

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1年次

平成17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

石川県立七尾高等学校長 三浦光雄

平成16年4月5日に文部科学省から「スーパーサイエンスハイスクール」の指定を正式に受け背中に緊張が走りました。昨年度は「いしかわスーパーハイスクール」事業の企画・実践の傍ら年度末にはSSH研究開発事業に係る実施希望調書の作成で教職員も多忙な一年でした。今年度は今までの研究成果を活かした新しい挑戦をする機会を与えられ、職員や生徒は活気づき、モチベーションの高まりが感じられます。

本校は1899年に石川県第三尋常中学校としてスタートし、創立105年目を迎えています。能登半島の入り口に位置する県内有数の伝統校であり、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。今、七尾高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、平成18年1月に移転する予定であります。新しい教育環境の中で更にSSH研究開発事業を推進して参りたいと考えております。

本校の研究開発事業の趣旨は、地域の教育的資源を活用して行動力・実践力を持った科学技術系人材の育成を目指しており、恵まれた能登の自然環境を教材にフィールドワークを多く取り入れて体験を重視した「理数版ふるさと教育」であり、理数系教育の進展に資するものと確信しております。海洋科学と天文学に特化した学校設定科目「フロンティアサイエンスI」は、天文・地球、海洋・生命の分野から「北陸の気象」「地球物理」「ヒトと宇宙」「海水の科学」「遺伝子操作」「生命科学と医療」を学習内容としており、指定直後の4月16日に第1回の授業「北陸の気象」(気象予報の現状と方法)をスタートさせ、7月19日からは県立能都北辰高校の海洋実習船「加能丸」に乗船しての「日本海海洋調査実習」(2泊3日)を実施し、研究開発を確実に推進しているところであります。

指定初年度ではありますが実施報告書をまとめるにあたり、この間の事業に積極的に取り組んだ生徒諸君の科学への興味・関心が高まっており、7月と11月の進路志望調査も工学部が2→7人、理学部も7→11人に増えていることを喜んでいる次第であります。

最後になりましたがこの事業を推進するに当たり、金沢大学理学部教授笹山雄一先生をはじめ多くの大学教授の先生方、県立能都北辰高校長の隅良彦先生と教職員の皆様、県水産総合センター等県内外の研究関係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致します。

来年度は今年度の成果を踏まえて更にSSH研究開発事業の趣旨を達成すべく努力を重ねる所存であります。ご一読いただき、関係各位のご指導をお願いする次第です。

目 次

はじめに

目 次

I. 研究開発の概要	1
II. 研究開発の仮説	7
III. 研究開発の経緯	8
IV. 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	
(1) フロンティアサイエンス I	11
(2) 日本海海洋調査実習	73
(3) 理数生物・理数化学の履修	79
(4) スーパーサイエンスハイスクール記念講演会	81
(5) サイエンスツアー	85
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) 科学系部活動 (SSC)	
天文科学	87
電磁物理	91
生物環境	97
分析化学	99
数学研究	101
(2) 課題研究	104
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) 人間環境情報	107
(2) コンピュータ講座	113
(3) 研究交流	114
V. 実施の効果とその評価	120
VI. 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向	130
VII. 資料	
1. 運営指導委員会	132
2. SSH通信	137
3. 新聞記事	146

I. 研究開発の概要

1. 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するため、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

2. 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
人間と科学や情報について学ぶ学校設定科目「人間環境情報」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

3. 平成16年度の研究の概要

- (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」……………（1年生理科）
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視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興味・関心を高める。金曜日の6，7限の連続授業を基本としているが、必要なときは午前中から現地に向い実験実習を行った。大学や、研究施設との連携は年間20回を超えた。

②海洋実習船での「日本海海洋調査実習」……………（1年生理数科）

7月19日から2泊3日の日程で県立能都北辰高校の漁業実習船「加能丸」による、海水調査・海洋生物などの調査活動を行った。その観測や調査を通して自然科学に対する興味・関心を喚起すると共に、船内講義やその後の標本分析においてその知識・理解を深め、自ら課題を発見し、課題を解決する能力を養う。

③理数生物、理数化学の履修……………（1年生理数科）

将来の科学技術系人材の育成には幅広い知識が必要であり、理科4科目の履修は不可欠である。そのうちの理数生物（3単位）と理数化学（3単位）を1年次で履修する。興味関心を喚起する内容であり、高校での学習内容を超えるものも含まれている。

④特別講演会「SSH記念講演会」……………（全校生徒）

11月2日に宇宙航空開発研究機構 名古屋駐在所長 江口昭裕氏を迎え「宇宙への挑戦」と題して、講演会を行った。主に理数科を中心に行ってきた事業であるが、普通科の生徒の中からも多くの科学技術系の人材が育って行くことを願って実施した。

⑤サイエンスツアー……………（2年生理数科）

6月30日から1泊2日の日程で筑波の宇宙センターや高エネルギー研究機構、日本科学未来館で見学及び研修を行った。

(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

①科学系部活動（SSC）の活性化……………（1年理数科を中心とした希望者）

1年生理数科は全員参加とし、天文科学、生物環境、分析化学、電磁物理、数学研究の5分野に分けて活動した。活動日は週1回以上とし、個々の興味関心に応じた活動を通じて大学との連携も取り入れながら自主的な探求活動の育成を図った。

②課題研究……………（2年生理数科）

週1回の課題研究の時間や放課後、土曜・日曜・長期休業中に活動した。数学4分野、理科4分野の合計8分野のテーマを設定し各自が興味を持ったテーマを深く継続的に研究することで論理的な思考力や創造性・独創性を高めることを目指した。

(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

①学校設定科目「人間環境情報」……………（1年生理数科）

人間と環境、健康福祉、科学情報との関わりをとおして、総合的な知識理解や命の尊さ・生きる力を養い、科学者としての倫理観の育成を目指した。情報分野では倫理観の他に課題発表に向けプレゼンテーション能力の向上を目指してパワーポイントの学習にも力を入れた。月曜日の5、6限の連続授業とし、大学や、研究施設との連携を図りながら講義、実習、見学を多く取り入れて、生徒の理解

を深めた。

- ②コンピュータ講座……………（1年生理数科）
7月27日～30日の4日間数学ソフト **mathematica** を使い数学分野へのコンピュータの活用やパワーポイントを使ったプレゼンテーション能力の向上を図った。
- ③各種大会（コンクール）等への積極的な参加……………（希望者）
化学グランプリ、数学オリンピック、国際生物学オリンピック国内予選、アストロフォーラム（3月25日からの予定）に参加し、知識・理解はもちろん創造力や探求心の向上を目指した。アストロネット発表に向けてデータの蓄積を行ったが発表には到らなかった。
- ④研究交流……………（1年生理数科）
石川県立金沢泉丘高校と7月には金沢大学臨海実験施設で、8月には金沢泉丘高校の工房フューチャーラボで実習・観察をとおして研究交流を深め、互いの科学的思考力の伸長を図った。また、2月には北陸3県のSSH校6校の代表生徒が福井県に集まり、いくつかのテーマに分かれて班別の研究活動をした。その後研究成果の発表を行った。また、8月には全国のSSH校の研究発表会に参加し研究交流を行った。交流会の中で発表することで発表や討論する能力を養うことを目指した。

平成16年度入学生に適用する教育課程表

(理数科)

石川県立七尾高等学校

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	1 3	
	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				0・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	
	保 健	2	(-1)	(-1)			(-2)	
芸 術	音 楽 I	2				0・1	1 (-1)	
	美 術 I	2	1 (-1)			0・1		
	書 道 I	2	(前期)			0・1		
外 国 語	オーラル・コミュニケーションI	2	2			2	1 8	
	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			1 8	1 7	1 6	5 1		
理 数	理 数 数 学 I	5～7	7			7	4 0 (+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		3・7
	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	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			1 5	1 4	1 7	4 6		
科 目 単 位 数 計			3 3	3 1	3 3	9 7		
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			3 4	3 4	3 4	1 0 2		

人間環境情報及び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16年度実施教育課程表

(理数科)

石川県立七尾高等学校

教科	科目	標準 単位数	学年		科目	標準 単位数	学年 3年
			1年	2年			
国語	国語総合	4	5		国語Ⅰ	4	
	現代文	4		2	国語Ⅱ	4	
	古典	4		2	現代文	4	2
					古典Ⅱ	3	2
地理歴史	世界史A	2			世界史A	2	
	世界史B	4			世界史B	4	
	日本史A	2			日本史A	2	2
	日本史B	4		3	日本史B	4	2
	地理A	2			地理A	2	
	地理B	4			地理B	4	
公民	現代社会	2			倫理	2	2
					政治・経済	2	
保健体育	体育	7～8	3	2	体育	7～9	3
				1	保健	2	
芸術	音楽Ⅰ	2			音楽Ⅰ	2	
	美術Ⅰ	2	1		美術Ⅰ	2	
	書道Ⅰ	2	(前期)		書道Ⅰ	2	
外国語	オーラル・コミュニケーションⅠ	2	2		英語Ⅰ	4	
	英語Ⅰ	3	4		英語Ⅱ	4	2
	英語Ⅱ	4		2	オーラル・コミュニケーションB	2	
	リーディング*	4		2	リーディング*	4	2
	ライティング*	4		2	ライティング*	4	2
家庭	家庭基礎	2	1(後期)	2	生活一般	4	
○人間環境情報	○人間環境情報	2	2				
普通科目単位数計			18	18	普通科目単位数計	19	
理数	理数数学Ⅰ	5～7	7		理数数学Ⅰ	6～8	
	理数数学Ⅱ	6～10		6	理数数学Ⅱ	12～16	6
	理数数学探究	4～10			理数物理	3～9	
	理数物理	3～8			理数化学	3～9	4
	理数化学	3～8	3		理数生物	3～9	
	理数生物	3～8	3	3+3	○課題研究	1	
	理数地学	3～8					
	○課題研究	1		1			
○フロンティアサイエンス	○フロンティアサイエンスⅠ	2	2				
	○フロンティアサイエンスⅡ	2					
	○フロンティアサイエンスⅢ	2					
○SS	○ニューサイエンス	3		1			
専門科目単位数計			15	14	専門科目単位数計	14	
科目単位数計			33	32	科目単位数計	33	
ホームルーム活動			1	1	ホームルーム活動	1	
総合的な学習の時間				1			
単位数総計			34	34	単位数総計	34	

人間環境情報、フロンティアサイエンス及びSS(スーパーサイエンス)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。

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(2)	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」、「人間環境情報」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)	「人間環境情報」で補填
人間環境情報(2)	人間と環境、健康福祉、情報を総合的に考察し、科学者としての倫理観を育成する。	情報(2)	「フロンティアサイエンス」、「人間環境情報」で代替
		総合学習(1)	「フロンティアサイエンス」で補填
計(8)		計(7)	

(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。)

- ① 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、「情報」、「保健」、「総合学習」の一部を代替、補填する。
 - ・情報機器を活用する能力を身に付ける。
 - ・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。
- ② 学校設定科目「人間環境情報」には以下の内容が含まれており、「情報」、「保健」、「家庭」の一部を代替、補填する。
 - ・情報機器による収集や発表する能力を身に付ける。
 - ・人間と情報との関わりや健康生活について学ぶ。
- ③ 芸術の一部を「野外実習」における植物スケッチや、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。

Ⅱ. 研究開発の仮説

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

学校設定科目「フロンティアサイエンスⅠ」で大学・研究機関との連携を図り、年間20回余りに及ぶ体験を重視した先端科学学習を系統的に実施することにより、生徒の先端科学に対する持続的な興味・関心の高揚を図るとともに、自ら科学的に思考するために必要な幅広い科学に関する基本的な内容が着実に身につくと考える。しかし、継続的な事業だけでは1年間という長いスパンで見るときにはマンネリ化に陥りやすい部分もあり、集中的な事業として1年生理数科対象の2泊3日の「日本海海洋調査実習」、2年生理数科対象の「サイエンスツアー」などの事業を短期間に集中的にすることで、科学に関する興味付けや課題発見能力や分析力の育成に効果的であると考えます。

また、理数化学、理数生物では従来の学習内容に発展的な内容も加え興味関心が持てるようにする。全校生徒に対しては「宇宙への挑戦」と題したSSH記念講演会を行い、文系・理系の生徒を問わず科学への興味が湧き、夢の持てるような内容とする。この第1のテーマは今年度の重点目標であり、多くの事業を通して、次の第2のテーマに繋いでいけると考える。

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

昨年の1年生のアンケート調査では75%の生徒が身近な自然をじっくり観察したことはあるが90%を超える生徒は科学における研究方法がわからないと答えている。科学系の部活動では1つの研究テーマに沿って研究の方法や内容を練り上げ、さらに分析・考察をすることで論理的思考力や創造力をつける事ができると考える。1年生理数科と希望者で構成する科学系部活動を天文科学、生物環境、分析化学、電磁物理、数学研究の5分野に再編成し、興味を持ったテーマを深く継続的に研究することができるように改善して実践する。また、2年生理数科では、課題研究の授業の中でも8つのテーマに分かれて研究することでさらに論理的な思考力や創造性・独創性を高めることができると考える。

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

学校設定科目「人間環境情報」では保健分野と家庭分野、情報分野を融合することでより総合的、複眼的に物事を考察する力をつけ、それをプレゼンテーションすることで発表能力を高める。さらにパワーポイントなどのパソコンソフトの活用のため、コンピュータ講座を開設する。またSSH指定校と積極的に交流会を設け、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おして発表や討論する力をつけることができると考える。各種大会（コンクール）等への積極的な参加によりまとめて発表する能力を養う。

Ⅲ. 研究開発の経緯

平成16年度 S S H 事業 行程

月 日	曜日	事 項
4月1日	木	S S H推進室設立。
4月6日	火	北國新聞・北陸中日新聞（共に朝刊）に「七尾高校スーパー科学高に」と題した記事が掲載される。
4月16日	金	フロンティアサイエンスⅠ（学校設定科目） 第1回オリエンテーション実施。
		第1回目の人間環境情報（学校設定科目）“未知なる生命・ヒト”
4月23日	金	フロンティアサイエンスⅠ第2回 「天気予報入門」（花島教諭）
4月26日	月	第2回目の人間環境情報。“新生児抱き人形・妊婦疑似体験”
4月30日	金	フロンティアサイエンスⅠ 第3回特別講義（本校にて） 「天気予報の現状と方法」（金沢地方気象台 辰巳 禎明 先生）
5月7日	金	フロンティアサイエンスⅠ 第4回特別講義（本校にて） 「北陸の雷」（金沢工業大学 饗場 貢 先生）
5月14日	金	フロンティアサイエンスⅠ 第5回特別講義（本校にて） 「天気予報実習」（金沢地方気象台 辰巳 禎明 先生）
5月21日	金	フロンティアサイエンスⅠ第6回「気象のまとめ」（花島教諭）
5月28日	金	フロンティアサイエンスⅠ 第7回 「日本海の誕生と能登半島の変遷」（花島教諭）
6月11日	金	フロンティアサイエンスⅠ 第8回特別講義（本校にて） 「日本海の誕生と能登半島の変遷」（金沢大学 森下先生）
6月18日	金	フロンティアサイエンスⅠ 第9回特別講義（金沢大学にて） 「地震の発生と地殻変動」（金沢大学 石渡先生）
6月25日	金	フロンティアサイエンスⅠ 第10回特別講義（金沢大学にて） 「地震予知の最前線」（金沢大学 平松先生）
7月 3日	土	フロンティアサイエンスⅠ 第11回特別講義 （金沢大学臨海実験施設にて） 「海洋微生物の観察」（金沢大学 笹山 先生） 同じくS S H指定校である金沢泉丘高1年生との交流。
7月 9日	金	フロンティアサイエンスⅠ 第12回特別講義（本校にて） 「能登の化石について」（サメの歯研究会 野村 先生）
7月12日	月	人間環境情報 特別講義 「生活習慣病と日常」（恵寿総合病院 池田 先生）
7月16日	金	日本海海洋調査実習オリエンテーション 第13回（向教諭）
7月19日 ～ 21日	月 水	日本海海洋調査実習 （実習船「加能丸」2泊3日 日本海佐渡沖）
7月22日	木	J S Tより堀尾係長・藤本主任・成田主任来校
7月24日	金	日本海海洋調査実習事後分析（金沢大学理学部にて）

8月 2日	月	スーパーサイエンスクラブ (SSC) 数学班が金沢工業大学ライブラリーセンターへ (金工大 竺 先生)
8月 4日 ~5日	水	サイエンスセミナー。鳥類に関する講義と、夜間は天体観測を実施した。
8月 9日	月	スーパーサイエンスクラブ (SSC) 分析化学班が金沢大学理学部へ (金沢大学 中西先生)
8月10日 ~11日	火	SSH全国交流会に参加 (寺下・升田・中屋参加)
8月12日 ~13日	水	スーパーサイエンスクラブ (SSC) 天文科学班が柳田村・満天星にて宿泊天体観察を実施。 スーパーサイエンスクラブ (SSC) 電磁物理班が金沢泉丘高校のフューチャーラボを訪問。実験を行う。
8月18日	水	七尾SSH推進委員会開催。
8月19日	木	スーパーサイエンスクラブ (SSC) 分析化学班が金沢工業大学へ。 (金沢工業大 露本 先生)
8月23日	月	スーパーサイエンスクラブ (SSC) 生物班が第1回目の石動山植生調査へ。
8月25日	水	第1回SSH石川県運営指導委員会開催 (本校視聴覚教室にて)
9月 1日	水	自衛隊の協力により、南極の氷贈呈式を行う。 七高祭でSSH関係の展示。SSCが実験を行う。
9月 4日	土	2年生理数科3名が、富山大学にて南極の氷を分析。
9月10日	金	フロンティアサイエンスI 第14回特別講義 (本校にて) 「海洋深層水の魅力」(富山県水産試験場 宮崎 先生)
9月13日	月	人間環境情報 特別講義 「喫煙の害とその実態」(恵寿総合病院 池田 先生)
9月17日	金	フロンティアサイエンスI 第15回 「バイオテクノロジーに関する事前学習」(花島先生)
10月1日	金	フロンティアサイエンスI 第16回特別講義 「クローン技術について」(石川県畜産総合センターにて)
10月2日	土	スーパーサイエンスクラブ (SSC) 生物班が第2回目の石動山植生調査へ。
10月4日	月	人間環境情報「薬物乱用と健康」(茶木教諭)
10月8日	金	フロンティアサイエンスI 第17回特別講義 「ハイク漁業について」(石川県水産総合センター)
10月15日	金	フロンティアサイエンスI 第18回特別講義 「遺伝子組換えについて」(岡部教諭・春木教諭・三原教諭)
10月18日	月	人間環境情報「応急処置について」(黒坂教諭)
10月22日	金	フロンティアサイエンスI 第19回特別講義 「海生生物の観察」(石川県水産総合センター・能登島事業所)
10月23日	土	スーパーサイエンスクラブ (SSC) 生物班が第3回目の石動山植生調査へ。

10月25日	月	人間環境情報「心肺蘇生法」(池田教諭)
10月29日	金	フロンティアサイエンスI 第20回特別講義 「組織培養の実習」(七尾東雲高校 出村先生)
11月1日	月	人間環境情報「精神の健康」(山本教諭)
11月2日	火	SSH記念講演会「宇宙への挑戦」 (宇宙航空研究開発機構 江口 昭裕 氏)
11月5日	金	七尾SSH推進委員会開催
11月8日	月	人間環境情報 リサイクルセンター見学
11月15日	月	人間環境情報 特別講義「あなたの命」 (恵寿総合病院 大内先生)
11月19日	金	フロンティアサイエンスI 第21回特別講義(本校にて) 「食品の機能性について」(石川県立大学 榎本先生)
11月22日	月	人間環境情報 特別講義「ヒトの体を守るしくみ」 (石川県立看護大学 今井先生)
11月25日	木	平成16年度課題研究校内発表会
12月7日	火	JST実地調査 (研究授業・研究協議)
12月10日	金	フロンティアサイエンスI 第22回特別講義(金沢工業大にて) 「脳のはたらき」(金沢工業大 河原先生)
12月13日	月	人間環境情報 情報 「情報の検索と収集」(平野教諭・今村教諭)
12月17日	金	フロンティアサイエンスI 第23回特別講義(金沢大学にて) 「DNAの抽出」(金沢大学 岩見先生)
12月20日	月	理数科3校課題研究発表会(金沢泉丘高校にて) テレビ金沢にてパラボラアンテナのニュースが放映される。
平成17年 1月9日	日	数学セミナー(京都大学)に2年生5名が参加(10日まで)
1月10日	月	数学オリンピック国内予選(金沢市)1・2年生17名が参加
1月14日	金	フロンティアサイエンスI 第24回特別講義(満天星にて) 「宇宙の果てから極小の世界まで」(満天星 土川先生)
1月21日	金	フロンティアサイエンスI 第25回特別講義(金沢大学にて) 「ビックバンからヒトへの進化」(金沢大学 古本先生)
1月21日	金	フロンティアサイエンスI 第26回特別講義(本校にて) 「小惑星について」(満天星 土川先生)
2月4日	金	フロンティアサイエンスI 第27回特別講義(本校にて) 「ウイルスと免疫」(金沢大学 市村先生)
2月7日	月	第2回SSH石川県運営指導委員会開催(本校視聴覚教室にて)
2月18日	金	フロンティアサイエンスI 第28回特別講義(金沢大学) 金沢大学医学部見学
2月25日	金	フロンティアサイエンスI 第29回特別講義(本校にて) 「環境ストレスに対する細胞応答」 (北陸先端技術大学院大学 高木先生)

IV. 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

(1) フロンティアサイエンス I

【仮説】

将来科学者を目指し先端科学分野に挑戦するためには、高等学校段階から早期にその第一歩を踏み出す必要がある。そのため、七尾高校では学校設定科目として「フロンティアサイエンス I」(2単位)を設け先端科学分野を学習する。本校は石川県能登半島の入り口に位置し、日本海と緑豊かな自然に囲まれて農業や漁業が盛んである。この身近な自然環境に注視し先端科学の目でとらえることを基本理念として「天文」「地球」「海洋」「生命」の4つの柱を据えて学習する。地域の自然環境にテーマを設定して学習することで地域の自然をより身近にとらえることができ、自然に対する体験学習や新たな発見などを通して科学に対する興味、関心を高めることができる。

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。高校生は科学用語は聞いたことがあっても言葉だけが一人歩きしていて正確な内容を伴わない場合も多い。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新しい教材の研究開発を行い、効果的に既存のカリキュラムに組み込む方法を開発する。

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は、確固たる基本を身に付けることが大切であり、本校では偏りのないカリキュラムを基本として履修し、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られる。

【研究の概要】

ア ねらい

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・関心を高めることを目標としている。

1年次で履修する学校設定科目「フロンティアサイエンス I」(2単位)では、本校が位置する能登の自然環境を活かし天文、地球、海洋、生命の4つの柱を掲げ探求する。本校は周りを海に囲まれた自然環境豊かな能登半島の入り口にある。身近にある豊かな自然環境を教育資源として活用しながら、本校が掲げる4つの柱に基づいて以下の6テーマを定めこのテーマに添って各研究機関と連携を図りながら研究開発する。

イ テーマ設定の理由、連携する研究機関

① 北陸の気象

北陸の気候は夏は温暖で過ごしやすく冬は風雪が厳しいというイメージがある。石川県は南北に細長く150km以上あり、北の能登地方と南の加賀地方では天候が大きく異なることがある。また、寒気が上空に入り込んで天候が変わりやすく予測が難しい。そこで、気象学の基礎から実際の気象予報まで金沢地方気象台と連携して学ぶ。天気の変化を予測するには専門的な高層天気図を読みとる必要があり、高層天気図に踏み込んで天気を予測する。

石川県は全国でも有数の落雷地域である。北陸には「ブリおこし」や「雪だし雷」など生活と雷にまつわる言葉が多い。落雷や火災などの災害も多い。金沢工業大学では昭和52年から雷雲にロケットを打ち上げて誘雷実験を行い雷を研究してきた。金沢工業大学と連携し雷の特徴や雷から身を守る方法などについて学ぶ。

② 地球物理

日本海誕生や能登半島の変遷、地震のメカニズムなど大規模な地球物理について金沢大学と連携して学ぶ。石川県各地には活断層が多く発見されている。金沢市の北東部から南西部にかけて伸びる森本富樫断層がマスコミで大きく報じられた。この活断層がずれると金沢市は大きな被害を受けると指摘されている。能登半島には同じ規模の活断層があり、地質時代に広範囲の地殻変動があったことはあまり知られていない。JR七尾線を金沢から北に向かうと羽咋から急に平地が開けてくる。この平地は七尾までの長さ25km、幅3kmの範囲で開けている。この北東部から南西部にかけての平地は邑知瀧地溝帯と呼ばれる。地溝帯の両縁にはそれぞれ眉丈山と石動山が迫っている。邑知瀧地溝帯は北西部と南東部両方向から押されて隆起し、丁度山頂部にあたる部分が陥没してできたことが明らかとなった。上空から見ると邑知瀧地溝帯は森本富樫断層と平行するようである。身近にある大規模な活断層を教材として地質時代に能登半島で起きた地殻変動について詳しく学ぶ。

③ 海洋科学

能登地方は周りを海に囲まれ水産資源が豊富である。この豊かな海をテーマとして学ぶ。能登の海は大雑把に言えば南方からの対馬暖流によって生み出されている。一方、大陸に添って南下する冷たいリマン海流も日本海に流れ込んでおり能登半島沖は豊かな漁場となっている。さらに、七尾の東には深さが1000mを超す富山湾がある。能登半島西部の海が遠浅の海岸であるのに対して、能登半島東部の海は近くに深海が迫った地形である。富山湾は能登半島を回り込んできた表層部の対馬暖流とは別に、300m以深でシベリアの氷を起源とする日本海固有水が形成されている。日本海固有水は年間を通じて水温や塩分濃度が変化しない。このような安定な環境に生息する生物や水質を金沢大学、石川県水産総合センター、のとじま水族館、富山県水産試験場と連携して学ぶ。

能登地方では若者が仕事を求めて年々都会へ出て行き、急激な過疎化が進んでいる。高齢者の占める割合が年々上昇して地域の活力が失われつつある。漁業についても同様である。後継者が少ない状況でより効率のよい漁業のあり方を模索している。人工衛星を利用したリモートセンシングによる漁業もその一つである。底引き網漁などによる行き過ぎた乱獲が原因で漁業資源が減少している。獲る漁業から育てる漁業へと変わりつつある漁業の現状を石川県水産総合センターと連携して学ぶ。

④ 生命工学

能登地方は畜産業が盛んである。石川県畜産総合センターでは優秀な牛の生産を目指して平成10年に世界ではじめて成牛の体細胞を使った双子のクローン牛「のと」と「かが」を

誕生させた。以来多くの体細胞クローン牛を誕生させている。七尾東雲高等学校はクリーンルームなどを備えた本格的な生命工学の実験設備を有し、組織培養の研究開発に多くの実績をもつ。絶滅危惧種に指定されている石動山ユリを組織培養し、種を保存する活動を早くから行っている。研究活動の場は海外にも及んでいる。このように生命工学を学ぶに適した教育資源を利用し連携して生命工学について学ぶ。

生物は設計図ともいべき遺伝子の情報に基づいてつくられる。金沢大学大学院では厳格な管理の下で多くの遺伝子組み換え実験を行っている。金沢大学大学院と連携しDNAの抽出実験を行う。そして、遺伝子組み換えの原理と応用について学ぶ。

⑤ ヒトと宇宙

七尾高校の正門を入ると真っ先に眼にはいるのが正面屋上にある天体ドームである。いわば七尾高校のシンボリックな存在である。七尾高校百年史を開くと昭和45年に天体観測ドームが完成したとあり、以来継続して天体観測を行ってきた。能登地方は自然が豊かで空気が澄んでおり天体観測するには適した場所である。隣の羽咋市はUFOの来る街として全国に名前を売り出している。能登各地にも天体観測のための施設があり多くの人が利用している。能登町の天体観測施設「満天星」では天体観測のための研究員を配置し観測研究を行っている。満天星と連携してヒトと宇宙について学ぶ。金沢大学とも連携して宇宙や惑星の誕生について学ぶ。

⑥ 生命科学と医療

高齢化がますます進み私達は健康と医療の問題を抜きに生きていくことはできない。私達が普段食べている食品には体に良いと言われている多く化学成分が含まれている。石川県立大学は食品に含まれる成分の機能性や食品の機能性を高めるための技術研究をしている。石川県産野菜、地元七尾の野菜のもつ機能性について石川県立大学と連携して学ぶ。科学技術の進歩によってヒトの体内を鮮明な画像で観測ができるようになった。かつては神秘的ベールに包まれていた脳も例外ではない。金沢工業大学人間情報研究所と連携して脳の働きについて学ぶ。脳の研究からコオロギとヒトとの行動パターンに奇妙な接点が見えてくる。

ヒトの体は電磁波、放射線、紫外線など様々な環境ストレスに曝されている。絶え間なく環境ストレスを受け続けると細胞はどのようなダメージを受けるのか、北陸先端科学技術大学院大学と連携して学ぶ。

近年鶏インフルエンザのヒトへの感染やSARSなど聞き慣れないウイルスが次々とヒトを攻撃している。このようなウイルスに対してヒトはどのように防御したら良いのか。金沢大学医学部と連携して学ぶ。また、金沢大学医学部附属病院やがん研究所などで最新医療の現状を研修する。

ウ 実施状況

回	実施日	講座番号	実施題目、連携機関、講師等
1	4月16日(金)		オリエンテーション 本校教諭
2	4月23日(金)	①-1	天気予報入門(講義) 本校花島教諭
3	4月30日(金)	①-2	天気予報の現状と方法(講義) 金沢地方气象台 辰巳禎明気象情報官
4	5月7日(金)	①-3	北陸の雷について(講義) 金沢工業大学 饗庭 貢教授

5	5月14日(金)	①-4	天気予報(講義) 金沢地方気象台 辰巳禎明気象情報官
6	5月21日(金)	①-5	北陸の気象について(講義) 本校花島教諭
7	5月28日(金)	②-1	地質時代について(講義実習) 本校花島教諭
8	6月11日(金)	②-2	日本海の誕生と能登半島の変遷(講義実習) 金沢大学大学院 森下知晃助手
9	6月18日(金)	②-3	地震発生と地殻変動(講義実習) 金沢大学大学院 石渡 明教授、森下知晃助手
10	6月25日(金)	②-4	地震予知の最前線(講義実習) 金沢大学大学院 平松良浩助教授
11	7月 3日(土)	③-1	海生生物の観察(講義実習) 金沢大学大学院 笹山雄一教授、鈴木信雄助手
12	7月 9日(金)	②-5	能登の化石について(講義実習) 七尾市少年科学館 野村正純先生
13	7月23日(金)	③-2	海水試料の分析(実習) 金沢大学大学院 中西 孝教授、平山直紀助教授、石田健一郎助教授
14	9月10日(金)	③-3	海洋深層水の魅力(講義) 富山県水産試験場 宮崎統五課長
15	9月17日(金)	④-1	生命工学について(講義実習) 本校花島教諭
16	10月 1日(金)	④-2	クローン技術について(講義実習) 石川県畜産総合センター 源野 朗科長
17	10月 8日(金)	③-4	ハイテク漁業について(講義実習) 石川県水産総合 センター 大橋洋一研究員、四方崇文研究員
18	10月15日(金)	④-3	遺伝子組み換え実験(実習) 本校岡部教諭、 三原教諭、春木教諭
19	10月22日(金)	③-5	栽培漁業の現状と魚類の観察(講義実習) 石川県水産総合センター能登島事業所 横西 哲所長
20	10月29日(金)	④-4	組織培養の基礎(実習) 七尾東雲高等学校 出村 豊教諭
21	11月19日(金)	⑥-1	食品の機能性について(講義実習) 石川県立大学 榎本俊樹教授
22	12月10日(金)	⑥-2	脳の働き(講義実習) 金沢工業大学 河原哲夫教授、長尾隆司教授、田森佳秀助教授
23	12月17日(金)	④-5	DNA抽出実験(講義実習) 金沢大学大学院 岩見雅史助教授
24	1月14日(金)	⑤-1	星座の魅力(講義実習) 満天星 土川 啓研究員
25	1月21日(金)	⑤-2	ビッグバンからヒトへの進化(講義実習) 金沢大学大学院 古本宗充教授
26	1月28日(金)	⑤-3	宇宙からのメッセージ(講義実習) 満天星 土川 啓研究員

27	2月4日(金)	⑥-3	ウイルスと免疫について(講義) 金沢大学大学院 市村 宏教授
28	2月18日(金)	⑥-4	高度医療の現状について(講義実習) 金沢大学大学院
29	2月25日(金)	⑥-5	環境ストレスに対する細胞応答(講義実習) 北陸先端科学技術大学院大学 高木昌宏教授

エ 実施についての留意点

講座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には事前学習と事後学習を行い学習内容の確認と定着を図るように努めた。講義が一方的とならないよう講義中にできるだけ講師に質問し、また講義内容を確認し生徒の理解を助けるようにした。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。

オ 評価の方法

講座実施毎に600字以上のレポートを提出させた。レポートから講座内容の理解度、内容のまとめ具合、講義から分かったことあるいは新たな疑問点、生徒独自のアイデアがあるか、内容が適切で論理的かどうか評価した。講座実施中においても講義内容に対する質問や態度などを見て客観的に評価した。実習や観察については取り組んだ提出物を提出させ、作品の完成度やスケッチの正確さなどを評価した。講座実施後は講座内容についてテーマに興味を持てたか。内容は分かりやすかったか。最後まで集中できたか。自分の将来を考える上で参考となったか。の項目についてアンケートを取って集計した。

【研究の内容】

A ①-2, ①-4 天気予報について(講義)

金沢地方気象台 辰巳 禎明 気象情報官

a ねらい

天気の移り変わりは太陽からの熱放射が地球の大気の大循環を促し起こっている。大気の循環の地球規模での変化が、地域の天候の変化となって表れる。日々報道される天気図に関心を持ち天気図から天気を予想する。北陸の地域的な条件と気象との関係を踏まえ、天候が変わりやすい要因を学ぶ。天気を予想する際に参考となる高層天気図を読みとり、高層天気図から天気を予想する。



b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

4月23日(金) 14:10~16:00 ①-1 本校16H教室 事前学習

4月30日(金) 14:10~16:00 ①-2 本校物理実験室

5月14日(金) 14:10~16:00 ①-4 本校コンピュータ室

5月21日(金) 14:10~16:00 ①-5 本校コンピュータ室 事後学習

イ 参加生徒 1年生理数科(16H)生徒 37名(①-2は生徒欠席のため36名)

ウ 内容

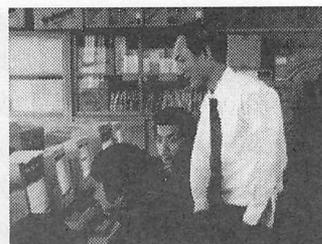
【大気の循環】地球を大気を取り巻いている。地表から10kmくらいまでを対流圏といい地球大気のおよそ80%にあたる空気量が存在する。低気圧、前線、台風など私達に影響を及ぼす気象現象は対流圏で発生している。地球は太陽から熱を受け取り、そして熱を放射している。熱収支の結果赤道に近いほど暑く、北極南極に近いほど寒いことになる。そのため大きく見ると、赤道付近と極付近とで大気が循環することで熱交換がおこり地球全体でのバランスを保っている。赤道付近と極付近との熱交換が大気の大循環の基となる。

【上昇気流と悪天】湿った空気が上昇すると、空気は膨張し温度は下がる。温度が下がることにより飽和水蒸気量も減るため水蒸気が凝結し、雲を発生し雨や雪として降ってくる。上昇気流が発生する原因として低気圧や前線の他に、日射等による地表面の昇温や上空に強い寒気が入った場合、斜面を空気ははい上がる場合などがある。

【北陸の冬の天気】冬になるとシベリア寒気団が発達する。西高東低の気圧配置となり北西の季節風が多くなる。シベリア寒気団は元々乾燥しているが、日本海を渡ってくる間に暖かい海水からの水蒸気を含み湿った状態に変わる。湿った空気は上空で冷やされ雲をつくり、さらに上昇して雪粒となり雪を降らせる。北海道近辺で低気圧が発達すると北日本や北陸地方は暴風雨となることがある。冬型の気圧配置で山間部で降雪が多くなるタイプ(山雪)と海岸や平野部で降雪が多くなるタイプ(里雪)とがある。山雪は北西の季節風が脊梁山脈を上昇し山の風上に雪を降らせる。このとき等圧線は縦縞模様になっている。里雪は等圧線が湾曲して日本海で袋状となり、小さな低気圧が発生した時に平野部で大雪をもたらす。

【高層天気図】天気予報でよく見るのは地上天気図で海面での気圧の等圧線を描いてある。高層天気図は等高線を描いてあり等気圧面の高度分布図である。等圧線と等高線という違いはあるが高層天気図の等高線も地上天気図の等圧線と同じように見る。地上での低気圧は高層では気流のうねりとして表される。気流のうねりで高度の低い部分を「トラフ(気圧の谷)」高度の高い部分を「リッジ(気圧の尾根)」という。予報作業では主に500hPaと850hPaの高層天気図を利用する。500hPa天気図はおよそ5400mから5700mの高度で対流圏のほぼ中間である。天気図には等高線、等温線、各高層観測地点の温度、湿度と露点温度の差、風向風速が記入される。天気図でのトラフやリッジの位置を地上天気図の高気圧や低気圧の位置と比べる。天気予報で上空の寒気というと500hPa面における温度をさすことが多く、-3.6℃を下回る寒気が入ると大雪となる可能性がある。非常に冷たい空気が入り込んでくると大気は不安定になり冬は大雪、夏は大雨になる。850hPa天気図はおよそ1500mの高度である。500hPa天気図と同じ気象要素を描画するが加えて気温と露点温度の差が3℃未満の領域をドット(湿潤域という)で表示する。天気図では、温度分布から寒気・暖気の流入を、湿潤域から下層雲の広がり、温度と風から前線の位置を把握する。冬この面の気温が-6℃以下では雪になる可能性が高い。

【数値予報、予報文を作る】天気を予報するため日本国内の気象台や測候所、世界中での気象観測データを収集する。このデータをスーパーコンピュータに入れ今後の天気の数値化した天気予想図を作成する。実際には午前9時の気象データを初期値として天気予想図を作る。午後9時の予想図を参考に今夜の予報を、翌日午前9時と午後9時の予想図を参考に明日の予報を作成し午後5時に発表する。同様に午後9時を初期値として天気予想図を作り午前5時に予報を発表する。



午前11時にも予報は発表する。予報文に使う時々、一時、のちという表現にはそれぞれ予報期間の50%未満、25%未満、前半と後半で違う場合という一定のルールがある。講義の後、生徒は地上天気図と高層天気図から天気予報を行った。

c 成果

講師は金沢地方気象台で日々気象予報を出している専門家なので現場のいろいろな話を聞くことができ、改めて天気予報の難しさが良く伝わってきた。私達は何気なく天気予報を見て予報の的中率を問題にするが、発表した予報には重大な責任も伴うので反響が大きいことも納得できた。天気予報のテーマはアンケートからも多くの生徒が関心を持っていた。今回詳しい内容に踏み込んだことで中学校で習った気象現象への理解が深まった。気象情報を毎日ラジオゾンデを揚げて観測していることに多くの生徒が関心を持って質問していた。多くの生徒が台風に関心を持っており、台風の通過する進路によって台風の影響が随分異なることをよく理解できた。集中豪雨が発生する気象条件も明確に把握できた。生徒は中学校で習った気象の内容とはかけ離れて難しかったようだが、気象現象を単に知識ではなく理論として思考できる生徒がいたことは収穫であった。

○生徒のレポートより

- ・今まで天気はあたりまえなことなので深く考えたことがなかった。今回の講義を通して天気に対する見方が大きく変わったと思う。
- ・講義内容は難しすぎる部分もあったが、ある程度は理解できた。これからはニュースや新聞の天気図でお天気マークだけを見るのではなく、天気がなぜそのような予報になるのか自分なりに考えてみたい。満足のいく講義であった。
- ・日本は季節がはっきりしている。季節によって発達する気団が異なり、季節特有の天候となる。講義があってからは新聞の天気図を今まで以上に見るようになったし、見方も変わってきた。
- ・コンピュータの天気予想図を見て初めて自分なりの天気予報をした。結構感動した。今度インターネットで天気図から個人的に天気を予想してみたい。そして、ニュース並に正確に予想してみたい。できれば気象予報士の資格を取りたい。
- ・予習ではトラフやリッジにどのような意味があるか分かりませんでした。講義からトラフは低気圧のようなもので近づけば天気が悪くなり、リッジは高気圧のようなもので天気がよくなることが理解できた。
- ・台風の石川県への影響はコースによって異なることが分かった。台風が北を通れば風に警戒、南を通れば雨に警戒、近くを通れば雨風ともに警戒しなければいけない。ついでに台風がどこを通るかも正確に予想できれば良いのだが。
- ・集中豪雨が発生する条件とは、多量の水蒸気を次々と補給する大気の流れがあること。集

まった水蒸気を上空へ運ぶための上昇気流があり、それを持続する条件があること。上昇気流による強い雨が特定の地域に停滞または繰り返し襲ってくること。の3つの条件が揃って起きる。観測結果を基に集中豪雨はある程度予測できるようになった。素晴らしいことだ。

・天気予報の際の言葉だが、「時々」、「一時」、「のち」の使い分けを知った。普段から疑問に思っていたがルールを知って合点がいった。

・石川県は雷が多く、冬の豪雪や、激しい天気の変化など気象に関してはとても特徴のある地域であることが分かった。今回の講義は私にとって少し難しい内容だったが、気象に関する複雑な部分も知ることができて良かった。

・天気の大まかな予想はスーパーコンピュータが行っている。気象要素の中で重要なのは気温、風向、風力、気圧、湿度、降水量、日射量などで、その変化は物理学の法則によりコンピュータが計算し予想する。例えば、気温の変化は熱力学の第一法則、風はニュートンの運動の法則、気圧は質量保存の法則が関係し、これらは互いにボイル・シャルルの法則で関係し合っているという。気象は難しい。

d 課題

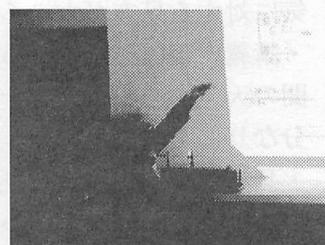
講師は高校生に指導することが初めてでいろいろ工夫されていた。テーマには多くの生徒が関心を持っていた。講義内容について事前学習していたが、アンケートでは1回目は20%強の生徒が、2回目は70%強の生徒が難しいと答えている。2回目に実施した高層天気図の内容があまり理解できないようで、指導する際には時間をかけ段階を踏んで指導するなどの方法が適切であったと考えられる。特に高層天気図で一定気圧面における等高度線図というイメージを多くの生徒が捉えきれなかったこと、またコリオリの力、気流のうねり、渦度などの耳慣れない専門用語が多くあり難しいと感じていた。今後先端分野を指導する上で、この専門用語と学習内容に対するレディネスが大きな課題となる。

B ①-3 北陸の雷について (講義)

金沢工業大学 饗庭 貢 教授

a ねらい

石川県は全国でも雷の発生頻度が高いことはあまり知られていない。雷発生メカニズムを把握し、北陸地方特有の気象条件との関係で雷を理解する。雷は昔から私達の生活の中にとけ込んでおり、雷の特徴を捉え生かす手だてを考える。一方で雷はエネルギーが大きく危険である。私達自身や電子機器などを雷から守る方法を学ぶ。



b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

5月7日(金) 14:10～16:00 ①-3 本校物理実験室

イ 参加生徒 1年生理数科(16H)生徒 37名

ウ 内容

【雷の発生する気象条件】金沢には四季折々の風物があるのと同様に、雷(神鳴)に春雷(3～5月)、夏雷(6～8月)、秋雷(9～11月)、冬雷(12～2月)がある。生活にとけ込んだ言葉に春雷の「正直に梅雨雷の一つかな」(一茶)、夏の「入道雲」、秋の「ブリおこし」、冬の「雪おこし」などがある。ハタハタは鰯とも書き、雷と豊漁との関係が指摘され

ている魚である。対馬暖流の海水温と大気温度の差が 10°C あると上昇気流で積乱雲(雷雲)が発生する。大気中を上昇気流が昇っていくとき、粒子が攪乱現象(摩擦)で正負に分極し、上下に双極子状になった雷雲が形成される。 5°C では積雲が、 15°C 以上では竜巻が発生する。落雷には直撃雷と誘導雷とがある。都会性雷や火山性雷もある。日本では金沢と南九州の2カ所が雷日数40日と最大である。石川県では対馬暖流が日本海に長く突き出た能登半島にぶつかり上昇気流を生じやすいために多く発生する。

【雷のエネルギー】落雷のエネルギーは雷光(稲妻)、雷鳴(音)、衝撃波(風圧)、雷電流(電気)により分類される。アメリカ航空宇宙局のF106機での調査では、峻度 $10\text{万 A}/\mu$ 、波高値 20万 A 、継続時間 $1\sim 3$ 秒、電荷量 $50\sim 100$ クーロンとの値が得られ、短時間ながらエネルギー量としては大きいことが分かった。北陸の雷は2重雷が多く、40雷という多重雷もあり、エネルギー量は極めて大きい。北陸の冬では特にエネルギーが大きい 20万 A の雷電流が大地に流れる。雷の進展速度は $1\times 10^7\text{m/s}$ であり、追いかけられたら逃げられない。落雷するかしないかは電界強度値 kV/m を電界計で測定すると手軽に分かる。ゴルフ場や建設現場では用いられている。雷雲のエネルギーは小さい雷でも電気代に直すと1万円位になるので、雷発電、雷温水器を用いることができれば風力発電や太陽光発電と組み合わせて全天候形の発電所ができる。また、落雷したら「椎茸が沢山獲れた」「稲の生育がよくなった」との話もある。

【鬼と雷神】昔からこわいものの表現に鬼がある。落雷の際立木や人が稲妻で鬼に見えたのだろう。落雷の正極性(+)雷は真っ直ぐ短時間に流れる大きな電流(20万 A)なので、目で見える光の色温度が高く青白いため青鬼となった。負極性(-)雷は雷光形なので電流も小さく(1万 A)、色温度が低く赤色なので赤鬼となった。雲内放電は雲の中の雲頂と雲底との間での放電なので、光は見えず音だけなので黒鬼となった。三十三間堂にある緑色の一つ角の子供の鬼は放電前後に雲に残ってちらちらしているコロナ放電の表現である。

【雷から身を守る方法】人間は雷にとっては電解液となるのでよく着雷する。上下の皮膚抵抗は約 330Ω 、皮膚貫通抵抗は約 $2\text{M}\Omega$ で入り難い。おへそを取ってゆくとこの諺は本当で、目・耳・鼻・口などから雷は入り易い。雷は高い所に落ちるのを優先する。従って、立木の下に入り幹に寄りかかるのは自殺行為となる。金属には誘雷作用があるので金属類は持たない方がよい。ヘアピン効果とよび、ロケット誘雷実験で2対のマネキンの片方にヘアピンを付けて実験したところ、2回ともヘアピンへ落雷した。落雷電流は地表を流れて、地上の誘導電荷と中和するので、足を広げた状態では歩幅電圧で感電する。雷警報を聞いたなら避難小屋、車、家の中に待避するのがよい。外でどうしても待避する場合は、履物はゴム長、やわらかいくぼ地にビニールや木片を敷いて屈み込んだ姿勢で雷雲が通り過ぎるのを待つのがよい。自動車の雷耐力を検討した。車の中に兎をおいて誘雷実験したところ兎は生きていた。ただし、横から襲ってくる雷は窓ガラスを破って浸入してくる。窓ガラスには誘雷性のある品物は取り付けない方がよい。

【雷から会社を守る方法】雷には直撃雷の他に誘導雷がある。落雷したときにその雲の下では、静電気の誘導電荷の無拘束電荷による進行波が、機器内や建造物に侵入することがある。また、雷電流が流れた近くに平行な電線があると、エネルギー不滅の法則により逆起電流が流れて、電気機器の内部を破損させることがある。さらに、大地へ逃がした雷電流の大地抵抗による電位上昇で、分圧電圧が他の接地された機器内に浸入し破損させる。防護用機器に

は耐雷変圧器、避雷器を用いるとよい。直撃雷から建造物を守るときには、保護角が 45° か 60° になる高さまで避雷針の突針を高くして接地工事を行う。その際必ず独立避雷針とする。屋上で建造物の鉄骨に直付けした避雷突針では壁内・柱内の電力線・情報線（コンピュータ、制御システム、電話線など）に影響し、電子機器が破損する。また、壁内の水道管が破れ、屋内に水が漏れてくる。完全にしたいときには消雷装置を取り付けるとよい。

c 成果

生徒は生活と密着した言葉の中に雷が意外と多く入り込んでいることに驚き、改めて雷との結びつきを感じとった。休み時間も講師の周りを取り囲み多くの生徒が積極的に質問していた。アンケートでは30%の生徒が内容が難しいと答えているが、講義中の盛り上がりからすると意外である。前回と同じように生徒の理解が難しいと思われる部分を講師に質問し分かりやすく解説してもらったほうが、講義が一方的とならず生徒の理解を深めることに結びついた。特に雷発生のメカニズムは丁寧な分かりやすい解説もあり多くの生徒が理解した。レポートから雷が発生しやすい条件や北陸の雷の特徴、雷から身を守る方法について生徒はほぼ理解できたと判断する。石川県が全国でも雷の多発地帯であることに多くの生徒は驚いていたが、発生原因の説明から理解が深まった。雷エネルギーの利用法についてユニークなアイデアを提案する生徒もあり、興味・関心を高める効果はあったと言える。

○生徒のレポートより

- ・今回の講義で雷のでき方について良く分かりました。また、雷には何種類もあることも初めて知りました。+や-の雷がありエネルギーが違うことが分かりました。色温度から赤鬼や青鬼が生まれたことも面白い。雷については知らないことばかりだったのでとても興味深かったです。
- ・雷のでき方については学説が20以上もあると聞いてビックリした。雷は何種類もあってそれぞれ特徴を持っていることが分かった。とても面白い講義でした。
- ・外で雷に遭い落雷しそうなときには、コンクリートなどの硬いところより軟らかい窪地でビニールや乾いた布などを敷いてしゃがんでいるのが身を守るには良い方法でうかつに大きな木に近づくと自殺行為となるそうです。今回の講義は先生の話し方が分かりやすくとても良い勉強になりました。雷にとても興味を持ちました。
- ・雷発電は風力発電や太陽光発電と同じ自然エネルギーを利用するので地球温暖化の原因である二酸化炭素がでる心配がない。雷発電が実現すれば未来のエネルギー源として重要な役割を担うだろう。
- ・雷探知のための電界計を使って、落雷位置を予想し、雷のエネルギーを私達の生活のエネルギーとして利用することができれば大量のエネルギーがまかなえると思う。雷を呼び寄せたり、作り出したりするのも良いかもしれない。雷は太陽暦とも関係があり、生命誕生にも影響したらしい。雷研究でさらに多くのことが分かればよい。
- ・今回一番興味を持ったのは、地上も電気を持っているということだ。雷が発生するところでは、地上は必ず+か-かの電気が帯びている。この電気をそのまま電気エネルギーとして利用できないかと思った。雷ができそうな日に外に電球を置いて試してみようと思った。
- ・雷から身を守るには、高いところにはいけない。金属類は持たない方がよい。地面も硬いところより軟らかいところの方が危険は少ない。車の中は比較的安全のようである。昔テレビで雷について放送しているのを見たが、それ以来ずっと疑問としてあったのが今回の講義で解決できてよかった。
- ・北陸では特に雷が多く、雷研究に適していることに驚いた。雷のでき方については少々難

しく理解するのに苦労した。雷から身を守る方法ではやはり絶縁することが大切であると分かった。雷は非常に危険ではあるが、猛獣を操るようなもので上手く扱えばとても面白い存在でもある。

・今回の雷の講義は難しくて分かりづらいところもありましたが、雷をより身近に感じることができるようになりました。

・講義の中にあつた自動車に雷を落とす実験にはとても興味を持ちました。実際に車に乗るのは嫌だけど是非見物してみたい。車の中は安全だと言うが、本当に安全なのか自分の目で確かめてみたい。雷の詳しいところまで知ることができてとても良かったです。

d 課題

アンケートで講義が難しいと答えた生徒は専門用語に難しさを感じている。講師とは事前に高校1年生でも分かる言葉で講義をしてもらうよう依頼してあつたが、今回の講座では双極子、誘導電流、衝撃波などごく普通に使う言葉にも生徒は抵抗を感じていた。本校では物理の履修は2年次以降なので、専門用語をどのように指導していくかが今後の課題である。



C ②-2, ②-3, ②-4 日本列島の誕生と地殻変動 (講義実習)

金沢大学大学院 石渡 明 教授、平松 良浩 助教授、森下 知晃助手

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つたのか。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。石川県も例外ではない。身近にある邑知瀉地溝帯を例に地質時代に足下で起こつたであろう大規模な地殻変動を学ぶ。地震は予知できるのか。地震発生メカニズムとその研究の最前線を学ぶ。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

5月28日(金) 14:10～15:00 ②-1 本校16H教室 事前学習

6月11日(金) 14:10～16:00 ②-2 本校物理実験室、運動場

6月18日(金) 14:10～16:00 ②-3 金沢大学理学部地球学科教室、

石川県自然史資料整備室、金沢市観音堂町

6月25日(金) 14:10～16:00 ②-4 金沢大学理学部地球学科教室

イ 参加生徒 1年生理数科(16H)生徒 37名(②-3は生徒欠席のため36名)

ウ 内容

②-2 日本海の誕生と能登半島の変遷

【周辺の地形】七尾市の近くには、七尾市から羽咋市にかけて北東-南西方向に細長く広がる平野(邑知地溝帯)がある。低地帯の北西には比較的なだらかな標高100m前後の丘陵地(眉丈山丘陵)と、低地帯南東側に位置する宝達山(637m)や石動山(565m)をはじめとする丘陵地(宝達丘陵)がある。

【古地理】宝達山周辺や邑知瀉地溝帯周辺には地形的・地質学的に想定されている活断層が

多く分布している。能登半島はそのほとんどが新生代第三紀の五千万年前よりも新しい火山岩類や堆積岩類によって構成されている。第三紀より前に形成された古い岩石類は狭い領域に点在するにすぎない。その代表的なものは宝達山である。最近の研究で宝達山を構成する変成岩・深成岩の一部はおよそ二億五千万年前に形成されたものであり、同じ岩石類がその当時能登半島に広く分布していたことが分かってきた。

【日本列島の成り立ち】もう少し視野を広げ、中部日本の第三紀よりも古い地質に注目して分布を調べると日本列島の成り立ちが分かる。能登半島の基盤をつくっているのは古生代以前の古い岩石である。同じ岩石は北陸から山陰地方の日本海側にかけて帯状に分布している。この岩石分布の帯より南に行くにつれて岩石層が新しい。日本列島は地質時代を通じてプレートの沈み込みの場所であった。プレートとは地球の表層を被う岩石の厚い板で、このプレートは地球内部の水飴のような性質を持つ岩石の流動に伴い動く(プレートテクトニクス)。日本列島を作っている岩石ははるか離れた場所で形成され、プレート運動によって運ばれてきたものがたまたま接しているだけである。能登半島の基盤となる変成岩類・花崗岩類は他にアジア大陸の東縁部にあることが分かっている。これと岩石の形成年代を考えると、石川県の土台は二億五千万年前の大陸同士の大衝突があったときに、沈み込み帯の上で形成され大陸の端っこに位置していた可能性が高い。能登半島の起源となる岩石が形成されたときには、日本海はなく大陸とつながっていた。地殻変動の過程でおよそ二千五百万年前頃から日本海が形成され始めたと考えられている。

【日本海誕生】能登半島には第三紀以降の火山岩が広く分布している。その火山岩が形成された年代は多くのものが日本海形成の時期と一致している。能登半島には多様な火山岩類が分布しており、これは日本海が形成されたときの地殻変動に伴う火山活動による可能性が高い。邑知潟地溝帯は圧縮場でできあがった陥没地形だと考えられている。日本海の形成は大陸の縁にあった日本列島が海側の南東方向に押されたことを意味する。一方、能登半島は太平洋側から沈み込むプレートの影響を受けていた。能登半島にある活断層はこれらプレート同士の相互作用を現在も受けている。なぜ、日本海は形成されたのか。今でも完全に解明されていない。ただ、世界中でプレートが沈み込む場所では日本列島に似て、その裏側には海が形成されている事実がある。今、日本海誕生の謎を探るべく日本海解剖計画が進行中である。スーパー調査船「CHIKYU」を建造し、日本海を構成している海底表層から地球深部までの地層を採集し調査中である。

【実習】七尾高校の校庭で南北方向に合わせて100mの長さを計り、その両端点のGPSデジタル座標から地球の直径を比例計算で求める実習を行った。

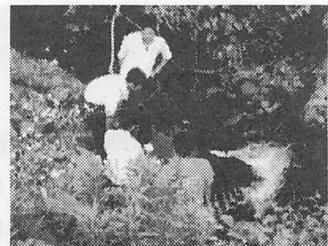
②-3 地震発生と地殻変動

【地殻変動】羽咋から七尾まで能登半島南部の丘陵地帯を分断する地溝帯を邑知潟地溝帯という。この地溝帯は両側を断層で限られた幅3km、長さ25kmある。邑知潟地溝帯の北西側を限る断層は眉丈山断層(平行に二本ある)、南東側を限る断層は石動山断層と呼ばれ、いずれも平均変位速度が千年当たり0.1~1mの活断層である。眉丈山断層は断層の北西側が隆起し、石動山断層も南東側が隆起している。現在の地溝帯では第三紀中新世に堆積した礫岩層が地形的に丘陵となって地溝帯の南縁・北縁と接している。礫岩層は部分的に薄い第四紀層で部分的に被われている。地溝帯の平坦な表面は薄い沖積層(過去一万年くらいの間にたまった河川堆積物)で被われている。この地域はおよそ五百万年前以前はちょうど現

在の宝達山のように古生代の片麻岩やジュラ紀の花崗岩が露出する周囲よりも高い山地だった。これは地溝帯の両側に分布するこの時代の地層に、この山地から運ばれた片麻岩や花崗岩の礫が沢山含まれていること、泥岩層の厚さが地溝帯に向かって薄くなることなどから分かる。

【地溝帯の形成】 邑知瀉周辺の地質を調査した結果、南東縁の平野との境界付近の丘陵では第四紀・第三紀層が南向きに傾いており、これは山腹寄りで見られる北向きの傾斜と特徴的に異なることが分かった。地層が南から押されて断層面上を無理矢理せり上がった時にこのような南向きの傾斜がつけられやすいことが知られている。このことから北西縁だけでなく南東縁もまた地溝帯が逆断層で仕切られていることが分かった。つまり地溝帯は北西方向と南東方向の両方向から押され隆起したが、ちょうど山頂部分が逆に陥没し邑知瀉地溝帯が誕生したと考えられる。

【大桑層見学】 講義の後、金沢大学角間キャンパス地内にある大桑層（おんまそう）を見学した。川で削られた露頭から暗褐色に変色した大桑層がはっきりと確認できた。川底まで降りると岩肌から二枚貝の化石がむき出しになっていた。容易に白い貝の化石を採取することができた。



【河岸段丘】 バスで角間の大学キャンパスから南西方向にある金沢市米泉町まで移動した。その途中、金沢の街の成り立ちを講義してもらった。金沢には浅野川と犀川の2つの大きな川がある。大学キャンパスのある金沢市角間は小高い丘にあり、キャンパスの南を浅野川が流れている。浅野川の南に小立野台地の丘陵が広がっている。大学キャンパスから浅野川をわたる橋まで下ってきて、向かいにおよそ30mの高さの小立野台地を見上げた位置で、台地は浅野川によって削られ残ったもので、今いる場所は川底である。つまり、大学キャンパスと小立野台地は浅野川の河岸段丘の上にあるとの説明を受けた。

【断層はぎ取り試料】 金沢市米泉町にある石川県自然史資料整備室に保管してある森本断層の地層はぎ取り資料を見学した。この資料は津幡町のトンネル工事現場から発見されたもので、褶曲した断層を2.5m四方に綺麗にはぎ取り大きな額に入れて展示してあった。自然の大きな力を目のあたりに見た。

【露頭見学】 金沢市観音堂町の露頭を見学した。ここはIC建設のために地層がむき出しになっており、露頭の観察に適していた。露頭の中に暗褐色に変色した地層がはっきり見て取れた。この地層は南側におよそ30度傾斜していた。この地層はおよそ15km離れた金沢大学角間のキャンパスにもあった大桑層の延長であるとの説明を受けた。

②-4 地震予知の最前線

【地震と断層運動】 地震とは地下の岩盤にたまった歪みのエネルギーが岩石の破壊により開放される現象である。この岩石の破壊は断層面に沿って起こる。断層面をはさんでその両側の岩石が急激にずれ動くこと、すなわち断層の運動が地震の原因となる。断層運動の結果、地震波の放射や地殻変動が生じる。地震波や地殻変動の解析から、地震時にどのような断層運動が起こったか知ることができる。

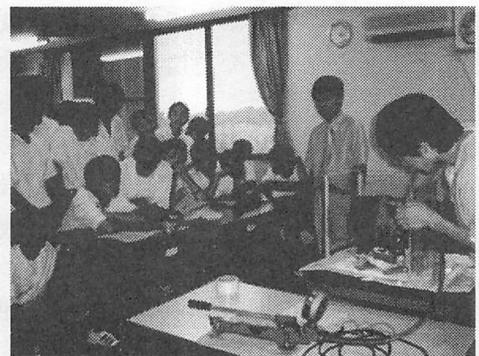
【マグニチュード】 マグニチュード (M) は地震の規模を表す量である。マグニチュードが1大きくなると地震のエネルギーは約30倍になる。地震の規模は断層面の大きさとずれの量で決まる。M8規模の地震では断層面の幅は10 km、長さは100 km以上になる。それに対してM4規模の地震では幅と長さは1 km程度である。大きな地震はずれの量も大きくなる。M7~8の地震のずれは数 m 程度だが、M3の地震では数 cmである。地震の数とマグニチュードの間にはグーテンベルグ・リヒターの関係が成り立つ。地震の数はマグニチュードが1小さくなるとおよそ10倍になる。ある地域である期間に M7の地震が1回あると、M5の地震は100回、M3の地震は10000回起きている。

【活断層】 活断層とは最近の地質時代 (約200万年) に繰り返し活動し、将来も活動することが推定される断層のことである。北陸地方には富山平野に呉羽山断層、砺波平野には砺波平野西縁断層帯、加賀平野には森本・富樫断層帯、能登半島には邑知瀧断層帯、福井平野には福井平野東縁断層帯が存在する。これらの断層は長さから判断すると概ね M7クラスの地震を引き起こす可能性がある。断層の長さ (L) とマグニチュードの間には $\text{Log}_{10} L = 0.6 M - 2.9$ の関係がある (松田、1979)。

【過去の被害地震】 能登半島付近で過去に発生した地震で家屋が倒壊するなどの被害を及ぼした地震は1729年 (M6.6~7)、1892年 (M6.4)、1896年 (M5.7)、1933年の七尾湾地震 (M6)、1985年の能登半島沖の地震 (M5.7)、1993年能登半島沖地震 (M6.6) がある。能登半島の沿岸部では日本海沿岸の他地域で起こった地震の際に生じた津波でも被害を受けている。能登半島はその地形から大規模な地震が起こった場合、津波による被害が大きくなることが予想される。

【前兆現象】 過去に起こった大地震では前兆現象があったと報告されている例が少なくない。1944年の東南海地震を例とすると、この地震は南海トラフで約100~150年周期で繰り返し起こる巨大地震で、東海地震の予知の問題と密接に関係する地震である。この地震の発生直前と直後に水準測量を行ったところ、地面の傾斜角が大きく変化していた。これは最近の研究から大地震の前に起こるプレスリップ (地震の前に断層面の一部が地震波を出さずにゆっくりすべる) によるものではないかと考えられている。プレスリップをとらえるため東海地方には歪み計や GPS による稠密な観測網が敷かれている。2000年にはこれらの観測網にスロースリップと呼ばれる地殻変動が観測され現在も進行している。可能性としてはこのスロースリップが加速して巨大地震が発生する可能性がある。現在の日本の観測レベルでは東海地方以外でこのような前兆現象を捉えるのは不可能だといわれている。

【岩石破壊実験】 講義の後、岩石破壊実験を行った。岩石に圧力をかけ徐々に圧縮すると岩石は破壊する。破壊が起こるまでの岩石内の様子を、岩石試料につけた音波を検出するマイクを用いて調べる。数人の生徒が代表して岩石を割りオシロスコープに表示される音波波形を調べた。岩石の種類によって波形が異なっていた。岩石に力をかけると破壊に至る前に多数の微小破壊が起こる。微小破壊の発生頻度を時間毎に調べると、主破壊に近づくにつれ急激に増加する。微小破壊が発生した位置を調べると主破壊に近づくにつれ、



主破壊が起こる面に集まってくる傾向がある。微小破壊を地震の前震ととらえて大地震の予知ができる可能性がある。

【地震観測テレメータシステム見学】衛星通信による地震観測テレメータシステムを見学した。現在日本では、全国地震観測データ流通の強化と移動（臨時）地震観測の高度化を目的として、東京大学地震研究所などが中心となり導入した衛星通信システムにより、全国の地震観測点のデータがリアルタイムで集配信されている。全国約2000点の地震観測データが集配信され、全国のデータがリアルタイムで利用可能となっている。金沢大学では1999年より東京大学地震研究所より衛星データ受信専用装置の貸し出しを受け研究している。この受信システムを見学した。この受信システムでは人体が感じないくらいの微小な揺れも感知できる。

c 成果

今回のテーマは日本列島の成り立ちや地元にある呂知瀉地溝帯（多くの本校生徒は毎日この呂知瀉断層帯を両側に見ながら、地溝帯の上を電車で学校まで往復通学している）、あるいは近年多発し大きな被害を出している地震など身近な問題を取り上げたので、生徒は内容にとっても興味・関心をもって受講した。

日本列島の成り立ちについては丁寧な分かりやすい説明もあってほとんどの生徒が良く理解できた。能登半島はその大部分が火山が爆発した際の火山岩が積もってできたとする内容には皆驚いて唖然としていた。講師が実際に探査船で海溝に潜り地球内部の岩石を採取するにあたり、各国研究者と研究競争する生々しい話しには大いに盛り上がった。まさに地球は熱いを地でゆく講師の情熱を生徒は十分感じることができた。

地層の見学では今までのような教室での講義だけではなく、実際に褶曲した断層のはぎ取り資料や工事現場にある露頭の地層を見て、地球内部で起きている大規模な地殻変動を各自が感じることができた点で有益だった。小高い丘の上にある大学のキャンパスから沢山の二枚貝の化石が出土することに驚いていたが、この土地は以前は海底にありそれが隆起したとの説明に納得していた。地層から化石を取り出すこともでき貴重な体験学習となった。

地震の発生メカニズムは、講義後実際に岩石破壊実験を体験してみて良く理解できた。地震が起こるとよく建物が倒壊しているが、地面の中ではもっと大きな地殻変動が起こっているのだろうと予想できた。科学が発達した現代でも、地震の予知は十分できない。日本海誕生についてもよく分かっていないなどこの分野での今後の研究の方向がよく分かった。

○生徒のレポートから

・この講義で地学に対する見方が変わった。今まで地学はあまり面白くないと思っていたが複雑で地球全体に大きく関わっている学問だということを実感した。また、物理や化学や生物といった分野ともつながっていることも分かった。良かったのは講師の体験談が聞いたことだった。研究者がしていることが具体的に分かって良かった。将来研究者を目指すのも悪くないと思った。

・実際に岩石や写真を見てとても興味がわいた。特にプレートがもぐり込んでいる境目を潜って調査した話はすごかった。深海の映像は綺麗だったし、未知なるものと出会うのではとてもわくわくした。地球の謎が海にあり、今日本が中心になって解明しようとしているなんて世界に誇れる素晴らしいことだ。私も自分の力を信じて未知なるものの発見をしたい。改めて海の偉大さに気づくことができた。

・今回の講義は講師の情熱が伝わってきて本当に良い講義だった。今後どの方面に進むにつ

いても、あれだけの情熱を持ちたいと思う。

・講義を聴いて能登半島や日本海の成り立ちが詳しく分かりました。森下先生が深海から採取してきた岩石を手で持ってみました。予想したよりもずっしりと重い感じがした。地上にある岩石と深海の岩石がどのように違うか比べてみるのも面白いと思った。

・森本断層のはぎ取り資料には褶曲した地層に断層が見られた。今まで大きな力が加わればただバリッと割れるものしかないと考えていたが、グニャッと曲がった褶曲した地層を実際に見てとても驚いた。実際の断層を見ることで地球内部のパワーと地殻変動の不思議にとても魅力を感じた。

・今回は初めての野外実習で、実際に体験しながら学ぶのはとても良いと思う。一番ビックリしたのは地層に触れてみたとき力を加えれば崩れるほどもろかったことで、その中にホタテ貝のような貝殻があり容易に取り出すことができた。記念に化石を一枚もらってきた。化石というとは何かハンマーを使って苦労して岩を割って取り出すというイメージを持っていたので手で取り出すことができ意外だった。

・実際に断層を目の前にして説明を聞くのと、教室で講義を受けるのではかなり違うものがあった。地下深くで起こる変化を見たり、何十kmも離れた場所で同じ地層が見えたりするのは頭の中では当然のことだと分かるが大いに感動するものがあった。

・浅野川を渡る橋の上で河岸段丘の説明を聞いた。何気なく丘を下りまた向いの丘に登るように思っていたが、説明を受ければ浅野川が長い年月の間に丘を削り今のように深い段丘ができたことに納得できた。いったいどれくらい長い年月がかかったのだろう。

・邑知瀉地溝帯は両側から押され割れて中心が陥没してできたもので、両側の逆断層面は今でも少しずつせり上がっているという。頭の中では理解できるが僕の地元のことでありいったいどれほどの力がかかっているのかと思うとやはり自然の力はすごいと思いました。

・実際に断層や貝の化石を見てとても有意義な時間となった。石川県は地震の心配は無いと思っていたが大きな地震が起こる可能性が十分あると聞いて驚いた。七尾では土地が低く、湾となって窪んでいるため地形的に津波に警戒しなければいけないことも新しく知った。

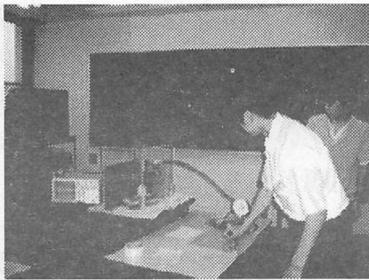
・地震が発生する仕組みはよく理解できました。ただ現代の科学技術を使っても地震の発生を予知できないことに驚いた。今まで聞いていた地震に関するいろいろな前兆現象は当てにならない迷信であることが分かった。

・岩石の破壊実験では圧力をかけるたびに多くの細かい亀裂が入りオシロスコープの画面に沢山の波形が表れた。さらに圧力をかけると岩石は大きな音と共に飛び散り、画面を振り切る大きな波が表れた。これが地震なのだろう。岩石だから良いが実際の地震ではどうかと思うと怖くなった。

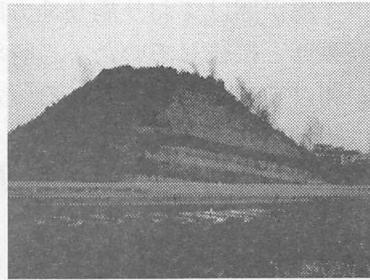
・地震観測テレメーターシステムを見学した。全国各地にあるセンサーから地震波が送られてくる。非常に感度がよく風による揺れも感知できるという。多くのデータを分析して早く地震を予知できるようになって欲しい。

d 課題

今回のテーマでは2週にわたり連続して金沢大学に来て講義を受けた。いろいろな体験学習を経験できる反面、七尾ー金沢間をバスで移動するには片道1時間30分もかかり時間のロスが大きい。生徒の中には車酔いする者もいる。この問題をどう解決するかが今後の課題となる。



岩石破壊実験



森本断層

D ②-1, ②-5 能登の化石について (講義実習)

七尾市少年科学館 野村 正純 先生

a ねらい

今までに金沢大学理学部で日本列島や邑知潟地溝帯の成り立ちを学んだ。今回は地元七尾市でとれる化石を教材として能登半島の成り立ちを考える。能登半島では全国でも限られた場所にしかない珪藻土が七尾市と珠洲市から大量に産出する。また、道路工事現場や学校の校庭などからも貝やサメの歯の化石が発見されている。地質時代の能登半島の環境について考察する。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

5月28日(金) 15:10~16:00 ②-1 本校生物実験室 事前学習

7月9日(金) 14:10~16:00 ②-5 本校物理実験室、化学実験室

イ 参加生徒 1年生理数科(16H)生徒37名(②-5は生徒欠席のため36名)

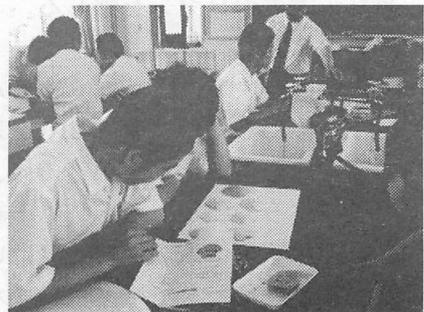
ウ 内容

②-1 ケイソウの観察

焼いた珪藻土は昔から軽くて耐火性が優れているのでコンロや七輪として使われてきた。生活スタイルの変化とともに、珪藻土の多孔性が注目されて建築材料や各種吸着剤としての用途が多くなった。七尾市石崎町にあるイソライト工業株式会社のご好意により珪藻土を無料で提供して頂いた。1000万年前能登半島一帯は浅瀬であったために当時温暖な環境で繁殖したケイソウが堆積したと考えられている。珪藻土に含まれるケイソウを顕微鏡で観察し、表面の独特な紋様をスケッチした。珪藻類化石図鑑を手がかりにしてケイソウの種類を決めた。

②-5 能登の化石について

【能登の化石】能登地方から産出する化石はほとんどが貝やサメの化石で、鯨とワニの化石が発見されたこともある。いずれも温暖な環境を好む生物の化石である。石川県南部の白峰では恐竜の化石が出てくるが能登では発見されていない。七尾で化石が多く出る地層は石灰質砂岩層でおよそ1400万年前のものである。これと類似する地層が能登地方南部では佐々波、出雲、半の浦、能登地方北部では関野鼻、前波、安代原、輪島崎に分布しておりいずれも板鰐類の化石が発見されている。能登地方各地に産出する化石や地層から1



500万年前の能登半島は現在のような半島ではなく島であったことが分かる。邑知潟地溝帯に沿って海が開けており能登地方南部と北部は海によって分断されていた。能登島西部は陸で能登東部と接続していた。当時羽咋から七尾にかけて温暖な暖流が流れており七尾の東には海が開けていたと考えられる。ただ、岩屋化石動物群を構成する七尾石灰質砂岩層からは、今は絶滅したデスマスチルスとパレオパラドキシアという互いに生活圏が異なる脊椎動物の歯の化石が発見されておりまだ解決されていない問題もある。

【化石の展示】七尾市少年科学館から100点を超す貴重な化石をお借りして講義室に展示した。生徒は化石を見て触れて観察した。特にサメの歯は歯先や歯の付き方に特徴があり好評であった。

【実習】七尾石灰質砂岩層から産出した2枚貝の化石を、見本を見て分類した。使った2枚貝はナナオニシキ、ヒメホタテガイ、カガミホタテガイ、モニワカガミホタテの4種類である。少し見ただけでは見分けがつきにくい、表面の模様や放射肋数、肋間幅を観察しながら見分けた。分類後、化石のかけらが配られどの2枚貝の化石なのかを同定した。

オオハザメの化石をもとに紙の上にサメの歯のコピーを貼って、オオハザメの口の形を全員で復元した。映画ジョーズに出てくるサメを越すほどの大きさであった。

c 成果

講師は野尻湖発掘友の会やサメの歯研究会といった化石発掘研究会の会員である。化石発掘に積極的に携わっている専門家なので多くの興味ある話を聞くことができた。生徒は七尾から多くの化石が出ることを知らず講義を聴いて驚いていた。小学校時代に校庭からサメの歯の化石を発見した生徒もいて講義が大変盛り上がった。化石から当時の環境を推定でき有意義な時間となった。実物の化石に触れて観察できたことで、サメの歯が鋭く触れただけでも指が切れること、口の中には幾重にも歯がついており噛みつかれたら離れないように歯が内側を向いていることなど細かい観察もできた。化石の分類は難しいが専門家が行っている作業の一端を体験できた。復元したサメの口の大きさから、鯨を攻撃して餌としていたとの講師の話にも納得できたようだ。

○生徒のレポートより

・サメの歯の仕組みに驚いた。内側に何層にも歯が生えており何度抜けても次々に生え替わって車輪交換をするそう。改めてすごいと思った。歯も鋭く軽く触れただけで指が切れそうだった。あんなものに噛まれたらひとたまりもないだろうとつくづく思った。

・化石からは生物が生きた当時の環境が様々に想像できる。化石には人を引きつける魅力があり、太古のロマンを感じる。七尾から化石が多く出るそうなので今まで見つかっていない化石を発見してみたい。

・化石についてはよく知りませんでしたが、今回の講義でいろいろなことが分かった。私達が住んでいる場所は昔は20m以上も深い海の底だったなんて不思議な感じがする。白峰村の高地に恐竜の化石が出るのに、何で低い七尾に恐竜がいなかったのか不思議です。

・貝の化石の識別ではどれも一緒に見えてすごく難しかった。ほんの少しの違いで種類分けされているのに驚いた。今日はいろいろな化石を見ることができました。実際に化石を見て触れることもできて滅多にできない体験ができて良かったです。

d 課題

今回で地球物理をテーマとした講座は修了する。レポート内容からもあらかじめ想定したねらいはほぼ達成できたと考えているが、講座に沢山の内容を盛り込んだために焦点が必ずしも絞り込めず生徒から見れば漠然としたもの、何か教養的なものと捉えた生徒もいた。もう少し内容を絞り込んで深く探求できる内容に設定する必要がある。

E ③-1 海生生物の観察（講義実習、金沢泉丘高等学校との研究交流事業）

金沢大学（自然計測応用センター） 笹山 雄一 教授、鈴木 信雄 助手

a ねらい

今回から数回にわたって行う生命工学分野の事前学習として、DNAと生物の多様性について講義して頂く。生物において遺伝子が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。岩やコンクリートといった一見硬くて棲めないと思われる物の中にも生物が生息している。船に乗りプランクトンを採取し観察する。この講座は石川県で本校と同じ文部科学省のスーパーサイエンス校に指定されている金沢泉丘高等学校の生徒との研究交流も兼ねて実施する。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

7月3日（土）10:00~16:00 ③-1 金沢大学臨海実験施設

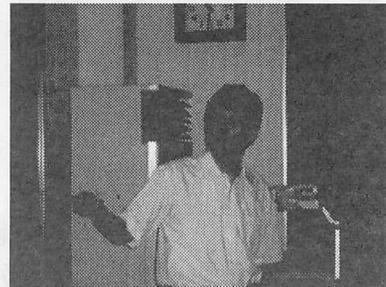
イ 参加生徒 七尾高校1年生理数科（16H）生徒 37名

金沢泉丘高校1年生理数科（18H）生徒 40名

ウ 内容

○講義

【DNAと生物の多様性】笹山教授から「DNAと生物の多様性について」講義を受けた。近年、生物のDNA塩基配列の解読が盛んに行われるようになった。生物においていろいろな器官はDNA塩基配列の中であるまとまった長さの配列（これを遺伝子という）が発現して形成される。遺伝子が壊れていれば器官はつくられない。遺伝子の解読をしていくと異なる生物の間でも、同じ器官をつくる遺伝子は共通していることが分かってきた。「ヒトは種々の生物の寄せ集めではないか」という説がある。ヒトの祖先のひとつとしてネアンデルタール人が考えられてきたが、ネアンデルタール人のDNA塩基配列は現代人とはかけ離れている。つまり種が違うことが分かった。一見、現代人とは全く違う魚類や虫がもつDNAの塩基配列が人間の体の各部分を構成する遺伝子と共通であるという証拠がある。ヒトの頭蓋骨や鎖骨をつくる引き金となる遺伝子とよく似た遺伝子が、地球上に出現した最古の脊椎動物の魚から発見された。ヒトはこの魚を共通の祖先として持つことを意味する。この魚は小型でとても硬い鱗で覆われていた。下あごがなく砂を飲み込んでえらから出し、砂についた有機物を食べて生活していた。もともと生物には手や足、目、口をつくる遺伝子があり、それが受け継がれ進化していく過程で表れる器官が環境の変化に応じて変わったと考えられている。例えば魚の胸びれが腕になり、腹びれが足となったようにこれらは共通の遺伝子から作られる。ヒトの鎖骨をつくる遺伝子**cbfa1**はオオアクリイやカメ、魚にもある遺伝子で、これをノックアウト（遺伝子が働か



ないように破壊する)と骨がつかられなくなる。FGF10をノックアウトすると手足ができなくなる。T-geneはヒモムシやセンチュウにもある遺伝子で、壊れると消化器系の末端と仙骨に異常が表れる。Pax-6は目をつくらせる遺伝子である。マウスではこの遺伝子の片方だけが無くなると目が小さくなり、両方とも無くなると目ができない。このように様々な生物の中にもヒトと同じ遺伝子があり、ヒトはいろいろな生物の遺伝子を受け継いでいると言える。最後に「進化とは小さな創造と遺伝子の使いまわしの歴史である」とまとめられた。

【貝や海藻に生息する生物の観察】ムラサキガイのコロニーを手ではずしていくと、貝と貝の間や海藻の間に隠れ棲んでいる生物がでてくる。ピンセットで種類毎に丁寧にシャーレに分け、ケント紙にスケッチした。

【岩の中に生息する生物の観察】波打ち際の硬い岩やコンクリートをハンマーで割ると、岩の中に小さな空洞がある。空洞に生息するゴカイの仲間をピンセットで捕りだし観察した。

【プランクトンの観察】船に乗って3km沖に出た。船尾に10 μ mメッシュのプランクトンネットを取り付け、およそ4m引いてネットを引き上げた。ネットの底のカップにきれいなピンク色をしたプランクトンが採集される。持ち帰って顕微鏡で観察しケント紙にスケッチした。



岩の中の生物観察



プランクトン採集



貝に生息する生物の観察

c 成果

講義では遺伝子解析の結果から、ヒトの祖先は魚や虫であったという内容に生徒は驚いていた。魚や虫と同じ遺伝子がヒトの体の各器官をもつっておりヒトは様々な生物の寄せ集めであるとの言葉の意味がよく理解できた。遺伝子をノックアウトしたときに発生する生物のスライド写真が非常に衝撃的であり、遺伝子の働きや大切さを十分認識できた。実習ではそっとしていると分からないが、貝や海藻をほぐしていくと沢山の生物が現れた。小さな生活空間にいかにも多くの生物が生息しているのかが分かった。今まで見たことのない奇妙な形をした多くの生物を発見することができ生物の多様性を改めて感じた。硬い岩の中からゴカイの仲間が沢山でてきて生徒は驚いていた。プランクトン採集は次回の海洋調査実習の事前学習も兼ねての体験となった。今日の講座は金沢泉丘高校の生徒とグループ毎に半数ずつ混ざって協力しながら行った。

○生徒のレポートより

・生物は変化していく環境の中で生き抜くために様々な進化を遂げそして先頭にいるのが人類だと思う。体験学習で自然と触れ合っただけで忘れかけていた人間の本来の姿に気がついた。私達の祖先はこんな風に自然と共存していた。こんな小さなプランクトンから進化して私達が

いる。生き物を改めて考えさせる1日だった。

・小さなイソギンチャクでも大人と変わらず同じ餌の獲り方をして、小さくても必死で生きているのだと感じました。身近にいる生物もよく調べればいろいろなことが分かってくる。

生物は奥が深くて面白いと思いました。

・貝の間にいる生物を探している時が一番楽しかったです。今までに見たことも聞いたこともない、奇妙な姿をした生物が私達と深く関わっていると思うと複雑な感じがしました。

d 課題

今回の講座は本来ならば少人数で実施する施設に両校の生徒が大挙して押しかけ無理矢理行ったので笹山先生はじめ多くの方々に大変ご迷惑をおかけしてしまった。時間の制約もあり両校の生徒全員での交流ができなかったので、両校のSSHの取り組みなどについて意見交換の場を設ければ良かったかもしれない。

F ③-2 海水試料の分析 (実習)

金沢大学大学院 中西 孝 教授、平山 直紀 助教授、石田 健一郎 助教授

a ねらい

7月19日から21日にかけて日本海海洋調査実習を行った。その際、能登半島と佐渡島間の4ポイントで海水をサンプルとして採取し当日の実験に備えた。採取した海水はそれぞれのポイントにつき0m、100m、300m、500mの深さのものである。採取した海水を化学的に分析したり生物学的に分類してその違いを比較検討する。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

7月23日(金) 10:00~15:40 ③-2 金沢大学理学部化学科、生物学科実験室

イ 参加生徒 1年生理数科(16H) 生徒37名

ウ 内容

【準備】海水は当日まで変質しないように冷蔵庫で保存し、当日氷に漬けて冷やした状態で金沢大学理学部に持ち込んで実験した。生徒は化学的な分析グループと生物学的な分類グループに分かれて実験した。

【化学的分析】

・海水試料はいずれもメンブランフィルター(1.0 μmメッシュ)を通して吸引濾過し分析用試料水として用いた。メンブランフィルターは乾燥し、けん濁粒子量測定試料とした。

・塩化物イオンの定量

濾過した海水試料2mLを正確に量りとり蒸留水を加えて100mLとした。クロム酸カリウム1mLを指示薬として加えた。0.1 mol/Lの硝酸銀水溶液をビュレットから滴下し、試料水をよくかき混ぜながら滴定した。このとき上澄み液が規準よりわずかに赤くなった点を滴定の終点とする。滴定に要した0.1 mol/Lの硝酸銀水溶液の液量(y mL)から海水試料中の塩化物イオン濃度(x mol/L)を次式で算出した。 $x = 0.05 \times y$

・亜硝酸の定量

ナフチルエチレンジアミン法で分析した。亜硝酸ナトリウム標準水溶液として、0.0、0.1、0.2、0.5、1.0、2.0、5.0(いずれも $\times 10^{-5}$ mol/L)の濃度のものそれぞれ

れ20 mLと海水試料20 mLを用意する。それぞれに0.17 mol/Lのスルファニルアミド水溶液2 mLを加え振り混ぜて15分間放置した。次に0.02 mol/LのN-1-ナフチルエチレンジアミン二塩酸塩水溶液2 mLを加え振り混ぜて20分間放置した。赤色に発色した標準溶液と海水試料を比色計で吸光度を測定し、海水中の亜硝酸濃度を求めた。

・リン酸の定量

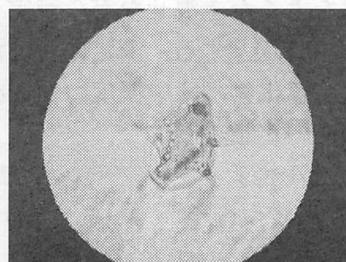
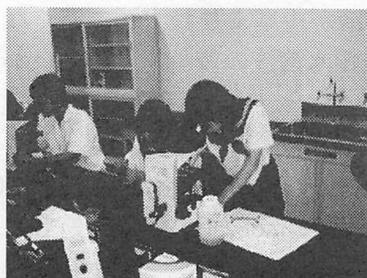
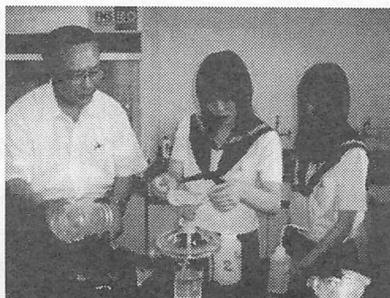
モリブデンブルー法で分析した。リン酸二水素カリウム標準水溶液として、0.0、0.1、0.2、0.5、1.0、2.0、5.0 (いずれも $\times 10^{-5}$ mol/L)の濃度のものそれぞれ50 mLと海水試料50 mLを用意する。それぞれに2.5 mol/Lの硫酸5 mL、0.2 mol/Lのモリブデン酸アンモニウム溶液3 mL、0.1 mol/Lのアスコルビン酸溶液5 mLを加え振り混ぜて10分間放置した。青色に発色した標準溶液と海水試料を比色計で吸光度を測定し、海水中のリン酸濃度を求めた

【生物学的な分類】

海水には様々なプランクトンがいる。プランクトンとは浮遊して生活するものをさす。プランクトンの大きさは小さなピコ(0.2~2 μm)から大きな巨大(20 cm以上)なものまであり、種類も植物プランクトンや動物プランクトンと様々である。実験は海水試料500 mLを水流ポンプで引いて50 mLに濃縮する。濃縮試料に含まれるプランクトンを顕微鏡で観察して、その数と種類を調べた。プランクトンの種類は図鑑と見比べて比較し同定した。

c 成果

化学的な分析では比色定量などレベルの高い実験を体験できた。比色実験の原理や実験で使う薬品は高校ではあまり使わないもので、生徒はアカデミックな雰囲気をも十分に楽しんだ。結果は塩化物イオン、亜硝酸、リン酸いずれも水深が深くなるにつれて濃度が大きくなった。これは海水表面に近いほどプランクトンが多くそれぞれの成分の消費量が多いからと考えることができる。生物学的な分類では海水表面に近いほどまた、陸に近いほどプランクトンが多かった。水深300 m以上ではプランクトンはほとんど存在しない。この調査で見つかったプランクトンは、ケイ藻類が最も多く、次に渦鞭毛藻類、カイアシ類、放散虫類などの順であった。



○濃度分析 (値はいずれも×10⁻⁵ mol/L)

	0 m		100 m		300 m		500 m	
	亜硝酸	リン酸	亜硝酸	リン酸	亜硝酸	リン酸	亜硝酸	リン酸
第1観測ポイント 北緯37°16.0' 東経137°20.5'	0.014	0.006	0.003	0.011			0.003	0.028
第2観測ポイント 北緯37°45.5' 東経137°51.0'	0.015	0.010	0.028	0.004			0.034	0.022
第3観測ポイント 北緯37°29.0' 東経138°05.5'	0.041	0.006	0.019	-0.001	0.002	0.003	0.011	0.014
第4観測ポイント 北緯37°32.5' 東経137°50.0'	0.013		0.016		0.014		0.018	

○プランクトン数 (値は1リットル中での換算値)

		第1観測	第2観測	第3観測	第4観測
		ポイント	ポイント	ポイント	ポイント
0 m	渦鞭毛藻類	80	20	0	0
	珪藻類	120	0	140	0
	カイアシ類	20	0	0	0
	ハプト藻類	0	0	20	0
	放散虫類	0	0	0	0
100 m	渦鞭毛藻類	0	0	0	0
	珪藻類	360	0	0	20
	カイアシ類	40	0	0	0
	ハプト藻類	0	0	0	0
	放散虫類	0	0	0	20
300 m	渦鞭毛藻類			0	0
	珪藻類			0	0
	カイアシ類			0	0
	ハプト藻類			0	0
	放散虫類			0	20
500 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

○生徒のレポートより

・海水の中には沢山の小さな生物がいて光合成をして仲間を増やしたり、食う食われるの食物連鎖の関係があるのだということを実感した。目では見えないプランクトンを顕微鏡で探すのはとてもワクワクした。この中にはどんなプランクトンがいるのかと楽しんで実験できた。生物学は新しい発見が多いので面白い。

・今回見ることができたプランクトンは渦鞭毛藻、ケイ藻、カイアシ類、放散虫などであった。4つのポイントでそれぞれの深さの海水を調査したが、どのポイントでも深い所ではプランクトンは少なかった。しかも、図鑑では沢山の種類があるのに、見つけたプランクトンの種類は限られていた。ただ、ポイントによってプランクトンの種類に偏りが見られた。第1ポイントが最も多くのプランクトンがいた。ここは能登半島に近い海域である。今回の実習は海の中の生態系を考えるよいきっかけとなった。

・僕は放散虫、珪藻類、渦鞭毛藻類、カイアシ類を見つけた。カイアシ類は骨格を持っているのでバラバラに砕けていることが多かった。観察してプランクトンの形や模様に興味を持った。体の各部分の名前や役割、それを持つに至った理由なども掘り下げて調べてみたい。

・海水の化学分析では初めて見る実験器具や薬品を使って実験したので、新しい発見を多くすることができとてもうれしかった。結果はどのポイントでも水深が深くなるにつれて塩化物イオン、亜硝酸、リン酸の濃度が大きくなることが分かりました。濃度を求めるという本

格的な実験をしたので少しは大学レベルの実験が体験でき楽しい1日となりました。

・塩化物イオンの濃度を測定する際に滴定実験をしたが、どれも初めて使う器具なので難しかった。滴定の終点は溶液が赤くなったところで規準の色と見比べて判断するのが曖昧に思えた。亜硝酸やリン酸では試薬を加えるときれいな色がついて不思議に思いました。色が付く理由は説明してもらいましたが難しく分かりませんでした。標準溶液では濃度によって順にきれいに色が分かれるので見とれてしまいました。

・海水の分析でそれぞれの成分の含まれ方が場所によって、深さによってはっきりと違っていることに驚いた。分析方法の理論は難しく、分かりにくい部分もあったが丁寧に説明して頂いたためにとっても実験が有意義なものとなった。得られた値はばらついてしまったので分析実験の難しさを感じた。

d 課題

海水の化学分析では濃度を求めるための精度が要求される実験だが、実験操作が十分でないために厳密に測定値を比較し考察させることはできなかった。事前に授業でピペットやビュレットの操作法は指導しておいたが、高校の授業では今の時点で中和滴定や酸化還元滴定の分野まで進んでいないので器具の使用法や滴定の理論が十分徹底されていなかった。プランクトンの分類では図鑑を見てプランクトンを判断するのが難しかった。少ない試料からプランクトンの数を計測するためには集中力や根気が必要となる。そのための意識付けが十分ではなかったことが課題である。

G ③-3 海洋深層水の魅力 (講義)

富山県水産試験場 宮崎 統五 課長

a ねらい

能登半島の東には水深が1000mを超す富山湾がある。この海域に生息する生物は能登半島の西の遠浅の海域に生息する生物とは異なる。富山湾の独特な環境やそこに棲む生物の特徴、富山湾の深層水の魅力について富山県水産試験場の取り組みを講義して頂く。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

9月10日(金) 14:10~16:00 ③-3 本校物理実験室

イ 参加生徒 1年生理数科(16H)生徒36名

ウ 内容

【富山湾の特徴】富山湾は全国でも駿河湾、相模湾について三番目に深い湾である。岸からわずか10~20kmの所で深さが1000mにも達する急深な海底地形が特徴である。大陸棚の面積は狭く湾の奥の海底には深い海底谷が数多くある。富山湾には三種類の海水が層をなしている。表層は能登半島を回り込んできた温暖な対馬暖流である。対馬暖流は季節によって水温が10~26℃と大きく変化する。深さが300m以深の海水は年間を通じて水温が1~2℃で変わらない日本海固有水(深層水)である。岸近くには日本アルプスから流れ込んできた塩分濃度が低い河川水が分布する。富山湾にはいわゆる暖流と寒流のぶつかりはない。漁業の中心は狭い大陸棚にある定置網で、アジ、サバ、イワシ、イカ、ブリ、そして名物のホタルイカなどが獲れる。獲られるものの8割は対馬暖流に生息する暖水性の回遊魚である。冷たい深い海からはアマエビ、ベニズワイ、バイ貝、そして富山湾だけに産する

シラエビが獲れる。

【日本海固有水】日本海固有水は太平洋側の深層水とは異なる。太平洋側の海洋深層水は北大西洋のグリーンランドを起源とするもので地球規模で循環している。これはブロッカーのコンベア・ベルトと呼ばれている。日本海固有水はシベリアを起源として日本海の海底に溜まったもので、その一部が富山湾に流れ込んだものである。富山湾に到達するまでに100年かかっている。富山湾の容積の60%を日本海固有水が占めている。海洋深層水という言葉にはまだ明確な定義はないが、「光合成による有機物生産が行われず、分解が卓越し、冬季の鉛直混合の到達深度(200~300m)以深の海水」とほぼ捉えて良い。日本海固有水の特徴は、水温が低く塩分濃度が安定している(低温安定性)。栄養塩類が多い(富栄養性)。化学的細菌学的に清浄である(清浄性)。必須微量元素、ミネラルバランスがよい(ミネラル特性)。高圧下、長い年月での形成(熟成性)。などが挙げられる。

【深層水の利用】富山県ではこの深層水の有用性に着目し幅広い活用の可能性を検討してきた。平成4年から滑川市に総工費10.5億円をかけて深層水利用研究施設を整備した。海岸から2.6km離れた沖で深さ321mのところに取水口を取り付け、日産3000m³のペースで深層水を取水している。目下さまざまな利用法を研究中であるが、深層水、表層水、河川水のそれぞれの特性を利用した資源管理のための栽培漁業が可能となった。有効性が確認されたものとして、サクラマスの親魚養成：卵の発眼率やふ化率が高まり親魚の生存率が高くなった。トヤマエビの種苗量産技術と放流技術の開発：放流種苗の大型化をはかることができ再捕率が高まった。マダラの親魚養成、種苗生産技術の開発：人工種苗及び天然魚を養成し、自然産卵させることが可能となった。ハタハタ親魚養成技術の開発：人工種苗を養成し、自然産卵させることが可能となった。ベニズワイガニの生態学的研究：まだ生態が分かっていないベニズワイガニを養殖し、その生態が明らかになりつつある。ばい貝の生態学的研究：飼育によりばい貝の生態に関する知見を得た。深層水多段利用研究：藻類と魚介類の飼育廃水を使用し多段階飼育の可能性を見いだした。などである。深層水の低温性を利用して温度差発電や冷房としての室温制御なども検討されている。その他、深層水を利用したプール、塩類の生産、食品への利用も一般には行われているがいずれにしても採算性が問題となる。ビール酵母に深層水を少量加えると酵母菌が活性化する性質が分かり、あるビールメーカーが商品化して好評である。取水利用した廃水に対する環境モニタリングも行っている。使用した深層水の廃水路では好塩性藻類が増加したことが確認されているが、周辺海域での生物環境や海水環境には他との相違は現在のところ確認されていない。

c 成果

海洋深層水の言葉を知らなかった生徒が多く、生徒は興味を持って講義を聞いていた。富山湾特有の環境で深層水にどのような有効性があるのかが明確に理解できる講義であった。身近な富山湾の魅力に生徒は引きつけられていた。講義ではマスコミで深層水利用と騒がれているほど深層水に魅力があるかどうかは今後の課題であるとも付け加えられ、いずれも事業の採算性が問題となることを指摘された。石川県でも深層水を汲み上げその利用が始まっており今後の展開が期待される。

○生徒のレポートより

・日本は昔は年間1200万トンの漁獲高があり、それが昨年度は600万トンに半減した。更に外国から400万トン輸入したそう。主な原因は各国の排他的経済水域が原因らしい。

そういう意味でも日本の漁業資源保護の問題は重要だ。今回の深層水を使った栽培漁業は是非成功して、日本の水産資源の確保につなげてもらいたい。

・海洋深層水という言葉は聞いたことがあったが、今までどのようなものか分からなかった。それにしても七尾の近くにこのような深い海があるとは知らなかった。今回の講義で深層水の魅力がはっきり分かって面白かった。今一番儲かっているのが深層水を使ったビールだそうだがもっといろいろな商品を開発してもらいたい。

・深層水を沢山の分野に利用していることに興味を持った。資源が少なくなっているし、環境汚染の問題もある。温度差発電などの研究を進めて環境を汚さずにエネルギーが生み出せばよいと思う。海洋実習で魚の減少については気になっていたが、この講義で具体的に漁獲高を聞いて驚いた。なんと水産国である日本が他の食料と同じで魚の大量輸入国になってしまうのではないか。あまり目立たないけど水産業も非常に大切だと実感しました。

d 課題

今回は講義内容そのものが多く、生徒が内容について質問する時間が限られて残念であった。講師は深層水の研究をしているので、深層水と表層水を汲んできて生徒に味わってもらうなど体験させればさらに効果があっただろう。

H ③-4, ③-5 現在の漁業と今後の展望について (講義実習)

石川県水産総合センター 大橋 洋一 研究員、四方 崇文 研究員
石川県水産総合センター能登島事業所 横西 哲 所長

a ねらい

今まで海洋科学をテーマとして主に海水の成分、プランクトン、沿岸に棲む海生生物について学んだ。今回は石川県周辺に生息する魚と漁業に注目し学習する。近年県内の漁獲高が減少しているが幾つかの要因が挙げられる。水温と海流などの環境的な問題や後継者不足といった人的な問題などである。これらの問題に対して現在の漁業のあり方を踏まえ、将来の漁業がどうあるべきなのかを展望する。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

10月8日(金) 14:10~15:00 ③-4 石川県水産総合センター、石川県海洋漁業科学館

10月22日(金) 13:20~16:30 ③-5 のとじま水族館、石川県水産総合センター

能登島事業所

イ 参加生徒 1年生理数科(16H)生徒 37名(③-4は生徒欠席のため35名)

ウ 内容

③-4 ハイテク漁業について

【漁業に及ぼす影響】日本海は暖かい対馬海流が日本列島に沿って北上し、冷たいリマン海流が大陸に沿って南下している。そのため暖流と寒流がぶつかり日本海沖は豊かな漁場となっている。漁獲量に影響を及ぼす要因として水温や海流、栄養塩の変化、餌や外敵の影響、人間の漁獲量や環境汚染の問題、などが相互に複雑に関連しあっており単純ではない。魚を獲る方法として定置網や底引き網などが主流である。定置網では魚の通り道を網で遮断し魚を箱網に誘導し捕獲する。定置網では主にブリが獲れる。底引き網は船に網を付けて引き回

し海底近くの魚を獲る。主にズワイガニ、アマエビ、カレイが獲れる。日本海沿岸を流れる対馬暖流は大きく蛇行しながら日本海を北上している。海流が沿岸近くを流れるのか、沖合を流れるのかによって漁獲高は大きく違ってくる。海水温が1℃違うと漁獲高は大きく変動する。マイワシは1930年代と1980年代に漁獲高が上昇したが、近年は漁獲高は低調である。調査の結果、冬季北太平洋上のアリューシャン低気圧との関係が分かってきた。アリューシャン低気圧の発達が弱いとイワシは不漁となる。このとき植物プランクトンの数が少ないことも分かっている。次のような因果関係が考えられている。冬季アリューシャン低気圧が弱まる。→季節風が弱まる。→海水はあまり冷やされず海水上下の鉛直混合は小さい。→中層の栄養塩はさほど表層に供給されない。→植物プランクトンの発生量が少ない。→マイワシの生存率が低くなる。近年は海水温が上昇する傾向にある。マダラは冷水性の魚で海水温が上昇すると漁獲高が減少する傾向にある。かつては北陸の冬の風物詩であったタラはあまり見かけなくなった。逆に暖水性の魚であるサワラが近年豊漁である。2003年日本海沿岸に大型クラゲが来遊し、10月には津軽海峡を越えて太平洋沿岸にも漂着した。黄海や東シナ海から日本海へ来遊したもので漁業に打撃を与えた。原因は対馬海流の蛇行である。2003年は対馬暖流が丹後沖で急激に接岸した。9月に本州南岸沖を台風が通過したため北西よりの風が強くなり吹きクラゲを沿岸に引き寄せてしまった。

【リモートセンシング】一昔前、漁は船長の経験と勘によるところが大きかったが、魚群探知機が普及し漁獲高は増加した。近年人工衛星リモートセンシング（遠隔探査）により海流の流れ、水温、プランクトンの量、海面高度などが分かるようになった。この情報から魚群の位置を特定することが可能で、より効率的に漁業ができるようになった。石川県の平成14年度統計によると漁獲高が最も多いのがイワシ類、次いでスルメイカである。イカは光に集まる性質があるので夜海面に光を照らしてイカを誘い捕獲する。夜人工衛星で日本海を見るとどの場所で漁が行われているかがはっきり分かる。漁は漁船が船団を組んで行すが乗組員不足や漁船の老朽化の問題が深刻である。魚価安や漁船の減少の問題もある。これらの課題を解決する一つの方法として人工衛星リモートセンシングの重要性が高まっている。リモートセンシングにより様々な海洋情報が広範囲に迅速に探査できるため漁場探索が容易となる。これらの情報は幾つかの機関がホームページ上に公開している。公開された海面水温を見ると日本海では暖水塊と冷水塊が複雑に入り組んでいる。海面高度も複雑である。海面高度は地球内部の重力が海面の高度差として表れる。海面高度が高いとその海域の海水温度は高い。クロロフィルaの画像から植物プランクトンの分布が分かる。これらの情報を漁業者にオンデマンドで提供することにより効果的な漁場探索、燃料経費の節減、漁業経営の安定化が期待できる。

【見学】講義後、石川県海洋漁業科学館を見学した。館内の展示物から海洋科学に関する多くの知見を得ることができた。日本海の海底谷や海山、海流の流れなど。地質時代における日本海の変遷。魚の年齢や目や体など、魚の生体に関するもの、漁法や資源管理に関するもの、などである。

③-5 海生生物の観察

【海生生物の観察】のとじま水族館で海生生物の観察学習を実施した。生徒には課題を与え観察させた後で提出させた。課題は次の4つである。能登半島以北に生息する魚を観察しその特徴を挙げよ。その魚の一つを選んでスケッチしなさい。石川県水産総合センターで栽培されている魚を挙げ、その一つを選んでスケッチしなさい。石川県の川や湖に生息する淡水魚

を観察しその特徴を挙げよ。その魚を一つ選んでスケッチしなさい。日本海の水深200m以深に棲む生きものを観察しその特徴を挙げよ。その生きものを一つ選んでスケッチしなさい。

【見学】石川県水産総合センター能登島事業所で栽培漁業の現状を学んだ。能登島事業所ではアユ、マダイ、クロダイ、アカガイの種苗生産と中間育種を行っている。親魚から産卵させ、卵をふ化させる。稚魚がふ化したらワムシを与える。ワムシは動物プランクトンである。ワムシを育てるための餌として植物プランクトンであるナンノクロロプシスと酵母を培養し与えている。稚魚が成長するにつれてアルテミアや配合飼料などに餌を変える。病気にかかりやすいために細心の注意を払い水槽の掃除や生け簀の網換えなども頻繁に行う。成長したら出荷する。

c 成果

アンケートからも今回の講義に興味を持ち集中して学習できたことが分かる。水温や海流の変化がどのように漁獲高と関係しているのかや能登の漁業がかかえる問題を真剣に受け止めることができた。この問題を解決する一つの方法として人工衛星が使われていることにも大いに関心を持った。水族館での魚の観察では、普段見慣れた魚でもよく注意して観察するとどれも特徴があり面白いことに気がついてくれた。また、生活環境によって魚の形態が何故異なるかまで言及する生徒もいて大いに成果があった。この講座で少なくとも魚はどれも紡錘形をして同じだという感覚の生徒はいなくなった。栽培漁業の見学では漁業資源保護のためにどのように事業に取り組んでいるかが良く理解できた。効率よく魚を獲ることで逆に漁業資源の枯渇を危惧するあまり、漁業資源を計画的に管理すべきであると主張する生徒もいるなど期待した以上の成果があった。

○生徒のレポートより

・ハイテク漁業についての講義では自然界のつながりの複雑さを今一度思い知らされた。自然界のスケールの大きさを改めて感じた。そして、問題に挑もうとする人間の知恵や科学の力に感心させられた。自然界のあらゆるものを結ぶ固い結び目を解きほぐそうとする人、自然の一部に過ぎないが人の努力に感動した。

・魚を獲る技術の発達のために乱獲という問題が起きている。だから、資源管理を上手に行うことが大事になってきている。育てる漁業にも力を入れていく必要がある。今だけのために魚を獲っていたら、いずれ魚はいなくなってしまう。人間の社会生活が魚に及ぼす影響は大きいと思った。食物連鎖を崩さないよう、長い目で魚に関わっていかねばいけないと実感した。魚との繋がりは大きいのだから。

・興味を持ったのは水深200m以下にいるホウボウです。ひれが変形して足のようになって左右に三対ありました。深海魚は海底を移動しなければならないのでひれが足に進化したのではと思いました。もう一つ特徴があります。開いたひれが虹色になっていることです。幻想的な色で見ていて興味を引かれました。何故光の届かない海底に住んでいて鮮やかな色のひれが必要なのか調べてみたいです。

・アユの稚魚を見せてもらった。稚魚は糸のように細く白かった。これがアユの稚魚と言われなかったら絶対分からないだろう。250万尾もいる稚魚が出荷できるのは20万尾というのだから、アユを育てるのは難しい。水を紫外線で殺菌したりこまめに掃除するのも理解できる。アユの稚魚の餌はワムシで顕微鏡で見ても点にしか見えないうくらい小さかった。アユの稚魚は1cmしかないけど来年の3月までには7cmまで成長するとは驚きだ。

d 課題

この講座はハイテク技術や栽培漁業といった技術に力点をおいて予定した講座だが、半数の生徒はむしろその技術がもたらす環境問題や漁業資源の枯渇に力点をおいてレポートしていた。これらの問題に生徒は大変関心が強いことを伺わせた。のとじま水族館では多くの生徒から細かい質問を受けたが答えられずとまどった。魚の観察に際して魚の生態に詳しい専門員を講師として依頼しておけばより効果的であった。

I ④-1, ④-2 クローン技術について (講義実習)

石川県畜産総合センター 源野 明 科長

a ねらい

石川県畜産総合センターは平成10年に世界で初めて体細胞を使った双子のクローン牛を誕生させた実績をもつ。動物におけるクローン技術とはどのようなものなのかを学び、その技術の一過程を体験する。今後クローン技術がめざす方向を展望する。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

9月17日(金) 14:10~16:00 ④-1 本校16H教室 事前学習

10月1日(金) 13:20~16:30 ④-2 石川県畜産総合センター

イ 参加生徒 1年生理数科(16H) 生徒37名

ウ 内容

④-1 事前学習

生命工学のテーマを学習するにあたり生命工学全般について解説した。その後、DNA 2重らせんの構造を理解させるために、DNA分子模型の製作マニュアル(『化学と生物』学会出版センター刊 Vol.30, No.7, 1992より)を印刷してDNAモデルを作らせた。

④-2 クローン技術について

【講義】平成10年近畿大学農学部が石川県畜産総合センターの協力により成牛の体細胞を用いた双子のクローン牛「のと」と「かが」の誕生に世界で初めて成功した。親と同じ遺伝子を持つことから肉質の良い牛や乳量の多い牛を多数作出する可能性が出てきた。クローンとはお互いに遺伝的に同一な個体や細胞(の集合)を指す。クローンという言葉の由来はギリシャ語で小枝を指す言葉で、1個の個体または生物から無性生殖的に増殖した生物の一群のことである。植物では挿し木や取り木がクローンの代表的な利用例でミジンコもクローン増殖する。家畜の核移植を伴うクローン技術には受精卵クローン技術と体細胞クローン技術がある。これはクローンを作りたい牛の細胞(ドナー細胞)が受精卵か体細胞かの違いによる。受精卵クローン技術は優秀な牛同士から得られた受精卵を取り出し、多細胞期から良質な割球を選別して、未受精卵に核移植するものである。この方法はドナー細胞が有限であり、生まれる牛が雌雄両方であるなどの特徴を持つ。体細胞クローン牛は優秀な成体の体細胞(皮膚細胞や乳腺細胞など)を未受精卵に核移植するものである。この方法はドナー細胞が無限であり、生まれる牛は細胞ドナーと同一であるなどの特徴を持つ。体細胞クローン牛は現時点では死産等の発生率が高い。主な理由はクローン胚作出に適した培養技術が十分確立されていないことが挙げられる。正常に誕生した体細胞クローン牛は一般の牛と同様に健康であり、繁殖能力も変わらない。現在、石川県畜産総合センターでは体細胞クローン牛に人工授

精を行い、新しい子牛を誕生させている。子孫にわたってクローン技術による影響が無いかなどを明確にする必要がある。体細胞クローン牛を誕生させる手順は次の通りである。

未受精卵の採取 → 成熟培養 → 核の除去 → 細胞融合 → 発生培養

↑ 注入 ↓
高品質牛体細胞の採取 → 培養 → 細胞の単離 → 代理母牛に移植 → 出産

【実習と見学】冷凍保存してある牛の卵巣から、注射器を使い牛の卵細胞を採取した。採取した卵細胞を顕微鏡で観察した。別に成熟した卵細胞を顕微鏡で見て、その特徴である極体の有無を確認した。実際には極体のすぐ下に核がありその部分をガラスの細管で切除する。

実習後、牛舎で体細胞クローン牛を見学した。牛舎の入り口には消毒のためのマットが敷かれており、牛が病気にかからないよう配慮されていた。今年4月17日に生まれた体細胞クローン牛「みらい」も元気に生育していた。

c 成果

クローン技術について十分な説明があり、その操作の一部を実習できたことで生徒はクローン技術を良く理解できた。今までは映画などでクローンという言葉だけを知っており何か恐ろしいもの、危険なものという認識が強かったが、この講座で内容が理解され多くの生徒はクローンはそんなに恐ろしい技術ではない、普通の成体と全く変わらないなどの認識を持った。一方で、人間が自分の都合で牛を量産し食用として利用することへの違和感や遺伝子を組み換えた牛が作り出される危険性、人への適用の規制などを指摘する生徒もいて期待した以上の成果を挙げる事ができた。

○生徒のレポートより

・クローンという言葉は映画やテレビで聞いたことがありましたが、どうしてクローンを作るのか知りませんでした。今回の講座でそれがよく分かりました。クローンは普通は有性生殖する動物を無性生殖で作るようなものでした。

・クローンについて恐ろしい、危険であるという気持ちが強かったが、一卵性双生児もクローンであると考えるとそういう気持ちを持つ方がおかしいと思えてくる。恐れられている問題はクローンにあるのではなく人間の意識にある。安全性については科学の力でいくらかでも改善されるだろう。いつかクローンが社会にとけ込む日が来ても少しもおかしくはないと、今日の講座を通じて感じた。

・クローンについては言葉は聞いたが詳しいことは知らなかった。現在日本で300頭以上クローン牛が生産されていることに驚いた。今回卵巣から卵子を取り出す実習をしたが、手作業で行うことを初めて知った。この技術を特に希少動物の保護に生かして欲しいと思った。

・今回の実習で何か微妙な気持ちががしました。希少動物の保護は理解できるが、人は身勝手なことをし過ぎていると思う。クローンに対して特に良いという実感はしませんでした。クローン牛を見て確かに普通の牛と変わりませんでした。でも、クローンなら実験で使っても良いとは決して思わないです。もっといろいろな角度からものを見てみたいです。



d 課題

生徒は牛の卵巣を見るのが初めてで、手袋越しに触りぶよぶよしていて気持ち悪いなどはじめ実習をしたがらなかった。また、クローン牛を見学するために牛舎に入った際、特有の臭いがして頭痛や吐き気を申し出る生徒もいた。今までの生活でいろいろな実体験が少ない生徒にこのような内容の講座を実施することの難しさを改めて感じた。

J ④-3 遺伝子組み換え実験（講義実習）

石川県立七尾高等学校 岡部英孝 教諭、春木利勝 教諭、三原久信 教諭

a ねらい

昨今のバイオテクノロジーの進歩はめざましく、中でも遺伝子組み換えの技術は特に医療、農業などの分野で大いに役立っている。幸いなことに、近年高校生でも比較的容易かつ安全に遺伝子組み換えの実験ができるようになった。

遺伝子組み換えについては、高校生物Ⅱ（本校では3年次に履修）で扱う内容である。本校の1，2年生のSSC部員にとっては発展的な内容の実験となるが、今回使用した実験キットは、遺伝子の組み換えの技術や結果を分かりやすく学習することができ、バイオテクノロジーに対する興味関心を高めるうえで、非常に効果が期待できる。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

10月15日（金）14:10～16:00 ④-3 本校化学実験室

イ 参加生徒 1年生理数科（16H）生徒36名

ウ 内容

【遺伝子組み換え実験】

どのような生物を実験に利用するか決定する場合、いくつかの条件が与えられる。第1に遺伝子導入・形質転換が容易な単細胞生物であるという点。第2に次代への影響を確認しやすいために早い培養時期の細胞であるという点。第3には他の生物や環境への害にならないよう実験室外で生育できないことなど、その安全性の問題である。

今回の実験は、オワンクラゲの Green Fluorescent Protein (GFP) をコードする遺伝子を、大腸菌のプラスミド（比較的小さな環状DNA）内に取り込ませ、紫外線によって明るく緑色に光るタンパク質を作り出すという方法であった。

【材料】

大腸菌 E.coli K-12 strain: HB101

プラスミド (pGLO) … GFP をコードする遺伝子を含む 7.5 μg

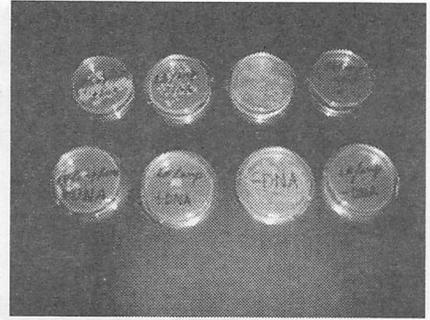
形質転換用溶液(50mM CaCl₂pH7.4)

LB (Luria-Berten) 培地…炭水化物・アミノ酸・ヌクレオチドなどの混合物

LB/寒天…海草より抽出したもの

【操作】4つのプレートを作り、実験、比較、観察した。

- a : “LB” プレート (−DNA)
 - b : “LB / amp” プレート (+DNA)
 - c : “LB / amp” プレート (−DNA)
 - d : “LB / amp / ara” プレート (+DNA)
- amp = アンピシリン(抗生物質=雑菌の侵入を防ぐ)、
ara = アラビノース (糖=遺伝子の発現を促進する)



一番左が d のプレート

これらのプレートに対して、①塩化カルシウムを含む形質転換用緩衝溶液を使用する。②大腸菌が細胞膜を通り抜けるのを容易にするため、ヒートショックを行う。③栄養物質を与え、新しく獲得した遺伝子を発現させるための環境をつくるため、インキュベーション(37℃で24h培養)を行う。

【結果】a～cには、コロニーは増殖したが蛍光は発していなかった。dにはコロニーが増殖し蛍光を発していた。

【考察】形質転換されていない大腸菌が生えたプレートはどれか、形質転換した大腸菌が生えたプレートはどれか、形質転換したかどうかを確認するにはどのプレートを比較したらよいか、アンピシリンは大腸菌に対してどのような影響を与えているか、などについて考察させた。

c 成果

この実験をとおして「考える力」を生徒から引き出すことができた。正しい答えや結果ではなく、どうしてその結果が得られたのかを追い求める実験内容であったといえる。注意深く観察したりデータを解析したりすることにより、遺伝子組み換え技術の本質に迫ることができた。

○生徒のレポートより

- ・「遺伝子組換え」ということばを耳にしたことはあったが、内容についての知識はまったくありませんでした。かなり興味深く実験できました。
- ・クラゲのDNAによって大腸菌が光る様子は神秘的でした。発光のメカニズムをさらに深く探求してみたいくなりました。
- ・遺伝子組換えという技術を体験して、作業のそのものが大変簡単だったので、自分が意識していたものほど難しくないという印象を持ちました。ただ、それは自分が自覚していないだけであって、社会的な問題を考慮すると、まだまだクリアしなければならない課題が山積みのような気がします。
- ・実際に大腸菌が光っている様子を目にして、感動的であったと同時にすごいことをやったんだと、とても神秘的な気持ちになった。遺伝子組換えの工程はもちろん、研究者の気持ちもよくわかった気がする。
- ・人間の科学技術は、他の生物の遺伝子を組換えるなど、とても神秘的なところまできている。しかし、人間が他の生物よりも優れているなどと思いがあっては、自分たちが作った生物から思わぬしっぺ返しがかかる。そんな気がしてならない。

d 課題

遺伝子組換えには、親から受け継いだ遺伝的な形質を人為的に作り替えることに対する社会的倫理的な多くの問題が存在する。生徒のレポートにもそのことに対する漠然とした恐れ

のようなものを感じることができた。そういった問題をいかに乗り越え、人類の幸福のために役立てていけるかを追求させたい。

K ④-4 組織培養の基礎 (講義実習)

七尾東雲高等学校 出村 豊 教諭

a ねらい

石川県立七尾東雲高校は、石川県立七尾農業高校を前身とした総合科の高校で、無菌室を備えた実験設備を持つ近隣校である。また、組織培養を中心とした部活動が盛んで、海外へ植林活動にも出かけている実績を持つ。「動物のクローン」「細菌の遺伝子組み換え」を学んだ後の今回は、「植物のクローン」ともいうべき技術のひとつである組織培養の方法を学び、体験する。絶滅の危機に瀕した植物保護など、これからの地球や人間のあり方に対して、組織培養が持つ意義について考える。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

10月29日(金) 13:10～16:30 ④-4 石川県立七尾東雲高等学校

イ 参加生徒

1年生理数科(16H)生徒 37名

ウ 内容

【講義】以前は、挿し木や取り木、接木といった方法が植物のバイオテクノロジー技術であったが、現在では、組織培養・細胞融合・遺伝子組み換えなどの技術により植物を再生できるようになった。この実験では、シランの種子を、ハイポネックス2mg・サッカロース35g・寒天10g/ℓの培地を敷いたビンの中で、培養する。ランの種子は、サヤの中におさまっていて、とても小さく数が多い。ところがその中には発芽に必要な栄養分が含まれていない。本来、ランは特定の細菌と共存していて、その細菌から栄養分を得て発芽・生育するという性質を持つため、人工栽培が難しい。今回のような培養では寒天の人工培地がその細菌の役目を果たす。そのようにして人工培養されたランは全てのもが血統書を持つ。このようなバイオテクノロジーの利用方法として、本来自然では交配しないはずの植物を細胞融合の方法で作ったり(ポテト+トマト=ポマト、オレンジ+カラタチ=オレタチ)、希少品種の植物を大量に育てたり、無性生殖で遺伝してしまう病気を培養の急成長を利用して取り除いたりするなど、さまざまなものがあげられる。

【培養実習】培養実習に先立ち、培養ビンの口をアルミホイルで密閉する方法を練習した。ビンの口を一周火であぶってから、適当な大きさに切ったアルミ箔をあて、手のひらで押し付けるように捻りながらアルミ箔で口を包み込み、動かないよう固定する。慣れない作業であったが、何度かの失敗の後、すべての生徒が密閉の方法をマスターした。これから先、すべての作業は空気中の雑菌による汚染を防ぐため、周囲に空気の流れを起こささないような配慮が必要となる。常に静かに迅速に行われなければならない。マスクを着用、まずピンセット・メス等の道具を、アルコール消毒の後炎で加熱殺菌する。シランのサヤをメスで切り開き、中の種子を培養ビン中の培地の上にふりかける。最初に練習した方法でビンの口を密

閉する。作業自体は単純なのだが、前述のように、雑菌の侵入に対してデリケートなものであるため、アルコールランプの炎による空気の対流を利用しながら、必要以外の無駄な手先の動きや私語を極力控え、慎重に実験を行った。それでも、培養に成功するのは1万本に1本の割合なのだそうだ。なにしろ、生徒は前日から納豆を食べることを禁止されていたくらいなのだから。(納豆菌による汚染防止のため) 実験後、シランを植え付けた培養ビンは無菌室に運び培養した。

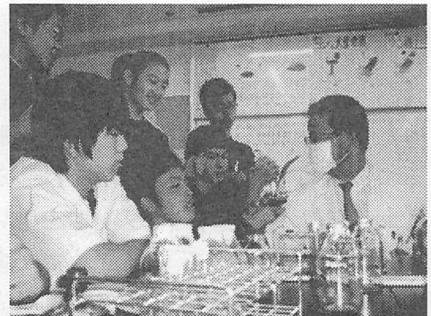
【見学】組織培養する植物を生育させるためのクリーンルーム(無菌室)を見学した。エアシャワーを浴びて滅菌したあと、二重扉を通り入室した。さまざまなカルスが部屋いっぱいに培養されていた。細胞融合のため細胞壁を取り除くときに用いる振動培養装置(ポマトやオレタチを作るのに用いている)や、植物の屈地性をまどわして成長点を増やしあらゆる方向に発育させていくための回転培養装置も併せて見学し、生徒は非常に興味を示していた。

c 成果

実習後かなりの時間を割いて、これからのバイオテクノロジーの方向性と、科学者・技術者に求められる心がまえに関して、出村先生自身の想いを語っていただいた。遺伝子組み換えによって畑で育つ稲が生み出された背景には、テストケースとしての組み換えではなく、アフリカでの飢餓を救いたいという技術者の熱い想いがあった。この稲は「創造力」のたまものである。科学技術者を目指している生徒にとって将来の指針となった。

○生徒のレポートより

・「自然を研究する者は、自然に謙虚であれ。」という出村先生の言葉が心に響いた。人間が、自然を使わせてもらっているという謙虚な心の持ち主ばかりなら、地球環境は悪い方には向かわない。自分自身こういう考え方でできる研究者になり、世界中の人々に自分の想いを伝えたいと、心から願った。将来に希望の光がさすような実習だった。



・環境保護や、発展途上国の飢餓を救うのに、バイオテクノロジーが役立っている。大切なのは、土台となる知識と、役立てたいと思う気持ちから生み出される柔軟な発想である。

・技術の進歩は、「人のために」という考え方が支えていることを知った。根気と信念を持った者だけが成功する世界に、とても魅力を感じた。

・ちっぽけな発見や根気強い実験の積み重ねを、時には人の命を救うための、時には何億年も前の地球の姿を探るための、時には地球を離れ宇宙へ飛び立つための技術に変えることができるのが、ひとりひとりの科学者が持つ「創造力」なのだ。先生の話から、そう感じた。

d 課題

今回の実験は、作業手順自体は手慣れた人が行くと非常に短時間にできるものである。そこで、実験前に先生自身が演示してくださったため、生徒たちは、普段の学校での実験に比べ失敗が少なく、手際よくできた。授業の実験でもぜひ取り入れたいのであるが、複雑な実験になると時間の制限もあり、事前に演示するのは困難である。そこで、実験書だけでなくコンピュータ等の機器を利用し、実験手順を視覚的に生徒に前もって示し、実験の効率化を図ることを模索していきたい。

L ④-1, ④-5 DNA抽出実験 (講義実習)

金沢大学大学院 岩見 雅史 助教授

a ねらい

今回は生命工学をテーマとした最終講座であり、遺伝子組み換えの方法とその応用について学ぶ。生命工学の最先端技術として遺伝子組み換えがある。難しい技術ではあるがそれだけに新たな発展の可能性も秘めている。しかし、注目をあびる技術である反面、悪用すれば人類を危機に陥れる危険性も秘めている。遺伝子組み換えのあるべき姿を展望する。実験では細胞からDNAを抽出する。生徒は講義では理解できても実際に遺伝子組み換えの対象となるDNAを見た生徒はいない。遺伝情報が詰まったDNAを実際に抽出し、白い糸状のDNAを確認する。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

12月17日(金) 10:00~16:30 ④-5 金沢大学大学院講義室、実験室

イ 参加生徒 1年生理数科(16H) 生徒37名

ウ 内容

【生命とは】1953年ワトソンとクリックがDNAの分子構造について二重らせんであることを提唱して以来遺伝子研究は飛躍的に発展した。DNAは中心軸のまわりに二本のDNA分子鎖がらせん状に巻いた構造である。二本の鎖は互いに逆方向に走っていてともに右巻きである。二重らせんから相互に突き出た塩基が水素結合して互いに二本の鎖が結びついている。DNAの基本単位はヌクレオチドと呼ばれリン酸、糖、塩基からなる。塩基は四種類有りアデニンとチミン、グアニンとシトシンが必ず対になる。この四種類の塩基配列によって遺伝情報が受け継がれる。生物とは遺伝情報を持ち独自で生活できる生命体であると定義すると真核生物、原核生物は生物だが、ウイルスやプリオンは独自で生活できないので生物ではない。ところがプリオンは遺伝情報をもたないタンパク質だが生体内で異常増殖することが知られている。ウイルスは大きくても0.2 μm 程度しかない。ウイルスは核酸とそれを包むタンパク質からなり、細胞に寄生して増殖する。ウイルスはDNAだけでもしくはRNAだけをもったもの、種類もタバコモザイクウイルス、アデノウイルス、インフルエンザウイルスなど様々である。

【遺伝子組み換えの原理と応用】遺伝子クローニングは大腸菌を使って盛んに行われている。大腸菌から環状のDNAであるプラスミドを取り出す。プラスミドに例えばEcoRIのような制限酵素(エンドヌクレアーゼ)を加えるとDNA塩基配列の特定部位-CTTAA, G-末端で切断される。一方特定の遺伝子をもつDNAにも同じ制限酵素を加え、同じ塩基配列末端をもつクローンをつくりたいDNA断片を切り出す。両者を混ぜ連結酵素(DNAリガーゼ)を使うと特定の遺伝子を取り込んだ新しい環状のプラスミドができる。これを大腸菌に取り込ませると大腸菌はDNA合成酵素(DNAポリメラーゼ)を出して取り込んだDNAを複製する。このようにして大腸菌を増殖させれば特定の遺伝子が大量にクローンできる。遺伝子クローニングは様々な遺伝子の基礎研究分野、人の成長ホルモンや心不全での血栓を溶解するためのタンパク質合成分野、遺伝子組み換え植物や有毒な廃棄物を分解するなどの遺伝子生産分野などに利用されている。

【遺伝子組み換えの光と影】 遺伝子組み換えの研究が進む中で安全性が問題となっている。ウイルスは人工的につくり出すことができ、誤って危険度の高いウイルスがオーストラリアの研究所でできてしまった例もある。ウイルスや細菌、真菌、毒素を使用し生物に被害を与える脅威（バイオテロリズム）があらためて問題となっている。かつては炭疽菌やコレラ菌、ペスト菌などの生物兵器を使って病気を蔓延させることが行われた。また、古代エジプトのミイラから天然痘が発見され、中世ヨーロッパの皇帝も多く天然痘にかかって亡くなっている。1796年ジェンナーが天然痘の予防接種をはじめたから天然痘患者は無くなり、1980年にWHOは天然痘が地球上から撲滅されたと宣言した。ところが、現在でもこれら生物兵器の一部が研究され大陸間弾道ミサイルに搭載されていたことが報告された。また、これらの生物兵器がテロリストの手に渡る危険性も指摘されている。そのため遺伝子の研究施設では微生物が外に漏れ出さないよう厳重な監視体制が敷かれている。日本でも遺伝子組み換えに関するいくつもの法令が定められている。遺伝子組み換えを利用して、遺伝的に疾患をもって生まれた患者を遺伝子治療で改善させ、患者が延命した例は多く報告されている。しかし、その治療によって将来どのような副作用が発症するかは未知数である。遺伝子組み換えは慎重に行われるべきである。

【DNA抽出】 鶏のレバーからDNAを抽出した。実験は次の手順で行った。凍結した鶏レバーをおろし金ですりおろす。これをコニカルチューブに移しSSC/EDTA溶液を加え、よく攪拌し細胞を懸濁する。NaCl水溶液、SDS、プロテアーゼKを加え、よく攪拌すると細胞の溶解が始まり、DNAが溶出するので粘度が高くなる。50℃の温浴中に時々攪拌しながら1時間浸ける。このとき細胞が溶解し、タンパク質が分解または変性する。1時間後氷の中に浸けて冷やした後、よく冷やしたエタノールを加える。チューブを何度も逆さまにし十分攪拌すると白い糸状のもやもやしたDNAが見えてくる。薬さじでDNAを巻き取り、別のコニカルチューブに移す。もとのコニカルチューブはよく洗い、逆さまにして乾かしておく。チューブにSSC/EDTA溶液を加え、穏やかに攪拌してDNAをよく溶かす。溶けたら50℃の温浴中で10分間加温し、混入したタンパク質を変性させる。冷ました後八枚重ねにしたガーゼで乾かしておいたコニカルチューブに濾しとる。DNA液を氷中で冷やした後、よく冷やしたエタノールを加える。チューブを穏やかに攪拌すると、再び糸状のDNAが見えてくる。DNAはエタノール中で安定である。



【口腔上皮細胞の観察】 口の内側にある細胞をスプーンでかき取り観察した。かき取った細胞をスライドガラスに広げるようにして載せる。染色液を1, 2滴落とし、塗布した細胞全体に行き渡るようにする。5分後、キムワイプで余分な染色液を吸い取り、その後穏やかな流水でそっと染色液を洗い流す。余分な水分をキムワイプで吸い取り、水分がなくなったらエタノールを1, 2滴落とす。余分なエタノールをキムワイプで吸い取り、水分がなくなるのを待つ。包埋液を1, 2滴落とし、泡が入らないようにカバーガラスをかける。静置し包埋液の固化を待つ。正立顕微鏡で観察しスケッチする。

c 成果

よくまとめられた講義で遺伝子組み換えの原理とその応用について理解することができた。細胞内でのタンパク質合成の複雑な仕組みや遺伝子クローニングなど細かな説明しに

くい内容も動画アニメーションで解説する手法を取り入れ興味のもてる分かりやすい講義であった。今までどちらかというと遺伝子組み換えという言葉だけが一人歩きしていた面があったが今回の講座で中身が伴ったものとなった。遺伝子組み換え技術は従来の医療では不可能であった遺伝病を治療できるなど夢のある技術ではあるが、反面バイオハザードなどを引き起こす可能性もあり、それだけに研究は慎重に行われなければならないこともよく理解できた。生徒のレポートにもこの危険性を多くの生徒が指摘していた。DNA抽出実験では多くの生徒がDNAが目に見えるものであるとの認識はなく、実験でDNAを見ることができ驚いていた。今回の講座は多くの発見があり、驚きもある有意義なものとなった。

○生徒のレポートより

・不純物が混じっていない綺麗な白いDNAを抽出できた。DNAは思ったよりもフワフワとした感じだった。本当に糸状のものだった。この中に沢山の遺伝情報が詰まっていると思うとすごいことをしたんだと感動した。遺伝子について学ぶのは面白いけど、知識も沢山必要だと思った。

・今日の実験で実際にDNAを抽出し見ることができた。今までDNAは小さくて見ることはできないと思っていたので感動した。僕たちはマニュアルに従ってDNAを抽出できたが、はじめてDNAを発見し、メカニズムを解明した学者がいたのは驚きだ。確かに僕たちは先人から遺伝子技術を受け継いだ。それと同時に遺伝子技術を人々のために役に立つ方向に謙虚に利用し発展させる責任も受け継いだはずだ。

・DNAを見るのは初めてだったのでとても興味をもって学習できた。DNAは抽出すると細い糸が絡まっているように見えた。これが生物の体の設計図かと思うととても不思議な感じがした。今回DNAを学び、最先端の技術の一端を知ることができた。とても恐ろしくもあり、一方で可能性も秘めている。この技術はとても興味深いものだった。

・アニメーションで示された遺伝子クローニングの説明はとても分かりやすかった。講義の中であった遺伝子組換えは本当に安全か、十分に研究し討論して欲しい。今回、普段学校ではできない実験をさせて頂いて充実した学習ができた。

・初めて聞いた言葉で遺伝子クローニングがあった。目的とする遺伝子を特異的に増やすために用いられ研究に役立っている。前に学校で行った大腸菌を光らせる実験は、遺伝子クローニングだったことに驚いた。先端技術ではあるけれど意外と身近に実験できることが分かった。それだけにこの技術は良い面もあるが悪用されるなどの問題もあるので、いかに使うかをしっかり議論しなければいけない。



d 課題

講義の内容や理論、DNA抽出実験そのものはよく理解できたが、先端的な難しい分野であるからこそ尚更今後この分野を深める際にどのように発展的な学習に結びつけるか、生徒独自の創造性を発揮するにはどうすればよいかが課題である。

M ⑤-1 星座の魅力 (講義実習)

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。天体観測を通じて宇宙の謎に迫る。今回の講座は2年次に実施する予定のサイエンスツアーの基礎ともなっている。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

1月14日(金) 14:10～16:00 ⑤-1 柳田村満天星(プラネタリウム)

イ 参加生徒 1年生理数科(16H)生徒37名

ウ 内容

○講義

【星座について】プラネタリウムで、実習当日の星空について説明を受けた。ギリシャ神話の女神カシオペア座、その娘のアンドロメダ、英雄オリオン座など、星座とそれにまつわる物語を聞いた。無数の星を結んで神や動物を形作る、昔の人々が持っていた豊かな想像力に触れることができた。

【極大・極小について】極大=宇宙の大きさ(10^{26} m)、極小=素粒子(10^{-15} m)現在我々が認識できる長さの極大値・極小値である。極大の世界つまり現在人類が認識できている全宇宙の平均温度分布を見た。この温度差がなかったら地球や人類の誕生はなかったといわれる。現在は 10^{26} mを越えるスケールで宇宙の観測が試みられている。

極小の世界では、原子を構成している素粒子やクオークについて学んだ。

【ビッグバンについて】何もない状態でビッグバンが起きた。その瞬間から宇宙は光の速さで空間的・時間的に膨張をし続けている。

【オーロラのしくみについて】オーロラは地磁気上の北極・南極付近にあるオーロラオーバルと呼ばれる地域で観測される。大気中の原子が宇宙線と地球の磁場の影響により励起状態となって発光する。励起状態とは原子中の電子が原子核から遠い電子殻に移って不安定な状態になったことをいい、そこから安定した状態に戻るときにエネルギーを光として発するのである。明るくて観測はできないが日中も発生している。

その高度によって発光する元素が異なり、ネオンは赤橙色、励起状態の窒素は赤、電離した窒素は青、酸素は高度によって赤または緑といったように色の違いとなって現れる。その組成によって高度200～300 kmでは酸素の赤、100～200 kmでは酸素の緑白色、100 km付近では窒素の青やピンクに輝く。また形についても、エネルギーや観測場所によってカーテン状(穏やかに活動しているもの)、放射状(活発に活動しているもの)、コロナ状(放射状オーロラを真下から観測したもの)の3つに分類される。

オーロラの活動は太陽活動に密接な関わりがあり、太陽の黒点の増加より2～3年遅れて活発化する。

【2005年の天文現象】火星が2年ぶりに大接近する。今後しばらく観測できないくらいの大きさで観測できる。8月12日にはペルセウス座流星群がかなり好条件で観測できる。

○実習

【簡易分光器の作成】直径約7 cm、長さ約40 cmのボール紙製の筒の両端に、それぞれ

スリットとフィルムを貼り付けた。

【観察】作成した簡易分光器を用いて、蛍光灯や白熱灯などさまざまな光源の光を観察した。その光源によって異なるスペクトルが観察された。それがオーロラの色の違いとなって現れる原理であることを学んだ。光の屈折に関しては授業ですでに学習している。

c 成果

天文学は特に生徒の興味関心の高い分野であり、さまざまな疑問を持ち聴いていた。たくさん質問をしていたが、あまりにもスケールの大きい話なのでやはり今ひとつ完全理解とまでは行かない。だからこそ好奇心や想像力がかきたてられるのであろう。

○生徒のレポートより

・先生は複数のビッグバンの広がり重なりワームホールが生まれるとおっしゃっていたが、自分の考えは違う。ワームホールなどはない。ひとつの容器の中で色の異なる小麦粉がどんどん広がっていくイメージだ。そのとき、どちらのビッグバンが生み出した時間が優先されるのか、あるいは空間の広がりか撓んだりしないのかという点がこれからの私の研究課題だ。

・宇宙はとても広く、私たちが調査できる範囲はごくわずかである。地球のように生命が存在する星もきっとあると思う。

・オーロラの温度は？色の変化のしくみは？なぜ極地によく見られるのか？疑問を持ちながら聴くことができた。

・宇宙は気が遠くなるほどの長い歴史を持つ。その宇宙について知ることは、何十年の寿命しか持たない私たちの存在について考えさせられるような気がする。

・人工的にオーロラを作ることば可能だろうか？もしできるならいろいろな色のオーロラを作りたい。

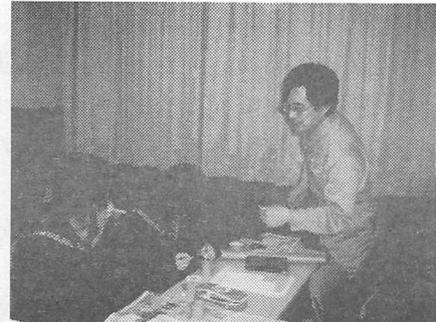
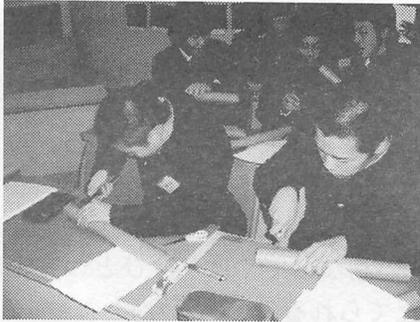
・極地フォーラムへの参加（p 117参照）の際に、オーロラ発電の提案をした。今回の講義でその理解が一層深まった。

・宇宙は無限に広がっている、よって無限。宇宙には端がある、よって有限。どちらも正しい。宇宙には未知の部分がまだまだあって考えるほど矛盾が生じる。そこに神秘性を感じる。

・素粒子やクオークよりもっと小さい単位があるかもしれない。体長1光年くらいの生物だっているかもしれない。光の速さを超えて動いているものもあるかもしれない。宇宙について考えるといろんな考えが湧いてくる。

d 課題

先日、土星の衛星タイタンに探査機ホイヘンスが着陸し調査が始まった。探査機はタイタンの大気圏に突入後、高度による大気組成の変化を測定した。地表に近づくにつれメタン濃度が上昇、メタンの大気で覆われていることが明らかになった。ところが着陸後しばらくしてメタンの濃度が急上昇したのである。研究者たちは探査機が降り立った場所はメタンの海（または川）であると特定、つまり探査機が持つ熱によって着水（正しくは着メタンか）した箇所の液体メタンが急激に蒸発したためと考えたのである。メタンの海や川が存在するとなればその環境は原始地球と酷似している。つまり生物が存在する可能性が極めて高いというのである。なんという想像力であろう。わずかなデータからさまざまな可能性が広がる。このような豊かな想像力を持つ生徒を育成したい。



N ⑤-2 ビッグバンからヒトへの進化 (講義実習)

金沢大学大学院 古本 宗充 教授

a ねらい

人類にとって宇宙はまだ未知の世界であり、神秘的な領域と背中合わせである。宇宙の外側はどうなっている？ビッグバンの前には何があった？素人が思いつくこんな漠然とした疑問に対してでさえ、たとえ専門家であってもわからないとしか答えることができないくらい、それほど宇宙は未開拓な研究対象である。

140億年前に起こったとされるビッグバン以降、いかにして宇宙空間が形成されていったのか、宇宙はどこまで続くのかなどを科学的に解明しようと迫る研究に触れ、その魅力を感じさせる。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

1月21日(金) 14:10～16:00 ⑤-2 金沢大学理学部

イ 参加生徒 1年生理数科(16H) 生徒36名(1名欠席)

ウ 内容

○講義

【ビッグバン～宇宙の誕生】ビッグバンが起こってから最初にできる元素は水素である。この水素同士の核融合によってヘリウムが…というように原子番号の大きい元素が次々とで始める。そしてそれら元素の各々の重力が作用しあい星が誕生する。星は自身の重力によりどんどん自身に圧力をかけ小さくなっていく。この圧力により星の内部では鉄などの重い元素ができてくる。そして圧力が極限に達したとき超新星爆発を起こし星は一生を終える。現在の宇宙における原子の存在量から推測すると、50億年の間に銀河の中の星が1個あたり約60～70回爆発した計算になる。爆発のエネルギーは莫大なもので、ブラックホールや中性子雲を作る。

【宇宙とヒトの構成元素】超新星爆発の際には同時にさまざまな元素が宇宙空間に広がった。その元素の組成は多い方から1水素・2ヘリウム・3酸素・4炭素・5窒素である。我々人体の構成元素組成は1水素・2酸素・3炭素・4窒素であるから、希ガスを除くと宇宙空間と人体の構成元素はほぼ一致しているといえる。現在の私たちのからだは、遠い昔に死んだ星たちのかげらでできているというなんともロマンチックな想像がかきたえられる。

【エネルギーの揺らぎ】原子同士の重力の作用は、宇宙空間に存在するエネルギーの揺らぎか

ら生じたものである。このエネルギーの揺らぎは実際に、宇宙の果てから繰る電波の観測結果から推定できる。

【ブラックホール】太陽の30倍以上の質量をもつ大きな恒星が爆発するとブラックホールができる。ブラックホールは非常に高密度で強い重力の場なので光すらその中から脱出することはできない。目に見ることのできないブラックホールは、周囲のガスが落ち込むさいに放出するX線の観察によってその存在を観測することができるのである。星がブラックホールになると見かけの質量は0になる。

○実験

星同士が衝突した際のエネルギーを計算するための実験を行った。

【手順】大きさ、固ささまざまな雪球を作り、質量を測定した上でいろいろな高さから自由落下させる。地表に衝突したときにできる破片の中で最大のものの質量を測定する。衝突の瞬間のエネルギーと残った最大破片の質量の関係を両対数グラフ化する。

【結果と考察】質量・固さ・握り方・落下距離さまざまな条件をランダムに選択し実験したが、同じ材質（雪）で作ったボールの結果のグラフを見ると、一定の法則が読み取れる。星同士の衝突の際にも同じ現象が見られるので、衝突のスピードと衝突後の最大破片を測定することによってその星の元素組成がわかる。

c 成果

講師の古本教授は、「とても2時間の講義では語りきれものではない。」と前置きし講義を始められたが、講義の内容はその言葉のとおり、難解であり全てを理解するにはあまりにも壮大なテーマであった。生徒たちは宇宙の成り立ちには限りない魅力を感じているようであった。

○生徒のレポートより

・私のからだは遠い昔爆発した星のかけらでできている。そして私のからだを作っている元素はこの宇宙が終わるまで宇宙のどこかで存在し続ける。私が生きていた証がずっと残っていくと考えると感動した。

・宇宙にその果てがあるのかわからないほどに広い。太陽系なんて宇宙から考えると、本当に小さい。こんなに広いのだから、生命の存在もあると思う。

・なぜ宇宙は3次元空間+1時間次元なのか。ブラックホールの中はどうなっているのか。途方もないことがわかる日がいつか来るのかもしれない。

・星の歴史はヒトの歴史とは比べ物にならない。ヒトが生きる一生は星にとって一瞬にあたいるのであろうか。その星の瞬間瞬間を調べ上げようとする研究者に感動した。

・なぜ宇宙に関してここまで数字に置き換えることが可能なのか不思議である。私はこのような神秘的なものは絶対人間の考えられる範囲では表すことができないと思っている。大学に進学して宇宙の未知について調べてみたくなった。

・人間のちっぽけさを改めて実感し、宇宙の神秘さに心ひかれました。まだまだ私たちには多くの未解決の謎がある。今日学習したところをさらに深め、それを生かして将来ひとつでもその謎に迫ってみたいとなった。

d 課題

宇宙に関する理論や学説は、数年経つと全く違ったものになっているといわれる。人類が宇宙のすべてを解明することはほぼ不可能なことであるように思われる。しかし解明することそのものが目的ではなく、不可能ではあっても出来る限りの調査・研究を行い、物質や生命の起源に迫りそれを有効活用することが大切なことである。

○ ⑤-3 宇宙からのメッセージ～太陽系の姿と小惑星について（講義実習）

満天星 土川 啓 研究員

a ねらい

講師の土川先生はいくつかの小惑星の発見者としてよく知られており、小惑星の観測からわかること、また小惑星の発見の方法などについてくわしく解説していただく。実習では霜箱を作成する。霜箱は宇宙からやってくる放射線を視覚的にとらえることができる装置であり、放射線が霜箱を貫通するとその痕跡が観察できる。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

1月28日（金）14:10～16:00 ⑤-3 本校物理実験室

イ 参加生徒 1年生理数科（16H）生徒37名

ウ 内容

○講義

【太陽系の姿】太陽系は太陽、惑星の他に、百武彗星、ハールポップ彗星のように惑星の公転軌道よりはるかに大きな軌道をまわるもの、冥王星のはるか外側に存在するカイパーベルトと呼ばれる無数の小惑星帯をも含め、太陽の引力の及ぶ範囲すべての天体を指す。その範囲は半径約2万光年にも及ぶ。9つの惑星は、水金地火木土天海冥、英語ではMary Very Earnest Men Can Join Some Unions Now Period と覚える（CはCeres、最初に発見された小惑星）。このうち太陽に近い火星までの4つの惑星は岩石でできた大地を持ち、地球型惑星と呼ばれる。水星（Mercury）に始まり、金星（Venus）は自転方向が他の惑星と逆、火星（Mars）にはドライアイスでできた極冠がある。一方、木星以遠の4つの惑星（冥王星を除く）はガスでできていて、木星型惑星とよばれる。木星（Jupiter）には大赤斑と呼ばれる台風が存在、岩石と氷でできた土星（Saturn）の輪にはカッシーニの間隙と呼ばれる筋がある。その外側には青く光る天王星（Uranus）、緑に輝く海王星（Neptune）、そして冥王星（Pluto）。地球型と木星型に分けられるのは、太陽系の誕生と形成に深いかかわりがある。誕生当時の太陽はその強い重力でガスを集めて巨大化していった。その結果ガスが吸い取られ岩石が残ったものが地球型惑星、ガスも残っているものが木星型惑星である。最も遠い冥王星は、太陽から離れすぎているのでガスが宇宙空間に分散してしまった。

また、そのガスを集めた際に太陽の自転の関係で大きな渦ができた。これが現在惑星が1平面上を公転している所以である。

【小惑星】1801年1月1日にイタリアのパレルモ天文台で最初の小惑星セレスが発見された。この小惑星はチチウス・ボーデの法則によって発見されたものである。この法則は太陽から地球までの距離を1として他の惑星までの距離を相対的に表すと $0.4+0.3 \times 2^n$ の関係があるというものである。現在ではある程度の評価は得ているが、天文学的根拠は全くなく太陽系のみにあてはまる経験則である。セレス以来現在までに観測されたものは10万個を超える。最近では、CCDカメラを用いた観測方法が発達してきたので、1年に1万個のペースで発見されている。ただし、1晩に何百枚もの写真を撮り続けているLinearやNEATなどの大規模サーベイから自動的にデータを送信するシステムをとっているため、アマチュアによる発見が難しくなっている。

小惑星を発見したら、小惑星センターのデータベースに既に登録されていないかチェックする。リストになく新発見の可能性があれば次の日の位置を予測し再び観測する。そうして得られたデータをセンターに送り返事を待つ。その後の手続きを経て命名されることとなるのであるが、その間早くて2年、遅いものでは発見後40年経ても命名されていないものもある。小惑星は発見しても、彗星とは異なり自分の名前をつけることはできない。

小惑星による恒星の掩蔽（恒星の前を横切ること）を分析することによって、小惑星の形や大きさ、恒星の伴や惑星を発見することができる。また、小惑星のライトカーブ（明るさの時間変動）を観測することによって、自転周期、長軸と短軸の比、大きなクレーターの存在、衛星の存在がわかる。

小惑星には大気がなく、太陽系が生まれたときの姿をそのまま残しているので、「太陽の化石」と呼ばれている。2005年夏に探査機「はやぶさ」が小惑星「itokawa」に到着し、サンプルを採取して2007年に帰還する。

【彗星】彗星の尾は、イオンテールというイオン化されたガスと、ダストテールという塵でできたものの2種類がある。彗星の進行方向とは無関係で太陽風の方向にできる。

○実験～霜箱の作成

霜箱は、飛行機雲と同じ原理で放射線を肉眼で観察できる。過飽和アルコール蒸気に放射線があたると、電離したイオンを核として雲ができるのである。

【作成】ふたつきプラスチックの容器の内側に、黒い紙を敷いて、エタノールをたっぷり含んだスポンジを貼り付け密閉する。それをドライアイスの上に乗せ、温度差を利用してエタノール蒸気を過飽和の状態にする。

【観察】放射線が過飽和のエタノール蒸気中を通過すると、その痕跡が残る。部屋を暗くして懐中電灯で照らして観測した。直線を描くのが α 線（ヘリウムの原子核）、曲線を描くのが β 線（電子）である。



c 成果・評価と課題

天文学に対する生徒の興味関心は限りなく高く、今回のレポートはかなり充実したものであった。多くのことを学び取っていた。宇宙開発と地球環境問題を結びつけて考察しているレポートも見られた。

○生徒のレポートより

- ・小惑星を発見し、登録するまで、気の遠くなるほどの努力を根気が必要であることを学んだ。自分が小惑星の名づけ親になれたらどんなに感動的だろう。
- ・今後ますます太陽系の研究が進められることになるが、太陽系の過去を知ることにより、宇宙の未来を予測することは可能だろうか。
- ・木星の大赤班はどのようにして台風であると判断できたのであろうか。消滅せず、まして移動すらしらない台風なんて存在するのだろうか？
- ・土星の衛星「タイタン」に生命存在の可能性があるそうだ。本当だとしたら、早く地球外生命体に逢ってみたい。地球という恵まれた環境で自分が生きていることに驚きを感じた。
- ・霜箱の放射線の動きがライトアップされているようで美しかった。

d 課題

講師の土川先生が発見された小惑星には、満天星のある能登半島柳田村にちなんで「NOTO」「YANAGIDA」と名づけられた。軌道決定には10年かかったという。その間に調べ上げたデータは莫大な量に及び、研究に費やす時間や労力は測り知れない。単なる憧れだけでは到底務まるものではないことを認識した、根気・情熱・粘り強い心を持った生徒を育てゆくことが求められる。

P ⑥-1 食品の機能性について (講義実習)

石川県立大学 榎本 俊樹 教授

a ねらい

食生活が豊かになり日本は世界一長寿国になった。一方で健康食品ブームでダイエット食品やサプリメントも多く消費されている。植物に含まれる成分が人体にどのような影響を与えるのか、食と健康について学習する。私達が普段食している昔ながらの食材が持つ機能について考察する。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

11月19日(金) 13:10~16:00 ⑥-1 本校化学実験室

イ 参加生徒 1年生理数科(16H) 生徒37名

ウ 内容

【食と健康】日本は豊かになり男女とも世界一の長寿国となっている。これは喜ばしいことであるが寿命が延びるといことは人口に対する老人の比率が高くなるということの意味している。さらに、今後ますます老人の比率が増加することが予想され、深刻な社会問題となりつつある。老人の割合が増えると医療費の増加、年金など社会保障費の増加となり、国民の負担増は免れない。その中で、医療費を例にとってみると、国民が若い頃から成人病等の予防に心がけ、病気にあまりかからないようにすれば医療費を大幅に削減することができ、経済的効果は高いといえる。国民の間にも食を通じて健康を確保しようとする気運が強いが、科学的根拠がなくてもその真偽に関係なく飛びつく人も少なくない。すなわち、食に関して、科学的根拠に基づく正確な情報の提供を積極的に行う必要がある。機能性食品誕生の背景には人口構成の老齢化、健康志向、所得の向上がある。

【食品の機能性】食品衛生法施行規則によると、保健機能食品は、栄養機能食品と特定保健用食品とに分類される。栄養機能食品とは、ビタミン・ミネラル類を一定基準以上含む食品のことを指す。一方、特定保健用食品は、血圧が高めの人向け食品・お腹の調子を整える食品、のように各種疾患と食品の機能との関係に基づいていくつかに分類されている。特定保健用食品の認可を得るには、成分分析・動物実験における効果の有無・大量投与した際の毒性の有無・人体への投与実験等、いくつもの段階を経なければならない。

【地元食材の機能性】地域に根ざした昔ながらの食材の中には、機能性食品としての作用を持つものが少なくない。「金時草」が持つ高血圧自然発症性ラットの血圧と血液成分に及ぼす影響について報告されている。また、「中島菜」や、魚介類を原料とした発酵調味料「イシル」は、高血圧に効くとされるアンジオテンシンI変換酵素阻害能を持つ。

【DPPHラジカル消去能の測定】酸素は動植物のエネルギーの源であり、最終的には体内で水に変えられるが、その途中で2%が活性酸素となって残る。これらの活性酸素はDNAや脂質を酸化し、発ガン性を示すなどさまざまな疾病の原因となると考えられている。酸素は、電子を得るごとに、スーパーオキシド(O_2^-)、過酸化水素、ヒドロキシラジカル($\cdot OH$)と変化するが、実際にはその他にもさまざまな形で体内に存在する。過剰な酸素は還元物質を摂れば性質が失われる。食品の中に還元物質がどの程度含まれているかを調べた。DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)ラジカルは、常温で安定なラジカルで、還元物質の存在で分解され溶液の紫色が退色する性質がある。取り扱いやすく測定が容易なので、さまざまなラジカルに対する消去能(還元力)を表す指標となっている。1.8 mLのDPPH液に、カテキン茶・緑茶・コーラ・コーヒー・イシル(魚醤)それぞれ0.3 mL

を加え色の変化を観察し、分光光度計を用いて反応前後の吸光度を測定比較した。色の変化の大きいものほど、還元剤として酸化を抑えるはたらきが強いことを示す。つまり、発ガン性を抑制するはたらきが強いということがいえるのである。イシル・緑茶のラジカル消去能が最も高かった。

c 成果

日本人の食文化の変遷に関する講義では、昭和30年代以降、肉の消費の増加に伴い脂肪の摂取量が増えエネルギーを効率よくとれるようになった反面心臓病の死亡率が増加していることや、塩分摂取量の減少によって脳卒中での死亡率が少なくなってきたことを学んだ。既存の機能性素材に関する講義では、キシリトールガムに利用されている機能性糖質、揚げ物油に利用されている機能性脂肪、食物繊維について理解を深め、現在開発中の素材についても学習することができ、機能性食品の持つ可能性を展望できた。

○生徒のレポートより

・健康食品が増加する背景は、日本人が健康に気を使うようになったからではなく、むしろ意識が薄れてきているからだと考える。食べる→体力がつく→活動量が増す→お腹がすく→食べるの好循環を作ることが大切である。

・機能性食品とは、病気を治療するための特効薬ではないらしい。日頃の食事の栄養バランスを考え、日々健康について気をかけ、機能性食品に頼ることなく健康に暮らしていくのが最良である。機能性食品は、わがままな人間のその場しのぎの薬であってはならない。

・機能性食品の開発には目覚しいものがあるが、いつ摂取すればよいか、どのような食事としてとればよいかなど、開発後の分野の研究がこれから必要となってくるだろう。



d 課題

今回の講義・実験をとおして日本に古くから伝わる食材の機能性食品としてのすばらしさを再認識することができた。私たちが住む石川県には、「イシル」「中島菜」「金時草」等、古くからの食材に身体によいとされている食材がたくさんある。そんな地域の食材に対して具体的にその機能性を研究し、さまざまな商品に生かしていくことを展望し開発をすすめる生徒を育成したい。

Q ⑥-2 脳の働き (講義実習)

金沢工業大学 河原哲夫 教授、長尾隆司 教授、田森佳秀助 教授

a ねらい

本講座では、人間の感覚・運動機能を脳がどのようにして統合・判断・命令しているのか学習し、理解を深める。まず脳の神経細胞のしくみや神経伝達物質について理解を深め、脳内の各部位の働きを探る装置を体験する。さらに、機械システムと人間の共存について考

察し、これからの機械システム及びその開発のあり方を展望する。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

12月10日(金) 14:20 ~ 16:30 ⑥-1 金沢工業大学 人間情報システム研究所

イ 参加生徒 1年生理数科(16H) 生徒37名

ウ 内容

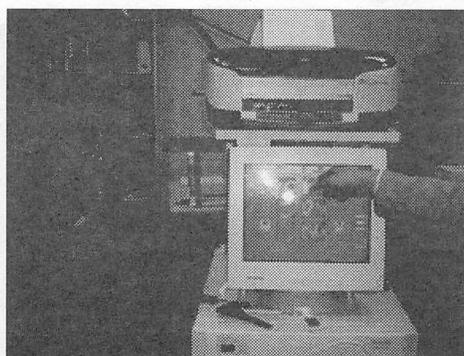
【脳の神経細胞】脳の神経細胞はニューロンと呼ばれ、髪の毛の断面の10分の1ほどの太さしかないが、約140億個存在する。核が存在するが、細胞分裂はしない。脳は複雑な構造をしており、ちょうど並列コンピュータに似ているが、コンピュータの数百倍もの働きをする。

【脳内物質】気分を調節する脳内物質である生体アミンについて学習した。うつ、食欲、性欲、睡眠を調節し、拒食症や過食症へも影響を与えるセロトニンについて、快感、パーキンソン病に関わるドーパミンについて、覚醒、不安、恐怖に係るノルアドレナリンについてそれぞれ講義を受けた。

【インターネットコオロギ】誕生時より一匹ずつ透明プラスチックケースに隔離して飼育したコオロギを、インターネットコオロギとこの研究所では呼ぶ。ケースを隔てて他のコオロギの姿は見えるのだが、直接の接触は一切ない。このことが、インターネット上での人間同士のつながりに似ているからこう名づけられた。こうして育てられたコオロギは、キレやすく、一旦他のコオロギと争いになると、相手を殺しバラバラになるまで攻撃の手を止めない。また、異性との関係を持つのも苦手で、性行為を拒まれると突如残酷な攻撃に転ずるのである。インターネットコオロギは、食欲・性欲を抑制するセロトニンの分泌量が少ないという。

【脳磁計】脳内の神経活動にともなって発生する微弱な磁場を、高感度の磁気センサーであるSQUID (Superconducting Quantum Interface Device) で検出する装置の総称。この装置を使うと、いろいろな刺激に対して脳の各部位がどの程度反応しているのかわかる。たとえば、脳内興奮箇所を1つと仮定して興奮部位を同定することを目的とし、てんかん患者のてんかん発生部位(てんかん焦点)の推定が可能のため、焦点部位推定の有効な検査機器として、病院でも多く使用されている。金沢工業大学で制作中の高感度脳磁計を見学し解説して頂いた。

【光トポグラフィ】光のエネルギーが小さく、人体に対して良く透過する近赤外線を用いる。頭皮上から照射され頭皮・頭蓋骨を透過して大脳で反射してきた光を、再び頭皮上で検出する。このことにより血液に含まれる色素タンパク質であるヘモグロビンに吸収された近赤外線の反射光強度を計測し、脳内の血流変化を計測する。脳は活動した部位で血流が増加することが知られていることから光トポグラフィを用いると、この局所的な脳血流変化を多点で完全に同時計測し、脳活動を画像として観察できる。



生徒の代表が体験

代表者が被験者として本を読み始めるとすぐに脳の血流量が増加した。

【モーションキャプチャ】被験者の関節部位に加速度センサーを取り付け、その動作をデジタルデータに変換してコンピュータに取り込む。この機器により、CGアニメやゲームの中の人物の動きがリアルに再現できるようになってきた。小型のセンサーを用いて表情筋の動きを読み取ることで微妙な表情を再現することも可能である。

c 成果

コオロギを利用してすすめられている脳内物質の研究に、特に生徒は興味を示した。コオロギの場合を人間と比較対照し考察を深めた。特に最近問題のキレやすい子どもと生育環境の関係について自分達に置き換えて考え、子どもを取り巻く環境やこれからの情報化社会の目指すべき方向性について模索した。

○生徒のレポートより

・コオロギの例と同様に、人間の場合も性格や能力が育つ環境によって大きく影響されるのだと思う。だが、全てが環境の影響かというところではないと私は思う。今後自分なりに研究していきたい。

・長尾先生はコオロギに魅せられて1日2時間しか寝ない夜行性になったそうだ。そこまで打ち込めるものを見つけて、長年研究し続けるという研究者魂に魅力を感じた。

・常に贅沢な餌を与えられ続けたり、逆に常に貧しい餌しか与えられなかったりしたコオロギは長生きしないそうである。「普段は貧乏・たまに贅沢」が一番よいそうだ。人間の健康にとっても、それがいいのかなあと考えた。

・10年前捕獲し飼育し始めたばかりのコオロギは、ふたを閉め忘れると飛び立って、部屋中コオロギだらけになったらしい。ところが今飼育されているコオロギはふたがなくても1匹も飛び立っていなかった。十分に餌のある環境で生まれ育ったので飛び方を忘れてしまったのだ。甘やかされた環境では、その能力を最大限に生かすことができなくなるのだと感じた。

・普通のコオロギは、インターネットコオロギと戦っても、からだの大きさも攻撃性も全く違うのでとても勝ち目が無い。ところが結婚(性行為)した直後に戦うとなんと勝つのである。人間もコオロギも女次第なのかなあと考えた。

d 課題

従来の機械システムは、人間生活に多くの便益を与えた一方で、しばしば、ユーザーとの摩擦を起こしているのも事実である。この摩擦を減らすには、変動する環境の中で、ユーザーである人間の意図を理解し、リアルタイムに、意図にかなった機能を自ら創りだすことのできる機械システムの設計原理を明らかにする必要がある。このような目標をしっかりと理解し、人間と共創できる機械システムの設計を志す技術者を目指す生徒を育成したい。

R ⑥-3 ウィルスと免疫について (講義)

金沢大学大学院 市村 宏 教授

a ねらい

今回から「生命と医療」をテーマとして実施する。能登地方では高齢化が急速に進み60歳以上の年齢人口が50%を超える地区も出てきた。高齢化は医療と密接に関係しており、避けることのできない問題である。

また、交通網が整備された今日特に伝染性の病気は単に地域の問題ではなく世界的な問題としてとらえるべき時代となった。特にインフルエンザが流行する時期になると昨年東アジアで流行したウィルスが懸念される。ウィルスは変異を繰り返すうちにヒトにも感染しやすくなるという。ウィルスが突然凶暴に変異しヒトを襲うようになるのはなぜか。ウイ

ルスの生物学的見地から、目に見えないウイルスとどのようにつきあえばよいかを考える。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

2月4日(金) 14:10~16:00 ⑥-3 本校物理実験室

イ 参加生徒 1年生理数科(16H) 生徒36名(1名欠席)

ウ 内容

【ウイルスについて】微生物の中でもヒトに病気を起こすものを病原体(病原微生物)とよびその大きさによって大原虫・真菌・細菌・そしてウイルスに分類される。その中で最も小さいものがウイルスであり、その大きさは $20\sim 200\mu\text{m}$ である。中でも最も小さいものはポリオウイルスである。構造もDNAまたはRNAのいずれかをタンパク質で包むまたはそれに脂肪を伴うというような非常にシンプルなものである。ウイルスは他の生物の細胞が持つレセプターという部分から侵入しその細胞内の成分を利用し子孫を残していく。

ウイルスには、バルボウイルス・バクテリオファージT2・クラミジアなどのヒトDNAウイルス、レオウイルス・コロナウイルス・トガウイルスなどのヒトRNAウイルスがある。風邪のウイルスはライノウイルスとよばれるものである。

【免疫】免疫は、自分以外の細胞やタンパク質を排除しようとする作用のことであり、元来持っている病気に対する抵抗性免疫である自然免疫と、ウイルス感染に対処し準備するはたらきの獲得免疫とがある。獲得免疫には、免疫性細胞が中心となっはたらく細胞性免疫と、抗体が中心となっはたらく体液性免疫がある。体液性免疫の中心となるリンパ球には、骨髄(Bone marrow)で作られ分化成熟するB細胞と、胸腺(Thymus)などのリンパ組織で分化成熟するT細胞がある。体液性免疫はIFN(インターフェロン)→NK(ナチュラルキラー)細胞→T細胞→抗体の順にはたらく。体内にウイルス(抗原)が侵入すると、それを察知した抗原提示細胞からヘルパーT細胞に抗原に関する情報が伝えられる。司令塔としてのヘルパーT細胞がB細胞とT細胞に命令を出す。B細胞は抗体を作り、T細胞は直接ウイルスを破壊する。

【エイズについて】エイズはヒト免疫不全ウイルス(HIV)に感染することでおこってくる後天的な免疫不全症候群である。1982年にアメリカで初めての症例が報告され、1984年にはその原因ウイルスであるHIVウイルスが特定され、1986年に日本ではじめての患者が報告された。

エイズの原因となるHIVウイルスは、その遺伝子配列解析からアフリカ西南部に生息している霊長類から感染したものと考えられる。遺伝子としてRNAのみを持ち、リンパ・単球の中でも特にヘルパーT細胞に感染する。ヘルパーT細胞はヒトの免疫機構の司令塔であり、HIVウイルスを攻撃するという事は免疫機構そのものを攻撃することにもつながるのでリスクが大きく、そのことがエイズ治療を困難にしているひとつの原因となっている。

またエイズウイルスは、感染すると染色体に組み込まれていくレトロウイルスに分類される。レトロウイルスは、細胞分裂する際にRNAが逆転写されるという特徴を持つ。逆転写は $1/10^4$ の確率で間違った遺伝情報が伝えられる。しかもHIVウイルスは1日に 10^{10} 個のペースで増殖しているため、1日に100万個の異なる遺伝情報を持つウイルスが生まれることになる。これがもう1つのエイズ撲滅に立ちふさがる壁である。

しかし、今日では、ウイルスそのものではなく、ウイルスが持つ逆転写酵素やウイルスが増殖するときに必要となるタンパク質切断酵素プロテアーゼを攻撃する治療法の研究がすすんでいる。逆転写酵素阻害剤にはレトロビル・ヴァイテックスなどヌクレオチド系7種、

ピラミューンなど非ヌクレオチド系3種、プロテアーゼ阻害剤はインピラーゼ・ノービアなど7種が抗HIV薬として承認されている。それでも感染患者の体内からウイルスが完全除去されるには理論上73年かかるとされている。

c 成果

HIVに関する講義は、学校設定科目「人間環境情報」での講義について3回目となるが、さまざまな立場の方からそれぞれの視点での講義を聴くことができ、生徒はその都度新たな知識、感動を得ることができた。完全にウイルスから自分の体を守ることは難しいが、研究が着々と進み。ウイルスに対する対処法が進展していることに科学者の努力を感じた。

○生徒のレポートより

- ・研究者が必死になってエイズワクチン開発に携わっているのに、私たちはまだ身近なものとしてはとらえていない。その温度差をなくさないとエイズ撲滅はありえないと思う。
- ・エイズは私たちの心の持ちようで感染を防止することができる。自分のからだを大切に、適切な判断をすべきだと思う。
- ・日本は技術力に関しては世界でトップレベルなのに感染防止に関してはあきらかに対応が遅い。
- ・まだ日本はエイズ防止のための正しい性教育をしていない。大人が恥ずかしがらずに子供に「性」のことを伝えなければならない。人類の生存に関する大切な教育なのだから。

d 課題

「なぜ同性愛者にエイズ患者が多いのですか。」との生徒からの質問に、「高校生にどこまで話せばよいのか・・・」と前置きした上で、講師は言葉を慎重に選びながらあるいは言葉を濁しながらアナルセックスの話をした。講義終了後、その生徒は「そんなことも知らないのか。先生を困らすなよ。」と他の生徒にからかわれていた。性に関する情報が飛び交う今日、知らない生徒の方が珍しいのかもしれないが、それでも真実を伝えることには多少抵抗を感ずる。生徒のレポートにもあったように大人が恥ずかしがらずに子供に伝えることは大切であろうが難しい。

S ⑥-4 高度医療の現状について（講義実習）

金沢大学大学院 再生分子医学 横田 崇 教授

a ねらい

「生命と医療」をテーマに、金沢大学医学部を訪問し最新の高度医療について学ぶ。金沢大学は、国立大学では唯一のがん研究所を有し、ガン治療に多くの成果を挙げている。

まず、医学部の学生に同席して、再生医学の基礎について講義を聴講する。そして、大学附属施設であるがん研究所で、遺伝子解析及び遺伝子操作の装置や実験を見学、さらに附属病院で最新の医療機器を見学する。

今後ガン撲滅に対してどのようなシナリオがあるのか。ガン研究の最前線を学ぶ。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

2月18日（金）14:20～16:40 ⑥-4 金沢大学医学部、附属病院、がん研究所、

イ 参加生徒

1年生理数科(16H)生徒 36名(1名欠席)

ウ 内容

○講義

【ヒトの遺伝子解析と動物実験：再生医学】

「万能細胞」として最近マスコミに頻繁に登場するES細胞は、1998年に樹立されて以来過熱気味ともいえる再生医療ブームを巻き起こしている。ES細胞とは、Embryonic Stem cell(胚性幹細胞)のことで、初期発生的一段階である胚盤胞の内部細胞塊から樹立された細胞株である。この細胞は未分化状態のままではほぼ無限に培養することが可能であると同時に、ある条件下でさまざまな系列の細胞に分化させることができるので多くの可能性を秘めている。

血液、皮膚、腸上皮、生殖器などの細胞はいったん分化し成熟すると、それぞれ定まった寿命をもって死滅し、個体の寿命と比較すると極端に短い寿命しか持たない。これを補給するために、未分化の幼若細胞である幹細胞が新たに増殖・分化し、成熟して定常状態を維持しているのである。このような幹細胞の中でも造血幹細胞においては既に実用化されている。

○見学

ヒトゲノム解析をきっかけに医療が変わりつつある。2003年世界各国の研究機関が分担してヒトゲノム計画が完了した。その結果1個の細胞の中に30億個あるヒトのDNA塩基配列が明らかとなった。現在はヒトゲノム再解読に研究の中心が移っている。ヒトの遺伝子は3万2千個あるといわれ、塩基配列の個人差がどのような病気と結びついているのかが研究されはじめている。そのため日本でもジーンバンク計画が進行している。遺伝子にはガンを引き起こすものとガンを抑制するものがあることがわかってきた。ガン抑制遺伝子が欠落しているとガンになりやすいという。遺伝子解析の現場をはじめ、ガン撲滅に関わる施設を見学した。

【がん研究所見学】

このがん研究所は大学内では各学部と同じ位置付けになっている。昭和42年結核研究所を前身として設立された。それまで結核が国民病ともいえる最大の病気であったが、当時の岡本肇所長が癌研究の施設に切り替えたことは、今日国民の死亡率の3分の1を癌が占めることを鑑みると、先見の明があったといえる。

現在スタッフは約40名、附属病院の中にも臨床部門としての研究網を持ち、連携してさまざまな研究を推進している。癌の転移に関するタンパク質分解酵素の発見、癌制御や遺伝子治療の基礎的研究、癌の転移と血管新生についての臨床研究、新規抗癌剤の開発等、広域な先端的学問分野での研究の発展と研究者の育成に大きく貢献している。

1970年のケネディ大統領によるアポロ計画に次いで、ニクソン大統領が打ち出した米国の戦略は癌撲滅計画であった。しかしながら現在においてもこの目的が達成されたとは到底いえない。今後この研究所が生命科学に果たす役割は大きい。

まず、PCR装置を見学した。この装置は、17~18年前に開発された、DNAを増幅させる装置である。チューブに試薬・DNA・プライマー(短いDNAの鎖)を入れ94℃に保ちDNAの2本鎖を1本にほどく。次に60℃に温度を下げると1本鎖にプライマーが次々と結合しはじめる。再度温度を上げ72℃に保つとDNA合成酵素がはたらき、プライマー同士が結合しDNAが完成する。以上の操作を1サイクルとして25回行うと、理論上 10^{25} 倍、およそ100万倍に増幅させることができる。この装置は北朝鮮拉致被

害者である横田めぐみさんの遺骨疑惑問題のDNA鑑定にも活躍している。

続いて、遺伝子操作によって誕生した光るラットいわゆる「ピカチュウ」を見学した。これは、クラゲの蛍光遺伝子をラットの受精卵に組み込んだものである。以前本講座で実施した遺伝子組換え実験（講座番号④-3、P41）において、大腸菌にクラゲの蛍光遺伝子を導入した実験と同じものである。

【附属病院見学】

IRとMRIを実際の医療現場で活用している様子を見学した。MRIにおいては、スチール缶をひもで結んだものを持って装置に近づき、その磁場の強さを実際に体験した。



c 成果

○生徒のレポートより

- ・講義が難しくて全くわからなかった。大学は自分の意思で勉強する場なんだなと思った。
- ・細胞死の機構を研究し制御する方法を迫及すれば、今後ますます様々な病気に対する新しい治療法の開発につながると思った。
- ・「病院って暑いな」とこぼしたら、「患者さんが裸になっても寒くないようにしているんだよ」とお医者さんが教えてくれた。患者さん第一なんだなと思った。
- ・放射線検査の現場で、ある患者の骨の画像を見せてもらった。本来まっすぐであるべきものが奇妙な形に歪んでいた。ショックだった。

T ⑥-5 環境ストレスに対する細胞応答（講義実習）

北陸先端科学技術大学院大学 高木 昌宏 教授

a ねらい

北陸先端科学技術大学院大学は、奈良とともに日本でふたつしかない大学院大学である。タンパク質工学、シグナル伝達、環境ストレスを専門に研究されている高木昌宏先生をお迎えして講義と実習を行う。私たちのからだは科学技術の進歩に伴い有害な環境汚染物質や紫外線、大量の電磁波などに知らず知らずのうちに曝され、悪い影響を受けている。このような環境ストレスを長期間にわたり受けることによって私たちのからだの細胞はどのようなダメージを受けるのか、絶え間ない環境ストレスによって細胞はどのように変化するのか、環境ストレスを緩和するための方法はなど現代社会に生きる私たちにとって大変興味ある内容について学ぶ。

b 実施概要

ア 実施日、講座番号、実施場所

2月25日（金）14:10～16:00 ⑥-5 本校物理実験室・生物実験室

イ 参加生徒 1年生理数科（16H）生徒35名（2名欠席）

ウ 内容

○講義

【生物はどこからきたのか】現在知られる約150万種の生物の起源について考察してみた。ギリシャ時代からアリストテレスらによって考えられてきた自然発生説は、17世紀まで信じられてきた。17世紀に医者ヘルモン트가行った実験では、汚れたシャツと小麦粉を放置

しておく約20日でネズミが自然発生した（これが本当のハツカネズミ）。しかし1862年にパスツールが、微生物について綿密な実験を行い、自然発生することはないと結論づけた。

原始地球において、HCN, CH₄, H₂, NH₃, H₂Oなどの原始大気が組み合わさって有機物ができた。原始地球の厳しい環境に極めて近いと考えられる火山の火口には、超好熱菌いわゆる極限生命体が現在でも生存する。近年、鹿児島県小島島で、100℃でも生きることが出来る直径100ミクロンの微生物が発見された。この微生物のDNA鑑定の結果、全ての生命の祖先つまり地球最初の生物である可能性が高いということが明らかになった。

【細胞・遺伝子・情報伝達】ヒトのからだは約60兆の細胞できている。遺伝子によって細胞が作られ細胞同士が連絡している。遺伝子には、細胞の運命（増殖、分化、死滅）に関わる情報も記録されている。血管を流れる情報分子は、細胞表面の受容体に結合し、情報伝達分子が作られる。こうして作られた情報伝達分子が細胞間の情報伝達に役立っているのである。

【遺伝子に傷がつくとガンになる】遺伝子に傷がつくと無秩序で無制限な増殖を繰り返すようになる。これがガン細胞である。傷の原因となるものを挙げると、食事35%・喫煙30%・ウイルス10%・以下職業・飲酒・環境汚染と続く。最近急増している大腸ガンには、APC遺伝子の異常による家族性大腸腺腫症（FAP）・ミスマッチ修復遺伝子異常による遺伝性ポリポーシス大腸癌（HNPCC）などがあるが、いずれも髪の毛1本あれば発症性があるかどうか鑑定できる。さらに、この遺伝子を持つ人は40歳で発症することまでわかっている。

【発生は進化をたどる】遺伝子には、からだをつくるすべての情報が含まれている。1個の細胞からひとつの個体を形成する過程は、36億年の生物の進化をあたかも再現しているかのようである。

○質疑応答

Q. 食事がなぜガン発症の要因となるのか？—A. 過剰の塩分摂取はそれを排出する際にストレスとなり、過剰の糖分摂取はインスリンを産生する際にストレスとなるから。

Q. 遺伝子に傷がついてガン発症になる具体的例を？—A. P53遺伝子に傷がつくと多臓器発ガンとなり、致命傷となる。

○観察

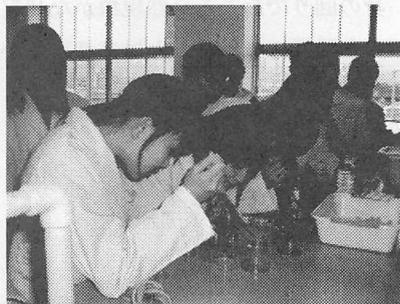
各発生段階の卵や胚を顕微鏡観察する。

【材料】インド原産のゼブラフィッシュ。体長は成魚で約4cm、ゼブラのような横縞が特徴。観察に適している理由は、第1に繁殖力が強く（週100個の産卵）、発生時間が短いこと（約24時間）。第2にヒトとの相同性が高いこと。第3にゲノムの解析がほぼ（80%以上）終えていることである。

【操作】受精卵からの6段階の胚（順不同にしてある）を双眼実体顕微鏡で観察し、グループごとに発生段階の順序どおりに並び替えた。

【結果】ほとんどのグループで順序どおりに並び替えることができた。一部間違えた部分を見分けるコツは、目や骨などの色素が完成しているかどうかであると学んだ。

【考察】ゼブラフィッシュは遺伝子治療に対するさまざまな研究に用いられている。現在行われている研究は、シロイズナズナから抽出した重金属を無害化する遺伝子が動物細胞内においても機能するかどうかということである。この遺伝子はタンパク質還元能力に優れ、すべての植物細胞において普通に存在するものであるが動物細胞には見られない。この研究の発展によって植物体を持つさまざまなストレス耐性遺伝子のヒトへの導入が可能となることが期待される。



c 成果

○生徒のレポートより

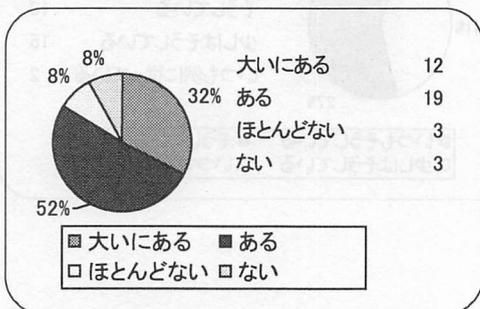
- ・17世紀まで信じられていた自然発生説にはそれを支える指導者層あるいは学閥のようなものがあつたのではないかと思う。パスツールの真実を追究する強い姿勢がこれを覆したといえる。
- ・ゼブラフィッシュの受精卵を観察していたところ、偶然にも細胞分裂する瞬間を見ることができた。感動的だった。
- ・生物学は極めて私たちに身近なものであるが、いまだに数々の謎を秘めているものでもある。その謎を将来自分たちで解いてみることにとても魅力を感じた。
- ・どこまでがタンパク質でどこからが生物なのか、その境界線は私たちには見えない。これは生物とは何かという命題に直結する問題である。
- ・発生段階のムービーは、教科書では感じ取ることのできない神秘的なものが伝わって感動した。
- ・物事を同じ方向からばかりでなく、ありとあらゆる方向からの見方・考え方をすることが大事である。遺伝子解析の実験を見ていてそう思った。

○ アンケートによる検証

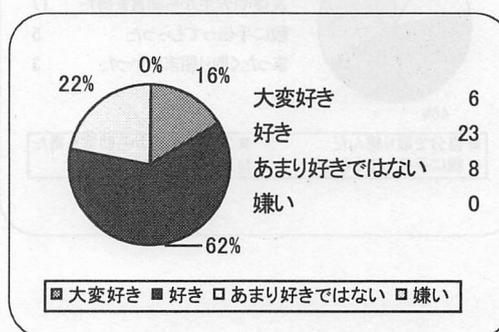
フロンティアサイエンスⅠを実施するについて事前、中間、事後のアンケートを取り実施 効果を検証した。対象はフロンティアサイエンスⅠを実施する1年生理数科37名の生徒である。グラフ内の数値は%を、凡例内の数値は人数を表す。

A 事前のアンケート結果 (4月16日実施)

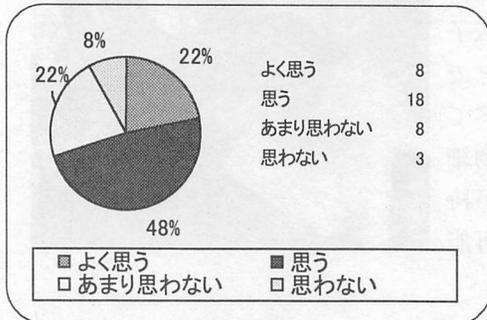
1 川や野山で遊んだことがありますか？



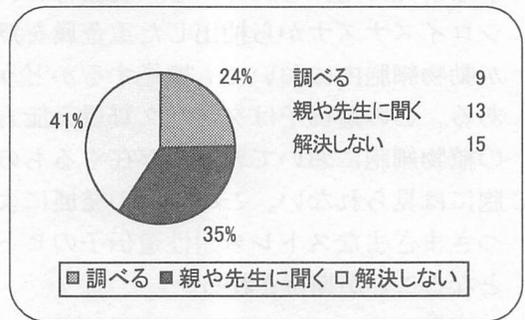
2 自然を観察することが好きですか？



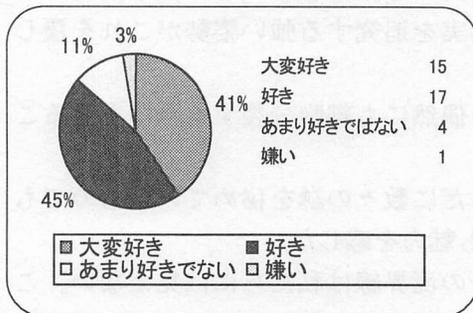
3 身の回りで起こる自然現象がなぜ起こるのか疑問に思ったことはありますか？



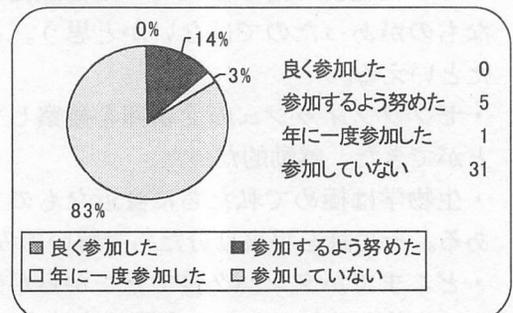
4 自然現象に興味を持ったときどうしますか？



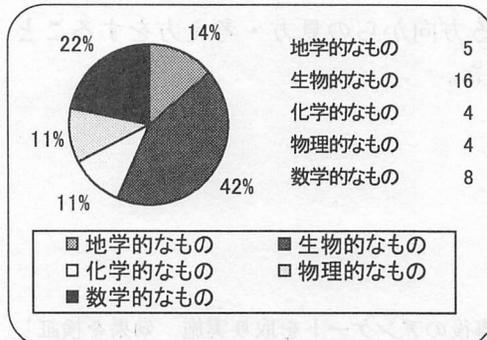
5 体験型の行事に参加することが好きですか？



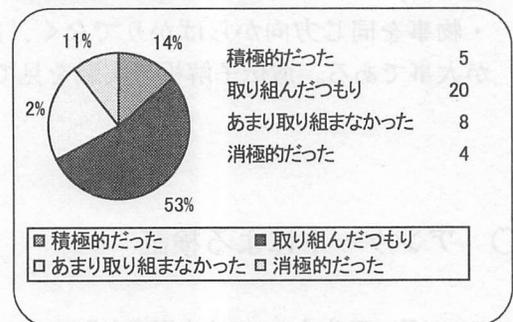
6 今までに学校外での科学的行事に参加したことはありますか？



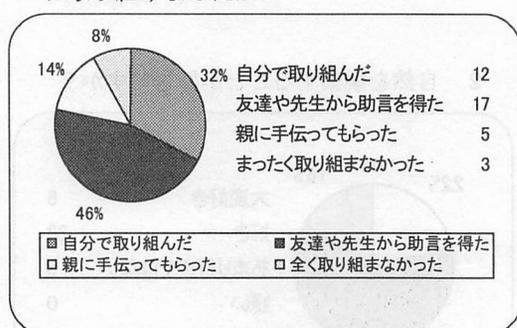
7 どのような分野の科学的体験学習に参加したいですか？



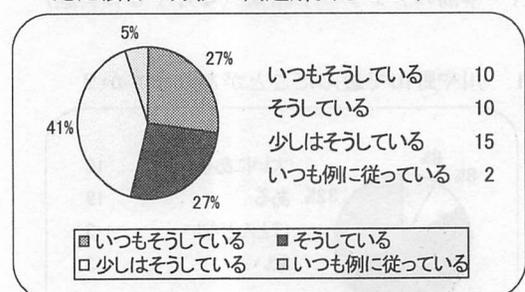
8 小・中学校での科学研究に積極的に取り組んできましたか？



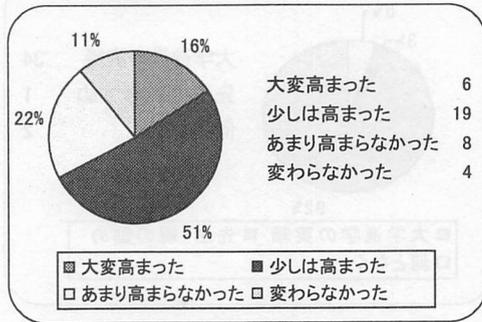
9 あなたは今までに自分の手で科学研究に取り組みましたか？



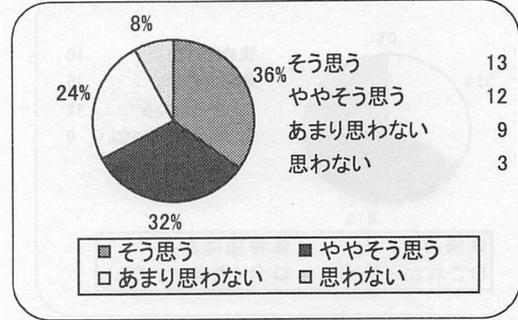
10 あなたは科学研究などで、自身が考えた独自の 방법으로問題解決をしますか？



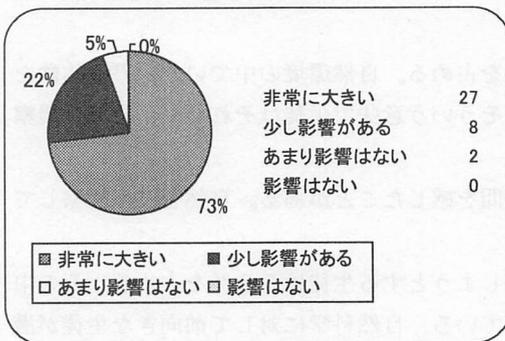
1 1 あなたは科学研究に取り組んだことで
学習意欲が高まりましたか？



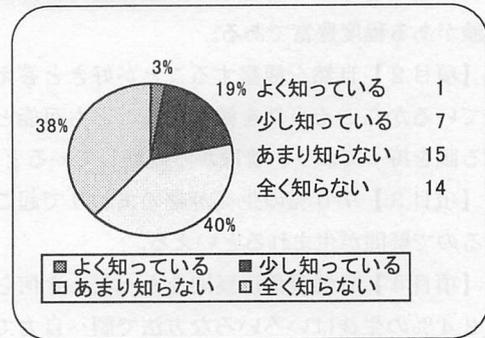
1 2 日本は科学技術立国と言われますが
あなたはどのように思いますか？



1 3 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？



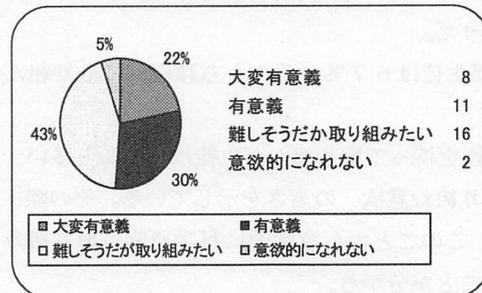
1 4 あなたは科学技術とは何を指すか
知っていますか？



1 5 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・携帯電話・感情を持つロボット・深海探査・高分子光学明彩・
ラムジェットエンジン・レーザー手術・IC・コンピュータ回路・DNA・PET・ナノテクノロジー・
バイオテクノロジー・発光ダイオード

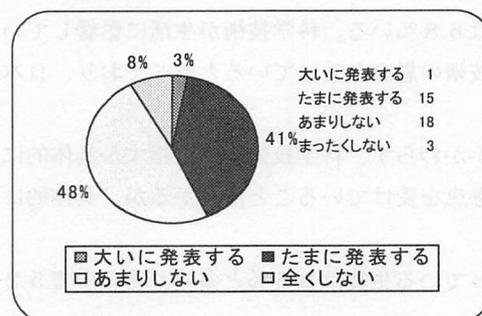
1 6 大学等の研究機関を利用して先端技術を
学ぶことをどう思いますか？



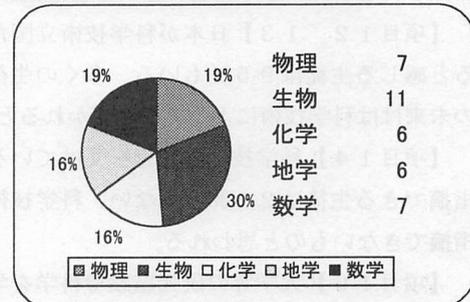
1 7 大学等で行う実習や講義に何を期待しますか？

役に立つ知識・わかりやすさ・大学での研究内容
・ 遺伝子学・数学に関する講義・実験・気象
・ 大学選択につながる内容

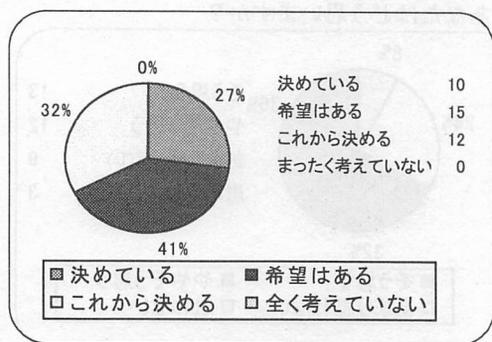
1 8 あなたは様々な場面で意見を発
表しますか？



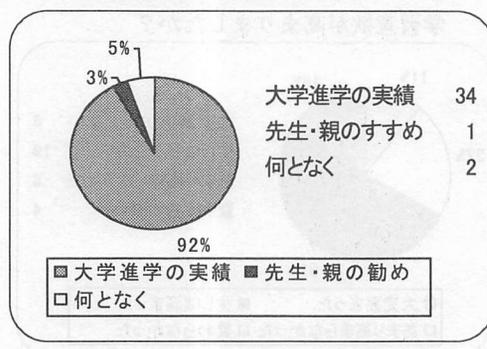
1 9 七尾高校の理数科で特にどんなこと
に力を入れて学びたいですか？



20 進学したい大学や学部を決めていますか？



21 七尾高校を選んだ理由はなぜですか？



【項目1】自然環境の中で多くの体験をした生徒は32%を占める。また、自然体験をしたことのある生徒まで含めると84%となる。全体的に自然環境の中で体験する生徒が減る傾向の中でも本校の生徒は自然体験がある程度豊富である。

【項目2】自然を観察することが好きと答えた生徒は78%を占める。自然環境の中でいろいろな体験をしているからこそ自然を観察することも可能となるといえる。そういう意味で生徒はそれなりに自然を観察する眼を持っており、普段から観察しているといえる。

【項目3】70%の生徒が身のまわりで起こる自然現象に疑問を感じたことがある。自然をよく観察しているので疑問が生まれるといえる。

【項目4】自然現象に疑問をもったとき何らかの方法で解決しようとする生徒は59%を占める。その中で24%の生徒はいろいろな方法で調べ自力で解決しようとしている。自然科学に対して前向きな生徒が潜在的に多いことが分かる。

【項目5】体験型の行事に参加することが大変好きあるいは好きと答えた生徒が86%と多い。積極的に行事を体験しようとする意欲を持った生徒が多いといえる。

【項目6】項目5に反して科学的な行事に参加した生徒は14%と少ない。地域に魅力的な科学的行事が開催されなかったか、もしくは部活動が忙しくて参加できなかったのではないと思われる。能登地区の中学校ではほとんどが全員部活動に加入しなければならないシステムをとっている。

【項目7】参加してみたい科学的な体験学習は生物学に関するものが42%と最も多く、次いで数学に関するものが22%である。依然として生物学人気が続いているようだ。

【項目8】小中学校で科学研究にある程度積極的に取り組んだ生徒は67%、そのうち積極的に取り組んだ生徒は14%いた。

【項目9、10】科学研究に取り組んだ際ある程度自分が主体性を持って取り組んだ生徒は78%と多い。そのうち自分だけでやり遂げた生徒は32%もおおきく科学研究に取り組む意欲の高さを示している。その際、自分が考えた方法で問題を解決しようとする生徒は54%いる。このことから意欲的に科学研究に取り組み自分で問題解決しようとする能力の高い生徒は30%前後と多いことが分かる。

【項目11】科学研究に取り組んだことが何らかの形で学習意欲の向上につながった生徒は67%いる。やはり科学研究に取り組むことが学習意欲の向上に影響しているといえる。

【項目12、13】日本が科学技術立国だと考えている生徒は68%いる。科学技術が生活に影響していると感じる生徒は95%もいる。多くの生徒が生活の中で科学技術の恩恵を受けていると感じており、日本の未来はは科学技術によって切り開かれると思っている。

【項目14】科学技術の恩恵を受けていると感じているにもかかわらず、科学技術が何を指すか具体的に指摘できる生徒は22%と少ない。科学技術への理解が曖昧で恩恵を受けていることは分かるが、具体的に指摘できないものと思われる。

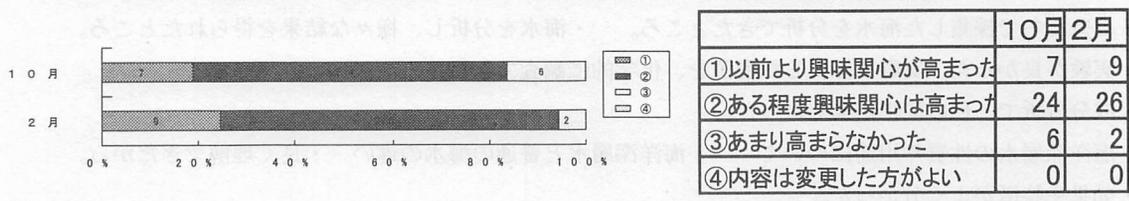
【項目16】大学等の研究施設で科学を学ぶことに意欲をもっている生徒は95%と多い。その中で52%の生徒は有意義であると考えている。

【項目18】自分の意見を発表できると思っている生徒は44%と少ない。その中で積極的に発表できる生徒は3%である。地方の学校の生徒ほど自分の意見を発表したがらない傾向が良く現れている。

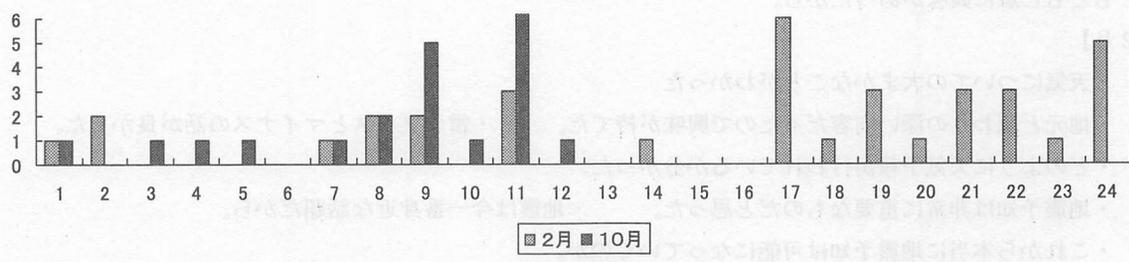
【項目19】本校で力を入れて学びたい科目は項目7と似ていて生物、数学、物理の順である。いろいろな体験を通して学習したいと考えているようだ。

【項目20、21】本校に大学進学への具体的な希望をもって入学している生徒は68%と多い。本校を選んだ理由も大学進学への実績を挙げており、大学に進学することにの強い期待をもっていることが分かる。
 中間のアンケート結果（10月15日実施）
 最終のアンケート結果（2月28日実施）

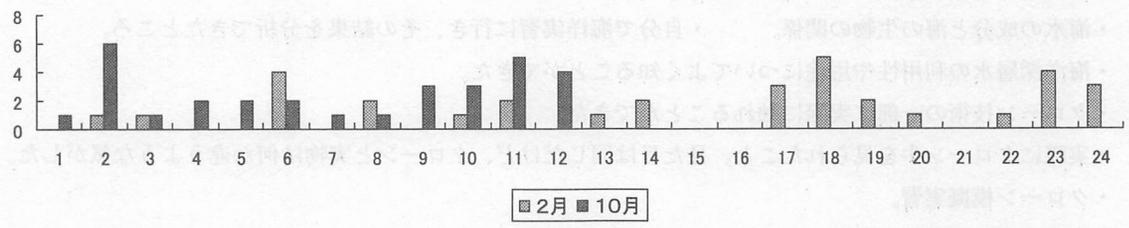
1 今までのテーマを実施したことにより、あなたはサイエンスに対する興味や関心が高まりましたか？



2 1で①・②と答えた人、実施したテーマのおもにどの部分に興味や関心を高める効果があったと思いますか？（10月までに①～⑫を実施）



次に興味を持てたもの



- ①天気予報の実際 ②北陸の雷について ③天気予報実習 ④日本海の誕生と能登半島の変遷
- ⑤地震活動と地殻変動について ⑥地震予知の最前線 ⑦能登の化石について ⑧海生生物について
- ⑨海水の分析 ⑩海洋深層水について ⑪クローン技術について ⑫ハイテク漁業について
- ⑬遺伝子組み換え実験 ⑭栽培漁業の現状と魚類の観察 ⑮組織培養の基礎 ⑯食品の機能性について
- ⑰脳の働き ⑱DNA抽出実験 ⑲星座の魅力 ⑳ビックバンからヒトへの進化
- ㉑宇宙からのメッセージ ㉒ウイルスと免疫について ㉓高度医療の現状
- ㉔環境ストレスに対する細胞応答

テーマのどの部分が興味関心を高めたか？（具体的に）

【10月】

①・天気予報の見方を詳しく教えてもらったところ。 ・初めてやったフロンティアサイエンスだったので。

- ②・普通の地域と能登の雷の違い。 ・雷のでき方・どういうところに落ちやすいのかが分かったから。
・北陸の雷の特徴がわかった。・教授が実際にやった実験の部分。
- ③・天気図の見方がわかった。今はテレビで天気図を見ても理解できる。 ・台風の原理などが分かった。
- ④・身近な日本海についての調査だったから。 ・講義自体がいい雰囲気楽しかった。
- ⑤・実際に地層を見に行き、その大きさとかが曲がり具合に感動した。
・地震が起こる理由が分かったところ。 ・実物の地層を見学し、解説をしてもらったところ。
- ⑥・実験を通して地震の波の伝わりかたがよく分かった。
・地震について中学で習ったことを深められて良かった。
- ⑦・サメの歯の形がとても興味深かった。
- ⑧・ネアンデルタール人は我々の祖先ではないときいたこと。 ・生物の進化の仕方を教わったところ。
- ⑨・自分たちで採集した海水を分析できたところ。 ・海水を分析し、様々な結果を得られたところ。
・実験が良かった。実際に採集した資源を、化学的に調査できた。
・成分分析で、色の変化が楽しかった。
- ⑩・海洋深層水の性質や用途について ・海洋深層水と普通の海水の違い ・良く理解できたから。
・効果や特徴がよく分かった。
- ⑪・クローンをつくる過程について ・現在どの程度まで研究が進んでいるのか分かった点。
・実際に卵巣を使って実習できたので、興味関心が高まった。
・卵巣から卵を取り出す実習をした部分。 ・実習をして将来の参考になった。 ・核移植の話。
- ⑫・もともと魚に興味があったから。

【2月】

- ① ・天気についての大まかなことがわかった
- ② ・地元と関わりの深い内容だったので興味が持てた。 ・雷のプラスとマイナスの話が良かった。
- ③ ・どのように天気予報が行われているか分かった。
- ④ ・地震予知は非常に重要なものだと思った。 ・地震は今一番身近な話題だから。
・これから本当に地震予知は可能になっていくのか。
- ⑤ ・実習が多くて良かった。 ・様々な海洋生物を間近で見ることができた。
・金沢泉丘高校と合同でやったのが良かった。
- ⑥ ・海水の成分と海の生物の関係。 ・自分で海洋実習に行き、その結果を分析できたところ。
- ⑦ ・海洋深層水の利用性や用途についてよく知ることができた。
- ⑧ ・クローン技術の一部に実際に触れることができた。
・実際にクローン牛を見られたこと。見た目は同じだけど、クローンと実物は何か違うような気がした。
・クローン模擬実習。
- ⑨ ・自分で遺伝組み替えを行ったこと。
- ⑩ ・たくさんの魚と、その生態について知れたこと。 ・魚の観察が良かった。
- ⑪ ・ホルモンでどのような作用が起こるのか知ることができた。
・コオロギが一番興味を持てた。その違いに驚いた。
・研究施設を丁寧に案内してもらえたこと。コオロギを使った実験。
・講義が分かりやすく面白かった。 ・脳内ホルモンの話 ・コオロギの行動の意味について分かった。
- ⑫ ・実験はうまくいかなかったが、専門的で面白かった。 ・DNA の実体を確認できた点。
・DNA がどのようなものか分かった。すべての生物にある DNA に興味が持てた。
・自分の手で DNA を抽出し、その形を見たこと。 ・自分の細胞や DNA が観察できたこと。
- ⑬ ・星に興味があったため、星にまつわるギリシア神話も聞いてとても関心が高まった。
・実際にプラネタリウムを見ながらの講義で分かりやすかった。
- ⑭ ・宇宙が大きいことは分かっていたが、それが想像以上だと知り感動した。

- ・宇宙についてはあいまいだったが、詳しい説明が聞けて良かった。
- ②① ・普段は見るこのとできない放射線を見ることができたこと。 ・宇宙に対する関心がより高まった。
- ②② ・エイズについての関心・生物についての関心が高まった。
- ②③ ・様々な先端機器を使って、鮮明に体の部分が見られることを知った。
 - ・実際にX線の写真を撮るところなどを見せてもらったのが良かった。
 - ・最新の医療現場を見ることができた点。
- ②④ ・正常細胞ががん細胞に変化する理由が分かった。 ・生命体は何かしら全て共通点があるというところ。
 - ・講義が分かりやすかった。生物には不思議なところがたくさんある。
 - ・生物に関する昔と現在の考え方の違い。

3 1で③、④と答えた人、なぜ興味や関心が高まらなかったのかを記述してください。

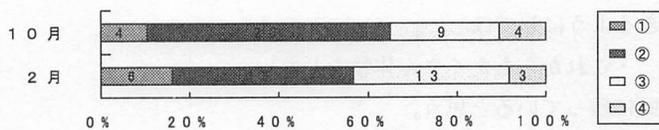
【10月】

- ・自分が本当に興味を持てるものがなかった。
- ・毎週のことなので特に興味は高まらない。
- ・講義が多く、やる気が出なかった。
- ・内容が理解できないところがあり、難しく感じてしまう。

【2月】

- ・講義が難しかった。
- ・基本的な知識が身に付いていないので難しかった。

4 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？



	10月	2月
①大いに変わった	4	6
②変わったと思う	20	15
③少しは変わった	9	13
④ほとんど変わっていない	4	3

5 4で①、②と答えた人、どのような変化がありましたか？

【10月】

- ・全く知らなかったテーマについて学習ができ、科学的なものの見方ができるようになった。
- ・いろんな実習が楽しいと思えるようになった。
- ・色々な知識が付いた。
- ・全般的に科学が好きになった。
- ・科学の奥の深さが分かった。
- ・科学技術は自分の手の届かないところにあると思っていたが、意外に身近で親しみやすいものを感じている。 ・体験を通して興味が高まった。

【2月】

- ・実際に実験をして、科学についてもっと真剣に考えようと思えるようになった。
- ・科学はもっと難しく理解できないものだと思っていたが、半分以上理解できて興味が高まった。
- ・科学にとっても興味が湧いた。
- ・今まで興味のなかった地学や宇宙について興味を持てるようになった。
- ・サイエンスに対して興味が湧き、ニュースも注意して見るようになった。
- ・宇宙や医学について学び、いろんな見方ができるようになった。

・新聞の科学技術に関する記事などを読むようになった。科学雑誌が面白いと感じるようになった。大学や研究所の研究者という職業を実際に知ることができた。

6 4で③、④と答えた人、なぜ変わらなかったと思うのか理由を書いてください

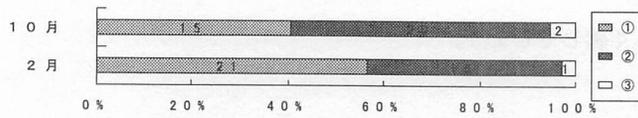
【10月】

- ・いろんな分野をやらず、いくつかの分野を詳しくやったから。
- ・講義に興味は持てたが、自分の考え方に変化はない。 ・好きでない分野は興味が持てなかった。
- ・大まかには理解できたが、細かい部分で疑問点が残ったままだから。
- ・毎週金曜にあるため頻度が多く、頭に残らなかったため。
- ・もとからサイエンスに強い興味はないから。

【2月】

- ・いろんなことを教わったが、頭に残っていない。
- ・技術があまりにも進歩しすぎていて、実感として感じられなかった。 ・講義が難しすぎた。
- ・受け身的に聞いていることが多かったから。

7 実施したテーマの半数は校外での体験型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？



	10月	2月
①以前より興味関心が高まった	15	21
②内容を理解するには有効だった	20	15
③あまり有効ではなかった	2	1

8 校外での体験型の取り組みに対して、今後に生かせるような提案があれば書いてください。

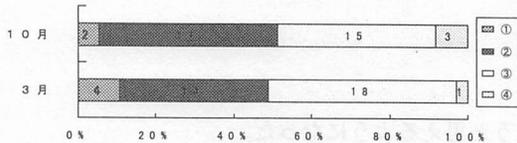
【10月】

- ・グループに分け、全員が均等に体験できるようにしてほしい。
- ・講義より、体験型の実習の方がよい。 ・これからもたくさん体験をしたい。
- ・実際に校外に出て体験したものの方が頭に残っていると思う。
- ・生徒から、どんなことに興味があるかアンケートをし、その結果に基づいた実習を行った方がよい。
- ・海洋実習みたいな長期にわたる体験を増やし、発表の機会を設けたい。
- ・班をつくって課題を設定し、それを研究するのがいいと思う。

【2月】

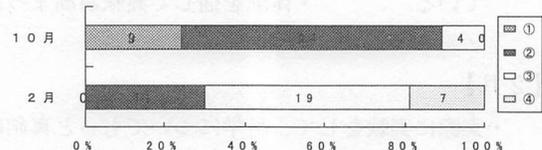
- ・何か形に残るものを作って残したい。
- ・積極的に質問することなどに抵抗がなくなってきたので、もっと自主的に取り組めるようにできればいい。 ・実験を多くしたい。

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



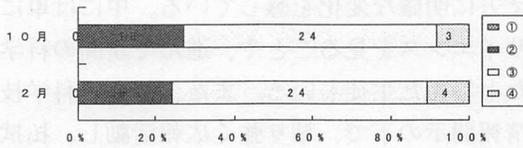
	10月	2月
① 大変積極的になった	2	4
② 積極的になった	17	14
③ 少しは積極的になった	15	18
④ 消極的な方であった	3	1

10 あなたは色々な場で自分の意見を発表できるようになりましたか？



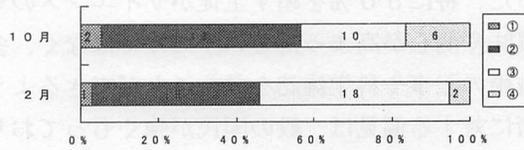
	10月	2月
① 大いにできるようになった	9	0
② 発表できるようになった	24	11
③ 少し発表できるようになった	4	19
④ 発表はしなかった	0	7

1 1 レポートの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？



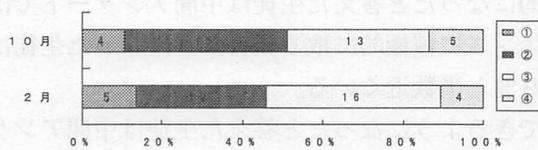
	10月	2月
① 大いに高まった	0	0
② 高まったと思う	10	9
③ 少しは高まったと思う	24	24
④ 以前と変わらない	3	4

1 2 あなたは現象を観察し論理的に考える能力が高まったと思いますか？



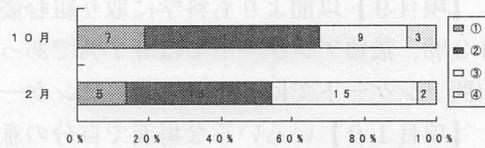
	10月	2月
① 大いに高まった	2	1
② 高まったと思う	19	16
③ 少しは高まったと思う	10	18
④ 以前と変わらない	6	2

1 3 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出すことができましたか？



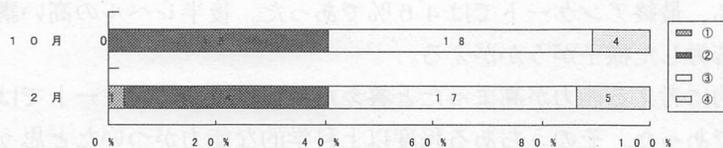
	10月	2月
① 明確な志望を持つことができた	4	5
② ある程度明確になった	15	12
③ 考慮中である	13	16
④ まだ考えていない	3	4

1 4 以前よりも自然を視る目が養われたと思いますか？



	10月	2月
① 大いに養われた	7	5
② ある程度養われた	18	15
③ 少し養われた	9	15
④ 以前と変わらない	3	2

1 5 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付きましたか？



	10月	2月
① 大変身に付いた	0	1
② ある程度身に付いた	15	14
③ 少し養われた	18	17
④ 以前と変わらない	4	5

【項目1】フロンティアサイエンス I の受講によって中間アンケートでは84%、最終アンケートでは95%の生徒が科学に対する興味や関心が高まったと答えている。あまり高まらなかった生徒も中間アンケートでは14%いる。内容に興味を持てず変更した方がよいと答えた生徒はいなかった。

【項目2、3】中間アンケートでは最も興味をもてた講座はクローン技術、海水の分析であり、次に興味をもてた講座は北陸の雷、クローン技術、ハイテク漁業であった。最終アンケートでは最も興味をもてた講座は脳の働き、環境ストレスに対する細胞応答であり、次に興味をもてた講座はDNA抽出実験、地震予知の最前線、高度医療の現状であった。アンケート時における時事の出来事や興味・関心の揺れもあるが、総じて講義が分かりやすくしかもインパクトの強い実習を伴う講座に魅力を感じたことが分かる。はじめのアンケート結果から生徒は生物分野を主に学びたいという希望が多かったことからこのような結果になったと思われる。体験学習する講座では体験から新たな発見や感動が大きかったものが好まれる傾向がある。知的好奇心を高める講座では比較的解説が丁寧で分かりやすいものが好まれ、理論がしっかりしていても難しいものは敬遠されるようだ。

【項目4、5、6】フロンティアサイエンスⅠの受講によって、サイエンスに対する見方や考え方が少しでも変わったと答えた生徒は中間アンケートでは89%、最終アンケートでは91%であった。特に50%を超す生徒がサイエンスの見方や考え方に明確な変化を感じている。中には単に興味や関心が高まったというだけでなく、多角的にサイエンスを見ることや、進んで新聞の科学技術の記事や科学雑誌を読むことができるようになったと答えた生徒もいる。また、特定の科学技術に対する偏見は一般の国民が強くもっており正確な情報開示の下で、粘り強く広報活動し、払拭する努力をしていかなければならないが、フロンティアサイエンスⅠの実施によりある程度は効果があったといえる。一方で、講座が毎週のようにあり情報が多すぎるといった意見や講義が難しすぎるといった意見もあり次年度の課題である。

【項目7、8】中間アンケートでは95%、最終アンケートでは97%の生徒が体験型の学習を歓迎している。体験的な学習には生徒の期待が大きいようである。中には海洋実習のような長期にわたる体験学習を希望する生徒や班ごとで課題に取り組む課題研究型の学習を希望する生徒もいる。一方、大学等での体験的な学習を多く取り入れることで移動に時間がかかりすぎ学習面や部活動の面で負担が大きくなることに抵抗を感じている生徒もいる。

【項目9】以前よりも科学に取り組む姿勢が積極的になったと答えた生徒は中間アンケートでは92%、最終アンケートでは97%であった。サイエンスに積極的に取り組むようになった生徒は中間アンケートでは51%、最終アンケートでは49%と半数近くいる。

【項目10】いろいろな場面で自分の意見を発表できるようになったと答えた生徒は中間アンケートでは89%、最終アンケートでは81%いたが、ある程度発表が苦にならない生徒は中間アンケートでは24%、最終アンケートでは30%と少ない。はじめのアンケートと比べると質問の仕方は少し異なるがあまり変わっていない。この項目はサイエンスに対する興味・関心に加えて能力や積極性といった部分も影響しているので難しいが、生徒個々が発表する機会を増やしていく必要があり今後の課題である。

【項目11】講義や実習の内容を理解しまとめる能力は中間アンケートでは84%、最終アンケートでは95%の生徒が高まったと答えた。そのうちある程度以上理解しまとめる力がついたと思う生徒は中間アンケートでは57%、最終アンケートでは46%であった。後半レベルの高い講座を理解しレポートにまとめるのに苦労した様子がうかがえる。

【項目12】現象を観察し論理的に考える能力が高まったと答えた生徒は中間アンケートでは92%、最終アンケートでは89%であった。そのうちある程度以上科学的な能力がついたと思う生徒は中間アンケートでは27%、最終アンケートでは24%であった。項目10と同様に科学的な能力や積極性が大きく影響しているので値としては低いが粘り強く取り組む必要がある。

【項目13】進路について具体的な希望を持った生徒は中間アンケートでは51%、最終アンケートでは46%であった。はじめのアンケートと比べると進路を迷っている生徒が多くなっている。いろいろな講義や体験を通じて志望が揺れている様子がうかがえる。

【項目14】以前よりも自然を観る目が養われたと答えた生徒は中間アンケートでは92%、最終アンケートでは95%であった。そのうちある程度は観察する目が養われたと答えた生徒は中間アンケートでは68%、最終アンケートでは54%となった。

【項目15】体験的な学習を通じて科学的な研究方法が身に付いたと答えた生徒は中間アンケートでは89%、最終アンケートでは86%であった。そのうちある程度以上身に付いたと答えた生徒は中間、最終アンケート共に41%で変わらなかった。

D 分析

フロンティアサイエンスⅠでは能登地域の自然環境をテーマとして設定し生徒に学習させたため、身近な自然に対する観察力や新たな発見を通じて科学に対する興味や関心を引き出すことがで

きた。また、身近な環境に目を向け学習することで郷土の自然に対する魅力をより感じ取ってくれたものとする。多くの講義を通して科学に対する知的な好奇心を高めることができ、体験的な学習を通じて科学が魅力あるものであると感じてくれた。知的な好奇心が高まり、いろいろな現象に感動し、あるいは発見に驚き、研究意欲を高め探究するなど将来科学者として活躍するための素地は提供できたものと信じる。大学や研究機関等との連携では、先端分野における情報や実験方法等得ることができ非常に有益であった。特に初めて耳にする科学的な内容には生徒は目を輝かせよく質問していた。実験機器もはじめはとまどっていたが意外と早くこなすことができた。また、大学や研究機関等との連携を通じて研究者との交流がはかれ多くの科学情報を得ることができた。今後フロンティアサイエンス I での経験を踏まえて、今年度大学等で実施された講座内容は可能な限り高校教員が指導する方向で取り組んでいく。課題としては、およそ 10% 弱の生徒がアンケートからも変化がないと答えていることである。フロンティアサイエンス I を進めていく中でほぼ毎週行う講座にマンネリ感をもつ生徒がでてきたこと、講座内容が難しくなかなか理解できない生徒がでてきたことが原因であると思われる。また、今年度はいろいろな科学を体験し興味や関心を高めることが中心であり、生徒個々が成果を発表する機会を十分にもつことができなかった。これらが次年度の課題となる。

(2) 日本海海洋調査実習

a 研究のねらい

能登の海や海洋生物にふれ、その観測や調査を通して自然科学に対する興味・関心を喚起すると共に、船内講義においてその知識・理解を深め、自ら課題を発見し、課題を解決する能力を養うことを目的とする。

b 研究の実施内容

〈日程〉

①事前学習

【7月 3日】

金沢大学臨海実験施設でプランクトン採集・観察等の実習を行い事前学習とする。

- *ムラサキ貝に付着している海洋生物等を採取、分類し、実体顕微鏡などで観察する。
- *プランクトンネットで採取したプランクトンを顕微鏡で観察し、スケッチする。
- *海中の岩の中に生息する海生生物を探し観察する。
- *金沢大学の笹山教授より海生生物等の講義を受ける。

【7月16日】

実習の内容や乗船上の注意などオリエンテーションを行う。

- *海水の採取上の留意事項を説明
- *海水分析上の留意事項を説明
- *プランクトン採取や観察時の留意事項を説明

*乗船上の注意事項を説明

②日本海海洋調査実習

【7月19日】

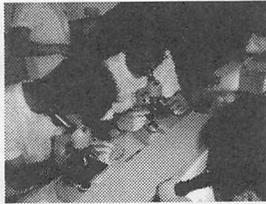
8:40~	8:55	乗船式(1. 校長挨拶 2. 船長挨拶 3. 生徒代表宣誓)
8:55~	9:00	乗船(救命胴衣を受け取る)
9:00~	9:40	出港スタンバイ・七尾港出港(出港後部屋の確認と荷物整理)
9:40~	10:40	避難訓練
10:40~	11:00	実習内容説明
11:00~	12:00	第1回調査実習(1班昼食準備)
		(1,2班海水採取調査 3,4,5班塩分濃度・深度・経緯度等記録 6,7班透明度測定・プランクトン採取)
12:00~	13:30	昼食(1班昼食後かたづけ)
13:30~	14:30	調査実習試料分析等
		(2グループに分かれ海水の分析とプランクトンの観察)
14:30~	16:00	船内見学
		(4グループに分かれて、操舵室、機関室、無線室等見学し、加能丸資料等作成)
16:00~	16:30	入港スタンバイ・入港
16:30~	17:00	自由時間(5班夕食準備)
17:00~	20:00	夕食・入浴(5班夕食後かたづけ)
20:00~	21:00	船内講義
21:00~	22:00	学習時間・自由時間
22:00~		就寝

【7月20日】

6:00~	7:00	起床・掃除・洗面(2班朝食準備)
7:00~	8:30	朝食(2班朝食後かたづけ)
8:00~		出港スタンバイ・出港
8:30~	10:00	学習時間・自由時間
10:00~	11:00	第2回調査実習
		(3,4,5班海水採取調査 6,7班塩分濃度・深度・経緯度等記録 1,2班透明度測定・プランクトン採取)
11:00~	12:00	データ交換(6班昼食準備)
12:00~	13:30	昼食(6班昼食後かたづけ)
13:30~	14:30	第3回調査実習
		(3,4,5班海水採取調査 6,7班塩分濃度・深度・経緯度等記録 1,2班透明度測定・プランクトン採取)
14:30~	15:30	試料分析
		(2グループに分かれ海水の分析とプランクトンの観察)
15:30~	16:15	航海術講義(船の位置を調べる等)
16:15~	16:30	入港スタンバイ・入港
16:30~	17:00	自由時間(7班夕食準備)
17:00~	20:00	夕食・入浴(7班夕食後かたづけ)
20:00~	21:00	天体観測
21:00~	22:00	学習時間・自由時間
22:00~		就寝



【7月21日】

6:00～7:00	起床・掃除・洗面（3班朝食準備）	
7:00～8:30	朝食（3班朝食後かたづけ）	
8:00～	出港スタンバイ・出港	
8:30～10:30	学習時間・自由時間	
10:30～11:30	第4回調査実習	
(6,7班海水採取調査 1,2班塩分濃度・深度・経緯度等記録 3,4,5班透明度測定・プランクトン採取)		
11:30～12:00	自由時間（4班昼食準備）	
12:00～13:30	昼食（4班昼食後かたづけ）	
13:30～14:30	試料分析	
(2グループに分かれ海水の分析とプランクトンの観察)		
14:30～15:30	レポート・感想文	
15:30～16:10	身辺整理、掃除、下船準備	
16:10～16:40	入港スタンバイ・七尾港（矢田新第一埠頭東）入港	
17:00～17:15	下船式（1. 校長挨拶 2. 船長挨拶 3. 生徒代表感謝の言葉）	

③事後学習

【7月23日】

金沢大学理学部にて日本海で採取した試料を分析

- *生物学科では吸引濾過器や顕微鏡を使い各観測ポイントでの深さごとにどんな種類のプランクトンが何匹いるかを観測しその分析を行う。
- *化学学科では分析試薬を作り亜硝酸やリン酸の濃度の分析を吸光度計を用い行う。

【8月4日～5日】

サイエンスセミナーで天文・海洋の分野の知識をさらに深めるとともに日本海海洋調査実習の分析結果の発表を行う。

- *柳田星の観察館「満天星」の土川啓技師の天体観測の実習及び講義
- *金沢大学大学院自然科学研究科の長谷川卓助教授の海洋に関する講義及び実習
- *日本海海洋調査実習の分析結果の発表

〈実習内容〉

①観測概況の測定

- ・観測地点の経度・緯度、風向、風力、気温、気圧、波浪、うねり、水深を測定する。

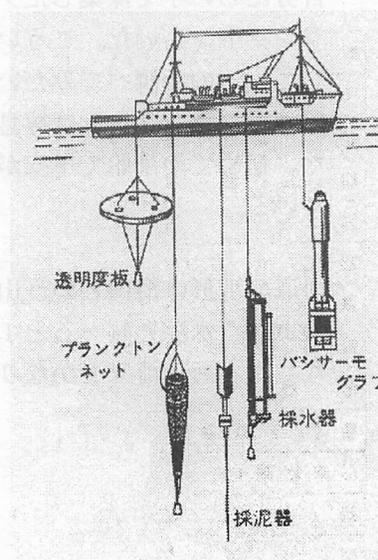
②海水の採水

- ・表層水の採水：二重ゴム製断熱式採水器・ガラス製採水器を使い採水する。
 - ・表層水以深の採水：転倒採水器・多筒式採水器等を使い採水する。
- (ウインチ使用し、100m、300m、500mの3カ所で採水)

③塩分濃度・水温の測定

- ・STDを使い、10m間隔で1000mまで塩分濃度、水温を測定する。(ウインチ使用)

④透明度の測定



- ・透明度：透明度板（直径30cmの白色円板）を海中に沈め、見えなくなったときの深さ（m）で表す。

⑤プランクトン採集と観察

- ・プランクトンネットの種類
植物プランクトン用：XX13（網目0.1mm）
動物用プランクトン用：GG54（網目0.33mm）
- ・採集方法：鉛直引き
- ・観察：顕微鏡、双眼実体顕微鏡を使い観察し、図鑑で種類を確認し、スケッチする。

⑥海水分析

- ・海水含有物分析
海水分析用試薬パックを使用し、次の成分の含有量を調べる。
亜硝酸イオン、リン酸イオン、鉄イオン、アンモニウムイオン、シリカ、COD
- ・水素イオン濃度
pHメータによる測定

⑦水深、経度・緯度の測定

- ・操舵室で15分おきに経度・緯度、水深の測定を行う。

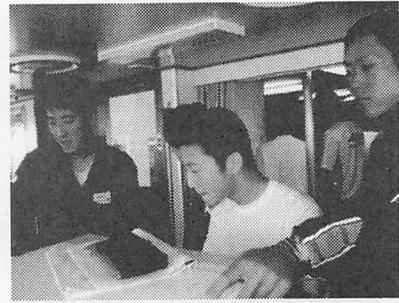
○生徒の感想

- ・この3日間いろんな実習をしました。常に動いている船の中でやるのはとても大変でした。講義では、人間のせいで海の生物が減少している事実を知りました。海洋保護区をどんどん増やしていくべきだと思いました。採集した結果を金沢大学でもっと詳しく調べたいと思います。



- ・この3日間で一番面白かったのは海水の採集・分析だった。深さ0m、100m、490mの地点で海水を採集した。船の上で水をろ過したが、30分以上かかった。分析はアンモニウムイオン・亜硝酸イオン・シリカ・リン酸イオン・COD・鉄を、試薬パックで行った。pH計を使ってpHも計測したが、事前に学習していた通りpH8のアルカリ性の海水もあった。分析の結果深さによってpHとCODに変化が見られた。
- ・自分たちの手で採集したプランクトンを観察した。鮮やかな赤色の粒みたいな変わったプランクトンもいた。こういう微生物はどのような作り方をしているのか、何をどうやって吸収しているのか調べてみたい。塩分濃度と水温とはどのような関係があるのか。こういった環境でプランクトンは棲息しているかなど、今回の実習で知りたいことがたくさん出てきた。初めての乗船で不安がいっぱいあったけど、とてもいい体験をさせてもらえたと思っている。
- ・海底の地形は海山という山があり、エベレストよりもはるかに高い山がたくさんある。船の上から水深を調べると1000m以上のところもあれば200mくらいのところもあった。日本海の海底もかなりでこぼこしていることが分かった。

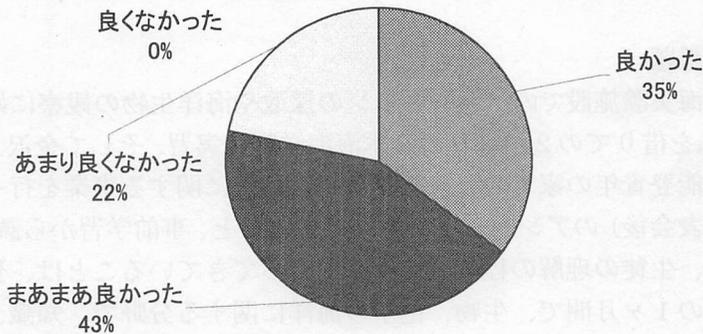
・2日目の船酔いは辛かった。縦揺れ（ピッチングという）が激しく、半数以上の人が倒れた。船酔いを予防するためには水平線を見つめればいいと聞いたが、医学的根拠はあるのだろうか。海水分析では含有成分とpHとの関連性がつかめなかった。しかし、含有成分中の水素イオンの割合が水深が深くなるほど減少していくことが推測できた。後日の金沢大学での分析に期待したい。



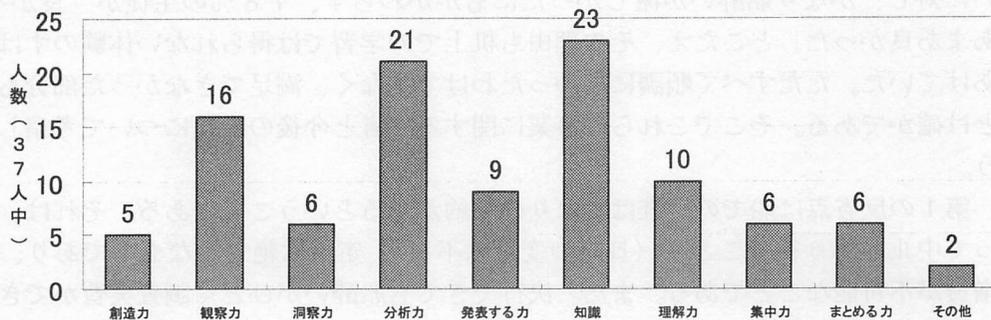
・航海術がためになった。舵が壊れたときの対処法や風と船の関係まで教えてもらった。2泊3日という短い間だったけど船の厳しさを学べ、有意義な実習だった。

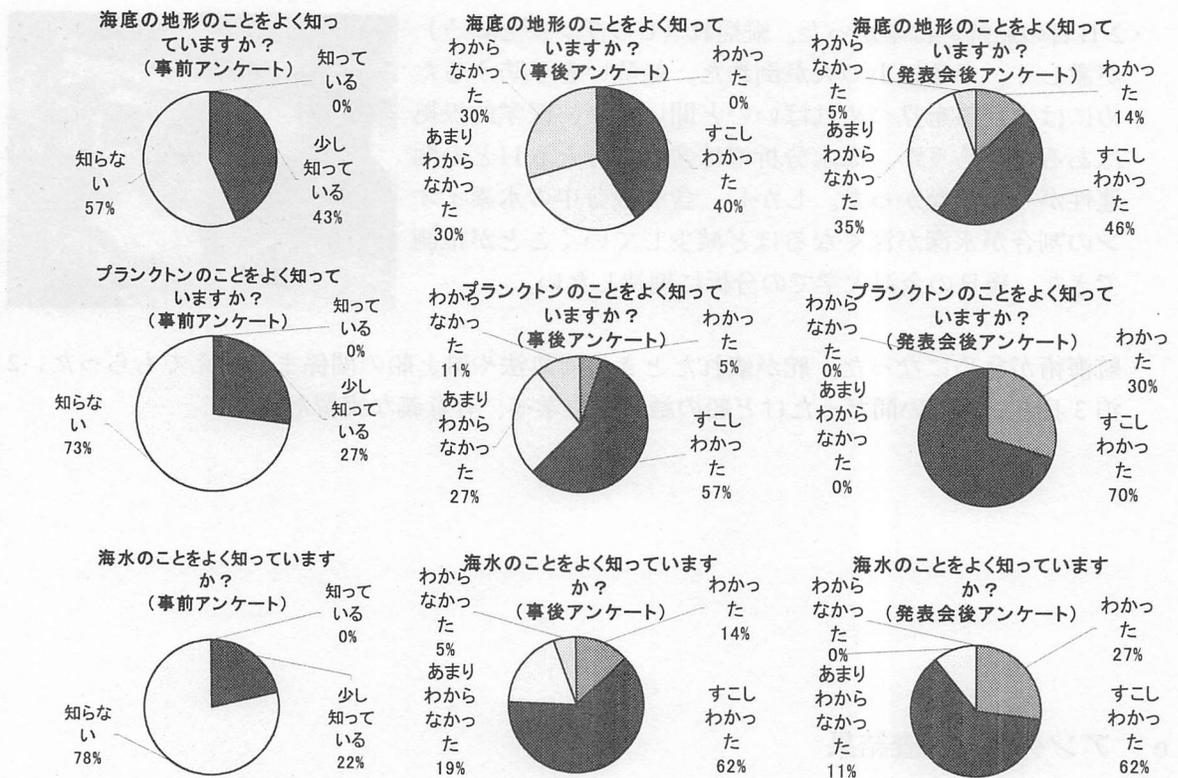
e アンケート調査結果

日本海海洋調査実習に参加して良かったですか？



1ヶ月間の海洋関係の事業でどんな力がついたと思いますか？





c 評価・成果と課題

内浦町の臨海実験施設でのプランクトンの採取や海洋生物の観察に始まり、能都北辰高校の「加能丸」を借りての2泊3日の日本海海洋調査実習、そして金沢大学での試料の分析、最後には国立能登青年の家での分析発表会と、海洋に関する事業を行ってきた。3回（事前・事後・発表会後）のアンケート調査結果によると、事前学習から調査本番、事後学習、そして発表と、生徒の理解の程度も徐々に上がってきていることは、数値の上からも明らかである。この1ヶ月間で、生物、化学の海洋に関する分野で、知識、分析力、観察力等が身についたと考えている生徒が多いことも、アンケート調査結果からうかがえる。発表会後のアンケート調査では「日本海海洋調査実習に参加して良かったですか？」という問いに対し、かなり船酔いが激しかったにもかかわらず、78%の生徒が「良かった」「まあまあ良かった」とこたえ、その理由も机上での学習では得られない体験のすばらしさをあげていた。ただすべて順調に終わったわけではなく、満足できなかった部分もあったことは確かである。そこでこれらの事業に関する反省と今後の課題について考察したいと思う。

第1の反省点は船での調査はかなりの制約があるということである。それは、天候によって中止もあり得ることや（日時の変更は不可）、定員は絶対的なものであり、講師等の増員が不可能なことである。また、決行できても船酔いがひどく調査実習ができない生徒が頻出することである。さらに陸地ほど早く移動できないことや調査実習には思った以上に時間がかかってしまう。陸地では楽にできることも、船の上ではそんなにスムーズにできないことが数多くあるということである。以上のように、船に関する自分たちの認識がかなり甘かったことを痛感した。

第2の反省点は、事前学習においてプランクトンの採集観察などの生物分野の学習はか

なり徹底したが、化学分野の事前学習がやや不足していたことである。それは発表会後のアンケート調査結果にも現れており、今後化学分野でのフォローが課題であると考ええる。

第3の反省点は、日程的な点から、採取するサンプルの量や回数に制限があり、分析結果に十分確信が持てるだけの試料が集められなかったことである。ある程度の関連性が見えてくるのだが、確固たる確信を得るまでには至らない調査結果もあった。実際には、観測ポイントがあと数ポイント、そして採取する深さも30m、50m、200mあたりも加えて採取できれば、もっと詳しい分析結果が出たのではないかと思われる。今後は不足していたデータの部分を補うための情報等を与え、さらに分析結果に対する確信や修正ができるようにすることが課題であると考ええる。

(3) 理数生物・理数化学

理数生物

a 研究のねらい

- ・生物や生命現象について、興味・感心を深め、基本的な内容はもとより、発展的な内容についても理解する。
- ・実験・観察などを通して、科学的な探求の技能を高めるとともに科学的な視座を養う。

b 研究の実施内容

授業は、教科書の内容理解を中心に進められているが、対象が理数科でSSHの当該学年であるので、以下のような項目について配慮している。

- (1) 質問の際は、単に知識や理解度の確認をするようなものではなく、なぜそのように考えるのかを論理的に説明する内容になるように発問を工夫する。
- (2) SSC (スーパーサイエンスクラブ) の部員を活用する。クラブ活動では、発展的な実験も経験するので、SSC部員は各班の中心となって実験を進めたり、教師のアシスタントをつとめることができるよう指導する。
- (3) 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・理由をしっかりと究明する。
- (4) 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、補助教材を活用しながら扱う。

理数化学

a 研究のねらい

- ・発表や討論する力を高める

- ・先端化学分野で国際社会において活躍する人材を育成する
- ・化学に対する興味・関心を喚起する
- ・創造性・独創性の育成し、論理的思考力を高める。

以上のことを実現するための授業実践の工夫を行う。具体的には、フロンティアサイエンスにおける大学での高度な講義や実習、各種発表会での質疑応答に耐えうるための素地づくりとしての側面に重きを置いた。

b 研究の実施内容

※本校は今年度より2学期制を採用しているが、簡略化のため、従来の「1～3学期」で以下の内容について記述する。

(1) シラバスへの一部追加

フロンティアサイエンスⅠでの各種講義・実験が年度当初から始まることに加え、7月に実施予定の日本海海洋実習では、中和滴定などの実験技術や金属イオンの反応などの知識が必要となる。シラバスはSSH指定以前に作製されたものであり一部実情にあわない部分があり、その部分の履修順序を変更して授業を実施した。

まず1学期には、2、3学期に学習予定の内容の中でも特に重要であり他の分野にもからんでくるような事項と実験を、従来のシラバスと並行して行った。続いて2学期には、教科書をもう一度最初から問題演習や研究発表を中心に行った。そして3学期には、実験を中心に化学Ⅱの内容にも触れ深い事項まで踏み込んで展開する予定である。

つまり、化学Ⅰの教科書内容を徐々に深めながら3回実施することになる。

	従来のシラバス	追加した内容
4月	物質の構成と構成粒子	最重要事項の基礎知識の習得 (中和滴定～有機物質)
5月	物質量と化学反応式	
6月	熱化学	
7月	酸・塩基の反応	1学期の範囲の問題演習 問題演習に対応できる応用力の育成 調査・発表する力の涵養
9月	中和滴定	
10月	酸化還元反応	
11月	無機物質の性質	
12月		自ら問題を発見し、論理的に思考する力 実験技術の向上
1月	有機物質の性質	
2月		

(2) 科学英語力の育成

国際的科学分野で活躍する人材を育成するため、3年生の課題発表では英語での論文発表を計画している。本授業においては、以下の要領で科学英語に慣れ親しむ機会を持った。

【1学期】科学に関する単語の和訳を示した上で、英語論文を講読する。また、教科書に書かれている内容について英訳する。

【2学期】科学単語の発音の練習をする。さらに、その日学習した内容について英語で出題するリスニング練習を行う。内容は簡単な正誤判定問題や、4択問題である。

【3学期】海外より取り寄せた英語で書かれた高校化学教科書を用いて授業を展開する。

(3) ミニポスターセッションの実施

3人～4人で一組になり、輪番制でその日実施する授業内容について予習しポスターに

まとめ発表する。発表内容について質疑応答し、理解を深める。

(4) 話を聞く力・話をする力の育成

教員が授業内容について5分くらい一方的に話す。生徒はメモを取らず話を聞くことに集中する。その後生徒は2人1組に分かれ、一方が他方に話の内容を反復する。他方は聞きながら話を引き出すように相槌を入れる。

これは、PTAが本校に招聘して実施した齋藤孝先生の講演の中にあつた「聴いた話を他人に語れば、話の中身が自分のものになる」との言葉に倣って行ったものである。

c 評価・成果と課題

得点率 (%)	7月	1月	1月 (2年)
70～	0	1	2
60～	0	1	1
50～	0	9	5
40～	0	6	1
30～	9	11	14
20～	15	2	10
～19	13	7	4

1学期と2学期の終了時(7月と1月)にそれぞれ試験を行い、授業内容の理解度について確認した。2004年度と2005年度のセンター試験問題から、新課程で化学Ⅱに移行した分野の問題を除いて利用した。その得点率の分布を表に示す。比較のため、2年生の普通科理数系のクラスにも同試験を実施した。1学期の時点ではほとんど得点できなかったのが、2学期には2年生と同程度の理解力がついてきたといえる。

一方で、高度な内容に早い時期から拒絶反応をおこしてしまい、ついてこられない低得点層を生み出してしまったことは事実である。個別な学力補充の手当が必要である。

2年次には、物理Ⅰと地学Ⅰを履修することになっており化学の授業がないため、3年次に化学Ⅱの授業を履修するまでに1年間のブランクが空くこととなる。授業時間以外で化学の課題を課して、学習内容の定着を図りたい。

(4) スーパーサイエンスハイスクール記念講演会

a 研究のねらい

衛星打ち上げロケットや人工衛星、宇宙ステーションなどの宇宙開発の先端科学にふれることで科学に対する興味・関心を高めることを目的とする。

b 研究の実施内容：

日時：平成16年11月2日(火) 14時～

場所：七尾サンライフプラザ

対象：七尾高校生徒全員、教職員、保護者、近隣中学生

演題「宇宙への挑戦」—日本の宇宙開発と将来—

講師：江口 昭裕 所長（宇宙航空研究開発機構 名古屋駐在員事務所長）

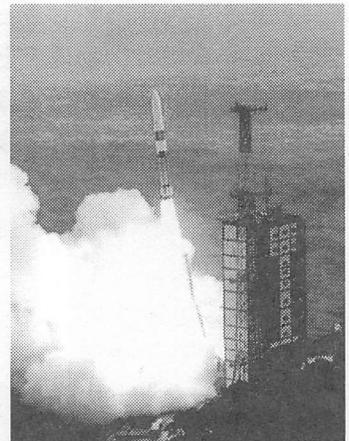
講師プロフィール

- 1977年 東京工業大学工学部生産機械工学科卒業後、宇宙開発事業団（宇宙航空研究開発機構）に入社し、液体ロケットエンジンの地上燃焼試験に携わる。
- 1981年 固体ロケットの研究、開発、打ち上げ
- 1989年 微小重力研究の推進（旧科学技術庁）
- 1991年 日本版スペースシャトルの研究、開発
- 1994年 ロケット・人工衛星の信頼性管理
- 1997年 有人宇宙活動の安全・信頼性管理
- 1999年 ロケット・人工衛星の安全審査
- 2000年 H-IIAロケットの品質保証、打ち上げ
- 2003年 名古屋駐在員事務所長
ロケット、宇宙ステーション補給機、宇宙ステーションの開発品、フライト品の技術・品質検査

〈講演内容抜粋〉

35年前、アメリカがアポロ11号を打ち上げ、人類が初めて月面に降り立った。その7ヶ月後、日本は初めて全長16.5mのロケットを打ち上げ、日本の宇宙開発の本格的なスタートをきった。

現在、日本は全長40m、重量300トンのH-IIAロケットを所有しているが、第1段の主エンジンはジャンボジェットエンジンの4個分である。その燃料は液体水素と液体酸素であり、燃焼すると水になることからわかるように燃焼時は透明である。また、第1段ロケットのサイドについている固体エンジンは燃料としてアルミニウムの粉末と酸化剤を使用しているが、燃焼時には大変明るい黄白色の光を放つ。固体燃料エンジンは大きな推進力を生み出し、液体燃料エンジンは微妙な調整ができるという利点があることから、現在、日本のロケットは二つのエンジンの併用型となっている。外国に目を移してみると、米国は日本と同じ併用型のエンジンを使用しているが、ロシアのプロトンロケットは、燃料にヒドラジンと四酸化二窒素を使用している。これは有害ガスであるが、中国も同じ燃料を使用しており、両国とも生物への影響を考え砂漠の真ん中で打ち上げを行っている。



もちろん日本ではこの燃料を使用することはできないし、中国でも今後は液体水素を使う計画が進んでいる。次にH-IIAロケットの頭脳としての電子部品を見ると、以前はコマの原理を使ってロケットの姿勢を管理していたが、現在はレーザーの到達距離の差を利用してロケットの位置を計測する慣性計測装置を使っており、より精度の高いものへと進化している。宇宙開発では実験、失敗、手直しを繰り返しながら、日々、目標達成のために研究が推し進められている。人工衛星分野では、日本の気象衛星「ひまわり」は古いタイプの人工衛星の完成版でスピンさせて安定を保ってきたが、地球観測衛星「みどり1号」は大型化のためスピンできなくなってきた。そこで機体の周りに小型のエンジンを取り付け姿勢を制御する方法をとり、大型化とともに生ずる問題点を解決

しながら研究開発を行っている。

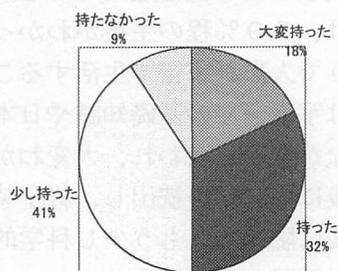
現在進行中の国際宇宙ステーション計画では15カ国が参画しており、完成するとサッカー場くらいの大きさになる。宇宙ステーションの完成は2008年の1月の予定であり、日本のモジュール「きぼう」は2006年に打ち上げ予定であった。現在は4分の1ぐらい完成しているが、アメリカのスペースシャトル「コロンビア号」の事故のため建設はストップしている。この宇宙ステーション計画で避けて通れないのがスペースデブリ対策である。宇宙には今まで打ち上げたロケットの破片（スペースデブリ）がレーダーでとらえられるものだけで8000個から10000個ある。これが宇宙ステーションなどとぶつくと大きな事故になるが、その対策として1cm未満の場合は外壁を厚くして対応し、10cm以上の場合は、宇宙ステーションの軌道を変更して対応している。特にたいへんなのはレーダーで見えない1cm～10cmの場合である。これに対しては、当たれば貫通するが、確率的に10年間で0.1回であるということでしょうがないと考えられている。このように地上では想像もつかないことに対する対策も数多くとられており、考えられるすべてのことに対処できるようにしている。

将来の宇宙船はロケットのような使い捨てではなく飛行機のように飛び上がって、飛行機のように帰ってくる再使用型のものが主流になる。再使用型の宇宙船には飛行機のように羽根のついたものと、垂直に上がり垂直に降りる羽根のない三角形の垂直型の宇宙船の二通りがあるが、月や火星で活躍するのは垂直型のものになると考えられる。米国のスペースシャトルは羽根のある再使用型スペースプレーンの途中段階のシステムであり、現在途中で切り離している真ん中のタンクやサイドの個体エンジンなども、そのまま戻ってきて再使用する事を目指している。また、月面に基地をつくる計画があるが、その目的の一つは火星を目指すためである。ロケットは大変大きなもので地球から直接打ち上げるのはなかなか難しく、いくつかに分けて月に持って行き、組み立ててから打ち上げる。そのためには、月面基地は絶対に必要なのである。さらに国際宇宙ステーション、月面基地と計画が進んでいるが、最終的な目標は人間が火星に行くことである。果たして人間が火星に行き住むことができるかどうかは解らないがこのために宇宙ステーションでは繰り返し実験を行っている。

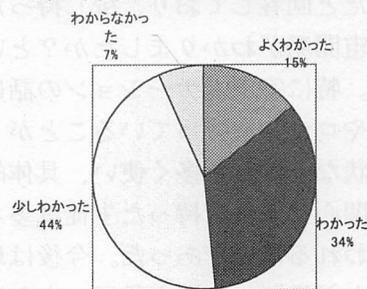
人々は宇宙をとぼ夢、月へ行く夢を原動力として宇宙開発を進めてきた。すべて夢からスタートしてきたことであるが、現実化することができたのが人類である。皆さんの中で夢を持って宇宙開発にチャレンジし、夢を実現してくれる人が出てくることを期待してこの講演を終わります。

〈アンケート調査結果〉

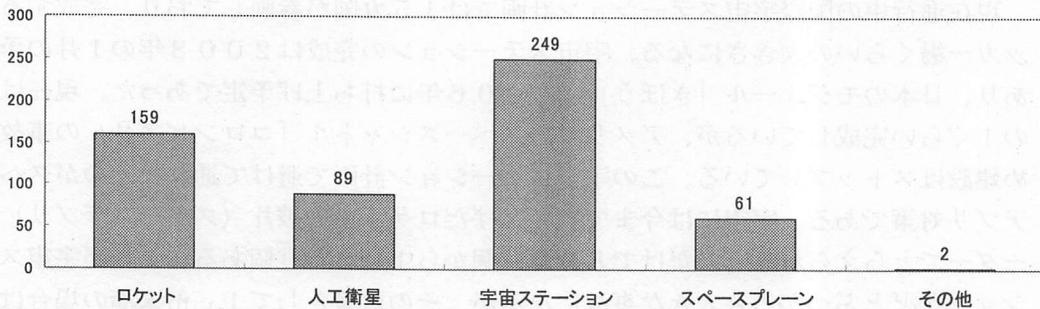
宇宙開発について興味を持ちましたか？



日本の宇宙開発についてわかりましたか？



どの分野に興味を持ちましたか？



〈感想所見欄抜粋〉

*火星探査やスペースプレーンなど宇宙開発にはいろいろな問題や失敗が多いけれど、未来のものに対するロマンというものがとても大きくすばらしいと思いました。

*宇宙放射線や重力の問題は宇宙空間で生活する際にどのように克服するのか気になりました。いつの日かスペースプレーンが飛行機感覚で乗れるようになるのが楽しみです。

*時々テレビで見るロケットの打ち上げの際の炎は左右についている固体ロケットのもので中央の液体ロケットは水素と酸素が燃えて水になり炎が見えないと聞きびっくりしました。今度テレビで打ち上げを見るときはもっと関心を持って見れると思う。

*いずれ宇宙に行ける人がもっと増えて、宇宙がもっと身近なものになるときがくるのかなと思うとワクワクします。宇宙開発には夢やロマンが無条件にあると思います。暗いニュースばかりの昨今なので、そのような明るいニュースを多く聞ければいいなと思いました。

*今日はスペースプレーンなど全く知らないことがよく分かったのでこれから宇宙の見方が変わりそうです。保安距離をもうけたり、液体水素や液体酸素の燃料を使ったりして、住民の安全や環境を考えていたのがとても意外でした。

*宇宙についてはこれまで余り聴いたことがなかったので大変面白く聴くことができた。将来私の生きているうちに火星開発の進展があればいいと思います。

*今まで自分にとって宇宙は遠い存在だったが、今日の講演を聴いて、これからどんな取り組みが実現するのか楽しみにになりました。

c 評価・成果と課題

理数科でも宇宙開発に限定しての事業は行ってこなかったため、特に詳しい知識はなく、聴くことすべてが新鮮であったようだ。普通科の生徒にとっては尚更のことで、宇宙に魅力を感じた生徒も少なくなかった。アンケート調査結果からもわかるように50%の生徒が興味を持ったと回答しており、少し持ったという生徒を入れると90%を超えている。また、日本の宇宙開発がわかりましたか？という質問に対しては、50%程の生徒がわかったと答えている。特に宇宙ステーションの話に興味を持ったようで人類が宇宙で生活することに対して憧れやロマンを持っていることがうかがえる。講演は宇宙開発の基礎知識や日本の宇宙開発の現状など写真を多く使い、具体的な話題を提供しながらおこなわれ、大変わかりやすく興味・関心や憧れを持った生徒は多かった。講演終了後には質問が続出し、終了時間を延長して行われるほどであった。今後は理系・理数科の生徒に限定し、もう少し科学的な部分に踏み込んだ講義・実習を設け、さらに発展させていく必要があると考える。

(5) サイエンスツアー

a 研究のねらい

日本を代表する3つの研究施設において、高度な科学技術にふれることにより、科学に対するより高い興味・関心を喚起させる。

b 研究の実施内容

実施日	6月30日(水) 7月1日(木)
実施場所	筑波宇宙センター 高エネルギー加速器研究所 日本科学未来館
参加生徒	2年理数科39名

(1) 事前指導

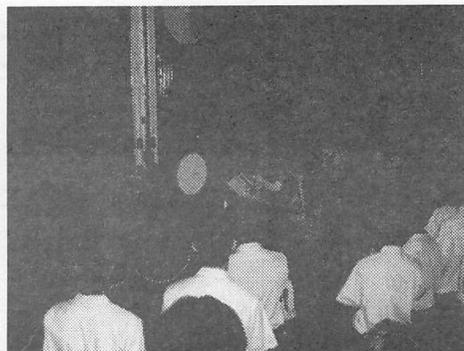
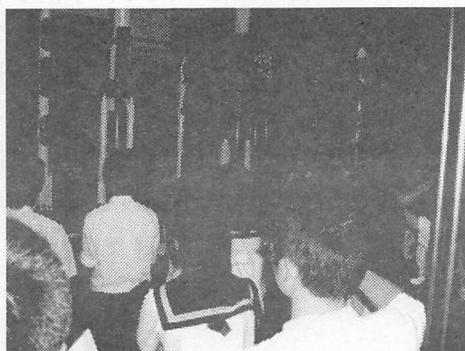
上記3つの施設に関し、事前にインターネット等を活用することにより、あらかじめ興味のあることや疑問に思うことをピックアップする時間を確保した。

(2) 筑波宇宙センター

ロケットや人工衛星、宇宙服など展示してある実物を職員の説明を聞きながら見学した。広大な敷地のため、各施設間の移動はバスで行った。

まず最初に見学したロケットコーナーにおいては、実物の20分の1サイズのロケットに驚嘆の声が上がった。さらに本物のロケットエンジンなども見学することが出来た。

次に訪れた人工衛星コーナーでは、人工衛星の表面に張られている幕が薄いアルミホイールを重ねているものであるなど、知られざる部分についてふれることが出来た。



(3) 高エネルギー加速器研究所

電場の中で粒子にエネルギーを与えて高いエネルギー状態にする施設などを見学した。

施設全体の説明を受けた後、全員で物質構造科学研究所の実験室の風景を見学した。実験室自体がかなり広く、そのスケールの大きさにかなり戸惑っている生徒も見受け

られた。

(4) 日本科学未来館

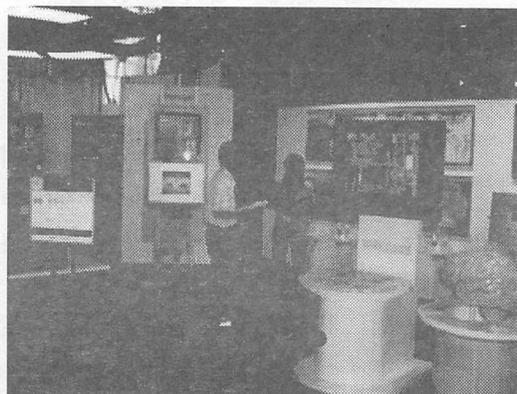
この施設は、参加体験型の展示と人との交流を通して、訪れる人を最先端の科学技術の世界に誘う新しいスタイルのサイエンスミュージアムである。館内は4つの展示ゾーンに分かれており、インタープリターと呼ばれる展示解説員との「会話」を通して生徒達の自主的な学びの意欲を触発するスタイルをとっている。

「地球環境とフロンティア」ゾーンにおいては、しんかい6500（潜水艦）、地震観測ネットワークなどといったダイナミックな展示物が並んでいる。

「生命の科学と人間」ゾーンにおいては、ゲノム、脳、医療の3つのテーマにあかれており、生命の設計図であるゲノムをDNAの実物などの展示や、内視鏡や超音波診断装置などの最先端医療技術の体験コーナーなどがある。

「技術革新と未来」ゾーンにおいては、ロボット、マイクロマシン、ナノテクノロジー、超伝導という4分野を扱っている。

「情報科学技術と社会」ゾーンにおいては、コンピュータとネットワークのしくみや、バーチャルリアリティ、インターフェイスの問題など、情報科学技術の最先端を扱っている。



c 評価・成果と課題

参加生徒が2年生理数科ということもあり、科学に対する興味・関心が高く、事前学習の時点からかなり意欲的に取り組んできた。特に、日本科学未来館においてはインタープリターと呼ばれる展示解説員に積極的に質問や意見など「会話」を行い、より高い知識を習得したようである。

しかし一方で、高エネルギー加速器研究所に対する「すごいことをしているんだろうけれど、内容が難しすぎてほとんど理解できなかった」といった生徒の感想にもあるようにかなり事前指導の必要な部分もあり、その充実が今後の課題となると言えよう。

2. 論理的な思考力や創造性・独創性を高める

支援体制の研究開発

(1) 科学系部活動 (SSC)

天文科学班

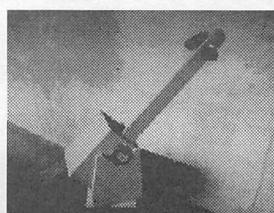
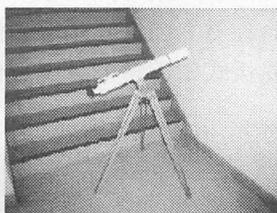
a 活動のねらい

- (1) 天体観測の基礎となる屈折式・反射式の2種類の天体望遠鏡を自作することにより、天体望遠鏡のしくみを理解する。および、自宅での天体観測が可能になることにより、天体望遠鏡の使用方法を習熟する。
- (2) 本校所有の屈折式天体望遠鏡を使用し、様々な天文現象や太陽黒点等の観察・観測およびその解析を行う。
- (3) 高校生天体観測ネットワーク (Astro-HS) 全国フォーラム 2005 における、天文学の指導・研究者による発表、観測技術講習、および他校生交流会等に参加することにより、天文に関する知識・技術・意欲・関心を大きく向上させる。

b 活動の実施内容

(1) 天体望遠鏡の製作

- ① コルキット屈折式望遠鏡工作キット (オルビウス株式会社)
KT-6 (口径6 cm 附属アイピース使用時50倍) 望遠鏡キット
- ② ミニドブソニアン反射式望遠鏡キット (テレスコープセンターアイベル)
DBX-10 (口径10 cm 附属アイピース使用時30倍) 望遠鏡キット



(2) 太陽黒点や本年度の天文現象等の観察・観測およびその解析

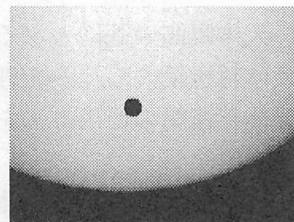
- ① 地球に接近するニート彗星・リニア彗星およびその他の天体観察
i. 期日: 平成16年 6月12日(土) 午後8時~午後9時30分

- ii. 場所：柳田星の観察館「満天星」
石川県鳳至郡柳田村上町口部1番1
- iii. 観察対象：ニート彗星，リニア彗星，木星，土星，
各種星雲星団等
- iv. 観察結果：両彗星の観察は大型望遠鏡を通しながらも明瞭ではなかったが，木星や土星，数多くの雲星団等を観察できたことは，SSCの活動を開始してまだ日が浅い生徒達にとっては興味・関心を高める良い機会となった。



② 金星の日面通過

- i. 期日：平成16年 6月8日(火) 午後4時頃～
- ii. 場所：本校コンピュータ室
- iii. 観察方法：悪天候により，インターネット中継画面からの観察となったため，資料はインターネット中継画面を印刷したものを用いた．まず，金星の直径と，印刷された太陽の一部から太陽の直径を計算した．また，時刻の異なる印刷画面を比較し金星の日面上の移動速度を求めた。
- iv. 計算結果：金星の視半径・・・太陽視半径の0.0305倍
金星の日面上の移動速度・・・12.2mm/h(太陽の直径を100mmとする)



③ ペルセウス座流星群の観測

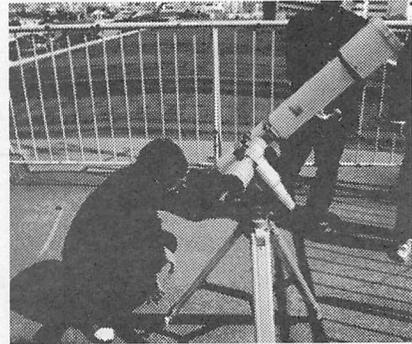
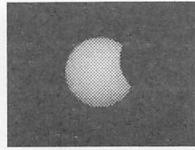
- i. 期日：平成16年 8月12日(木) 午後11時～翌朝
- ii. 場所：柳田星の観察館「満天星」 石川県鳳至郡柳田村上町口部1番1
- iii. 観察方法：天頂付近を眺め，10分ごとに出現した流星数を，ペルセウス座流星群のものとそうでないものに分け記録する。
- iv. 観察結果：天候に恵まれ，午後11時～翌朝4時までの5時間に，総数469個，そのうちペルセウス座流星群に属すると思われるもの244個の流星の出現を記録した。また，自作したコルキット屈折式望遠鏡で各種天体を観察した。



④ 部分日食の観察

- i. 期日：平成16年 10月14日(木) 午前11時30分頃
- ii. 場所：本校屋上

- iii. 観察方法：太陽金属フィルター〔眼視用・撮影用〕を用いた屈折式天体望遠鏡による眼視観察を行った。
- iv. 観察結果：当日は通常授業のため短時間観察となったが、日食を初めて見る生徒ばかりで非常に印象深い体験となった。



⑤ 屈折式天体望遠鏡を用いた投影法による太陽黒点の観測

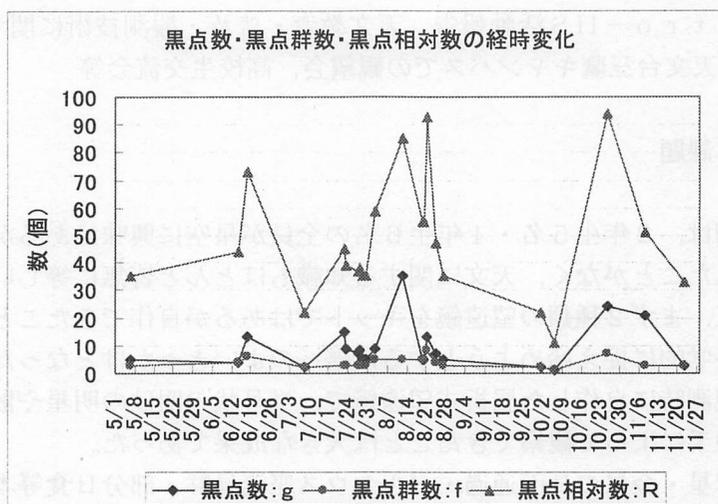
- i. 期間：平成16年 5月～11月
- ii. 場所：本校屋上
- iii. 準備：屈折式天体望遠鏡，太陽投影板，記録用紙，太陽面経緯度図
- iv. 観測方法

- A. 記録用紙を太陽投影板上に置き太陽を望遠鏡に導入し，記録用紙に投影された黒点を正確にスケッチする。
- B. 記録用紙に太陽面経緯度図を重ね，黒点または黒点群の経度・緯度を読み取る。
- C. 記録された黒点について，黒点群数，黒点総数，黒点相対数を求める。
- D. 太陽黒点の出現状況および黒点の移動状況を解析する。

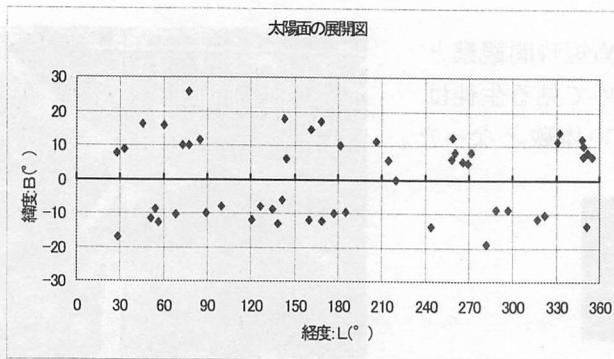
v. 観測結果

- A. 5月～11月の22回で観測された黒点数，黒点群数，黒点相対数の経時変化を示すグラフ
- B. 観測された黒点群（52個）の太陽面における緯度・経度座標の分布展開図
- C. 観測された黒点群（52個）の緯度分布ヒストグラム
- D. 複数日観測された同一黒点群（18個）の緯度と1日あたりの経時変化の関係を示すグラフ

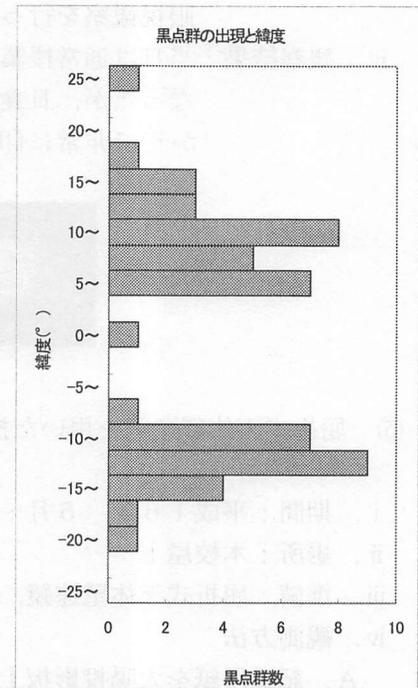
A



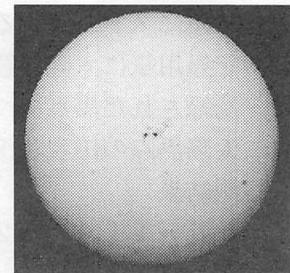
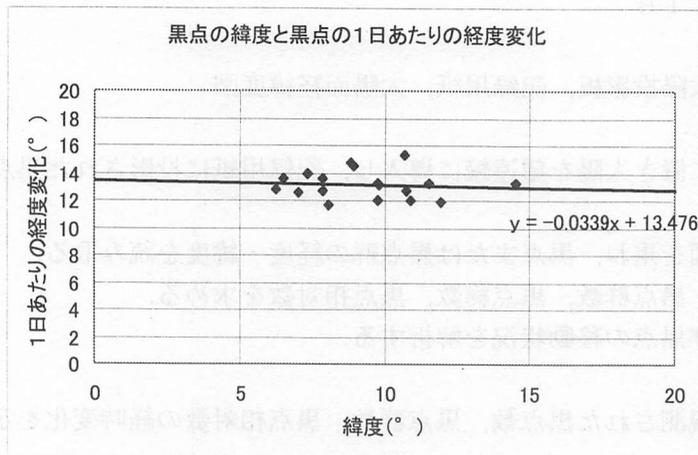
B



C



D



(3) 高校生天体観測ネットワーク (Astro-HS) 全国フォーラム 2005 への参加

- ① 期日: 平成17年 3月27日 (日) 午後1時~午後8時
- ② 会場: 国立天文台 三鷹キャンパス
- ③ 内容: Astro-HS活動報告, 天文教育・普及・観測技術に関する講演, 国立天文台三鷹キャンパスでの観望会, 高校生交流会等

c 評価・成果と課題

活動開始当初は、2年生5名・1年生6名の全員が星空に興味はあるが1名を除き実際に望遠鏡で星を見たことがなく、天文に関する知識もほとんど皆無に等しいという現状であった。したがって、まず2種類の望遠鏡をキットではあるが自作できたことは、単なる興味のある段階から科学的に捉え始めようとする段階へのよいきっかけとなった。また、ペルセウス座流星群の観測時に自作した屈折式望遠鏡で、半月状の明けの明星や散開星団・散光星団等を生徒自身の手によって観察できたことは大きな成果であった。

2つの接近彗星・金星の日面通過・ペルセウス座流星群・部分日食等本年度の天文現象については、科学的な解析は難しかったものの、金星の日面通過を除いて実際に観察できたことは、生徒の天文への関心を非常に深めるものであった。

太陽黒点の観測については、太陽面における黒点の出現状況、および黒点の経時変化の様子を調べたところ、黒点は太陽活動極小期に向かうこの時期には比較的低緯度付近にしか出現しないこと、および太陽の自転が低緯度ほど早くなることが、天文観測年表や理科年表等に記される値にほぼ近い値として得ることができ、それは生徒にとって少なからずの自信となった。

本年度はSSCとしての活動初年ということで、諸活動においては比較的基本的な部分を多く含んだものとなった。今後は、生徒の天文に関する知識等をより一層充実させ、さらに、例えば太陽黒点の観測を例に挙げれば、本年度は投影法のみで解析を行ったが、他に写真撮影等も取り入れることにより、太陽自転に伴う黒点の移動だけでなく、黒点の固有運動等より詳細な発展的な探求を目指すことが課題である。しかし、本校には現在地学・天文専門の指導者が不在で、より高度な内容を扱う場合には、そういった指導者の補充が必要不可欠である。

電磁物理班

UHF 帯テレビ放送波電界強度の継続測定

～日本海を隔てた電波伝搬と気象条件等との因果関係をさぐる～

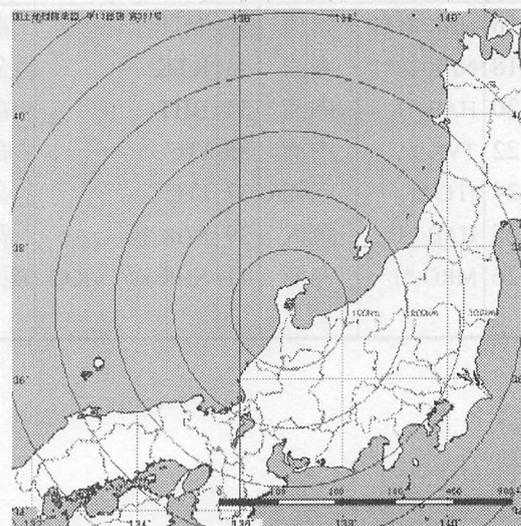
a 研究のねらい

本校では海洋や気象などの身近な教育的資源を活用した課外活動が行われている。本校は能登半島中央にあり、湾曲した日本海のほぼ中央に位置している。(図1)こうした地理的条件を生かし以下のような活動を計画した。

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する。

特に見通し距離(注1)を超えた電波伝播を測定し、気象や海洋との関係について検証する。

こうした活動を生徒が自主的に行うことで、科学に対する興味や関心が増し、科学的な視点で自然を分析する能力が増すことを期待している。



(図1 本校の位置)(円は100km毎の距離)

(注1)通常テレビ局の送信所は山頂などの高所に設置される。テレビ放送は直進性の強い電波(VHF帯またはUHF帯)を用いている。地球は丸いため送信所が高所であればあるほど電波の到達距離は長くなる。この距離を見通し距離という。実際は大気による屈折なども考慮し、地球の半径を約1.3倍した値「等価地球半径」を用いて見通し距離は計算される。見通し距離また等価地球半径は、気象状況などにより変化することが知られている。

b 研究の実施内容

(b-1) 測定対象の候補を選ぶ

測定対象とする放送局の選択では以下の2点(A)(B)を考慮した。

(A) 電離層反射の影響が無い UHF 帯(注2)であり、近隣のテレビ局が使用していないチャンネルであること

(注2) 放送に用いられる電波は下表のように分類される。

名称	MF	HF	VHF	UHF
周波数	300 [KHz] ~ 3 [MHz]	3 [MHz] ~ 30 [MHz]	30 [MHz] ~ 300 [MHz]	300 [MHz] ~ 3 [GHz]
用途例	中波 (AM) 放送	短波放送	FM 放送 TV (1 ~ 12ch)	TV (13 ~ 62ch)

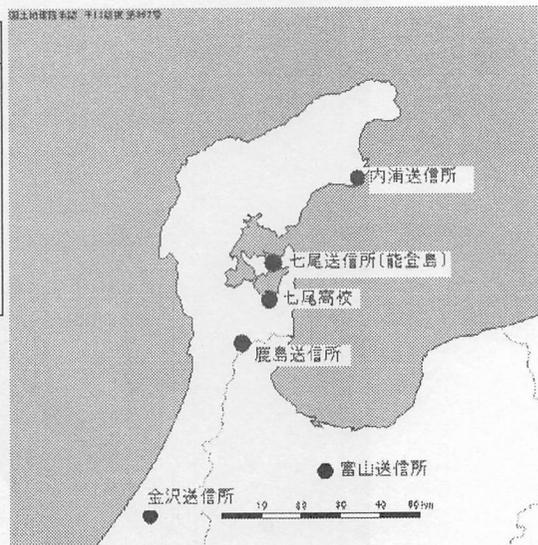
このうち、MF、HF は地球上空の高度 80 ~ 500 [km] に存在する電離層の反射を受け遠距離まで到達する。VHF は通常は電離層を通過するが、スプラディック E 層と呼ばれる電離層がたまに現れ、VHF をも反射することがある。VHF の中でも低い周波数を用いている FM 放送やテレビの 1 ~ 3 ch がこの影響で見通し距離を越えた遠距離まで到達することがある。本研究では、電離層反射でなく、対流圏での気象などの影響による見通し距離を越えた電波伝播を調べていく。

まず本校で常時受信可能な UHF 帯テレビ放送波を調べた。結果を以下に記す。

C	局名	送信所	C	局名	送信所	C	局名	送信所	H16.7月 ~ 10月 本校屋上(海拔約20m)にて測定 8el 八木アンテナ使用 *1:9月より停止 *2:8月より開始
H			H			H			
16	NHK 教*1	内浦	32	TUT	富山	43	MRO/HAB *2	鹿島/内浦	
18	NHK 総*1	内浦	33	KTK	金沢	45	KTK/MRO *2	鹿島/内浦	
20	HAB *1	内浦	34	BBT	富山	47	ITC	内浦	
22	TVK *1	内浦	35	ITC	鹿島	49	/NHK 総 *2	/内浦	
24	ITC *1	内浦	37	ITC	金沢	51	/NHK 教 *2	/内浦	
25	HAB *1	金沢	39	NHK 教	鹿島	55	ITC	七尾	
26	MRO *1	内浦	41	NHK 総/TVK*2	鹿島/内浦	57	KTK	七尾	
						59	HAB	七尾	

放送局の略称

略称	局名	放送対象
HAB	北陸朝日放送	石川
TVK	テレビ金沢	石川
ITC	石川テレビ	石川
MRO	北陸放送	石川
TUT	チューリップテレビ	富山
BBT	富山テレビ	富山



これら近隣のテレビ送信所はいずれも七尾高校までの距離が 100 km以内(図 2)であり、送信所からほぼ見通し距離内にあるため安定した電界強度で受信できている。見通し距離を超えた受信を行うには、これらのチャンネル以外の放送波を受信しなければならない。

(図 2 近隣送信所の位置)

(B)七尾高校から見て山岳など障害物がなく、日本海を隔てた伝播であること。また伝播が見通し距離を越えており、受信状況が気象などの影響を受けると思われること

本校の所在する七尾市は、能登半島の中央部に北東から南西に広がる邑知平野の北端に位置する。よって本校より北東側と南西側は障害無く日本海へとつながり、日本海を隔てた放送波の受信に適している。(下写真)



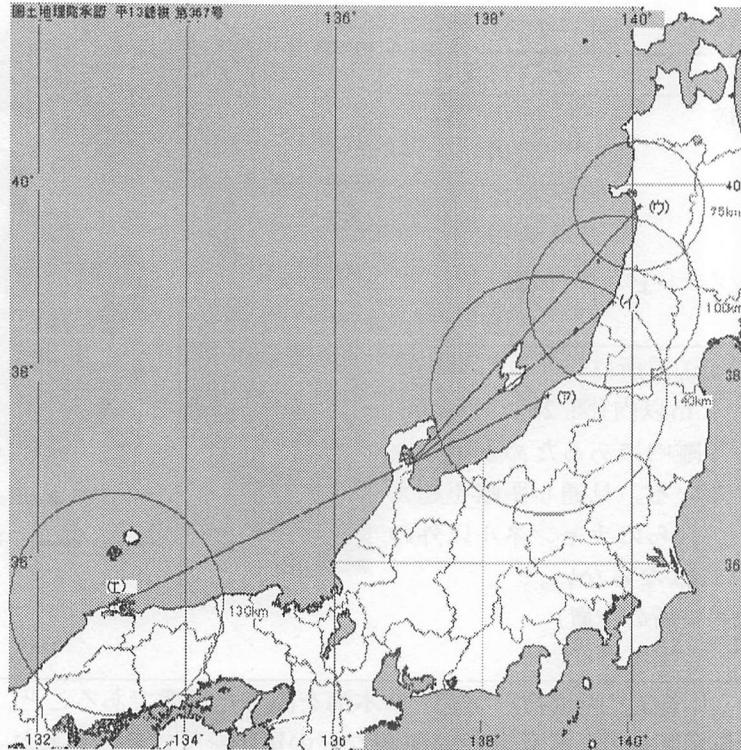
(本校屋上より北東に日本海を望む)



(南西方向に邑知平野が広がる)

これらの方向で受信が可能と思われ、(A)で述べた近隣局が使用していないチャンネルのUHF テレビ局として以下の候補を挙げた。(図 3)

- (ア)新潟弥彦山送信所 標高 634 m 21ch,29ch,35ch 映像出力 30kw
- (イ)山形高館山送信所 標高 274 m 22ch,24ch 映像出力 5kw
- (ウ)秋田大森山送信所 標高 124 m 31ch 映像出力 10kw
- (エ)島根澄水山送信所 標高 507 m 30ch 映像出力 10kw



(図3 受信候補のUHF局)

(図の円は送信所からの見通し距離を示している。地球の半径を1.3倍した等価地球半径を用いて計算した。受信地点の標高を20mとした。)

(b-2) 測定対象を決めるための予備測定

上記の4つに候補をしばり、7月に数日間受信を試みた。測定結果は以下の通りである。

(ア) 新潟弥彦山送信所より

かなりの頻度で受信可能。晴天の日に受信できることが多い。

(イ) 山形高館山送信所

9月まで近隣局があり受信不能。

(ウ) 秋田大森山送信所

一度だけ強く受信できた。以降ほとんど受信できず。

(エ) 松江澄水山送信所

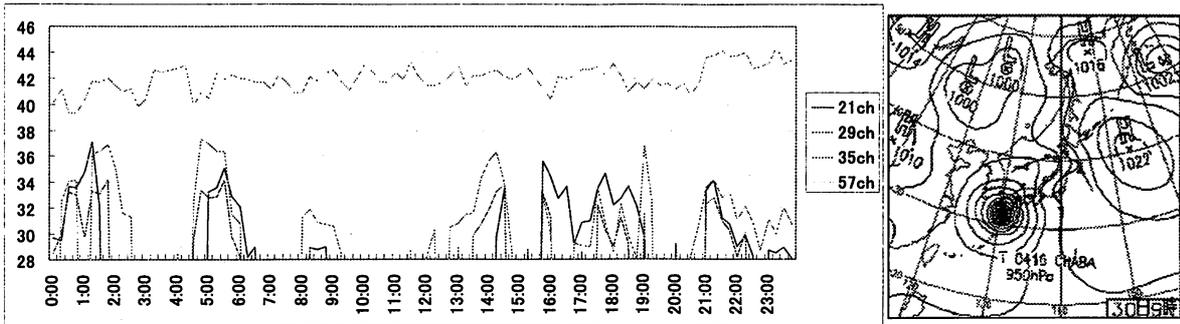
受信できず。邑知平野北部の眉丈山丘陵が障害となっているのだろうか。羽咋市(西方に日本海が広がる)では8月に数日間強く受信できた。

以上の結果から、(ア)の新潟弥彦山送信所からの放送波が比較的受信しやすく、電界強度の継続測定に適していると思われ、今後継続して測定することに決定した。

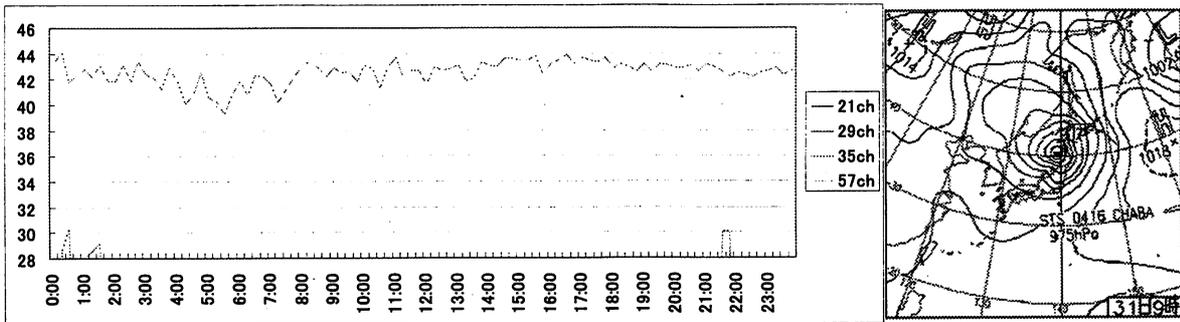
(b-3) 新潟放送波の継続測定結果

8月より新潟弥彦山からの放送波を継続受信し、その電界強度の変化を測定している。測定は電界強度計を用いて15分おきに行っている。以下に測定したデータの一例を示す。平成16年8月29日から9月1日までの測定結果とその日の天気図である。

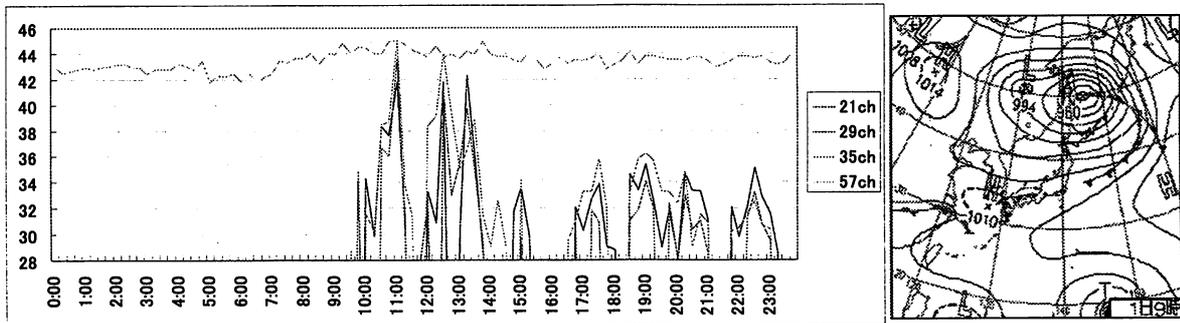
8/30



8/31



9/1



グラフは新潟放送波(21ch,29ch,35ch)と近隣の57ch放送波の電界強度の変化を同じスケールで示している。横軸は時間で縦軸は電界強度[$\text{dB}\mu\text{V}$]を表している。(28[$\text{dB}\mu\text{V}$]以下は測定されない)8月30日から31日にかけて台風16号が日本列島を通過しており、通過中は新潟放送波が受信不能となっている。比較して近隣放送波は台風の影響を受けていないことが分かる。平成16年は多数の台風が上陸したが、台風通過時には本例と同様の変化が測定された。

また新潟放送波は、時間によって電界強度が大きく変化するフェージングと呼ばれる現象が生じている。映像を見ている、地元局並みに映っていたかと思うと、受信状態が変化して映らなくなることがしばしばである。

c 評価・成果と課題

本研究の目的は、テレビ放送波の電界強度を継続して測定し、その変化と気象や海洋との関係を調べることで、生徒の科学に対する関心や、科学的分析能力を増加させることである。生徒は毎日放課後に、測定器より測定データをコンピュータに読み込んで、データをグラ

フにしている。測定によって、高気圧に覆われた天気の良い日には強い電界強度で受信出来ることが分かってきた。毎日の測定から、天候とデータとの相関に関心が高まり、放課後のデータ処理も欠かさず行っている。また対象としている新潟放送波以外の電界強度(例えば内浦放送波)の変化についてもグラフ化してみるなど、自主的な行動も見られた。今後は、今までの膨大な測定結果を分析し、先に示した天気図などの気象データとの相関を調べていく。本校で今年度導入された気象衛星ノアによる海水温測定データとの比較なども行う予定である。

本年度の研究で、生徒は自主的に測定や分析を行うことが出来た。次年度以降、この内容をさらに継続するとともに、生徒自身が測定対象やその方法を考え、より生徒主体の研究にしていきたいと考えている。

本研究に関して、電磁波の専門家である金沢大学工学部教授の長野教授に概要を知らせ問い合わせたところ、以下のような測定が可能ではないかという指摘をいただいた。

(ア) 多点観測：測定地点を複数に増やし、電波の伝搬経路による違いを比較する。

(イ) 流星散乱通信：流星によって一時的な電離層が発生し、その反射による電磁波を測定する。

(ウ) 地震に伴う電磁波観測：地震の際、地中の電流による電磁波が観測できる可能性がある。

(エ) 波浪の影響：日本海を隔てた伝播のため、波浪情報を得られる可能性がある。

こうしたアドバイスから本校で来年度以降どのような研究が考えられるかを以下に記す。

(ア) について：測定器が複数あれば実現可能である。新潟放送波を受信対象とするならば、七尾の他に能登半島北部での測定が考えられる。

(イ) について：今年度の測定は電離層反射の影響が無い UHF 帯であったが、VHF 帯は流星によって発生した電離層での反射が測定できる。これを測定することによって、昼間でも流星観測が間接的に可能である。通常は1時間に数個の流星散乱波が観測できる。

(ウ) について：16年10月23日に発生し大きな被害をもたらした新潟県中越地震とその余震による揺れは本校でも何回か感じられた。地震予知を目標に、地震に伴って電磁波が発生したり、電離層に変化が生じたりするのではという研究が多方面でなされている。例えば電気通信大学では、東京より仙台の FM 放送の電界強度を継続測定している。これは地震の影響による電離層反射波を捉えようとするもので、同様の測定が本校でも可能と思われる。

(エ) について：例えば内浦からの放送波は直接届く直接波と、海上で反射して届く海上反射波の干渉すると考えられる。今後、内浦からの放送波の電界強度も調べてみる必要がある。

今後生徒と相談しつつ、来年度の計画を立てていく予定である。

(本報告の地図は、福山大学工学部 鎌田輝男教授作製の地図作製ソフト「白地図 MapMap」を編集して作図しています。また天気図は、気象庁の Web ページ内「日々の天気図」より用いています。)

生物環境班

a 研究のねらい

能登では比較的 natura が保たれているが、自然林となるとそれほど多く残されていない。また、本校の生徒たちの樹木や草花に関する知識は、思った以上に貧しい現状である。豊かな自然の中で体験的に学習し、身近な植物の名前を知ることは、自然に親しみ、その大切さを実感できる良い機会である。

幸い本校の近くに、比較的良好的な状態が保たれている石動山のブナ林があり、5、6年前より、本校理科のフィールドワークの場として、植物観察会や課題研究などを行っている。

本年度は、まず現地で植物名を覚えるために植物観察実習を行い、その後、実際に植生調査を体験しその方法を学ぶ。植生調査は、今後回数を重ね、石動山ブナ林の構成種の特徴を明らかにし、他所のブナ林と比較検討するための基礎データとしたい。

b 研究の実施内容

講 師	石川植物の会 高木政喜
実 施 日	第1回 8月23日(月)
	第2回 10月 2日(土)
	第3回 10月23日(土)
参加生徒	SSC(スーパーサイエンスクラブ)部員(1年男子8人、女子3人、2年男子4人)

(1) 第1回

生徒は植物の名前をほとんど知らないので、第1回目は、まず石動山に生育する植物の名前や特徴を知るための観察実習を行った。

① 事前講義 [8:10~8:40]

出発前に本校教室で、植物分類や森林の階層構造、特徴について学習した。また、地球規模での森林の減少とそのことによる問題点についても学んだ。

② 観察実習 [9:30~12:00]

現地(石動山ブナ林)では、持参のプリント資料を参考にしながら、生徒たちは、主に林道沿いにみられる植物について高木先生の説明を聴きながらメモを取ったり、植物名を質問したりしていた。また、観察した植物については、デジタルカメラで撮影記録した。



この1日の実習だけで、20種類程の植物がわかるようになり、生徒たち自身もかなり満足したようすであった。さらに事後の学習で、今回の観察で出現した50種あまりの植物について、図鑑などでカテゴリーや特徴などについて確認した。

また、次回以降の植生調査場所の候補地を選んだ。

(2) 第2回

① 事前講義 [8:10~8:40]

出発前に本校教室で、植生調査の具体的方法（コドラート法）や専門用語（被度、群度、優占種、標徴種など）について学習した。



② 植生調査（コドラート法） [9:30~12:00]

荷造り用ひもを用いて、一辺が10mの方形枠をブナ林内に設定し、高木先生の指導のもとに、枠内に出現する植物について階層ごとに種類とその被度を調べた。

(3) 第3回 [9:30~14:30]

第2回目と同様に、午前中は2カ所、午後から1カ所、計3カ所でコドラート法による植生調査を行った。

c 評価・成果と課題

今回の学習活動の目的を整理すると、以下の3点である。

- (1) 石動山ブナ林でよく目にする植物の名前がわかるようになる。
- (2) 植生調査の方法を理解し、実際に調査を実施しデータを取る。
- (3) 自然を大切にする気持ちを育てる。

(1) について

比較的 naturally 恵まれた能登地区の高校生でも、実際に名前がわかる植物はほとんどないだろうと予想していたが、実際に石動山のブナ林で植物観察をしたところ、普段見ている場所とようすが異なるためか、ケヤキやツバキまでもわからない生徒が多くいたことは、遺憾であった。

また、普段よく目にしているような植物についても、名前がわからなくても、別段調べたり、人に聞いたりしないので、植物の名前などには、興味関心がないのではないかと案じていたが、生徒たちは熱心に、メモを取ったり、質問をするなど意欲的に活動していた。

事後の学習として、今回の観察、調査で出現した植物について、植物図鑑を使って特徴などを再度確認するなどした。

最終的に、60種あまりの植物が出現したが、現地を訪れる度に名前がしっかりわかるようになると、さらにもっと多くの名前を覚えようと、生徒同士で互いに植物の名前を質問しあうなど意欲的に活動するようになった。そのうち比較的ポピュラーな植物30種ほどについては、自信を持って答えられるようになり、生徒たち自身も満足感を得ていた。

(2) について

生徒たちは、事前にコドラート法について学習し、一辺が10mの方形区内の植物を調べればよいと安易に考えていたようであるが、実際にはかなり手こずり苦労していた。

まず、腰から胸の高さのササが茂っている斜面で足を取られながら、荷造り用ひもで一辺10mの方形区を設定すること自体、そう容易な作業ではないと実感していた。

また、林内に分け入って、方形区内に出現する植物の種類を調べ上げ、それらの被度を現場で判断することは、今回が初めての体験と言うこともあり、そうとう戸惑っていた。同じ種の植物であっても、成木と幼木ではようすが異なっていたり、場所による変異もあり、何

度も異なる種類の植物と判断してしまうことがあった。被度についても、プリント資料などの図を見てつかんだイメージと実物大の枠内で判断する場合は、随分勝手が違うので、判断が難しいようであった。このように悪戦苦闘しながらも、たいへん積極的に植生調査に取り組んでいる生徒たちの姿が印象的であった。

しかしながら、植生調査の回数を重ね、要領を覚えたり、ある程度植物名もわかるようになり、次第に手際よく作業ができるようになった。

本年度は、全部で4カ所で植生調査を行いデータを取ることができた。(p 4 資料参照)

(3) について

植生調査は、地味な作業であり、生徒たちはあまり興味を覚えたりしないのではないかと一抹の不安があったが、実際には無用の心配であった。生徒たちはこのように自然の中で活動する機会が与えられれば、思った以上に積極的に活動し、次第に名前のわかる植物が増え、とより多くの名前を知りたいと思うようになり、ますます意欲的になり、また、楽しそうであった。

生徒たちは今回の植生調査を通じて、自然林にはいろいろな種類の植物が生育しており、豊かな生態系を形作っていることを学ぶことができた。また、(1)でも触れたが、植物の名前がわかることで、今まであまり関心を示していなかった身の回りの植物に関心や愛着を持つようになった。改めて、実際に野外に出て直接自然と肌を接し学ぶことの大切さを実感させられた。

今後の課題としては、時間と労力が必要となるであろうが、さらに調査区を増やし、石動山ブナ林の構成種の特徴を明らかにし、気象条件、地理的条件、海流の影響などの諸条件などを考慮し、他地域のブナ林との比較を行うなど、より専門性の高い内容へと発展させていきたい。

分析化学班

a 研究のねらい

理化学分野における幅広い知識の習得をはかり、高度な実験技術を身につけることによって化学への興味関心を高める。研究テーマを定めて深く研究することで、化学的な研究の手法や論理的な思考力などを高める。今年度はスペクトル解析を通じて環境汚染の問題に取り組む。

b 研究の実施内容

ア 化学グランプリへの参加に向けての学習会

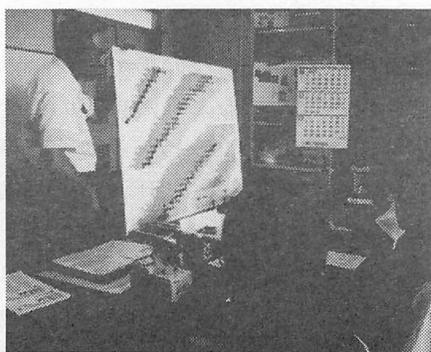
1年生分析化学班5名を含む18名が化学グランプリへの参加に向けて定期的に学習会を開いた。7月24日金沢大学理学部での1次試験に望んだが結果は全員不合格であった。

イ 大学研究室訪問

【中西研究室】

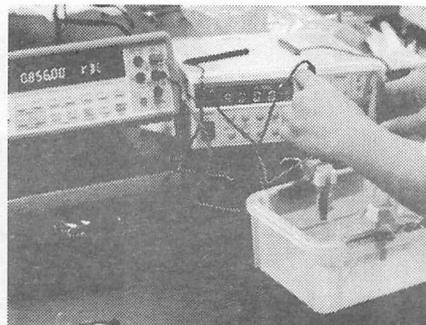
8月9日(月)午後、1年生分析化学班5名は金沢大学理学部中西孝教授の研究室を訪問させて頂いた。放射壊変と半減期についての講義を受け、放射性核種の実験を行った。UNION

CARBIDE社製 $^{137}\text{Cs}-^{137\text{m}}\text{Ba}$ ミニジェネレーターによるミルクングの実験を次の手順で行った。0.04N-HCl溶液を5ccのプラスチックのビンに満たす。ビンからキャップをはずしミニジェネレーターの口にしっかりとめ込む。プラスチックのビンを静かに押して、1秒間に2~3滴の割合で溶液をミニジェネレーターに滴下し、溶出液を容器に集める。 γ 線シンチレーション検出器により放射能を時間毎に計測し減衰曲線を求める。片対数グラフにプロットし $^{137\text{m}}\text{Ba}$ の半減期を求めた。はじめのミルクングの後、次のミルクングまでの時間を変えて $^{137\text{m}}\text{Ba}$ の放射能の再生も調べた。実験後、金沢大学のアイソトープ理工系実験施設を見学させて頂いた。



【露本研究室】

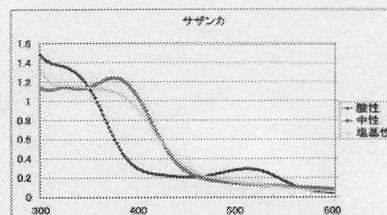
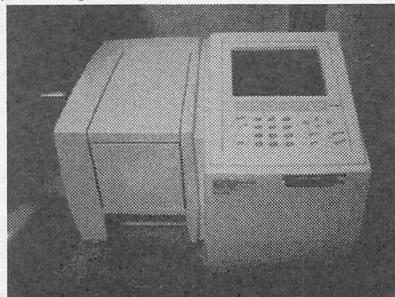
8月19日(木)午後、分析化学班5名が金沢工業大学環境化学科露本伊佐男助教授の研究室を訪問させて頂いた。地球環境と生活環境の化学について講義を受け、燃料電池の実験を行った。1 mol、2 mol、5 mol、10 mol、11.3 molの水酸化ナトリウムをはかり、それぞれ1 Lの水に溶かして水酸化ナトリウム水溶液とした。この水溶液に電極として炭素棒を浸け、ガラス管で覆った。一定電圧で一定時間放電し水を電気分解した後、電圧が時間の経過とともにどのように変化するかを調べた。濃度が濃い方が電圧は大きくなるが、電圧は濃度に比例しないことが分かった。次に同じ濃度の溶液で電極間の距離を長くしたり、水溶液の温度を高くしたり条件を変えて実験した。



ウ 植物色素の分析

植物から色素を抽出し薄層クロマトグラフィーで展開分離した。草、ミカンの皮、ユズ、花木の葉、お茶の葉、ニンジン、ピーマン、唐辛子、柿の皮、サザンカの花などを使い実験した。植物を細かくして乳鉢に入れ、アルミナ粉を混ぜてすりつぶした。抽出溶媒を加えて色素を抽出し分析した。植物に含まれる何種類もの色素が確認された。ニンジンやミカンの皮からはカロテン系色素が多く抽出された。蛍光灯の下でもカロテンは蛍光を発していたが、紫外線ランプを当てるとさらに強い蛍光が見られた。サザンカの花からはアントシアン系色素を抽出した。この色素は溶液のpHにより色が変わるのでpHを変えて比較した。植物

色素の色と吸収波長との関係を知るためにいろいろな色素のUV吸収スペクトルをとり比較した。



エ 環境ホルモンの分析

自然界に環境ホルモンがどの程度拡散分布しているのかを調べることを目標に環境ホルモンの測定を試みた。自然界にある環境ホルモンは微量なので直接測定することは高校生レベルでは不可能である。有機物が燃えた燃えかすや車の排気ガスに含まれる多環芳香族化合物を定量している。

オ 光触媒の効果

環境ホルモンの測定と合わせて、環境ホルモンを光触媒で分解することを目標に二酸化チタン光触媒の効果を確認する実験を行った。二酸化チタン粉末を水に溶かし、メチレンブルーを加えて日光下に放置すると青色色素が退色し、光触媒としての効果が確認できた。二酸化チタン光触媒がどのような条件で強く働くのか目下検討中である。

c 評価・成果と課題

部活動としての活動が初年度で1年生だけという面もあって、目標は高くしかし結果があまり伴わないものとなった。それでも、多くの活動を通じて生徒の実験に対する意欲や技術を高めることができ次年度につなげるだけの収穫はあったと考える。次年度は具体的に課題にどのようにアプローチし、問題の解決をはかるか。そして、研究報告という形として残るようなものにまで仕上げたい。

数学研究班

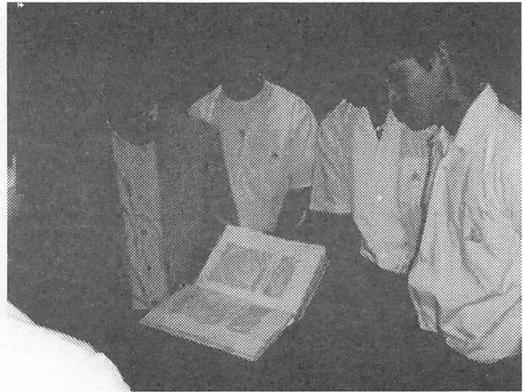
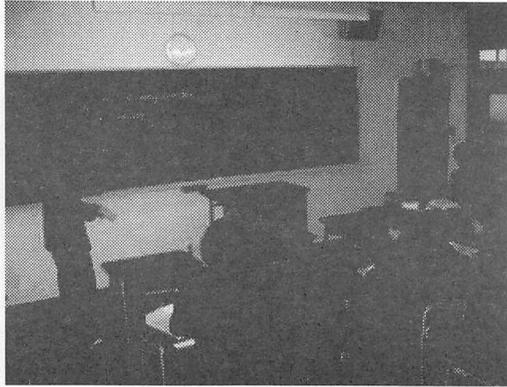
a 研究のねらい

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。

b 研究の実施内容

(1) 洋書を使っての研究

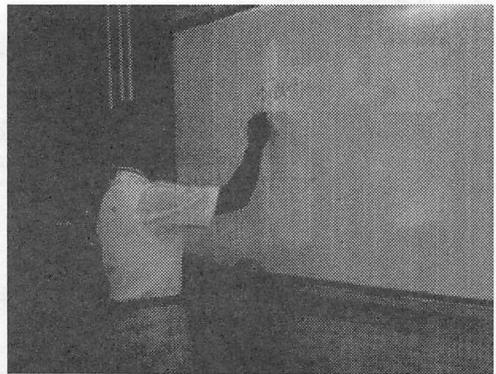
10名の部員を5人ずつ2班に分け、洋書の数学の文献を題材としたゼミナール形式の発表会を実施した。1人が発表し、その発表に対する他の生徒からの積極的な意見交換を行うことによって、数学的な力はもちろんのこと英語の力をつけさせることを目的として実施した。



また、8月2日金沢工業大学において、竺教授の指導の元で数々の洋書についての講義を受ける機会を設けた。竺教授の熱心な説明に、生徒達の数学に対する興味がさらに深まった様子が伺えた。

(2) 数学オリンピックへの取り組み

本校では例年1, 2年生の希望者を中心に日本数学オリンピック予選に参加しているが、上位の成績を得る生徒が少ないのが現状である。そこで本年においては、数学的な基礎知識の不足している一年生に対し、数学の講義を行うことによって学力の補充を図り、日本数学オリンピック予選に臨むこととした。内容としては主に数列という単元に重点を置いた指導をベースとし、さらに過去の予選問題に取り組ませることによって実践的な力を身に付けさせた。その上で、1月10日に実施された予選に10名全員が参加した。



(3) 京都セミナー「数学のひろがりと楽しみ」第2回新春特別講座

ー 関数をめぐってII 三角関数で見る世界 ー

- ・参加生徒 2年理数科3名、普通科2名
- ・日 時 2005年1月9日(日)、10日(月)
- ・場 所 京都大学理学部6号館401教室
- ・プログラム

① 1月9日午前 上野 健爾(京都大学大学院理学部研究科教授)

テーマ「三角比から三角関数へ」

ラジアン単位は座標平面上での x と y のスケールを均等に表現するために生み出されたものではなく、扇形の面積を角度を用いて表現するために生まれたものである。古代ギリシアでは地球の大きさを測量するために 60° を半角の公式で 1° の弦を求めるためには度数法で前後の極限を利用した。また、加法定理の式を内積と捉える考え方の解説。

三角関数の合成の極限值として三角関数が存在することを Mathematica を用いてグラフで視覚化し、弦楽器のチューニングのうねりの音を実演し、グラフ上で視覚化し Mathematica で音声出力した。

オイラーの公式 $e^{i\pi} = -1$ の説明も三角関数を無限級数展開で複素数と考えることの意味で説明文章が配布された。

② 1月9日午後 高橋 陽一郎 (京都大学数理解析研究所教授)

テーマ「三角関数で見る世界Ⅰ」－音、波、そして熱－

音色の違いを音の波形の違いで比較しの $\sin x + a \sin 2x + b \sin 3x + c \sin 4x + \dots$ 数式で表される合成関数であることを発見したことに意義がある。さらに、 a, b, c, d, \dots は良い音の条件として決まったルールがあり、解析用機械のデータを図解で説明。

ナポレオンが十進法で世界の数字を統一させたときに、同時に角度も $180^\circ = 200$ グラッドに表す単位を導入しようとしたが本質的な意味に何の利点もないため単位の移行は実現しなかった。

ラジアン単位導入の最も重要な式 $\lim (\sin x) / x = 1$ を長さ と面積の関係を図で説明し、 $f(x) = \sin x, \cos x$ は $f' = -f(x)$ を満たす。この方程式の解は $f(x) = A \cos x + B \sin x$ の短振動の式で表すことができ、 $f'(x) = -nf(x)$ の解は $f(x) = A \cos nx + B \sin nx$ の形で表すことができる。最後に、フーリエの熱の解析的理論とフーリエを悩ませた式 $\pi/4 = \cos x - (\cos 3x)/3 + (\cos 5x)/5 - (\cos 7x)/7 + \dots$ と超越数の関係の解説。

③ 1月10日午前 新井 仁之 (東京大学数理学研究科教授)

テーマ「三角関数で見る世界Ⅱ」離散フーリエ変換と画像処理への応用

フーリエ級数によるアナログデータの解析 (音や熱) の後、離散フーリエ変換により、離散データやデジタルデータの解析が発展した。具体的には現在の携帯電話における写真画像の送信をデータ量を縮小しながら送信し、より元の写真に近い画像を再現するための技術として活用されている。実際には軍事目的で人工衛星からの写真をより鮮明に解析する技術が最も進んでいるため、今も昔も数学・科学の発展は戦争の歴史と表裏一体となっている点は変わっていない。なお、現在使われている離散データの処理はガウスが手計算でおこなった方法と本質的に同じであり、高速処理しているだけであることは驚きである。現在は2次元データを画像処理で、3次元データを動画処理で使用している。

データをブロックごと (8×8 ドット) に決まった形に置き換える基本のブロックを基底という。離散コサイン変換の場合、規定は V_{00} から V_{17} まで64個の基底に置き換えるがどれと置き換えるかを決定する変換式の一つが離散コサイン変換で、再現精度が高く、現在JPEG形式の画像圧縮などに用いられている。

現在の画像処理技術において original image では不鮮明な細部もフーリエ変換した画像との差を取り除くことにより原画以上に鮮明にすることが可能である。つまり、本当の映像を画像として取り込むとき場面での細部の取り込み処理を解析し、より原画以上の画像を再現することが可能である。三角関数を利用した解析以外に局所的な波を用いたウェーブレット解析も研究が進んでいる。

d 評価・成果と課題

(1) 洋書を使っての研究

当初は、テキストのすべてが英語で書かれていることもありかなり躊躇する場面が見られた。生徒自身が調べ発表するというゼミナール方式の形態に不慣れであるため、助言や指導をかなり加えながら進行せざるを得ない場面がかなりあった。また、一年

生ということもあり、初歩的な文法の誤りや数学用語の訳の間違いも多く、時間をかなりオーバーする場面もあった。

しかし回を重ねるに従って、スムーズに発表し、お互いに助言し合う場面も見られ数学・英語の学力はもちろんのこと、発表・討論の力もついたと思われる。この研究活動においては、洋書のテキストの選び方がかなり重要であり、生徒の理解度に合わせたものを次年度で活用していきたい。

(2) 数学オリンピックへの取り組み

生徒の中にはかなり以前から、数学オリンピックに対する関心を持ち、挑戦してみたいと考えている者もいた。そのため、事前学習に対する取り組み方もかなり積極的であった。

次年度に対する反省としては、もう少し早く数学オリンピックそのものにおける情報を生徒に伝え、啓蒙していきたい。

(3) 京都セミナー

能登地区において、数学の研究の成果として物理分野との連携を高校生対象に講演を聴く場面は極めて少ない。今回は京都でこそできる貴重な経験となった。教授の先生方は例年以上の基本から説明を工夫され、発見した数学者のエピソードを織り交ぜ分かりやすく話をされていた。数人の京都市内の中学3年生を招待していたこともあり、本校の2年生が十分に理解できる内容からスタートし、数学が広がっていく様子がわかりやすく説明され、今後学習することが次の技術にどのように繋がるかを実感できた。そのため、日々の学習に取り組む大きな動機付けとなった。

今後は数学分野と物理・科学分野の連携を具体的に計画し、校内で模索することも必要であり、さらに年に一度は出かけて行き、専門分野の第一線で活躍されている方の話を聞く機会も必要不可欠である。日程が数学オリンピックと重なっていたので、興味の方向性が同じ生徒がどちらに行くかを迷う場面もあったが、この内容を理数科全体の授業で活用し、さらなる興味・関心を引き出せるよう活用していくことも重要である。

(2) 課題研究

a 研究のねらい

自ら課題を設定し、課題解決に向けた探求活動により情報収集力や分析力を育て、さらに研究者として必要な探求心や創造性を育成する。それに加え発表する能力も磨く

b 研究の実施内容

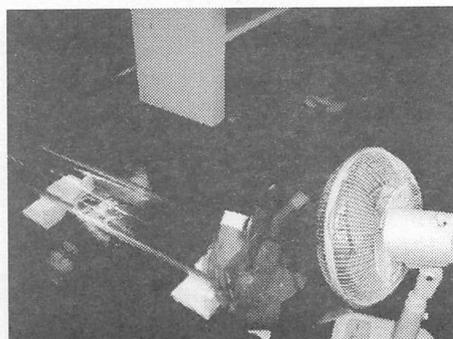
2年生理数科1クラスを8班に分け、各班ごとのテーマを設定し、大学や研究機関との連携を図りながら研究を進めていく。木曜日の7限目「課題研究」の時間を中心に放課後、休日、夏季休業中を利用して行った。その成果の発表の場として、11月25日課題研究校内発表会を行い、12月20日には県内の理数科より優秀な研究成果を持ち寄って理数科3校合同課題



研究発表会を金沢泉丘高校で行った。各講座ごとのテーマと内容は次の通りである。

研究テーマ	内 容
ビジュアル ベーシック	F-ベーシックで星座を作るプログラムを作成 B-ベーシックで百ます計算の表を作る。
WAVE (波)	波の原理や性質について、様々な観察や実験を通して調べていく。
パラボラアンテナ	パラボラアンテナなどのアンテナの性質について知り実際に製作してみる。また、その性質について調べ、精度の高いものになるよう改善点を考察する。
太陽の黒点観察を中心とした天体観測 およびその解析	屈折式天体望遠鏡を使用して、主に投影法による太陽黒点の観察を行う。定期的または継続的に観察することにより、月毎・日毎の変化の様子を記録し、太陽の活動状況について考察する。
不思議の国のアリス	『不思議の国のアリス』の作者ルイス・キャロルは、数学者・論理学者ドジソン先生でもあり、子供向けの物語に様々な仕掛けを組み込んだ。数学的にも面白い論理/非論理/超論理が満載のはず。本文(原文も少々)を論理的(?)に解説し、一つでも多くそれらを愉しもう。
数学アラカルト	ピタゴラス数・因数分解・剰余類・百五減算・直線の方程式と格子点・倍数判定法・ハノイの塔と数学的帰納法・背理法・素数の探求。
石動山の ブナ林の植生	今年四年目となる継続研究。石動山のブナ林にみられる植物を判別できるようにし植生調査を行い、特徴を明らかにする。
植物の成長における 音楽の効用	一般に、音楽を聴かせながら育てた植物はよく育つか豊作になるといったことが言われる。本グループでは、音楽と生物植物)の成長との関係について研究する。

c 評価・成果と課題



それぞれの興味関心のあるテーマで研究を行っており、少人数であることも手伝って、それぞれの疑問をぶつけ合い納得の行くまで討論を重ねており、論理的思考力や、分析力をつけるのに非常に効果があったと考える。また、研究内容をまとめ、校内の課題研究発表会や 県内理数科3校合同課題研究発表会で成果を発表することで、まとめ発表する力を伸ばすことができたと考える。しかし、年度最初テーマの設定に手間取ったり、テーマの研究方法が見つからなかった

りしてすぐにスタートができなかった班もあった。週1時間ということもあり、テーマの設定や研究方法を前年度に検討しておく必要があると考える。また、大学や、研究機関との連携も行ったが、大学のある金沢市まで1時間以上もかかるため、休日や、長期休業中以外での実現が難しかった。このことについても検討の余地があると考ええる。

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) 人間環境情報

激しく変化する現代社会の中で、豊かな人間生活を構築できる人間を育てるために学校設定科目「人間環境情報」を設定する。家庭科・保健体育科・情報科の3分野の複合的な内容を融合し、総合的・複眼的に学習する。その中で、21世紀を豊かに生きる課題解決能力、知識、技術を習得し生きる力を養う。

【子供をとりまく環境】

a 研究のねらい

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やその特殊性を認識・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。

b 研究の実施内容

ア、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)

イ、母性の健康と胎児への影響

(胎児に悪影響を与える因子、「妊婦疑似体験ボディジャケット」で実習)

ウ、性感染症とエイズ

(VTR『AIDS-正しい理解と行動-』視聴、エイズ理解度チェックシート)

エ、子どもの生活と世話、保育環境(「新生児抱き人形」を用いて体験学習)

オ、守りたい子どもの環境(児童虐待の実態と予防、子どもの権利)

c 評価・成果と課題

「妊婦疑似体験ボディジャケット」「新生児抱き人形」を用いた体験学習は生徒にとって新しい発見や感動があったが、子どもの環境について学ぶためには保育体験や保健所や児童相談所などの専門家の指導なども必要と思う。

【人間らしく住むために】

a 研究のねらい

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。

b 研究の実施内容

ア、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)

- イ、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）
- ウ、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）
- エ、住居の安全防災・環境

c 評価・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できたと思うが、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を挙げて防災やその復興に何が不可欠なのか学習を深める方法もあったのではないかと反省している。

【高齢社会と福祉】

a 研究のねらい

人間は否応なく、加齢とともに様々な変化が現れ、祖父母・親・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ぶ。

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する。

b 研究の実施内容

ア、高齢社会の進展（高齢化社会から超高齢社会へ）

イ、社会福祉の基本理念（老人神話とは？）

ウ、高齢社会の現状と高齢者の生活

（課題 「生きてきた歴史を教えて！」高齢者にインタビュー）

エ、高齢者のからだと生活

（高齢者疑似体験実習；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。）

オ、高齢者の介護と社会保障

（ロールプレイング“親の扶養から高齢社会を考える”）

c 評価・成果と課題

高齢者疑似体験実習やロールプレイング“親の扶養から…”は、高齢者に対する認識や介護について深く考えるチャンスとなったが、高齢者を介護している専門家からの講話なども取り入れればより具体的に理解学習できたのではないかと思う。

【消費生活と環境負荷軽減】

a 研究のねらい

「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、資源を大切に環境にやさしい生活の仕方を考え、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」；Recycle（再生利用）、Reuse（再使用）、Repair（修理）、Reduce（発生抑制、減量）、Refuse（拒否）についてこれから私たちに出来ることは何か考える。

b 研究の実施内容

ア、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」）

イ、環境衛生活動と地域の仕組み

ななかりサイクルセンター；ごみ固形燃料化施設見学（七尾市田鶴浜）

（環境負荷低減とエネルギー回収を目指した新たのごみ処理方法とRDF製造システムに

ついて)

c 評価・成果と課題

リサイクルセンターの見学は、生活経験の乏しい生徒にとり資源やエネルギー利用の仕方について深く考える良いチャンスになった。地球環境破壊の実態と今後の課題については、大学などの専門家の指導を受けた方が良いと感じた。

【生命誕生】

a 研究のねらい

- ・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。

b 研究の実施内容

『あなたの命』 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）

『ヒトの体を守るしくみ』 講師 今井美和先生（石川県立看護大学助教授）

◎ヒトの生命力

◎感染症（エイズ・性感染症）

- ・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。
- ・人間がもっている、免疫力（抗原・抗体）、自然治癒力など、体を守る基本的しくみを教え今日の問題である、耐性菌についても理解させる。
- ・注意すべき感染症、結核などの再興感染症や、エボラ出血熱などの新興感染症そして、エイズなどの性感染症について理解させる。

c 評価・成果と課題

- ・生徒は自らの身体のことでもあり、興味・関心を持ち、熱心に取り組み、質問の時間をオーバーした。
- ・学習した知識をいかに学校生活等に生かす実践力が大切であり、課題となる。

【自己健康管理能力】

a 研究のねらい

- ・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、知識を習得させ、また、薬物乱用による健康の害や社会問題について考えさせる。

b 研究の実施内容

『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・保健師）

『喫煙の害とその実態』 講師 池田美智子先生（恵寿総合病院・保健師）

- ・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。
 - ・ より依存性の強い、薬物乱用の実態と危険性を理解させる。
- c 評価・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、今日のタバコへの社会環境との関わりについて理解させる。
 - ・ 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。

【精神の健康】

- a 研究のねらい
- ・ 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。
- b 研究の実施内容
- 『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）
- ・ 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する。また、心身症のおこりやその種類を学ぶ。
 - ・ 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。
- c 評価・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の姿勢で力強い人間に成長することを期待したい。

【命を守る】

『応急手当』

- a 研究のねらい
- ・ 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

ればよいか。とくに心肺蘇生法について、実習を通して、その手順と方法を身につけさせる。

b 研究の実施内容

- ・ 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)
- ・ 心肺蘇生法の実習



c 評価・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。

【情報科学】

a 研究のねらい

フロンティアサイエンスや課題研究を深めるために必要となる、表計算ソフトを活用したデータ分析・データベースソフトを活用したデータ管理・プレゼンテーションソフトを活用した発表の方法を実習する。さらにVBAを用いたマクロ作製も体験する。

また、実技とは別に、生徒を取り巻く情報環境について触れ、陥りやすい状況に含まれる問題点とその対処策を学習する。

b 研究の実施内容

以下の予定で実施する。

月 日	テーマ	実技内容	学習内容
12 6	情報の検索と収集	アンケート	導入
13	情報の発信と責任	Internet Explorer	情報の受信と発信
20	情報を生かすため 共有とセキュリティ	L A Nの構築	個人情報の流出
1 17	同上(2)	Word	著作権
24	情報の処理と記録	Excel(計算・グラフ)	誹謗・中傷 プライバシーの侵害
1 31	同上(2)	Excel(関数)	商品の購入問題
2 7	同上(3)	VBA(マクロの基礎)	マルチ商法 ネズミ講
14	同上(4)	VBA(マクロ応用)	有害サイト 出会い系サイト
21	同上(5)	PowerPoint	情報の信憑性
3 7	同上(6)	PowerPoint	身体に与える影響
14	情報の伝達と発表	ホームページの作成	人間関係の希薄化
22	同上(2)	ホームページの作成	仮想現実問題

c 評価・成果と課題

情報に関して今日学習している事項はおそらく数年先にはその必要がなくなる。それほどシステムやハードの進化はすさまじく、情報モラルそのものも日常化するであろうと考えられる。そうなるためにこそ、いま情報モラルの教育の必要性を感じる。

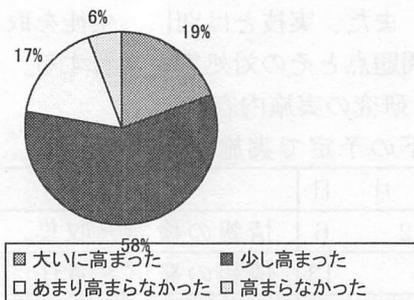
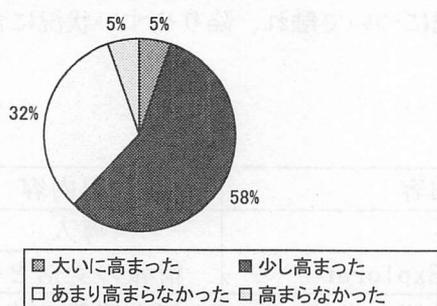
情報モラルを指導する際の基本は、コンピュータの向こう側には人がいるということである。科学の発展が目指すものの先に「人類の幸福」があるということと同じ側面がある。情報モラルの指導は、道徳教育と切りはなして考えることはできない。

学校設定科目・人間環境情報 評価・成果と課題

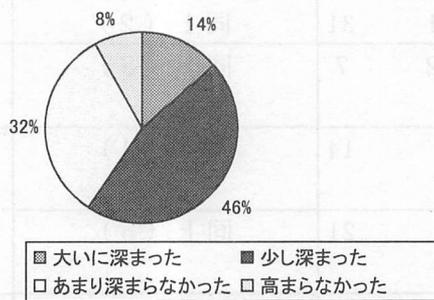
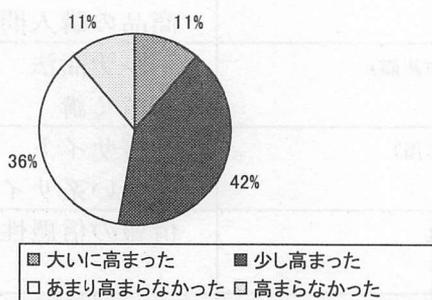
学校設定科目「人間環境情報」では、家庭科・保健体育・情報科の複合的な内容を融合し、豊かな人間性を育むことを目標として、総合的な知識や課題解決能力を育成すべく取り組んできた。ここに、その成果と課題を生徒からのアンケートをもとに考察したい。

人間環境情報についてのアンケート (平成17年1月実施 16H)

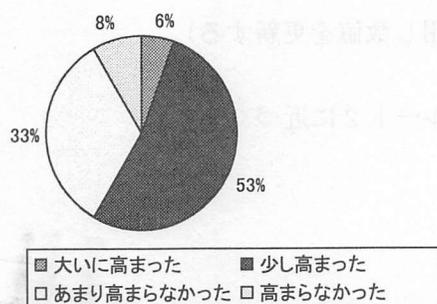
- (1) 自然環境や社会環境について興味は高まりましたか？ (2) 健康に対する興味は高まりましたか？



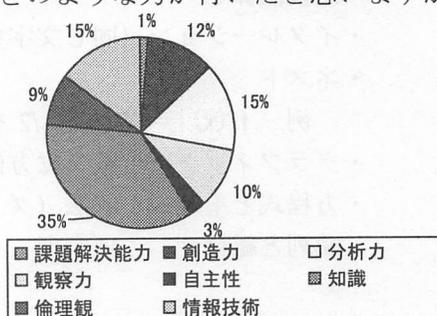
- (3) 福祉に対する興味は高まりましたか？ (4) 情報化社会に対する理解は深まりましたか？



(5) 情報技術は高まりましたか？



(6) 人間環境の中であなたは総合的にどのような力が付いたと思いますか？



・(1)～(5)の項目の結果によると、人間環境情報を実施したことにより、どの分野に関しても約6割の生徒が興味が高まったと回答した。人間環境情報では講義の他にも高齢者疑似体験や心肺蘇生法の実習(ともに教材をSSH予算から購入)を行い、体験しながら理解を深めるように心掛けてきた。その結果、生徒の興味を高めることができたと言える。

また、(2)の健康に対しては77%の生徒が興味が高まったと答えている。これは外部講師を招いた講義を4回実施し、より深く専門的な内容を学ぶことができたことによる効果ではないかと考えられる。

・(5)の情報技術はレディネスに個人差があるため、与える課題を習熟度によって変えていくなどの工夫が必要である。

・(6)の項目の回答を見ていくと、人間環境情報を通して知識は増えたものの、課題解決能力が付いたと答えた生徒は1%、自主性が身に付いたと答えた生徒は3%と極めて少ない。自主的に課題に取り組むような授業形態も取り入れたが、顕著な課題解決能力の伸長は見られなかったと言える。身に付けた知識・技術をもとに課題を見つけ、自ら解決する能力を育成していくことが今後の課題である。

(2) コンピュータ講座

a 研究のねらい

Mathematica を活用し、プログラムの基礎とコンピュータで表現できることを体験する。また、Power Point でプレゼンテーションの基礎を知る。

b 研究の実施内容

- (1) 日 時 2008年7月26日(月)～30日(金)の5日間
 (2) 場 所 本校コンピュータ室
 (3) 参加生徒 1年理数科37名
 (4) プログラム

① Mathematica の基礎

- ・四則演算、文字計算、代入と初期化、複数のコマンドを1行で処理
- ・グラフ Plot [関数, {x, 最小値, 最大値}]
- ・グラフのオプション 軸の描写、軸の交点、縦横の比、枠の描写、目盛り、色
- ・1行で複数のグラフを描く
- ・ループ文 For[初期値, 終了条件, 増加数, 実行関数]
- ・リスト

- ・関数を自分で作る。
- ・比較演算子
- ・イタレーション（同じ文字を繰り返し使用し数値を更新する）
- ・ネスト
 - 例 $f(x) = (x+2/x)/2$ を繰り返すとルート2に近づく
- ・グラフィックに挑戦（立方体の回転）
- ・方程式と不等式の解法（グラフで確認）
- ・順列と組合せ、二項定理

② Power Point で将来の夢をデモンストレーションする。

c 評価・成果と課題

初めてのコンピュータ言語でループなどの概要を説明するのに時間がかかった。学習欲がある生徒は全体像を理解することでは満足できずに、細かい設定にこだわると5日間ではこなしきれない量なので「コンピュータでできることを知る」というポイントを絞った形で終了した。できれば分野を分けて別日程で理論と実習を行いたい。

(3) 研究交流

【研究交流①】(SSH先進校との研究交流)

- (1) 行事名 特別実習「海洋微生物の観察」
- (2) 期 日 平成16年7月3日(土)
- (3) 場 所 内浦町 金沢大学理学部附属臨海実験所
- (4) 主 催 石川県立金沢泉丘高等学校
石川県立七尾高等学校
- (5) 参加者 泉丘高校理数科1年、七尾高校理数科1年



a 研究のねらい

第2期SSH指定校である金沢泉丘高校理数科1年生と研究交流することで、互いの向学心・探究心を向上させる。

b 研究の実施内容

2校混合の班を編成し、実験を行い、海洋生物への理解を深めた。

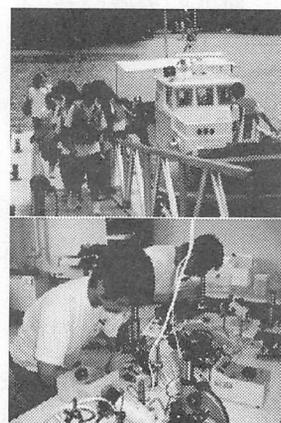
(ア) プランクトンの採集

小型船に乗り込み、沖から離れたポイントで海水を採集。採集ネットを用いた採集方法を実習した。

採集した海水に棲むプランクトンを顕微鏡観察した。この後に実施された日本海海洋実習に活かせる研究となった。

(イ) 海産無脊椎動物の観察

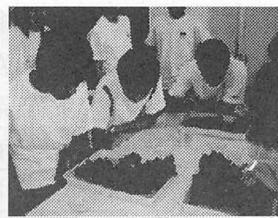
ムラサキガイに付着する海産無脊椎動物を採集して観察。一本



の曲線で輪郭を描き、点で陰影や立体を表現する生物のスケッチの方法も学んだ。

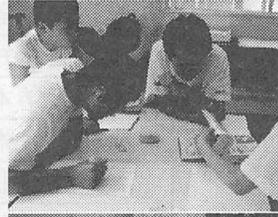
(ウ) 石の中の生物採集

海底の岩石を採取、それを破碎しその中に潜む生物を採集した。初めて見る生物の生態にかなり驚いている様子であった。



c 評価・成果と課題

同じSSHの指定校との初めての合同研究会であった。両校より4～5名ずつ約10名のグループで、複数の実習をローテーションで行った。両校生徒とも、大学での実習をかなり経験しているためか、最初からわりとうちとけた様子で協力して研究でき、質疑応答も活発であった。昼休みには一緒に食事をするグループもあり、それぞれの学校の様子や授業の進度・志望大学の話など情報交換を積極的に行っていた。高校での授業のレベルの高さと課題の多さにめげそうな時期であっただけに、他校の生徒の頑張っている様子にじかに接することができたのは、今後の学校生活



にとって非常にタイミングのよい交流であった。メールのアドレス交換をして、今後のお互いの情報交換の約束もしているようであった。

お互いの向学心・探求心へのたいへんよい刺激となる交流会であるので、今後も継続的に実施していきたい。

【研究交流②】(SSH発表会)

- (1) 行事名 SSH 16年度 生徒研究発表会
- (2) 期 日 平成16年8月10日(火)～11日(水)
- (3) 場 所 東京ビッグサイト
- (4) 主 催 文部科学省・科学技術振興機構
- (5) 参加者 16H(理数科)代表3名



会場全景と参加生徒

a 研究のねらい

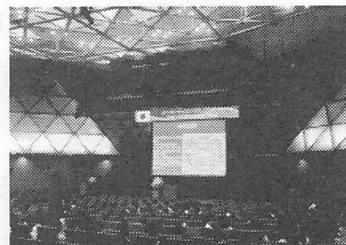
全国のSSH指定校の研究発表に触れ、1年後のポスターセッション・2年後のプレゼンテーションでの発表方法、及び積極的な質疑応答の方法を学ぶ。

b 研究の実施内容

(ア) 1日目

1. 全体会(開会・講演・研究発表)

開会式の後、奈良教育大学・重松敬一氏の「生徒研究発表会に期待すること」と題した講演を聴いた。「偉大な仕事は、夢で始まり、情熱で継続され、責任感で成就される」との力強い言葉で始まった講演は、発表のしかた・聴衆としての心構え・今後に期待することなど多岐にわたり、生徒にとって今後の研究の指標となった。



全体会場

その後、JSEC2003文部科学大臣賞を受賞した富山高等学校の研究発表「高温物質上を浮遊する液滴」を聴いた。プレゼンテーションのしかた・話し方・データの使い方など参考となる点が非常に多くすばらしい発表であった。

2. 分科会（4分科会26校の発表を見学）

各自興味を持った研究発表のある分科会に分かれて、第1期SSH指定校の発表を聴いた。実際見学してきた発表は以下のとおりである。

福島県立安積高等学校	犬の遺伝子診断
京都府立堀川高等学校	変形菌の「採餌行動の効率化戦略と気持ち」
広島県立広島国泰寺高校	オオサンショウウオの遺伝子解析
高知県立高知小津高等学校	遺伝子組み替え納豆の検出
早稲田大学本庄高等学院	金華山の生態系
京都教育大附属高等学校	ウニ発生のビデオ製作
北海道札幌北高等学校	水中水滴の実験
千葉県立千葉高等学校	古代建築における柔構造
長野県立諏訪清陵高等学校	ドミノの運動
新潟県立長岡高等学校	音楽を、数学を通して見る
筑波大学附属駒場高等学校	三角形分割とk-相似
東京工大附属工業高校	階段を上る歩行ロボット

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。この時間帯を利用して、隣接する「日本科学未来館」への見学も企画していたのであるが、生徒は分科会の発表の方に興味を示したので、実施には至らなかった。

3. 交流会（他校の生徒との意見交換・交流）

参加72校の生徒とともに食事をしながらの交流会である。各学校ごとの特色ある自校紹介もあり、和気藹々とした雰囲気の中、他校生徒と親睦を深めることができた。

(イ) 2日目

1. ポスターセッション

第2期SSH指定校26校のポスターセッションを見学した。パソコンを取り入れたもの・実験実演を取り入れたものなど、各校工夫を凝らした発表であった。

前日の空き時間を利用してあらかじめ各ブースの下見を済ませていた生徒らは、メモを片手にそれぞれの発表に質問をあげていた。受験勉強との両立等、高校生活について先輩としてのアドバイスも求めているようである。



各校に割り当てられたブース

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。いずれも堂々と見事な発表であった。広島県立広島国泰寺高等学校の「オオサンショウウオの遺伝子解析 ～反復DNA、ミトコンドリア、そして遺伝子音楽～」が最優秀賞を受賞した。

○生徒のレポート

・先輩方の発表を見て、とてもすごいなと思ったと同時に、私たちはまだまだ発表の技術が足りないと思いました。もっと人前で話したり、発表したりする練習が必要だと思います。それから、わからないことは恥ずかしくないでどんどん質問していった方がいいと思いました。また、自分が質問される側になったときには、質問内容をあらかじめ想定して答えられるようにしておくことが大切だと思います。私がポスターセッションで質問した2、3年生は、ていねいに質問に答えてくれて、とてもわかりやすかったです。

・SSH発表会に参加して、「論理的で科学的な思考力を持つ」という目標ができました。発表者は、自分たちが行ってきた研究について、「この結果がこうなったので次はこんなことをしてみよう」と発展的な研究を行っていました。たくさんの発表を聴いて、「こんな考えもあるのか」と驚くことがたくさんありました。質疑応答の内容が奥深く、答える側も聞き手にわかりやすく説明していました。

c 評価・成果と課題

今回目標として生徒に求めていたことは、発表のしかたを学ぶこと以上に積極的に質問をすることであった。生徒は、前もって送付されていた発表要旨集を熟読し、質問を用意して発表会に臨んだのであるが、分科会・全体会で大勢の聴衆を前に手をあげることができなかった。理由を尋ねると、他の学校からの質問のレベルが高く、自分たちの質問は「みんながわかりきっていること」のような気がしたからというのである。問題発見能力の育成もさることながら、質問の裏づけができるほどの高校教科書の内容を超えた科学的な知識を身に付けさせることの重要性を感じた。

【研究交流③】(極地フォーラムへの応募)

- (ア)行事名 第1回中高生北極南極オープンフォーラム
- (イ)期 日 平成16年12月18日(土)
- (ウ)場 所 東京都 国際極地研究所
- (エ)主 催 日本学術会議、国立極地研究所
- (オ)参加者 理数科1年10名(ポスターでの参加)

a 研究のねらい

国際科学会議と世界気象機関が定めた国際極年(2007~2008)に呼応して計画された中高生北極南極オープンフォーラムに、極地研究の提案を行う。北極南極に対しての調査研究をとおして、地球規模での環境への理解を深める。また、提案書の書き方・ポスターの作り方について学ぶ。

b 研究の実施内容

(ア)アイデアの募集

独創的で柔軟な発想で、北極南極において実施したら面白そうな実験アイデアを、クラス全体で自由に出し合った。ブレインストーミングの手法を用いてアイデアを出し合ったから数十分の間に200を超える提案が出された。

ペンギンを解剖し体内の汚染物質を探りたい、特殊な形の結晶の雪が見られるのでは、音の伝わり方が通常とは異なるのでは、白夜にソーラー発電したら一日中発電できそうだ、極地の氷には太古の大気がとじこめられているはずだからそれを溶かせばその組成を解明できるはず、南極の氷に覆われている地中には未知の生物が存在するはずだ、ペンギンは北極に住むことができないだろうか、空中から水滴と落とし空中で凍った形を観察し雨粒の形を調べる、シャボン玉を作って凍らせて観察する、南極の氷は通常の氷に比べて固いはず、などさまざまなアイデアが出てきた。

(イ) 提案書の作成

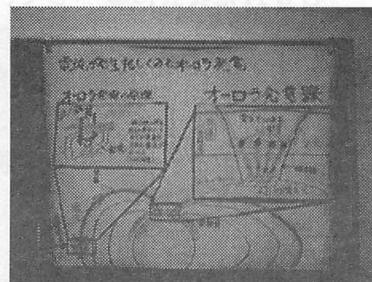
アイデアの中から2点に絞ってそれぞれ5名のグループで細部にわたり検討を重ね、提案書を作成、応募した。提案書の概要は次のとおりである。

〔提案1：オーロラの有効利用〕太陽から地球に向かって吹き付けている大量の荷電粒子（プラズマ・太陽風）が、地球の極地付近で大気中の窒素や酸素分子を励起状態にする。それが基底状態に戻る際に発する光がオーロラであり、およそ10億kWの莫大な電気を帯びている。これは原子力発電所100基分に相当する電気量である。このエネルギーを利用したクリーンな発電を提案したい。集電装置を設置した人工衛星を、オーロラの発生頻度が最も高い熱圏へ打ち上げる。集めた電気を光エネルギーに換え、地上に設置したソーラーパネルに送り発電する。

〔提案2：極地プランクトンの環境保護への利用〕1999年、エドワード・エイブラハム氏率いる国際的化学研究グループが、南極周辺海域に鉄をまくと植物プランクトンが10倍にも増殖することを報告した。これは、南極付近には鉄分を利用して生活エネルギーを得る特殊なサイクルを持つプランクトンが生息しているためと考える。このプランクトンの存在及びそのからだのしくみを明らかにして、増殖を図ることで、二酸化炭素の削減・地球温暖化を防止する方策を提案したい。

(ウ) ポスターの作成

2案とも入賞を果たしたので、発表会展示用のポスターを作製し、送付した。



○生徒の感想より

〔オーロラ発電〕私たちは、今回の極地フォーラムへの応募に際して、まず「オーロラはどのようにしてできるのか」という基本的知識をインターネットや文献を調べて学習しました。そして、その知識をどう生かしていくか考えることによって柔軟な発想をする練習ができたことによって応用力が、また、各自の考えをグループのメンバーにわかりやすく説明しお互いにディスカッションすることによって聴く力・話す力が身についたと思います。自分たちの提案をポスターにまとめ、わかりやすく説明するということが、いかに難しいことであるかということを感じました。

〔南極プランクトンを利用した地球温暖化対策〕

極地フォーラムへの応募は私たちにとってかなり厳しい土俵であるというのが、当初の感触でした。しかし、研究を進めるにつれて、自分たちがSSH事業の体験によって培われたものが表れてきたように感じました。私たちは南極海水中のプランクトンに関する研究を行いました。これは夏に行った海洋実習で学んだことをおおいに活かすことができるテーマでした。

結果、ペンギン賞を受賞することができましたが、満足はいく受賞ではありません。多くの今後の研究課題を見つけることができました。例えば、南大洋に棲息するプランクトンの特徴を憶測だけで考察していたことに対して海流・その他環境要因から科学的根拠を探る必要があったこと、鉄がプランクトンに与える影響と雑草に与える影響を比較した結果からその利用価値を探ればよかったこと、課題はまだ残っています。

今回の応募は、過去の研究の復習・再考察と、新たな研究が同時にでき、よい機会とな

りました。

c 評価・成果と課題

今回上位入賞を果たした提案は、次のようなものであった。ペンギンの糞の分析による地球汚染のモニター、南極の雪のレプリカ法によるサンプリング、極寒の地でも音速は変わらないか、ブリザードを利用した発電、氷が融解し過去の大気が再放出されると何がおこるのか、南極の氷で覆われている地中には過去に落ちた隕石が存在するはずだ、なぜペンギンが北極に見られないか、冷蔵庫の氷と南極の氷は違うか。

クラスで出し合ったアイデアの中に似たようなものが多くあり、発想自身は悪くないといえる。ただ、上位入賞したものは、それぞれの学校で時間をかけて既に関連研究がなされていたり成果をあげていたりするもので、装置や実験方法まで具体的に示されているという点が評価されたのであろうと思われる。

次回応募する機会があれば、本校SSC（スーパーサイエンスクラブ）活動や課題研究で蓄積された内容をもとにした提案を行いたい。

V. 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1年目の今年、4月より以下の3つのテーマを掲げ研究の実践を行ってきた。

- 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
- 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
- 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

具体的な個々の取り組みの効果とその評価や今後の課題は前項の研究開発内容の中に掲載してある通りである。ここではSSH事業全般の効果と評価について考察する。生徒の変容を下記の生徒アンケート、保護者アンケートや教職員アンケート、客観テストの結果により検証し評価する。

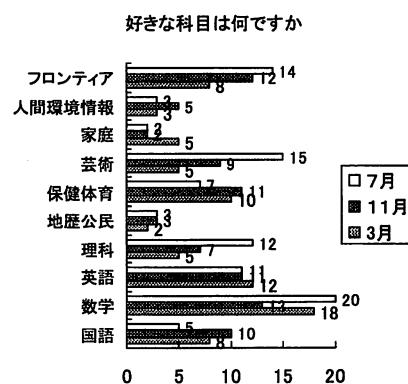
第1回SSH生徒アンケート	(7月実施)	1年生理数科
第2回SSH生徒アンケート	(11月実施)	1年生理数科
第3回SSH生徒アンケート	(3月実施)	1年生理数科
第1回SSH保護者アンケート	(7月実施)	1年生理数科保護者
第2回SSH保護者アンケート	(11月実施)	1年生理数科保護者
第3回SSH保護者アンケート	(3月実施)	1年生理数科保護者
第1回職員アンケート	(7月実施)	教職員
第2回職員アンケート	(12月実施)	教職員
学年アンケート	(1月実施)	1年生
模擬試験	(6、11、1月実施)	

1. 一年間の変容による評価

(SSH生徒アンケート7月、11月、3月実施)

学校設定科目の「フロンティアサイエンスI」や数学・理科は好きな科目の上位に位置しており、理数系の科目に対する興味関心が高いことを示しているが、嫌いな科目の中に理科・数学が入っていることも事実である。また、「フロンティアサイエンスI」が好きである生徒が年度の後半にきて、減少しているのが気付きであるが、アンケート調査によるとフロンティアサイエンスの授業が「良くない」「あまり良くない」と回答した生徒は、7月で1名、11月で3名、3月は2名と少数であった。フロンティアサイエンスの人気が高いことは、実験実習

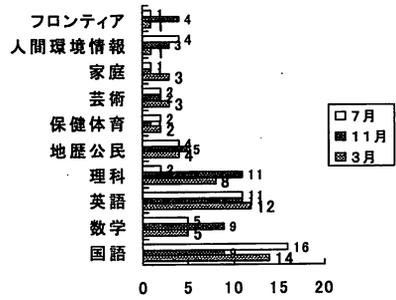
SSH生徒アンケート



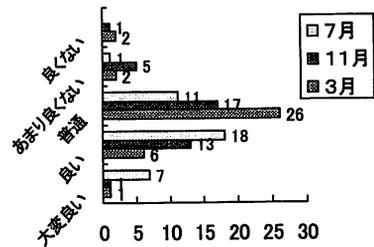
の多い事や高校の内容に縛られない先端の科学に、生徒が興味を持っていることを示している。フロンティアサイエンス I で高まった能力では7月の調査では好奇心、探求心、意欲があげられていたが、11月には基礎知識、分析力、表現力の伸びが著しく、3月には表現力、洞察力が伸びている。第1のテーマである興味関心に加えて、第2、第3のテーマである論理的思考力や創造性、そして発表や討論する力の育成に効果が出てきていると考えられる。この傾向はSSC（スーパーサイエンスクラブ）においても現れており、11月には基礎知識が25人と最も多く、分析力、表現力も向上していると答えている。

志望学科は7月の調査で理系学部の希望は多くあったが、11月の調査では工学部、理学部、薬学部などの理系学部の希望がさらに増加している。3月もほぼ同じ傾向であるが教育学部や文学部に文転した生徒も出てきた。フロンティアサイエンス I では、北陸の気象、地球物理、ヒトと宇宙、海水の科学、遺伝子操作、生命科学など多分野にわたって事業をしてきた効果が現れていると思われる。普通科との比較のアンケートによると「将来取り組みたい研究はありますか」という問いかけに対して「ある」「ぼんやりしたものがある」が普通科よりも多く、考える予備知識は多く与えられているが、決めかねている状況であると推測できる。これからSSH事業を実施しながら豊富な知識を得て、自分の将来を見極める力が十分ついてくると考えられる。

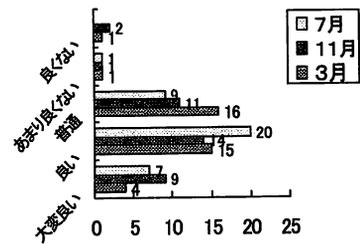
嫌いな科目は何ですか



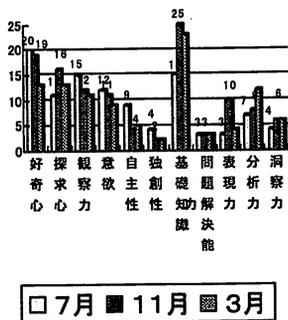
人間環境情報の授業



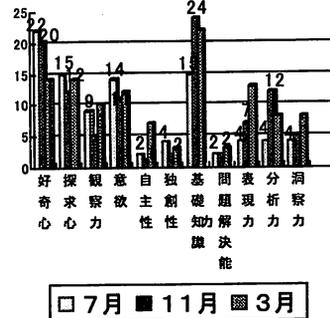
フロンティアサイエンスの授業



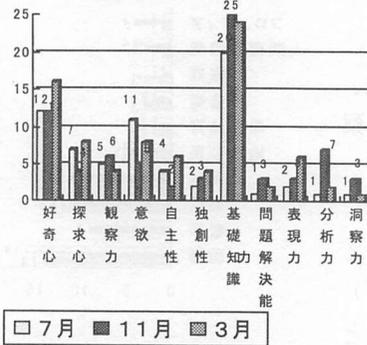
SSCで高まったと思う能力は何ですか



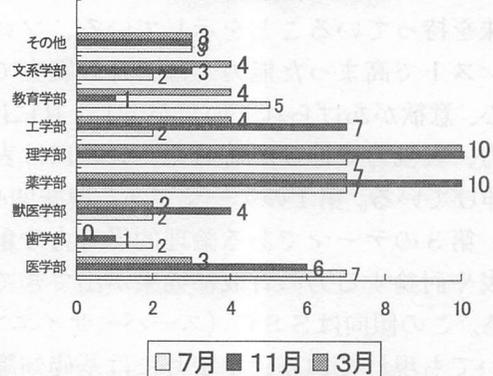
フロンティアサイエンスで高まったと思う能力は何ですか



人間環境情報で高まったと思う能力は何ですか



志望学部は何ですか



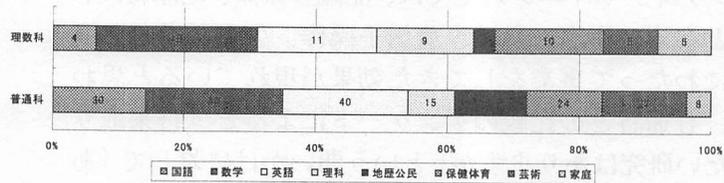
2. 普通科と理数科との比較による評価

(学年アンケート 1月実施)

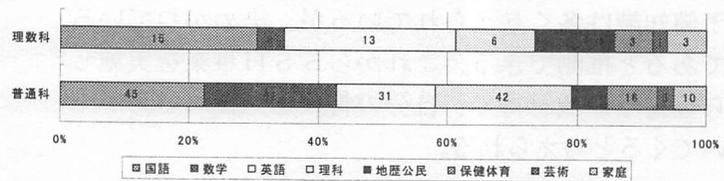
好きな教科・嫌いな教科に関する調査では当然であるが理数科では理系科目が好きな生徒が多く、普通科では文系科目、理系科目に好き嫌いの大きな偏りはなかった。志望学部調査においても理数科では理系学部の希望が圧倒的に多く、普通科では文系学部が多くの比率を占めている。理数科では、医・歯・獣医、薬学、理学、工学などの広い分野に対する希望が多くフロンティアサイエンスで多くの分野の先端科学に触れたことの効果がうかがえる。家庭での1日の学習時間の調査では、2時間以上の生徒が普通科では30%を割っているのに対し、理数科では40%を超えている。7

学年アンケート

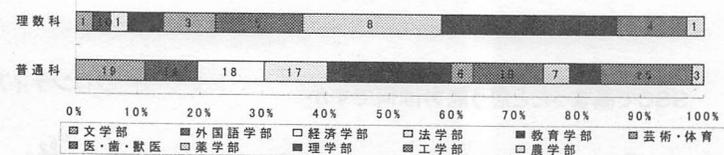
あなたの好きな教科は何ですか



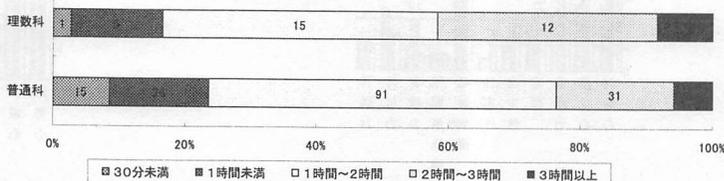
あなたの嫌いな教科は何ですか



あなたの志望学部は何ですか



家庭での学習時間の平均はどれくらいですか(1日)



月、11月、1月の模擬試験の結果では7月を0としたときの11月の数学の全国偏差値の伸びは普通科で+2.24、理数科では+5.0と理数科の伸びが顕著である。1月には学年全体の数学の偏差値が下がり、普通科は7月とほぼ同じであったが、理数科は+1.6であった。また、理数科と普通科の数学の偏差値の差をとってみると7月が+2.34、11月では、+5.1、1月は+4.14と年度の後半には普通科との差を広げている。実験・実習・講義で校外へ出る機会が多く、その都度レポート提出などもあり多忙な毎日を送っているが、学習時

間も減少せず、年度後半には数学の成績も向上していることは学習に対するモチベーションの高さからくる結果だと考える。

◎模擬試験（7月、11月、1月実施）全国偏差値変化

	7月	11月	1月
普通科の数学	0	+2.24	-0.2
理数科の数学	0	+5.0	+1.6

模擬試験全国偏差値（7月を0とする）

	7月	11月	1月
普通科（3教科）	0	+0.28	-0.65
理数科（3教科）	0	+1.6	-0.7

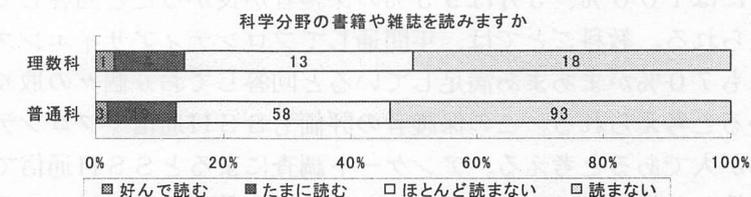
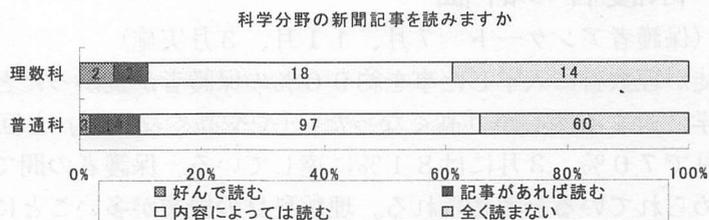
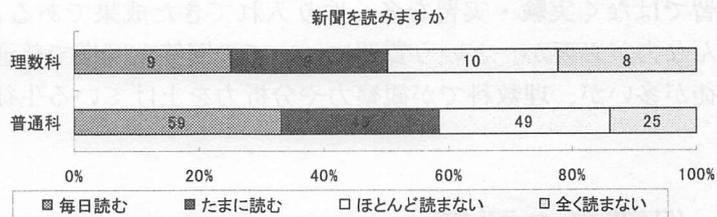
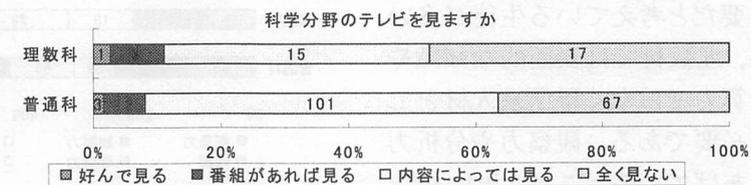
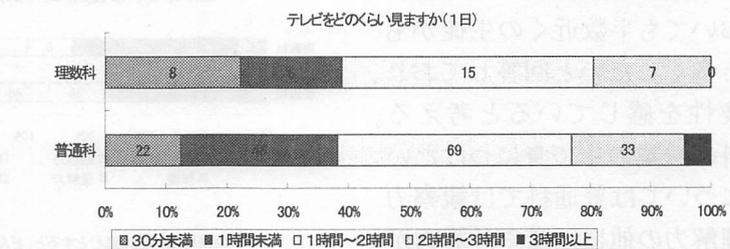
模擬試験全国偏差値（7月を0とする）

	7月	11月	1月
数学（理－普）	+2.34	+5.1	+4.14
3教科（理－普）	+1.4	+2.72	+1.35

（理数科の偏差値と普通科の偏差値の差）

「テレビをみますか？」の問いに対して、理数科は普通科より見ていないという結果が出ているが、科学分野のテレビは「好んでみる」「番組があれば見る」の割合が多い。新聞記事についても同じ傾向が出ている。この質問で期待したほどの結果が出なかったのは、与えられることに慣れて科学に関する情報収集のどん欲さがないことと普通科に比べ活字離れが出ていることが考えられる。次年度からは多くの情報を与えながら、自らさらに高度な情報を求めるような生徒の育成を目指していくべきだと考える。

「将来取り組みたい研究（文系・理系どちらでも）がありますか」という問いかけでは、理数科は普通科よりも「まだない」という回答は少なかったが、「ぼんやりとしたものがある」が普通科に比べ非常に多かった。多くの分野のことを経験したのが深く掘り下げるという面で



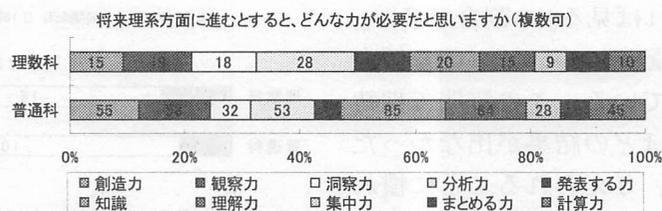
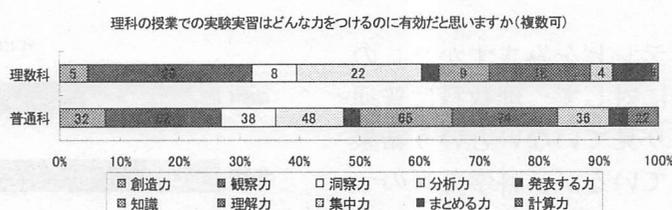
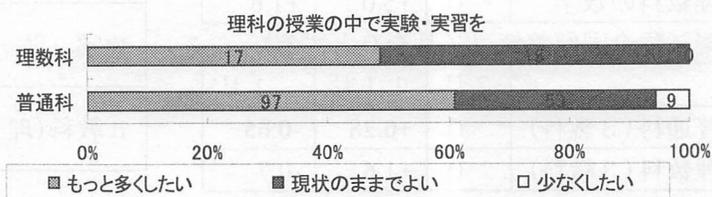
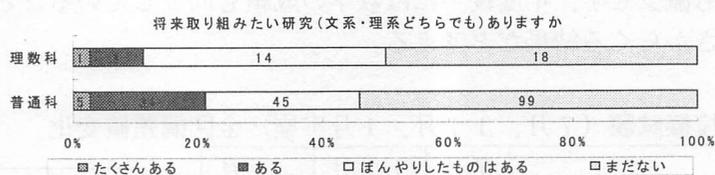
は物足りなかったと考えられる。次年度には、分析力や観察力、創造性を高めるための事業も計画しており今年度の反省を活かしていくべきだと考える。理科の授業の中で実験・実習について普通科では「もっと多くしたい」という回答が60%を超えており、普通科にも成果を還元していかなければならないと考えている。普通科に比べ、かなり多くの実験・実習をした理数科においても半数近くの生徒がもっと多くしたいと回答しており、必要性を感じていると考える。理科の授業の中で身につけたい力については普通科では観察力や理解力の他に知識や計算力が必要だと考えている生徒が多いが、理数科では表面的な知識や計算力ではなく科学系人材として必要である、観察力や分析力をあげている。これも単に机上

の学習ではなく実験・実習を多く取り入れてきた成果であると考え。「将来理系方面に進むとどんな力が必要か」という質問についての回答も同様で普通科では知識や計算力をあげている生徒が多いが、理数科では観察力や分析力をあげている生徒が多い。

3. 保護者の評価

(保護者アンケート 7月、11月、3月実施)

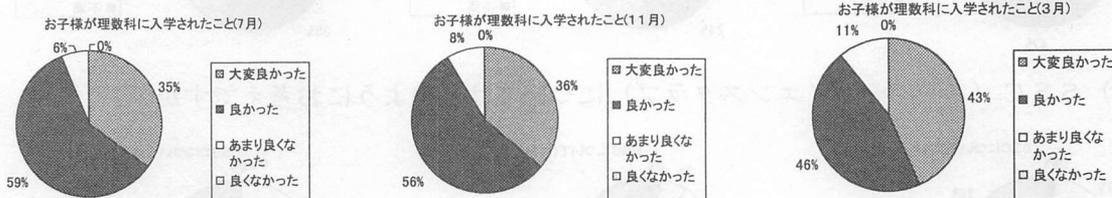
生徒が理数科に入学した事を約90%の保護者が良かったと回答しており、中学校の時と比べ科学に対する関心が「高くなった」「やや高くなった」と回答した保護者は7月で66%、11月で70%、3月には81%に達している。保護者の間でもスーパーサイエンスでの効果は認められていると考えられる。理数科目の授業が多いことについては7月では92%が11月には100%、3月は95%の保護者が良かったと回答しており、保護者の評価は高いと考えられる。教科ごとでは、年間通してフロンティアサイエンス、人間環境情報、SSCのいずれも70%がまあまあ満足していると回答しており個々の取り組みに関しても高く評価されていると考えられる。この保護者の評価もSSH通信やフロンティアサイエンス通信に負うところが大きであると考え。アンケート調査によるとSSH通信での情報発信について良かったと回答した保護者は7月では100%、11月では94%、3月には89%であり、年間を通して高率を維持した。SSH事業に関して家族で話をする家庭は「たまにする。」を入れると7月で97%、かなり慣れてきた11月においても86%、3月には95%の生徒が会話してい



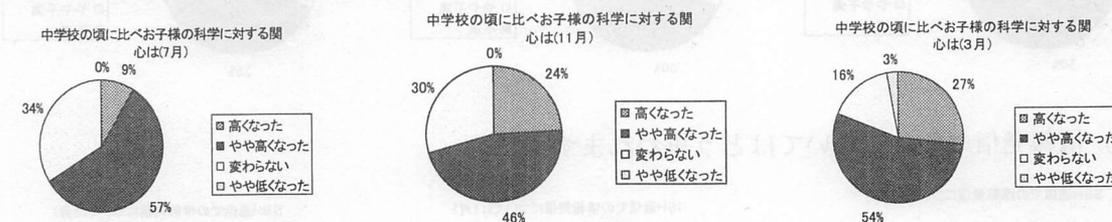
ると答えており、多くの家庭で共通の話題として取り上げられている。以下に7月、11月、3月に実施した保護者アンケートの集計結果を掲載します。

保護者アンケート

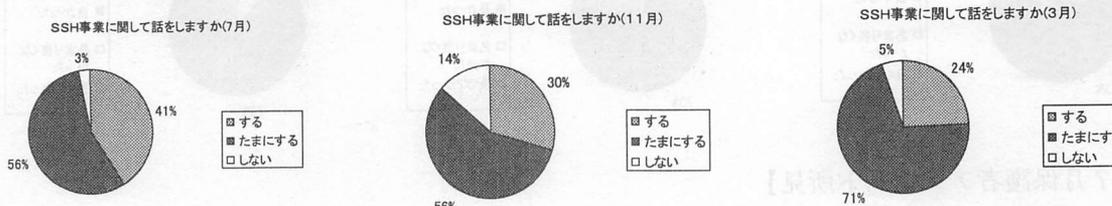
(1) お子様が理数科に入学されたことについてどのようにお考えですか？



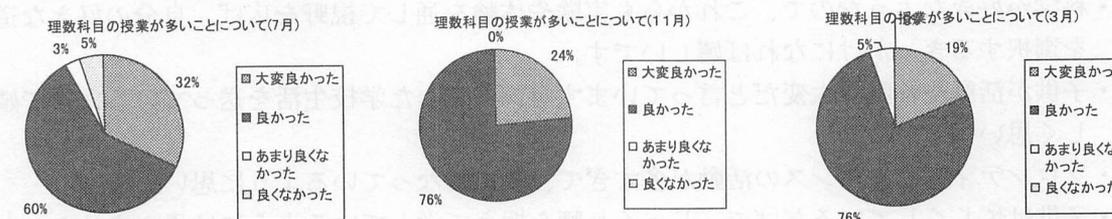
(2) 中学校の頃と比べてお子様の科学に対する関心は高くなったと思えますか？



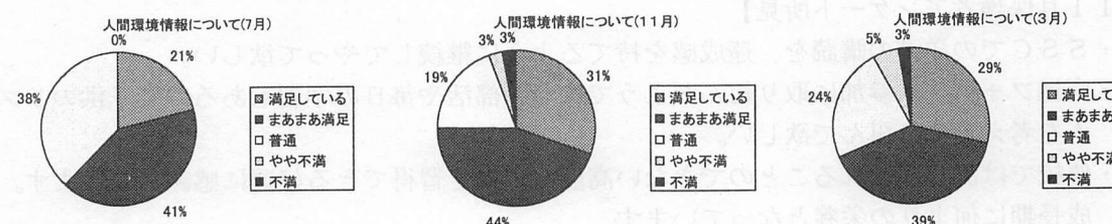
(3) お子様とSSH事業に関して話をされますか？



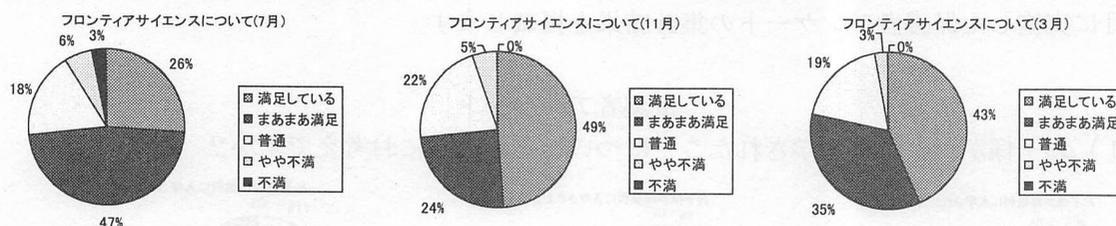
(4) 理科・数学の授業が多いことについてどのようにお考えですか？



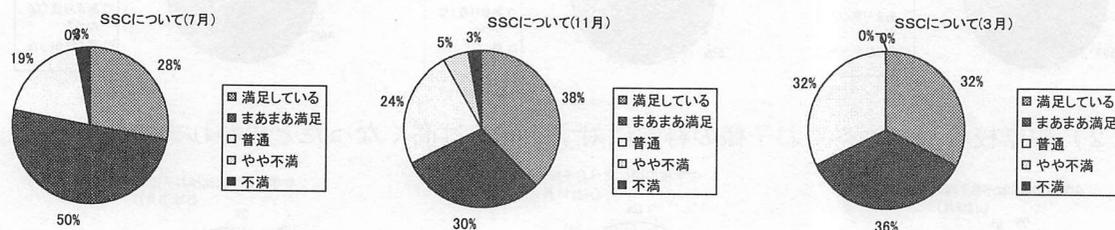
(5) 学校設定科目「人間環境情報」についてどのようにお考えですか？



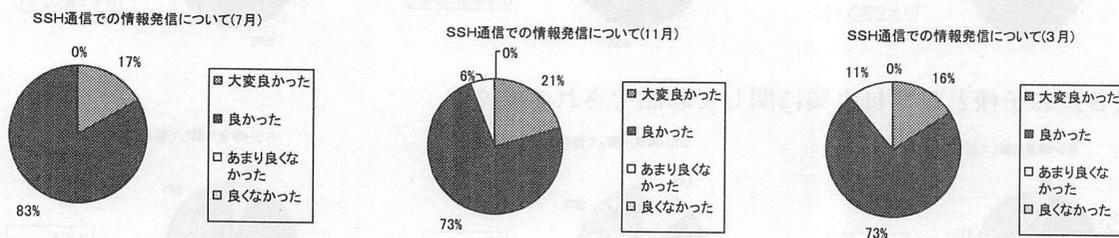
(6) 学校設定科目「フロンティアサイエンス」についてどのようにお考えですか？



(7) SSC (スーパーサイエンスクラブ) についてはどのようにお考えですか？



(8) 情報発信の普及についてはどうお考えですか？



【7月保護者アンケート所見】

- ・今後の活動に期待できる。社会に出てから役に立つと思う。
- ・身に余る高度な学習等ができることに大変感謝しています。子供の成長が楽しみです。
- ・科学が好きなようなので、これからも実験や体験を通して視野を広げ、自分の好きな道を選択するきっかけになれば嬉しいです。
- ・子供が活動や移動が大変だと言っていますが、充実した学校生活を送っているようで嬉しく思います。
- ・フロンティアサイエンスの活動が多すぎて、負担になっているように思います。
- ・子供は忙しくしているだけで、じっくり腰を据えて学んでいるようには思えません。もう少し時間を与えてやってほしいと思います。

【11月保護者アンケート所見】

- ・SSCでの洋書の購読を、達成感を持てるように継続してやって欲しい。
- ・南極フォーラム参加に取り組んだようですが、部活や毎日の学習もあるので子供のリズムを考えて取り組んで欲しい。
- ・他校では決して触れることのできない高度な知識を習得できる好運に感謝しています。成長期に何よりの栄養となっています。
- ・いろんな体験をさせていただき、本人共々感謝しています。その中で将来興味のある分野が見つかればうれしく思います。
- ・本人は活動内容を理解しており、こちらの質問に答えてくれるが、親側からは、どの活動がどの項目にあてはまるのか、漠然としか分からなかった。事業の一部しか見えてい

ない気がする。

- ・興味のある内容に関しては家でもよく話してくれます。これからも、もっともっと会話の増えるようなSSHの事業を展開してください。

【3月保護者アンケート所見】

- ・SSHの活動を通して本人が最も関心を持つ分野を見出し、進路決定へつなげて欲しい。大変貴重な体験をさせてもらっていると思っている。
- ・生徒の要望にあった講義をして欲しい。
- ・貴重な体験をさせてもらい本当に良かったと思っている。色々な物事に触れ、自分の興味のあることを見つけてくれることを望んでいます。ありがとうございます。
- ・多様な考えで科学に触れることができるので、子供も親も大変喜んでいる。これからも期待しています。
- ・楽しく分かりやすいものを期待します。
- ・通信の回数が少なく、インターネットを見ても詳しい紹介はされておらず残念です。もう一工夫欲しいと感じました。
- ・1日1日増えていく子供の知識にうれしくも頼もしく、幸運に感謝しています。
- ・今のようにSSHに子供たちが関心を持てる時間を、と思っています。
- ・今後も続けて欲しい。

4. 教職員の評価

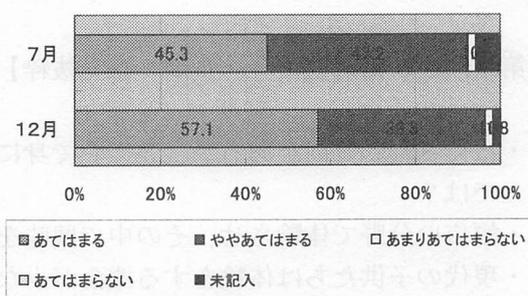
(教職員アンケート 7月、12月実施)

教職員に対するアンケート調査ではこのSSH事業に対して、「理数系科目の興味関心を高めるために工夫されており、学校の特色づくりにも大いに貢献している」と評価していることがわかる。また、「大学との連携も機能しており保護者にも充分情報が提供されている」と評価している。いずれの評価項目も7月より12月の方が「あてはまる」「ややあてはまる」の占める割合は増加している。

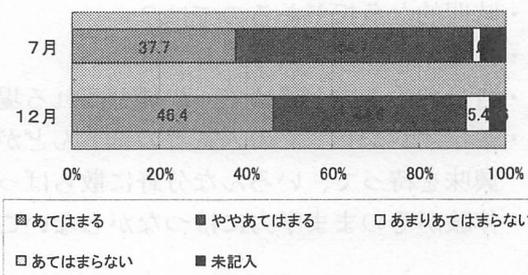
「理数科目以外の教員もSSH事業に積極的に関わっているか」に対する回答では7月には「あてはまる」「ややあてはまる」を合計して53%であったが12月の調査では71%の教員が理数以外の教員も関わっていると感じている。これは年度後半にきて少しずつ取り組みが学校全体のものになったと評価できる。

教職員アンケート

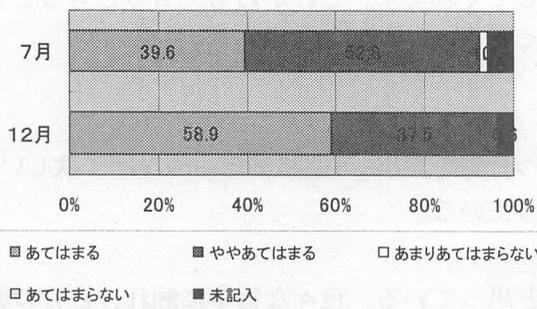
理数科目の興味関心を高めるため工夫されている。



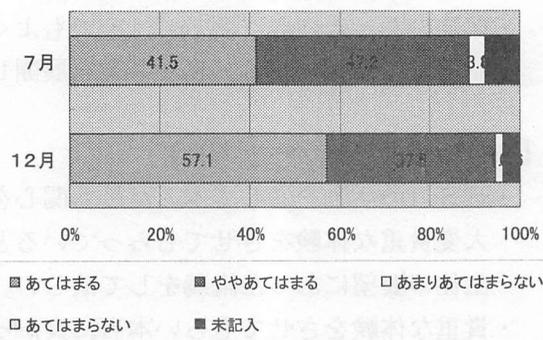
SSHの活動が保護者に情報提供されている。



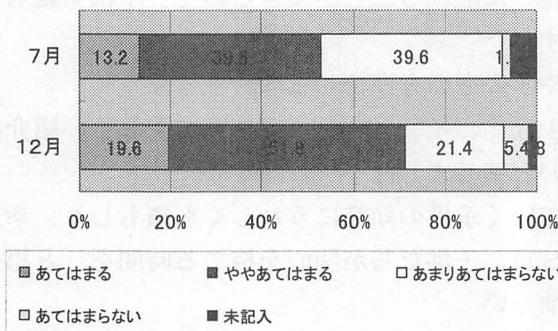
大学や研究所との連携が機能している。



SSHの取り組みが学校の特色作りに生かされている。



理数科目以外の教員もSSH事業に積極的に関わっている



5. 運営指導委員会等の評価

運営指導委員会で多くの指導助言をいただいた。詳細は資料編に掲載してあるが、これを真摯に受け止め次年度の事業に活かしていきたい。

【第1回運営指導委員会 質問・意見抜粋】・・・(資料編に運営指導委員会の内容を掲載)

- ・たくさんの計画があるが、3年間で身に付くのか？何か1つに絞って研究した方がよいのでは？
- ・幅広い分野で体験させ、その中で興味を持ったものを取り組んだらどうか？
- ・現代の子供たちは体験をする機会が少ないので、本年度の取り組みはとても良いと思う。
- ・目標に対する達成の検証はどのように行うのか？
- ・生徒たちは忙しくて、他の授業などに響いていないか？
- ・時間的な負担があるのでは？
- ・生徒の主体性を大切にしてほしい。
- ・自分の生き方と絡めて、生徒と語れる場をつくってほしい。
- ・数学オリンピックの入賞者のほとんどが医者になっている現状であるが、いろんなことに興味を持って、いろんな分野に散らばって欲しい。
- ・体験がそのまま学力にはつながらないこともある。学ぶ動機がたくさんありすぎると、か

えって動機にならないこともある。

- ・教員の指導力も3年間で高まっていくように。
- ・来年度の活動にも期待したい。
- ・教員ではなく、生徒がSSHの取り組みを語れるように。生徒の主体性を尊重し、時間や機材を生徒が自由に使えるように。

【第2回運営指導委員会 質問・意見抜粋】・・・(資料編に運営指導委員会の内容を掲載)

- ・SSC、課題研究、学校設定科目と内容は非常に盛りだくさんで先生方も指導するのが大変だったと思う。
- ・専門的なことを学ぶ際にどのようなバックグラウンドがあるのか？
- ・能登の自然を食品にするということを生徒に考えて欲しい。
- ・アンケートの結果で、嫌いな科目で理科・数学が増えていたが、教員が良かれと思っているようなことをメニュー盛りだくさんで与える。その結果として、現にこのような反応が出ている。これが単なる一過性の反応で揺り戻し現象があつて、最初の段階より良くなっていけばいいのだが、そのあたりの分析をしなければならない。
- ・現代の子供が体験が少ないということで、いろんな体験をさせようとする意図は分かるのだが、体験がありすぎるとかえってそれが薄まってしまう。生徒自身に疲れがでていないかな、という感想である。学校も生徒も息が長く続けられるものをつかみ取っていかないと、3年経った時にお互い疲れてしまうと思う。
- ・進学校として、SSHで忙しいということで進学に何か影響があるのではないか。
- ・うれしいのは表現力・分析力・洞察力が高まったと自己申告している生徒が多いこと。こういったことを客観的に評価するのは難しいが、工夫して行って欲しい。
- ・生徒にやりたい分野を選ばせて研究させたらどうか。また、過去3年間SSHをやった学校の成果や失敗点はどうか。体験ばかりする事業は生徒のためになるのか。

多くの体験型の取り組み対して、生徒の負担が多いことや、多方面にわたる内容のため身に付かないのではないかと指摘を受けた。実際に校外へ出ることも多く1回ごとのレポート提出と重なって生徒にとって負担となる部分もあったと思う。一方、現代の子供たちは体験をする機会が少ないので、本年度の取り組みはとても良いとのうれしい評価もいただいた。また、与えられてする研究ではなく、生徒の主体性を尊重した活動を行って欲しいという貴重な意見もいただいた。

VI. 研究開発実施上の問題点 および今後の研究開発の方向

1. 学校設定科目

「フロンティアサイエンスⅠ」は今年度の中心的な事業であり、年間20回余りにわたって大学や研究機関との連携を行い、先端科学にふれ生徒の興味関心を高め、論理的な思考力や独創性を高めることに大きな役割を果たした。しかし、実験・実習が多く外部へ出かけることも多く、時間的な事や、レポート提出など、一部の生徒には負担になっていた部分もあった。次年度にも学校設定科目「フロンティアサイエンスⅡ」を設定しているが、目標が「興味・関心を高める」ことから「論理的思考力や独創性・創造性を高める」ことに重点を置くこともあり、高大連携と学校内での実験・実習をうまく組み合わせ、腰を据えた取り組みを行っていききたい。また、レポートにも興味を持って書けるように工夫を凝らしていききたい。

「人間環境情報」は家庭・保健・情報の融合科目であり、各科目で重複する部分の無駄を省くとともに、融合することでより深い知識を得て効果を上げることを目的とした。実習や高大連携などを取り入れ、生徒の興味関心を高めることには効果があったと考える。しかし、3科目の教員の密な連携を必要としており、今年度調整係がSSH推進室の教員であったためタイムリーな協議、連絡調整に欠ける部分があったことも確かである。次年度学校設定科目「フロンティアサイエンスⅡ」と「七高アカデミア」を設定しているが、どちらも多くの教員が携わることになる。責任者を担当教員の中で選出し、綿密に連絡を取り合って協議を重ねながら行っていききたい。

2. 評価

評価はアンケート（生徒、保護者、教職員）、レポート、客観テスト、生徒の観察などを中心に行ってきた。本校の研究開発は3つのテーマ（①興味関心を高める②論理的思考力や独創性・創造性を高める③発表や討論する能力を見につける）からなっているが、①についてはアンケートやレポート、生徒観察を中心に評価、③については生徒観察を中心に評価してきた。しかし、②のテーマについては客観的な評価が難しく、特に数値化する評価方法がなかなか見いだせなかった。次年度にはアンケートやレポートの工夫、そして自己評価システムなどを取り入れていくなどして②の評価方法を研究していききたい。

3. 研究体制の確立

実際の事業の開始を4月末に設定したため、指定を受けてから詳細な計画を立てるまでの時間がなく、事務局を中心にした計画立案であった。そのため前期には組織的な運営にいたらない部分もあった。後期には少し時間的な余裕もでき、委員会で事業の内容も検討できるようになった。平成17年度の計画立案には前年度より委員会を開き検討し、計画段階から多くの職員と研究協議しながら運営をしていきたい。

4. 大学・研究機関との連携

多くの大学や研究機関の支援をいただいて連携を行ってきたが、どの大学や研究施設

も好意的で連携も思ったよりスムーズにできた。交渉などは直接講師の方に行く場合と高大連携の係をとおして行く場合とがあったが、後者については時間的な余裕を持って行く必要があった。連絡やスケジュール調整にかなり難航する場合もあったが全般的にうまく行ったといえる。内容については多方面にわたる興味関心に主眼をおいて計画したため、特定の教授や研究員の方に1年をとおして継続的に指導をいただく形を取れず深まりのある研究という観点で見た場合は物足りないものがあった。次年度は課題研究形式の「七高アカデミア」では反省点を生かし、少人数による年間を通した継続的な連携を図り成果を上げていきたい。

5. 研究成果の普及

「日本海海洋調査実習報告書」「石動山植物ハンドブック」「フロンティアサイエンスⅠ報告書」を作成し、SSH校や県内教育機関、講師等へ配布し研究成果の普及を図ってきた。次年度は報告書やハンドブックなどの書籍による普及だけでなく、積極的な普及活動も視野に入れて研究していきたい。

6. 情報の発信

「SSH通信」、「フロンティアサイエンス通信」、「七高ホームページ」を通じて情報の発信をしてきた。2つの通信をあわせると年間30回を超える発行回数となり、1週間に1回は情報を発信していることになる。校内の生徒にはかなりSSH関係の情報は理解されていると考える。SSHの対象は主に理数科となっているが全校に情報を発信することでその効果の普及を図ることができたと考える。次年度には保護者や外部への情報発信も検討していきたい。「七高ホームページ」は1月までに5回程度更新したが、次年度は回数を増やし、ホットな情報発信をしていきたい。

Ⅶ. 資 料

1. 運営指導委員会

運営指導委員：笹山 雄一（金沢大学理学部教授）
村上 敏夫（金沢大学理学部教授）
日下 遼（金沢工業大学情報フロンティア部教授）
又野 康男（石川県水産総合センター所長）
室屋 雅啓（株式会社スギヨ管理部長）
谷内 洋介（七尾市小中学校長会会長）
加藤 茂芳（石川県教育委員会学校指導課課長）
浅田 秀雄（石川県教育センター所長）

(1) 第1回石川県SSH運営指導委員会

期日：平成16年8月25日（木）
場所：石川県立七尾高等学校 視聴覚教室

1. 挨拶

◎石川県教育委員会事務局 学校指導課長 加藤 茂芳

平成15年度から県のいしかわスーパーハイスクールとして指定され、様々な取り組みを行ってまいりました。その取り組みが大変評価され、今年4月に国のスーパーサイエンスハイスクールに指定をされました。この指導委員会はその運営に関し、専門的見地から指導・助言・評価をいただくため設置を致しました。

国のスーパーサイエンスハイスクール事業は科学技術・理科・数学の研究を重点的に行い、理科・数学に重点を置いたカリキュラムの開発、大学や研究機関との効果的な連携方策について研究を推進し、将来有望な科学技術系人材の育成に期するために設けられているものであります。今日の学校教育におきましては、確かな学力の向上が求められております。これは揺るぎない基礎基本の上に、思考力・表現力・問題解決能力の育成、学習意欲の向上などを目指しています。そのためには個に応じた指導・学力の資質の向上・個性能力の伸長が必要になってくると思われまます。また、このスーパーサイエンスハイスクールの指定を受けました七尾高校におきましては、教育力の向上はもちろんのこと、この研究成果を他校に普及して頂くという大きな使命もございます。そして県内外の理数教育のレベルアップに努められて頂きたいと思ひます。

本日、委員の皆様には本校の取り組みにご助言・ご指導を賜りまして、スーパーサイエンスハイスクール事業の円滑な実施、生徒の学習意欲向上の参考にさせて頂きたいと思ひます。

この事業により、科学教育・理科教育の発展への寄与、ひいては世界に通用する研究など、社会に貢献できる科学者や技術者がこれまで以上に本校から輩出されることを期待しております。

◎七尾高校 校長 三浦 光雄

スーパーサイエンスハイスクール事業の立ち上げ、企画・運営・実践につきまして細部にわたるご指導をいただき、また本事業以外でも何かと本校の教育活動に対しご指導・ご鞭撻を頂いていることも併せて御礼申し上げます。

さて、本事業推進にあたりまして現在、職員一丸となって取り組んでいるところでございます。今日はその進捗状況をご報告しながら、更なる改善・更なる推進を目指していき、活気のある、元気のある学校作りに励んでいきたいと思ひます。

どうぞ本日は忌憚のない指導・助言・評価を頂きまして、明日からの推進の糧にしていきたくと思ひます。

2. 議題

(1) SSH事業の概要について

◎本校教諭より説明

◎質疑応答

笹山委員 従来の課題研究はどのように行われているのか？
向 教諭 従来は1単位で2年次に行っている。今年度のSSC（スーパーサイエンスクラブ）の活動を、2年次の課題研究2単位で発展させたい。
笹山委員 企業・研究機関との連携、という点が、他校の取り組みとは違う。

- 室谷委員 たくさんの計画があるが、3年間で身に付くのか？何か1つに絞って研究した方がよいのでは？
- 笹山委員 集中型の授業形態をとってはどうか？
- 又野委員 幅広い分野で体験させ、その中で興味を持ったものを取り組んだらどうか？
- 笹山委員 いろんなものに興味を持てるように指導しなければならない。
- 日下委員 現代の子供たちは体験をする機会が少ないので、本年度の取り組みはとても良いと思う。次年度は体験型の学習をしないのか？
- 向 教諭 2年生の段階でも実験・実習を行っていききたい。
- 室谷委員 目標に対する達成の検証はどのように行うのか？
- 向 教諭 本校SSH事業では論理的思考力を付けさせたいと思っている。思考力に対する検証というのは難しいが、その都度生徒にはレポートを書かせている。
- 室谷委員 文部科学省のほうから評価基準は出ていないのか？
- 加藤委員 特に評価基準はない。文部科学省としては、発表会を通して独創性を見たいと考えている。長いスパンで結果を評価すればいい。

(2) 平成16年度事業計画について

◎本校教諭より説明

◎質疑応答

- 笹山委員 16年度の結果をどう結びつけるのか？
- 向 教諭 2年次には極力負担を減らし、研究を高度なものにしたい。
- 又野委員 生徒たちは忙しくて、他の授業などに響いていないか？また、大学と連携をしているが、進学の中で大学への受け皿等あるのか？
- 向 教諭 特にそのような話は出ていない。大学で発展的な研究ができるような基礎的な力を、高校のうちにつけさせたい。
- 日下委員 時間的な負担があるのでは？
- 向 教諭 時間的なことでの負担があるのは事実である。ただ、他教科の時間に迷惑をかけたりはしていない。
- 日下委員 「発表や討論する能力をつける」と研究課題にあるが、プレゼン等は既に行ったのか？
- 向 教諭 日本海海洋調査実習後、発表会を行った。
- 室谷委員 食品と科学という面からスギヨの研究開発部も力になれると思う。
- 笹山委員 SSH事業に関して、保護者への説明は？
- 向 教諭 春に行ったPTA総会で保護者全体に説明をした。理数科の保護者には、毎回通信を配布している。
- 7月に実施したアンケートでは、理数科のほとんどの保護者が、子供を理数科に入学させて満足していると回答した。また、SSH関連の情報発信に関しては、保護者全員が満足という回答だった。

(3) 進捗状況について

◎本校教諭より説明

(4) 指導・助言

- 加藤委員 ・生徒の主体性を大切にしてほしい。
・自分の生き方と絡めて、生徒と語れる場をつくってほしい。
・数学オリンピックの入賞者のほとんどが医者になっている現状。
・いろんなことに興味を持って、いろんな分野に散らばって欲しい。
- 浅田委員 ・体験がそのまま学力にはつながらない。学ぶ動機がたくさんありすぎると、かえって動機にならないこともある。
・教員の指導力も3年間で高まっているように。
- 室谷委員 ・来年度の活動にも期待したい。
- 加藤委員 ・教員ではなく、生徒がSSHの取り組みを語れるように。生徒の主体性を尊重し、時間や機材を生徒が自由に使えるように。

(2) 第2回石川県SSH運営指導委員会

期日：平成17年2月7日（月）

場所：石川県立七尾高等学校 視聴覚教室

1. 挨拶

◎石川県教育委員会事務局 学校指導課 課参事兼課長補佐 表 純一

2000年のOECDの調査でドイツがPISAショックということで教育改革を進めたということがありましたが、ふたを開けてみると、2003年のOECDの調査で我が国ものほほんとはしていられないという結果になっておりました。ただ、学力の向上ということに関しては、結果が出てからというよりも2000年の調査の結果をふまえて、このスーパーサイエンスハイスクールとかスーパーイングリッシュハイスクールというものが始まっているわけです。その時の分析で、今後どのようにしていこうか考えたところ、トップ層が少ないということがわかりました。全体のレベルについてはそれほど落ち込んでいないので、トップ層を増やそう、そういうねらいでSSHやSELHiが始まりました。合わせて、商業系や工業系の専門教育についても全国的な指定事業というものを行っています。学問の基礎分野からもの作りといった分野に至るまで、トップ層を精力的に作っていくという動きが始まっています。まだまだ成果が出るまでには時間がかかると思いますのでこれから期待したいと思います。しかしなにぶん昨年末のOECDやIEAの数字の結果だけが優先的に流れてしまい、学校の努力というのがなかなか認められないもどかしさを感じています。

今日の運営指導委員会で、こんな改善点が必要だということがあればご指摘頂きたいですし、こういういい点を地域に広めて欲しいということがありましたら教えて頂きたいと思います。

本日は短い時間ですが、よろしくお願い致します。

◎七尾高校 教頭 八十田 至

第2回石川県SSH運営指導委員会に、ご多忙の中ご出席頂きましてありがとうございます。この1年間委員の皆様には、非常に有意義なご指導、ご助言、ご協力を賜りましてなんとか本校のSSH事業を進めさせて頂きました。本校のSSHの取り組みに関しましては、ご承知の通り、能登の豊かな自然というものを最大限利用してフィールドワークを存分に組み、能登に学ぶということで取り組んで参りました。

先だって文科省の実施調査がございまして、そこで東京工業大学の赤堀侃司先生より、「取り組みの内容については1年目ということで様々な改善点というものがあるけれど、基本的な取り組みの方向性、また生徒の取り組む姿勢に関しては能登の良い伝統をふまえて活動が行われている。欲を言えばこの能登から全国に発信できる、そういう成果を上げてほしい。」というお言葉を頂きました。もちろん2年目に向けて、この16年度の取り組みを再度検証し検討し、そして次年度に向けて改善点を明らかにして、より充実した取り組みを行いたいと思っています。委員の先生方におかれましては、今年度同様、様々な面でご指導、ご指摘を賜って、より内容の充実した取り組みを進めていきたいと思っています。今後ともよろしくお願い致します。

2. 委員紹介

加藤委員（石川県教育委員会 学校指導課長） 欠席のため表委員（石川県教育委員会 学校指導課 課参事兼課長補佐）が出席。

3. 議題

(1) 平成16年度後期SSH事業の概要について

◎本校教諭より説明

◎質疑応答

笹山委員 SSC、課題研究、学校設定科目と内容は非常に盛りだくさんで先生方も指導するのが大変だったと思う。

日下委員 自分のことを振り返ってみても、高校時代に最先端の技術者の話を聞いたりすることは非常に動機付けになった。それがきっかけになっているような大学を受験してみようと思ったりする気持ちはとても大事である。そういう意味で、たくさん活動があることは良いと思う。専門的なことを学ぶ際にどのようなバックグラウンドがあるのか？

向 教諭 フロンティアサイエンスでは必ず事前学習し、知識を与えている。ただそれ

が十分かといえは十分とはいえない。

- 室屋委員 非常にたくさんの活動をしているが、私の立場から言えば「地産地消」ということで、能登の自然を食品にするということを生徒に考えて欲しい。これだけ活動しているところに加えるのもなんですが、中島菜の効能などを研究して欲しい。それを商品化して出すとなると、生徒もまたいろんな思いを抱くのではないか。
- 表 委員 七尾高校がSSHに申請をした第1回から関わっているのだが、内容的に第1回目から文部科学省には好評であった。今回再挑戦で申請をし、今年度から取り組んでいるが、依然として文部科学省の評価が高い。他県の高校から一生懸命活動しているSSH校を紹介して欲しいと言われ、紹介したのが七尾高校だった。紹介された県の人は非常に喜んでいて、それくらいの取り組みはしていると思う。
話が成果と評価についてになると思うが、先ほどのアンケートの結果で、嫌いな科目で理科・数学が増えていたが、教員が良かれと思っているようなことをメニュー盛りだくさんで与える、その結果として現にこのような反応が出ている。これが単なる一過性の反応で揺り戻し現象があって、最初の段階より良くなっていけばいいのだが、その当たりの分析をしなければならない。本当の個に応じた指導が2年目以降の課題になってくると思う。今までのところは全力投球でやって、その結果は十分出ていると言える。
- 浅田委員 現代の子供が体験が少ないということで、いろんな体験をさせようとする意図は分かるのだが、体験がありすぎるとかえってそれが薄まってしまう。生徒自身に疲れがでていないかな、という感想である。学校も生徒も息が長く続けられるものをつかみ取っていかないと、3年経った時にお互い疲れてしまうと思う。
自分の経験から、高校1年か2年くらいで、自分が面白いと感じる分野というのはわかるような気がする。とにかく全部食わせるのではなく、選択させていくような形が取れないだろうか。
- 表 委員 語学教育なら、シャワーのように浴びせると良いというが、科学教育も自然の不思議さとかをどどん味合わせれば良いと思う。理数科目が苦手になっているというデータに、腰が引けてはかえっていけないのではと思う。これは乗り越えるべきひとつの課題であり、研究というのは、課題が見えてきてそれをどうクリアするかということなので、シャワーのように浴びせながらも、苦手意識を持っている生徒をフォローしていってこれればありがたいと思う。

(2) 平成16年度事業(中間)の成果と課題について

◎本校教諭より説明

◎質疑応答

- 村上委員 実際のところ教員の負担はどうか。
- 山本教頭 正直負担は大きい。
- 村上委員 進学校として、SSHで忙しいということで進学に何か影響があるのではないか。
- 山本教頭 本校は進学校として地域の期待も大きい。今の1年生がSSHの活動の中心になっているが、学年が上がるにつれて進学の方へシフトして行くということも考えている。SSHの取り組みをやったことで進学実績が下がっては非常にまずいので、その当たりのバランスを考えたい。
非常に生徒が忙しいという印象を受けられがちだが、本校は今年度から7限授業になり、授業が終われば4時である。それから限られた短い時間で部活動をする。しかし蓋を開けてみると総体の成績は昨年より上がっていた。生徒なりに時間の工夫をしているのではないか。忙しいと言われるがまだまだやれるのでは、と思いたい。
- 表 委員 アンケート結果では理数科目を苦手とする生徒が増えているが、分母数が

少ないので、過度にパーセンテージにとらわれる必要はない。
うれしいのは表現力・分析力・洞察力が高まったと自己申告している生徒が多いこと。そういったことを客観的に評価するのは難しいが、工夫して欲しい。外部模試の結果は普通科より理数科の伸びが大きかったということだが、このままいけばいいなど期待している。来年度は2年目ということで新たな事業・科目に取り組むわけだが、今年度やってきたいいところを更に伸ばして欲しい、まずいなと思ったところをどんな風に克服していったのかというデータが欲しい。七尾高校は学校評価についても実践的な研究も県下の中で唯一して頂いて、そのアンケート結果を指標として取り組んでいる。ぜひ2年目良い結果が出るよう期待している。

浅田委員 成果の部分聞いて少し安心した。どういう方面に将来進みたいかというアンケート結果で、理系方面への進学を志望している生徒が増えている。忙しくて大変だという声もあるが、生徒は我々が考えている以上に集中力があるのかなと感じた。好きな科目は？のアンケート結果に少し心配もしたが、生徒はSSHでやっている授業と、数学・理科とは別のものに考えているのではないのか。むしろSSHでやっている授業が、日常的な数学・理科の授業に反映していくように、理数授業の改善に目を当てたほうが良いかと思う。いろんな体験をして知識は増えたが、それを選択してこうという時に、やはり必要になってくるのが理科であり、数学である。普通の授業をいかに充実させるかが課題である。

(3) 平成17年度事業概要

◎本校教諭より説明

◎質疑応答

- 村上委員 生徒にやりたい分野を選ばせて研究させたらどうか。また、過去3年間SSHをやった学校の成果や失敗点はどうか。体験ばかりする事業は生徒のためになるのか。
- 山本教頭 最初に指定された学校は今年で3年目である。本校は指定される前に先進校の視察をたくさんして、良いところも悪いところも調べたうえで計画書を出している。
- 表 委員 今年3年目を迎えた学校で継続申請した学校は半分くらいである。申請した学校はなぜ継続したいと思ったのか、また申請しなかった学校はなぜしなかったのかを調査して比較していかなければいけない。高校入学時点でこれを研究したいという明確なものを全員が持っていればいいが、そうではないと思うので、生徒に研究テーマを選ばせるのは少し無理もある。もしそれをやるのなら、中学生への啓発事業も同時にやっていかないとけない。
- 浅田委員 SSHをすることで高校にとって一番大きい部分というのは教育課程を理数に特化したものに変更できるという点。継続申請した高校はそのメリットを十分活かせたと感じているのだと思う。来年は2年目なので内容を少し絞ったほうがいいのかと思う。また、カリキュラムも今後活かせるような研究をして欲しい。

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1年次

印刷 平成17年3月

発行 平成17年3月

編集・発行 石川県立七尾高等学校

〒926-0817 石川県七尾市西藤橋町エ1の1

TEL (0767) 52-3187

FAX (0767) 52-6101

MAIL nanafh03@mx.ishikawa-c.ed.jp

印刷 第一印刷株式会社