビティに取り組むことで、科学への興味・関心を喚起し、自発的学びにつなげ、表現力、気づく力、思考力を鍛えることができる、という仮説に基づき事業を実施している。

・生徒の変容の観点

地域巡検（但馬の先輩に学ぶ）

「仕事に対する姿勢を学ぶことができ、よい体験となった」「地元に誇りが持てた」「自分の将来を見つめることができた」「ポスターセッションでは発表をみて他の事業所のことを知ることができた」などの実施後の生徒の感想から、高校入学直後のモチベーションの高い時期にそれらの企業を知ること、地元への興味関心を喚起し、但馬地域に目を向けるきっかけとすることができた。研修内容をポスターにまとめ発表することで表現力、気づく力、思考力を鍛えることができた。

東京研修

「東京大学の名前は聞くものの、自分の足でその地に立ってみるとやはり圧倒された。但馬にいるとなかなか大学というものを実感することはないが、行ってみて学ぶことの意義を改めて感じられたと思う。滅茶苦茶やる気が出ました。」「実際に行って自分の肌で感じることにそれをしないことは、大学について理解を深める上で大きく異なると思った。自分の世界の狭さを実感し、これからはもっと視野を広げていろんな行事に参加しようと思う。」「大学の研究は最先端のもので、それらが文化の発展にも大きく貢献していることが分かり、自分もぜひそういうことがしてみたいと思った。」「日本最高峰の大学の研究室の内に入り、最先端の研究を見学することができたことで、努力すれば自分にもここで研究する可能性があるのではないかと思った。勉強に対するモチベーションが高まった。」豊高の先輩で東大教授の尾嶋先生の特別講義や研究室訪問、科学技術展示施設訪問を通じ科学への興味・関心を喚起され、自発的学びにつながった。

双方向授業

講師と生徒が双方向に働きかける授業形式により、新しい視点を学び、授業への興味・関心を高める機会とすることができた。科学倫理と科学技術の意義についての話を聞き、倫理観の涵養を図り、科学と哲学・倫理の関係について深く考える機会とすることができた。

・教師の変容の観点

地域巡検は実施3年目となるが、実施方法については当該学年が決定する。3年間とも1年生徒全員により実施できているのは、ほとんどの職員の協力が得られ、全員により取り組む体制が構築されたといえる。

クロスオーバープログラムでは、「代理母」の問題について保健体育（現状と課題）・社会（海外での現状、文化と宗教の違いの観点、訴訟例）・英語（英語での理解、討論）の3教科で実施準備を進めた。準備段階から各教科間で連携し、講義中心の授業を課題解決・生徒参加型へと改善する重要性を共有することができた。実施当日に警報が発令されたため実施には至らなかった。

3 『自分の考えを表現する力』に関する取組

・生徒の変容の観点

豊高とことんトーキング

「大学のことが具体的にわかりイメージがわいた」「努力している人の重みのある言葉を聞くことができた」「小さなことでも気軽に質問することができた」（在校生）「答えのない問いについて考えること、人の話に耳を傾けること、自分の意見を発信すること、どれも普段の学習の中ではあまりやらないのでよい経験となった」「高校生が自分の意見を持ち主張できたのは素晴らしい」（卒業生）年齢は近いが経験の幅が広い大学生・大学院生等をファシリテーターとすることで高校生・

教師だけでは気がつかない着眼点を得られ、深いレベルでの思考力を鍛えることができた。比較的少人数で様々なテーマについて様々な方法で徹底的に議論をすることで、論理的思考力・コミュニケーション能力を鍛えることができた。卒業生が協力している取組であることから、SSH事業により育まれた人材が再び後輩を育てるよい循環を構築することができた。

SSH事業が順調に進捗し、成果が当該生徒に浸透し、また、他学年に波及していることで、事業が成果を挙げていることが分かる。

課題研究発表会

課題研究Ⅱでは2回の発表会、Ⅲでは英語の発表会を実施した。発表会における発表の体験は、どの生徒にも一様にプレゼンテーション・コミュニケーション能力の向上に有益であったことが認められる。発表したほとんどの生徒から「よい経験となった」との感想が聞かれた。また、聴衆となった生徒からも研究や発表を讃える感想が聞かれ、上級生が下級生にとってよいロールモデルとなっているといえる。

ギリシャ海外研修

豊岡市長からの親書を、山陰海岸ジオパークと姉妹関係にあるレスヴォス島ジオパークでの研修に持参したことから、豊岡市役所における海外研修報告会を実施した。また、課題研究発表会でも報告をした。何度も発表をすることで「言語活動の充実」に資する取組とすることができた。

4 『国際性（英語で討議する力）』に関する取組

『国際性（英語で討議する力）』を育成するために、学年進行で、地域（1年 地域巡検、英語による化学実験・クロスオーバープログラム）→国内（2年 サイエンスツアーⅡ、先端企業研修・英語による化学実験）→海外（海外研修 韓国、ギリシャ）へと視野を広げる取組を行い、合わせて課題研究発表会を英語で行うことを二期目より導入した。（3年生が発表、1，2年生が評価）英語による課題研究発表では聴衆として評価に参加した1，2年では、「論点を整理できた」と考えている生徒は1年生21%、2年生44%、3年生70%であり、入学後の英語学習やSSH活動での国際性涵養の取組が目に見える形となって表れた。取組の具体例としては、2名のALTによるLIVE放送での全校生徒に対するリスニング、外国人実習助手や留学生との昼食会や理科実験（使用言語は英語）などが生きた英語と接するよい機会となっている。

・生徒の変容の観点

ギリシャ海外研修

海外研修では、主に交流会・エーゲ大学訪問・フィールドトリップ（イスタンブール、アテネ市街）フィールドワーク（ミティリニ市街・石化森林公園）を実施した。実施後の生徒の自己評価より、交流会の英語でのプレゼンテーションを通じ、現地の高校生とコミュニケーションをとったり発表のための資料の作成をすることで「交流する力」「発表する力」、フィールドトリップやフィールドワークを通じて「問題を発見する力」「未知の問題に挑戦する力」がついたと評価している生徒の割合が高い。

4つの力の評価について、その成果を数値化して分析に取り組むことができた。「PERSONAL GROWTH RECORD」で生徒ひとりひとりの具体的な目標を明確にし、それに対する自己評価を実施することができた。これらにより、研究内容の改善に資することができた。

② 研究開発の課題

平成24年度2期目の指定から3年目を迎え、その年に入学した生徒が現在3年生となっている。その生徒の3年間のSSH活動を振り返り分析することで、課題が明らかになってくる。SSH初年度の入学生（現3年生）の学年ごとの自己評価では、それぞれの評価項目に対して「できる」「ほぼできる」と答えた生徒の割合が、1学年より2学年のほうが、いずれにおいても10ポイントから20ポイント高くなっており、4つの力が順調に身について、それを生徒が実感できるカリキュ

ラムとなっていることが分かる。(1) 問題を発見する力、(2) 未知の問題に挑戦する力、(3) 知識を統合して活用する力、(6) 発表する力、のうち①発表に必要な資料を整理して作ることができる、は、SSH事業に取り組む前から自己評価が高く、事業実施後も高いまま推移している。

(4) 問題を解決する力、(5) 交流する力、は、学年の進行に伴い数値が高くなる傾向が見て取れ、SSH事業の成果が現れたと判断できる。(6) 発表する力、のうち②資料を基に分かり易く効果的な説明ができる、(7) 英語で質問する力、(8) 英語で議論する力、はSSH事業により一定の成果が見られるが、今後さらにのばしていきたい項目であると分析できる。その国際性(英語で討議する力)については、まだ実施した事業が少ないことや、学校にこれまで経験がなかったことなどが理由として考えられる。ただし、実施した数少ない事業のうちで、今年度実施したギリシャ海外研修では、エーゲ大学(ギリシャ)との連携により、レスヴォス島におけるフィールドトリップなど、充実した研修とすることができた。参加した20名の生徒すべてが、「たいへん満足している」と答えている。エーゲ大学訪問、レスヴォス島ジオパークにおける野外踏査、アテネ、イスタンブール周辺でのフィールドトリップなどの研修により、交流する力・発表する力がついたと自己評価している。一方、英語で質問する力・英語で議論する力については、「できなかった」という自己評価で、今後の努力の必要性を痛感する結果となった。一度海外に行ったことで身につけることのできる力ではないので、今回の研修を契機として今後も継続して力をつけるためのプログラムを展開していくことが重要である。また、理数科3学年合同での課題研究Ⅲ発表会では、3年生による英語でのプレゼンテーションを1、2年生が聞くことで、上級生をロールモデルとした波及効果を期待できることが、多くの生徒の感想文により確認できる。この取組の継続もまた、海外研修同様重要なプログラムとなる。

発言する力については、生徒の自己評価は他の項目に比べて低いが、外部の参加者から発表会における質疑応答については高く評価していただいている(アンケートによる記述や、口頭にて)。今後は自信をもって発言できるように支援するカリキュラム開発をすることで、さらに充実したSSH事業とすることが課題となる。また、生徒の自己評価が低いことについては、生徒自身がより高い完成度をめざすあまり、評価が低くなる傾向がある。数値だけでは判断が難しい点であるが、数値が減少していても目標とする力がついていると考えることができることもある。数値だけに頼らない評価方法について研究する必要がある。SSH事業に取り組み始め、以下のような変容が認められる。まず、理科に対する興味関心を持つ生徒の割合が増えている。最も理科を勉強するという生徒が平成19年には3%、22年には4%、24年には9%となっている。次に理学部・工学部・農学部に進学した生徒の割合が、19年には21%だったのが、23年には24%となった。また、専門的学問が勉強したいという生徒が、19年には17%であったのが、23年には23%となった。これは、SSH事業で大学の教員や研究者の先進的な研究に実際にふれたことによると考えられる。今後の変容についてさらに追跡評価していくことが課題となる。各事業の生徒による自己評価の分析結果の『自分の考えを表現する力』に関しては、入学時より自己評価が高く(「できる・ほぼできる」の割合が概ね90%以上)、2学年になると同程度の自己評価か、若干低くなる傾向(70%~97%)がみられた。とりわけ、最も時間と労力を傾注している課題研究発表会において発表者である2学年の自己評価が低い。(69%)一方教職員によるプレゼンの評価は、課題研究発表会が最も高い。アンケートや自己評価だけで評価を行うことは十分であるとは言えず、得られた結果についてさらに分析していく必要がある。

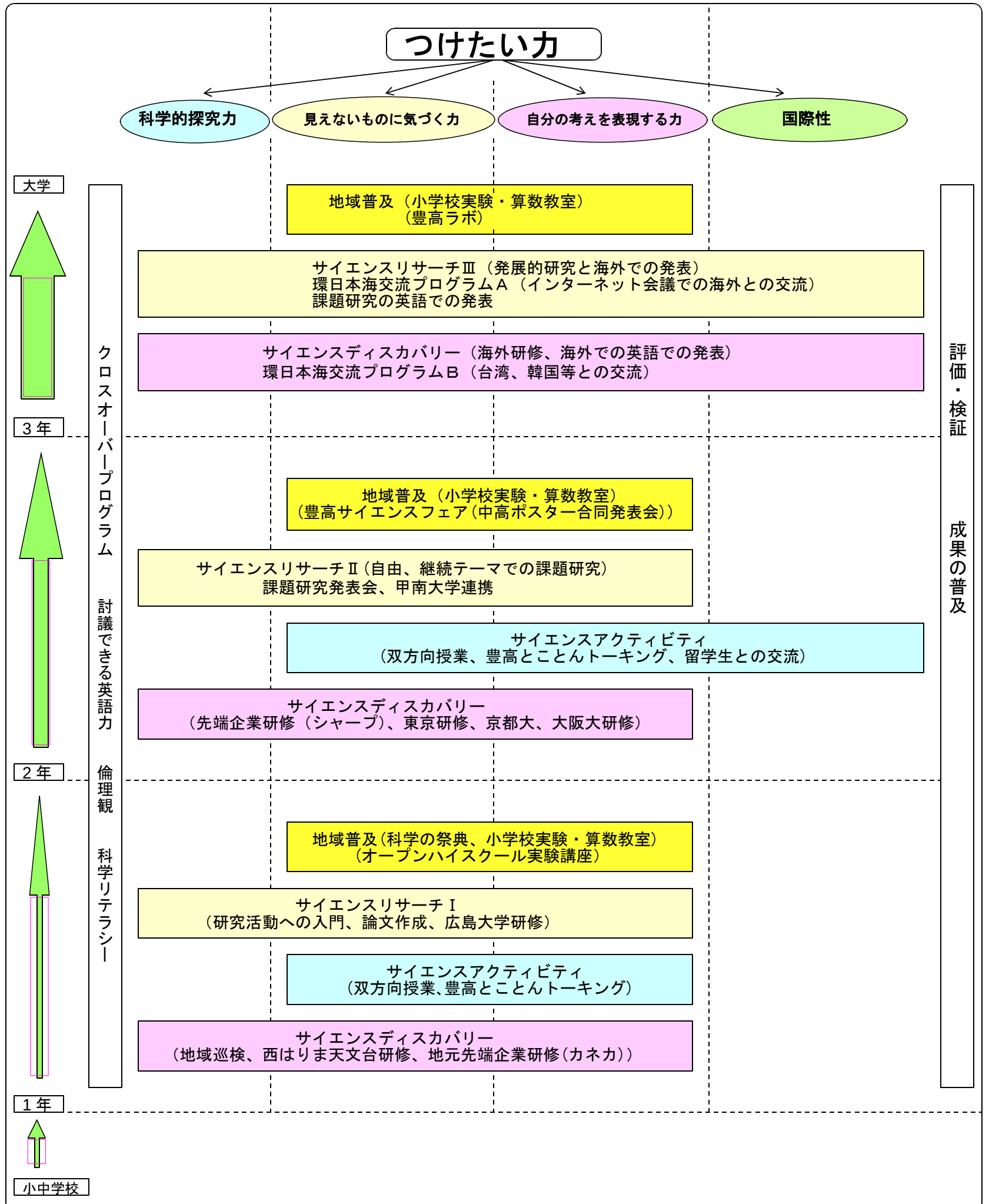
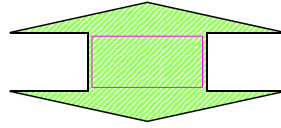
科学系部活動では、部員も増え本年度はじめて課題研究発表会での発表をすることができたことは、一定の評価ができる。しかしながら、兼部での活動が主で活動時間にも制約が多い。さらなる活動の充実が望まれる。

中間評価をうけ、実施した結果についての継続的・追跡的な評価の充実に取り組む、また、中山間地における科学技術人材の育成とはどんなものかモデル化していく必要がある。

豊高がめざすSSH

テーマ： イマジネーションの集積からクリエーションへ

地域に貢献し日本の発展と世界の平和に寄与する科学技術系人材の育成
地域の小学校・中学校・高校を接続する理数教育の普及



第2章 研究開発の内容

研究開発課題・研究仮説

(1) 地域普及 ―中山間地域に科学教育の輪を広げる―

中山間地域とは 大学から遠い：最も近い兵庫県立大学まで1時間半、鳥取大学まで2時間

交通アクセス：東京から最も遠い地方都市豊岡、大阪市・神戸市まで3時間

環境：先端科学研究所や大企業が公共交通機関で2時間以内の距離に皆無

教育環境：スポーツにのみ興味関心が偏り、科学系活動が不振

(兵庫県但馬北部にある14の中学校中、自然科学系部活動を有する中学校は1校のみ)

- ・この環境での国際的に活躍する科学技術系人材育成方法の研究を継続する。

- ・小・中・高・大学接続方法を研究開発する。

SSHの経験を生かし、拠点校として地域の小・中学校と高校の理数系教育の接続方法を開発し、資質と意欲のある児童・生徒の理数系の能力を伸ばすことで大学へとつなぐことができる。

(2) クロスオーバープログラム ―授業改善と教材開発を通した全教員の資質向上―

普通科対象に言語活動及び科学的素養育成、理数科対象に倫理観・国際性（「討議できる英語力」）育成をめざした教科間連携による教育方法及び教材の研究開発に取り組むことで、全教員の資質向上につなぐことができる。

(3) 豊岡から世界へ ―地域に根ざし世界に羽ばたく―

ア サイエンスディスカバリー

- ・大学や研究機関、企業との連携事業により専門知識を養い、キャリア教育を進める。
- ・多様な体験的探究活動により視野を広げると共に興味・関心を高め、学ぶ意欲に火をつけることができる。
- ・学年経過に従い地域、日本、世界へと活動の場を拡大することで地域貢献力と国際性を育成することができる。

イ サイエンスアクティビティ

- ・双方向授業（科学倫理）・豊高とことんトーキング・留学生との交流（討議できる英語力）に取り組む。
- ・1、2学年対象に言語活動を中心に取り組むことで表現力、倫理観を育てることができる。

(4) サイエンスリサーチⅠ・Ⅱ・Ⅲ ―専門性を高め、理数系の傑出した才能を芽吹かせる―

- ・課題研究を通して忍耐強く研究に取り組む体験をすることで、科学的探究力、見えないものに気づく力、自分の考えを表現する力を育成することができる。
- ・校内研究発表会は3学年合同とし、上級生をロールモデルとした波及効果により質を高めることができる。
- ・研究成果発表会を地域の小中学校にも公開することで、成果を地域へ普及し児童・生徒の科学への興味・関心を高めることができる。
- ・研究成果を対外的に発表する際は、コンペにより発表者を決定し競わせることで、モチベーションを上げプライドを育成することができる。
- ・興味関心に応じたテーマで、5大学（8研究室）でのサイエンスツアー（課題研究型学習）に取り組むことで、将来の進路選択に寄与することができる。

1. 地域への普及

(1) 豊岡小学校算数教室サポーター

- 1 目的** 地域の小学校との理数系教育の接続方法として、「算数教室」を実施し、資質意欲のある児童の数理的能力を伸ばすことに寄与するとともに、本校がSSH事業で培った成果を地域に普及・還元することを目的とする。
- 2 仮説** 本校生徒がSSH事業の経験を生かし、小学生に対して算数を指導することは、自らのコミュニケーション能力だけでなく、小学生の算数（数学）に対する興味や関心を高め、数理的能力を伸ばすことに寄与することができる。これにより意識の高い児童が本校に入学し、さらに大学へ進学してやがて科学技術の進展に主体的に関わる人材となる。
- 3 実施内容**
期日 平成26年7月23日(水)、24日(木)、25日(金) 8:00～10:00
※小学校の先生による事前講習会 7月14日 13:30～1時間程度
場所 講習会、算数教室ともに豊岡小学校教室
参加者 高校生 1年2名、2年9名（普通科、理数科）
小学生 5年基礎講座17名 6年基礎講座11名 6年応用講座22名

(2) 豊岡小学校実験教室事業

- 1 目的** 地域の小学校との理数系教育の接続方法として、「実験教室」を実施し、資質と意欲のある児童の理数系能力を伸ばすことに寄与することを目的とする。また、本校がSSH事業で培った成果を地域に普及・還元することを目的とする。
- 2 仮説** 本校生徒がSSHの経験を生かし、小学生に対して実験を指導することは、自らのコミュニケーション能力を高めることができるとともに、小学生の科学に対する興味や関心を高め、理数系能力を伸ばすことに寄与することができる。これにより、意識の高い児童が本校へ入学し、さらに大学へ進学してやがて科学技術の進展に主体的に関わる人材となる。
- 3 実施内容**
期日 平成26年7月25日(金)
場所 豊岡小学校 実験室
内容
実験Ⅰ 「色・いろいろ」
酸化還元反応を利用して色が変わる実験を行った。
本校生徒が演示しながら解説を行った。
実験Ⅱ 「カメラをつくろう」
牛乳パックを使ってカメラをつくった。
本校生徒の指導の下、小学生が工作を行ってカメラを作成した。レンズの仕組みについて高校生が小学生に伝えながら作業を行った。



4 評価と課題

小学生15名（科学クラブ）、高校生8名の参加があった。「中山間地域に科学教育の輪を広げる」という点で一定の成果をあげているといえる。高校生自らが実験を理解し、安全に行うことや、プログラムの構成を考えながら小学生にわかりやすく伝える工夫をする過程を通じて、「見えないものに気づく力」や「自分の考えを表現する力」が育まれるとの仮説に基づき実施している。自己評価ではねらい通りの効果があったといえる。準備段階でさらに試行錯誤し、高校生の創意の割合をさらに増やすことが次年度への展望である。

2. サイエンスディスカバリー

(1) 地域巡検

1 目的と仮説

- ・地域の企業を知り、将来への展望を考える一助とする。

本校を卒業すると大半の生徒が進学のため地元を離れ、大学卒業後に地元企業に就職するものも少ない。しかしこの地域には多数の先端科学技術系の企業や地場産業を支える企業があり、理系の知識や技術を持った才能ある人材を必要としている。このような企業について知ることは「地元に戻りたいがどのような就職先があるのかわからない」という生徒にとって有用である。新たな知識により、将来だけでなく、自分の適性や、課題研究のテーマ発見など多くのことにつながる。

- ・地域の活性化の一端を担う。

急激な過疎化や高齢化への危機感から、地域の活性化のための様々な取り組みが行われており、高校生が地域の一員として積極的に地域に関わることで自ら考える力をつける。

- ・プレゼンテーション能力の育成

企業を訪問し、その企業について知ったこと、感じたことをポスター発表という形で伝え、プレゼンテーション能力を育成する一助とする。また、訪問企業以外の企業の発表を聞くことで、聞く力を養い、新たな企業についての知識を得る。

2 実施日時

平成26年7月16日（水）13:00～17:00

3 実施場所

豊岡市内を中心とする以下の18社と香美町の但馬水産技術センター

(株) ビトールアンドディー

(株) オーシスマップ

(株) 東豊精工

(有) 絆工房

大豊機工(株)

但馬ティエスケイ(株)

但馬信用金庫

東海バネ工業(株)

(株) 川嶋建設

(株) キヅキ商会

メルコパワーデバイス(株) 豊岡工場

タジマ食品工業(株)

(株) メイワパックス兵庫工場

信和化成(株) 豊岡工場

(株) 由利

ウノフク(株)

中田工芸(株)

新生化学工業(株)

順不同

4 対象生徒・人数

第1学年 199人(男子90人 女子109人)

5 外部講師

豊岡市環境経済部環境経済課 平位 氏ほか

6 本校担当者

本校職員 20人

7 実施内容

(1) 事前学習

- ① 地域巡検趣旨説明(総合的な学習の時間)
- ② 地域の企業について講話 平位氏ほか(学年集会)

- ③ 事業所調べ（総合的な学習の時間）
- ④ 引率教員打ち合わせ
- (2) SSH 事業「地域巡検」
 - ① 各社、技術センターの事業、研究についての説明
 - ② 施設見学、実習体験
 - ③ 経営者の職務上の経験や考え、人生哲学の講義及び豊岡高校生へのメッセージ
- (3) 事後学習
 - ① 個人のまとめレポート作成
 - ② 事業所ごとに2枚ずつポスター作成、発表原稿の準備
 - ③ 学年全体でポスター発表、1ポスターにつき2回発表、全員3企業の発表を聞き評価シート記入

8 評価と課題

(1) まとめ

3回目の実施となった地域巡検は概ね成功であったと考える。生徒の企業への認知度も明らかに高くなっている。事後のポスター制作は想像以上にスムーズにすすみ、個人のまとめレポートも秀作が多かったが、発表の練習時間が十分にとれず、プレゼンテーション能力を高めることに関してはまだまだ改善を必要とする。

- ① 生徒の意識をいかに喚起し、積極的な姿勢で取り組ませるか。
- ② プレゼンテーション能力を養うために、発表の練習時間がもっと必要である。
- ③ 企業の豊岡高校生に対する意識も様々であり、共通理解を持って巡検を行うには引率側の姿勢も大切である。
- ④ この事業をどのように生徒、地域の将来へつなげていくのか。

(2) 生徒の企業認知の変化

企業を知っている（「会社名と主な業務内容を知っている」「会社名を知っている」回答数）				
		前	後	増
1	(株)ウノフク	22.7%	42.6%	20.0%
2	(株)ビトーアールアンドディー	1.5%	18.4%	16.9%
3	(株)由利	36.1%	51.1%	15.0%
4	大豊機工(株)	22.2%	38.4%	16.3%
5	(株)東豊精工	14.4%	30.5%	16.1%
6	タジマ食品工業(株)	35.1%	49.5%	14.4%
7	中田工芸(株)	17.0%	37.9%	20.9%
8	(株)絆工房 マジック	30.9%	44.2%	13.3%
9	(株)メイワパックス	16.5%	37.9%	21.4%
10	但馬ティエスケイ(株)	10.8%	21.6%	10.8%
11	メルコパワーデバイス(株)	3.6%	16.8%	13.2%
12	信和化成(株)	5.2%	26.3%	21.2%
13	東海バネ工業(株)	7.7%	34.7%	27.0%
14	(株)オーシスマップ	4.1%	28.9%	24.8%
15	(株)川嶋建設	57.2%	58.4%	1.2%
16	(株)キヅキ商会	24.4%	32.6%	8.3%
17	新生化学工業(株)	未実施	21.6%	-
	平均	24.0%	38.2%	15.2%

(3) 地域巡検ポスター

全員がポスターと原稿の作成、実際の発表に関わり、また、全員興味のある企業の発表を選んで3社のプレゼンテーションを聞くこととした。

＜H26 地域巡検ポスター発表会 評価シート集計＞

評価項目	A.ポスター(表示物)・・・ ○分かりやすさ ○データや資料での補足説明 B.プレゼン…………… ○伝える技能 ○発表時の態度 C.質疑応答…………… ○回答や補足説明の分かりやすさ
------	---

企業名	評価項目	各評価の平均	全体評価平均	自由コメント
A社	A	4.5	4.19	・実際に模型で地震を軽減している様子が見られてよかったです。 ・写真がたくさんあり、イメージしやすかった。 ・Q&Aのコーナーがあり、とても分かりやすかった。
	B	4.1		
	C	4.0		
B社	A	4.3	4.24	・バネはバネでも僕たちが知らないところで、大活躍しているのだと、思いました。 ・色がたくさんあって、見やすくまとめてあったので、よかったです。 ・バネを作っていて、そのバネがどんなものに使われているのかということを詳しく理解できた。
	B	4.0		
	C	4.3		
C社	A	4.3	4.12	・地図がどのように作られているか分かりました。但馬空港に自分の会社の飛行機があるのがすごいなと思いました。 ・航空写真をとるために、空港に飛行機があることに驚きました。どこの会社にもモチベーションの高い人が求められていると気づきました。 ・簡潔でわかりやすかった。「図化」とか知らない言葉だったけど説明を加えて発表されていたのでよかった。
	B	3.9		
	C	4.1		
D社	A	4.7	4.51	・ハンガーに種類があることを初めて知りました。1つ1つ手作りされているのを今まで知りませんでした。 ・ハンガーを作る様子や、とても地球に優しいことが分かりました。実際に模型を見せていたりして、よかったです。 ・作業行程の説明が詳しくて、分かりやすかった。
	B	4.4		
	C	4.5		
E社	A	4.8	4.27	・原稿を見ず、すらすらと言っていて、よかったです。流通の表も書いてあり、分かりやすかったです。 ・社員さんの思っていることとかも分かりやすくとまとめて、よかった。 ・図などがあり、全体的によかった。
	B	4.0		
	C	4.0		
F社	A	4.0	4.04	・プラスチック製品が出来上がるまでも多くの工夫や努力がされていて、すごいと思いました。 ・具体的な例が多くて、分かりやすかった。変わった質問にもうまく返答していて、よいと思った。 ・豊岡で宇宙にかかわるものを作っていると知り、もっと、豊岡のことが知りたいと思えました。
	B	3.8		
	C	4.3		
G社	A	3.7	3.44	・初めて知ることがほとんどでした。写真とか色とかが使ってあって、見やすかったです。 ・社長の歴史や、バイクが好きな訳など色々と分かったし、ポスターのまとめ方がよかった。 ・もう少しすらすらと話せていたらいいと思った。
	B	3.1		
	C	3.5		
H社	A	4.3	4.27	・授業で習った半導体について特徴が詳しく知られてよかった。 ・半導体は便利だけど、弱点「ホコリに弱い」などがあることが分かった。作業するときホコリがつきにくい白い服を着る。エアシャワーも！ ・半導体について知ってよく考えたら、身の周りにもたくさんシリコンがあることに気づきました。
	B	4.3		
	C	4.2		
I社	A	4.7	4.24	・しゃべる内容や話し方などすべて分かりやすくて、本当によかった。 ・中国人が3年間研修していることにおどろきました。 ・会社の名前は聞いたことがあったけど、何をしていることは知らなかったなので、興味深いことがたくさんあった。
	B	3.8		
	C	4.2		

企業名	評価項目			
J社	A	4.2	4.01	・資料の使い方がとても上手でした。パネの種類がけっこうあるのにおどろきました。身振り手振りで分かりやすく説明してくれました。 ・皿パネや板パネ、たけのこパネなどあぁ、知らないパネがたくさんあることが分かった。とても分かりやすかった。 ・YUKIという機械がすごかった。
	B	3.9		
	C	3.8		
K社	A	4.7	4.52	・会社説明だけでなく、会社で聞いた人生や仕事への向き合い方の話などもあって、楽しくきけたのでよかったです。 ・Tシャツを印刷するのにもいろいろ適した方法があることが分かりました。 ・人生の結果や仕事の本質など、どの仕事にも必要なことを学べたのでよかったです。
	B	4.4		
	C	4.5		
L社	A	4.2	3.93	・とても大きな声でとても聞きとりやすく、細かいな部分まで説明されていてよかったです。 ・損失が少なく速く生産できる製造方法があるということが分かった。 ・スピードが速く、何度か言い間違えていたのが少し残念でした。
	B	4.1		
	C	3.9		
M社	A	4.7	4.61	・太陽電池という難しい内容をとても分かりやすく説明していた。 ・一人での発表でしたが、頑張っていました。太陽光電池についてよく分かる発表でした。 ・よくまとめられているし、伝えようという意志が伝わってきたし、とても頭に入ってくる内容説明でよかったです。
	B	4.6		
	C	4.3		
N社	A	4.3	4.21	・手作り感満載でとてもユニークな発表でした。 ・新聞みたいで見やすく分かりやすかった。写真やイラストも分かりやすかったです。 ・タジマ食品工業で何が行われているのかを具体的に知ることができたのでよかったです。
	B	4.0		
	C	4.1		
O社	A	3.8	3.76	・ポスターにないことも補足できて説明できていたのがよかったです。 ・イラストが多くて分かりやすい発表でした。 ・声が小さかった。マザーマシンが何なのか分からなかった。
	B	3.8		
	C	3.4		
P社	A	4.3	4.14	・靴の作り方がよく分かりました。図や写真の使い方が上手だと思いました。 ・由利靴が豊岡だけでなく、世界にも広がっていていることが分かりました。これからの社会で英語が必要だと改めて思います。 ・皆、大きな声ではっきり言っていたので、よかった。
	B	4.1		
	C	3.8		
Q社	A	4.5	4.13	・ソデイカは普通のイカとは違い、イカがイカを食べ、魚を食べているようだ。ソデイカについてよくわかった。 ・ズワイガニは脱皮を12回もすることに驚きました。ズワイガニを保護するための魚の方法があることもわかりました。 ・ソデイカの一生が短いのに驚きました。クイズ形式で面白いと思いました。自分たちがよく口にしていることもびっくりしました。
	B	4.0		
	C	4.0		
R社	A	4.6	4.39	・製品に企業名はのらないのに社員のひとたちは誇りをもってやっているそうで、自分も誇りに思える仕事につきたいと思った。 ・袋を作る会社でポスターの色使いや絵の使い方などポスターにまとめるのがうまいと思いました。 ・5S(整理・整頓・清潔・清掃・しつけ)を大切にしている。パッケージを作っている。(シャンプー・ポテトチップスの袋)
	B	4.3		
	C	4.1		
S社	A	4.4	4.33	・信用金庫と銀行の違いなど初めて聞いたことがいっぱいでした。仕事に対しての向き合い方の話が聞いていてすごいと思った。 ・同じ班でもこんなにとらえ方というか、発表する内容の目のつけ方が違い、学ばされることが多かったです。 ・お金を扱うかたくりしいイメージがあったけど、人とふれあう場所にもなることがわかりました。
	B	4.2		
	C	4.3		

(4)SSH地域巡検アンケート結果(事後・生徒)

①できていた ② だいたいできていた ③あまりできていなかった ④できていなかった

		平均値	1の数	2の数	3の数	4の数	無回答
1	性別 ①男 ②女		58	82			1
2	(4)a説明や実習の内容をわかりやすくまとめることが出来ましたか。	1.8	36	84	10	1	10
3	b 事前に企業のことを調べましたか。	2.9	14	31	49	46	1
4	(5)a企業の人と積極的なコミュニケーションがとれましたか。	2.1	33	60	44	3	1
5	(6)a1発表に必要な資料を分かりやすく整理して作ることができましたか。	1.8	44	73	18	1	5
6	a2発表の資料を作るにあたり、機器をスムーズに使うことができましたか。	2.2	29	52	29	15	16
7	b発表に際して資料をもとにわかりやすい説明ができましたか。	2.0	27	71	18	3	22
8	(7)a発表や説明を聴きながら質問したいことや疑問点を整理することができましたか。	2.2	26	50	39	3	23
9	b発表や説明に対して、質問などをすることができましたか。	2.7	23	23	39	32	24
10	A. 説明を聴くことや実習を、真面目に熱心にしましたか。	1.4	85	37	2	2	15
11	B. 説明の理解や実習ができましたか。	1.5	74	43	5	3	16

<感想・意見・自由記述> ※重複する意見多数

普段見られないところを見、知らなかったことが知れてよかった。
 分かりやすくまとめることができてよかった。
 仕事に対する姿勢が学べた。
 レポートの書き方が分からず、そこから調べた。
 充実した研修だった。
 こんな会社で働きたいと思った
 自分から質問できてよかった。
 社会人としての話を聞いて良かった。
 ポスター作製の時班員と話し合えた。
 行かせていただいた会社感謝しています。
 会社の方からの期待を知り、豊岡をもっと大切にしようと思った。
 自分の将来について見つめることができた。
 自分の職業についてのバリエーションが増えた。
 実際に見て、自分の思っていたことと違っていたりする発見ができて面白かった。
 仕事というのは思っていたよりも複雑で大変そうだ。
 質問できなかったのが勿体ない。
 発表を通してまとめ方が分かった。
 但馬に誇りが持てた。
 ポスターセッションで他の事業所のことも知れてよかった。
 地元で働くこともいいなと思った。
 私も一生懸命生きていきたい。
 もっとひきつけて興味を持ってもらえるような発表をしたかった。
 発表会の質問に答えられなかった。勉強不足だった。

<アンケート結果(全て)より>

- ・事前学習の不足の指摘(生徒・事業所・教員)
- ・良い経験となったという感想・感謝(生徒・保護者・教員)
- ・概ね熱心に取り組めていた(生徒・事業所)
- ・質問ができたところとできなかったところで評価が分かれた(生徒・事業所)
- ・積極性に欠ける((事業所)・積極的との評価も少しあり)
- ・今後も続けるべきとの指摘(事業所・保護者)
- ・レポートをまとめたり発表したりすることへの前向きな評価(生徒・教員)
- ・地元を見つめるきっかけとなった。(生徒・保護者)
- ・1年生実施に対する疑問(事業所)↔学校の意図
- ・研修時間が短いことの指摘(事業所・教員)
- ・コストパフォーマンスに対する疑問(教員)
- ・実施時期再検討の意見(教員)

(2) 東京大学訪問研修

1 目的

- ①東京大学尾嶋正治特任教授（本校卒業生）の研究室を訪問し講義を受講する。
- ②理学系研究科物理学専攻長谷川修司教授の研究室（表面物理学）を訪問する。
- ③応用化学科宮山勝教授の研究室（リチウムイオン電池）を訪問する。

2 研修の効果

- ①現代科学の最先端領域についての理解を深める。
- ②高等学校や近隣施設にない最新の研究装置を体験し、最先端科学技術への興味関心を高める。
- ③大学の研究内容が実際社会でどのように活用されているかを知る。
- ④将来の研究テーマ設定への指針となる。
- ⑤現在学んでいる基礎的科目が最先端の研究とどのように繋がっているかを知ることができる。

3 実施日時

平成26年12月24日（水）・25日（木）

4 研修場所

日本科学未来館（東京都江東区青海 2-3-6）

東京大学大学院（東京都文京区本郷 7-3-1）

5 対象生徒

生徒8名（1年生4名 2年生4名）

6 本校担当者

足立尚樹

7 実施内容

- | | | |
|--------|-------|-------------------------------|
| 12月24日 | 14:00 | 日本科学未来館訪問 |
| 12月25日 | 11:00 | 東京大学にて尾嶋正治先生および本校卒業の東京大学学生と交流 |
| | 13:00 | 長谷川修司先生による表面物理学についての講義 |
| | 14:30 | 宮山勝先生によるリチウムイオン電池についての講義 |
| | 15:00 | 尾嶋正治先生による放射光についての講義 |

8 評価とまとめ

- ①現在学んでいる教科の内容が最先端技術へどのように繋がっているかを知ることができた。
- ②大学へ入学後、自分が専攻すべき分野について考える機会となった。
- ③危険性を熟知した上で最先端科学を利用する方法について考える契機となった。

4. サイエンスアクティビティ<豊高とことんトークング>

- 1 目的 (1) 科学、社会問題などから選んだテーマについて卒業生とともにグループ討議を行い、自分の考えを表現する体験を積む。
(2) 豊岡高校出身の大学生・大学院生から大学の研究内容を学び、質疑応答により理解を深め、科学探究心を高め、視野を広げる。
(3) 問題の解法をグループディスカッションし、科学的思考力を高める。
- 2 仮説 年齢は近いが経験の幅が広い大学生・大学院生等をファシリテーターとすることで高校生・教師だけでは気がつかない着眼点が得られ、深いレベルでの思考力を鍛えることができる。比較的少人数で様々なテーマについて様々な方法で徹底的に議論をすることで、論理的思考力・コミュニケーション能力を鍛えることができる。
- 3 実施日時 平成24年8月16日(土) 9:00～16:35
- 4 実施場所 豊岡高校ホーム教室
- 5 対象生徒・人数 1, 2年生全員を対象(希望者) 12名
(1年男子5名、女子4名、2年男子2名、女子1名)
- 6 外部支援 卒業生 男子2名 女子3名
大学院生1名(男子1名)
大学生4名(男子1名、女子3名)
- 7 本校担当者 三木 亮、鼻戸一雄、澁谷 亘、西 美咲
- 8 実施内容
9:00 集合、開会
9:10 セッション1 卒業生による話題提供と質疑応答
11:05 セッション2 ワークショップ「マシュマロチャレンジ」
11:05 ゲームの説明
11:15 準備
11:20 チャレンジ(18分)
11:40 結果発表
11:50 フィードバック(TED映像)
昼休み
12:45 セッション3 班別討議 学ぶことの意義①
13:30 セッション4 KJ法によるグループ討議
学ぶことの意義②
14:45 全体シェアリング・閉会

9 評価と課題

(1) 生徒のアンケートより

「研修を通じて新しいものの見方、考え方ができましたか。」という問いかけに対して全員が「できた」または「だいたいできた」と答えたことが、事業の成果を物語っている。また、大半の生徒が「考える力が鍛えられた」とも感じている。一方で、「質問を考えたり質問したりすることは不十分であった」とふりかえる生徒の割合が3分の1弱見られた。

(2) 卒業生の感想

高校生が積極的に参加してくれるのを感じられて良かったです。答えのない問いについて考えること、人の話に耳を傾けること、自分の意見を発信すること、どれも普段の勉強の中ではあまり力を入れて取り組まないことだと思うので、高校生にも私達OBにも良い機会になったと思います。これからもこの事業は続けていってもらいたいです。

(3) 参加生徒の感想

- ・同じような志を持つ生徒に出会えた。
- ・先生から普段聞けない話が聞けた。
- ・勉強について深く考えることができた。
- ・学ぶことについて見直せたし、新たな見方も知った。
- ・「努力している人」の言葉の重みはすごかった。
- ・見失いかけている夢の再認識
- ・自分は文系でSSH事業に今回初めて参加したが、とても面白く感じたため、また何かしらSSH事業があれば、積極的に参加したいと思った。ただ、理数科限定や理系メインのSSH事業がほとんどなので、文系の生徒も積極的に参加できる事業を増やしてほしいと思った。

(4) 来年度実施に向けて

- 実施時期、場所は今年度と同様で良い。
- 意見を述べる練習という意味で、複数のステージで議論を体験するのは良い機会であるので今後も継続すると良い。HR、総合学習で行い、人前で話をする機会を増やすのは良い。
- 外部講師であるが、大学生・院生以外に社会人も呼ぶと更に考え方の多様性が担保できる。

4. サイエンスリサーチ

(1) サイエンスリサーチⅠ

①-1 サイエンスツアーⅠ「甲南大学との連携」

1 背景・経緯・目的

甲南大学と連携することで、実験のデザイン段階から大学の指導を受け、普段の高等学校の授業では実施が難しい実験を生徒たちに行わせる。生徒それぞれが、結果の異なる実験を行い、それらを考察することによって、理論的に考える力をつけさせたい。未知なる結果をいかに応用することができるかを考える「研究」を行う。

事後学習も大学から指導を受けることで、それらを理論的に他者に説明できる力を身につけさせる。このことは、発表技術の向上につながり、他の事業における発表にも良い影響を及ぼすと考えられる。また、大学の充実した研究施設において高校にはない先端的な器具を利用することで、科学に対する興味・関心を増すことができる。本校職員が大学での研究に触れることで、指導力を高めることができる。

2 仮説

＜具体的方策＞

実験から得られた結果を応用するなど、大学の研究に近い実験を体験する。

効果的なプレゼン方法の指導を受け、口頭発表のコンペを実施する。

事前学習→実験→結果考察→校内発表会・発表指導→校外発表会の手順で行なう。

＜期待される効果＞

未知なる結果をいかに応用できるかを考える力が涵養される。

発表技術が向上し、課題研究などと相乗的に発表能力や課題解決能力が養える。

発表会→発表指導→発表会の手順を踏むことで、より体験的に発表技術を学べる

3 主な成果

積極的に未知の結果を考察する姿勢を身につけた。

発表技術が飛躍的に向上した。他のSSH事業での発表の機会と本事業の発表の機会がうまく織成され、スパイラル式に技術の向上が見られた。

4 課題

発表準備のために課題研究Ⅰの時間を使ったことで、課題研究Ⅰで行う実験を減らした。生徒の負担を減らせた反面、課題研究Ⅱの入門としての基本的な実験操作の習得には十分な時間をとることができなかった。

夏休みに実験をしてからまとめに取りかかるまでに長期間空いてしまい、効率的に時間を使えなかった。

5 人数

1年生 理数科 39名 (男子 21名 女子 18名)

6 本校担当者

三木 亮 中嶋 宏輔

7 外部講師

甲南大学フロンティアサイエンス学部 甲元一也准教授

ティーチングアシスタント 同学部学生

8 実施内容

①事前学習

平成26年7月12日(土)

13:05～15:55 豊岡高校 和魂百年館にて事前学習

講師：甲南大学フロンティアサイエンス学部准教授 甲元一也先生

内容 甲元准教授が用意した資料に基づいて、8月26日(火)、27日(水)に行う実験の基礎的な内容について事前学習を行う。

②実験

平成26年8月26日(火)、27日(水)

26日(火)			
08:30	豊岡高等学校	集合・出発	
	貸し切りバス		
11:30	甲南大学フロンティアサイエンス学部	到着	到着後 諸注意、昼食
13:00	実験開始		
17:00	実験終了		
18:00	宿舎到着、夕食、就寝		
27日(水)			
08:30	宿舎	集合・出発	
09:00	甲南大学フロンティアサイエンス学部	到着	
09:30	実験開始		
15:00	実験終了		
17:30	豊岡高等学校	到着・解散	

内容

「アゾ色素の合成と、合成した色素の有用性を見出す」

39人を6班程度に分け実験を行い、それぞれの実験結果が異なるように設計された実験を行った。

③事後学習

平成26年12月13日(土)

13:05～15:55	豊岡高校	情報教室にて事後学習
講師：甲南大学フロンティアサイエンス学部准教授 甲元一也先生		

内容

8月26日(火)、27日(水)に行った実験をまとめ、作成したプレゼンテーションに指導、助言を受け、発表までによりよいものに仕上げていく。

④ 発表会

平成26年12月23日(火)

13:00～16:30	豊岡高校	和魂百年館にて発表会
講評：甲南大学フロンティアサイエンス学部准教授 甲元一也先生他		

内容

事後学習で作成した資料を基にプレゼンテーションを行う。甲元准教授の講評を受ける。

9 評価と課題

甲南大学との連携は、あらかじめ結果がわかっていることについて確かめたり、スキルを上げたりことを目的として行う「実験」ではなく、結果が予測できず、得られた結果をどのように応用するかを考える「研究」をさせたい、ということをお願いとして長期にわたり事業を継続している。昨年1、2年同時に実施することで、今年度から1年次における実施にシフトさせた。2年次における課題研究の入門として十分な成果をあげている。また、研究によって得られた結果をどのように他者に伝えるか、といったことがらについて、熱心に指導していただいた。課題研究発表会などにおいて、本校生徒のプレゼンテーション能力が高いという高評価を得ている一因となっている。来年度も引き続きこの事業が継続して実施していくことが望まれる。

10 謝辞

甲南大学フロンティアサイエンス学部生命化学科の甲元一也准教授を始め、TAをして下さった大学生、大学院生の皆様には懇切丁寧な指導をしていただきましたことを、心より感謝申し上げます。

①-2 サイエンスツアーⅠ「東北大学出張講義」

1 目的

本校における課題研究の取組は、「科学的探究力」「見えないものに気づく力」「自分の考えを表現する力」の育成にとって重要な取組となっている。高校入学直に「課題研究とは何か」をテーマに出張講義を実施することで、さらにその効果を高めることを目的とする。

2 仮説

2年次に実施する少人数での自主的な課題研究において、テーマ設定（何を研究するのか）は最も難しいことがらである。講義を聴くことにより、「研究」ということに対する理解が深まり、課題研究を進めていく一助になる。また、研究者としての基礎を培うことができ、日常的に問題意識が持てるようになることを期待することができる。2年次の課題研究への円滑な連携が可能となる。

課題研究の指導者にとって、指導上の疑問を解決する糸口が見つかり、手引きとなる。

3 研修日程及び研修内容

(1) 研修日程

平成26年6月21日（土曜日） 9時00分～11時00分

(2) 研修内容

講義 「これから研究を始める高校生と指導教員のために」

(3) 実施場所

本校 和魂百年館

(4) 対象生徒・人数

理数科1年生徒39名

4 事前学習・準備・事後学習について

(1) 事前学習・準備

酒井先生の著書を読み、基礎的知識を学習しておく。

(2) 事後学習

講義内容をまとめ研修レポートを作成する。

(3) 研究報告書の提出

2月下旬とする。



講義 平成26年6月21日

5 外部講師、担当

酒井 聡樹氏（東北大学大学院准教授）

三木 亮（豊岡高校）

6 評価と課題

「研究とは何か」、「何のために研究をするのか」という点について丁寧に話していただき、まさしく「これから研究は始める高校生」にとってとても役立つ講義であった。上級生をロールモデルにすることやこの講義を聴くことが相乗的に作用し、2年次からの自主的な課題研究を進めていくための準備をすることができ、サイエンスリサーチⅠのねらいである「課題研究入門」として、効果的な事業とすることができたといえる。2年生に対しても実施すべきではないかという意見も聞かれた。次年度の課題としたい。

酒井先生には大変丁寧にご指導頂いたことに感謝申し上げます。

②課題研究Ⅰ「混合物の分離操作」

1 目的

混合物は物理的性質の違いを利用して分離することができる。ヨウ素、硝酸カリウム、沸騰石を分離し、それぞれの物質の物理的性質の違いについて考察できる力を身につける。

2 仮説

混合物の分離の予測、実験、レポート提出を通して思考力、表現力を養う。

3 実施日時 平成26年5月13日（火）13:05～14:55

4 実施場所 兵庫県立豊岡高等学校 理科実験室

5 対象生徒 第1学年理数科39人(男子21人, 女子18人)

6 本校担当者 三木 亮 中嶋 宏輔

7 実施内容

(1) 事前学習

ヨウ素、硝酸カリウム、沸騰石の物理的性質の学習。

(2) 内容（実験）

＜準備＞ スタンド、ガスバーナー、三脚、金網、丸底フラスコ、マッチ、100mLビーカー、ろうと、ろ紙、ガラス棒、蒸発皿

＜方法＞

- ① ヨウ素、硝酸カリウム、沸騰石をビーカーに入れ、混合試料をつくる。
- ② 三脚、金網の上に混合試料の入ったビーカーを乗せ、その上に冷水の入った丸底フラスコを乗せて、スタンドに固定する。
- ③ ヨウ素がすべて昇華するまで穏やかに加熱し、様子を観察する。
- ④ 残った混合試料が冷めてから、水を加えて硝酸カリウムを溶かす。
- ⑤ ろ過する。
 1. ろ紙を折る。
 2. 折ったろ紙を円錐形に開いてろうとに入れ、精製水で濡らして密着させる。
 3. ろうとの先は受け器のビーカーの内壁につけ、ろ液がビーカーの内壁を伝わって流れ落ちるようにセットする。
 4. ガラス棒を伝わせてろ過する液をろうとに注入する。
 5. ろ過が終わったら、精製水で沈殿を洗う。
- ⑥ ろ液を蒸発皿に入れ、蒸発乾固する。

＜考察＞

- ① 物理的性質とは、どのような性質か。
- ② 方法③、⑤、⑥で分離された物質はそれぞれ何か。また、実験を通してそれぞれの性質について分かることを述べよ。
- ③ 方法③、⑤の様な物質の分離方法を何というか。
- ④ 実験の順序を変えて行ったときに、どのような不都合が生じるか。
- ⑤ 方法⑥を行う理由は何か。

(3) 事後学習

各自、レポート提出。

8 評価と課題

生徒は比較的積極的に取り組んでいた。物質の物理的性質は化学の授業では習っていたが机上の学習にとどまっていた。この実験を通して今まで学んだ知識と考察力があれば、不可能にも思える混合物の分離をいとも簡単にできることを学んだ。また、それぞれの物質の物理的特性を実感することができ、化学のおもしろさと有用性を知ったように思う。

課題として、今回の実験はあくまで確認実験になってしまったことが挙げられる。次回は、実験操作方法だけを示し、分離できた物質の物理的特性を自ら考えさせるような工夫が必要だと感じた。

(2) サイエンスリサーチⅡ

①サイエンスツアーⅡ（理数科2年）

1 目的

5大学8研究室と連携して生徒が実験を行い、それらを考察することで理論的に考える力をつけることができる課題研究型学習に取り組む。また、事後学習でそれらを発表できるレベルにまとめることを通して、論理的に他者に説明できる力を身につけさせる。このことは、発表の技術の向上につながり、他の事業における発表にも良い影響を及ぼすと考えられる。また、大学の充実した研究施設で高校にはない新しい機材を利用させることで、普段できない実験過程を体験させることができる。生徒の興味や関心に応じた分野の実験を体験することで、より専門的に科学に対する興味・関心を形作ることができ、進路決定に資することができる。

2 仮説

生徒たちの科学的思考力と発表の技術を高めることができる。本校職員が実験計画の知識・技術を向上させることができる。

3 実施内容 実施月日、実施場所、実験テーマ、参加人数

- | | | |
|------------|--|----|
| 8月4, 5日 | 神戸大学大学院人間発達環境学研究科
「環境DNAを用いた生物調査法」 | 7名 |
| 8月18, 19日 | 神戸大学大学院人間発達環境学研究科
「X線天文衛星による観測データの分析」 | 5名 |
| 8月26, 27日 | 大阪大学基礎工学部
「触媒の合成とはたらき」 | 6名 |
| 9月12, 13日 | 日本大学経済学部
「理系の経済学」 | 2名 |
| 9月27, 28日 | 大阪大学大学院理学研究科
「においと味覚の化学」 | 5名 |
| 11月22, 23日 | 東北大学大学院生命科学研究科
「バナナのDNAの抽出」 | 5名 |
| 11月22, 23日 | 東北大学大学院工学研究科
「イオンクラフト」 | 3名 |
| 12月26, 27日 | 広島大学大学院理学研究科
「遺伝子組み換え、ウニの発生」 | 6名 |



神戸大学



大阪大学



東北大学



広島大学

4 評価と課題

「未知のことばかりで多くのことを学ぶことができた」「今まで疑問に思っていたことを解決することができよい経験ができた」「研究者としてどのようにことに疑問を持てばよいかなどについて知ることができた」などの感想から、実験結果などを考察することで論理的思考力を身につけさせ、得られた結果をどのように応用するかを考える「課題研究型学習」を行うことができた。

また、「興味のある分野を学習できたのでとても楽しく取り組むことができた」「自分の行きたいところを選べるのがよい」「自分の進路に役立った」など生徒の進路選択に寄与することができた。

②-1 課題研究Ⅱ「コウノトリ羽ばたく豊岡市へ」

1 目的

コウノトリは田んぼや水路を主な採餌場所としている。しかし、冬場になると田んぼの水は抜かれるため、コウノトリの採餌場所は水路や水深の浅い川などに限られてしまう。そこで水路の生物量を増やすことで餌場環境が豊かになり、よりコウノトリの住みやすい環境になるのではないかと考えた。

今回は水路に生息している魚類に焦点を当て、どのような水路にすれば魚類数が増えるのか明らかにすることを目的とし、研究を行った。

2 仮説

仮説：水路の魚類数は、餌場となる水路と、水を引いてきている本流との距離が近ければ増える。

3 対象生徒・人数

第2学年 理数科生徒6名（男子4名 女子2名）

4 本校担当者

教諭：中嶋 宏輔

5 実施内容

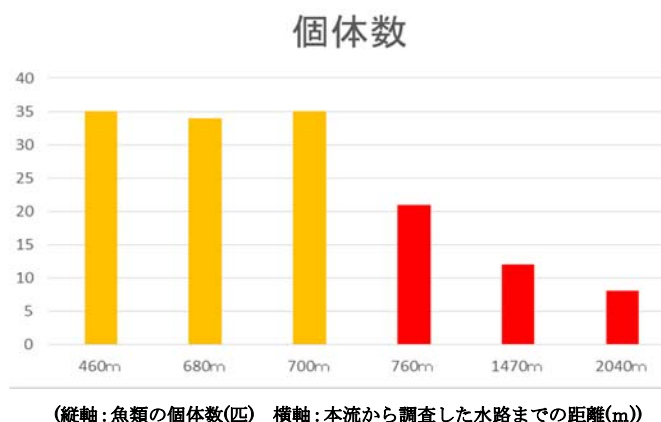
・(1)仮説の検証

調査場所：新田小学校周辺の複数の水路から6ヶ所を選択。これら6ヶ所の水路は、本流(六方川)からの距離がそれぞれ異なる。なお本流からの距離以外の条件はほぼ同じである。底質はコンクリート、流れはほとんどなく、水路の幅は40cmであった。

調査内容：それぞれの箇所での魚類数。

調査方法：1ヶ所につき2人がタモ網（網目1.4m）を使い、魚類を30分間採集した。同日にすべての箇所で二度にわたっての調査を行った。

結果：魚類数は本流（六方川）からの距離に依存していた。（右図参照）



考察：魚類の繁殖地である本流(六方側)に近いほど、魚類数が増える傾向があることが分かった。これは、本流(六方川)で繁殖・孵化・生育した魚類が水路に沿って移動しているからだと考えられる。

展望：今回の目的は、どのような水路にすれば魚類数が増えるのかを明らかにすることだった。そして今回の調査から見てきたことは、鳥の餌場となる水路と本流との距離を縮めるという結論になりそうである。しかし、魚類の繁殖地となるような幅広い川を街中に作るなど可能だろうか。

そこで今回提案したいのは、魚類の繁殖地である本流と、魚類数を増やしたい水路の間に、湿地や沼などの新たな魚類の繁殖地を作ることである（図1参照）。

ここで問題となるのが“本流と水路の間に作った湿地などが、本当に魚類の繁殖地・生育地となるのか”ということである。この疑問を解決するために、豊岡市にある戸島湿地を例として調査をした。

・ (2) 湿地は魚類の繁殖地となるのかの検証

調査場所：戸島湿地(面積 3.8ha)本流(円山川)から水路で水を引いてきている。

調査内容：戸島湿地に出入りしている様々な魚類の個体数と体長。

調査方法：季節ごとに戸島湿地と本流(円山川)をつなぐ、唯一の水路に定置網を一晩仕掛け、取れた魚類の個体数と体長を計測した。

結果：ビリングやスズキなど様々な種の魚類を捕獲し、魚類数、体長の計測をすることができたが、今回はマハゼの個体数・体長に着目した。

個体数は右図参照。また、図には載せてはいないが、戸島湿地へ入るように移動したマハゼは、成魚が多く、戸島湿地から出るように移動したマハゼは、幼魚が多かった。また、秋にも同じような調査をしたが戸島から出る個体が多かった。

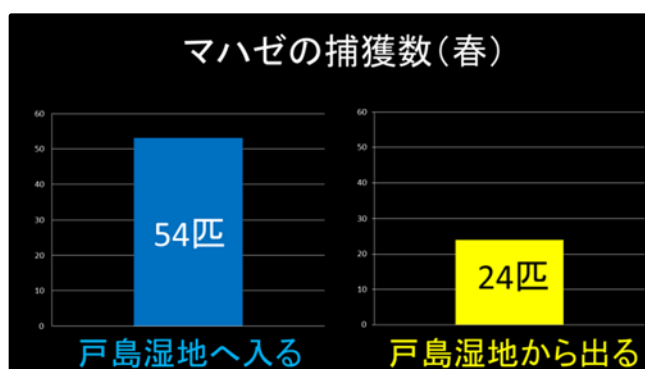
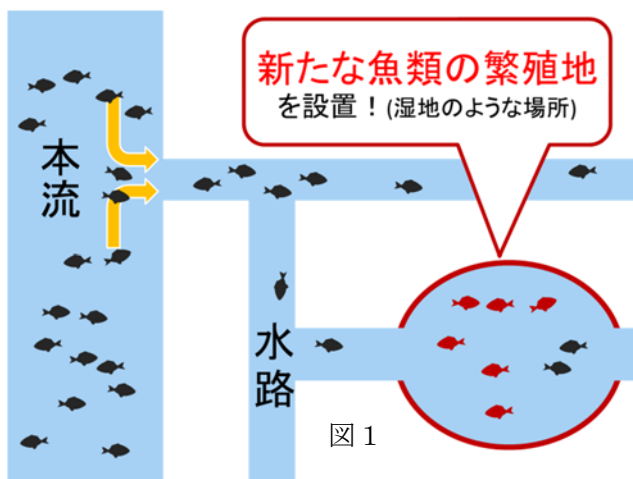
考察：マハゼ(*Acanthogobius flavimanus*)の寿命は一年であり、春になると浅瀬にあつまり産卵を始め、産卵後は雄雌ともに死んでしまう。生まれた稚魚は夏ごろまで汽水域等で底生生活を送り、冬前になると沿岸の深場に移動する。このマハゼの生活史と、戸島湿地の調査で得られた結果を照らし合わせると、マハゼは戸島湿地で繁殖・産卵をしているのではないのかと考察できる。また、ここにはデータは載せていないがビリングも産卵に、スズキは休息場所として、戸島湿地を利用しているのではないかと、という考察に至った。これらの事より、本流と水路の間に作られた湿地は魚類の繁殖地・生育地になりえることが考えられる。よって、水路の魚類数を増やすためには“魚類数を増やしたい水路と本流との間に、湿地を作ることによってその水路の魚類数を増やすことができるのではないか”という結論に至った。

6 評価と課題

この研究で、生徒につけてもらいたかった力は“今あるデータから仮説を立て、その仮説を実証するためにはどのような条件で、どのような調査を行えばいいのか。を考えられる力”であった。生徒が実際に研究を進めていく中で、次にどのような調査をすればよいのかを積極的に考え様々な調査を行っていたことから、この力は概ねついたのではないのかと思われる。しかし、研究発表するための緻密なデータ採集をするという点においては、まだ指導の余地があるように感じた。

7 謝辞

今回、調査場所を提供して下さった戸島湿地の職員の皆様に、深く御礼申し上げたく、謝辞にかえさせていただきます。



②-2 課題研究Ⅱ「モンティ・ホール問題」

兵庫県立豊岡高等学校 理数科 2年 5H 石田 和広 内田 貴斗 松岡 輝
堀 有沙 淀 美香子
(指導教諭 田村 剛)

1 目的

確率を述べる際、不確実なことに対して推論するとなると失敗することも多い。人の心情的な部分を含めてなんとなく出た結果を、勘で答えとしてしまうということである。今回研究した「モンティ・ホール問題」もそうであるが、「誕生日問題」などもその典型的な例といえる。40 人の中に、いずれか 2 人の誕生日が同じである確率が約 90%もあることは、およそ直観では得られない数であろう。数学の中でも日常的に利用する確率について、「直観」と「現実」の差を理解し、数学として物事を捉えていくことを考えた。

2 内容

2.0 はじめに

標準的なモンティ・ホール問題から、条件を変えて考えた。

2.1 標準的モンティ・ホール問題

2.2 モンティが当たりの扉を知らないとき

※ただし、モンティが扉を開けたときに車が出ればゲームは終了とする。

2.3 モンティがはずれの扉を断言するが開けないとき

※ただし、断言の信頼度は確率 K である。 $(K \geq \frac{2}{3})$

2.4 当たりの賞品の配置がランダムではないとき

2.0.1 ベイズの定理について

条件付き確率の定義から、2つの事象 A と B について次のことがわかっている。

$$P(A \cap B) = P(A)P_B(A) \quad , \quad P(B \cap A) = P(B)P_A(B)$$

したがって、 $P(B)P_B(A) = P(A)P_A(B)$ となることから、両辺を $P(B)$ で割って

$$P_B(A) = \frac{P(A)P_A(B)}{P(B)}$$

2.0.2 全確率の法則

ある事象を分割する事象の集まりを $A_1, A_2, \dots, A_n$ で表し、これらは互いに排反で、すべての場合が挙げられているものとする。

$$P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n) = 1$$

このとき、事象 B について、次のことが成り立つ。

$$P(B) = P(A_1 \cap B) + P(A_2 \cap B) + \dots + P(A_n \cap B)$$

$$= P(A_1)P_{A_1}(B) + P(A_2)P_{A_2}(B) + \dots + P(A_n)P_{A_n}(B)$$

2. 1 標準形モンティ・ホール問題

「あなたは同一の扉を3枚見せられる。そのうちの1枚の裏に車がある。他の2枚の裏には山羊がいる。あなたは扉を1枚選ぶよう求められるが、すぐに開けてはいけない。それがすむと、どこに車があるかを知っているモンティが、残った2枚の扉の一方を開く。モンティは必ず、はずれだとわかっている扉を開き、選択の余地があるとき(あなたが最初に選んだ扉の裏に車がある場合)には、開ける扉をランダムに選ぶ。はずれの扉を開いた後、モンティはあなたに、まだ開いていないもう1枚の扉に変えるか、元の選択にとどまるか、選ぶ機会を与える。そこで選んだ扉の向こうにあるものがもらえる。車の欲しいあなたはどうすればいいだろう。」

最初に、あなたが1番の扉を選んだとき、モンティが2番の扉を開く確率を求める。このとき、事象をそれぞれ次のように定義する。

C_1 : 扉1の裏に車がある, C_2 : 扉2の裏に車がある, C_3 : 扉3の裏に車がある

M_2 : モンティが扉2を開く

このとき、選択を変えて(CHANGEして)車が当たる確率は、 $P_{M_2}(C_3)$ を求めるとわかる。

$$\begin{aligned} P_{M_2}(C_3) &= \frac{P(C_3)P_{C_3}(M_2)}{P(M_2)} \\ &= \frac{P(C_3)P_{C_3}(M_2)}{P(C_1)P_{C_1}(M_2) + P(C_2)P_{C_2}(M_2) + P(C_3)P_{C_3}(M_2)} \quad \dots\dots \textcircled{1} \\ &= \frac{\frac{1}{3} \cdot 1}{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} + 0 + \frac{1}{3} \cdot 1} = \frac{2}{3} \end{aligned}$$

この結果から、最初にあなたが扉1を選択しモンティが扉2を開けた後に、扉3に車がある事後確率は、 $\frac{2}{3}$ であることが得られた。したがって、モンティが扉を開けた後に選択する機会を与えられたとす

ると、「1度選んだ扉を変える」ことで当たりを引く確率は $\frac{2}{3}$ となることがわかった。

2. 2 モンティが当たりの扉を知らないとき

「先ほどと同じく、モンティは3枚の同一の扉を見せる。1枚には車が隠れており、2枚には山羊が隠れている。あなたは1枚の扉を選ぶが、それはまだ開けない。しかし今回は、モンティは車がどこにあるか知らない。あなたが選ばなかった2枚の扉からランダムに選んで開けるだけだ。その扉には山羊がいた。そこでモンティはあなたに、最初に選んだ扉のままにするか、残った扉に変えるかの選択の機会を提供する。どうすればいいだろう。」

この場合に関して、事象を次のように定める。

C_1 : 扉1の裏に車がある, C_2 : 扉2の裏に車がある, C_3 : 扉3の裏に車がある

M_2 : モンティが扉2を開けて、山羊が出てくる

これについてもベイズの定理から①が成り立つ。しかしながら今回については、モンティが山羊のいる扉を開けるとはかぎらず、あなたが選んだ扉以外からランダムに選ぶということがわかっている。また、車のある扉を開けてしまえば、その時点で終了となるので、

$$P(C_1)=P(C_2)=P(C_3)=\frac{1}{3} \quad , \quad P_{C_1}(M_2)=\frac{1}{2} \quad , \quad P_{C_2}(M_2)=0 \quad , \quad P_{C_3}(M_2)=\frac{1}{2}$$

を①に代入すればよいことがわかる。

$$\begin{aligned} P_{M_2}(C_3) &= \frac{P(C_3)P_{C_3}(M_2)}{P(C_1)P_{C_1}(M_2) + P(C_2)P_{C_2}(M_2) + P(C_3)P_{C_3}(M_2)} \quad \dots\dots \quad ① \\ &= \frac{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2}}{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} + 0 + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \end{aligned}$$

したがって、モンティが車のある扉をあけてしまう可能性があるとき、扉を選択する際、変える変えないに関わらず、当たる確率は $\frac{1}{2}$ となる。また、最初に選んだ扉が当たる確率が常に $\frac{1}{3}$ ではないことがわかった。

2. 3 モンティがはずれの扉を断言するが扉を開けないとき

「当たりやすさが等しい3枚の扉を見せられる。あなたは扉1を選ぶ。今度のモンティは扉2を指差すが、開けない。そこに山羊がいると言うだけ。あなたは、車が扉1の裏にある場合には、モンティは扉2か扉3かをランダムに選ぶことを知っている。また、車が扉2の裏か扉3の裏かいずれかにあるときは、モンティははずれの扉を特定しようとするが、車の位置に関するモンティの考えは確率 K でしか正しくない。ただし、 $K \geq \frac{2}{3}$ とする。」

この場合に関して、事象を次のように定める。

C_1 : 扉1の裏に車がある, C_2 : 扉2の裏に車がある, C_3 : 扉3の裏に車がある

D_2 : モンティが扉2ははずれだと断言する

今回求めるものは、ひとまず $P_{D_2}(C_1)$ にしたい。

$$\begin{aligned} P_{D_2}(C_1) &= \frac{P(C_1)P_{C_1}(D_2)}{P(D_2)} \\ &= \frac{P(C_1)P_{C_1}(D_2)}{P(C_1)P_{C_1}(D_2) + P(C_2)P_{C_2}(D_2) + P(C_3)P_{C_3}(D_2)} \end{aligned}$$

$P(C_1)=P(C_2)=P(C_3)=\frac{1}{3}$, $P_{C_1}(D_2)=\frac{1}{2}$ であるが, $P_{C_2}(D_2)$, $P_{C_3}(D_2)$ は次のようになる。

車が扉2の裏にあるとき、モンティが間違って「扉2ははずれだ」と言ってしまう確率は $1-K$ であ

り、扉 3 の裏にあるとき、モンティが正しく「扉 2 ははずれた」という確率は K である。したがって、

$$P_{C_2}(D_2)=1-K, \quad P_{C_3}(D_2)=K \text{ であるから,}$$

$$P(D_2)=P(C_1) P_{C_1}(D_2)+P(C_2) P_{C_2}(D_2)+P(C_3) P_{C_3}(D_2)$$

$$=\frac{1}{3}\left\{\frac{1}{2}+(1-K)+K\right\}=\frac{1}{2}$$

となり、モンティが扉 2 ははずれたと断言する確率は信頼度 K には依存しないことが確認できる。

以上から、

$$P_{D_2}(C_1)=\frac{P(C_1)P_{C_1}(D_2)}{P(D_2)}$$

$$=\frac{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}}=\frac{1}{3}$$

これらより、モンティが自分の判定を断言した後について、

$$P_{D_2}(C_1)=\frac{1}{3}, \quad P_{D_2}(C_2)=1-K, \quad P_{D_2}(C_3)=K-\frac{1}{3} \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

となり、 $K > \frac{2}{3}$ ならば、選択した扉を変えることで有利になる($\frac{1}{3}$ を上回る)ということがわかる。

ここで、 $P_{D_2}(C_3)$ は $P_{D_2}(C_1)+P_{D_2}(C_2)+P_{D_2}(C_3)=1$ を利用して得た。

$$P_{D_2}(C_3)=1-P_{D_2}(C_1)-P_{D_2}(C_2)$$

$$=1-\frac{1}{3}-(1-K)$$

$$=K-\frac{1}{3}$$

この結果から、 $K=1$ を②に代入したときが 2. 1 で述べた「標準形モンティ・ホール問題」のときとなり、

$$P_{D_2}(C_1)=\frac{1}{3}, \quad P_{D_2}(C_2)=0, \quad P_{D_2}(C_3)=\frac{2}{3}$$

である。また、 $K=\frac{2}{3}$ を②に代入したとき、三つの扉の確率は同じとなる。「断言した後で」を「扉を開けて山羊を見せた後で」と換言した形で、2. 2 で述べた「モンティが当たりの扉を知らないとき」であることを表し、

$$P_{D_2}(C_1)=\frac{1}{3}, \quad P_{D_2}(C_2)=\frac{1}{3}, \quad P_{D_2}(C_3)=\frac{1}{3}$$

となることであることがわかった。

2. 4 当たりの賞品の配置がランダムではないとき

「 3 枚の扉の向こうでの車の配置はランダムではないとしよう。扉 1 の向こうに車がある確率は p_1 , 扉 2 については p_2 , 扉 3 については p_3 とする。あなたが 3 枚のうち 1 枚を選び, その後でモンティは山羊がいることがわかっている扉を開く。あなたが最初に選んだ扉が当たりなら, モンティは残った扉からランダムに選ぶ。あなたはどのような方針に従えばよいだろう。」

3 枚のうちで 1 枚を選ぶ(扉 1 を選ぶというわけではない)ときについて考えていくので,

$$p_1 + p_2 + p_3 = 1 \quad \text{かつ} \quad p_1 \geq p_2 \geq p_3$$

としても一般性を失わない。事象は次のように定める。

C_i : 扉 i に車が隠れている $(1 \leq i \leq 3)$

M_j : 選択後, モンティが扉 j を開ける $(1 \leq j \leq 3)$ ただし, $i \neq j$ である。

このとき, $P_{M_j}(C_i)$ を次のように求めた。

$$P_{M_j}(C_i) = \frac{P(C_i)P_{C_i}(M_j)}{P(M_j)} \quad \dots\dots ③$$

今回は, $P(C_i) = p_i$, $P_{C_i}(M_j) = \frac{1}{2}$ である。ここでも分母の値となる $P(M_j)$ を求めると,

$$\begin{aligned} P(M_j) &= P(C_i) P_{C_i}(M_j) + P(\overline{C_i}) P_{\overline{C_i}}(M_j) \\ &= p_i \cdot \frac{1}{2} + (1 - p_i) \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \end{aligned}$$

この値を③に代入すると,

$$\begin{aligned} P_{M_j}(C_i) &= \frac{P(C_i)P_{C_i}(M_j)}{P(M_j)} \\ &= \frac{p_i \cdot \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = p_i \end{aligned}$$

この結果から, 最初の選択が当たる確率はモンティが山羊の扉を開けても変化しないことを表す。つまり, この条件下で選択を「変えない」場合の最適な方針は, 「扉 1(最大確率で配置される扉)を選んで変えない」ことである。

扉 i を選んで, 選ばなかった二つの扉に車がある確率は $1 - p_i$ である。つまり, 残った扉が当たる確率は $1 - p_i$ なので, 「変える」場合に当たる最大の確率は「最初に選ぶ p_i をできるだけ小さいものにする」ということになる(最初に扉 3 を選び, 後で変える)。

両者を比較して、「変えない」場合が最適となる時の方法を考えると、 $p_1 \geq 1 - p_3$ となる時である。

ただ、 $p_1 + p_2 + p_3 = 1$ かつ $p_1 \geq p_2 \geq p_3$ の条件から、 $p_1 = 1$, $p_2 = 0$, $p_3 = 0$ のときなので、「変えない」場合が最適となるのは、「当たりが扉 1 であるとわかっている」ときのみということとなるのである。

3 結果と考察

- ・「直観」と「現実」とは差があることを知った。
- ・「STAY」して当たる確率は、「CHANGE」して当たる確率を上回ることはないので、「CHANGE」した方が当たる確率が高いことがわかった。
- ・ n 枚の扉に関しても考えてみたが、時間の関係上まとめることができず、残念だった。今後は n 枚のときについてもまとめてみたい。
- ・簡単そうではあったが、数学を利用しようとするとなかなか大変だった。

4 引用文献・参考文献

数研出版編集部著 2011 教科書「数学 A」：数研出版株式会社

ジェイソン・ローゼンハウス著 松浦俊輔訳 2013 The Monty Hall Problem：青土社

②-3 課題研究Ⅱ「身近な材料で作るモデルロケット」

1 目的（背景や経緯などを含む）

宇宙産業、特に宇宙開発について非常に関心のある生徒がおり、個人でもモデルロケットを打ち上げていたが、それを課題研究として取り上げ、高校レベルで、どんなことができるか、試行を行った。

2 仮説

モデルロケットの飛行データを取得し解析する。加速度データでその飛行は再現できる。

3 実施日時 毎週水曜日 7 校時（1 時間）

平成 26 年 4 月 16 日（水） 全体テーマ説明

4 月 30 日（水） ロケットについて学習

5 月 2 日（金） 放課後 モデルロケット制作材料を購入

5 月 7 日（水）、5 月 14 日（水）、5 月 28 日（水）、6 月 4 日（水）、

6 月 11 日（水） 学習、設計、制作

6 月 18 日（水） ライセンスを取るためのモデルロケット発射

6 月 25 日（水）、9 月 10 日（水）、9 月 17 日（水）、9 月 24 日（水）

10 月 1 日（水）、10 月 8 日（水）、10 月 15 日（水）、10 月 29 日（水）

11 月 5 日（水）、11 月 12 日（水）、11 月 19 日（水）、11 月 26 日（水）

設計、制作

12 月 12 日（水） 放課後 12:30～13:20 オリジナルモデルロケット試射

平成 27 年 1 月 21 日（水）、1 月 28 日（水）、2 月 4 日（水） データ整理

2 月 7 日（土） 豊岡高校SSH課題研究校内発表会

2 月 17 日（火） 豊岡高校SSH課題研究発表会

4 実施場所 本校物理実験室

5 対象生徒・人数 理数科 2 年生 3 人

河本 詳平、田口 晃太、山田 康平

6 本校担当者 安東 正敏

7 実施内容

次ページ以降にまとめている。

身近な材料で作るモデルロケット

1 背景

近年、イプシロンロケット、はやぶさ2と、次々に打ち上げられ、宇宙について広く調査・研究が進められている。それらは何十億円、何百億円とかかり、数百人規模のビックプロジェクトである。他方、欧米では火薬を燃料としたモデルロケットが広く打ち上げられており、日本でも広まってきている。日本では、特に田舎ではモデルロケットは身近ではないが、ロケットエンジンの扱いは手軽になっており、購入して打ち上げることができる。

また、センサーも普及し、スマートホンで加速度等を測定して、画面の縦横をきちんと表示するのは当たり前の機能になってきている。スマートホンをモデルロケットに搭載して打ち上げてデータを取るなども行われてきている。

そのようなことでロケットに関心を持ち、いろいろと調べている内に、3方向の加速度、回転、気温、気圧、GPS データを記録できる非常に小さな計測装置（データロガー）が開発されていることを知り、打ち上げに成功した、最高高度がいくらだった、だけでなく、飛行中の加速度等のデータからその飛行を物理現象として再現して、検討することで、さらによりよいモデルロケットが設計できるのではないかと考えた。

2 目的

モデルロケットに計測装置を乗せて打ち上げ、その飛行を再現する。それを元にさらに最高高度等が高いモデルロケットを作成する。

3 使用機器・ソフトウェア

(1) 計測装置 ちょっとすごいロガー (NinjaScan-Light)

Fenrir 氏設計、ina111 氏販売の 26 mm×36 mm のサイズの計測装置である。3 軸加速度、3 軸角速度、3 軸地磁気、位置、速度、気圧、気温を microSD カードへ記録することができる。分析には、3 軸加速度、気圧のデータを使用した。3 軸加速度は 10 ms (100 分の 1 秒) ごと、気圧は 320 ms ごとにデータを記録する。

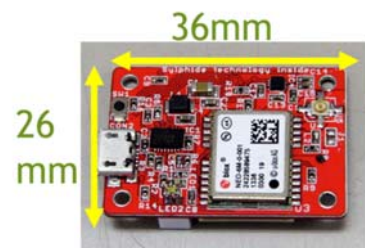


Figure 1
NinjaScan-Light

(2) シミュレーションソフト Open Rocket

GNU GPL ライセンスのフリーソフトで、Sampo Niskanen 氏が開発した。もともとはヘルシンキ工科大学のマスター論文である。モデルロケットの設計、フライトシミュレーション等ができるソフトウェアである。



Figure 2 Open Rocket rogo

4 ロケットエンジンについて

モデルロケットエンジンについては認可されたものについては、改造しない限りにおいて、がん具煙火(花火等)と同様に取り扱うことができる。エステス社の 1598 A8-3 を使用した。

火薬量 5.6g は推進薬(最初の飛び立つときの火薬)、延時薬(噴出が止まった後パラシュート放出まで燃えている火薬)、放出薬(パラシュート放出時の爆発の火薬)の合計である。

エステス社 1598 A8-3
 直径:18mm 長さ:70mm
 火薬量:5.6g 重量:16.2 g
 総飛行可能重量:85g
 総推力:2.5N・秒
 平均推力:8N's 最大推力:10.7N's
 燃焼時間:0.5 秒 延時時間:3 秒

5 ロケットの製作

本体に NinjaScan-Light を搭載する。加速度の測定のため、基盤を鉛直方向に固定することが必要で、ボディチューブの直径は 30mm 程度である。

NinjaScan-Light と電池(計 32g)がペイロード(荷物)で、それを上空に運び、最高点あたりでパラシュートを放出し、地上に落下する。

最高高度を高くするためには、本体を軽くすることが大切である。ノーズコーンの成型が難しく、最終的には、ノーズコーン、本体は、ケント紙で作り、塗装して強度を高めている。フィンにはバルサ材を使用した。



Figure 3 製作したロケット

ロケット質量(打ち上げ前 86g)
 エンジン 18g
 ロガー+電池 32g
 ロケット本体 36g

Open Rocket で重心が中心に来るように、電池、ロガー等の配置、ロケットの長さを決める。Open Rocket で飛行、実際の形状等のシミュレーションもできる。

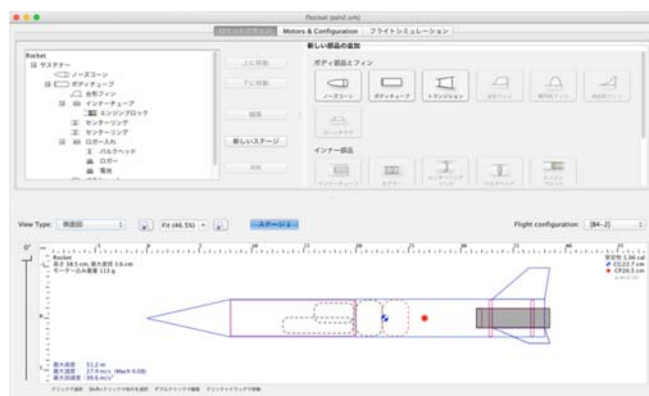


Figure 4 ロガー等の配置の設計

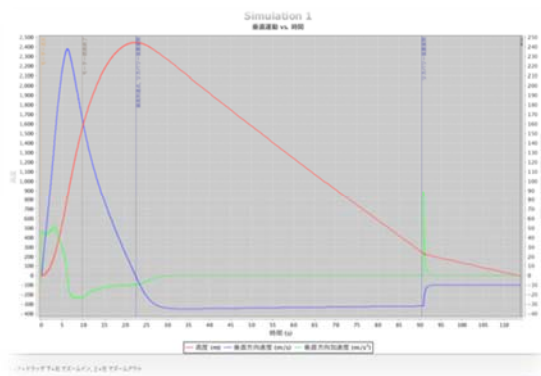


Figure 6 飛行シミュレーション

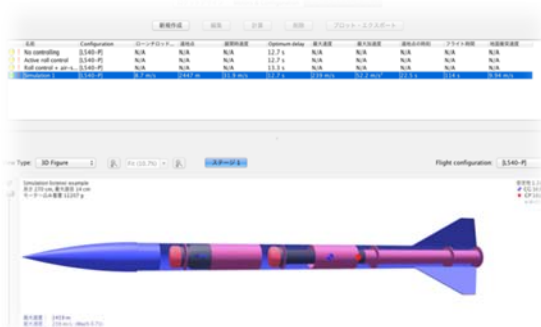
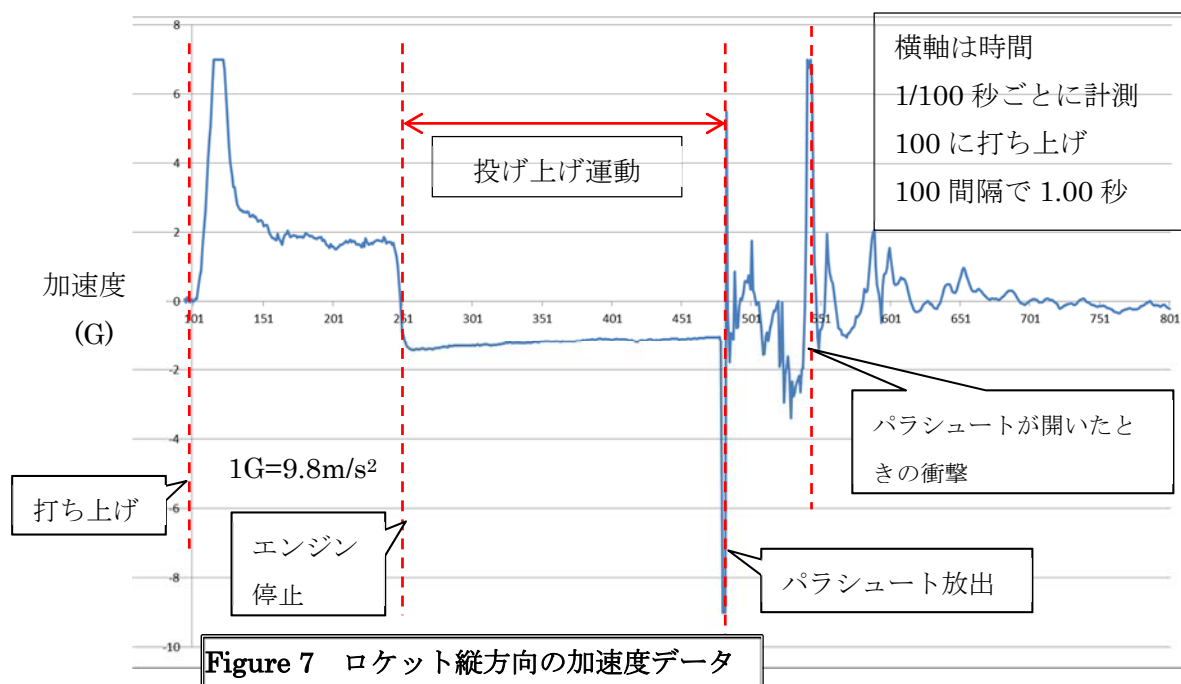


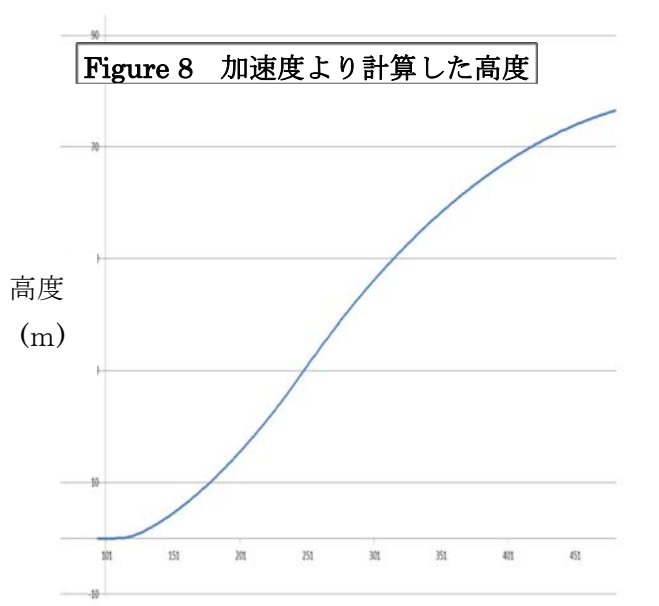
Figure 5 形状シミュレーション

6 計測データとその分析

ロガーはロケット縦方向にセットしてあり、最初は鉛直方向の加速度が得られている。Figure 7 が実際の計測データである。ロケットのパラシュートが開いて、地上に降りてくるまでのデータを分析したかったのだが、最高点付近でパラシュートを放出した以後は、鉛直方向からロガーが傾いており、ロケットに縦方向の加速度では、動きがよくわからないため、ロケット打ち上げ後、7 秒間だけのグラフ(Figure 7)を掲載した。



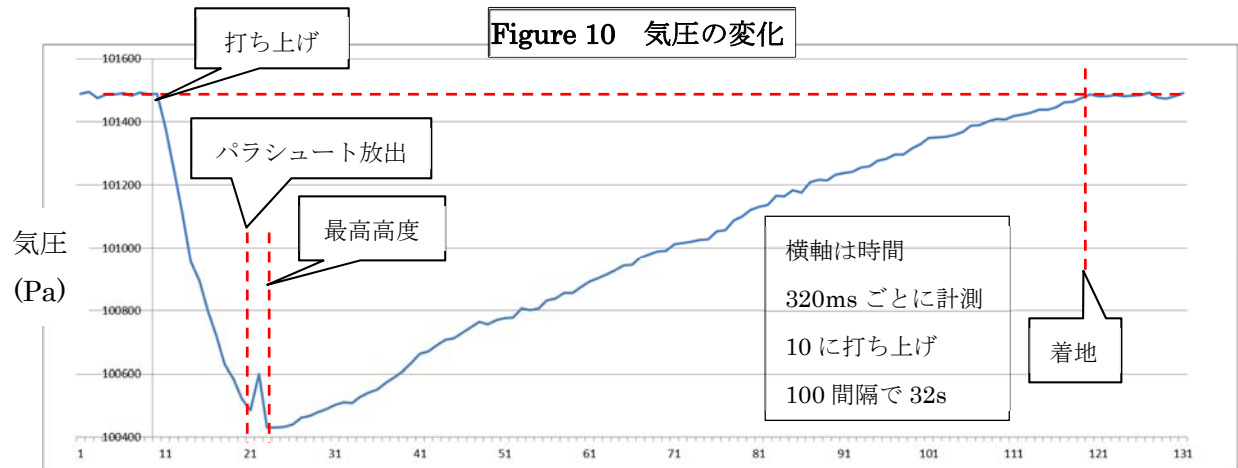
横軸の数値は 1 目盛が 0.01s となる。100 目盛に打ち上げ、250 目盛(打ち上げ後 1.50s)にエンジン停止、その後は重力による投げ上げ運動であり、480 目盛(同 3.80s)にパラシュートが打ち出され、541 目盛(同 4.41s)にパラシュートが開いている。地上に着いたのは気圧データ、着陸時加速度変化から見ると、35.27s と見られる。打ち上げ後、115 目盛(同 0.15s)～118 目盛(同 0.18s)



は加速度が 7G で頭打ちになっているが、これはロガーの測定範囲を超えたためそのようになっている。250 目盛(同 1.50s)～480 目盛(同 3.8s)は鉛直下向き、ほぼ重力だけが働いており、 $-1G$ の加速度となっている。

Figure 8 は加速度より計算したパラシュート放出(同 3.80s)までの高度を示す。0.15～0.18s は加速度 7G として計算している。この計算では、パラシュート放出時の高度は 76.4m となっている。

Figure 9 は気圧の変化を示している。横軸は時間である。気圧は 320ms ごとに計測されるので Figure 7、Figure 8 と横軸間隔が違うことに注意を要する。打ち上げ時、地上 0m での気圧 10150Pa である。10 目盛(打ち上げ後 0s)に打ち上げ、21 目盛(同 3.52s)にパラシュートを放出、そのときにロガーは少し高度を下げ、気圧は上がる。だが、まだ上向き速度を持っており、23 目盛(同 4.16s)に最低気圧を記録する(10043Pa)。ここが最高高度となる。本体内部にロガーを入れている分、加速度と 0.3s 程度のタイムラグがありそうである。



7 展望

今回、自作モデルロケットに、とりあえず計測装置を載せて打ち上げることしかできなかった。3 軸加速度、気圧等、得られたデータに少し癖があるが、どのような飛行をしたか十分解析できるデータが得られている。

電池を軽いものに替える、加速度の最大値を大きくするためのロガーのファームウェアを書き換える、落下時のロガーの方向を鉛直方向にする等はすぐ改善できる。それ以外での研究の方向性としては次のようなものが考えられる。

- (1) GPS アンテナを搭載し、GPS の位置情報のデータを取得する。
- (2) 最高高度を上げるためにはエンジンの出力も大きなものが必要。
- (3) 最高高度が高くなると、パラシュートで降りてくるときに、風でどこに落ちるか探るのが大変になる。
- (4) (3)のために発信器を付けてどこに落ちたかわかることが必要。
(そのための端子もロガーにはある)

といったようなことで、ペイロード(荷物：計測装置、GPS アンテナ、発信器)が多くなり、エンジンの出力もあげ、大型化する、その過程でロケット設計のノウハウを取得して、最終的には大気圏外にロケットを打ち上げ、その飛行データを取得し、分析を行っていきたいと考えている。

8 参考文献・参照 Web サイト

- ・アマチュア・ロケットィアのための手作りロケット完全マニュアル
2007/9 久下 洋一 (著), 日本モデルロケット協会 (監修)
- ・NinjaScan-Light <https://code.google.com/p/ninja-scan-light/>

- Open Rocket <http://openrocket.sourceforge.net/>
- 日本モデルロケット協会 <http://www.ja-r.net/>
- スラストカーブ <http://www.thrustcurve.org/index.shtml>
- NinjaScan-Light 販売者の HP <http://www.inalll.org/>
- NinjaScan-Light 設計者の HP <http://fenrir.naruoka.org/>

○安全等に関する法令

- 通商産業省告示第 578 号 火薬類取締法施行規則 通産大臣、告示

http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/law/files/09_578.pdf

- モデルロケット協会とは/日本モデルロケット協会への通産省通達

<http://www.space-device.com/jar.pdf>

- モデルロケット協会制定のモデルロケットの安全規則(自主消費規準)

http://www.ja-r.net/consumption_standard.pdf

- 学校における火薬類を用いた実験について(周知依頼)

http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/oshirase/2010/files/20910-1-1.pdf

- 航空法 <http://www.jballoon.jp/safety/handbook/indivisual/3-5-1koukuuhou.pdf>

(論文終わり)

9 評価と課題

生徒が興味のある分野の課題研究で、もっともっと探求できたはずだが、その生徒は他にも興味関心がいろいろなことにあり、十分な時間をかけられなかったことが惜しまれる。研究の進捗管理をきちんとおこない、研究の時間を十分にとり、得られたデータについて、いろいろな議論を行うことが必要であった。

②-4 課題研究Ⅱ「生徒設定テーマに基づく課題研究」

1 背景・経緯

本校の課題研究はテーマの設定方法に関して3通りに分類される。(前年度からの継続テーマによるもの、教員が設定したテーマによるもの、生徒が主体的にテーマを設定して行うもの)本グループでは、生徒が主体的に設定したテーマによる課題研究を希望する生徒を対象に、以下の手順で授業を行った。

- ①テーマを設定する
- ②テーマに関する基礎的知見を得るための学習や、先行研究の文献調査を行う
- ③研究計画を立てる
- ④個々の実験を計画する
- ⑤実験結果を考察し、新たな仮説に基づいて探究活動を繰り返す
- ⑥結果をまとめて発表資料を作成する
- ⑦発表練習を通してディスカッションを行い、想定問答やその説明用資料をつくることで考察を深める

2 対象生徒・担当者

理数科2年生 5名 (男子 3名 女子 2名)
担当教諭 澁谷 亘

3 実施内容

- ①テーマ設定
- ②テーマに関する基礎的知見を得るための学習や、先行研究の文献調査
- ③研究計画の作成(4月～6月末)

＜ポイント＞

- ①テーマ設定に当たっては、生徒の挙げたテーマを具体的な課題研究のテーマへ落とし込む作業に想像以上に時間と困難を要した。
- ②先行研究を示したが、実験をしていない時点では、文献の内容をイメージして自分の研究と比較することは生徒にとってかなり難しいようであった。この時点では先行研究まで視野が及ばなかった。
- ③プロジェクトシートの作成を試みたが、実験計画をしたことがない生徒には困難であり、結果的に断念した。指導方法の工夫と改善が必要である。
※教員自身も実験計画法を修得していない。実験計画の立て方に関する教員研修が望まれる。

4月16日 オリエンテーション(全体)

30日 オリエンテーション(班別)

希望の聞き取り、テーマ設定方法の説明をした。

5月 7日 テーマ候補の列举と検証

まず、研究したいテーマを小さな紙に書きだす作業をした。なかなかテーマ候補が出ず、その後3回の授業時間及び宿題を通して、約30のテーマ候補を探した。その際、教科書や資料集、インターネットなどを活用した。この時点で挙げられたテーマは、「アロマセラピーのメカニズムの解明」のような大きすぎるテーマや、「炭のすごさを伝えたい」「虫で未来予知はできるのか」といった具体性に欠くもの、「梅は最後の一輪が咲くまで散らないのはなぜか」などのような、一年間の研究として不向きなもの、「花火の色はどのように作るのか」「リニアモーターカーはなぜ浮くのか」といった、容易に答えの見つかるもの、「“おいしい”と“おいしくない”の差はなぜ生じるのか」というように、主観によるところが大きく、担当教員の力量では課題研究にしにくいもの、「医薬品を合成し、生徒に飲ませて効果を検証する」のような、実現の困難なものばかりであった。

6月 4日 テーマの決定

挙げられたテーマ一つひとつについて班員どうしで書籍やインターネットで調査し、容易に答えの見つかるテーマを除外した。テーマの検証を進めるにつれて生徒の中に具体的なイメージができてきて、このころには、「炭で医薬品をつくり、人体への影響を調べる」「チョコレートのいい香りは植物の生長にもいい影響を及ぼすことを実験で調べる」「廃棄物からバイオエタノールを作る」という3つのテーマに収斂しつつあった。が、具体的な実験計画が立てられる段階にはこの時点では至らなかった。

6月18日 研究計画書（プロジェクトシート）の作成

一人の教員で3テーマを指導することには限界があることを平成24年度に課題研究を担当した経験から得ていたので、班としてのテーマを1つないし2つに絞り込むために、話し合いを持った。しかし、3つのテーマをどうやって絞るのかという点で生徒同士の折り合いがつかず、結局「炭」「香りと植物」「廃棄物によるバイオエタノール合成」の3テーマに分かれて進めることとした。次頁に掲載のプロジェクトシートを作成することで年間の研究計画と見通しを立てさせることを試みたが、ほとんど書くことができず、断念した。これまでに手順書に基づく実験しかしたことがない生徒にとって、実験計画を立てることはかなり困難な作業であることが判明した。「実験計画法」について修得しておく必要性を感じたが、教員にもこの経験は少ない。自身も指導できるレベルにはないことを痛感した。実験計画法に関する教員研修の充実を望むところである。

6月25日 テーマの決定

「炭」班…医薬品添加剤としての炭の研究への強い希望があり、「人体実験が無理なら、人工的に胃液をつくって、その中で薬の吸収における炭の効果を研究したい」という希望であったが、「ターゲットとする薬は何で、炭を加えることでどのような仮説が得られるのか」という質問を投げかけると仮説が立てられず、テーマに対する具体的な取り組みを提示するに至らなかった。そこで、高校生の課題研究として実現可能なテーマ設定を提案し、炭の吸着力を聴衆に知ってもらえるような研究をしたいという生徒の希望に鑑み、「硬水に炭を加えた際の吸着力に着目した課題研究を行う」ことで合意した。先行研究（インターネットで検索可能な範囲）を示したが、この時点では生徒はまだ実験をしておらず、先行研究はもとより、自身の行う実験へのイメージも描きにくいようであった。指導者側も他の業務の傍らでの先行研究調査で、それを深く認知し理解したうえで指導に当たれないことから、教科の授業のように先を見通して要領よく指導できないという点も問題点として浮き彫りになった。課題研究に初めて取り組む生徒たちにとっては、ある程度実験をしてからでない「先行研究」に対するイメージが持てないと考えられる。実際に、ある程度実験を重ねた段階で先行研究を紹介すると、理解を示した。

「いい香りが植物に及ぼす影響」班…チョコレートが植物の生長にどのような影響を及ぼすのかを調べたいという動機に基づき、実験計画を立てた。仮説への科学的根拠が乏しかったがまずは当たり実験をしてみることとし、その結果を踏まえて実験テーマを再考するよう促した。チョコレートと植物の生長に関する先行研究はインターネットで調べられる範囲では見つからなかったが、この班においては科学的根拠を意識できるような実験を計画することとした。様々な香りの中で植物を発芽させ、文献との比較を通して科学的に見る訓練を行った。

「廃棄物からバイオエタノール班」…デンプンからエタノールができることは既知のことであり、バイオエタノールを作ることそのものが研究目的になってはならない。しかし生徒たちは廃棄物を利用してバイオエタノールを作りたいという確固たる動機を持っていたので、大切にしたいと考えた。エタノールを作ることをのみを目的とせず、プロセスの評価や必要量のバイオエタノールを得るためにはどれだけの廃棄物が必要かなどのシミュレーションを通して、どの

ように社会的に貢献する廃棄物の活用法を見出すのかを研究するよう助言した。しかし、「エタノールを作る」ことに意識が集中してしまい、先行研究をなぞる形での実験計画にとどまった。

ここからはテーマごとに研究を進めた。(以降は「炭」班について記述)

④研究計画に基づき個々の実験を計画する

⑤実験結果を考察し、新たな仮説に基づいて実験計画を再構築し、探究活動を繰り返す。(9月10日～1月7日)

<ポイント>

全ての行程を生徒が行う課題研究では、キレート滴定のように時間のかかる実験は下校時刻の 17:30 までかかっても試薬の準備しかできない。授業3回(3週間)で1回の滴定というペースであった。他の学校行事や部活動との兼ね合いもあり、時間との闘いであった。教師が見通しを立てる際は、生徒のペースに合わせて実験をすることになるので、一般に考えられる以上に時間を要することを考慮して実験計画を調整しなければならない。

実験1. エビアンのキレート滴定(練習実験)

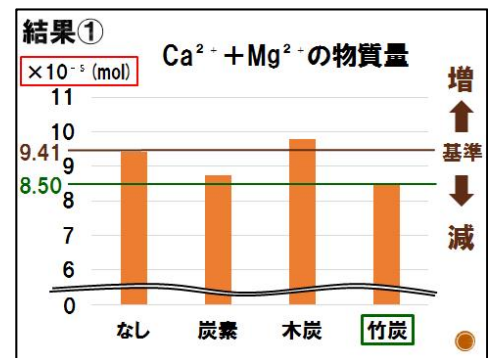
キレート滴定に習熟するとともに、データの扱いについて学んだ。

結果：丁寧な作業とデータ処理を行い、滴定結果も公表値と近かったことから、適切に技術を習得したものと考えられる。

実験2. やすりで粉末状にした木炭(マレーシア産バーベキュー炭)、竹炭(養父市産)と、化学活性炭(太平化学製) 3.00g ずつを市販のエビアン 300mL にそれぞれ加えて金属イオンを吸着させ、残存 Ca^{2+} と Mg^{2+} の総量をキレート滴定により求めた。図はエビアン 30mL の滴定結果。

結果①: 竹炭と化学活性炭で、 Ca^{2+} と Mg^{2+} が吸着していた。文献に示されている活性炭の穴のサイズ¹⁾とイオン半径との関係からは、物理吸着は起こりにくいとも考えられるが、穴のサイズが十分に小さい時は物理吸着が優位であるという報告²⁾や、カルボニル基に化学吸着²⁾するとの報告もあることから、炭の賦活による微細孔の生成と、官能基(中でも特にカルボキシ基)による化学吸着の両方の効果で吸着が起きていると考えられる。汽水域で育ったマングローブを原料とする木炭においては、炭自身のイオン含量が多かったと推定される。

プロジェクトシート	
プロジェクトメンバー	
研究テーマ	
目的・効果	波及効果
何をするか・内容・手法・ステップ(段階) >	
活動の期間・年次毎の獲得目標と成果	
評価のポイント(何を成果とみなすか?何を成功とみなすか?)	



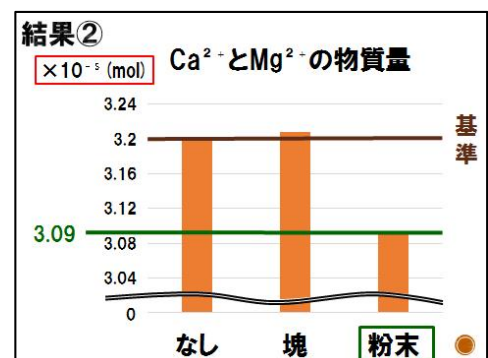
実験3. 炭の形状と吸着量の関係

同質量の塊状の竹炭と、やすりで細かく削った粉末状の竹炭でイオン吸着量を比較した。(エビアン 10 mL に添加)

結果②: 一般的な教科書³⁾に書かれている通りの結果を得た。両者の差が比較的小さいが、滴定 1 滴が $0.045 \times 10^{-7} \text{mol}$ に相当することを考えると、炭の表面積の差が吸着量の差に影響したといえる。

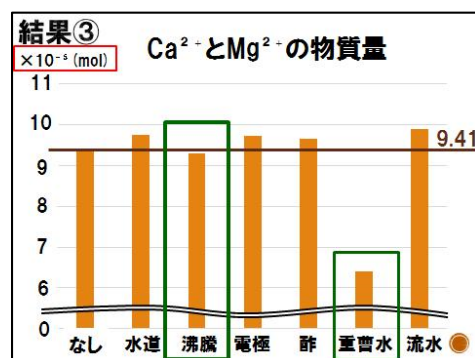
実験4. 一度カルシウムイオンを吸着させた活性炭の再利用に適した処理方法の検討

飽和塩化カルシウムに十分時間つけてカルシウムイオンを吸着させた活性炭を、水道水、沸



騰水、電池につないだ炭素電極、食酢、重曹水、流水の6種類に浸して活性炭の再生を試みた。(再生方法の設定に当たっては、一般家庭で入手可能な物質で行いたいという希望に沿って、酢酸ではなく食酢を用いている。)再生させた炭をエビアンに加えてイオンを吸着、その後キレート滴定を行い残存イオン濃度を調べた。

結果③：分子運動の激しい沸騰水と、塩基性の重曹水においてよく吸着した。重曹で処理したものは、活性炭近傍が塩基性になっていたためにプロトンの外れたカルボキシル基の数が増加し、化学吸着が進んだことが原因と考えられる。活性炭の再生に重曹水が適するという結果を得た。同時に Na^+ が炭処理後のエビアンに存在することを、炎色反応により確認した。重曹水による処理の結果 Ca^{2+} と Mg^{2+} の吸着はみられたが、 Na^+ を含む全イオンの総量が減少したかどうかは分からない。



⑥結果をまとめて発表資料を作成する

⑦発表練習を通して討議し、想定問答や説明用資料をつくることで考察を深める。(1月7日～2月17日)

<ポイント>

この段階まで来てようやく自分の実験や研究が見えてきて、先行研究に目がむけられたり、結果に対する議論を生徒同士でできたり、実験計画の改善点を見つけたりすることができるようになった。しかし、生徒が適切な助言なしで文献からの知見を得ることは難しく、教員の支援が必要な段階でもある。適切に文献を示したり、その内容を解説したりする手助けが必要である。

参考文献

- 1) 木炭の新しい使い方、社団法人全国燃料協会・日本木炭新用途協議会、(2004) p.9-13
- 2) 楠戸智子ら 第64回コロイドおよび界面化学討論会要旨集(2013)
- 3) 高等学校化学 数研出版等

4 評価と課題

生徒主体設定テーマによる課題研究では、生徒がイメージするテーマを実際の課題研究で行える形にデザインすることがとても難しく、テーマ設定に殊の外時間がかかった。これは、担当教員自身に実験計画の経験が少ないことも原因の一つであると考えられる。生徒が課題研究に取り組む姿勢は熱心で、主体性も高く、年間を通して活発な探究活動が行えた。

課題研究を「研究」と捉えるか、「研究体験の授業」と捉えるかでずいぶん授業評価への視点は異なる。今回の研究開発では、「授業」としての課題研究の効果の高さを認識した。先行研究の調査やオリジナリティを軽視するつもりは毛頭ない。また、「研究」としての課題研究ができるならそれに越したことはない。しかし、そこに新規性はなくとも、文献調査、仮説、実験計画、実験と考察、ディスカッション、まとめと発表、フィードバックなどの研究に必要な要素を、自ら設定した実験テーマに基づいて経験できる「授業」としての課題研究は、科学的思考力の涵養に有用であると考えに至った。また、これらの力は科学以外の分野でも十分に適用可能である。たとえ先行研究の追体験であっても、そこに生徒の主体性があり、前述の要素を体験的に学ぶ授業が組み立てられるならば、既存の教科学習や従来の授業形態とは異なった新しいタイプの授業が年間を通して実施できることになる。生徒自身が自ら課題を設定し、学ぶ力を伸長するのに資する、アクティブラーニングの一形態として、「授業としての」課題研究の有用性を認識した。しかしその教授法や適切な教材は未確立である。一年間試行錯誤し、暗中模索を繰り返しながらの教育活動になるので、指導教員がある程度見通しを持ち、各段階に応じた適切な支援や助言を出せるように準備をしておかなければ、授業としての効果は著しく低下する。生徒主体という名のもとに、やらせっぱなしになってしまうと、かけた時間の割に得るものの少ない授業となってしまう。教員の事前準備と教材研究もまた、不可欠である。

(3) サイエンスリサーチⅢ＜課題研究Ⅲ＞

1 目的

- (1) 2学年で取り組んだ課題研究を英語で口頭発表し、質疑に応じる力を養う。
- (2) 研究発表会に1, 2年生が出席することで、異学年間の相互作用を生み、英語で発表する力、質問する力を養う。
- (3) 高校で学習した化学法則の検証などのテーマで探究活動を行う。

2 仮説

- (1) 探究活動や課題研究の口頭発表をすることで、科学的探究力、見えないものに気づく力、自分の考えを表現する力を育成する。
- (2) 英語で発表することで、「英語で資料を作成し、発表する力」、「英語で質疑応答し、討議できる力」を養う。
- (3) 異学年が交流する形で実施し、上級生からの波及効果により発表の質を向上させる。

3 実施日時

平成26年4月～平成27年1月 毎週木曜日 6校時

研究発表：平成26年9月18日（木）13：05～15：15

4 実施場所

情報教室、本校和魂百年館（発表会）

5 指導者

松田 弘、 バベンコ・ヤーナ、 リサ・シモンズ、 ジョエル・ヴィラシン

6 対象生徒

理数科3年生39名

7 実施内容

1. 英語によるプレゼンテーションの作成および発表練習（4月～9月）

サイエンスリサーチ「課題研究Ⅱ」の発表内容をもとに英語でプレゼンテーションを作成した。

2. サイエンスリサーチ・課題研究Ⅲ発表会

日時：平成26年9月18日（木）13：05～15：15

場所：豊岡高校 和魂百年館

参加者：理数科1～3年生生徒、本校留学生、ALT（本校、県立八鹿高校、県立浜坂高校）

<発表題名>

- ① How to keep bananas
- ② Math and Music
- ③ Looking for scattering α rays
- ④ Making the logo by using the golden ratio
- ⑤ Biodiversity and study of conservation biology in Jinmusan Park
- ⑥ Disaster and benefit for Toyooka Basin
- ⑦ Creating an application for English learners

3. 化学法則の検証（10月～1月）

蒸気圧、物質の構造と溶解性、化学平衡、合成高分子化合物のテーマで、探究活動を行った。

8 評価とまとめ

指導する側は2年次に日本語で行った課題研究Ⅱの発表をどのような手順で英語に訳していくのか、準備するのにどれくらいの時間がかかるのか、などの情報を前任者より引継いでいたため、効率よく準備を進めることができた。生徒たちも25年度の課題研究Ⅲ発表会に参加し、上級生の英語による発表・質疑応答を経験していた。前例を参考にすることができたので、少ない準備時間で発表会に臨むことができた。

発表会においては、特に質疑応答の際、英語による質問の内容がわからない、どのように英語で返答してよいかわからないなどの理由で数秒から数十秒発表者が立ち止まってしまう場面も度々見られた。しかし、何とか英語で返答し、初めから終わりまで一切日本語を使用することなく、すべての発表・質疑応答を英語で行うことができた。生徒たちは担当者の予想をはるかに上回る英語によるコミュニケーション能力を身に付けることができた。

質疑応答の質問は3年生からだけでなく、2年生からも積極的に行われた。意欲的に相手の発表を聞き、積極的に反応する態度が今年も昨年に引き続き見られた。発表の内容をただ聞き流すだけでなく質疑応答により、さらに深いものにしようとする2年生の参加態度は来年の課題研究Ⅲにも繋がる大変素晴らしいものであった。



5. 科学系部活動の活性化

(1) 生物自然科学部

1 背景・経緯・目的

学区には自然科学系部活動を有する中学校が数校しかない。そのこともあり、本校の生物自然科学部は近年部員が0～2名で推移し、活発な活動はなされていない。一昨年度より、自然科学系部活動を活性化し、成果を地域の小中学校に普及することを目的として活動を行った。昨年度までの身近な実験に加えて、研究テーマをもった活動もできるようになることを目指した。

2 仮説

以下の(1)～(5)の具体的方策を通して、(a)、(b)、(c)の成果が得られる

<具体的方策>

- (1) 理数科の1年生に科学系部活動を体験的に認知させる。
(青少年のための科学の祭典・県立西はりま天文台研修)
- (2) 生徒の興味関心に応じて個々に対応するために、複数の教諭が顧問として活動を支援し、専任顧問はその取りまとめを行う。
- (3) 文化祭や学校説明会での発表を行うことで、小中学生や保護者に科学系部活動について周知させる。
- (4) 総合文化祭、数学・理科甲子園2012、日本数学オリンピック、科学系コンテスト、科学系オリンピックに参加し成果を出すことを目標とし、理科・数学の教員が支援し各種コンテスト・競技会に向け勉強会を行う。さらに、SSH全国研究発表会、県内SSH指定校交流合宿研修会等へ参加し、先進校より学び、資料収集を図ると共に優れた実践例に触れ、教職員・生徒の意識を向上させる機会とする。
- (5) 小中学校への出前実験などを企画運営し、チームワークやリーダーシップを育成する。

<期待される効果>

- (a) 部員数が増加し、部活動が活性化する。
- (b) 部活動を通して部員生徒に4つの力（見えないものに気付く力、科学的探究力、自分の考えを表現する力、討議できる英語力）を身につけることができる。
- (c) 小中学生が自然科学系部活動について知る機会が得られる。

3 主な成果

- ・3年生6名が引退したが、新入生が7名入部し、途中入部の2年生を加えて17名になった。
- ・これまでの実験発表やブース出展に加えて、2つのテーマに基づいた研究活動ができるようになった。その成果を県高校総合文化祭やSSH課題研究発表会で発表できた。
- ・SSH事業として行っていた西はりま天文台研修を、部員生徒の自主性により、より充実進化できた。
- ・文系(志望)の生徒が複数名入部した。
- ・定例の活動を週1回から2回に増やせた。

4 課題

- ・ほぼ全員が兼部であり、主とする部活の合間をぬっての活動にならざるを得なかった。
- ・そのため、全員がそろうことが不可能で、活動時間の確保に大きな制限があり、研究活動が効率よく行えなかった。
- ・研究活動を始めると、下校時間までに実験がこなせず時間工面に工夫が必要である。

5 人数

1年生 男子 2名 女子 5名
2年生 男子 10名 女子 0名
3年生 男子 3名 女子 3名

6 本校担当者

澁谷 亘・安東正敏・小原久美・中嶋宏輔

7 実施内容

(1) 通常の部活動 毎週火・木曜日放課後

天体観測会準備、実験教室の企画、分子の研究、ロケット研究など

(2) 通常の活動日以外の主な活動

日 時	場 所	主 な 内 容
5月29日	バルーンようか天文館	夜間天体観測
6月13日	バルーンようか天文館	夜間天体観測
7月25日	豊岡市立豊岡小学校	小学生に実験教室
7月31日	本校理科実験室	オープンハイスクールで
8月1日		中学生に実験教室
8月2~3日	県立但馬文教府	青少年のための科学の祭典
8月22・23日	県立西はりま天文台	宿泊天体観測
9月4・5日	本校理科実験室	豊高祭 部展
10月10日	バルーンようか天文館	夜間天体観測
11月7~9日	神戸市立青少年科学館	兵庫県高校総合文化祭自然科学部門発表
12月20・21日	県立西はりま天文台	宿泊天体観測 ※天候不順につき延期
1月30日	本校応接室	神戸大学附属中等教育学校との合同事業
2月7日	SSH課題研究発表会(校内)	研究発表
2月17日	SSH課題研究発表会(公開)	研究発表
3月7・8日	県立西はりま天文台	宿泊天体観測 ※予定
3月20日	バルーンようか天文館	夜間天体観測 ※予定

8 評価と課題

<具体的方策>に対する評価

3 主な成果の項で挙げたような結果が得られたことは評価に値する。継続的に部員が入部し、数が増えたことで、継続的な部活動の維持に光明が見いだせた。**4 課題**の項で挙げた点について来年度の活動へつながる改善が必要である。ただし、兼部の生徒への負担を増加して本事業を推進することが当該生徒にとって利するとは思えない。SSH活動だけでなく、本校での教育活動全体を見通して運営していかなければならない。学業や他の学校教育活動とのバランスを保ちつつ部活動を活性化することが最重要課題である。小学校との連携や、課題研究発表会に参加できるようになったこと、文系志望の部員が複数入部したことは望ましい成果であった。来年度は、研究活動の深化に重点を置いていきたい。

(2) 科学系コンテスト・オリンピック参加

①数学理科甲子園 2014

1 数学理科甲子園 2014

日 時 平成 26 年 11 月 15 日 (土)
場 所 甲南大学
参加人数 第 2 学年 男子 6 名
第 1 学年 男子 1 名
担当者 小原 久美



2 評価とまとめ

本戦への予選である大会であったが、惜しくも予選敗退してしまった。個人戦と団体戦では、それぞれ違った緊張感の中で集中して問題に取り組めた。大会を通して互いに協力して難問に挑む楽しさを感じ、数学・理科への関心が高まった。競争することで今後の学習に対する意欲が高まった。

②第 25 回日本数学オリンピック

1 第 25 回日本数学オリンピック (兵庫県大会)

日 時 平成 27 年 1 月 12 日 (月)
場 所 灘高等学校
参加人数 第 2 学年 男子 3 名
担 当 者 宮下 俊裕

2 評価とまとめ

- (1) 結果 C ランク 3 名 本選 (全国大会) には出場権を得られず。
(2) まとめ

問題のレベルも高く、普段から学校の授業とは別に取り組んでおかないと太刀打ちできないのが現実である。ただ、その中で 3 時間という長時間、1 つの問いに対して試行錯誤を繰り返しながら考えてみるという体験は、よい経験になったと思われる。また、他校の生徒たちの様子に触れることができたのも大いに刺激になったようである。

6. 国際性の育成

(1) 海外研修報告

1 目的

豊岡高校は、世界ジオパークに認定、登録されている山陰海岸ジオパークのある地域に位置している。本校の課題研究では3年前から継続して「豊岡盆地形成と災害との関係についての研究」に取り組んでおり、研究をさらに発展させるため山陰海岸ジオパークと姉妹提携関係にあるギリシャのレスヴォス島を訪れ、比較研究を行う。著名な学者や環境専門家による講演により、世界各地の地質多様性に関連して生じた地域固有の生態系、文化、歴史、人々の暮らしを学び、知識や経験を共有することができる重要な機会とする。現地ではエーゲ大学の学生、地元高校生との交流を通じて生徒の英語によるコミュニケーション能力を高め、「討議できる英語力」・「国際性」を育むことを目的とする。

2 実施日時

平成26年7月16日（水）～7月22日（火）

3 研修実施場所

トルコ（イスタンブール）、ギリシャ（レスヴォス島ジオパーク、アテネ）

4 対象生徒・人数

希望者 計20名

5 本校担当者

三木 亮（教諭）

6 海外研修 日程・時程

月日	地名	現地時間	実施内容
7/16 (水)	学 校 発	1 7 : 3 0	バスにて関西空港へ
	関 西 空 港 着	2 1 : 0 0	出国手続き
	関 西 空 港 発	2 3 : 2 0	空路、イスタンブールへ
7/17 (木)	ト ル コ 着	0 5 : 4 5	入国審査、税関手続き
	イスタンブール	0 6 : 5 5	バス イスタンブール市内へ
		1 9 : 3 0	イスタンブール周辺 フィールドトリップ ホテル
7/18 (金)	ト ル コ 発	0 9 : 0 0	ホテル出発 バスでアタチュルク空港へ
	ア テ ネ 着	1 1 : 0 0	空路ギリシャへ
	ア テ ネ 発	1 3 : 0 0	
	ア テ ネ 発	1 5 : 0 0	アテネ空港で乗り継ぎレスヴォス島へ
		1 6 : 1 5	
7/19 (土)	ミ ス テ ィ リ ー ニ 着	1 7 : 0 5	ホテル
	レ ス ヴ ォ ス 島	午 前	エーゲ大学訪問 講義「レスヴォスジオパークについて」
		午 後	エーゲ大学生、地元高校生との交流 ホテル

7/20 (日)	レスヴォス島	0 8 : 3 0 1 7 : 0 0	レスヴォス島西部 バスでシグリへ移動 レスヴォス島（シグリ）でのフィールドトリップ レスヴォス化石博物館、周辺ジオサイト ホテル
7/21 (月)	レスヴォス島 アテネ着 アテネ発 トネルコ着	0 8 : 0 0 1 0 : 1 0 1 1 : 0 5 2 1 : 5 0 2 3 : 1 0	ホテル出発 空路アテネへ アテネでのフィールドトリップ イスタンブール経由で関西空港へ
7/22 (火)	トルコ発 関西空港着 関西空港発 学校着	0 0 : 5 0 1 8 : 4 5 2 0 : 0 0 2 3 : 4 0	空路、関西空港へ 入国審査、荷物受け取り、税関 豊岡高校へ



地元高校生との交流



レスヴォス島ミティリニ城



レスヴォス島石化森林公園



ボスポラス海峡

7 まとめ、評価

今回の主要な研修であるレスヴォス島におけるフィールドトリップは、エーゲ大学（ギリシャ）との連携により、たいへん充実した研修とすることができた。参加した20名の生徒すべてが、たいへん満足していると実施後の感想文に記述している。上記に示した研修を経験したことで、交流する力・問題を発見する力がついたと自己評価している。一方、英語で質問する力・英語で議論する力については、できなかったという自己評価に基づき、今後の努力の必要性を痛感している結果となった。一度海外に行ったことでつけることのできる力ではないので、海外研修に参加した生徒が英語でコミュニケーションをとることに積極的になれたという点は評価することができるものの、今後も継続して力をつけるためのプログラムを展開していくことが重要であるといえる。

(2) 全校リスニング

1 目的と仮説

生徒アンケートより、およそ66%の生徒がリスニングテストを苦手と感じている。そこで、継続的にリスニングテストを行うことにより、ヒアリング力を身に付けることを目的とする。また、ヒアリング力を身に付けることにより、研究開発課題でもある「国際性」を養うために必要な「討議できる英語力」の向上が期待できる。

2 実施日時

毎週木曜日 12:40～12:50

3 実施場所

各ホームルーム教室（校内放送にて実施）

4 対象生徒

全校生徒

5 本校担当者

三木 亮 倉田 晴美 リサ・シモンズ ノエル・ハウザー

6 実施内容

校内放送において、ALT による5分間程度リスニングテストを行い、各自採点を行う。
全クラスの平均点を算出する。

7 評価と課題

生徒アンケートより、「模試のリスニングテストの点があがった」「家でリスニングの勉強はなかなかできないので、学校で週1回できてよかった」などの感想が多数あったことから、生徒にとってヒアリング力を身に付ける良い機会となったといえる。また、全クラスの平均点を算出することで、「他クラスと競い合えて良い」「他学年の平均点を知ることができて良かった」と、全校生徒が同一テストを行うことは、意欲向上などの効果があったといえる。

一方で、「全校リスニングによって、力がついたのかわかりにくい」という意見もある。テストの難易度や形式が毎回違うことから、具体的な点数による評価がしづらい。同じ内容のテストを数ヵ月後に実施する、あるいはテストの難易度を毎回揃えるなどして、ヒアリング力がついたか確認できるようにすることが次年度への展望である。

第 3 章 關係資料

平成24年度入学生 SSH事業の生徒による自己評価(できた。だいたいできたと答えた生徒の割合(%))。●は、アンケート実施せず

		見えないものに気づく力		科学的探究力		自分の考えを表現する力		国際性(英語で討議する力)									
		(1) 問題を発見する力	(2) 未知の問題に挑戦する力	(3) 知識を統合して活用する力	(4) 問題を解決する力(まとめる力、理論的背景)	(5) 交流する力	(6) 発表する力	(7) 英語で質問する力	(8) 英語で議論する力								
		ある① 発 想 力、 想 像 力 が	分何り、識② かが る既何理 知が解求 で未がる かあでの がりあ知	こし① とが粘行 でり錯 き強誤 くを 続練 けり る返	きる① の分 析、 対 処 構 造 す べ き が 問 題	使下② う、適 ことフ がトな 道具 方(ハ ー	くと① こを 、 と が 論 や で 文 調 査 し て 書 こ	こ献あ② と・た実 が資つ で料て、 きを 検必 索要 する 文に	とケ① がー積 でシ極 可シ るン を と こ ニ	な② 対状 応況 に で 応 じ て 適 切	がを① で発 整表 るし に て 必 作 要 な こ 資 と 料	で易② きく 効資 果料 を 基 な に 説 分 明 か り	理① で疑 問 点 を 的 確 に 整	② 発 言 で き る	① 論 点 を 整 理 で き る	応② が状 で況 にに る即 応 し た 対	
地域普及	科学の祭典	●	●	●		●	●	●	●								
	実験教室			●		●	●	●	●								
	算数教室					100	55	94	89	40	82					*95	*88
	豊高ラボ(OHS実験)		●	●			●	●	●	●	●						
サイエンスリサーチ	広島大学研修	98		95	98	93	93	65		63		●	●				
	課題研究Ⅱ発表会(理数科・聴衆)	90	98	78	75	78	88	83	83	85	●	98	90	*87	*73	*80	*80
	課題研究Ⅱ(理数科・校内発表)	97	97	94	91	91	97	91	94	95		97	82	*88	*17	*83	*75
	課題研究Ⅱ(中間発表)	92	95	97	94	97	97	97	89	94		97	88	*84	*14	*93	*87
	課題研究Ⅱ(通年・発表会)	100	87	82	74	74	80	77	82	85		74	69	*69	*31	*80	*62
	甲南大学連携	94	87	97	92	90	87	90	40	69		84	77	*76	*31		
	英語での課題研究発表(聴衆)	51	88			100		●	●	●	●	●	●	23	3	44	51
	英語での課題研究発表	67	85			95		77		97		92	85	59	23	74	85
サイエンス ディスカバリー	地域巡検						80	91	81	78		85	79	*35	*14		
	西はりま天文台研修	●		●		●	●										
	先端企業研修(シャープ)		●						●								
	東京研修	●	●		●	●	●			●	●						
	大学研修(阪大)	●	●		●	●	●			●	●						
	海外研修(事前)	85	85		95			95	80	65	85	95	80	*65	*25	*35	*25
サイエンス アクティビティ	海外研修(事後)	90	79		90			58	79	79	100	95	68	*58		5	26
	双方向授業1回目	78	72			●			●	●	●			*25	*6		
	双方向授業2回目	81	68											*62	*11		
	豊高とことんトークング	●			●				●	●	●						
クロスオーバープログラム		90	98		●	93			78	63	75			80	20		

ゴシック体：1学年で実施
明朝体：2学年で実施
丸ゴシック体：3学年で実施

*は日本語での活動に対する自己評価の値

2. SSH運営指導委員会 記録

<運営指導委員>		<本校職員>	
兵庫教育大学	廣岡 徹 様	校長 西村 豊	教頭 山本 宏治
大阪大学 名誉教授	畑田耕一 様	教諭 三木 亮、澁谷 亘、矢内優子、	
県教育委員会 主任指導主事	千家弘行 様	倉田晴美、中西純一郎、西垣直人	
豊岡市立豊岡南中学校長	小河孝之 様	中嶋宏輔、五十嵐久人、岡本哲也	
<JST（科学技術振興機構）>			
主任調査員 塩澤幸雄 様			

<第1回>平成26年6月6日（金） 達徳会館 13:00～15:00

○国際性の育成について

- ・中学英語をしっかりとやっていれば、あとは単語力を鍛えることで英語による研究発表は十分に可能である。
- ・実験の手順や結果の発表を、そもそも日本語で行うのがよいのか、英語でやるのがよいのか、という観点も必要。日本語の力がベースになることはもちろんだが、英語で表現しようとする作業の中で、実験手順や実験結果をもう一度しっかりと理解し直す、という作業を行うことになるので英語の方がやりやすい、ということも言える。
- ・留学生を増やせないか。
- ・ある事業に10名参加したとして、そのうちたとえ4名にとって効果があれば、その事業は「大成功」ととらえてよいと思います。全員にとって効果があるということはなかなか難しいですから、事業を行う際はそのように考えることも必要です。

○「サイエンスツアー」について

- ・大学の研究者に高校に来てもらう方が安上がりなのに、それでも高校生が大学の研究室へ足を運ぶということにどのような意義があるかを改めて考えてみるのが重要。
- ・大学訪問は高校生にとって高い動機づけの効果が期待できます。また、「将来にわたってのつながり」という点では、県教育委員会と京大・阪大・神大の連携協定といった取り組みは重要です。大学との連携については、取組の成果を可能な範囲で大学へも報告していただけると、大学全体で取組に対する理解が進み、以後の取組がスムーズにいくと考えます。また、研究指定はSSHに限らず、「当該校だけがよくなればよい」というのではなく、国全体の教育レベルを向上させ国民に寄与するために行っているという使命があるので、広報活動を強化し、社会に対して広く活動や成果を知らせていくことが重要です。

○「クロスオーバープログラム」について

- ・道徳教育の基本は想像力（イマジネーション）であり、これは科学（サイエンス）の基本でもあります。道徳観のない科学者など、あってはいけません。クロスオーバープログラムでは「代理母」の問題を取り上げたとのことですが、大阪大学にも優れた研究者がおられますので、よろしければインターネット等で調べてみてください。

○「サイエンスアクティビティ・豊高とことんトーキング」について

- ・言語活動の充実、高等学校における道徳教育の充実などが重要な柱となっています。「豊高とことんトーキング」などはSSH事業の中で言語活動の充実に取り組んでいただいているよい例だと考えます。また、道徳教育については関東圏の高等学校を中心に教科としての扱いに近い取組が行われてお

り、近いうちに本県においても何らかの具体的取組が始まると考えていただいてよいと思います。数学や理科を含むすべての教科・科目の学習において、「道徳観を持って指導にあたってください」ということが重要と考えます。

○SSH事業全体について

- ・文系も含めた学校全体の取組として今後も継続していただきたい。生物自然科学部の活動は拡大していますか。また、小学校での算数教室や理科実験教室では高校生はもちろんですが小学生も達成感を味わってくれているでしょうか。
- ・家庭の教育環境はたいへん重要です。同様に学校の環境も非常に重要で、たとえば田舎においては高校卒業後都会へ出て行って戻ってこない若者が多いと言われますが、世界に有能な人材を供給し続けるということは社会に貢献している証ですので、そういった使命感を持って取り組んでいただきたい。

＜第2回＞平成27年2月17日（火）	和魂百年館	15：40～16：40
--------------------	-------	-------------

○本日の「課題研究発表会」について

- ・先行研究で明らかになっている部分と自分の研究で明らかになった成果とが曖昧になっている。
- ・他の学校の発表と比べても、パフォーマンス力のある発表が多かった。しかし、パフォーマンスが強すぎると根本的な部分を見落とす危険性もある。
- ・我々にも質問する機会を与えてほしかった。司会のやり方を考えないといけない。
- ・課題研究に入る時点で、企画書や計画書を作るべきではないか。企画書があれば評価につながる。
- ・一次選考については、先生だけで行うのが良い。
- ・夏休みなどを利用して、もう少し時間をかけて研究した方が良い。
- ・テーマの設定過程に大事な要素がある。
- ・研究の根本原理については教えているのか。

○「サイエンスツアー」について

- ・サイエンスツアーは田舎の生徒にとっては有意義な取り組みである。
- ・理系の生徒が経済学部へいくことも重要な取り組みである。

○評価について

- ・SSH事業の評価については、三年間の推移にこだわる必要はない。80%以上の評価があれば、たとえ下がっていても問題ではない。
- ・個々の生徒の評価については、指導と実践や計画など各取り組みについての評価が必要ではないか。
- ・指導する先生自身の個別の評価シートが必要ではある。
- ・学校評価のなかにSSH事業は入っているのであれば、学校評価とは切り離して評価すべき。
- ・国際性の育成評価などは、生徒の自己評価ではなく教師がすべきことだから、指導する側の評価シートは必要になる。
- ・生徒の自己評価については、ルーブリック評価による生徒の自己評価は、膳所高校や尼崎小田高校で導入している。県教委を通じて、参考にすればよい。

○SSH事業全体について

- ・理数科を柱にしたSSH事業を、どのように普通科にその影響広げられるかが課題である。
- ・1年生から3年生までのSSH事業を通じてのストーリーをつくるべき。テーマを決める過程も報告にのせてほしい。

3. 平成26年度実施教育課程

普通科

1 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	国語総合					現代 社会	数学 Ⅰ				数学 A	物理 基礎	生物 基礎				体育			保健	音楽Ⅰ 美術Ⅰ 書道Ⅰ	コミュニケーショ ン英語Ⅰ			英語表現Ⅰ			家庭 基礎	総合 学習	L H R		
	現代文		古典																													

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
2年	文系	現代文B	古典B			世界史B 日本史B より1つ					数学Ⅱ				数学B		化学基礎			体育	保健	コミュニケーション英語Ⅱ				英語表現Ⅱ	社会と情報	総合学習	LHR			
			古文		漢文																											
	理系	現代文B	古典B		日本史B 地理B より1つ		数学Ⅱ				数学B			物理 生物 より1つ		化学基礎	化学		体育	保健	コミュニケーション英語Ⅱ			英語表現Ⅱ	社会と情報	総合学習	LHR					

※世界史B、日本史B、地理Bは2、3年の継続履修

※物理・化学・生物は2、3年の継続履修
※化学基礎を履修した後、化学を履修する

※数学総合、理科探究、仮名の書は学校設定科目

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
3 年	文 系	現 代 文	古 典			世 界 史 A 日 本 史 A よ り 1 つ	世 界 史 B 日 本 史 B よ り 1 つ			倫 理	国 語 表 現 Ⅱ		英 語 Ⅱ		音 楽 理 論 仮 名 の 書 フ ー ド		情 報 と 表 現 理 科 探 究 よ り 1 つ		体 育	リーディング			ライ テ ィ ン グ	総 合 学 習	L H R							
			古 文		漢 文		数 学 Ⅱ		数 学 総 合																							
	理 系	現 代 文	古 典		世 界 史 A 日 本 史 B 地 理 B よ り 1 つ		数 学 Ⅱ			数 学 総 合		デ リ ィ	物 理 生 物 よ り 1 つ		化 学		体 育	リーディング		ライ テ ィ ン グ	総 合 学 習	L H R										

※リーディ:リーディング

理数科

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1年	国語総合				現代社会	理数数学Ⅰ							理数化学	体育			保健	音楽Ⅰ 美術Ⅰ 書道Ⅰ	コミュニケーション英語Ⅰ			英語表現Ⅰ			社会と情報	数理情報	家庭基礎	総合学習	LHR	アドバ			
2年	現代文B		古典B		地理B		理数数学Ⅱ				理特論数学	理数物理			理数化学			理数生物			体育		保健	コミュニケーション英語Ⅱ			英語表現Ⅱ	課題研究	LHR	アドバ			
3年	現代文		古典		世界史A	地理B 日本史Bより1つ	理数数学Ⅱ					理数物理 理数生物より1つ				理数化学			体育		リーディング			ライティング	総合学習	LHR							

※アドバ:アドバンスサイエンス