

平成16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

第2年次

平成18年3月

石川県立七尾高等学校

〒926-0817 石川県七尾市西藤橋町エ1-1

TEL 0767-52-3187

FAX 0767-52-6101

は じ め に

七尾高等学校が文部科学省からスーパーサイエンスハイスクール（SSH）の指定を受けて2年目の取り組み事業を終えようとしております。

本校は1999年に石川県第3中学校でスタートし、創立106年目を迎えております。能登半島の入り口に位置する県内有数の伝統校であります。昭和43年に理数科を設置し、特色ある学校づくりを推進して参りました。

昨年度指定を受けて「七尾SSH推進委員会」を設け、推進委員長をリーダーに企画・高大連携部、教育課程開発部、七高アカデミア部、課外研修開発部、広報・記録部、校内評価部、経理部を立ち上げ委員会が機能するよう取り組んで参りました。

1年次は学校設定科目「フロンティアサイエンスⅠ」で、能登の自然環境を活かしたフィールドワークや大学・研究機関での体験学習を多く取り入れて自然を見る眼や科学的な視野を養い、第一線の研究者による講座や実験・実習を通して最先端や先進的な科学分野までを学習することにより、科学に対する興味関心を高め、幅広い知識の習得と豊富な科学的情報から得られた体験を発表する能力を養うことを目標として取り組みました。

2年次は「フロンティアサイエンスⅡ」で「海洋・生命」、「天文・地球」、「数理・情報」分野を柱として、大学や専門機関の指導を得ながら、より高度な実験技術・手法やデータ収集・分析を体験的に学習することで、より実験技能の向上を図ることや情報メディアの活用により情報処理や数理的思考力を高めることを目標に取り組みました。

体験活動では昨年度は佐渡島沖2泊3日の「日本海海洋調査実習」で多くの貴重な体験をし、本年度は8月2日～5日、「アストロコスモサイエンスツアー」を実施しました。初日は野辺山国立天文台で宇宙電波観測や太陽電波観測を学び、2日目は日本科学未来館で「地球環境とフロンティア」、「技術革新と未来」、「情報科学技術の社会」、「生命の科学と人間」コーナーでのグループ学習。3日目は種子島宇宙センターで「宇宙開発の現状」とJAXA（宇宙航空研究開発機構）のロケット開発の歴史や気象衛星「ひまわり」等々、現地での体験学習は大きな成果があったと確信しております。

この2年間、SSH推進委員会で最も重要視したのは、事前のリサーチ・事後のレポート報告など事前・事後の学習活動の指導であり、力を注いで参りました。

最後になりましたがこの事業を推進するに当たり、金沢大学教授笹山雄一先生はじめ多くの大学教授の先生方、県内外の関係研究機関に絶大なご協力・ご指導をいただきましたことに深く感謝するところでございます。

七尾高等学校は隣接していた公立能登総合病院跡地に新校舎を建設中でありましたが、平成18年2月中旬に新校舎に移転を致しました。

この先新校舎でも更にSSH研究開発事業を推進して参りたいと考えております。

平成18年3月

石川県立七尾高等学校長 三浦 光雄

I. 研究開発の概要

1. 本校の概要

- (1) 学校名 いしかわけんりつななおこうとうがっこう 石川県立七尾高等学校
校長名 三浦 光雄
- (2) 所在地 石川県七尾市西藤橋町エ1の1
電話番号 0767-52-3187
FAX番号 0767-52-6101
- (3) 課程・学科・学年別の生徒数、学級数及び教職員数

① 課程・学科・学年別、生徒数、学級数

課 程	学 科	第1学年		第2学年		第3学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全日制	普通科 (理系)	202	5	203 (82)	5 (2)	197 (78)	5 (2)	602 (160)	15 (4)
	理数科	37	1	37	1	40	1	114	3
計		239	6	240	6	237	6	716	18

内 () は普通科理系

② 教職員数

校長	教頭	教諭	養護教諭	非常勤講師	実習助手	ALT	事務職員	司書	その他	計
1	2	42	1	3	1	1	4	1	3	59

2. 研究開発課題

行動力・実践力を持った科学技術系人材の育成を目指すため、科学に対する興味・関心を喚起し、論理的思考力や創造性・独創性を高め、発表や討論する能力を身に付ける教育課程や指導法及び高大連携の研究開発

3. 研究のねらい

現代の科学技術の進歩には目覚ましいものがある。日本の社会は多くの科学技術によって支えられている。将来にわたり日本が科学技術立国として繁栄していくためには有為な人材を育成していく必要がある。本校理数科の生徒を対象として、科学を紐解き、科学への体験を深めた指導により科学へ強い興味・関心をもった生徒を育成する。現象を捉え論理的に思考する取り組みにより科学の発展に必要な創造性・独創性を高めた生徒を育成する。さらに将来、研究者として研究内容を発表し討論する能力を育成する。このための指導法や高大連携のあり方などを次のように設定し研究する。

4. 研究の概要

生徒が自主的に活動し、積極的な学習活動を展開するために、先端科学分野での体験学習を系統的に実施し、海洋科学や天文学などの身近な教育的資源を活用した教育課程、指導法、支援体制の研究開発を行う。

(1) 先端科学分野での体験活動を重視し、身近な教育的資源を活用した教育課程、指導法の研究開発

先端科学分野の実験・実習を取り入れた学校設定科目「フロンティアサイエンス」の開設、海洋実習船での海洋調査実習、宇宙科学関係の研究所での体験実習、理科4分野の履修、習熟度別少人数授業や大学教授と本校教諭とのチームティーチング。

(2) 論理的思考力や創造性・独創性を高める支援体制の研究開発

総合的な学習の時間を活用した課題探求活動及び発表能力の育成、科学系部活動の活性化

(3) 発表や討論する能力を身につける教育課程、支援体制の研究開発

人間と科学について総合的に学ぶ学校設定科目「人間環境」の開設、生徒の自主的研究成果を基にしたシンポジウムの開催、科学コンクール等への積極的な応募

5. 研究開発の実施規模

- (1) 理数科 1, 2, 3 学年、各 1 クラスを対象に実施する。
 (2) 部活動は、全学年で理数系能力と興味・関心の高い生徒を対象にする。

6. 研究の内容・方法・評価

(1) 研究内容等

- ① 先端科学分野での体験活動を重視し、身近な教育的資源を活用した教育課程、指導法の研究開発

項 目	内 容	手段・方法
	期待される成果	検 証 方 法
学校設定科目 「フロンティアサイエンスⅠ」 の開設 (1 年次前期金曜日 6, 7 限)	・ フィールドワークによる先端科学の分野 及び研究方法の理解 ・ 観察・実験技術の習得及び機器の活用 ・ 科学に対する興味・関心の育成 ・ 幅広い知識の習得 ・ 事象を科学的に捉える能力	・ 本校での事前学習後、大学等において 観察、実験や実習を行う ・ 大学教授等による講義 ・ レポート提出、アンケート
「海洋調査実習」の実施 (1 年次 7 月実施)	・ 海洋調査の方法の習得等 ・ 情報収集能力の育成 ・ 課題発見能力の育成 ・ 科学的自然観の育成	・ 海洋実習船による調査及び観測の実習 ・ 研究員による講義及び指導 ・ レポート提出、アンケート
「アストロ・コスモサイエンスツアー」の実施 (2 年次 8 月 3 泊 4 日)	・ 先端科学の全体像把握 ・ 課題発見能力の育成 ・ 問題解決能力の育成	・ 先端科学施設の見学 ・ 施設における実験・実習、探究活動 ・ レポート提出、アンケート
理数理科 4 分野(物理・化学・生物・地学)の履修	・ 各分野における確実な理解と学校設定科目等への応用 ・ 科学全体を広く捉える素養の育成	・ 4 分野の関連性を活かすカリキュラムの編成 ・ 先端科学の取込 ・ 客観テスト、レポート提出
習熟度別少人数授業の実施	・ 生徒の興味・関心や能力・適性に応じた授業の展開 ・ 学校設定科目、理数科目及び英語に導入 ・ 個に応じた学力の育成	・ 生徒の興味・関心や能力・適性に応じたクラス編成 ・ 習熟度に応じた指導法の開発 ・ 客観テスト
科学者による特別講演	・ 特別講義や講演 ・ 生徒とのディスカッション ・ 研究の姿勢や面白さを知る	・ 全校生徒対象 ・ 事前指導 ・ 感想文提出
大学等における研究	・ 大学や研究機関等での研究 ・ 研究テーマの発展的探求 ・ 自己の進路を考える	・ 事前指導 ・ 希望者対象 ・ アンケート実施

- ② 論理的思考力や創造性・独創性を高める支援体制の研究開発

項 目	内 容	手段・方法
	期待される成果	検 証 方 法
学校設定科目 「フロンティアサイエンスⅡ」 の開設 (2 年次金曜日 6, 7 限)	・ 高度な実験技術の習得及びデータの収集 ・ 分析の活用能力の向上 ・ 課題探求活動 ・ 実験機材操作の上達、技能向上 ・ 情報処理、数理的処理の上達	・ 本校や大学等における観察や観測及び 実験・実習の充実 ・ 大学教授等とのチームティーチング ・ 自主教材の開発 ・ レポート提出、アンケート
総合的な学習の時間 「七高アカデミア」の実施 (2 年次月曜日 6, 7 限)	・ 研究テーマの設定、情報収集 ・ 探求活動、まとめ、発表 ・ 課題発見能力の育成 ・ 問題解決能力の育成 ・ 発表する能力の育成	・ グループ研究(5 名程度) ・ 大学等との連携 ・ IT の活用 ・ 論文作成 ・ 学習記録、レポート提出
数学における集中講義の実施	・ コンピュータを使った発展的な学習内容 の理解 ・ 英語を使った授業 ・ 発展的内容の理解	・ 自主教材 の単元毎に実施 ・ 客観テスト、レポート提出
野外実習	・ 植生調査 ・ 薬草調査 ・ 自然に対する関心、探求心育成	・ 事前学習 ・ 体験活動 ・ レポート提出
スーパーサイエンスクラブ (SSC) の活性化	・ 興味・関心に応じた生徒の活動 ・ 自主的探求活動の育成	・ 実験設備の充実 ・ 支援方策の研究 ・ アンケート実施

③ 発表や討論する能力を身につける教育課程、支援体制の研究開発

項 目	内 容	手段・方法
	期待される成果	検 証 方 法
学校設定科目「フロンティアサイエンスⅢ」の開設（3年次）	・英語論文講読・探求課題のまとめ ・英語論文の作成及び発表方法の学習	・大学教授招聘 ・大学教授等と本校教員とのチームティーチング ・自主教材の開発
	・英語論文の読解力向上 ・問題発見・解決能力の伸長	・論文提出、アンケート
学校設定科目「人間環境」の開設（1年次後期金曜日6、7限）	・人間と環境、健康福祉との関わり	・自主教材の開発 ・大学等への出前講義 ・体験活動
	・総合的な知識理解 ・命の尊さとして生きる力を養う ・科学者としての倫理観の育成	・客観テスト、レポート提出
「フロンティアサイエンスシンポジウム」の開催（3年次）	・研究と課題報告 ・パネルディスカッション	・各分野の科学者や研究員との交流 ・全生徒対象
	・研究内容や課題を発表・討論する能力の育成	・レポート提出、アンケート
コンピュータ講座の開催（1年次夏季休業中）	・Mathematicaの使用法 ・プレゼンテーション技術	・本校教員による講座 ・自主教材の作成
	・情報機器の活用能力の育成	・アンケート実施
科学コンクール等への積極的な応募	・数学オリンピック ・化学グランプリ ・生物学オリンピックなど	・希望者対象 ・休業中数学講座 ・休業中化学講座
	・科学的実践力の育成	・応募、参加状況

(2) 教育課程、事業、高大連携等、教師に対する検証方法

- ア 本校は、平成14, 15, 16年度「石川県学校評価システムの確立に関する調査研究」の研究協力校に指定されて学校内の評価システムは確立されており、これを活用する。本校は、平成16年度より2学期制を実施しており、年度当初・前期・後期の年3回「スーパーサイエンスハイスクール」事業全体に対する取組状況や教職員の対応、教職員の意識、生徒の事業に対する意識等（スーパーサイエンスハイスクールの対象である理数科の生徒及び普通科の生徒等の比較を含める。）の調査を行う。
- イ SSH事業を推進するために校内推進委員会を設置し、その中に評価部会を設け、具体的な評価基準を設けて事業の見直しと評価を行う。その際、県教育委員会の担当者及び大学研究者の協力を仰ぎ、事業の指導・助言ならびに評価を依頼する。
- ウ アンケートについては、各事業の実施前、実施途中及び実施後の3回行い、生徒の意識変化や先端科学に対する認識や理解度などを調査し、以後の計画の改善を図る。
- エ レポートや論文については、各単元の終了時やテーマ毎に作成させ、記述・作成方法や科学的な着眼点、論理的思考力などについて確認項目を設定し、個々の生徒の変化について評価し、計画の進展状況や見直しの参考とする。

7. 必要となる教育課程の特例

外部でのフィールドワークを多くすることにより、体験を重視した先端科学学習を系統的に展開する教育課程を実践するために、以下の措置を講じる。

設置する教科・科目		削減する教科・科目	
教科目名(単位)	ねらい	教科目名(単位)	代替・補填措置
フロンティアサイエンスⅠ(1)	科学に対する興味・関心を喚起し、先端科学の知識や実験技術を身に付け、課題探求や発表能力を育成する。	保 健 (2)	「フロンティアサイエンス」、「人間環境」で代替
フロンティアサイエンスⅡ(2)		芸 術 (1)	学校行事で補填
フロンティアサイエンスⅢ(2)		家 庭 (1)	「人間環境」で補填
人間環境 (1)	人間と環境、健康福祉を総合的に考察し、科学者としての倫理観を育成する。	総合学習 (1)	「フロンティアサイエンス」で補填
計 (6)		計 (5)	

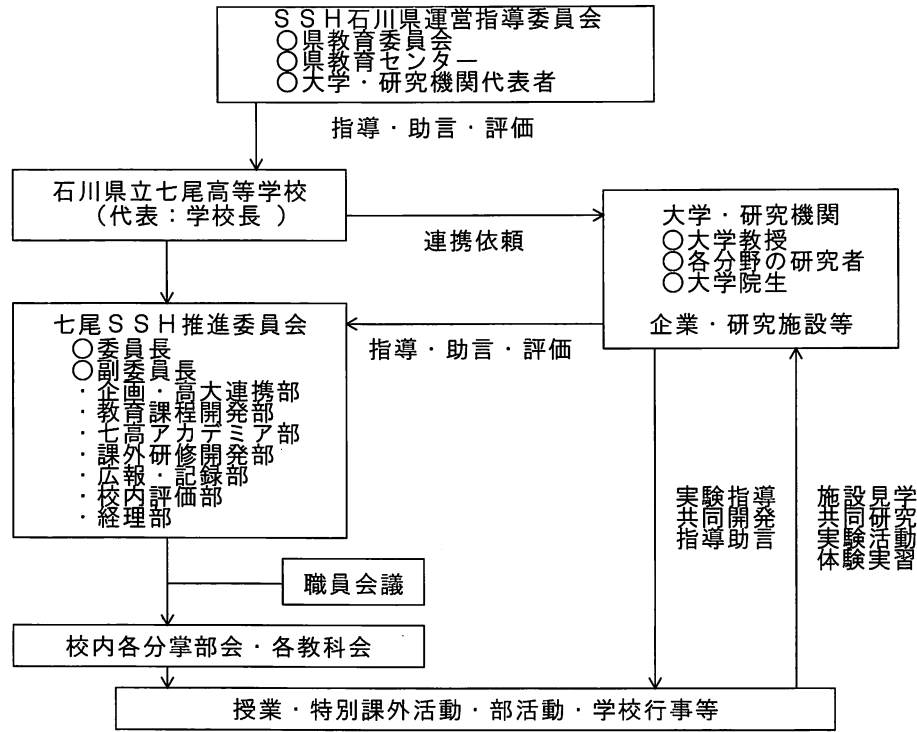
註：設置する教科・科目の総単位数のうち、1単位分は必履修教科以外の教科を1単位減じた。

- 学校設定科目「フロンティアサイエンス」には以下の内容が含まれており、「保健」、「総合学習」の一部を代替、補填する。
 - ・生命の誕生、進化、老化の仕組みについて学ぶ。
 - ・研究成果、課題発表能力を身に付ける。
- 学校設定科目「人間環境」には以下の内容が含まれており、「保健」「家庭」の一部を代替補填する。
 - ・人間と環境の関わりや健康生活について学ぶ。
- 芸術の一部を「フロンティアサイエンス」「野外実習」における動植物スケッチや、文化教室（音楽、芸術鑑賞）、修学旅行における体験活動で補填する。

8. 研究組織の概要

本研究開発を推進するために「七尾SSH推進委員会」を設置してSSHの企画運営にあたり、「SSH石川県運営指導委員会」の指導のもと、大学・研究機関及び関係各部・各科と連携して研究を行う。

(1) 研究組織図



- ・ SSH石川県運営指導委員会
スーパーサイエンスハイスクールの運営に関し、専門的な見地から継続的に指導・助言・評価にあたる。
- ・ 七尾SSH推進委員会
校内でSSHの企画・運営にあたる。

(2) SSH石川県運営指導委員会

氏名	所属	職名
笹山 雄一	金沢大学大学院	教授
村上 敏夫	金沢大学大学院	教授
日下 遼	金沢工業大学	教授
又野 康男	石川県水産総合センター	所長
檜木 正博	株式会社スギヨ	開発本部研究開発部課長
奥原 健次	七尾市小中学校校長会（七尾市立御祓中学校長）	会長
小池田 修	石川県教育センター	所長
浅田 秀雄	石川県教育委員会 学校指導課	課長

Ⅱ. 研究開発の経緯

1. 先端科学分野での体験活動を重視し、身近な教育的資源を活用した教育課程、指導法の研究開発

- (1) 学校設定科目「フロンティアサイエンスⅠ」の開設
本年度1単位での実施として変更した。1年生理数科37名を対象として4月から10月にかけて18回の授業を実施した。金沢大学等の研究施設を利用するなど校外でのフィールドワークを活かした研修は6回行った。時間割では金曜日6、7限目の2時間連続授業であるが、内容によって休日や丸一日をかけて実施したものも5回ある。
- (2) 海洋調査実習
1年生理数科37名を対象として、7月24日(日)石川県立能都北辰高等学校の実習船「加能丸」に乗船し七尾灘浦沖約7kmの海域3ポイントで海水成分の分析、海洋プランクトンの調査等の海洋調査実習を行った。当日汲み上げた表層から深層までの海水は冷蔵庫で保管し、翌25日(月)七尾高校で海水成分の化学的な分析とプランクトン分類についての実習を行った。
- (3) アストロ・コスモサイエンスツアー
2年生理数科37名を対象として、8月2日(火)から5日(金)の3泊4日の日程で長野県国立天文台野辺山、東京都日本科学未来館、鹿児島県種子島宇宙センターを訪問し先端科学技術についての研修を行った。
- (4) 理数理科4科目の履修
1年生理数科は「理数化学」と「理数生物」を、2年生理数科は「理数物理」と「理数地学」を履修。
- (5) 習熟度別少人数授業の実施
1年生、2年生の英語、3年生の国語、数学、英語で習熟度別少人数授業を行った。
- (6) 科学者による特別講演
10月25日(水)七尾サンライフプラザ大ホールに於いて全校生徒、保護者、近隣中学校教職員を対象として千葉工業大学未来ロボット開発研究センター所長の古田貴之氏による「未来型ロボットのゆくえ〜ロボット解体ライブ」と題した特別講演会を開催した。
- (7) 大学等における研究
学校設定科目「フロンティアサイエンスⅠ、Ⅱ」「人間環境」の実施において大学等で11回の研究活動を行った他、総合的な学習の時間「七高アカデミア」や部活動(スーパーサイエンスクラブSSC)では研究グループ別に大学等で延べ20回の研究活動を行った。

2. 論理的思考力や創造性・独創性を高める教育課程、指導法、支援体制の研究開発

- (1) 学校設定科目「フロンティアサイエンスⅡ」の開設
2年生理数科の生徒37名を対象として、4月から3月まで30回の授業を実施した。金沢大学、金沢工業大学、石川県立大学等で研修を行った授業も3回実施した。時間割では金曜日6、7限目の2時間連続授業であるが、休日や丸一日をかけて実施したものも5回ある。フロンティアサイエンスⅠよりも1テーマにかかる時間にゆとりを持たせ思考力や創造性を高めるよう工夫した。
- (2) 総合的な学習の時間「七高アカデミア」の実施
2年生理数科の生徒37名が8グループに分かれそれぞれのテーマをもって活動した。内3グループはそれぞれ大学の研究室と密に連携をはかり活動した。授業は2時間連続の形で1年間実施した。活動の成果は11月25日(金)校内課題研究発表会で全員がパワーポイントを使い発表した。当日は助言者としてお迎えした金沢大学の教授2名の先生と石川県教育委員会指導主事1名の先生から講評を頂いた。さらに、ここで選ばれた3グループは12月20日(火)七尾サンライフプラザにおいて開催した石川県高等学校理数科課題研究合同発表会で発表した。この発表会は、石川県の理数科設置校である小松高校、金沢泉丘高校、七尾高校の3校持ち回りで実施しているもので今年は第12回目となる。
- (3) 数学における集中講義の実施
2年生理数科の授業「理数数学Ⅱ」「数学探究」の発展的な学習として各単元終了時に、数学ソフト「Mathematica」を使い数学応用講座を実施した。この講座は1年次より実施している事業である。
- (4) 野外実習
2年生理数科37名を対象として9月14日(水)鹿島郡中能登町石動山で野外実習を行った。石動山は古くから山岳信仰の霊山として崇められてきた霊場であり、近世からはほとんど手つかずの貴重な植物が自生している。金沢大学の御影雅幸教授と研究室スタッフ、石動山ガイドの吉野隆久氏を講師としてお迎えし、石動山に自生する薬用植物の調査を行った。10月14日(金)金沢大学薬学部で薬用植物であるオウレンとオウバクから薬効成分であるベルベリンを抽出し化学修飾する実験も行った。
- (5) スーパーサイエンスクラブ(SSC)の活性化
1、2年生理数科の生徒を中心とする6グループがそれぞれのテーマについて放課後を中心に活動し

た。内4グループはそれぞれ大学の研究室と密に連携をはかりながら土曜、日曜あるいは夏期休業を利用し大学で実験等も行った。活動内容は研究成果の各種発表会での発表、他校との研究交流、科学コンクール等への応募、各種セミナーへの参加、中学生への実験指導など多岐にわたる。

3. 発表や討論する能力を身に付ける教育課程、支援体制の研究開発

- (1) 学校設定科目「人間環境」の開設
1年生理数科の生徒37名を対象として10月から3月にかけて15回の授業を実施した。内1回は校外研修を行った。授業は本校教諭が行うことを基本としたが、金沢大学教授など校外講師を招聘した授業も4回行った。授業は2時間連続で実施した。
- (2) コンピュータ講座の開催
1年生理数科の生徒37名を対象として夏期休業を利用しコンピュータ講座を2講座開設した。7月24日から27日の午後、本校教諭がパワーポイントの使い方を指導した。最終日、まとめとして今までに取り組んだSSH事業についてグループ毎にプレゼンテーションを行った。発表内容は生徒が評価票を使い互いに評価した。8月18日、23日、26日、29日、30日の午後、数学ソフト「Mathematica」を用いた数学応用講座を実施した。指導は本校教諭、金沢大学田子研究室大学院生、日本電子計算株式会社研究員によるティームティーチングで行った。
- (3) 科学コンクール等への積極的な応募
SSH事業を通じて得られた成果は学会や各種発表会を通じて発表した。またスーパーサイエンスクラブ（SSC）を中心としたグループが科学コンクール等にも積極的に応募した。

4. 各事業実施時期

事業項目	実施時期											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
① 学校設定教科及び理数科目など 「フロンティアサイエンスⅠ」 「フロンティアサイエンスⅡ」 「人間環境」 「理数理科」「理数数学」 「七高アカデミア」							→					
② 学校設定教科や総合的な学習の時間などの教材開発 「フロンティアサイエンス」 「七高アカデミア」や集中講義												→
③ 調査研究活動の実施		○		○	○			→				
④ 科学に関するコンピュータ講座等の実施					→							
⑤ 科学系部活動の活性化												→
⑥ 大学や研究機関等との連携												→
⑦ 研究交流及び研究成果の普及					○						○	→
⑧ 運営指導委員会の開催					○						○	
⑨ 評価及び報告書のとりまとめ												→

Ⅲ. 研究開発の内容

1. 先端科学分野での体験活動を重視し、身近な教育的資源を活用した教育課程、指導法の研究開発

【仮説】

- ・身近な教育的資源を活かして科学を学び、科学的な手法により調査研究することで、身の回りの自然環境により多くの関心を払い、自然環境から多くの科学的な知見を得ることができる。さらに、フィールドワークスタディを多く取り入れることで科学に対する興味関心を効果的に高めることができる。
- ・先端科学分野の研究内容を幅広く学ぶことで、単に言葉だけの知識から内容を伴ったものとして理解発展させ、新たな課題発見能力や問題解決能力の育成をはかることができる。
- ・直接第一線の研究活動に関わっている大学の教授や研究者から指導を受けることで、科学者の研究課題に取り組む姿勢や研究の面白さを体感することができ、進路を決定するための効果的な手段となる。
- ・多様な能力を持つ生徒を一斉授業で指導するには必ずと限界がある。生徒個々の能力に合わせて適切な指導を行うことにより、学力を伸長することができる。自然科学を幅広く学ぶことで、科学をとらえる視野が広がり、適性に応じた能力を展開することができる。

【研究内容・方法・検証】

能登地方にはまって先端科学を研究する研究機関はない。先端的な科学技術进行研究する大学や研究機関は主に金沢地区以南にあり、片道車で1時間半以上もかかるのが現状である。能登地方は周りを海で囲まれており、豊かな自然環境に恵まれている。そこでこの豊かな自然環境を教材として取り入れながら身近な教育的な資源を活用した教育課程のあり方や指導法を検討する。現在の教育課程は科学を研究する上での根幹をなすものとしておろそかにはできない。この観点から現在の教育課程を大きく変えることなく先端科学教育への導入を目指す指導法を検討する。現在の学校教育では教育内容が確立された学問を体系的に学ぶように組み立ててあるが、反面、科学技術分野への研究意欲を高めるための手段とはなりにくい側面がある。多くの科学者が小さい頃のちょっとした体験や発見がきっかけとなりその後の研究活動を推進する原動力となったという話は枚挙に暇がない。先端的な科学研究の内容を教育課程の一部に取り入れ、科学技術分野への興味関心を高める方法を研究する。

(1) 学校設定科目「フロンティアサイエンスⅠ」

(a) ねらい・方法

自然環境を活かしたフィールドワークや大学・研究機関での体験学習、第一線の研究者による講義や実験・実習などにより、自然を視る眼や科学的な視野を養い科学に対する興味・関心を高める。科学の様々な分野における先端的な研究から、事象を科学的に捉え、将来の進路について考えさせる。授業は大学教授等と本校教諭とのチームティーチングで実施した。実験や体験学習を多く取り入れ、屋外や大学等での特別講義や実験実習も取り入れた。授業は基本的に2時間連続授業として計画したが、受け入れ先の研究機関の都合、生徒の時間的な負担や効率等も考慮して休日や丸一日かけて実施したものもある。

(b) 教育課程の一部変更

1年次、学校設定科目「フロンティアサイエンスⅠ」を2単位で実施した。年間29回実施し、その内13回は校外での研修を行った。事後のアンケート結果では、多方面にわたって科学に対する興味関心の高まりや知識の習得に効果があったことが分かる。しかし、論理的に事象を捉えたり、創造性の高まりに効果があったとする生徒は多くない。運営指導委員会からは体験や実習活動は評価できるが1分野における研究の浅さや生徒の時間的な負担が問題であると指摘を受けた。そこで、2年次は教育課程においてフロンティアサイエンスⅠを2単位から1単位へと変更して実施した。

(c) 年間計画

能登の自然環境を活かし天文、地球、海洋、生命の4つの柱を掲げ探求した。

	実施日	分野・テーマ・講師・(実施場所)
第1回	4月15日	オリエンテーション
第2回	4月21日	天文分野 事前学習 プラズマ発光現象について 講義 本校教諭
第3回	4月25日	天文分野 事前学習 ペットボトルロケットの製作 実習 本校教諭
第4回	4月28日	天文分野 ①惑星について ②オーロラの魅力 講義実習 ③簡易分光器の作成と分光実験 星の観察館満天星 土川啓研究員
第5回	5月 6日	天文分野 ロケット技術と人工衛星 講義実験 金沢大学 泉田啓助教助

第6回	5月28日	地球分野 講義実習	①日本海の誕生と能登半島の変遷 金沢大学 加藤道雄教授 ②地殻資源と海底探査 金沢大学 荒井章司教授 ③地震と地殻変動・予知 金沢大学 平松良浩助教授 (金沢大学)
第7回	6月17日	海洋分野 講義実習	臨海実習 金沢大学 笹山雄一教授 (金沢大学臨海実験所)
第8回	6月24日	海洋分野 見学講義	①漁業の展望 石川県水産総合センター志賀事業所 栗森勢樹所長 ②ハイクテク漁業 石川県水産総合センター 四方崇文研究員 (石川県水産総合センター志賀事業所)
第9回	7月1日	生命分野 講義実習	クローン操作 石川県畜産総合センター 源野朗科長 (石川県畜産総合センター)
第10回	7月8日	海洋分野 実習	事前学習 水質調査 本校教諭
第11回	7月13日	生命分野 講義実習	味覚への挑戦 株式会社スギヨ 檜木正博課長
第12回	7月19日	海洋分野 講義実習	事前学習 プラクトン観察 本校教諭
第13回	7月22日	海洋分野 講義	事前学習 海流、海底地形、海水の成分について 本校教諭
第14回	7月24日	海洋分野 実験実習	海洋調査実習 本校教諭 (石川県立能都北辰高校実習船 加能丸)
第15回	7月25日	海洋分野 実験	事後学習 本校教諭
第16回	9月6日	生命分野 実験	DNA抽出 本校教諭
第17回	9月30日	生命分野 講義見学	ガン撲滅へのシナリオ 金沢大学 高橋豊助教授 (金沢大学)
第18回	10月29日	生命分野 講義実験	遺伝子診断 北陸先端科学技術大学院大学 高木昌宏教授

(d)実施についての留意点

各授業を実施するにあたり講師とできる限り事前にメールで打ち合わせをした。実施内容はできるだけ事前に送ってもらい、生徒に配布して事前学習させるようにした。新しいテーマを実施する際には事前学習を行い講座内容を理解するための基礎事項を解説した。事後学習も実施し学習内容の確認と定着をはかるように努めた。講義が一方向的とならないよう講義中でもできるだけ講師に質問したり、講義内容を再確認するなど生徒の理解を助けるよう工夫した。生徒が疑問を解消できるよう質問時間を確保した。講義が単に知識の受け渡しとならないように、現象についてはその因果関係を論理的に解説してもらうよう講師に求めた。

(e)評価の方法

評価は提出したレポートの内容を主とし、授業に取り組む姿勢やアンケートの結果を加味した。テーマ実施毎に、1200字程度のレポートを提出させた。レポートとして提出させた項目は、ア. テーマ実施の目的、イ. 実施したテーマの内容、ウ. スケッチなどの作図、エ. 分かったこと、オ. 感想と反省点、カ. 疑問に感じたこと、キ. 疑問に対する回答、ク. 実施によって変わった点、でありそれぞれの項目に分けて記入させた。さらに、レポートの最後にアンケートの欄を設けて、ア. 内容はよく理解できたか、イ. 内容に興味をもてたか、ウ. 実験操作は上手にできたか、エ. 自分なりの工夫は発揮できたか、オ. 内容を保護者や友人に話したか、の項目について集計した。フロンティアサイエンスⅠで取り組んだ内容はまとめ、次の機会をとらえてポスター展示や発表を行った。

- ・夏期コンピュータ講座実施後、パワーポイントにまとめ発表
- ・学校祭でのポスター作成展示
- ・中間報告会での海洋調査実習の発表、ポスター発表

(f)成果

1年次フロンティアサイエンスⅠで実施した内容から精選し上記のようなテーマを実施した。本校生徒の実状を踏まえ、毎回新しい講座を設けるのではなく、事前学習や事後学習を取り入れて内容を生徒が消化できるよう配慮した。そのため生徒はゆとりをもって学習に臨むことができ、アンケートからも

ほとんどの生徒がフロンティアサイエンスⅠの実施内容には満足していることが分かる。さらに多くの実験実習に取り組みたいと回答している生徒も多い。実施により次の成果が得られた。

- ・地域の自然環境に目を向ける生徒が増え、以前より科学が身近なものであると受け止めるようになった。
- ・多分野において科学的な知識が広まり、新しい事象に対してもある程度結果を予想することができるようになった。
- ・生徒は大学教授や研究者から直接指導を受けることに期待感を抱いていることが伺えるが、単に講義だけより体験型の実験や実習を取り入れたものを多く望んでいる。
- ・各テーマ実施後レポートの提出を求めているので、講義内容をまとめて書く力に伸長がみられた。
- ・保護者はほぼ本校の実施内容に好意を持って受け止めている。アンケートではフロンティアサイエンスで体験した感動を話してくれるようになり、親子の会話が aumentato と回答する保護者もあった。
- ・教員は生徒とともに最先端の科学を研修し、未知の分野にも造詣を深めることができたことで自身のスキルアップをはかることができた。

(g)課題

フロンティアサイエンスⅠの実施においていくつかの課題も明らかとなった。

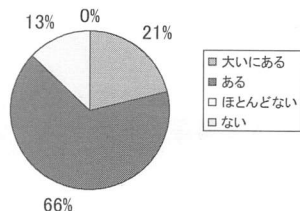
- ・1年次からの課題でもあるが、本校の立地条件から校外研修を行う場合にはどうしても遠方まで出かけ実施せざるを得ないので車での往復時間がどうしてもロスとなってしまう。本年度はまとめて丸一日の実施内容とする方法をとったが、受け入れ先も生徒も負担となっているのは事実である。
- ・本年度開講した授業は1年次の実施を踏まえ精選したが、生徒の評価を主に考慮したために難しい内容のものは実施しなかった。そのため実施内容にやや物足りなさを感じる生徒もいた。

(h)アンケートによる検証

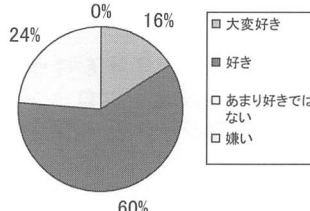
1. 平成17年度入学生入学時のアンケート結果

フロンティアサイエンスⅠを実施するにあたり、事前、中間、事後のアンケートを行った。対象は、1年生理数科37名の生徒である。今年度は、指定2年目であり、前年度実施（2年生が1年次に実施）のものとの比較検討も行う。なお、グラフ内数値は%を表す。

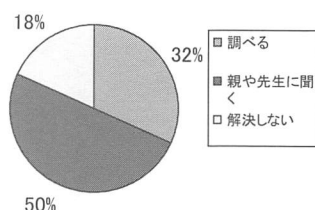
【項目1】川や野山で遊んだことがありますか？



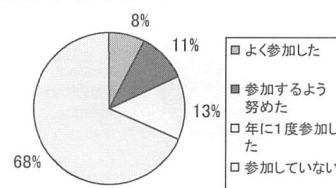
【項目2】自然を観察することが好きですか？



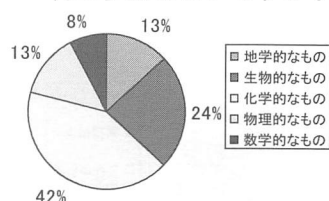
【項目3】自然現象に疑問をもったときどうしますか？



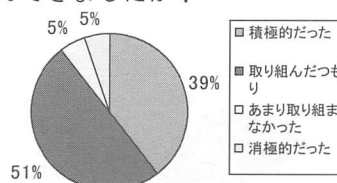
【項目4】今までに学校外での科学的行事に参加したとありますか？



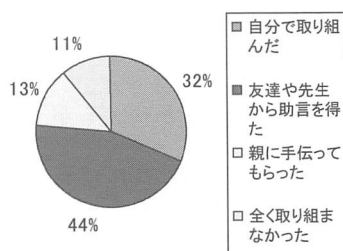
【項目5】どのような分野の科学的体験学習に参加したいですか？



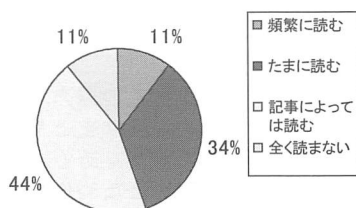
【項目6】小・中学校での科学研究に積極的に取り組んできましたか？



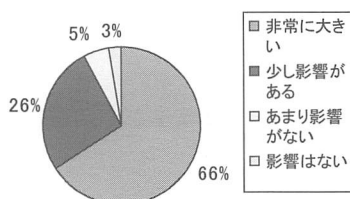
【項目 7】あなたは今までに科学研究を自分の手で取り組みましたか？



【項目 9】新聞や雑誌で科学に関する記事を読みますか？



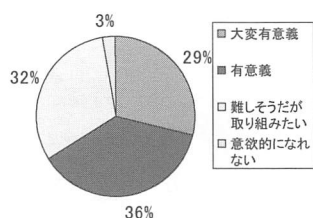
【項目 11】科学技術があなたの生活に与える影響をどう思いますか？



【項目 13】あなたが興味を持っている先端科学技術をあげてください。

遺伝子組み換え・クローン・ロボット・レーザー・IC・ナノテクノロジー・水素発電・燃料電池・バイオテクノロジー・ハイブリットカー・吸水性ポリマー・形状記憶合金・人工衛星・ドラッグデリバリーシステム

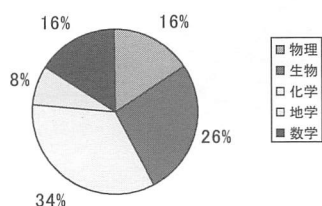
【項目 14】大学等の研究施設を利用して先端科学について学ぶことをどう思いますか？



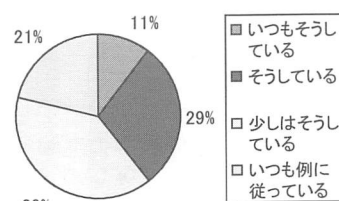
【項目 15】大学等で行う実習や講義に、何を期待しますか？

役に立つ知識・わかりやすさ・大学での研究内容・新しい発見・自然現象を学ぶ・発展的な講義・薬学部で行っている研究・関心意欲が高まること

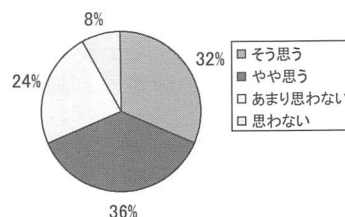
【項目 16】七尾高校の理数科で特にどんなことに力を入れて学びたいですか？



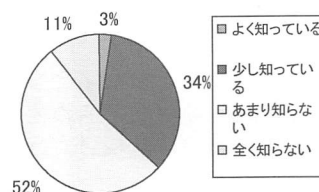
【項目 8】あなたは科学研究などで自身が考えた独自の方法で問題を解決しますか？



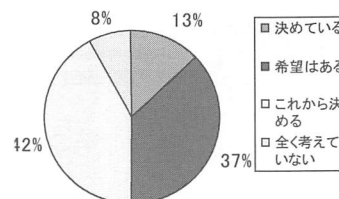
【項目 10】日本は科学技術立国だと言われてますが、あなたはどのように思いますか？



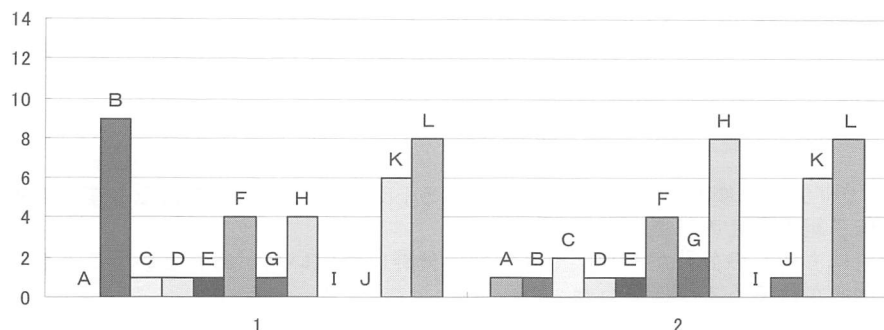
【項目 12】あなたは科学技術とは何を指すか知っていますか？



【項目 17】進学したい大学や学部を決めていますか？



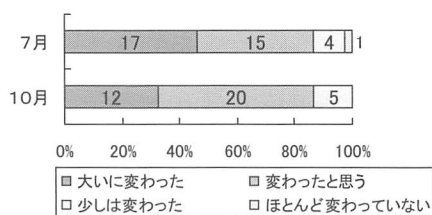
【項目2】実施したテーマの中で最も興味を持てたものを1、次に興味を持てたものに2と答え、興味を持った理由を書きなさい（10月最終次）。



- A 人工衛星について
・宇宙についてたくさん知ることができ、興味を持てた
- B ロケット技術と人工衛星
・以前から興味があった。今後進展のありそうな分野だと思う。
・工学に興味を持つきっかけとなった
・自分たちでロケットを作り、予想をたてて発射したのが面白かった
・現在のロケット技術への疑問が解消したから
・講義内容がとても良かった
- C 日本海の誕生と能登半島の変遷
・最近地震も多いので興味を持てた
・能登半島の知らなかった一面を学んだから
- D 海棲生物の観察
・実際に海へ行き、見たことのない生物を見ることができたから
- E 漁業の展望
・稚魚がどのようなところでどう育っていくのかが理解できたから
- F クローン操作
・クローン技術についてよく分かったから
- G 味覚への挑戦
・実習が楽しかった
・味覚の種類の話に興味を持てた
- H 海洋調査実習
・初めて船にのり、使ったことのない機器を使ったから
・海にいる微生物を顕微鏡で観察できたから
- I 海洋調査実習事後学習
・いろんな原理が分かった上で実験ができた
- J DNA抽出
・身近なものを使った実験で興味を持てた
- K 金大医学部見学
・新しい治療法により世界の未来は明るくなると思った
・ガン細胞に対する考え方が大いに変わった
・標本が見られたことは貴重な体験だった
・現在の医療のレベルの高さを知った
- L 遺伝子解析
・大学院レベルの実験ができたから
・最近話題のPCRについて知ることができた
・自分たちの遺伝子を抽出するということに非常に興味を持てた
・PCRによるDNAの複製に興味を持てた

【項目3】【項目1】で「あまり高まらなかった」「高まらなかった」と答えた人、その理由を答えてください。
・全体的に段取りが悪く効率的ではなかった。改善点はたくさんあると思う。
・興味のないものが多かったから

【項目4】 フロンティアサイエンスⅠを実施したことによってサイエンスに対する見方や考え方、特定の科学技術に偏見がなくなるなどの変化はありましたか？



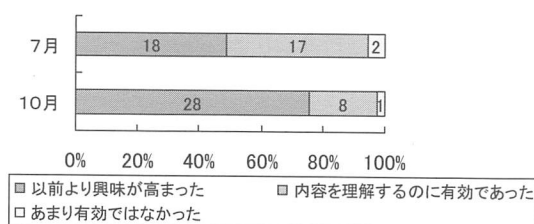
【項目5】 【項目4】で「大いに変わった」「変わったと思う」と答えた人、どのような変化がありましたか？

- ・ クローンや遺伝子組み換えの知識が付いた
- ・ サイエンスの中にも多くの分野があり、それぞれの分野に面白い点があるということを知った。
- ・ どの分野にも関心が持てるようになった
- ・ 以前よりも科学的にものをみるようになった
- ・ 生物・地学に特に興味を持つようになった
- ・ 知識が広がったので知らないことでも予想ができるようになった
- ・ 自分の世界が広がった
- ・ 自分に関係ないと思っていたことが身近に感じられるようになった
- ・ 科学は難しいというより楽しいと思うようになった
- ・ 科学は誰でも取り組むことができるすばらしいものだと思うようになった
- ・ 生命の尊さや環境問題についてわかった
- ・ 宇宙に興味を持てるようになった
- ・ サイエンスがこれからの世界に大きく貢献していることが理解できた
- ・ 体験しながら学ぶことにより、具体的に考えられるようになった
- ・ 将来、科学技術の進歩に貢献したいと思うようになった
- ・ サイエンスは自分とはかけ離れたものだと思っていたが、身近に感じられるようになった
- ・ 将来の進路としてサイエンス系に進もうと思うようになった

【項目6】 【項目4】で「少しは変わった」「ほとんど変わっていない」と答えた人、なぜ変わらなかったと思うのかを教えてください。

- ・ 興味のない講義が多かった
- ・ あまり興味のない講義もあった

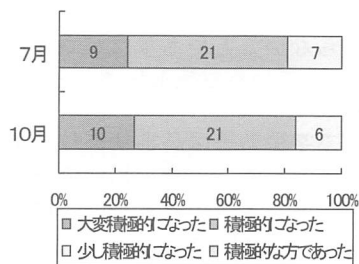
【項目7】 実施したテーマの半数は校外の取り組みでしたが、このことで学習効果は高まりましたか？



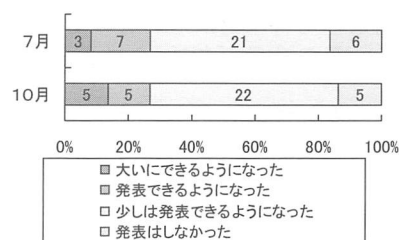
【項目8】 校外での体験型の取り組みに対して、今後に活かせるような提案があったら書いてください。

- ・ もっと体験学習をしたい
- ・ 校外での体験を増やした方がいい
- ・ 帰る時間が遅くなってもいいから、もっと体験する時間を増やしてほしい
- ・ 体験をじっくり深める時間がほしい
- ・ 実験をもっとしたかった
- ・ もっと体験型の授業をしたい
- ・ もっと校外に行けばいいと思う
- ・ 見学が多かったので、もっと体験ができればよかった

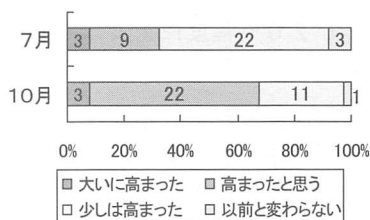
【項目 9】サイエンスに取り組む姿勢について、
中学時代より積極的になったと思いますか？



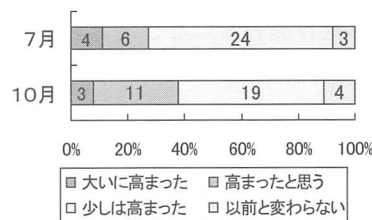
【項目 10】いろいろな場で自分の意見を発表できるようになりましたか？



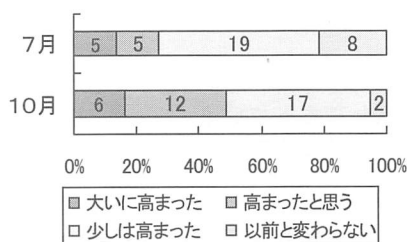
【項目 11】レポート作成等を通じて講義
や実習の内容を理解し、まとめる能力
は高まりましたか？



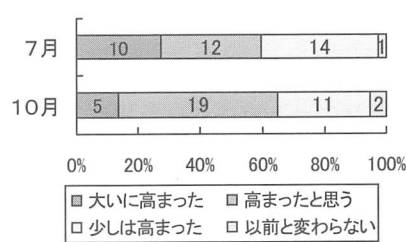
【項目 12】現象を分析し、論理的に考える能力は
高まりましたか？



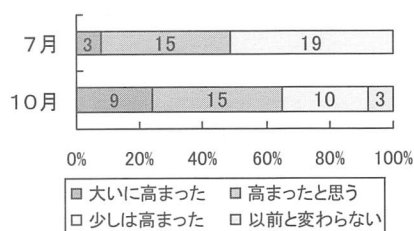
【項目 13】大学進学の際学部や将来の職
業について以前より具体的な方向性を
見いだすことはできましたか？



【項目 14】以前よりも自然を視る目が養われたと
思いますか？



【項目 15】実験・実習を通じて科学的なアプローチの方法や研究方法が以前より身につきましたか？



【項目 1】サイエンスに対する興味関心は高まりましたか？

フロンティアサイエンスⅠを受講することで、中間アンケートでは80%強、最終アンケートでは90%程度の生徒がサイエンスに対する興味関心が高まったと答えている。この点では1年生段階で科学に技術に対する興味関心を喚起することを目的として開講しているフロンティアサイエンスⅠは十分な効果を出していると言える。

【項目 2】実施したテーマの中で最も興味を持てたものを1、次に興味を持てたものを2と答え、興味を持った理由を書きなさい（10月最終次）。

興味を持てた事業に、ロケット技術と人工衛星（ペットボトルロケットの打ち上げ実験）、遺伝子解析（PCR法）と海洋調査実習があがっている。どれも事前指導および事後指導も含めて十分時間をかけており、事業の内容も重要であるが、時間をかけて丁寧に指導することも重要であると思われる。

【項目 4】フロンティアサイエンスⅠを実施したことによってサイエンスに対する見方や考え方、特定の科学技術に偏見がなくなるなどの変化はありましたか？

中間アンケートで「変わった」と答えている生徒が85%程度おり、最終アンケートでも数字はこれは変わ

っていない。これは早い段階で、フロンティアサイエンスの効果が現れたことを意味している。

【項目５】【項目４】で「大いに変わった」「変わったと思う」と答えた人、どのように変化がありましたか？

以前よりも科学的にものを見るようになった、知識が広がったので知らないことでも予想ができるようになった等の意見があり、今後より発展的な学習をするための準備ができてきている生徒もいることが分かる。

【項目７、８】実施したテーマの半数は校外の取り組みでしたが、このことで学習効果は高まりましたか？

校外での実施が大変効果的で、９０％を超える生徒が有効であったと答えている。先端の技術に触れることや実体験をすることが大変有効であることを示している。帰宅時間が遅くなっても十分な時間を確保して欲しいという積極的な意見もある。

【項目９】サイエンスに取り組む姿勢について、中学時代より積極的になったと思いますか？

８０％を超える生徒が中間発表の段階で積極的になったと答えており、体験型を重視したフロンティアサイエンスⅠの実施形態はよく機能していると思われる。

【項目１０】いろいろな場で自分の意見を発表できるようになりましたか？

実施形態が発表型になっておらず、発表する力が身についたと考える生徒が２０％程度に止まっている。これは、フロンティアサイエンスⅡおよび七高アカデミアにおける課題として捉えられる。

【項目１１】レポート作成等を通じて講義や実習の内容を理解し、まとめる能力は高まりましたか？

中間アンケートでは３０％、最終アンケートでは７０％程度の生徒が内容を理解しまとめる能力が高まったと答えている。事業が進むにつれて、内容も高度なものが増え、レポートの作成回数も増えることとなるので、回を追うごとに着実に力を付けているようだ。

【項目１２】現象を分析し、理論的に考える能力は高まりましたか？

体験型を重視したため、現象を分析し論理的に考察する力を十分に養う講座にはなっておらず、最終アンケートでも、４０％弱の生徒しか能力の高まりを感じていない。ただし、中間アンケートが約２５％であるのに対して、最終アンケートではわずかではあるが増えている。

【項目１３】大学進学の際の学部や将来の職業について以前より具体的な方向性を見いだすことができましたか？

中間アンケートでは３０％程度であったが、最終アンケートでは５０％と高まっている。

事業を通して科学技術に対する興味関心が高まった結果、進路の方向性が見えてきたものと考えられる。

【項目１４】以前よりも自然を視る目が養われたと思いますか？

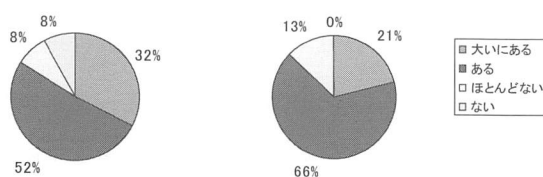
６０％前後の生徒が自然を視る目が養われたと答えている。多くの事業を経験したことが、漠然と視ていた自然を今までとは異なった見方を養ったものと思われる。

【項目１５】実験・実習を通じて科学的なアプローチの方法や研究方法が以前より身につきましたか？

中間アンケートでは５０％弱、最終アンケートでは６５％と実験・実習を重ねるごとに、科学的な手法を身につけてきている。

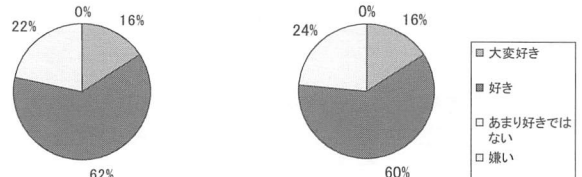
３．平成１６年度入学生、平成１７年度入学生の入学時のアンケート比較

【項目１】川や野山で遊んだことがありますか？ 【項目２】自然を観察することが好きですか？



(平成１６年度入学生)

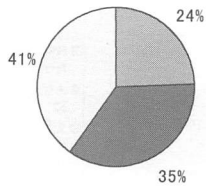
(平成１７年度入学生)



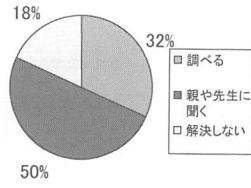
(平成１６年度入学生)

(平成１７年度入学生)

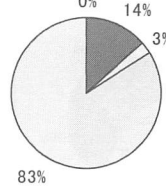
【項目 3】自然現象に興味を持ったときどうしますか？ 【項目 4】今まで学校外で科学的行事に参加したことはありますか？



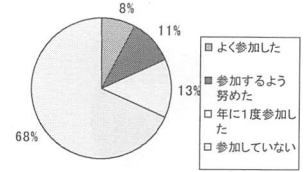
(平成16年度入学生)



(平成17年度入学生)

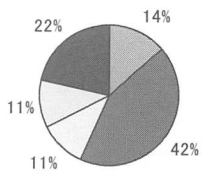


(平成16年度入学生)

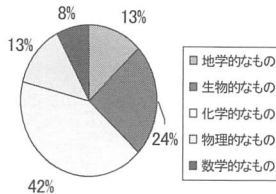


(平成17年度入学生)

【項目 5】どのような分野の科学的体験学習に参加したいですか？

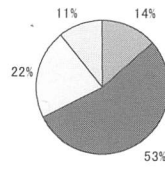


(平成16年度入学生)

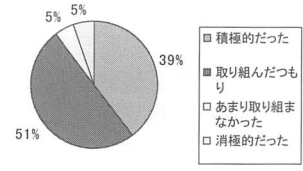


(平成17年度入学生)

【項目 6】小・中学校での科学研究に積極的に取り組んできましたか？

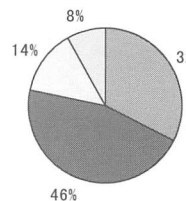


(平成16年度入学生)

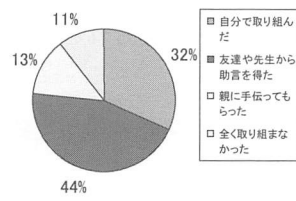


(平成17年度入学生)

【項目 7】あなたは今までに自分の手で科学研究に取り組みましたか？

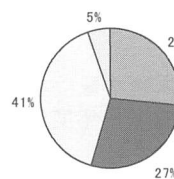


(平成16年度入学生)

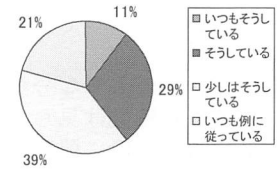


(平成17年度入学生)

【項目 8】あなたは科学研究などで、自身が考えた独自の方法で問題解決をしますか？

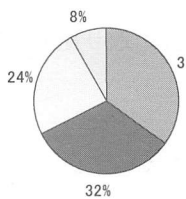


(平成16年度入学生)

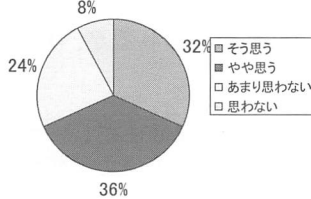


(平成17年度入学生)

【項目 9】日本は科学技術立国だと言われていますが、あなたはと思いますか？

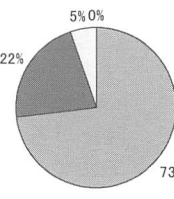


(平成16年度入学生)

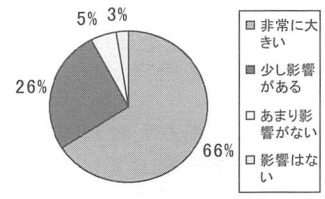


(平成17年度入学生)

【項目 10】科学技術があなたの生活に与える影響をどう思いますか？

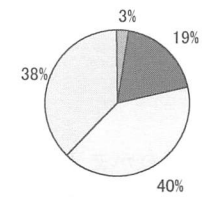


(平成16年度入学生)

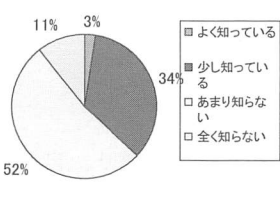


(平成17年度入学生)

【項目 11】あなたは科学技術とは何を指すか知っていますか？

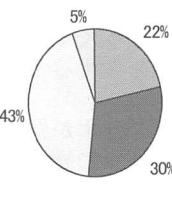


(平成16年度入学生)

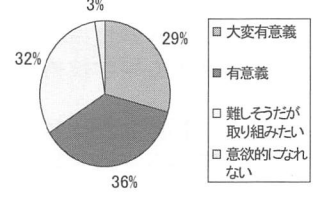


(平成17年度入学生)

【項目 12】大学等の研究機関を利用して先端技術を学ぶことをどう思いますか？

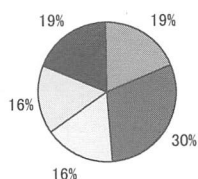


(平成16年度入学生)

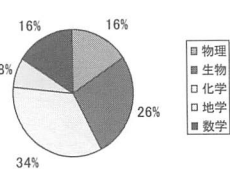


(平成17年度入学生)

【項目１３】七尾高校の理数科で特にどんなことに力を入れて学びたいですか？

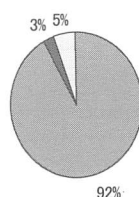


(平成１６年度入学生)

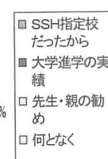
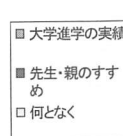


(平成１７年度入学生)

【項目１４】七尾高校を選んだ理由はなぜですか？



(平成１６年度入学生) (平成１７年度入学生)



【項目１】川や野山で遊んだことがありますか？

入学年を問わず、８０％以上の生徒がある以上で答えており、比較的自然体験が豊富な生徒が多いと考えられる。

【項目２】自然を観察することが好きですか？

どの学年も８０％近くの生徒が大好き、好きと答えている。

【項目３】自然現象に興味を持ったときどうしますか？

平成１６年度生は５９％、平成１７年度生は８２％が解決しようとするようである。平成１７年度入学生のほうが、科学に対して積極的なようだ。

【項目４】今まで学校外で科学的行事に参加したことはありますか？

大多数の生徒が参加しておらず、自然現象に対する興味関心度と比較すると、魅力的なイベントが少ないか、部活動等によってイベントに参加する時間的なゆとりがないと考えられる。

【項目５】どのような分野の科学的体験学習に参加したいですか？

共通した特徴は見られない。平成１６年度生は生物学的なものに興味を持つ生徒が多く、平成１７年度生には化学的なものに興味を持つ生徒が多い。

【項目６】小・中学校での科学研究に積極的に取り組んできましたか？

積極的だったという解答が、平成１６年度生で１４％、平成１７年度生で３９％となっている。平成１７年度生が平成１６年度生の２倍程度になっており、SSH指定によって、志願者の意識が変化したとみられる。

【項目７】あなたは今までに自分の手で科学研究に取り組みましたか？

【項目６】からは、平成１７年度生の積極的な取り組み姿勢が伺われるが、実際の科学研究の取り組みには、学年間の差異がないようである。

【項目８】あなたは科学研究などで、自身が考えた独自の 방법으로問題解決をしますか？

問題解決をしていると答えている生徒が、平成１６年度生の方が平成１７年度生より、１４％多い。さらに平成１７年度生はいつも例に従っていると２１％の生徒が答えている。平成１６年度生の方が独自色を出す生徒が多いようである。

【項目９】日本は科学技術立国だと言われていますが、あなたはどう思いますか？

ほとんどの生徒が、日本は科学技術立国だと考えている。

【項目１０】科学技術があなたの生活に与える影響をどう思いますか？

どの学年も科学技術が生活に影響を与えていると考えている。

【項目１１】あなたは科学技術とは何を指すか知っていますか？

どの学年も、科学技術が生活に大きな影響を与えていると考えており、自然現象に興味関心があると答えているが、具体的な科学技術を知らない生徒が多い。別のアンケートで新聞の科学記事を読まない生徒が多いという結果をあわせると、教科書の範囲内の自然現象には関心があるが、先端科学の内容には興味関心が向いていないと考えられる。

【項目１２】大学等の研究機関を利用して先端技術を学ぶことをどう思いますか？

平成１６年度生が５２％、平成１７年度生が６５％の生徒が有意義だと答えている。過半数の生徒が有意義と答えている。

【項目１３】七尾高校の理数科で特にどんなことに力を入れて学びたいですか？

平成１６年度生は生物、平成１７年度生は化学と生物を学びたいと考えている。近年の生徒全般の傾向と一

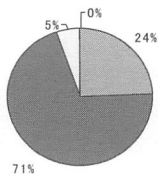
致する。

【項目14】七尾高校を選んだ理由はなぜですか？

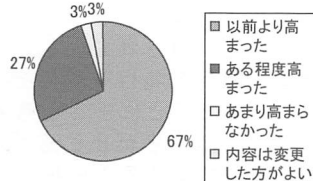
平成16年度生は進学実績、平成17年度生はSSH指定校を本校選択の主な理由にあげている。

4. 平成16年度入学生、平成17年度入学生の最終アンケートの比較

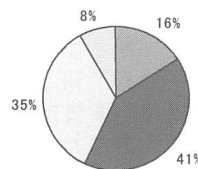
【項目1】サイエンスに対する興味や関心は高まりました？ 【項目2】フロンティアサイエンスⅠを実施したことで、サイエンスに対する見方や考え方や、特定の科学技術に偏見がなくなるなどの変化はありましたか？



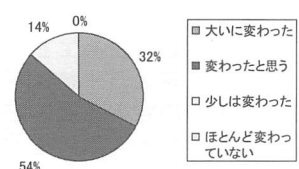
(平成16年度入学生)



(平成17年度入学生)

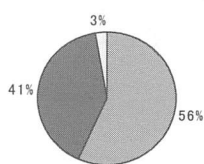


(平成16年度入学生)

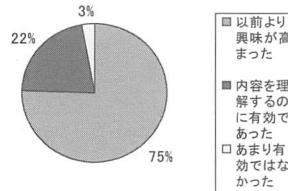


(平成17年度入学生)

【項目3】実施したテーマの半数は校外の取り組みでしたが、このことで学習効果は高まりましたか？

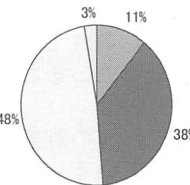


(平成16年度入学生)

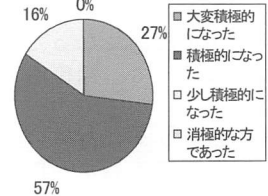


(平成17年度入学生)

【項目4】サイエンスに取り組む姿勢について中学時代より積極的になったと思いますか？

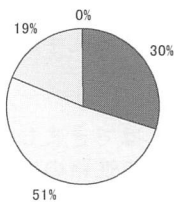


(平成16年度入学生)

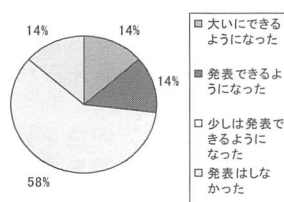


(平成17年度入学生)

【項目5】あなたはいろいろな場で自分の意見を発表できるようになりましたか？

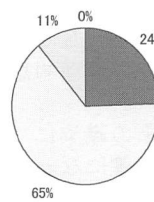


(平成16年度入学生)

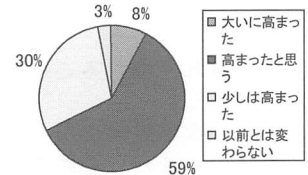


(平成17年度入学生)

【項目6】レポート作成等を通じて講義や実習の内容を理解し、まとめる能力は高まりましたか？

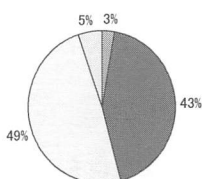


(平成16年度入学生)

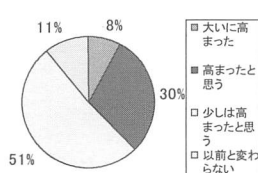


(平成17年度入学生)

【項目7】現象を分析し、論理的に考える能力は高まりましたか？

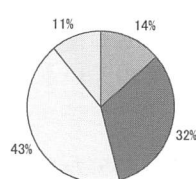


(平成16年度入学生)

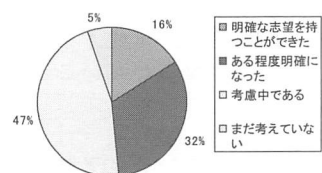


(平成17年度入学生)

【項目8】大学進学の際の学部や将来の職業について以前より具体的な方向性を見いだすことはできましたか？

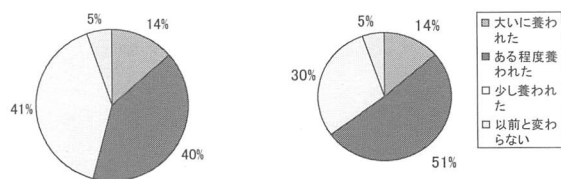


(平成16年度入学生)



(平成17年度入学生)

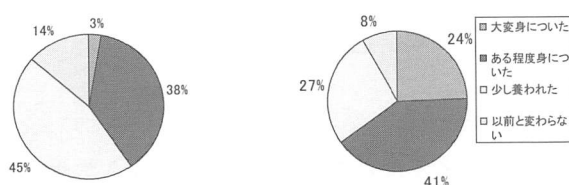
【項目 9】 以前よりも自然を視る目が養われたと思いますか？



(平成 16 年度入学生)

(平成 17 年度入学生)

【項目 10】 実験・実習を通じて科学的なアプローチの仕方や研究方法が以前より身につきましたか？



(平成 16 年度入学生)

(平成 17 年度入学生)

【項目 1、2】 サイエンスに対する興味や関心は高まりましたか？

フロンティアサイエンスⅠを実施したことで、サイエンスに対する見方や考え方や、特定の科学技術に偏見がなくなるなどの変化はありましたか？

以前より高まった、ある程度高まったと答えた生徒が、平成 16 年度生が 95%、平成 17 年度生が 94% と大多数を占めており、フロンティアサイエンスⅠが生徒から評価されていると考えられる。以前より高まったと答えた生徒は平成 17 年度生で 67% と極めて高い。指定 2 年目を迎えた平成 17 年度生において、事業の内容の見直しを行い、事前指導、事後指導を丁寧に行ったことによると考えられる。

また、サイエンスに対する見方や考え方においても、平成 17 年度生が 86% が変わったと答えており、平成 16 年度生が 57% であるのに対して大きく上回っており、事業改善の成果がみられる。

【項目 3、4】 実施したテーマの半数は校外の取り組みでしたが、このことで学習効果は高まりましたか？

サイエンスに取り組む姿勢について中学時代より積極的になったと思いますか？

フロンティアサイエンスⅠは、先端の科学技術を体験することが主目的で、平成 16 年度生も平成 17 年度生も 97% の生徒が、以前より興味が高まったと答えており、校外に出て実体験することが効果的であることがわかる。また、中学時代よりも積極的になりましたか？という問いに対して、平成 17 年度生は 84% が積極的になったと答えており、平成 16 年度生よりも大幅に多い。これは、平成 17 年度生は S S H 事業に対して、期待感を持って入学していることが関係していると思われる。

【項目 5】 あなたはいろいろな場で自分の意見を発表できるようになりましたか？

発表できるようになったと答えている生徒が 30% 程度で、年度による差は認められない。また、意見発表能力の向上は今後の課題である。

【項目 6】 レポート作成等を通じて講義や実習の内容を理解し、まとめる能力は高まりましたか？

高まったと思うと答えている生徒が、平成 16 年度が 24%、平成 17 年度が 67% いる。

【項目 7】 現象を分析し、論理的に考える能力は高まりましたか？

高まったと思うと答えている生徒が、30% 程度いる。事業を通していろいろな科学技術や研究手法、考え方に触れ、慣れることである程度の論理的思考力を身につけたものと考えられる。

【項目 8】 大学進学の際の学部や将来の職業について以前より具体的な方向性を見いだすことはできましたか？

半数の生徒が、進路の方向性が明確になったと答えている。多くの体験をすることによって進路の方向性が明確になったものと考えられる。

【項目 9】 以前よりも自然を視る目が養われたと思いますか？

どの年度の生徒も、ある程度養われたと回答している生徒が 50% 以上いる。

【項目 10】 実験・実習を通じて科学的なアプローチの仕方や研究方法が以前より身につきましたか？

平成 17 年度生が 65%、平成 16 年度生が 41%、ある程度身についたと答えている。20% 程度の開きがあるが、平成 17 年度生は平成 16 年度生と比較して S S H 事業にある程度の理解を持って入学しているため、意識が高いことがこの結果に出ていると考えられる。

5. 分析

フロンティアサイエンスⅠでは自分たちが住む能登、石川県、および北陸の地域の自然環境をテーマとして設定し、学習を進めた。本校の生徒は、川や野山で遊んだ経験を持ち、自然を観察することが好きだと答えている。邑知地溝帯の活断層や能登半島の成り立ちを学習し、地域に対する関心が増したと考えられる。さらに、小木湾の海棲生物の観察で遺伝子の連続性を学び、海棲生物を直に触れ、何となく見ていただけの自然に対して親しみをさらに持つようになった。

前年度の実施をふまえて事業を精選し、より生徒にとって取り組みやすいように改善した。大学等遠くにある研究教育機関で実施する場合は、数回分を 1 日にまとめて行ったり、本校でできるものは本校で実施した。また、事前学習や事後学習をできるだけ行い、生徒が内容を良く理解できるようはかった。平成 17 年度生において平成 16 年度生と比較して科学に対する興味関心が大きく上回っており、前年度から

の改善が効果的であったと考えられる。

フロンティアサイエンスⅠは先端科学の体験を重視して実施しており、大学等の研究機関での研究者による講義および見学を行ってきた。生徒は先端科学の研究機関等の見学に多くの興味を寄せており、「体験を増やして欲しい」「帰る時間が遅くなっても、体験する時間を増やして欲しい」などの意見が目立ち、興味関心を引くという点では成功していると言える。それに反して、講義に対する人気が低い。基本的な知識が不足している段階での実施となるので、高度な内容の講義には困難が伴うのは当然ではあるが、さらに工夫を重ねていきたい。

講座実施ごとにレポートを課しており、多くの生徒が講義内容をまとめ、レポートを作成する力を付けてものと答えている。平成16年度生と平成17年度生とではアンケート結果に大きな隔たりがあるが、生徒の受け取り方の問題で内容的には平成16年度生に優れたものが多い。慣れの問題ではあるが、概ね力を付けていると思われる。

課題としては、「独自性の発揮」、「現象の分析と理論的に考える能力の向上」および「発表能力の向上」があげられる。先端科学技術を体験し、興味関心を持たせることをテーマにしているため、これらの課題については対応し切れていない。これらの課題への取り組みにおいて、フロンティアサイエンスⅡ等に引き継いで対応していくこととなるが、フロンティアサイエンスⅠ内でも可能な限りの取り組みを行いたい。

(2) 海洋調査実習

(a) ねらい

能登の自然環境を科学する一貫として、海についての学習を深めるねらいがある。昨年度1年次は2泊3日で、七尾矢田新埠頭から新潟県佐渡島小木港間を往復し海を調査する日本海海洋調査実習を行った。本事業の実施によって多くの成果が得られたが、ほとんどの生徒が船酔いしてしまい生徒への負担が大きかったこと、安全面への配慮、また海運局の許可を得るのが困難であると判断したことなどから、本年度は日帰りで七尾灘浦地区沖の平水域で海洋調査実習を実施することとした。七尾灘浦地区沖を実習場所に選んだのは以下の理由である。

石川県の西方には対馬暖流が流れる遠浅の日本海が広がっている。一方、七尾の東方には深さが1000mを超す富山湾がある。つまり石川県の西と東では海底地形が全く異なっている。

七尾灘浦地区では沿岸から7km沖までは比較的水深が浅いがさらに離れれば急に深海に至る特異な地形となっている。

近年日本海海洋深層水の存在が明らかとなり表層水とは異なる性質が注目されるようになった。深海にだけ生息する生物も注目されるなど独自の生態系が成り立っている。このように地質学上、表層水と深層水、生物学上など多くの分野で研究対象となりうる。調査実習には1年次と同じ石川県立能都北辰高等学校の支援のもと実習船「加能丸」を利用させて頂いた。この事業は海洋調査の方法を習得することを目的とするが、次のねらいがある。

- ・ 海に対する科学的な自然観を育成する。
- ・ 海水成分や海洋プランクトン、海流、海底地形などの海に関する情報収集能力の育成をはかる。
- ・ 海を学ぶことを通じて課題発見能力の育成をはかる。

(b) 内容

実施日時	7月24日(日) 8:30~15:00
天 候	快晴
対 象	理数科1年生 37名
実施場所	七尾灘浦地区沖約7kmの平水域3ポイント
実 習 船	石川県立能都北辰高等学校実習船「加能丸」
実習内容	・ 観測概況の記録 ・ 海水の深度別採取(表層~水深650m) ・ pH、水温、溶存酸素濃度の測定 ・ パックテスト ・ 透明度測定 ・ プランクトン調査 ・ 船内見学
事前学習	(ア) 7月 8日(金) 14:10~16:00 化学実験室 船上での実習を想定し、河川の水を使って含有成分の化学分析を行った。パックテスト(亜硝酸イオン、硝酸イオン、リン酸イオン、COD)と機器分析(溶存酸素、pH、水温)について解説し実習した。 (イ) 7月19日(火) 13:10~14:00 生物実験室 採水器で河川の水を汲み上げ、淡水に生息するプランクトンを顕微鏡観察しスケッチした。顕微鏡と双眼実体顕微鏡を使って実習した。 (ウ) 7月22日(金) 14:10~16:00 物理実験室 海洋調査実習を実施するにあたって海に関する講義を行った。石川県周辺の海流、海

底地形、海水温度、塩分濃度、各種イオンの深度分布について解説した。

事後学習 7月25日(月) 8:10~16:30 化学、生物実験室

採取した海水試料を冷蔵しておき、海水成分の化学的な分析グループと海洋プランクトンの分類グループに分かれ実験を行った。

(c) 成果

海洋調査実習当日は天候に恵まれ順調に実習することができた。事前学習を十分行なって実習に臨んだので生徒は手際よく実習できた。夏でもあり沿岸域では赤潮の発生が認められ海水が相当富栄養化しているのではないかとされたが、調査した海域では他の海水と異なる富栄養化の兆候は見られなかった。プランクトンネットを使うと採集瓶が淡いピンク色になるくらいプランクトンを集めることができた。プランクトンを顕微鏡で観察すると夜光虫が多数確認できた。しかし、事後調査ではプランクトンの生息密度は比較的小さいことが分かった。海水の化学分析では亜硝酸とリン酸濃度を測定した。いずれの測定資料についても濃度は μM のオーダーで標準的な値であり、深くなればなるほど濃度が濃くなることも確認できた。本事業の実施によって次の成果が得られた。四方を海で囲まれた日本にとって、海は学ばなければならない学習テーマである。現行の教育課程では扱わない海をテーマとした内容を教材として取り上げることとで身近にある海を見つめ直す機会を提供することができた。

- ・ 海水成分の濃度測定やプランクトンの調査を通じて環境汚染の問題をどのように考え調査するのか、その手法を学習させることができた。
- ・ 自分たちが生活している七尾の東方10kmには1000m以上の深海を有する富山湾がある。沿岸から沖合に離れるにつれて特異な自然環境が成り立っていることを認識させることができた。また、海流、水温、水深、塩分や栄養塩類の垂直分布など海を総合的に学ぶことができた。
- ・ 事後学習は1年次金沢大学で実施したが、その実施内容を踏まえ本年度は七尾高校で行った。“海を学ぶ”をテーマとした教材を開発することができた。

(d) 課題

本事業は天候に左右されやすい。今後事業を継続する場合も天候の問題は避けられない。天候が悪い場合、生徒の安全面が最優先するので実施の可否を判断する場面が生じられると思われる。また、この事業は実習船の協力があって初めて成り立つものである。実習船の運航には様々な問題があり解決しなければならない。

(e) 生徒のレポートより

- ・ 普通では習わないような海についての多くのことを学ぶことができた。私たちのいる七尾の近くに日本でも珍しい地形をした富山湾があるなんて知らなかった。特に海水を汲み上げたときは手で触ただけでも水温の違いが分かり感動した。
- ・ 天候に恵まれ船の揺れは少なかったが船酔いしてしまった。酔い止めの薬を飲んでくれば良かった。双眼実体顕微鏡を覗くと、プランクトンとともに目をぱちくりさせてイカの子どもが逆に私を見ているのには驚いた。思わず吹き出してしまった。その他にも意外と多くのプランクトンがいた。富山湾は魚が豊富だというのは納得できた。
- ・ 船上でパックテストをしたが亜硝酸濃度やリン酸濃度はほとんど色が変わらず拍子抜けしてしまった。もっと色の変化があれば面白かったのに。でも逆に海の生態系が守られていることにつながるので良いことなのではと納得した。
- ・ 船の中を乗組員の方が丁寧に案内してくれた。厳しそうな顔つきでも意外と親切なのには驚いた。海水を深いところから汲み上げる仕組みについて詳しく説明してくれ、実際におもりをなげて海水を汲み上げさせてくれたのでうれしかった。

(3) アストロ・コスモサイエンスツアー

(a) ねらい

科学技術の進歩は目覚ましい。科学を目指す者にとって最先端の優れた科学技術に触れることは大きな刺激となる。天文、宇宙分野と先端科学技術について研修を深め、科学技術の全体像を把握することを目的としてアストロ・コスモサイエンスツアーを実施する。今回長野県の国立天文台野辺山、東京都の日本科学未来館、鹿児島県の種子島宇宙センターを訪問させて頂き先端科学技術について研修した。

・ 国立天文台野辺山

1年次より宇宙や天体についての学習を重ね、天体望遠鏡で星や太陽を観察する実習を行ってきた。今回宇宙や天体に関する理解を深めるため、電波による天体観測で日本有数の観測施設をもつ国立天文台野辺山を訪問した。電波天文学を学びながら自然を見る目を養い科学的な視野を広げる。

・ 日本科学未来館

最先端科学における幅広い分野での展示を見学しながら、疑問に思ったことをインタープリターに分かりやすく解説してもらった。質問し議論する中から先端科学への理解を深め、問題解決能力や論理的な

思考力を身につける。

・種子島宇宙センター

日本で最大のロケット打上発射場を有する種子島宇宙センターを訪問し、ロケット開発の現状について学ぶ。打上ロケット、発射場、司令室など本物を間近で見ることにより宇宙への興味関心を高め、さらに科学的な眼で宇宙開発を捉え創造性や探求心を養う。

(b)内容

①事前学習

7月26日(火)～29日(金)夏期補習後、2時間を使いパソコン教室にて事前学習を行った。研修先についてインターネット等で調べ学習をし、ワークシートを完成させた。事前学習として次の項目を調べた。

＊国立天文台野辺山

- ・国立天文台野辺山では何を研究しているのか。
- ・太陽電波観測とは何か。観測から何が分かるのか。
- ・宇宙電波観測とは何か。観測から何が分かるのか。
- ・行われている研究内容についての疑問をあげよ。

＊日本科学未来館

- ・特に自分が学習を深めたい展示についてインターネットで調べ、疑問点をまとめよ。

＊種子島宇宙センター

- ・日本が打ち上げた人工衛星の歴史について調べる。
- ・宇宙ステーション計画における日本の参画状況について調べる。
- ・日本人宇宙飛行士の業績について調べる。

②アストロコスモ・サイエンスツアー(3泊4日)

実施日 8月2日(火)～8月5日(金)

対象 2年生理数科37名

引率 本校教諭3名

日程

(1日目)

8月2日(火) 国立天文台野辺山 (長野県南佐久郡南牧野辺山)

- ・見学 45m電波望遠鏡、ミリ波干渉計、電波ヘリオグラフを研究者の説明を受けながら見学した。
- ・講義 「銀河系五万年の旅」 国立天文台 出口 修至 氏

(2日目)

8月3日(水) 日本科学未来館 (東京都江東区)

- ・自主研修 事前学習で調べておいた展示について学び、インタープリターとの対話を通して更に理解を深めた。
- ・班別研修 4人～5人のグループに分かれ、自主研修で学んだ内容を今度は逆に解説者となって他の班員に解説した。班員は解説のわかりやすさなどについて評価した。

(3日目)

8月4日(木) 種子島宇宙センター (鹿児島県種子島)

- ・講義 「宇宙開発の現状」 JAXA 鈴木 利和 研究員
- ・ロケット発射場、組立棟、打ち上げ管制棟、実物ロケットの見学
- ・宇宙科学技術館、記者会見室等の見学

(4日目)

8月5日(金)

- ・帰路

③事後学習

11月5日(土) アストロ・コスモサイエンスツアー発表会

サイエンスツアーでの研修をふまえ生徒一人一人の体験をパワーポイントにまとめさせた。研修を通じて自分の中で変化した部分や体験した先端科学の将来性について自分なりの創造性をテーマとして発表させた。全員が発表し生徒が互いに評価票に基づいて評価した。評価の高かった生徒3名を表彰した。

(c)成果

どの研修地も各分野における日本の最高峰の科学研究(展示)施設であり、生徒にとっては一生の財産となる貴重な経験をした。言葉だけではなく、各分野における本物の先端科学技術に触れたことで生徒に与えた刺激は大きいと言える。

- ・生徒は今まで天体観測＝天体望遠鏡という認識を持っていた。国立天文台野辺山での研修では電波望遠鏡による天体観測という観測手法が明らかとなった。生徒はその点で難しさを感じていたようだ。生徒の質問の多くは電波観測とは何か。電波観測から光学観測とは異なるどのような情報が得られるのかであった。事後の感想文からも難しかったが電波天文学という分野があることを初めて知り、物の見方が広がったと書いている生徒が多かった。
- ・日本科学未来館では多くの先端科学技術を学ぶことができた。各コーナーを回り知識を深めるだけで

はなく、インタープリターとの会話を通じて生徒なりの科学観を育てることができた。アンケートでは直接体験することができたこと、難しい科学技術を生徒の目線で分かるまで解説してくれたことが生徒の満足度を高めたようだ。午後はグループ活動とした。生徒なりに理解した内容を他の班員に解説させる取り組みをしたことが効果的であった。

- ・種子島宇宙センターでは日本のロケット開発の現状を学ぶことができた。普通の見学では見ることができない施設もSSHだからということで特別に見学できた。特に本物の打上げロケットを見たときはほとんどの生徒が感動していた。ロケットの大きさもそうだが内部構造の精密さに驚いていた。まるで腕時計を分解したときのように細かい歯車や配線、配管がびっしりと詰まっていた。しかもどの部品にも不具合があってはならない。是非ロケット開発に携わりたいとか、JAXAに入りたいという歓声がよく聞かれた。

(d)課題

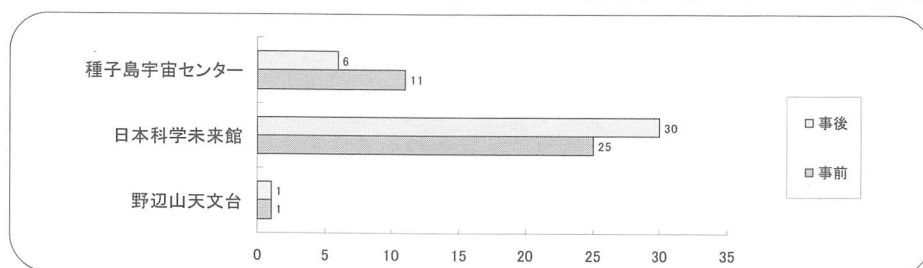
今回の研修はアンケート結果やレポートを見ても生徒の評価が高く、最先端科学に対する興味の喚起は期待以上であった。科学に対する知識、思考力、理解力、発表する力も能力が高まったと回答しているが、研修を通じての独創性の高まりについては物足りなさを拭えない。また本研修は計画当初から窮屈な日程が懸念されており、3泊4日で3カ所で研修をするということで移動時間が長く、生徒の体力的な疲労は否めなかった。できるだけ多くの研修をさせたいと長野～東京～鹿児島と廻ったが、次年度は研修内容を精選してゆとりのある研修にしたい。

(e)生徒の感想より

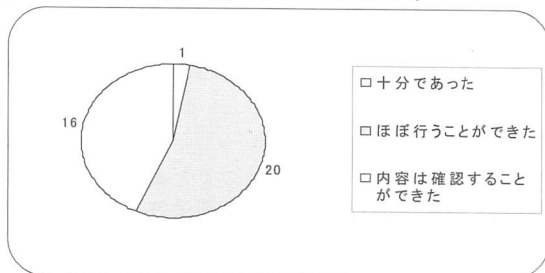
- ・今まで好きだった分野が一層好きになったし、あまり興味のなかった分野にも面白味を見つけることができた。
- ・いずれの研修先も日本が有する科学技術の結晶であり、それらに実際に触れたという点で大変意義あるものだった。今度は将来何らかの形で先端科学を研究し、逆に研修の手本となれば良いと思う。
- ・自主性が求められる内容だった。自分なりに積極的に取り組み、内容を深めることができた。科学未来館での午後の研修は緊張した。人に説明するために自分の中で内容をよく理解できていないと説明できないことが分かった。
- ・十分満足のいく楽しいものだった。科学に対する新たな視点が生まれたと思う。どちらかというと、言葉だけだったものが内容のともなった深まりのある研修にすることができた。

(f)アンケート結果

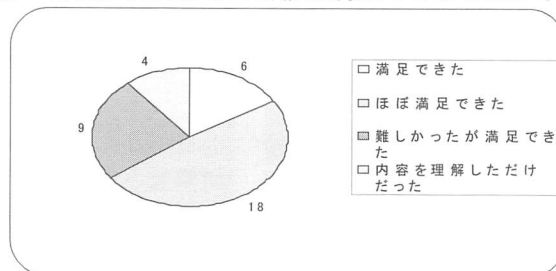
- ① アストロコスモ・サイエンスツアーで、どれに一番興味がありますか？（事前）
アストロコスモ・サイエンスツアーで、どれに一番興味がありましたか？（事後）



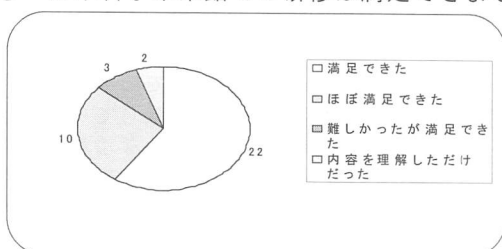
- ② 事前学習は十分にできましたか？



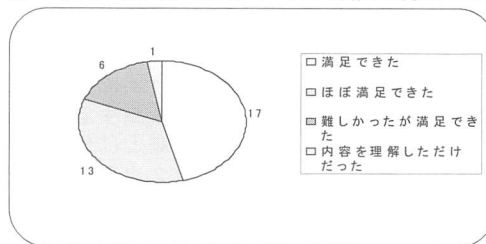
- ③ 野辺山天文台での研修は満足できましたか？



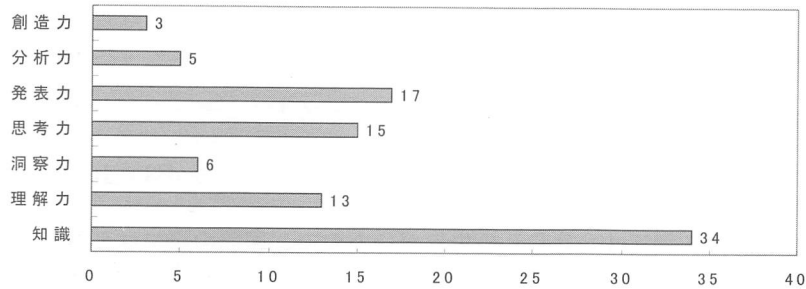
- ④ 日本科学未来館での研修は満足できましたか？



- ⑤ 種子島宇宙センターでの研修は満足できましたか？



⑥ 今回の研修により、どのような能力が高まりましたか。(複数回答可)



- ⑦ 今回の研修によってあなた自身変わったと思われる部分を記述して下さい。
- ・ ヒューマノイド・ロボットや機械を使った医療技術など、テレビでしか見たことのなかったものに触れることができ、先端科学というものが自分にとって現実味を帯びたものとなってきた。
 - ・ 今回の研修で自分の夢が具体化された。勉強に対する意識が変わったと思う。
 - ・ 科学技術に対するぼんやりとしたイメージがはっきりした形で理解できるようになった。
 - ・ 深く理解しようと、高い意識を持って研修することができた。特に天文分野に関して、今回の研修で学んだことを今後の課題研究に活かしたい。

(4) 理数理科4分野の履修

①理数化学(1年次)

(a)ねらい

化学的な事物・現象についての観察、実験や課題研究などを行い、自然に対する関心や探求心を高め、化学的に探究する能力と態度を育てるとともに基本的な概念や原理・法則の系統的理解を深め、科学的な自然観を育成する。

(b)内容

理数化学は1年次3単位での必修履修、3年次4単位での選択履修するカリキュラムである。2年次理数化学の授業は開講しないので、できるだけ化学Ⅰの教科書は進めておくようにした。化学では目に見えない原子や分子、イオンといった小さな粒子を扱うので演示実験で物質の性質を示すようにした。また、生徒実験も教材への理解を促す目的で頻繁に実施した。実験は石川県高等学校化学実験書検討委員会編の化学実験書掲載のものと、独自教材を組み合わせ実施した。実験はフロンティアサイエンスⅠとのつながりに配慮して行った。

	項 目	内 容
前期	物質の構成と構成粒子 物質の変化	物質の構成粒子 物質の量と化学反応式 物質の活動 熱化学
後期	無機物質の性質	酸と塩基の反応 酸化還元反応 元素の性質 非金属元素の性質 遷移金属元素の性質 元素の性質 元素の性質 元素の性質

(c)成果と課題

新学習指導要領では中学校理科の内容が以前よりも削減されているので、中学校であまり多くの物質を扱わず、実験も少なくなっている。ほとんどの生徒は高校の授業で扱う物質をあまり知らず、物質が身の回りのどのような部分に使われているのか実感がない。できるだけ物質を示し、演示実験や生徒実験を実施することで化学への学習意欲を高める効果があった。また、実験において物質の性質や実験器具の使い方を事前に指導することで、フロンティアサイエンスⅠへの展開をスムーズに行うことができた。

1年次3単位の授業があり、2年次化学が全くないカリキュラムなのでどのような方法で化学の学力を3年次まで維持するかが課題となる。

②理数生物(1年次)

(a)ねらい

生物や生命現象についての観察、実験や課題研究などを行い、生物学に対する関心や探求心を高め、論理的・実証的に探究する能力と態度を育てる。また基本的な概念や原理・法則の系統的理解を深め、科学的な自然観を育成する。

(b)内容

理数生物は1年次3単位での必修履修、3年次4単位での選択履修するカリキュラムである。2年次は

- ・発問の際は、単に知識や理解度の確認をするのではなく、なぜそのように考えるのかを論理的に説明できるように工夫する。
- ・実験後に、結果についてのディスカッションを行う。特に、期待される結果が得られなかった場合には、その原因や理由を究明させる。
- ・クラスにはスーパーサイエンスクラブ（ＳＳＣ）の生徒がいるので、実験の際には部員をできるだけ活用する。ＳＳＣの部員はクラブ活動で発展的な実験を体験しており、各班の中心となって実験を進めたり、実験指導のアシスタントとなる。
- ・フロンティアサイエンスⅠの内容を踏まえ、発展的な内容についても、適宜独自教材を活用しながら扱う。

	項 目	内 容
前期	個体のなりたち 生殖と発生 遺伝の規則性	働きと増殖 受精と発生 遺伝の法則 染色体
後期	環境と動物の反応 光合成と環境	動物の生活と環境 植物の生活と環境 光合成と環境

生物を暗記する教科と捉えるのではなく、筋道をたてて考え理解しようとする生徒が育ってきたように感じる。実習や観察を通じて今までに知らなかった多くの生物の存在を知り、生物への関心を高めることができた。また、授業の教材にでてくるDNAや塩基配列、遺伝子の解析、PCRといった内容も単に生物用語として捉えるのではなく、フロンティアサイエンスⅠの講座で実験できたことで、用語と実際の内容や操作を結び付けることができた。

物理的な事物・現象についての観察、実験や課題研究などを行い、自然に対する関心や探求心を高め、物理学的に探究する能力と態度を育てるとともに基本的な概念や原理・法則の系統的な理解を深め、科学的な自然観を育成する。

理数物理は2年次3単位での必修修、3年次4単位での選択履修するカリキュラムである。物理ではさまざまな物理現象を扱う中で、論理的に思考し現象を支配する法則を理解することを重点的に指導している。また、現象を物理的に記述し、分析する能力の育成をはかっている。理数物理では次の観点において授業を展開している。

- 26 -

地質の研究において、絶対年代の測定に放射性同位体の半減期を用いた手法がとられる。放射性同位体や測定法の原理に関する講義を化学の教諭が行った後、数学の教諭が半減期の計算に関する演習を、ウリミバエの絶滅に関する報道を題材に実施した。

沖縄本土復帰の年、海を超えやってきたウリミバエは桁外れの食欲と繁殖力で沖縄の畑を全滅させ北上を続け、日本の野菜に壊滅の危機をもたらした。そこでその根絶作戦に用いられたのが、放射性同位体であるコバルト60を照射し生殖能力を失った不妊虫を散布し、孵化する卵を半減させていく方法である。この成功で、本土への出荷が認められ今では全国各地で食することのできるようになったゴーヤチャンプルーを試食しながら、害虫駆除への執念に研究者のありかたを学ぶと同時に、半減期についての理解を深めた。

ウ 大気・海洋の構成

③「NOAA」画像解析～低気圧・前線の解析

極軌道衛星「NOAA」は、アメリカ海洋大気庁によって運用されている気象衛星である。「NOAA」は軌道高度850kmで北極と南極上空を通り、約100分で地球を1周している。その間地球は自転しているので、同一領域を日に2回通過することとなる。常に2機以上が運用されているので、地上では最低4回観測画像を受信することができる。「NOAA」に搭載されているセンサーは6チャンネルのセンサーを持ちそれぞれ異なった地上からの電磁波を受信する軌道や太陽位置によりその都度最も適当なチャンネルを2つ選択し切り替えながら地上に送信する。通常、昼間は可視画像と赤外画像、夜間は2つの赤外画像を送信する。

本校で受信した「NOAA」画像をもとに、まず初歩的な解析を実施した。使用したデータは、8月4日、アストロコスモサイエンスツアーで種子島を訪れていたときのものである。

CH2は近赤外画像(0.725~1.10μm)であり、この波長は水にはあまり反射されず植物や土によく反射される。そのため、海岸線や河川の判読に利用される。画面左上に日本列島の海岸線が見られ、矢印の先に種子島がある。可視光に近いため、太陽光線の反射量を直接表したものともしえる。白っぽく見える部分ほど雲が厚い。一方、CH4は熱赤外画像(10.3~11.3μm)であり、表面温度を撮影したものである。白い部分は低温つまり雲頂高度の高い雲であり、黒っぽくなるほど低い雲または海面温度を表すことになる。

画像左側に写っているのは大型で強い台風9号であり、沖縄県南大東島が台風の目に入っている。反時計回りに吹き込む北半球の低気圧の様子が、教科書の中だけでなく実際の画像として見ることができ、まさに生きた教材である。実際当日は台風の接近により帰りの飛行機が飛ばさうか心配されていたため、生徒達にとって実に印象深い日となった。右下の写真は同時刻に撮影した種子島ロケット発射場の写真である。2枚の写真と比較すると、北東向きのロケット発射台の写真(左)には雲がひとつもないのに比べ、南西向きの格納庫の後ろの写真(右)には雲が湧き上がっていることと符合する。

さらに天気図から、東京都杉並区などで100mm/1hを超す大雨をもたらした非常に活発な寒冷前線を太平洋岸に沿って確認することもできる。

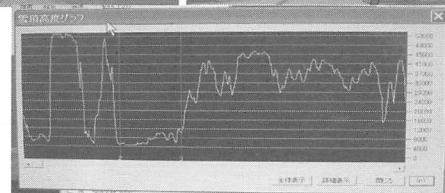
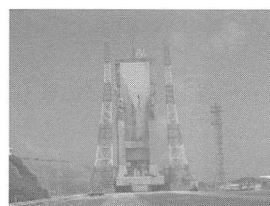
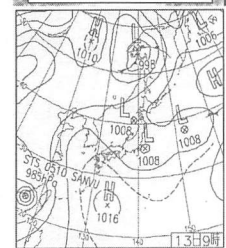
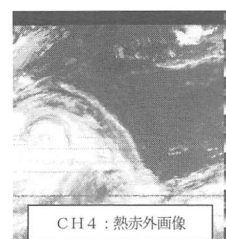
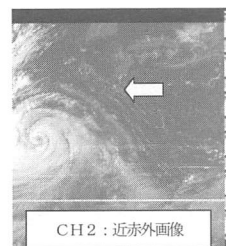
④「NOAA」画像分析～雲の種類の判別

NOAAの撮影した画像を比較することによって、雲の種類をある程度判別することができる。使用した画像は、福井県美浜市での62.5mm/1hをはじめ、北陸が大雨に見舞われた8月13日のものである。

赤外線画像より雲頂温度グラフを作成、当日の地表気温の記録を参考にデータ補正すると、雲頂の高度をグラフ化できる(上)。さらに、視覚化を容易にするために、コンピュータで画像に処理を加えた。

雲は、その形や高度によって10種類に分類される。衛星画像との関連性は右表のとおりである。ここでは、Photoshopを用いて画像を処理し、解析を行った。処理方法については、

石川県教育センター指導主事村井昭夫先生による研修講座テキストを参考にした。

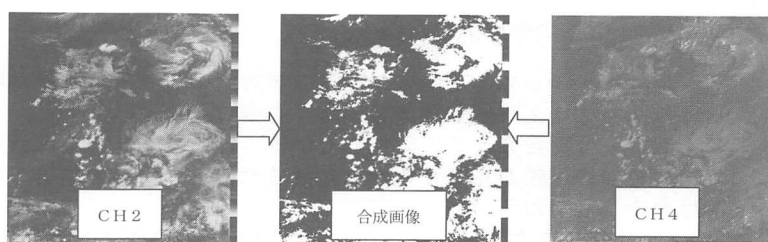


↑ 赤外線画像

白	巻雲	乱層雲	積乱雲	白
灰	高層雲	高積雲	積雲	
黒	層雲	層積雲		
黒	灰			白

可視画像→

イメージ→色調補正→カラーバランスで、可視画像(左)は緑に、赤外画像(右)を赤に補正した。2枚の画像を合成後、レイヤーパレットで、2枚の不透明度を50%ずつに調節した(中)。これで、2枚の画像を同時に解析でき、その色調から、雲の種類の判別ができる。



合成画像右上に、北陸に大雨をもたらした乱層雲または積乱雲が確認できた。さらにこの雲がどこから発生したものなのかこれ以前に受信した画像を逆にたどって解析すると、あの日種子島に接近していた台風9号が、中国大陸を回って温帯低気圧となり日本にやって来たものであることがわかった。どこかで出逢う運命だったのか。

⑤表計算ソフトを用いての大気の安定度のシュミレーション

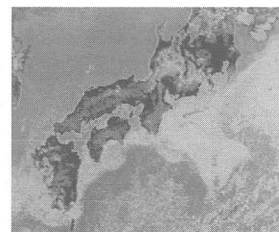
断熱減率と大気の安定度のグラフは生徒にとって非常に理解しにくい。それは、気温減率と湿潤断熱減率・乾燥断熱減率との関係により上昇気流が生じたり下降気流が生じたりする現象をイメージしにくいことによると思われる。表計算ソフトで関数を組み合わせて、具体的な温度を入力し、それが上空に行くにつれてどのように変化していくかシュミレーションを試みた。

(c)成果と課題

「NOAA」画像の分析実習は、今後さらなる発展的な学習が期待できる。生徒からもこんなことができるのではないかといろいろとアイデアが出された。

①海水温の解析

雲のない日の画像を用いると、海水温を測定できる。右図は、太平洋の海水温を表した画像である。黒潮が蛇行している様子がはっきりと見てとれる(右画像)。海水温だけでなく、プランクトンの流れもわかる。



②身近な気象現象との関連の考察

(ア)「立山が見えと雨」

1年に十数回、七尾湾越しに立山連峰を臨むことができる。昔から地元の言い伝えに「立山が見えと雨」というがある。科学的に検証してみたい。写真は、9月8日、台風14号通過後に撮影した写真とそのときのNOAAの画像および天気図である。この写真は、方角から考えると立山ではなくなんと新潟県長岡市方面のものである。このとき、気象学的にはどのような現象が起こっていたのであろうか。興味がかきたえられる。



(イ)「蜃気楼」

富山県の魚津市は「しんきろう」の町として知られる。富山湾をはさんで対岸に位置する石川県の七尾湾岸でも同様に蜃気楼が観察される。規模が小さいためあまり知られてはいないが、出現頻度からいえばはるかに頻繁に観測される。



北陸地方は日本有数の豪雪地帯で、また雷発生地帯である。冬型の気圧配置は交通や経済にしばしば影響を与える。技術の進歩により、長期的あるいは広域的な予報には目覚ましい発展が見られるが、実際の生活レベルで本当に要求されるのはさらにピンポイント的・短期的な雪・雷の予報である。高度情報化により大きく変わっていく生活環境とともに、気象情報に対するニーズも大きく変わってきている。より安全で快適な生活を望み、欲しいときに欲しいところの気象情報を手に入れたいという要望がますます強くなっていくであろう。一方、このような要望に応えることのできる気象予測の確立も現実のものとなってきている。こうした予測データや各種関連情報を総合的に活用することができ、主体的に研究する生徒を育成するため、その導入として、身近な気象と気象データとの関連に関する授業を一層充実させていきたい。

(5) 習熟度別少人数授業の実践

(a)ねらい

本校に入学してくる生徒の英語の学力は多様である。将来科学技術系に優れた人材を育成するためには、3年間を見据え継続した英語指導が必要である。

数学では理数数学Ⅱで実施している。理数数学Ⅱの指導時期になると生徒の数学への学習意欲や学力能力に相当の個性が見受けられる。英語や数学について生徒の能力を適切に把握し個に応じた学力の伸長をはかることをねらいとして実施している。

- ・生徒の特性、個性を把握し、一人一人の可能性をより伸長する。
- ・生徒の意欲と学力にきめ細かく対応する。
- ・学力の全体的底上げと上位層のレベルアップをはかる。

(b)実施学年、教科・科目、単位数

普通科においても実施しているがSSH事業の対象となっている理数科だけ記載する。

学年・学科	教科	単位数
1年生・理数科	英語・英語Ⅰ	4
2年生・理数科	英語・リーディング	2
3年生・理数科	英語・英語Ⅱ	2
3年生・理数科	数学・理数数学Ⅱ	6

(c)実施内容の概要

応用力を育成する発展的な授業を目指すコースと、基礎基本に重点を置きその定着をはかる標準的な授業を目指すコースをもうけ、生徒の希望と習熟の度合いに応じてクラスを2分割して授業している。評価は共通問題を中心に、習熟度別問題を加え定期考査により行う。さらに、個々の生徒の到達度を精査し、宿題や課題の提出状況等も加味して評価している。コース間の入れ替えは、定期考査の内容と生徒の希望を考慮して行う。指導内容、方法等は次の通りである。

習熟度の区分名	指導内容、指導方法等の相違点	使用教材の相違点
aコース	標準的な内容を踏まえ、応用力を育成する発展的な授業を目指す。	共通教材と応用発展教材を用いる。
bコース	基礎基本に重点を置き、その定着をはかる標準的な授業を目指す。	共通教材を用いる。

(d)成果と課題

習熟度別授業を実施することにより、生徒個々の学力を把握し、学力に応じた柔軟な授業が展開できるようになった。生徒の学習意欲は次の点で明らかに変化が認められる。自学自習や問題演習等に積極的に取り組むようになった。休憩時間や昼食時間、放課後を利用し質問のために職員室を訪れる生徒数が格段に増加した。そのため職員室や進路指導室の前に机を設置し、蛍光灯もつけて生徒の学習要望に答えている。多くの生徒がその場所を利用し下校時間まで学習している。いわば、職員室前学習塾の様相をきたしている。

成績面では成績下位の生徒が以前に比べ減少しており、上位層の生徒にも伸張が認められる。地域性もあるが能登地区には目立った進学のための学習塾がない。そのため生徒は学校に残って学習することが習慣となっている。放課後、多くの生徒が質問に訪れ、教員個々の研究活動に支障をきたすようになってきた。休日でも生徒が学校を利用し学習するようになった。教員が休日学校へ来ると生徒が質問に来て仕事ができないこともある。生徒の要望にどこまで答えるのかが課題である。

(6) 科学者による特別講演

①特別講演会「宇宙の始まりから現在の宇宙まで」

(a)ねらい

平成17年度新入生のアンケートによると多数の生徒が本校のSSH指定を知っており、更に理数科の半数以上の生徒がSSH指定校であるから七尾高校を志望したと答えている。

本校SSH事業の対象は理数科であるが、今年度はその取り組みを普通科にも普及すべく、1年生全員を対象に講演会を開催した。

(b)内容

対象生徒 本校1年生全員
実施日 平成17年4月28日(金) 10:35～12:25
場所 本校講堂
内容 講義「宇宙の始まりから現在の宇宙まで」
対象 本校1年生(240名)
講師 土川 啓(満天星 技師)

(c) 成果と課題

本講義は今年度初めての実施であった。本校のSSH事業を新入生に理解してもらい、科学に対する興味を抱いてもらうことを目的としていたが、アンケート結果を見てみると約7割の生徒が今回の講義に興味を持てたと答えており、SSHの取り組みが僅かながらも新入生に普及できたといえる。次年度も引き続き講演会等を行い、SSH事業を広めていきたい。

(d) 生徒の感想文

- ・宇宙の96%がまだわからないというのを聞いてすごく神秘的だと思いました。
- ・難しいところもあったけど宇宙について興味が湧きました。
- ・画像もあって話し方も分かりやすく良かった。
- ・惑星は授業で習ったことがあるので理解できた。これからの宇宙の姿に興味を持てて楽しかった。
- ・宇宙の誕生から現在までたくさんのことが起きているとは思いませんでした。講義を聴けて良かったです。
- ・宇宙の姿に感動した。見たことのない映像ばかりで素晴らしかった。
- ・宇宙のスケールの大きさに改めてびっくりした。自分の存在が奇跡的なことだと思った。
- ・宇宙には昔から興味があったので面白かった。
- ・化学のほうが好きだけど天文学も面白いと思った。
- ・50年億後に地球が減びるかもと聞いて残念に思いました。これからは夜空の星を眺めたりしたいです。
- ・地球からの視点で宇宙の構造を考えると、宇宙はとても広く大きなあと感じた。

② 科学と音楽の集い

(a) ねらい

我が国において指摘されている科学技術離れの現状を踏まえ、青少年が科学技術に親しみ、科学技術に対する関心と理解をより一層深めるため、演奏家による音楽とともに研究者による講演を開催する。また、音楽が科学に及ぼす効果について講演して頂く。

(b) 内容

対 象	七尾高校1年生全員
実 施 日	6月9日(木) 14:00~17:00
場 所	石川県立音楽堂(金沢市)
内 容	第1部 コンサート 姜建華(二胡)・莊村 清志(ギター) 第2部 講演 「すばる望遠鏡と私のゆめ」 講師 総合研究大学院大学長 小平 桂一 氏 第3部 ミニレクチャーとアンサンブル金沢による演奏 ・レクチャー 「科学はおもしろい!」 講師 金沢大学 廣瀬 幸雄 教授 ・レクチャー 「音楽が映像の印象と人間行動に及ぼす影響」 講師 金沢工業大学 山田 真司 助教授

(c) 成果と課題

この集いは科学技術振興機構の主催で行われた。多くの高校生が科学技術に触れ親しむ機会を設けるため1年生全員が参加した。この集いには、県内の理数科設置校である小松高校、金沢泉丘高校の1年生も全員参加した。科学分野の中でも高校生が親しみやすい身近な題材をテーマとした内容で、科学について興味を持った生徒が多かったようである。

金沢大学広瀬教授がカラスの撃退法を発見した講演では、「科学は特別なものではなく身近なことでふとしたアイデアから生まれる。ちょっとした発見を大切にすれば科学はどこにでもある」との言葉に生徒は共感していた。

また、金沢工業大学山田助教授のゲーム音楽がゲームの成績に与える研究の講演はこの集いの趣旨を十分納得させるものだった。音楽が人間の脳の活性化に影響しているとの講演を聞くのは生徒は初めてだったので、大変興味を持ったようだ。アンケートではこのような機会をもっと与えて欲しいとの声もあり、十分な成果があったものと考えられる。

金沢地区で事業を実施する場合、生徒の帰宅時間が問題となる。本校生徒は遠くは輪島市や鳳珠郡柳田地区から登校しているので、下校時間が遅くなると帰宅の交通手段が無くなるからである。予定では科学と音楽の集いの時間はもう少し長かったが本校の都合で短くして頂いた。その点で関係各位にご迷惑をお掛けしてしまった。

(d) 生徒の感想から

- ・もっとこのような行事を増やしてほしいと思います。
- ・科学の全体像に興味が一層深まりました。身近なところに科学は生きているのだと感じました。
- ・科学には苦手意識があったが、いろんなことに興味を持つてみようと思った。アイデアはどこにでも転がっているという言葉にはなるほどと思った。
- ・科学のいろんな分野について話が聞けたことが良かった。今度は海洋分野での講演をきいてみたい。
- ・「科学」そのものの印象が変わりました。見方を変えるだけでいろんな好奇心が生まれてきてすごくワクワクしました。またこんな機会を与えてください。

- ・普段音楽を聞きながら勉強しているので、聞く音楽によって勉強結果に差が出るのなら音楽を選ばなければならないなあーと思った。
- ・分かりやすい講演でした。おまけに新しくできた県立音楽堂で音楽を聴けて良かった。私は科学よりも音楽が好きなのでもっとアンサンブル金沢の演奏を聴きたかった。

③SSH特別講演会「未来型ロボットのゆくえ ～ロボット解体ライブ～」

(a)ねらい

千葉工業大学 古田貴之 博士をお招きし特別講演会を開催した。日本のロボット開発の第一人者として、より人間の動きに近いヒューマノイドロボットの研究開発をされている。講師が理工学を志したきっかけや、夢を追いかける素晴らしさを講演して頂く。講演を通して生徒が科学分野を研究する魅力や夢を形ある物に変えていくすばらしさを体感することをねらいとする。

(b)内容

対 象	本校全生徒、職員、保護者、近隣中学校職員
実 施 日	平成17年10月26日(水) 14:00～15:40
場 所	七尾サンライフプラザ 大ホール(七尾市)
内 容	演題「未来型ロボットのゆくえ ～ロボット解体ライブ」
講 師	千葉工業大学 未来ロボット技術研究センター 古田 貴之 所長

(c)成果と課題

理数科、普通科の生徒はともにロボット開発について講演を聞くのは初めてだった。講師は生徒の目線に立った親しみやすい話し方で、未来型の二足歩行するヒューマノイドロボット開発の魅力を十分伝えて頂いた。生徒を惹きつける魅力は教員としても大変参考になるものだった。講師は研究開発に1億数千万円を投じたヒューマノイドロボットを惜しげもなく生徒にねじ回しだけで解体させた。その模様をカメラでライブ中継して講演する手法は今までに経験したことのない斬新なものであった。講演中、生徒は誰一人として注意をそらすこともなく、講師の話術に引き込まれ聞き入っていた。講師の言葉「一度だけの人生なんだから、好きなことを見つけその道を追求めなさい」に多くの生徒が共感していた。講演後、講師を取り囲んで生徒との質疑応答の時間を設けたが生徒からの質問が多く予定した時間を大幅に超えてしまった。アンケート結果ではロボット開発について興味・関心を持てましたかとの問いには、実に97%の生徒が「大変持った」「持った」「少し持った」と答えている。またアンケートの感想には多くの肯定的な感想、意見が寄せられた。当日の講演会にはテレビ局や新聞社が多く取材に来ていた。テレビ放送の中である3年生文系クラスの女子生徒はこの講演を聴いて、理系を選択していれば良かったと取材に答えていた。

講師にはロボット開発を志した経緯と現在取り組んでいる研究について、熱くそしてユーモアを交えて講演して頂いた。今回の講演会を通して芽生えた生徒の興味・関心を、いかに創造性・独創性の高まりとして発展させていくかが今後の課題である。一過性の興味・関心だけ終わらないよう、理数科だけではなく普通科生徒にもSSH事業を普及展開し、科学技術系人材を一人でも多く育成できるよう取り組んでいきたい。

(d)生徒の感想より

- ・あのロボットを作るのにどれだけの努力と時間が必要だったのか、考えただけでも先生の情熱が伝わってきた。
- ・すごくいい講演会だった。あのようなロボット開発ができる工学部に興味を持った。
- ・今日のような講演会なら何回でも聞きたい。
- ・大学ではぜひ工学を専攻したい。もともと人間型ロボットに興味を持っていたので今日の講演会は大変参考になった。
- ・ロボットの世界は未知のものだと思っていたが、意外と身近な存在なんだなと興味を持てた。それにしてもロボットって値段高いなー。
- ・最近人を癒してくれるロボットがいくつも開発されている。ロボットが身近な存在として人の代わりをしてくれる日も近いのではと思った。
- ・文系学部への進学しか考えていなかったが、理系学部もいいなと思った。
- ・技術や理論ばかりの堅い話ではなく、非常に魅力のある話だった。自分も好きなことを仕事にしていきたいと感じた。
- ・講師はロボットを創るときは集中してほとんど寝ないで短い時間で完成させたと話していた。講師の頭の中はどんな造りになっているのか見てみたい。
- ・正直テストも近いし勉強しようと参考書をもってサンライフプラザに行ったが、講演が面白くて勉強できなかった。

2. 論理的思考力や創造性・独創性を高める支援体制の研究開発

【仮説】

- ・身近な教育的資源を活かして科学を学ぶスタンスをとりながら、テーマを選択し時間をかけて学習する。テーマを学ぶ意義やその魅力を明らかにするなかで、現象に対する興味関心の高まりや現象に対する持続的な思考を促す。現象を解明しようとする意欲が強いほど新たな発見がある。テーマ学習を積み重ねることで論理的思考力を養い、独創性や創造性を高める。学校設定科目「フロンティアサイエンスⅡ」の実施によりその能力を高めることができる。
- ・生徒の科学への興味関心は様々である。総合的な学習の時間を本校では「七高アカデミア」とし、課題探究活動を少人数グループに分かれて行う。それぞれのテーマを持って課題探究活動を展開することにより創造性や独創性を高めることができる。
- ・科学研究を行うには幅広い基礎となる学力が必要である。現代の科学は、国語、数学、理科、英語といった旧来の枠組みではなく、それらのコラボレーション的な要素が組み合わさって成り立っていると捉えた方がよい。課題研究に科学英語の指導を取り入れることや、コンピュータを使った数学の発展的な学習に科学英語を指導する取り組みを行うなかで科学する能力を高める。
- ・スーパーサイエンスクラブ（SSC）の活動を通じて生徒の自主的な探究能力の育成をはかる。野外調査を実施したり、大学の研究室と連携した活動を通じて創造性・独創性を高める活動を展開することができる。さらに、各種科学コンクールに参加しSSCの活性化をはかる。

【研究内容・方法・検証】

先端科学分野を学ぶには、大学や研究機関等との連携は不可欠である。大学や研究機関と連携をはかることにより先端科学分野における多くの学術情報や研究成果を得ることができる。また、高等学校の教育施設では実現できないような高度な実験設備や機器、研究方法などを体験させることができ、高度な実験技術や手法を習得することもできる。大学や研究機関等との連携をはかる中で教材の研究開発を行う。先端科学技術分野に対して創造性や独創性を育てるために、本校では偏りのないカリキュラムを履修し、さらに先端科学分野を学ぶバランスを配慮した教育を実施する。先端科学分野に対する創造性や独創性は確固たる基本の定着と豊富な知識や体験があって育まれるものと考えている。

(1) 学校設定科目「フロンティアサイエンスⅡ」

(a) ねらい・方法

学校設定科目「フロンティアサイエンスⅠ」の実施を踏まえ、高度な実験技術の習得やデータの収集分析の活用能力の向上等をねらいとして学校設定科目「フロンティアサイエンスⅡ」を実施する。身近な自然環境をテーマとして取り上げ、本校や大学での体験学習、第一線の研究者と本校教員とのチームティーチングによる授業や実験・実習などにより、論理的な思考力や独創性・創造性を高める指導を研究する。授業は基本的に2時間連続授業とし、1つのテーマについて4時間をかけてゆとりをもたせて実施するよう計画した。受け入れ先の大学の都合、生徒の時間的な負担や効率等も考慮して休日や丸一日かけて実施した授業もある。テーマは天文、地球、海洋、生命に数理、情報分野を加えて実施する。

(b) 年間計画

	実施日	分野・テーマ・講師・(実施場所)
第1回	4月15日	オリエンテーション
第2回	4月22日	情報分野 分散と標準偏差 講義 本校教諭
第3回	5月6日	情報分野 正規分布 講義 本校教諭
第4回	5月13日	情報分野 データの信頼性 講義 本校教諭
第5回	5月20日	情報分野 推定、検定、危険率 実験 本校教諭
第6回	5月27日	地球分野 リモートセンシングによる環境調査 講義実習 株式会社タイロス 渡部紳二代表取締役社長
第7回	6月16日	地球分野 電解強度測定 講義 金沢大学 長野勇教授
第8回	6月17日	海洋分野 薄層クロマトグラフィー 講義実習 本校教諭
第9回	6月18日	地球分野 電界強度測定 実習 金沢大学 長野勇教授
第10回	6月24日	地球分野 リモートセンシングによる環境調査事後学習 実習 本校教諭
第11回	7月1日	海洋分野 波による砂浜の浸食 講義 金沢工業大学 鷺見浩一助教授
第12回	7月2日	海洋分野 波による砂浜の浸食 実習 金沢工業大学 鷺見浩一助教授 (金沢工業大学)
第13回	7月8日	海洋分野 七尾北湾に生息するアカニシ貝を用いての貝紫染色 講義実習 日吉芳郎先生
第14回	7月14日	海洋分野 七尾北湾に生息するアカニシ貝を用いての貝紫染色 講義実習 日吉芳郎先生

第15回	10月14日	生命分野 講義実習	薬効成分の抽出と反応 金沢大学 太田富久教授、御影雅幸教授、 高野文英助手（金沢大学）
第16回	12月2日	生命分野 講義	食品成分の機能 石川県立大学 榎本俊樹教授
第17回	12月3日	天文分野 講義実習	超新星絶対等級の算出 埼玉県立豊岡高校 原正教諭
第18回	12月21日	生命分野 実習	食品成分の機能 石川県立大学 榎本俊樹教授（石川県立大学）
第19回	1月13日	数理分野 講義	微小な変化 本校教諭
第20回	1月16日	科学英語 講義	科学英語の指導 大聖寺高校 ALT エリザベス・リチャードソン 向陽高校 ALT イライザ・チャン
第21回	1月20日	数理分野 講義	微分方程式の作成 本校教諭
第22回	1月27日	科学英語 講義実習	科学英語の指導 大聖寺高校 ALT エリザベス・リチャードソン 向陽高校 ALT イライザ・チャン
第23回	1月30日	科学英語 講義実習	科学英語によるプレゼン発表の指導 文京学院大学 鶴浦裕教授
第24回	2月3日	数理分野 講義	微分方程式の解 本校教諭
第25回	2月6日	科学英語 講義実習	科学英語の発表指導 能都北辰高校 ALT ジェニファー・アンダーソン 金沢錦丘高校 ALT イゾベル・バリー
第26回	2月17日	科学英語 講義実習	科学英語の発表指導 能都北辰高校 ALT ジェニファー・アンダーソン 金沢錦丘高校 ALT イゾベル・バリー 田鶴浜高校 ALT キャサリン・A・グレドビグ
第27回	2月24日	数理分野 講義	身近な話題と微分方程式 金沢大学 宮川鉄朗教授
第28回	3月6日	科学英語 講義実習	科学英語の発表指導 能登青翔高校 ALT ジョー・トウン 田鶴浜高校 ALT キャサリン・A・グレドビグ 能都北辰高校 ALT ジェニファー・アンダーソン 文京学院大学 鶴浦裕教授
第29回	3月13日	科学英語 講義実習	科学英語の発表指導 能登青翔高校 ALT ジョー・トウン 田鶴浜高校 ALT キャサリン・A・グレドビグ
第30回	3月20日	科学英語 発表会	科学英語の発表 県内ALT 10名

(c) 評価の方法

評価は提出したレポートの内容を主とし、授業に取り組む姿勢やアンケートの結果を加味した。提出させたレポートはフロンティアサイエンスⅠと同じ内容であるが、提出項目に各自の創意と工夫の欄を追加して設け記入させた。フロンティアサイエンスⅡで取り組んだ内容はそれぞれまとめ、次の機会をとらえてポスター展示や発表を行った。

- ・学校祭でのポスター作成展示
- ・平成17年度SSH生徒研究発表会
- ・中間報告会でのプレゼンテーション、ポスター発表
- ・科学英語発表会

(d) 成果

本年度新たにフロンティアサイエンスⅡを実施した。本校生徒の実情を踏まえ毎回新しいテーマを実施するのではなく、事前学習を行いテーマを学ぼうとする意義や魅力を講義し次回に実習する形式をとった。そのため生徒は内容を深めて学習に臨むことができた。アンケートから生徒はフロンティアサイエンスⅡの実施内容をほぼ理解できたことが分かる。フロンティアサイエンスⅡの実施により次の成果が得られた。

- ・フロンティアサイエンスⅠに加えていろいろな分野から身近な自然環境をテーマとして取り上げ指導してきた。以前より科学を志す生徒が増え、さらに高いレベルの科学を学ぼうとする生徒がでてきた。
- ・多分野を学ぶことによって分野間のつながりが分かるようになった。科学の発展だけではなく弊害に眼を向けることができるようになった。など広い視野で科学を捉えることができる生徒が増えてきた。
- ・物事を筋道をたてて論理的に考えることができるようになったり、自分自身の独自のアイデアで工夫したりする生徒が以前より増えてきた。
- ・科学の大切さや楽しさが分かるようになり科学を敬遠しないようにならなってきた。フロンティアサイエンスⅡでの内容は難しくレポート作成など他教科の勉強の負担になっているが前向きに取り組もうとする生徒が増えてきた。
- ・物事を深く探求したり、自ら考え行動できるようになるなど自発的に科学を深めようとする生徒が増えてきた。
- ・科学英語の指導によって英語を受験科目の一つとして習うというよりも、科学をする際の手段として捉える生徒が増えてきた。

- ・教員は専門科目だけではなく多分野にわたり研修することができたことで自身のスキルアップをはかることができた。

(e)課題

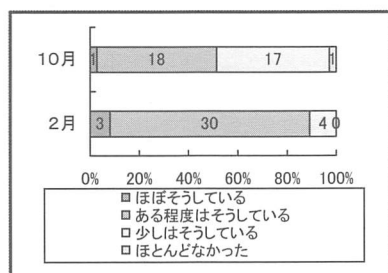
- ・フロンティアサイエンスⅡは金曜日6、7限目実施としてカリキュラムの中に組み込んであるが、大学の予定やテーマ実施の都合から土、日の休日を使う研修も行った。生徒が負担を感じている一端はフロンティアサイエンスの休日実施でもあるが、ぶら下がりではなく、どれだけカリキュラムに組み込んだ形で実施できるかが課題である。
- ・学校には様々な行事があり授業を実施できない日が多々ある。フロンティアサイエンスⅡの法定年間時数を確保することが課題である。

(f)アンケートによる検証（フロンティアサイエンスⅡ）

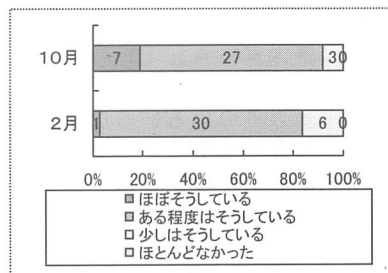
1. フロンティアサイエンスⅡ アンケート結果

フロンティアサイエンスⅡ実施期間中、前期終了時の10月と、年度末の2月の2回にわたって内容に関するアンケートを実施した。以下にその結果を示し評価を行う。また質問項目の内、昨年度2月に行われたフロンティアサイエンスⅠに関するアンケートとの共通項目については、後半で年度間の比較・検討も合わせて行う。なおグラフ内数値は人数を表す。

【項目1】 フロンティアサイエンスⅡ（以下FSⅡ）の実施により現象を論理的に考えるようになった。



【項目2】 FSⅡの実施により、独自のアイデアによって工夫するようになった。



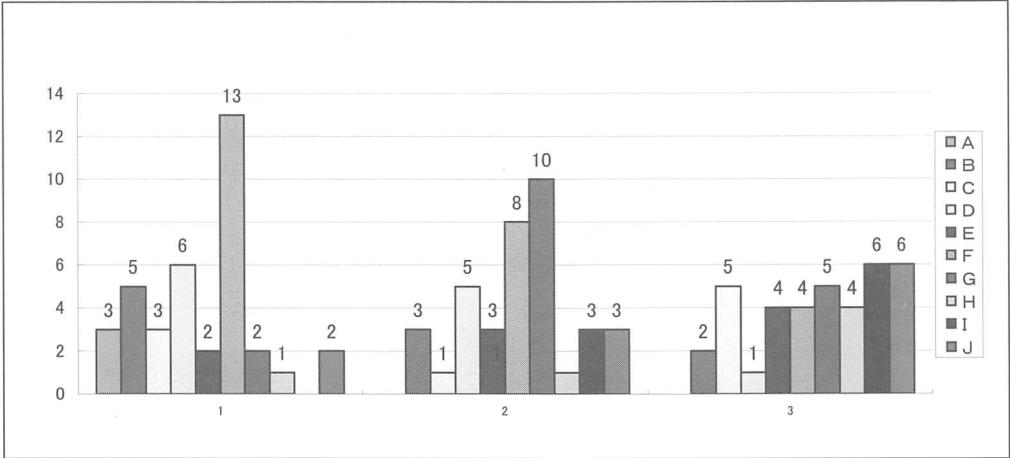
【項目3】 1、2で「ほぼそうしている」「ある程度はそうしている」と答えた人、どのような変化がありましたか？

- ・身の回りの日常生活はなぜ起きるのか、科学的に考えるようになった。
- ・普段の生活でもいろんなことをよく考えるようになった。
- ・自分の考えを持てるようになった
- ・創造力がついたと思う
- ・科学的な考え方をするようになった
- ・レポートをまとめる力がついた
- ・実験などを予測したり工夫したりするようになった

【項目4】 1、2で「ほとんどなかった」と答えた人、それはなぜだと思いますか？

- ・内容を理解するだけで精一杯だったから。
- ・高度な内容で理解するだけで一杯一杯だった。
- ・独自のアイデアまで考える余裕がなかった。

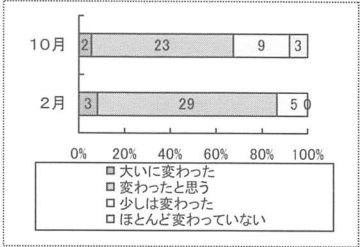
【項目5】 実施したテーマの中で物事の筋道をたてて考えたり独自のアイデアがあったり、新たな発想があったと思われるものを3つ選び、理由を書きなさい。



- A 情報分野（データの信頼性・分散と標準偏差・二項分布と正規分布・推定、検定、危険率）
- B リモートセンシングによる環境調査（(株) タイロス 渡部社長）
- C 電解強度測定（金沢大学 長野教授）
- D 波による砂浜の浸食（金沢工業大学 鷲見助教授）
- E アカニシ貝を用いての貝紫染色（日吉先生）
- F 薬効成分の抽出（金沢大学 御影教授・太田教授）
- G 食品成分の機能（県立大学 榎本教授）
- H マカリを用いた天体計測（埼玉県立豊岡高校 原教諭）
- I 微分方程式（金沢大学宮川教授・本校教諭）
- J 科学英語（県内高校 A L T）

- A・統計について平均以外のいろいろな手段を有効に使えることを学べた
 - ・情報処理など、社会で求められている技術が習得できた
 - ・統計処理の仕組みがよくわかった
- B・自分の住んでいるところについて学べた点。
 - ・石川県の環境の変化について学び、今後自分がどうすべきなのか考えられた。
 - ・最も自主性が養われた内容だった
- C・実習が楽しく、大学院生と話ができて新鮮だった
 - ・実際に自分の作ったラジオで音が聞けて感動した
- D・実際に石川県の問題である波の浸食が学べて良かった。
- E・古代の人々が行っていた実験に触れることができた点。
- F・初めて使う実験機器が多く、とても楽しかった
 - ・実際に金沢大学薬学部で実験ができて有意義だった
 - ・どこにでもある植物が薬になるということを体験として知ることができた。
- G・食物繊維の働きが理解できた。
 - ・食品という身近なテーマで親しみが持てた
- H・天体の明るさから遠く離れた星の距離を知ることができた点
 - ・宇宙に親しみが持てるようになった
- I・通常授業での数学を先取りできた点。
 - ・自然現象を知るにあたって必要な内容だと思う
 - ・受験に直結する内容だと思う
- J・人前で英語を話すことに抵抗がなくなってきた。
 - ・日常の中でネイティブの人と話す機会があまりないのでとても良い。続けてほしい。
 - ・英語力が数段アップした
 - ・リスニング力がついた

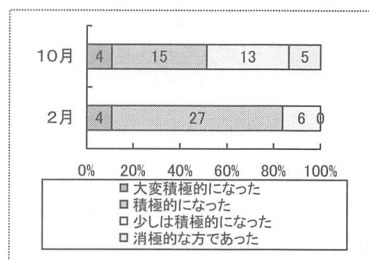
【項目 6】FSⅡを実施したことによって科学に対する見方や考え方に何か変化はありましたか？



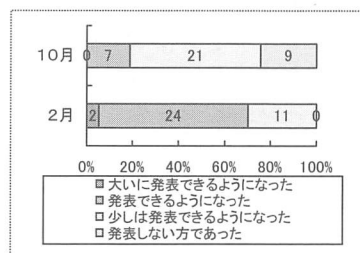
【項目 7】 6で「少しは変わった」「ほとんど変わっていない」と答えた人、それはなぜだと思いますか？

- ・全体的に興味を持てる内容がなかった。
- ・魅力的な授業があまりなかった。
- ・去年とさほど考え方が変わっていないから。

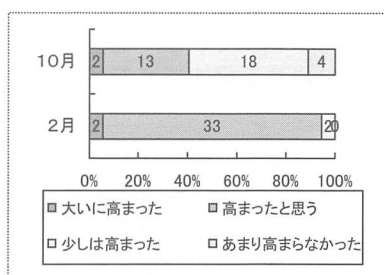
【項目 8】 科学に取り組む姿勢について1年次より積極的になったと思いますか？



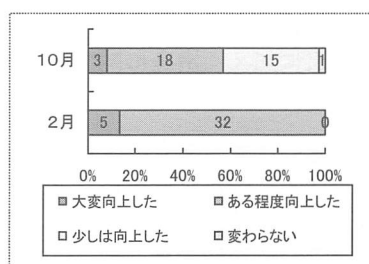
【項目 9】 いろいろな場面で自分の意見を発表できるようになりましたか？



【項目 10】 レポートの作成を通じて講義や実習の内容を把握し、まとめる力は高まりましたか？



【項目 11】 実験や実習を通じて科学的な技術が1年次よりも身に付いたと思いますか？



【項目 1】 フロンティアサイエンスⅡ（以下FSⅡ）の実施により現象を論理的に考えるようになった。

【項目 2】 FSⅡの実施により、独自のアイデアによって工夫するようになった。

FSⅡの受講によって現象を論理的に考えるようになったと答えた生徒が10月は51%であったが2月では89%と大きく増加している。また独自のアイデアによって工夫するようになったと答えた生徒は、10月は92%、2月は84%と減少傾向にはあるが、かなりの比率といえる。これらの結果から、生徒の論理的な思考力の増加と独創性、創造性の育成を目的として開講しているFSⅡは一定の効果を上げていると思われる。

【項目 3】 1、2で「ほぼそうしている」「ある程度はそうしている」と答えた人、どのような変化がありましたか？

FSⅡの受講によって、科学的な視点を持つようになったというような答えが多く見られた。体験重視の昨年度のFSⅠ比べ、今年度のFSⅡでは事前、事後学習をきめ細かく実施し1つ1つの講座の内容を深めた効果が現れていると思われる。講座ごとにレポートを提出するために、まとめる力や文章を作成する力が身についたとの答えも多く見られた。

【項目 4】 1、2で「ほとんどなかった」と答えた人、それはなぜだと思いますか。

昨年度のFSⅠは科学に対する興味関心を高めることが主な目的であることから体験重視であった。今年度のFSⅡは1つのテーマについて、時間をかけ深い内容まで掘り下げることによって、生徒の創意工夫を引き出そうとした。必然的に内容は高度になって戸惑う生徒が若干いることも事実である。

【項目 5】 実施したテーマの中で物事の筋道をたてて考えたり独自のアイデアがあったり、新たな発想があったと思われるものを3つ選び、理由を書きなさい。

金沢大学薬学部で実施された薬効成分の抽出、石川県立大学で行われた食品成分の機能を挙げた生徒が多い。前者は石動山に自生する薬草、後者は能登産のわかめというように、地元の生産物を大学の実験施設で分析したという共通点があり、これらのことが生徒の独創性を引き出した一因になったと推測できる。

【項目 6】 FSⅡを実施したことによって、科学に対する見方や考え方に何か変化はありましたか？

項目1及び項目2の結果より、FSⅡは生徒の論理的思考力や独創性・創造性を高める一定の役割を果たしていると判断された。ここでは生徒の科学に対する意識の変化を問うているが、10月は68%、2月は86%の生徒が変化があったと答え、その比率は増加していた。論理的思考力や独創性・創造性の高まりが本項目の意識の変化にも現れていると思われる。

【項目 7】項目 6 で「少しは変わった」「ほとんど変わっていない」と答えた人、それはなぜだと思いますか？
FSⅡではFSⅠに比べ講座数を減らし、1つ1つの講座にゆとりを持たせて実施することで、現象に対する持続的な思考を促してきた。少数ではあるがこうしたFSⅡの実施内容、実施方法に否定的な意見も見られた。講座を絞ったことで、FSⅠほど多くのジャンルで実施できなかったことや、内容の高度化が原因と考えられる。

【項目 8】科学に取り組む姿勢について1年次より積極的になったと思いますか？
10月は51%2月は84%の生徒が以前より積極的になったと答え、その割合は大きく増加した。体験的学習が中心のFSⅠに続き、論理的な思考力、独創性、創造性を高める目的で開講したFSⅡが目的通り効果を上げていると思われる。

【項目 9】いろいろな場面で自分の意見を発表できるようになりましたか？
発表できるようになったと答えていた生徒は、10月は19%であったが、2月には全員がそう答えており、著しい変化が見られた。これは中間報告会の際、FSⅡの講座についてポスターセッションを行ったこと、また七高アカデミア(課題研究)の発表の機会を設けたことなど、発表の機会を多く設けたことが大きく影響していると思われる。

【項目 10】レポートの作成を通じて講義や実習の内容を把握し、まとめる力は高まりましたか？
本項目も前項目と同様に10月の41%が2月には95%にまで比率が伸びている。毎回の詳細なレポート提出に加え、講座に関する感想文も作成するなど生徒により深い思考を促す機会を多く設けた効果が現れたと考えられる。

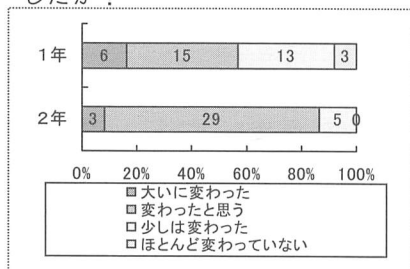
【項目 11】実験や実習を通じて科学的な技術が1年次よりも身に付いたと思いますか？
10月は57%が身に付いたと答えていたが、2月には全員がそう答えている。FSⅡはそれぞれの生徒が独創性、創造性を高めていく過程で高度な実験技術を習得することも狙いの1つであり、この結果はそのねらいが達成されていることを示している。ただしこれは生徒自身のそうした受け取り方だけが向上したとも言え、真に科学的な技術が向上したかは、例えば七高アカデミア(課題研究)などでの実験、研究活動の内容をも照らし合わせて判断する必要がある。

2. 1年次アンケートと2年次アンケートの年度間比較

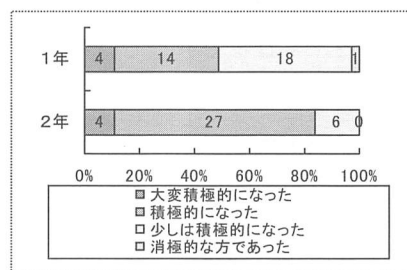
(1年次：フロンティアサイエンスⅠに関して2月実施。

2年次：フロンティアサイエンスⅡに関して2月実施。)

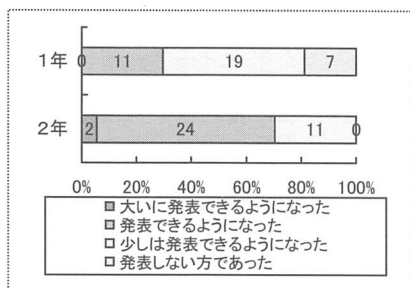
【項目 1】FSを実施したことによって科学に対する見方や考え方に何か変化はありましたか？



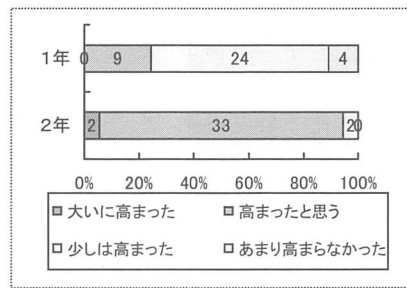
【項目 2】科学に取り組む姿勢について中学時・1年次より積極的になったと思いますか。



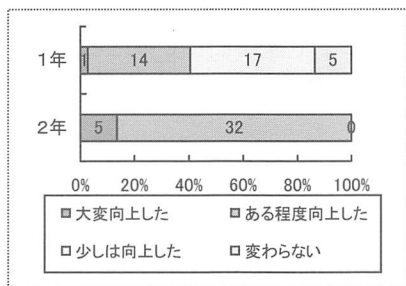
【項目 3】いろいろな場面で自分の意見を発表できるようになりましたか。



【項目 4】レポートの作成を通じて講義や実習の内容を把握し、まとめる力は高まりましたか？



【項目5】 以前と比べて科学的なアプローチの仕方や研究方法が身につきましたか。



【項目1】 FSを実施したことによって科学に対する見方や考え方に何か変化はありましたか。

科学に対する意識の変化があったと答えた生徒の比率は、1年時2月は57%、2年時10月は68%、2月は86%と徐々に増加してきている。1年時のFSⅠは、幅広い分野の講座によって主に科学に対する興味関心を高めることを目指してきた。2年時FSⅡでは論理的な思考力や独創性、創造性を高めるため、講座を精選し1つ1つの講座にゆとりを持たせて実施してきた。また内容に関して興味関心を高めるだけでなく、一人一人の生徒が創意工夫できるよう講座を設定した。この結果にはFSⅠからFSⅡにかけてのこうした意図が十分表れたと思われる。

【項目2】 科学に取り組む姿勢について中学時・1年次より積極的になったと思いましたか？

1年時2月は49%、2年時10月は51%、2月は84%の生徒が以前より積極的になったと答え、その割合はFSⅡ後半に大きく増加した。FSⅠは体験的学習が中心であり、様々な分野の科学に触れることで、将来の素地を提供する意味があった。続くFSⅡでは、論理的な思考力、独創性、創造性を高める目的で開講しており、FSⅡ後半の時期に本項目の自己評価の比率が増大したことは注目される。この理由については後の項目で考察する。

【項目3】 いろいろな場面で自分の意見を発表できるようになりましたか。

発表できるようになったと答えた生徒は、1年時2月は30%、2年時10月は19%、2月は100%であり、1年から2年にかけてその比率は一旦減少するが、前項目でも見られた傾向と同様FSⅡ後半に大きな伸びを示している。

【項目4】 レポートの作成を通じて講義や実習の内容を把握しまとめる力は高まりましたか。

【項目5】 以前と比べて科学的なアプローチの仕方や研究方法が身につきましたか。

レポート作成について、その効果を肯定的にとらえる生徒の比率は、1年時2月は24%、2年時10月は41%、2月は95%である。科学的な研究方法が身についたと答えた生徒の比率は1年時2月は41%、2年時10月は57%、2月は100%である。以上の項目はどれもFSⅡ後半に大きく比率が上昇している。これらの理由として、FSⅡ後半でのポスターセッション、またFSⅡに限らず様々な発表の機会があったことが挙げられる。発表をまとめる過程では自らの思考を深める必要があり、データを分析する力も大いに活用しなければならない。この過程が、科学に取り組む姿勢の積極さや、データを分析、活用しまとめる力、そして発表する力の増加につながっていったものと考えられる。

3. 分析

フロンティアサイエンスⅡ(FSⅡ)では身近な教育資源を生かしつつ、フロンティアサイエンスⅠ(FSⅠ)に比べテーマを精選し、1つ1つのテーマに時間をかけることで論理的な思考力や独創性、創造性を高めるよう講座を開講した。生徒のアンケートでは、論理的思考力の増加、科学観の変化を中心に高い自己評価が示された。こうした効果が得られた講座として、薬効成分の抽出と食品成分の機能を挙げる生徒が多かった。前述の講座のねらいにもあるように、どちらも身近な産物を実験材料として用いた点が共通している。また大学の設備を利用することで、高度な実験技術を体験、習得出来た点も高い評価の一因と思われる。

FSⅡの実施によって、論理的思考力の増加や科学観の変化に加え、科学に取り組む姿勢がより積極的になったと答えた割合が大きく増加した。幅広い分野の体験型であったFSⅠに対し、講座を精選しそれぞれの講座にゆとりを持たせ、事前・事後指導も含めて実施したFSⅡが、現象に対する興味関心を高め、現象に対する持続的な思考を促した結果がこうした評価につながったと考える。

前年度実施のFSⅠで課題であった成果を発表する機会については、FSⅡでは十分持つことが出来たと考えている。中間報告会におけるポスターセッションでは、各自がそれぞれの講座をグループごとに分担して報告した。この他にも七高アカデミア(課題研究)やアストロコスモサイエンスツアーなどのプレゼンテーション制作も同じ頃に行ってきた。こうして本年度後期には生徒がデータを収集・分析し、それを活用しまとめる活動が多く、その力が飛躍的に向上したと思われ、生徒の自己評価にもそうした結果が顕著に現れている。

課題としては、FSⅡの実施で科学に対する見方や考え方に変化がないと感じる生徒が10月には約3割いた点が挙げられる。これは1年時2月に実施したFSⅠについて同様の問に対する解答の約1割よりも増加している。FSⅡでは講座を精選し、一つ一つの講座にゆとりを持たせ、事前・事後指導も可能な

限り行ってきた。しかし、こうした内容についていくことが困難な生徒も存在し、その比率は講座の進展に伴い増加していったと推測できる。最終2月のアンケートでその比率は14%に減ってはいるが、来年度FSⅡ実施時には検討を要する課題である。また昨年度FSⅠでも課題として挙げられていたように、これまでは大学教授などが指導してきた内容でも、高校教員が講座を実施し、その割合を本年度より増やしていくことも課題である。

(2) 総合的な学習の時間「七高アカデミア」

(a)ねらい

生徒が研究テーマを設定し、探求し、まとめ、発表する課題研究活動を実施する。2年生理数科37名が対象である。課題発見能力、問題解決能力、発表する能力の育成をねらいとして実施する。2単位での実施で、月曜の5、6限目に5名程度のグループに分かれ活動する。活動は校内、校外、大学などの研究機関などで行う。活動内容はインターネットを利用した情報収集、図書の検索、実験など様々である。必要に応じて休日や長期休業期間も利用し活動した。研究活動は数学4グループ（暗号、アルゴリズム、折り紙、代数方程式）、理科4グループ（天文、生物、物理、化学）で行った。研究活動はまとめて中間発表となる校内課題研究発表会を行った。さらに、発表内容を検討し3グループが石川県高等学校理数科課題研究合同発表会で発表した。

①校内課題研究発表会

日 時 11月25日（金） 13:10～16:00
場 所 本校視聴覚室
発 表 者 理数科2年生全員
対 象 理数科1、2年生
助 言 者 金沢大学 高信敏教授、岩見雅史教授、
石川県教育委員会指導主事 橋場真一 先生

発表内容

	研究テーマ	研究内容	班員	担当教諭
1	天文 「太陽黒点観測」	太陽黒点を観測し、太陽の活動周期や自転周期を調べる。	石田・小磯 瀧本・福浦 宮田	北原
2	暗号 「暗号解読」	公開鍵暗号の理論を学習し、RSA暗号の安全性を調べる。	真田・寺下 山本・吉野	向
3	生物 「石動山のブナ林」	石動山に生息する主な薬草の調査と、オウレンの薬効成分であるベルベリン抽出。	天野・酒屋 沢田・橋本 中屋	岡部
4	アルゴリズム 「座席表の制作」	エクセルのマクロを使って数字の並べ替えをすることで、座席表や時間割を自動的に作成する。	神谷・斉藤 原田・元橋 前田茂	池原
5	折り紙 「ORIGAMI①」	日本独特の文化である折り紙。今なぜ世界から注目され研究が進んでいるのか。	川端・坂本	金岡
6	折り紙 「ORIGAMI②」	折ることでできること。インスタントラーメンの容器を折り紙でつくる。	辻・山元	金岡
7	代数 「代数方程式」	3次方程式・4次方程式の解法。	西井・西崎 林田・宮崎	古川
8	物理 「流星散乱電磁波の観測」	流星によって電離した大気が電磁波を散乱・反射する現象を調べる。	大畠・花園 林	今村
9	物理 「パラボラアンテナの制作」	3年目で改良を加えたパラボラアンテナでの実験を行う。	升田・村上	今村
10	化学 「環境ホルモンの測定」	御破川の水に含まれる環境汚染物質を調べる。	島崎・太島 前田耕・ 山崎・李	平野

②石川県高等学校理数科課題研究合同発表会

日 時 12月20日（火） 13:10～16:00
場 所 七尾サンライフプラザ 中ホール
発 表 小松高等学校2件、金沢泉丘高等学校2件、七尾高等学校3件
対 象 小松高等学校理数科1、2年生、金沢泉丘高等学校理数科1、2年生、
七尾高等学校理数科1、2年生および普通科理系クラス2年生全員
SSH指定校教職員、近隣中学校教職員、SSH石川県運営指導委員、
保護者、JST関係者
助 言 者 金沢大学 菅野孝史教授、鈴木治彦教授、磯邊清教授、
石川県教育委員会指導主事 橋場真一 先生

(b) 活動内容

【暗号グループ】

(7) ねらい

ネットワーク化が進んだ今日、情報に関するセキュリティが大きな意味を持つようになってきたが、情報の隠匿を目的とした「暗号技術」は数々のセキュリティ技術の中核をなすものである。近年の暗号は数学的な要素を多く含み複雑化しており、私たち暗号班では数学的な思考力や論理性を高めながら暗号理論を学び、暗号解読の可能性を、実験データを分析しながら追求していく。

(4) 年間計画

暗号の歴史は古く、何千年も昔から王や将軍たちが国を治め、軍を動かすために効率的な通信手段として使われてきた。今日の数学的な理論やコンピュータ技術を駆使した暗号まで、暗号技術の開発と解読の歴史を繰り返しながら発展してきたが、私たち暗号班は歴史をたどりながら研究することでこの理論の理解を深めていく。

4月	①暗号の基礎と歴史 暗号に関する用語を理解するとともに古代ローマからの暗号の数々を学習することで暗号の基礎を身につけた。
5月	②コンピュータの利用による数字から文字への置き換え 数字から文字への置き換えにより暗号化を図るようになってきた暗号を学習し、現代暗号の基礎を習得した。
6月	③秘密鍵暗号（共通鍵暗号）から公開鍵暗号RSAへ これまでの秘密鍵暗号では暗号文を復号文にするときには、事前に受信者に秘密鍵を渡しておく必要があったが、1976年その必要のない公開鍵方式が登場した。公開鍵暗号の中で、特にRSA暗号を取り上げて研究することにした。
7月 ～ 9月	④RSA暗号のための基礎知識 合同式、オイラーの定理、オイラー関数、フェルマーの小定理、原始根、乗法逆元、中国剰余定理等を学習しRSA暗号の基礎知識を習得した。 ⑤暗号論基礎講座（金沢工業大学 林 彬教授 7月4日） 共通鍵暗号と秘密鍵暗号についての講義、公開鍵暗号と計算量、RSA暗号、素因数分解の困難さ、ナップザック暗号などの講義を受ける。4月からの研究で曖昧であった箇所が先生から講義を受けることで理解できた。
10月 ～ 11月	⑥コンピュータを利用しRSA暗号の安全性を検証 ソフト「UBASIC」を使いRSA暗号の解読困難性を立証する。 ⑦「UBASIC」講座（金沢工業大学 林 彬教授 10月24日） 暗号解読に使う「全数探索」や「素因数分解」のプログラムについて指導を受けた。素因数分解については、プログラムは長く理解に苦しむ部分が多かったが、全数探索については容易に理解できるものであった。 ⑧実験データ分析講座（金沢工業大学 林 彬教授 11月7日） 学校で集めた実験データの分析を行った。
12月	⑨校内課題研究発表会（11月25日） 今年度前半までの研究成果を発表した。
1月	⑩今年度前半の課題と今後の活動を検討 11月までの活動を洗い直し、年度後半の活動計画を検討し修正した。
1月 ～	⑪年度前半で曖昧だった部分の知識を深め、さらに発展させる。 合同式、オイラーの定理、オイラー関数、フェルマーの小定理、原始根、乗法逆元、中国剰余定理等の理解を深めると共に、暗号理論の根拠となる数学的な部分を固め、さらに「UBASIC」を使つての、解読のプログラムの理解に取り組んだ。

(4) 活動内容

A. 暗号文の役割

守 秘・・・情報を秘密に伝える。

例 隠匿文「戦闘状態に入れ」を他の文「ニイタカヤマノボレ」に置き換えて送る。

認 証・・・相手の身元を確かめる。

例 「山」に対して「川」を対応させる合い言葉

B. 秘密鍵暗号（共通鍵暗号）と公開鍵暗号

暗号は秘密鍵暗号と公開鍵暗号の2種類に分けられる。秘密鍵暗号は対話者同士であらかじめ同じ鍵を決めておき暗号化する。鍵の値を秘密にしないと解読されてしまうものだった。それに対し公開鍵暗号は鍵を公開してしまうという画期的な、比較的新しいタイプの暗号である。

* 秘密鍵暗号

①シーザー暗号

秘密鍵暗号の一種で最も基本的なものである。Julius Caesarが考案したものであり、暗号の原点であると考えられている。この暗号は実に単純で、送りたい文章（英文ならアルファベット）を全て、一定数ずらしておくだけでよい。

例 HELLO → アルファベット順に一文字ずらす → IFMMP

暗号方式・・・一定の文字数だけずらす。

平 文・・・「HELLO」

共通の秘密鍵・・・「一文字」

暗 号 文・・・IFMMP

この暗号はアルファベットでは1から順に最高25回平文に戻そうと試みれば、すぐに解読されてしまうというものであった。このように、考えられる全ての鍵を試してみても、暗号文を平文に

戻そうとする解読方法を「全数探索」という。

シーザー暗号以後、多くの秘密鍵暗号が考案された。以下に取り上げたものはその一部である。

②換字暗号・縦横の座標に文字を対応させる。

(事前に受け取る側に各文字の座標の一覧表を渡す。)

③バーナム暗号・シーザー暗号においてずらす文字数を1文字ごとに変える。

(事前に受け取る側にずらす文字数の列を伝える。)

④エニグマ暗号・文字置換パターンを書いたカード26枚を3セット作成し、1文字暗号化することによりそのパターンを変える。

(事前に受け取る側にパターンを書いたカードを渡す。)

⑤DES・・・・コンピュータを利用し、数字から数字への変換を使う。桁上がりの無い計算を使う。

*公開鍵暗号

暗号を使って秘密通信を行うためには、その前に相手と鍵を秘密に共有しておかなければならない。1976年、この問題を解決する革命的な暗号のアイデアが出現した。この暗号には一方向の暗号通信にふたつの鍵を用いる。片方の鍵Eを使って暗号化した暗号文は、何とこの鍵Eでは復号できず、もう一方の鍵Dでのみ復号できるようにし、逆に鍵Dで暗号化した暗号文は鍵Eでは復号できず、鍵Eでのみ復号できるようにする、というものだ。そうすれば、鍵Eは公開するので誰でも暗号化できるが、鍵Eでは復号できないため、この暗号文が誰かに解読されたりしない。そして、この暗号文を復号できるもう一方の鍵Dを自分だけの秘密にすれば、届いた暗号文から自分だけが本当の情報を得られることになる。この概念を実現する暗号があれば、事前に鍵を共有しておかなければならない問題は見事になる。

公開鍵暗号での認証は、一人一人が自分専用のふたつの鍵を持つ。これらには、互いに暗号化に使ったらその鍵自身では復号できず、もう一方の鍵でのみ復号できる関係を持たせる。Aさんの公開鍵で復号できる暗号文を作れるのは、Aさんの秘密鍵を知っているAさん本人だけである。よって相手が確かにAさんだ、と確認できる。

C. RSA暗号

この暗号にはmodの概念を用いている。modとは除法の余りのみを考えるものである。

例： $8 \bmod 5 = 3$ (8を5で割った余りは3である)

または

$8 \equiv 3 \pmod{5}$ (8と3は5を法として合同である。)

このような場合「5を法とする世界で考える」ともいう。

この概念を用いたRSAの世界の数は連続性もなく大小性もなく逆算できない。つまり暗号化方法と暗号化の鍵を知っても逆算できず公開鍵暗号の一方性が成立する。

RSA暗号では素数(P)×素数(Q)の数を法とする。このような世界では、べき乗した数が、もとの数に戻るということが起こり得る。このことは[{(P-1)と(Q-1)の最小公倍数} × n + 1] 乗で起こる。

例：P=3、Q=11で、「P×Q=33」を法とする世界(図1参照)

(P-1とQ-1の最小公倍数) × n + 1
= 10 × n + 1 (nは自然数)

11乗、21乗、31乗、41乗 …の箇所に平文と同じ数字が現れる。

図1

べき乗数

平 文 の 値		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	4	8	16	31	31	29	25	17	1	2	4	6	16	32	31	29	25	17	1	2	4
	3	3	9	27	15	12	3	9	27	15	12	3	9	27	15	12	3	9	27	15	12	3	9
	4	4	16	31	25	1	4	16	31	25	1	4	16	31	25	1	4	16	31	25	1	4	16
	5	5	25	26	31	23	16	14	4	20	1	5	25	26	31	23	16	14	4	20	1	5	25
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
暗 号 化	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
復 号 化	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
戻せない																							

「33を法とする世界で考える」と、平文「2、9、17、31」は3乗して、暗号文「8、3、29、25」になる。さらに7乗すると平文「2、9、17、31」に戻る。(図1、図2参照)

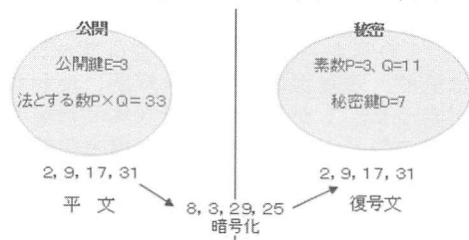


図 2

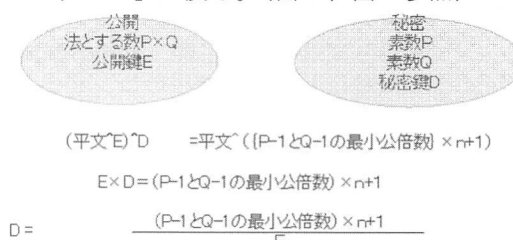


図 3

D. RSA暗号の安全性

RSA暗号の安全性は素因数分解の難しさによって保障されている。法とする「 $P \times Q$ 」の数が素因数分解され、 P 、 Q が求められてしまうと秘密鍵が求められてしまうため、容易に復号出来てしまうためである。

*秘密鍵と公開鍵の関係は下の図3のとおりである。

E. RSA暗号の解読

プログラム言語「Ubasic」を用いて、コンピュータにRSA暗号を解読（全数探索・素因数分解）させて、その結果をグラフ化したものである。以下の2つの方法で解読可能かどうかを検証した。使用した学校のパソコンは下記のとおりである。

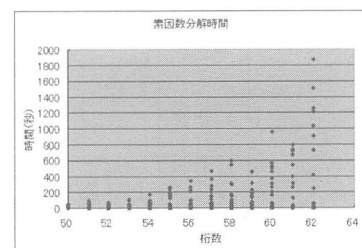
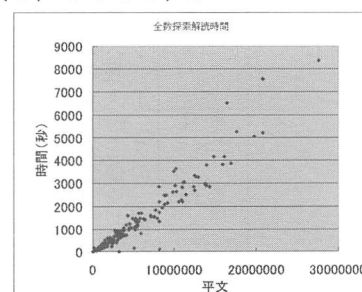
使用したパソコン	CPU: Intel Pentium II プロセッサ 400MHz
	メモリ: 320 MB RAM

①全数探索

図4はコンピュータでRSA暗号を解読（全数探索）させて、その結果をグラフ化したものである。 X =平文 Y =時間（秒）とおき、このグラフから、関数 $Y = (1/3333)X$ と推定できそうである。

この関数に $Y=131400000$ を代入して、その時の X を求める（100年かかる平文の数を求める）と、 $X=10510948800000$ （14桁）である。つまり、14桁の平文が解読されるのに100年かかるということである。このことから、例えば作業を10台のコンピュータに分担して行わせるのならば、時間は1/10になる。同様に、このコンピュータより処理速度が10倍のコンピュータを用いれば、時間は1/10になる。

次にこの関数に $X=10^300$ を代入し、その時の Y を求める（300桁の平文を解読するのにかかる時間を求める）と $Y \approx 3 \times 10^{296}$ である。これを年数に換算すると約 10^{288} 年である。この計算を10台のコンピュータに計算させると、約 10^{287} 年かかる。先ほどと同様に、処理速度が10倍速いコンピュータ10台を用いると、約 10^{286} 年かかる。結果として、このような計算は宇宙の歴史を何回か繰り返すような時間がかかっても終わらない。よって、解読不可能である。



②素因数分解

図5はコンピュータでRSA暗号を解読（素因数分解）させて、その結果をグラフ化したものである。 X =平文の桁数 Y =時間（秒）とおくと、このグラフから、指数関数 $Y = 0.00011378 \times 5^{(x/6)}$ と仮定してみた。(図6)

この関数に、 $X=300$ （300桁の数）を代入し、そのときの Y （秒）を年数に換算すると約320449456473491277949679年になる。結果として、事実上これだけの時間、計算を行うことは不可能なので、解読できない。右の指数関数はグラフから推測した仮定上のものであり、実際に指数関数で表されるかどうかは確かではない。

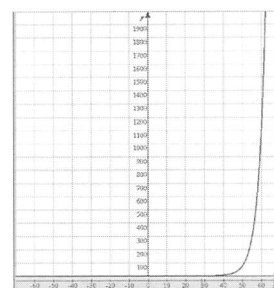


図 6

F. RSA暗号の問題点

暗号化、復号の時間に膨大な時間を要するため、高速な秘密通信が出来ない。

今まで説明した2つの暗号の長所・短所の比較

	長 所	短 所
公開鍵暗号	事前に鍵を伝えておく必要がない	計算速度が遅い
秘密鍵暗号	計算速度が速い	事前に鍵を伝えておく必要がある

つまり公開鍵暗号で秘密鍵暗号の鍵を伝えれば、鍵を秘密のまま伝えることが出来き、通信自体は秘密鍵暗号を使えば計算時間が短縮できる。これをハイブリッド方式という。

(I) 成果と課題

年度前半では、ゼミ形式で各自が担当箇所を説明して、その後他の班員が質問し理解を深めながら進んできた。説明者は班員に理解させようといういろいろな具体例を考え、工夫を凝らして説明しており探求心、自主性、表現力が向上してきた。10月からはRSA暗号の安全性をコンピュータを使って検証したが、学校のコンピュータの性能は低く、現在世界中で暗号解読に使われているコンピュータとのギャップが大きく、推測するにとどまった。しかし、学校で収集した多くのデータを分析すると規則性が見いだされ、そこから高性能のコンピュータを使用した場合の解読時間を推定するなど分析力・考察力を養うに大きく役立ち、得るものは多かった。現代の暗号はかなり高度な数学を基礎として成り立っており、さらに、先へ進むためには、もっと数学的な知識が必要となる。今後は、暗号理論のさらなる飛躍のために、時間をかけて整数論などの数学の基礎をしっかりつけることが課題であると考ええる。

- *参考文献 図解雑学暗号理論 伊藤 正史 著 ナツメ社
UBASIC86 木田 祐司 著 日本評論社
*協力 力 金沢工業大学 林 彬 教授

【アルゴリズムグループ】

(7) ねらい

数字の配列を変えることで、データの並べ替えをしたり、特定のデータを取り出したりと、コンピュータを使えばいろいろなことができる。座席表はクラスごとにくじを作ったりして決めているが、数字をランダムに並べ替えることによってそれをパソコンで作ってみる。表計算ソフトのExcelを使い、実際に座席表や時間割などのプログラムを作成することで、コンピュータの便利さを再認識し、操作に慣れるとともにプログラムを自分で組めるようにする。

(I) 年間計画

4月	罫線を引いたり、文章を作成したり、実際に表を作ってマクロを使わずに手打ちでクラスの時間割や座席表を作り、「Excel」の操作になれる。 表中の文字の大きさや色、フォントを変えたりすることで、より見やすくなるように工夫する。
5月	Excelの関数を使ってみる。各クラスの名簿をコピーし、その名簿の中から必要なデータを抽出するために、Vlookup関数やSum関数などこれから先、必要となるであろう関数の使い方を覚える。基本となる、マクロを使わない座席表の作成を行う。
6月	マクロ記録を使い、簡単なマクロが自分で作成しなくても、Excelが自動でマクロを作成してくれることを知る。これにより、罫線を引いて表を作ったり、文字の色を変えたりすることが、マクロではどういう風にプログラムとして、作られるのかを考えてみる。
7月	ボタンやチェックボックスの作成などマクロを作成したときに、実際にそのマクロを動かすために必要なフォームについての知識を習得する。
9月	マクロ記録では作れない関数をプログラム上に作成し、作動させてみる。ランダム関数やIf~Then、For~Nextなどの関数を使い、プログラムを作り、これらの関数の使い方を知る。
10月	ランダム関数を使い1~40の整数をランダムに発生させるプログラムを作成する。
11月	ボタンを押すごとに、1年生から3年生まで全てのクラスの座席表が、プログラムにより勝手にできる座席表の作成。個人毎に毎回、座席の位置がランダムに配置されるようにする。
12月	男女別の色分けなどの微調整。校内発表に向けての資料作成。パワーポイントを使った発表原稿の作成。科学プレゼンテーションの作成。

(II) 活動内容

- ・過去に表計算ソフトの「Excel」を使ったことがあるということだったが実際はほとんど使い方を知らないという状況であった。「Excel」自体に不慣れで、基本的な操作も十分にわかっていなかった。ので、まずソフトに慣れることから始める。罫線の引き方、文字の大きさや色などの指定の仕方といった、画面上で操作できるものについて学習をする。
- ・マクロがどういうふうに行われるのかを「マクロ記録」を使うことにより、学習する。画面上で罫線を引くと、それが「マクロ記録」を使うことにより、勝手にプログラムとして記録される。それを元に、マクロがこういった形で作られているかを知る。
- ・ランダム関数で発生させた乱数を実際に使える整数値に直す方法を考える。
例えば、1つの乱数で出てきたときにそれを座席表で使う整数にするためにこういった関数を使えばよいかを考える。

$\text{Int}(\text{Rnd} * 9999) \text{ Mod } 40 + 1$ とすると

$\text{Rnd} * 9999$ で1未満の乱数に9999をかけることで整数部分がでるようにする。さらにIntで小数以下を取り去って整数値に直す。Mod 40+1で出てきた整数を40で割った余りを出し、それに1を加えることで1~40の整数を作る。こうしてできた値をクラスの出席番号に当てはめることで個人名を特定し、それを座席表に表示することができる。

- ・次に1~40の整数値が全て1回ずつ出てくるようにしなければならない。2回、3回と同じ数字がでると、表の中に同じ名前が何度も出てくることになる。これは簡単なようで意外に手こずったとこ

ろで、最初は同じ数字がでたらもう1度ランダム関数で、数字を決め直せばよいというふう考えたが、20番目以降ぐらいの数字を決める段階になると、時間がかかりすぎてうまくいかなかった。最終的にはこれで解決できたのでプログラムのミスだったかと思う。そのために別の方法を考えざるを得ず、それに時間がかかってしまった。

18クラス分の名簿を準備し、VLOOKUP関数で個人の名前やふりがなを読み出し、それを表の中に表示して座席表を完成する。オプションボタンとコマンドボタンで1回ボタンをクリックするたびに、どのクラスでも座席がランダムに変わるように設定をした。

2604	
かみや まさみつ	
神谷 壮光	

このような形で男子は黒、女子は赤で表示をする。名列順の座席表もこの前段階で作成して、関数の使い方、プログラムの流れなどを理解するために利用した。

(I) 成果と課題

- ・研究を始める前は全くと言っていいほどエクセルについての知識はなく、ましてや、マクロというものの存在すら知らなかった生徒たちである。最初は何をすればよいかわからない状態でスタートしたが、徐々にエクセルについての理解を深めていった。
- ・マクロについても同様で、まず画面上での関数の利用から始めて、それをマクロに利用することで、ボタン一つでいろいろな操作ができるといったマクロの便利さ、有効性を理解しつつある。現段階ではまだまだ十分ではないが、今後の課題研究の時間の中でさらに学習してくれるものと思う。
- ・座席表を完成することである程度の理解ができたと思うので今後は、それをより確実なものとしていかなければならない。このあとは時間割の作成に挑戦しようと思っている。そのためにどういう関数をどのように使っていけばよいか。また、必要な部分を自分たちだけで実際に作成できるようにしていくことが大事である。これまでは教師主導で行ってきたものを自分で考え、自分で問題を解決していく能力を養っていけるようにしたいと思っている。

【折り紙グループ】

(7) ねらい

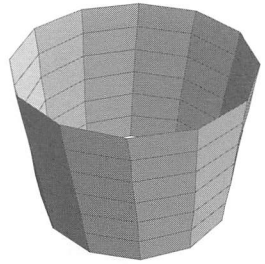
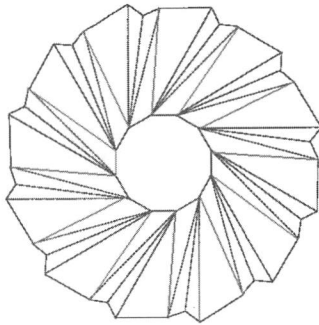
日本独自の文化である折り紙にはユークリッドの作図法を上回る機能がある。世界で様々な研究がなされ20数年経過したが、研究分野も分かれそれぞれの方向性が定まりつつある。最新の研究結果を参考文献とし、それぞれの分野について数学的証明を理解しながら具体的な折り紙として体験していく学習の過程で、生徒の折り間違いがきっかけとなり偶然にも独自の研究テーマを見つけた。それは、カップラーメンのようにお湯を入れる容器を1枚の紙で折り、同時に折り目そのものに保温性を高める空気の隙間空間を折り込む研究である。完成品の目標として、具だけが入る小さい箱を作り使用時にはその箱を一旦開き、折りなおして大きい容器に変え、しかも保温性の高い大きい容器とすることである。これは、災害被災地での救援用食料や非常時の緊急持ち出し食料、さらには登山等できるだけ省スペースでたくさんの内容を詰め込むことが必要な場面で有効活用が期待でき、社会的に貢献できる研究である。

(4) 年間計画

4月	・ミウラ折りとその人工衛星の太陽パネルでの活用 ・ユークリッドの作図方法との比較 ・ギリシア三大難問を折り紙で解く
5月	・方程式を折り紙で解く ・任意のnについて等分する（芳賀先生の方法）
6月	・折り容器の研究（テーマの決定）
7月	・変形鶴の折れる条件
9月	・Mathematicaの操作法 ・保温力比較実験
10月	・ねじれた立体の体積計算 ・Mathematicaの活用とグラフィック表示
11月	・カバリエリの理論 ・フビニの定理
12月	・プレゼンテーション作成
1月	・Mathematicaの微分計算
2月	・試作品の作成
3月	・研究のまとめ

(ウ) 活動内容

研究のきっかけは「折り紙と数理の科学」(参考文献1)で蔵前産業(群馬県)が開発した円筒形容器である。底面は正十二角形だが、上面はほぼ円である。この側面の三角推に「隙間の空間」を作り保温力を生み出す。体積について数学的に解析しねじれ立体の体積を積分で求め、Mathmaticaで計算結果を独自に作った公式で確認した。



(I) 成果と課題

容器に隙間の空間を作ることができ、保温性が高まる。次の仮説として「保温性をより高める隙間の形は体積的に多ければよいのではなく、細長くしかも内側との密着面積が多くできるほうが良い」の検証後、さらに折りやすく保温性の高い容器のさらなる研究を続ける。折りたたみ式の容器の実際の活用場面である。最近イスラエルでの地震やアメリカのハリケーンなどさまざまな災害が頻発している。そこに住む人たちは、住むところもなければ食べるものもない場合も多い。その時に仮にカップ容器で食料を現地の人たちに届けるならば、お湯を入れる空間があるため100個輸送可能のものが、折りたたみ式容器では、一度に200個を輸送することも可能かもしれない。これは、なるべく荷物を少なくする場面では同じなので登山用食料や、緊急避難用持ち出し用保存食でも活用したい。

参考文献

- 1. 折り紙の数理と科学 Thomas Hull 編集 川崎敏和 監訳
- 2. 折紙の数学 ロベルト・ゲレトシュレーガー著 深川 英俊訳
- 3. Mathematica その無限の可能性・基礎編 石田晴久監修 小島順他5名著

【代数グループ】

(ア)ねらい

代数学の歴史の流れをたどり、いろいろな数学者の活躍の様子や代数学がどのように発展してきたかを調べる。“方程式を解く”という問題意識を大切に、3次方程式や4次方程式について、カルダーノやフェ拉里などの様々な解法を探求し理解を深める。“方程式を楽しむ”ことから、さらには数学全般についての興味や関心・意欲へとつながる基盤となっていくことを目指す。

(イ)年間計画

数学Ⅰの授業では2次方程式の解の公式を学んでいる。数学Ⅱの高次方程式の授業では1次方程式や4次方程式を因数定理を用いる方法で解を求めることを学んでいるが、その解の公式は扱っていない。3次方程式・4次方程式においても解の公式があり、どのようにそれが導かれているかを学び、方程式の歴史とその発展の一端にふれる。

4月	①代数学の歴史 おもに代数学に関係する数学者について調べた。カルダーノ、フェ拉里、デカルト、オイラーの活躍や年代記をもとに感想を話し合い、数学者への関心を深めた。
5月	② 3次方程式のカルダーノの解法 3次方程式においてカルダーノの変換や解法の理論を学習し、カルダーノの公式を得た。それをもとに具体的な3次方程式の解を求め、3次関数のグラフをかいた。
6月	③ 3次方程式の因数分解を用いた解法 3次方程式を解くために3次式因数分解の公式を用いた解法について学習した。カルダーノの解法との比較ができ方程式の解法の理解の幅が広がった。3次方程式の判別式にも挑戦したが、未修のガウス平面上の偏角の知識を前提としていたため、ガウス平面の基本的理解を目指したが、十分な理解は生徒にとってはかなり難しく苦労していた。
7月 9月	④ 4次方程式のフェラリの解法 3次の項の係数を0にした4次式を2つの2次式の積に変形することにより、4次方程式の4個の解を求めることができることを学習した。また、4次方程式を変形していく過程において現れる分解3次方程式と4次方程式の関係について考察した。
10月	⑤ 4次方程式を解く。 具体的に4次方程式をフェラリの解法で解き、理解を深めた。また、4次関数のグラフをかくことで実数解・虚数解をもつ4次方程式とグラフの関係について考察した。

11	⑥ 校内課題研究発表会のプレゼンテーション原稿の作成。
12	ワープロで数式を打ち込むのは、生徒にとっては初めてのことであり、最初はかなり苦勞をしていた。入力・レイアウトなどを何時間もかけて行い、熱心に取り組んで仕上げていた。また、発表練習を発表者を中心にして何度も行った。お互いに想定質問を行いより理解を深める努力をしていた。
1	⑦ 4次方程式のデカルトの解法
2	フェラリの解法とは違う方法で4次方程式の解を求めた。解法全体を見渡すことは高校生にとっては簡単なことではなく、行きつ戻りつを繰り返していた。互いの考えを出し合い意見交換しながら、チームワーク良く粘り強く数式に取り組んでいた。

(7) 活動内容

① 代数学の歴史

BC1650年頃 エジプトで問題の中に未知数を表すhauが使われる。(代数学の始め)

AD 300年頃 ギリシャのデオファントスが「アメスメチカ」を著し、方程式を記号で表す。

$$628\text{年頃インドのブラマグプタが } ax^2+bx+c=0 \text{ の根を } x=\frac{\sqrt{ac+\left(\frac{b}{2}\right)^2}-\frac{b}{2}}{a} \text{ とした。}$$

876年 インドで0の記号がはじめて碑文に見える。

1150年頃 インドのバスカラが $\sqrt{a} \pm \sqrt{b} = \sqrt{a+b \pm 2\sqrt{ab}}$ 等を記す。

1535年 イタリアのタルタリアが $X^3=mx+n$ を解き，“数学の試合”に勝つ。

1541年 イタリアのタルタリアが3次方程式の一般的な解法を求めた。

1545年 イタリアのカルダーノが弟子のフェラリが4次方程式の解法の虚根を認めた。

1637年 フランスのデカルト(1596~1650)が「方法序説」の付録として「幾何学」を著す。

1700年代 スイスのオイラー(1707~1783)が数学の全部門で多大な業績をあげた。

- ・タルタリア、カルダーノ、フェラリの数学の試合における人間関係は清廉な数学者像とは全く異なるものであり、当時の数学研究とはどんなものだったかを話し合った。
- ・オイラーは28歳のとき右目を失明、58歳のとき完全に盲目になったが、強烈な想像力と驚嘆すべき記憶力とによって死ぬまでたくましい研究を続け、45冊の書物と700編以上の論文をかいたという。失明という逆境の中で偉大な業績をあげたことに驚き畏怖の気持ちをもった。

② 3次方程式のカルダーノの解法

$$X^3+pX^2+qX+r=0 \quad \dots (1)$$

$X=x-\frac{1}{3}p$ を代入し、 X^2 を項を消去する。(カルダーノの変換)

$$x^3+ax+b=0 \quad \dots (2)$$

とおく。 $x=u+v$ とし、整理すると、 $u^3+v^3+b+(3uv+a)(u+v)=0$ となる。

これより $u^3+v^3+b=0$, $3uv+a=0$ となるを満たす u^3 と v^3 を求める。

解と係数の関係より u^3, v^3 を解とする2次方程式は $t^2+bt-\left(\frac{a}{3}\right)^3=0$ である。

この解を求め、 $u^3=A, v^3=B$ とすると、

$$u=\sqrt[3]{A}, \omega\sqrt[3]{A}, \omega^2\sqrt[3]{A}, v=\sqrt[3]{B}, \omega\sqrt[3]{B}, \omega^2\sqrt[3]{B}$$

$$x=u+v \text{ より, } x_1=\sqrt[3]{A}+\sqrt[3]{B}, x_2=\omega\sqrt[3]{A}+\omega^2\sqrt[3]{B}, x_3=\omega^2\sqrt[3]{A}+\omega\sqrt[3]{B}$$

$$\therefore x_1=\sqrt[3]{-\frac{b}{2}+\sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2+\left(\frac{a}{3}\right)^3}}+\sqrt[3]{-\frac{b}{2}-\sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2+\left(\frac{a}{3}\right)^3}} \quad (\text{カルダーノの公式})$$

ここで、 x_1, x_2, x_3 となる u, v の組み合わせがなぜ上記のようになるのか、生徒ははじめは疑問に感

じていたが、 $uv=-\frac{a}{3}$ となる実数条件からこの組み合わせになることを話し合い理解していた。

③ 3 次方程式の因数分解による解法

カルダーノの変換をおこなった後から始める。

$$x^3 + ax + b = 0 \quad \dots\dots (2)$$

因数分解の公式を用いると、

$$X^3 + Y^3 + Z^3 - 3XYZ = (X + Y + Z)(X^2 + Y^2 + Z^2 - XY - YZ - ZX)$$

ここで、右辺の $X^2 + Y^2 + Z^2 - XY - YZ - ZX$ は 2 次方程式の解の公式と 1 の 3 乗根 ω を用いて

$$\begin{aligned} X^2 + Y^2 + Z^2 - XY - YZ - ZX &= X^2 - (Y + Z)X + Y^2 - YZ + Z^2 \\ &= (X + \omega^2 Y + \omega Z)(X + \omega Y + \omega^2 Z) \end{aligned}$$

と X の 1 次式に因数分解される。

$$\text{よって } X^3 + (-3YZ)X + (Y^3 + Z^3) = (X + Y + Z)(X + \omega^2 Y + \omega Z)(X + \omega Y + \omega^2 Z) \quad \dots\dots (3)$$

(2) と (3) の左辺の係数比較より

$$a = -3YZ, \quad b = Y^3 + Z^3 \quad \text{すなわち} \quad Y^3 Z^3 = -\left(\frac{a}{3}\right)^3, \quad Y^3 + Z^3 = b \quad \dots\dots (4)$$

となり、解と係数の関係より、 Y^3, Z^3 を解とするは 2 次方程式は $t^2 - bt - \left(\frac{a}{3}\right)^3 = 0$ である。

これを解いて、 $Y^3, Z^3 = \frac{b}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{3}\right)^3}$ となる。

(4) を満たす Y と Z の組は、1 の 3 乗根 $1, \omega, \omega^2$ を用いて、 Y と $Z, \omega^2 Y$ と $\omega Z, \omega Y$ と $\omega^2 Z$ の組になる。よって、(2) の解は

$$x_1 = -(\sqrt[3]{Y^3} + \sqrt[3]{Z^3}), \quad x_2 = -(\omega \sqrt[3]{Y^3} + \omega^2 \sqrt[3]{Z^3}), \quad x_3 = -(\omega^2 \sqrt[3]{Y^3} + \omega \sqrt[3]{Z^3})$$

の 3 個となる。

ここでたとえば、 x_1 については

$$\begin{aligned} x_1 &= -\sqrt[3]{Y^3} - \sqrt[3]{Z^3} = \sqrt[3]{-Y^3} + \sqrt[3]{-Z^3} \\ &= \sqrt[3]{-\frac{b}{2} + \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{3}\right)^3}} + \sqrt[3]{-\frac{b}{2} - \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{3}\right)^3}} \end{aligned}$$

これは、カルダーノの公式である。

例題として、3 次方程式 $x^3 + 6x^2 + 3x + 18 = 0$ をカルダーノの解法と因数分解による解法で解いた。解は、 $x = -6, \sqrt{3}i, -\sqrt{3}i$ である。因数定理を用いる方法も試みたが因数 $x + 6$ をみつけるのは、気付きにくいというのが生徒の感想であった。また、 $y = x^3 + 6x^2 + 3x + 18$ のグラフをかいて解とグラフの関係を確認した。

次に 3 次方程式 $x^3 - 15x - 4 = 0$ を解いた。カルダーノの公式を使うと、解は

$$x = \sqrt[3]{2 + 11i} + \sqrt[3]{2 - 11i}$$

となって、複素数の入った複雑な式になる。

一方、 $x^3 - 15x - 4 = 0$ は、 $(x - 4)(x^2 + 4x + 1) = 0$ と因数分解される。

$4 = \sqrt[3]{2 + 11i} + \sqrt[3]{2 - 11i}$ であるが、まさか、この $\sqrt[3]{2 + 11i} + \sqrt[3]{2 - 11i}$ が 4 であることに驚き不思議な感じをもった。生徒たちはこのことを実際に確かめるための計算をしていたが、その方法をいろいろと議論していた。 $x^3 - 15x - 4$ が $x - 4$ を因数にもつことになるほどと納得していた。

④ 4 次方程式のフェラリの解法

$$4 \text{ 次方程式 } x^4 + ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$$

$$X = x - \frac{p}{4} \quad \text{と置いて } x^3 \text{ の項を消す。} \quad X^4 + pX^2 + qX + r = 0 \quad \dots\dots (5)$$

$X^4 = -pX^2 - qX - r$ の両辺に $yX^2 + \frac{1}{4}y^2$ を加え、左辺を平方式に変形する。

$$\left(X^2 + \frac{1}{2}y\right)^2 = (y - p)X^2 - qX - r + \frac{1}{4}y^2 \quad \dots\dots (6)$$

さらに右辺も完全平方となるように、右辺の X についての判別式 $= 0$ となる y の値を選ぶ。

すなわち、 X の 2 次方程式 $(y - p)X^2 - qX - r + \frac{1}{4}y^2 = 0$ について

$$\text{判別式} = q^2 - 4(y - p)\left(-r + \frac{1}{4}y^2\right) = 0$$

$$y^3 - py^2 - 4ry + 4pr - q^2 = 0 \quad (\text{分解 3 次方程式}) \quad \dots\dots (7)$$

となる y の値を 1 つ用いて、 $(y - p)X^2 - qX - r + \frac{1}{4}y^2 = (AX + B)^2$ と表される。

$$\text{よって (6) は} \quad \left(X^2 + \frac{1}{2}y\right)^2 = (AX + B)^2, \quad X^2 + \frac{1}{2}y = \pm(AX + B) \quad \text{となる。}$$

この 2 次方程式をそれぞれ解くことによって、4 次方程式 (5) の 4 個の解が得られる。

フェラリの解法のポイントは、(7) の分解 3 次方程式を解いてその解を利用していく点である。

この分解 3 次方程式は、4 次方程式を解くときの中間のステップとして重要なものとなっている。

⑤ 4 次方程式を解く

例題として 4 次方程式 $x^4-3x^2+6x-2=0$ をフェラリの解法で解いた。

$x^4=3x^2-6x+2$ の両辺に $yx^2+\frac{1}{4}y^2$ を加え、左辺を完全平方にする。

$$x^4+yx^2+\frac{1}{4}y^2=3x^2-6x+2+yx^2+\frac{1}{4}y^2, \quad \left(x^2+\frac{1}{2}y\right)^2=(3+y)x^2-6x+\frac{1}{4}y^2+2$$

右辺も完全平方式にするために y の値を選ぶ。すなわち右辺を x の 2 次方程式と考えて判別式 D の値が 0 となるようにする。

$$D/4=9-(3+y)\left(\frac{1}{4}y^2+2\right)=0 \quad \text{これを整理し因数分解すると}$$

$$(y-1)(y^2+4y+12)=0 \quad \therefore y=1, -2\pm 2\sqrt{2}i$$

$y=1$ のとき

$$\left(x^2+\frac{1}{2}\right)^2=4x^2-6x+\frac{1}{4}+2, \quad \left(x^2+\frac{1}{2}\right)^2=\frac{1}{4}(4x-3)^2$$

$$x^2+\frac{1}{2}=\pm\frac{1}{2}(4x-3) \quad \text{から,} \quad x^2-2x+2=0, \quad x^2+2x-1=0 \quad \therefore x=1\pm i, -1\pm\sqrt{2}$$

また、 $y=x^4-3x^2+6x-2$ のグラフをかいて、グラフと実数解と虚数解の関係の理解を深めた。

⑦ 4 次方程式のデカルトの解法

$$x^4+ax^2+bx+c=0 \quad \dots\dots (8)$$

の左辺を

$$(x^2+kx+l)(x^2-kx+m)=x^4+(l+m-k^2)x^2+k(m-l)x+lm \quad \dots\dots (9)$$

と因数分解したい。(8)と(9)の係数比較をして、

$$l+m-k^2=a, \quad k(m-l)=b, \quad lm=c$$

となるように k, l, m, n を決めることができればよい。

k についての方程式にするために、はじめの 2 式から l, m を k, a, b, c であわらす。

$k \neq 0$ とする。

$$2l=a+k^2-\frac{b}{k}, \quad 2m=a+k^2+\frac{b}{k} \quad \text{これを第 3 式へ代入する。}$$

$$(a+k^2)^2-\frac{b^2}{k^2}=4c, \quad \text{よって} \quad k^6+2ak^4+(a^2-4c)k^2-b^2=0 \quad \dots\dots (10)$$

この方程式は k^2 を未知数とする 3 次方程式である。この方程式の 1 つの解を $k_1 (\neq 0)$ とする。

$$l=\frac{1}{2}\left(a+k_1^2-\frac{b}{k_1}\right), \quad m=\frac{1}{2}\left(a+k_1^2+\frac{b}{k_1}\right) \quad \text{であるから}$$

$$(9) \text{ は } x^2\pm k_1x+\frac{1}{2}\left(a+k_1^2\mp\frac{b}{k_1}\right)=0 \quad \text{となる。これを解けばよい。}$$

ここで (10) において $k^2=y$ とおくと、(10) は y についての 3 次方程式

$$y^3+2ay^2+(a^2-4c)y-b^2=0 \quad \dots\dots (11) \quad \text{となる。}$$

(11) の方程式の 3 つの解を y_1, y_2, y_3 とし

$$\sqrt{y_1}=k_1, \quad \sqrt{y_2}=k_2, \quad \sqrt{y_3}=k_3 \quad \text{とおく。}$$

ただし ここで $\sqrt{}$ は $k_1k_2k_3=-b$ となるように符号をとっておくとする。

また、 k_1^2, k_2^2, k_3^2 は (10) の解であるから、解と係数の関係から、

$$k_1^2+k_2^2+k_3^2=-2a$$

$$x^2-k_1x+\frac{1}{2}\left(a+k_1^2+\frac{b}{k_1}\right)=0 \quad \text{については}$$

$$\left(x-\frac{k_1}{2}\right)^2=-\frac{a}{2}-\frac{k_1^2}{4}-\frac{b}{2k_1}=\frac{k_1^2+k_2^2+k_3^2}{4}-\frac{k_1^2}{4}+\frac{k_1k_2k_3}{2k_1}=\left(\frac{k_2+k_3}{2}\right)^2 \quad \text{となる。}$$

よって、この解を x_1, x_2 とすると

$$x_1-\frac{k_1}{2}=\frac{k_2+k_3}{2}, \quad x_2-\frac{k_1}{2}=-\frac{k_2+k_3}{2}$$

となる。すなわち $2x_1=k_1+k_2+k_3=\sqrt{y_1}+\sqrt{y_2}+\sqrt{y_3}$

$$2x_2=k_1-k_2-k_3=\sqrt{y_1}-\sqrt{y_2}-\sqrt{y_3}$$

同様に

$$2x_3=-k_1+k_2-k_3=-\sqrt{y_1}+\sqrt{y_2}-\sqrt{y_3}$$

$$2x_4=-k_1-k_2+k_3=-\sqrt{y_1}-\sqrt{y_2}+\sqrt{y_3} \quad \text{が得られる。}$$

例題として $x^4 - 3x^2 + 6x - 2 = 0$ をデカルトの解法で解く。

$$a = -3, \quad b = 6, \quad c = -2 \quad \text{として}$$

$$2l = a + k^2 - \frac{b}{k} = -3 + k^2 - \frac{6}{k}, \quad 2m = a + k^2 + \frac{b}{k} = -3 + k^2 + \frac{6}{k} \quad \text{となる。}$$

これを $lm = -2$ へ代入する。

$$(-3 + k^2)^2 - \frac{6^2}{k^2} = -2, \quad \text{よって} \quad k^6 - 6k^4 + 17k^2 - 36 = 0 \quad \dots (12)$$

ここで(12)において $k^2 = y$ とおくと

$$y^3 - 6y^2 + 17y - 36 = 0, \quad (y - 4)(y^2 - 2y + 9) = 0, \quad \therefore y = 4, 1 \pm 2\sqrt{2}i$$

$$k_1 = \sqrt{4} = 2, \quad k_2 = \sqrt{2} + i, \quad k_3 = -\sqrt{2} + i \quad \text{とおくと}$$

$$2x_1 = k_1 + k_2 + k_3 = 2 + \sqrt{2} + i - \sqrt{2} + i = 2 + 2i \quad \therefore x_1 = 1 + i$$

$$2x_2 = k_1 - k_2 - k_3 = 2 - \sqrt{2} - i + \sqrt{2} - i = 2 - 2i \quad \therefore x_2 = 1 - i$$

$$\text{同様に} \quad 2x_3 = -k_1 + k_2 - k_3 = -2 + \sqrt{2} + i - \sqrt{2} + i = -2 + 2i \quad \therefore x_3 = -1 + \sqrt{2}$$

$$2x_4 = -k_1 - k_2 + k_3 = -2 - \sqrt{2} - i - \sqrt{2} + i = -2 - 2i \quad \therefore x_4 = -1 - \sqrt{2}$$

(I) 成果と課題

数学Ⅰの授業において、2次方程式の解の公式を導き、数学Ⅱでは、3次・4次の高次方程式の解を求めた。ただし、それは因数定理によって因数分解できるものに限られた方程式であった。一般的な3次方程式・4次方程式の解の公式はどう導かれるのかという疑問からスタートし、いくつかの解法を追求してきた。

式を変形する過程では、その変形の意図を理解し解法の全体像を把握することが、かなり難しい場合も多くあった。文字係数の一般式で公式を導くとき、途中計算の困難さに四苦八苦することも多かったが生徒それぞれが考えを出し合っていた。具体的な数字が係数である3次方程式・4次方程式で試してみる（実験）ことで、より理解が深まり見通しがよくなることを体験した。

この研究を通して生徒達は数学への関心や意欲がより高まったようである。最初は数式の扱いにやや臆する様子もあったが、少しずつ慣れてきた。「もっと数学に取り組んでみたい」という感想を述べた生徒や、「授業で長い数式が出てきてもあまり抵抗感がなくなった」という生徒もいる。「方程式を解く」というテーマで進んできたが、生徒がこのような感想をもったことも大きな収穫であった。

3次式の判別式を扱うには複素平面の理解が必要となるが、還元不能の場合における三角関数による解法、4次方程式のオイラーの解法、5次方程式の代数的解法の不可能など、興味深いテーマがたくさんある。今後それらの問題に挑戦することも面白いと思われる。

参考文献・数学が育って行く物語 第5週方程式 志賀浩二著（岩波書店）

・数学30講シリーズ6 複素数30講 志賀浩二著（朝倉書店）

・歴史に関してはインターネットで調べた。

数学の歴史 <http://homepagel.nifty.com/ishituka/math/history/mathhisto.html>

世界の数学者 <http://tomobow-web.hp.infoseek.co.jp/gakusya/gakusya.htm>

高子数理解 <http://homepagel.nifty.com/ishituka/math/history/mathhisto.html>

【天文観測グループ】

(7) ねらい

太陽は、身近な天体の一つであり、最も近くにある恒星である。活発に活動していて、我々の地球に対して大きな影響を及ぼしている。その太陽の観測から、研究をスタートさせるのが最も適切と考えた。太陽の活動は2000年頃に極大期を終えており、極小期に向かう時期に入っているが、去年より始めた観測を今後継続し、データの蓄積を行うことを目的とした。

また、太陽黒点観測を毎日行い、データ解析（MS-EXCELを使用）を行うことで研究する楽しさと、地道な努力の必要性を学ぶ。

①太陽黒点観測（活動周期、自転周期、黒点分布域）を行う。

②H α 線を観測することで、プロミネンス及びフレアの様子を記録する。

(1) 年間計画

4月	・天体望遠鏡の基本的学習と取り扱い方
5月	・太陽黒点観測の練習とCCDカメラのテスト
6月	・太陽黒点観測開始 ・データ解析の練習
7月	・観測とデータ整理 1週間ごとに黒点相対数をカウントする。
8月	・観測とデータ解析 日面経緯度経緯度分布、同一黒点の同定
9月	・観測とデータ解析 同一黒点のデータより太陽の自転速度を計算し、誤差の大きいデータの洗い出しを行う。 ・太陽望遠鏡（H α フィルター使用）による予備観測
10月	・観測とデータ解析 日面経緯度分布、緯度分布、自転速度のデータを再吟味し、まとめを行う。
11月	・太陽黒点観測
12月	課題研究発表準備、科学英語プレゼンテーション作成

(7) 活動内容

投影法による太陽黒点の観測を行った。観測データから、黒点相対数は前年度に比べ大幅に減少していること、黒点の緯度分布が $\pm 10^{\circ} \sim \pm 15^{\circ}$ 付近に集中していることが分かった。これらのことより、現在、太陽活動が極小期に向かっていることを示していると考えられる。また、同一黒点に注目することより、地球に対する太陽の回転速度が一日あたり約 14.1° （地球の自転による影響を考慮すると約 15.1° ）であるということが導き出され、緯度により回転速度が異なるという結果も得られた。

A. はじめに

① 黒点の分布域

太陽黒点は一定の緯度範囲（ $\pm 5 \sim \pm 35^{\circ}$ ）に分布する傾向がある。黒点がどの緯度に分布しているかということも太陽活動の指標になる。横軸に観測年、縦軸に太陽表面上の緯度をプロットしたグラフを黒点蝶型図といい、太陽活動が活発なときほど低緯度から高緯度にわたり広く分布し、極小期に向かうにつれ低緯度付近での分布となる。太陽黒点の緯度分布域と太陽活動との間には相関がある。

② 活動周期

太陽には活動極大期、極小期がある。その周期はおよそ11年であることが知られており、最近の極大期は2000年ごろ（第23期）であった。現在は、太陽活動の極小期に向かっている。

③ 黒点相対数

太陽活動の手がかりとなるのは太陽黒点で、その多さ、少なさを黒点相対数で表す。これは、1848年にスイス・チューリッヒ天文台のJ. R. ウォルフによって考案された。

$$R=10g+f$$

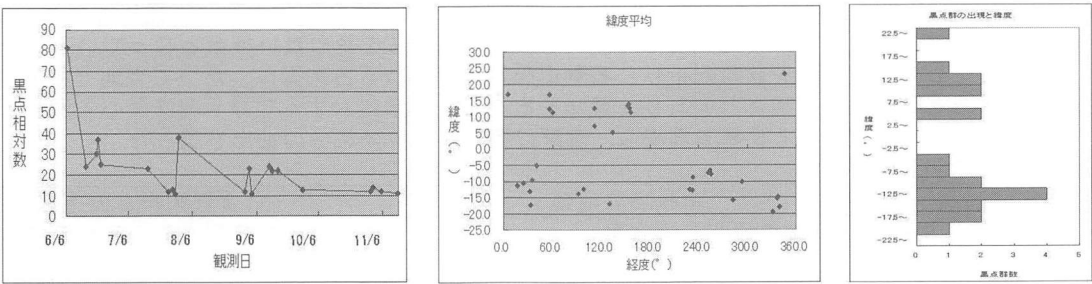
（R：黒点相対数 g：群数、f：黒点総数）

一般的に黒点相対数が大きいほど太陽活動は活発であると言え、約11年周期で増減していることが知られている。

B. 観測結果

① 黒点相対数の経時変化

黒点相対数は、20前後の値で極めて少ない。観測を開始した6月上旬は、比較的多く出現したが、8月以降急激に出現数は減ってしまった。



② 太陽黒点の緯度分布

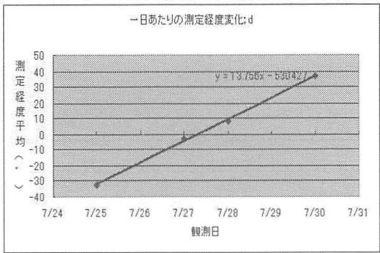
緯度において $\pm 10^{\circ} \sim \pm 20^{\circ}$ 付近に多く分布する。この緯度に太陽黒点が多く分布するのは、黒点蝶型図から太陽活動が極小期に向かっているときの特徴である。なお、経度による分布のばらつきは認められないが、緯度においては、南半球に多くの黒点が出現した。

③ 黒点群の1日あたりの経度変化（自転速度）

左図は $+14.7^{\circ}$ にある同一黒点群の測定経度の散布図から一次近似線を求めたものである。グラフの傾きより、太陽の自転速度は $+14.7^{\circ}$ において、

$$\text{約 } 13.8 (^{\circ} / \text{day})$$

であることが分かる。

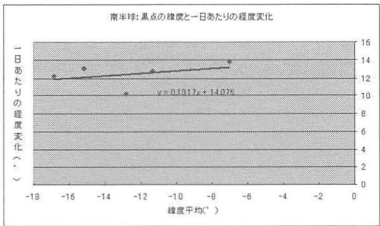


④ 日面緯度による黒点群の一日あたりの経度変化

左図は、南半球における各緯度に分布した黒点群の一日あたりの経度変化（自転速度）をプロットしたものである。一次近似線のy切片から、赤道における自転速度は、

$$\text{約 } 14.1 (^{\circ} / \text{day})$$

であることが分かる。



(I) 成果と課題

- ・基本的に、昼休みの時間の20分程度を利用して観測を行った。毎日の作業で、天候が雨の日以外は屋上で望遠鏡を組み立て観測を行った。慌ただしい状況になるのにも関わらず観測をし、12月の雪で観測ができなくなるまで続けた。観測・解析を行うにつれ、興味関心が強くなってきたようで、自分たちで観測方法の工夫、解析方法の工夫を行うようになり、データの蓄積や精度の向上にも努力するようになった。また、太陽黒点以外の天文現象にも研究対象を広げる計画を持ち出し、電波による流星観測グループとの共同研究を計画中である。
- ・太陽活動は極小期に向かっており、自転速度は赤道付近で速く、緯度が高いほど遅いことが確認できた。赤道付近の自転速度が約14.1 (°/day) と算出された。
- ・観測ごとに望遠鏡を準備しなければならず、観測精度やデータの量（望遠鏡を設置している間に曇ってしまう）などに影響した。来年度は、天文ドームが使用できるのでおおいに期待できる。
- ・観測時間が、昼休みの20分程度しか確保できず、観測の機会を失うことが多く、また、同時にH α 線の観測を行いたくても、準備の時間と観測時間を確保することができない。新しい天文ドームでの自動観測が可能かを吟味したい。
- ・H α 線の観測計画が途中で研究としてまとめることができなかった。黒点観測中、確認できたもので大きな黒点が発生したこと2度あり、同時に電波による流星観測グループによっても太陽からのノイズが観測され、フレアの発生と認識しているが、観測できなかった。この研究を軌道に乗せたい。
- ・インターネット上に各地の天文台の太陽黒点観測結果がアップされているので、独自データとの比較確認のためにそれらを利用していきたい。
- ・太陽活動周期をとらえたいが、12月以降春先まで観測を行うことができず、欠測が数ヶ月に及んでしまう問題がある。
- ・太陽黒点観測以外のテーマにも取り組む。
 - ①流星観測（電波による流星観測グループとの連携）
 - ②定期的な観望会
 - ③満天星土川先生との共同研究（小惑星）

【生物環境グループ】

(7) ねらい

石動山のブナ林は、比較的自然の状態が保たれており、本校に近い（車で約30分）こともあり、5、6年前より貴重なフィールドワークの場として、植物観察実習や課題研究などを行ってきている。生徒にとっては、自然に親しみ、大切にする気持ちを育む良い機会となっている。

石動山資料館を訪ねた折り、石動山天平寺に伝わる古文書に、かつて当地で和漢薬がつくられていたという記録が残されており、興味を抱いた。薬学に対する知識や興味関心を深めようと、今年度は石動山に生育する薬草を調査し、実際に薬草から薬効成分の抽出を試みた。

(4) 年間計画

	本校での活動	金沢大学との連携
4月	・今後の研究計画立案	・石動山事前調査の日取り等打ち合わせ
5月	・石動山植生観察	・石動山薬草観察実習
6月	・石動山植生観察 ・薬草リストづくり	
7月	・石動山観察実習	
8月		・石動山薬草観察実習打ち合わせ
9月	・薬草観察実習のまとめ ・石動山植生観察	・石動山薬草観察実習
10月	・石動山観察実習 ・校内発表の内要検討・準備	・薬効成分抽出実習
11月	・石動山植生観察 ・校内発表準備 ・校内発表	
12月	・薬草ハンドブック作成準備	
1～3月	・薬草ハンドブック原稿作成	

(ウ) 活動内容

A. 石動山薬草観察実習

実施日 5月 2日（月）12:30～16:00

講師 金沢大学薬学部 教授 御影 雅幸

内容 石動山に生育する薬草を実際に観察し、種名・特徴・薬効などを学習した。事後に今回目にした薬草のリストを作成し、石動山の薬草ハンドブック作成の準備として、植物図鑑等で、主な薬効を調べた。

B. 薬効成分抽出実習

実施日 10月14日（金）10:00～14:30

場所 金沢大学薬学部

講師 金沢大学薬学部 教授 太田 富久

内容・手順

オウレン・オウバクからの塩化ベルベリンの抽出

- ①細切したオウレン（オウバク）90gを500mlのナス型フラスコに入れ、250mlのメタノールを加えて1時間加熱還流（ジムロート冷却器使用）する。（オウバク末から泡が出るので沸石不要）水浴温度は70℃前後に保つ。抽出が終わったらフラスコを取り出して冷えるまで待つ。
- ②抽出液は、300mlの三角フラスコに綿栓濾過した後、濾液を500mlのナス型フラスコに移し、エバポレーターで20mlに減圧濃縮する。
- ③上記の濃縮物に2Nの塩酸を30ml加え、10分間振盪した後、酢酸エチル（EtOAc）を30ml加え、5分間振盪する。析出した結晶を吸引ピンとブフナーロートを用いて濾取する。（塩化ベルベリン粗結晶）
- ④塩化ベルベリン粗結晶を100mlの三角フラスコに移し、MeOH20mlを加え、水浴加熱して溶かし、アルミ蓋をして一晩放置（すぐに析出することもある）する。
- ⑤析出した結晶をブフナーロートで濾取し、濾紙で挟んで乾燥させる。

C. 石動山植生観察

能登は比較的 naturally 恵まれているが、本校の生徒たちの植物に関する知識は予想以上に乏しいので、まず、身近な植物の名前や特徴を学ぶために、できるだけ多く現地を訪れて、観察自習を行っている。また、石動山のブナ林の構成種の特徴を明らかにするための植生調査も継続的に行っている。

D. 薬草ハンドブックの作成

今年度は、石動山に生育する薬草をわかりやすく紹介するためのハンドブックを作成することを目標に、準備や内容の検討を行い、現在原稿の作成を進めている。

(I) 成果と課題

実際に自然の中で体験的に学習することは生徒にとって楽しいようで、生き生きと活動している。また、今まで知らずにいた植物の名前やその由来、どのように生活に利用されているかなど知識が増えるにつれ、生徒はより自然に親しみや愛着を覚えるようになった。今年はさらに、薬草に重点を置いた取り組みであったので、身近な薬草について知ることができたり、薬の製法の一部を体験でき有意義であった。薬学に対する知識・興味関心が深まった。特に、ベルベリンの抽出については実験内容が生徒にとって適当な難度であったので、意欲的に取り組んでいた。また必要な機材を購入し、発展的な生徒実験として高校の現場で実習することでもできると思われる。

石動山薬草ハンドブックは、現在まだ作成途中である。薬草の種類も意外に多く、また未発見のものもあるはずだが、主な薬草についてまとめたものを早く完成させたい。

また、薬草成分抽出実験については、不純物をより効果的に取り除いたり、高校の現場で実施できるような可能性があるので、今後の検討事項としたい。

【電磁物理グループ】

(7) ねらい

物理グループは課題研究として昨年、一昨年と続けてパラボラアンテナの製作を行ってきた。過去2年間で、紙製のパラボラアンテナで地上波放送と衛星放送の受信が可能であることが示された。本年度は過去の研究を発展させて、特に構造面で改良を加えたパラボラアンテナの製作を研究対象とした。本研究は、継続研究の利点を生かし過去の成果を継承しつつ、生徒が自主的な創意工夫を重ねることで、科学的な分析能力や論理的思考力、また創造性を高めていくことが目的である。

(4) 年間計画

研究内容・活動内容	
4月	・パラボラアンテナの理論学習 ・過去2年間のパラボラアンテナの受信対象、製作意図・製作過程の学習 ・市販アンテナでの衛星放送受信、電界強度の測定 ・静止衛星の方位角、仰角の測定
5月	・パラボラアンテナ製作のための情報収集 ・パラボラアンテナの構造の検討、各部分の大きさの計算
6月	・パラボラアンテナの試作 ・高文連理科部総文「アンテナ製作コンテスト」参加
7月	・試作品をもとにしたアンテナの構造の再検討 ・折りたたみパラボラアンテナの構造決定、各部分の大きさの計算 ・パラボラアンテナの各部分の製作
8月	・パラボラアンテナの各部分の製作 ・各部分を合わせ、パラボラアンテナの形にしていく
9月	・引き続きパラボラアンテナの製作 ・構造を補強する方法を検討し補強を加える
10月	・衛星放送を受信し電界強度を測定する ・市販アンテナ、昨年度製作のアンテナとの性能比較

11月	・課題研究発表会に向けて、今後の検討課題を話し合う ・発表に向けてのレジュメ、プレゼンテーション製作
12月	・課題研究校内発表会 ・最終発表に向けたパラボラアンテナの改良
1月 }	・パラボラアンテナ製作過程のWebページ作製、公開

(ウ) 活動内容

A. パラボラアンテナの試作まで

物理グループは過去の課題研究で製作されたパラボラアンテナの資産をもとに、まずはじめにパラボラアンテナの理論について学習を重ねた。これまでのパラボラアンテナの受信対象、製作意図や製作過程について調べ、自分たちがどういった点で改良を加えるか話し合いを進めるとともにアンテナの構造に関する情報収集を行った。同時に市販のパラボラアンテナで衛星放送を受信し、電界強度の測定法について知るとともに、静止衛星の方位角、仰角の測定、つまりどの方向にアンテナを向けるかを調べた。また放物面を理解するため、同心円状の構造を持つパラボラアンテナを試作した。(写真1)この構造は比較的強度は得られたが、放物面の貼り付けが難しく、試作の段階で不適切と判断された。

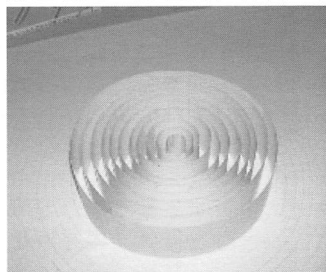


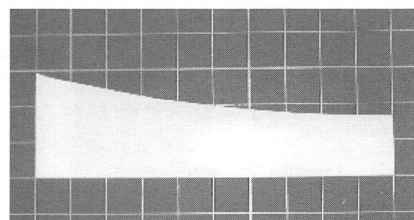
写真1 試作アンテナ

6月高文連理科部総文「アンテナ製作コンテスト」に参加した。これは本研究と同じく衛星放送受信を目的としてアンテナを製作する大会である。コンピュータを用いて、アンテナの最適な形状をシミュレーションした後、段ボール紙を用いて電磁ホーンと呼ばれる角錐型のアンテナを製作した。パラボラアンテナとは異なる種類のアンテナではあるが、紙製であることや、反射用にアルミ箔を用いること、また周波数の高い衛星放送が受信対象であることなどが本研究と共通しており、製作法や製作の際の留意点など参考になることが多くあった。

B. 折りたたみパラボラアンテナ製作

試作品のパラボラアンテナでは制作方法に難点があったので、これまでの構造を参考にした折りたたみ構造のアンテナを製作してみようという結論に至った。昨年のパラボラアンテナは放物面の精度が衛星放送を受信するものとしては市販品と同等のものであった。しかし、結果として強度を得るために補強を重ねたため重く持ち運びが不便な構造となってしまった。今年度は、基本的な構造は昨年度と同じく放物線を持った型紙を中心から放射状に伸ばしていくものとした。

写真2 放物面の台紙



①台紙 写真2で示すように放物面の土台となる台紙を厚紙で作る。曲線は表計算ソフトを用いて作製した2次曲線で、焦点距離は60cm、アンテナの半径は30cmとした。

②放物面 放物面はこれまでと同様、アルミ箔を貼り付けて製作した。写真3のように、反射面には一枚一枚アルミホイルを貼った。その後写真4のように中心と両端を折り、台紙に貼るために1cm間隔で切った。

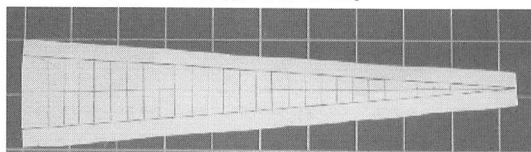


写真3

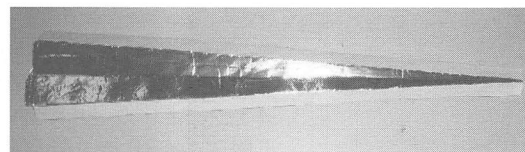


写真4



写真5

③放物面の組み立て

写真2で示した台紙に、写真5で示した放物面を貼っていく(写真6)。貼り終わると写真7で示すようなパラボラアンテナの構成部分が49個できる。これを開いたら円形になるように両面テープで貼り付けた(写真8)。基本的な構造はこれで出来上がったが、放物面を開いてみると紙の剛性不足からゆがみが生じてしまうため台紙の裏面に補強を施すことにした(写真9)。こうし

て、多くの細かな作業の結果、折りたたみパラボラアンテナが完成した(写真10、11)。

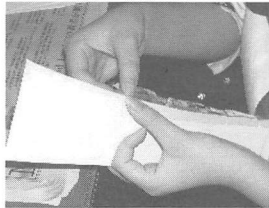


写真6

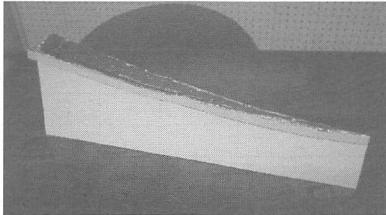


写真7

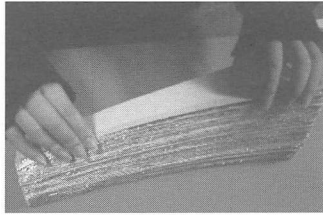


写真8

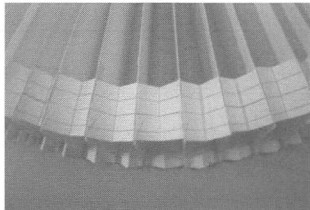


写真9

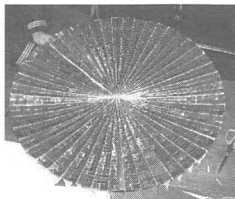


写真10

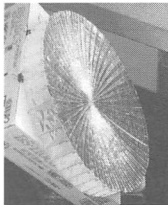


写真11

C. 衛星放送の電界強度測定

製作した折りたたみパラボラアンテナで以下のような測定を行った。

- ①市販のパラボラアンテナで電波を受信する。
- ②電界強度計で電波の強さを測定する。
 - ・電界強度計のモニターを観察しながら電波の強い方向を探す。
 - ・一番数値の高いものを記録する。
- ③同様の実験を製作したアンテナで行って性能を比較する。
 - ・製作したパラボラアンテナを②と同じ方向に向けて電波を受信する。
 - ・一番数値の高いものを記録する。

測定の結果は以下に示すとおりであった。

市販のパラボラアンテナ	最高値 約70[dB]
製作したパラボラアンテナ	最高値 約68[dB]

製作したパラボラアンテナ(約68dB)は市販のアンテナ(約70dB)と約2dBの差がある。市販のアンテナは電波を受信するときに、製作したアンテナの約1.26倍の電界強度を受信したことになる(下表参照)。

デシベル換算表

d B	電圧比	d B	電圧比	d B	電圧比
65dB	1778.28倍	68dB	2511.89倍	71dB	3548.13倍
66dB	1995.26倍	69dB	2818.38倍	72dB	3981.07倍
67dB	2238.72倍	70dB	3162.28倍	73dB	4466.84倍

(I) 成果と課題

本研究の目的は、過去の成果を継承しつつ生徒が自主的な創意工夫を重ねることで、科学的な分析能力や論理的思考力、また創造性を高めていくことである。

本年度のパラボラアンテナは3年目ということで、過去の製作を学ぶことができる利点があり、生徒たちは多くのことを自主的に考えて行うことが出来た。中でも折りたたみの構造や補強に関しては、そのほとんどが生徒自身の考案によるものである。紙製という制約の中で、話し合いや研究を重ね、最大限の工夫、努力を行なっていたと評価できる。

今後の課題としては、強度があり、より精密な放物面を持つパラボラアンテナの製作が挙げられる。紙製で誰にでも製作が可能な単純な構造で、かつ精度の高いものを作ることが出来ないか研究を重ねている。また生徒の希望もあり、製作の過程をWebページで公開するというのも課題であり、今後の活動が期待される。

【化学グループ】

(7)ねらい

河川水に含まれる環境汚染物質を調べる。環境ホルモンビスフェノールA(BPA)の濃度測定を金沢工業大学と連携して行う。高校で可能な測定法を考える。

(1)年間計画

	高校独自の活動	金沢工業大学との連携
4月	・今後の実験について計画立案	27日 研究受け入れについて相談
5月	・危険物取扱者免許の学習 ・検量線の作成	21日 環境調査に関する講義 28日 溶媒抽出法①…試料の抽出・調整

6月	・分光光度計でのBPAの分析 ・塩化鉄を用いての呈色・検出	4日 溶媒抽出法②…HPLC/MSによる定 18日 量 固相抽出法①…試料の固定・調整
7月	・化学グランプリ1次予選出場	2日 固相抽出法②…HPLC/MSによる定量
8月		7日 七尾地区の環境水の分析
9月	・カラムクロマトでの濃縮	3日 七尾・羽咋地区の環境水の分析 17日 七尾地区の環境水の分析（再現性）
10月	・カラムクロマトでの濃縮	8日 分析方法についての講義 22日 発表に向けてデータの検証
11月	・発表に向けての資料製作 ・課題研究校内発表会	
12月	・最終発表にむけた調整・練習 ・課題研究3校合同発表会 ・県中高生化学発表会	
1月	・ジアゾ化を用いての呈色	

(ウ) 活動内容

A. 研究の動機

本グループの生徒は、昨年度と変更がなく2年続けて研究できることとなった。昨年度は、金沢大学での放射性核種の実験、金沢工業大学での燃料電池の実験、薄層クロマトを用いての植物色素の分離や吸光度測定などの研究をおこなった。その中で、最も生徒の関心を集めているものが環境汚染に関するものであった。特に、本校の側を流れる御祓（みそぎ）川は全国的に見ても最も環境汚染がひどい河川であると数年前に報道されたこともあり、生徒の心配は相当のものであった。現在では、ビオトープなどの対策が図られているが、どの程度改善されているのか、実際に確かめてみたい、そして環境改善に有効な方法を探りたいというのが本研究の出発点である。

B. 研究の計画

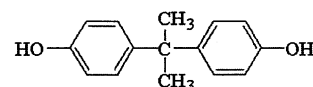
研究の方向性として、ふたつの指針が示された。まずひとつめは汚染物質を生分解する方法の開発である。これに関しては、SSC分析化学班の項で触れることにする。そしてもうひとつが七尾地区の環境水の汚染度に関する調査研究である。サンプルとして、環境ホルモンに注目、中でもビスフェノールAを取り上げた。理由は、数年前に世間を騒がせたので比較的広く知られていること、そしてその検出・定量が容易に可能であること、の2点である。環境ホルモンは、一時期その問題点を取り沙汰され、以後急速に研究がすすんでいて、現在では、最も大きな影響を与えている環境ホルモンはヒトの排泄物であり、それに比べると、工場や家庭からの廃水や塗料中の物質から生態に与える影響は微々たるものであるという説が主流であり、問題視する声はあまり聞かれなくなった。ただ、本研究は、高校生が科学的思考力をつけていくその過程を重視しており、環境改善の方法を開発することそのものが目的ではないので、あえてビスフェノールAを取り上げた。高校生に化学実験として環境汚染物質を扱わせる危険性への懸念もあるが、以下のような理由から、ビスフェノールAは汚染物質の中では比較的問題点は少ないといえる。検出・定量の実験に関する指導を、金沢工業大学環境・建築学部化学系環境化学科・土佐光司助教授に協力していただいた。

ビスフェノールAを高校実験の中で扱うことの安全性について

- ①常温では蒸気圧が低く、蒸気に曝露される危険性が低い。
- ②皮膚に短時間接触しても刺激作用は見られない。ただ、長時間あるいは繰り返し接触あるいは太陽光線のもとでの接触の場合、感作性皮膚炎を生じることもあるので、保護眼鏡と保護手袋の着用は必要である。
- ③誤って少量飲み込んで、急性毒性は弱い。また、体内への蓄積性も全く見られない。
- ④過酸化化物・過塩素酸類と激しく反応する。その他の酸化性物質との接触も避ける必要がある。
- ⑤女性ホルモン様作用が確認されているが、その程度は天然の女性ホルモン（17β-エストラジオール）の1/10,000以下の弱いものであり、ヒトおよび野生動物に影響を与えた事実は報告されていない。

C. ビスフェノールAについて

ビスフェノールAは、白色粉末状の固体であり、フェノールとアセトンの反応によって合成される。ポリカーボネートやポリアリレートなどのプラスチックの原料として、またインクや接着剤に使用されているエポキシ樹脂の原料として広く用いられている。食器として利用した場合、脂肪性食品に接触すると未反応のビスフェノールAが溶出する可能性が示唆されている。体重50kgのヒトで換算すると1日あたり2.5mgが許容摂取量で、普段の生活ではそれを越えて体内に取り込まれるということはほとんどありえないといつてよい。食



分子量 228.3
水への溶解性なし
沸点 360°C
蒸気圧 5.3hPa /

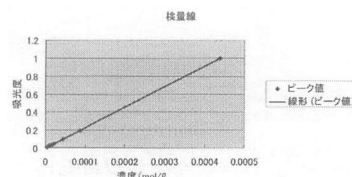
- 品衛生法によってポリカーボネート製の食器からの溶出基準が、2.5ppm以下と定められている。
- D. 分光光度計による分析

高校の側を流れる御祓川の環境水について調査を開始した。石川県の化学物質環境調査によると、ビスフェノールA量は0.01~0.04 μ g/Lで環境基準を下回っており、全く問題ないというものであった。ただ、毎日のように河川の汚れを目にしている生徒にとってはそのデータは鵜呑みにはできないものであった。まずデータの分析から始めた。取水地によって差があるのではないかと天候などの条件によって差が生じるのではないかと自分たちで自ら測定してみたいとの結論に達した。



【分光光度計】

まず高校で、分光光度計によるビスフェノールAの検出や定量実験が可能であるか、検量線を作成し検証した。溶媒にはエタノールを使用した。が、環境水中のビスフェノールAの量が、装置の定量下限を下回っていたため、不可能であるとの結論に達した。



- E. 塩化鉄による呈色反応の利用

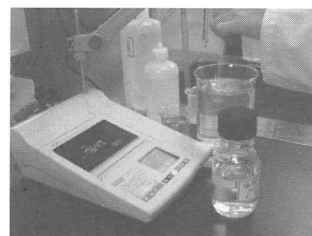
ビスフェノールAの構造に着目し、塩化鉄によるフェノール類の呈色反応を利用して、再度分光光度計を用いて定量を試みた。結果は、塩化鉄自体の色によるピークのため正確な定量ができなかった。

- F. 溶媒抽出法による分析

七尾周辺の各地点より環境水を採取し、大学で溶媒抽出法を用いて分析を試みた。試料水として、1 御祓川（学校周辺）・2 御祓川（河口付近）・3 御祓川（市街地）4 工業団地の跡地周辺などから採取した。溶媒抽出法の実験手順は次のとおりである。

- ①試料水の調整

1 Lの水試料を、1 M HClを用いてpH3~3.5に調整し、約30gのNaClを添加して塩分濃度を高める。これは、ビスフェノールAが有機溶媒に抽出されやすくするためである。河口付近のように塩分濃度が高い場合は、NaClの添加は必要としない。サロゲート物質として、ビスフェノールA-d₆を1 μ g添加した後、濾過する。浮遊物質（SS）が多かった場合は、残渣中のビスフェノールAを、アセトンを用いて超音波抽出を行う必要がある。



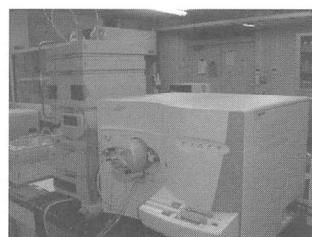
試料水の調整

- ②試料水から目的物質の抽出

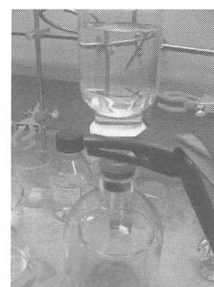
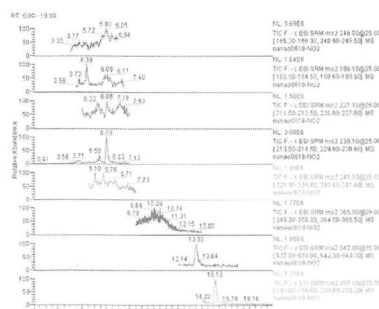
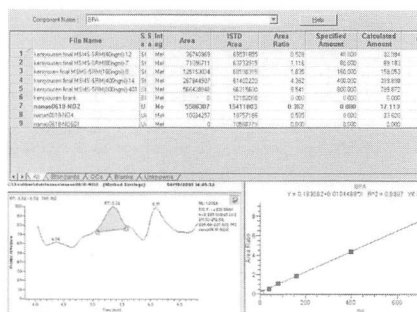
このように準備された試料水から、ジクロロメタン50mLを用いて、ビスフェノールAを振とう抽出する。10分間ずつ2回行い、合計100mLのジクロロメタン溶液を得る。無水硫酸ナトリウムで脱水後、ロータリーエバポレーターで0.5mLまで減圧濃縮する。

- ③定性・定量

内標準物質としてtert-オクチルフェノール-d₄（1 μ g）アセトニトリル溶液を加え、さらにN₂気流下で濃縮した後、LC/MS/MSで定性・定量を行う。最初の分析実験で不慣れなせいもあり、回収率に差が生じたものの、定量下限未満であるがビスフェノールAが検出された（下図データ）。最も環境汚染が懸念された工業団地跡地ではほとんど検出されず、適切な処理が講じられていたかあるいは環境改善がなされたと考えられる。



HRGC/MS装置



固相抽出

- G. 固相抽出法による分析

溶媒抽出法による分析で用いた試料水と同地点の環境水を採取し、固相抽出法による分析を試みた。固相分析法の実験手順は次のとおりである。

- ①試料水の調整・・・溶媒抽出に同じ

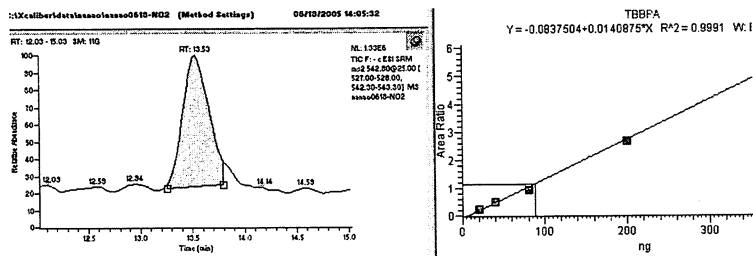
- ②試料水から目的物質の抽出

試料水中からエムポアディスクに目的物質を吸着させる。エムポアディスクとは、繊維状の

P T F E にシリカ系またはポリマー系の吸着剤を固定し厚さ0.5または0.75mmの膜状にしたもので、大量の液体試料を迅速に処理する必要のある環境水の分析に用いられるディスクである。

③定性・定量・・・溶媒抽出に同じ

ビスフェノールAはやはり定量下限未満であり、問題はなかったが、学校付近の御祓川の2地点でテトラブロモビスフェノールA (TBBPA) が環境基準を大幅に超えて検出された。(下図データ)



テトラブロモビスフェノールAは、臭素化難燃剤としてさまざまな建築剤に用いられている。現在、新校舎建築が行われているが、それとの因果性は何ともいえない。

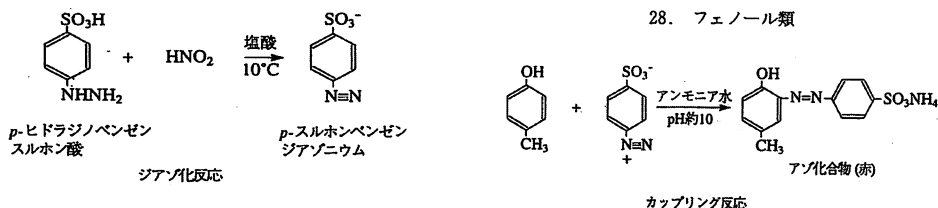
H. カラムクロマトグラフィーによる分析

大学での溶媒抽出・固相抽出には本研究をすすめるにあたって問題点があった。時間的な制約である。溶媒抽出は、振とう後静置のための時間が長く1日あたりせいぜい3検体しか分析が不可能であること、固相抽出では、御祓川の水は思いのほかコロイド物質が多くディスクが目詰まりしてしまい、やはり時間がかかるということである。地理的にかなり遠距離に位置する大学に通って実験するのは休日しかできないので、高校で分析する方法を開発する必要性が生じた。

そこで、固相抽出をヒントに、カラムクロマトグラフィーを用いての試料の抽出を試みた。これなら固相抽出に比べ大量の試料水を流すことが可能ではないかと考えたからである。ビスフェノールAを水に溶かしカラムに通じた場合、吸着剤として適当な物質がないか模索することにした。充填剤としてシリカゲルを用いた場合、溶液のpHをいろいろ変えてみたが、いずれの場合も吸着はされなかった。次に充填剤として陰イオン交換樹脂を用いたところ、ビスフェノールAの吸着が見られた。展開溶媒としては、エタノールが最も有効であると考えた。アセトン等の他の有機溶媒では、吸光ピークがビスフェノールAと類似していて、以後の定量が困難になるためである。

I. ジアゾカップリング反応での呈色

カラムクロマトグラフィーの実験を通して、陰イオン交換樹脂を用いることにより、高校レベルの実験でも環境ホルモンの測定の可能性が見えてきた。しかし、まだ大きな問題が残る。実際の環境水には、ビスフェノールA以外にも多量の陰イオンが含まれると考えられ、他の陰イオンからの分離をする必要があるからである。吸着後の展開の際に、どの辺にビスフェノールAが吸着されているのか可視化する必要がある。そこで、もう一度ビスフェノールAを呈色する方法がないのか考えることにした。⑤の実験の失敗を踏まえ、反応前には無色で、反応後にだけ発色する物質を用いる必要がある。ジアゾカップリング反応を利用することを考えた。ところが、高校レベルで学習する塩化ベンゼンジアゾニウムによるカップリングでは、フェノールのp位に結合するので、p位がふさがっているビスフェノールAでは反応がおこらない恐れがある。土佐教授からの助言をいただき、p-ヒドラジノベンゼンスルホン酸を用いる方法があることを知った。今後、この方法での呈色が可能か検討していく。



(I) 成果と課題

試行錯誤を繰り返し、限りない時間と労力を費やしても満足のいく結果は得られていない。それでも、生徒にとっては、そのほうがかえって得られるのものは大きかったのではないかと考える。ほんのひとりの分析方法を開発するのにも、測り知れない研究者の熱意と努力に支えられていることを身をもって知ることができたし、失敗の後、自分たちで計画を変更し更なる工夫を加えていくことができたからである。このようにして仮にひとつの環境汚染物質の測定方法を開発できたとしても、それが即世界各地の環境の測定にはつながらないそうである。自然系は純粋系とは異なり、目的物質以外の物質からの影響により、場所によっては同じ反応が起こらないことが多々あるからである。

今回の実験において、もし目的どおりビスフェノールAを吸着させて分析する方法を見つけることができたとしたら、それは単に分析方法の発見にとどまらず、ビスフェノールAの除去つまり環境改善方法の発見にもつながるといふ大きな可能性を秘めている。

(3) 数学における集中講義の実施

(a) ねらい

教科書の内容をより具体的に理解するために、単元終了時にコンピュータを利用してイメージをより膨らませる。また、実際の活用例を示す。使用ソフトは Mathematica5.0 と Grapes6.0

ア 実施日 数学Ⅱの単元終了時

イ 対象生徒 2年生理科 37名

(b) 内容

ア 図形と方程式…2つの直線の交点を通る直線群の式
2つの円の交点を通る円群

$$k(ax+by+c)+dx+ey+f=0 \Rightarrow m(ax+by+c)+dx+ey+f=0$$

$$k\{(x-a_1)^2+(y-b_1)^2-(r_1)^2\}+(x-a_2)^2+(y-b_2)^2-(r_2)^2=0 \Rightarrow$$

$$m\{(x-a_1)^2+(y-b_1)^2-(r_1)^2\}+n\{(x-a_2)^2+(y-b_2)^2-(r_2)^2\}=0$$

イ 指数関数…懸垂線 (catenary) と 2 次関数のグラフの比較

ウ 微分…3 次関数とその導関数 (2 次関数) を同じグラフに書き、係数の変化による関係を考察する。特に単調増加・単調減少の変化率の増減が最小となる点に注目し考察する。

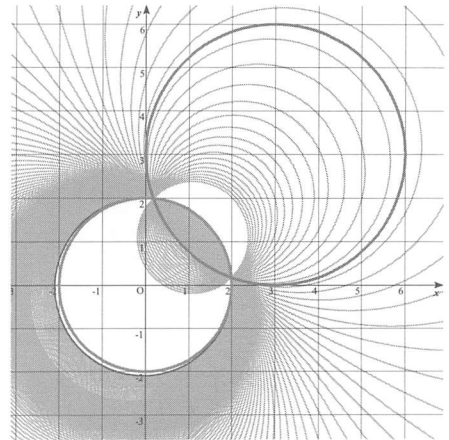
エ 極限…テイラー展開による近似グラフのアニメーション化

オ 行列…固有値・固有ベクトルの特定

(c) 成果と課題

第2学年の数学の単位数が普通科理系より1単位少ないが、その内容充実のため履修後のまとめとしてコンピュータ利用の振り返り学習として有効である。

その反面、進度が遅くならないようにする事が課題である。



(4) 野外実習

(a) ねらい

自然に対する関心や探求心を深め育成することをねらいとして、地元中能登町石動山で植生調査、薬草調査を実施する。

実施日 9月14日(水) 12:30~16:00

対象生徒 2年生理科 37名

講師 金沢大学薬学部 教授 御影 雅幸

(b) 内容

石動山に生育する薬草を実際に観察し、種名・特徴・薬効などを学習した。あいにく天候に恵まれなかったが野外調査の後、石動山ガイドの方から石動山の歴史などを聞き、霊山石動山に理解を深めた。

(c) 成果と課題

今回の野外実習は事後に行われたフロンティアサイエンスⅡの薬効成分の抽出・化学修飾の事前学習も兼ねている。地元ではあるが石動山に始めて来たという生徒もあり、石動山で貴重な植物に触れる良い機会であった。実際に石動山で自生しているオウレン・オウバクを用いて実験を行うことで、自然の中から科学を見いだす体験ができたといえる。今回は講師の先生や石動山ガイドの方に牽引される形での実習だったが、次年度は生徒が各自課題を持って野外実習に取り組むよう指導したい。

(5) スーパーサイエンスクラブ (SSC) の活性化

(a) ねらい

生徒の科学への興味関心に応じて、自主的な探求活動の育成をはかることをねらいとする。対象は理数科の生徒と普通科の希望者である。研究グループは5グループ(数学研究、天文科学、生物環境、電磁物理、分析化学)あり、活動は月曜日の7限目であるが必要に応じて活動している。各研究グループはそれぞれ独自のテーマをもって主に校内で活動している他、大学や研究機関と連携した活動もしており、講師を招聘してミニ講座を開いたり、大学で研究活動を展開するなど活動は多様である。活動の成果は各種科学コンクールに応募したり、発表会で発表するなどした。

(b) 内容

【数学研究】

(ア) ねらい

数学に対する興味・関心を喚起し、論理的思考力や創造性、独創性を育て、自主的に学問を探究する力を育成する。

(イ) 活動内容

① 実施日、実施場所 毎週月曜日 7限目 16H教室

CCDカメラのフォーカスを合わせることができないため、太陽望遠鏡への設置方法を考案した。工作が必要と判断、今回は仮止めを行って簡易に観測を行った。赤道儀の極軸のセッティングが正確でないため、長時間の撮影はできないが観測可能であることを確認した。

②太陽活動周期の蝶型図及び同一黒点の一日あたりの経度変化グラフのプロット

インターネット上に公開されている過去の太陽黒点観測データをダウンロードし、蝶型図をMS-Excelを用いてプロットした。ここでは、太陽の活動周期の存在をじかに知ることとMS-Excelの操作を学習することを目的に行った。基本操作、関数（和、平均）、グラフ（散布図）化、散布図の一次近似線をプロットする練習を行った。

③「環境放射線測定教室」への参加

石川県高等学校理化研究会、石川県保健環境センター企画の行事で、自分たちの生活している環境における放射線を測定し、放射線の観点で環境を問い直してみようという目的で行われている。簡易霧箱を自作し放射線の飛跡を観察することで、身近にも普通に放射線が存在することを体感した。定量的には、「はかるくん」を使って任意の場所の放射線（ガンマ線）を測定し、放射線レベルの高い場所と低い場所の存在を調べ、コンクリート壁の近くや岩石の近くで放射線レベルの高いこと知った。

④世界物理年 秋のイベント「究める科学・活かす技術一人と宇宙の未来のために」

への参加

2005年は、アインシュタインが、光電効果の理論、ブラウン運動の理論、特殊相対性理論を発表して100年目にあたる年で世界物理年と定められた。多くのイベントが開催され、世界物理年秋のイベント「究める科学・活かす技術一人と宇宙の未来のために」に参加した。

いくつかの講座に別れていて、国立天文台の家教授と三菱電機の三神さんが講師を務め特別講演（「宇宙を探る」「すばる」にみる人の知恵と技）および懇談会（宇宙の神秘を探る）に参加した。ハワイのマウナケア山頂にあるすばる望遠鏡は、8.2mの世界最大、最高精度の鏡を用い、空気の揺らぎの影響を少なくする工夫が施されていて美しい画像を得ることができる。現在、遠方の銀河探索に大きな実績を上げているが、レーザー光を用いた補償光学装置を開発することで、ハッブル宇宙望遠鏡の3倍の解像度が得られることになるそうで、その精度に感心し、研究開発への努力にたいへんな感銘を受ける。すばる望遠鏡の開発とそれを用いた研究は大きな成果を上げているが、同時に失ったものもあるという話が生徒の心に訴えるものがあったようだ。

(7) 成果と課題

①CCDカメラの太陽望遠鏡への設置と予備観測

CCDカメラによる観測を目的に始めたが、像が映らなかった。CCDカメラの故障を疑い試行錯誤の結果、フォーカスが合っていないことに到達した。観測はできなかったが、装置をセットすればデータがすぐとれるものではなく、いろいろな問題が生じるものだということを学び、論理だてて解決していく学習を行うことができた。フォーカスを合わせるためには、工作が必要という結果に至ったが、工作装置がないために本格的に観測に移ることができなかった。CCDカメラをフォーカスの合う位置に取り付けるための工夫を行いたい。

②太陽活動周期の蝶型図及び同一黒点の一日あたりの経度変化グラフのプロット

七高アカデミアの太陽黒点観測のデータ処理をするための練習を行うため、インターネット上に公開されているデータをダウンロードし、MS-Excelを用いて分析した。一部観測結果も用いて解析していると、興味をもって率先して行い、工夫もするようになった。また、インターネットを利用して太陽・天文関係の話題を問題意識を持って調べるようになった。

③「環境放射線測定教室」への参加

天文とは直接関係のない講座ではあったが、科学全般の興味関心を培うために参加した。液体窒素（沸点約-196℃）を用いて、テニスボール等を凍らせ硬化した後、床に落とし破壊する実験を行った時、液体窒素に軽く触れたが全く影響がなく、熱容量を意識することができた。簡易霧箱ではアルコールの蒸気を過飽和にするのがポイントになるが、あまり興味を持っていないようであった。また、講演では、研究現場の生の話が聞けて大いに刺激になったようだ。

④世界物理年秋のイベント「究める科学・活かす技術一人と宇宙の未来のために」への参加

ノーベル賞を受賞された小柴先生や江崎先生も参加されており、また、全国から科学を志す高校生・大学生が集まり、生徒を刺激するには十分すぎるくらいの雰囲気の中で実施されたイベントであった。研究の最前線におられる先生方との講演および懇談会で、盛りだくさんの内容があり、全てのイベントに参加できないのが残念であった。実績を上げた研究であっても輝かしい面だけでなく、その裏にはたいへんな努力と多くの犠牲があつて達成できたものであると知り、自分たちと変わらないその姿に共感しているようであった。

【生物環境】

(7) ねらい

- ・観察実験の基本となる顕微鏡観察のスキルを向上させる。
- ・石動山ブナ林でのフィールドワークを通して、自然に親しみながら植物に関する知識を深める。
- ・最新の科学情報を学ぶ。

(イ) 内容

	本校での活動
4 月	・ 原生動物の観察（ゾウリムシ） ・ 体細胞分裂の観察（タマネギの根端）
5 月	・ 石動山ブナ林観察 ・ 原形質分離の観察（ムラサキツユクサの雄しべの毛）
6 月	・ 石動山植生観察 ・ 減数分裂の観察（ムラサキツユクサの若いつぼみの葯）
7 月	・ 石動山観察実習
8 月	・ 七高祭展示の準備（これまでのまとめ）
9 月	・ 七高祭展示 ・ 石動山植生観察
10 月	・ 石動山観察実習 ・ ビデオ視聴
11 月	・ だ腺染色体の観察（ユスリカ幼虫） ・ ビデオ視聴
12 月	・ 光合成色素の分離（薄層クロマト、ペーパークロマトの比較）
1～3 月	・ ビデオ視聴 ・ ネイチャー輪読 ・ 遺伝子組み換え実験

(ウ) 成果と課題

- ・ SSH の予算で購入した高性能の顕微鏡を使用し、十分時間を取って観察することができたので、かなり顕微鏡操作は上手になった。
- ・ 石動山での活動を通して、身近な樹木について知ることができ自然をより愛着を持てるようになった。これまでの生徒実験を改良したり、新たな材料実験法などの開発に取り組んでいきたい。

【電磁物理】

(ア) ねらい

電磁物理班では、主に電磁波に関連した研究を行うことで、生徒の科学に対する興味や関心、また科学的な分析能力、論理的な思考力が増すことを目標にしている。昨年度は、日本海を隔てて到達する電波の電界強度を継続して測定し、電波伝播と気象や海洋との関係について検証してきた。こうした昨年度の実践をさらに発展させ、本年度は研究対象として流星散乱電磁波の継続測定を行った。この測定では、本来の目的である流星散乱電磁波の他にも様々なデータが観測される。これらのデータを解析も行うことで、多角的な研究が出来ると思われる。

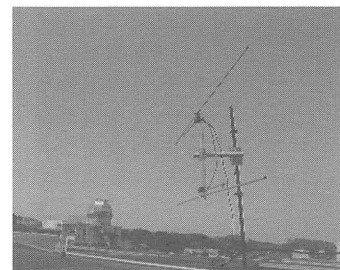
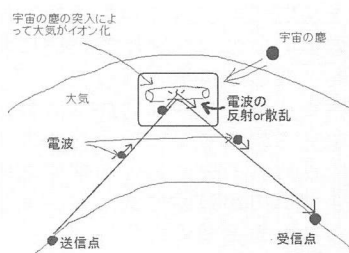
(イ) 内容

① 測定の準備

本研究は、流星によって局所的、一時的に形成される電離層による電磁波の反射・散乱を測定するものである。こうして観測される電磁波を流星散乱(Meteor scatter)電磁波と呼ぶ。流星散乱用に、福井県鯖江市の福井工業高等専門学校より、VHF帯 53.750[MHz]の連続した電磁波が50[W]出力で常時発射されており、これを受信対象とする。本校屋上にアンテナを下の写真のように天頂方向に向けて設置した。これは流星散乱が ほぼ高度100kmで起こるのに対し、送信位置の距離が約140 kmと近いことによる。一方アンテナの指向性はそれほど強くないので、水平方向の電磁波も受信可能である。5月初旬にアンテナを設置し受信を試みた結果、弱いながら直接波(電離層反射や流星散乱ではなく直接届く電磁波)が常時受信された。本校、福井間では、通常VHF帯の通信は出来ないと思われたが、周波数がVHF帯の中では比較的低いことや、本校屋上の見通しが良いことが影響しているようである。

② 予備的な測定

本校での電磁波受信は、周波数53.750[MHz]から800[Hz]低い53.7492[MHz]、USBモードで行う。これによって周波数の差800[Hz]がビート音として受信機で再生される。このため受信される電磁波の周波数が変化すると、ビート音の周波数



▲流星散乱の概念図(生徒作製) ▲本校屋上に設置したアンテナ数も変化する。実際に受信音を聞いてみると、ピーという連続音の途中で流星散乱によると思われる1秒前後の大きな音が時折観測されることが分かった。これを流星エコーと呼ぶ。ほとんどの流星エコーは継続時間が1秒前後の短いものであること、また直接波に比べかなりの強度で受信されることも確認された。受信音の周波数変化はフーリエ変換ソフト(HR0FFT)を用いて計測する。このソフトは流星散乱電磁波用に作製されたもので、測定されたデータを図のように10分ごとに1枚の画像ファイルとして自動的に保存する。

[illegible][illegible]

(図) 総和

Figure 1 is a line graph titled "総和" (Total Sum). The vertical axis is labeled "(図)" and ranges from 0 to 35 in increments of 5. The horizontal axis is labeled "(x)" and ranges from 0 to 23 in increments of 1. The graph displays four data series representing different dates in September: 9月6日 (solid line), 9月7日 (dashed line), 9月8日 (dotted line), and 9月9日 (dash-dot line). A smooth curve labeled "sin" is also plotted, representing the underlying periodic function. The 9月7日 series shows the highest peak, reaching approximately 30 at x=6. The 9月6日 series shows a peak of about 25 at x=6. The 9月8日 and 9月9日 series show lower peaks of about 18 and 15 respectively at x=6. All series show a similar oscillatory pattern with a period of approximately 12 units.

平均世帯人数 (1960～1915)

年	平均	最高
0	10	10
1	10	10
2	12	12
3	14	14
4	16	16
5	18	18
6	19	19
7	18	18
8	16	16
9	14	14
10	12	12
11	10	10
12	8	8
13	6	6
14	5	5
15	4	4
16	3	3
17	3	3
18	3	3
19	3	3
20	4	4
21	5	5
22	6	6
23	8	8

Meteor Scatter Group Web 2002年12月 2003年2月

HF/Ham-band Radio Observation)による流星散乱電波の受信と解読

Last Update 2005.11.15 18:00 JST

研究内容

音叉、電圧計からなされる研究。7.5MHzの電波は一度にのみ送られる。しかし、大気圏に一回の音叉が入ると、大気中の原子がイオン化し、音叉を散乱する現象が起きる。音叉はフェーズが一定である。通年からなされる音叉は、この状態を8分おきで、7分おきで繰り返す。また中には電波の周波数を、音叉に準じて送るため、大気層を多く通っている。音叉の送るには音叉の電波の周波数と音叉の周波数を合わせる。

(注) 流星の音叉は音叉の周波数と音叉の周波数を合わせる。

主な研究内容

①音叉の周波数
②音叉の電圧
③音叉の電圧の周波数

[illegible]

⑤他観測地点との比較(多点観測)

ロングエコーは強い流星散乱電磁波であり、日本各地で同様の観測を行っている他の観測地点でも測定されていることが多い。前述のように七尾高校では、ロングエコーを中心に測定データを公開するとともに、比較のためにWebで公開されている各地のロングエコーのデータも集めた。右の図は生徒が発表用に製作したロングエコー波形の他観測点との比較である。このエコーは北日本と比べ、南日本で強く観測されていた。このことから生徒はこの流星の大気圏突入が日本の南方で起こったと予想した。このように、継続時間が10秒間を超えるようなロングエコーが観測されたときには、他観測点の同時刻のデータを収集し、比較をするようになった。こうした他観測点と比較によって、研究に対する意欲が増し、自分たちのデータもWeb上に積極的に公開するようになった。

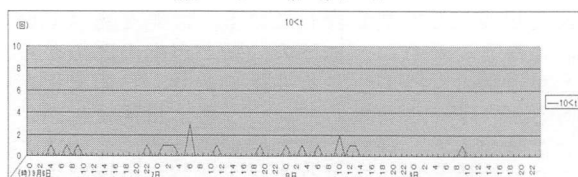


⑥流星群時のデータ分析

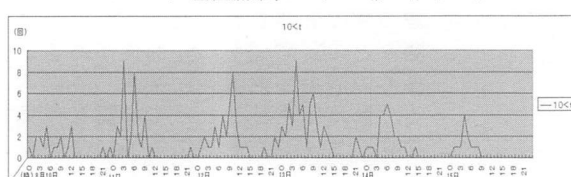
毎年夏に極大となるペルセウス座流星群時の流星個数を詳細に分析した。流星群時には10秒を超えるようなロングエコーが通常時に比べ多く観測されることが知られている。本校でも、10秒以上、10秒未満に分けてエコーの数を計測し、通常時と比較した。以下がその結果である。(いずれも生徒作製)

各地の観測によるロングエコーの比較(生徒作製)

▼普段のロングエコー数 9月6日~9日

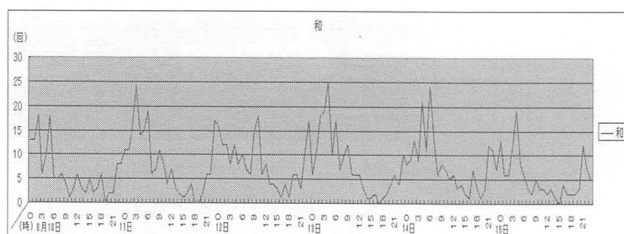


▼ペルセウス座流星群飛来時のロングエコー数 8月10日~15日



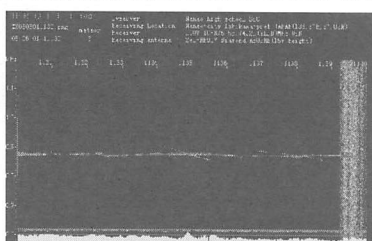
測定データをグラフ化することで、ロングエコーを伴う流星の個数は13日前後が最も多いことが確認された。また短いものも含む全ての流星エコーをグラフ化したものが下図である。流星群時の変化も、前述のように明け方の流星個数が最大となる日周変化がはっきり観察できた。

▼ペルセウス座流星群飛来時のエコー数の総和

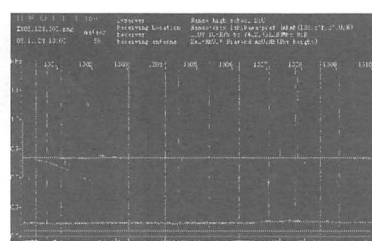


⑦その他の興味あるデータ

- ・ 前述のように、航空機による反射と考えられるドップラー効果による連続した周波数変化を伴うエコーが頻繁に観測されている。周波数を変動を調べることで、航空機の移動速度や位置を計算できることが予想される。科学的には大きな意味を持たないが、数学的な関心により生徒もこの現象に興味を持って観察している。
- ・ 太陽が原因と考えられるノイズが観測された。太陽フレアに伴って、太陽から強い電磁波が放射され、広い周波数で強いノイズが観測されることがある。人工のノイズと区別するために、太陽電波観測のWebページを随時閲覧し情報収集に努めた。明らかに太陽電波と考えられるノイズが半年間で数回観測された。(左下)
- ・ 雷により放射される短い間隔の強いノイズがある。これは低気圧の接近などに伴って顕著に観測された。(右下)
- ・ 夏季の日中に一時的に発生するスプラディックE層と呼ばれる強力な電離層によって、通常よりかなり強く電磁波が受信されることがある。



2005.6.1 11:39 頃より記録された太陽電磁波によるノイズ



2005.11.24 13:00 ~ 13:10 に記録された雷によるノイズ

(ウ) 成果と課題

本研究の目的は、流星散乱電磁波に関する研究を行うことで、生徒の科学に対する興味や関心、また科学的な分析能力を伸長させることである。

毎日の計測をグラフ化すると、流星の個数が1日の中でも規則的に変化すること、すなわち日周変化に気がついた。その日周変化の中でも、理論的な値より計測値がずれていることに関する考察も行った。この考察は測定で確かめることが出来ない内容で、科学的根拠も乏しいものであったが、自分たちで現象を説明する理論を考え出したことは評価に値すると思われる。

Webページの製作とデータの更新では、測定されたデータから特徴的なデータを見つけ出しインターネットに公開した。毎日の観測データから10秒以上エコーが継続するデータを調べた。調べていく過程で、公開されている他の観測地との比較や、ペルセウス座流星群時でエコーを継続時間ごとに分けて計測するなど新しい取り組みを始めることも出来た。

前述したように、毎日蓄積されるデータの中からは流星散乱電磁波以外の情報も数多く入手できる。昨年度よりアドバイスをいただいている金沢大学工学部の長野教授からは、その一例として雷に伴う電磁波の測定などの助言をいただいた。流星散乱電磁波の測定を継続して内容を深めていくとともに、新しく測定対象を増やしていくことが今後の課題である。

長野教授は「旅をして戻ってきたときに、道中の記憶が思い出せるように、電磁波の電界、磁界の波形を観測することで、その経路情報を引き出せます。」ということ話をされた。電磁波が観測地点に届くまでに自然から様々な影響を受けるため、その電磁波の測定によって間接的に遠くの現象が理解できるという意味である。今後も電磁波の測定を通して、生徒が科学的な分析能力、論理的な思考力を増し、科学的探究心を深めるよう研究を継続していきたい。

【分析化学】

(ア) ねらい

分析化学班では、さまざまな化合物の合成・分離実験を通して化学実験の能力を高め、生徒の科学に対する興味関心を高めること、また、実験内容を生徒自らが立案・計画し、試行錯誤を繰り返す中で問題発見能力・解決能力さらに化学的な研究の手法や論理的思考力を身に付けていくことを目標にしている。

(イ) 内容

① 化学実験を通して種々の能力を高める活動研究

昨年度は金沢大学での放射性核種の実験、金沢工業大学での燃料電池の実験、薄層クロマトを用いたの植物色素の分離や吸光度測定などを行った。そんな中で、生徒は化学的な知識や実験技術などをかなり高めることができたといえる。

今年度はその基礎の上に立って、さまざまな疑問点の洗い出しから始め、計画立案・実験・検証・考察・新たな疑問点といった、研究の基礎ともいえるサイクルを試行錯誤しながらたどった。生徒の思考の過程を次頁に記す。

② 環境ホルモンの計測において、大学との連携

身の回りのことに対する疑問を探るところからスタートした今年度の研究であったが、生徒が最も切実な問題として掲げたものが、環境汚染に対するものであった。そこで環境ホルモンに着目し、中でもモデル物質としてその検出が比較的容易なビスフェノールAを取り上げることとした。

指導・助言を金沢工業大学環境・建設学部環境化学科(土佐光司助教授)に求め連携させて頂いた。

③ 危険物取扱の学習

大学での実習において、有機溶媒を用いるため、危険物取扱の知識を身に付けるようにとの指摘があり、前もって定期的に学習会を開き、危険物に対する予備知識を身につけた。

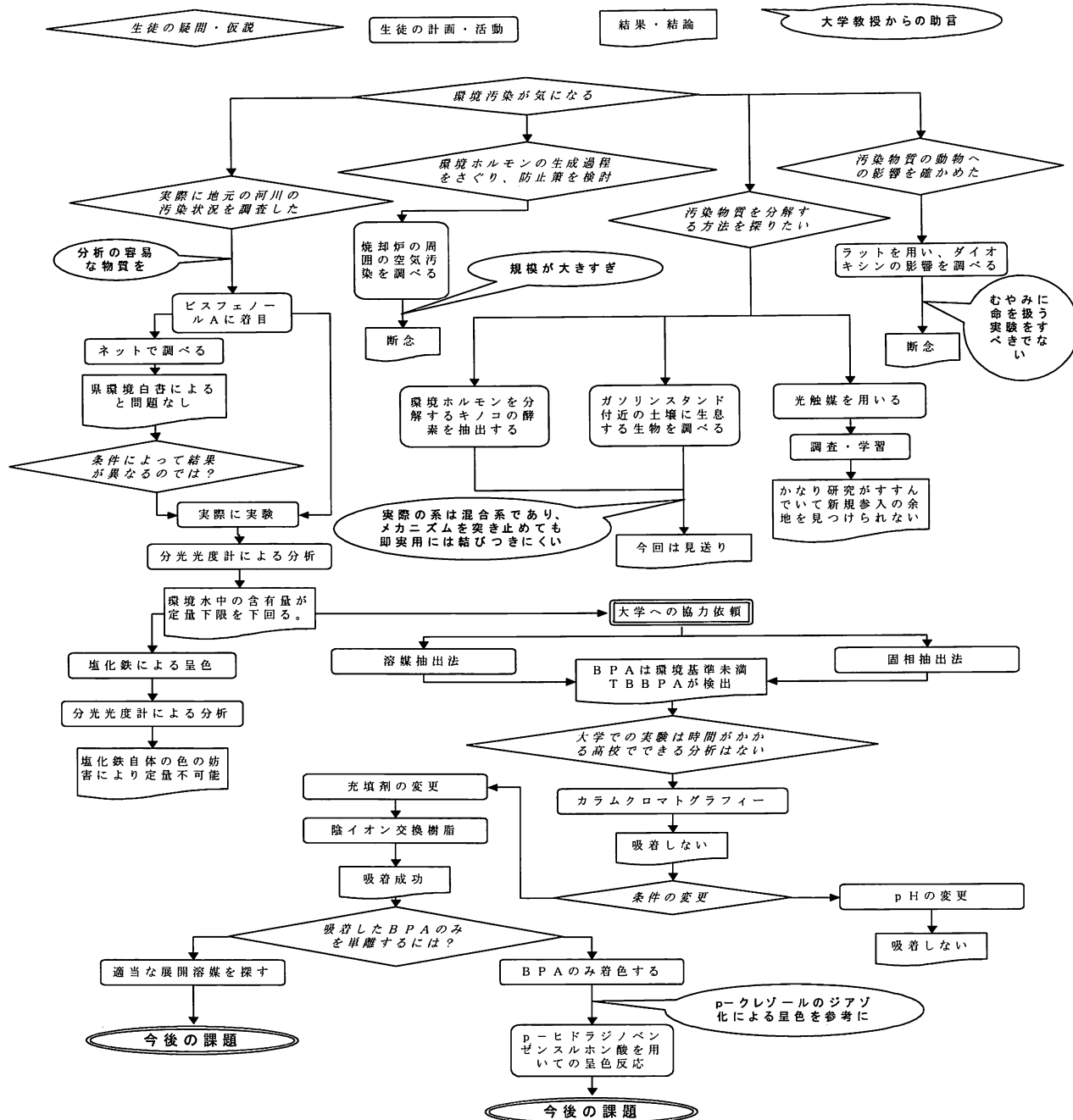
④ 化学グランプリへの参加

1年生分析化学班5名および3年生理数科・2年生普通科からの希望者も加えて21名が化学グランプリへの参加に向けて定期的に学習会を開いた。7月に行われた金沢大学理学部での1次試験に臨んだ。

⑤ 化学研究発表会への参加

12月に開催された第20回石川地区中学高校生徒化学研究発表会に参加した。内容は校内発表会・3校合同発表会で発表したものであるが、今回は中学生も参加するという内容で内容をわかりやすくアレンジして発表した。

生徒の思考の流れ



(ウ) 成果と課題

① 化学実験を通して種々の能力を高める活動研究

実験計画に関しては、質問がない限り教員側から口を出さず、また質問があっても最小限のヒントを出すだけにとどめた。また、計画段階であきらかに間違いと思われるものがあったとしても、特に危険でない限り、生徒自身が気付くまでそのままやらせた。試行錯誤する中で、過去の実験計画の間違いに気付いたり、実験途中で新たな疑問点を見つけたりするなど、思考力・分析力が高まったといえる。

② 大学との連携

丸一日実験室にこもって実験しても何一つ満足に行く結果が出なかったり、仮に結果が得られてもその再現性がなかったりと、化学の発展が気の遠くなるほどの先人達による研究のたまものであることを身を持って知ることが出来たということで、そういった意味でもかなり意義深い経験ができた。

③ 危険物取扱者学習会

実際に受検はしなかったが、乙四種程度の危険物取扱者の知識を身につけることができた。

3. 発表や討論する能力を身につける教育課程、支援体制の研究開発

【仮説】

- ・学校設定科目「人間環境」では保健分野と家庭分野を融合して実施することにより総合的、複眼的に事象を考察する力を身につけ、内容をまとめてプレゼンテーションすることで発表能力を高める。そのためパワーポイントなどの指導を含めたコンピュータ講座を開設する。
- ・SSH指定校との交流をはかり、その中で知識や科学的思考力の伸長はもちろんであるが、班別の発表やディスカッションなどをとおして発表や討論する力を身につける。
- ・SSH活動を通じて実施した内容はまとめて機会を捉えて発表する。さらに、学会や各種発表会で発表する。

【研究内容・方法・検証】

(1) 学校設定科目「人間環境」

①ねらい

人間と環境、健康・福祉の関わりを理解して活用する能力や科学を学ぶにふさわしい倫理観を身につけることをねらいとして実施する。

②内容

A. 生命誕生

ア. 講義

『母子を取りまく環境』 講師 大内喜美子先生（恵寿総合病院・助産師）

- ・生命誕生（受精・妊娠・出産）
- ・感染症（エイズ・性感染症）

イ. ねらい

- ・一つの生命が誕生するメカニズムを知り、人間が成長していく上で、親と子・人と人のつながりの大切さを考えさせる。
- ・人間の生命力を理解し、より活力ある強い身体づくりを目指す。

ウ. 内容

- ・排卵・受精・着床・妊娠・出産について理解させる。
- ・母体（子宮）の中で、成長していく過程を教え、胎児環境等の大切さを理解させる。
- ・エイズなどの性感染症について理解させる。

エ. 成果と課題

- ・男女の意識の差がややみられたが、生徒は自らの身体のことでもあり、興味・関心を持ち、熱心に取り組んでいた。

B. 自己健康管理能力

ア. 講義

『日常生活と生活習慣病』 講師 池田美智子先生（恵寿総合病院・保健士）

『喫煙の害とその実態』 講師 池田美智子先生（恵寿総合病院・保健士）

イ. ねらい

- ・若い時からの食生活の乱れや運動不足によって、糖尿病などの生活習慣病になる危険が大きくなることを学び、日常生活の大切さを理解させる。
- ・今や国際的にも課題になっている、喫煙と身体の害について、喫煙者だけでなく、その家族等まわりにいる人への害がより大きいことを理解させる。

ウ. 内容

- ・WHOの健康定義をふまえ、今日の健康のとらえ方や健康問題を学び、代表的な生活習慣病のがん・心臓病・脳卒中・高脂血症・歯周病・糖尿病などの原因と日常生活の関係を理解させる。
- ・生活習慣で日常の食事・運動などが一生のライフステージを考える中で、基本であることを理解させる。
- ・タバコの煙のタール・一酸化炭素・ニコチンなどのおもな有害物質の健康への影響や依存性について学ぶ。また、マイルド・ライトなどの言葉のニュアンスに惑わされないように指導する。
- ・肺ガン・毛細血管への作用や老化を早めること、妊婦の喫煙の危険性について理解させる。
- ・受動喫煙について学び、家族やまわりの人の健康について理解させ、禁煙運動への意味を考えさせる。
- ・多くの先進国での喫煙に対する取り組み、また日本での取り組みについて考えさせる。

エ. 成果と課題

- ・今の自分たちの高校生活を考え、食事・睡眠・運動など規則正しい日常生活を認識させ、まとめさせて、頭の中では終わらないように実行することの大切さを考えさせる。
- ・タバコについては、喫煙者の低年齢化の問題点などを考えさせる。
- ・実生活についてのことなどで、大いに興味を持ち、熱心に聞いていた。

C. 精神の健康

ア. 講義

『精神の健康』

- ・ 大脳と精神機能（大脳の働き）
- ・ 心身相関（心身相関のしくみ・心身症）
- ・ 欲求と欲求不満（欲求の種類・欲求不満と葛藤）
- ・ 適応機制（適応機制の種類）
- ・ 自己実現（自分らしさと自己実現）

イ. ねらい

- ・ 欲求不満がもたらす心身の緊張や不安・悩みを解消するため、一時的に心の安定を保とうとする働きがある。しかし、それで本当に心の健康はえられるのだろうか。大脳の働き、心と体の関わりをふまえて、青年期の心の健康について考えさせる。

ウ. 内容

- ・ 大脳新皮質と大脳辺縁系の働きを学び、その関わりを理解させる。
- ・ 心と体の関わりを知り、心身相関のしくみを理解させる。
- ・ 欲求の種類と発達を学び、欲求不満や葛藤について理解させる。
- ・ 適応機制の種類を学び、問題点について考えさせる。
- ・ 自己実現の過程を理解させ、精神の健康との関わりについて考えさせる。

エ. 成果と課題

- ・ 成長・発達の過程である青年期で、ストレスの多い今日、生徒たちも興味深く、意欲的に学ぶ姿が見られた。
- ・ 高校生活で多感な時期、学校生活で学んだことを生かし、ストレスに強く、目標に向かって前向きな姿勢で力強い人間に成長することを期待したい。

D. 命を守る

ア. 講義

『応急手当』

イ. ねらい

- ・ 自らの命を守る。また、けがや急病で倒れた人を発見したとき、どんな手順で何をすればよいのか。心肺蘇生法、とくにAEDの実習を通して、その手順と方法を身につけさせる

ウ. 内容

- ・ けがの応急手当（出血した場合・捻挫・突き指・骨折・脱臼・肉離れ）
- ・ 熱中症の応急手当（熱けいれん・熱失神・熱疲労・熱射病）
- ・ 心肺蘇生法、AEDの実習

エ. 成果と課題

- ・ 人工呼吸法・心臓マッサージの実技実習などには、真剣に取り組んでいた。頭の中では充分理解していても、実際に実技をやってみると、上手くできないことを知り、何回もチャレンジする生徒もいた。

E. 生命誕生と環境

ア. ねらい

子どもが心身ともに健康に育ち、成長できるには、好ましい環境作りが必要である。青年期の高校生の時から「ヒトの発達段階とその特性」を認識・理解し、自分の父性・母性としての健康と妊娠中の母体と胎児の健康について学ぶことにより、子どもを育てる環境について男女ともが関心と責任を持ち、母親と父親が協力して子どもを育てる心と態度を学べるようにする。また、国・地方公共団体の役割と子育て支援策についても理解を深める。

イ. 内容

①生命誕生とヒトの発達段階

（VTR未知なる生命『いのち誕生』視聴、青年期の心身の発達）

②母子を取り巻く環境

（講演「母性・父性の健康と性感染症」講師 恵寿病院 池田美智子保健師）

③守りたい子どもの環境

●脳の発達と保育環境（「赤ちゃんの脳って素晴らしい（VTR）」を視聴し、

「新生児抱き人形」を用いて体験学習）

●子どもの現状と福祉（児童虐待の実態と予防、子どもの権利）

ウ. 成果と課題

赤ちゃんの脳の発達や機能について新たな発見があり、「新生児抱き人形」に用いた体験学習は歓声をあげ感動していた。しかし、子どもの環境について更に身近な問題として、また自分の将来と関連させて認識するには、生徒自身がまだ年齢が低く精神的に成熟には至っていないので、特に男子生徒の一部は関心も少ない。さらに乳幼児に対する関心を喚起するには、保育体験や保健所・児童相談所などの専門家の指導なども必要である。

F. 生活習慣（食生活）と効果的な運動（共同研究）

ア. ねらい

「人間環境」を保健体育科と家庭科で担当であることを生かし、既存のカリキュラムにはない共同研究による授業によって、より効果的な学習指導をめざした。

学習目標から指導内容と題目を決定し、a（病院保健師）、b（家庭科教諭）、c（保健体育科教諭）の講座の実施内容が有機的に作用して学習指導の効果が上がるように工夫した。

イ. 内容

①食習慣とその影響について（保健師に依頼）

講演「日常生活と生活習慣病」（講師 恵寿病院 池田美智子保健師）を実施し、生活習慣病の現状と実生活上の問題点や課題とその対処の仕方について学ぶ。不適切な生活習慣が作る病気、適切な食事とは何か、所要カロリーと摂取カロリーのバランス（肥満度のチェック方法と運動）、健康な生活を維持するための睡眠、喫煙、飲酒、ストレスなどへの対応について。

②食生活を見直そう（家庭科教諭担当）

食事記録を付け自分の食生活を診断して食生活の長所短所について分析する。また、＜食事傾向＞や＜栄養摂取状況＞＜身体の仕組み＞から生活習慣病などのメカニズムを知り、互いの因果関係から自分の健康状態を探る。

③効果的な運動と自己管理（保健体育科教諭担当）

本校は、平日頃から勉強、運動部活動共に力を入れて活動し効果も上げているが、食事や栄養とスポーツとの関連を科学的（競技別、目的別、体格別、トレーニングと体調維持管理等）に学び、より効果的なスポーツ活動によりバランスのよい心身の発達を目指す。

ウ. 成果と課題

食事、睡眠、運動といった日常生活の大切さを理解したようである。

ここで学んだ事項をより積極的に実践して充実した学校生活を送ることがこれからの課題である。今後、二～三年生へと成長してゆく過程を見守っていききたい。今後もこのように共同で学習指導の内容を工夫し、質の高い授業を構築するようにしたい。

G. 高齢社会と福祉

ア. ねらい

人間は、加齢とともに現れる様々な変化とともに、祖父母・親・さらに自分の高齢期に遭遇する。この高齢期の必然的な老化現象について、からだと心の特徴について体験学習を通して理解し、高齢化社会の進展と社会保障や介護の社会的仕組みについて基本的な知識を学んでおくことが大切である。家庭や職場・地域社会で生活する上で高齢者を支えるために、基本的な知識と介護・コミュニケーション能力などの技術が必要であることを理解し、思いやりのある態度や行動が取れるようになる。

イ. 内容

①講演と体験学習指導

「高齢社会と福祉」講師 能登中部保健福祉センター 作業療法士 千田 茂

1. 高齢社会の進展と社会福祉の基本理念について

2. 高齢者の心身と生活

（高齢者疑似体験学習；ハンディキャップを理解し、心のノーマライゼーションについて考えを深める。）

ウ. 成果と課題

専門家（作業療法士）からの講話と高齢者疑似体験学習の指導は、高齢者の心身の変化を実体験することによって、初めて老化に対する認識や介護の必要性について深く考えるチャンスとなった。体験学習の効果が期待以上に大きく、より具体的に理解し学習できたという感想が大多数であった。

H. 消費生活と環境負荷軽減

ア. ねらい

「先進国」に住む私たちの生活は、たくさんの資源やエネルギーを用いることで豊かな生活が成り立っている。日常の消費生活を見直し、資源を大切にし、環境にやさしい生活のしかたを考え、実践する力を身に付けるためにごみを減らす方法「5つのR」；Refuse（拒否）、Reduce（発生抑制、減量）、Repair（修理）、Reuse（再使用）、Recycle（再生利用）についてこれから私たちに出来ることは何か考える。

イ. 内容

①講演「地球環境と科学」講師；金沢大学工学部 岩森 暁助教授

②環境負荷低減とエネルギー回収（地域のゴミ処理の仕組み）施設見学

ななかりサイクルセンター（ごみ固形燃料化施設：七尾市田鶴浜）

石川北部RDFセンター（資源の再利用：羽咋郡志賀町）

③消費生活と環境破壊（地球環境破壊の現状と日常生活の点検「環境度チェックシート」）

ウ. 成果と課題

昨年の反省を生かし、大学の専門家の指導を受け、地球環境の現状と今後の課題について詳しく学習した。リサイクルセンターとRDFセンターの2つの施設見学は、生活経験の乏しい生徒にとり、ゴミ処理の方法、資源やエネルギー再利用の仕方について深く考え、地球環境を守り、改善していくには1人1人が気をつけ、身近な出来ることから実践することの重要性を改めて認識できたという感想が

多かった。

Ⅰ. 人間らしく住むために

ア. ねらい

私たちは、人間生活の基本的な生活手段として“衣食住”を挙げるが、住宅が非常に高額であり住環境整備が個人の力では限界があるためか、衣食ほど住の事を考えていないのではないだろうか。

「住宅」は、物理的建物を指しているが、「住まい」「住居」は住む人の生活環境と有機的に結合した空間を指している。住まい方の変化や生き方と住まい選択、健康で安全な住居、住地域環境などについて基本的な知識を学び、よりよく住み(live)・生きる(live)ためにはどうしたら良いか考える力を養う。

イ. 内容

①日本の住居の歴史

(竪穴式住居から現代の集合住宅・二世帯住居までの鳥瞰図)

(VTR『住居の歴史』視聴)

②気候風土と住まい、時代と住まい方の変化(ライフスタイルの変化)

③住居の機能・住空間構成(住空間のデザインとユニバーサルデザイン)

④住居の安全防災・環境

ウ. 成果と課題

住まい方の変化は、ライフスタイルの変化と非常に関係が深く、ユニバーサルデザインの必要性も十分理解 came と思うが、住居の安全や防災については、阪神淡路の大震災などの実例や現在話題の住環境問題、耐震性などについても防災や保健衛生面で何が大切なのか更に学習を深める必要があると思う。また、近い将来、都会で一人暮らしをする生徒にとって『1DK』などの集合住宅での住まい方について学習するチャンスを作るべきであったが、行事の多い後期の授業時数の関係で割愛せざるを得なかった事に関して、もっと工夫の余地があったと反省している。

環境との関わり方の変化：アンケート調査より

1、学習テーマに興味や関心が持てたかどうかについて

(1) 興味関心が高まった生徒 … 11名 (30%)

(2) ある程度興味関心が高まった生徒 … 20名 (54%)

(3) あまり変わらない生徒 … 6名 (16%)

2、学習テーマに沿って自分を取り巻く環境に対する行動、態度など関わり方の変化について

(1) 積極的に関わるようになった生徒 … 19人 (51%)

(2) 関わっている生徒 … 11名 (30%)

(3) あまり行動できていない生徒 … 5名 (14%)

(4) 行動できていない生徒 … 2名 (5%) であった。

学習題材については興味関心が高まっている割には、行動や態度の変化には消極的な生徒が19%程いる。学んだ知識を行動や態度として、将来実践していけるかが課題である。

エ. 学習後の感想

・パワーポイントを使用した講義や施設見学、体験学習、実習などが分かりやすく専門的な知識も深まった。今まであまり興味関心のなかったことについて興味を持つようになり、大変有意義な時間であった。

・普通教科では学べないいろいろなテーマについて深く学ぶことが出来て良かった。自分のためになる、将来自分が立派な大人になるために必要なことを学んだと思う。

・人間環境で学んだ知識をこれから役に立てたい。中学の時に学んだテーマもあったが、内容が充実し本格的だった。特に高齢者疑似体験、施設見学(ゴミ処理)と地球環境、健康と病気に関する講義などはフロンティアサイエンスとは違った面白さがあった。体験や見学は楽しく分かりやすく、全体として良い授業だったと思う。来年もこのような授業を受けたいと思う。

・人間環境を通して、新たに色々な事に気づきとてもよい機会になった。

理数科だけではなく、普通科でも実施して私たちが学んだことを広めてほしいと思った。

(2) コンピュータ講座の開催

①ねらい

パワーポイントの操作やプレゼンテーションの手法を学び、その技術を習得する。さらに、今年度取り組んだSSH事業について、グループごとに別々のテーマを選び、まとめ発表することで分析力・表現力をつけることを目的とする。

②内容

(ア)実施日 平成17年7月22日(金)～28日(木)

(イ)対象 1年生理数科37名

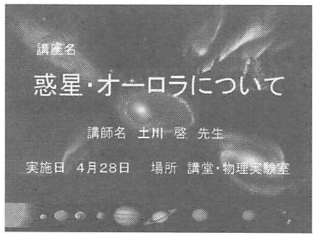
(ウ)場所 七尾高校コンピュータ室

(エ)日程

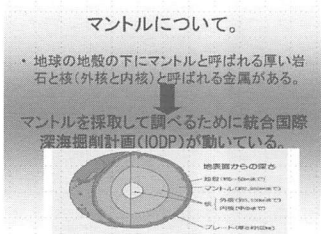
7月22日	①Power Pointの基本操作の習得 *文字の入力と編集 *スライドの作成と編集 *他のファイルの挿入 *オブジェクトの作成
26日	*表・グラフの作成 *アニメーションの設定 *プレゼンテーションの実行 ②グループごとの発表講座決定 ③各グループごとにプレゼンテーションの構想を練る。
27日	④データ、写真、資料の収集 ⑤プレゼンテーションの作成
28日	⑥各班ごとにそれぞれのテーマについて発表する。 ⑦それぞれの発表について互いに評価しあう。

③発表内容

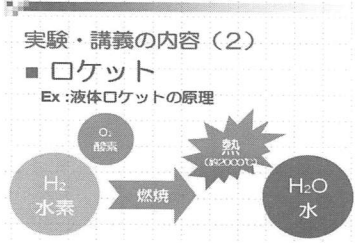
1 班 惑星・オーロラについて



2 班 ①日本海の誕生と能登半島の変遷
②地殻資源と海底探査
③地震と地殻変動・予知



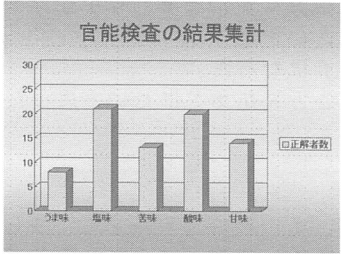
3 班 ロケット技術と人工衛星



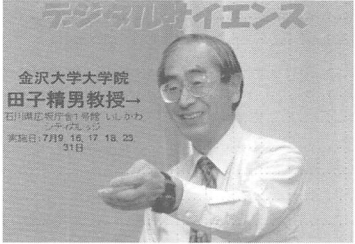
4 班 クローン技術について



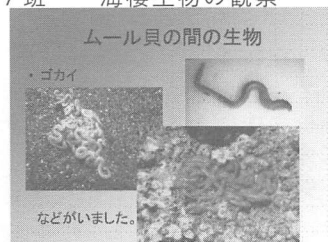
5 班 味覚に挑戦



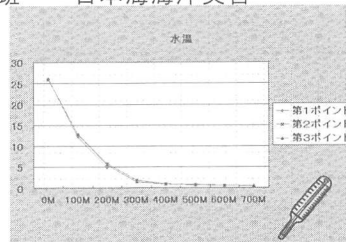
6 班 デジタルサイエンス



7 班 海棲生物の観察



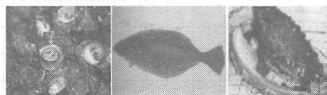
8 班 日本海海洋実習



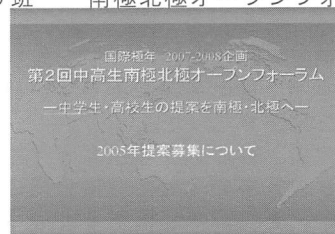
9 班 漁業の展望

講義の内容

水産総合センターの生産能力は、全長30mmのヒラメで300万尾、20mmのアワビが35万個、7mmのサザエが100万個生産できる。



10 班 南極北極オープンフォーラム



(3) 科学コンクール等への積極的な応募

①ねらい

SSH活動での科学的な実践能力の伸張をねらいとして、SSCにおける各グループが中心となり積極的に科学コンクールに応募した。

②内容

(a) 数学研究グループ

- ・いしかわデジタルサイエンススクールに4名が参加し、ネットワーク、分散計算、グリッドシステム、CGについて指導を受けた。(7月9、16、17、18、23、31日、いしかわシティーカレッジ金沢市)
- ・京都セミナー「数学のひろがりとのしみ」に6名が参加。(1月6日～8日、京都大学理学研究科)
- ・第16回数学オリンピック地区大会に15名が参加する。(1月9日、石川県文教会館)

(b) 天文科学グループ

- ・Astro-HS全国フォーラム2006に5名が参加し、太陽の黒点観測の結果についてポスター発表する。(3月26日～27日、休暇村紀州加太 和歌山県)

(c) 生物環境グループ

- ・日本動物学会中部支部大会に5名が参加し、石動山のブナ林の調査経過についてポスター発表する。(7月30日、金沢市女性センター)
- ・生物オリンピック地区大会に15名が参加(11月13日、金沢大学)

(d) 電磁物理グループ

- ・高校生のための実験・実習セミナーに4名が参加し、BS放送受信のホーンアンテナの設計、製作を行った。(6月3日、金沢工業大学)
- ・物理チャレンジ2005に9名が応募、3名が合格し、1名が岡山県での本大会に参加した。(8月12日～15日、岡山県青少年教育センター関谷学校)
- ・高校生のための特別懇談セミナーに3名が参加(10月15日、タワーホール船堀 東京都)

(e) 分析化学グループ

- ・全国高校化学グランプリ2005一次選考会に21名が参加(7月18日、金沢大学)
- ・第20回石川地区中学高校生化学研究発表会に3名が参加し、環境ホルモンの測定について発表した。(12月23日、石川県教育自治会館)

(f) その他の活動

- ・北陸地区SSH指定校交流会に4名が参加し、橋の強度実験と橋の製作を行った。(8月1日～2日、金沢工業大学)
- ・第2回中高生南極北極オープンフォーラムに4名1グループが応募しペンギン賞を得た。
- ・平成17年度SSH生徒研究発表会(8月9日～10日、東京ビックサイト)

①ねらい

全国のSSH指定校の研究発表に触れ、来年のプレゼンテーションでの発表方法を学ぶ。また、ポスターセッションに参加し、関係者との質疑応答を通して知識を深め、今後の指針とする。

②内容

(ア) 1日目

開会式の後、東海大学教授秋山仁氏の講演を聴き、その後各分科会・4発表を見学。各自興味を持った研究発表のある分科会に分かれて、第2期SSH指定校の発表を聴いた。どの発表も生徒にとって興味深いものであったため、分刻みでの移動・見学であった。

(イ) 2 日目

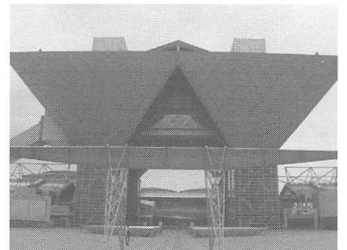
1. ポスターセッション

今回のメインである。七高アカデミアの研究グループ（理科4・数学4）からそれぞれ模造紙2枚に研究結果をまとめて、代表者が発表した。前もって校内で準備練習して臨んだ。他校の中には、実物を持ち込んだり、移動式のポスターを用意して会場内を動き回ったりかなり積極的に活動している学校もあり、参考にする必要があると感じた。

2. 各分科会代表校4校の発表・表彰式

第1日目の4分科会それぞれの代表校による全体発表が国際会議場で行われた。いずれも堂々として見事な発表であった。秋田県立大館鳳鳴高等学校の「クマムシの研究」が最優秀賞を受賞した。内容的には誰にも親しみやすい研究で、最も質疑応答が盛んに行われた発表であった。

その後、京都市立堀川高等学校の「温度・海洋の体積・アルカリ度と大気中の二酸化炭素分圧の関係」の発表を聞いた。1年先輩の研究を後輩が発表するという形であった。仮説とは異なる結果が導かれたという結論であったが、途中の思考の過程が大変しっかりしていて、プレゼンテーションも、非常にわかりやすいすばらしいものであった。学校の組織が非常にしっかりしていて、先輩から後輩へと研究のつながりを感じた。



全体会会場

③成果と課題

積極的な参加と唱いながら半ば強制的に参加させたものもあり、成果は十分にあつとはいいにくいですが、中には難しい問題にチャレンジして学習意欲を高めた生徒や自発的にセミナーへの参加を申し出て大いに啓発された生徒もでてきたことは成果があったと言える。

自発的な活動が増えるような取り組みとなるように指導していくことが課題である。

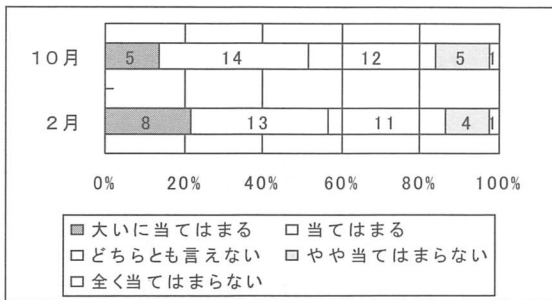
IV 実施の効果とその評価

スーパーサイエンスハイスクール指定2年目の今年、昨年度の実施を踏まえ事業を実践してきた。昨年度は実施1年目でもあり手探りの状態で多くの事業を実施したため、生徒にとって後半は消化不良となってしまった。昨年度生徒によるアンケートで個々の事業における評価が後半低下したのはそのためであろうと考える。今年度は生徒の実態を踏まえゆとりをもたせ事業を展開した。個々の事業については前述掲載のように評価したので、ここでは事業全般に渡って実施の効果とその評価について考察する。評価は生徒のアンケート、保護者のアンケート、教職員のアンケート、客観テストおよび生徒の観察により行った。

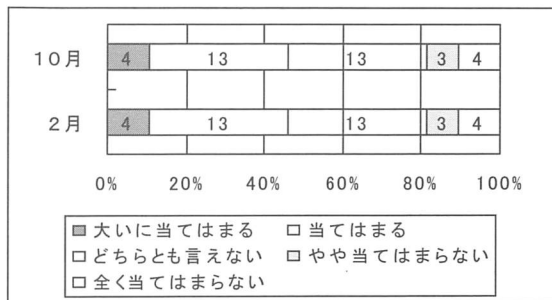
1 SSH事業全般について

(1) 2年生理数科

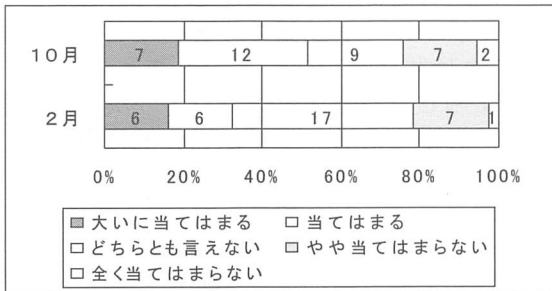
Q1 SSH活動は有意義である



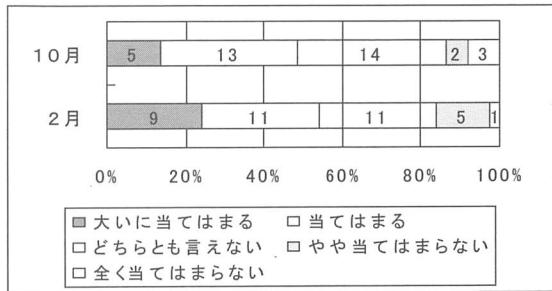
Q2 SSH活動が将来何らかの形でカリキュラムの中に組み込まれればよい



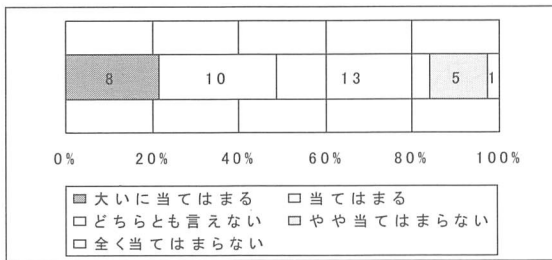
Q3 SSH活動は負担になっている



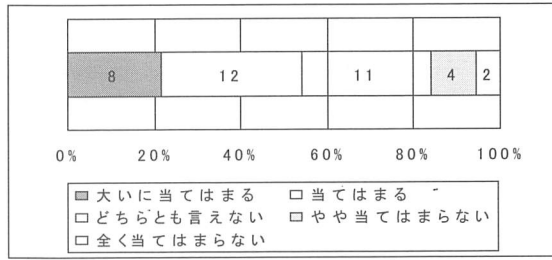
Q4 フロンティアサイエンスは有意義である



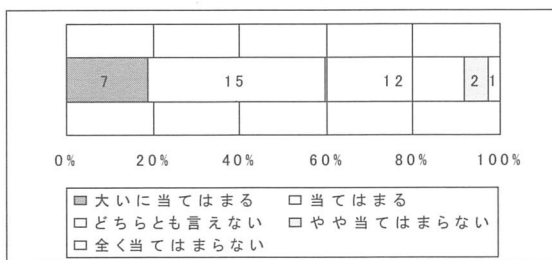
Q5 課題研究は有意義である



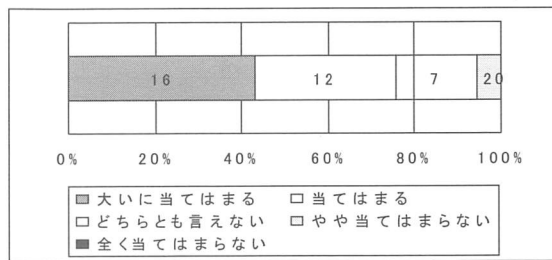
Q6 SSCは有意義である



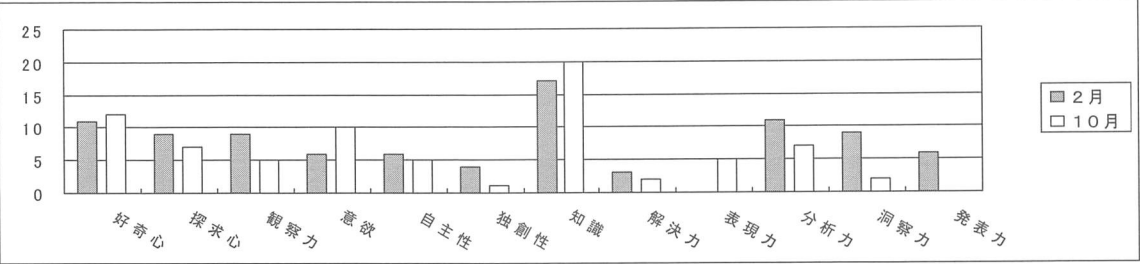
Q7 課題研究発表会などの各種発表会は自分を高めてくれた



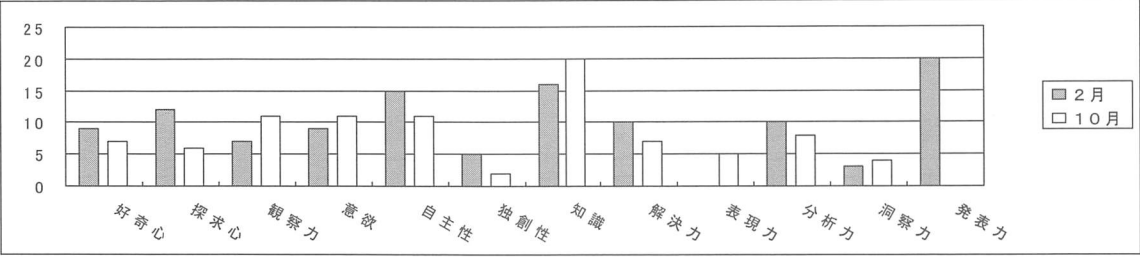
Q8 アストロコスモサイエンスツアーは有意義であった



Q9 フロンティアサイエンスで高まったと思う能力は何ですか（複数回答可）



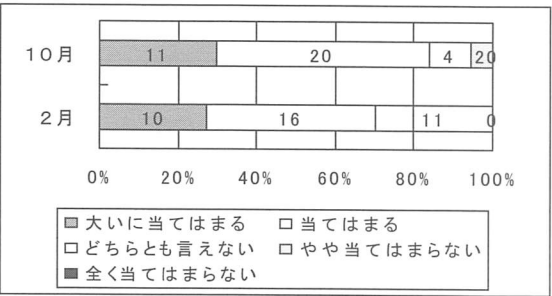
Q10 七高アカデミアで高まったと思う能力は何ですか（複数回答可）



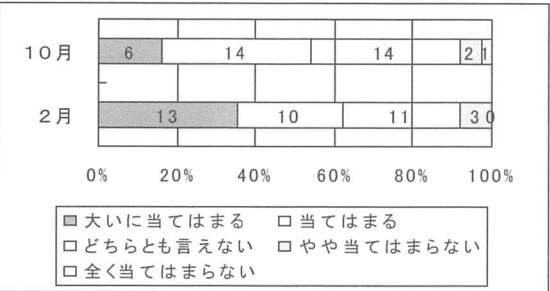
SSH活動が有意義であると回答した生徒は60%弱、SSH活動が楽しいと回答した生徒は45%いる。一方SSH活動が負担になっていると感じる生徒は10月より減少したものの30%強いる。10月が2月よりも評価が悪くなっているのは10月末から、新入大会、全国模試等各種行事が重なったためであろう。フロンティアサイエンスが有意義であると回答した生徒は55%、課題研究、SSCについてはそれぞれ48%、54%である。どの項目についても有意義であると回答している生徒の割合が高くないので、生徒が有意義なものとなるよう内容や方法の改善をはからなければならない。また、アンケート結果ではどの項目についてもどちらとも言えないと回答している生徒が目立つ。これは昨年度のアンケートでも見られたが、生徒がアンケートの内容をよく理解できないときや実施した事業にインパクトが欠けるときなどにこの傾向がでると考えられるので次年度は工夫が必要である。生徒が主体的に取り組んだ課題研究などの各種発表会は60%が有意義であると捉えている。一つのテーマを研究し、まとめ、発表することが生徒個々の力量を高めるのに効果があったと考えられる。アストロコスモサイエンスツアーは76%が有意義であると回答している。事前学習に時間をかけワークシートを作成して事業に臨んだことが意欲を高め、内容を理解するのに効果的に働いた。SSH事業で高まったと思う能力については、フロンティアサイエンスは、10月では科学的な知識が目立って多く、次に好奇心、意欲であったが、2月では科学的な知識は同じく多いが洞察力、発表する力、分析力、観察力、独創性にも高まりが見られる。課題研究は発表する力と科学的な知識が目立って多い、自主性、探求心、意欲、解決力、分析力にも高まりが見られる。この結果を踏まえ次年度の事業に改善をはかりたい。

(2) 1年生理数科

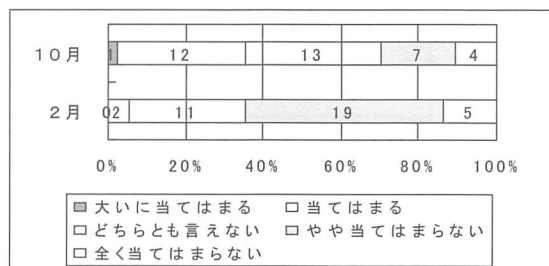
Q1 SSH活動は有意義である



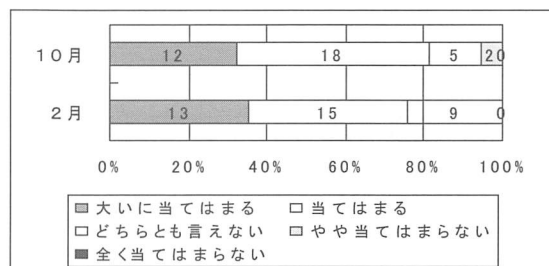
Q2 SSH活動が将来何らかの形でカリキュラムの中に組み込まれればよい



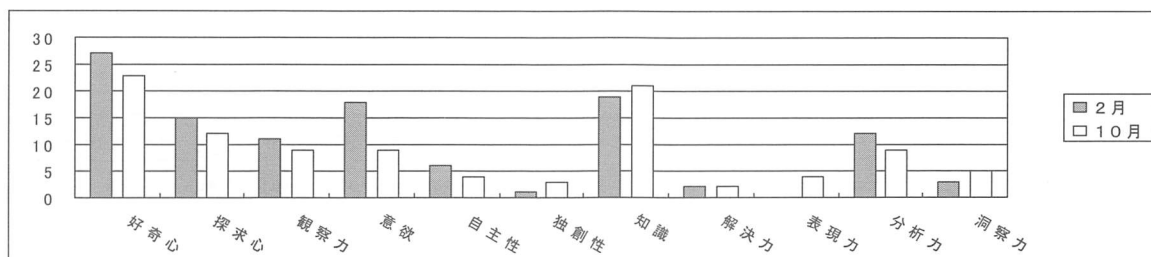
Q3 SSH活動は負担になっている



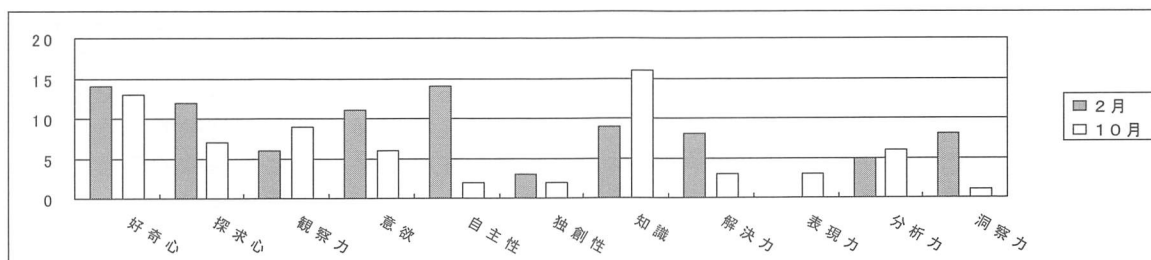
Q4 フロンティアサイエンスは有意義である



Q5 フロンティアサイエンスで高まったと思う能力は何ですか（複数回答可）



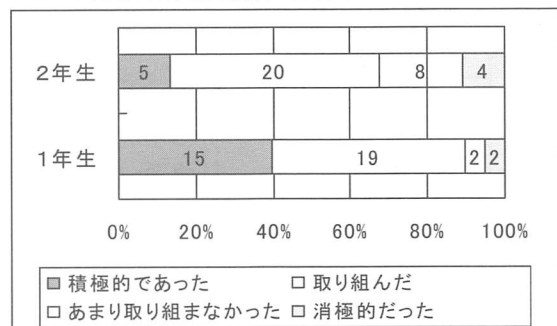
Q6 人間環境で高まったと思う能力は何ですか（複数回答可）



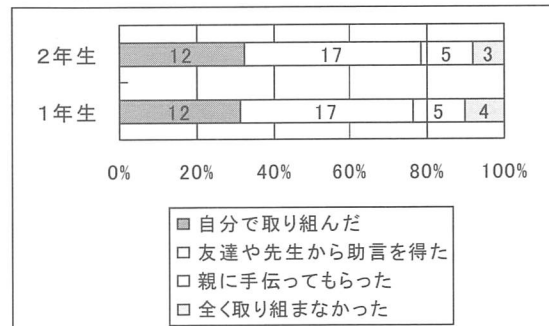
1年生はSSH活動が有意義であると回答した生徒が70%、SSHが楽しいと回答した生徒は80%と高い。一方、SSH活動が負担となっている生徒は10月に35%いたが2月では5%に減少した。フロンティアサイエンスが有意義であると回答した生徒は76%いる。1年生は昨年度の実施を踏まえフロンティアサイエンスⅠを2単位から1単位に減らし、人間環境も2単位から1単位に減らし生徒の負担を軽減したこと、実施内容を精選し生徒の評価が高かったものを選んで実施したこと、事前学習と事後学習に時間をかけ内容を丁寧に指導したことが高い評価につながったと分析できる。フロンティアサイエンスで高まったと思う能力は好奇心と科学的な知識が目立って多く、次に意欲、探求心、分析力である。人間環境では好奇心、自主性、科学的な知識が多く、次に探求心、意欲である。生徒のアンケートから、今年度の学校設定科目の単位の変更は本校の生徒の現状に照らし適当であったといえる。

2 入学時（4月）における1、2年生理数科の生徒の比較

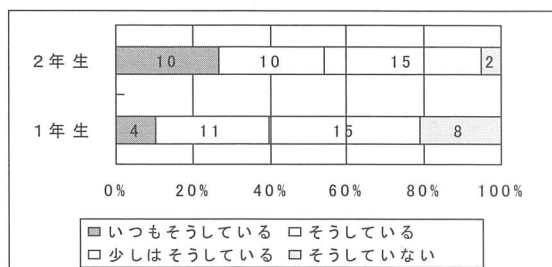
Q1 小中学校では科学研究を積極的に取り組みましたか



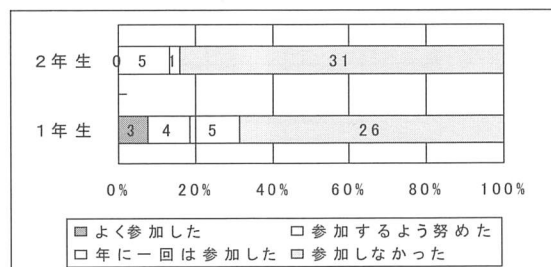
Q2 科学研究は自分で取り組んできましたか



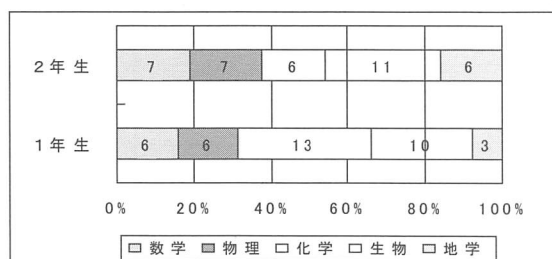
Q3 科学研究などで自分が考えた独自の方法で問題解決をはかってきましたか



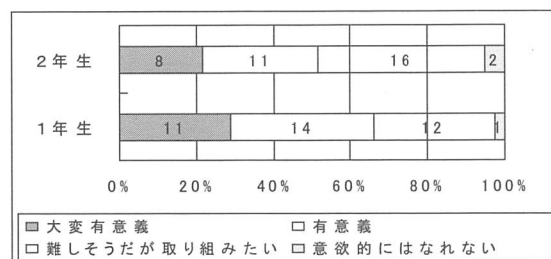
Q4 今までに校外での科学的な行事に参加したことはありますか



Q5 理数科ではどの分野に力を入れて学びたいですか



Q6 大学等の研究施設を利用して学ぶことをどう思いますか

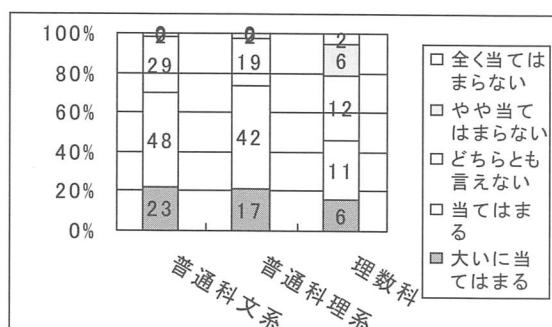


今年の1年生理数科の生徒は本校がSSHに指定されていることを知っていて入学した生徒である。そのため小中学校を通じて科学研究に対する取り組みが積極的であった生徒が昨年に比べて多い。実験や実習では意欲的に取り組む傾向が見られる。学校での授業だけではなく校外や大学等での研修活動にも好奇心や意欲を持っている生徒が多いことが特徴である。2年生は科学研究などで独自の方法で問題解決をはかってきた生徒が多いことが特徴である。Q5から2年生は生物分野を1年生は化学、生物分野を学びたいとしている生徒が多い。

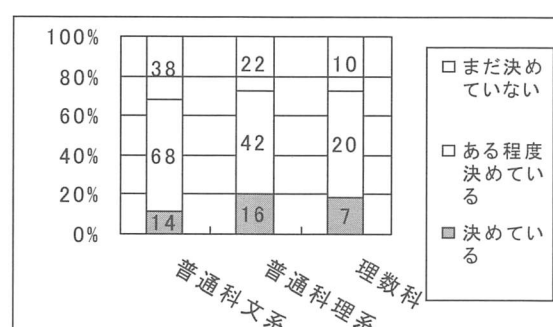
3 普通科と理数科の比較（2月）

（1）2年生

Q1 普通科、理数科に満足していますか



Q2 将来就きたい仕事を決めていますか



Q3 好きな科目は何ですか

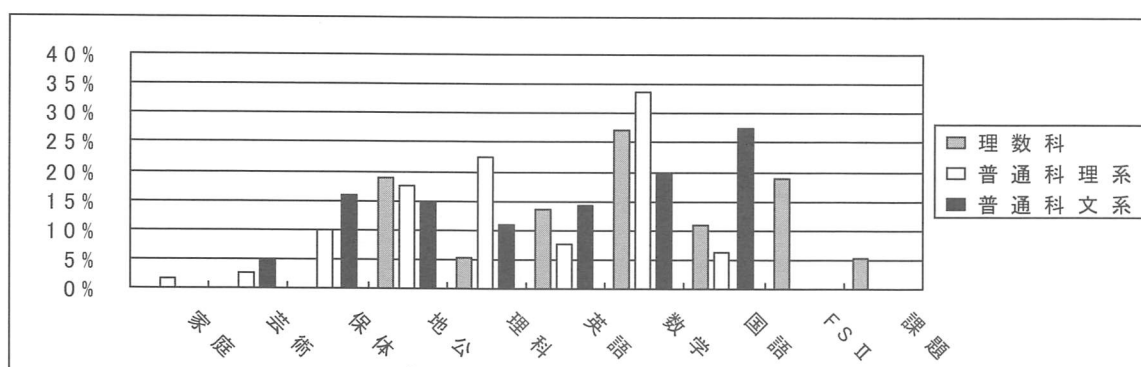


Figure 1: Percentage of graduates by department type. The chart shows the distribution of graduates across different departments, categorized by department type (Science/Math, General Science, General Arts). The Y-axis represents the percentage of graduates, ranging from 0% to 60%.

Department	理数科 (%)	普通科理系 (%)	普通科文系 (%)
数学	3%	0%	0%
物理	0%	2%	0%
化学	0%	0%	0%
生物	0%	0%	0%
保健体育	0%	0%	0%
社会	0%	0%	0%
経済	0%	0%	0%
工学	0%	0%	0%
農学	0%	0%	0%
芸術	0%	0%	0%
音楽	0%	0%	0%
美術	0%	0%	0%
言語文化	0%	0%	0%
総合人間	0%	0%	0%
国際文化	0%	0%	0%
外国語	0%	0%	0%
英語	0%	0%	0%
中国語	0%	0%	0%
韓国語	0%	0%	0%
日本語	0%	0%	0%
その他	0%	0%	0%

Bar chart showing the percentage of students in different faculties across various universities. The Y-axis represents the percentage from 0% to 35%. The X-axis lists universities: 札幌医科大学, 札幌学院大学, 札幌大学, 札幌工業大学, 札幌経済大学, 札幌大学, 札幌大学, 札幌大学, 札幌大学, 札幌大学, 札幌大学, 札幌大学, 札幌大学, 札幌大学, 札幌大学. The legend indicates three categories: 理数科 (Science/Mathematics, grey), 普通科理系 (General Science, white), and 普通科文系 (General Humanities, black).

大学	理数科 (%)	普通科理系 (%)	普通科文系 (%)
札幌医科大学	5.5	23.0	0.0
札幌学院大学	0.0	2.0	0.0
札幌大学	0.0	5.0	0.0
札幌工業大学	0.0	5.0	0.0
札幌経済大学	11.0	10.0	0.0
札幌大学	27.0	14.0	0.0
札幌大学	27.0	33.0	0.0
札幌大学	3.0	7.0	0.0
札幌大学	8.5	5.5	0.0
札幌大学	23.0	0.0	0.0
札幌大学	14.0	0.0	0.0
札幌大学	19.0	2.0	0.0
札幌大学	14.5	0.0	0.0
札幌大学	0.0	0.0	4.5
札幌大学	4.5	0.0	0.0
札幌大学	0.0	0.0	17.0

Stacked bar chart showing the percentage of students who feel the time spent on learning is insufficient, categorized by subject (General Education, General Science, Natural Science) and degree level (1st year, 2nd year, 3rd year, 4th year).

Legend:

- 1時間未満
- 1時間程度
- 2時間程度
- 3時間程度
- 4時間以上

Subject	1時間未満	1時間程度	2時間程度	3時間程度	4時間以上
普通科	7	26	48	30	4
普通科理系	3	9	20	38	11
理数科	2	5	14	12	3

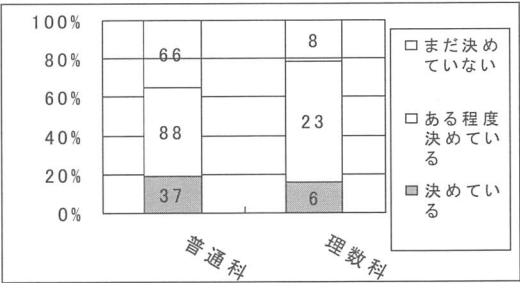
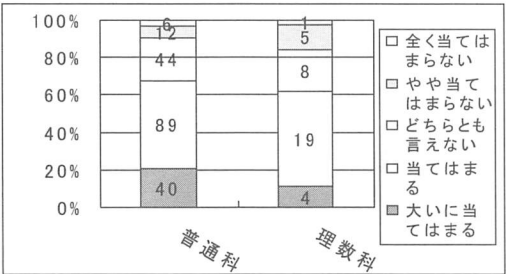
Group	1時間未満	1時間程度	2時間程度	3時間程度	4時間程度	5時間以上
普通科文系	10	28	21	38	14	5
普通科理系	14	29	24	9	8	0
理数科	7	10	7	10	9	0

- 79 -

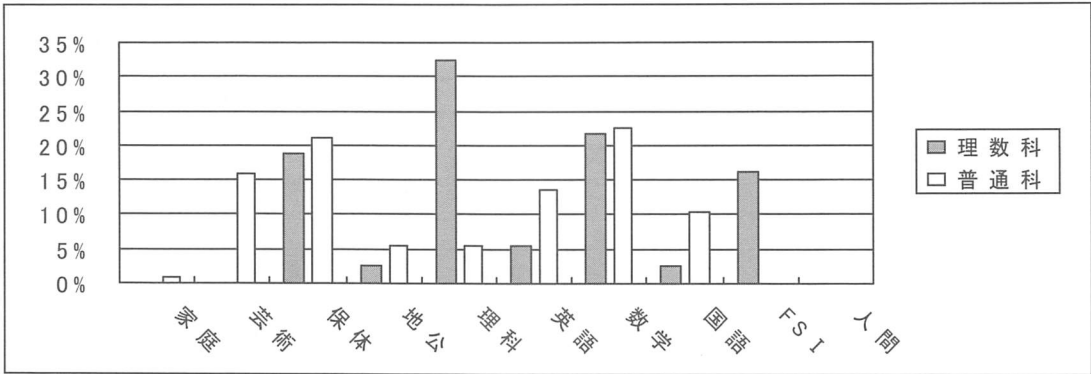
(2) 1 年生

Q1 普通科、理数科に満足していますか

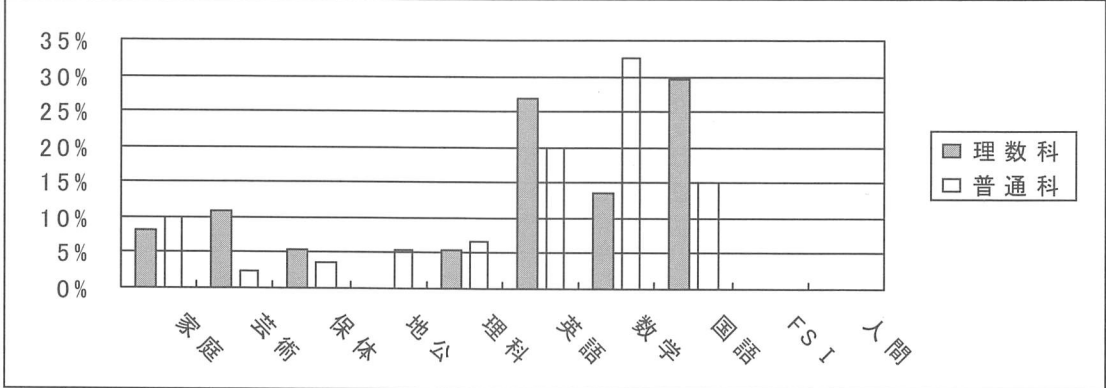
2 将来就きたい仕事を決めていますか



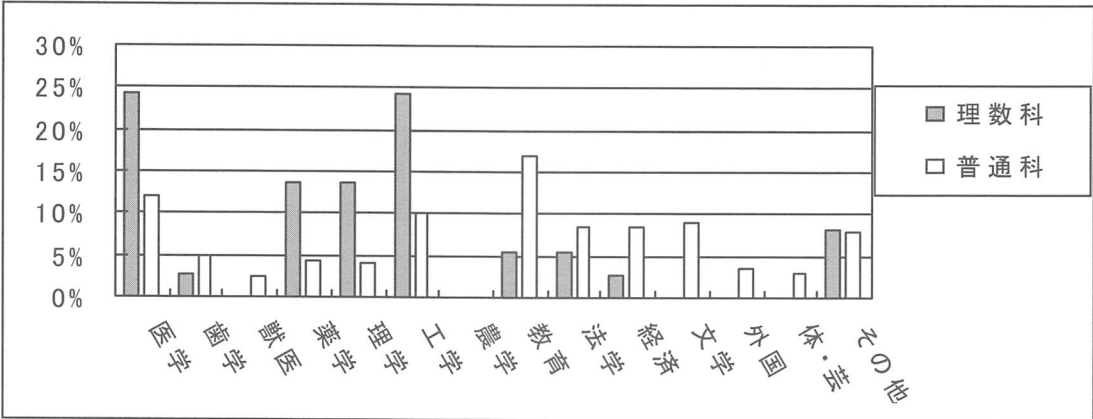
Q3 好きな科目は何ですか



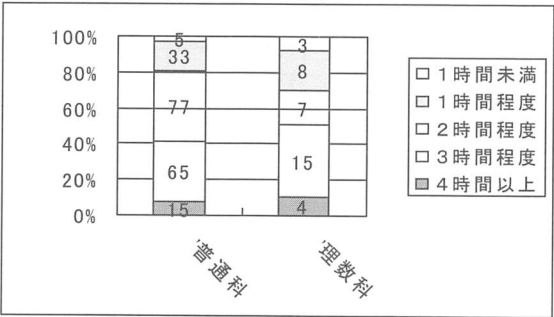
Q4 嫌いな科目は何ですか



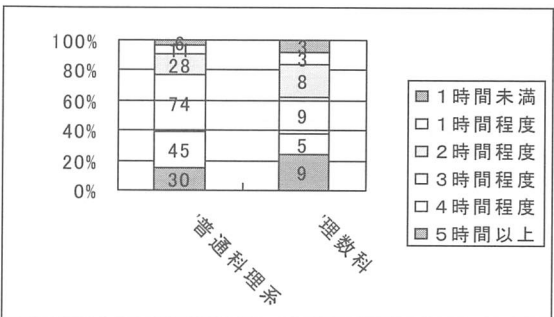
Q5 志望学部は何ですか



Q6 平日の学習時間はどれくらいですか



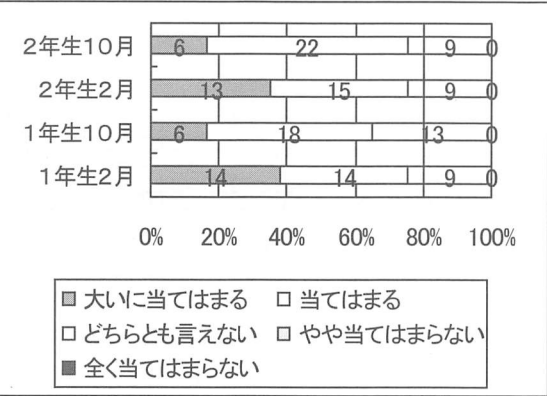
Q7 休日の学習時間はどれくらいですか



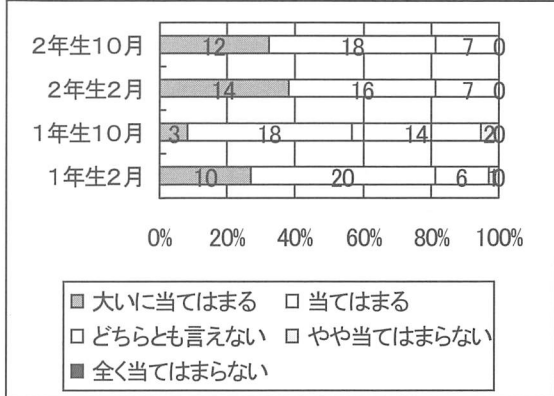
Q1の満足度調査ではやや普通科が高い。Q2では理数科の生徒が普通科に比べ将来の職業に目標を持っていることが分かる。Q3の好きな科目は理数科が理科と数学、普通科は数学と保健体育である。フロンティアサイエンスを好きな科目として挙げている理数科の生徒は16%である。Q4の嫌いな科目は理数科で国語と英語、普通科で数学と英語である。Q5の志望学部については理数科は医学部、工学部が多く、普通科では教育学部と医学部が多くなっている。Q6, Q7について3時間以上の学習時間を確保している生徒は平日では理数科が多いが、休日では逆に普通科が多くなっている。

4 意識、意欲の変容（1，2年生理数科）

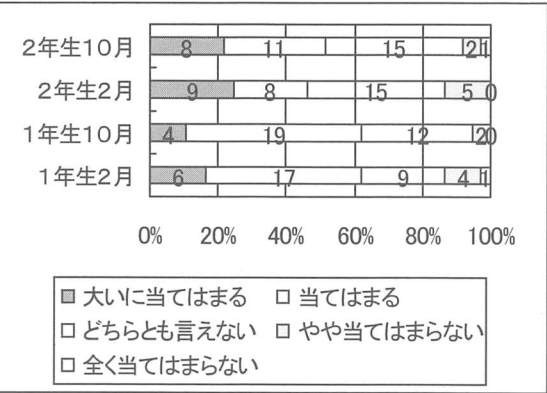
Q1 科学技術の発展が私たちの生活を豊かにしている



Q2 科学技術の発展が、一方で環境破壊につながっている



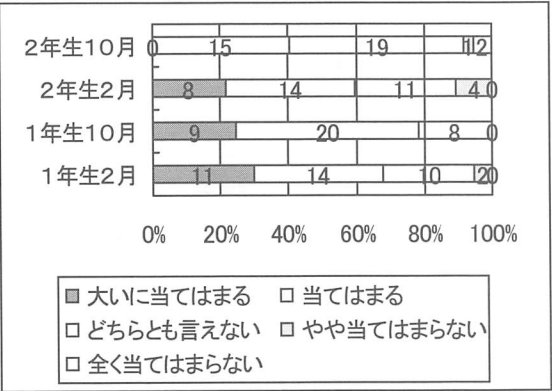
Q3 環境問題を解決するのも科学技術である



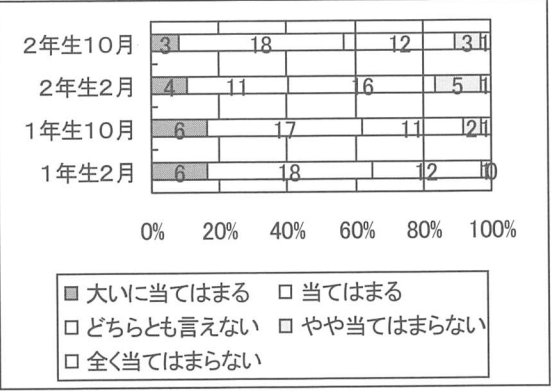
Q4 科学の進歩には独創性や創造性が大切であることを認識できた



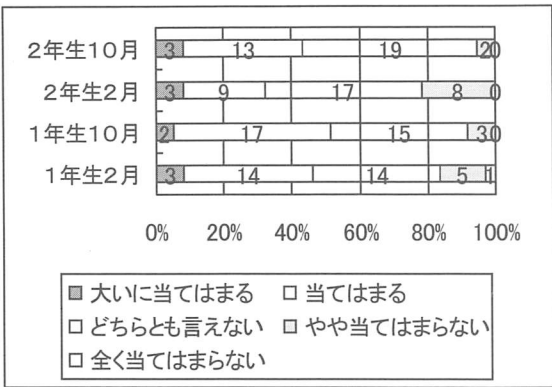
Q5 先端科学に対する意義や評価が深まった



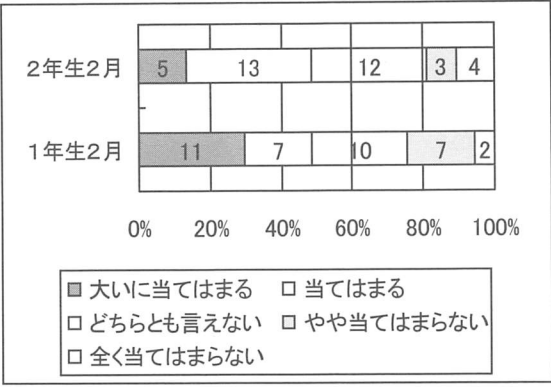
Q6 不思議なことを解明したいと思うようになった



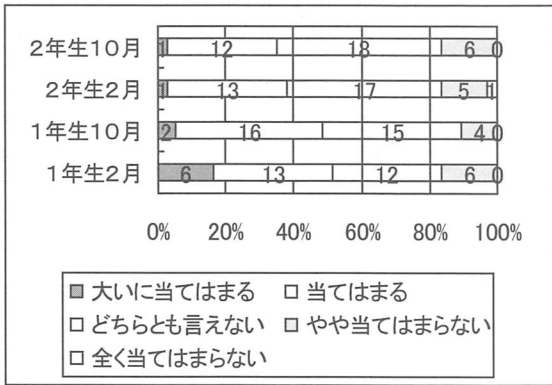
Q7 難しいことに取り組もうとする意欲が高まった



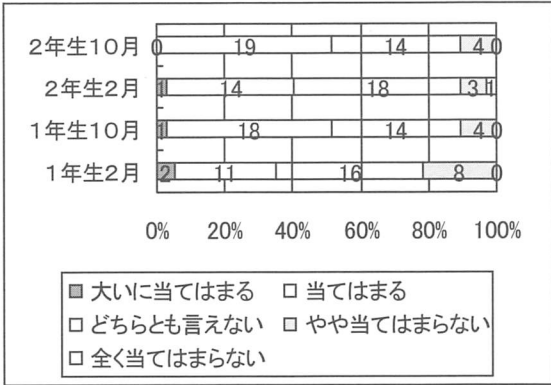
Q8 サイエンスキャンプなどの全国規模のセミナーに是非参加したい



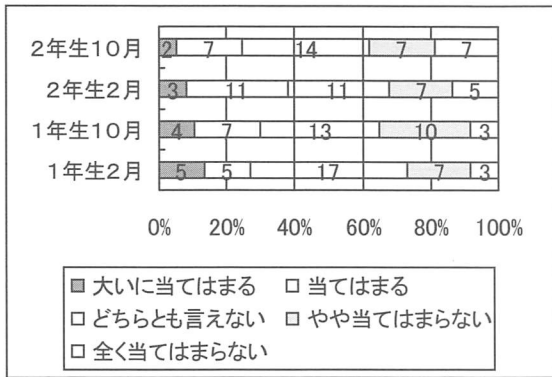
Q9 筋道をたてて論理的に考えることができるようになった



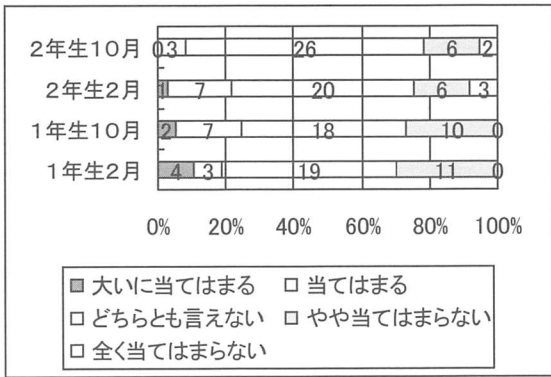
Q10 結果を考察し、まとめる力がついた



Q11 新聞や雑誌から科学的な情報を積極的に吸収するようになった



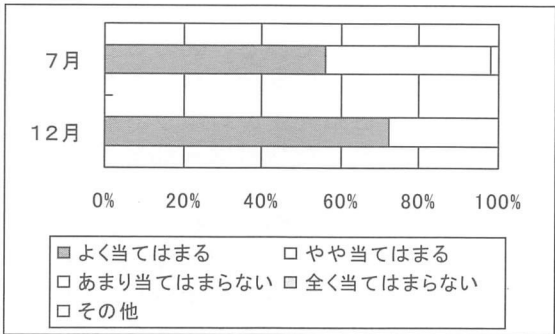
Q12 自分のアイディアで工夫するようになった



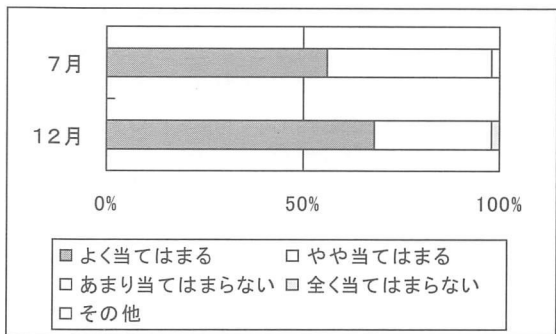
Q1, 2, 3は科学技術と環境問題についてだけであるが、科学に対する知識、理解を問う質問である。Q4, 5は科学の発展や科学に対する意義、意識、評価を問う質問である。Q6, 7, 8は科学に取り組む意欲についての質問である。Q9, 10は科学を行う際に必要となる力についてである。Q11, 12は実際に行動に移しているかを質問している。どの質問項目も科学を行う際に必要となるものの一部分だけであるが、科学に対する知識や理解、意義や意識、意欲についてはほぼ50%以上の生徒が持っていることが分かる。しかし、生徒は実際に科学する際に必要となる論理的な力やまとめる力については40%程度で、十分備わっているとは考えていないようである。さらに、実際に行動に移す部分についてはさらに少ない。本年度論理的な力や独創性、創造性を伸ばす取り組みを中心にSSH事業を行ってきたが次年度の課題となる。

6 教職員によるアンケート

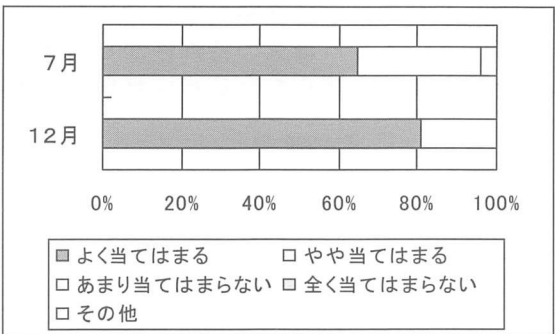
Q1 理数科の興味関心を高めるための工夫がなされている



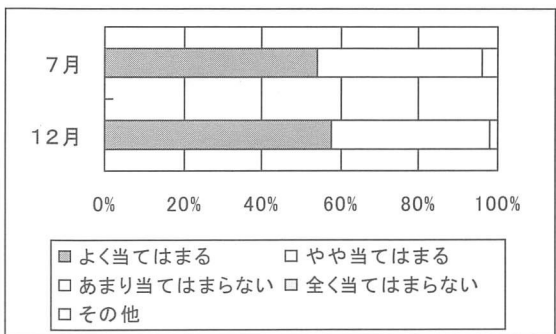
Q2 SSHの取り組みが学校の特色作りに活かされている



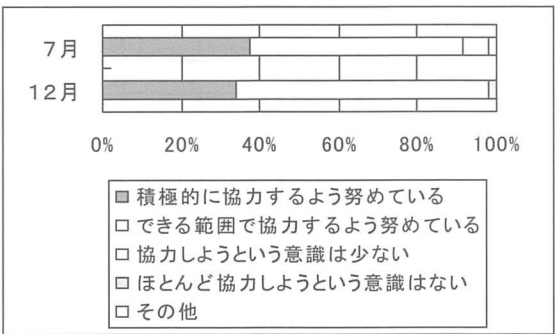
Q3 大学や研究所等との連携が十分はかられている



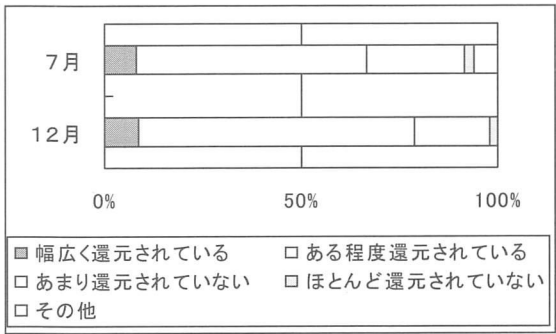
Q4 SSHの活動を保護者等に情報提供しよう努めている



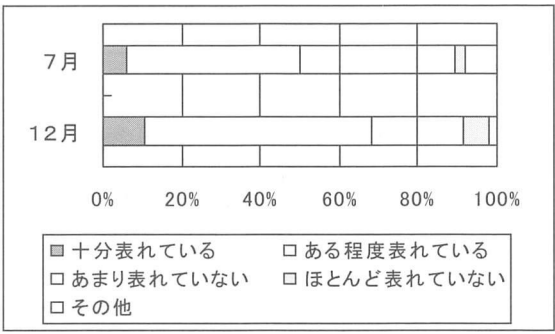
Q5 SSH事業に対してどのように関わっていますか



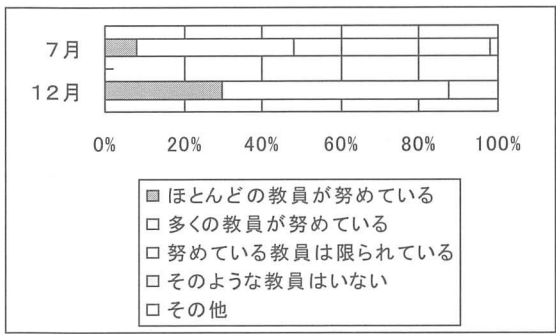
Q6 SSH研究開発の成果が普通科にも普及されている



Q7 SSH事業の中学校への広報活動の成果が理数科志願者の増加となっている



Q8 SSH事業の推進にともない教員がスキルアップに努めている

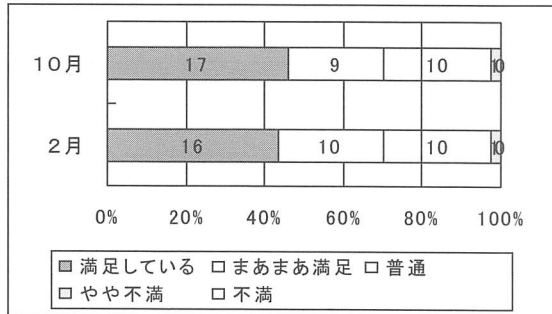


本校が学校評価システムで実施しているSSH事業に関する教職員を対象としたアンケート結果である。平成16年度本校がSSHに指定されて以来多くの事業を通じて教職員の協力を得てきた。昨年度はSSHが特定の教職員だけの取り組みと理解されていた趣があったが、本年度は数学理科以外の教職員にも生徒引率や授業変更、アンケート調査等を通じ協力して頂き、事業が学校全体のものとして定着してきた。その成果がアンケート結果に表れている。Q2のSSHの取り組みが学校の特色作りに活かされているではほぼ全員が当てはまると回答している。Q3の大学との連携では80%以上が連携が十分はかられていると回答している。Q4での保護者への情報提供もはかられていると回答している。しかし、Q5からQ8のSSH事業の実効性については評価は高いが、まだその効果が十分ではないと認識されている。Q6のSSHの成果が普通科にも幅広く還元されているとの評価は10%弱である。本年度はSSH事業としての特別講演会は3回実施し、特に10月に実施した千葉工業大学古田先生のロボット解体ライブは実施後非常に評価が高かった。また、SSH事業を通じて開発した教材は一部普通科理系の授業でも実施してきた。さらに、SSCの活動を通じて普通科の生徒にも還元してきたところではあるが次年度はさらに普及をはかりたい。Q7の中学校への広報活動が理数科への志願者の増加として表れているとの評価は70%弱である。本年度、多くの教職員が中学校訪問を行い、理数科のPR、SSH事業についての広報活動を行ってきた。また、新たに中学校への出前授業の実施、中学校と本校との相互の研究授業の実施と教科研究協議会の開催等を含め中学校との連携を深めてきた。その成果が今年度理数科志願者増となって表れたと考えている。本校のある能登地区は急激な人口の過疎化が進んでいる中で、志願者の増加は特異な傾向である。Q8のSSH事業にともなう教職員のスキルアップについては、SSH事業の特殊性から特定の教科に偏るものとするが、全職員がSSH事業に取り組むという観点からさらに理解と啓蒙をはかりたい。

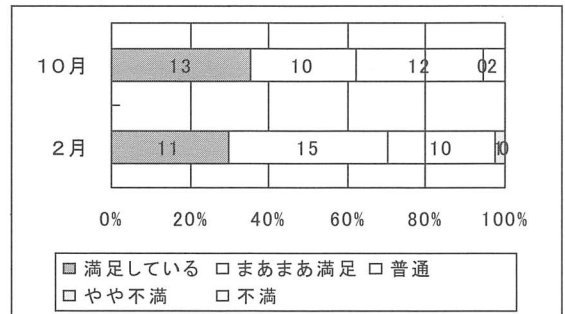
7 保護者によるアンケート

(1) 2年生理科

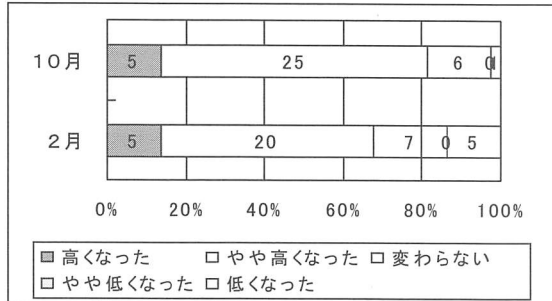
Q1 フロンティアサイエンスについてどのようにお考えですか



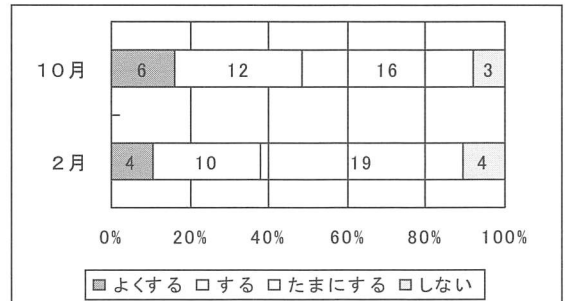
Q2 七高アカデミアについてどのようにお考えですか



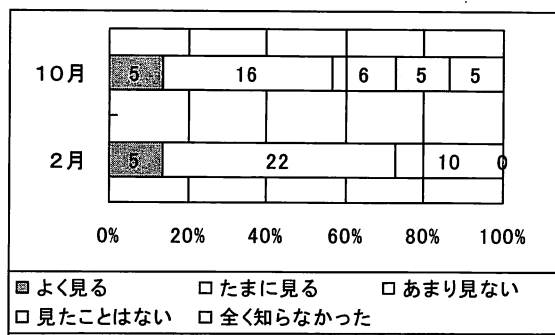
Q3 以前と比べてお子様の科学に対する関心は高くなったと思われますか



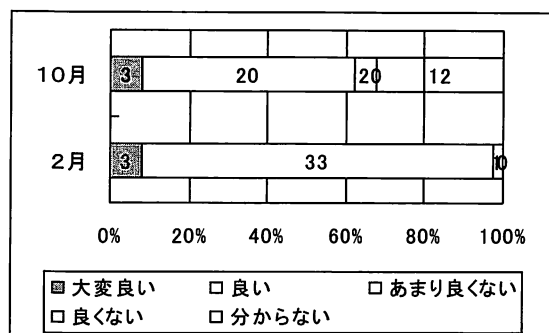
Q4 お子様とSSH事業についてお話をされますか



Q5 SSH事業のホームページや通信等ご覧になりましたか



Q6 内容はいかがですか



Q7 SSH事業を通じてお子様に何か変化が見受けられましたらご記入ください。

(10月)

- ・大変そうだが楽しそうな様子が伝わってきます。
- ・科学に対して自信を持って話せるようになってきました。
- ・取り組みは大変といっているが、楽しそうに話をしている。
- ・自分の興味ある題材や講義が上手な講師だったときなど、家族に話す度合いが増えた。
- ・子供の中に取り組みたいこと、取り組んでみたいことが見つかったようです。夢の実現に向けての目標が持てたことは大変有意義と思っております。
- ・学業の負担になっている。
- ・あまり興味のない内容を無理矢理やらせられているようで、子供はかなり強い負担を感じているようです。
- ・楽しんでいる様子は伺えるが、補習との時間がぶつかり、勉強との兼ね合いに困っているようである。

(2月)

- ・自分のやりたいことが見つかったようです。
- ・気象や地震についてよく説明してくれるようになりました。ほかでは得られない知識を頂き、一步一步進歩している様子がうれしくてたまりません。
- ・楽しんでいるようです。
- ・理学部への興味が高まった。
- ・興味のある講義を受けた後は疲れてよく寝ています。最大の成果と思うことは、日々の会話の中で科学分野の話題が多くなったことです。
- ・自分の興味のある分野について語り、進路を決める指針になっているようです。
- ・進路選択に十分役立っているように思います。
- ・パソコンをよく使うようになりました。将来の進路に対する指針となってほしい。
- ・貴重な体験ができ、いろんな能力が身につけられることをとても頼もしく思います。

Q8 本校SSH事業に対してのご意見等ご自由にお書きください。

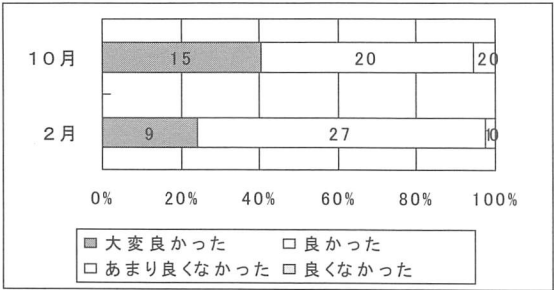
- ・大変感謝しています。
- ・活動にはとても満足しています。上手に両立できるようご指導ください。
- ・今後とも興味関心の高まる指導や、進路の方向性が見える事業展開をしてください。先生方の熱心なご指導に感謝しています。
- ・授業に支障のないよう実施してください
- ・誰がSSH事業を望んだのでしょうか。以前の理数科のままでいいと思います。科学やいろんなことに興味を持つことは、自分で発見したり求めたりすることではないでしょうか。大学に入ってからでも遅くないと思います。

アンケートから本校のSSH事業について2年生理数科の保護者の理解はほぼ得られているものと判断する。本校ホームページにSSHの活動を掲載したり、保護者懇談会を通じて全保

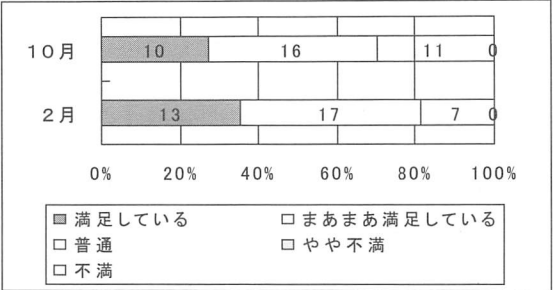
護者へSSH通信等の配付など広報活動を行ってきた。また、保護者向けのアンケート実施の際、SSH事業の内容をまとめた事業実施報告書を添えてSSH事業への理解をはかったことが評価されていると考える。Q5で保護者がホームページを見る割合は増加しておりPRが進んでいる。Q6で内容について良いと回答する割合も増加していることから内容における改善がはかられ、広報活動の成果が表れていると考える。Q7、Q8での保護者の意見については取り組みは大変そうだが楽しそうだななど肯定的な意見が多く事業の推進に向けて強く勇気づけられる。SSH事業に対する意見については授業に支障の無いようになど主に授業との両立に関するものであり、今後も事業実施のあり方を含め十分検討していきたい。

(2) 1 年生理数科

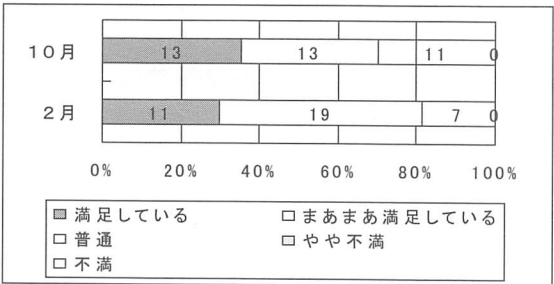
Q1 お子様が理数科に入学されたことについてどのようにお考えですか



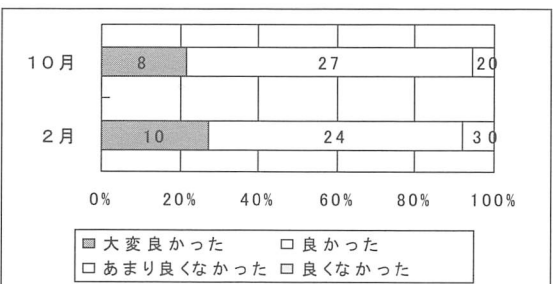
Q2 フロンティアサイエンスについてどのようにお考えですか



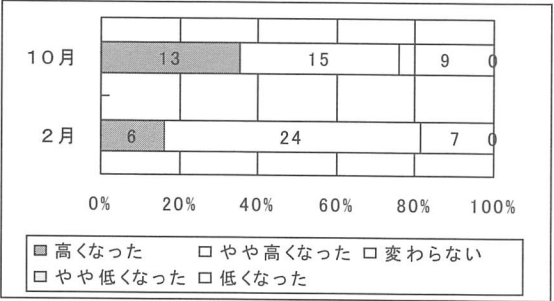
Q3 SSHについてどのようにお考えですか



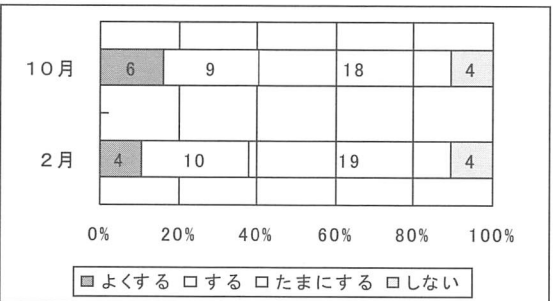
Q4 数学、理科の授業が多いことについてどのようにお考えですか



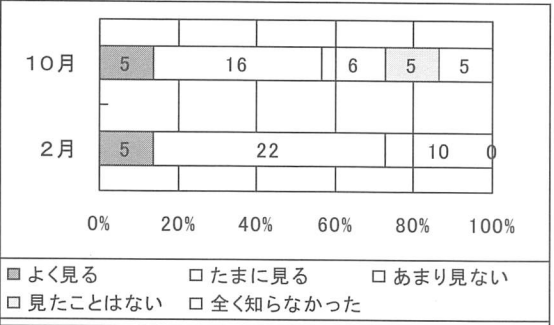
Q5 以前と比べお子様の科学に対する関心は高くなったと思われますか



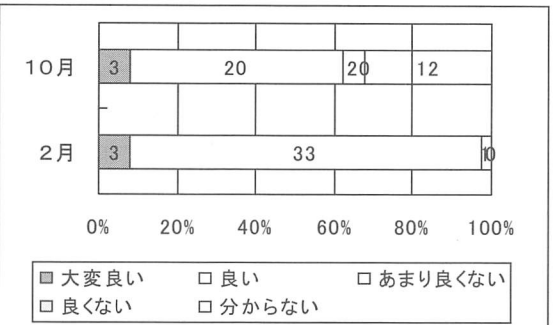
Q6 お子様とSSH事業についてお話をされますか



Q7 SSH事業のホームページや通信等ご覧になりましたか



Q8 内容はいかがですか



Q9 SSH事業を通じてお子様に何か変化が見受けられましたらご記入ください。

(10月)

- ・ほかではできない経験・学習ができてとても良いことだと思います。
- ・半年前まで中学生だった子が今では「DNAが・・・」とか「ロボットがね・・・」と同じ立場（理解の程度）で会話が弾まなくなっている今日この頃。いきなり専門家になっているように勘違いをしてしまうほど授業の内容のレベルの高さに驚いています。本人は得意・不得意の壁にぶち当たっているようですが何とかついて行っているみたいです。いろんな事業を体験していく中で知らなかった分野・成果を発見。それが本人にどのように実になっているのか今の時点ではわかりませんが、今までになかった会話が出てくるようになっていきます。どんなサプライズがあり本人の変化にどう結びついていくのか、話を聞きながら楽しんでいきたいと感じています。
- ・様々なテーマでの講義や実験など、大変興味深く楽しんで学んでおります。授業時間や教科書の進め方との調整が大変であろうとは思いますが、通常の授業だけではなかなかできない親子の会話のきっかけになっています。特に最近では千葉工大の古田先生の講義を聞かせて頂きました。その日の夕食はずっとその話題で楽しく盛り上がりました。SSH通信の生徒たちの感想も楽しく読ませて頂きました。もっと多くの父兄が来れば良かったと思います。これからも期待しています。できれば3年間で終わらずに継続してほしいと個人的には思っています。
- ・受験に向けて、事業内容がリンクしているのかがわかりません。

(2月)

- ・継続して行ってもらいたい
- ・特色ある事業なので続けて頂きたい
- ・大変刺激になり、楽しく話をしてくれます。どんどんチャレンジしてほしい。
- ・理数科の授業について行くのがやつのようですが、SSH活動があることで楽しんでいるように見えます。特にロボットの講演は本人にとってすごく良かったようです。
- ・入学前には興味のなかったことに「おもしろい」という楽しさを感じているようです。興味のある事業を実施して下さりととてもうれしく思います。（子供が学んだ後に「良かった」と話をしてくれます）
- ・人間環境の授業に関しては関心が持てた等の声を良く聞きました。特に環境負荷低減の話はとても良かったと言っていました。この他にも感じ取ったこと、内容を伝えてくれました。このように本人が興味のあるものを多く体験させて頂けるとうれしいです。

V 研究開発実施上の問題点と今後の方向性

研究開発2年目となり本格的に校内の研究体制が整ってきた。本年は各事業において腰の据わった取り組みができたのではないかと考えている。次年度に向けての課題と今後の方向性を検討する。

(1) 先端科学分野での体験活動を重視し、身近な教育的資源を活用した教育課程、指導法の研究開発

- ①昨年度実施した学校設定科目「フロンティアサイエンスⅠ」は多くの情報を与え過ぎたため生徒が受け身になり、消化不良を起こしていた。この点を配慮し本年度は2単位から1単位に変更し実施内容を精選した。カリキュラムの変更は本校生徒の現状に即し適切であったことがアンケート結果からも分析できる。一方、本年度は生徒のアンケートを重視するあまり難しい内容は実施しなかった。次年度は難しくても教育上必要である内容は実施する方向で取り組む。大学や研究機関との連携は十分はかられていると考えているので今後も必要に応じて連携をはかっていく。本年度実施した講座によっては大学等での実施の都合もあり休日での実施となったものもある。本来学校設定科目はカリキュラムの中で実施するものであり、次年度は生徒の負担も考慮し平日に実施する方向で調整をはかりたい。
- ②海洋調査実習は本年度日帰りで七尾灘浦沖で実施した。天候にも恵まれ計画した調査項目は十分達成できたものと考えている。この事業は天候や事故防止など多くの課題はあるが海洋について研究することの価値は大きいので引き続き継続したい。この事業は実習船の運航があつてはじめて実施できるので、引き続き石川県立能都北辰高等学校のご支援をお願いしたい。
- ③アストロ・コスモサイエンスツアーは3泊4日の日程で長野、東京、鹿児島で研修した。スケジュールはハードであったが、得られた成果は大きいと判断している。やはり本物の先端科学技術に直に触れることが生徒にとって最も重要であるとの観点から次年度も実施する。日程と場所については今後の検討課題である。

(2) 論理的思考力や創造性・独創性を高める支援体制の研究開発

- ①学校設定科目「フロンティアサイエンスⅡ」は高度な研究内容について時間にゆとりをもたせて実施してきた。しかし、アンケート結果からも本年度の研究課題である論理的思考力や創造性・独創性が高まったとは結論しがたい。この点を勘案し、次年度はフロンティアサイエンスⅡの授業をできるだけ本校教員が生徒の現状を踏まえながら指導していく方針で取り組みたい。そのためのノウハウや研究機材は1, 2年次の教材開発で整備されてきたと考えている。生徒の論理的思考力や創造性・独創性を高める指導は容易ではないが、実施方法の検討を含め一層の改善をはかりたい。本年度後半には英語科の協力を得て新たに科学英語の指導にも着手した。国際化の時代を迎え、科学英語は必要であると考えているので次年度も2年生より指導に当たる。
- ②総合的な学習の時間として「七高アカデミア」課題研究を実施してきた。生徒が科学研究する能力を高める上で非常に効果的であると判断している。本年度は実施形態がやや生徒の自主性を欠いたものとなった研究グループもあった。真に生徒が研究したい内容について、自ら探究する中から良い研究が生まれてくると考えるので、実施方法を含め検討したい。2, 3人での少人数での研究を望んでいる生徒もいることから、できるだけ実を結ぶ形で実施できるようはかりたい。必要に応じて大学の研究室との連携も継続したい。
- ③SSH事業の支援を受けてハード面では充実してきたので、今後はそのハードを使

った具体的な研究内容が課題となる。スーパーサイエンスクラブ（SSC）では研究機材を使って活動を活性化させたい。また、本年度生徒の評価が高かった研究グループや個人で全国セミナーや、発表会にも参加する。

（３）発表や討論する能力を身につける教育課程、支援体制の研究開発

- ①学校設定科目「人間環境」は昨年度よりも単位数を減らし１単位で実施した。人間と環境、健康福祉との関わりについて扱ってきたが、本校教員による指導と外部講師による指導をバランスよくミックスして実施しており生徒の評価は高い。課題としては実験、実習をさらに取り入れより魅力のある授業とする方向で実施内容の充実をはかる。
- ②次年度は新たに学校設定科目として「フロンティアサイエンスⅢ」を実施する。指導する分野は科学英語、応用数学、応用理科を扱う。内容は本年度までに開発した発展的な教材を使い本校教員が指導にあたる。
- ③次年度はフロンティアサイエンスシンポジウムを実施する。能登を科学する他校の高校生や研究者を交え、パネルディスカッションを開催する。

（４）その他

- ①本年度教科研究会等を相互に実施するなど中学校との連携強化をはかってきた。中学校から高校へスムーズな教科指導を実施することがねらいである。また、中学校への出前授業も本年度中学校２校で実施し好評であった。能登は過疎化が急激に進んでおり本校へ入学してくる生徒の学力が低下している。七尾高校や本校SSH事業をPRするとともに理数教育の底上げをはかっていく。
- ②SSHは本校理数科が指定を受けたものであるが、開発した教材を普通科にも普及する。本年度は特別講演会の開催や開発した教材を一部普通科理系クラスに実施した。次年度は計画的に授業の中に織り交ぜ、普通科にも普及をはかりたい。

VI. 資 料

資料[1] 教育課程表

資料[2] 石川県SSH運営指導委員会 議事録(第1回・第2回)

資料[3] 七尾高校SSH中間報告会

資料[4] 学校設定科目「フロンティアサイエンスⅠ」概要
学校設定科目「フロンティアサイエンスⅡ」概要

資料[5] 海洋調査実習 生徒レポート

資料[6] アストロ・コスモサイエンスツアー 生徒レポート

資料[7] 各種研究発表会への参加生徒レポート

資料[8] SSH通信

資料[9] 新聞報道記事

資料[1]教育課程表

平成16年度入学生に適用する教育課程表

石川県立七尾高等学校

(理数科)

教 科	科 目	標 準 単位数	学 年			単 位 数 計	
			1 年	2 年	3 年	科目計	教科計
国 語	国 語 総 合	4	5			5	13
	現 代 文	4		2	2	4	
	古 典	4		2	2	4	
地 理 歴 史	世 界 史 A	2			┐	0・2	7
	世 界 史 B	4		┐*		┐*	
	日 本 史 A	2		┐3	┐2	0・2	
	日 本 史 B	4				0・5	
	地 理 A	2		┐	┐	0・2	
	地 理 B	4				0・5	
	公 民	現 代 社 会	2		2		
保 健 体 育	体 育	7～8	3	2	2	7	7
	保 健	2	(-1)	(-1)			(-2)
芸 術	音 楽 I	2	┐ 1(-1) (前期)			0・1	1 (-1)
	美 術 I	2				0・1	
	書 道 I	2				0・1	
外 国 語	オーラル・コミュニケーションI	2	2			2	18
	英 語 I	3	4			4	
	英 語 II	4		2	2	4	
	リ ー デ ィ ン グ	4		2	2	4	
	ラ イ テ ィ ン グ	4		2	2	4	
家 庭	家 庭 基 礎	2	1(-1) (後期)			1	1 (-1)
情 報	情 報 A	2	(-2)			2	(-2)
○ 人間環境情報	○ 人間環境情報	2	2(+2)			2	2
							(+2)
普 通 科 目 単 位 数 計			18	17	16	51	
理 数	理 数 数 学 I	5～7	7			7	40 (+3)
	理 数 数 学 II	6～10		4	3	7	
	理 数 数 学 探 究	4～10		2	4	6	
	理 数 物 理	3～8		3	┐	3・7	
	理 数 化 学	3～8	3			┐4	
	理 数 生 物	3～8	3(+3)		┐4	3・7	
	理 数 地 学	3～8		3	┐	3・7	
○ フロンティア サイエンス	○ フロンティアサイエンスⅠ	1～2	2(+2)			2	6 (+6)
	○ フロンティアサイエンスⅡ	2		2(+2)		2	
	○ フロンティアサイエンスⅢ	2			2(+2)	2	
専 門 科 目 単 位 数 計			15	14	17	46	
科 目 単 位 数 計			33	31	33	97	
ホ ー ム ル ー ム 活 動			1	1	1	3	
総合学習	七 高 ア カ デ ミ ア		(-1)	2(+1)	(-1)	2(-1)	
単 位 数 総 計			34	34	34	102	

- ・人間環境情報及びフロントティアサイエンスは学校設定教科、○印は学校設定科目である。
- ・表中の ┐ 印のついた科目は、その中からそれぞれ1科目または2科目を選ぶ。
- ・地理歴史の * 印については同じ科目を選択するが、日本史Bまたは地理Bを選択したものは3年次に世界史Aを選択し、世界史Bを選択したものは3年次に日本史Aまたは地理Aを選択する。

平成17年度入学生に適用する教育課程表

石川県立七尾高等学校

(理数科)

教 科	科 目	標 準 単位数	学 年			単 位 数 計	
			1 年	2 年	3 年	科目計	教科計
国 語	国 語 総 合	4	5			5	13
	現 代 文	4		2	2	4	
	古 典	4		2	2	4	
地 理 歴 史	世 界 史 A	2				0・2	7
	世 界 史 B	4		〕*	〕*	0・5	
	日 本 史 A	2				2	
	日 本 史 B	4		〕3	〕2	0・5	
	地 理 A	2				0・2	
	地 理 B	4		〕	〕	0・5	
公 民	現 代 社 会	2		2		2	2
保健体育	体 育	7～8	3	2	2	7	7
芸 術	音 楽 I	2	〕 1 (前期)			0・1	1
	美 術 I	2				0・1	
	書 道 I	2				0・1	
外 国 語	オーラル・コミュニケーションI	2	2			2	18
	英 語 I	3	4			4	
	英 語 II	4		2	2	4	
	リ ー デ ィ ン グ	4		2	2	4	
	ラ イ テ ィ ン グ	4		2	2	4	
家 庭	家 庭 基 礎	2	1(後期)			1	1
情 報	情 報 A	2	2			2	2
○人間環境	○人 間 環 境	1	1(後期)			1	1
普 通 科 目 単 位 数 計			19	17	16	52	
理 数	理 数 数 学 I	5～7	7			7	40
	理 数 数 学 II	6～10		4	3	7	
	理 数 数 学 探 究	4～10		2	4	6	
	理 数 物 理	3～8		3		3・7	
	理 数 化 学	3～8	3		〕4	3・7	
	理 数 生 物	3～8	3		〕4	3・7	
	理 数 地 学	3～8		3	〕	3・7	
○フロンティアサイエンス	○フロンティアサイエンスⅠ	1～2	1(前期)			1	5
	○フロンティアサイエンスⅡ	2		2		2	
	○フロンティアサイエンスⅢ	2			2	2	
専 門 科 目 単 位 数 計			14	14	17	45	
科 目 単 位 数 計			33	31	33	97	
ホ ー ム ル ー ム 活 動			1	1	1	3	
総合学習	七 高 ア カ デ ミ ア			2		2	
単 位 数 総 計			34	34	34	102	

- ・人間環境、フロンティアサイエンスは学校設定教科、○印は学校設定科目
- ・表中の 〕印のついた科目は、その中からそれぞれ1科目または2科目を選ぶ。
- ・地理歴史の*印については同じ科目を選択するが、日本史Bまたは地理Bを選択したものは3年次に世界史Aを選択し、世界史Bを選択したものは3年次に日本史Aまたは地理Aを選択する。

資料[2] 石川県SSH運営指導委員会

SSH石川県運営指導委員会(順不同)

氏 名	所 属	職 名
笹 山 雄 一	金 沢 大 学 大 学 院	教 授
村 上 敏 夫	金 沢 大 学 大 学 院	教 授
日 下 遼	金 沢 工 業 大 学	教 授
又 野 康 男	石 川 県 水 産 総 合 セ ン タ ー	所 長
檜 木 正 博	株 式 会 社 ス ギ ヨ	開 発 本 部 研 究 開 発 部 課 長
奥 原 健 次	七 尾 市 小 中 学 校 校 長 会 (七 尾 市 立 御 祇 中 学 校 長)	会 長
小 池 田 修	石 川 県 教 育 セ ン タ ー	所 長
浅 田 秀 雄	石 川 県 教 育 委 員 会 学 校 指 導 課	課 長

第 1 回 S S H 運 営 指 導 委 員 会 議 事 録

実施日：平成 1 7 年 8 月 2 4 日（水）

【出席者】

日下 遼 委員（金沢工業大学 教授）
又野 康男委員（石川県水産総合センター 所長）
檜木 正博委員（株式会社スギヨ 開発本部研究開発部課長）
小池田 修委員（石川教育センター 所長）
浅田 秀雄委員（石川県教育委員会 学校指導課 課長）

1. 挨拶

石川県教育委員会事務局
学校指導課長 浅田 秀雄

第 1 回目の運営指導委員会にご出席いただき、誠にありがとうございます。SSHというのは、理数教育に重点を置く学校を国が指定するものでありまして、大学あるいは研究機関との密接な連携をする中で理科・数学の先進的な教育を進め、将来の科学技術系人材育成を目指すものであります。現在は全国で 8 2 校指定されています。

本県におきましても、高い志と豊かな教養を備えた科学者・文化人を育成するために、先端科学・語学教育を重点的に指導する高等学校を、平成 1 5 年度から「いしかわスーパーハイスクール」ということで指定しております。その中に本校も含まれております。

8 月 9 日・1 0 日、全国のSSH指定校が東京のビックサイトに集まり、生徒による発表会が行われました。本校からも何名かの生徒が参加し、指定 2 年目ということでポスターセッションに参加して、8 つの課題研究について発表しながら研究交流を行ったということです。そこでは指定 3 年目の高校が研究発表を行いました。研究の独自性・創造性・発展性が求められる内容だったと聞いております。

本校では能登の海洋学・天文学といった地元の教育資源を活用しながら、教育課程や指導法を研究しております。昨年度の取り組み結果をふまえて、今年度におきましては学校設定科目であります「フロンティアサイエンスⅠ」の改善をしながら、新たに「フロンティアサイエンスⅡ」を開設して高度な実験技術の習得・数理的処理能力・論文作成能力を身につける取り組みを行っています。

この運営指導委員会においては、研究過程についてご協議いただいて、評価を賜りたいと考えております。今後の事業がより円滑に、また大きな成果が得られますよう、ご指導・ご助言を賜りたいと思います。本校の取り組みによって生徒の学習意欲の向上、能力の伸長、県全体の理数教育の発展に寄与するとともに、将来世界に通用する一流の科学者、技術者の排出につながりますことを願いまして、ご挨拶に代えさせていただきます。

2. 議題

(1) S S H 事 業 概 要 に つ い て

日下委員：昨年度と比較すると「フロンティアサイエンス」「人間環境」が各 1 単位減っているが、その 2 単位はどこへいったのか。

花島教諭：昨年度「人間環境情報」だったものを「人間環境」とし、「情報A」という形で正規のものに戻した。

日下委員：「情報」を元に戻したのはなぜか。

花島教諭：「人間環境情報」では「情報」の時間数が十分にとれなかった。

浅田委員：「フロンティアサイエンス」も「人間環境」も本年度から内容をスリム化したわけだが、今年度の状況は。

花島教諭：まだ事業の途中なので結果を出すところまではいかないが、スリム化する際に、昨年度やっ

てみてある程度これは必要ではないかというものを精選した。生徒の興味関心を高めるのに効果があったものを残すという形。例えば昨年度はフロンティアサイエンスで北陸の気象を取り上げた。これは非常に難しくて高校生には対応できない。北陸の気象は是非学ばせたいと考えたのだが、あまりにも難しいので省かざるを得なかった。

日下委員：「フロンティアサイエンスⅠ」に関しては興味・関心を持たせるところに絞ったということか。

花島教諭：そういうことである。

小池田委員：七高アカデミアと総合学習の違いとは。

花島教諭：総合学習2単位の部分に、七高アカデミアをそのまま当てはめてある。

(2) 平成17年度事業計画について

檜木委員：「発表の機会を作る」ということであったが、具体的にはどのような場面で発表をするのか。

花島教諭：今年度実施したのは、1年生が実施したフロンティアサイエンスについて、また他の研究についてまとめたものを生徒の前でパワーポイントで発表した。そしてお互いで発表内容を評価するというを実施した。また校外発表もある。課題研究については校内で発表会をしてから、石川県理数科設置校3校で発表会をする。更には全国の高校生が集まるような場の発表会もある。あるいは大学からの要望で発表をするといったように様々な発表を行っている。延べにすると卒業までに必ず1人1回は発表することになる。

又野委員：非常に興味深い内容である。フロンティアサイエンスは1つの項目に、どのくらいの時間をかけて学習するのか。

花島教諭：1時間50分で2単位という正規の時間があるが、2時間しか時間がないので3時間かかってしまうというものもある。あるいは丸1日かかるものもある。そういうことを考えると正規の時間以上にやっていることになる。また夏休み等も利用して活動しているので、時間で考えるとかなり多くなると思う。

又野委員：内容は大学生レベルなのか。

花島教諭：この事業を行うにあたり、先端的なものを扱っていくということもあり、事前学習を念入りにしなさいということが言われている。また事後学習もしなさいと言われている。到達点がどこかといわれれば、最終的には大学レベルになると思う。ただ、それをどれだけ生徒が理解しているか、それは分からないし、将来的な課題になってくると思う。

日下委員：事業を実施した後に、生徒はレポートを書いているのか。

花島教諭：昨年度同様、生徒は1回の講座が終わるとレポートを必ず書く。それについては昨年度、生徒はほぼ提出している。

浅田委員：レポートの評価はどのようにしているのか。

花島教諭：講義の内容をかいつまんでまとめるだけでは本校の目的にあわない。レポートでは実験の創意工夫をどうしたのか、実験実習での疑問点、それを担当の先生に聞いたらどのような答えが返ってきたのか、それを書かせて評価をしている。内容的にはかなり高度で、大学生もそこまでやっていないかもしれない。また事後のアンケートや授業態度、質問の内容も考慮して評価をしている。

浅田委員：昨年度の活動内容から比べるとずいぶん落ち着いてきたな、という印象。学校自身取り組み方に習熟してきたなという感じがする。事業の中に大学等との連携、ということがあがあるが、実際の連携の状況は。

花島教諭：連携といっても研究施設に行ってみ学をし説明をしてもらい、またいろいろな分野について研究しているので本校の教員では対応しきれない。そのような時に指導・助言を受ける。将来的に発表ということもあるので、専門的な先生から助言を賜る。私は分析化学担当だが、金沢工業大学の土佐研究室と連携して実験に参加をしている。このようにいろいろな方面から連携をしている。

小池田委員：フロンティアⅠの内容に地学的な要素があるものが見られるが、地学は2年生から学習するようだが、1年生でも理解ができる内容なのか。

花島教諭：地学を学習する先取りとして、フロンティアサイエンスⅠで地学的な内容を取り上げている。もちろん予備知識が必要なので、指導をしながら先端的なものを実施している。学習には時間がかかるが、今年度は金沢大学で1日かけて学んでいる。

小池田委員：フロンティアサイエンスⅡに関して、数学的な分野は題材が難しいと思うがそのあたりはどうしているのか。

金岡教諭：理科分野で分析したものを、どのように数式化すれば正しい結果が得られるのかということを考える意味で、まずは情報処理分野に取り組んだ。数学・理科の内容が進んでから後半に微分方程式を設定した。

浅田委員：アストロコスモサイエンスツアーは生徒の知的好奇心をくすぐるものだったと思うが、実際の生徒の反応は。

花島教諭：実際ロケットの精巧に作られた中身を見て、多くの生徒は感動した。

檜木委員：海洋調査実習の日程が2泊3日から今年度は日帰りになったが、その理由は。

花島委員：船での実習ということで海運局の許可を取ることが非常に難しい。昨年度は例外的に2泊3日で許可をしてもらった。昨年度の段階で昨年限りだと念を押されていた。今年度は平水域からはできないということを強く言われた。富山湾を中心とする地形は全国の中でも特異な地形をしており、それを実際に学べることができる、教育的価値が大きいところなので七尾灘沖で実習をした。

日下委員：SSHを実施したことで他教科への興味関心が高まったのか？それとも理数科目だけへの興味が高まったのか？

花島教諭：いろいろな面で成果が出ていると思う。成績で言えば指定クラスの上位層への跳ね返りが非常に大きい。成績を上げるために勉強だけしていればよい、というのではなくていろいろな方面に興味を持つことで勉強に対しての意欲も高まっている。ただ課題として成績下位層にどのような影響があるのか、今後も考えていかなければいけない。

浅田委員：これまでの理数科との成績比較はどうか。

山本教頭：その年によって違いはあるが、少しずつ上位が減っているのが現状。ただ指定クラスに限っては成績が下がっておらず喜んでいる。

浅田委員：全体の報告から、いい影響が出ているなという印象を受けている。

日下委員：アンケート結果を見るとフロンティアサイエンスに満足している1年生が多いようだが、内容を改善したからなのか。

花島教諭：昨年度に比べて丁寧な授業ができているということはある。そのおかげで高度な内容も生徒は理解できているのではないか。また、今年の1年生はSSH指定校であるということを知って入学している。実験実習をしたいと望んでいる生徒が多いということは間違いない。ただそれが成績に結びついているかというところではない。

小池田委員：中学生に授業を見せることはあるのか。

三浦校長：中能登町の中学校が「理科大好きプラン」に指定されており、本校と連携した授業を行う予定である。

花島教諭：先日行われた体験入学では、数学・化学・生物・物理の授業は本校の生徒がティーチングアシスタントとして中学生を指導した。

又野委員：SSHに指定されたということで、他学区の中学生が入学してきたなどの変化はあったのか。

山本教頭：今年度から学区制が撤廃になったが、旧第3学区の中学生の入学が多かった。ほとんど変化はないが、七尾より南地区の中学生が増えてきている。

第2回SSH運営指導委員会議事録

実施日：平成18年2月22日（水）

【出席者】

日下 遼 委員（金沢工業大学 教授）

笹山 雄一委員（金沢大学大学院 教授）

檜木 正博委員（株式会社スギヨ 開発本部研究開発部課長）

奥原 健次委員（七尾市小中学校校長会 会長）

小池田 修委員（石川教育センター 所長）

表 純一 委員（石川県教育委員会 学校指導課 浅田課長 代理
学校指導課 課参事兼課長補佐）

1. 挨拶

石川県教育委員会事務局

学校指導課参事兼課長補佐 表 純一

今年度第2回目の運営指導委員会ですが、新校舎に移転しすばらしい環境でのSSH事業が推進されるのではないかと期待しております。新校舎は廊下のガラスが全て透明で、本校は県下でも特に学校評価に力を注いでいる高校といえますが、来年度から実施される人事考課制度も含め、外部から評価しやすい環境になったと思います。

SSH事業は2年目を終えようとしておりますが、1年目と2年目の生徒の比較ができるということで、本日はそのことを下敷きとして議論を頂けたらと思います。

2. 議題

(1) S S H事業概要について

(2) 平成17年度下半期事業実施状況について

日下委員：地学はどの程度行っているのか。

花島教諭：3単位で行っている。またフロンティアサイエンスにも取り入れている。

小池田委員：生徒が社会に出たときに伸びていくように思う。事業内容を見ると、1年生では吸収しやすい内容、2年生ではレベルアップを図っている。バランスの取れた内容で総合的な人材の育成・大学との連携が図られているという感想を持った。

(3) 成果と課題について

笹山委員：模擬試験の結果と分析について、統計学の観点から見ても、誤差の範囲ではなく成績が伸びたと言えるのか。

金岡教諭：模試の性質上、1年次と2年次の母集団が異なってくるので単純な比較はできないが、他校と比較しても2年生の成績は上がっていると言えると思う。

花島教諭：模擬試験等の成績ばかりではなく、生徒は全国規模のセミナーなどに自主的に参加をしている。人間的な成長もしているという点で成果があったともいえる。

山本教頭：県内外の同じような学校や他のS S H校との模試結果の比較をしているが学力は向上しているという実感を持っている。

表 委員：現在の3年生と、S S Hの指定を受けている2年生を比較してみても、七尾高校全体の成績が伸びている。偏差値60以上の生徒を母体にした分析でも、この時期まで偏差値60以上に残っている生徒の率が高くなっている。今のところ、S S H事業が功を奏しているといえるのではないかな。

奥原委員：中学校側ではS S Hは成績の上位だけが恩恵を受け大切にされているように感じていたが、実際はそうでないことがよくわかった。そのことをどんどん中学校にも伝えてほしい。中学校では理数科志望が確実に増えている。S S H事業に魅力を感じてる中学生もいる。超一流の科学者などに接するだけで生徒は変わると思う。

表 委員：学校や県によって2年生から3年生に上がるときに成績が落ちる学校がある。生徒に適した指導をお願いしたい。生徒の意欲が持ち続けられるよう様々な開発を。

檜木委員：アンケート結果を見てみると生徒の自主性があまり伸びていないのでは。与えられている、と生徒が感じているのではないかな。

花島教諭：確かにその側面はあると思う。物事を自分で決めていく力があるかどうか。本校の生徒は勉強に追われながらもS S Hをやっている状況。今後の大きな課題の1つである。

表 委員：アンケート結果を見ると生徒の意識面では50%を超える生徒が高まっているようだが、行動面では変化が少ない。意識面から行動が変化するようになってほしい。また2年生のアンケート結果の数字が低かったのも、個人内評価ということで1年次との比較、また現2年生の1年次と現1年生との比較など、多方面からの分析がほしかった。

日下委員：「教師の指導度」というものがあつたが、それは何か？

花島教諭：学校設定科目「フロンティアサイエンス」に関わっている本校教員の数の推移である。1年次は先端的な内容ということで外部講師に任せていた部分が多かったが、その指導を受けて、スキルアップをはかり徐々に本校教諭がするという体制を確立しつつある。

表 委員：アンケートの文言が非常に工夫されているが、学校側で考えた内容か。

花島教諭：アンケート内容には頭を悩ませている。いろいろ考えて項目を決めたが、解答の部分に「どちらとも言えない」を作ってしまったのは失敗だったと思っているので次年度は改めたい。

小池田委員：アンケート結果について、謙虚な生徒は自分を高く評価できないのではないかな。まじめな生徒が多い学校なので、こういう結果になったのではないかな。

日下委員：質問項目がやや生徒に難しいのではないかな。「論理的思考力」といわれても、生徒は自分で判断しにくいのではないかな。普通科への普及は発表会等だけか。

花島教諭：発表会や各種講演会のほかに、スーパーサイエンスクラブに所属している普通科の生徒もいるし、S S Hの支援で購入した実験機器は普通科の授業でも使用している。ただ、先端科学の内容という点から、普通科の文系には普及しにくい面もある。

三浦校長：今年度、初めて理数科だけでなく普通科理系クラスも課題研究合同発表会に参加した。これは生徒にとって大変刺激になったと思う。

資料〔3〕 七尾高校SSH中間報告会

実施日 平成17年12月20日(火)

場 所 七尾サンライフプラザ

内 容

1. 研究協議
 - ・七尾高校SSH事業の概要説明
 - ・質疑応答
2. 特別講演会 演題「自然科学教育が目指すもの」
講師 慶伊 富長 氏
北陸先端科学技術大学院大学初代学長
北陸先端科学技術大学院大学名誉教授
現 石川県行財政改革推進委員会会長
3. 生徒によるプレゼンテーション
 - ・アストロ・コスモサイエンスツアー(研修旅行)2年理数科代表
 - ・海洋調査実習(フロンティアサイエンス)1年理数科代表
 - ・SSH全国生徒研究発表会(SSH事業)2年理数科代表
4. 生徒によるポスターセッション(1・2年理数科全員)
5. 石川県理数科設置校課題研究合同発表会
 - ・石川県立金沢泉丘高等学校(平成15年度指定SSH)代表2班
 - ・石川県立小松高等学校 代表2班
 - ・石川県立七尾高等学校(平成16年度指定SSH)代表3班

資料〔4〕 学校設定科目「フロンティアサイエンスⅠ」概要

1. ①-1「宇宙の始まりから現在の宇宙まで」

ふれあいの里公社 土川 啓 研究員

(a) ねらい

宇宙の誕生の過程で、レプトンやクォークのような素粒子、そして原子が作られ、太陽や惑星が作られていくことを学ぶ。また、惑星の特徴を知り、太陽活動と惑星の大気との相互作用の結果、オーロラが観測されることを学ぶ。オーロラの色のは緑、赤、水色などが知られているが、実習では簡易分光器を作成し、身近な太陽光も7色からなるスペクトルであることを観測する。

(b) 内容

ア 実施日、講座番号、実施場所

4月28日(木) 10:35~16:00 本校講堂、物理実験室

イ 参加生徒 ①は1年生全員(240名)、②、③は1年生理数科(16H)生徒38名

ウ 内容

講義の要旨

宇宙はビックバンで始まり、惑星が生まれ生命が生まれた。

・「宇宙は何ですか」と聞かれたら、漢字で意味が表されている。

宇宙の「宇」・・・空間を表す。3次元。前後・左右・上下

「宙」・・・時間をあらわす。現在の扉。

よって、宇宙とは時間と空間をあらわした4次元の世界(すべての世界)時間と空間は切り離せない

・空間の広がりについて考察する

四角形の世界(1m四方)・・・人間は1人で何でも考えられる

以下、10倍ずつ空間を広げていく

10倍(10m四方)・・・1人の空間、部屋

10倍(100m四方)・・・学校ぐらいの世界(1人の世界から他とのかかわり)知らない人もいるが、顔見知り程度の広さ、自分たちの世界と知らない人の世界

1000倍・・・町の世界。個人は低くなる。人間の活動は何となくわかる

10000倍・・・1人1人の動きがわからなくなる。全体で機能しているという空間

100000倍・・・建物わからない。全体の地形がみえてくる空間。人間の営みはわからない。地形はつきりわかる

1万倍・・・地球はみ出してくる。細かい所わからない。地球全体のダイナミックな流れがわかる

10万倍・・・地球の全貌みえてくる。星がみえる。スペースシャトルはどこにいるのかと聞かれたら、表面をかすめる所となる。スペースシャトルから地球を見ると丸くは見えず四角にしかみえない。これくらい離れると地球ははつきり見える。

- 100万倍・・・地球は小さい。地球の周りの円は月の軌道(38万km)の楕円軌道(40万km)をあらわす。
地球と月の観測可能
- 1000万倍・・・他の惑星まだ見えてこない。
- 1億km・・・地球の内側の軌道がみえる。金星・火星軌道。この範囲は大切な範囲である。生命の生まれる大切な距離。火星のあたりまでが、生命の誕生する範囲。金星・地球は同じように進化した。金星は太陽に近かったために水蒸気はできたが雨や水に替われなかった。CO₂ばかり増え温室効果であつくなった。地球は昼と夜で温度差があるが、金星は温室効果で40℃くらい(昼と夜の差がない)。よって、生物の生息できる環境にはならなかった。
また、火星では距離はあるが、大きさが地球の半分くらいなので、できた水をためておくだけの重力がなかったと言われている。去年あたり、火星の表面を探索したが、砂漠のような世界であった。地下にはまだ水が蓄えられているのではないかとされている。地下には何かあるかもしれない。生命の生まれる可能性は高かった。1億kmの距離は生命誕生のキーワード
- 10億km・・・木星が見える。火星と木星の間には小惑星が沢山ある。ここに私のみつけた小惑星がある。10万個近くひしめきあっている。このあたりにも惑星がうまれる可能性はあったが、惑星になりそこなった。
- 100億km・・・冥王星が出てくる。真ん中が太陽でずっと見てみると軌道が交差している箇所がある。冥王星と海王星。太陽から近い順に覚える言葉に水・金・地・火・・・海・冥とあるが、20年くらいは冥・海(1979～99)。冥王星はものすごい楕円軌道をえがいているので太陽からの距離が、148年周期のうち20年間だけ海王星と入れ替わる。
- 1000億km・・・太陽系全体が見えてくる。宇宙全体からみれば固まりである。
- 1兆km・・・太陽の近くには星がない。光の放っていない星もあるかもしれないが。
- 1光年・・・太陽は宇宙空間からみるとぼつと輝く1人ぼっちの星。
- 10光年・・・近くの星々が数十個入ってくる。
- 100光年・・・14～24個の星が入ってくる。小さな星達が集まってくる。
- 1000光年・・・全部の星が入っている。肉眼で見ることの出来る星々が入っている。目で見える星は全部入っている。
- 10000光年・・・人間の世界(人の営み)が見えなくなるように星の1つ1つもみえなくなり、雲みたいになる。星の姿見えなくなりモヤモヤッとしている。地球からみると天の川を見ている感じ。
- 10万光年・・・モヤモヤが、銀河系の一部。銀河系の片隅に太陽系がある(中心から3万光年離れた所)。地球からみた天の川は銀河を横にみている。銀河系の中心はいて座の方向。冬の天の川(はしの方)。天の川の正体もわかと思う。
- 100万光年・・・銀河も1つの塊としてみえる。隣の銀河も見える。
- 1000万光年・・・銀河も1つの星のまとまり
- 1億光年・・・銀河は均等でなく、集まっているところまばらな所がある。銀河団という。我々は乙女座方向の銀河団の仲間と言われている。
- 10億光年・・・銀河団の世界はこのような感じ。最近くわしく銀河についてわかってきた。このスライドの銀河は想像図です。星の集まっているところと、集まっていないところがあり、想像図のような感じである。緊密な密度をもっていない大規模構造・あわ構造、宇宙全体を調べたわけではないが宇宙は泡のような構造をしている。
- 100億光年・・・まだよくわからない世界。ここまできると宇宙の温度が見えてくる。宇宙のもっと向こう側をみていると温度の高いところや、低い所がわかる。1/10万℃くらい。平面のような感じはするが、宇宙のムラムラがわかってきている。宇宙のムラが今の宇宙を作り出した。同一の温度で満たされていたら、物質は生まれなかった。平面だったら、星も生まれない、ただの空間になっていた。ムラがあったため、1/10万℃あったため、今の宇宙ができた。
- 137億光年ここから、1/10倍ずつ元の世界に戻っていく。
泡→集まり→銀河団・・・・→町並み→町の様子→人間の個々の動き→

快適な生活これが1つの単位である。

快適な生活から今度は小さい方へと見ていく。

- 男性の手(手のしわ)がよくわかる→指先をじっとみると手のひらの細胞の形がわかる。目で見ることができ→
1mm・・・手のくぼみがわかる。空間での視覚の限界の大きさ。
- 0.1・・・細胞の一部がみえてくる
- 10ミクロン・・・リンパ球
- 1ミクロン・・・細胞核の形
- 0.1ミクロン(1000Å)・・・DNAがみえてくる。らせん構造を描いている。
- 100Å・・・DNAの細かいところがみえてくる。このレベルで解析している。
- 10Å・・・これより小さくなると分子の世界に入る。酸素分子の形がみえてくる。
- 1Å・・・ここまできると遺伝子の構造がみえてくる。
- 0.1Å(10ピコメートル)・・・内側に入っていくと、分子があつまっているが、原子核はわからない。

1ピコメートル・・・原子核が見えてくる。

10フェムト・・・炭素 C^{12} の原子核

1フェムト・・・基本単位である。 10^{-15} の単位より小さい単位があるか否かはまだわかっていない。今現在わかっている単位は 10^{-15} あたりである。

これより先はまだよくわかっていない。未知の世界。ひょっとしたら、今後これらの世界もわかってくるかもしれない。

宇宙はマクロからミクロまでのすべての世界が含まれている。

・これまでは、空間で考えて広がりを見てきたが、これに時間を加えたい。

宇宙の歴史・未来

①キーワードはビックバン。

ビックバンで宇宙は始まり、広がっていった(宇宙の誕生)。

インフレーション理論

真空のエネルギー: 真空とは何もない空間

粒子力学では粒子と反粒子の対生成、対消滅(生まれていき、きえていく)が常におこっている。

②自然界の4つの力

・重力・・・すべての物質に働く力(例えば太陽と地球)

・電磁気力・・・日常感じる量力以外の力(重力以外にある力、静電気等)

・強い力・・・クォークを結びつける陽子、中性子、原子核をつくる力

・弱い力・・・原子核の崩壊など近いところでしか作用しない力、ミクロの世界で作用する力

宇宙誕生後

10^{-43} 秒後・・・重力が生まれ、時空が誕生。エネルギーのわずかな揺れ・揺らぎ。宇宙全体のエネルギーより大きい。宇宙のあるのかないのかわからない不思議な状態。

・宇宙の大きさは 10^{-33} センチ(とても小さい)

10^{-37} 秒後・・・インフレーションの始まり。急激な構造変化がおこる。

・強い力が生まれた?

・宇宙の大きさは 10^{-27} センチ

・温度は絶対0℃($-273^{\circ}C$)?ただ、低温だった。

10^{-33} 秒後・・・インフレーション終了?短い時間であったが、急激に膨張して終わり。

・あっという間に目に見える大きさになった。宇宙の大きさは1センチ?

・膨張スピードは高速を越える。

・インフレーションのエネルギーは熱にかわり、宇宙は火の玉状態になった。

10^{-10} 秒後・・・弱い力と電磁気力が生まれる。

・温度1000兆℃のすごい高温

10^{-6} 秒後・・・クォークが陽子と中性子になった。

・温度1兆℃

・このとき宇宙は液体、このあたりの再現実験をした人いる。このあたりの宇宙は液体のような感じであったらしい。

・東京大学、広島大学の共同研究より、宇宙は液体であったと報告。高温のガスだという説は過去の予想である。衝撃(ビックバンの世界)のとき、衝突の様子をみると、とびちりがどうなっているかと調べるとものすごい高温の液体ではないかと発表した。

宇宙誕生後3分後・・・原子核がやっとうまれる。

・ヘリウム原子核が合成される全質量の25%がヘリウム原子核にある。

・温度10億℃

38万年後(画期的な時)・・・ヘリウムが広がっていき、だんだん温度が下がる。

・陽子が電子をとらえ原子誕生。電子が少なくなり光が直進。明るくなっていった。光が解放され宇宙全体に光が広がる。

・宇宙の晴れ上がり(宇宙から霧がはれ、見通しよくなる)

・温度3000℃

・宇宙の大きさは、10000万光年

2～6億年後・・・原子核が集まっていった銀河の誕生

・すばる望遠鏡が撮影した127億光年先の銀河団。宇宙誕生後はじめて生まれた銀河の集まり。猛烈な勢いで星がうまれている。

現在から50億年前(宇宙誕生から27億年後)・・・ここで太陽系が誕生した。銀河系の片隅にある。

・太陽誕生は1億年前で、ガスが集まり、太陽出来る。さらに、ガスがまわりながら重力の届く範囲のものを吸い込んで、太陽系の惑星が生まれる。

現在(137億年後)・・・現在の太陽系

・惑星と衛星について、映像を見ながら説明。

・太陽に近い惑星は小さく、岩石でできている地球型惑星。それ以外はガス型惑星。さらに

細かくグループ分けすると木星型惑星……。現在の惑星はこのような感じである。

これからは、未来はどうなるかについて見ていきたい。

50億年後……太陽の寿命が尽きる。地球の最後。太陽はどんどん大きくなり地球を飲み込み、火星までも飲み込むと推測する。その後、太陽自体しぼんでいく。この途中で火星に生命が生まれるかもという説がある。また、水・金・地はほろび、火は残るかもしれない。他の惑星は残っている。太陽が燃え尽きたとしても、他惑星は存在し続ける。

・50億年後に恐ろしいことがおこる。銀河系とアンドロメダ銀河が衝突するのではないかと言われている。事実アンドロメダ銀河は少しずつ地球に近づいてきている。今の割合で近づくとすると50億年後となる。銀河系の星ははじきとばされ、宇宙をさまよう星となる。

1000億年後……宇宙はどんどん広がり続けていく。500倍くらいの大きさになる？

100兆年後……普通の星は全部なくなり、白色矮星？中性子星、ブラックホールの世界になる。

10²⁰年後……銀河の衝突何度もおこり、すべての星が銀河から飛び出るか、ブラックホール（銀河の中心）に飲み込まれる。ついに星がなくなる。

10³⁷年後……陽子、中性子が崩壊して光になる。原子は存在しない。残るのはブラックホールの世界。

10⁶⁵年後……湿度の軽いブラックホールが蒸発してなくなってしまう。

10⁹⁹年後……ついに巨大なブラックホールさえ蒸発して光になり、なくなってしまう。これより以降は何もない。電子、陽子、ニュートリノ、光の時代。宇宙はすかすか。素粒子レベルでしか存在しないなどと考えられているが、絶対こうであるとはいえない。

インフレーション理論について

・ビックバンの少し前に何が起きたかを説明する、素粒子論に基づく理論である。

インフレーションがなかったら、ビックバンはなかったと言われている。

以下のことが導かれた。

・宇宙の年齢は137±2億年

・宇宙はほとんど平坦で、膨張している。

・宇宙はやがて縮んでしんでしまう。等々

しかし、宇宙の96%は証明不能のものがある。ビックバンから現在までみてきてわかってきたことは、4%しかない。この96%のダークエネルギー・ダークマターがないと銀河が保たれない。宇宙の膨張を調べるのに大切なものは、例えば他の銀河が地球よりどれだけ遠ざかっているのである（アンドロメダ銀河のように地球に近づいてきているものもあるが）。ほとんどの銀河は地球より遠ざかっているの、このことを観測することで、宇宙は膨張していると考えられる。

宇宙カレンダーについて

1月1日0:00を宇宙誕生の日として考え宇宙の歴史を1年に縮小したカレンダー

1月1日 0:00 宇宙誕生
0:17 宇宙の晴れ上がり(透明)

3月 膨張し続ける

5月1日 やっと銀河系最初の星が誕生

9月9日 太陽系誕生

9月14日 地球誕生

9月25日 水、水素ガス、アンモニア、硫化水素の大気に紫外線等が作用し、アミノ酸が発生。アミノ酸の薄いスープになっていた原子の海で最初の生命が誕生。

10月2日 地球上で最古の岩形成

10月9日 最古の化石(バクテリア・藻類)

11月1日 微生物における最初の性分化

11月2日 光合成植物誕生

11月15日 核仁を持つ最初の生物誕生

例えば、35億年前チャートに含まれるバクテリアの化石(オーストラリアで発見)

12月1日 光合成により大気の成分に酸素・窒素が多くなる

12月16日 最初の虫がうまれる

12月17日 無脊椎動物の繁栄

12月18日 最初の海洋プランクトンと三葉虫が出現

12月19日 最初の魚と最初の脊椎動物

12月20日 葉管組織を持つ最初の植物出現。植物が陸地に繁殖し始める

12月21日 最初の昆虫、動物が陸地に生息し始める

12月22日 最初の両生類、有翼昆虫

12月23日 最初の木、爬虫類

12月24日 最初の恐竜

12月26日 最初の哺乳類

12月27日 最初の鳥(恐竜より分化して)

- 12月28日 最初の花, 恐竜が滅び始める
 12月29日 最初の鯨類, 最初の霊長類
 12月30日 霊長類の脳における初期の進化, 最初の猿人, 大型哺乳類の繁殖.
 12月31日 13:30 猿と人の共通祖先の誕生
 22:30 最初の人類誕生
 23:00 道具の使用が増える
 23:46 北京原人による最初の火使用
 23:56 最後の氷河期始まる
 23:59:20 農業始まる
 12月31日23時59分
 35秒 新石器文明最初の都市
 50秒 シュメール文明の始まり, 天文学の発達
 51秒 アルファベットの発明, パピロニアのハムラビ法典.
 52秒 エジプト王国
 53秒 青銅器文明, ミケーネ文明, トロイ戦争, オルメカ文明, コンパスの発明.
 54秒 鉄器文明, 最初のアッシリア帝国, イスラエル王国, フェニキア人によるカルタゴ建設, 第1回オリンピック.
 55秒 釈迦の誕生, ユークリッド幾何学, アルキメデスの物理学, プトレマイオスの天文学.
 56秒 キリストの誕生, インド代数学におけるゼロと小数点の発明.
 57秒 ローマ帝国の滅亡, マヤ文明, ビザンチン帝国.
 58秒 十字軍, ルネッサンス, 大航海時代, 中国の明王朝.
 59秒 産業革命

宇宙の中の人間…体の中の元素はビックバンでつくられた。地球上すべての生命は共通の祖先を持つ。環境に適応しつつも基本はどの生物も同じ。歴史の流れのなかで出現。偶然なのか必然なのか？

ひょっとしたら地球以外にも(生命が?)存在するかもしれない。太陽系の中での可能性は第1候補は火星, 第2候補はタイタン(土星の衛星)であるが, 人間のような生命はなさそうである。しかし, ひょっとしたら火星には微生物のようなものがあるかもしれない(昔はいたかもしれない)。火星は生命存在に都合の良い環境だからである。タイタンには今もいるかもしれない。タイタンは太陽・地球より離れてはいるが, 木星からの地下熱があり, またタイタンは地表にぬかるんでいる場所などがあるためである。

2. ①-2太陽系について

ふれあいの里公社 満天星 土川 啓 研究員

(a) ねらい

本校では昭和45年に天体ドームが設置された。それ以来継続して天体観測を行ってきたが、現在建設中の新校舎にも天体ドームが設置され天体観測を継続する予定である。能登地方は自然が豊かで空気が澄んでおり天体観測に適している。天体観測から地球や宇宙の成り立ち、星の一生、宇宙の広がりなどさまざまな事柄がわかってくる。小惑星の学習を主体に、太陽系全般の学習をする。

(b) 内容

ア 実施日、講座番号、実施場所

4月28日(木) 13:10~14:00 ①-2 本校物理実験室

イ 参加生徒

1年生理数科(16H)生徒数38名 (欠席のため 33名)

ウ 内容

- ・太陽系内の9つの惑星とメインベルト、カイパーベルトの小惑星、彗星の概要を学習した。
- ・小惑星は9万個以上あり、直径数mから100km程度の大きさのものが知られている。ライトカーブにより、自転周期を知ることができる。
- ・小惑星は、太陽系の化石と言われ、太陽系が形成されたときの岩石そのものである。
- ・小惑星の観測から小惑星センターへのデータベース登録までの流れを学習した。

(c) 成果

- ・太陽系について、太陽と同じように気体でできた惑星や地球のように岩石でできている惑星があること、大きさ、太陽からの距離など詳細を学習した。
- ・普段の生活や授業で注目されることのない小惑星の研究の話をより詳しく聞くことができ、至る処に研究課題があることを知り刺激を受けた。特に、小惑星の新発見からデータベースへの登録への道のりの大変さに研究の地道な取り組みを学んだ。

(d) 生徒の感想

- ・はかりで量れない惑星の質量をケプラーの法則等物理法則を用いて調べていることを知り、すごいと

感じた。

- ・太陽系について知り、今までの何気なく星を見ていただけだったが、星空の中の輝きのどれが恒星でどれが惑星かなどと考えながら見るようになった。
- ・彗星の動きと尾の向きには関係がなく、太陽風に関係あることを知った。また、尾にはイオンの尾とダストの尾の2本があることを知り驚いた。
- ・天王星が地軸を横にして自転・公転しているのは、隕石が衝突して傾いたという説が印象に残った。地球にもこのような隕石の衝突が起これば、恐竜が絶滅するのも納得できると思った。

3. ①-3 オーロラの観測

ふれあいの里公社 満天星 土川 啓 研究員

(a) ねらい

極地域にはオーロラが観測される。オーロラとは何かを学習し、我々（地球）も太陽系の一員であり、太陽活動や様々な宇宙からの影響を受けていることを知る。また、オーロラが観測されるのは極地域だけではなく、日本でも富山県で赤いオーロラが観測されている。

(b) 内容

ア 実施日、講座番号、実施場所

- 4月22日（金）14：10～16：00 ①-1 本校物理実験室 事前学習
4月28日（金）14：10～15：00 ①-3 本校物理実験室

イ 参加生徒

1年生理数科（16H）生徒数38名 （欠席のため 33名）

ウ 内容

①-1 オーロラとスペクトル

- ・高温体の発する連続スペクトルと原子分子の励起による輝線スペクトルの違いを講義し、鉛筆の芯を高熱にして発光させたものとNa燈の違いを観測した。
- ・太陽からの荷電粒子が地球磁場の磁力線に沿って極地域に集中し、酸素分子や窒素分子を励起させることでオーロラが発生することを学習した。

①-3 オーロラの観測

- ・オーロラは高エネルギーの電子が上層大気分子（酸素、窒素）に衝突することで励起され、発光する現象である。
- ・カーテン状、コロナ状、放射構造の3種類の形がある。
- ・オーロラの光は、輝線スペクトルで、色には赤・青・緑がある。
- ・地球以外に、地場のある惑星には、オーロラが発生する。

(c) 成果

- ・光には、連続スペクトルと輝線スペクトルがあり、オーロラは輝線スペクトルであることを知った。
- ・原子の電子構造を学び、基底状態と励起状態を理解し、輝線スペクトル発生原理を理解した。
- ・極地域だけでなく、日本（富山県）でもオーロラは観測されていることを学び、天文現象に関する興味関心が高まった。

(d) 生徒の感想

- ・オーロラを見て、形が違っていたとき、「あっ、形が違う。」という考えではなく、「太陽が活発に活動しているな。」と考えられるようになった。
- ・オーロラの発生原因は、私たちの目に見えない小さな原子や分子だったので、そんなに小さなものがあんなに大きくきれいなオーロラを作り上げているんだなと思った。
- ・オーロラの仕組みについて分かった。今まで、なぜ大気中で光のか、極付近でできるのかが不思議だった。地球の磁場の磁力線に沿って荷電粒子が極地域に集まり、オーロラが発生するというのはすごいメカニズムだ。

4. ①-4 簡易分光器の作成とスペクトル分析

ふれあいの里公社 満天星 土川 啓 研究員

(a) ねらい

オーロラで学習した輝線スペクトルを回折格子のレプリカを利用した簡易分光器を作成して観測する。光源としては、蛍光灯、Na 燈、Cd 燈、Hg 燈を利用してその特徴を理解する。

(b) 内容

ア 実施日、講座番号、実施場所

4月28日(金) 15:10~16:00 ①-4 本校物理実験室

イ 参加生徒

1年生理数科(16H) 生徒数38名 (欠席のため 33名)

ウ 内容

①-4 簡易分光器の作成とスペクトル分析

- ・回折格子のレプリカを利用して、設計図に従って生徒全員が簡易分光器を作成した。
- ・蛍光灯のスペクトルとHg 燈のスペクトルを作成した簡易分光器を利用して観測して、蛍光灯中で水銀の輝線スペクトルが見られることを確認した。
- ・Hg 燈以外にNa 燈、Cd 燈の輝線スペクトルを観測して、それぞれの原子固有の輝線スペクトルを発することを確認する。

(c) 成果

- ・簡易分光器を自作することで、簡単に光を分光することができることを知り、科学を身近に感じることができた。
- ・光は波動であり、波長によって色が決まっている(長い波長は赤色、短い光は紫色)ことを学んだ。

(d) 生徒の感想

- ・興味を持てたのは輝線スペクトルについてです。原子によって輝線の数や色が異なっていることが、自分の作った簡易分光器で確かめることができました。
- ・簡易分光器を使って太陽の光を見たら、確かに光は多数の色の光からできているのを確認できた。なんだか不思議だ。
- ・Hg 燈、Na 燈を簡易分光器で見て、太陽の光との違いを確認できてオーロラの発光がこれと同じかと思えて感動した。

(e) 課題(1.~4.を通して)

太陽系の惑星の詳細や小惑星の発見の話など、興味を持って受講できたが、午前中の記念講演会から引き継いでの講義で、集中力を欠いてしまったところがあった。去年の反省を踏まえての実施形態であったが、講演会と講義は別日程で行うべきだと思う。簡易分光器以外に実習(小惑星に関するもの)するもの用意したい。

オーロラ・スペクトルに関しては、事前学習が効果的で生徒たちはよく理解をしていた。

5. ロケット技術と人工衛星

金沢大学大学院自然科学研究科 泉田 啓助教授

(a) ねらい

ライト兄弟による初飛行から、現在のスペースシャトルや宇宙ステーション計画まで、人間の空への、そして宇宙への憧れや興味関心が高まっていった。日本でも近年、H2Aロケットの打ち上げ、「はやぶさ」の小惑星探査の話題等で、関心が高まっている。宇宙開発技術の知識の一端を学び、ペットボトルロケットの製作と発射実験を通して、ロケット技術の根幹をなしている部分を理解する。

(b) 内容

ア 実施日、講座番号、実施場所

4月25日(月) 8:35~ 9:25 ②-1 本校化学実験室 事前学習

5月 6日(金) 13:10~14:00 ②-2 本校物理実験室 事前学習

5月 6日(金) 14:10~16:00 ②-3 本校物理実験室、グラウンド

イ 参加生徒

- ②-1 1年生理数科(16H)生徒数38名 (欠席のため 37名)
- ②-2 1年生理数科(16H)生徒数38名 (欠席のため 37名)
- ②-3 1年生理数科(16H)生徒数38名 (欠席のため 37名)

ウ 内容

②-1、②-2 事前学習

ペットボトルロケットのキットを作成した。

②-3 ロケット技術と人工衛星

- ・ロケットの燃料には、固体・液体・ハイブリッド(個体と液体が混在)があり、燃料の爆発に伴う膨張により推進力を得ることを学んだ。
- ・人工衛星は、地上では収納形態になっており、宇宙に出て最終形態に展開されることを学んだ。
- ・H-IIAロケットの概要を学んだ。
- ・事前学習で作成したペットボトルロケットを打ち上げた。このとき、打ち上げ角、空気の圧力、水の量を変えて飛距離を測定し、適切な条件を考察した。

(c) 成果

- ・ロケットの種類を学習し、非常に多くの目的(通信、気象観測、地球環境の観測、宇宙ステーション、GPS、等)をもって打ち上げられていることを学んだ。
- ・グループでペットボトルの製作を行い、ロケットの飛ぶ原理を体感できた。
- ・ペットボトルロケットの打ち上げ実験をパラメータ(打ち上げ角、空気の圧力、水の量)を変えることによって行い、結果を考察することで実験手法を学んだ。

(d) 生徒の感想

- ・ロケットの打ち上げは水素と酸素が燃焼し、ガスとなって一挙に膨張しその力で飛ぶことを知りました。また、ロケットの質量の90%程が燃料であると聞いて驚きました。
- ・H-IIAロケットを打ち上げるのに、100億円程度の費用が必要で、これほどの価値があるものだと言ったことを知りました。気象衛星のことを考えただけでも、もし打ち上げることができなかつたら、自分たちの生活に大きな影響があると思う。
- ・ペットボトルの打ち上げ実験は、圧力がうまくかからなかったり、水が漏れたりとあまりいい結果とはならなかったけど、次回からは自分たちの測定結果から何か得られるようになりたい。

(e) 課題

打ち上げの予備実験を行うことを目的に、多くの時間をペットボトルロケットの製作にかけたが、予備実験を行うことができなかった。製作過程で生徒の思考と工夫を凝らす時間がとれたのはよかったが、短時間でできないものか指導方法を工夫する必要がある。

打ち上げ実験では、途中雨にたたられ、時間をとることができなかった。予備実験なしで行ったため多くのトラブルが発生して、十分なデータが得られなかった。各グループの結果を比較することができたが満足できるものではなく、天候の影響を受ける実習に関しては、実験を十分にできなかったときのデータを用意しておくといえようと考えられる。

6. ③-1 日本海の誕生と能登半島の変遷

金沢大学大学院自然科学研究科 加藤 道雄教授

(a) ねらい

地球が誕生してから日本列島がどのような経緯で成立したのか。「日本列島はユーラシア大陸に添うようにして弧状列島を形成しているのは何故か。」「日本海の誕生にはどのような地殻変動があったのか。」など、日本列島誕生に関わる疑問は多い。最新の研究から日本列島のルーツを探る。近年全国各地で地震が頻発している。調査の結果地下に多くの活断層があることが分かってきた。能登半島も例外ではなく、日本海の形成と深く関わっている。身近にある邑知潟地溝帯を例に地質時代に足下で起こったであろう大規模な地殻変動を学ぶ。

(b) 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

5月27日(金) 9:30~11:00 金沢大学自然科学研究科

イ 参加生徒

1 年生理数科 (16H) 生徒数 38 名 (欠席のため 37 名)

ウ 内容

- ・日本海は、間宮海峡 (−12m)、宗谷海峡 (−55m)、津軽海峡 (−130m) と対馬海峡 (−130m) の浅い海峡で隔てられた内海で、最深部は−3,796mとなっている閉鎖的な海であることを学んだ。
- ・日本海の形成に対して、日本海陥没説と日本海裂開説が知られているが、自然残留磁化 (地球磁場の化石) を調べることで、日本海裂開説が有力になったことを学んだ。
- ・能登半島は、1000 万年前には形成されており、邑知潟地溝帯は東西からの力による逆断層である。

(c) 成果

- ・日本海の形成過程とそれに伴う能登半島の変遷を学び地元を作る岩石が日本で最も古いことを知り、地域への関心が高まった。
- ・能登島は、地質学的には島ではなく、能登半島の一部であることを知り、地学上の陸地と海との違いを把握した。

(d) 生徒の感想

- ・身近なことばかりの講義だったが、知らないことが多かった。邑知潟地溝帯がただの平野ではなく、逆断層であることを知って驚いた。この後、家に地震があるんじゃないかと少し不安になった。今後、地震のニュースを見るときには、今日学んだことを思い出しながら考えようと思った。
- ・石川県には日本で最も古い岩石 (飛驒片麻岩) があることを知り、うれしかった。これは、ノーベル賞の小柴先生が KAMIOKAND E の実験施設を建設する際に工事ができないなどの問題になった岩石だと思った。
- ・深海からとってきた岩石 (海緑石砂岩) 等をさわらせていただき、ずしりと重いのに驚いた。海水の圧力に押しつけられて堅く固まって重くなったんだなって思い、深海の深さはすごいと思った。

7. ③-2 なぜ海洋底を掘るのか

金沢大学大学院自然科学研究科 荒井 章司教授

(a) ねらい

地球は何からできているのか、何が起きているのかを知る。地殻を掘ることで多くのことが分かる。掘削する際、地殻は海底で浅く、陸地よりもマントルに到達しやすい。海底掘削船建造し探査することで、地殻内生命や地殻資源の有無、日本海 (背弧海盆) の形成の秘密にも迫ることができる。

(b) 内容

ア 実施日、講座番号、実施場所

5月27日 (金) 11:10~12:40 ③-2 金沢大学自然科学研究科

イ 参加生徒

②-2 1 年生理数科 (16H) 生徒数 38 名 (欠席のため 37 名)

ウ 内容

- ・マントルの対流に伴うプレートの移動と弧状列島の成長 (付加) について学んだ。
- ・地球は、マントルを対流させることで、誕生の時の熱を少しずつ放出し冷却し続けている。
- ・海底の岩石は、海嶺の近くで新しく、そこから離れるに従って古い。
- ・オフィオライトを調べることで海洋底地殻を調べることができる。
- ・日本は深海掘削船「CHIKYU」を建造し、海底の地震観測、地殻内生物・地殻資源の探査、地殻内構造の研究を行う計画がある。

(c) 成果

- ・地殻を掘ることで、古い岩石を採取し、数億年前の地球の姿も知ることができることを学んだ。
- ・地球の内部構造を学び、自分たちのいる地殻は地球の半径比でたいへん薄いもの (桃の薄皮に例えられた) であることを知った。
- ・深海掘削船「CHIKYU」で地殻を掘り下げ、マントルまで調査をしたいという先生の情熱を感じた。

(d) 生徒の感想

- ・マンツルの対流は、みそ汁の汁が動き回ってそれ自身を冷やしているのと同じで、地球を冷やしているのだと聞いて驚いた。いずれ地球も月のように冷えてしまうのだと知った。冷えた地球はどんな世界になるのだろうか。
- ・地震波をX線と見立てて地球内部をみることができるといふのが興味深かった。地殻、マンツル、核の部分で地震波の進行方向が曲がることから分かるそうだが、災害をもたらす地震が地球内部の研究には重要な手段になるというのが意外だった。
- ・比較的地学には興味はありませんが、海洋底を掘削しマンツルまで到達したいという先生の情熱には感動しました。深海掘削船「CHIKYU」が完成し、マンツルまで到達したとき新たにどのようなことが分かるか楽しみです。

8. ③-3 地震と地殻変動・予知

金沢大学大学院自然科学研究科 平松 良浩助教授

(a) わらい

地震の発生メカニズム、その予知について学習する。地震は断層運動の結果であり、地下の岩盤に蓄えられた歪み（応力）のエネルギーが、岩石の破壊により急激に解放される現象である。身近にも多くの断層帯があり、邑知渦断層帯が有名である。予知は極めて困難であるが、前兆現象から統計モデル・物理モデルを用いたプレート境界面上の地震に関しては概念形成されてきている。また、自ら震源となりそのエネルギーを測定したり、岩石破壊実験を行ったりして、地震研究を体感する。

(b) 内容

ア 実施日、講座番号、実施場所

5月27日（金）13:40～15:40 金沢大学自然科学研究科

イ 参加生徒

1年生理数科（16H）生徒数38名（欠席のため 37名）

ウ 内容

- ・地震は断層が活動したもので、断層の形態には逆断層、正断層、ずれ断層があることを学んだ。
- ・地震のエネルギーはマグニチュードで表され、1大きくなるごとに約32倍のエネルギーとなる。
- ・地盤の強弱によって同じエネルギーでも被害が異なってくるので、震度も重要な意味を持つ。
- ・邑知渦断層帯では、M7.6規模で過去200～300回の地震があったと考えられる。
- ・岩石の破壊実験を行い、破壊直前に微妙な振動があるのを体感した。
- ・自らがジャンプして地震を発生させ、その時のエネルギーを計測した。

(c) 成果

- ・岩石破壊実験で、実際に地震の際に岩盤で起こっているであろう現象を自分の目と体で感じた。
- ・地震エネルギーの測定を自らがジャンプして発生させた揺れから測定し解析を行ったが、激しく床を蹴った場合とそうでない場合とでエネルギーにそんなに大きな違いがないことが分かった。
- ・地元の邑知渦断層帯で過去にあった地震について学んだ。

(d) 生徒の感想

- ・地震のことを知っているつもりであったが、発生メカニズムにプレートの沈み込みによるものと断層の活動によるものがあることを知った。中越地震が断層の活動に起因するものであったことを思い出した。
- ・岩石破壊実験において岩石がはじけ飛んだときが地震の発生だと考えると、地震の予知は難しいだろうなと感じました。
- ・岩石破壊実験の時、玄武岩が割れるとき驚いて、飛び上がりそうだった。いきなりはじけ飛ぶとは思わなかった。
- ・日本は地震国であることは知っていたが、活断層の多さ（約2000）に驚いた。前の時間に邑知渦断層帯が断層だと聞いたので、このようなものがそんなにたくさんあったら、どこにいつ地震が起こるか分からないなと思った。
- ・私たちが住む邑知渦断層帯での地震が起きる確率は発表されているが、信頼性が低いそうである。地震の研究者になって、もっと正確な地震予知ができるようにしたいと思った。

(e) 課題

3講座を金沢大学で実施するため、負担軽減を考えて1日で実施した。関連した内容であることもあ

って効果的に実施できた。内容はたいへん丁寧に解説していただき分かりやすいもので、地震のエネルギー測定などは対数を学習する前ではあるが、体感的に理解できていた。
また、1日で実施したために、途中集中力を欠く生徒も出てきた。その上、一つ一つの講座に関して十分の時間を確保することができず、地層・断層の見学を行いたいと考えたが実施できなかった。ぜひ工夫したい。

9. ④-1 海棲生物の観察

金沢大学大学院自然科学研究科 笹山 雄一教授

(a) ねらい

DNAと生物の多様性について知る。遺伝子が生物の器官の発現にどのように関わっているか、また遺伝子解析から生物の進化の過程が分かる。実習では海藻や貝殻の間に棲む小動物を観察する。いかに多くの生物が狭い空間の中にひしめいて生息しているのかを把握する。今回は、ヒトデやナマコの生態を観察スケッチし、ムラサキガイ中に棲息する生物の採取・観察・同定を行う。また、船に乗りプランクトンを採取する。

(b) 内容

ア 実施日、講座番号、実施場所

6月17日(金) 9:30~16:30 金沢大学臨海実験施設

イ 参加生徒

③-1 1年生理数科(16H)生徒数38名 (欠席のため 37名)

ウ 内容

- ・地質学的な時間スケールで生物の誕生から現在に至るまでの進化の道筋をたどった。
- ・現在の生物は、かつて地球上に存在した生物たちの遺伝子を引き継いでいる。
- ・他の生物と人間に共通する遺伝子の特定の部位をノックアウトすることで、骨が形成されなくなるなど、遺伝子の働きや進化の過程で引き継いだものを知ることができる。
- ・小木湾上でプランクトンネットを引き、採取されたプランクトンの様子を観察した。たくさん採取された場合は、ピンク色に染まる。
- ・ヒトデやナマコには管足という足があり、裏返したときどの足で戻ろうとするかを観察し、利き足があるかを調べた。
- ・ムラサキガイのコロニー中にいる海棲生物を採取し、図鑑を用いて同定を行った。

(c) 成果

- ・普段見ることもないような生き物(海棲生物)を採取し、自分たちの遺伝子も多くはそれらの生き物と共通しているんだなと考えたと、とっても不思議だった。
- ・ヒトデ、ナマコを裏返す実験で、観察することの楽しさと意味を知った。
- ・ムラサキガイのコロニー中に多くの海棲生物があり、一見生き物がいないように見えても実は非常に多くの生物が生息していることを体験した。

(d) 生徒の感想

- ・遺伝子の特定の部位をノックアウトとすると、体の特定の部位ができなくなることに驚いた。奇妙な生き物になってしまい、怖いと感じた。
- ・ヒトデを裏返した実験から利き腕がないことが分かり、その方が有利だと理解できるが、人にはどうして利き腕あるのか、そのメリットは何だろうか。分からなかった。
- ・自分が普段見ている以上にいろいろな生物がいるのに驚いた。これらの生き物のDNAの多くは、自分のDNAとほとんど同じだと考えるととても不思議で、理屈では分かるが納得できなかった。

(e) 課題

生物の進化の歴史、ヒトデ・ナマコの回転実験、小木湾でのプランクトン調査、ムラサキガイのコロニー中の海棲生物の観察・同定とたいへん盛りだくさんの内容を1日で実施した。生徒たちは積極的に取り組み、見慣れない生き物も触れるようになり、自然と向かい合う姿勢が養われた。有意義なものではあったが、十分な時間をとることができず、宿泊して講座を実施する示唆を受けた。他の講座との兼ね合いも考慮にいれて再考したい。

10. ④-2 漁業の展望

石川県水産総合センター生産部志賀事業所 栗森 勢樹 所長
石川県水産総合センター 四方 崇文 研究員

(a) ねらい

近海の漁業資源問題解決のため、色々な取り組みが行われている。その一つで、付加価値の高いヒラメ、アワビ、サザエの種苗育成を行っている水産センター志賀事業所に出向き、見学実習を行う。また、人工衛星リモートセンシングを利用した漁場調査の研究が行われており、そこから海流、水温、プランクトンの量が分かるようになっている。さらに漁船間の情報交換も行い魚群の位置を特定することが可能となっている。石川県の栽培漁業の実態や最先端の漁業について知る。

(b) 内容

ア 実施日、講座番号、実施場所

6月24日(金) 14:00~16:00

石川県水産総合センター志賀事業所

イ 参加生徒

③-2 1年生理数科(16H) 生徒数38名 (欠席のため 37名)

ウ 内容

- ・石川県の漁業の概要説明を受ける。
- ・ヒラメ、アワビ、サザエの養殖場の見学を行う。
- ・イカの漁場を決定する方法として、海面水温FAXや人工衛星リモートセンシングを利用した方法がある。
- ・人工衛星リモートセンシングにより、海流の流れ、水温、プランクトン量、海面高度を調べ、効率的に漁場を決定できる。

(c) 成果

- ・養殖で漁獲できる割合は、ヒラメで10%以下、アワビ、サザエで5%以下となっている。ほとんどが外敵に食べられてしまう。
- ・養殖物は、天然物と外見上異なる特徴をもち見分けることができることを知った。ヒラメは裏側に黒い斑文が、アワビは殻の頂上に緑色の部分(グリーンマーク)が現れ、サザエは白っぽくなる。
- ・石川県ではいか釣りにおいて人工衛星リモートセンシングを利用して、宇宙から漁場を決定できることを学んだ。海面高度の高い場所がプランクトンの発生率が高くよい漁場となる。

(d) 生徒の感想

- ・養殖には興味があって見学できて有意義だった。孵化して1日しか経過していないアワビを見て、やっと肉眼で確認できるくらい小さくて驚いた。
- ・人工衛星リモートセンシングで、プランクトンの量や海水面温度など漁場として重要な情報を得られるのに興味を持った。漁場を見付けるのにも宇宙から支援するような情勢になっていることはすごいと思った。

(e) 課題

ヒラメ等の養殖場を見学し、普段観察できない幼生から見ることができ、関心を持って養殖の困難な点などを質問するなど効果的であった。一方、先端的な漁業で、人工衛星リモートセンシングを利用した漁場決定の講義への関心の理解度が低かった。たいへん興味深い話ではあるが、以降も実施したいが、海流や重力異常、海水面高度等の事前授業をを行う必要があった。

11. ④-3 クローン操作

石川県畜産総合センター 源野 朗 研究員

(a) ねらい

近年、クローン技術について取り沙汰されているが、石川県においても畜産総合センターにおいて、体細胞からのクローン牛の誕生に成功している。まず、クローン技術について学び、雌牛の卵巣から卵を取り出す実習を行う。ここで、生命の仕組みの精巧さや生命の尊さを学んで欲しい。さら、センターで誕生した体細胞クローン牛の見学も行う。

(b) 内容

ア 実施日、講座番号、実施場所

7月 1日(金) 14:00~16:00 石川県畜産総合センター

イ 参加生徒

④－１ １年生理数科（１６Ｈ）生徒数３８名 （欠席のため ３７名）

ウ 内容

- ・生殖とクローン技術について基本的な学習を行う。
- ・畜産総合センターにおいて、世界で最初の体細胞を用いたクローン牛の誕生に成功した。その見学も行った。
- ・牛の卵巣から、注射器を用いて卵細胞を採取し観察・スケッチを行った。

（ｃ）成果

- ・無性生殖の基本から講義があり、クローン技術について明確なイメージをつかむことができた。
- ・実際のクローン牛を見学することで、クローン技術を身近なものとしてとらえられるようになった。
- ・クローン技術は、厳格な管理と検査の上で成立しており、たいへん安全なものであることを理解した。ただし、人への適応に関しては、倫理的問題がある。

（ｄ）生徒の感想

- ・牛をあんなに間近に、長時間見ることができたのは初めてで、最初はびくびくして近寄ることができなかったけど、すぐに愛着が湧いてきた。
- ・クローン技術は意外と簡単で驚いた。核を取り出したり入れたりするのにちゃんと生きているのが不思議だった。
- ・食料の生産だけでなく、希少動物の保護、再生のための医療のために使われていることを知り、クローン技術を肯定できるようになった。

（ｅ）課題

クローン技術の取っ掛かりとして、牛の卵巣から卵細胞を取り出す実習を行ったが、特にならにおいて吐き気を申し出る生徒が数名いた。避けようのないことだと思われるが、マスクを着用するなど改善したい。

１２．④－４ 味覚への挑戦

（株）スギヨ研究開発部 檜木 正博課長

（ａ）ねらい

我々の持つ感覚に、味覚があり、それはきわめて個人差の大きなものである。また、時代とともに嗜好も変化してきている。いかにして味を感じ取っているかを学習し、現代人の味覚の特徴を確認する。また、実習としては、カニ蒲・人イクラなどを作り、アルギン酸や人間の味覚の研究を通していかにして、本物の味に近づけるか超えるかを体験する。

（ｂ）内容

ア 実施日、講座番号、実施場所

７月１３日（水） １３：３０～１６：００ 本校物理実験室、調理室

イ 参加生徒

③－２ １年生理数科（１６Ｈ）生徒数３８名 （欠席のため ３７名）

ウ 内容

- ・かに風味かまぼこの発売から現在に至るまでの開発秘話を聞いた。
- ・おいしさは、甘味・酸味・塩味・苦味・旨味を基本に渋味・辛味・こく・あつみ・広がり加わった複雑なものである。また、味覚地図は存在せず、味は味蕾といわれる組織で感じ、それは舌と上あご（軟口蓋）、のどの奥（喉頭）に存在している。
- ・味覚についての官能検査を行った。
- ・かに風味かまぼこ（初期型）と人工いくら製を作った。

（ｃ）成果

- ・官能検査により、味覚に関する個人差はたいへん大きなものであることを学んだ。
- ・味覚地図はないが、舌の上での味覚感受性の違いがあり、味蕾が先端部、奥の縁、口腔の天井の一部に集中しているので、味に敏感な特定な部位があるということを学んだ。
- ・アミノ酸系の旨味と核酸系の旨味を組み合わせると、旨味が飛躍的に強くなる。

(d) 生徒の感想

- ・教科書で習った味覚地図は、実際は存在しないことに驚いた。舌に味蕾という感覚器があり、すべての味をそれを感じているらしい。
- ・甘味は糖、塩味はミネラル、旨味はタンパク質を意味し、体に必要なものと判断しており、酸味は腐敗物、苦味は毒を意味しているため、前者を好み、後者を嫌う傾向があるというのを聞いて、遺伝子の中にそのようなものがインプットされているのかと感心した。
- ・辛味や渋味は、味細胞（味蕾内にある）で感じるものではないので味ではなく、三叉神経を介して脳に信号が伝えられる感覚であると知り驚いた。

(e) 課題

身近な問題の味覚ということで、興味・関心の度合いが当初から高かった。科学的な観点で、味覚についての官能検査を行ったことも各自の好奇心を高めた。また、味覚地図がないというのは印象深かったようで、味蕾を意識して検査を行っていた。味覚およびタンパク質についての事前学習を行うことで、実習においても生徒独自の工夫をこらすことができたのではないかと感じた。

フロンティアサイエンスⅠ 生徒レポート

「惑星・オーロラについて」

講義のはじめ、宇宙の成り立ちについて聞いた。ビックバンを元日とする宇宙カレンダーは、今日までの宇宙や地球の歴史をわかりやすくまとめてあった。

惑星については自分では結構知っていると思っていたが、講義の内容は私が知らないことばかりで、とても興味が持てた。それぞれの惑星の英名が神様の名前に由来していること、水星と水星の衛星との比較、双子座といわれている金星と地球、火星のドライアイス、木星の台風、水などで成り立っている土星の環、地軸がずれている天王星、本当に惑星なのかどうか疑問視されている冥王星。どの惑星の話も驚きの連続だった。

オーロラについては、そのできあがり方を学んだ。太陽の活動が活発なときにはオーロラの光かたが強いなど、太陽からのエネルギーの違いによってオーロラが変化することを知り、自然の力の威力を感じた。

講義の過程で知識が増えると同時に、自分の中でいくつかの疑問が浮かび先生に質問をした。今までの自分なら質問をすることにはかなり勇気がいったが、今回の講義では恥ずかしさよりも興味が勝り、質問ができた。今後の講義も積極的に質問をしていきたい。

「ロケット技術と人工衛星」

講義では主にロケット技術・人工衛星についてお話があった。ロケットが飛ぶ原理は、バネが壁を押し、壁と逆向きの力が働くといった「作用・反作用」の力を利用している。基本的には身近なバネに似ている。ロケットはもっと複雑な原理で飛ぶのだと考えていたので、これには驚いた。

ロケットには現在3種類ある。液体燃料を燃やすもの、固体燃料を利用するもの、この両方を燃料を使うハイブリッドなもの。今一番ポピュラーなものは液体燃料ロケットだが、どのロケットにもメリット・デメリットがあるようだ。

人工衛星は地球上で完成させたものを打ち上げるのではなく、実際は宇宙に打ち上げた後完成するということにも驚いた。しかも打ち上げ時に壊れてしまうケースも多く、ロケットや人工衛星の開発には莫大な金額がかかることが納得できた。

実習では実際に自分たちが作ったペットボトルロケットを飛ばした。運悪く小雨が降る中、水の量・空気圧・角度を工夫しながら各班のロケットがグラウンドで打ち上げられた。一番飛んだロケットの飛距離は80m近かったが、なかなか思い通りには打ち上げることができず、実際のロケットの打ち上げとなるといかに大変なことなのかを実感できた。

今回の講義で、ロケットや人工衛星の開発に関わってきた人たちの情熱を感じた。今ではスペースシャトルで人間が宇宙に行くこともできる。これからも進歩し続けるロケット開発技術と人工衛星を見守っていきたい。

「日本海の誕生と能登半島の変遷・地殻資源と海底探査・地震と地殻変動の予知」

その昔、日本列島はユーラシア大陸の一部だった。それが、大陸のプレートの働きで現在の日本列島が誕生した。あの大きな大陸が何億年もかけて動いたというのは現実離れしすぎていて信じられなかった。

今、日本列島で一番古い地層があるのは北陸地方だといわれている。七尾市にも化石や珍しい岩石が発見されているが、なぜ日本海が誕生したのかはまだ未知なる部分が多い。これを解明するために、また地球の内部について研究するため、現在海底探査船「CHIKYU」を使ったプロジェクトが進められている。これを使えばマントルまで掘ることができる。今はまだ、果物でいうと皮の部分くらいしか地球について解明されていないようだ。いつか「CHIKYU」に乗ってみたいと思った。

実習では地震の大きさについて考察した。床に地震を感知する機械を取り付け、少し離れたところに衝撃を与えてそのマグニチュードを計算してみるという内容だった。できるだけ大きな衝撃を与えたつもりだったが、感知器の反応はほとんどなかった。地震の威力を改めて感じた。

私たちが住む日本列島では、いつどこで地震が起こってもおかしくない。近年では新潟や東北地方で強い地震が起こった。しかし残念ながら現在の科学技術の力をもってしても、確実な地震の予知はできないようだ。テレビやニュースで地震予知をしているときがあるが、あれは予知とは到底言えないものだということがわかった。今後の科学技術によって、地震予知が可能になる日が来ればいい。

「漁業の展望」

漁業の講義と聞いて、最初あまりいいイメージを持たなかった。今日の漁業というと、200海里水域の規定による遠洋漁業の漁獲高の激減、外国産の台頭、後継者不足など、先行きの明るい話が聞こえてこないからだ。

訪問した石川県水産総合センター志賀事業所はヒラメやサザエなどの稚魚を主に養殖している。この施設の目の前には原子力発電所があり、養殖に使う温水を原子力発電所が使った冷却水を再利用している。そう聞くと少し不安になるが、水が放射線で汚染されているということはないようだ。効率の良い利用法である。

講義では、現在漁業に用いられているリモートセンシングについて学んだ。魚は暖流と寒流がぶつかるところにたくさんいるので、そこを人工衛星で見つけて網をかけるという漁業が、現在行われているようだ。漁業に大損害を与えている越前クラゲもリモートセンシングでなんとかならないものか。

講義の後、養殖場を見学した。たくさんの魚が養殖されているが、放流しても全部の魚が育つのではなく、かなりの魚が食べられてしまうようだ。ヒラメはヒラメに食べられてしまうというショッキングなことも聞いた。

今回、漁業と人工衛星という、今までかけ離れたものと考えていた2つのものが繋がっていることが学習できた。科学技術の進歩は様々な場所で大切な役割を担っている。生活の中にどんな科学技術が隠れているのか、今後も探っていきたい。

「海棲生物の観察」

今回はDNAの講義、実習船に乗ってのプランクトン観察、ムール貝のコロニーに棲む生物の観察を行った。

実習船に乗ってのプランクトン採集は、採集器を使って行った。思った以上に採集でき、普段は目に見えないプランクトンがピンク色の液体に見えた。観察は日本海の海洋調査実習の際に行うということだった。

ムール貝の観察では知らない生物をたくさん見つけることができた。たくさんのゴカイが出てきた。またヒトデの観察ではヒトデがなぜ5本の腕を持っているのかということや、その腕には利き腕というものがないということを知った。ヒトデの目は腕の先にあるというのがとても効率的だと感じた。最も進んでいる生物は人間だと思いがちだが、全ての生物が特徴を持ち、その特徴はその生物にとって重要なことだとわかった。また今回の講義を聞き、遺伝子の観点から考えると、人間と虫にも共通点があることを知った。受け継がれてきた遺伝子についてとても興味が湧き、生物学をもっと学びたいと感じた。

「味覚に挑戦」

味覚は5つの基本味から形成されている。その5つは塩味・苦味・甘味・酸味・そして近年日本が発見した旨味である。味覚検査ということで、今回それぞれの味の成分を溶かした溶液を飲み、味を当てるという実習を行った。自分ではそれぞれの味の違いを理解しており間違えるはずがないと思っていたが、実際に挑戦するとかなり難しい。結果、私は甘味と旨味を逆に感じていた。日々の食生活のなかで感じる「おいしい」。このおいしさというのは基本味や辛みなどのほかに、そのときの生活環境・体調・個人的好みが関係し、脳に情報として蓄積されていくようだ。このことに関連した実験を行った。

赤い容器と青い容器にある溶液を入れる。赤い方を先に飲む人と青い方を先に飲む人に分ける。私は赤い方から飲んだ。その後青い方を飲んだらむせかえるような旨味を感じた。逆の順番で飲んだ人も同じように感じたようだ。溶液の正体は赤は旨味、青は昆布に多く含まれるグルタミン酸であった。両者は相性が良く、口の中で混ざり合うと、グルタミン酸が旨味をより一層引き出すようだ。スギヨで作られている製品はこのような効果をうまく使って作られているようだ。その後、研究員の方の指導のもと特別にカニ蒲と人工イクラを作った。

この講義を受講して、人間の味覚はとても奥が深く、様々な条件を満たしておいしさを感じているということを学んだ。スギヨの研究員の方はその難しい条件をクリアするため大変な努力をしている。どんな研究でも、更に良いものが求められている。その研究過程は厳しそうだが、楽しそうにも感じた。

「クローン技術」

「クローン」という言葉を、私は今まで1匹の動物が2匹になる、そんな軽い解釈でとらえていた。ニュースでは良く耳にするものの深く考えたことがなかったが、今回そのクローン技術について考察する機会を得ることができた。

クローンはなぜ必要なのか、今まで考えたこともなかった。クローンは絶滅危機にある動物の保護や、品質の良い牛などの大量生産を目的に研究が進められているようだ。また医療現場での活用が期待されている。

講義の導入としてクローン牛に関するビデオを視聴した。核を移植しているだけなので、クローン牛は安心して食べることができるということだった。また、クローン牛の寿命は親牛とほとんど変わらないようだ。実際に私たちは牛の卵巣から卵子を取り出すという、クローン技術の一端を実習させてもらった。本物の卵巣を目にするのは初めてで、作業をするのはとても緊張した。卵巣は強く握っても平気なほど強く、思い通りの部分に注射を刺すことが難しかった。

その後、実際にクローン牛を見学した。石川県畜産総合センターは世界で初めてクローン牛が誕生した場所である。クローン牛「のと」も「かが」も、見た目は本当に普通の牛だった。

クローンについて学び、今までのクローンに対しての考え、意識が変わった。これからのクローン技術の進歩についてもっと学んでいきたい。

学校設定科目「フロンティアサイエンスⅡ」概要

1. 統計の基礎

(a) ねらい

統計についての基本的な概念を理解し、身近な資料を表計算用のソフトウェアなどを利用して整理・分析し、資料の傾向を的確にとらえることができるようにする。統計的な見方や考え方を豊かにするとともに、それらを統計的な推測に活用できるようにする。

(b) 実施概要

ア 実施日 実施場所

- 第1回 4月22日(金) 本校コンピューター室
- 第2回 5月6日(金) 本校コンピューター室
- 第3回 5月13日(金) 本校コンピューター室
- 第4回 5月20日(金) コンピューター室、調理室

イ 参加生徒 2年生理数科(26H)生徒37名

ウ 内容

第1回

①平均、分散、標準偏差、標準化、偏差値の定義

・3つのデータ

A: 10, 13, 13, 15, 15, 15, 15, 17, 17, 20

B: 10, 11, 12, 13, 15, 15, 17, 18, 19, 20

C: 13, 14, 14, 15, 15, 15, 15, 16, 16, 17

は、平均は等しいが平均への集中の度合いが異なっている。

この3つのデータをもとに、散らばりの度合いを表す量として、分散とその平方根をとった標準偏差を定義する。

- ・データ値 x のその集団の中での相対的な位置を平均値 $\bar{x}$ からの上下の偏差として、

標準偏差 S を1単位として測った換算値 $z = \frac{x - \bar{x}}{S}$ として x の標準化を定義する。

- ・標準化した値 Z を10倍して50を加えて換算した値の偏差値を定義する。



②エクセルを用いて身長と体重のデータから標準偏差を求める実習

【資料1】 コンピュータによる統計処理(分散・標準偏差・標準化・偏差値)

身長・体重データ

番号	身長	平均との 差の平方	標準化し たデータ	偏差値
1	156	79.21	-1.26	37.4
2	153	141.61	-1.68	33.2
3	160	24.01	-0.69	43.1
4	160	24.01	-0.69	43.1
5	164	0.81	-0.13	48.7
6	169	16.81	0.58	55.8
7	172	50.41	1.00	60.0
8	176	123.21	1.57	65.7
9	169	16.81	0.58	55.8
10	170	26.01	0.72	57.2
	1649	502.9	0	500
	164.9	50.29	0	50
		7.09		

番号	体重	平均との 差の平方	標準化し たデータ	偏差値
1	58	2.25	0.13	51.3
2	40	272.25	-1.47	35.3
3	43	182.25	-1.20	38.0
4	61	20.25	0.40	54.0
5	46	110.25	-0.93	40.7
6	64	56.25	0.67	56.7
7	79	506.25	2.00	70.0
8	60	12.25	0.31	53.1
9	50	42.25	-0.58	44.2
10	64	56.25	0.67	56.7
	565	1260.5	0	500
	56.5	126.05	0	50
		11.23		

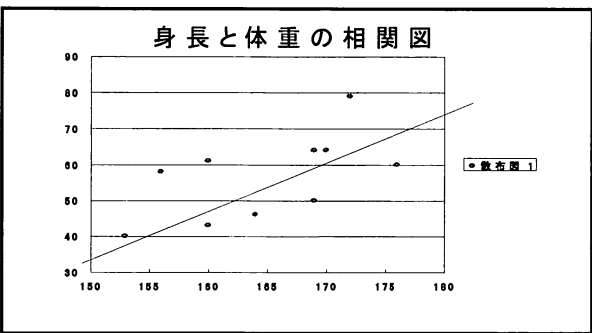
身長データの平均値、分散、標準偏差の計算

①	C14のセルに「=SUM(C4:C13)」と入力し、C4からC13のセルの総和を表示させる。
②	C15のセルに「=C14/10」と入力し、C4からC13のセルの平均を表示させる。
③	D4のセルに「=(C4-164.9)^2」と入力し、このセルをD5からD13のセルに複写する。 D4のセルに「=(C4-\$C\$15)^2」と入力して複写してもよい。
④	D14のセルに「=SUM(D4:D13)」と入力し、D4からD13のセルの総和を表示させる。
⑤	D15のセルに「=D14/10」とし、D4からD13のセルの平均を表示させる。この値が身長の分散
⑥	D16のセルに「=ROUND(SQRT(D15),2)」と入力し、D15のセルの平方根を小数第2位で四捨五入した値を表示させる。この値が身長の標準偏差
⑦	E4のセルに「=ROUND((C4-164.9)/7.09,2)」と入力し、このセルをD5からD13のセルに複写する。この値がC4からC13を標準化した値である。 E4のセルに「=ROUND((C4-\$C\$15)/\$D\$16,2)」と入力し複写してもよい。
⑧	E14、E15のセルにそれぞれ「=SUM(E4:E13)」、「=E14/10」と入力し、E4からE13のセルの総和とE4からE13のセルの平均を表示させる。標準化した値の平均は0である。
⑨	F4のセルに「=E4*10+50」と入力し、このセルをD5からD13のセルに複写する。この値が身長の偏差値である。
⑩	E14、E15のセルにそれぞれ「=SUM(F4:F13)」、「=F14/10」と入力し、F4からF13のセルの総和とF4からF13のセルの平均を表示させる。偏差値の平均は50である。

第2回

③相関図、相関係数についての講義

番号	身長	体重
1	156	58
2	153	40
3	160	43
4	160	61
5	164	46
6	169	64
7	172	79
8	176	60
9	169	50
10	170	64



平均との差		
番号	身長	体重
1	-8.9	1.5
2	-11.9	-16.5
3	-4.9	-13.5
4	-4.9	4.5
5	-0.9	-10.5
6	4.1	7.5
7	7.1	22.5
8	11.1	3.5
9	4.1	-6.5
10	5.1	7.5

相関の度合い

$$x_1'y_1' + x_2'y_2' + \dots + x_{10}'y_{10}'$$
$$= (-8.9) \times 1.5 + (-11.9) \times (-16.5) + \dots + 5.1 \times 7.5$$
$$= 477.5$$

平標準化したデータ		
番号	身長 u	体重 v
1	-1.26	0.13
2	-1.68	-1.47
3	-0.69	-1.28
4	-0.69	0.40
5	-0.13	-0.93
6	0.58	0.67
7	1.00	2.00
8	1.57	0.31
9	0.58	-0.58
10	0.72	0.67

相関係数の定義

$$r = \frac{x_1'y_1' + x_2'y_2' + \dots + x_{10}'y_{10}'}{\sqrt{(x_1'^2 + x_2'^2 + \dots + x_{10}'^2)(y_1'^2 + y_2'^2 + \dots + y_{10}'^2)}}$$

身長と体重の相関係数 r は

$$r = \frac{1}{10} \frac{(x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y}) + \dots + (x_{10} - \bar{x})(y_{10} - \bar{y})}{\sqrt{(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_{10}^2)(y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_{10}^2)}}$$

身長と体重の相関係数 r は

$$r = \frac{1}{10} \frac{(156 - 164.9)(58 - 56.5) + \dots + (170 - 164.9)(64 - 56.5)}{7.09 \times 11.23}$$
$$= 0.60$$

④エクセルを用いて「身長と体重の相関係数」を求める実習

【資料2】 コンピュータによる統計処理(相関係数①)

身長・体重データ					
番号	身長 a	体重 b	平均との差 の平方 a	平均との差 の平方 b	平均との差 の積
1	156	58	79.21	2.3	-13.35
2	153	40	141.61	272.3	196.35
3	160	43	24.01	182.3	66.15
4	160	61	24.01	20.3	-22.05
5	164	46	0.81	110.3	9.45
6	169	64	16.81	56.3	30.75
7	172	79	50.41	506.3	159.75
8	176	60	123.21	12.3	38.85
9	169	50	16.81	42.3	-26.65
10	170	64	26.01	56.3	38.25
	1649	565	502.90	1260.5	477.5
	164.9	56.5	50.29	126.05	47.75
					0.599737

身長と体重の相関係数の計算

①	C14のセルに「=SUM(C4:C13)」と入力し、C4からC13のセルの総和を表示させる。
②	C15のセルに「=C14/10」と入力し、C4からC13のセルの平均を表示させる。
③	D14のセルに「=SUM(D4:D13)」と入力し、D4からD13のセルの総和を表示させる。
④	D15のセルに「=D14/10」と入力し、D4からD13のセルの平均を表示させる。
⑤	E4のセルに「=(C4-164.9)^2」と入力し、このセルをE5からE13のセルに複写する。 E4のセルに「=(C4-\$C\$15)^2」と入力して複写してもよい。
⑥	E14のセルに「=SUM(E4:E13)」と入力し、E4からE13のセルの総和を表示させる。
⑦	E15のセルに「=E14/10」とし、E4からE13のセルの平均を表示させる。この値が身長分散
⑧	F4のセルに「=(D4-56.5)^2」と入力し、このセルをF5からF13のセルに複写する。 F4のセルに「=(D4-\$D\$15)^2」と入力して複写してもよい。
⑨	F14のセルに「=SUM(F4:F13)」と入力し、F4からF13のセルの総和を表示させる。
⑩	F15のセルに「=F14/10」とし、F4からF13のセルの平均を表示させる。この値が体重分散
⑪	G4のセルに「=(C4-\$C\$15)*(D4-\$D\$15)」と入力し、このセルをG5からG13のセルに複写する。
⑫	G14のセルに「=SUM(G4:G13)」と入力し、G4からG13のセルの総和を表示させる。
⑬	G15のセルに「=G14/10」とし、G4からG13のセルの平均を表示させる。この値がaとbの共分散
⑭	H15のセルに「=G15/SQRT(E15*F15)」とする。この値が a と b の相関係数

⑤「惑星の公転周期と太陽からの平均距離」を求める実習

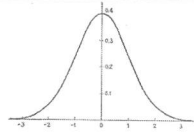
【資料3】 コンピュータによる統計処理(相関係数②)

公転周期と太陽からの平均距離					
惑星	公転周期 T (年)	太陽からの平均 距離 a (10 ⁸ km)	平均との差 の平方 T	平均との差 の平方 a	平均との差 の積
水星	0.2409	0.579	3593.08	297.6	1033.992
金星	0.6152	1.082	3548.35	280.5	997.5724
地球	1.0000	1.496	3502.65	266.8	966.6264
火星	1.8809	2.279	3399.16	241.8	906.5882
木星	11.862	7.783	2334.94	100.9	485.4243
土星	29.458	14.294	944.04	12.5	108.6068
天王星	84.022	28.750	568.29	119.3	260.3486
海王星	164.774	45.044	10939.23	740.7	2846.461
冥王星	247.796	59.152	35198.55	1707.6	7752.765
	541.6490	160.459	64028.30	3767.5	15358.38
	60.18322	17.82877778	7114.255	418.6141	1706.487
					0.988852

第3回

⑥ 正規分布，母集団と標本についての講義

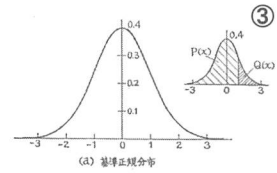
基準正規分布



②

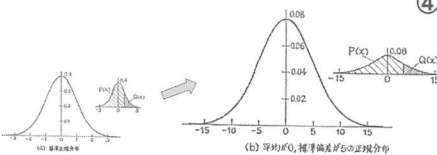
図の曲線を、分布の形として考えるとき、これは「正規分布」と呼ばれる。特に横軸と縦軸の目盛りが、ここに記入してある値のとき、これは「基準正規分布」と呼ばれる。規準正規分布は左右対称で、中心のXの値は0で、曲線の下面積は1である。

一般の正規分布は、曲線の下面積が1であるという条件のもとで、この曲線を左右に移動したり、平べったくしたり、とがらせたりしたものである。



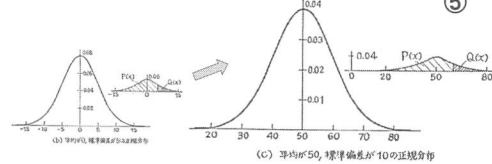
③

図(a)は基準正規分布であり、平均が0、標準偏差が1の正規分布という。



④

図(b)は図(a)を5倍に広げて、縦を1/5にした正規分布であり、平均が0、標準偏差が5の正規分布という。



⑤

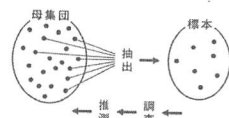
図(c)は、図(b)をさらに横に2倍、縦に1/2にし、右に50だけ移動させた正規分布であり、平均が50、標準偏差が10の正規分布という。

⑦ 母平均の推定についての講義

統計調査には、調査の対象となるものをもれなく調べる全数調査もあるが、全数調査では多くの時間、費用及び労力がかかり、実用的でないこともある。そこで、標本を抽出して調査し、その結果から全体の性質を推測する標本調査が必要となる。標本調査の必要性和その考え方について次のように講義を行った。

標本調査

調べたい対象全体の資料から一部を抜き出して調べ、その結果から、全体の状況を推測する。

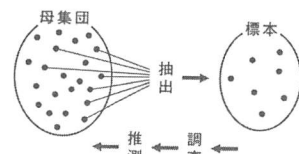


母集団：調べたい対象全体の集合

標本：調査のために母集団から抜き出された要素の集合

■ 母平均の推定 ■

母平均がわかっていないある母集団から無作為に抽出された標本の標本平均を用いて、母平均を推定することを考えてみよう。



母集団における変数 x の分布を
母集団分布 という。

その平均値を母平均、

標準偏差を母標準偏差という。



母平均 m 、母標準偏差 σ の母集団から抽出された大きさ n の標本平均 $\bar{x}$ に対して

$$z = \frac{\bar{x} - m}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{\sqrt{n}(\bar{x} - m)}{\sigma}$$

を作れば、 z は近似的に基準正規分布に従う。

正規分布表より

$$P(|z| \leq 1.96) \approx 0.95$$

となることがわかる。

この式は、次のように変形できる。

$$P(m - 1.96 \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \bar{x} \leq m + 1.96 \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}) \approx 0.95$$

$$\text{すなわち } P(\bar{x} - 1.96 \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq m \leq \bar{x} + 1.96 \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}) \approx 0.95$$

この式から、区間

$$\bar{x} - 1.96 \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq x \leq \bar{x} + 1.96 \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

が m の値を含むことが、およそ0.95の確率で期待できることがわかる。

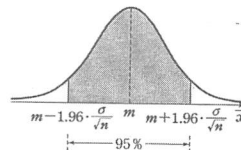
この区間を、母平均 m に対する信頼度95%の信頼区間という。

信頼区間は、閉区間を表す記号[]を用いて、次のように書かれる。



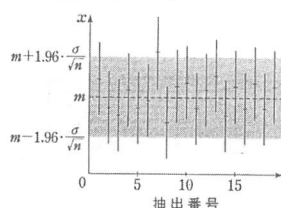
母平均 m に対する信頼区間を求めることを、

という。



標本から実際に得られる平均値 $\bar{x}$ は、抽出される標本ごとに異なり、母平均 m と一致しないことが多い。

しかし、無作為標本の抽出を繰り返し行い、上で述べた信頼区間を多数つくと、その中には m を含むものが95%程度あることが期待される。



母平均 m の推定には、母標準偏差 σ を用いているが実際には σ の値はわからない場合が多い。

しかし、標本の大きさ n が大きいときには、

ことが知られている

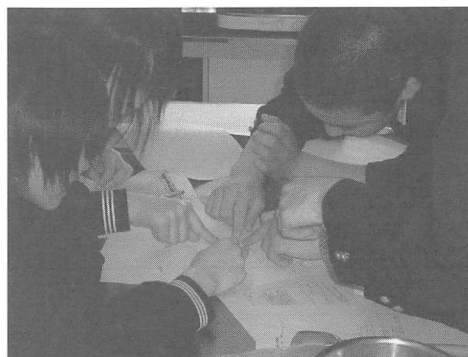


第4回

⑧米粒を用いた推定の実習

標本を抽出して調査し、その結果から全体の性質を推測する標本調査として、180cc計量カップの中の米粒の数を推定する実習を行った。

玄米をよくかき混ぜてから5ccの計量スプーンで「すり切り一杯」をとってその中に米粒が何粒入っているかを調べる。これを25回分行い、これら25個のデータの標本平均、標本標準偏差から、信頼度95%の信頼区間を求める。これをもとに、180cc計量カップの米粒の数を推定した。



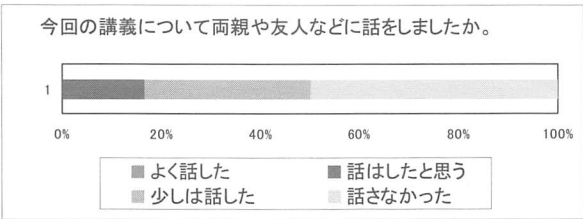
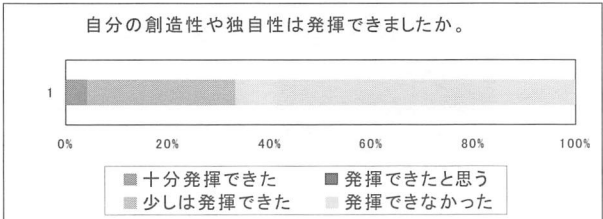
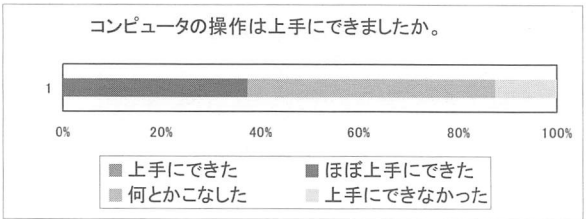
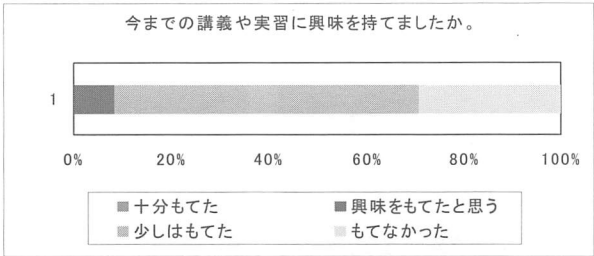
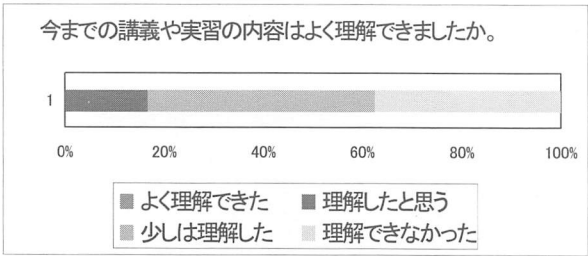
【資料4】 コンピュータによる統計処理(米粒の数をを用いた推定)

第_____班 氏名_____

米粒データ(5cc計量スプーン)		
実験番号	米粒の数	平均との差の平方
1	210	946.1776
2	186	45.6976
3	191	138.2976
4	184	22.6576
5	162	297.2176
6	145	1172.378
7	157	494.6176
8	167	149.8176
9	157	494.6176
10	179	0.0576
11	181	3.0976
12	180	0.5776
13	163	263.7376
14	162	297.2176
15	152	742.0176
16	200	430.9776
17	178	1.5376
18	192	162.8176
19	194	217.8576
20	196	280.8976
21	207	770.6176
22	221	1743.898
23	186	45.6976
24	168	126.3376
25	163	263.7376
合計	4481	9112.56
平均	179.24	364.5
個数	25	19.09

標本平均	179.24
標本標準偏差	19.09
±の値	7.48
信頼度95%の信頼区間	171.76 186.72
1合(180cc)の米粒の数	6183 から 6722

(c) 成果



(d) 生徒のレポート

講義や実習の結果分かったこと

- ・個々にばらばらになっていて特徴的な傾向や規則性が見えない現象（データ）でも、集団としてみた場合さまざまな傾向や規則性が浮かび上がってきているのが見られた。また、それらをグラフに表すことで同じ結果の数値が出てきても、グラフの数値には散らばっているところがあったり、密集していたりと違いが見られた。
- ・今回の講義で、平均が同じでも平均への集中の度合いが異なっているというデータを、それぞれの散らばりの度合いを数値として出して比較することができることが分かった。また、実習では180ccの米粒の数をすべて数えなくても信頼度95%で何個あるか推定できることに驚いた。今回の米粒の数は計算すると6183以上6722以下とでたが、これがもし工業などで作られる製品で、何百万とあるものだったら、母集団を数えるよりも標本から母集団を推定した方が速いし、信頼度95%と信頼できる値が出てくるのでよいと思う。
- ・調べたい対象が大きくても、その全体の資料から一部を抜き出して調べ、その結果から全体の状況を推測することができることが分かった。その実習として、米粒の数の推定を行った。5ccの計量スプーンで米粒の数を数えることを25回行った。標本平均は179.24、標本標準偏差は19.09、信頼度95%の信頼区間で171.76~186.72（個）、180ccの計量カップの中には6183~6722（個）であることを求めることができた。

自分が講義や実習を通じて変わった点

- ・データの集団をいろいろな観点から見ることで、その集団の特徴がよく分かってくるし、新しい発見があることが分かった。それぞれのグラフにはそれぞれの意味があるから、上手に活用することが大切であることも分かった。統計は標本から母集団が求められて便利であるけれど、標本のデータが間違っていたら全然違う結果でてくるから、小さな一つ一つの実験でもしっかりとしないといけないと思った。今後、統計を用いてより正確な実験を行っていききたい。
- ・自分が一番大きく変わった点は、統計の重要性を知ったことだ。大学や社会で役に立つことは間違いなく、さらに統計を学ぶ機会があればいいと思う。また、パソコンによる実習を通して表計算の使い方にも少しずつなれてきたように感じた。これからもエクセルやパワーポイントなどを利用する実習を行っていききたいと思う。

(e) 課題

「統計の基礎」を4週にわたり講義と実習を行った。今回は初めて数学の分野として統計を学んだ。実験や観察、調査によって得られた資料を整理し、そこから新たな情報を引き出すことは、自然科学や社会科学の諸分野で広く行われている。この統計の考え方は、数学と社会の関わりの中で特に大切である。とりわけ、標準偏差や相関係数は統計の考えを学習するための基礎となるものであり、十分な理解を図ることが大切である。指導に当たっては、表計算用のソフトウェアを用いて資料の分析を行う実習や実際に標本を抽出するなどの具体的な作業を通して、母集団を推定できることを体験した。全体で7時間という制約があり、理解を深めるだけの十分な時間を掛けることができなかった。

2. リモートセンシングによる環境調査

(株) タイロス代表取締役 渡部 紳二 氏

(a) ねらい

本授業では人工衛星NOAAやLANDSATの画像解析の方法を学び、リモートセンシングによって地球規模の環境変動を調べる手法について学んだ。そして特に地元能登をはじめ、北陸各地域の環境についてどのような特徴があり、どのような変化が起きているかを調べた。

こうした学習によって広い視野で地球環境問題について考えるようになること、そして科学的な探究心を深めつつ様々な自然環境を分析する能力を高めていくことが課題である。

(b) 実施状況

ア 実施日、実施番号、実施場所

5月27日（金）13:10~16:00	本校コンピュータ室	講義、実習
6月24日（金）13:10~16:00	本校コンピュータ室	実習

イ 参加生徒 2年生理数科(26H)生徒37名

ウ 内容

① 講義

- ・リモートセンシングとは、離れた位置から衛星や航空機のセンサーで観測することによって対象物に直接触れることなく計測・分析を行なう技術である。
- ・リモートセンシングに用いられる代表的な人工衛星にNOAAとLANDSATがある。NOAAは軌道高度約870kmの極軌道衛星であり、赤外線放射と可視光線を4つのバンドで観測している。LANDSATは軌道高度約705kmの地球観測衛星で、7つのバンドによる観測が行なわれている。

② 実習 1

- ・NOAAによる冬の日本付近の画像から、季節風の影響で日本海側と太平洋側で天気がどのように異なるかを調べた。
- ・夏の台風の画像から、台風の様子を分析した。台風中央付近の雲頂高度を調べると、台風の目の部分には雲が無く、その周囲には厚い雲が形成されていることがわかる。
- ・夏の太平洋の海水温の分布から、日本近海で黒潮が蛇行していることが分かる。
- ・LANDSATによる画像から、能登半島に植生のない能登空港の滑走路が識別できる。
- ・同様にして和倉温泉付近のゴルフ場、春の立山周辺で雪の中を進む立山黒部アルペンルート、河北潟干拓地での稲作と異なる耕作物などが観察できる。

③ 実習 2

- ・石川県周辺の様々な地域について、1995年と2001年のLANDSAT衛星による画像データから、どのような場所でどのような変化が見られるか分析した。
- ・七尾付近：和倉周辺でゴルフ場などの開発が進み、植生が減っていた。
- ・能登島：海岸付近で海水浴場や温泉施設などリゾート開発が進んでいた。
- ・富来：道路、堤防が新たに作られている。
- ・金沢市：金沢港に堤防が出来、土砂が堆積していた。また金沢市を一周する環状道路の建設が進んでいた。
- ・奥能登：能登空港の開港によって、森林が多く伐採されていた。
- ・千里浜海岸：海岸線の形が変形していた。侵食か護岸工事のいずれかが原因か。
- ・宝達山周辺：植生が減り、建造物、ゴルフ場、道路が多くなっていた。
- ・手取ダム周辺：植生、建造物など大きな変化は確認されなかった。

(c) 成果

- ・リモートセンシング、すなわち衛星で見た画像から様々な地表での変化を解析することに生徒は大いに関心を抱き、実習にも積極的に取り組んでいた。
- ・過去と現在の衛星画像を比較することで、その土地の環境変化を熱心に分析していた。
- ・衛星画像のバンド（異なる波長域の画像）を組み合わせることで様々な測定ができることを学び、分析の際に活用していた。
- ・開発とともに植生などの破壊が進んでいることを実際に調べることで、環境問題についてより関心を抱くようになった。

(d) 生徒の感想から

- ・(リモートセンシングによる)画像ではっきりと見えることで、改めて人間は自然環境に多大な影響を及ぼしていることを実感した。便利さと引き換えに環境を破壊しているという意識をしっかりと持たなければいけないと思った。
- ・衛星を使ったリモートセンシングで、上空から地表を見ることで、いかに私たちが環境問題を軽視しているかが目で見てわかった。
- ・リモートセンシングという技術は我々の今日住んでいる地球の姿を映し出すものである。もちろん天気予報など我々の生活に役立つものも数多い。しかし利便性をいつまでも追い求めるのはもうやめるべきだ。これらの技術が森林の砂漠化や地球温暖化などの地球環境問題を解決するための1つの手段となることを望む。

(e) 課題

今回の授業は、身近な環境問題を人工衛星画像を用いて分析するという、生徒にとって分かりやすく、かつ興味を引く内容であったことから、生徒の関心は非常に高く、様々な地域のリモートセンシングにも大変熱心に取り組んでいた。実習では、身近な地域での自然環境の変化を生徒自身が確認することができた。リモートセンシングの手法によって、先端科学が体験するとともに、環境問題を考える大変有意義な授業となった。課題としては、2回目の実習で行なったリモートセンシングによる各地域の経年比較では、こちらで準備したデータが少なかつたため、多くのデータから生徒自身が選択できるようにすればさらに主体的な取り組みになっていたと感じた。また分析ソフトウェアの習熟も、この授業の成否を大きく左右していた。こうした準備や内容習熟のための時間配分が今後の課題である。

3. 電磁波講座

金沢大学大学院自然科学研究科 長野 勇 教授

(a) ねらい

現代の生活において電磁波(電波)は欠かすことができないものとなっている。身近なテレビ放送や携帯電話はもちろん、医療現場や商品の価格読取装置など、その活用範囲は幅広い。

本講座では、電磁波の発生や原理、利用に至るまでの歴史など基本的事項にを学習し、実習を通して電磁波の応用技術が、基礎的な理論の組み合わせによって成り立っていることを理解させる。

(b) 実施概要

ア 実施日、実施番号、実施場所

6月16日(木) 14:10~16:00

本校物理実験室 講義

6月18日(土) 10:00~15:00

本校物理実験室 講義、実習

イ 参加生徒 2年生理数科(26H)生徒37名

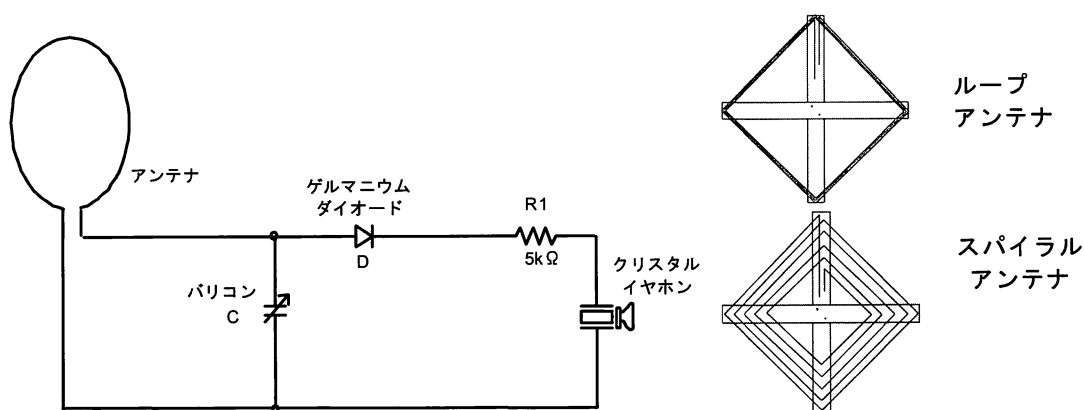
ウ 内容

① 講義

- ・電磁波は磁界と電界が空間を光速で伝わっていく現象である。実習で受信する中波放送は周波数が約1[MHz]、波長は約300[m]となる。
- ・電磁波はマクスウェルが存在を予言(1850年)しマルコーニが無線通信を成功(1895年)させるまでに30年以上の年月を要した。
- ・マルコーニは、無線通信技術で特許を取った。現代も同様に特許の時代である。最近では青色発光ダイオードの発明や、携帯電話内蔵の小型アンテナの特許等の例がある。
- ・現代の社会では放送波をはじめ、多くの電磁波にあふれている。家屋の屋根には、衛星放送用のパラボラアンテナや、地上波受信用の八木アンテナが、また各地に携帯電話の基地局が建設されている。
- ・カーナビゲーション、高速道路での料金支払いシステムとしてETCが普及してきた。

② 実習

以下のような回路でゲルマニウムラジオを製作する。



近隣3局(NHK第1:540[KHz], MRO:1107[KHz], NHK第2:1467[KHz])の中波放送を受信するため、共振周波数の式からコイルのインダクタンスL、バリコンの電気容量Cを計算し測定を行う。

以下の点に関して考察する

- ・計算通りに3局の受信ができたか。
- ・ループアンテナの方向と受信感度の変化の関係について。
- ・3局の受信感度の比較とその理由について。
- ・ループアンテナとスパイラルアンテナの比較。

(c) 成果

- ・全ての班の製作で放送を受信することが出来、アンテナの方向などによる感度の違いなどを実験することが出来た。
- ・共振周波数を計算することで、手順どおりにただ製作するのではなく、科学的な根拠に基づいた製作手順の理解が得られた。
- ・共振や電磁波の性質に関する基礎的な理解が得られた。

(d) 生徒の感想

- ・電源を使うことなくラジオを聴くことが出来たので、電波は見えないながらも大きなエネルギーを持っていると考えることが出来るようになった。
- ・ラジオや携帯電話で電波を受信することを今までは深く考えたことはなかったが、改めて考えてみると、この空気中を電波がものすごい速さで進んでいることが、目には見えないので実感することは出来ないがすごいことだと思う。
- ・電磁波の考え方が少しは身についた。今まで電磁波と言われても何のことかピンとこなかったので大きな変化だと思う。
- ・今回の実験では、導線の被覆を削り忘れたり、計算ミスをしたりと基本的なところでミスをして、それが結果を大きく左右した。こうしたところをしっかりとしないと発展的なことは出来ない。基本的なことこそ集中すべきと思った。

(e) 課題

単純な製作であるからこそ、理論をしっかり理解して行なってほしい課題であった。共振周波数の計算までは多くの生徒が行なうことが出来たが、コンデンサーの電気容量やコイルのインダクタンスなど電気的な事柄については未習分野でもあり理解できない生徒が多かった。そのため、ループアンテナでは近接した導線同士が電気容量を持ってしまい、共振周波数がずれることまで考察できた生徒は少数であった。ある程度の知識を事前指導で学習しておけば、より効果的だったと思われる。全ての班で製作及び放送の受信が達成でき、また電磁波についての理解や関心が深まっていただけに今後改善していきたい。

4. 貝紫とその化学（講義実習）

元県立高校教諭 日吉 芳朗 先生

(a) ねらい

地元でとれるアカニシ貝を教材として、有機化学・繊維化学・生物・英語・地理・政治経済・世界史を総合的に学ぶ。

(b) 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

6月24日（金）13:10～14:00	26H教室 事前学習
7月 8日（金）14:10～16:00	本校化学実験室
7月14日（木）15:10～17:00	本校化学実験室

イ 参加生徒 2年生理数科（26H）生徒 37名

ウ 内容

- ① 事前学習～英語論文講読～
 - ・貝紫に関する英語論文を講読・翻訳した。
- ② 貝紫の歴史・地理的背景について
 - ・貝紫が、政治的・宗教的背景によってその価値を高めていったことを学んだ。
 - ・貝紫が行われていた地域をグローバルにとらえた。
- ③ 貝紫の生成
 - ・七尾北湾に生息するアカニシ貝を用いて当時の染色法を再現、その方法を実際に体験した。
- ④ 貝紫の分析
 - ・簡易クロマトを用い、色素を分離した。
 - ・パイルシュタイン反応でハロゲンの検出を行った。
 - ・構造について、インジゴと比較しながら学習した。

(c) 成果

- ・論文講読を通じて、専門用語や科学論文の表現方法に慣れ親しんだ。
- ・歴史的背景や地理的背景との関わりに触れることにより、教科相互の関連を総合的に学習した。
- ・生物の解剖を体験し、鰓下腺（さいかせん）など種独特の器官の観察ができた。
- ・クロマトグラフィーの方法とその原理について、体験的に理解することができた。

(d) 生徒の感想

- ・染色技術が未発達で養殖の概念さえ存在しなかった時代、自国で貝が獲れなくなると他国への侵略がおこったであろう。植民地政策の一因となっていたような気がする。
- ・あらゆる教科を併せて学ぶと、探究心が増幅されるということを実感できた。
- ・クロマトグラフィーの創始者は、死後にその研究を認められたそう。我々愚かな凡人が偉人たちを

生きている間苦しめているのかと罪悪感を覚えた。

- ・SSH各種事業で学んでいる最新先端技術がどのような基礎の上になりたっているのか、化学の原点ともいえる歴史上の実験に取り組むことができ、有意義だった。

(e) 課題

生物を用いる実験は季節的な制限がある。この貝は冬季にしか採取できない上、日差しの強い初夏に実験するのが好ましい。冷凍保存がきき年間を通じて利用することはできるのであるが、何せ高価である。

実験に用いた貝を無駄なく使い、さしみや煮物などにして、命の尊さにも触れる予定であったのだが、生徒の手際の悪さと貝の足の速さからそれはできなかった。地元の食材への興味・関心を高める工夫を加え、さらには「食育」へと発展させたい。

5. 波による海岸侵食

金沢工業大学工学部環境土木工学科 鷲見 浩一 助教授

(a) ねらい

海岸線の後退を防ぐ対策として護岸堤の建設や人工リーフの設置が進められている。しかし、このことが逆に海岸の侵食を進めたり、海岸の景観を損なう結果となっている。

本講座を通して、自然環境に科学的な関心を寄せる姿勢を身につけさせるとともに、科学技術と環境との共存を意識できるようにさせる。

(b) 実施概要

ア 実施日、実施番号、実施場所

- 7月1日(金) 14:10~16:00 ① 本校物理実験室 講義
7月2日(土) 10:00~15:00 ② 金沢工業大学環境土木工学科水理実験室
ライブラリーセンターマルチメディア考房・講義・実習

イ 参加生徒 2年生理数科(26H)生徒37名

ウ 内容

① 講義

- ・技術者として、自然環境と調和をはかる技術が今後より一層求められる。
- ・第2次大戦によって国土整備が停滞していた昭和20年代から、新海岸法が施行され、自然環境と調和を図った海岸環境を作り出す努力がなされている現在に至る海岸工学の歴史について。
- ・持続可能な開発を達成するためには環境保全をさらに進めた環境創造が必要である。
- ・海岸工学の環境アセスメントの手法について。
- ・水理模型実験と数値シミュレーションについて。

② 講義・観察(金沢工業大学環境土木工学科水理実験室)

- ・金沢工業大学の環境土木工学科水理実験室で、波の性質や、波による海岸侵食について、また造波機が造り出す波について学習した。
- ・海浜、汀線、沖浜、外浜といった海岸に関する概念について。
- ・タイプⅠ(侵食形)、タイプⅡ(中間形)、タイプⅢ(堆積形)の砂浜の分類
- ・海岸侵食に大きな影響を及ぼす碎波とその種類、すなわち崩れ碎波と巻き碎波について。
- ・造波装置を備えた大型水槽で、波高や周期を変えた様々な波を発生させて、水面が乱れる碎波や実際に砂浜が侵食される様子を観察した。

③ 実習(金沢工業大学ライブラリーセンターマルチメディア考房)

- ・護岸堤の設置による海岸の変形をコンピュータでシミュレーションした。
- ・FORTRANによる海岸侵食シミュレーションによって、入射波波高や入射波周期を変えながら、突堤(防波堤)による海岸線の侵食を調べた。

(c) 成果

- ・講師の鷲見浩一先生は、「自然環境と調和をはかる技術」が今後より一層求められるということを幾度も強調されていた。生徒のレポートからは、こうした考え方に共感を感じたものが多かった。
- ・海岸侵食をきっかけとして土木工学や自然環境に関心を寄せるようになっただけでなく、環境との共存も意識できるようになった生徒も多かった。

- ・海岸侵食のシミュレーションをきっかけに、自然を理解するには様々な要素(パラメーター)が関係していることが理解できたようである。またこうした複雑な要素の解析にコンピュータによるシミュレーションが効果的であることも体験できた。

(d) 生徒の感想

- ・温暖化による砂浜の減少は知っていたけれど、侵食もその要因のひとつと初めて知った。しかもそれが深刻な問題になっているのでびっくりした。このことはあまり一般には知られていないようなので、もっと現状を伝えるべきだと思う。
- ・海に対する興味・関心が増えた。波による砂浜の侵食をもっと調べてみたいと思った。(中略)またあの先生の話が聞きたいと思った。
- ・波に対する意識が大きく変わった。海岸が後退しているのは地球温暖化で海面が上昇しているからだと思っていたが、波によるものだったとは。(中略)波を計算でもっと細かく調べることなんて本当にできるのだろうか。こんなことを考えるのも波について少しは理解できたからだと思う。
- ・土木工学は自然のことを考え、その上で人間のために開発を行なっているという環境を考えた分野であると思うようになった。

6. 薬効成分の抽出・化学修飾

金沢大学薬学部 太田 富久 教授

(a) ねらい

オウレンやオウバクの薬効成分であるベルペリンの薬効や構造を学び、塩化ベルペリンの結晶として抽出する。また、還元により構造を変化させる実験を通して、製薬の手法を体験する。

(b) 実施概要

ア 実施日、実施場所

10月14日(金) 10:00~15:00 金沢大学薬学部

イ 参加生徒 2年生理数科(26H) 生徒37名

ウ 内容

① 講義・実験説明

- ・生薬としてのオウレン・オウバクについて、薬効とその成分、さらに和漢薬と西洋医薬の違いなどについて学習。
- ・実験の手順の説明。

② 実験

オウレン・オウバクからの塩化ベルペリンの抽出

- 1) 細切したオウレン(オウバク) 90gを500mlのナス型フラスコに入れ、250mlのメタノールを加えて1時間加熱還流(ジムロート冷却器使用)する。(オウバク末から泡が出るので沸石不要) 水浴温度は70℃前後に保つ。抽出が終わったらフラスコを取り出して冷えるまで待つ。
- 2) 抽出液は、300mlの三角フラスコに綿栓濾過した後、濾液を500mlのナス型フラスコに移し、エバポレーターで20mlに減圧濃縮する。
- 3) 上記の濃縮物に2Nの塩酸を30ml加え、10分間振盪した後、酢酸エチル(EtOAc)を30ml加え、5分間振盪する。析出した結晶を吸引ビンとブフナーロートを用いて濾取する。(塩化ベルペリン粗結晶)
- 4) 塩化ベルペリン粗結晶を100mlの三角フラスコに移し、MeOH 20mlを加え、水浴加熱して溶かし、アルミ蓋をして一晩放置(すぐに析出することもある)する。
- 5) 析出した結晶をブフナーロートで濾取し、濾紙で挟んで乾燥させる。

塩化ベルペリンの還元

- 6) 5)で析出した結晶の500mgを50mlの三角フラスコに入れ、MeOH 15mlおよび水2mlを加えて完全に溶かし、さらに水3mlを加える。これに、200mgのNaBH₄を5回にわけてくわえる。(一気に加えないこと)
- 7) 反応が進むにつれて溶液に色は薄くなり、淡い黄色になる。この際、反応生成物が析出する。約20分後目皿ロートを用いて結晶を濾取し、0.5mlの水でよく洗う。
- 8) 結晶を濾紙に挟んで乾燥した後、この結晶の少量をMeOHに溶かす。あわせて塩化ベルペリンの粗結晶もMeOHに溶かす。
- 9) シリカゲルTCL板の下数cmのところに、鉛筆で薄く線を引き、等間隔に塩化ベルペリン粗結晶と塩化ベルペリンの還元生成物をスポットし、よく乾燥させる。

- 10) T C L 板の展開槽には展開溶媒である CHCl_3 - MeOH (15 : 1) の混合溶媒を入れる。
(あまり入れすぎないこと)
- 11) 展開槽内に 9) の T C L 板を静かに入れる。スポット原点が展開溶媒に浸らないように気をつける。
- 12) T C L 板を展開溶媒が毛細管現象によって上昇していくのが確認できる。展開溶媒が T C L 板の上端の一手手前にまで上り詰めたら、展開を終了し T C L 板を引き上げる。
- 13) T C L 板上の展開溶媒が完全に乾燥してから UV を照射し、スポットが展開したことを確かめ、
ドラージェンドルフ試液を噴霧して検出する。(T A が担当)
* ベルベリンの抽出・還元実験には、大学が作成した実験の手引きを用いた。その際、薬学部院生が班毎に 1 名ティーチングアシスタント (T A) として指導にあたった。

(3) 成果

- ・薬効成分を単離抽出する手法について具体的に知ることができた。
- ・薬効成分の分子構造を変化させる手法やその目的などを学ぶことができた。
- ・薬学 (製薬) に対する興味関心が深まった。

(4) 生徒のレポート

- ・オウレンやオウバクからベルベリンを抽出することは、比較的容易であるという説明であったが、結構時間がかかり最終的にはわずかしき取れなかった。数ヶ月を費やすことも珍しいことではないとのこととても驚いた。
- ・粗結晶の段階では、オウバクよりオウレンの方が多量のベルベリンを含んでいるように思われたが、実際にはオウバクの方が多く抽出したが、不純物の含有量の違いであることがわかり納得できた。
- ・和漢薬 (生薬) は、効き目が穏やかであり体に優しいということがわかり、良い勉強になった。
- ・ベルベリンはアルカロイドの一種であり、塩化物の形で抽出することができるという理論的な理解ができて良かった。

(5) 課題

内容的に比較的受け入れやすかったこともあり、生徒は関心を持って積極的に取り組んでいたように思われた。ただ今回の実験は時間の制約もあり、定量的なデータを得ることができなかった。今後、抽出成分の定量までの実験計画を組むことを考えていきたい。

7. 食品成分の機能

石川県立大学 榎本 俊樹教授

(1) ねらい

海藻よりアルギン酸を抽出し、小腸のモデルを用いてその効用を調べる。

(2) 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

12月 2日 (金) 13:10~16:00 ①⑦ 本校化学実験室 事前学習

12月21日 (水) 10:00~15:30 ②⑩ 石川県立大学

イ 参加生徒 2年生理数科 (26H) 生徒 37名

ウ 内容

① 事前学習

- ・糖類・タンパク質・消化酵素についての基礎知識 (化学Ⅱの内容=生徒は未履修)
- ・アルギン酸やマンノースに関する知識
- ・飲料水中の食物繊維の沈殿実験

② 実験

- ・ワカメからのアルギン酸の抽出
- ・限外濾過容器を用いての、小腸でのグルコース吸収に対してアルギン酸が及ぼす影響に関する実験と考察。
- ・ラットを用いて行うアルギン酸が血糖値に与える影響を調べるための実験方法の演示。

③ 見学

- ・石川県立大学内の施設・図書館等の見学

(3) 成果

- ・アルギン酸の生体調節作用について考察すると共に、食物繊維の役割について理解を深めることができた。
- ・「食」の大切さを考えるきっかけとなった。
- ・ラットを使用する実験で、命の大切さを実感できた。
- ・農業研究に関する最新高度な施設を見学することができた。

(4) 生徒のレポート

- ・以前にもラットの解剖を経験したが、やはり心が痛んだ。化学には常に倫理問題がつきまとうものだと実感した。
- ・単においしいというだけでなく、身体に良いものを選んで摂取していこうと思った。食品を化学的な目で見るようになった。
- ・今回は、予想を立てて実験に望むことができた。実験の意味を深く理解してから行うことによって、楽しさが増すということに気付いた。
- ・今回の実験では、失敗を通してなぜこのような結果になったのか、どこの過程で間違えたのかなど、深く考察することができた。
- ・食物繊維が多く含まれる食材は、昔ながらの「健康食品」である。この素晴らしい食文化を次の世代にも受け継いでいかなければならない。

8. I a 型超新星と銀河の距離

埼玉県立豊岡高等学校 原 正 教諭

(1) ねらい

約 137 億年前にビックバンによって宇宙は誕生し、膨張し続けている。膨張に伴い我々の知っている物質（原子等）が作られ、今現在自分たちが認識している宇宙が形成された。

すばる望遠鏡等各天文台から提供される *FITS* データを *Paofits* のメンバーによって開発された解析ソフト（マカリ）を利用して解析する。超新星の絶対等級、それを用いた銀河までの距離を算出する。

(2) 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

12月 3日（土金） 8:30～12:30 本校物理実験室 コンピュータ室

イ 参加生徒

2年生理数科（26H）生徒数37名

ウ 内容

- ・星の絶対等級と超新星の基本的学習を行い、I a 型超新星の絶対等級が一定であることを学習し、銀河にある I a 型超新星の見かけの明るさを測定することで、銀河までの距離を測定できる。
- ・CCDを用いて光子数を測定しており、光子数により星の明るさが決定される。*FITS* データはこれらをデジタルデータとして保存したものである。
- ・マカリ（国立天文台等が開発した天文教育普及用画像解析ソフト）を用いて、*FITS* データを解析する方法を学習し、I a 型超新星のデータからそれが属する銀河までの距離を測定する。

(3) 成果

- ・CCDで測定した I a 型超新星の明るさを調べることにより、銀河までの距離を測定できること（暗いものほど遠くの星）を理解した。
- ・観測データ（*FITS* データ）は誤差を含んでおり、データのグラフ化（フィッティング）、有効数字の重要性を学んだ。
- ・銀河までの距離を求めることで宇宙の大きさやを知り、また、自分で簡単にできることを知り、宇宙への関心を深めることができた。

(4) 生徒のレポート

- ・10種類のグラフの最高光度を読み取り、I a 型超新星の絶対等級を割り出してその値を元にして銀河までの距離を計算したが、自分で読み取っているのに誤差が大きく出るのはおかしいかと心配していたが、誤差範囲内の値になったので安心した。
- ・超新星というものを初めて聞いた。宇宙でそのようなことが起こっているのかと考えるとたいへん神秘で思える。超新星は1つの銀河で1000年に1度という稀な現象だが、くまなく観測すればどこかで見つかるということで、宇宙は広いんだなと改めて思った。

- ・実験などから考察して結果を出すためには専門的な知識を身につけておけばいいと思っていたが、今回の実験を通して小さな誤差が大きな結果の違いとして現れることがわかり、根気よくデータを蓄積し、より正確で信頼性のあるデータを集めることが大切だと感じた。

(5) 課題

宇宙の大きさを直に感じることでできる教材で、天文への関心を多く集めた。たくさんのデータを用いて解析していく手法は、この後の基本となるものでたいへん有用なものであった。講師との打合せで事前学習の必要性を話し合い、実施しないで迎えた講座だが、超新星爆発に関しては予備知識があった方が、内容的により深められたと思われる。

冬季に遠方より講師を迎えることとなり、交通手段に心配が生じた。講師の決定に多少時間を要したのが影響した。

9. 微分方程式

(1) ねらい

さまざまな自然現象を解明しようとする際、まず実際に起こっている現象をよく観察し、次にどのような仕組みでその現象が生じるのかを考察する。この現象を解析し、予測するために、微分方程式が取り入れられることがある。微分方程式をたて、その解法を学ぶことで、数学的思考力の向上を目指す。

(2) 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

- | | | |
|----------------------|---------|------------------|
| 1月13日(金) 14:10~16:00 | ① 26H教室 | 担当 本校教諭 |
| 1月20日(金) 14:10~15:00 | ② 26H教室 | 担当 本校教諭 |
| 2月 3日(金) 14:10~16:00 | ③ 物理実験室 | 担当 本校教諭 |
| 2月24日(金) 14:10~16:00 | ④ 26H教室 | 担当 金沢大学 宮川 鉄朗 教授 |

イ 対象生徒 2年生理数科(26H)生徒 37名

ウ 内容

①速度と走行距離、微分方程式の考え

時間の関数として速度の変化の状況がわかっていれば、走行距離は、速度を時間について定積分することによって得られる。この考えをもとにして、走行距離を求める。

いくつかの例から、速度が時間の関数として与えられたとき、この速度で走る自動車の走行状態を示す関数を求めることを、微分方程式の問題として考えることを学んだ。

一般的に、未知関数の導関数が、関数の間で成り立つある関係式の中に与えられたとき、それを微分方程式といい、それを満たす関数を解ということ学んだ。また、微分方程式の解のグラフの描く曲線である解曲線について学んだ。

②微分方程式の例

イギリスの経済学者マルサスの『人口論』や、放射性物質における原子の崩壊現象などの例をあげながら、微分方程式を用いて現象を統一的に表現することを学んだ。指数関数との関わりや変数分離形の微分方程式を学んだあと、加速度・速度・走行距離の関係を例にして2階の微分方程式についても学んだ。

③Mathematicaによる微分方程式

生物の増殖による個体数の変化を、マルサス方程式とロジスティック方程式のモデル計算を例に取り上げ、変数分離形で解く過程をMathematicaでグラフ表示した。さらに座標平面上の格子点(lattice point)における接線の傾きをベクトル場として表示させることで、初期値を1つ与えることで、関数が決定し微分方程式の解となることを示した。さらに、媒介変数表示によるうずまき点、空気抵抗により減衰するバネの振動を2次元表示にアニメーション化と正方形膜の振動(トランポリン)の3次元波動方程式のアニメーション化を体験しMathematicaの表示表現の豊かさを体感した。英語論文指導として外来種が侵略者となる場合の文章を使用し、興味・関心を深めた。

④金沢大学 宮川 鉄朗 教授による特別講義

微分方程式は純粋数学以外の分野に密接な関わりを持っている。Newtonの冷却の法則、蒸発の法則、放射性廃棄物処理などの例をあげながら、線形方程式(未知関数とその導関数についての1次方程式)

について学んだ。次に、大体の解法が確立されている線形方程式とは異なり、解は出ないが何らかの情報を与える非線形方程式について学んだ。人口増殖問題におけるマルサスの法則を例にあげながら、わかりやすく解説していただいた。

(3) 成果

- ・今学んでいる「数学Ⅲ」の知識を基本にして、簡単な微分方程式の解き方を理解した。
- ・さまざまな自然現象をモデル化するために微分方程式が役立つことを理解した。
- ・Mathematicaのグラフ表示に関する基本操作を理解した。
- ・微分方程式を解くイメージをベクトル場を表示することによってより深く理解した。
- ・本来の教育課程では組み込まれていないが、大学では必須項目であり応用面も非常に多い内容なので高校で履修する意味は非常に大きい。

(4) 課題

- ・「数学Ⅲ」の履修が望ましいが、時間的制約がある。来年度以降は少しでも「数学Ⅲ」の授業の進度が進み微分・積分が履修終了後になることが望ましい。
- ・三角・指数・対数関数の微分・積分が難しかった生徒の中には意欲を削がれた者もいた。
- ・与えられた条件の中で、より一層わかりやすく説明し、さらに深く学ばせていきたい。
- ・1年時夏にMathematica集中講座を行っているので活用場面としてさらに他の講座内での活用を工夫したい。

フロンティアサイエンスⅡ 生徒レポート

「リモートセンシングを用いた環境調査」

とても興味深い内容だった。講師の先生が、わかりやすく丁寧に説明してくださったので、1つ1つを着実に理解することができた。その講義をふまえた上で、実際に石川県のあらゆるところの環境調査を生徒全員でやってみると、昔と今では、建築物、住宅地、地形、植物分布、作物の栽培などに変化が見られた。昔と今を見比べた写真は、NASAが開発したランドサット衛星が撮ったもので、かなり詳細に見ることがでる。最近の技術はすさまじい速さで進歩しているんだと感じた。気温、植物などの事柄を調査する際に、トゥルーカラー（地上のカラー映像）やフォールスカラー（植物、水、岩石や土壌露出域をカラーで区別する映像）、ナチュラルカラー（フォールスカラーとほぼ同じ映像）や、シュードカラー（地表の温度分布を知ることのできる映像）などを使用すると、更に多くの変化を知ることができた。

このような最先端技術により、環境調査を現地まで行かなくても行うことができる。

環境破壊の原因は、人間がより良い暮らしを求めた結果ではないだろうか。だからこそ、今すべきことは、リモートセンシングを利用して、なんとしてでも環境破壊を食い止めることだ。

この「リモートセンシングによる環境調査」の講義によって、技術の発達により、環境破壊を阻止することができることを知った。リモートセンシング技術を用いて、これからも環境調査を行ってみたいと思う。

「波による砂の侵食」

1日目の学校での講義では、主に侵食の起こり方を学んだ。難しい内容だったが、先生のわかりやすい講義のおかげでとてもよく理解することができた。侵食の講義を受けていて、「本当にこんなに砂が削られるのだろうか？」と何度も疑問に感じた。それは、波は砂浜に向かって打ち寄せるので砂浜へ向かう砂の方が多いのではないか、と考えたからだ。

しかし、2日目に金沢工業大学の造波装置で実際に波を起こしてもらったと、本当に砂浜は削られていた。私は砂が沖の方向へサーッともっていかれるのを想像していたが、実際は碎波点で砂が浮き上がり、それを戻っていく波がもっていく、というメカニズムだった。私たちがよく見る、底にできるデコボコ（砂れん）も見ることができ、波が砂にとっても大きな影響を与えていることを実感できた。

砂の侵食を防ぐために防波堤を設置すると、防波堤の横から来る波によって、砂が削られ、トンボロが形成されるようだ。トンボロは、横の砂は削られていくが、防波堤のある所では堆積してしまう。そこで私は防波堤を定期的にずらせば良いのではないかと考えた。海底にレールのようなものを敷き、その上を移動できるようにしたり、取り外しができるようにしたりすれば動かすことが可能だ。

また、防波堤より人工リーフを使ったほうが良いと思う。人工リーフは防波堤のように砂を完全に止めるのではなく、若干流すため、トンボロの形成を小さくすることができるし、景観も損ねないからだ。

その後コンピュータを使って波による砂の動きを予測するという実習も行った。条件を変えてできる汀線の変化は、私が予想した通りになったり、そうならなかったりした。そうならなかったのは、変えた条

件が他の条件と連鎖して特殊な結果になったと考えられる。1つの条件の変化だけでなく、その条件と他の条件の関係も分かっている必要を感じた。

海洋工学は、自然災害から人命を守るためだけでなく環境も守ることが理解できた。防波堤1つ建設するだけでも、環境への負担をより軽くするにはどれくらいの長さ・高さがよいのか、また、どんな形がよいのか、それを建てたときの影響は、などたくさんのことを考えなければならない。今回の学習で私は、自然の現象を予測する難しさを実感した。自然での現象は不規則で、いろんな条件があり、予測することは非常に困難だ。自然のことを第一に考える海洋工学はとても面白いと思った。また、砕波点ではどのような波や砂の動きが成されているのか、侵食を防ぐもっといい方法はないのか、など、海洋工学についてもっと学んでいきたい。

「電磁波講座」

電磁波についての講義は2度に分けてありました。まず1回目の講義は、電磁波についての講義でした。無線技術の発展、電離層、基本法則、電波装置、無線電話機などの話が主でした。内容的には、初めて聞くこともいくつかありました。

例えば、摩擦電気について、電荷発生⇒誘導電荷、反発吸引（クローンの法則）電界という物理量を導入→ベクトル値の内容など、大変興味を持ってました。電磁気法則は、1800年にオーム、ファラデー、ガウス、アンペアが発見したそうで、もっと昔にわかっていたのかと思っていたのでこれは意外でした。電波は、人間の日常生活のいろいろな所や物から発生され、ラジオやテレビだけでなく、ロケット、衛星といった宇宙の分野でも必要とされています。

2回目の講義・実習では、ゲルマニウムラジオを実際に作りました。原理はいたって簡単で、アンテナ、同調回路、検波回路、平滑回路、レシーバの4つの要素からAM放送の電波を受信するというものです。実験では、何度か作り直したりして、かなり苦労しました。本来は、ループアンテナ（エナメル線を同じ箇所は何度もぐるぐる巻きにしたもの）とスパイラルアンテナ（ループの大きさをかえながら巻いていくもの）の両方を作り比較したりするのですが、スパイラルアンテナしかラジオがきけるようにできませんでした。聴いてみると意外と鮮明に聴くことができ、驚きました。電池などを使わずにラジオができるとは考えてもみませんでした。巻き線は適当に巻いてもだめなので、いろいろ苦労しました。夜になると韓国の放送が聴こえるそうです。また、今回のものは、平滑化をしていなかったようでした。セラミックコンデンサをゲルマニウムダイオードと抵抗の間に並列に入れば平滑化はできるのですが、今回はそれなしでも音は鳴るようでした。

この分野についての知識は、中学校の教科書レベルまでしか知らず、少し受身だったのが自分の中での反省点です。電磁波について興味をもて、自分にとっていい実習になりました。

「アカニシを用いた貝紫染色」

7月に日吉芳郎先生の貝紫による染色についての講義を受け、実験を行いました。最初貝を使って布を染色すると聞いた時は、貝でどうやって染色するんだろうととても驚き、そして興味を持ちました。

講義の前には自分たちである程度、貝紫についていろいろと調べて、講義に備えての知識をつけておきました。貝紫は紀元前15世紀に発祥し、その後各地へ広まり、高貴な人たちの染色に用いられました。一般市民が身につけられるような物ではなかったそうで、そんな貴重な物を自分たちなんかが使ってしまったのかもしれないと思ってしまいました。しかし、いろいろ調べているうちに、貝紫の歴史は15世紀で幕を閉じ、その染色に用いられた貝もすでに滅亡したというのを発見しました。これには正直驚きました。では自分たちの今度の実験はどうなるんだろうと思いました。染色に用いられた貝がないのにどうするんだろう、滅亡したはずの貝紫の染色方法も分かっているんだろうかと、自分の中でいろいろな疑問が募ってきました。そんなこともあって、ますます実験が楽しみになりました。

実験ではまず、貝の中身を殻から出すことから始めました。とにかくすさまじい悪臭でした。思わず鼻をふさぎたくなる、そんな悪臭と闘いながら必死で中身を出そうとしたが、なかなか抜けませんでした。中身にフォークを突き刺し、力いっぱい引っ張ったが、抜けない。しかたなく殻をハンマーで叩き割り、中身を取り出しました。そんなこんなで、時が経つにつれ悪臭のことも忘れ、ついに貝紫を生成しました。とにかく感動しました。あの激しい悪臭や、実験の過程で苦労したこと、そんなことが余計にこの感動を大きくしたのかもしれない。

今回の講義、そして実験は内容もそれほど難しくもなく、みんなが楽しめたのではないかと思います。今回は自分自身にとって、大変貴重な体験となり、改めて化学のおもしろさを実感することができ、本当によかったです。今日のこのすばらしい体験で学んだことを、今後の生活の中で生かしていきたいと思っています。最後に、忙しい中、わざわざ自分たちのために来ていただいた日吉芳郎先生に心から感謝したいと思っています。

資料 [5] 海洋調査実習

【海洋調査実習生徒レポート】

7月24日(日)七尾港矢田新埠頭から、実習船「加能丸」に乗って海洋調査実習に出発しました。天候が良く、風・波ともに穏やかで絶好の実習日和でした。

調査は第1ポイント・第2ポイントで行い、海水採集・パックテストによる海水の簡易分析・採集した海水中のプランクトン観察・海底の深度や水温の調査をしました。

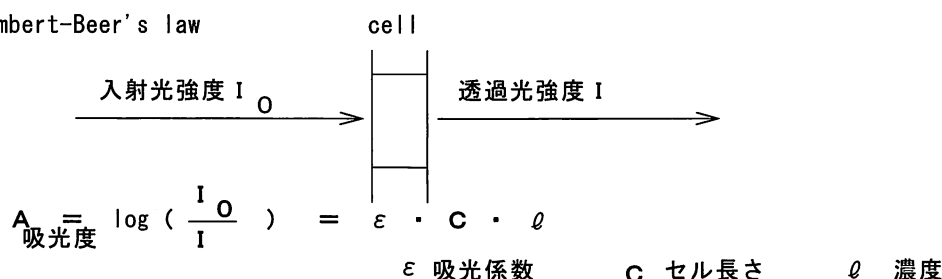
第1ポイントでは私は海水のパックテストをしました。硝酸・亜硝酸・リン酸・亜硫酸の濃度とCODを調べました。どれも予想していたより数値が低く、日本海は汚れていないのだということを感じました。また、海水は学校に持ち帰り、事後調査としてリン酸濃度などを更に詳しく測定しました。

第2ポイントでは海底の深さや水温を記録しました。船内には多くの機材があり、様々なことが表示されていました。今回の記録だけでは不十分ですが、更に記録を集めて海底の地形をグラフィックで作成したいと思いました。

今回の実習で化学的な分析や生物の観察を経験し、物事を分析する力が付いたように思います。これからいろいろな実験などをしていくことで、この分析力をより高めていきたいと思っています。

【海洋調査実習事後学習・化学分析】

原理 Lambert-Beer's law



ポイント 吸光度は

実験1 亜硝酸濃度の測定（ナフチルエチレンジアミン法）

亜硝酸が含まれる水溶液には色がついていない。そこで、亜硝酸に薬品を加え亜硝酸と化学反応させて色を付ける。水溶液の色は亜硝酸の濃度に比例して濃くなるので、比色して検量線より濃度を求める。

実験の手順

- (1) 検量線をつくる。 (2) 海水をろ過する。 (3) ろ過した海水を酸性にする。
- (4) 海水にスルファニルアミドを加え、含まれる亜硝酸をジアゾ化する。
- (5) さらにナフチルエチレンジアミン(NED)を加えるとカップリング反応によりアゾ化合物（赤色）に発色する。
- (6) つくった検量線より亜硝酸の濃度を求める。

手順(1) 検量線をつくる

- ① $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ の亜硝酸標準溶液をあらかじめつくっておく。
- ② 100mlメスフラスコに亜硝酸標準溶液をそれぞれ 0, 0.1, 0.2, 0.5, 0.7, 1.0, 1.5, 2.0, 5.0, 10.0ml ピペットでとり入れる。蒸留水を加えちょうど100mlとする。ふたをしてよく液を振り混ぜ溶液を均一にする。
- ③ 水で薄めた標準試料水をそれぞれ 20mlずつホールピペットで試験管に入れる。
- ④ さらにスルファニルアミド溶液2mlを加える。同じ大きさの試験管に4回移し替えてよく混ぜ、15分間放置する。
- ⑤ NED溶液 2mlを加えて同じ大きさの試験管に4回移し替えてよく混ぜると溶液が赤く発色する。これを20分間放置する。
- ⑥ 比色用セルに蒸留水を入れ吸光度を測定しておく（これを I_1 とする）。
- ⑦ 20分後、⑤の溶液を比色用セルに入れ吸光度を測定する（これを I_2 とする）。測定の結果、試料水の吸光度は $(I_2 - I_1)$ となる。

⑧横軸を亜硝酸溶液の体積、縦軸を吸光度として、結果をグラフにプロットする。すべての点ができるべく近くなるように直線を引く。

(結果)

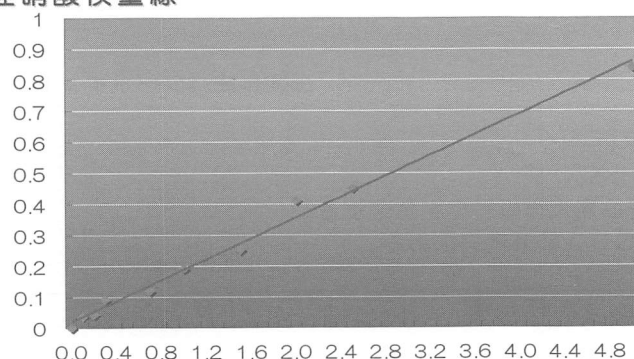
体積 ml	0	0.1	0.2	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	5.0	10
吸光度										

手順(2)～(6) 測定

- ①採取した海水をろ紙でろ過する。
- ②ろ過した海水について、手順(1)の③～⑧の操作を行い吸光度を測定する。
- ⑨検量線のグラフから海水中の亜硝酸濃度を求める。

化学班実習結果① 亜硝酸含有量

■ 亜硝酸検量線



生徒作成パワーポイントより

実験2 リン酸濃度の測定 (モリブデンブルー法)

リン酸は、海の富栄養化を引き起こす主要な原因物質の1つである。特に家庭排水や農業廃水に多く含まれている。リン酸溶液には色が付いていないので次のように行う。

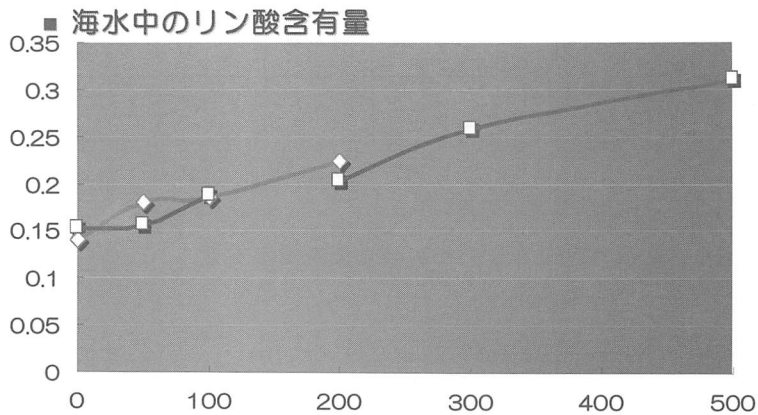
- (1)溶液を酸性にする。リン酸を含む溶液にモリブデン酸を加えると、黄色のリンモリブデン錯体となる。
- (2)リンモリブデン錯体はアスコルビン酸で還元すると青色に変わる。

手順(1)検量線をつくる

1.0×10^{-4} mol/l のリン酸標準溶液をあらかじめつくっておく。

- (1) 100mlメスフラスコにリン酸標準溶液を0, 1, 2, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 50mlそれぞれメスピペットでとり入れる。蒸留水を加えちょうど100mlとする。ふたをしてよく液を振り混ぜ溶液を均一にする。
- (2) 水で薄めた標準試料水をそれぞれ50mlずつホールピペットでとり、別の100mlメスフラスコに移す。
- (3) 2 mol/l の硫酸5ml, モリブデン酸アンモニウム溶液3mlを加え、標線まで水を加えてよく振り混ぜる。
- (4) さらに、アスコルビン酸溶液5mlを加えてよく振り混ぜると水の色が青くなる。
- (5) 比色用セルに蒸留水を入れ吸光度を測定する (I_1)。10分後、溶液を比色用セルに入れ吸光度を測定する (I_2)。試料水の吸光度は $I_2 - I_1$ となる。
- (6) グラフにプロットする。すべての点ができるべく近くなるように直線を引く。

化学班実習結果② リン酸含有量



生徒作成パワーポイントより

手順(2) 測定

- (1) 採取した海水をろ紙でろ過する。
- (2) 実験 1 の(2)からの操作を行い海水の吸光度を測定する。
- (3) 検量線のグラフから海水中のリン酸濃度を求める。

海水採取ポイント	吸光度	リン酸濃度

- (4) 各班のデータをあわせて海水採取ポイントごとの深度別亜硝酸濃度をグラフにする。

実験3 収集データの解析

測定した水温, pH, 溶存酸素濃度をデータローガよりパソコンに読み出して整理する。

実験4 収集データの解析

採取ポイント別, 深度別の水温, 塩分濃度をグラフ化し解析する。



【海洋調査実習事後学習・プランクトン観察】

1 学習内容

- ①海洋プランクトンを顕微鏡で見てスケッチする
- ②海洋実習でサンプリングしてきた海水中のプランクトンの種類と数を観察測定する

2 実験器具

- ①3人で2台の光学顕微鏡を使用する
- ②サンプリング海水をメンブランフィルター（メッシュ2μm）を使って減圧濾過し10倍又は30倍に濃縮する
- ⑩マイクロピペットで25μl測り取りホールスライドガラスに乗せ検鏡する

プランクトン数調査

		第1観測ポイント		第2観測ポイント		第3観測ポイント	
		50ml 中	1 畧中	50ml 中	1 畧中	50ml 中	1 畧中
0 m	渦鞭毛藻類	33	660	72	1440		
	珪藻類	0	0	0	0		
	カイアシ類	11	220	0	0		
	ハプト藻類	0	0	0	0		
	放散虫類	0	0	0	0		
50 m	渦鞭毛藻類	24	480	15	300		
	珪藻類	0	0	0	0		
	カイアシ類	0	0	4	80		
	ハプト藻類	0	0	0	0		
	放散虫類	0	0	0	0		
100 m	渦鞭毛藻類	0	0	0	0		
	珪藻類	4	80	0	0		
	カイアシ類	0	0	0	0		
	ハプト藻類	0	0	0	0		
	放散虫類	0	0	4	80		
150 m	渦鞭毛藻類			4	80		
	珪藻類			4	80		
	カイアシ類			0	0		
	ハプト藻類			0	0		
	放散虫類			0	0		
200 m	渦鞭毛藻類	0	0	0	0	0	0
	珪藻類	4	80	0	0	0	0
	カイアシ類	0	0	0	0	0	0
	ハプト藻類	0	0	0	0	0	0
	放散虫類	0	0	0	0	0	0
300 m	渦鞭毛藻類			0	0	0	0
	珪藻類			0	0	0	0
	カイアシ類			0	0	0	0
	ハプト藻類			0	0	0	0
	放散虫類			0	0	0	0
500 m	渦鞭毛藻類			0	0	0	0
	珪藻類			0	0	4	80
	カイアシ類			0	0	0	0
	ハプト藻類			0	0	0	0
	放散虫類			0	0	0	0

資料 [6] アストロ・コスモサイエンスツアー 生徒レポート

* 野辺山天文台

暑い日差しの中、野辺山に到着しました。バスを降りると、山の上とは思えないほどの暑さを感じましたが、同時にここなら何の妨害もなく電波が受信できると気が付きました。

奥の草原に小型アンテナが不規則に並んでいました。不思議なアンテナ群は組み合わせて、巨大な望遠鏡になり、45メートルアンテナを軽く越えてしまいます。また、一つのアンテナで作る最大の大きさは45メートルが限界で、それ以上になると望遠鏡の力が弱くなってしまい、組み合わせの望遠鏡が必要となってくるのです。講師の先生がおっしゃるには、今、南アメリカ地方でもっと大きい組み合わせのアンテナ作りが計画中だそうです。

私たちは巨大アンテナの大きさを体感するために、アンテナの周りを歩いてみました。計算してみると、45メートル× π で約135メートルくらいでした。アンテナは宇宙の水素を観測するものですが、水素は微弱な電波しか出さないので一酸化炭素を観測するそうです。しかし、一酸化炭素を観測することは結果的に水素を観測することになるので結果オーライということです。巨大アンテナを体感した後、一行は小さなアンテナが無数に広がっている高原へと向かいました。真正面から見ると、先ほどとは違って高原に広がるアンテナ群にも何か法則性が感じられました。ちなみに、アンテナが放物線円になっているのは、放物線は垂直に当たった波を一定の場所に返すからで、太陽の光や電磁波は垂直に当たるからこのような形になったそうです。一通り見学を終えた後、講義を受けました。講義ではブラックホールにシュワルツシールド半径というアインシュタインの相対性理論を元にして作られたものや若返りの星があるなど、有意義な話を聞きました。個人的にブラックホールの話が一番おもしろかったです。

* 日本科学未来館

アストロコスモサイエンスツアーの2日目、私たちは日本科学未来館へ行きました。事前にインターネットでどのような展示があるか調べてあり、ツアーに行く前から楽しみにしていました。ここではまず自分の興味のある分野について各自で調べ、その後班員に対して自分の調べた内容を説明しました。

私は、環境共生型住宅と新エネルギーシステムについて調べました。初めに環境共生型住宅の展示を見に行きました。季節や地域によって異なるそれぞれの家の展示物がありました。屋根や床下にも様々な工夫がなされており、驚きました。1人で見学をしたり質問をしたりするのはこれが初めてだったので、最初は緊張していましたが、インタープリターの方やボランティアの方が詳しく、わかりやすく説明してくださったので内容の濃い学習ができました。各部屋の説明書きも図などがあり詳しく書かれていました。調べるところがたくさんあり、あっという間に時間が過ぎていきました。予定よりも時間をとってしまうほどおもしろかったです。そのため、新エネルギーシステムについて調べるのは午後からになりました。

新エネルギーシステムの展示では太陽電池と燃料電池について調べました。私はこの分野についてほとんど知らなかったもので、とても興味がありました。そこでは、インタープリターの方がプレゼンテーションで説明してくださいました。すでに燃料電池で動くバスがあるということも初めて知りました。より地球に優しく、より安く作れるように研究されているそうです。この電池の普及が早く実現すればいいな、と思いました。

その後、班別自主学習を行いました。班員に対して自分の調べたことを発表しました。緊張してなかなかインタープリターの方のようにはいきませんでした。班のメンバーはロボットやマイクロマシンなど、それぞれ難しそうな分野を調べていました。

私は、できればインタープリターの方がもっとたくさんいたほうがいいと感じました。他の学校の人や一般の方もたくさんいたので、手が空いているインタープリターの方がいないときがあったからです。

すぐに出発の時間がやってきてしまいました。自分の興味を持った分野について1人で調べ、まとめて、皆に説明するというのはとても大変でした。しかし、知りたいことがたくさんできて詳しく調べられるのは楽しくもありました。これからいろいろな分野に対して調べていくことになると思いますが、今回のようにどんどん質問して積極的に取り組んでいきたいです。

* 種子島宇宙センター

8月4日、アストロコスモサイエンスツアー第3日目、種子島宇宙センターに行きました。種子島宇宙センターに行くのは初めてだったのですが、以前、SSH特別講演会でJAXAの研究員の方の講義を受けたので、多少の知識をもって種子島に行くことができました。

宇宙センターでは、ロケットの歴史、開発競争、現在の日本の技術レベルなどについての講義を受けました。

講義の中で日本の現状を知り、少なからず失望しました。日本は先進国として、アメリカや旧ソ連などの大国に技術レベルで追いついていたと思っていたからです。世界的にも日本は有数の技術大国であ

り、近年、ロボット開発では目を見張るものがあります。けれども、日本のロケット開発は敗戦を期に停止してしまったのです。GHQにより、日本の航空開発が禁止され、それから数年、日本が航空開発に復帰するまでにアメリカやソ連に更なる差をつけられました。その時、彼らはすでに液体燃料ロケットの打ち上げを成功させていたのです。アメリカが液体燃料ロケットを打ち上げて50年後の現在、日本は独自の技術で液体燃料ロケットを打ち上げるため研究をしています。

50年という差を日本はどう埋めていくのでしょうか。アメリカなどの大国は、すでに有人ロケット開発、さらに月に降り立ち、木星の衛星に探査機を送り込んでいます。彼らの宇宙開発は、目覚しく進歩し続けています。日本が出遅れている間、中国が有人ロケットを開発し、打ち上げを成功させました。技術的に日本より遅れていた国に先を越されたのです。

現在、日本は国際宇宙ステーション開発に参加しています。これからの宇宙開発の先駆けとなる計画であり、今後の日本の位置付けが決まるでしょう。先進国として、日本が宇宙開発を引っ張り、中心国として機能するために、いち早く決断することが求められるのです。

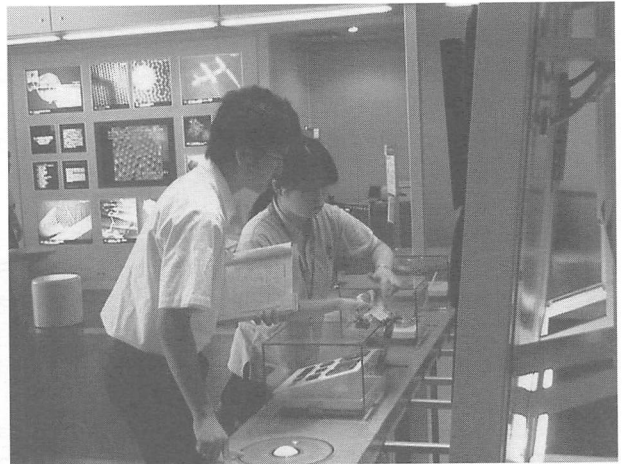
講義の後、バスでセンター敷地内のさまざまな施設を見学しました。組立棟だけで4種類あることを知り、ロケットの複雑さを再認識させられました。

倉庫に行くと、打上げを中止したロケットが置いてあり、近くで見ることができました。そのロケットと同時期に造られたロケットが打上げに失敗したため、同じ造りとなっているそのロケットは打上げ中止になったそうです。

この研修を通して、人類にとっていまだ未知の部分が多い、「宇宙」というものに少しは近づけたような気がします。また、宇宙という外側の世界ばかりに目を向けるのではなく、私達が今までずっと暮らしてきた「地球」を顧みることの必要性も感じました。自分の将来、そして地球の未来を考える上で、大変有意義な時間を過ごすことができました。



野辺山天文台



日本科学未来館



種子島宇宙センター



資料〔7〕 各種研究発表会・大会への参加生徒レポート

①物理チャレンジ

物理チャレンジは3泊4日で岡山県で行われました。僕は理系科目が好きなので今回第1回目となる物理チャレンジに参加をし、全国大会に進むこととなりました。

和歌山県に到着すると和太鼓などのアトラクションで迎えられ、2日目から本格的な物理チャレンジが始まりました。まず、5時間という今まで挑戦したことのない長さの理論問題に挑戦しました。集中力が続くかどうか不安もありましたが、問題の内容は「なぜ雲は水滴なのに地表に落ちてこないのか」など身近にある疑問について考えるもので、楽しく取り組むことができました。この日は有名な備前焼にも挑戦し、物理以外でも貴重な経験ができました。

3日目も5時間の実験問題に取り組みました。実験は発光ダイオードを使って光のエネルギーがいくらかを調べるものでした。この分野は学校では未習だったのでなかなか難しく、5時間という時間にもかかわらず解き終えることができませんでした。しかし自分で測定をして規則性を見つける難しさ、実験のおもしろさを感じることができました。この実験の後はスプリング8と呼ばれる、研究者しか入ることのできない放射光研究施設を見学しました。また電子顕微鏡の研究に携わっていらっしゃる外村彰先生のお話を聞き、自分の研究をあきらめずに挑戦することの大切さを学びました。

最終日は毛利衛さんの講演を聴講しました。宇宙での実験映像を見ながら、非常に有意義なお話を聞きました。宇宙飛行士になるためにはロシア語が必要であり、科学の道で生きていくにも理数科目以外の勉強が大切であることを改めて感じました。

物理チャレンジに参加したことは自分にとっての大きな財産となりました。他県の高校生と交流をしながら実験に取り組んだことも大学受験に向けての良い刺激となりました。今後も様々な分野に積極的に挑戦していきたいです。

②SSH全国生徒発表会

8月の8、9、10日の3日間、東京で行われた生徒研究発表会に26Hから4名が参加しました。

初日の9日には私達は4人で別れてそれぞれ興味のある研究発表を聞きました。研究は専門的で難解なものが多かったですが、発表者の方々はそれをわかりやすく、はっきりと大きな声で私達の方を見ながら発表していました。まず、私はその発表態度に感心しました。発表ではほとんど全ての学校がPowerPointを使っており、図や写真を多用して大変見やすいものとなっていました。発表が終わった後には質疑応答の時間がもうけられていて、講評者の先生方が発表者に対して質問します。その質問は研究に対する疑問や問題点の指摘などが主です。中には、「今回の研究ではこういった結果でしたが、別の条件ではどのような結果が予想できますか。」といった、内容をさらに深めることを要求する質問もありました。このような質疑に対して発表者は、即座に、まるで答えを用意していたかのように返答していました。中には質問に対して発表中にはないデータを紹介して説明しているところもあり、発表内容よりも更に深く研究を進めているということがわかりました。

分科会を通して痛感したことは、私達の行っている研究はまだまだレベルが違うということです。他校のどの研究も難解でした。また、データの量も充実していたように感じました。これが今後の課題だと思います。

ポスターセッションではポスターだけでなく、人の興味をひくような展示物があります。例えば、二足歩行ロボット、酸化チタンの電池、ガウス加速器などです。どれだけポスターの内容が良くてもそれだけでは人の興味をひきません。私達のブースは折り紙が興味をひいていました。来年は展示物を充実させるべきだと思いました。また折り紙の研究はかなり期待できると思います。

今回この発表会に参加して一番心に残っているのは、やはり他の指定校の研究の凄さです。来年はこういった高いレベルの中で競い合わなければいけません。私達はもっと研究を進めていかなければならないと感じました。

③高校生のための物理セミナー

「物質と光の根源を探る」ということで、カミオカンデで実験を行った小柴さんと、そのカミオカンデの製作をした浜松ホトニクスの晝馬さんの講演を聞いた。小柴さんは子供のころの病気の話と財団を作ったときの話から、やればできる、ということについて、晝馬さんはこれからの企業のことなどについてお話された。カミオカンデがアメリカの二の次の研究にならないように性能を向上させた、ということから、財団設立に足りない6000万円を頂いた、という話までいろいろと聞き、あまり知られていないことだけでなく、二人の話から、これからの心構えも学べたように思う。

このすべての講義で驚いたのは、最先端で研究をしている人というのは、今回の内容のような難しいことでもとても分かりやすく、かつ面白く説明できるということだ。このような講義を聞いたことによって、自分も何かしらの説明をするときには、どんな人でも分かってもらえるように説明しようとするようになった。そして、小柴さんの「やればできる」ということが、実際にすばらしい研究を行った方から聞けて、物事にはやはり本気で取り組まなくてはと強く実感した。

この講義で、知識以外のことも多く学べた。これからは受験勉強が本格的になるため、この講演会で得ることのできた心構えを忘れずにがんばっていききたいと思う。

④京都数学セミナー

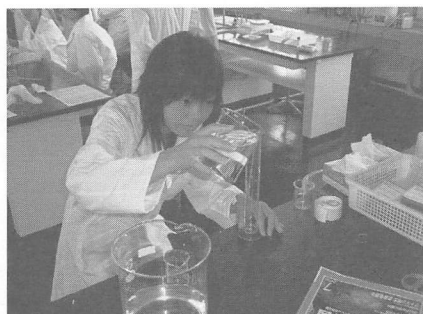
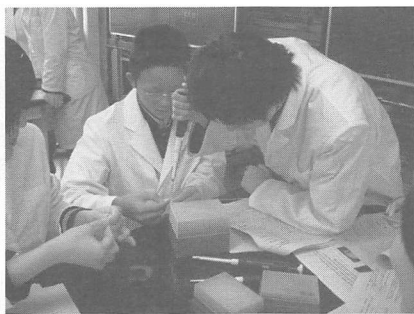
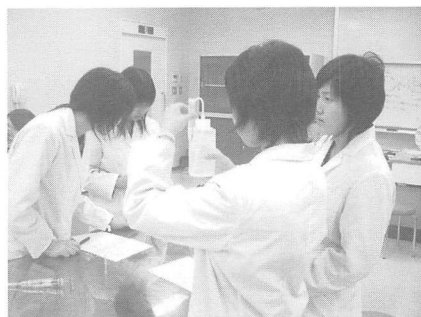
「七高から見ればどんな大学の建物も素晴らしく見える」というOBの先輩の言は果たして本当で、1月7・8日、「新春数学セミナー」を受講しに訪れた京都大学理学部棟の眩しさに、まず私は圧倒されました。建物やそこを行き来する人たちの佇まいから漂う「大学」のオーラに多少びくつきながら席に着きました。

1日目の講義は昨年度の数Aで学習済みの項目が多く、なるほどその通りと頷きながら安心して聞くことができました。既に知っている証明でも改めて理路整然と説明され納得していくのは気持ちのいいもので、数学の面白さを存分に味わうことができる内容でした。後から伺ったお話では、戦後そうした「初等幾何」の分野が教育の過程から除外されていた時代があったそうです。今回講義をしてくださった上野教授やDVDを通して講義を拝見した小平教授をはじめとする数学者の方々の意見を受け、今日の数学に幾何が戻ってきたということです。計算の苦手な私はあまりミスに左右されず考えを突き詰めてゆけば答えに辿り着けるこの分野が大好きなので、学習することができて嬉しく思いました。

2日目の講義は、正直なところ冒頭の数項目以降ほとんど理解できませんでした。まだ学習していない範囲、数学のみならず物理や化学にまで話が及びだし、頭をくらくらさせながらテキストの文字を目で追いましたが、読み方もわからない記号に突き当たってはうなだれることを繰り返しました。それはそれでいい経験だった、と終わってしまった今では言えますが、呪文のような言葉が耳をただ流れていくのは孤独でした。大袈裟かもしれませんが、広い世界を見たような思いがしました。自分が普段数学の学習の中で作業のように使っている公式や計算方法が実際に意味を与えられ機能している様子を見て、各分野の広がりや繋がりの一端に触れることができました。

この3日間、素晴らしい講義を受けられたことは勿論、大学の雰囲気や味わい街の空気を吸うことで、今後の勉強の指針がほんの少しはつきりしてきたように感じました。近い意識を持つ友人たちといろいろと話げたことも大きな意義があったと思います。「大学入学はゴールではなく、スタートだ」という上野教授のお話が印象的でした。今回の講義と自分が将来学ぶ分野とは全く関係がないかもしれませんが、「学問」として何かを突き詰めていく姿には憧れを抱かずにはいられませんでした。今後はこの気持ちを忘れることなく、日々の学習に活かしていけたらと思います。

貴重な機会を与えてくださって、本当にありがとうございました。



7月29日（金）北國新聞朝刊 →

修験者の知恵再現



石動山のナリ植物に取り組み、七尾のスーパーサイエンスクラブ生物環境班は、今秋、金沢大学理学部理学科の指導を受け、同班に在籍する植物が有効成分を抽出し、薬として作成する。同班は、中から選り抜いた修験者（いすきの）の本薬と、呼ばれる薬を各地に伝えた。今後は、植物の薬と並行して薬の調査も行い、薬山、石動山の地が自然と歴史に迫る。

石動山の植物薬に 今秋

歴史を知り、薬の調査を行う。今年度、生きた石動山の金沢大学理学部理学科の指導を受け、同班に在籍する植物が有効成分を抽出し、薬として作成する。同班は、中から選り抜いた修験者（いすきの）の本薬と、呼ばれる薬を各地に伝えた。今後は、植物の薬と並行して薬の調査も行い、薬山、石動山の地が自然と歴史に迫る。

七尾高、金大と協力

スーパーサイエンスクラブ生物環境班

昨年度、スーパーサイエンスハイスクールの指定を受けた同高では、理数科の生徒が化学、生物、数学などの分野で研究に励み、石動山のナリ植物の調査を行っている。この一環として、今年度は、石動山のナリ植物の調査を行い、その有効成分を抽出し、薬として作成する。同班は、中から選り抜いた修験者（いすきの）の本薬と、呼ばれる薬を各地に伝えた。今後は、植物の薬と並行して薬の調査も行い、薬山、石動山の地が自然と歴史に迫る。

交通死亡 亡

石動山のナリ植物の調査を行い、その有効成分を抽出し、薬として作成する。同班は、中から選り抜いた修験者（いすきの）の本薬と、呼ばれる薬を各地に伝えた。今後は、植物の薬と並行して薬の調査も行い、薬山、石動山の地が自然と歴史に迫る。

石動山で薬草調査

七尾高生 地元の自然に理解

七尾高生は、石動山のナリ植物の調査を行い、その有効成分を抽出し、薬として作成する。同班は、中から選り抜いた修験者（いすきの）の本薬と、呼ばれる薬を各地に伝えた。今後は、植物の薬と並行して薬の調査も行い、薬山、石動山の地が自然と歴史に迫る。

←北國新聞9月15日（木）朝刊

↓北陸中日新聞9月15日（木）朝刊

七尾高生徒が 薬草採集実習

中能登町・石動山

文部科学省からスーパーサイエンス・ハイスクールに指定されている七尾高校の生徒たちが十四日、中能登町の石動山で薬草採集の実習を実施。講師に招いた金沢大学薬学部教授の御影雅幸教授が草を手に取って「これは強壮剤になる」などと解説すると、生徒たちは興味津々で聞いていた。

紙面構成・宇田 薫

理数科の二年生と教職員約四十人が参加。同校では、生徒に自然科学に対する興味を持ってもらうため、大学や研究機関と連携した授業を行っている。

七尾高生徒が 薬草採集実習

中能登町・石動山

文部科学省からスーパーサイエンス・ハイスクールに指定されている七尾高校の生徒たちが十四日、中能登町の石動山で薬草採集の実習を実施。講師に招いた金沢大学薬学部教授の御影雅幸教授が草を手に取って「これは強壮剤になる」などと解説すると、生徒たちは興味津々で聞いていた。

最新ロボットに触れて

千葉工大 研究開発 七尾高生に技術紹介

二足歩行のできる人型ロボットを研究している千葉工大未来ロボット技術研究センター所長の古田貴之さんが二十六日、七尾サンライフプラザで七尾高生を前に講演、開発した人型ロボット「morph3」(モルフ3)を生徒に分解させて構造を説明するな



生徒に分解させた「morph3」の構造を説明する古田さん(左)と七尾サンライフプラザで

「morph3」は全高約三十八センチ。歩行のほか太極拳のような複雑な動きもできる。材料費は約二千万円というが、古田さんは「実際に触ってみたい」と客席の生徒に手渡し「これが一つです」と渡した。指名された生徒は興奮した。(横山大輔)

がドライバーを握り分解にも挑戦。手を大きくスクリーンに映し出しながら、古田さんが得意の機軸を解説した。

10月27日(木)北陸中日新聞朝刊

ロボットの仕組み どうなっている？

七尾高記念講演

文部科学省からスーパーサイエンスハイスクール(SHS)の指定を受けている七尾高の記念講演会は二十六日、七尾市の七尾サンライフプラザで開かれ、千葉工大未来ロボット技術研究センターの古田貴之所長が「未来型ロボットのゆくえ」



と題して講演した。古田所長は、自身の研究グループが開発したヒューマノイドロボット「morph3」(モルフ3)を映像で紹介し、生徒らは働くロボットが登場する近未来を身近に感じた。

ロボットの仕組みを解説する古田所長と七尾市の七尾サンライフプラザ

←10月27日(木)北國新聞朝刊