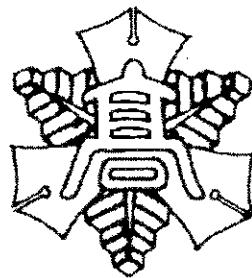


平成 25 年度

スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書

平成 24 年度指定

(第 2 年次)



平成 26 年 3 月

兵庫県立豊岡高等学校

はじめに

学校長 原 潤之輔

豊岡高等学校はスーパーサイエンスハイスクール（S S H）事業の再指定を受け2年目を終えようとしています。本校のめざすS S H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つの力を身につけさせることを目的に、多くのプログラムを実施しました。今年度は重点的に「国際性」への取組を推進してきました。

コウノトリの野生復帰に地域ぐるみで取組む「小さな国際都市・豊岡」で、急速にグローバル化が加速する地域の実情を踏まえ、山陰海岸ジオパークや、ラムサール条約（特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約）の戸島湿地など、世界的に誇れる郷土を愛する心を醸成させながら世界に夢を馳せ、夢に向かって挑戦する生徒を育成することは大変重要なことです。

そのために、外国人臨時実習助手の採用、A L T 2名配置、海外留学生（アメリカ、フランス）の受入れをおこない、学習環境の国際性を高めました。そして、語学力とともに、幅広い教養と国際的素養をS S H事業で身につけさせ、地域の活性化や世界で活躍するグローバル・リーダーを志す生徒の育成に取組んでいます。3年生のサイエンスリサーチⅢでは、2年生の課題研究の成果を英語で発表するという新たな取組に挑戦し、学習環境の充実が効果的に発揮されたのではないかと思っています。

そして、S S H事業を通して地域の実情を考えさせることも重要なことです。1年生が全員参加した「地域巡検」では、豊岡市経済部の協力を得て、地域の研究施設やグローバル企業を訪れ、技術力や国際化を知る機会となりました。研修後、その内容をまとめ、発表する一連の流れの中で、生徒は貴重な体験であったと実感したことでしょう。

また、海外研修として、韓国の済州島で開催された第3回アジア太平洋ジオパークネットワーク済州シンポジウム（The 3rd Asia-Pacific Geoparks Network Jeju Symposium）に参加し、課題研究で取り組んだ「豊岡盆地の形成と災害との関係についての研究」のポスターセッションをおこないました。生徒はプレゼンテーションと質疑応答を英語でおこない、事前に外国人臨時実習助手から指導を受けていたことが奏功しました。シンポジウムには、本校以外の高校生は参加しておらず、各国の参加者には新鮮に受け止められ、生徒も良い緊張感を持って、多くの事を学んで帰国しました。その様子を見て、海外研修は想像以上に教育効果があることを確信し、今後も推進してまいります。

最後になりましたが、S S H事業にご協力をいただきました関係各位に衷心より感謝を申し上げ卷頭の言葉といたします。

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	5

第2章 研究開発の内容

研究開発課題・研究仮説	11
豊高が目指すSSH	12
1. 地域への普及	
(1) 豊岡小学校算数教室サポーター	13
(2) 豊岡小学校実験教室事業	14
2. クロスオーバープログラム（教科連携）	15
3. サイエンスディスカバリー	
(1) 地域巡検	17
(2) 東京大学訪問研修	21
4. サイエンスアクティビティ	
(1) 豊高とことんトーキング	22
(2) 双方向授業 東北大学出張講義	24
5. サイエンスリサーチ	
(1) 課題研究I 「基礎実験・英語で実験」	25
(2) 課題研究II	
①散乱する α （アルファ）線を探す	27
②豊岡盆地形成と災害・産業の関係	32
③神武山の生物多様性とその保全生物学的研究	36
④数学と音楽	43
⑤バナナの賞味期限に関する研究	48
⑥豊岡市のロゴを作ろう～黄金比の研究～	52
⑦音声認識機能と音声読み上げ機能を利用した学習支援アプリ作成	56
(3) 高大連携事業（甲南大学との連携）	58
(4) 課題研究III	61
6. 科学系部活動の活性化	
(1) 生物自然科学部	66
(2) 科学系コンテスト・オリンピック参加	68
7. 国際性の育成<海外研修報告>	69

第3章 関係資料

1. S S H活動アンケート	71
2. S S H運営指導委員会の記録	76
3. 平成25年度実施教育課程	78

第1章 研究開発の概要

平成25年度スーパー・サイエンス・ハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題	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	<p>25年度研究開発の概要</p> <p>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。</p> <p>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に取り組む。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>						
③ 平成25年度実施規模	<p>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440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り組みもある。</p> <table> <tr> <td>年間を通して対象となった生徒数</td> <td>1年生 200名</td> <td>2年生 105名</td> <td>3年生 36名</td> </tr> </table>			年間を通して対象となった生徒数	1年生 200名	2年生 105名	3年生 36名
年間を通して対象となった生徒数	1年生 200名	2年生 105名	3年生 36名				
④ 研究開発内容	<p>○研究計画</p> <p>1 地域への普及</p> <p>小学校実験教室・算数教室、豊高科学体験教室、科学の祭典、オープンハイスクール理数科体験授業、兵小理における実験のサポート</p> <p>2 クロスオーバープログラム</p> <p>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—講義中心から言語活動重視の問題解決型へ</p> <p>3 サインスディスカバリー</p> <p>地域巡査：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</p> <p>4 サイエンスアクティビティ</p> <p>(1) 大学連携双方授業 東北大学 渡辺教授「アブラナ科植物のいろいろ」 (2) 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）</p>						

5 サイエンスリサーチ

- (1) サイエンスリサーチ I 課題研究 I (課題研究入門) と甲南大学研修
- (2) 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) と甲南大学研修
- (3) 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、バルーン八鹿での定期的な研修

7 評価・検証

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。

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つの力を検証する評価項目を確定し、尺度を統一することで全ての事業の評価・検証の妥当性を高める。

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25年度の教育課程の内容

「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>

算数教室センター (1, 2, 3年希望者) 7月23・24・25日

小学校実験出前講座 (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) 8月1・2日、11月17日

<サイエンスリサーチ I> (1年理数科)

課題研究 I 20名ずつが化学、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むなど探究活動の入門とした。

プレ課題研究として甲南大学での研修を実施した。

甲南大学 「アゾ色素の合成とその応用」

事前講義「研究とは何か」(6月22日) 事前指導(7月15日)

実験演習(8月20, 21日) 事後指導(11月16日) 発表会(12月26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7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: 平成26年2月8日(土)

SSH課題研究発表会: 2月18日(火) (第2回運営指導委員会を同時開催)

《課題研究一覧》

- ・生物系研究班 「バナナの賞味期限に関する研究について」
「神武山の生物多様性の保全生物学的研究」
- ・物理化学系研究班 「散乱する α 線を探す」
- ・地学系研究班 「豊岡盆地形成と災害の関係についての研究」
兵庫県立大学 松原特任助教との連携
- ・数学系研究班 「数学と音楽」「豊岡市のロゴを作ろう」
- ・情報系研究班 「音声認識機能と音声読み上げ機能を利用した学習支援アプリ作成」

甲南大学 「アゾ色素の合成とその応用」

事前指導（7月15日） 実験演習（8月20, 21日） 事後指導（11月16日）
発表会（12月26日）

<サイエンスリサーチⅢ>（3年理数科）

課題研究Ⅲ 2年次の課題研究を英語で発表、質疑応答を行う。
発表会：9月26日（木）

<サイエンスアクティビティ>

〈双方向授業〉東北大学教授 渡辺 正夫氏 出張講義（1・2年生理数科）

「植物の自家不和合性」11月23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17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

〈先端企業訪問研修〉 シャープ研究所（天理市）（2年理数科） 3月17日

〈大学訪問研修〉 東京大学研究室訪問（1, 2年生希望者20名） 12月20, 21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19日

<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「バルーン八鹿」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
自然科学部門などに参加し発表等を行った。

<評価・検証>

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

○実施による効果とその評価

- ・「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」を通じ、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。
- ・小学校の先生の研修会で実験の補佐をすることで普段培ってきた科学的探究力の成果の普及となった。
- ・サイエンスリサーチⅠの甲南大学との連携による研修では、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、大学研修の実施を通じ、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。
- ・今まで知らなかつ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つた。
- ・教科間連携の授業として英語、体育、社会で「代理母問題」について取り組んだことで、倫理観や英語による表現力、科学的素養などを育成することができた。英語による化学や生物の実験もまずは英語に慣れるという点で効果があった。
- ・課題研究Ⅱに関しては、生徒主体のテーマ、教師による提案、継続した研究テーマに收れんされてきた。

○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。
- ・来年度は海外研修の実施を予定しているが、その効果的な実施方法について検討する必要がある。
- ・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。
- ・留学生との交流を具体的にすすめていくことが必要である。
- ・学校全体の事業としてすすめていくことがさらに求められる。
- ・学校全体として育てたい生徒像、つけさせたい力の共有が求められる。
- ・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。

平成25年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果

(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料」に添付すること)

研究開発課題

- 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（討議できる英語力）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。

<研究開発に向け取り組んだ事業の効果と成果>

1 地域への普及

- (1) 青少年のための科学の祭典生徒主体ブース出展（8月、理数科）
 (2) 豊小算数、実験教室（7月、希望者）、兵小理における実験のサポート（8月、希望者）
 (3) オープンハイスクールポスターセッション（11月、理数科）

- ・1年生のときからそれぞれの事業に取り組み、生徒主体で実験授業を実施することを最終目標に科学リテラシーを高め、プレゼンテーションの能力を養うことができた。また、地域のリーダーとしての意識を育てることができた。
- ・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で、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た。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。
- ・これらの連携活動により、地域の理数教育へ一石を投じ、本校が県北部の小中高の理数教育での連携の拠点として地域の理数教育の普及ができた。
- ・連携事業で小さな成功体験を積み重ねていくことで面白いと感じることができ、粘り強く取り組む姿勢や深い洞察力を養う強い動機づけとなつた。
- ・コミュニケーションの対象となる小中学生に対して、積極的かつ適切な対応ができたかという質問に対し、ほとんどの生徒が「できた」「だいたいできた」と解答した。（2）の参加生徒の多くが教育学部へ進学しており、自己の進路を見据え積極的に事業に参加している。（3）に関して、参加者56名（中学生44、保護者8、引率の先生4）中、86%が「たいへん満足、満足」と回答している。期待した効果が得られていると考えられる。

2 クロスオーバープログラム

- ・アンケートの数値結果から、「代理母」の問題についての理解はできており、一つのテーマについて3教科の異なる視点から取り組んだことは、多角的にものごとを理解し、考える態度を育てるという点で効果があったと評価できる。

3 サイエンスディスカバリー

- (1) 地域巡検（7月 1年生全員）
- (2) 東京大学研修 東京大学大学院の研究室を訪問し、実験・講義および日本科学未来館訪問など実施（12月、希望者20名）
- (3) 先端企業研修（シャープ）（3月、理数科）

- ・(1)について、2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。今回は特に事後のポスター発表に全員が取り組めるように工夫もした。
- ・(2)について、現在学んでいる教科の内容と科学の最先端技術の関係を考えるきっかけとなった。また、大学の施設を視察、体験することで、将来の自分の専攻分野をじっくり考える機会となつた。

4 サイエンスアクティビティ

- (1) 豊高とことんトーキング（卒業生との討論）（8月、理数科）
- (2) 双方向授業（11月、理数科）

- ・(1)について生徒のアンケートより：何が分かっていて、何が分からいかはよく分かり、考える力が鍛えられたと感じている。思ったよりコミュニケーションがとれ、自分なりに論点は整理できたと感じている。反面、発言する機会があったにも関わらず、積極的に質問ができなかつた。卒業生の感想より：この会に参加して自分自身も大きな経験ができた。意見を発表する力は進学して初めて重要だと気がついた。だから高校生のうちにこのような経験をした参加者は大きな財産を手にしたと思う。テーマがやや大雑把で議論を詰めていくことができにくい。初めてなので改善すべき点もあるが、生徒も頑張って意見を述べようとしており、良い機会であった。参加教師の感想より：教師の担当者をステージごとに決めておくと良い。ディベートでペーペーを見ながらでないと話ができない生徒がいてやや面食らつた。討論の場合は議論がかみ合うようにテーマを漠然としたものではなく、限定した範囲で話ができるようにテーマ設定する必要がある。昨年のように外の会場ではなく、学校でとことんトーキングを行つたのは多くの面で良い。

5 サイエンスリサーチ

- (1) 課題研究Ⅰ 基礎実験（4～2月、理数科1年生）

甲南大学研修 「研究とは何か」という講義から始まり、実験から得られた結果を応用するなどの研究に近い実験に取り組む。プレゼンの仕方なども指導を受け、口頭発表のコンペを実施する。

英語で化学実験（4～2月）

- (2) 課題研究Ⅱ（4～2月、理数科2年生）

甲南大学研修 実験から得られた結果を応用するなどの研究に近い実験に取り組む。プレゼンの仕方なども指導を受け、口頭発表のコンペを実施する。

- (3) 課題研究Ⅲ（4～12月）

2年次の課題研究を英語で発表する。理数科1～3年生全員が参加して発表会を実施する。

- ・第2学年における課題研究Ⅲの発表につながる技術の基本を習得することができた。また実験プリントや操作説明に英語を取り入れたことは、得意な生徒もそうでない生徒も集中して聞き取り理解しようとする姿が見られた。英語に苦戦しながらも意欲的に取り組むことができた。

- ・ A L T と連携した英語での実験授業や留学生とのディスカッション、テレビ会議や英語でのプレゼンテーション指導を通じて、科学研究における英語の必要性を認識し、将来国際的に活躍するための意欲を育て、基礎的な素養を養うことができた。
- ・ほとんどの生徒が大学で行う実験に対して、期待感を持ち楽しみにしていた。その理由としては、自校以外の異なる場所で行うということ、新しい体験に対する期待感。高校では使用しない器具等を使用する実験であることなどである。結果が未知であることへの挑戦意欲としっかりした動機付けができていることなど、科学に対する興味関心を喚起し、それを継続させるに足る取り組みであったといえる。
- ・11月のプレ発表会、12月の発表会と発表を複数回にすることで技術が向上した。
- ・「アドバイスシート」を記入することで生徒どうしの評価を実施している。これは、他者の発表を理解し、実験の方法や結果に対しての妥当性や疑問について思考し、発表への評価を記することで自分の考えを表現することである。生徒の理解・思考・表現力の育成に寄与した。また、アドバイスシートの結果をただちに返却してやることでフィードバックすることができる。
- ・事後指導では、甲南大学甲元先生から専門的な指導助言をしてもらうことができる。
- ・まず発表をしてみることは、他の人に聞いてもらう初めての体験となり、自分たちの発表を客観的に評価してもらう機会となる。また、専門家からの適切なアドバイスは、次回の発表に関して内容の見直しやどうすればいいかなどを効率よく伝えられるか、といったプレゼンの工夫につながる。理解・思考・表現力を育むことができた。
- ・研究の内容は生徒にとって難しいものとなっている。生徒は困っている。困ることは重要なことで、問題の解決に向けた取り組みのスタートとなる。解決の方法は、文献やインターネットで調べる、仲間で助け合い議論をする、指導者に質問するなどである。それらの活動を通じ、科学的探究力・見えないものに気づく力が育成されている。
- ・1年間課題研究に取り組んだ2年生に関して、発想力が鍛えられた（92%）、試行錯誤を繰り返し粘り強く続けた（97%）、問題の解決にあたり手順や計画を考えた（94%）、対処する問題の分析ができた（97%）、内容をわかりやすくまとめた（97%）、テーマの内容に関して自分で調べた（89%）、班員とコミュニケーションがとれた（94%）、発表に必要な資料作りができた（97%）、発表会で質問することができた（14%）、発表会での議論の論点を整理することができた（93%）のようであった。

6 科学系部活動の活性化

- (1) 活動をサポートしやすいように、専任顧問以外に、テーマに応じて理科数学の教員が顧問として活動を支援する。専任顧問はその取りまとめを行う。これにより生徒の興味関心によりきめ細かに対応することができる。
 - (2) 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知らせることができる。
 - (3) 総合文化祭、科学系コンテスト、科学系オリンピック、国際会議等へ参加し、成果を出すこととし、理科数学の教員が支援して各種コンテストへの勉強会を行う。
- ・部員数は3年生4名が引退したが、新入生が9名入部し、15名に増えた。対前年比150%の成果を得た。
 - ・1年生・2年生・3年生そろっての部員構成となった。本校では近年にない成果である。
 - ・これにより、継続的な部活動が可能となった。
 - ・4名の顧問で生徒の活動を支援できる体制が整った。より手厚く生徒の活動支援ができるようになったことに加えて、顧問が分担して事業を行ったので、情報共有ができた。

7 評価と検証

- ・事業ごとに生徒、教師、関係者等へのアンケートを実施した。
- ・事業責任者は、実施後できるだけ早い段階で評価と課題をまとめるようにした。

8 海外研修

アジア地域のネットワーク組織であるAPGN（アジア・パシフィック・ジオパーク・ネットワーク）が開催する濟州シンポジウムに参加した。（3年生2名、2年生7名）

- ・このような場で高校生が発表するのは世界初の取り組みであった。
- ・世界の著名な学者や環境専門家による講演やパネルディスカッションに参加することにより、世界各地域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なり、サイエンスをベースとした地域づくりにも貢献することができた。
- ・海外での研修で多くの外国人と接し、コミュニケーションをとったことで「国際性」の育成に寄与することができた。

② 研究開発の課題

(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料」に添付すること)

1 地域への普及

- ・「豊高ラボ」などの事業への取り組みを、具体的に着手する段階にある。
- ・普及の度合いを客観的に知る方法を講じる必要がある。

2 クロスオーバープログラム

- ・英語による表現は不十分な結果であった。このことに対して、英語の時間を90分程度に増やすか、あるいは指導の目標を英語によるディベートではなく、英文の読解と日本語による討議に変えることを検討すべきであろう。後者の場合、「英語」の指導を2校時目に設定して、3校時目に「現代社会」で討議の時間を設定するほうが効果的であると考えられる。
- ・教科間連携を成功させるためには、担当者の事前協議の機会を十分にとるべきであったが、担当者が多忙なため、打ち合わせをする余裕や時間が確保することが困難であった。学級担任との打ち合わせも不十分であり、授業の主旨や内容をある程度生徒に知らせることができなかつた。
- ・班内で討議する中で、相手の意見をよく聞き、自分の考えをまとめ、表現する活動そのものが生徒にとって印象深く残るものであると推測された。しかし、アンケートの自由記述と選択回答による結果を個別に見ると、討議が苦手な生徒は、班活動の時間である「現代社会」と「英語」の授業について否定的な評価をしており、こうした生徒への対応も課題であろう。

3 サイエンスディスカバリー

- 地域巡査に関しては次のような点でまだ改善を必要とする。
- ・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。
 - ・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査を行うには引率側の姿勢も大切である。
 - ・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。

4 サイエンスアクティビティ

- ・「豊高とことんトーキング」では、文系まで広げて多くの生徒に話し合いの機会を設けてやるべきである。

- ・「留学生との討議」は今年度も実施することができなかった。昨年度も実施ができなかつた事業である。留学生を集めることができ難しく計画通り実施することができなかつた。

5 サイエンスリサーチ

- ・甲南大学との高大連携の取り組みは4年目を迎えており、マンネリにならないよう注意したい。
- ・成果を客観的に検証していくことが課題となつてゐる。
- ・隔週での実施ではなく、毎週実施とする方が効果的な研究が実施できるのではないか、という担当者からの意見もあり、検討課題としたい。

6 科学系部活動の活性化

- ・全員が兼部であり、主とする部活（音楽部・英語研究部・バドミントン部・テニス部・陸上競技部・剣道部）の合間をぬつての活動にならざるを得なかつた。
- ・そのため、全員がそろうこと不可能で、活動時間の確保に大きな制限があり、継続的な研究を始めるに至らなかつた。兼部でない生徒が数名入部し、活動の根幹を形成していかないと、今後のこれ以上の発展が見込めない。

7 評価・検証

- ・課題研究などにおいて、グループ活動における個人の評価をどのように行うかが課題である。
- ・アンケート結果の分析をするに至っていない。
- ・4つの力（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（討議できる英語力））の評価について取り組む必要がある。

8 海外研修

- ・英語は単に米英などの国の言語ではなく、国際公用語であることにあらためて気づき、さらに英語の勉強を深めて、世界中の人々と臆することなく積極的にコミュニケーションをとる必要があることに気づかされた。

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 一中山間地域に科学教育の輪を広げる一

- 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つなぐことができる。

(2) クロスオーバープログラム 一授業改善と教材開発を通した全教員の資質向上一

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 一地域に根ざし世界に羽ばたく一

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伴に興味・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。

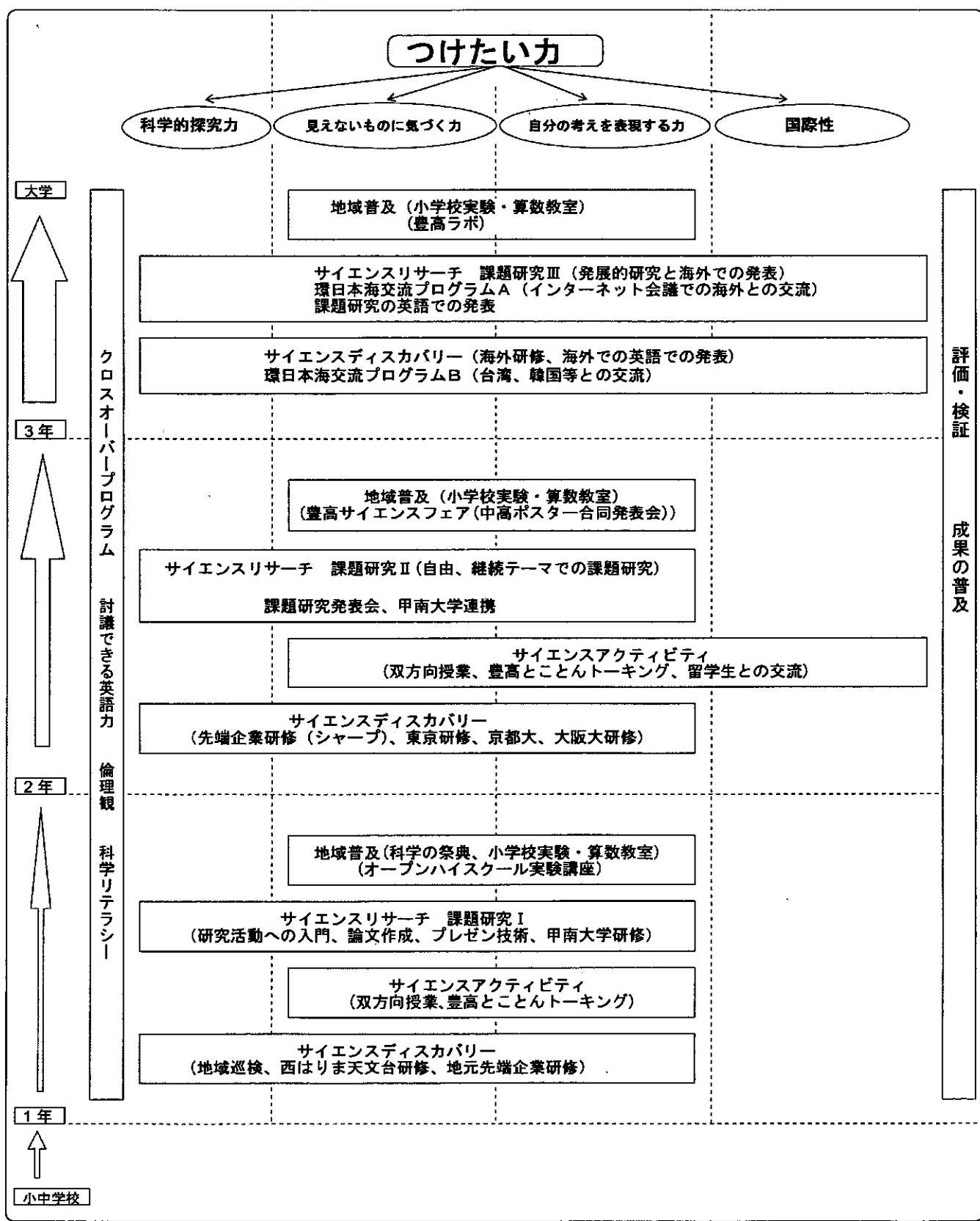
(4) サイエンスリサーチⅠ・Ⅱ・Ⅲ 一専門性を高め、理数系の傑出した才能を芽吹かせる一

- ・課題研究を通して忍耐強く研究に取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ます。
- ・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。

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



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25年7月22日(月)、23日(火)、24日(水) 8:00~10:00
※小学校の先生による事前講習会 7月16日 13:00~1時間程度
- 場所 講習会、算数教室ともに豊岡小学校教室
- 時間割 5年生算数基礎講座 8:15~9:00
6年生算数基礎講座 9:15~10:00
6年生算数応用講座 9:15~10:00
- 参加者 高校生 1年14名、2年5名（普通科、理数科）
小学生 5年基礎講座 16名
6年基礎講座 29名
6年応用講座 17名

<課題例> 基礎講座 $5\frac{1}{4}m$ のひもを $\frac{3}{4}m$ ずつに切ると、何本できますか

$$0.48 \times 3.2$$

応用講座 下の計算式は、4けたと4けたの整数の引き算を表していて、答えも4けたの整数です。同じ文字には同じ数字、異なる文字には異なる数字をあてはめ、この式を完成させます。「けんてい」にあたる最大の数と最小の数を求めなさい。

$$\begin{array}{r} \text{さんすう} \\ - \text{まんてん} \\ \hline \text{けんてい} \end{array}$$

(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の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、理数系の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25年7月25日（木）

場所 豊岡小学校 実験室

実験I 「どっちにころがる？」

1) 実験方法

- ① まず、ひもを巻き付けたダンベルを水平な台の上に置き、ひもを静かに真上に引っ張る。ダンベルは糸がほどけながらころがる。
- ② 次に、ひもを静かに台に水平に引っ張る。今度は糸を巻き取りながら、引っ張る方向に近づいてくる。
- ③ 最後に斜めの角度で糸を引っ張るとどうなるかを実験する。
(どちらにころがるかをクイズ形式 (YES OR NO) で答えさせる)



実験II 「ムラサキキャベツで色遊びをしよう」

1) 実験材料、器具

ムラサキキャベツ（一葉）、ハサミ、ビニール袋、精製水ビーカー(100mL)

試験管(7)、駒込ピペット(2mL)、試験管立て

2) 実験方法

- ① ムラサキキャベツをハサミで細かく切り、ビニール袋に入れる。
- ② ビニール袋の中に精製水 50mL を加え、よくもむ。精製水はビーカーではかりとる。
- ③ ②のビーカーに液（色水）を取り出す。
- ④ 7本の試験管に、塩酸（胃液）、酢酸（酢）、レモン果汁、炭酸飲料、ふくらし粉の水溶液、洗剤（パイプ洗浄）、塩水を試験管に5mL程度入れる。
- ⑤ ムラサキキャベツの色水を試験管に加える。



4 評価と課題

小学生12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することや、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。実験内容などの企画段階から高校生の参加が今後の課題である。

2. クロスオーバープログラム（教科連携）

1 目的

- 教科間連携による指導を行うことによって、生徒が一つのテーマを多角的に理解しようとする態度を養う。
- 日本語および英語を用いてディベートする能力を育てる。
- 教員が協力して一つのテーマの指導にあたることにより、指導者自身が多角的に教材を研究し、より効果的な指導方法を開発することに役立てる。

2 仮説

- 「代理母」についての現状と課題を、保健体育、公民（現代社会）、英語の3教科の視点から学ぶことで、1つの課題を多角的に考え、理解しようとする態度を育てることができる。
- 日本語による討議、英語による討議を体験することで、思考力、表現力を高めることができる。

3 実施日時 平成25年12月18日（水） 1～3校時

4 対象生徒 1年理数科 39名

5 本校担当者 ○保健体育；加藤 忍 ○現代社会；田中博之 ○英語；佐伯明義

6 実施内容

- | | |
|------------|--|
| 1校時 「保健」 | 代理母の現状について講義 |
| 2校時 「現代社会」 | 代理母に関する海外の状況と日本での訴訟例について学び、班別に討議し、クラスで発表 |
| 3校時 「英語」 | 海外の賛否論議の意見を読み、英語で班討議後、クラスで発表 |

7 評価と課題

(1) 生徒アンケート結果（回答数 38名）

	できた	だいたいできた	あまりできなかった	できなかつた
3時間の授業で「代理母」について理解を深められたか	13	25	0	0
日本語で討議し、自分の考えを表現することができたか	9	17	9	3
英語で討議し、自分の考えを表現することができたか	1	6	21	10

自由記述より抜粋

「保健」

- 妊娠のしくみを詳しく説明してもらえたので、その後の代理出産についての話が入ってきやすかった。
- 出産にともなって一番大切なことは、その子供が望まれて生まれてくるのか否かということを知った。
- 妊娠の仕組みなどがよくわかった。自分たちは選びぬかれたものだということが心に残った。
- 代理母がどういうものかということも理解できたので、よかったです。科学技術が進歩する

ごとに深まってくる問題だと思った。

- 代理出産の中でも、いろいろな方法があるということがわかった。また、望まれない子供が生まれてくる世の中をなくしたい。

「現代社会」

- 条件や状況を考えて判決を下すというのは、なかなかできないと思うが、裁判員制度が行われている今、今日のような学習はとても貴重だと思う。
- 国や地域によって代理母の考え方方が違うことがわかり、この問題は本当に答えを出すのが難しいと思った。
- 自分の意見をしっかりと持ち、班で話し合うことができたので、よかったです。
- 法律をもとに自分の意見を考えることがむずかしかった。
- 代理出産のことを倫理的、法的に考えていくと、どっちつかずのグレーゾーンの難しい問題なんだと思った。

「英語」

- 英文を訳すだけで時間が終わってしまい、英語での討議ができるまで、このままだとかなりかかりそうだと思った。
- 日本語で討議はできたけど、英語ではできなかつたので、時間がほしかった。
- さまざまな人の意見を英語を学習しながら知ることができて、刺激的だった。
- けっこう難しかつたけど、班員のみんなと協力して理解できた。
- 知らない単語がたくさんあり、一文一文を訳して理解するのに時間がかかった。

その他

- 「代理母」というテーマで科学と関連づけられた授業になっており、楽しかった。また、別の話題でこのような授業を受けてみたい。
- 代理母という普段あまりなじみのない話題を英語で議論するというのは、私にとってとても難しく感じた。
- 代理出産の問題は、今後もずっと解決することが難しそうだと思った。
- 代理母という一つのテーマを三つの視点から見るというのは、一つのものごとを多角的に見ることができるので、よいことだと思った。

(2) 評価と課題

- アンケートの数値結果から、「代理母」の問題についての理解はできており、一つのテーマについて3教科の異なる視点から取り組んだことは、多角的にものごとを理解し、考える態度を育てるという点で効果があったと評価できる。
- 英語による表現は不十分な結果であった。このことに対して、英語の時間を90分程度に増やすか、あるいは指導の目標を英語によるディベートではなく、英文の読解と日本語による討議に変えることを検討すべきであろう。後者の場合、「英語」の指導を2校時目に設定して、3校時目に「現代社会」で討議の時間を設定するほうが効果的であると考えられる。
- 教科間連携を成功させるためには、担当者の事前協議の機会を十分にとるべきであったが、担当者が多忙なため、打ち合わせをする余裕や時間が確保することが困難であった。学級担任との打ち合わせも不十分であり、授業の主旨や内容をある程度生徒に知らせることができなかつた。
- 班内で討議する中で、相手の意見をよく聞き、自分の考えをまとめ、表現する活動そのものが生徒にとって印象深く残るものであると推測された。しかし、アンケートの自由記述と選択回答による結果を個別に見ると、討議が苦手な生徒は、班活動の時間である「現代社会」と「英語」の授業について否定的な評価をしており、こうした生徒への対応も課題であろう。

3. 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と。しかしこの地域には多數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「地元に帰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説明を聞くことで、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25年7月17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) ビトーアンドアールディー	(株) オーシスマップ
(株) 東豊精工	(株) 純工房
大豊機工（株）	但馬ティエスケイ（株）
但馬信用金庫	エンド一鞠（株）
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）マ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） 順不同

4 対象生徒・人数

第1学年 197人（男子95人 女子102人）

5 外部講師

豊岡市環境経済部環境経済課 経済係長 若森 洋崇 氏

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（学年集会にて）
- ② 地域の企業について講話 若森氏（総合的な学習の時間）

- 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方、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

2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。今回は特に事後のポスター発表に全員が取り組めるように工夫もした。しかしながら次のような点で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 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。
 - ③ 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

会社名と何を作っているか（または主な業務）を知っている				
		前	後	増
1	㈱ウノフク	4.7%	37.6%	32.9%
2	㈱ビトーアールアンドディー	2.6%	21.8%	19.1%
3	㈱由利	16.8%	45.3%	28.5%
4	大豊機工㈱	4.7%	24.7%	20.0%
5	エンドー鞆㈱	8.4%	39.4%	31.0%
6	㈱東豊精工	6.3%	30.0%	23.7%
7	タジマ食品工業㈱	8.4%	31.8%	23.4%
8	中田工芸㈱	3.7%	32.4%	28.7%
9	㈱紹工房 マジック	12.0%	44.1%	32.1%
10	㈱メイワパックス	3.7%	35.9%	32.2%
11	但馬ティエスケイ㈱	0.5%	20.0%	19.5%
12	メリコパワー・デバイス㈱ (ITセミコン㈱)	1.6%	18.2%	16.7%
13	信和化成㈱	0.5%	11.8%	11.2%
14	東海バネ工業㈱	1.6%	41.8%	40.2%
15	㈱オーシスマップ	1.0%	25.9%	24.8%
16	㈱川嶋建設	15.7%	42.4%	26.6%
17	㈱キヅキ商会	1.0%	25.3%	24.2%
	平均	10.1%	33.6%	23.5%

(3) 地域巡検ポスター

今年度は、全員がポスターと原稿の作成、実際の発表に関わるようとした。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。

企業名	評価項目	評価の平均	全体平均	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 自由コメント
A社	A	4.6	4.43	・耐震、制震、免震など構造物の模型を紙で工作し、実演による説明が分かりやすく良かった。 ・ポスターの構成やイラストの分かりやすさが良かった。 ・すごい技術だと思った。トンネルのすごさも分かった。 ・仕事場で何をしているのか分かり、面白かった。
	B	4.4		
	C	4.2		
B社	A	4.2	8.93	・しっかり質問に答えてくれた。もう少し声が大きいともっと良かった。 ・バネに関するクイズがあり、聞く側としても楽しめた。補足も面白かった。 ・バネが色々な所に使われていることや、海外進出の話を聞いてびっくりした。 ・クイズが非常に面白い。(大人)
	B	3.9		
	C	3.7		
C社	A	4.4	4.11	・ポスターの内容を、聴衆の目を見ながら身振り手振りで詳しく説明してくれて分かりやすかった。 ・西日本最大というところに魅力を感じた。 ・「あなたの笑顔が目的地」のタイトルが、オーシスマップさんのモットーというのがすごい。 ・進路の選択肢が広がったとのこと、とても良かったです。(大人)
	B	4.1		
	C	3.9		
D社	A	4.4	4.09	・会社のハンガーに対する思いが伝わった。 ・全国で1社だけの1社が豊岡にあるのは、すごいと思った。 ・もう少し、メリハリのある話し方だともっと良かった。 ・製品の実物を使った紹介が良かったです。(大人)
	B	4.1		
	C	3.8		
E社	A	4.5	4.05	・分かりやすく伝えようと努力していた。 ・もう少し大きな声で説明してくれた方がもっと良かった。 ・「ウノフク」の名前の由来が、前の社長の名前というのに驚いた。 ・国内外へ広く進出したいという積極的な意欲を感じられた。
	B	3.9		
	C	3.8		
F社	A	4.3	4.24	・ポスターは、写真も多く華やかで、新鮮味のあるとても面白い発表だった。 ・ポスターの内容が充実していて良かった。 ・エンド一鞠の凄さがよく分かった。 ・推し商品「FREQUENTER」の説明を詳しくしてあって、すごいと思った。
	B	4.0		
	C	4.5		
G社	A	4.5	4.25	・ポスターの構成やデザイン、文字の美しさは良かったが、文字が小さく見にくかった。 ・質問の時、詳しく丁寧に解説しようと努力していた。 ・ピトーさんの話をよく聞いていることがよく分かった。 ・「仕事」だけでなく、「経営者」に注目している点が面白い。(大人)
	B	4.1		
	C	4.2		
H社	A	4.3	4.24	・質疑応答の時間がとても面白かった。真剣を感じた。 ・どこに半導体が使われているのか分かった。パワーモジュールの解説が少なかった。 ・未来のことを視野に入れた活動をしていてすごいと思った。 ・質問に対する受け答えが、明るく誠実に答えることができていて良かった。終わりには会社の商品を宣伝するなど、意欲的に学習活動に取り組めた様子がうかがえた。(大人)
	B	4.1		
	C	4.2		
I社	A	4.2	3.57	・写真がたくさんあって分かりやすかった。 ・声が聞き取りやすく良かった。 ・最終的には手作業という所に驚いた。 ・ポスターのスペースを上手く使っていて見やすかった。
	B	3.4		
	C	3.1		

J 社	A	4.5	4.41	・感情や熱意がこもっていて聞いていて楽しかった。 ・スカイツリーに使われているそうで、フジテレビで紹介されたのがすごかった。 ・人生において大切なことは、「諦めないこと」と分かった。 ・冷間、熱間コイルバネ、皿バネ、板バネの違いの説明が分かりやすかった。
	B	4.2		
	C	4.5		
K 社	A	4.4	4.23	・質問に対する回答がとても分かりやすく素晴らしいだった。 ・作業行程を知り、鉄工房さんのTシャツ作りがとても丁寧だと分かった。 ・「亮っているのは服ではなく絆」というのが良かった。 ・プリントでも2種類あって、それぞれ使い分けが大切なと思った。
	B	4.0		
	C	4.2		
L 社	A	4.4	4.08	・専門的な知識が多く、分かりにくい所もあったが、熱意が伝わってきた。 ・感想がとても心に残った。 ・ポスターの文字が多すぎて、よく分からなかったところがあった。 ・ポスターのデザインが良かった。
	B	4.2		
	C	3.9		
M 社	A	4.5	4.45	・太陽光の詳しい説明を聞いて、素晴らしい事が伝わった。 ・ポスターのレイアウトや内容が工夫されていて、見ていて楽しかった。 ・色々なものを開発していて感心した。 ・豊岡でも太陽光発電が普及していくべきだと思った。
	B	4.4		
	C	4.4		
N 社	A	4.2	4.02	・過程が分かりやすく、質問の受け答えも丁寧で良かった。 ・ポスターが分かりやすかった。 ・食品添加物は、全て有害ではないことを覚えておこうと思った。 ・細かく具体例を出しながら説明していく分かりやすかった。
	B	3.9		
	C	4.0		
O 社	A	3.3	3.17	・声が大きく聞き取りやすかった。 ・ポスターはとても綺麗にまとめられていたが、声が小さかったのが残念だった。 ・とても楽しく聞くことができた。 ・周りの発表者の声に負けていた。声をしっかり出すと、もっと良かったと思う。(大人)
	B	2.8		
	C	3.4		
P 社	A	4.8	4.29	・ポスターのデザインや補足説明が分かりやすかった。 ・豊岡を誇れる会社だなと思った。 ・カバンのルーツが分かった。やはり豊岡はカバンの町だと分かった。 ・「(カバンを)直して」と言われたものは全て解体して直すというのが凄かった。
	B	4.0		
	C	4.0		
Q 社	A	4.5	4.25	・会社の概要が分かった。 ・クイズ形式で面白かった。ポスターも工夫して作ってあり、見やすかった。 ・協力して質疑応答に答えていた。 ・センターで伝えたことを分かりやすくコンパクトにうまくまとめていて、とても良かったです。 見に来て良かったです。センターに来ていた時より笑顔で活き活きしていました。(大人)
	B	4.0		
	C	4.3		
R 社	A	3.9	3.86	・補足がたくさんあって、ポスター以上にたくさん知ることができた。 ・写真などをもう少し使って欲しかった。 ・マイワックスの名前の由来が素晴らしい。 ・質問に対する答えがやや不足しているが、一生懸命答えようとする姿勢が見られた。(大人)
	B	4.1		
	C	3.9		
S 社	A	4.1	4.16	・クイズがあって良かった。お金を預かるのに沢山の工夫がされていることに驚いた。 ・銀行と信用金庫の違いが分かって良かった。 ・非常に興味深い内容で、初めて知ったことが多く、素晴らしい発表だった。 ・鏡葉植物の役割に驚いた。
	B	4.2		
	C	4.0		

(3) 企業アンケート結果 (回答 11 社)

1. できた (大変そのように感じた) 2. だいたいできた (そのように感じた) 3. あまりできなかつた (感じられなかつた) 4. できなかつた (ほぼなかつた)	生徒の興味関心・参加態度の熱心さ	質問の積極性		来年度受け入れ 全社 受け入れる
		1	4	
1. できた (大変そのように感じた)		5	7	4
2. だいたいできた (そのように感じた)		6		7
3. あまりできなかつた (感じられなかつた)				
4. できなかつた (ほぼなかつた)				

(2) 東京大学訪問研修

1 目的

- ①本校卒業生でもある東京大学大学院尾嶋正治特任教授の講義を受講し、研究室を訪問する。
- ②東京大学大学院山口由岐夫教授の講義を受講し、研究室を訪問する。
- ③東京大学大学院上原和洋特任助教の研究室を訪問する。
- ④研究室スタッフや大学院生から放射光・ナノ粒子・最先端触媒についての話を聞き、大学内の研究室を見学する。
- ⑤訪問研修前に尾嶋教授の著書「放射光が解き明かす驚異のナノ世界」を精読し事前学習とする。
また、日本科学未来館を訪問し、大学での研究結果がどのように実際の産業を支える技術として利用されているかを理解することを事後学習とする。

2 研修の効果

- ①現代科学の最先端領域の理解を深め、サイエンスコミュニケーション能力を涵養する。
- ②高等学校や近隣施設にない最新の研究装置を見学したり体験することで、科学の最先端技術への興味関心が高まる。
- ③大学で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り、将来の研究テーマ設定の指針が定まる。
- ④本校卒業生の活躍の場を知ることで、学習意欲や進路意識の高揚を図ることができる。

3 実施日時

平成25年12月21日（土）13：30～17：00

4 研修場所

東京大学および大学院工学系研究科尾嶋研究室（東京都文京区本郷7-3-1）

5 対象生徒

第1学年10名（男子7名、女子3名） 第2学年10名（男子4名、女子6名）

6 本校担当者

森脇正文（第2学年副主任）・岡本哲也（第2学年理数科担任）

7 実施内容

12月21日 13：30 東京大学着 尾嶋特任教授・上原特任助教と昼食、懇談
14：00 尾嶋特任教授による放射光についての講義
15：10 山口教授によるナノ粒子についての講義と研究室訪問
16：10 上原特任助教の説明による研究室見学

8 評価とまとめ

- ①事前学習に使用した尾嶋特任教授の著書を全員が精読し、難解な内容を理解しようと努めた。
- ②現在学んでいる教科の内容と科学の最先端技術の関係を考えるきっかけとなった。
- ③大学の施設を観察、体験することで、将来の自分の専攻分野をじっくり考える機会となった。
- ④危険だからゼロにするのではなく、危険性を熟知して安全に（最先端科学を）利用する方法を考えていくべきであるという尾嶋特任教授のコメントが生徒の心を強く捉えた。

4. サイエンスアクティビティ

(1) 豊高とことんトーキング

- 1 **目的** 長時間の話し合いや議論により論理的思考力や表現力、気づく力を鍛える。
先輩をロールモデルとする波及効果により、具体的で明確な進路意識や学習意欲を喚起する。
- 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して高校生・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** 事前指導 平成25年7月18日(木) 12:50~13:20
平成25年7月25日(木) 12:00~13:00
当日 平成25年8月17日(土) 9:00~16:00
- 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) 18名
(1年男子7名、女子6名、2年男子2名、女子3名)
- 6 **外部支援** 卒業生 男子2名 女子3名
大学院生2名(男子1名、女子1名)
大学生3名(男子1名、女子2名)
- 7 **本校担当者** 三木亮、鼻戸一雄、倉田晴美、北裏幸子、浦川光生
- 8 **実施内容**
- 事前指導1回目 とことんトーキングの概要説明、ステージの方法について、議論のテーマについて
- 事前指導2回目 当日の役割分担について、パネラー、司会、ディベートの選手決めと本番に向けての準備について
- とことんトーキング当日
- 9:00 集合
- 9:10~10:10 第1ステージ 自己紹介、O.Bによる大学等の紹介、質疑
- 10:20~12:10 第2ステージ K.J法によるグループ討議
「ケータイとどう付き合うか」
- 13:00~14:00 第3ステージ ディベート
論題「地球温暖化防止のためには、生活水準を落としてもエネルギー消費を減らすべき」で肯定側3人否定側3人に分かれてディベート形式で意見を述べ質問と返答を行い聴視者全員で判定

14:10～15:30 第4ステージ パネルディスカッション

議題「原発をどうするか」について事前に選ばれたパネラーが意見を述べ、聴衆を交えて意見を交換し、十分煮詰まったところで司会者がまとめる。

9 評価と課題

(1) 生徒のアンケートより

何が分かっていて、何が分からいかはよく分かり、考える力が鍛えられたと感じている。思ったよりコミュニケーションが取れ、自分なりに論点は整理できたと感じている。反面、発言する機会があったにも関わらず、積極的に質問ができなかった。

(2) 卒業生の感想

この会に参加して自分自身も大きな経験ができた。意見を発表する力は進学して初めて重要だと気がついた。だから高校生のうちにこのような経験をした参加者は大きな財産を手にしたと思う。テーマがやや大雑把で議論を詰めていくことができにくい。初めてなので改善すべき点もあるが、生徒も頑張って意見を述べようとしており、良い機会であった。

(3) 参加教師の感想

教師の担当者をステージごとに決めておくと良い。ディベートでペーパーを見ながらでないと話ができない生徒がいてやや面食らった。討論の場合は議論がかみ合うようにテーマを漠然としたものでなく、限定した範囲で話ができるようにテーマ設定する必要がある。外の会場ではなく、学校でとことんトーキングを行ったのは多くの面で良い。文系まで広げて多くの生徒に話し合いの機会を設けてやるべきである。

(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。

○事前指導として25年度は3つのステージは具体的にどういう進め方をするかをペーパーを渡して説明したが、中にはあまりにも話ができない生徒がいるので、前もって、人の前で話をする練習と、その困難さを体験させ、どう準備すれば良いか分からせておくと良い。

○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。

○KJ法の場合は多少曖昧なテーマであっても各班でまとめていけるが、ディベートやパネルディスカッションの場合はかなり限定したテーマでないと議論がかみ合わなくなる。例えば、「原発をやめるべきか」ではだめで「原発を10年後までに廃止する」としないといけない。

○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。

(2) 双方向授業 東北大学出張講義

1 目的

“Nature”に4回、“Nature Genetics”に1回、“Science”に1回、論文が掲載された実績があり、世界的にも評価の高い研究者から、植物生殖について最新の研究内容（自家不和合性等）についての講義を聴き、生物の先進的研究について知見を得る。

講師と生徒が双方向に働きかける授業形式により、身近な植物への新しい視点を学び、生物学への興味・関心を高める機会とする。

2 仮説

生物の最新研究について学ぶことで生物分野への興味・関心を高めることができる。

進路選択について大学教授の体験を聞くことで、講師がロールモデルとなり、研究者へのキャリア形成を促すことができる。

双方向形式の授業を体験することで、言語能力を高めることができる。

3 研修日程及び研修計画

(1) 研修日程

平成25年11月23日（土） 8時30分～11時30分

(2) 研修計画

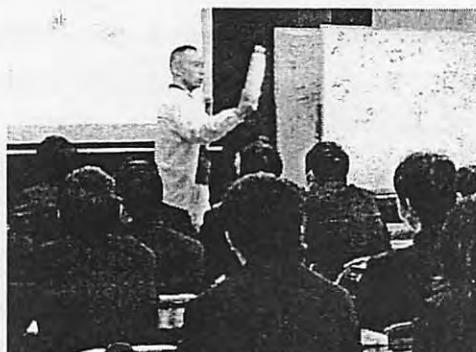
講義 ○アブラナ科植物のいろいろ

(3) 実施場所

本校 和魂百年館

(4) 対象生徒・人数

1, 2年理数科生徒78名



4 事前学習・準備・事後学習について

(1) 事前学習・準備

「植物の受精」について基礎的知識を復習する。

(2) 事後学習

研修のまとめレポートを作成する。

(3) 研究報告書の提出

3月下旬とする。

講義 平成25年11月23日

5 外部講師、担当

東北大学大学院教授 渡辺 正夫氏 理数科長 三木 亮

6 評価と課題

授業において効果的な発問をしたり、演習などを通じて思考させる時間をとることは、授業内容を理解させさらに応用的に運用させるという点で重要なことである。最先端の科学分野において大学の先生により、そのような形態で講義を実施すれば、その内容の理解を深めるだけでなく、思考力を鍛えることができるのではないか、事前に授業の資料を配布し、その内容を予習し与えられた課題について自分の考えをまとめて授業に臨み、授業の時間には、生徒の質問を受けたり、特定の項目について先生と生徒が一緒になって討論をするというような形式にすれば、生徒の思考力を鍛えることができるのではないか、以上の課題と仮説のもと、双方向授業を継続的に実施している。

今年で2年目になるが、今回も生徒の提出したレポートに細かくコメントがつけられ、講師と生徒の対話がレポートにおいてもおこなわれていた。渡辺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。

5. サイエンスリサーチ

(1) 課題研究Ⅰ 「基礎実験・英語で実験」

1 目的

1年間に事前学習、実験、事後学習を1つのサイクルとして5つの課題に取り組み、探究活動が行えるよう計画した。実験結果から目に見えないものの存在を想定し、なぜそうなるのか理由を考えた。また自分の意見を表現し、各班でまとめて発表した。これらの活動を通して今後の研究活動に必要な基礎的な力を養うことを目的とした。さらに化学実験で用いる器具等の扱い方を学び、適切な取り扱いができるよう学習した。

第1回 混合物の分離

固体や液体を分けるろ過と昇華の操作方法について学習した。

第2回 アルコール密度の測定

アルコール濃度の異なる溶液の密度を求め、濃度と密度の関係について考察した。

第3回 アボガドロ数の概数の測定

化学の基本定数であるアボガドロ定数をステアリン酸の単分子膜を使った方法で求めた。

第4回 細胞の大きさの測定

ミクロメーターの使い方と細胞の大きさを測定した。

第5回 オキシドール中の過酸化水素水の測定（英語）

酸化還元反応を利用した滴定量から過酸化水素の濃度を求めた。

2 仮説

実験を通して化学や英語に対する意欲や関心を高めることができる。また今後の基礎を学習することで現象から理由を考え、発表を通して思考力、表現力を養う。

3 実施日時

4/16, 4/23, 5/7, 5/14, 5/28, 6/11, 8/20, 9/12, 9/17, 10/1, 10/8,
10/15, 10/29, 11/5, 11/12, 11/26, 1/14, 1/21, 2/4, 2/25

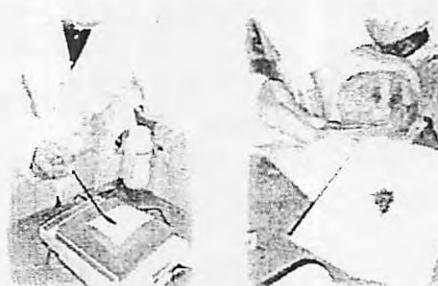
4 実施場所

兵庫県立豊岡高等学校 理科実験室①, 理科実験室②



5 対象生徒

第1学年理数科 39人（男子25人、女子14人）※2グループで実施



6 本校担当者

三木 亮 小原 久美



7 実施内容

(1) 事前学習

実験の基本について学習する。

(2) 実験

第1回 混合物の分離

準備 スタンド ガスバーナー 三脚 金網 丸底フラスコ ビーカー マッチ 蒸発皿 ろうと
ろ紙 ガラス棒 氷 ヨウ素 硝酸カリウム 沸騰石

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った。

② ヨウ素がすべて昇華するまで穏やかに加熱した。

③ 混合試料に水を加えて硝酸カリウムを溶かしたあと、ろ過した。

第2回 アルコール密度の測定

- 準備 25mL メスシリンダー 試験管 100mL ビーカー ホールピペット 安全ピッパー エタノール
方法 ① 試験管A～Dには、後で20, 40, 60%となるようにエタノールをはかりとつておいた。試験管A～Dにホールピペットで純水10.0mLを加えよく混ぜた。
② 各試験管の溶液を10.0mLはかり、質量を測定した。
③ 25mLのメスシリンダーに純水、エタノールをそれぞれ10.0mL正確に測った。エタノールに水を加えてよく混ぜ、体積を測定した。

第3回 アボガドロ数の概数の測定

- 準備 バット ビーカー ピペット ゴム球 墨汁 筆 上質紙 厚紙 精密電子天秤
はさみ ドライバー 0.030gステアリン酸／100mLベンゼン溶液
方法 ① メスピペットから出るステアリン酸／ベンゼン溶液1mLの液滴数を数え上げた。1mLを液滴数で割り、1滴あたりの体積を求めた。3回繰り返し、平均を求めた。
② バットに水を入れ、その表面を墨汁で覆った。水面上にステアリン酸／ベンゼン溶液を1滴滴下し、様子を観察した。ベンゼンが蒸発した。
③ 広がったステアリン酸の単分子膜を上質紙に写し取り、またそれを厚紙に写し取った。厚紙5cm²の重量と面積の比から単分子膜の面積を求めた。

第4回 細胞の大きさの測定

- 準備 ミクロメーター 光学顕微鏡 ツバキの葉 液体糸創膏 検鏡セット
方法 ① ミクロメーターをセットし、接眼ミクロメーター1目盛りの大きさを求めた。
② ツバキの葉の裏側を型取りして孔辺細胞の大きさを測定した。

第5回 オキシドール中の過酸化水素水の測定（英語）

- 準備 コニカルビーカー ピペット 安全ピッパー メスフラスコ オキシドール 硫酸
過マンガン酸カリウム シュウ酸二水和物
方法 ① ピペットでオキシドールを10.0mLはかりとり、100mLのメスフラスコに入れ純水でメスアップした。その液を10.0mLコニカルビーカーにはかりとり硫酸を1.0mL加えた。
② 過マンガン酸カリウム水溶液をビュレットに入れ①の液に色が変わるまで滴下した。

（3）事後学習

第1回 混合物の分離



物質の物理的性質をいかして分離する最も適した方法を選ぶという化学の基礎を学習できた。

第2回 アルコール密度の測定

質量と体積の関係を考察し、それを説明するために各班が工夫して発表を行った。

第3回 アボガドロ数の概数の測定

実験プリントを参考にして各自が考え、また助け合いながら計算し、文献値に近い値が得られた。また誤差が大きな班もあり実験の振り返りや丁寧にすることへの再認識ができた。

第4回 細胞の大きさの測定

顕微鏡のしくみを理解しながら、間接的に大きさを求める方法を学習することができた。

第5回 オキシドール中の過酸化水素水の測定（英語）

英語での質疑応答に話し合いながら協力して解答することができた。



8 評価

生徒は事前学習の内容を踏まえ、積極的に実験に取り組めた。事後学習では実験ごとに理解が深まった。発表では分かりやすく伝える工夫を行い、また他の班を評価する時間もあり、互いに良い刺激となった。第2学年における課題研究Ⅱの発表につながる技術の基本を習得することができた。

また実験プリントや操作説明に英語を取り入れることができた。得意な生徒もそうでない生徒も集中して聞き取り、理解しようとする姿が見られた。英語に苦戦しながらも意欲的に取り組むことができた。

(2) 課題研究Ⅱ

①散乱する α (アルファ)線を探す

I 目的(背景や経緯などを含む)

福島原発の事故等から放射線に关心を持った生徒が、霧箱で放射線を観察した。その後、ラザフォードらの霧箱を利用した初期の原子についての研究を調べ、 α 線の散乱及び核変換の写真を自分たちで撮影することを考えた。

II 仮説

霧箱での α 線の散乱は数百分の一程度の確率で起こる。それを写真に撮り、その現象を確認する。

III 実施日時

平成25年4月16日(水)	7校時(1時間)	放射線・霧箱について学習
4月24日(水)	7校時(1時間)	放射線・霧箱について学習
5月 1日(水)	6・7校時(2時間)	放射線を測定
5月29日(水)	6・7校時(2時間)	霧箱作製
6月12日(水)	6・7校時(2時間)	霧箱で飛跡を撮影 線源・マントル
6月26日(水)	6・7校時(2時間)	霧箱で飛跡を撮影 線源・マントル
9月11日(水)	6・7校時(2時間)	霧箱で飛跡を撮影 データ整理・分析
9月25日(水)	6・7校時(2時間)	霧箱で飛跡を撮影 霧箱の作り直し
10月 9日(水)	6・7校時(2時間)	霧箱で飛跡を撮影 霧箱の作り直し
10月30日(水)	6・7校時(2時間)	霧箱で飛跡を撮影 線源・マントル
11月13日(水)	6・7校時(2時間)	霧箱で飛跡を撮影 線源ラジウム鉱石
11月27日(水)	6・7校時(2時間)	霧箱で飛跡を撮影 線源ラジウム鉱石
12月18日(水)	放課後 13:00~16:00	霧箱で飛跡を撮影 線源ラジウム鉱石
12月19日(木)	放課後 13:00~16:00	霧箱で飛跡を撮影 線源ラジウム鉱石
平成26年1月10日(金)	放課後 16:20~17:30	
1月22日(水)	7校時(1時間)	発表ポスター作成・発表練習
1月29日(水)	7校時(1時間)	発表ポスター作成・発表練習
2月 5日(水)	7校時(1時間)	発表スライド作成・発表練習
2月 8日(土)	豊岡高校SSH課題研究校内発表会	
2月 5日(水)	7校時(1時間)	論文作成・発表練習
2月18日(火)	豊岡高校SSH課題研究発表会	

IV 実施場所 本校物理実験室

V 対象生徒・人数 理数科2年生 5人

谷岡 康介、藤原 亨至、永澤 泰奈、中瀬 万葉、義本 風佳

VI 本校担当者 安東 正敏

VII 実施内容

課題研究発表会での論文を記載する。次ページからが論文である。

散乱する α (アルファ)線を探す

1 背景

三年前の東日本大震災で福島第一原発事故があった。事故をきっかけに放射線への関心を持ち、もっと深く知りたいと考えた。

放射線は霧箱で簡単に見ることができる。右の写真はラジウム鉱石を放射線源とした放射線の軌跡である。長くまっすぐ伸びているのが α 線(ヘリウム原子核)である。

霧箱はもともと雲の発生を研究するために作られたが、荷電粒子の飛跡を観察することができ、放射線を用いた初期の原子の研究に欠かせないものであった。核変換の最初の写真は霧箱で撮られている。右の写真はブラケットが1932年に発表した論文からのもので、霧箱で撮影されている。下から上向きで伸びているのが α 線で、その1本が窒素原子核に衝突し、核変換を起こし、短い飛跡の酸素原子核と非常に長い飛跡の陽子(水素原子核)に変換されている。ブラケットは23,000枚の写真を撮影し40万本の飛跡の中で8個の核変換現象を見つけた。霧箱を使ってこれを観察しようと考えた。

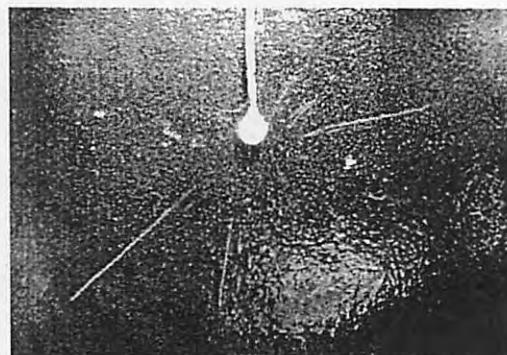


写真 1

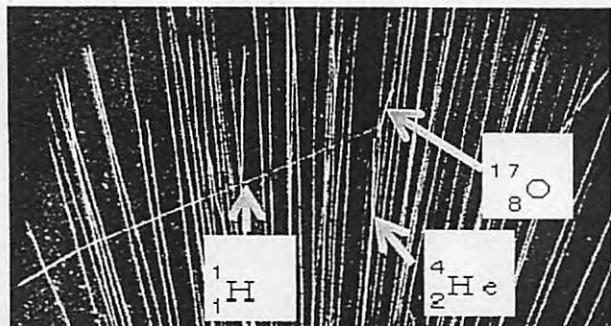


写真 2

2 目的

霧箱を用いて、 α 線が窒素原子核で散乱されるのを確認する(写真に撮る)。また、 α 線が窒素原子核と反応して酸素原子と陽子になる現象を確認する(写真に撮る)。

3 霧箱について

エタノール拡散型の霧箱を作製した。

(1) 構造 エタノール拡散型霧箱である。

霧箱の作り方

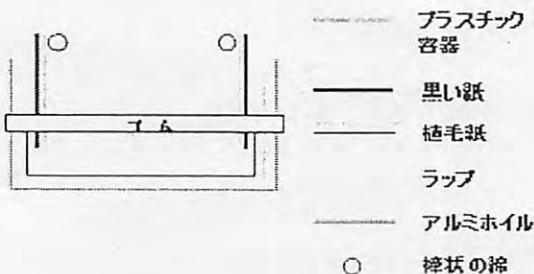


図 1



写真 3

(2) 霧箱の原理

霧箱の上部の綿はエタノールに浸す。霧箱の下にドライアイスを置き、温度差を作る。上部でエタノールは蒸発し、拡散する。下に拡散したエタノールの蒸気は冷やされて過飽和の状態(何か核になるものがあれば液体になる状態)になる。その過飽和層を荷電粒子が通ると、それを核としてエタノールが液体になり、それが目に見えるすじ状になる。これが α 線が見える仕組みである。

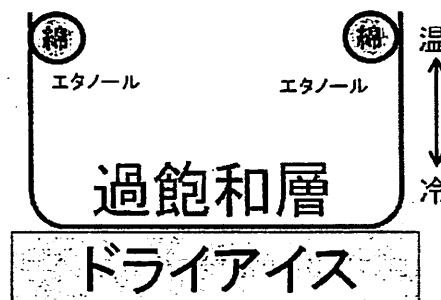


図2

4 α 線が散乱する割合を計算する

α 線、分子、原子をボールに見立て、 α 線の衝突する割合、散乱する割合を見積もった。

(1) α 線が分子に衝突すると考えた場合

計算の前提

α 粒子の半径 10^{-14} m
分子の半径 10^{-10} m
分子は2原子分子だがボール状とする
飛跡の長さ 5 cm
 $0^\circ\text{C}, 1\text{atm}$ で 1mol の気体は 22.4L
窒素の分圧が 1 atm
分子は静止している

α 線が分子に衝突する数

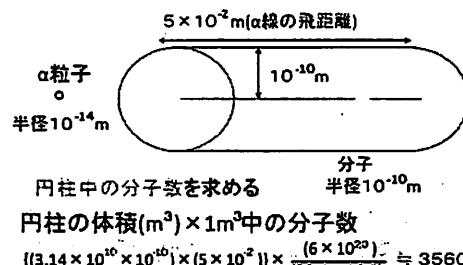


図3

α 粒子は分子の1万分の1なので、 α 粒子を中心とした半径 10^{-10} mの円を底面積とする円柱の中の分子の数を数えると衝突する数となる。飛跡 5 cm を飛ぶ間に 3560 個の分子とぶつかることになる。 α 線の質量数は 4、窒素分子は 28 で、もし、1回でも衝突すると大きく跳ね返されてまっすぐ進めない。実際には 5 cm 進むので α 線は分子にはぶつかっていないことがわかる。

(2) α 線が原子核に衝突すると考えた場合

計算の前提

α 粒子の半径 10^{-14} m
原子核の半径 10^{-14} m
飛跡の長さ 5 cm
 $0^\circ\text{C}, 1\text{atm}$ で 1mol の気体は 22.4L
窒素の分圧が 1 atm
原子核は静止している

α 線が原子核に衝突する数

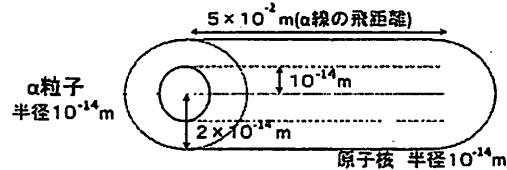


図4

α 粒子は原子核とほぼ同じ大きさで、 α 粒子を中心とした半径 10^{-10} m × 2 の円を底面積とする円柱の中の原子核の数を数えると衝突する数となる。 α 線が 5 cm を飛ぶ間に 1/298 しかぶつからない。つまり 289 本に 1 本の割合でぶつかる意味する。

ラザフォードは金はくを使った α 線の散乱実験で、2万個に1個の割合で 90° 以上の角度で散乱する。使った金はくの厚さは空気層 1.6mm に相当すると論文に書いている。これを空

気層 5 cmに当てはめると、2万個に31個、645個に1個の割合で散乱することになり、2倍程度の違いはあるが、ある程度妥当な数値だといえる。

5 観察結果

ラジウム鉱石を放射線源として α 線の飛跡をビデオに撮り、それを、1/30秒ごとの静止画にし、飛跡の方向が変わったものがないか確認した。静止画すべてをまだ確認できていないが、約16400個の飛跡を確認し、方向が変わった飛跡を9例見つけた。その中から2例紹介する。

(1) 向きが変わった後も飛跡が長いもの

中央上部の白く丸いものが放射線源である。質量数4の α 線が静止した質量数14のN原子核も衝突し、左下に曲げられている。原子核は正の電荷を持っており電気力で方向が変えられている。N原子核も衝突されて動いているはずだが、原子核そのものがイオン化されていないのでその飛跡は現れない。

発見した散乱したと思われる α 線①

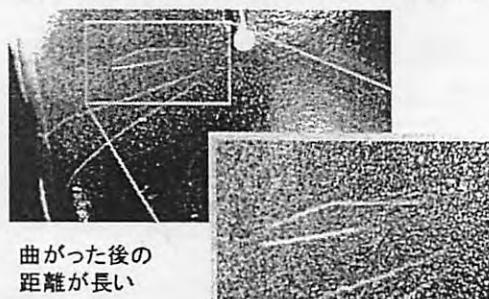
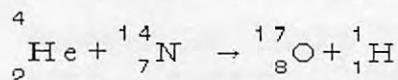


写真4

(2) 曲げられた後の飛跡が短いもの

たとえば次の各変換が起こっているとする。



この場合質量数4の α 粒子が静止している質量数7の窒素原子核に衝突する。核反応が起こり、むき出しのO原子核ができ、それが動くと飛跡が現れる。外力は無視できるので運動量保存の関係から衝突後できるO原子核の速度は α 線の元の速度より小さくなり飛跡は短くなる。この写真で、そのようにはなっているが、同時に質量数1の陽子(H原子核)ができているはずで、その飛跡は確認できない。核反応がおこっていないか、何らかの原因で見えていないのか、どちらかである。陽子は飛んでいても光の当たり方、飛ぶ方向ですぐ過飽和層をはずれて見えていない場合もあり得る。

発見した散乱したと思われる α 線②

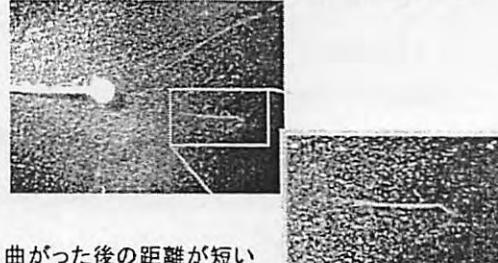


写真5

6 展望

写真を確認する時間が十分とれていないので、今の時点でいえることはその程度だが、まずは、撮ったビデオから静止画にした写真をすべて確認し、3つに分かれている現象を確認したいと考えている。また、一方向しかビデオ撮影できていないので、水平方向の飛跡の長さは確認できるが、斜めに入射している場合の飛跡そのものの長さはわからない。それを調べようすると2方向から撮影する必要がある。そのようなことも含めて次のようなことをしていきたいと考えている。

- (1) 撮影したすべての静止画の確認
- (2) 霧箱の改良 (a) 2方向から撮影できるようにする。
(b) 過飽和層の厚みを厚くする
(c) いつでも飛跡が見えるよう観察の時の設定を突き詰める。
- (3) 散乱した放射線の飛距離や角度などを正確に測定しエネルギーの量を求め、何の核反応か確認する。そのようにして空気中でのN原子の核変換を確認した後、
- (4) さらに他の原子でも、原子でも核変換を確認していきたい。

7 謝辞

公益財団法人日本科学技術振興財団から放射線測定器(はかるくん)をお借りしました。
和田山高等学校からラジウム鉱石、実験用放射線源をお借りしました。
ご協力ありがとうございました。

8 参考文献

- ・ 大野真一：霧箱による α 線飛跡観察からわかること 放射線教育 10, (1), 15-22 (2006)
- ・ 大野真一：放射線の性質を探す 放射線教育 15, (1), 31-40 (2006)
- ・ H. Geiger and E. Marsden, Proc. Roy. Soc. London (A) 82 (1909), 495-500
<http://www.chemteam.info/Chem-History/GM-1909.html>
- ・ E. Rutherford, Phil. Mag. Ser. 6, 21 (1911), 669
<http://www.chemteam.info/Chem-History/Rutherford-1911/Rutherford-1911.html>
日本語訳：物理学古典論文叢書 9(東海大学出版会)
- ・ P. M. S. Blackett and D. S. Lees Proc. R. Soc. London (A) 136 (1932) 325-338
<http://rspa.royalsocietypublishing.org/content/136/829/325>

(論文終わり)

VIII 評価と課題

理数科では物理基礎、物理を2年から3単位で学習する。そのため原子分野は課題研究が終わった2月でも、まだ学習していない。そのこともあり、現象の理解、学習には苦労した。原論文を読み込むのに英語にも苦労した。しかし、苦労したこと、観察したことは今後の物理等の学習のよい意識付けになったはずである。

散乱は確認された。次は、“1本の飛跡が2本に分かれた飛跡を観察”し、エネルギー等の関係から“ α 線 + 窒素原子核 → 酸素原子核 + 陽子”的反応であると示すことを考えていきたい。

②豊岡盆地形成と災害・産業の関係

1 目的

ボーリング資料を解析して豊岡盆地の地下構造を知り、災害との関係を探る
観光と災害を関連づけた観光マップと防災マップを作成し、地域貢献を図る

2 仮説

- ・自分たちの住む地域を題材に研究することで、地域についての理解をより深めることができる。
- ・北但大震災について調べ、地質との関連性を考察することで地域の防災に役立てることができる。
- ・仮説、調査、実験、考察の過程を通して探求手法を学び、科学的思考力を養うことができる。
- ・発表会での発表を通して、相手にわかりやすく伝える力を高めることができる。

3 実施日時および場所

4月10日（水）	7校時・本校	9月25日（水）	6, 7校時・本校
4月17日（水）	7校時・本校	10月 9日（水）	6, 7校時・本校
4月24日（水）	7校時・本校	10月26日（土）	城崎会議（国際学術会議）
5月 1日（水）	6, 7校時・本校	27日（日）	城崎会議（国際学術会議）
	豊岡市街地フィールドワーク	10月30日（水）	6, 7校時・本校
5月29日（水）	6, 7校時・本校	11月13日（水）	6, 7校時・本校
6月12日（水）	6, 7校時・本校	11月27日（水）	6, 7校時・本校
6月26日（水）	6, 7校時・本校	1月22日（水）	7校時・本校
7月16日（火）	5, 6, 7校時	1月29日（水）	7校時・本校
	豊岡市街地フィールドワーク	2月 5日（水）	7校時・本校
7月27日（土）	科学の祭典（東京）	2月 8日（土）	課題研究発表会
7月28日（日）	科学の祭典（東京）	2月12日（水）	7校時・本校
9月 8日（水）	海外研修（濟州島）	2月18日（火）	課題研究発表会
11日（水）	海外研修（3泊4日）		（公開発表会）

4 対象生徒・人数

第2学年 理数科生徒 7名（男子4名、女子3名）

5 外部講師

兵庫県立大学自然・環境科学研究所 ジオ環境研究部門 特任助教 松原 典孝氏

6 本校担当者

教諭 三木 亮

7 研究内容

- 予備知識 -

前年からの研究で豊岡盆地が昔、海であったことが以下のことより分かっている。

[比較的新しいボーリング資料に過酸化水素水を加え pH を調べる]

→ 3 ~ 40m の範囲で酸性を示した。

(これは、海中の硫化物イオンと鉄が反応した硫化鉄と過酸化水素水が反応し、硫酸を発生させるからだ。化学反応式： $\text{FeS}_2 + 7\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$)

その場所は堆積層で、地震に弱いことが知られている。

また、氾濫原と呼ばれている自然堤防や後背湿地も地震に弱い。特に後背湿地は水を排出しにくいため、洪水にも弱い。反対に自然堤防は強い。

一方、残丘や山地はその両方に強い。

- 作成した地下構造図の解析 -

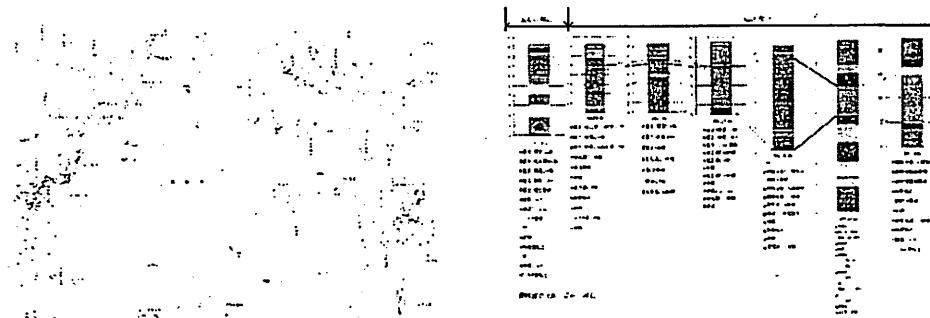
今回取り上げる資料は豊岡盆地周辺を流れる円山川沿岸付近で最終されたものである。北が上流側、南が下流側である。地下構造図に示されている主な粒径は大きいものから順に砂礫(こげ茶)、砂(黄色)、シルト(水色)、粘土(青色)である。

(※シルト…砂より小さく粘土より粗い碎屑物のこと。地質学では、泥(粒径が 1/16mm 以下のもの)の中で、粘土(粒径 1/256mm 以下)より粒が大きく粗いもの(粒径 1/16mm ~ 1/256mm)のことである。)

この検証では、豊岡盆地の地層が堆積層であることと、かつて海であったことの裏付けを目標とする。

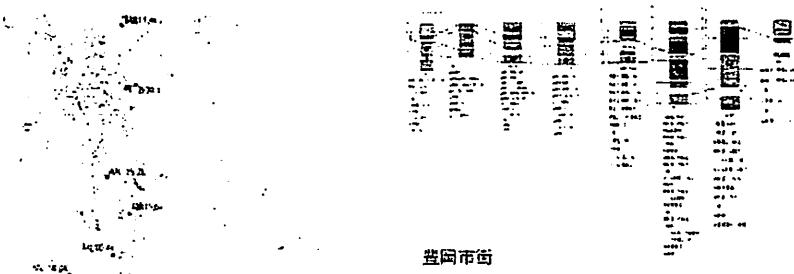
1. 豊岡盆地北部

砂礫や砂などの比較的大きな粒子の堆積が目立つ。ML-21.8k に見られる軟岩は玄武岩であり、この付近の基礎は火山である神鍋山から約二年前に噴出した溶岩流で形成されていることが言える。



2. 豊岡市街

シルト質の堆積が目立ち、南部に向かうにつれ粘土が多くなる。しかし、MR11.4k は南端に位置するにもかかわらず砂の堆積が目立つ。粒径が大きい理由として採集場所が他の資料に比べ山の際であったこと、この付近は円山川と六方川の合流地点であり、六方川からの流入が影響していることがあげられる。下流に向かって貝殻の含有量が増えていることから、かつてここは海水貝が生息していたと言える。これは、ここがかつて海であったことの裏付けの一つになる。



豊岡市街

3. 豊岡盆地河口

下流域であるため堆積物の粒径は粘土などの小さいものが中心である。貝殻の含有量も多い。



上記のことから豊岡盆地は円山川が運搬してきた土砂の堆積で形成され、かつての海岸線は現在よりも内陸であった。

- 結論 -

豊岡盆地はかつて海であることにより、地盤が軟弱なため、地震の被害が拡大した。

- マップ作成 - (Adobe Illustrator を使用)

マップを作る上で以下の 3 つに注意した。

- ・観光と防災を関連付ける
- ・裏面で詳しい説明をする (コラム)
- ・地学的観点

(観光版について)

- ・歴史的価値のある建物 (ex. ロータリー、武家屋敷など)
 - ・復興建築物 (ex. 大開通りの旧兵庫県農工銀行豊岡支店など)
 - ・私たちのオススメ (ex. オランダ屋、桜・柳スポットなど)
- を掲載した。



(防災版について)

豊岡市発行の防災マップや国土地理院発行の土地分類図、フィールドワークを参考にした。作成した防災マップなどを参考に避難所マップも作った。



・まとめ

豊岡の地形の特徴を通して、災害と産業は関連している

・展望

作成したマップを地域住民の方々や観光客に頒布することにより

- ・地域住民→防災の意識付け、豊岡の良さを再確認
- ・観光客→高校生ならではの豊岡を紹介

8 評価と課題

昨年からの研究を引き継ぎ「防災と観光のマップ」を作り上げることができた。このことは大きな成果で、市民や観光客への頒布を実際に進めていく計画である。東京で開催された「青少年科学の祭典全国大会」への参加や、国際学術会議の「城崎会議」での発表は、相手にわかりやすく伝える力を高めることができたといえる。国土交通省豊岡河川国道事務所からお借りしたボーリングデータを解析し、円山川中・下流周辺の地下構造について高校生なりの解釈を試みたことで、仮説、調査、実験、考察の過程が充実し、科学的思考力を養うことができた。また、「防災と観光のマップ」の科学的な裏付けをすることができた。海外研修で済州島における「APGN」（アジアパシフィックジオパークネットワーク）でのポスター発表は、「討議できる英語力」を育むことができた。昨年の研究を引き継いだ内容が主の研究となつたが、同時に独自の課題にも取り組むことができればよかったです。

兵庫県立大学の松原先生のご指導で研究を進めることができ、心より感謝を申し上げます。

③神武山の生物多様性とその保全生物学的研究

1 目的

生物多様性が失われつつあることが地球的な課題になっている。豊岡市で取り組まれているコウノトリの野生復帰は生物多様性の世界を取り戻す取り組みでもある。今回、兵庫県立豊岡高等学校の裏山（神武山）を対象に地域における生物多様性の現状と課題を検討した。

今、生物多様性は4つの危機にさらされている。第1は開発や乱獲による種の減少・絶滅、第2は里地里山などの手入れ不足による自然の質低の下、第3は外来種などの持込による生態系のかく乱、第4は地球温暖化など地球環境の変化による危機である。今回の調査区域においても、このような危機が進行していることが予想される。

また、調査地域は市街地の中に位置し公園として利用されているため、調査結果に基づいて生態系サービスという視点から、今後の管理、賢明な利用(wise use)についても考察する。

2 仮説と研究方法

神武山というフィールドで上記の目的にそって研究する1年目として、以下の課題を設定した。

- ・城跡として保存してきた経過から特徴ある自然、生物多様性の高い自然が残存しているのではないか。
- ・生物多様性の4つの危機がここでも具体的に検証できるのではないか。

この仮説を検証するために以下の調査を実施した。

- ・生息する生物の種類を調べる。
- ・生息情報を地図に記録する。
- ・食物連鎖にかかる情報を観察によって集める。

これらをもとに、生物多様性の現状と課題を考察した。

3 調査期間、場所

調査期間は2013年5月から2014年11月までとした。草本と昆虫は5月から7月に、8月以降は哺乳類と植生の調査を実施した。

調査地は学校の裏山である神武山とした。神武山は標高49m、面積約2.7haで、市街地に突き出る形で丘陵を形成している。盆地を取り囲む周辺の山塊との連続性は確認できるが、線路や道路、住宅で寸断されている。現在は盆地の中央部を流れる円山川と離れているが、改修前の円山川の蛇行部は山裾まで達していた（図2）。

1668年ごろまで山頂に城があり、城山として機能していたが、城跡は公園として利用されておりサクラなどの植栽も見られる。約40年前には火災があり、南斜面の植生が焼失した。



図1 神武山の全景



図2 神武山とその周辺部

（下に見える建物が豊岡高校校舎）

（矢印が神武山）

4 対象生徒・担当者

理数科生徒 5名 2年 北裏健祐 小出吉慧 澤吉崇人 今井絢子 下林梨那
担当者 上田尚志（本校非常勤講師）

5 研究結果

(1) 植物 (木本)

28種の樹木を確認した。落葉樹が多く、とくにケヤキが広く分布している。北東斜面にケヤキ、エノキ、オニグルミ、コブシなどの河畔林で多く見られる落葉樹林、南西斜面にコナラ、イヌシデなどの里山で多く見られる落葉樹林が見られた。常緑樹はコナラ林にシラカシ、北斜面にヤブツバキ、シロダモ、タブノキなどが見られた。サクラ、イロハカエデ、ハナノキなどが植栽されている。山頂部には広場が形成されている。貯水タンクのあった場所付近は荒地となり草に覆われている。また、南斜面は40年前の火災の影響を残しタケ類で覆われている。

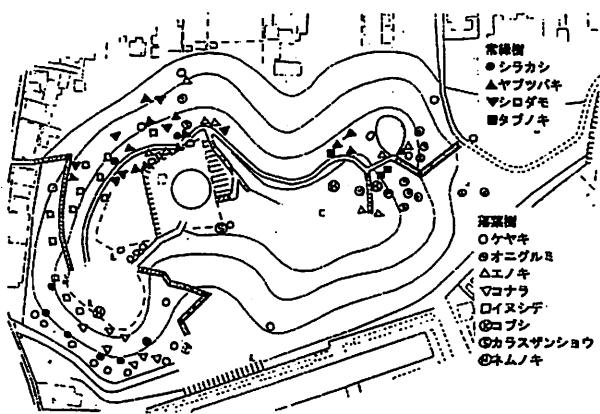


図3 常緑樹と落葉樹の分布 (黒塗りが常緑樹)

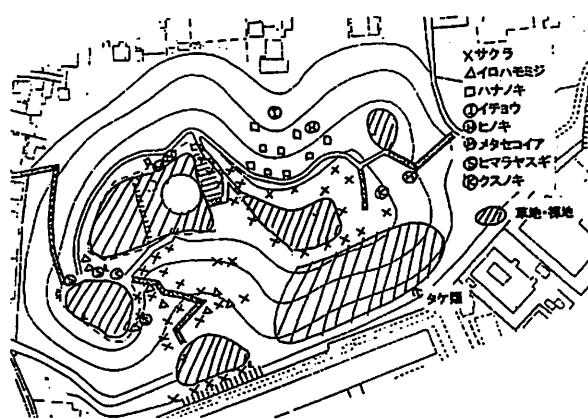


図4 移入種の分布と草地・裸地など

(2) 植物 (草本類)

38種類の草本を確認した中で、27種類が多年草、帰化植物は5種であった。落葉樹の林床にウバユリ、マムシグサなどの山地性の植物がみられた。南斜面の山すその崖にはホタルブクロやノアザミ、ノコンギク、リュウノウギクなどの在来植物がよく保存されていた。

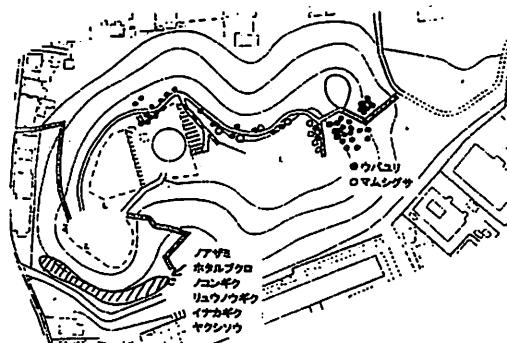


図5 特徴的な草本群落

(3) 昆虫類

蝶類は13、甲虫類はカミキリムシ科が7種確認できた。ウスイロトラカミキリなどの山地で見られる種が、コナラ、イヌシデ、ケヤキなどの落葉樹の多い南東斜面で多く見られた。ラミーカミキリはカラムシ、ホシベニカミキリはタブノキ、ベニカミキリはタケ類を食草としており、いずれも食草の近くで確認できた。エノキにつくヤマトタマムシの後翅が見つかったので、生息していることは確認できた。オニグルミの葉を食べるクルミハムシの個体数は多く、それを捕食するカメノコテントウの姿も観察できた。

(4) その他の小動物 (カタツムリ、土壤生物など)

カタツムリは2種確認できた。定量的な調査をしていないが、個体数はかなり多い。ミミズ、ムカデなどの土壤生物も高い頻度で観察できた。

(5) 鳥類

初夏から秋にかけての調査で17種の鳥類が確認できた。この中で夏鳥はキビタキとツバメの2種。動物食は6種、植物食は3種、雑食が8種であった。ムカデや昆虫類を食べる姿が観察され、常緑樹であるツバキも野鳥の吸蜜植物になっている。

(6) 哺乳類・爬虫類・両生類

哺乳類4種、爬虫類2種確認できたが両生類は確認できなかった。哺乳類は春から夏にかけて痕跡（糞）の調査を実施したが、十分な情報は得られなかった。目撃情報があつたため夏以降に自動カメラによる調査を試みた（図6）。その結果、アナグマ、ホンドギツネ、ニホンシカ、アライグマの4種の哺乳類を確認できた。アナグマとキツネは行動範囲が広く確認の頻度が高かった。アライグマについては複数個体が確認できたが、生息域に偏りが見られる。ニホンシカは山頂部で1個体、1回だけ確認された。

表1 哺乳類調査確認データ

		アナグマ	キツネ	アライグマ	ニホンシカ	備考
1	2013.8.24-25	A1	2	1		
2	2013.8.25-26	A1	1			
3	2013.9.01-02	A1		1		
4	2013.9.03-04	A1	1			
5	2013.8.24-25	A2				写らず
6	2013.10.28-29	A2	1			
7	2013.9.18-19	B1		1		
8	2013.9.18-19	B2	1			
9	2013.9.11-12	C1	1			
10	2013.9.11-13	C2				ネコ
11	2013.9.25-26	D1		1		
12	2013.9.25-26	D2	1	3		
13	2013.10.2-03	D3		1		
14	2013.10.3-04	D3		1		
15	2013.10.1-02	E1			1	
16	2013.10.10-11	E2				
17	2013.9.17-18	F1				ネコ
18	2013.9.17-18	F2				写らず
計(延べ数)		7	5	5	1	
調査あたり出現率(/18)		6/18	5/18	3/18	1/18	
場所あたり出現率(/6)		3/6	3/6	1/6	1/6	

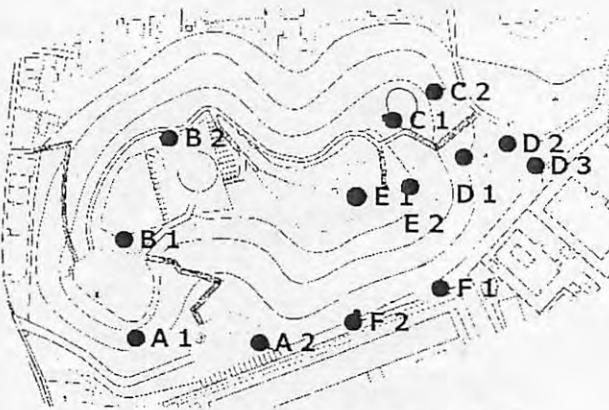


図6 自動カメラの設置場所



アナグマ



ホンドギツネ



ニホンシカ



アライグマ

(7) 考察

1) 神武山の生物多様性の特徴と現状

神武山は地理上では照葉樹林帯に含まれるが現在は落葉樹の二次林が発達している。落葉樹林には里山の二次林に発達する落葉樹林と河川周辺に発達する落葉樹林、さらにサクラなどの公園樹の3つのタイプが見られた。

南西部のコナラ、イヌシデ林は前者で盆地を囲む山塊との連続性を示している。ケヤキ、エノキ、オニグルミ林などが後者で、円山川が付近を蛇行していたことがかかわっていると考えられる。サクラを中心とする公園樹はケヤキ林を分断する形で植栽されている。

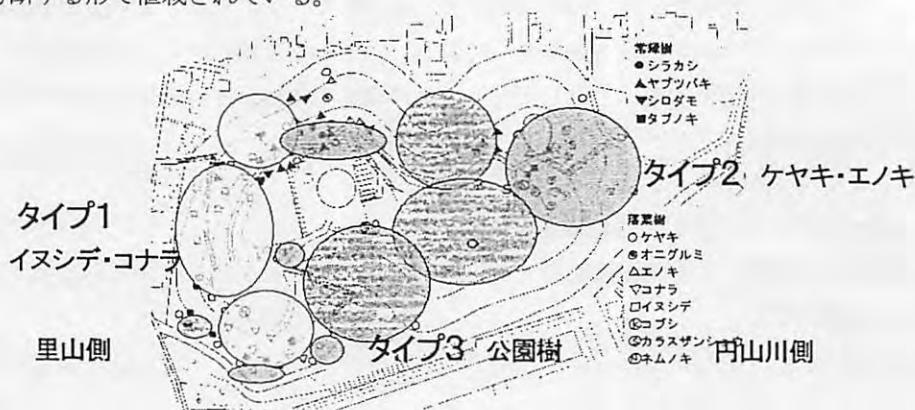


図7 3つのタイプの落葉樹林

また、落葉樹林の中にシラカシ、ヤブツバキ、タブノキ、シロダモなどの常緑樹が見られ、照葉樹林への遷移の途中とみることができる。

ウバユリ、マムシグサなどの林床植物、またウスイロトラカミキリやムネアカトラカミキリなどの山地の落葉樹林で多く見られるカミキリムシ、さらに、オニグルミとクルミハムシ、その天敵であるカメノコテントウが多産することは、ここに落葉樹林が古くから存在していたことをうかがわせる。図8は今回の調査から推定される神武山の植生の変化のモデルを示している。

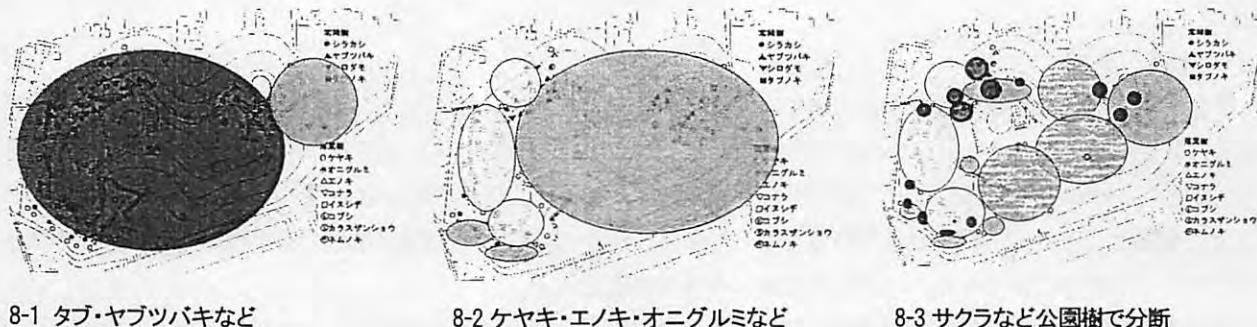


図8 神武山の植生変化のモデル

神武山は古い時代には但馬の平地の自然生産である照葉樹林（常緑樹林）に覆われ、東側には河畔林があったと考えられる（8-1）。

山に城が建築され、その後放棄された。そこに二次林としてケヤキ、エノキ、オニグルミ林が発達した。里山側にはコナラ、イヌシデ林ができた（8-2）。公園に整備されたとき、サクラなどの公園樹が植栽され、ケヤキ林は分断された。その後、残存していたヤブツバキやタブノキなどの常緑樹が成長をはじめた（8-3）。

動物についてみていくと、鳥類ではツバキの蜜を吸うヒヨドリや、イソヒヨドリやスズメが幼虫やムカデを食べる様子など様々な採食場面を観察できた。多くの鳥類が餌場として神武山を利用していることがわかる。軟らかい葉を展開する落葉広葉樹の存在は多くの昆虫類を生息させ鳥類の餌となっていると考えられる。

両生類が見られないのは水辺のない神武山の特徴の1つである。生態系の頂点にいる大型哺乳類が、良好な餌となる両生類が少ないにも関わらず生息している理由としては、落葉樹の高木が多く、厚い腐葉土層に土壤生物が多く生息すること、昆虫類、陸生貝類が多いこと、貯水地跡や南斜面の荒地が哺乳類の隠れ場所になっていることなどが考えられる。

2) 生物多様性の危機

第1の危機 「開発や乱獲による種の減少・絶滅」について

神武山には河畔林の要素を持ったエノキ、ケヤキ、オニグルミなどの落葉樹林が発達し一部に草原的な環境も維持されてきたと考えられるが、公園化のための整備が繰り返されることにより、その範囲は明らかに縮小している。神武山で生息記録があるゴマダラチョウやオオムラサキというエノキを食草とするチョウが今回見られなかつたので、絶滅した可能性が高い。

第2の危機「里地里山などの手入れ不足による自然の質の低下」について

神武山は古くから城山として、また近年は公園として利用されており、人の手入れによって植生が維持されていた面も見られる。しかし、全体として照葉樹林から常緑樹林への遷移が認められ、落葉樹林が衰退している。

第3の危機「外来種などの持込による生態系のかく乱」について

帰化植物の割合は少なかったが、動物では特定外来種であるアライグマが生息していた。餌生物が競合するキツネやアナグマなどの在来種への影響など生態系をかく乱している可能性がある。里山の哺乳類の代表であるタヌキがいなかつたことと関係があるかもしれない。外来種ではないがニホンシカは周辺部で個体数の増加により生物多様性が失われるという問題を起こしているが、ここではまだ限定的である。雑食で繁殖力が高いアライグマが、地域住民がほとんど気づかないうちに身近なところまで進出していることは重要であり、ニホンシカとともに今後注視する必要がある。

第4の危機「地球温暖化など地球環境の変化による危機」について

ここでは特に確認できなかつた。

3) 今後の利用と管理

良好な落葉樹林と在来種の多い草地の保全。エノキ・ケヤキ・オニグルミ・コブシなど在来種の樹木の植栽。手入れと管理。都市空間にある自然公園としての整備、利用。ガイドブックの作成。両生類が見られなかったことから、今後水辺を創出するとの可否。

6 評価と課題

生息する生物種や分布の情報から、次につながる仮説作り出すという点で、ここでは3つのことことができたと考える。1つ目は、雑然と見える山の植生の中から3つのタイプの落葉樹林を抽出し、成立要因と関連づけたこと、2つ目は人と神武山の自然の変化のモデルを作ったこと、3つ目は昼間痕跡すらなかった哺乳類を自動カメラでとらえ、夜間は多くの哺乳類が動き回る姿を明らかにし、多くの哺乳類や鳥類が生息する要因を河畔林的な落葉樹林の存在に求めたことである。これらの仮説は今後の課題となる。

生物多様性の4つの危機との関連は、研究を現代的な課題と結びつける意図があったが、アライグマが発見されたことにより、生徒の理解が深まったと思われる。

フィールドに出る前にテーマを設定することは、自然体験を積んでいる生徒でないと困難な面が見られた。今回はテーマを絞らずに大きな視点で調査したが、様々な指標を用いた科学的な解析という点では、ものたらなかつた。しかし、研究そのものは興味をもち最後まで楽しく進めることができた。また、様々な発見や驚きがあり、体験は次につながると思えた。

確認した生物種

動物（哺乳類・爬虫類・両生類）

哺乳類			参考資料(図鑑等より)
1 アナグマ	<i>Meles meles</i>	イタチ科	小動物、果実など
2 ホンドキツネ	<i>Vulpes vulpes japonica</i>	イヌ科	肉食
3 アライグマ	<i>Procyon lotor</i>	アライグマ科	小動物、果実など
4 ニホンシカ	<i>Cervus nippon</i>	シカ科	草食
爬虫類			
1 ニホンカナヘビ	<i>Takydromus tachydromoides</i>	カナヘビ科	
2 ニホントカゲ	<i>Plestiodon japonicus</i>	トカゲ科	

動物（鳥類）

鳥類			参考資料(図鑑等より)
動物食			
1 トビ	<i>Milvus migrans</i>	留鳥	動物の死骸
2 モズ	<i>Lanius bucephalus</i>	漂鳥	動物食 昆虫など節足動物
3 インヒヨドリ	<i>Monticola solitarius</i>	漂鳥	動物食 甲殻類や昆虫類、トカゲなど
4 キヤキレイ	<i>Motacilla cinerea</i>	漂鳥	動物食で、昆虫類やクモ類など
5 キビタキ	<i>Ficedula narcissina</i>	夏鳥	昆虫類、節足動物など
6 ツバメ	<i>Hirundo rustica</i>	夏鳥	飛翔する昆虫など
雑食			
7 コゲラ	<i>Dendrocopos kizuki</i>	留鳥	雑食だが、主に昆虫など
8 エナガ	<i>Aegithalos caudatus</i>	留鳥	昆虫類、幼虫、草の種子、木の実など
9 シジュウカラ	<i>Parus minor</i>	留鳥	果実、種子、昆虫やクモなど
10 スズメ	<i>Passer montanus</i>	留鳥	イネ科を中心とした植物の種子や昆虫など
11 ハシボソガラス	<i>Corvus corone</i>	留鳥	昆虫類、小動物、動物の死骸、果実、種子等
12 ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	留鳥	ツバキなどの花の蜜、果実、昆虫類
13 メジロ	<i>Zosterops japonicus</i>	漂鳥	雑食だが、花の蜜や果汁を好む
14 ヤマガラ	<i>Perus varius</i>	留鳥	夏季は主に動物質、冬季は主に果実
植物食			
15 イカル	<i>Eophona personata</i>	漂鳥	主に木の実や草の種子
16 カワラヒワ	<i>Carduelis sinica</i>	留鳥	主に植物食で、植物の種子
17 シメ	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	漂鳥	エノキ、カエデ、シテなどの種子

動物（昆虫類）

昆虫類			参考資料(図鑑等より)
1 ウスイロトラタカミキリ	<i>Chlorophorus signaticollis</i>	カミキリムシ科	クヌギ、コナラ、イロハモジ
2 キイロトラカミキリ	<i>Grammographus notabilis notabilis</i>	カミキリムシ科	広葉樹各種
3 クビアカトラカミキリ	<i>Xylotrechus rufilius</i>	カミキリムシ科	イヌシテ
4 ゴマフカミキリ	<i>Mesosa (Mesosa) japonica</i>	カミキリムシ科	各種広葉樹、ヒノキ
5 ペニカミキリ	<i>Purnuricenus (Sternonistes)</i>	カミキリムシ科	竹類
6 ホシベニカミキリ	<i>Eupromus ruber</i>	カミキリムシ科	タブノキ、シロダモ
7 ラミーカミキリ	<i>Parasenea fortunei</i>	カミキリムシ科	カラムシ
8 コスナゴミムシダマシ	<i>Gonocephalum coriaceum</i>	ゴミムシダマシ科	腐った植物質
9 カタモンオオキノコ	<i>Aulacochilus japonicas</i>	オオキノコムシ科	各種キノコ類
10 ヤマトタマムシ	<i>Chrysochroa fulgidissima</i>	タマムシ科	サクラ、エノキなど
11 カメノコテントウ	<i>Aiolocaria hexaspilota</i>	テントウムシ科	クルミハムシ
12 ヒメマルカツオブシムシ	<i>Anthrenus verbasci</i>	カツオブシムシ科	花粉など。幼虫は動物性の乾物
13 ジョウカイボン	<i>Lycocerus suturellus</i>	ジョウカイボン科	他の昆虫類、肉食
14 ウリハムシ	<i>Aulacophora femoralis</i>	ハムシ科	ウリ類、カラスウリなど
15 ウリハムシモドキ	<i>Atrachya menetriesi</i>	ハムシ科	マメ科植物など各種雑草
16 クルミハムシ	<i>Gastrolina depressa</i>	ハムシ科	オニグルミ
17 クロウリハムシ	<i>Aulacophora nigripennis</i>	ハムシ科	カラスウリなど
18 ドウガネツヤハムシ	<i>Oomorphoides cupreatus</i>	ハムシ科	タラノキ
19 リンゴコフキハムシ	<i>Lycesthes ater</i>	ハムシ科	ケヤキ、オニグルミなど各種広葉樹
20 コアオハナムグリ	<i>Gametis iucunda</i>	コガネムシ科	花の蜜や花粉
21 マメガネ	<i>Popillia japonica</i>	コガネムシ科	マメ科植物など
22 アオスジアゲハ	<i>Graphium sapporodae</i>	アゲハチョウ科	クスノキ、タブノキ、シロダモ
23 アゲハ	<i>Papilio xuthus</i>	アゲハチョウ科	カラスザンショウなど
24 キアゲハ	<i>Papilio machaon</i>	アゲハチョウ科	セリ科
25 モンキアゲハ	<i>Papilio helenus</i>	アゲハチョウ科	カラスザンショウなど
26 コジャノメ	<i>Mycalesis francisca</i>	ジャノメチョウ科	チジミザサ、ススキなど
27 サトキマダラヒカゲ	<i>Neope goschkevitschii</i>	ジャノメチョウ科	ササ、タケ類
28 ヒメウラナミジャノメ	<i>Ypthima argus</i>	ジャノメチョウ科	イネ科植物各種
29 アカタテハ	<i>Vanessa indica</i>	タテハチョウ科	カラムシ
30 コミスジ	<i>Neptis sappho</i>	タテハチョウ科	クズ、フジなど
31 ヒオドシチョウ	<i>Nymphalis xanthomelas</i>	タテハチョウ科	エノキ
32 ルリシジミ	<i>Celastrina argiolus</i>	シジミチョウ科	フジなど
33 キチョウ	<i>Eurema hecabe</i>	シロチョウ科	ネムノキなど
34 ツマキチョウ	<i>Anthocharis scolytus</i>	シロチョウ科	タネツケバナ、ナスナなど
35 ダイミヨウセセリ	<i>Daimio tethys</i>	セセリチョウ科	ヤマノイモなど
36 ウメエダシャク	<i>Cystidia couaggaria couaggaria</i>	シャクガ科	サクラなど
37 アブラゼミ	<i>Graptotis nigrofuscata</i>	セミ科	
38 ニイニイゼミ	<i>Platyleura kaempferi</i>	セミ科	
39 ミンミンゼミ	<i>Hyalessa maculaticollis</i>	セミ科	
40 ハナダカカムシ	<i>Dybowskya reticulata</i>	カムムシ科	シャク
41 ホシハラビロヘリカムシ	<i>Homoeocerus unipunctatus</i>	カムムシ科	クズ
42 ヨコヅナサシガメ	<i>Agriosphodrus dohrni</i>	カムムシ科	
43 ツチカムシの一種		ツチカムシ科	
44 アキアカネ	<i>Sympetrum frequens</i>	トンボ科	
45 オオシオカラトンボ	<i>Orthetrum triangulare melania</i>	トンボ科	
46 シオヤトンボ	<i>Orthetrum japonicum japonicum</i>	トンボ科	
47 アシブトハナアブ	<i>Helophilus virgatus</i>	ハナアブ科	
48 ベッコウガガンボ	<i>Dictenidia pictipennis fasciata</i>	ガガンボ科	
49 オオカマキリ	<i>Tenodera aridifolia</i>	カマキリ科	主に昆虫を捕食
50 ショウリヨウバッタ	<i>Acrida cinerea</i>	バッタ科	主にイネ科植物の葉
51 クサキリ	<i>Homorocorophus lineosus</i>	キリギリス科	雑食で、イネ科植物の実や葉、他の昆虫
52 ツユムシ	<i>Phaneroptera falcata</i>	キリギリス科	ヨモギ、セイタカアワダチソウ、ハギなど
53 エンマコオロギ	<i>Teleogryllus emma</i>	コオロギ科	雑食性

動物（陸生貝類・土壤生物など）

環形動物			参考資料(図鑑等より)
1 ミミズ類			
軟体動物			
1 クチベニマイマイ	<i>Euhadra amaliae</i>		
2 ナミマイマイ	<i>Euhadra sandai communis</i>		
節足動物(多足類) /			
1 トビズムカデ	<i>Scolopendra subspinipes mutilans</i>		肉食性 動物を捕食

植物（木本）

木本 種名	学名		
1 アオキ	<i>Aucuba japonica</i>	ミズキ科	低木
2 アケビ	<i>Akebia quinata</i>	アケビ科	蔓植物
3 イヌシデ	<i>Carpinus tschonoskii</i>	カバノキ科	高木
4 エノキ	<i>Celtis sinensis</i>	ニレ科	高木
5 オニグルミ	<i>Juglans mandshurica</i>	クルミ科	高木
6 カラスザンショウ	<i>Fagara alanthoides</i>	ミカン科	高木
7 クサイチゴ	<i>Rubus hirsutus</i>	バラ科	低木
8 ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i>	ニレ科	高木
9 コナラ	<i>Quercus serrata</i>	ブナ科	高木
10 コブシ	<i>Magnolia kobus</i>	モクレン科	高木
11 ゴマギ	<i>Viburnum sieboldii</i>	スイカズラ科	高木
12 シラカシ	<i>Quercus mirsimifolia</i>	ブナ科	高木
13 タブノキ	<i>Machilus thunbergii</i>	クスノキ科	高木
14 ヌルテ	<i>Rhus javanica</i>	ウルシ科	高木
15 ネズミ干チ	<i>Ligustrum japonicum</i>	モクセイ科	高木
16 ネムノキ	<i>Albizia julibrissin</i>	マメ科	高木
17 ピナンカズラ	<i>Kadsura japonica</i>	モクレン科	蔓植物
18 ヤツツバキ	<i>Camellia japonica</i>	ツバキ科	高木
移入種(公園樹として植栽)			
1 イチョウ	<i>Ginkgo biloba</i>	イチョウ科	帰化植物
2 イロハモミジ	<i>Acer palmatum</i>	カエデ科	
3 クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	クスノキ科	
4 ソメイヨシノ	<i>Cerasus × yedoensis 'Somei-yoshino'</i>	バラ科	
5 ツツジ類		ツツジ科	
6 ハナノキ	<i>Acer pycnanthum</i>	カエデ科	
7 ヒノキ	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	ヒノキ科	
8 ヒマラヤスギ	<i>Cedrus deodara</i>	マツ科	帰化植物
9 フジ	<i>Wisteria floribunda</i>	マメ科	蔓植物
10 メタセコイア	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	スギ科	帰化植物

植物（草本）

草本 種名	学名		
1 イタドリ	<i>Fallopia japonica</i>	タデ科	多年草
2 イヌタデ	<i>Persicaria longiseta</i>	タデ科	1年草
3 ウバユリ	<i>Cardiocrinum cordatum</i>	ユリ科	多年草
4 ウマノアシガタ	<i>Ranunculus japonicus</i>	キンポウゲ科	多年草
5 オオイヌノフグリ	<i>Veronica persica</i>	ゴマノハグサ科	越年草
6 オドリコソウ	<i>Lamium album</i>	シソ科	多年草
7 オニタビラコ	<i>Youngia japonica</i>	キク科	越年草
8 オニノゲシ	<i>Sonchus asper</i>	キク科	越年草
9 カキドオシ	<i>Glechoma hederacea</i>	シソ科	多年草
10 カラスウリ	<i>Trichosanthes cucumeroides</i>	ウリ科	多年草
11 カラスノエンドウ	<i>Vicia sativa</i>	マメ科	越年草
12 カラムシ	<i>Boehmeria nivea</i>	イラクサ科	多年草
13 ギシギシ	<i>Rumex japonicus</i>	タデ科	多年草
14 キランソウ	<i>Ajuga decumbens</i>	シソ科	多年草
15 クサノオウ	<i>Chelidonium majus</i>	ケシ科	越年草
16 クズ	<i>Pueraria lobata</i>	マメ科	多年草
17 シャガ	<i>Iris japonica</i>	アヤメ科	多年草
18 シャク	<i>Anthriscus sylvestris</i>	セリ科	多年草
19 シロバナタンポポ	<i>Taraxacum albidum</i>	キク科	多年草
20 ヤマエンゴサク	<i>Corydalis lineariloba</i>	ケシ科	多年草
21 タチツボスミレ	<i>Viola erioceras</i>	スミレ科	多年草
22 トキワイカリソウ	<i>Epimedium semperflorens</i>	メギ科	多年草
23 ノアザミ	<i>Cirsium japonicum</i>	キク科	多年草
24 ノコンギク	<i>Aster microcephalus</i>	キク科	多年草
25 ハハコグサ	<i>Gnaphalium affine</i>	キク科	越年草
26 ハルジオン	<i>Erigeron philadelphicus</i>	キク科	越年草
27 ヒメオドリコソウ	<i>Lamium purpureum</i>	シソ科	多年草
28 ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i>	キク科	1年草
29 ヘビイチゴ	<i>Potentilla hebiichigo</i>	バラ科	多年草
30 ホタルブクロ	<i>Campanula punctata</i>	キキョウ科	多年草
31 マムシグサ	<i>Arisaema serratum</i>	サトイモ科	多年草
32 ムラサキケマン	<i>Corvdalis incisa</i>	ケシ科	多年草
33 ヤエムグラ	<i>Galium spurium</i>	アカネ科	越年草
34 ヤクシソウ	<i>Youngia denticulata</i>	キク科	2年草
35 ヤマシロギク	<i>Aster ageratoides</i>	キク科	多年草
36 ユキノシタ	<i>Saxifraga stolonifera</i>	ユキノシタ科	多年草
37 ヨメナ	<i>Aster yomena</i>	キク科	多年草
38 リュウノウギク	<i>Dendranthema japonicum</i>	キク科	多年草

④数学と音楽

生徒 倉田一穂、吉岡大視、小林利沙子、西沢佳那、細間萌

指導者 浦川光生

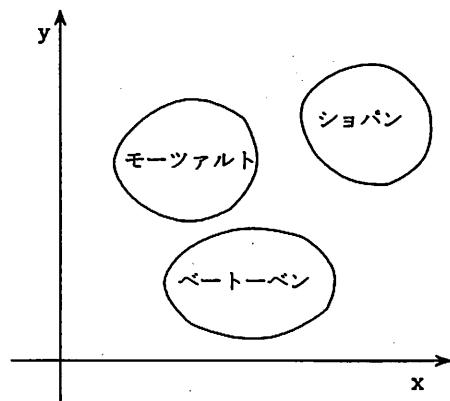
I 研究の目的

この課題研究の目的は、各楽曲を変数で表し座標平面上に曲を点としてプロットしたとき、作曲家によってはつきりと領域が分かれるような変数 x 、 y を見つけることである。

(下図) なお、これに類似した研究は探してみたが見つけることができなかった。

II 仮説

作曲家が作曲した楽曲は音楽家の専門家によってどのような特徴があるか、ということはよく述べられているが、楽曲による差は数で表現できる筈だ。適当に変数を決めれば右図のように各作曲家の楽曲を明確に区別できる。



III 研究の方法

1. はじめに

楽譜についてだが、手に入れ易さからピアノの楽譜とした。作曲家は最も有名な作曲家であるモーツアルト、ベートーベン、ショパン。曲は比較的初期のものから後期まで広く選んだが、作風の変遷を調べるには曲数は少ない。ベートーベン、モーツアルトはソナタをメインに、ショパンは広めのジャンルとした。

2. 変数の設定の前に

譜面から直接読み取れる要素は、各音符の音の高さ、長さ、強さ、テンポ、拍子、速度記号、発想記号など様々あるが、変数としての扱い易さと作業時間、処理時間を考えて今回は音符の音の高さのみに着目した。要素が複雑になると数値化しにくく、すべてが中途半端に終わることもある。

今回の研究は、和音と数学の関係を調べるとか、曲の構造を調べるとか、音楽の理論を学んでそれと数学と結びつけるということではない。あくまでも、1つの曲に1つ(1組)の変数の値を適当な定義によって与え、その変数によって作曲者の区別ができるかを調べるということである。作曲者が区別できなければその定義は適切ではないということである。つまり音楽を構成する要素から数値化しやすいものを選び、それで区別できるかどうか調べるということである。

※ 1つの曲について、曲のはじめから終わりまで調べる必要があるという意見がある。音符の数は楽譜1ページあたり400個程度、10ページの曲なら4000個。30曲ならば12万個。12万個の音符を調べるとなると時間がかかり過ぎ、結論まで到達できない。曲を少し聞けば誰の作曲によるものか(特に3人に限定すれば)だいたい分かる筈だという意見を採用して、曲の冒頭もしくは任意の1ページ調べれば十分とした。

3. 音符を数値に置き換える方法と作業

ピアノの鍵盤の最も左を1、最も右を88として、音符の長さ、音の強さなどすべて無視して音の高さのみを考え、各音符に1から88までを与えた。当初、1音ずつ順番にエクセルの1つのセルに数値を入力したが、同時に複数音あるときの入力方法が面倒になる。入力に時間がかかりすぎて解析不可能となるので1小節ずつまとめて、各音の高さの音符の数を入力した。（2小節間にタイでつながるときは各小節に1音ずつカウントした）20小節の曲なら、88行、20列のセルに数値を入れる。これによって、曲の細部は解析できなくなるが今回は止むを得ない。同時に複数の音があっても扱える。

エクセルに入力した音符のデータの標準偏差、平均値での散布図を作ってみたが十分に分離できているとはいえない。そこで、入力したデータを利用した変数をいくつか作って調べた。

4. 変数の定義

「標準偏差」と「平均」以外に次の5個を定義した。変数を作る際に注意すべきことは、時間内に処理のは不可である。また、専門的な知らずは機械的にできるものを選ぶのが

(1) ずれた音

ずれた音 = 臨時記号のついた音符の個数 / すべての音符の個数 × 100

※例えば、初心者用の曲では臨時記号が少ないため、この変数は0に近い。

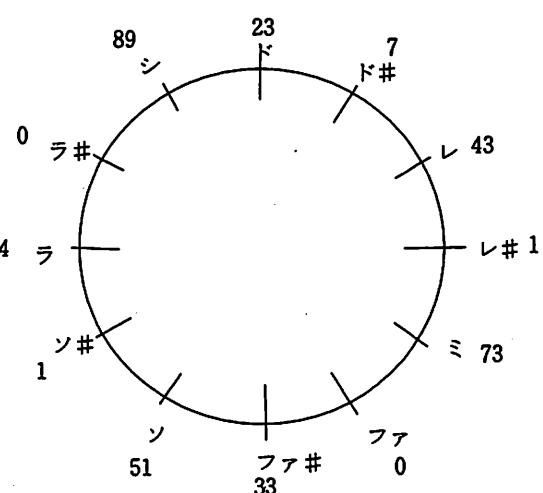
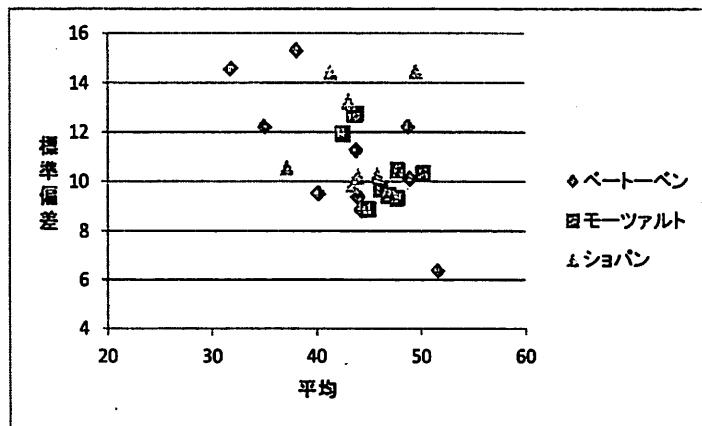
上級者向けの曲はこの変数が大きくなることが多い。

(2) 和音積

※和音積とは独自に作った変数で和音の積という意味ではない

1ページのすべての音をオクターブを無視して個数を数えて右の表を作る。この表から作った変数に和音積と名付けた。右の表はショパンのスケルツォ3番の1ページ（途中の部分）である。音符の個数は全部で365個ある。譜面を見るとこのページの中では和音の変化は少ない。半音12個のうち、音程の

差が半音の3,4,5倍であるとき最も単純な和音を作る。勿論1ページの中の音符なので直接和音を作らないので、あくまで1つの目安とするため変数を作る。上の表から、はじめに音程の差が半音の3,4,5倍で、個数の和が最も大きくなる3



つの音を選ぶ。この場合「シ」と「ミ」と「ソ」である。

$$a = 8\ 9 + 7\ 3 + 5\ 1 = 213 \quad \text{とする}$$

次に残りの音から音程の差が半音の3, 4, 5倍で、個数の和が最大となる3つの音を選ぶ。この場合「レ」と「ファ♯」と「ラ」である。

$$b = 4\ 3 + 3\ 3 + 4\ 4 = 120 \quad \text{とする}$$

$$\text{和音積} = \frac{a}{n} \cdot \frac{b}{n} \cdot \frac{n-a-b}{n} \cdot 100 = \frac{213 \cdot 120 \cdot 32}{365^3} \cdot 100 = 1.68$$

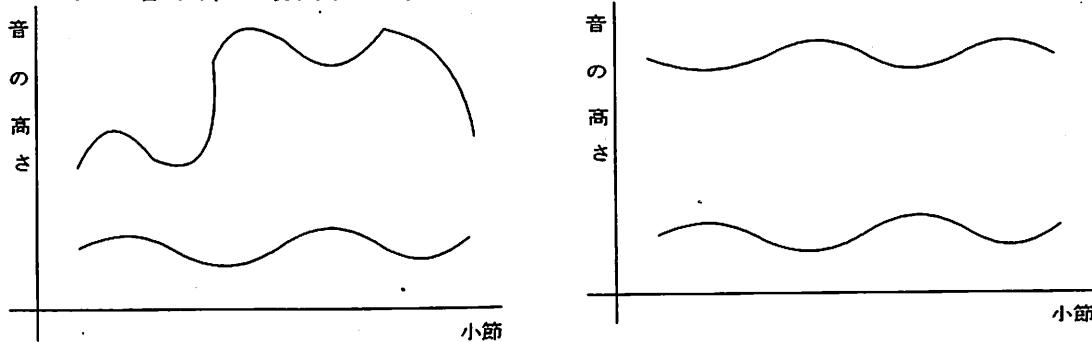
※和音積の意味と特徴

和音積は、曲が特定の和音で多くの部分が書かれているときは小さい数値になる。例えば上の例のスケルツォ3番の該当ページは、同じ和音を使ってかなり長い分散和音が音の高さを変えて繰り返し使われている。この曲の和音積は調べた曲では最小であるが、「特定の和音によってその曲のそのページの多くの部分が書かれている」のであって曲が単純という意味ではない。初心者向けの簡単な曲は和音積が小さいことが多い。和音積は入力したデータから簡単に計算できることも利点である。

(3) ピーク

ある2曲の音がそれぞれ下の両図のように2曲線の間に分布しているとき、両者の音の高さの標準偏差には差がない場合がある。そのような場合でも、各小節の最高音を取り出して、その標準偏差に差が出る場合がある。そこで「ピーク」という変数を次のように定義した。下の例では左のピークが大きい。

ピーク = 各小節の最高音の標準偏差



(4) ボトム

ピークと同様に次のように定義した。

ボトム = 各小節の最低音の標準偏差

(5) 範囲

統計で学習した範囲と同様に

範囲 = (楽曲の) 最高音の数値 - 最低音の数値

IV 結果

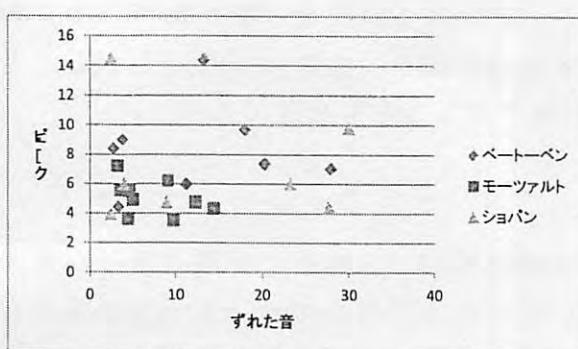
次ページ右側は作曲者別に各変数の値の一覧表である。次ページ左側は変量のうち2つを選んで散布図を作成したものである。

V 考察と結論

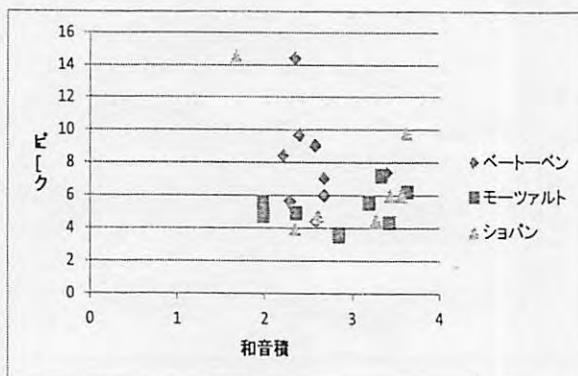
次ページ3つの図は比較的作曲者が分離できた組み合わせである。これらは、ある程度は作曲者別に分離できているが、十分に分離できているとはいえない。初めの目標のような分離をするにはもっと別の変数を用いる必要があるし、場合によってはそれでも分離できないかもしれない。また、作曲者3人3様の特徴が見られるが、作曲家の特徴を述べるには十分なデータではない。

(結論)

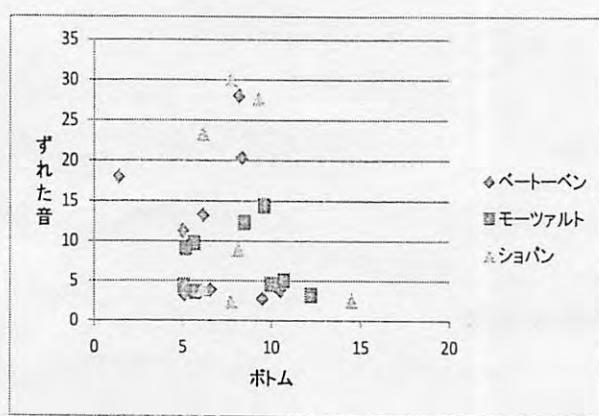
考えた2つの変数によって3人の作曲家の曲の分離はある程度できたが、十分ではない。数によって作曲家の曲を特徴付けるにはもう少し別の変数を考える必要がある。



曲名	モーツアルト								
	KV300 第1楽章	KV310 第1楽章	ファンタジー KV475	KV283 終楽章	KV576 終楽章	KV331 終楽章	KV457 第1楽章	KV545 第1楽章	KV189 第1楽章
音の高さの平均	47.75	44.94	42.5	46.1	43.56	47.77	43.82	46.9	50.2
標準偏差	9.31	8.87	11.92	9.7	12.71	10.43	12.73	9.43	10.33
ずれた音	4.4	9.7	9.1	5	14.4	12.3	4.6	3.57	3.2
和音積	2.85	2.85	3.63	2.36	3.42	1.99	3.19	1.98	3.33
ピーク	3.63	3.52	6.21	4.92	4.33	4.75	5.5	5.56	7.2
ボトム	5.05	5.63	5.18	10.7	9.6	8.48	9.99	5.71	12.23
範囲	43	43	48	51	51	42	58	43	52



曲名	ソナタ								
	ソナタ17番1 楽章	ソナタ26番3 楽章	ソナタ2番1 楽章	ソナタ1番1 楽章	ソナタ3番1 楽章	ソナタ23番1 楽章	ソナタ26番2 楽章	ソナタ13番3 楽章	ソナタ11番1 楽章
音の高さの平均	40.15	48.75	44.24	43.96	43.74	31.79	35.01	38.07	48.94
標準偏差	9.5	12.2	8.84	9.36	11.26	14.56	12.2	15.29	10.1
ずれた音	27.96	3.8	3.3	11.21	2.7	13.25	3.82	18	20.31
和音積	2.68	2.29	2.59	2.68	2.22	2.35	2.58	2.4	3.39
ピーク	7.01	5.62	4.43	5.97	8.4	14.4	8.99	9.65	7.34
ボトム	8.18	10.5	5.1	5.03	9.51	6.15	6.59	1.41	8.34
範囲	52	56	40	41	57	58	55	52	54



曲名	ショパン						
	スケルツオ3番	英雄ポロネーズ	ワルツ(子犬)	エチュード25-1	ノクターン2番	バラード4番	ソナタ2番1楽章
音の高さの平均	49.47	37.16	45.82	43.46	43.93	41.27	43.02
標準偏差	14.46	10.55	10.26	9.87	10.19	14.43	13.22
ずれた音	2.5	23.3	8.9	2.4	27.7	30	4
和音積	1.68	3.43	2.61	2.35	3.27	3.62	3.56
ピーク	14.51	5.99	4.74	3.92	4.45	9.78	5.99
ボトム	14.49	6.16	8.12	7.73	9.29	7.73	6.16
範囲	79	52	49	44	54	67	56

VI 今後の展望

今回考えた変数では決定的な差を見いだせなかつたので、別の観点から考えてもっと明白な差を見いだすとよい。例えば、音の強弱、リズムも考えるとか、さらに曲の細部つまり音と音のつながり具合とか。ただし、曲の細部を調べる、例えば1音ずつデータとして独立させると、解析に時間が法外にかかる上、見通しも悪くなる。(実は初め一音ずつデータとしてやろうとしたが諦めて今回の形に方針転換した)

もっと、別の切り口として、演奏技術に注目する方法がある。あるピアニスト兼作曲家の意見として、「ピアノの曲はその曲に使う演奏技術で決まってしまうため、技術が開発され尽くした現代において新しい曲を作るのは難しい」というのがある。

演奏技術を思いつくまま列挙すると、①音階や半音階 ②①以外の片手の単音での奏法 ③左右独立したメロディ ④左右の手の交差 ⑤3度、4度・7度の重音 ⑥オクターブ(2音) ⑦片手3音以上の和音 ⑧同音連打 ⑨左右のリズム(左手2音に対し右手3音とか) ⑩分散和音(いろんなタイプがある)・・・など、多様な演奏技術がある。これらの1つあるいは複数の技術の使用比率を変数にすることが考えられる。

例えば、⑧のグリッサンドについてはショパンとモーツアルトは全く用いてない(まだ楽譜で見たことがない)。ベートーベンは私の知る限りではグリッサンドは21番のソナタの第3楽章に使つてあるだけだが、そこも楽譜に記載してなく、譜面通りだと演奏困難なため、演奏家はグリッサンドで演奏するらしい。ショパンと同世代のリストの場合は少しグリッサンドを使うが、1冊の楽譜で数カ所あるかどうかである。

このように演奏技術に目を向けると、作曲家の差異を区別しやすくなるが、それらに関する知識が必要で、話がマニアックになつてしまふ問題はある。

⑤バナナの賞味期限に関する研究

1 目的

バナナは安価で手に入れやすく、また食味性にも優れている。消化吸収も良く有効なエネルギー源の一つである。

しかしながら、輸送、購入時の衝撃等で褐色に変色、過熟など、長期保存には適していない。そこで長持ちをさせる方法の調査のために実験を行った。植物の認識する外的条件の一つである温度への応答に注目し、視覚、内部構造、バナナの糖度、呼吸量についてそれぞれ実験を行った。

2 実施場所・対象生徒

生物講義室 ・ 理数科2年5H 今津萩子 岸田千弘 田村美紅 寺下未夏

3 実験内容

バナナは市販の4～5本を房売りされている長さ約20cmのものを準備した。各温度条件に洗濯バサミを用いて1本ずつ5cm以上離してつりさげた。3日ごとに測定したが、場所に限りがあったため何度かに分けて実験を行った。

4つの温度条件を設定した。温度を一定に保つ恒温で-20℃(冷凍)、5℃(冷蔵)、28℃(室温)の3カ所を設定した。28℃は日本医化器械製作所製の卓上型人工氣器(LH-55-RDS)を用いた。しかし、これは一般に再現できる環境ではないため、昼夜で温度変化のある室温(夏場:19℃以上35℃未満)も温度条件に加えた。

それぞれ気密性のある空間ではあるが観察のための扉の開閉があり、直射日光の当たらない環境であった。

視覚調査



色の変化を肉眼で観察した。

内部構造観察

光学顕微鏡によってバナナの細胞を観察した。スライドガラスにバナナをのせカバーガラスをかけた。そのままでは観察しにくいデンプン粒はヨウ素溶液を用いて染色した。

糖度測定

バナナは皮をむき上部、中部、下部の3つに分けた。そのままでは果汁が絞り出せないため水を加え(重量比 バナナ:水=3:4)、電気ミキサーで細かくし測定材料とした。測定は3回行い平均値をとった。

電子天びんは島津製電子天びん(UX2200H)、糖度計はアタゴ製ポケット糖度計(PAL1-1207)、粉碎機はナショナル製電気ミキサー(MX-V100)を用いた。糖度計は液体中の糖による光の屈折を測定するもので、精度±0.2%、自動温度補正機能内蔵。



粉碎中のミキサー



測定部分へ材料を入れる



測定結果

呼吸量

バナナの1日当たりの呼吸量を測定した。呼吸商を求める実験装置を参考に、体積変化を目盛りで読み取れる二つの容器を準備した。2L用三角フラスコにビーカーに入れた1M水酸化ナトリウム水溶液とバナナを入れて、着色液をつめたガラス管をさした。また水酸化ナトリウムの代わりに水を入れたビーカーとバナナを入れたものも準備した。28°C, 24時間、光の当たらない条件下に静置した。

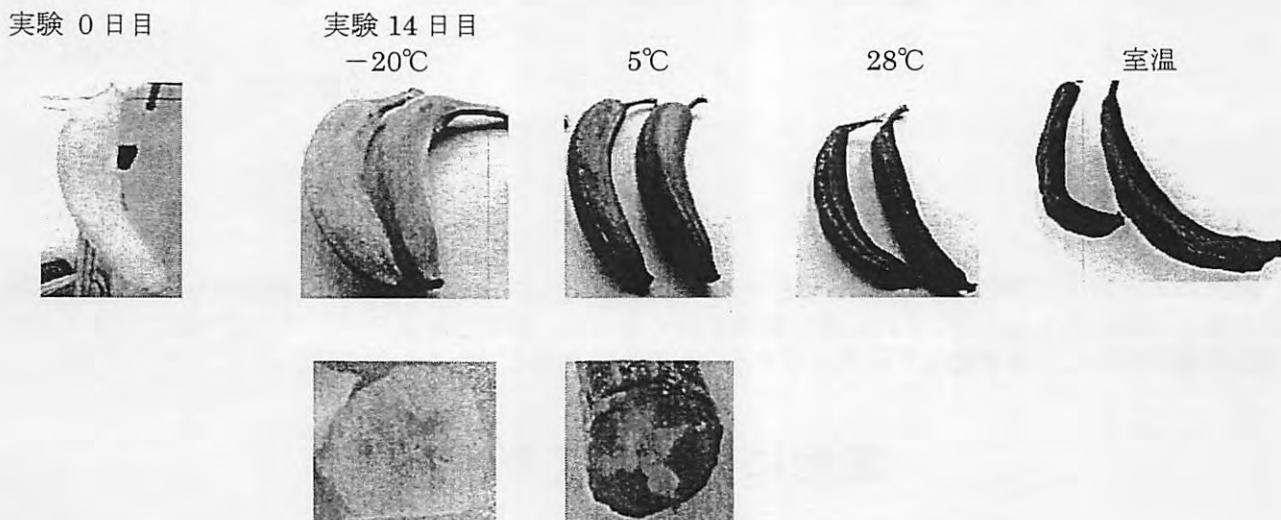
水酸化ナトリウム水溶液は二酸化炭素吸収材としての役割があり、水はバナナから出入りした体積変化を示し、体積変化があった場合は着色液が移動し、二酸化炭素の排出量を比較することで求めることができる装置であった。呼吸の化学反応式より消費された糖（デンプン）を求めることができた。



4 実験結果

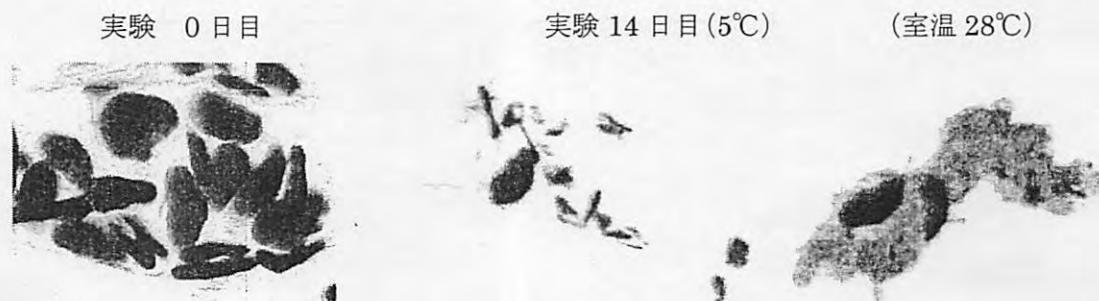
視覚調査

5°C, 28°C, 室温では外、身も黒く変色した。−20°Cでは実験開始時と変化はなかった。



内部構造観察

実験初日、細胞のなかに入っている黒い長い粒状のデンプン粒が観察できた。視野のほとんどが多くのデンプン粒をもち、3つの細胞の平均値は20粒であった。一方実験14日目の細胞は細胞壁が崩れ、細胞の変形とデンプン粒の減少が観察できた。

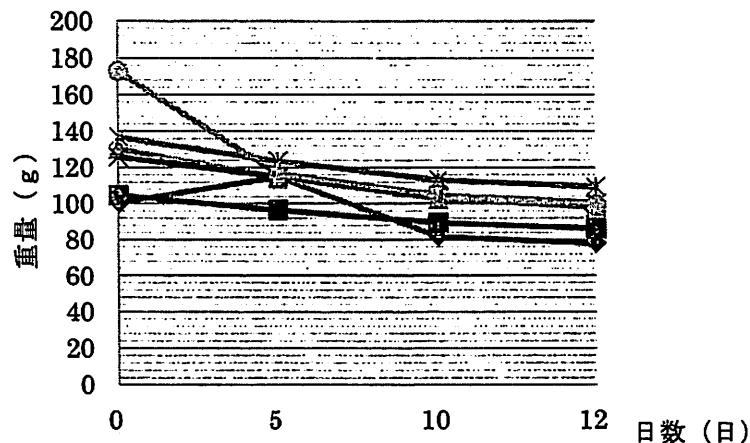


細胞の大きさ	306 μm × 204 μm	153 μm × 76.5 μm	—
デンプン粒の大きさ	51 μm × 25 μm	51 μm × 25 μm	51 μm × 25 μm
デンプン粒の個数	20粒	5粒	2粒

糖度測定のための重量測定

材料に重量比で水を加えているため、室温においてものの重量も測定した。6本を皮付きのまま1本ごとに測定した。1本の平均128gから10日目には99gまで29g減少した。減少量は15gから68gと個体差が大きかった。

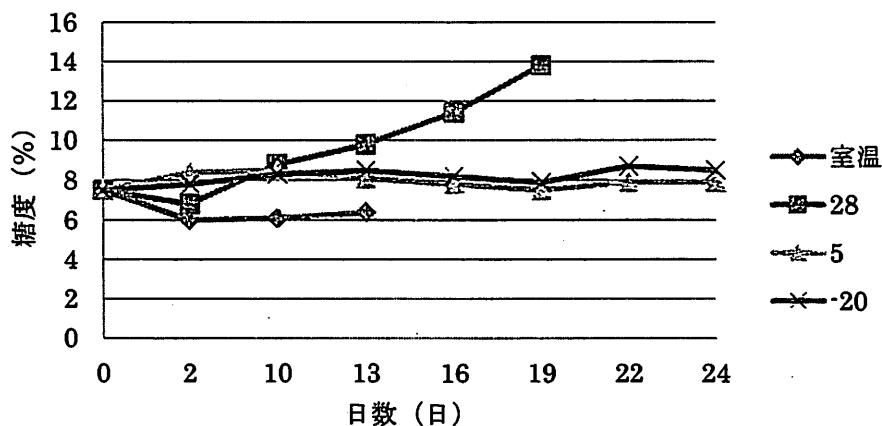
バナナ1本あたりの重量



糖度測定

温度による糖度の変化を示した。5°Cと-20°Cは糖度が一定に保たれていた。初日から2日まで28°Cは室温と同様に低下したが、それ以降は糖度が高くなかった。28°Cと室温のグラフが途中までの理由は果肉の分量が少なく、水を加えても細かくするのが難しい状態だったからである。

温度による糖度の変化



呼吸量

水酸化ナトリウムでは3mL減少し、水では5mL増加した。実験室は28°Cで気体の体積が1molを24.7Lで計算した。1日分の糖消費量は0.24gと求められた。

5 考察

糖度変化は、外見や内部構造から細胞内のデンプン粒の分解から糖が生じたと考えた。デンプンは酵素によって糖に変わり、糖は呼吸で消費され、二酸化炭素が発生した。1日の重量の減少は3g、糖（デンプン）の消費量は0.24gであった。それ以外の2.76gは水分の蒸発ではないかと推測された。

-20°Cの保存は視覚の変化もなくデンプン粒の分解もほとんどなかった。3カ月後の様子を観察すると少し茶色に変色していたが中の様子は変化がなかった。長期保存可能だが、常温に戻す際に細胞が壊れ、果肉がやわらかくなつた。5°Cの糖度変化は-20°Cと同じ動きを示したが、数日後に全体が茶色く変色し黒くなり、細胞内部のデンプン粒も減少していた。このことから呼吸による糖の消費と糖度の維持が行われていたと考えられた。

次に恒温の28°Cと変動のある室温を比較した。温度の日変化がある方が低温時のデンプン分解酵素の活性が低く、長持ちするように考えていたが結果は逆であった。28°Cでは酵素活性が常に高く、デンプン粒が分解され続け糖度が高くなつたと考えられた。糖度が高ければ細胞内の浸透圧が高く、水分が維持されやすいことで細胞の体積が、変動する方よりも長く保たれたのでないだろうか。

デンプンの分解と細胞の老化・劣化を考えるなかで保存温度と酵素活性の関連を考える必要が出てきた。デンプンを分解する酵素のマルターゼや細胞壁を分解するセルラーゼの活性を考える必要が出てきた。セルラーゼについては細胞壁を分解することで糖が発生する。これは糖度の上昇につながる現象であった。日数が経過した細胞の内部構造を観察していると細胞の形が変形していた。これは細胞内部の変化だけではなく細胞壁の分解が考えられた。

細胞壁の分解は植物ホルモンの一つである常温で気体のエチレンが関わっていた。エチレンは、果実の成熟の促進、落葉・落果促進などの作用がある物質で、果実の傷ついた所からの発生や果物自身の成熟のタイミングで発生させていた。本研究ではある程度、密閉された空間で実験を行っていたためエチレンは一定の濃度で発生し、存在していたものと考えられた。呼吸基質にはデンプンからの糖と細胞壁からの糖が考えられることが分かった。酵素活性や植物ホルモンについては更なる実験が必要であった。

本実験からバナナの保存方法は呼吸による消費を考えたとしても5°C（冷蔵庫）保存が長持ちであった。酵素活性をさらに抑える方法があれば、一般家庭でも長期保存が可能になるのではないかと考えられた。また新たなバナナの食べ方として干し柿のような干しバナナをつくることができた。冷蔵庫で4カ月保存すればでき、食感も干し柿のようだった。

6 生徒の感想

課題の発見から結論までを4人で協力してやり抜くことができました。ああでもないこうでもないと議論し合いながら研究した日々はとても充実していました。

点でバラバラに見えた実験や観察も整理して深く考えることで線としてつながっていく気配が見つかった時は達成感を感じました。犠牲になった多くのバナナに恥じない研究ができたと思いました。新たに浮かんだ疑問点や頂いたご指摘をもとに、更に深く研究していきたいと思いました。

7 評価

本課題研究Ⅱは生徒が課題を設定するところから始まり、試行錯誤を重ねながら実験を進めてきました。疑問が生まれるとインターネットで検索すればすぐに調べられる時代になりました。自分たちで課題を設定するのはとても難しいことでしたし、日常にありふれた現象を科学的に考える経験もほとんどない状態でした。女子4人がそれぞれの得意分野を生かしながら知識を組み合わせ、実験を組立てていきました。結果の分からぬ中で不安になりながらも次の実験を考える姿は、将来有望な研究者になると期待させるものでした。

研究や発表することを通して様々なことを考え、表現し、協力してやり遂げた経験は、今後の活動に活かされていくと感じました。

8 参考図書

新課程 フォトサイエンス生物図録

数研出版編集部

数研出版

⑥豊岡市のロゴを作ろう

～ 黄金比の研究 ～

出田 幹浩 岩崎 健吾 鳴 佑介 清水 康也 武田 聰真

担当教諭 道仲 主税

1 研究の目的

既存の論文を読み解いたり、新たな仮説を立て実証していくというものより、数学を用いて「ものづくり」ができないかと考えた。そこでデザインなどに多用される「黄金比」に注目し、黄金比とは何かを研究しながら、黄金比を用いたデザイン画ができるかと考えた。

私たちの住んでいる豊岡市は日本の特別天然記念物であるコウノトリが生育するのに十分に自然豊かで、城崎温泉や玄武洞などの観光名所も多く、また鮑や但馬牛、カニなどの特産物も多い。これらをデザイン画に入れ、豊岡市のロゴを作成し、豊岡市に協力を得てホームページなどに掲載してもらうことで、全国へのPRに役立ててもらいたいと考え、実施した。

2 研究の内容

デザインを始める前に、「黄金比とは何か」、「世の中のどのような所に黄金比は使われているか」を研究し、各自、興味の引いた内容を詳しく調べ、理解した。理解した内容を踏まえ、豊岡市の名所や特産品などを用いて、「豊岡市のロゴ」を作成した。

2. 1. 1 黄金比とは

$1:(1+\sqrt{5})/2$ (近似値 1:1.618 約 5:8) の比率。人間が直感的に最も美しいと感じる比率といわれる。

2. 1. 2 数学の中にみる黄金比 ~ フィボナッチ数列 ~

$(1+\sqrt{5})/2$ という数は 2 次方程式 $x^2 - x - 1 = 0$ <図 1> フィボナッチ数列から黄金数の出現 の正の解で黄金数とも呼ばれている。

そもそも、黄金比はフィボナッチが作った数列の問題よりできたものである。この数列は 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, … というように、初項と第 2 項が 1、第 3 項以降はその直前の連続する 2 つの項の和になっていて、隣り合う 2 つの項の比は、1:1、1:2、2:3 とかわっていき、項数が大きくなるにつれて、1:1.618 に近づいていく。この数列の一般項は $a_{n+2} = a_{n+1} + a_n$ という隣接 3 項間漸化式により求められ、特性方程式より $x^2 - x - 1 = 0$ を立てることができる。項数が大きくなるにつれ、2 項間の比が 1:1.618 に近づくことを右の<図 1>により証明する。

<図 1> フィボナッチ数列から黄金数の出現

$\{a_n\}: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, \dots$ 漸化式は $a_{n+2} = a_{n+1} + a_n$

特性方程式より $x^2 - x - 1 = 0$ これを解くと、 $x = \frac{1 \pm \sqrt{5}}{2}$

ここで、 $\alpha = \frac{1-\sqrt{5}}{2}, \beta = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ とおくと。

$$a_{n+2} - \alpha a_{n+1} = \beta a_{n+1} - \alpha a_n \quad \dots \textcircled{1}$$

$$a_{n+2} - \beta a_{n+1} = \alpha a_{n+1} - \beta a_n \quad \dots \textcircled{2}$$

①、②より

$$a_{n+2} - \beta a_n = (1-\alpha)\beta^{n+1} \quad \dots \textcircled{1'}$$

$$a_{n+2} - \alpha a_n = (1-\beta)\alpha^{n+1} \quad \dots \textcircled{2'}$$

a_{n+2} を消去し、 $a_n = \frac{(1-\alpha)\beta^{n+1} - (1-\beta)\alpha^{n+1}}{\beta - \alpha}$

これに $\alpha = \frac{1-\sqrt{5}}{2}, \beta = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ を代入すると、 $a_n = \frac{(1-\sqrt{5})^{n+1} - (1+\sqrt{5})^{n+1}}{\sqrt{5} \cdot 2^n}$

連続する 2 つの数の比は $\frac{a_{n+1}}{a_n}$ だから、 $\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{\frac{(1-\sqrt{5})^{n+2} - (1+\sqrt{5})^{n+2}}{\sqrt{5} \cdot 2^{n+1}}}{\frac{(1-\sqrt{5})^{n+1} - (1+\sqrt{5})^{n+1}}{\sqrt{5} \cdot 2^n}}$

$$= \frac{(1-\sqrt{5})^{n+2} - (1+\sqrt{5})^{n+2}}{2(1-\sqrt{5})^{n+1} - 2(1+\sqrt{5})^{n+1}}$$

ここで $1-\sqrt{5} = A, 1+\sqrt{5} = B$ とおくと $\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{A^{n+2} - B^{n+2}}{2(A^n - B^n)}$

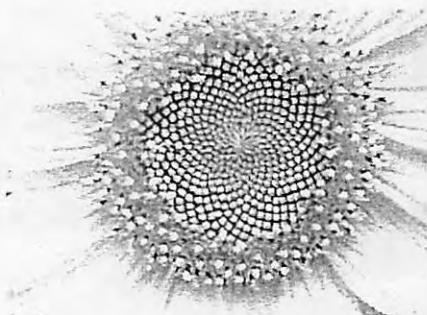
よって $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{A^{n+2} - B^{n+2}}{2(A^n - B^n)} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{A} \cdot A^{n+1}}{2 \left(\frac{1}{A} \cdot A^n - \frac{1}{B} \cdot B^n \right)} = \frac{1}{2}$

$1-\sqrt{5} = A$ より $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$ よって 2 项間の比は $1: \frac{1-\sqrt{5}}{2}$ に近づく。

2. 1. 3 日常生活の中に見る黄金比① ~ひまわりの種~

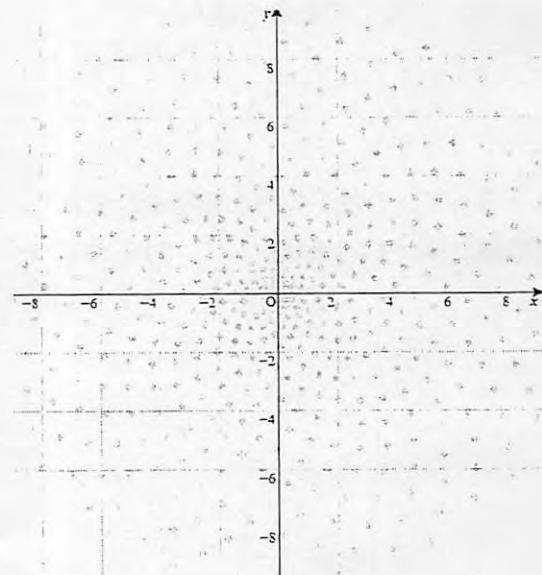
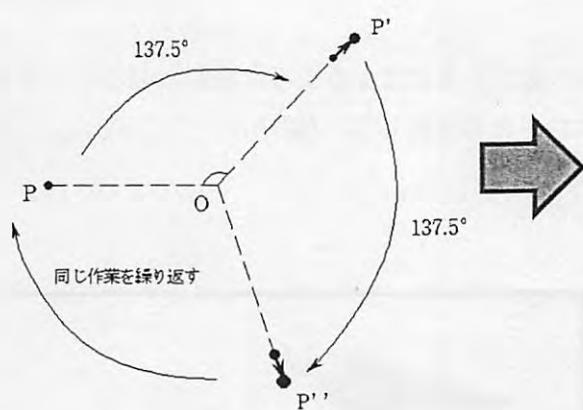
身近なものに、ひまわりの種の配列やクジャクの羽の模様などがある。このように $1:1.618$ という比は自然界に多く見られ、直感的に美しいと感じる。

ひまわりの種の配列<図2>は中心から右回りにも左回りにも渦を巻くように並んでいるように見える。この配列に、どのように黄金比が関わっているかを以下に説明する。



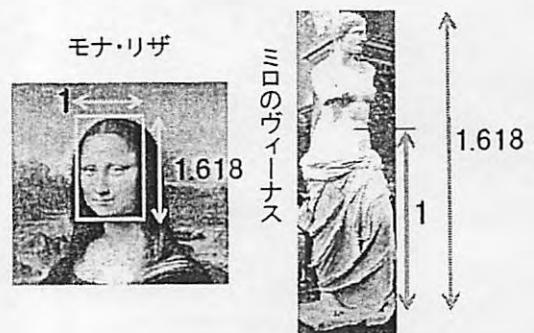
360° を黄金比($1:1.618$)の比に分けると、 $137.5^\circ : 222.5^\circ$ となる。<図3>のように、点Pを点Oを中心に時計回りに 137.5° 回転させ、半径を α だけ伸ばして点P'を取り。同様に点P'を 137.5° 回転させ、半径を α だけ伸ばして点P''をとる。以下同じ作業を繰り返し、点を取っていくと、ひまわりの種の配列となる。

<図3>ひまわりの種の配列と黄金比



2. 1. 4 日常生活の中に見る黄金比② ~芸術作品~

黄金比はレオナルド・ダヴィンチが描いたモナリザや葛飾北斎の富嶽三十六景などの絵画、彫刻のミロのヴィーナスなどの有名な芸術作品にも使われている。モナリザに関しては、顔の輪郭の縦と横の比が $1:1.618$ の黄金比の関係になっている。またそれだけでなく、体全体と顔との位置関係も $1:1.618$ の黄金比の関係になっている。ミロのヴィーナスに関しては、足の先からヘそまでの長さと、全体の身長とが $1:1.618$ の黄金比の関係になっている。

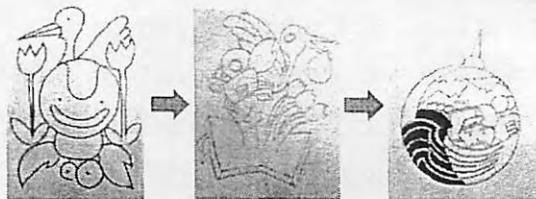


2 ロゴの作製

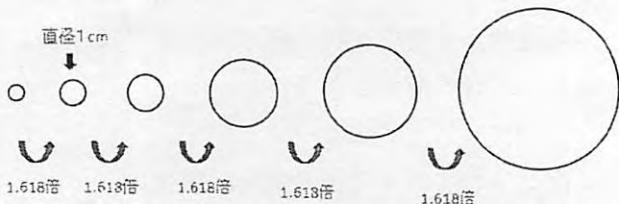
初めに豊岡市の特産物など、豊岡市をPRするための素材を考えた。

豊岡市の鳥である「コウノトリ」、豊岡鞠、玄武洞ユルキャラである「玄武洞の玄さん」、カニ、出石そば、柳、円山川などがある。次に、これらを組み合わせ、黄金比を使わずにロゴを作製した。

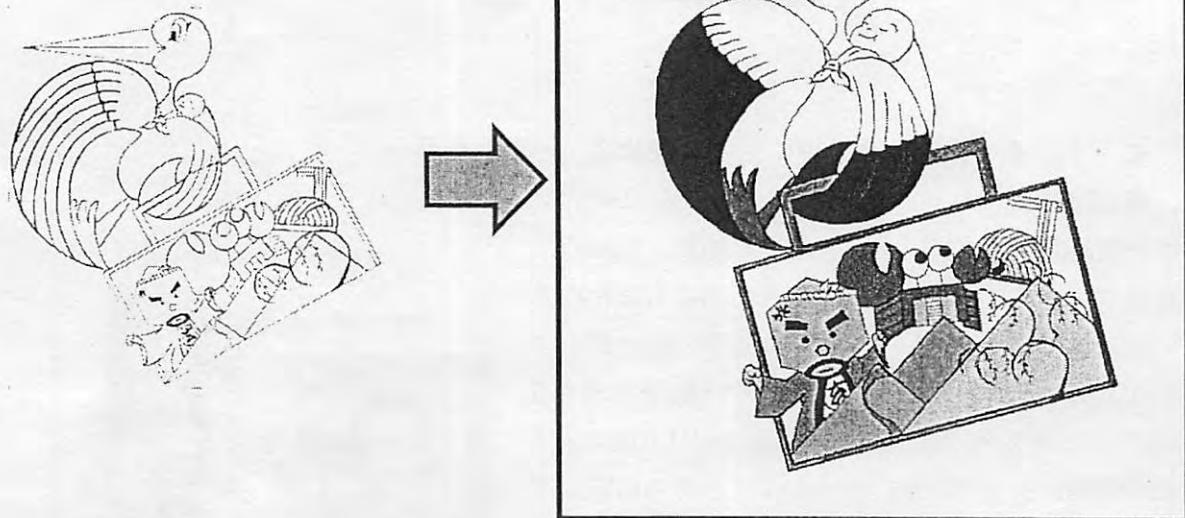
(図5)



これらを黄金比を用いたデザインにするためのものさしとして、黄金比の関係にある円をコンピューター上で6つ正確に作った。2番目に小さい円の直径を1とし、それを基準に、それぞれ直径 0.618、1、1.618、2.618、4.236、6.854、の6つである(図6)。

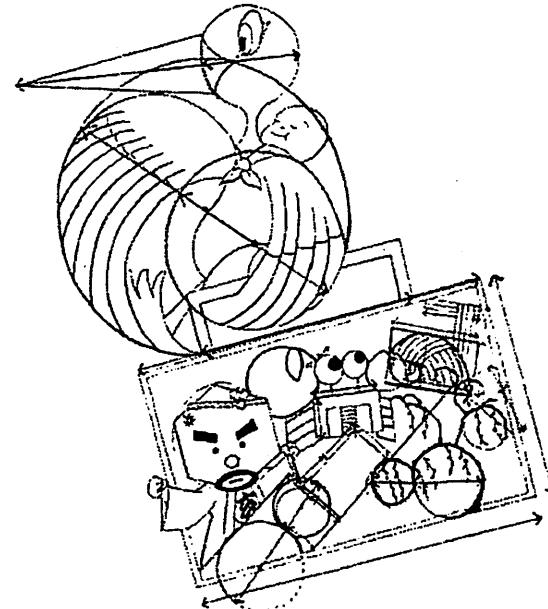


そして、これらの円を組み合わせたり、図形の辺が黄金比になるように描いたりなど（長方形の縦：横=1：1.618）して、はじめにつくったロゴを書き直した。(図7)



完成したロゴには以下の箇所に黄金比が用いられている。

- ① コウノトリの顔の輪郭と嘴の長さ
- ② コウノトリの左翼を縁取った円と右翼を縁取った円の直径
- ③ カニの右爪を縁取った円と玄武洞の玄さんの顔を縁取った円の直径
- ④ カニの胴体の長方形の縦と横の長さ
- ⑤ カニの目の黒目と白目の直径
- ⑥ 山の縦と横の長さ
- ⑦ 円山川の流れを縁取った2種の円の直径
- ⑧ 枝垂れ柳の曲り方を縁取った円の直径
- ⑨ コウノトリの持つ鞄の縦と横の長さ
- ⑩ コウノトリの持つ鞄の取っ手と横の長さ
- ⑪ 出石そばの盛り方が黄金比を用いた曲線になっている
- ⑫ 出石そばと箸の長さ



3 評価と課題

今後の課題として、ロゴに関しては今回作った物を豊岡市のホームページなどに使っていただいてPR活動に役立てて頂くことがある。またロゴの中に、他にも黄金比を使える所を探すことや、さらに正確に仕上げることである。黄金比を用いたモノづくりという点で、日常生活において、黄金比が役立つところがないかを探すことも課題として挙げられる。

4 参考 URL

- ・豊岡市観光ガイド（豊岡市役所内 HP）
<http://www.city.toyooka.lg.jp/www/genre/000000000000/1000000000708/>
- ・黄金比 wikipedia
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%BB%84%E9%87%91%E6%AF%94>
- ・黄金比のいろいろ
<http://gakuen.gifu-net.ed.jp/~contents/museum/golden/page62.html>
- ・黄金比が使われている有名アート
<http://magazine.atokore.com/%E6%9C%89%E5%90%8D%E3%82%A2%E3%83%BC%E3%83%88%E3%81%AE%E9%BB%84%E9%87%91%E6%AF%94/>

⑦音声認識機能と音声読み上げ機能を利用した 学習支援アプリ作成

岡田啓汰、 定元和之、 宮下圭介、 村尾侑亮、
山田将平、 吉見真太朗、 大樽菜摘、 堀名真祐
情報班 担当教諭 岡本哲也

1 目的

近年、スマートフォンやタブレットといった小型情報端末が既存のPCにとってかわり、よく使われるようになってきている。本校の多くの生徒たちもスマートフォンを所有しているようである。情報の授業のなかで「もっとプログラミングを学びたい」「スマートフォンのアプリを使うだけでなく、作成したい」という声を耳にしていた。しかし、情報の授業の中でプログラミングを基礎レベルから応用レベルまで解説し、アプリケーションを1本完成させるのは時間的に困難である。

そこで情報班は時間的に余裕のある課題研究の中でじっくりとアプリケーション開発に取り組むことにした。「実用的なアンドロイド端末向けアプリケーションを1年間で1つ作成する」ことを研究の目的に掲げ、活動を行った。

2 開発環境について

コンピュータ教室にあるWindowsパソコンに以下のソフト群を導入することで、開発環境を整えた。

- J D K (Java言語によるソフトウェア開発に必要なツール群)
- E c l i p s e (統合開発環境)
- P l e i a d e s (E c l i p s e を日本語化するための言語パック)
- A n d r o i d S D K (A n d r o i d 向けアプリを開発するためのパッケージ群)

また以上の開発環境にはアンドロイド端末エミュレータも含まれるが、実用的なアプリケーションを作成する際に必要な各種機能やセンサーはエミュレータでは動作しないため、アンドロイド端末の実機も用意した

- N e x u s 7 (2013) (A n d r o i d 4. 3を搭載したタブレット)

3 実施内容

4月10日 7限

課題研究担当教諭より研究内容のオリエンテーションを行った。

4月17日 7限

情報班を選択した生徒を集め、アプリケーションを作成するためにはどのような方法があり、何が必要なのかについて調べさせた。「2. 開発環境について」のようなソフトウェア群を導入することにより開発が可能であることを生徒たちは調べた。

4月24日 7限

開発環境の準備を進めた。事前に担当教諭のほうで開発環境のインストールを行ったところ、3~4時間程度の時間がかかったため、生徒たちには準備手順は調べさせたが、実際の開発環境の導入は担当教諭が行った。

5月 1日 6,7限

アンドロイド端末向けアプリケーションを作成する際、見た目（レイアウト）に関する部分はレイアウトエディタを使い作成する。作成したレイアウトはx m l ファイルに変換され保存される。レイアウト上にテキストボックスとボタンを配置した。

「ボタンを押したときに何をするか」のような実行に関する部分はj a v a 言語で記述する。

j a v a ファイルに「ボタンを押したときにテキストボックスに文字列を表示する」というイベントを追加した。

ここまで内容を用いて「グー」「チョキ」「パー」と書かれたボタンを配置し、それぞれのボタンが押されたら「グーが押されました」と表示されるようなアプリケーションを作成した。

5月30日 6,7限

乱数について解説を行い、条件分岐についても説明を行った。0、1、2の乱数を発生させ0なら「グー」1なら「チョキ」2なら「パー」と表示させるアプリを作成した。続いて、自分が押したボタンと、選ばれた乱数とを比較して勝ち負けを表示させる部分も仕上げ、「ジャンケンアプリ」が完成した。

6月12日、6月26日、9月11日、9月25日 それぞれ6,7限

前回まで簡単なアプリは作成できるようになつたが、生徒たちの話し合いの中でj a v a言語について理解を進めないと実用的なアプリ作成は難しいということに気がついた。生徒たちはこの期間、各自のペースでj a v a言語について学び、プログラミングに対しての基本的な知識を身に付けた。

10月9日、10月30日 それぞれ6,7限

思ったようにプログラムが組めるようになってきたので、アンドロイド端末特有のタブレットらしい機能を生かしたアプリをつくっていくことにした。重加速度センサーを用いた端末そのものの傾きの検出、G P Sによる位置の測定、音声読み上げ機能による文字列の読み上げ、音声認識機能などを実際に動かして使用した。これらの機能はすべて端末そのものに最初から備わっているもので、プログラム上から呼びだすことにより簡単に利用できることもわかつた。

11月13日、11月27日 それぞれ6,7限 1月22日、1月29日、それぞれ7限

音声読み上げ機能と音声認識機能を組み合わせると学習支援アプリをつくることができるのではないかという意見がでた。ボタンを押して正否を判定する部分はジャンケンアプリで出来上がっている。そこで空欄のある英文の問題文を音声読み上げ機能で読み上げ、解答は音声による入力を音声認識機能で判別することで、音声を利用したアプリを開発することに成功した。

2月5日、2月12日 7限

細かいバグを修正し、アプリを仕上げた。

4 評価と課題

(1) 生徒アンケート結果

- ・今回のアプリでは、用途が限定され過ぎていると感じた。
- ・プログラムが難しいのは分かるが、あまりにも内容が稚拙すぎる。

(2) 評価と課題

生徒8人が自ら課題を設定し、その課題を解決するために行ったさまざまな過程は、これから学習活動や、生活全般の面で役に立つ時が必ずくると思う。8人の力でよくここまで頑張ってきたと最高の評価を与えたい。ただ、なかなか思うように時間がとれず、初步的なプログラムを組み合わせたスマートフォンアプリを1つしか作ることができなかつたのも事実である。もっと担当教諭としてしっかりと指導し、高度な内容の研究につなげてやらなければいけないと感じた。



(3) 高大連携事業（甲南大学との連携）

1 目的

本研修では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。

事後学習に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において高校にはない先端的な器具を利用させることで、科学に対する興味・関心を増すことができる。

また、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。

本事業は、低学年より実施したほうが効果が高いとの判断から、今年度より1学年での実施とする。したがって、本年度に限り1, 2年の合同での実施とした。

2 仮説

大学での研修を通じて、本校で研修を行う以上に生徒たちの科学的思考力と発表の技術を高め、研究に触れることができる。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 実施日時及び実施場所

① 事前学習 1

- a) 日程 平成25年6月22日(土)
- b) 実施場所 本校百年館

② 事前学習 2

- a) 日程 平成25年7月15日(月)
- b) 実施場所 本校百年館

③ 実験

- a) 日程 平成25年8月20日(火)、21日(水)
- b) 実施場所 甲南大学フロンティアサイエンス学部
神戸市中央区港島南町7丁目1番20

④ 事後学習

- a) 日程 平成25年11月16日(土)
- b) 実施場所 本校コンピュータ教室

⑤ 発表会

- a) 日程 平成25年12月26日(火)
- b) 実施場所 本校百年館

4 対象生徒・人数

第1学年理数科生徒 39名 (男子25名、女子14名)

第2学年理数科生徒 40名 (男子22名、女子17名)

5 外部講師

甲南大学フロンティアサイエンス学部 准教授 甲元一也

6 本校担当者 三木 亮

7 実施内容

① 事前学習 1

- a) 日程 平成 25 年 6 月 22 日 (土)
- b) 計画

13:00 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

14:30 終了

- c) 内容

本校 1 年生のみを対象に、「研究とは何か」について講義を行う。

② 事前学習 2

- a) 日程 平成 25 年 7 月 15 日 (水)
- b) 計画

13:05 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

15:55 終了

- c) 内容

甲元准教授が用意した資料に基づいて、8 月 20 日(火)、21 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。

③ 実験

- a) 日程 平成 25 年 8 月 20 日(火)、21 日(水)
- b) 計画

20 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

17:30 宿舎へ移動

18:00 宿舎到着、夕食、就寝

21 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

15:30 甲南大学フロンティアサイエンス学部 出発

貸し切りバス

17:30 豊岡高等学校 到着・解散

c) 内容

「アゾ色素の合成と、合成した色素の有用性を見出す」

各学年 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

a) 日程 平成 25 年 11 月 16 日(土)

b) 計画

9:00 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 甲元一也先生他

15:55 終了

c) 内容

8 月 20 日(火)、21 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。午前中は 1 年生、午後は 2 年生が事後学習に取り組んだ。

④ 発表会

a) 日程 平成 25 年 12 月 26 日(木)

b) 計画

12:30 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

17:00 終了

c) 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。

8 研究報告書の提出

2月初旬

9 評価と課題

課題研究の発表会や学校外での発表会において、プレゼンテーションに関して概ね高い評価をいただくようになった。これは 5 年目となる甲南大学との連携により、甲元先生に指導して頂いている結果であると評価している。この取り組みは、低学年から始めることで、より効果があるとの判断から本年度より 1 学年での実施とした。そのねらいは今までと同様に、あらかじめ結果のわかっていることを確かめたり、スキルを上げる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」の体験をさせるというものである。大学や企業における研究とは何かということから、実験の指導、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。来年度も引き続きこの事業が継続して実施されることを切望する。

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、甲南大学フロンティアサイエンス学部生命化学科の村嶋貴之教授、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。

(4) 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25年4月～平成26年1月 毎週木曜日 6校時
研究発表：平成25年9月26日（木）13:05～15:15

4 実施場所

化学実験室、情報教室、本校和魂百年館（発表会）

5 指導者

濵谷 亘、 村田ちえこ、
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40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25年9月26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. Relative Study on Toyooka City Basin and Occurring Disasters
2. Should tomatoes and cucumbers be eaten together ?
3. Designing the perfect paper airplane
4. The Minimum Distance Problem
5. Study of plants ~effects of coffee~
6. Study of the relationship between growth of plants and music
7. Converting Facial Expressions into Digital Data
8. Measuring Toyooka's Gravitational Acceleration
9. Measuring Athletic Ability Through Data Analysis
10. A comparative study of textbooks on mathematics in Japan and the United States

3. 化学法則の検証（10月～1月）

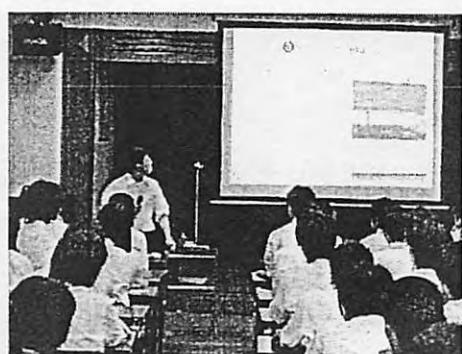
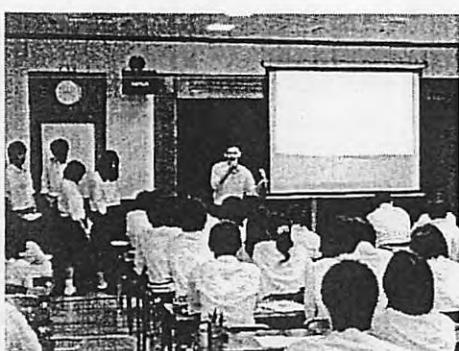
蒸気圧、物質の構造と溶解性、化学平衡、合成高分子化合物のテーマで、探究活動を行った。

8 評価とまとめ

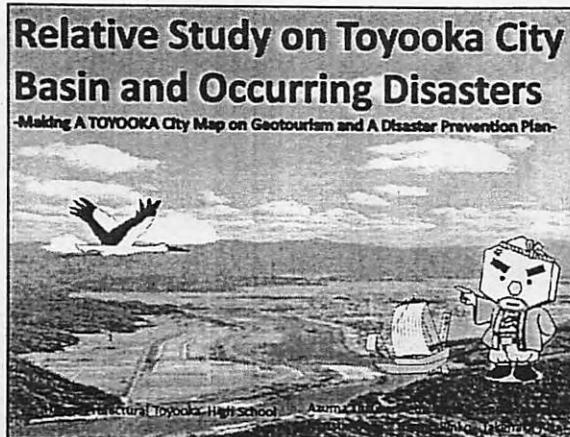
自分たちが研究したことを表す英語の語彙や表現を知ることができた。発表原稿の作成や視覚資料作りなど、準備の段階からALTに協力してもらった。当然、生徒は自分たちの聞きたいことを聞くために英語でやりとりをすることになり、英語のコミュニケーション能力を伸ばす良い機会となった。

また、発表会においては、他グループの発表に対して積極的に質問する姿が見られた。英語でいかに効果的に自分たちの研究をアピールするかはもちろんのこと、意欲的に相手の発表を聞き、積極的に反応する態度が養われたように思う。1, 2年生からも複数質問が出ていたことから、他学年へも良い影響を及ぼしたといえる。

発表会当日は、他校ALTや本校留学生など計7名の外国人参加で行われたことは、本地域にあっては意義深いことである。



Relative Study on Toyooka City Basin and Occurring Disasters



Our purpose

Making Toyooka City more active and maintain this progress

The Geopark's purpose

Our purpose

Let's make『Toyooka City Map on Geotourism and a Disaster Prevention Plan』

By using the map



Map

Sightseeing factor

- Urban district building reconstruction in Toyooka
- Sightseeing area
- Topographical Characteristics

Disaster prevention factor

- Q&A (about disaster prevention)
- The formation of Toyooka Basin
- Picture showing the underground Structure
- History of Toyooka city
- Evacuation sites

Relative Study on Toyooka City Basin and Occurring Disasters

Research

① Toyooka City Fieldwork

② An Investigation on how the Toyooka Basin was formed

- Collected data
- samples Verification

① Fieldwork



According to collected data . . .

Toyooka Basin used
to be the seabed.

Is that true?

Verification

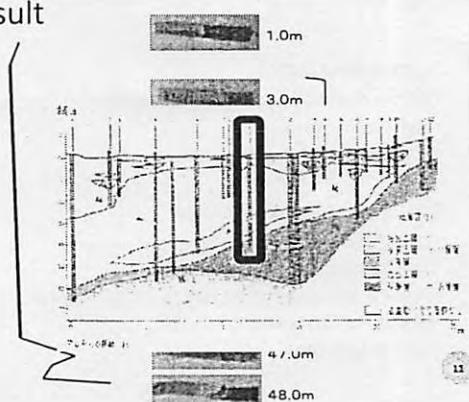
We had Toyooka Basin cores drilled by the staff of Maruyama river National Highway Office, Ministry of Land, Infrastructure and Transport.



1. We added hydrogen peroxide to the sample, checked the pH level and compared the result with the core diagram

2. We studied the sample

Result



2.



Fossil shells of salt
water



Fossil foraminifera

Relative Study on Toyooka City Basin and Occurring Disasters

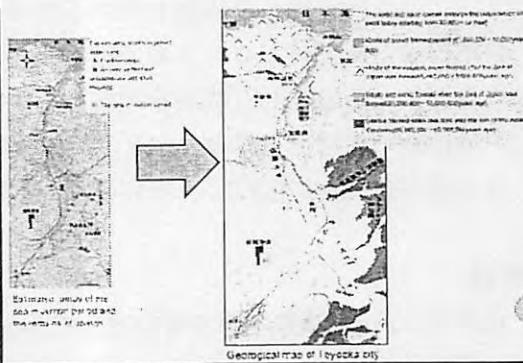
Examination

- The alluvium is of the acidic nature.
- There were marine water shell Fossils present.
- There were sea creatures fossils called "foraminifera" found.



Toyooka Basin used to be a part of the seabed

How did sediments accumulation occur?



Toyooka's disasters of the past

Earthquakes



• Softly structured ground formed underground clay layer

⇒ That cannot sustain earthquake shakes

Flood disasters

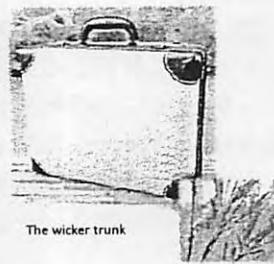


• The Maruyama River has the bottle neck structure near the estuary

• The river has mild gradient

⇒ Sediments are less likely to be discharged and are likely to be accumulated

Blessings of nature



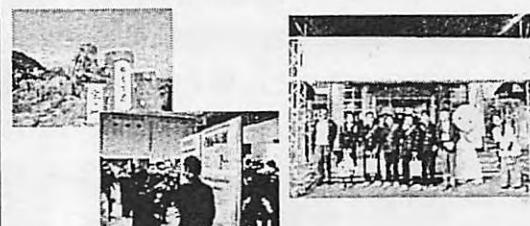
Future prospects

- Setting up completed map so that public facilities can provide it for the public use.
- Use it appropriately for the growth of Toyooka City.

17

The activities on Geopark we participated

- Japan Geopark National Convention in Muroto city
- San'in Kaigan Geopark International Scientific Meeting in Yumura city
- San'in Kaigan Geopark Festival at Tajima Airport



6. 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。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、本校における科学系部活動の活性化を試みた。その結果昨年度は部員が10名にまで増加した。今年度はさらなる部活動の活性化に向けて、内容の充実と部員数の維持拡大を目的として事業を遂行した。

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

- ・部員数は3年生4名が引退したが、新入生が9名入部し、15名に増えた。対前年比150%の成果を得た。
- ・1年生・2年生・3年生そろっての部員構成となった。本校では近年にない成果である。
- ・これにより、継続的な部活動が可能となった。
- ・4名の顧問で生徒の活動を支援できる体制が整った。より手厚く生徒の活動支援ができるようになったことに加えて、顧問が分担して事業を行ったので、情報共有ができた。

4 課題

- ・全員が兼部であり、主とする部活（音楽部・英語研究部・バドミントン部・テニス部・陸上競技部・剣道部）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、継続的な研究を始めるに至らなかった。兼部でない生徒が数名入部し、活動の根幹を形成していくかないと、今後のこれ以上の発展が見込めない。

5 人数

1年生 男子 9名 女子 0名
2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 毎週木曜日放課後

天体観測会準備、実験教室の企画、植物の研究、ロボット研究など

(2) 通常の活動日以外の主な活動

日 時	場 所	主 な 内 容
5月23日	バルーンようか天文館	夜間天体観測
7月12日	バルーンようか天文館	夜間天体観測
8月1・2日	本校仮設校舎理科実験室	オープンハイスクールで 中学生に実験教室
8月2~5日	県立但馬文教府	青少年のための科学の祭典
9月1・2日	本校仮設校舎理科実験室	豊高祭 部展
9月20・21日	県立西はりま天文台	宿泊天体観測
10月25日	バルーンようか天文館	夜間天体観測
※天候不順で中止		
11月9・10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日	バルーンようか天文館	夜間天体観測
※天候不順で中止		
3月7日	バルーンようか天文館	夜間天体観測・ディスカッション
※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くなければならない。生物自然科学部専任で入部する生徒の獲得が望ましいが、今の状況下でいかにバランスを保ちつつ部活動を活性化するかということが最重要課題である。しかしながら、さらなる活動の充実を図るために兼部でない生徒の入部が必須であり、これを解決しないと、昨年度來の懸案事項である小中学校との連携と国際性をはぐくむ活動が推進できない。このことを踏まえつつ、来年度は小中学校と連携した部活動にも挑戦していきたい。

(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 2013

豊岡高校 教諭 中嶋 宏輔

1 数学理科甲子園 2013

日 時 平成 25 年 10 月 26 日 (土)
場 所 甲南大学
参加人数 第 2 学年 男子 5 名 女子 2 名
第 1 学年 男子 1 名
担当者 中嶋 宏輔



2 評価とまとめ

今年度は惜しくも予選敗退してしまったが、この大会を通して見たこともない問題を解く面白さ、科学の奥深さに触れることが出来、より興味が深まった。また、皆で 1 つの問題について考え、話合う楽しさを知ることで、今後の学習活動に対する意欲も湧いたように思える。

②第 24 回日本数学オリンピック

豊岡高校 教諭 道仲 主税

1 第 24 回日本数学オリンピック

日 時 平成 26 年 1 月 13 日 (月)
場 所 瀬中学高等学校
参加人数 第 2 学年 男子 4 名 女子 1 名
担当者 道仲 主税



2 評価とまとめ

今回の大会は平成 26 年 2 月 11 日に行われる本戦への予選大会であった。参加者全員が難問に挑み、A ランク入賞を目指した。結果は 1 名 B ランク入賞 (12 点中 3 点) 4 名 C ランク入賞であり、惜しくも本戦出場とはならなかったが、健闘した。厳謹な雰囲気の中での受験や、超難問へ取り組むことで、受験への意識が高まったように感じる。

7. 国際性の育成＜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。世界ジオパークネットワークとは、2004年に国際連合教育科学文化機関（ユネスコ）の支援により発足し、ジオパークを審査して認証する仕組みが作り上げられた。

アジア地域のネットワーク組織であるAPGN（アジア・パシフィック・ジオパーク・ネットワーク）が開催する済州島シンポジウムにおける、本校課題研究で取り組んでいる「豊岡盆地形成と災害との関係についての研究」の発表は、参加した生徒の英語によるコミュニケーション能力を高めることができ、質疑応答をすることで、「討議できる英語力」を育むことができる。また、世界の著名な学者や環境専門家による講演やパネルディスカッションに参加することにより、世界各地域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なり、サイエンスをベースとした地域づくりに貢献することができる。

2 実施日時

平成25年9月8日（日）～9月11日（水）

3 研修実施場所

韓国 济州島

4 対象生徒・人数

第2学年：理数科男子4名 女子3名

第3学年：理数科女子2名

計9名

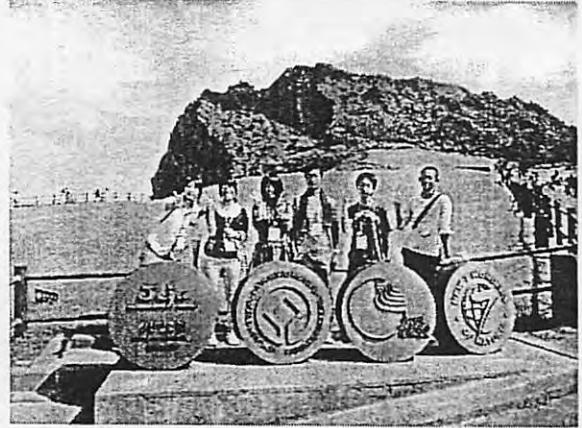
5 本校担当者

三木 亮（教諭）

6 海外研修

月日	地名	現地時間	実施内容
9/8 (日)	学校発 ホテル着	16:30 19:30	バスにて関西空港近郊のホテルへ
9/9 (月)	関西空港発 チエジュ空港着	9:00 10:50 午後	空路、チエジュ空港へ 宿泊ホテルへ (Jeju KAL Hotel) 基調講演 セッション

9/10 (火)	チエジュ島	終日	フィールドワーク（野外踏査） 城山日出峰、万丈窟など
9/11 (水)	チエジュ空港発 関西空港着 学校着	午前 午後 19:30 20:55 23:50	ポスターセッション（会場 Jeju KAL Hotel） スペシャルレクチャー スペシャルセッション 空路、関西国際空港へ バスにて学校へ 豊岡高校着、解散



7まとめ、評価

今回の海外研修は、アジア地域のネットワーク組織であるAPGN（アジア・パシフィック・ジオパーク・ネットワーク）が開催する済州島シンポジウムに参加することであったが、本校課題研究に取り組んでいる3年生2名、2年生7名が「豊岡盆地形成と災害との関係についての研究」のポスター発表を行った。このような場で高校生が発表するのは世界初だということで、豊岡高校のポスターの周りには多くの外国の研究者やジオパークの関係者が集まった。一部通訳の方の助けを借りる場面もあったが、懸命に英語での発表、質疑への応答をやり遂げた。参加者からは一様に高い評価を得、研究やポスターの書き方へのアドバイスをもらうこともできた。その他、シンポジウムの聴講、世界ジオパークに認定されている済州島の東部地域の野外踏査、などを終え、帰国の途についた。飛行機でわずか1時間半、時差もない済州島だったが、そこは日本とは文化や習慣、言語、自然などが異なるまさに外国であった。今回のシンポジウムへ参加していたのは、英語を母国語としない韓国、中国、東南アジアの方々がほとんどであった。しかし、それらの人々が堂々と英語でコミュニケーションをする態度に、あらためて英語は単に米英などの国の言語ではなく、国際公用語であることに気づき、さらに英語の勉強を深めて、世界中の人々と臆することなく積極的にコミュニケーションをとる必要があることに気づかされた。世界の著名な学者や環境専門家による講演やパネルディスカッションに参加することにより、世界各地域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なり、サイエンスをベースとした地域づくりにも貢献することができた、実り多い研修となつた。

第3章 関係資料

1. SSH活動アンケート

5月アンケート1年全員に対して実施

1年普通科男子70名女子87名計157名、理数科男子25名女子14名計39名

番号	設問	普通科			理数科		
		全体	男子	女子	全体	男子	女子
1	科学技術への興味・関心がありますか	2.40	2.08	2.72	1.69	1.60	1.85
2	数学への興味・関心がありますか	2.47	2.33	2.61	1.57	1.52	1.64
3	新聞や雑誌で科学に関する記事を読むことがありますか	2.91	2.78	3.04	1.95	2.20	2.36
4	コウノトリについて興味がありますか	2.73	2.62	2.84	2.24	2.36	2.29
5	ジオパークについて興味がありますか	2.95	2.89	3.01	2.02	2.64	2.33
6	自然現象・科学技術などで面白いと思うことがありますか	2.07	1.93	2.21	1.38	1.32	1.50
7	自然現象や科学技術に関連したことで、なぜそのようなことが起きるかのか考えることがありますか	2.61	2.45	2.83	1.79	2.00	2.29
8	数学の定理や公式などの、証明は、面白いと思いますか	2.71	2.53	2.82	2.15	2.20	2.09
9	数学の1つの問題にじっくり取り組んだことがありますか	2.89	2.91	2.86	2.05	2.32	2.71
10	理科に出てくる原理・理論は面白いですか	2.51	2.38	2.62	1.72	1.64	1.85
11	理科の実験は面白いですか	1.73	1.66	1.79	1.18	1.28	1.00
12	あなたが小・中・高校を通じて、今までにおこなった理科の実験の意味が理解できていますか	2.07	2.05	2.06	1.85	1.84	1.86
13	理科や数学を学ぶことは、受験に關係なく重要だと思いますか	2.01	2.02	2.04	1.25	1.40	1.28
14	科学者や研究者になりたいですか	3.19	3.11	3.34	1.96	1.96	2.22
15	日本が、科学技術の分野で世界のトップになることについて、どう思いますか	1.60	1.59	1.59	1.24	1.28	1.14
		人数	157	70	87	39	25
		人数					14

5月アンケート 2年全員に対して実施

普通科文系クラス男子22名女子55名、理系を中心とするクラス男子36名女子40名、理数科男子22名女子17名

番号	設問	普通科文系			普通科理系			理数科		
		全体	男子	女子	全体	男子	女子	全体	男子	女子
1	科学技術への興味・関心がありますか	3.13	2.77	3.30	2.19	1.86	2.49	1.93	1.78	2.04
2	数学への興味・関心がありますか	3.07	2.96	3.13	2.09	1.77	2.39	2.05	1.96	2.19
3	新聞や雑誌で科学に関する記事を読むことがありますか	3.20	2.77	3.36	3.00	2.59	3.37	2.87	2.76	3.05
4	コウノトリについて興味がありますか	2.83	2.37	3.01	2.94	2.91	2.96	2.57	2.68	2.47
5	ジオパークについて興味がありますか	3.08	2.59	3.24	3.06	3.02	3.08	2.58	2.77	2.38
6	自然現象・科学技術などで面白いと思うことがありますか	2.43	2.25	2.50	1.96	1.82	2.07	1.62	1.59	1.65
7	自然現象や科学技術に関連したことで、なぜそのようなことが起きるかのか考えることがありますか	2.95	2.64	3.08	2.60	2.29	2.87	2.41	2.20	2.73
8	数学の定理や公式などの、証明は、面白いと思いますか	3.25	3.08	3.34	2.48	2.17	2.80	2.73	2.49	2.97
9	数学の1つの問題にじっくり取り組んだことがありますか	3.25	3.22	3.24	3.03	2.85	3.20	3.05	2.90	3.23
10	理科に出てくる原理・理論は面白いですか	3.05	2.81	3.11	2.18	1.92	2.36	2.09	2.09	2.06
11	理科の実験は面白いですか	2.42	2.27	2.48	1.84	1.84	1.85	1.65	1.85	1.41
12	あなたが小・中・高校を通じて、今までにおこなった理科の実験の意味が理解できていますか	2.20	2.22	2.20	1.92	1.89	1.92	2.05	2.05	2.06
13	理科や数学を学ぶことは、受験に關係なく重要だと思いますか	2.39	2.28	2.44	1.79	1.69	1.90	2.06	2.07	2.05
14	科学者や研究者になりたいですか	3.74	3.47	3.85	3.04	2.91	3.18	2.41	2.28	2.59
15	日本が、科学技術の分野で世界のトップになることについて、どう思いますか	1.78	1.96	1.68	1.58	1.46	1.74	1.78	1.75	1.83
		人数	77	22	55	76	36	40	39	22
		人数								17

地域巡検(7月17日(水)実施) 参加者1年生全員

1.できた 2.だいたいできた 3.あまりできなかつた 4.できなかつた

質問項目

下枠は回答の平均値

質問項目	理数科			普通科		
	全員	男	女	全員	男	女
(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。	1.74	1.84	1.57	1.84	1.94	1.76
b 事前に企業のことを調べましたか。	2.00	2.08	1.86	2.08	2.12	2.04
(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。	2.33	2.28	2.43	2.20	2.14	2.25
(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。	1.77	1.92	1.50	1.84	1.97	1.74
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。	1.97	1.96	2.00	2.06	2.13	1.98
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。	1.92	2.00	1.79	1.94	2.01	1.89
(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。	2.00	1.92	2.14	2.18	2.14	2.20
b発表や説明に対して、質問などをすることができますか。	2.13	1.84	2.64	2.34	2.23	2.39
A. 説明を聞くことや実習を、真面目に熱心にしましたか。	1.41	1.56	1.14	1.39	1.55	1.27
B. 説明の理解や実習ができましたか。	1.56	1.64	1.43	1.56	1.59	1.54
人数	39	25	14	158	69	89

算数教室サポーター(7月22日(月)から24日(水)実施)

参加者男子6名女子13名、有効回答数18

1.できた 2.だいたいできた 3.あまりできなかつた 4.できなかつた

		全体	男	女
3a	自分の役割・仕事をどうするか把握できていましたか。	1.41	1.40	1.42
3b	器具や道具、ソフトを使ったりあるいは黒板の板書などが出来ましたか	2.82	2.00	3.13
5a	積極的にコミュニケーションが取れましたか。	1.56	1.60	1.54
5b	状況に応じて適切な対応がとれましたか。	1.78	2.00	1.69
6a	発表に必要な資料などを整理して作れましたか。	2.70	2.00	3.00
6b	資料を基に分かり易く効果的な説明が出来ましたか。	2.00	1.67	2.08
8a	質問に対して筋道を立てて、分かり易く答えることが出来ましたか。	1.82	1.60	1.92
8b	予期せぬ質問に対して冷静に対応することができましたか。	1.81	1.75	1.83

とことんトーキング

8月17日(土)実施、1, 2年男子9名女子9名参加

1できた 2だいたいできた 3あまりできなかつた 4できなかつた

		全体	男	女
1a	発想力を鍛えられましたか。	1.72	1.44	2.00
1b	トークした分野で何が既知で、何が未知であることが分かりましたか。	1.50	1.33	1.67
5a	積極的なコミュニケーションがとれましたか。	2.11	2.44	1.78
5b	状況に応じて適切な対応がとれましたか。	2.41	2.50	2.33
7a	質問すべき事項を的確に整理できましたか。	2.44	2.33	2.56
7b	積極的に質問することができましたか。	2.89	2.89	2.89
8a	議論において自分なりに論点が整理できましたか	2.11	2.22	2.00

課題研究Ⅲ発表会(9月26日(木)実施)アンケート結果

参加生徒1, 2, 3年理数科全員、発表3年理数科

質問事項	人数	3年			2年			1年			
		男	女	全	男	女	全	男	女	全	
1a この発表会において未知のことが、既知になったことがありますか。	23	13	36	22	17	39	24	14	38	2.00	
1b この発表会で、発表の内容に興味を持てるものがありましたか。	2.04	2.08	2.06	2.41	2.47	2.44	1.92	2.14	2.00		
3a この発表会が今後あなたが発表する立場になるときの参考になりましたか。				2.05	1.76	1.92	1.58	1.43	1.53		
4a 課題研究の内容を英語でわかりやすくまとめることが出来ましたか。	3a	この発表会が今後あなたが発表する立場になるときの参考になりましたか。	2.13	2.00	2.08	1.41	1.29	1.36	1.33	1.14	1.26
5a 課題研究の班の中でコミュニケーションがとれましたか。	2.43	1.62	1.72								
6a 発表に必要な資料を整理して作ることができましたか	2.43	2.08	2.31								
7a 発表会において、発表への質問を自分の頭の中で英語で考えることできましたか。	2.48	2.62	2.53	2.95	2.88	2.92	3.13	3.14	3.13		
7b 発表会で質問でがきましたか。	3.09	3.62	3.28	3.86	4.00	3.92	3.88	4.00	3.92		
8a 発表の内容を理解できましたか。	2.43	2.38	2.42	2.73	2.65	2.69	3.00	2.79	2.92		
8b 発表や質問の内容を聞き取れましたか	2.39	2.08	2.28	2.64	2.53	2.59	3.04	2.79	2.95		

甲南大研修会発表会アンケート(12月26日(月)実施)

理数科1, 2年生全員参加

1できた 2だいたいできた 3あまりできなかつた 4できなかつた

		1年		2年		
		全員	男子	女子	全員	男子
1a	発想力が鍛えられましたか	1.61	1.46	1.86	1.79	1.82
1b	研修で学んだ分野で何が既知で、何が未知であるかが分かりましたか。	1.66	1.58	1.79	1.79	1.82
2a	試行錯誤を繰り返し、粘り強く続けましたか	1.89	1.83	2.00	1.76	1.77
2b	研修で問題解決にあたり、その手順や計画を考えることができましたか	2.08	1.96	2.29	1.74	1.73
3a	研修で対処する問題の分析が出来ましたか	2.08	2.13	2.00	1.84	1.82
3b	研修で機器や道具を使いこなせましたか	1.73	1.92	1.38	1.87	1.86
4a	説明や研修の内容をわかりやすくまとめることが出来ましたか	2.08	2.17	1.93	1.87	1.82
4b	事前に研修の内容を調べましたか	2.87	2.67	3.21	2.63	2.55
5a	大学・研究所の人と積極的なコミュニケーションがとれましたか	1.92	1.96	1.83	2.18	2.18
6a	発表に必要な資料を整理して作ることができましたか	2.11	2.00	2.29	1.92	1.86
6b	資料を基に分かり易く効果的な説明ができましたか	2.16	2.17	2.14	2.21	2.23
7a	説明や発表を聴いて疑問点を整理できましたか	2.21	2.08	2.43	2.11	2.23
7b	質問することができましたか	3.53	3.25	4.00	3.13	3.14
		3.13				

課題研究校内発表会(発表2年5H)2月8日(土)実施

参加生徒1, 2年理数科全員、アンケート2年理数科男子19名 女子15名 計34名

設問番号	設問	全員	男子	女子
1a	発想力が鍛えられましたか。	1.58	1.58	1.57
1b	課題研究で学んだ分野で何が既知で、何が未知であるかが分かりましたか。	1.71	1.74	1.67
2a	試行錯誤を繰り返し、粘り強く続けましたか。	1.50	1.37	1.67
2b	課題研究で問題解決にあたり、その手順や計画を考えることができましたか	1.59	1.63	1.53
3a	課題研究で対処する問題の分析が出来ましたか。	1.65	1.74	1.53
3b	課題研究で機器や道具を使いこなせましたか。	1.65	1.79	1.47
4a	課題研究の内容をわかりやすくまとめることが出来ましたか。	1.82	1.79	1.87
4b	課題研究のテーマの内容を自分で調べましたか。	1.59	1.68	1.47
5a	課題研究の班の中でコミュニケーションがとれましたか。	1.41	1.26	1.60
6a	発表に必要な資料を整理して作ることができましたか	1.47	1.47	1.47
6b	資料を基に分かり易く効果的な説明ができましたか。	1.91	1.84	2.00
7a	発表会において、疑問点を自分の中で整理できましたか。	1.76	1.79	1.73
7b	発表会で質問できましたか。	3.18	2.95	3.47
8a	課題研究で議論があったとき、論点を整理することができましたか。	2.06	1.84	2.33
8b	課題研究において十分な議論が行えましたか。	2.03	1.79	2.36

クロスオーバープログラム(12月18日1, 2, 3校時)1年5H

科学の光と陰 ~代理母の現状と課題について考える~

理数科1年5H男子24名、女子14名

1できた 2だいたいできた 3あまりできなかつた 4できなかつた の回答平均を表示する

番号	質問内容	全員	男子	女子
1a	授業で学んだ内容で何が既知で、何が未知であるかが分かりましたか	1.61	1.58	1.64
1b	3時間の授業を通して新しいものの見方、考え方ができましたか。	1.79	1.88	1.64
1c	ディスカッションを通して「代理母」についての新しい知識、捉え方を得ることができましたか。	1.74	1.88	1.50
3a	問題を多様な側面から捉えることができましたか。	1.82	1.88	1.71
3b	ディスカッションで、様々な課題を想像しながら、自分の意見を構成することができますか。	2.16	2.00	2.43
5a	「ディスカッション」では積極的に意見を発言できましたか。	2.47	2.33	2.71
5b	「ディスカッション」では日本語で他の班員と積極的なコミュニケーションがとれましたか。	1.84	1.75	2.00
5c	「ディスカッション」では英語で他の班員と積極的なコミュニケーションがとれましたか。	3.24	3.00	3.69
7a	授業を聴いて疑問点を整理できましたか。	2.16	2.00	2.43
7b	授業を聴いて質問事項を考えましたか。	2.58	2.42	2.86
7c	授業の後、質問できましたか。	3.53	3.29	3.93
A	1・2校時の授業の内容が理解できましたか。	1.68	1.75	1.57
B	1・2校時の授業の内容を自分なりに考えてみましたか。	1.87	2.00	1.64
C	今日の授業全般に真面目に熱心に取り組みましたか。	1.68	1.79	1.50

課題研究本発表会(2月18日(火)実施)

参加生徒2年理数科、普通科理系1年理数科の全員

発表者2年理数科

1できた 2だいたいできた 3あまりできなかつた 4できなかつた

1分かった 2だいたい分かった 3あまり分からなかつた 4分からなかつた

有効回答数

設問番号	設問	2年5H(理数科)			2年34H(理系)			1年5H(理数科)			2年5H(理数科)			2年34H(理系)			1年5H(理数科)		
		全員	男子	女子	全員	男子	女子	全員	男子	女子	全員	男子	女子	全員	男子	女子	全員	男子	女子
1a	発想力が鍛えられましたか。	1.68	1.73	1.60	2.15	2.27	2.05	1.86	1.76	2.14	37	22	15	34	15	19	28	21	7
1b	課題研究で学んだ分野で何が既知で、何が未知であるかが分かりましたか。	1.57	1.59	1.53	2.37	2.00	2.61	1.89	1.93	1.75	37	22	15	30	12	18	19	15	4
2a	試行錯誤を繰り返し、粘り強く続けましたか。	1.39	1.55	1.14	2.75	3.00	2.67	2.00	2.00		36	22	14	4	1	3	1	1	
2b	課題研究で問題解決にあたり、その手順や計画を考えることができましたか。	1.47	1.59	1.29	2.00	3.00	1.00	2.00	2.00		36	22	14	2	1	1	1	1	
3a	課題研究で対処する問題の分析が出来ましたか。	1.44	1.59	1.21	2.50	3.00	2.00	2.00	2.00		36	22	14	2	1	1	1	1	
3b	課題研究で機器や道具を使いこなせましたか。	1.44	1.50	1.36							36	22	14						
4a	課題研究の内容をわかりやすくまとめることが出来ましたか。	1.50	1.59	1.36							36	22	14						
4b	課題研究のテーマの内容を自分で調べましたか。	1.75	1.82	1.64							36	22	14				2	2	
5a	課題研究の班の中でコミュニケーションがとれましたか。	1.31	1.32	1.29							36	22	14						
6a	発表に必要な資料を整理して作ることができましたか。	1.38	1.50	1.21							34	20	14						
6b	資料を基に分かり易く効果的な説明ができましたか。	1.69	1.83	1.50							32	18	14						
7a	発表会において、疑問点を自己の中で整理できましたか。	1.71	1.91	1.40	2.64	2.55	2.74	2.11	2.09	2.15	38	23	15	39	20	19	35	22	13
7b	発表会で質問できましたか。	3.53	3.48	3.60	3.98	4.00	3.95	3.68	3.50	4.00	38	23	15	43	21	22	37	24	13
8a	課題研究で議論があったとき、論点を整理することができましたか。	1.76	1.83	1.67	2.52	2.29	2.82	2.32	2.29	2.38	38	23	15	25	14	11	25	17	8
8b	課題研究において十分な議論が行えましたか。	1.82	1.78	1.87	3.32	3.10	3.60	3.00	2.81	3.60	38	23	15	22	10	10	21	16	5

2. S S H運営指導委員会 記録

<運営指導委員>

兵庫教育大学大学院 特任教授 廣岡 徹 様
大阪大学 名誉教授 畑田耕一 様
関西学院大学 名譽教授 河盛阿佐子 様
甲南大学 准教授 甲元一也 様
県教育委員会 主任指導主事 大角謙二 様

<本校職員>

校長 原 潤之輔 教頭 宮本純也
教諭 三木 亮、浦川光生、倉田晴美、中西純一郎、
西垣直人、五十嵐久人、岡本哲也、澁谷 亘

< J S T (科学技術振興機構) >

主任調査員 塩澤幸雄 様

<第1回>平成25年6月5日(水) 達徳会館 13:00~15:00

○「クロスオーバープログラム」について

- ・保健体育、国語、地歴・公民だけでなく化学や物理など理科もその中に入れた方がよいのではないか。

○「サイエンスディスカバリー・地域巡検」について

- ・1班をさらに3グループに分けてポスターを作成された方が、「聞く」大切さがわかるのではないか。
- ・小中学校でのインターンシップと明確に異なることをポスター発表などで提示する必要がある。

○「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

- ・先輩から現役生といった、上から下へだけではなく、下から上への授業を展開してみてはどうか。

○「サイエンスリサーチ(課題研究)Ⅲ」について

- ・ポスターの最初の方に全体の要約を記載しておくと、質問されることによる発表の中斷が少なくなる。
- ・英語によるポスターセッションは、英語での質疑応答の準備を入念に行っておくべきである。

○国際性の育成について

- ・討議できる英語力が必要。日→英、英→日どちらの能力も必要になる。英語を学ぶことで日本語がどれだけ非論理的な言語かが分かるし、英語がどれだけ論理的な言語かが分かる。
- ・兵庫教育大学の国際交流センターの留学生を利用してはどうか。特にアジアからの留学生は母国語以外の世界共通語として英語を使用しているので、学べる点が多い。
- ・海外での発表ではディベート能力が必要。質問にははっきりと YesかNoで端的に答えなければならない。日本語でディベートできなければ、英語でもディベートできない。
- ・英語による理科の実験授業などは、日本語と英語の両方のプリントを準備し、日本語の話せる人に英語で授業をしてもらう方が効果的である。

○評価と検証について

- ・データを集めた後の正しい統計処理が必要である。統計の専門家も学校に必要である。
- ・誤った統計処理を行い、誤った調査結果を発表してはいけない。
- ・生徒の変容だけでなく、教員側が設定した目標と生徒の到達度の対応を評価としてみてはどうか。
- ・生徒による評価は何年、何十年という長い期間で行う必要がある。同窓会を活用するなど卒業生などにも積極的にアンケートをおこない「S S H事業が後の人生に役立ったか」などの追跡調査も必要だ。
- ・すべての生徒でなく、5%の生徒でも良い影響がでればS S H事業は成功といえるのではないか。
- ・個々の事業評価とS S H全体の評価の2つが必要である。

○S S H事業全体について

- ・内容が盛りだくさんだが、教師に過度な負担はかかるないように。
- ・授業の指導案やデータをペーパーで残すことは大切だが、先生方の負担が多くなるのも事実である。
- ・豊岡盆地形成の過程と災害との関連性や、円山川の氾濫についての詳細を調査してきたことをDVDや冊子にまとめ、近隣の小中学校に郷土学習の教材として配布すれば、このS S H事業の成果を地域に還元することができると思う。

○本日の「課題研究発表会」について

- ・多くのSSH指定校があるなかで、JSTが求めていることを踏まえた高レベルの発表であった。
- ・発表会がセレモニーで終わる学校もあるので、生徒の質疑だけに制限する試みがあつても良かった。
- ・学年を越えて刺激し合っている姿を感じ、SSHを通じて互いに理解を深めている様子に感心した。
- ・但馬の理数教育を牽引している発表内容であった。

○「課題研究」の効果について

- ・学力を伸ばす源は、課題研究への取組みであるという研究結果が報告されている。
- ・失敗から学ぶことが多い。そのためには、互いの失敗を笑うような雰囲気では成立しない。
- ・生徒が互いに信頼関係を醸成できるような学校行事やHR活動へ抜本的に見直すことが、失敗を恐れない課題研究の効果を上げるために必要ではないか。
- ・最初は校内の生活など身近な題材のプレゼンから入っていくのもよい。
- ・課題研究に直接的ではないことが生徒の成長につながる。
- ・入学後、すぐに生徒が団結を高め、相互理解を深める取組みを増やすことで、課題研究も充実するのではないか。
- ・中学校でも、力を持った生徒たちをより伸ばし、生かす必要性を感じた。本日の内容を中学校内でも報告し、今後そうした取り組みを検討していきたい。

○クロスオーバープログラムについて

- ・今後、教材の具体化の必要性がある。

○事業実施内容について

- ・理数系の教師だけにとどまらない活動が今後の課題になる。
- ・SSHは、生徒だけでなく教師の職能成長に寄与している。
- ・今後、他校へ異動しても豊岡高校のSSHで培った力を派生させていくことが重要になる。

○海外研修について

- ・受け身のサイエンスツアーであってはならない。

○評価について

- ・アンケート中心の評価はやめてほしい。
- ・論理的思考力やグループ内での取り組み方などへの評価は、これまで数値化できなかった。しかし、ループリック評価などを取り入れて数値化する取り組みをしている学校がある。石川県の七尾高校などの試みは先進的である。
- ・破綻しない評価法を作成するのは困難であるが、このままでは評価のガラパゴス化が起こることが懸念される。
- ・学校側が求める像を明確にしていくことが、客観的評価につながる。
- ・膳所高校のパフォーマンス評価を参考にするべき。
- ・評価と検証の重要性を看過せず、これまでの活動のまとめをおこなうべきである。

○中間ヒヤリングに向けて

- ・学校側のJSTへのプレゼン内容の向上が求められる。
- ・甲南大研修という表現ではなく、自らやっているという表現に変えたほうがよい。
- ・1年生で探究的課題研究を実施するには生徒の負担が大きく、制限的課題研究を“プレ課題研究”として実施することは意義がある。
- ・理数科だけでなく、普通科生徒の参加できる学校全体のプログラムの作成が必要である。
- ・現在実施している内容で、中間ヒヤリングには十分対応できるが、内容を整理し直す必要がある。
- ・事業別の内容構成ではなく、「育成すべき流れ」を考慮し、実施内容を構成すべきである。

3. 平成25年度実施教育課程

平成25年4月1日

兵庫県立豊岡高等学校

普通科

		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
1年	普通	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	LHR									
		現代文	古典																														

*芸術 II: 音楽 II, 美術 II, 書道 II

		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		古典			世界史B 日本史B より1つ		数学 II			数学B 芸術 II より1つ	化学基礎		体育	保健	英語 II		ライティング		情報C	総合学習	LHR										
	理系	現代文		古典	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	英語 II		ライティング		情報C	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

*化学基礎を履修した後、化学を履修する

*物理・化学・生物は2、3年の継続履修

		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 仮名の書	フードデザイン 日本史講座	音楽理論 ビジュアルデザイン 英語 II		生物 I 情報と表現 より1つ		体育		リーディング		ライティング	総合学習	LHR											
	理系	現代文		古典	世界史A	日本史B 地理B より1つ		数学 III 数学 II より1つ		数学 C 数学 B より1つ	物理 II 生物 II より1つ			化学 II	体育	リーディング	ライティング	総合学習	LHR															

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	アドバイストサイエンス										
2年		現代文	古典	日本史B 地理B より1つ		理数数学 II	理数数学 特論	理数物理	理数化学	理数生物	体育	保健	英語 II	ライティング	課題研究	LHR	アドバイストサイエンス																		
3年		現代文	古典	世界史A	地理B	理数数学 II	理数数学 探究	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																				