

富山大学理学部

平成15年度 地域連携教育事業報告書

富山大学理学部広報委員会

森脇喜紀, 木村巖, 山口晴司,
唐原一郎, 石崎泰男, 波多宣子

はじめに

富山大学理学部では、大学の知を地域に広く利用してもらい、また科学への興味を喚起し、その面白さを地域の青少年と共有することを目指して、平成12年度より出前講義(付録参照)を実施している。出前講義では、高等学校や中学校あるいはその他の団体へ大学教員を派遣し、講義やデモ実験を実施しており、既に43件の講演を実施してきている。本年度(15年度)から表0-1のように、新たに地域との連携事業をスタートさせた。県内の3高等学校と連携して、講義だけではなく主に実験や実習を通じて体験的に科学を学ぶ講座を開講した。これらの事業では、日頃触れることのできない大学の施設や機器を利用する(表0-1中1, 3)、あるいは野外へ実習に出掛ける(表0-1中2)など、高等学校では実施の難しい実験や実習により科学を面白く学び、最先端の科学に触れることを目標とした。表中1, 2 は文部科学省のサイエンス・パートナーシップ・プログラム(SPP)事業による支援を受け実施した講座であり、3は同じく文部科学省よりスーパー・サイエンス・ハイスクール(SSH)に指定されている富山高等学校との協力講座である。また、4は富山県総合教育センターが主催し、富山大学理学部が実施した高校教員の教員研修であり、5はこれらの講座をまとめる目的で行ったシンポジウムである。本報告書では、SPP事業の支援を受けて行った連携講座(1, 2)を中心に、これと関連のあるSSH協力講座、教員研修講座、高校-大学連携教育シンポジウムについて報告する。

SPP連携講座(1, 2)、SSH協力講座(3)の具体的な内容は後に譲ることにして、これらの講座の特徴をのべると以下のような点を挙げることができる。

- 1) 複数の講座を同時進行で用意し、生徒は事前に興味のある講座を選択できるようにした。
- 2) 事前学習および実習用のテキストを作成・配布した。
- 3) 講座あたりの生徒数は少人数とし、講座には1名以上の大学教員とほぼ2名のティーチング・アシスタント(大学院生, TA)を配置してきめ細かな指導を行った。
- 4) 実験・実習後に学習内容の発表会を開催することにし、実習中の合間にプレゼンテーションの方法等についても指導した。

SPP連携講座、SSH協力講座あわせて、延べ開講日数8日間、延べ講座数17講座、担当教員数23名、担当ティーチング・アシスタント数31名であり、盛り沢山な講座であったとも言えるだろう。

本報告書では、SSH協力講座としては、夏休みに行った特別実験のみを取り上げている。これ以外にもSSH特別講義、SPP招聘事業として高校へ出向いての特別講義、立山での野外実習なども行っているが、これらは富山高等学校と高岡高等学校のSSH報告書・入善高等学校のSPP報告書に記載されるので本報告書では省略する。

青少年の理科・科学への興味・関心の低下が問題視されている。この傾向は学年が進むにしたがって顕著になるそうである。しかし、我々が実施した「体験的な講座」を受講した高校生の反応は、これらの心配を感じさせないものであり、このことは本報告にも記したアンケートの結果や寄せられた感想文などからも見て取れる。彼等が体験してみたい科学の世界がここにあったのであ

ろうと思う。今後も、同様の講座を継続的に実施していくことにより若者の科学の芽を育て、地域ひいては日本の未来への貢献へと糸を紡いでいけるのはなかろうか。

本年度1年間を振り返ってみると、大学内は大学法人化に向けた準備で多忙を極めていた。そんな中で高校 - 大学連携事業が順調に始動できたのは、講師を担当した教員達の科学者、教育者としての使命感があったからであろう。これらの事業は教員達による全くのボランティアによって成り立っていることに注目して頂きたい。事業の継続の重要性を認めるならば、大学教員達が積極的にこれらの事業を実施できるよう支援体制を整える必要がある。これまで大学教員の評価は主に研究成果によってなされてきたが、これからは大学での教育とともに高校との連携事業もこの評価の枠組みの中に入れていかねばならないと考える。

本事業は、主に文部科学省のサイエンス・パートナーシップ・プログラム事業の支援を受けて実施された。また、富山県教育委員会、富山東高等学校、入善高等学校、富山高等学校、高岡高等学校の協力なしには実施し得なかった。これらの機関の関係者に謝意を表したい。最後に本事業での講師を務めた本学教員とそのボランティア精神に謝辞と賛辞を呈したい。

表0-1 平成15年度実施の地域連携教育事業

番号	事業名	講座名	実施日	連携相手	参加者数	講師数	TA数
1	連携講座	大学で体験する科学・技術の基礎実験	8月30日	富山東高等学校	39	11	14
2	連携講座	黒部川扇状地の科学 - 名水を生み出すしくみと名水が育む自然 -	8月 4,6,25,26日	入善高等学校	38	3	6
3	協力講座	大学で体験する最先端の科学実験	8月20-22日	富山高等学校	16	9	11
4	教員研修講座	学校で活かせる先端技術	8月4日	富山県総合教育センター	15	3	6
5	シンポジウム	高校-大学連携教育シンポジウム	12月6日	教育学部他	52 (高校・大学教員)	7	
6	出前講義	多数実施(詳細は付録を参照)					
7	招聘講座	数論と現代暗号	12月12日	入善高等学校	40	1	

富山大学理学部
地域連携教育事業報告書

目次

第1章	教育連携講座「大学で体験する科学・技術の基礎実験」 富山東高等学校との連携、サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業(連121)	1
第2章	教育連携講座「黒部川扇状地の科学 - 名水を生み出すしくみと名水が育む自然 - 」 入善高等学校との連携 サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業(連122)	23
第3章	協力講座「大学で体験する最先端の科学実験」 富山高等学校(スーパー・サイエンス・ハイスクール)との連携	41
第4章	教員研修講座「学校で活かせる先端技術(電子顕微鏡について)」 富山県総合教育センターとの連携	57
第5章	高校-大学連携教育シンポジウム 「高校-大学連携により新しく生まれた教育の可能性を探る - 高校における新しい理科・数学教育の試み - 」	67
第6章	まとめ	81
付録		
A	理学部出前講義	83
B	本事業に関する報道	85

第1章 教育連携講座1 「大学で体験する科学・技術の基礎実験」 - 富山東高等学校との連携 (SPP 事業番号 連121) -

1-1 概要

本理学部では高等学校等へ教員を派遣する「出前」講義を富山東高等学校に対して数回にわたり実施してきている。今回の連携講座では、大学レベルの基礎科学実験・実習を生徒に実地で体験させ科学に対する知的好奇心を涵養するとともに、世の中の産業や技術を支える基盤となる数理科学への興味を誘うとともに、大学教員や大学院生(TA)との交流を通して科学的なものの見方・考え方を学んでもらうことを目的とする。

富山東高等学校生徒(自然科学コース2年 39名)を大学に招致し、理学に関する8個のサブテーマ(表1-1)について大学研究室レベルの内容を高校生向けにアレンジして実験・実習を体験させる。生徒を講師の目の届く少人数編成に分け、大学院生(TA)を多く配置することで生徒1人1人の実験・実習を丁寧に補助する。生物圏環境科学、地球科学の分野では地元の題材を用いるなど親しみやすいテーマを用意した。実験・実習の時間を多くとり、実験を体験させるとともに発表の仕方の指導も行う。最終時間にはすべてのテーマについて合同で、パソコンなどAV機器を利用したプレゼンテーションを行い、質疑応答を通じてさらに理解を深める。

日程と実施時間は下記の通りである。生徒は貸し切りバスで高校と大学間を往復する。

平成15年8月30日(土)

9:00 開講式

9:10 ~ 15:10 各グループごとに実験・実習

15:10 ~ 16:40 プレゼンテーション会(グループ持ち時間10分、発表8分、質疑応答2分)

16:40 ~ 16:50 閉講式 修了書授与

表1-1 教育連携講座1で実施した分野別サブテーマ

分野	サブテーマ	生徒数	担当教員
数学	1. 「解けない知恵の輪」	4	東川和夫(数学科 教授)
物理学	2. 「極低温の世界」	5	石川義和(物理学科 教授), 光田暁弘(物理学科 助手)
	3. 「超強力磁石の物理」	5	桑井智彦(物理学科 助教授), 水島俊雄(物理学科・ 助教授)
化学	4. 「放射線の飛跡を目で見る霧箱実験」	6	安田祐介(化学科 教授)
	5. 「お茶の葉からカフェインの単離とその赤外線吸収スペクトルおよび核磁気共鳴スペクトルの測定」	4	山口晴司(化学科 教授)
生物学	6. 「アリ類の同定とDNAマーカーを用いた遺伝的変異の検出」	5	前川清人(生物学科 助手)
生物圏環境科学	7. 「ウニの受精と初期発生におけるカルシウムイオンの役割を考える」	4	黒田律 (生物圏環境科学科 助手)
地球科学	8. 「雪と水の基礎と実験」	6	對馬勝年(地球科学科 教授), 田中るみ(水素同位体 科学研究センター 助手)

1-2 各サブテーマの内容

1-2-1 解けない知恵の輪(数学)

講師：東川 和夫(数学科 教授)

目的と教育実施内容：

今回の題材の最大の特徴のひとつは、「不可能であることを証明する」ことが出来ることを学ぶことである。知恵の輪に題材をとり、その実物を触りながら、解けるのか否かを理論的に解明しようという問題意識を持った。知恵の輪が解けるための十分条件は、知恵の輪を平面に投影して得られる図形の3色ぬりえで述べられる。その条件を理論的に理解すると同時に、具体例について3色ぬりえを行った。また、見た目は全く異なるが、実は同様の理論的背景を持つカードゲーム「セット」での実習も同時に行った。これらの実習を通して、抽象化の持つ力と、3のもつ具体的な面白さの双方を体験してもらうことが、今回の授業の特徴である。

教育的効果・結果：

受講者諸君は、与えられた知恵の輪に付随する3色ぬりえを、さまざまな場合に具体的に構成した。これによって、理論の理解と同時に、与えられた知恵の輪が解けるか否かを、明示的に判定できることを学んだ。また、見た目は異なるが、同様の理論的背景を持つカードゲーム「セット」の背景を理解し、また実際のゲームにもたいへんに熟達した。これらによって、3のもつ具体的な面白さを十分に堪能したと思う。



知恵の輪が解けるか否かが数学で判定できるということにも、受講者諸君は新鮮な驚きを表していた。高校までの数学では学べない、抽象化の持つ柔軟性に触れてもらうことが出来たと思う。

留意点・課題等：

事前にさまざまな知恵の輪や、カードゲームを用意した。これにより、極めて具体的に、実際に知恵の輪をいじり、3色ぬりえを構成しながら実習を行った。また、理論的な背景を理解するための教材もあらかじめ用意した。同時に、話題を広げすぎず、重要なポイントに絞ったことも、理解を深めるためには良かったと思う。

1 - 2 - 2 極低温の世界・超強力磁石の物理（物理学）

講師：石川義和（物理学科・教授）、光田暁弘（物理学科・助手）、桑井智彦（物理学科・助教授）、水島俊雄（物理学科・助教授）

目的と教育実施内容：

2つのテーマ「極低温の世界」と「超強力磁石の物理」の講座を開講した。

「極低温の世界」では、日常世界では見ることの出来ない液体ヘリウムの超流動の観察実験を行い、生徒の低温物理学への興味を誘うことを主な目的とした。室温から絶対温度2Kにいたる冷却過程で、(1) 熱電対による温度測定方法の学習、(2) 液体ヘリウムの移送の実際、(3) ガラスデュワーの冷却過程の観測、(4) 液体ヘリウム減圧による超流動液体ヘリウムの生成、等の後、超流動ヘリウムによる(5) はい上がり効果、(6) スーパーレーク(7) 噴水効果、(8) カピッツァの蜘蛛の観察実験を行った。



「超強力磁石の物理」のテーマでは、永久磁石ネオマックスの超強力磁石を用いて磁性に関したおもしろ実験を行い、生徒の磁性物理学への興味を誘うことを主な目的とした。ネオマックスを使った、(1) 金属管中の自由落下実験、(2) 一円玉が示す常磁力と反磁力の実験、の他に、(3) 強磁性体の磁化曲線の測定、(4) ニッケル-アルミニウム合金の消磁実験、そして最後に、(5) 酸化物高温超伝導体の永久電流による磁気浮上の観察実験をおこなった。

教育的効果・結果：

上記のテーマは、午前中に実験、午後から講師による説明と、生徒達による考察とまとめの作業、そして最後に10分間の発表という計画であった。午前の実験では、超流動や超強力磁石など、生徒たちは、日常では接することの出来ない現象に対する素直な驚きと、また、実際に自ら接することによる感激を得ることができたようだ。午後からのデスクワークでは、生徒たちから鋭い質問や実験に対する面白い見方等が出され、講師の方も単に答えを説明するのではなく一緒に考え楽しむことができた。生徒たちと講師との信頼関係が生まれ、実際の午後のデスクワークは、有意義な考察の時間にすることができた。



留意点・課題等：

今回の SPP では、出来るだけ生徒たちを「お客さん」にしないで、実験の準備からまとめまでを生徒自らが参加して進行させようとしたが、どうしても時間的な制約から「効果的・効率的な実施」を考え、生徒たちは、講師の計画に引張られた面があった。高校では「エネルギー」や「電磁誘導」の単元を未習得の段階で、このようなテーマを生徒の主体的に行わせようとすることに問題点があった。

実験を全体の時間の半分に押さえ、半分をデスクワーク(講師の説明、生徒からの質問、生徒を含めた全員の討論、まとめ等)に当てたのは、良かったのではないかな。

しかし、10分の「発表」については、結果的に生徒たちはすばらしい「発表」が出来たが、実は、生徒達は(1) コンピュータを扱えない、従って、(2) ワープロが出来ない、(3) エクセルが出来ない、(4) パワーポイントが出来ない、等のレベルであるため、自分たちで発表(プレゼンテーション)を準備することは結局出来なかった。講師の準備したものに生徒がコピーしただけという感がいなめない。「発表」の方法は、もっと考える必要がある。



1 - 2 - 3 放射線の飛跡を目で見る霧箱実験・カフェインのお茶の葉からの単離と赤外線吸収スペクトルおよび核磁気共鳴スペクトルの測定(化学)

講師：安田祐介(化学科・教授)、山口晴司(化学科・教授)

目的と教育実施内容：

「放射線の飛跡を目で見る霧箱実験」では、近くで採取されたウラン鉱石から出る放射線の飛跡を目で見る霧箱実験を行なった。(1)うまに見えるように各自で工夫させる。(2)注意深い観察の大切さを体験させる。(3)なぜ、そのような現象が起こるのかを考えさせる。

「お茶からのカフェインの単離」では、一般によく知られている物質であるカフェインの、単離・抽出と先端機器によるスペクトル測定を行なった。一般の抽出操作では、いろいろな化合物が同時に抽出されるので、どのようにして望む物質だけを単離するかについて学ぶ。また、先端機器によるスペクトル測定では、赤外線吸収スペクトルおよび核磁気共鳴スペクトルの原理について学び、化合物の構造に関するどのような情報を提供するかについて学ぶ。



教育的効果・結果：

「放射線を目で見る」の実験では、(1)長い飛跡が観測されるためには、霧箱を水平にする必要があるが、かなり手こずっていた。(2)太くて短い飛跡と細くて長い飛跡との(少なくとも)2種類が存在することを、確信をもって報告できるか？自然科学には根拠が必要なことを理解させた。線源(鉱石)とは関係の無い方向からの飛跡(壁からはねかえり)に気づいた生徒もいた。(3)太いと短い、細いと長い理由や箱の壁からはね返る理由などを考えさせた。

また、「お茶の葉からのカフェインの単離」の実験では、約10gの茶葉から約0.2gのカフェインを単離する過程で化学実験の基本的操作方法を実践的に学ばせた。昇華法によりカフェインが針状の結晶を形成する様子を観察させた。きれいな結晶に驚きの声があがった。さらに、抽出した物質が本当にカフェインであることを確認するために、赤外線吸収スペクトルと核磁気共鳴スペクトルを測定し、特徴的な二つのカルボニル基、ならびに3つのメチル基と1つの環水素を持つことを確認した。



留意点・課題等：

実験当日に、報告会を行う関係より放射線および赤外線吸収スペクトル・核磁気共鳴スペクトルについては事前学習を希望し、あらかじめ資料を高校側に提供していたにもかかわらず、全くなされていなかった。その結果、実験結果を理解・解釈させる時間が不足し、さらに、当日の報告会をどのような形態にするかに課題が残った。

カフェインは、一般によく知られている化合物であり、抽出も容易で、昇華法によりきれいな針状結晶として得られる。受講生はたいへん興味を示し、抽出・単離実験に積極的に取り組んでいた。また、カフェインは赤外線吸収スペクトル、核磁気共鳴スペクトルとも、確認の容易な特徴的なシグナルが観測できる。カフェインはこれら先端機器によるスペクトルの説明に非常に適した化合物である。高校生にはやや高度な内容だが、物質の同定に非常に強力な手段であることは、受講生諸君も理解したと思う。

1 - 2 - 4 アリ類の同定とDNAマーカーを用いた遺伝的変異の検出 (生物学)

講師：前川清人 (生物学科・助手)

目的と教育実施内容：

採集済みの(or 前日にこちらでトラップをしかけた)アリのサンプルを用いて属種レベルの同定を行った。更に、いくつかの分類群から実際に抽出してもらったDNAを使って、PCR法を用いた遺伝的変異の検出を行った。

身近な生物を材料に選択しながら、高校では体験できない特殊な機器(マイクロピペッター、PCR機、電気泳動装置など)を用いた実験を行った。



実施時間が短いため、短時間で分子生物学の基礎が分かるような資料を配布し、可能な限り説明する時間を確保した。また時間内に実験結果が出るように、高速反応が可能な試薬を選択し、あらかじめ条件を検討した。全ての実験操作を生徒達に体験させるために、時間のロスをなくすため試薬等をあらかじめ調製しておいた。プレゼンテーションのための素材としては、視覚効果を考えてパソコンを用いたものとし、あらかじめある程度準備し、実習後に短時間で埋めていけるように工夫した。

教育的効果・結果：

生徒たちにとって非常に身近な生物で、形態上の違いが余り感じられないアリにおいても、

DNA レベルで見ると異なっていることを実感させながら、生物の多様性と動物の分類に DNA レベルでの手法がいかに威力を発揮するか、またいかに生物という学問分野に広く役立っているかを理解させた。映画ジュラシックパークでも話題になった先端の分子生物学実験の手法である PCR 法により、目に見えない微量の DNA を PCR 法によって大量に増やし、電気泳動法によって特定の長さのものに精製・可視化できることを体験でき、また実際にどのような実験器具を用いてどのような操作により行われるのかも体験できたため、生徒は非常に興味をもった。

予定の実習は全て行うことができ、予想通りの結果を得ることができた。

プレゼンテーションのためには、テンプレートファイルを予め用意しておくことで、結果までを比較的簡単にまとめられ、実習の考察をする時間が多くとれた。

留意点・課題等：

生徒たちが事前学習のために時間をあまり取れなかったせいか、実習の流れを理解していなかった生徒が見られた。あらかじめ配布していたテキストと事前課題は、少なくとも目を通しておいてもらう必要がある。しかし今回は、その必要性が高校の先生に伝わっていなかった可能性がある。そのためには、講師、高校の先生、生徒の間の連絡や打ち合わせを密にする必要があると感じられた。今回は、生物を選択している生徒と物理を選択している生徒が混ざっており、配付資料の理解度は人によってまちまちな印象であったため、それを補うために説明に時間をとられた。

パソコンに関してはほとんど何も知らない生徒が多く、短時間でパソコンを用いた発表まで指導するのは厳しいと感じた。発表会の日を改めるか、後日レポートを作成させる方が生徒の理解も高まるのではないかと感じた。生物学の実験は、一般的に反応を見るのに時間がかかることが多いので、6時間という実験時間はかなり厳しかった。せめてもう少し発表時間を実習時間にまわすことができれば、生徒たちにとってももう少し実習を楽しむ余裕ができ、より教育効果は高まったと思われる。

1 - 2 - 5 ウニの受精と初期発生におけるカルシウムイオンの役割を考える（生物圏環境科学）

講師：黒田律（生物圏環境科学科・助手）

目的と教育実施内容：

『ウニの受精と初期発生におけるカルシウムイオン Ca^{2+} の役割を考える』というテーマで行った。ウニの受精、初期発生にはカルシウムイオン (Ca^{2+}) が重要な役割を果たすが、低濃度のガドリニウムイオン (Gd^{3+}) が Ca^{2+} の細胞内進入を阻みウニの受精と初期発生を阻害する。近年、大都市中小河川の下処理場下流や内湾では、異様に Gd^{3+} 濃度が上昇しており、名古屋市天白川では、14 ng/l (約 10^{-10}M) という値が報告されている。そこで、このような環境水中に存在する Gd^{3+} がウニの受精と初期発生を阻害する可能性があることを高校生らに観察を通して学ばせる。(A) 海水の Ca^{2+} 濃度を低くした場合、(B) 除いた場合、あるいは (C) Ca^{2+} の細胞内流入を Gd^{3+} で阻害した場合の3つの場合について比較観測させ、ウニの受精と初期発生における Ca^{2+} の役割と Gd^{3+} の阻害作用について考えさせた。また、高校生に事前学習で、 Gd^{3+} の用途などについての調査を依頼した。



教育的効果・結果：

高校生たちは楽しそうに実験を行っていた。実験手技そのものは単純で、高校生はなかなか手にこなし、この種の講座に慣れているという印象を持った。

(A) 海水の Ca^{2+} 濃度を低くした場合、(B) 除いた場合、あるいは、(C) Ca^{2+} の細胞内流入を Gd^{3+} で阻害した場合の3つの場合について、ウニの受精の様子を顕微鏡を用いて観察させ、受精率

の違いを比較させた。また、Gd がウニの初期発生において骨片形成を阻害することを観察させた。これら高校生たちが観察し撮影した顕微鏡写真を利用して、発表させた。

しかし、時間が短く、環境中に放出された Gd が危険かもしれないということを十分理解させるには至らなかった。Gd が様々な身近な分野で使用されていることが、もっとしっかりと認識できていれば、高校生達の理解がさらに高まったと考えられる。

留意点・課題等：

高校生たちが事前学習の時間を十分とれなかったようである。もし事前学習が難しいならば、講座を 1.5 日にして、初日にテーマの背景を含めた説明をする時間をとるのが良策だと思う。その方が発表の練習や準備もしっかりできると思う。あるいは、発表を別の日に行うこととし、1 時間でも講義の時間をとった方がいいと思われる。

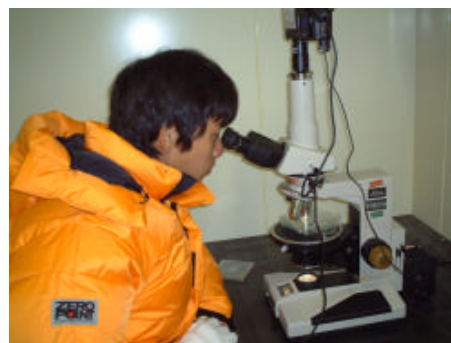
1 - 2 - 6 雪と氷の基礎と実験（地球科学）

講師：對馬勝年（地球科学科 教授）、田中すみ（水素同位体科学研究センター 助手）

目的と教育実施内容：

実験1.人工雪結晶の作成

雪は天から送られた手紙である」という中谷宇吉郎の有名な言葉とともに、その暗号の解読書に当たる「中谷ダイヤグラム」は世界的に有名である。雪結晶は上空の雲の中で形成され、やがて地表に落ちてくる。中谷の研究により、過飽和の条件で雪の結晶ができ、過飽和度が大きくなるほど樹枝の発達した結晶になるという結果が示された。中谷ダイヤグラムは半世紀に渡って真理とされてきた。



この実験ではまず受講生に「過飽和度とはどういう状態か」を考えさせた。次に、「雲の中に実現されるといふ過飽和が 110 % とか 130 % という状態はどのような状態なのか」を考えさせた。以上の考察を進めた上で、用意された防寒服に着替えて、- 15 の低温実験室に入り、最新の人工雪作成装置を操作させた。この装置では雲粒（細粒な水滴）が薄い膜の上に張り付けられている。顕微鏡を覗くと、無数の雲粒と成長しつつある一つの雪結晶を観察できる。結晶の枝の先端付近の雲粒は縮小し、やがて消えていき、結晶の枝は伸びていく。この観察から、受講生には装置の中の過飽和の状態について再度考えさせた。

この実験は従来の中谷ダイヤグラムに示された過飽和度に疑問を懐かせるはずである。「多くの教科書に書かれ、百科事典にも記されていることは全てが真理」というわけではなく、疑問を懐く余地も残されているのであり、それが極めて簡単な実験によって達成されるということを受講生に認識させた。

実験2.チンダルの花,復氷

熱線を照射すると氷の結晶の内部に「チンダルの花」という模様が多数現れる。このチンダルの花は、氷の内部の微小部分の融解によって発生する。受講生には切りだした氷に赤外線ランプを照射させ、内部融解、チンダルの花を実際に作らせた。また、内部融解によってなぜ水蒸気泡が発生するのか考えさせた。次に、解けつつある氷に針金をかけ、針金の両端に錘を付ける。針金が氷の内部に貫入し、やがて氷を通り抜けてしまう現象は「復氷」と呼ばれている。針金の通過した氷はくっついたままで二つに割れることはない。受講生には、氷の中を貫入中の針金の部分を顕微鏡で観察し、沸き上がる雲のように無数の水蒸気泡が



発生するのを観察させた。

これらの実験では、「氷 - 水 - 水蒸気」が共存する状態を見た。このときの水や氷の温度は何度で圧力は何 Pa になっているのだろうか。受講生に考えさせた。次いで「水蒸気と水の力の釣り合い」から水蒸気の圧力、水の圧力の考察に導いた。ここまで進むとも「科学の先端に達する。研究者は何を探求しているか、どこで苦労しているか」を学ばせた。

教育的効果・結果：

「雪と氷の基礎と実験」では、午前中の約1時間で講師による実験内容の説明があり、従来定説とされていたことをしっかりと認識させ、ここでの実験によってその定説を覆さなければならないことを理解させた。その後「人工雪結晶の作成」実験と「復氷 - チンダルの花」実験に3名ずつ分かれ、実験を開始した。低温室での実験や氷を使つての実験は受講者にとって初めての体験であり、新鮮な驚きや感動があったようである。また、一度実験を終えた受講者が、自主的に何度も実験を繰り返し、実験の手法を自ら考えて改善しようとする姿勢が印象的であった。この実験では次のような結果を得た。(1)雲の中で雪結晶が成長するのは、雲粒が蒸発して雪結晶に水蒸気を供給するからである。従来、過飽和水蒸気(水滴に対して)の中で雪結晶が成長するといわれていたのは誤りであることを理解させた。(2)内部融解によって、氷、水、水蒸気の三相が現れるが、これは三重点ではない。力の釣り合いから考えると、水や氷は負圧にもなりうることを解説した。(3)復氷現象で発生する水蒸気泡は、数ミクロンの大きさであることがわかった。したがって、内部融解像の場合と同じように、この水が負圧になっていることを解説した。

午後からのデスクワークでは、担当教官と実験結果について議論し、雪と氷の基礎について理解を深めさせた。また、TAの指導のもと、コンピュータを使って実験結果を整理し、発表の準備をした。これは、TAと受講者たちの共同作業であり、受講者にとっても有意義な考察の時間であったと思われる。

留意点・課題等：

(1)実験用のテキストを作成し、予め高校に提示していたにもかかわらず、予習が十分にされていないという印象をもった。これは、高校との連絡や打ち合わせが不十分であったことに原因があると思われるので、今後は、高校との連絡を密にするなどの工夫が必要と思われる。

(2)「チンダルの花、復氷」の実験を通して水や氷が負圧にもなりうることを解説したが、高校生には十分に理解できなかったかもしれない。高校2年生程度で理解できる基礎知識から出発して、問題点まで導くための問答法によるレールを敷くことが、受講者の理解を深めるために必要だったと思う。

(3)高校生が今回の実験に非常に興味を持ち、何回も実験を繰り返したために、実験データをまとめる時間がやや足りなくなった。このような場合も想定した上で、実験手順についてTAと十分に打ち合わせておくことが、実験を効率的に進めるために必要であると感じた。

(4)発表会の準備に当てられる時間が短いと予想されたため、予めPower Pointで発表用の雛型を作っておいた。結果的に高校生は立派な発表ができたが、高校生の自主性を尊重し、受講者が自分達で準備できる範囲での発表でもよかったかもしれない。

1 - 3 予 算

この講座では実験・実習に必要な試薬などの消耗品とTA謝金、生徒が高校-大学間を往復するためのバスの借り上げ費用、生徒の傷害保険、テキストなどの費用について、SPP事業から補助を受けた。その内容を表1-2に示す。表に示したのは申請時の額であり、実際の経費とは多少のずれがある。また、TA謝金(諸謝金)は、TAの実施当日の準備、講座実施中、後かたづけに対してのみSPP事業へ申請が可能となっている。多くの講座において事前準備にもTAの協力を要したため、この部分については理学部よりTA謝金を支給した(TA9名、のべ33時間、36,390円)。

表1-1 教育連携講座1予算申請額 (注: 通信運搬費、印刷費、生徒旅費は数学分野に含めてある)

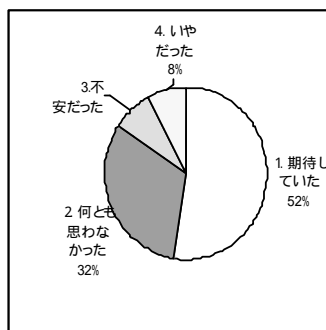
	数学	物理学	化学	生物学	生物圏環境科学	地球科学	計
諸謝金	10,150	30,450	40,600	20,300	20,300	20,300	142,100
消耗品費	0	19,000	7,000	25,000	13,800	20,000	84,800
通信・運搬費	2,070	0	0	0	0	0	2,070
印刷製本費	70,000	0	0	0	0	0	70,000
生徒旅費	51,450	0	0	0	0	0	51,450
打ち合わせ交通費	2,960	2,960	2,960	2,960	0	2,960	14,800
保険料	4,000	10,000	10,000	5,000	4,000	6,000	39,000
合計	140,630	62,410	60,560	53,260	38,100	49,260	404,220

1-4 アンケートの結果

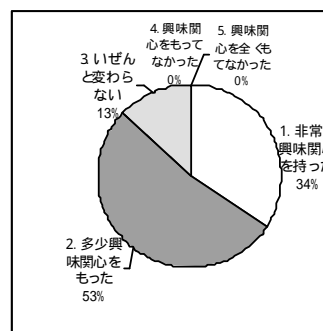
講座実施の後、生徒、高校教員、講師、TA を対象としてアンケートを行い、今回の講座の効果や問題点を探ることを試みた。まず、アンケートへの回答とその分布について記述し、その後解析した結果を示すことにする。

1-4-1 生徒からの回答

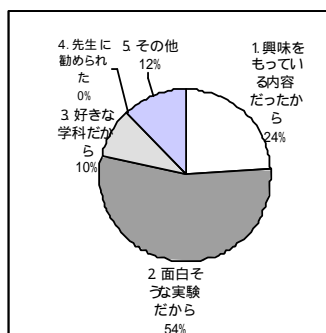
問1 今回の実験・実習をする前の気持ちは以下のどれが最も近いですか？



問3 今回の実習を受講して、この分野への興味・関心が増しましたか？



問2 あなたが今回の実習のテーマを選んだ理由は下記のどれですか(複数選択可)



問4 それは何故ですか(括弧内は表1-1でのサブテーマ番号)

[1. 非常に興味関心を持った]

- ・前から本で読んで興味を持っていた「はいあがり現象」をこの目で見る事ができたから(2)
- ・先生の説明が分かりやすかった。不思議なことがたくさんあったので、調べてみたいと思ったから(2)
- ・普段は触れる事のできない世界だったから(2)
- ・先生の説明がよかった。実験が面白かったから(3)

- 先生もおもしろかったし実験も最高！(3)
- おそらく基本的な事しかしてないが、そのすごさ、すばらしさが分かって、すごく興味を持てたから。先生もまた親しみやすく楽しんできたから(3)
- 学校では使った事のない器具を使ったりしてとても新鮮でした(化学って感じがして)説明も、私たちに分かるよう分かりやすくして下さり良かったです。また、大学内の研究室の様子や実験室も見学できておもしろかったです(5)
- 先生の話が上手で質問も分かりやすい答えが返ってきて面白かったから(7)
- 実験が面白く、実験による結果がよく分かったから(7)
- 実験が面白く、解りやすかった(8)
- もともと好きな内容だったので(8)
- 分からない所を質問すると私達にも分かるように言葉を選んで説明してくれて、体調にも気を使いながら教えて頂いて過ごしやすく、仲良くできて面白かった(8)
- 全て面白かったから(8)

[2. 多少興味関心をもった]

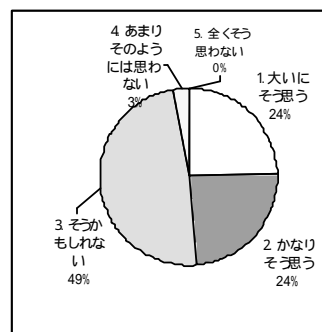
- 思ったよりも楽しくて、新発見が面白かったから。数学が楽しいと思えたから(1)
- 実際、数学を使った気がしたから(1)
- 知恵の輪がとけるか、とけないかを計算で出せるなんて思ってもみなかったし、結構思ったより簡単だった(1)
- 先生の説明がわかりやすく実験の内容も面白かったから(2)
- 心の奥深くでひかり輝くものを見つけたから(2)
- 実験がおもしろく、先生も面白かった(3)
- 先生の説明が面白かった(4)
- 実験の結果が目で見える事ができたから(4)
- 実験がおもしろかったから(4)
- 実験をするのが好きだから(5)
- 実験で使った事のないような器具を使ったりして、とても面白かった(5)
- 不思議に思ったことがたくさんあったから(5)
- 実験装置が色々あった(6)
- 事前学習でインターネットなどを使って調べた事と関連性があるって、興味を持ちやすか

- ったし、先生や TA の人達が親切で良かったからです(6)
- TA との話が面白かった(6)
- 実験が面白く、やっている事も解りやすかった(6)
- 環境問題とかに興味があるから(7)
- 不思議に思ったことがあったから(7)
- 知っている現象について具体的にその原理が分かったから(8)
- 結晶のでき方がよく分かったから(想像していたより納得のいくでき方だったから)(8)

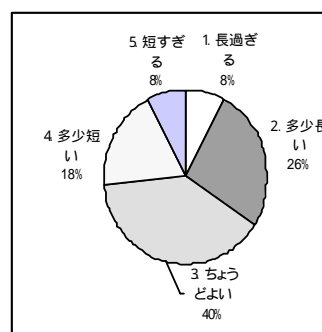
[3. いぜんと変わらない]

- 新鮮な発見はなかったから(4)
- 実験は面白かったが、興味関心を持つほどではなかった(4)
- 第1希望と異なっていたから(4)

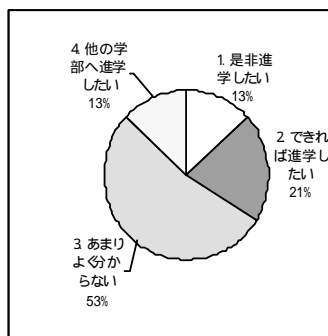
問5 テキストは講座の内容を理解するのに役立ちましたか



問6 今回の実習時間はどうでしたか



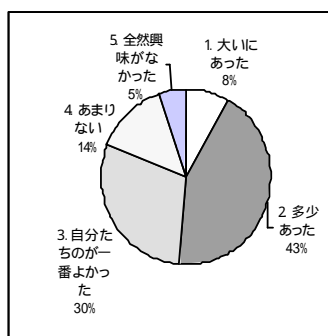
問7 大学(富山大学あるいは他の大学)の理学部へ進学したいと思いましたが



問8 普段から興味を持っていること, 不思議に思っていることがあれば書いて下さい

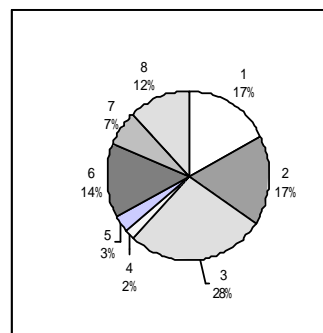
- ・量子論について。CPUのしくみ
- ・なぜ、ドライアイスは液体にならないのか
- ・ミクロの世界がとても不思議
- ・発電所から家や街に電気が届くまでに何割の電力が消費(減少)されているのか
- ・雪のおこり方
- ・ $y = \cos$ と $y = x$ の共有点は求めることができるのか
- ・星の事とか、天気のこと
- ・カフェインを含む飲み物をたくさん飲んだら、ドーピング検査にひっかかってしまうのか? など
- ・地球環境
- ・DNA について学習する機会があって、DNA 判定など研究学についても知りたいと思いました
- ・電車はなぜ曲がるか?
- ・新しい物質について興味を持っている

問9 発表会で他グループの話を聞いて興味を持ったものがありましたか。

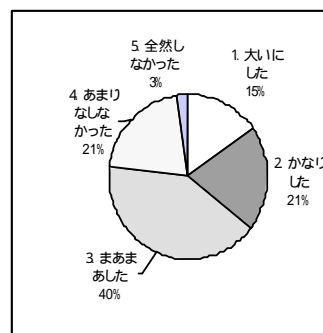


問10 発表会で話をきき、興味を持った分野に を付けて下さい

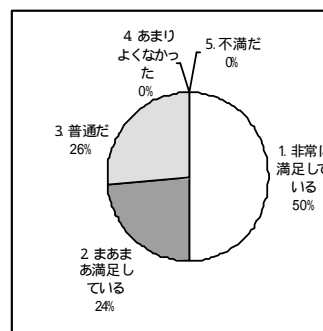
- 1 解けない知恵の輪 (数学)
- 2 極低温の世界(物理)
- 3 超強力磁石の物理 (物理)
- 4 放射線の飛跡を目で見る霧箱実験 (化学)
- 5 お茶の葉からカフェインの単離とその赤外吸収スペクトルおよび核磁気共鳴スペクトルの測定 (化学)
- 6 アリ類の同定とDNA マーカーを用いた遺伝的変異の検出 (生物学)
- 7 ウニの受精と初期発生におけるカルシウムイオンの役割を考える (生物圏環境科学)
- 8 雪と氷の基礎と実験 (地球科学)



問11 ティーチングアシスタントに質問やその他の話をしましたか



問12 ティーチングアシスタントの対応はどうでしたか



問13 どうしてそのように感じましたか

[1. 非常に満足している]

- ・説明が分かりやすかったから
- ・なるべく高校生レベルで分かるように説明してくれたから
- 先にも書いたように、とても親しみやすかったから
- ・質問に対して分かりやすく説明をいただいたから
- 分かりやすくフレンドリーだったから
- 話しやすかったから。1つ1つ丁寧だったから
- ・本当に優しく楽しい人達ばかりで、物知らずな私達にあわせていただいて感謝しています
- ・わかりやすいし、わかるまで教えてくれたから
- ・良い人だったから
- ・質問にちゃんと答えてくれたし気軽に話せたから。面白い人だった
- ・質問した事を答えてくれた。最後に話し合いみたいのもできた
- ・優しく接してくれて、実験中も色々教えてくれたから
- 分かりやすい説明や親密な姿勢で対応して下さい とてもありがたく感じています。勉強になりありがとうございました
- 楽しくできたから。実験内容がわかりやすかった
- 親しみやすかったから

[2. まあまあ満足している]

- ・なんとなく
- ・おもしろかったから
- ・おもしろかった
- ・親切だったから
- ・優しかった
- 全ては教えずに自分で考えるようにしていたから
- 分かりやすく教えてくれたから

[3. 普通だ]

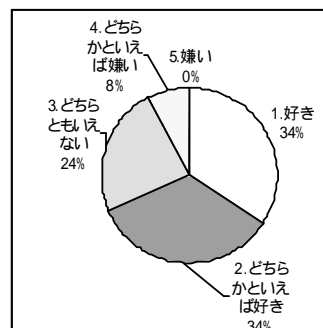
- ・TAの人よりも先生の人と話やすかったし、明るく対応してくれたから
- ・あまりいても変わりなかった

・普通の反応しかなかったから

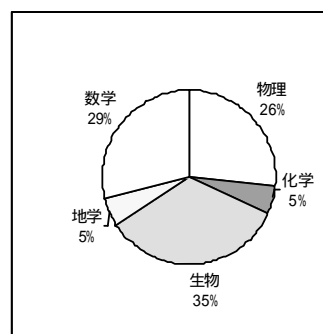
・親しみやすそうだったから

・一緒に実験結果を見ていてくれた

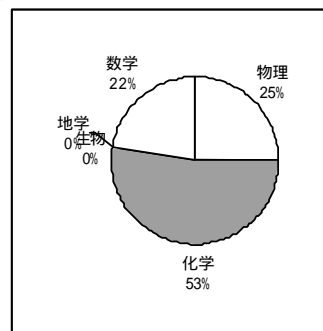
問14 あなたは理科・数学が好きですか？



問15 理科・数学の中で、あなたが最も好きな科目はどれですか？一つを選びで囲んでください。

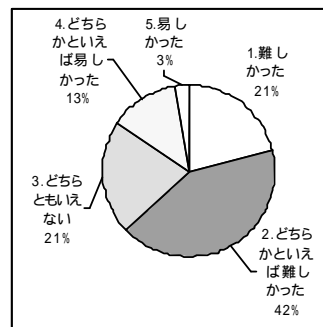
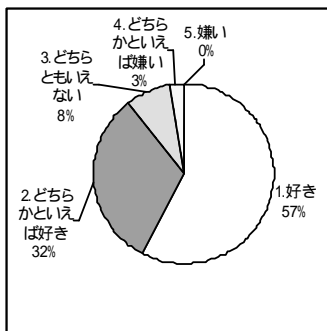


問16 理科・数学の中で、あなたが最も嫌いな科目はどれですか？一つを選びで囲んでください。



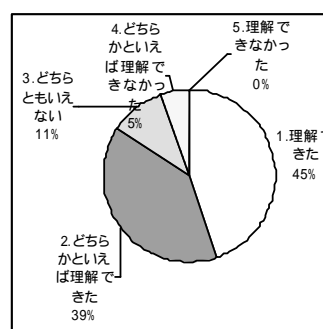
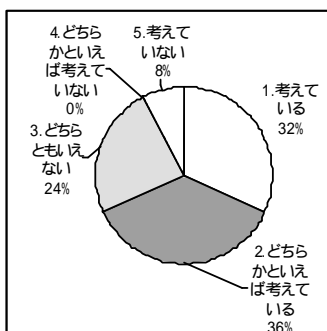
問17 あなたは実験・観察が好きですか？

すか？



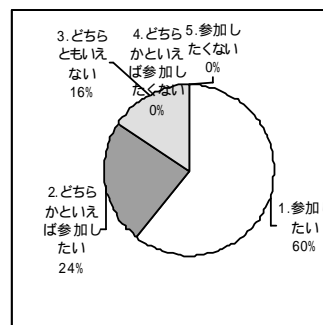
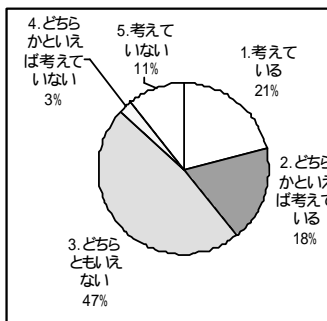
問18 あなたは理工系に進学したいと考えていますか？

問22 授業の内容は、自分なりに理解できましたか？



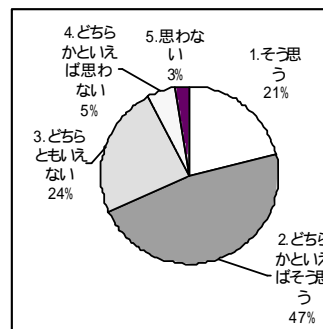
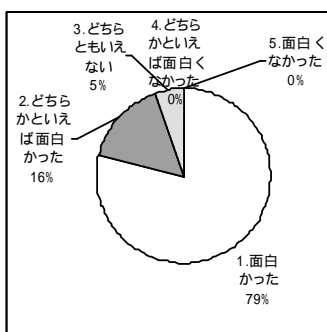
問19 あなたは理工系の職業に就きたいと考えていますか？

問23 また、このような授業があったら、参加したいと思いますか？



問20 授業は面白かったですか？

問24 理科・数学について、知りたいことを自分で調べようと思うようになりましたか？



問21 授業で取り扱った内容は難しかったで

1 - 4 - 2 高校教員からの回答

問1 富山大学理学部と連携されるにあたり、インターネット等で本学理学部について調査をされましたか。またその際、十分な情報が得られましたでしょうか

・調査していません

・全ての学科、研究室のホームページを開けることはできませんでしたが、担当して頂ける先生方の写真やプロフィール、また、実験施設、研究室の風景を事前に知ることができました

・いいえ

・調査せず

問2 講座の準備段階で本学の教員と十分に連絡がとれましたか。問題点などがありましたらお書き下さい。

・メールや電話等で連絡できました。特に問題はなかったように思います

・SPPの実施が決まってから、短期間の間に直接会って内容等を検討したり、メールで連絡したので、充実した実施内容になったと思ってます

・初めてだったので、内容をどれだけ理解させておけばよいのか分からなかった

・メールで丁寧に応答していただいた

問3 今回の連携講座でよかった点をお書き下さい

・多くの生徒が楽しんでいきいきと実習を行っていたことが一番よかったと思います。大学の整った実験設備で高校ではできない実験をすることができ、また、大学の雰囲気を感じることができたこともよかったと思います

・今回講座終了後、ほとんどの生徒が講座に満足していたことです。レベルの高い内容だったにもかかわらず、先生方の分かりやすい説明と周到な事前準備のおかげで、基礎研究の楽しさ、自分で考えることの大切さを感じたものと思います。また、富山大

学理学部への関心もいっそう高まったように思います

・移動時間が短くてすむので、より多くの時間を実習に当てられる

・専門分野について自分自身が復習できたこと

問4 今回の連携講座で改善すべきだと考えられる点をお書き下さい

・1日だけで実験から発表までは、時間的に厳しかったように思います。発表は大学側で用意して頂いたもので行われている班が多く、もっと生徒達の手が加わったもので発表ができればと思います。テキストは難しかったように思います。発表会場にマイクがあればよいのでは...

・生徒の多くは各自が行う実験について事前学習を行っておらず、大学側に申し訳なく思っています。関係する知識を事前に図書館などで調べさせておけばよかった。インターネットで調べさせることも可能ですが、書物で調べることを大切にしたい

問5 次回できれば開講して欲しいと思われるテーマがあればお書き下さい。

・次年度に向け検討したいと思います

・生物のテーマはいずれも動物を扱ったものであったので植物を扱うテーマがあればよい

問6 大学との連携について期待されていることをお書き下さい

・時期は夏季休業中がよいと思います

・時期については今のところ夏季休業期間(7/20 - 8/31)がやはりよいのではないかと思います。また期間については連携の目的によって必要日数は変わるとは思いますが、今回の場合は1日が適切であった

・自由に見学、参加する機会を増やして欲しい

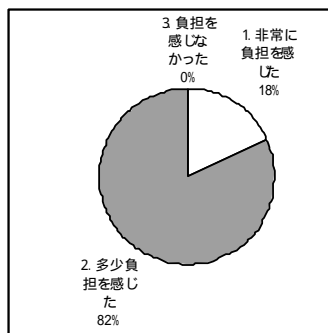
問7 SPPの実施方法・手順、実施の効果、継続していく上での課題等について、ご意見をご記入ください。

- ・大学の整った実験設備で高校ではできない実験を体験することができた、生徒達が大学の先生達の説明はわかりやすく、実験が楽しいと満足した様子だった、大学の雰囲気を感じることができた、以上のように効果は十分あったと思う。今回は初めてで、一日だけの実施でしたが実験から発表までを一日では時間的に厳しかったように思う。

実施の効果については予想以上であったと言える。高校ではできない実験や講義を体験できたこと、大学での研究について雰囲気を味わえたこと、発表体験を積むことができたこと、大学の先生方や院生、学生といろいろな話が出来たこと、等々から富山大学あるいは大学の理学部について理解が深まり、関心が一層強まったと思われる。今後は、今回のような一回だけで完結したプログラムではなく、年間数回の実施を前提としたプログラムを検討していきたい。

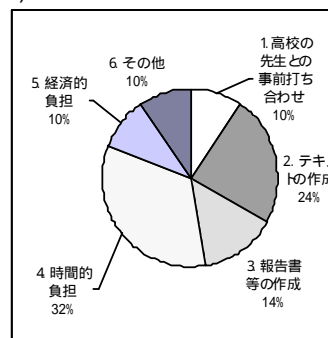
1 - 4 - 3 講師からの回答

問1 今回の講座を実施するにあたり、負担を感じましたか

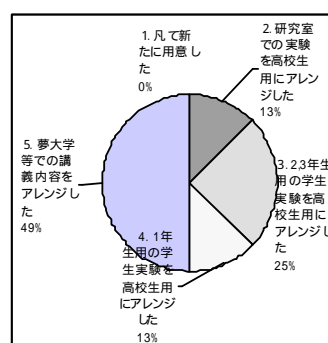


問2 どのようなことに負担を感じましたか(複数選択可)

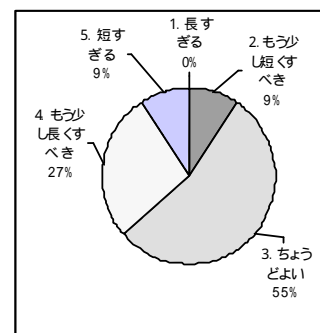
数選択可)



問3 講座を実施するにあたり準備はどのように行いましたか(複数選択可)



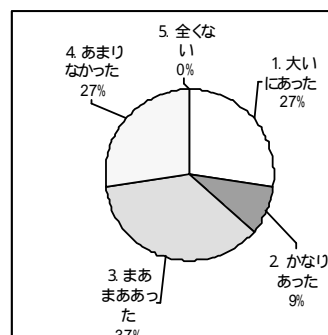
問4 講座の時間は如何でしたか



問5

発表会

の意義はあったと思いますか



問6 どうしてそのように思いますか。理由をお書き下さい。また、どのように改善すべきであったかもお書き下さい

・実験結果をまとめる作業は最低限の作業ではあるが、それを人前で発表するも重要と考える。また他のグループがどんな実験を行ったのか知るのもよいことである。ただ短い限られた時間で発表できるようにするには、相当な指導をしなければいけない。ほとんどお膳立てしてあげなければいけなくなってしまう。これは問題として残ると思います。

・発表会をもう少ししっかりとしたものにするためには、もう少し時間が欲しいところだが、我々の割ける時間を考えると、これ以上長い時間は難しいと思われる。今回の時間内で、しっかりとした発表にするためには、我々のお膳立てする部分を多くすることが必要だろうが、これは逆に生徒の自主性、自発性を奪う方向へつながり、この辺りのバランスを考える必要があるだろう。

・生徒の把握度を知る+プレゼンテーションの練習となる。しかし一方で、時間の制約により教官が用意した原稿をそのまま用いざるを得ないグループもあったため、理想的には1日目に実習をまとめ、2日目に発表(前夜に生徒に練習、復習をしておいてもらう)の2日間として、時間に余裕を持たせた方がよい(費用面で問題が生じなければ)

・発表会はテーマを理解させるのに大切であり、実習のまとめにもっと時間が必要である。発表時間ももっと必要である。

・発表会の準備にほとんど時間をとれなかったため、子供達は不完全燃焼だったと思う

・高校生が自分で発表原稿を作り、自分の言葉で発表するのは性急すぎる。発表原稿作成用のパソコンを持参した生徒がいなかった。TAや講師に作ってもらった原稿の発表より、実験などの実習による発表の方が効果があると思う

・発表者である高校生が、実験を通して理解したことを自分達のことばで発表することが

望ましいと考えていましたが、結果的には、高校生が主体となって発表原稿を作り上げる時間がなく、当方で用意したプレゼンテーションのひな形に手を加えるに留まった。発表会を実施するのであれば、事前に高校で発表の準備(例えばPower Pointの使い方、テキスト内容の勉強など)をある程度していただいた方が望ましいと思います。

・自分達で工夫したから

・高校生にとっても、TAにとっても、講師にとっても良いことだ。

・発表会の準備に少なくとも1時間は必要(その中でパワーポイントの使用法まで丁寧に教えるのは不可能)。そうすると午後はほとんど実験できない。午前中の3時間で、ある程度結果のでる実験をやらせるのは大変。「大学で体験する科学技術の基礎実験」が大目的であるなら、当日は目一杯実習時間を取るべきだと思う。発表の日は改めるか、後日レポートを作成させる方が生徒の理解も深まるのではないか。また発表会をもし行うなら、終わったあとで再度グループで集まる時間が必要では。

問7 実施したテーマに関して改善すべき点がありましたか。あればお書き下さい。

・量がちょっと多かったと感じました。

・事前に教科書を取り寄せて、高校での学習内容をチェックして、それで理解してもらえるように説明を準備しておいた(これは概ねうまくいった)が、エネルギーの考え方について、まだ習っていないことが、当日、説明会中に判明し苦労した。

・テキストに関して初版だったため、内容に関するミスが若干見受けられた。次回のために改訂版を作成する必要がある。

・量的には特に問題はないが、スケジュール的には、時間不足となった。やはり2日間程度に渡って行った方がよいと感じた(我々の負担が大きくなりすぎない程度)

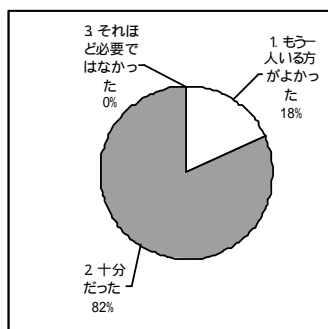
・一日で実習と発表を行うのは少しきつい

・テキストは高校生用に分かりやすい表現で作成すべきであった。

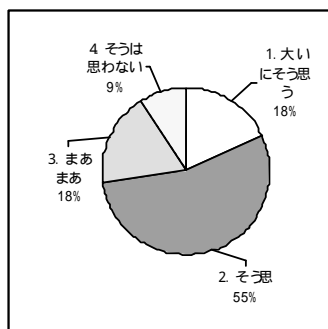
・発表会をやるということにもっとポイントを置

いて、テキストを作成した方が高校生にとっては良かったのかもしれない。
DNA の事に関しては未習だったようで、レベルは高すぎたように思われる。基礎的な事を含む予備資料を作成・配布したが、実習時間が短く、あまり詳しい講義できなかった。事前課題は自分なりに解答してくるよう、もう少し高校側に頼むべきだった。

問8 TA は十分でしたか



問9 TA がいることで高校生達は数学・理科への興味を喚起できたと思いますか



問10 今回の講座を最初の時点から振り返って、改善すべきだと感じられたことがありますか。ありましたら自由にお書き下さい。

理科に興味を持たせるといふ目的ならば、高校生では遅い。小、中学生対象がよいのではないか。高校生相手だと実験のレベルを上げることはできると思いますが、SPP (あるいはSSH) の目的が今一つ分からない。
発表を充実させるために、パソコン上でパワ

ーポイントを使うというのは一手段だと考えるが、当研究所にはノートパソコンがありません。ノートパソコン (パワーポイント等がインストール済) デジタルカメラ等を貸し出していただくことができれば助かります。

今後も、こういった連携講座が増えていく方向にあると思いますが、今回準備したことで2回目以降の負担が軽くなることを差し引いても負担は大きいです。受け入れ量について考えていく必要があると思います。本来授業料を払っている現役学生さんに対して、講義、ゼミを行うこと、卒論・修論の面倒を見ることが、一番優先されるべきだが、それがおろそかになることは避けなければならない。

高校生から鋭い質問、面白い着眼点が出され、とても感心しました。こういったことに接することができたのは、良かったと思います。

高校生の予習状況が、必ずしも良くなかったように思われる。例えば、高校の先生に前もって実習そのものを体験しておいてもらうなどしておかないと、高校サイドの準備としては対応が難しいであろう。準備をもっとしておいてもらえればスケジュール的に余裕が若干出るかもしれない。= スケジュールを倍程度に引き延ばし、時間的余裕を作る or = 高校側の事前の準備をもっとしっかりしておく。1日のスケジュールでも可能かも?

高校に事前学習を依頼していたが、全くなされていなかった。

実りがあるのかもしれない。現時点では分かりませんが、負担の割に成果は今一つの感あり。学校の思惑が十分わからない。学校では project 実験をしていて多様な体験を大学に頼る。しかし、出来たらこの内容でやってほしいという事のような気がしました。とすれば、すべてに応えられるとはいかない。形を整えるために無駄なエネルギーを使っているような気がする。地方大学は教育機関、地域の知的サービスセンターに徹するのがいいとすれば、連携講座は積み重ねていけば意義あるものになるような気がするが、研究機関でありたいと願うなら、もう

少し整理されないと貴重な時間をドブに捨てる事になるのでは。

当初は高校側から要望があって生徒が来るものと思っていた。発表会も高校側の要望と思っていたが、終わってみると、どうも違うと感じた。はじめは先端研究にふれさせるとのことだったが、非常に素朴な疑問でも受講生が物理の力のつりあいを理解できなければ、疑問点へ導けない。単に大学で実験の様子を見たということに終わったように感ずる。指導する側として大いに反省すべき点であった。

発表会のあり方(高校生が主体であるために)テキストの改善。事前の打ち合わせ(高校の授業内容との関連)や学習など高校生にとって、もっと容易に楽しんで理解できるような指導ができれば、と反省しています。準備不足でした。

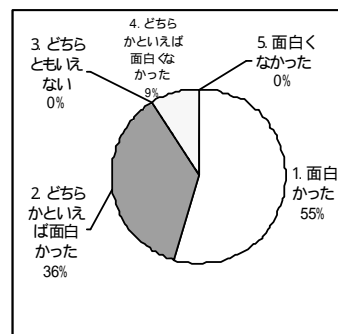
手をかけすぎているように思う

講師に手当をすべきだ。

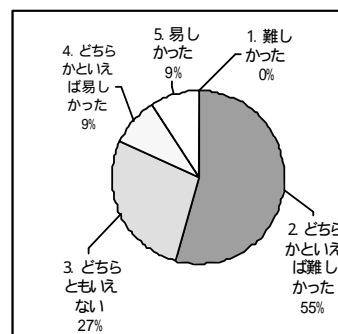
高校の先生から挨拶が無かった。

高校側の要望テーマに沿う形で、担当教員に選ばれたが、生徒の事前学習がほとんど行われてなかったことに少々失望した。発表会をどういう形で行うか(代表者が行うとか、2~3人でするとか)の連絡が直前までなく、どの程度まであらかじめ準備しておけば良いのか、当日の発表会の準備にはどのくらいの時間が必要か、はっきりしなかったために、時間の割り振りに非常に苦労した。テキストの体裁が各講師によりまちまちで、一冊通して見た場合、非常に読みにくかった。制限枚数や載せる内容などに関して最低限の統一見解が必要だったと思われる。

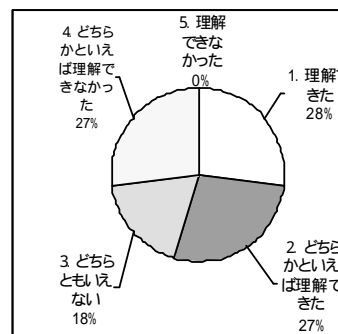
問11 生徒たちにとって、授業は面白かったと思いますか？



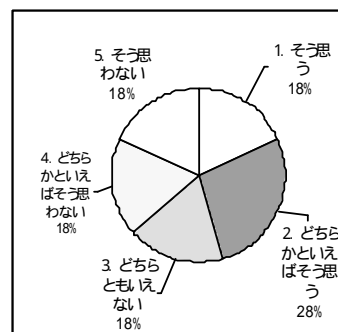
問12 授業で取り扱った内容は、生徒たちにとって難しかったと思いますか？



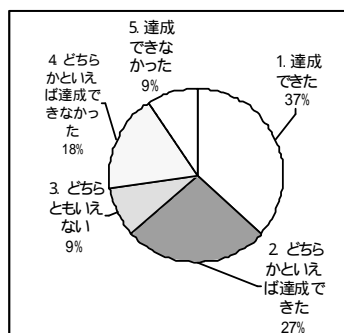
問13 授業の内容を、生徒たちが自分なりに理解できたと思いますか？



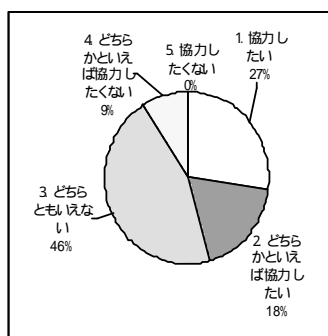
問14 事前打合せは十分だったと思いますか？



問15 当初計画していたねらいを達成することができたと思いますか？



問16 また、このような機会があったら、講師としてご協力いただけますか？



問17 SPP の実施方法・手順、実施の効果、継続していく上での課題等について、ご意見をご記入ください。

- ・引き受けれるものと引き受けられないものをはっきり区別すべきだ
- ・実施の効果については、高校における授業で学ぶ範囲内の話をするのが実質難しい内容も多々あるので、そのギャップを少なくする様な授業を高校へ期待したい。今回の内容を高校側で吟味して頂いて、予備知識をもって来てもらえればよりスムーズに、より高度な内容を教えることができると思う
- ・実験結果の発表の指導は時間が少ないため、ほとんどこちらがお膳立てしなければいけなかった。
- ・継続していくには同じ研究室が受け持たない方がよいと思う
- ・生徒さんが高校でどこまで学習しているのかをしっかり把握しておく必要がある。
- ・実験をやってもらうだけでなく、なぜそのよう

な現象が起こるのか？考えてもらう時間を設ける。

・担当する者に対してのサポート(金銭的、その他)

何を目的にどこまで理解させるかを、高校側と打ち合わせする必要がある。今のままでは、高校が大学側に生徒をあずけたままで、真の連携になっていない。

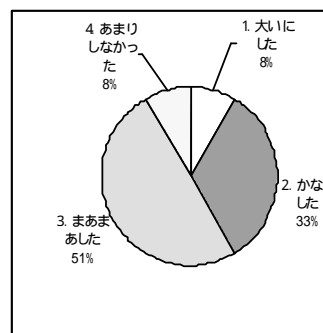
・大学側が準備した事前課題等がある程度高校で行っておかないと、限られた時間で実習の流れや行っている事の理解できないと思われる。当日に発表会まで行うのは少々無理がある。日を改めるか、後日レポートをまとめてもらう方が生徒の理解も深まるのではないだろうか。

・実験本体とは別の日に講義を簡単でもやる方がよいのでは。事前学習は高校生には負担のよう。

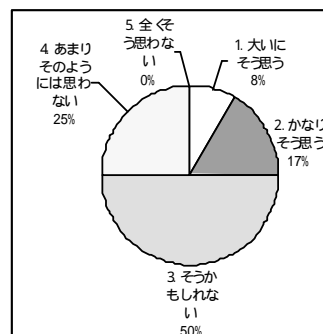
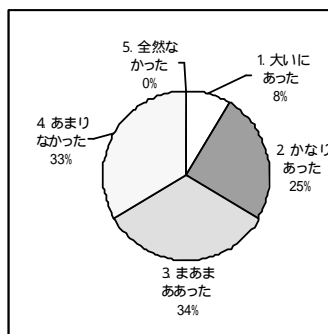
・実験装置の準備は数日前から始める必要がある。当日だけのTAでは不十分なので数日(2~3日)分のTAをつけてほしい。
・高校との打ち合わせがもっと必要だと思います

1-4-4 TAからの回答

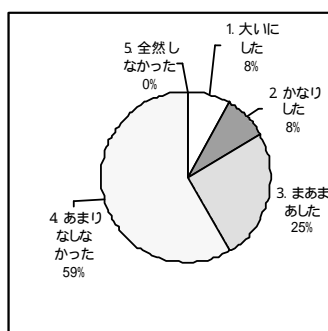
問1 事前にどの程度準備しましたか



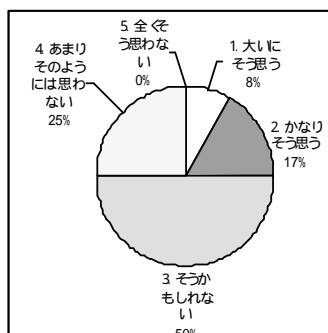
問2 高校生達から実習内容について質問されましたか



問3 高校生達とは実習内容以外にも会話をしましたか



問4 あなたが TA をしたことにより高校生達は数学・理科に興味をもてたと思いますか



問5 高校生達の面倒をみてもらいましたが、このことはあなたにとって有意義でしたか

問6 今回の連携講座でよかった点があれば書いて下さい

- ・小人数だった事
- ・高校生の意見を聞くことによって、別の考え、別の視点から実験を見ることが出来たところ
- ・最後の発表会では、他の研究室の実習が聴けて高校生達も様々な分野の研究に興味を持てたと思います。
- ・他講座の発表が面白かった。
- ・小人数であった点
- ・高校生がどの程度考えているか分かった。
- ・小人数だったことで研究室内の設備を使用できた。一人ずつ同時に実験を進行する事ができた。
- ・高校の基礎的な実験とはまた別で、大学を知る上でも良い経験になったと思う
- ・実験を終えた高校生が、自主的に実験をくり返していた。これは科学実験をする上で重要なことだと思う 興味のある内容を自分で選び、自ら考えて改善しようとする姿勢を見て、私自身も見習わなければいけないと思った。こういった部分をもっと伸ばしてあげられるといいと思う
- ・教える楽しさを実感しました。

問7 今回の連携講座で改善すべき点があれば書いて下さい

- ・最後の発表をもっと高校生の言葉で表現できるようにすればよかったと思われる。
- ・TA 達への連絡が少なく、イベントの流れが把握できなかった。
- ・1日でも実習 発表は無理がある。実習の内

容を理解する前に発表しても意味ないし、発表後の反省会もないので、ただ「言われるままにした」だけになる。また高校側も事前学習をしっかりとすべき。教官・TAに弁当を!

例えば、事前学習をしていない生徒、大学は準備しているんだから最低限高校の先生も事前学習をチェックする等して欲しい。短い時間しかないのだから事前学習していない生徒はわかるわけがない。ただ実験をしたいなら夢大学に乗ればいい。出した課題

もやっていないのは高校側は知っているのでしょうか。

・礼儀を知らなさすぎる。

・発表後に反省会をした方がいい。

・発表の準備時間があまりとれなかった。

・実験をくり返していた分、まとめ時間が足りなかった。2、3日かけて自由に実験をする時間を作れると良いと思う。

時間が少な過ぎます。情報が伝わっていません。

1 - 4 - 5 アンケートの解析

(1) 生徒アンケートの解析

問1の結果から、半数以上の受講者が期待を持っていたこと、また、問2の結果から、テーマの選択に当たっては「興味を持っている内容だから」、「おもしろそうな実験だから」を併せて7割を超えることが読み取れる。問4の、実験観察が好きか?という問いに対して、「好き」、「どちらかといえば好き」をあわせると9割近い。受講者がこの事業について、大きな期待感に胸膨らませていたといえよう。

問3の、興味関心が増したかという質問には、非常に「多少関心を持った」という生徒があわせて8割以上を占める。科学・数学への関心を高める事業としては大きな成功を収めたと言えるだろう。

実習のテキストについては(問5)内容の理解に役立ったとする意見が、「大いにそう思う」、「かなりそう思う」併せてほぼ半数である反面、「そうかもしれない」とする意見もほぼ同数あり、意見が分かれた形になる。実施した教員側としては、高校生を対象とする事になれていないこと、高校側での事前学習に期待していたことなどから、幾分レベルの高い教材を準備したのかもかもしれない(なお講師用アンケートのまとめも参照のこと)。

また、自習時間の長さ(問6)については、「ちょうどよい」とする意見が4割であり、「長すぎる」、「もしくは多少長い」とする意見が3割ほど見られたこととあわせ、今後の検討課題である。問11、12のTAとの交流については、ほぼ8割の学生が何らかの質問をTAにぶつけ、5割の生徒が非常に満足した、さらに2割の生徒が満足したと答えている。

理学部への進学希望が、「是非」、「できれば進学したい」併せて3割というのは、実施者側としてみれば、もう少しの数字を期待したいところであった。

本事業の目玉の一つであった発表会については、自分が参加しなかった実験の発表を聞いて大いに興味をそそられたようである(問10)。

問14で、理科・数学を「好き」、「どちらかといえば好き」とする意見が7割弱である。問15から、人気は「物理」、「生物」、「数学」で三分していると読める。一方嫌いな科目については、「化学」が5割を占め、いささか特異な数値との感もある。実験・観察については、「好き」、「どちらかといえば好き」とする生徒が9割近く(問17)。問20の授業はおもしろかった?という質問に、「おもしろかった」、「どちらかといえばおもしろかった」併せて95%と、期待には十分答えることができたといえる。

一方で、問21での、授業で取り扱った内容は難しかったか?の質問に、「難しかった」、「どちらかといえば難しかった」が併せて6割を超える。しかし、これらの難しさは、受講者諸君を発憤させるにちょうどよかったのではないだろうか。授業の内容の理解については(問22)、理解でき

た」、'どちらかといえば理解できた'併せて8割を超えた。

(2) 講師アンケートの解析

問1の「非常に・もしくは多少負担を感じた」という意見で100%という数値は、重く受け止めなければならない。負担に感じた項目としては、「時間的負担」が3割だが、他に「打ち合わせ」、「テキスト作成」、「報告書作成」、「経済的負担」など、ほぼすべての項目が現れている。また、TAの有用性を9割の講師が認識しており(問9)、その点でTAがもう一人いればよかったという意見が18%あること(問8)も、勘案したい。発表会の意義については議論があったが、7割の講師が肯定的である(問5)。

講師陣も、十分な手応えを感じたと言うことを示すのが、問11である。一方、問12で内容が、「どちらかといえば難しかった」とする意見が55%と、生徒らの意見とほぼ合致する点は興味深い。同様に、内容の理解については、いささか点が辛いのは、講師故であろう(問13)。今後も協力を得られるかについては、46%がどちらともいえないという難しい結果となった。

(3) TAアンケートの解析

問1から、TAの準備についての負担が軽微とはいえないことが読み取れ、事前準備に対する手当が必要であることがわかる。問2、問3、問4から、高校生らとの交流が密に行われたことが読み取れる。

(4) その他の留意点

実験・実習の教育効果を高めるためにテキストを事前配布した。これは講師にとってはかなりの負担であった。実際、他の機関が実施しているSPP事業では「テキストの事前に配布する」ことが課題となっているものもある¹。講座の内容を理解するのにテキストが役に立ったかとの問いに対して、48%の生徒から「大いに・かなりそう思う」との回答が寄せられた。一方、講師からはテキストを配布したにもかかわらず、事前学習がなされていないことに対する不満の声がある(講師問10)。今回の講座では、事前学習が無くても実験・実習を通して教育効果はかなりあったとも読み取れる。このことは、高校側の理解を得て事前学習を行ったうえで同様な講座を実施して検証してみるべきことであると思う。またテキストを高校生に適切なレベルにしていけるためには、高校の先生方の協力が必要な部分であろう(双方向の連携の必要性)。

高校1クラスの生徒をグループ分けして実験・実習を行ったわけだが、単にやりっ放しにしないで各人にそれぞれ再構築させること、また、いろいろな実験が行われたことをグループ以外の生徒にも追体験させることを目的として発表会を実施したのであるが、実験実習と同日に開催したため時間・発表練習・発表内容に関して多くの意見が寄せられた。発表会の意義については講師の73%が「大いに・かなり・まあまああった」としている。これは、講師問6への回答にあるように、発表の「お膳立てした」、「用意したプレゼンテーションのひな形に手を加えるに留まった」といった方法での発表会となったのだが、生徒達がその中にも工夫を凝らし、他のグループの生徒達が興味を示すような発表を行うことができた(生徒問9)ことによると思われる。発表内容を生徒達に実質的に作らせることによる教育効果を尊重する意見もあり、時間の配分も含めて、今後さらに検討する必要がある。

*1 理科大好きシンポジウム2003 (サイエンス・パートナーシップ・プログラム報告会)、平成15年11月1日、東京

第2章 教育連携講座2 「黒部川扇状地の科学

名水を生み出すしくみと名水が育む自然」

- 入善高等学校との連携 (SPP 事業番号 連122) -

2-1 概要

黒部川扇状地が生み出す水は日本の名水百選の一つとして知られるだけでなく、その豊富な水資源は地域の重要な産業基盤となっている。入善高校自然科学コースでは、生徒の自然科学への興味・理解を深めるための重要な取り組みの一つとして、扇状地の水が作り出す豊かな自然を活かし、それを題材としてフィールドワークを行ってきた。本連携講座では、これを一歩掘り下げ、大学の研究者の指導により、名水を生み出すしくみおよび名水が育む自然の姿を科学的にとらえるための方法・考え方を生徒たちに学んでもらうことを目的とした。

本連携講座は、富山県立入善高校自然科学コースの生徒(2年38名)を対象とし、表2-1に示すような黒部川扇状地の様々な場所でのフィールドワークと、入善高校および富山大学理学部での実習・講義を組み合わせることで、扇状地の自然を科学的にとらえさせる。まず、38名全員が生物学分野での植生と植物に関するフィールドワークと教室での実習を行った。生徒を2つのグループに分けフィールドワークに適した人数とし、それぞれ日にちを変えてフィールドワークを行った後、高校に帰ってから教室での実習を実施した。また、生徒に2つのサブテーマ「地形・地質から見た黒部川扇状地の成り立ち」、「黒部川扇状地における水質調査」から1つを選択させ、それぞれ同じ日にフィールドワークと富山大学での実習を2日間にわたって行い、最後に報告会の時間を設け、質疑応答・プレゼンテーションの指導を行い、理解を深めさせた。

本連携講座の日程は、夏休み中の4日間で実施した。

表2-1 教育連携講座1で実施した分野別サブテーマ

分野	サブテーマ	生徒数	担当教員
生物学	黒部川扇状地の植生と植物」 フィールドワークおよび高校にて実習・報告会 (場所)黒部川扇状地および入善高校 (実施日時)8月4日 9:30-16:30、8月6日 9:30-16:30	38	鳴橋直弘 (生物学科 教授)
地球科学	「地形・地質から見た黒部川扇状地の成り立ち」 フィールドワーク (場所)黒部川扇状地 (実施日)8月25日 9:30-16:30 実習、報告会 (場所)富山大学 (実施日)8月26日 9:30-16:30	16	小林武彦 (地球科学科 教授)
生物圏環境科学	「黒部川扇状地における水質調査」 フィールドワーク 実習 (場所)黒部川扇状地 (実施日)8月25日 9:30-16:30 実習、報告会 (場所)富山大学 (実施日)8月26日 9:30-16:30	22	張 勁 (生物圏環境科学科 助教授)

2-2 各テーマの内容

2-2-1 黒部川扇状地の植生と植物

講師：鳴橋直弘 (生物学科 教授)

目的と教育実施内容：

黒部川扇状地は、世界有数の急流河川である黒部川が氾濫を繰り返すことにより形成された。旧扇状地と新扇状地では、それぞれにおいて植生が新しいものから古いものまで遷移の順番に並んでいる。扇状地の様々な場所で、特徴的な植生・植物を観察することにより植生の歴史を学

んだ。また、豊富な伏流水により暖地性と寒地性双方の植物が見られる杉沢では、興味深い生育形態を見せるスギ(天然記念物にも指定されている)を観察した。

教育的効果・結果：

野外で実際の植生を自分の目で見て、自分の住んでいる地域の植生を観察できたことは大変有意義なことであった。黒部川が急流の大型河川で氾濫を繰り返してきたため、その流域の河岸段丘には、安定度の違いによる植生の違いが多様に見られ、このことが黒部川流域の植生の特色になっている。これは植生の遷移を学ぶモデルである。しかし、河川の氾濫原である黒部川流域においては、その地域の本来の植生の姿である原生林が存在しない。



そこで、実施段階ではまず最初に氾濫原の外に出て、鹿島神社の境内の原生林や、なだれ防止のために重要な場所であるため地元の人により保護されてきた比較的古い植生が残されている愛本橋爪の国有林を観察し、原生林本来の植生を理解させ、その後扇状地に向かい原生林と二次林を比較することにより、その地域に理論的に考えられる自然な植生の姿、扇状地の植生の特殊性および、植生の遷移についてより広い視点で体験し理解させることが出来た。

こういった工夫により、「身近な自然」に表面的に触れるだけでなく、その奥に潜む科学的な背景を理解させることが出来たと考えられる。

留意点・課題等：

フィールドが主体となった植物の実習では、実施時期が大変重要である。今回は日程の制約のため8月初旬となり実施日は真夏日となってしまう、野外での実習は暑さのため、十分に時間をとって行うことができなかった。今後は、年度の始まりに計画を立て、5-6月の気候の下で行うようにすることで、植物もよく観察できると考えられる。

2 - 2 - 2 黒部川扇状地とその周辺の地形・地質 大地の歴史を考察する

講師：小林武彦(地球科学科・教授)

目的と教育実施内容：

日本最大の黒部川扇状地が扇頂角 60 度の典型的な扇状地として出来上がったしくみを総合的にとらえることを目的とし、野外実習と室内実習を行った。

野外実習では、扇状地の扇頂・扇央・扇端の各場所で、それぞれ地形を観察した。具体的には、宇奈月町音沢対岸では河川の浸食・河岸段丘・急傾斜扇状地を、墓の木公園では扇状地表層の河川礫の堆積構造を、朝日山棚山において扇状地全体の地形を、朝日山不動堂においては扇状地を切る活断層を、入善町野中・下山新においては扇状地上の旧河道跡を観察した。



室内実習では、フィールド実習で実際に訪ねて観察した地形を航空写真・地形図で確認させた。航空写真を使った実習では、扇状地の段丘崖の接触関係、新しい扇状地の上に見られる谷地形の分布形態、活断層の伸張方向等を観察させた。地形図を使った実習では、等高線の読み方、等高線の性質の調べ方を学ばせた。また洪水による地形の変動を地形図に記入させる課題などを通じて、地形図・等高線に対する理解を深めさせた。



教育的効果・結果：

当初の計画では、野外実習において「扇状地の地質」も調べる予定であったが、生徒たちが「地学」を履修していないこともあり、あまり領域が広すぎるとまとまった印象を持ってもらえない懸念があり「扇状地の地形」の観察に限定して野外実習を行った。今回の野外実習のように、地域の自然を教材とした実体験型の実習は、受講者の自ら学ぼうとする意欲をかきたてる効果がたいへん大きく、受講生は想像したよりも真剣に実習に取り組んでくれた。また、野外実習では、受講者が見て触って実感できるものが全て教材となりえるため、自然現象を探求する楽しさを直接的に感じる事ができたようである。高校生が、講師やTAの学生に疑問に思った点を積極的に質問している様子も印象に残った。

室内実習では、フィールド実習で実際に訪ね観察した地形を、航空写真を用いて実体視で確認させ、地表の調査だけでは得られない地形的な情報がいかに得られるかを体験させた。野外実習で芽生えた受講生の興味を、室内実習でいかに育てていくかに苦心したが、講師の与えた課題などを通じて、航空写真や地形図に対する理解が深まったようである。

留意点・課題等：

地域の身近な自然を教材としたこともあり、野外実習時の生徒たちの受講態度や反応はたいへんよく、ともに行動することが楽しかった。一方で、事前に受講者の地学に関する素養を十分に把握できなかったため、各観察地点での解説が受講者にはやや難解に感じられたかもしれない。この点については、受講者への教育上の配慮が十分ではなかったと反省している。また、受講者の多くが、自分で観察をしたことから推論を行うことがあまり得意でないようであり、事前に導入のために相当な手がかりを与えてやる必要があったように思われた。野外実習をさらに効果的なものにするためにも、受講者に野外実習に関係する課題を事前に与え、調査させるなどの工夫が必要であろう。また、実習の中で発見した疑問点や興味のある点をリストアップさせ、そのことについてさらに深く調べさせる時間を設けることが、実習で芽生えた興味を育てていくために必要であると感じた。

2 - 2 - 3 黒部川扇状地における水質調査

講師：張 勁 (生物圏環境科学科・助教授)

目的と教育実施内容：

環境庁の「名水百選」に認定され全国的にも知られる黒部川扇状地の水の性質を科学的に調べ、「黒部川扇状地の名水はなぜおいしいのか？」を理解させることを通じて、身近な自然を最新の科学技術に結びつけることで、生徒たちの科学への興味を高めることをねらいとした。そこで、1日目に扇状地におけるフィールドワークとして、陸水(地下水など)の採水調査を行い、2日目に富山大学理学部にて黒部川扇状地で採水した水を分析した。

生徒たちの興味を事前に高めるために、生徒たちには次のようなことがらを事前学習として与えた。

- 1 地下水とはどんなもの？
- 2 地下水の“ふる里”を探るとは？
- 3 何故、黒部は“名水の里”なの？(名水の条件)

教育的効果・結果：

生徒たちの住む地域は、全国的にも有名な名水の産地であり、これらの水は地元の産業にも深く関わっている。また生徒たちは、日頃コンビニ等で売られている様々な銘柄のミネラルウォーターを買って飲んでいる。従って、生徒の水に対する関心は高い。しかし生徒たちは、「なぜ名水と呼ばれるのか」、「名水の条件とは何か」、「その水がどこからやってきて陸上でどのように動くのか」といったことに深い知識はなく、またこれらのことは簡単に言葉だけで説明できることではない。この状況は、生徒たちの科学に対する興味を深めるための格好のケースであったといえる。

フィールド実習として黒部川および扇状地地下水4箇所の水を採取した。水の質を科学的に調べるとはどのようなことを理解させるため、酸素同位体を用いた水の分析の原理、イオンクロマトグラフィーや質量分析などの先端の機器分析法の原理・データ解析の手法についての講義を行った。その際、最新の研究成果も解説した。これらを踏まえた上で実験室における分析実習をおこなった。



また黒部の湧水と、一般的に「おいしくない」と考えられている東京・大阪の水道水、市販のミネラルウォーターを同時に飲み比べさせ、実際の味とその理論的な裏付け(硬度、塩素含有量における差等)を実際に体験させることで、教育効果をより高めることが出来た。



留意点・課題等：

地元の素材を利用したテーマであり、身近であるため非常に学生たちの関心を呼んだと思われる。現地調査によって実験材料を自分たちで調達することからはじめ、大学での授業・実習が体験でき、大学最前線の研究・教育現状を知ること、高校生たちに刺激を与え、科学への興味を効果的に引き出すことができたと思われる。

2-3 予算

この講座では実験実習に必要な試薬などの消耗品とTA謝金、フィールドワークでの移動に利用するバス、及び生徒が高校-大学間を往復するためのバスの借り上げ費用、生徒の傷害保険、テキストなどの費用について、SPP事業から補助を受けた。その内容を表2-2に示す。表に示したのは申請時の額であり、実際の経費とは多少のずれがある。また、TA謝金(諸謝金)は、TAの実施当日の準備、講座実施中、後かたづけに対してのみSPP事業へ申請が可能となっている。事前準備にもTAの協力を要したため、この部分については理学部よりTA謝金を支給した(TA4名、のべ52.5時間、57,225円)。

表2-2 教育連携講座2予算申請額(円)

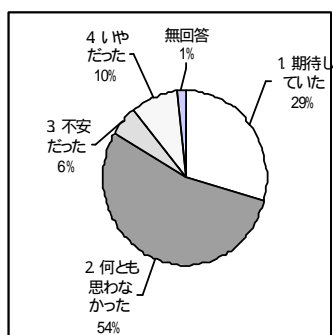
諸謝金	104,400
講師旅費	12,628
消耗品費	69,531
通信・運搬費	3,160
印刷製本費	291,250
生徒旅費	274,050
保険料	114,000
合計	869,019

2 - 4 アンケートの結果

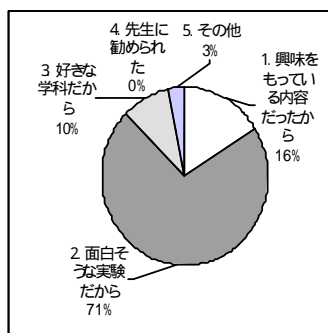
講座実施の後、生徒、高校教員、講師、TA を対象としてアンケートを行い、今回の講座の効果や問題点を探ることを試みた。まず、アンケートへの回答とその分布について記述し、その後解析した結果を示すことにする

2 - 4 - 1 生徒からの回答

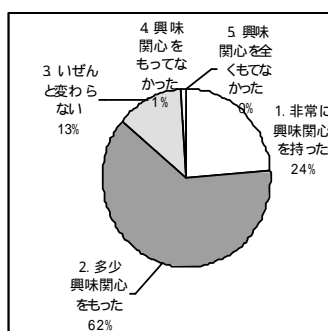
問1 今回の実験・実習をする前の気持ちは以下のどれが最も近いですか？



問2 あなたは今回の実習のテーマを選んだ理由は下記のどれですか(複数選択可)



問3 今回の実習を受講して、この分野への興味・関心は増しましたか？



問4 それは何故ですか

[1. 非常に興味関心を持った]

- 説明が面白かった。いろいろな植物が見れて良かった。
- 普段あまり接しない分野だったので関心が

出てきた。

- 実験が面白くて先生の説明も良かった。
- 普段聞けないことが聞けた。
- 専門的な知識が増えたから。
- 自然と触れ合えたから。
- いろいろな植物のことがわかって楽しかったし、先生の説明が良かったから。
- 地形を見るのが楽しかった。ティーチングアシスタントの学生(?)の白髪できた頭の人の説明が最高でした。
- 地学のすばらしさをよく理解できたから。
- 先生の説明が良かった。
- 先生がわかりやすく教えてくれたから。
- 実験も授業も楽しかった。
- とても面白かったから。
- 実験が面白くて、楽しかった。
- 先生やティーチングアシスタントさんの話がとても興味深いものであったし、当たり前のようにあった水について詳しく知ることができ良かった。
- 実験が面白かった。

[2. 多少興味関心をもった]

- 実際にいろいろな植物を近くで見れたから
- 先生の説明や話が面白かったから
- 観察するのが面白かった。
- なかなか実習が面白かったから。
- 話の内容が面白かったし、直接自然と触れ合えたから。
- 自然の深さがよく分かったから。
- 見たことのある植物や見たことのない植物のことなど詳しく教えてもらえて気付けないことにも興味を持てた。
- 自分は地学に興味があるので扇状地と生物(植物)の関係に興味を湧いた。
- 微妙に楽しかった。
- 思っていたよりも楽しかったから
- 少し楽しかったから、色々説明してくれたから。
- 植物がそこに生えているにはいろいろ訳が

あって面白いと思ったから。
 いろいろな植物の特性をまあまあ分かったから。
 今日いろいろなところを見て回って知らないことがかなりあって、話に興味を持てたから。
 今まで何気なく見てきた植物について知ることができ、今まで以上に植物を見る見方が変わったと思う
 今までに見たことのない植物を見れたり、知らないことを教えていただき楽しかったから。
 ・実際に自分の目で確かめ、直に触れることが出来たから。
 ・先生の説明がわかりやすく、面白かった。
 ・場所によって草木がある種類が違うから。
 ・普段馴染みのある植物が多かった。知らない花や草木の名前を知ることが出来て良かった。
 ・植物の個性的なところを見たから。
 ・先生が大阪弁で面白く説明してくれたので、良かったです。(大阪弁大好き)
 ・自分の知らない植物を色々知ることが出来て、もっと他にも知りたいと思った。先生が分かりやすく何でも対応してくれたので、すごく良かったです。
 ・立体で地形をみるのが楽しかったから。
 ・実際に歩いて地形を感じるのが面白かった。
 ・実験が面白かったからです。
 ・空中写真の作業が面白かった。
 ・立体上空地図が面白かった。
 ・先生が面白かったから。
 ・自分が以前から興味を持っている分野だったが、自分の好きな内容については少ししかふれなかった。なので少ししか興味、関心を持てなかったが、授業の実験が楽しかった。
 ・空中写真を眺めるのが面白かった。
 ・実験が面白かったから。
 ・だんだんと入善の土地が変わっていくのが面白かったから
 ・面白かったから。
 ・水のいろんなことがわかった。
 いろいろな機械があって面白かった。

・先生の説明がわかりやすかった。
 ・黒部の水が他の水と比べてなぜ美味しいかわかったから。
 ・先生の説明が良かったし、ティーチングアシスタントとの話が面白かったから。
 ・水のことが知れて面白かった。
 ・先生の説明が良かった。
 ・実験はもう少しやりたかったけど、体験したことは楽しかった。
 ・実習が楽しかった。
 ・実験 or 先生の説明が面白かった。
 ・先生の説明が丁寧。

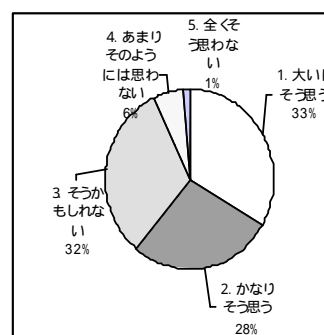
[3. いぜんと変わらない]

・どちらかといえば植物より動物に興味があるから
 ・暑い中だったので集中力が出ず、何を聞いているのかわからなかったからです。
 ・普段見る植物が多いせいか、あまり関心が持てなかったから。
 ・実習が面白くなかった。
 ・自分の分野とは違っていたから。
 ・実験が面白くなかった。
 ・自分にあまり関係ないと思ったから。

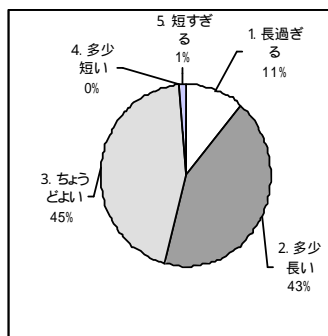
[4. 興味関心をもてなかった]

何となく、それに暑くて集中できなかった。

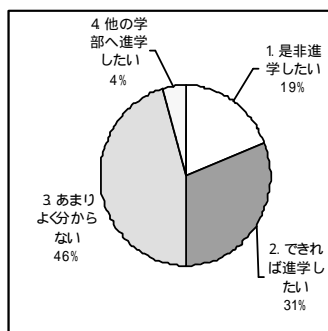
問5 テキストは講座の内容を理解するのに役立ちましたか



問6 今回の実習時間はどうでしたか



問7 大学(富山大学あるいは他の大学)の理学部へ進学したいと思いましたが

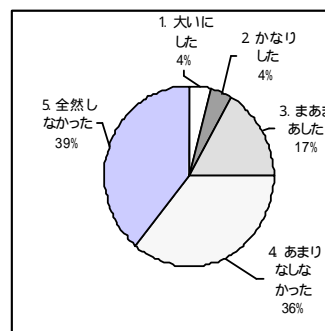


問8 普段から興味を持っていること,不思議に思っていることがあれば書いて下さい

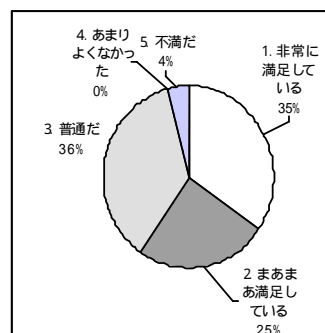
- ・木は何年生きるか。
- ・なぜ植物は緑色なのか。
- ・筋肉についてはたらき
- ・谷ができるなど、地球が変形していることは不思議
- ・宇宙の広さ。
- ・どうして海に波ができるのか。
- ・音楽を聞くこと。
- ・昔からの植物は今も昔も変わらず生息しているのか。
- ・一番昔からいる植物は何という植物なのか。
- ・海の水の総量。
- ・スギ沢には他と比べ生き物があまり見られなかった気がしました。
- ・なぜ草そのものができるのかということ。
- ・植物の名前は誰がつけたのか?
- ・動物の生態
- ・普通の小さい葉っぱは茎も緑だけど、葉緑体はないのか?
- ・植物(木々など)もいろいろ花の種類(バラとか)も知りたいなあと思いまし

- た。
- ・宇宙
- ・音楽鑑賞、コンピュータ
- ・地層について(各地層にある化石など)
- ・宇宙の広さ
- ・酸性雨における植物の実体。
- ・猫の性格と生態

問9 ティーチングアシスタントに質問やその他の話をしましたか



問10 ティーチングアシスタントの対応はどうか



問11 どうしてそのように感じましたか

- [1. 非常に満足している]
- ・自分が質問したことに関する他のことも教えてくれたから。
- ・やさしかったから。
- ・専門的なことをたくさん聞けたから。
- ・分かりやすかったから。
- ・詳しく説明してくれたから。
- ・白髪できたカットの人(学生?)がとてもやさしく教えてくれたから。
- ・話しやすかった。
- ・優しくかったから。
- ・すごいと思った。
- ・説明がわかりやすく、面白かったから。

- ・話がわかりやすかったので。
- ・優しくかったです。
- ・何を言っても怒らなかった。
- ・分かりやすく説明してくださり、興味が湧いたから。
- ・話の内容もわかりやすく、面白かったから。
- ・何でも知っておられてすごいと思ったです！快く笑顔で答えてくれたから。優しくかったですし…。
- ・教え方がうまかった。
- ・とてもわかりやすかったから。
- ・教え方がうまかったから。
- ・僕たちにもわかりやすく説明してくれたし、細かい所を詳しく教えてくれたから。
- ・楽しかった。
- ・体調が悪い時、すぐに対応してくれたから。

[2. まあまあ満足している]

- ・笑顔で感じが良かった。
- ・わからなかったら丁寧に教えてくれたので。
- ・いっぱい説明をしてくれて分かりやすかったから。
- ・分かりやすく説明してくれたから。
- ・わかりません。
- ・分かりやすくて良かった。
- ・話し方が面白い。
- ・聞いた質問には答えてくれるし、見ていた植物の名前も教えてくれたから。
- ・説明がわかりやすい。
- ・説明をしっかりしてくれたから。
- ・普通に喋りやすかったから。
- ・丁寧だったから。
- ・友達などに上手く説明してたり、自分にもしてくれてたから。
- ・わかりやすく教えてくれた。

[3. 普通だ]

- ・普通だったから。
- ・普通に写真を撮っていただけのような気が…。
- ・あまり話さなかったから。
- ・とても静かな人だった。
- ・少し話しかけにくかったから。
- ・適度にフォローしてたから。
- ・興味を持てる説明だったから。

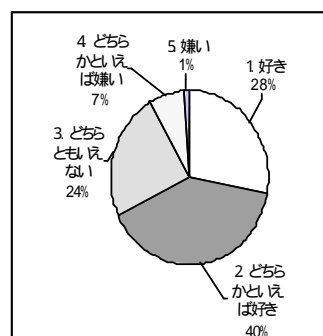
- ・いい人そだったから。
- ・話さなかったから。
- ・普通だったから。
- ・普通だったから。
- ・普通だったから。
- ・理解できたものもあればできなかったものもあるから。
- ・普通だったから。
- ・自分の役割だけをやってたから。

[4. あまりよくなかった]

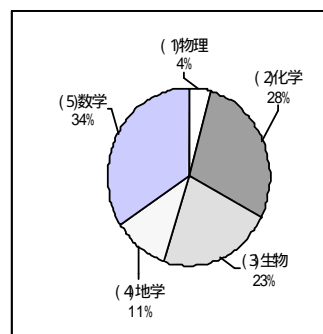
[5. 不満だ]

- ・何もしていなかった。講師の人は頑張ってた。

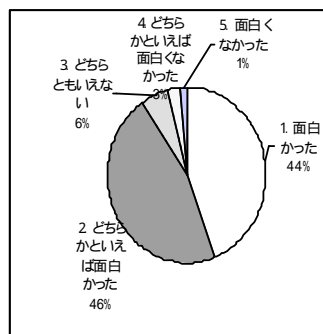
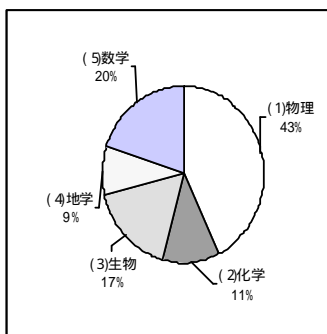
問12 あなたは理科・数学が好きですか？



問13 理科・数学の中で、あなたが最も好きな科目はどれですか？一つを選びで囲んでください。

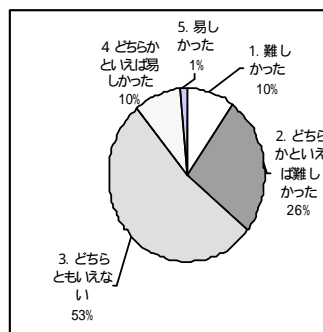
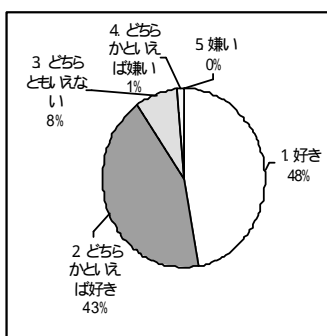


問14 理科・数学の中で、あなたが最も嫌いな科目はどれですか？一つを選びで囲んでください。



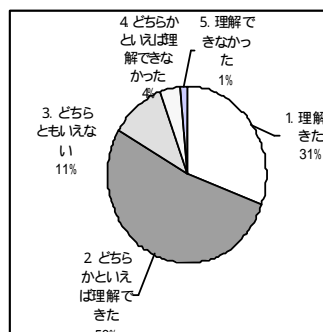
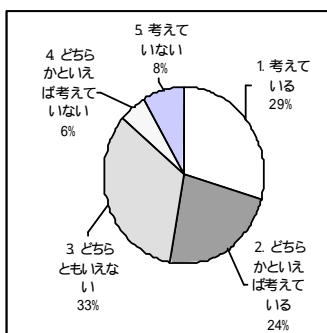
問 15 あなたは実験・観察が好きですか？

問 19 授業で取り扱った内容は難しかったですか？



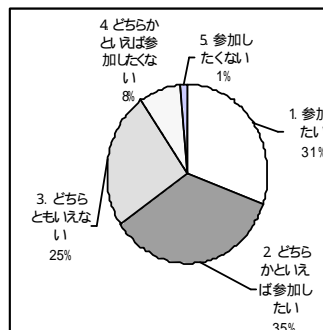
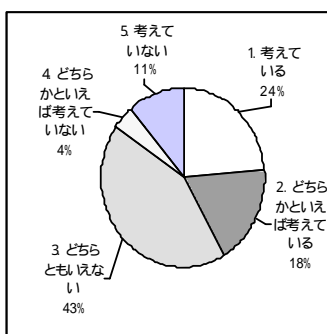
問 16 あなたは理工系に進学したいと考えていますか？

問 20 授業の内容は、自分なりに理解できましたか？



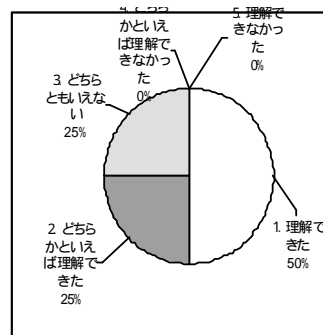
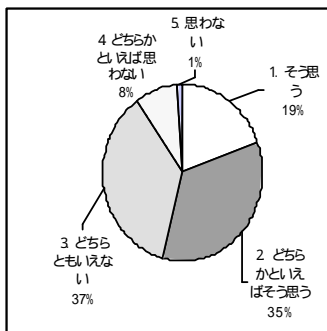
問 17 あなたは理工系の職業に就きたいと考えていますか？

問 21 また、このような授業があったら、参加したいと思いますか？

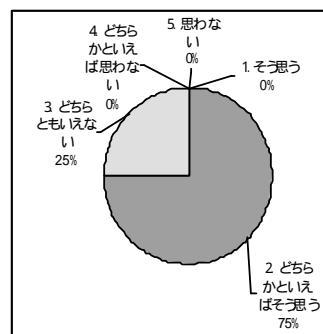


問 18 授業は面白かったですか？

問 22 理科・数学について、知りたいことを自分で調べようと思うようになりましたか？

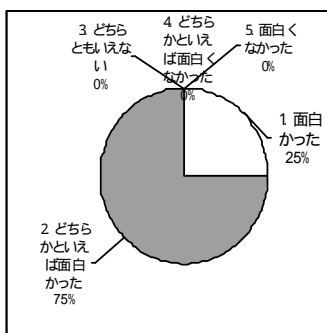


問4 事前打合せは十分だったと思いますか？

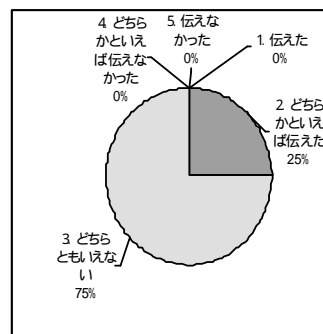


2 - 4 - 2 高校教員からの回答

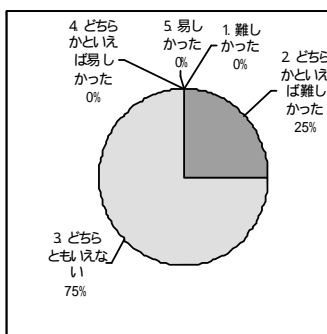
問1 生徒たちにとって、授業は面白かったと思いますか？



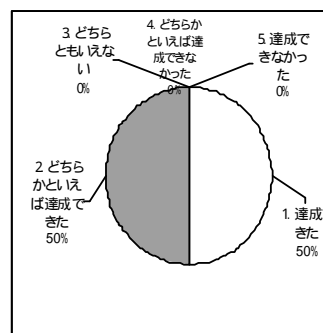
問5 今回の授業の年間授業計画における学習指導上の位置付けを講師の方に伝えましたか？



問2 授業で取り扱った内容は、生徒たちにとって難しかったですか？



問6 当初計画していたねらいを達成することができたと思いますか？



問3 授業の内容を、生徒たちが自分なりに理解できたと思いますか？

問7 SPPの実施方法・手順、実施の効果、継続していく上での課題等について、ご意見をご記入ください。

- ・生徒たちへの事前研修、及び事後指導が高校側ではなかなか行うことができないので、改善を考えていきたいと思う
- ・校内打合せ、生徒の事前研修が乏しかったことが高校側の問題としてあったと思います。継続していくためには、大学と高校との連携はもちろん高校内での問題も解決されなければならないと思った。生徒たちは普段見慣れた所の植生を改めて学習研修する機会を得て良かったと思います。
- ・単年度の取り組みでなく、継続したものにして、手順や方法など次回に反映していくことができればと思います。
- ・打合せなどに時間がとれるようにもっと早い時期の申請、採択から実施までの日数を十分にとるべきでした。

問8 富山大学理学部と連携されるにあたり、インターネット等で本学理学部について調査をされましたか。またその際、十分な情報が得られましたでしょうか

- ・十分な情報は得られた。
- ・満足できたと思われまます。
- ・先生方の研究テーマなどを調べさせていただきました。

問9 講座の準備段階で本学の教員と十分に連絡がとれましたか。問題点などがありましたらお書き下さい。

- ・打合せ、メールでの連絡等、更に現地下見などを通し、十分に連絡がとれたと思います。メール等を使い、連絡をとることはできましたが、大学の先生方は大変お忙しいようなので、連絡などにもゆとりをもって計画的にやらねばと思いました。

問10 今回の連携講座でよかった点をお書き下さい

- ・生徒たちが普段見慣れている箇所(自然)も“科学”することにより、新たな視点でこれから接することができると思う

・事前研修のしっかりなされていない生徒に対し、根気強く教えて下さり感謝しています。毎年入善町のみだったのですが、宮崎の原生林をスタートに扇中央から扇端まで進んでいくことができ良かったと思います。

- ・大学の専門的な研究を身近に感じることができました。
- ・大学というものの雰囲気になんとはありませんが接することができたように思えます。

問11 今回の連携講座で改善すべきだと考えられる点をお書き下さい

- ・事前研修のあり方の改善(高校側の問題として)
- ・各担当の先生との事前の打合せを行った上で、予め生徒に事前の研修や心構えの時間をとることができればより効果的であったと思います。そのためにももう少し細かい打合せも必要だったかと思えます。
- ・まだ習っていない事柄など、生徒には内容的にやや難しい部分もあったかと思えます。実習の前にその目的や内容を簡単に説明する機会があれば良かったのかなと思います。(今回はバスの中と実習後のまとめの中で説明があり、大変助かりました。)

問12 次回できれば開講して欲しいと思われるテーマがあればお書き下さい

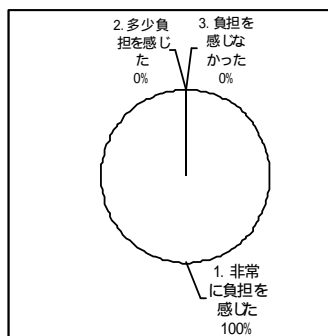
- ・今のテーマで、他の生徒(来年のコース生徒)にも研修させてみたいと思います。

問13 大学との連携について期待されていることをお書き下さい

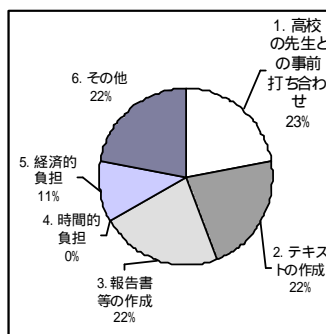
- ・物理分野もできれば(黒部川扇状地の研究という位置づけでは難しいのですが)お願いできないかなと思います。
- ・時期的には今回のような形で良いかと思えます。いろんな経験をする事で、生徒たちの進路を考える参考になればと思います。

2-4-3 講師からの回答

問1 今回の講座を実施するにあたり、負担を感じましたか

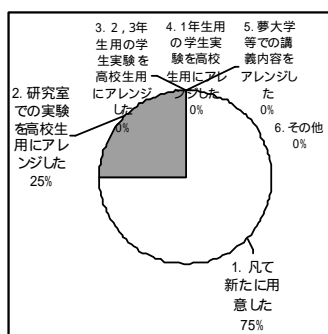


問2 どのようなことに負担を感じましたか(複数選択可)



その他(高校、大学間の内容についての打ち合わせが十分できず、内容について納得できてなかったこと。)

問3 講座を実施するにあたり準備はどのように行いましたか(複数選択可)

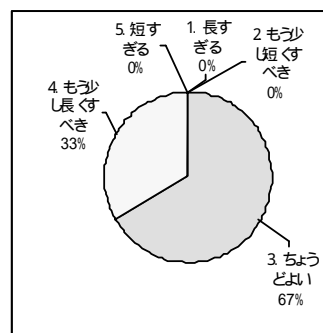


問4 野外実習を行うにあたり苦労された点などをお書き下さい。

概念的な問題から、実際に基礎知識をもたない生徒に指導することへの不安など多くあった。実施してからもどのくらい改善したらよいか分からない。
 実習中の時間の配分。高校との打ち合わせと自習内容の検討。

実施時期についてあまり融通が利かなく、書類書きが多い。

問5 講座の時間は如何でしたか

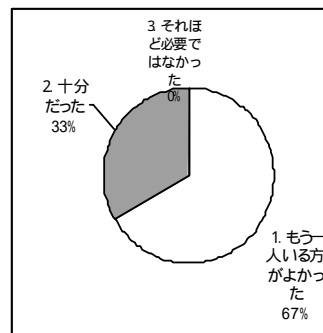


コメント(自分の1回分としてはよいが、他の分野と合わせてみると生徒にとっては長すぎるのではないか。)

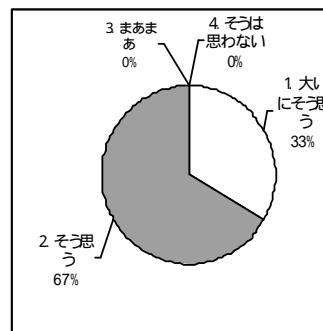
問6 実施したテーマに関して改善すべき点がありましたか。あればお書き下さい(内容、レベル、量、テキスト、その他)

テーマの設定に問題があった。扇状地』というテーマで何を教育したらよいか実施後もよく分からない。

問7 TAは十分でしたか



問8 TAがいることで高校生達は数学・理科への興味を喚起できたと思いますか



問9 今回の講座を最初の時点から振り返って、改善すべきだと感じられたことがありますか。ありましたら自由にお書き下さい。

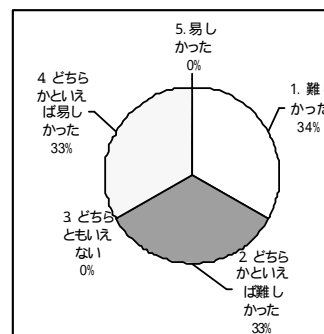
・高校との連携といて、実際は高校の要望(何か一般の環境教育のテーマのような感じがする)に対応するという事で実施され、大学側がもつこのSPPに対する考え方を高校に伝えることはできなかった。

・広報委員会の方々は必要に応じて大変なご努力をいただいたが、高校、広報委員、講師の相互関係は複雑すぎて、十分に機能しなかったように思われる

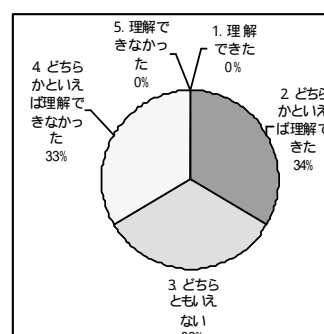
・広報委員会には従来からの委員会の仕事があるはずで、このような企画の実施機関みたいな役割を加えるべきではなかった。別な委員会をつくるべきであろう

・バスを大型から中型に変更したほうが良い。

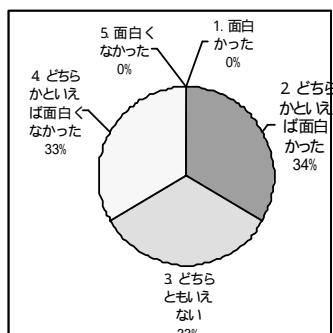
・時間的に融通が利かなく、書類書きが多すぎる



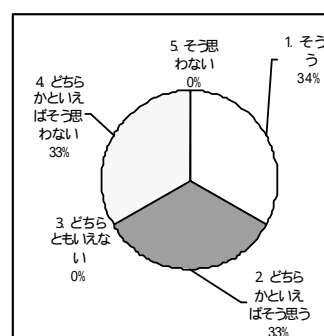
問12 授業の内容を、生徒たちが自分なりに理解できたと思いますか？



問10 生徒たちにとって、授業は面白かったと思いますか？

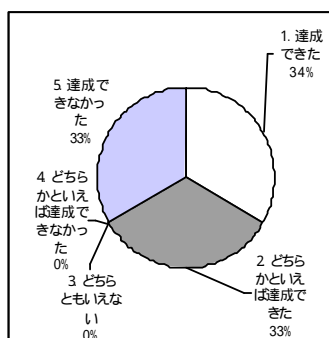


問13 事前打合せは十分だったと思いますか？

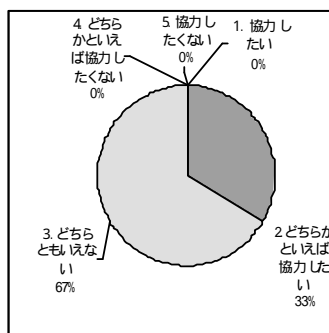


問11 授業で取り扱った内容は、生徒たちにとって難しかったと思いますか？

問14 当初計画していたねらいを達成することができたと思いますか？



問15 また、このような機会があったら、講師としてご協力いただけますか？



問16 SPP の実施方法・手順、実施の効果、継続していく上での課題等について、ご意見をご記入ください。

物品購入に関係した三菱総研なる企業が厳正に手続きを行っていなかったため、必要な物品が入手できなくなりやむなく代替品で実験を行ったため、実験の一部は実施できなくなった。(物品、発注をしたというが、納入のチェックを行っていなかったため、直前になって改めて問合せしたした結果、必要物品の納入の見込みが立たない事が判明し、急に代替品を注文した。)

・高校と大学とのテーマ:このSPPのとらえ方に十分な合意がなかったため、大学としての能力を発揮できないで終わり、高校生にとってはあまり関係がない事を教育されて、真面目に受け入れる事ができないで戸惑っているという感じであった。

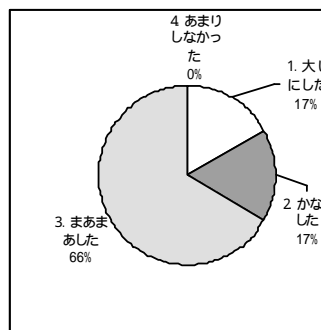
・十分な討論、打合せができなければ役に立たない。

・8月の猛暑の時季に野外で実施したので、十分な効果が得られなかった。今後は5月

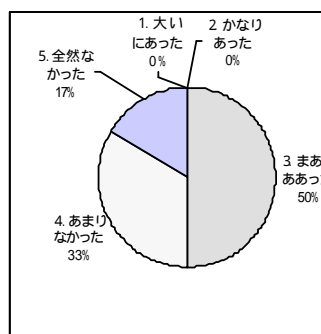
頃の実施が望ましい。

2 - 4 - 4 TAからの回答

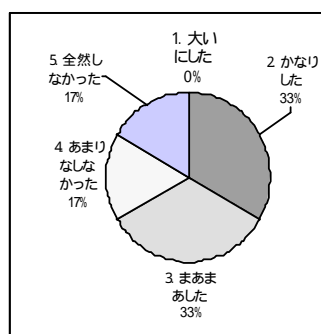
問1 事前にどの程度準備しましたか



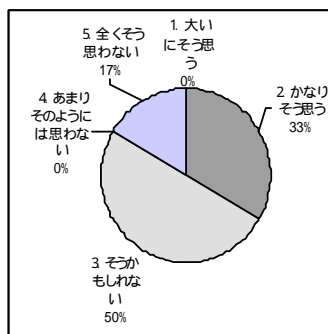
問2 高校生達から実習内容について質問されましたか



問3 高校生達とは実習内容以外にも会話をしましたか



問4 あなたが TA をしたことにより高校生達は数学・理科に興味をもてたと思いますか



問5 高校生達の面倒をみてもらいましたが、このことはあなたにとって有意義でしたか

ということの難しさがわかった。逆に高校生が説明した内容を理解してくれて良かった。

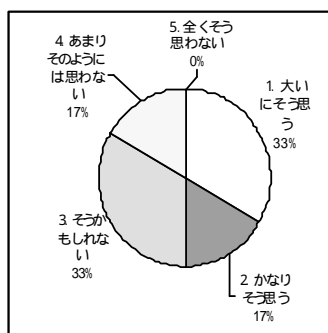
野外実習として高校生と共に行動できたこと、それにより近い距離で接することができたと思う

高校生に教えるといういつもと異なった視点であり、自身にとっても良い経験となった。

なし。

あまり普段中身の見えない大学の中が見ることができて良かったのではないかと思います。

準備をちゃんとするので、自分の研究の復習にもなった。



問7 今回の連携講座で改善すべき点があれば書いて下さい

・内容が少し難しかったと思う。楽しんで興味が持てる内容にするのが良いと思った。

・バスが必要以上に大型であった。

・バスは大きすぎた気がする。

細かい打合せをもう少ししておいたほうが良いと感じました。高校生がもっと積極的なら良かったなあと感じました。

・高校生への課題をちゃんと出したかった。

問6 今回の連携講座でよかった点があれば書いて下さい

・高校生に物事を教えるを通して、教える

2 - 4 - 5 アンケートの解析

(1) 生徒アンケートの解析

問3の結果から、生徒の86%は受講した実習の分野に興味を持ったことがわかり、事業の目的は達成されたといえる。この理由は、問2の結果からわかるように、地球科学と生物圏環境科学のテーマは選択制にしたため、生徒が興味を持ったテーマに主体的に参加したためであると考えられる。

問6の結果で、実習時間の長さが、「ちょうどよい」が45%に対し、「多少長い」が42%であった。この実習時間は大学のフィールド実習と比べると決して長くはないが、高校の授業の感覚では、生徒は長く感じたのかもしれない。また、夏の最も暑い時期に実施せざるをえず(問4の結果からもわかる)、フィールド実習の時期としては厳しい時期であったため長く感じた可能性もある。これについては、事前にかなり早い時期(学期の始まる前)から日程調整を行い、最適な時期に行うことで改善するべきである。

問8の問いかけにより、生徒は普段から科学について多くの疑問を持っていることがわかるが、これらのいくつかは、実施によって生じた疑問かもしれない。講座を受けることによりどのよう

な疑問もしくは興味が生じましたか？」という問いかけを行えば、この講座の効果を明白に知ることができたと思われる。

問9で、生徒側からの印象は、「質問をあまりしなかった」と「全然しなかった」をあわせて75%となっている。生徒とTA間のコミュニケーションが少なかったかもしれない。フィールド実習でも、講師の説明が主体になる講義色の強い場合は、実験色が強い場合と比べるとTAとの会話は少なくなると思われる。一方、TAに対するアンケート(問3)では、会話を「かなりした」と「まあまあした」とあわせると66%である。TAの考え方、またTAと生徒それぞれの性格に依存することなので解釈は難しいが、もし生徒たちにとって会話がしにくかったとすれば、生徒の中でTAがどのような位置づけになっているのかも気になる。

問12で理数が好きな人は68%であり、問4で実験観察が好きな人は91%であり、これらは自然科学コースであるため当然ともいえる。しかし、問5で理工系に進学したいと考える人がほぼ半分になり、理工系の職業に就きたい人は42%に減っている。このことは、現在の理数離れの原因として、理工系職業の魅力が少ないためであることを少しは示唆しているのかもしれない。対象が2年生であることや、高校中でのコースの進路指導上の位置づけ、コースの生徒の学力レベルなど、様々な情報を考慮しなければ、単なる薄っぺらな解釈しかできない。

問19で「どちらかといえば易しい」と「易しい」の合計が11%で、「どちらかといえば難しい」と「難しい」の合計が36%であったことから、今回の実習は高校生には少し内容が難しかったと考えられる。このことは高校教員アンケート問2や講師アンケート問11の結果からもうかがわれる。本事業は初めての事業であり手探りであったため、今後これらを参考にして改善していく必要がある。しかし、問9で「理解できた」と「どちらかといえば理解できた」が84%であり、また問21で今後このような授業があれば「参加したい」と「どちらかといえば参加したい」の合計が66%であることから、事業の効果は確実に確認でき、目的はほぼ達成されたといえる。

(2) 高校教員アンケートの解析

問5の結果から、高校側で年間授業計画における指導上の、本事業の位置づけがはっきり講師に伝えられていなかったことがわかる。これは広報委員会としても感じられた。事業を高校での指導に生かしていくためには、この打ち合わせが不可欠であるため、改善しなければならない。

(3) 講師アンケートの解析

問1からすべての講師が非常に負担を感じたことがわかる。問3の結果に「教材などの準備をすべて新たに用意せざるをえなかった」とある。また、講師が詳しくない地域であるため下見・下調べを入念に行う必要があったという意見も実際に講師の口から聞かれた。これらの理由は、本事業が高校でこれまで続けられていたテーマを引き継いだためであることが大きい。

問2で「経済的負担」があがっているのは、あってはならないことであるが、その理由は、SPP事業での経費支出の手続きおよび支出の基準に問題があるためである。このことは問16の結果からもわかる。特に消耗品の基準が厳しすぎるためであり、必ず改善しな

ければならない。「テキストの作成」は一度行えば次回からは軽減されると考えられる。「報告書の作成」は本人でないと書けない面があるので、仕方ないと考えられる。

また研究者が持つ科学の視点からみて、教材を身近な自然に限るのは難しいという講師の意見も聞かれたが、高校生の興味を引き出すためには身近な自然から始めるのは有効である。身近な自然から本格的な科学へどううまく導いていくかが今後の課題である。

問10で、講師の目から見て「面白かった」が0%で、「どちらかといえば面白かった」が34%しかないのは、今後改善すべき課題である。

問12で、「理解できた」が0%で、「どちらかといえば理解できた」が34%しかないのは、今後改善すべき課題である。

全体を通じて様々な問題が挙げられた。これは事業への参加が初めてであることと準備期間が十分とれなかったことに起因するものが多いと考えられる。

(4) その他の留意点

TA に対する旅費が出ないことが SPP の制度上の問題である。

第3章 協力講座 「大学で体験する最先端の科学実験」 - SSH 富山高等学校との連携 -

3 - 1 概要

大学で行われている最先端の研究内容を富山高等学校理数科 2 年生に体験させ、科学の面白み、精神的な高揚感、驚きを味わってもらう。高校で学んでいる数学・理科の内容から順序だてた講義と実験を通じて、数学・物理学・化学・生物学の各分野の基礎から専門性の高い領域までカバーする教育を行うことにより、科学への興味を高いレベルで誘うことを目的とした。そのために、各グループでは 1 人あるいは複数の講師に対して、高校生 6 名以下の少人数にしてきめ細かに指導した。期間も 3 日間と、じっくり取り組める環境を整備するとともに、事前にテキストなども高校を通じて配布し、さらに TA も複数配置するなど、教育の効果を高める工夫をした。

各分野のサブテーマを表 3-1 に示す。受講者は、大学が用意したこれらのサブテーマを自主的に選択した生徒となっている。

日程は、夏休み中の平成 15 年 8 月 20 日～22 日(3 日間)であり、生徒は高校から貸し切りバスで通学した。おおむね 9 時から 16 時間までを実習時間にあて、初日の最初の時間、最終日の終了時間は開講式、閉講式にあてた。

なお、この講座は富山医科薬科大学、富山県立大学でも並行して実施されており、それぞれの受講生徒数は富山大学 16 名、富山医科薬科大学 14 名、富山県立大学 7 名である。

表 3-1 本協力講座で実施した分野別サブテーマ

分野	内容	生徒数	担当教員
数学	「数理と情報の世界への誘い」 1) 点列の振る舞い 2) 誤り訂正符号入門 3) 情報と数学	3	小林久壽雄(数学科 教授) 菅谷孝(数学科 教授) 幸山直人(数学科 助手)
物理学	「結晶に関する実験と解析」	3	岡部俊夫(物理学科 教授)
化学	化学的探究心の育成 - 化学発光物質ルミノールの合成と分子構造 -	6	樋口弘行(化学科 教授) 宮沢真宏(化学科 助教授) 山口晴司(化学科 教授) 林 直人(化学科 助教授)
生物学	「制限酵素による DNA の構造解析」	4	若杉達也(生物学科 助教授)

3 - 2 各サブテーマの内容

3 - 2 - 1 数理と情報の世界への誘い(数学)

3 つの話題をについて 3 人の講師がそれぞれ 1 日ずつ研修を開講した。

[1] 点列の振る舞い(決定的とでたらめ的)(開講日: 8月20日(水))

講師: 小林久壽雄(数学科 教授)

目的と教育実施内容:

でたらめな点列もそれらを集めて集団としてみると規則的な行動があり、完全に決定的な点列でも、大きな時間単位で考えれば、非常に複雑な予測不可能とも思える行動をすることがある。また、このことの数学的取扱いが可能であることを知ることを目的とした。

簡単な数列から始め、数字の列だけでなくいろいろなものの列(広義の点列)が考えられることを紹介し、表計算ソフトを用いてこれらの点列をグラフとして追いかけた。次に偶然に支配されて決まる点列にも、それらを集めて集団としてみると規則的に見える行動があることを、中心極限定理等を例として、乱数を用いた PC 上のシミュレーションとして

実習した。次に、完全に決定的な点列でも、大きな時間単位で考えれば、非常に複雑な予測不可能とも思える行動をすることがあることをPC上で体験した。複素関数 z^2+c の反復で出来る数列とジュリア集合、マンデルブロー集合をPCで作図した。自己相似性の説明を、自然界の例と共にマンデルブロー集合の1部分の拡大を繰り返し、同じ図形が現れることをPCで見ることによって行った。フラクタル描画ソフト(自作)を用いて、マンデルブロー集合の局所拡大、マンデルブロー集合の各点におけるジュリア集合の図(その変化)を探検してもらった。

教育的効果・結果:

計算の過程と式の表現に関する理解は今ひとつだったが、グラフにおける点列の動きから確率的法則を少しは理解してもらえた。また、マンデルブロー集合を例とした自己相似性も、PCでの実習を通して理解された。レポートの感想にもあるように、どんな小さい部分にも現れるハート形としてとらえてもらえたようだ。これらの不思議で華麗な図形(マンデルブロー集合、ジュリア集合)が、複素数の計算で得られ、そのハート形が比較的簡単な計算(高校生には簡単でなかったようだ)から得られることから、複素数に興味を持ってもらえたと思う。

抽出された留意点・課題

高校の先生から、Excel、数列、複素数は一応習ったと聞いていたので、それらを使って話を進めたが、理解は今ひとつだった。話題を絞って、ゆっくり、じっくり取り組む実習を検討した方がよい。

[2] 公開鍵暗号について (開講日:8月21日(木))

講師:菅谷 孝(数学科教授)

目的と教育実施内容:

2, 3 が無理数であることを無限降下法による証明を紹介して、整数の類別の概念と $\text{mod } n$ を導入した。365 を考えることにより素因数分解がいかに強力な手段であるかを示し、それがコンピュータでは実行不可能であることを述べた。フェルマーの小定理を使って、RSA 暗号の仕組みを述べて、小さな素数を使って小定理を確かめる実習を行った。それを元にして RSA 暗号を作ることを、課題として与えた。

教育的効果・結果:

上記課題に答えた者はいなかったが、アンケートには、暗号が数学に基礎をおくことに驚いたことが述べられていた。このような驚きを与えたことは、意味あることに思われる。

抽出された留意点・課題:

高校2年生で、それも1学期を終えたところであり、数学の知識、成熟度において、種々の証明を理解するレベルに達していないように思えた。もっと高学年が対象の内容だったなのかもしれない。受講対象者を事前に知る機会の必要性を感じた。

[3] 計算機理論入門 ~コンピュータを設計しよう~ (開講日:8月22日(金))

講師:幸山直人(数学科助手)

目的と教育実施内容:

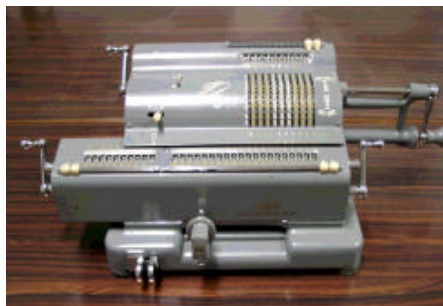
小・中・高および大学において、コンピュータを取り入れた教育が盛んになってきた今日ではあるが、その内容や実施形態も様々で、教員のスキルに大きく依存している。特に、高校では新しく「情報」という教科が追加されたが、理論を積み重ねることでコンピュータの仕組みを理解するというより、文書作成・表計算・プレゼンテーションといったアプリケーション(ソフトウェア)を使えるようになることが中心となっている。

そこで、本テーマでは、コンピュータが理論の積み重ねによって構成された科学の産物

であることを学習してもらい、同時に、理論の積み重ねが如何に重要であることを理解してもらうことを目的とした。要するに、コンピュータという積み木を一度崩してから、理論に基づいて再度組み立てるという作業を行うことにより、コンピュータの本質を理解すると共に、より深い論理的理解力と論理的考察力を養ってもらうことを目標とした。

本テーマの目的を達成するために、テキスト（資料1）を作成し、それに従い重要な部分をピックアップしながら講義と演習を行った。大まかな流れとして、1章では2進数の定義と、補数表示とシフト演算を導入することで四則演算を足し算とシフト演算に分解できることを示した。2章では、ブール代数に基づく論理演算について証明を交え学習した。最後の3章では、MIL記号を導入後、1章と2章を踏まえた上で、受講生と一緒に加算回路を構成した。詳細は、以下の通りである。

1章：まず、私たちが日常使っている10進数と比較しながら、2進数も同様に定義されることを述べた。さらに、基数変換の方法についても触れ、整数部が正しく変換されていることを証明した（小数部の変換の証明については資料2の課題1で出題）。次に、論理回路で有効な補数表示とシフト演算を導入した。補数表示は、引き算（負の数）をあたかも足し算（正の数）のように扱うことが出来ることを解説した。続いて、補数表示とシフト演算を組み合わせることで、掛け算や割り算も可能になることを述べた。同時に、具体的な数をタイガー手廻し計算器（右図）で計算することで、体を使って理解してもらった。



2章：この章では、3章で学ぶ論理回路の基礎となるブール代数を学習し、さらに、論理演算を定義した。続いて、基礎的な論理演算の定理を挙げ、証明を行った。受講生にも証明の練習をしてもらった。最後の節では、論理積・論理和・否定が論理演算の万能演算系であり、全ての論理関数が万能演算系で構成できることを述べた（論理積と論理和が万能演算系でないことの証明を資料2の課題2で出題）。

3章：この章では、論理演算を可能にする論理素子を紹介し、MIL記号を導入した（2章に関連した基本的な論理回路を描く練習を資料2の課題3で出題）。さらに、1章と2章を踏まえ、2進数の1と0を論理演算の真と偽に対応させることで、実際には論理演算であるが、あたかも算術演算であるかのように振舞う加算回路を、MIL記号を使って構成した。その際、受講者に問いただしながら加算回路に相当する論理関数の真理値表を埋めることで、加算回路について考察を行った。また、コンピュータの（レジスタとしての）記憶装置であるフリップ・フロップについても紹介した。

4章：最後に、加算回路を応用した2進数の足し算（引き算；補数表示を含む）が行うことが出来る電卓の回路図（資料1のp.42）について解説を行った。

全体の講義を通してみると、受講者が2名と非常に少なかったため（右図）、受講生が緊張することもなく、高校生らしい活発な議論や質疑応答が行われ、和やかな雰囲気の話義となった。また、各受講生を丁寧に観察することで、理解度にあわせてじっくり教えることができた。



逆に、大学教育が抱え持つ問題点が浮き彫りとなった。例えば、大学で学ぶ数学は、高校までとは異なり、理論を積み重ねることが中心となる。ところが、教官の指導力不足があるにしろ、（論理的理解力や論理的考察力が未発達のため）学生は学ぶということを暗記することに置き換えてしまっているた

め、論理的理解力や論理的考察力の育成や鍛錬が行われないままである。その結果、学生は、「解答をください」といった対応や単位取得のみに執着してしまっているのが現状で、無気力や無関心といった状態につながっている。今回の講義を担当することで、教官の負担は膨大になることは確実であるが、ゼミ形式のような少人数で密着型の教育が一年次から必要であることを痛感した。

教育的効果・結果：

で述べたように、目的のひとつは理論の積み重ねが非常に重要であるということを手伝ってもらふことにある。これに関しては、閉校式の際、受講生の一人から「今、高校で学んでいることが大切であることが判った。これからも高校の勉強をしっかりとやって、大学に進学したい。」という感想が聞かれ、効果があったように感じられる。

2点目は、コンピュータの本質を理解するということであつた。この講義は、非常に基礎的なものであるが、受講することで、コンピュータの見方が変わり、コンピュータを扱う上でも大きなアドバンテージが得られる。過去の経験から言っても、コンピュータの本質を理解した者としらない者では、同じアプリケーションソフトを使っても、習得や熟練に大きな較差が生まれてくる。さらに、この講義を足がかりに、プログラミング・データベース・セキュリティなどより広い範囲のテーマを学習することで、技術者育成の架け橋となることが期待される。

留意点・課題：

強いてあげるなら、高校のレベルから、理論を積み重ね、ある程度の内容を学習してもらふには時間が少なかった。

* 資料1：「計算機理論入門」, 幸山直人著, 富山大学理学部数学教室出版, 2003年

* 資料2：計算機理論入門 課題と解答例

3 - 2 - 2 電子顕微鏡による結晶の解析(物理学)

講師：岡部俊夫(物理学科・教授)

目的と教育実施内容：

第1日：10：00～12：00, 13：00～15：30

3日間の実習の内容と目的を説明。現代の科学技術の重要な基礎を担っている、薄膜作成とその評価に欠かせない電子顕微鏡による解析の基本を実習、体験することを目的とした。

半導体技術の基本である真空蒸着を実体験する目的で、金の薄膜作成を行わせた。TAの指導で、試料の秤量、真空装置の運転、抵抗加熱による蒸着全てを生徒に行わせた。

第2日：9：00～12：00, 13：00～15：30

昨日、作成した金の蒸着薄膜を電子顕微鏡観察行わせた。蒸着膜を電子顕微鏡メッシュに保持し、電子顕微鏡で金の粒子サイズの観察と電子回折像を撮影した。

生徒にとって、電子顕微鏡の原理を理解させ、これによって微細な物質構造が観察できること、これにより現代科学に不可欠な物質探索が有効に行われ得ることを理解させることを目指した。

第3日：9：00～12：00, 13：00～15：00

電子顕微鏡の多機能性を理解させるため、特異なテトラポッド型ZnOの走査像観察を行った。電子顕微鏡フィルムの現像、引き伸ばし、および走査像のポラロイドフィルム撮影を行った。



午後、各自が撮影したフィルムについて、粒子サイズの測定を行った。さらに、電子回折の原理説明の後、金の結晶構造が面心立方であることによって、撮影した回折像が説明できることを理解させた。

教育的効果・結果：

現代科学の基礎を担う原理、それを実現した装置の理解を、実際に装置類に触れること、みずから操作することによって理解することを目指した。

生徒は、高校2年生であり、波動についての理解は困難な用であった。現代科学の深さ、高度さについては、かなり感覚的に理解できたようだ。将来、何らかの意味で、科学に携わりたいとの意欲を強める効果はあったと思う。

留意点・課題：

生徒の、事前学習があれば教育効果を高めることが出来るのではないか。このためには高校の理科教諭との事前打ち合わせ、あるいは教諭対象の事前実習を行っておくのがより良かったと思われる。

実習のための準備には、多大な時間と労力を必要とした。1回きりの実習とすれば、これを理学部教員全員に社会貢献として求めることは問題がある。今回準備されたテーマでの実習を、ティーチングアシスタント主導で複数回実施することにより、教官の負担増になることを避けるべきと思う。

3 - 2 - 3 化学的探究心の育成 - 化学発光物質ルミノールの合成と分子構造 -

講師：樋口弘行(化学科・教授)、宮沢真宏(化学科・助教授)、山口晴司(化学科・教授)、林直人(化学科・助教授)

目的と教育実施内容：

研究の本質とそれに取り組む研究者の姿勢や研究システムを、ルミノールの合成実験と数多くの最先端機器による構造決定のための測定実習を通して学ぶ。自然科学は、実験と実験結果の詳細な考察および理論の組み立て、さらにそれらを基盤とした実験の積み重ねを通じて発展してきた学問である。取り分け、基本的実験技術を身に付けることは、あらゆる自然科学の研究者を目指す学生にとって必須の要件であるという観点から、反応などがどのようにして起こり、さらに分子のもつ構造と性質との関わり合いを常に考えながら観察する集中力を養わせる。そして、このSSHからの経験を基に「化学をする」ことへの理解と面白さを知るとともに、次代社会の発展に貢献できる技能と洞察力の一端を身に付けさせることを目的として、下記の実習を行なった。



プログラム実習項目(添付資料)：

- 1) 化学発光化合物「ルミノール」の合成
 - i) 3-ニトロフタル酸とヒドラジンとの脱水反応によるニトロ誘導体の合成
 - ii) 亜ジチオン酸ナトリウムを用いたニトロ誘導体の還元反応による「ルミノール」の合成
- 2) 化学発光化合物「ルミノール」の精製
- 3) 化学発光化合物「ルミノール」の発光現象観察
- 4) 最先端機器による「ルミノール」の物性測定
 - i) 赤外線吸収スペクトル(IR)
 - ii) 質量分析(マス)スペクトル(MS)
 - iii) 核磁気共鳴スペクトル(NMR)

5) ルミノール合成実験を通して全体の取りまとめ

教育的効果・結果：

比較的短時間の中での実習であったが、化学実験の基本操作を初め合成物の精製や最先端大型機器による構造確認などの体験を通して、驚きと感動の連続であった。何よりも、自身で合成した「ルミノール」が実際に暗闇で発光する現象を観察した時、女子学生らしく歓声を上げ喜んでいたのは印象的であった。高校生レベルでは決して体験できない内容であるので、当然と言えば当然であるが、たとえわずかな時間であってもこうした体験が将来の化学的探究心と諸現象に対する感動心を育てて行くことを実感した。そうして、研究成果が決して偶然や単発的に仕上がるものではなく、基本的な一連の流れ作業の上に行われる最終結果であることを伝えられたこと、また、そのことを高校生自身が理解し実感してくれた効果は大きい。

留意点・課題：

- 1) 元々、比較的短時間に数多くの項目を消化せねばならないという強行スケジュールであったことは否めない。現段階では、高校のカリキュラム上の「有機化学」に関する授業が十分になされておらず、実施プログラム内容にほとんど事前準備がなされないままであり、受け入れ側で基本授業を行なって補充した。
- 2) その上、実施3週間ほど前に高校にテキストやスケジュール表を送付案内していたが、受け入れ側には2日前になって1日の開始/終了時刻がアナウンスされる事態であり、調整に大変苦慮した。

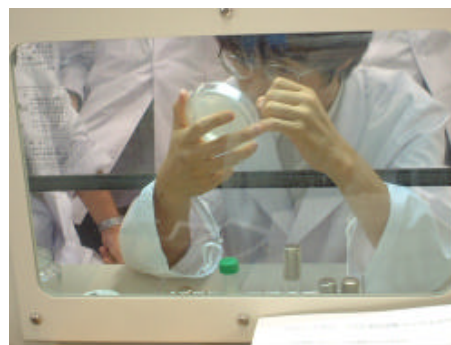
こんな中、比較的充実して効率良くプログラムを遂行できたことは、各実験担当者の努力に加え富山高校の生徒の優秀さに帰するところ大である。提出された実験レポートについても、修・訂正を要する箇所は其処此処にあったが、概ねプログラム内容をよく理解しており、真剣に取り組んでいる姿勢が反映していた。

3 - 2 - 4 制限酵素によるDNAの構造解析(生物学)

講師：若杉達也(生物学科・助教授)

目的と教育実施内容：

生命活動を司る設計図の役割を果たしているのが遺伝子である。遺伝子の本体はデオキシリボ核酸(DNA)という物質であることが、20世紀中頃に明らかになり、1970年代になって、特定の遺伝子を取り出して増殖させる「組換えDNA技術」が開発された。組換えDNA技術を用いて、ヒトをはじめとする様々な生物の遺伝子の構造と働きが明らかにされてきている。



今回の実習では、DNAというものを実際に取扱い、組換えDNA技術の基本である、DNAの抽出、DNAの切断、DNAサイズの測定、を理解することを目的として、以下のような日程で実験をおこなった。

1日目

- (午前) 講義 遺伝子クローニング技術についての講義と実験全体の説明。
- (午後) 実験 大腸菌を液体培地へ植菌する。

2日目

- (午前) 実験 大腸菌からプラスミドDNAを抽出する。
- (午後) 実験 プラスミドDNAの精製。

プラスミドDNAを制限酵素で切断する．

3 日目

- (午前) 実験 制限酵素で切断したプラスミドDNAをアガロースゲル電気泳動する．切断されたDNAのサイズを測定する．
- (午後) 講義 結果の説明とプラスミドDNAの制限酵素地図の作製．

本実習では、高校には無い器具や機械を用いて、高校ではできない組換えDNA技術に関する実験をするという、大学でしかできない実験をおこなうという点が大きな特徴として挙げられる。また、DNAの構造を知る方法について理解を深めるため、実験だけでなく、データの解析について講義をおこなった点も教育的特徴として挙げる事ができる。

教育的効果・結果：

参加した生徒一人ずつが実験をおこない、各生徒が期待したとおりの実験結果を得ることができた。実習をおこなうことにより、通常高校ではできない経験ができたものと思われる。これにより大学でどのような研究をおこなっているかという点についても、理解を深められたのではないと思われる。講義については、簡単な練習問題を行い、理解度を確かめたところ、DNAの構造を知る方法について、ある程度理解できていることがわかった。

留意点・課題：

今回実習を行った内容は、参加学生が高校で履修していない内容を含んでおり、生徒にとって理解しにくかった点も多かったように思われた。そのせいもあってか、参加学生の実習内容に対する理解や関心がそれほど高くはないように感じられた。実習内容やそのレベルを決定する上では高校側と詳細な打ち合わせが必要であると共に、参加学生に対して事前の説明を充分にして生徒の理解や関心を深める必要があると強く感じた。

本実習では、生徒各自が手を動かして実験をおこない、実験にあたっては様々な薬品や機械を使用した。このような実験をおこなう場合、きちんと講師の指示に従って実験を行わないと危険な場合がある。実習や講義を受講する際の態度については高校側で十分な事前指導をおこなってもらおうよう強く要望したい。

3 - 3 予 算

この講座では3日間のべ19名のTAが実験・実習を補助した。この3日間分のTA謝金は、富山高等学校のSSH事業費から支給された。いくつかの講座において事前準備にもTAの協力を要したため、この部分については理学部よりTA謝金を支給した(TA3名、のべ11時間、11,990円)。実験に必要な試薬・フィルム等の消耗品については、SSH事業費から支出すべきものであると考えられるが高校側で対応が遅れたため理学部が支給した(表3-2参照)。

表 3-2 協力講座消耗品費(円)

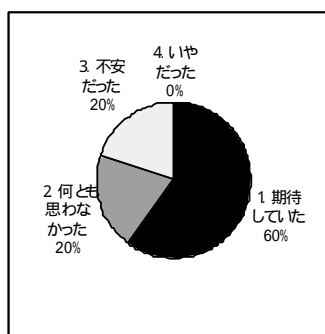
	数学	物理学	化学	生物学	合計
消耗品費	0	34,740	44,460	24,720	103,920

3 - 4 アンケートの結果

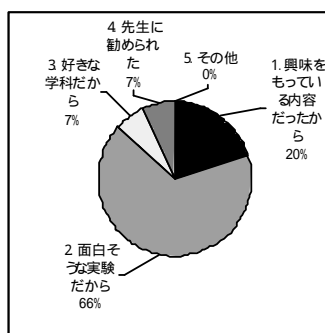
講座実施の後、生徒、高校教員、講師、TAを対象としてアンケートを行い、今回の講座の効果や問題点を探ることを試みた。まず、アンケートへの回答とその分布について記述し、その後解析した結果を示すことにする。

3 - 4 - 1 生徒からの回答

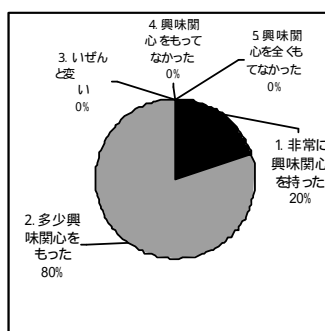
問1 今回の実験・実習をする前の気持ちは以下のどれが最も近いですか？



問2 あなたは今回の実習のテーマを選んだ理由は下記のどれですか(複数選択可)



問3 今回の実習を受講して、この分野への興味関心は増しましたか？



問4 それは何故ですか

[1. 非常に興味関心を持った]

先生の説明は大変分かりやすかったし、人間の目に様々な色が見えてくるメカニズム等も知ることができ、知識がぐんと広がった。(化学)

実際に顕微鏡に触れることができ、また、つ1つの作業や結果には、いろいろな法則などがあることが分かったから(物理)

電子顕微鏡でいろんなことを見れたから(物理)

[2. 多少興味関心をもった]

実験がとても面白かった(化学)

先生が1つ1つ丁寧に説明して下さい、分かりやすかったのと、実験が楽しかったから(化学)

先生の説明がとても分かりやすくて、とても理解しやすかったから(化学)

実験が面白かったから(化学)

実験が面白く、1つ1つの実験器具の使い方を確認しながらできてよかった。大学の雰囲気味わうことができてよかった(化学)

普段体験できないことができたのでとても良かった(Auの薄膜の作成、電子顕微鏡の操作等)(物理)

普段学習していることを使って新たな発見があったから(数学)

知らないことばかりだったから。計算機理論は最後まで分かったが、他は難しかった(数学)

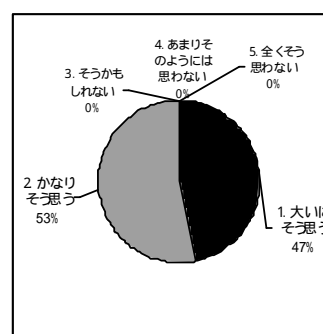
遺伝子 (=DNA)という生命の設計図をあらゆる作業を行って切ったり、くっつけたりと、言うことで、道徳的にどうであろうか思った(生物)

実験が面白かった(生物)

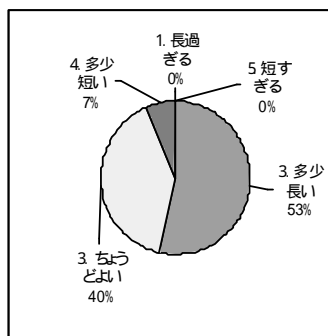
説明がわかりやすいし、実験も面白かった(生物)

実験自体は面白いが、単調な作業だった(生物)

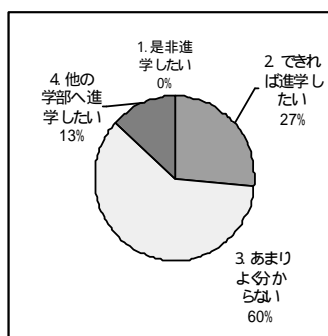
問5 テキストは講座の内容を理解するのに役立ちましたか



問6 今回の実習時間はどうでしたか



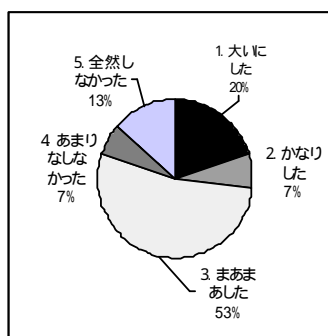
問7 大学(富山大学あるいは他の大学)の理学部へ進学したいと思いましたが



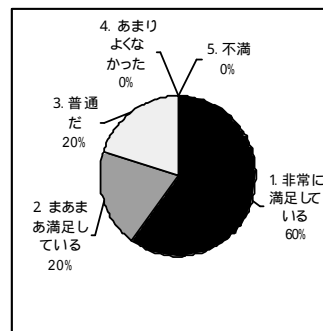
問8 普段から興味を持っていること,不思議に思っていることがあれば書いて下さい

- ・原子関係のこと
- ・量子物理学の原子、またニュートリノなど
- ・医学関連
- ・コンピューター 医学関連
- ・素粒子物理学 生物 (遺伝子)
- ・宇宙
- ・科学はどこまで進歩するのか

問9 ティーチングアシスタントに質問やその他の話をしましたか



問10 ティーチングアシスタントの対応はどうか



問11 どうしてそのように感じましたか

- [1. 非常に満足している]
 - ・親切に、丁寧に教えて下さったから
 - ・とても親切に接して下さいましたから
 - ・いてくれたおかげで楽しく実験できたから
 - ・指導者の人が院生も含めて、3人いて下さったので、私たちはとてもわかりやすく、とても楽しかったから
 - ・とても丁寧に教えていただき、質問に対してもわかりやすく、わかるまで教えて下さった
 - ・とても親切に教えて頂き、自分からも話やすかった
 - ・とても親切にさせていただいたから
- [2. まあまあ満足している]
 - ・いろいろな質問に答えて下さいました
 - ・分からないことを適切に教えてくれたから
- [3. 普通だ]
 - ・特に話すことがなかったため
 - ・ほとんど関わりを持たなかった
 - ・ごく普通に質問に返答されたり、説明して下さいだったので

3 - 4 - 2 高校教員からの回答

問1 富山大学理学部と連携されるにあたり、インターネット等で本学理学部について調査をされましたか。またその際、十分な情報が

得られましたでしょうか。

- ・調査しました。私とすれば十分な情報が得られましたが、高校生にとっては、専門的な用語もありもう少し具体例などがあれば分かりやすいと思われます
- ・以前より連携しているので特に富大理学部について調査しなかった
- ・本学理学部について十分な調査はしなかった

問2 講座の準備段階で本学の教員と十分に連絡がとれましたか。問題点などがありましたらお書き下さい。

- ・一度は直接面会し、その後はメールで打ち合わせをしました。回数は少なかったのですが、いろいろ配慮いただき十分な連絡が取れたと思います
- ・全体の連絡の窓口として広報委員の先生や教務係長に協力いただきスムーズに連絡がとれたと思います。特に今回の講座は多数の先生方の協力を得る必要がありましたが、連絡体制がしっかりしていたので講座もうまく運営できたのではないかと思います
- ・インターネットで何度か内容についてやりとりを行った

問3 今回の講座でよかった点をお書き下さい

- ・高校ではできない最先端の測定機器を扱うことができたこと。研究の手法を実際に経験でき、どのように研究が進められていくかを実感できたこと
- ・生徒が主体的に学ぶことができる講座であった。
- ・少人数の研修であったため、研修内容の生徒への定着がよかった。
- ・大学の教官が高いレベルの内容を生徒に理解できるように指導していただいた。
- ・TAの学生の役割が大きかった。
- ・時間をかけてじっくりと研修に取り組めた点。
- ・資料が充実していて、わかりやすかった。

- ・物理の場合、電子顕微鏡を自分で操作したり資料の作成を自分で行ったりできてよかった。
- ・電子顕微鏡で撮影した写真を使い、結晶などの解析をしたり写真が何を意味しているかなどの理論的な話がなされている点がよかった。

問4 今回の講座で改善すべきだと考えられる点をお書き下さい

- ・今回、生徒は関心のあるテーマを選んで実習をしたが、もう少し生徒自身に調べさせる時間を与えられればより興味が深まったと思われる
- ・本校の問題であるが、来年度以降研修の目的をもっと具体的かつ明確にする必要がある
- ・理論的な解説が2年生のこの時期の生徒には少し難しいので、もう少し簡単な内容にしていいただければありがたい

問5 次回できれば開講して欲しいと思われるテーマがあればお書き下さい。

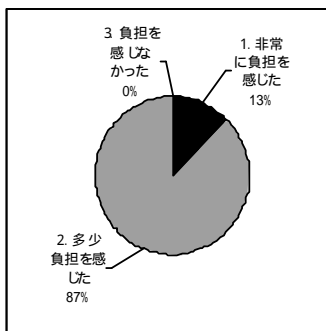
- ・情報技術に関する内容
- ・高温超電導
- ・燃料電池

問6 大学との連携について期待されていることをお書き下さい(時期,期間,分野,その他)

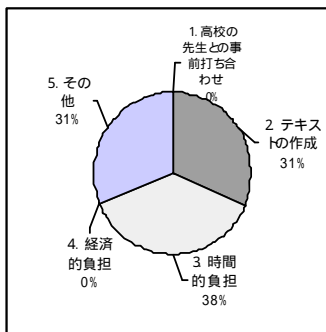
- ・今後、総合探求という時間で課題研究を行っていく予定であるが、テーマによってはご助言やご協力をお願いできないか
- ・高校の理科の授業で深めることが難しいと思われる分野を実験、実習などを通して深めてもらいたい。
- ・大学で行っている最先端の研究について、できればわかりやすく、紹介してもらいたい
- ・最先端の分野の実習、実験を伴う研修(理学及び工学)。
- ・科学を学ぶための基礎、基本についての大学教官と高校教員との協議

3 - 4 - 3 講師からの回答

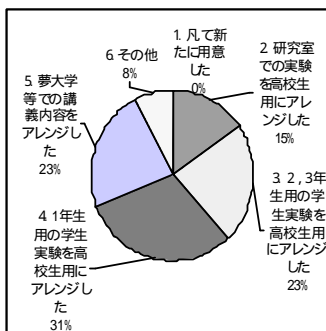
問1 今回の講座を実施するにあたり,負担を感じましたか



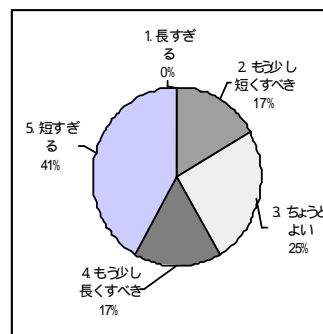
問2 どのようなことに負担を感じましたか(複数選択可)



問3 講座を実施するにあたり準備はどのように行いましたか(複数選択可)



問4 講座の時間は如何でしたか



問5 実施したテーマに関して改善すべき点がありましたか.あればお書き下さい.

数学科で実施した1人1日1講座という方法は複数の内容の概略を知るには良いと思われる。しかしながら、特に数学は積み重ねの学問なので(高校の知識から)ある理論を導くまでの過程を理論的に組み立てていけるような講義および実習も必要であると感じた。私の講義でも比較的易しい題材を取り上げ、好奇心を喚起できるよう心がけた高校生に多くを期待しすぎたのかもしれない。内容も少しづつの方がよかったのではと思っています

いずれも適当であったと思う

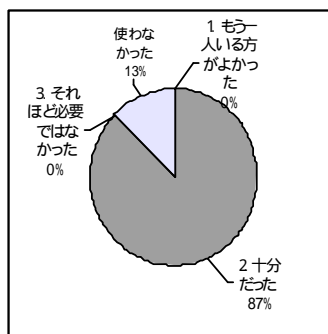
物理の履修途中(2年生)にはレベルを合わせる事が難しい

当初の予定では5時まで行うことを想定して内容を考えていたため、1時間短縮されたためかなり進行を速くせざるをえず、学生には量的に多かったのではないと思われる。実験を行うのに時間を消費し、説明し理解してもらうための時間が不足していた。特に有機化学系の実験では高校2年ではまだ有機化学の分野を学んでおらず説明には時間を要する

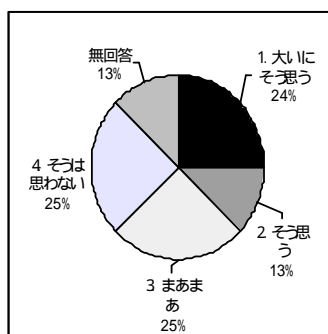
先端的な内容を求められていたので、大学レベルの実験を用意したが、受講生はそれに関して高校で十分に習っておらず基礎的な知識が不十分であった為、難解なものとなってしまう、期待したような成果は挙げられなかったように思う。また、受講生が講義内容に関心や予備知識を持っていると思いついで講義の説明が簡単すぎた点でも良くなかったと思う。受講生の水準や関心

を的確に把握することが必要だと感じた

問6 TAは十分でしたか



問7 TAがいることで高校生達は数学・理科への興味を喚起できたと思いますか



問8 今回の講座を最初の時点から振り返って、改善すべきだと感じられたことがありますか。ありましたら自由にお書き下さい。

・高校・広報委員・講師間の連絡不足が目につき、日程(人数)、TAの雇用、講義に対するレポートの出題について直前まで知らされなかった

情報が様々で混乱した。申請のあった数名の高校生にそのたび毎にサービスしていたのでは効率が悪いので、前年度に申請を整理し、まとめて受入れてはどうでしょうか。このエネルギーは在学生のために使った方が良いのでは... (大学の講義は大教室、高校生は数名で講義...の回数が増えるのは?)

・広報委員会にすべての負担が行ったというのは本来の形ではないと考える。大学としてこのような事業に対応するシステムを作るべきで、学部が全面的に対応する事柄ではない

・実際に実験を行う際のスケジュール(何時から始めて何時までに終了しなければならないのか)を早く教えてほしかった

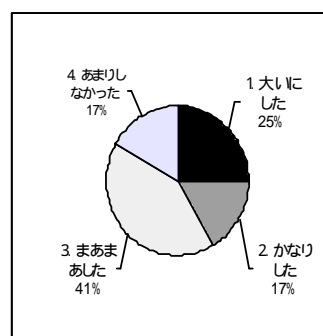
・SSHの実施自体は、時代の流れで異論はないが、今後もこのような企画が続くのであれば、負担が一部の人間や学科に偏らないようにしてほしい

・高校生の水準や関心を充分把握できていなかったことが後悔された。高校の先生とは、何度か打合わせをしたが「どの程度の水準の講義をすべきか」「高校の教育を補う様な内容としてどのような内容の講義を行うべきか」といった事についてもっと十分な打合わせが必要だと感じました。高校側も大学での講座が高校での教育の中でどのように位置づけられるか明確な考えを持ってもらいたいと思います。

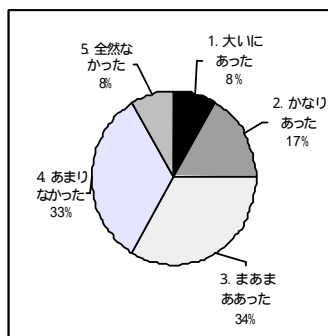
・高校生の水準より高い難解な内容であり、一方的な講義形式だった為もあってか、受講生に積極的な姿勢が見られなかった。また、受講生の半数は受講態度が不真面目で関心や意欲を持って参加しているようには思えなかった。やる気の無い生徒にまで強制参加させているのならば、そのようなことはやめていただくよう高校側に要望して欲しい

3-4-4 TAからの回答

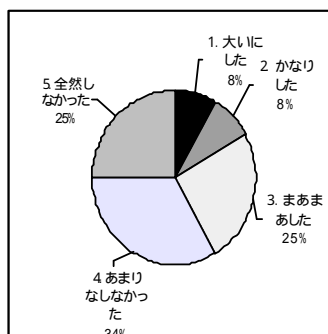
問1 事前にどの程度準備しましたか



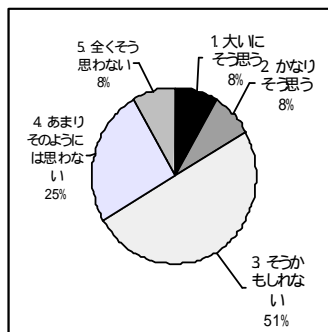
問2 高校生達から実習内容について質問されましたか



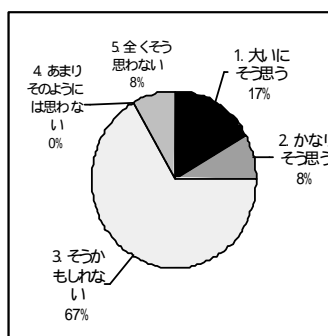
問3 高校生達とは実習内容以外にも会話をしましたか。



問4 あなたが TA をしたことにより高校生達は数学・理科に興味をもてたと思いますか。



問5 高校生達の面倒をみてもらいましたが、このことはあなたにとって有意義でしたか



問6 今回の連携講座でよかった点があれば書いて下さい

- ・目的は良かったと思う(最先端の内容を学ぶ)
- ・色々な準備をする為に自分の勉強もできた
- ・普段できないような経験ができた
- ・一人一人の負担が少ないので教えるのが楽だった
- ・化学に興味を持って取り組んでいたのが良かった
- ・研究室の雰囲気や私たちが日常おこなっている実験について、おおまかな感じがつかめたのではないだろうか
- ・高校生にとって、普段ふれることのないだろう実験器具にふれるということは大変貴重な体験であると思う。また、この講座を通して実験の楽しさや難しさを学ぶよい機会であると思う
- ・高校生が何を学んでいて何を知らないのかを高校側が大学に伝えるべきだったと思う (具体的にパソコンで使ったソフトや知っている分野など指導要領に書いてないこと)
- ・もっと自由にやればよいと思う
- ・時間が少し短い

問7 今回の連携講座で改善すべき点があれば書いて下さい

- ・あわただしかった
- ・時間が少ない
- ・高校生にやる気が感じられなかった。おそらく理由は、事前に実験の内容を知らされてなかったことや、実験に際しての予備知識が皆無に等しかったためだと思う。今後は本講座をより有意義なものにする為に、高校側でも必要最低限の知識を予習させるべきである
- ・実験にあまり興味が持てなかった学生もいたようである。こちらにも責任はあると思われるが、説明を聞かない学生はいかなるものか。

3 - 4 - 5 アンケートの解析結果

(1) 生徒アンケート

- 問1. 実習を受ける前の気持ちは、「期待していた」が60%と大きく、肯定的な意見が強かった。しかし一部に「何とも思わない」の意見も20%見られ、さらに「不安だった」という意見
- 問2. 実習を選んだ理由は、「面白そうな実験だったから」が66%、「興味をもっている内容だったから」と積極的に選んだ様子が認められる。
- 問3. 実習を受講した後の興味や関心は、「多少関心をもった」が80%、「非常に関心をもった」が20%と合わせて肯定的な意見が全体を占め、特に実習を行なう前に、何とも感じていなかった学生や不安を感じていた学生に興味や関心を引き起こすことが出来たのは、本事業の効果を示すものである。
- 問4. 関心をもった理由は、本事業の目的である「高度の機器を実際に触れ体験できた」、の他に、「説明がわかりやすかった」、「普段学習していることを使って新たな発見があった」などの意見がみられ、講師の先生の高校生向けへの対応への努力が感じられる。
- 問5. テキストの内容は実習内容を理解するのに役立つかの質問に対し、「大いにそう思う」が47%と「かなりそう思う」が53%と、肯定的な意見が全体を占め、実習内容が高度の割には、高校生に何をどこまでどのように理解されるのかを、講師の先生が事前にかかりの準備をしたことが理解できる。
- 問6. 実習時間については、「多少長い」53%、「丁度よい」が40%であったが、比較的好評であったと理解できる。
- 問7. 理学部への進学については、「あまりよく分からない」の60%と「他の学部へ進学したい」の13%は、現在の進路指導の上からは妥当なところであろう。その上、「できれば進学したい」が27%見られるのは、この受講後であるかどうかにかかわらず、好ましい。
- 問8. 普段から興味をもっていることについては、「原子」、「量子物理学」、「素粒子物理学」、など物質の基本構造に対する興味その他、最近身近に感じられるようになった「ニュートリノ」、「医学」、「コンピューター」、「遺伝子」、「宇宙」などにも興味をもち、また「科学はどこまで進歩するのか」といふ科学に対する期待と不安を表している学生も見られた。
- 問9. TA との会話については、講師と年齢差があるせいか、「まあまあした」の53%、「かなりした」の7%と、合わせて60%もの学生が話をしており、かなり有効性が高いと考えられる。も20%程見られた。
- 問10. TA の対応についても、「非常に満足している」の60%、「まあまあ満足している」の20%と、合わせて80%もあり有効であったことを示している。

(2) 高校教員アンケートの解析

- 問1. 「本学の理学部についてあらかじめ調査し、十分な情報が得られましたか」の質問に対しては、大半が「ある程度情報を知っているので、改めて調査しなかった」の意見が多く、また「得られる情報を、もっと高校生にも判りやすくしてほしい」との意見も見られた。
- 問2. 準備段階での大学の先生方との連絡については、「回数は少なかったが、インターネット等を利用し連絡をとることが出来た」の意見がみられ、その後の反省会で「高校の先生も大学の先生も忙しく、なかなか時間がとれない」や「何時どこに連絡してよいのか戸惑うことが多い」の意見が多く、「ネットの活用」や「大学で窓口を設定して頂き、連絡するのに助かった」等の意見も聞かれた。
- 問3. 今講座で良かった点については、「高度の内容を、高校生に分かりやすく指導していただいた」、「少数の人数で実施することができ、生徒を主体とした実習ができた」等の意見が見られた。

- 問4. 今後、改善すべき点については、「より生徒が主体的に実験できるよう 時間にゆとりをもって実施して欲しい」、高校の2年生に理解できるような実験内容に」、研修の目的をより明確にしてから、大学に対応してもらわないと」等の意見が見られた。
- 問5. 次回、開講して欲しい内容については、「情報技術」、高温超伝導」、燃料電池」、などが見られた。
- 問6. 大学との連携で期待していることについては、「総合探求という課題研究で、協力が欲しい」、高校で実施が困難な、先端機器に関する実習に協力して欲しい」、科学を学ぶための基礎教育について高校との連携」、大学の研究の紹介」など、一層の高大連携を期待していることが感じられる。

(3) 講師アンケートの解析

- 問1. 負担感については、「多少負担を感じた」が87%、「非常に負担を感じた」が13%と合わせて講師の全員が負担を感じている。これは、生徒のアンケートのテキストで認められるように、大学の講師の先生が高校生向きにかなり積極的に準備をして頂いたためだと考えられ、肯定的に考えることもできる。本年度は初めての実施であり テキストなど準備についての負担感であれば、一度テキスト作成をすれば次回からはその必要がなくなり負担感も減少するであろう
- 問2. 負担感の中身については、「時間的負担」が38%、「テキストの作成」が31%であり、テキストの作成については、前述したように本年度初めての実施であり 2年目からはこの負担感は軽減できる。また、時間的負担についても、当日の時間以外の、事前準備にかなりの時間的負担感をもっている場合も多く、2年目からこれについての負担感もかなり軽減できるであろう
- 問3. 実験準備に関しても それぞれ高校向きに丁寧にアレンジした様子が見える。
- 問4. 講座の時間についても、「短かすぎる」の41%の他、「もう少し長くすべき」が17%、合わせて58%で時間不足の意見を挙げている。しかし、「ちょうどよい」が26%、「もう少し短く」が17%あり 時間不足とも言えない。
- 問5. 実施したテーマについての改善点については、「積み重ねが必要なこともあり 事前にどの程度知っているのかの予備知識が必要」、高校生に期待しすぎた、ある程度絞った方が良かった」等の意見が見られ、今回の実施については「とにかく時間が無かった」と事前教育の必要性」の2点に集中している。
- 問6. TA の数については、「十分であった」が87%とよい結果を示している。
- 問7. TA が居たことの意義についても、「そうは思わない」の意見も25%認められるが、「まあまあ」が25%、「大いにそう思う」が24%、「そう思う」が13%と肯定的な意見が多かった。

第4章 教員研修講座 学校で活かせる先端技術(電子顕微鏡について)

- 富山県総合教育センターとの連携 -

4-1 概要

本講座は富山県総合教育センターが企画したSPP教員研修講座と協力して実施された講座である。「理科教育講座(高等学校)環境」のテーマの下、電子顕微鏡についての理解を深めるとともに、身近な素材から教材を作成することを目的として講座を開講した。県内高等学校教員(主に生物担当)からの申込者15名を3班に分け、各班90分の実習を3サブテーマ(生物走査電顕実習, 生物透過電顕実習, 物理分析電顕実習)で実施した。

実習内容: 計15名の教員の方が5名ずつ3グループ(A, B, C班)に分かれて実習を行った。時間の流れに沿った研修内容を以下に示す:

9:00	集合	場所: 富山大学理学部コラボレーションルームC105
9:15-10:15	講義	「電子顕微鏡についての概論」(担当: 岡部) 場所: C105
10:30-12:00	実習1	A班: 生物系走査電顕実習(担当: 小松+TA2人) B班: 生物系透過電顕実習(担当: 中村+TA2人) C班: 物理系分析電顕実習(担当: 岡部+TA2人) 場所: 総合研究棟1F電子顕微鏡室
13:00-14:30	実習2	A班: 物理系分析電顕実習(担当: 岡部+TA2人) B班: 生物系走査電顕実習(担当: 小松+TA2人) C班: 生物系透過電顕実習(担当: 中村+TA2人) 場所: 総合研究棟1F電子顕微鏡室
14:45-16:15	実習3	A班: 生物透過電顕実習(担当: 中村+TA2人) B班: 物理分析電顕実習(担当: 岡部+TA2人) C班: 生物走査電顕実習(担当: 小松+TA2人) 場所: 総合研究棟1F電子顕微鏡室
16:30-17:00	質疑応答	場所: C105 (担当: 小松, 中村, 岡部)

なお、教員研修講座は当日富山大学水素同位体科学研究センターでも並行して実施されている。

4-2 各サブテーマの内容

4-2-1 走査電子顕微鏡用生物試料の作成法と観察

講師: 小松美英子(生物学科・教授)

目的と教育実施内容:

課題である『走査電子顕微鏡用生物試料の作成法と観察』を研修員が実際に行うことが本研修の目的である。

- (1)実施形態は、総計15名の研修員を5名ずつの3班(生物走査電顕, 生物透過電顕, 物理分析電顕)に分け、各班のローテーションで行った。
- (2)実際午前中に行われた「電子顕微鏡についての概論」のレクチャーの後、まず走査

型電子顕微鏡のための生物試料の作り方の概要を、準備した資料を参考にしながら、機器(走査電子顕微鏡本体、臨界点乾燥器、蒸着器)の仕組みを説明し、研修生の理解を深めた。

- (3)特に研修時間が制限されているので、試料作製の途中段階の試料(固定試料、試料台に固定した試料、蒸着済みの試料など)を予め準備し、研修員が実体顕微鏡で適時観察して確認するという流れで行った。
- (4)走査型電子顕微鏡体に試料を挿入して試料表面に電子線束を走査させ、モニターに写し出された映像を観察し、写真撮影までを修得した。
- (5)用いた生物試料は、海産無脊椎動物のヒトデの胚(64細胞期、胞胚期)、ブラキオラリア幼生、および稚ヒトデである。胚では受精膜除去後の胚を構成する細胞を、ブラキオラリア幼生では繊毛と底質への付着器官であるブラキオラリア腕と吸着盤を、稚ヒトデでは管足、棘などの微細構造を高倍率でそれぞれ観察した。

教育的効果・結果：

本研修は高校での教育現場で、「電子顕微鏡による動物の観察」を教授する際、教諭が電子顕微鏡の原理や試料の作製法などを理解していることが必要であるという、富山県総合教育センターによって企画された。研修員は真面目に実習に取り組んでいた。それゆえ、本研修結果、今後の高校教育に反映されることを望む。研修自体の効果については、終了後の意見交換からも“大きい”と判断される。

留意点・課題：

電子顕微鏡室は総合研究棟の1室が3区域に分けられ、その中でも非常に狭い区域(5m²以下)に生物系走査型電子顕微鏡が設置されているので研修を実施するのは困難であった。また、顕微鏡本体も日立S-510形の簡易型で優れた性能のものではなく、さらに事前調整の為に修理を行うなど講師には負担が大きかった。

4 - 2 - 2 生物系透過型電子顕微鏡実習

講師：中村省吾(生物圏環境科学科 教授)

目的と教育実施内容：

観察試料の作製方法の説明：固定・脱水・包埋・試料整形・ガラスナイフ作製・超薄切・染色などについて説明した。

ガラスナイフの作製(実習)：各自にガラスナイフを作製していただいた。

試料の観察(説明と実習)：電子顕微鏡の調整法と観察方法(薄切試料の透過観察法、ホルマウント試料のネガティブ染色法など)を説明した後、実際に像を観察していただいた。

観察像の写真撮影と現像(説明と実習)：写真撮影方法を説明し、各自に撮影していただいた。

教育的効果・結果：

これについては、実習された先生方から伺う必要があると思われる。ただ、実習中には、教科書で見た写真どおりの細胞小器官やバクテリアの像を、自身の目で見る事ができたという感動を、多くの教員の方々から伺えた。

留意点・課題：

最後の質疑応答で、教員の方々から述べられたことであるが、実習時間を長くしてほしいとの要望があった。私の担当した実習でも、自分たちの見たい試料で、固定から薄切、観察、写真撮影までを行いたいとの要望があった。双方の時間と受講定員の調整や予算の都合がつけば、実施可能であろうと思われた。

4 - 2 - 3 「分析電子顕微鏡の実習」

講師：岡部俊夫(富山大学理学部物理学科物性物理学(第2)講座 教授)

目的と教育実施内容：

1. 電子顕微鏡観察用 Au 薄膜の作成(30分)

実習では、油回転ポンプと油拡散ポンプを組み合わせた真空排気系を持つ真空蒸着装置を用いて、Auの薄膜を、あらかじめ炭素の膜を蒸着したマイカの基板上(室温)に蒸着する。Auはタングステン(W)フィラメントの加熱により蒸発させる。蒸着速度と蒸着膜の厚さは、水晶振動子への同時蒸着によって制御が可能である。蒸着時の真空度は、電離真空計によって測定する。

2. Au薄膜の電子顕微鏡観察(30分)

1) 明視野像の撮影：室温の基板上に蒸着されたAuは結晶粒の小さな多結晶状態の薄膜である。倍率、焦点調節を行って、明視野増(暗視野像)を撮影する。露光時間は、像の微動を避けるため、4秒以下で撮影する。

2) 制限視野電子回折像の撮影：絞り(制限視野アパーチャー)で選んだ領域の回折像が得られる。大き目の絞りを選べば、滑らかなリング状の回折像が得られる。X線回折の粉末デバイ・シェラー像と同等なものである。カメラ長：55 cmの制限電子回折像を撮影する。露光時間は、シャープな斑点を得るよう、ビームの明るさを押さえ、11秒程度で撮影する。

3. テトラポッド型 ZnO結晶(T-ZnO結晶)の電子顕微鏡観察(30分)

1) 走査電子顕微鏡像の観察：特異な環境で作成したZnO結晶は、4本の脚を持ったテトラポッド型の結晶に成長している。結晶を回転して、得たい情報に適した、方位と倍率を選び、ポラロイドフィルムで撮影する。

2) 制限視野電子回折像：脚部の回折像は単結晶特有の回折斑点である。試料を回転することによって、脚部の低指数の回折像を得ることが出来る。試料の回転は、なれるのにかなりの時間が必要だが、運がよければ、解析に適した方位の回折像が撮影できる。露光時間は、シャープな斑点を得るよう、ビームの明るさを押さえ、11秒程度で撮影する。

教育的効果・結果：

県総合教育センターからの依頼は、「高等学校の理科の教科書で取り上げられている生物試料について、顕微鏡試料の作成と観察を実体験したい」というものであった。1日のうちにこのような実習を行うことは、不可能であり、当方であらかじめ観察可能な試料を準備し、当日はTAの指導の下に、簡単な操作で電子顕微鏡観察が体験できるように準備した。また、生物試料のみでなく金属試料の観察をとうして、現代の最先端テクノロジーの紹介、それを支えている電子顕微鏡の原理を理解してもらえよう実習をアレンジした。

短時間での体験であり、我々の目指したものが、どの程度理解されたかは、アンケートに寄りたい。

留意点・課題：

大学側で実施できるものと、高等学校教員の求めているものとのすりあわせが欠かせないと痛感した。普段からの高校教員と理学部教官との交流の場が必要であろう。

実習のための準備には、多大な時間と労力を必要とした。1回きりの実習とすれば、これを理学部教員全員に社会貢献として求めることは問題がある。今回準備されたテーマでの実習を、ティーチングアシスタント主導で複数回実施することにより、教官の負担増になることを避けるべきと思う。

4 - 3 予 算

この講座では各テーマ2名ずつ合計6名のTAを採用している。TA謝金、実験で使う試薬・フィルムなどの消耗品は、SPP事業より支給されている(表4-2)。SPP事業では研修当日以外のTA謝金は支払い対象とはならないため、講座の事前準備などでTAが協力した分の謝金は理学部から支給した(TA2名、のべ10時間、10,900円)。なお、本講座は富山県総合教育センターが企画しているため、講師にも謝金が支払われている。

表4-2 教員研修講座予算申請額(円)

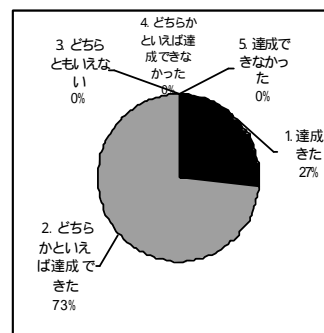
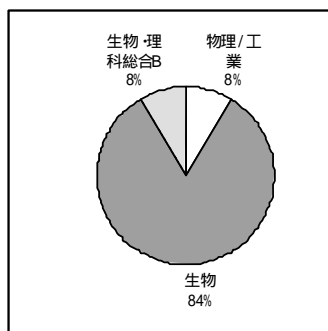
講師謝金	111,000
TA謝金	52,200
消耗品	142,703
合計	305,903

4 - 4 アンケート

講座実施の後、受講者、講師、TAを対象としてアンケートを行い、今回の講座の効果や問題点を探ることを試みた。まず、アンケートへの回答とその分布について記述し、その後解析した結果を示すことにする

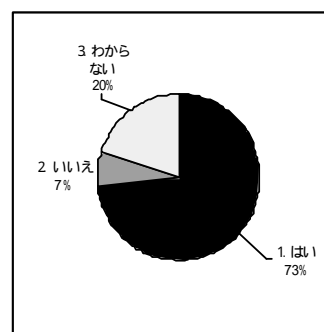
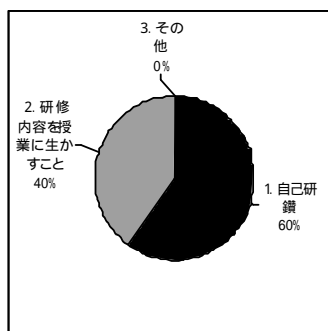
4 - 4 - 1 受講者からの回答

問1 高校理科の授業で担当されている分野をお書き下さい。



問4 今回の講習は授業の中で生かすことができそうですか

問2 今回の研修参加の目的は何ですか？



問3 目的は達成できましたか？

問5 それは何故ですか

[1. はい]

細胞の構造の分野で光学顕微鏡と比べ具体的に長所、短所(試料づくりの大変さ)などを説明できると思われる。

細胞小器官のリアルな映像は授業での説明においても参考になった。

いつも、生物の分野で、電子顕微鏡につい

て簡単にふれている。それで、そんな時今回体験したことを話したり いただいた写真をみせることができるから。

- ・実際に体験したので生徒にくわしく説明する事ができそう
- ・電顕写真ができたときに、今まで以上に説明をすることができる。いただいた電顕写真を提示することができる。
- ・教科書にでてくる内容の補足として生かすことができる。大学の施設がどのようなものか話ができる。
- ・電子顕微鏡の写真について説明しやすくなった(資料作成の手順から観察方法など)
- ・生徒に電顕の使い方や本当に構造が見られたことをリアルに話できる。
- ・頂いた写真や資料を授業で生徒に見せることができる。また、教授(本日お世話になった先生)の方々から聞かせて頂いた話など興味深いものがあった。
- ・教科書で出てくる電子顕微鏡写真について、これまで以上にくわしく話ができる。

[2. いいえ]

- ・直接授業で利用できる内容ではなかったが、生物の資料を得る具体的な方法を確認できた。

[3. わからない]

- ・授業内で実施する(電顕の使用等)ことが困難であるから
- ・新課程、物理 ではここまで進みません。工業高校ということもあり物理 はやっておりません。ただ、技術的な面を話してやれば喜んできいてくれる生徒がいるように思います。
- ・本校の実態(視覚障害を有する生徒)には生かしくい。

問6 今回の研修以外で興味をお持ちのテーマ,あるいは学校で取り上げてみたいとお考えのテーマがあれば自由にお書き下さい

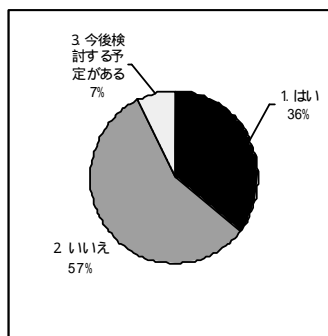
- ・昆虫の地域による遺伝的差異がどの程度あるか

- ・組織培養や細胞融合
- ・今後の電顕はどうなるのか。電子よりも波長の短い電磁波といったものが使用可能かSTM?
- ・NMR. ESR. 電気泳動(ポリアクリルアミドスラブゲル及び二次元)
- ・研修内容について、高校の授業で直接利用できるものにしてもらえたらよい。
- ・動物の行動で教科書にのっている例を実際に見てみたい(イトコの産卵、ハチの巣、フェロモン、ゾウリムシの走性等)
- ・フィールド(川や海や山や立山)で、教材に生かせるものの抽出や、ものの見方やとらえ方など現地研修に生かすのも良いと思う
- ・ウエットSEMについても体験してみたい

問7 今回の研修の実施方法,時期,時間その他に関して今後継続して参加されるために問題点などお気づきの点がありましたらお書き下さい

- ・丁寧な下準備をしてくださっていたので、充実した研修を受ける事ができました。ありがとうございました。
- ・教えていただく内容が多く、時間が短く感じられました。1つのテーマに時間をかけて取り組む方が個人的には好きです。
- ・事前に資料をいただければ、少しは予備知識を持って参加できたかも。通常できないことを体験させてもらえるのをありがたく思います。
- ・準備など大変だったと思いますが、夏期休業に実施していただけたらよいと思います。
- ・電子顕微鏡は高校にはないが、頂いた写真や資料が多くあれば良いと思う

問8 高等学校では大学との連携について検討されていますか。

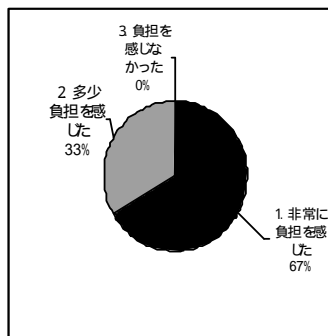


問9 「はい」の場合、差し支えなければその内容についてお書き下さい

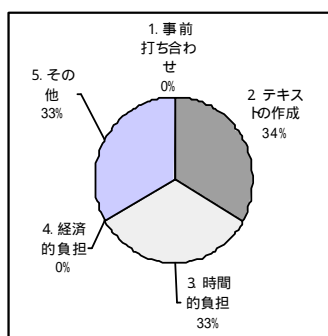
- ・自然科学コースの生徒がお世話になります
- ・出前講座実施済
- ・出張授業の依頼・学部、学科の見学や体験自習(していただいています)。私からこの発生実験をする際、中村先生からわけていただいていた。ありがとうございます。
- ・自然学科コースの教育事業として。
- ・出前講義など。

4 - 4 - 2 講師からの回答

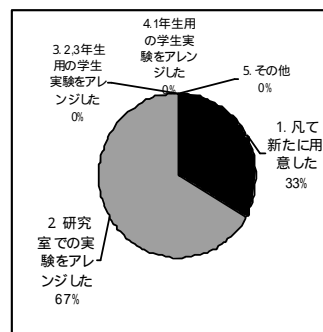
問1 今回の講座を実施するにあたり、負担を感じましたか



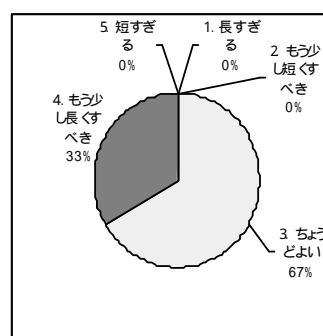
問2 どのようなことに負担を感じましたか(複数選択可)



問3 講座を実施するにあたり準備はどのように行いましたか(複数選択)



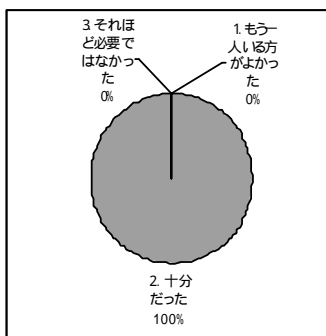
問4 講座の時間は如何でしたか



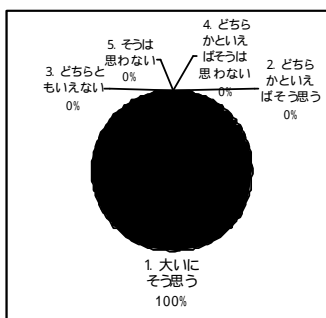
問5 実施したテーマに関して改善すべき点がありましたか、あればお書き下さい

- ・富山総合教育センターの要望を受けて内容を決めましたが、要求された内容を要求された1日という中で実施しようとしたため、大変あわただしい実習となった。理学部がもっと主体的にテーマを設定すべきだと感じた。
- ・このままでも良いと思いますが、受講生に観察試料の作成を行ってもらう時間的なゆとりがあれば、なお良かったと思います。(電子顕微鏡観察)
- ・走査型電子顕微鏡で生物試料を用いて、操作手順や観察のデモンストレーションを行ったが、総合研究棟の一室に3台の電顕があり特に走査型の設置場所が極めて狭く、1班の5人全員を対象とした実習としては障害となった。つまり、実習場所が狭すぎました。

問6 TAは十分でしたか



問7 TA がいることで教員研修が効果的に実施できたと思いますか

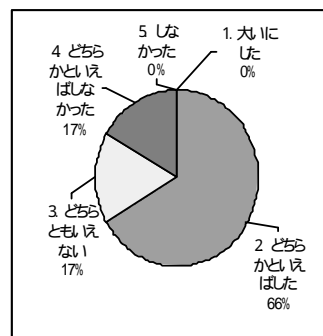


問8 今回の講座を最初の時点から振り返って、改善すべきだと感じられたことがありますか。ありましたら自由にお書き下さい

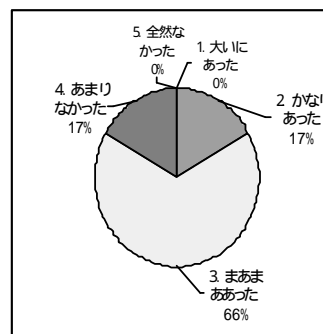
- ・TA の実働時間は研修当日だけではない。(TA の助けなしには実験装置の調整等行うこと不能。研修当日スムーズに運ばせるためには事前の機器調整をTA が行う必要あり)TA 謝金時間の大幅増が必要。
- ・外部から教務が仲立ちをし、この企画を受けたが、日程が私共に相談することなく進められた感あり ととても忙しい時に実施せざるを得なかったことが不満に感じた。

4-4-3 TA からの回答

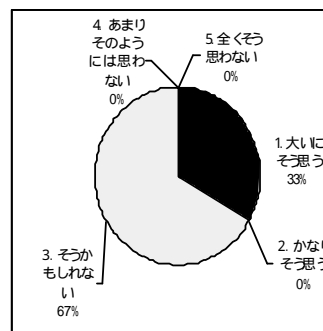
問1 事前にどの程度準備しましたか



問2 研修を受けている教員達から実習内容について質問されましたか



問3 教員研修の TA を担当したことはあなたにとって有意義だったと思いますか



問4 今回の講座でよかった点があれば書いて下さい

- ・少人数でゆっくり、しっかりと教えることができた。
- ・講座で使用した技術の概要を聞くことができたこと。
- ・今まで少しあいまいであった点を人に教えるために、細かく勉強し直すことができた。
- ・役に立っているのならば自分の為にもなるし、人の役にも立てたと思います。大学でやっている事、実際に見てもらう事も良かったと思います。

研修の準備をすることで、自分の勉強になった点がよかったです
改めて勉強になりました

ったのではないかと思った。

・実習時間が短い

分かりません。

・もう少し少人数編成のグループで研修を行った方が、より充実した研修にできたと思います。研修では実際に電子顕微鏡を操作していただきましたが、5人グループだと本当に簡単な操作について説明することしかできませんでした。研修グループは3人程度がいいと思います

問5 今回の講座で改善すべき点があれば書いて下さい

・1日多くをこなしていたので、身になったか心配。1つのテーマを深くではダメなんでしょうか。
・時間が短かったため、講座の内容が少な

4 - 4 - 4 アンケートの解析結果

(1) 受講者アンケートの解析

- 問1. 高校理科の授業で担当している分野は、「生物」10名(67%)、「生物・理科総合B」1名(7%)、「物理・工業」1名(7%)、回答なし3名(20%)と、大多数(11名(73%))の受講生が生物の授業を担当していた。
- 問2. 今回の研修参加の目的は、大半は「自己研鑽」(60%)であり、残り(40%)は研修内容を「授業に生かす」ことであった。
- 問3. 目的は、「達成できた」(4名(27%))、「どちらかといえば達成できた」(11名(73%))と、受講者全員が受講の目的を大なり小なり達成することができたと答えている。
- 問4. 今回の講習を、大多数(11名(73%))の受講者が授業に生かすことができると答えている。
- 問5. それは何故ですかという問いに対し、「授業の中で生かすことができそうだと答えた受講者は、「実際に体験したので、生徒に詳しく説明できる」、「写真を授業で利用できる」と答えている。また、「生かすことができない」、「わからない」と答えた受講者は、「自己研鑽を目的として参加したものと思われる。
- 問6. 受講者の大部分が生物を担当しているせいか、今回の研修以外に興味のあるテーマ、あるいは学校で取り上げてみたいと考えるテーマは、「生物分野にかたよっているように思われる。
- 問7. 今後継続して参加するために、「事前に資料を配布してほしい」(1名)、「夏期休業中に実施してほしい」(1名)などの要望が寄せられた。
- 問8. 高等学校では大学との連携を36%が検討しており、57%が検討していない、7%が今後検討する予定があると答えている。
- 問9. 検討中の大学との連携の内容は、「出前講義」(3名)、「SPR」(2名)、「学部・学科の見学や体験実習」(1名)などであったが、「新たに検討しているというより、いずれもすでに実施しているものと思われる。

(2) 講師アンケートの解析

- 問1. 今回の講座を実施するにあたり、講師全員が(非常に67%、多少33%)負担に感じたこと答えている。
- 問2. 負担を感じた理由としては、「テキストの作成」1名、「時間的負担」1名、「その他(初めてのSPPで、しかも対象が教員であること)」1名であった。
- 問3. 講座の準備は、「研究室での実験をアレンジした」(2名(67%))、「凡て新たに用意した」(1名(33%))ため、準備に時間がかかったと思われる。

- 問4. 講座の時間は「ちょうどよい」67%、「もう少し長くすべき」が33%であった。
- 問5. 主体的にテーマを決めるべき、時間的ゆとりがあればもっとよかった、5名が1度に実習を受けるには、実習場所が狭すぎるなどの点が改善すべき点としてあげられた。
- 問6. TAの人数は必要かつ十分な人数であり、問7. TAがいることで、教員研修が「効果的に実施できた」と講師全員が回答している。
- 問8. 講座に関して改善すべき点として、事前の機器の調整等、講習実施日以外にもTA謝金を認めてほしい、日程等、事前に十分相談してほしいという要望が寄せられた。

(3) TAアンケートの解析

- 問1. 事前準備を、「どちらかといえばした」(67%)、「どちらともいえない」(17%)、「どちらかといえばしなかった」(17%)。問2. 研修を受けている教員達から実習内容について質問されましたかという問には、「質問がかなりあった」(17%)、「まあまああった」(67%)、「あまりなかった」(17%)と受講者からかなり質問があったことが伺える。問3から、教員研修のTAを担当したことはTAにとっても「大いに有意義だったと思う」(33%)、「そうかもしれない」(67%)と、教員研修においてTAをしたことが、TAにとっても役立ったことが伺える。
- 問4. 今回の講座でよかった点として、83%のTAが勉強になったことをあげている。
- 問5. 今回の講座で改善すべき点として、実習時間が短い33%、実習量を減らす17%、1グループあたりの人数をより少人数にする17%などの意見が寄せられた。

第5章 高校 - 大学連携教育シンポジウム

高校-大学連携により新しく生まれた教育の可能性を探る - 高校における新しい理科 数学教育の試み -

5 - 1 概要

高校-大学連携による新しい教育方法への取り組みが全国的に試みられてきている。富山大学理学部でも県内高等学校との連携教育を本格的に始めている。本年度は大学での実験実習や野外実習などを実施したが、これらの連携教育を概観し、その教育効果や問題点について検討、教育的可能性について議論するために大学・高等学校の教員が一堂に会するシンポジウムを企画した。富山大学教育学部、富山大学地域連携推進機構と主催するとともに、日本科学教育学会北陸甲信越支部に共催、富山県教育委員会から後援を受けた。また、本シンポジウムは、高校・大学の教員同士の交流の場を通して今後の高大連携教育の推進を図ることも目的として、県内に広く参加者を求めた。

大学教員2名、高校教員5名のパネリストがそれぞれ下記のような内容の問題提起を行い、それぞれについて議論を行った。また、コーディネータは森脇喜紀(富山大学理学部助教授・理学部広報委員長)が勤めた。

パネリスト

富山大学教育学部長 山西潤一：	これからの高大連携教育のあり方
富山大学理学部教授 樋口弘行：	大学が提供する化学教育
富山高校教諭 松本司朗：	スーパー・サイエンス・ハイスクールが高大連携講座で目指すもの・その効果
富山東高校教諭 寺崎清光：	サイエンス・パートナーシップ・プログラムの状況と学内教育での位置づけ
入善高校教諭 山口康子：	自然科学コース行事とSPP事業の状況と位置づけについて
高岡高校教諭 田中 保：	スーパー・サイエンス・ハイスクールでの高大連携講座の位置づけ
富山東高校教頭 廣川松晴：	SPP 報告会について

開催日時及び会場は下記の通りであった：

日 時：平成15年12月6日(土) 15時～17時

会 場：富山大学 総合研究棟 6F クリエーションルーム (富山市五福 3190)

5 - 2 講演内容

パネリストの行った講演についての要旨と質疑応答について抄録を掲載する。講演者による要旨は後に掲載した(5-4)。

5 - 2 - 1 これからの高大連携教育のあり方(山西潤一)

高大のお互いにメリットがあるような連携のあり方を今日のシンポジウムを通して探っていきたい。

5 - 2 - 2 大学が提供する化学教育(樋口弘行)

富山大学理学部での本年度の SPP・SSH・出前講義の取り組みについてその概要を紹介すると同時に、化学科での SSH の取り組みとその成果・教育効果・問題点について報告した。高大連携を末永く、かつ、効率よく進めるためには、高大間のより緊密な情報交換、受け入れ組織の充実、担当教官に対する人的ケアについての検討が必要である。

質問：SSH・SPPでのTA数は？

樋口：通常講師数の2倍確保している。具体的な数値は把握していない。

質問：化学科のSSHを受講した学生はどのような学生なのか？希望した学生なのか？

樋口：高校に実験内容についての案内を出し、希望者を募った。受講者は希望者のみ。

森脇：SSH・SPPへの取り組みは基本的に教官のボランティア精神に立脚しており、それに対するサポート体制が大学には必要であろう。

5 - 2 - 3 SSHが高大連携講座で目指すもの・その効果（松本司朗）

SSHの趣旨、富山高校でのSSHの進め方、大学連携の考え方について報告する。富山高校では、独創的思考力、自己表現力、科学的実践力、国際感覚を磨く、これら4点をSSHの基本方針としている。1年では主に学内での学習を通して科学について興味・関心を高め、2年では大学での実習も取り入れ知識・理解を深めている。教師にとってもSSHは先端技術を理解し、自ら授業に取り入れる契機になっている。

大学へは、生徒の受け入れ、高校への大学教官の出向、高校教師への支援（教材開発、指導法の開発、評価方法の開発）など伴に、より緊密な教員間交流と大学を利用しやすくするためのシステム作りを期待している。教員同士の個人的つながりだけでは、高大の交流は続かないと思うので、窓口となる組織作りや高校教員・大学教員の意識の共有が必要である。SSHの評価は難しく、これから考えていかなければならない。

質問：高校側の体制はどうなっているのか？松本さん個人が窓口になっているのか。

松本：学内に担当部署（計7名）があり、そこが窓口となっている。

森脇：大学側の窓口のほうにどちらかといえば問題がある。教員同士の個人的つながりだけでは、高大の交流は続かない」という意見であったが、教官個人のつながりをベースにしたほうが、高校側から依頼しやすいという面もある。また、高校側の希望をはっきりと出してもらえたほうが高大連携はやりやすい。

松本：1月15日にSSHの発表会を開くので、こちらに関心のある方はぜひ出席してください。

平井：SSH・SPPに要する金銭的な補助を県の方にもお願いできないか。

5 - 2 - 4 SPPの状況と学内教育での位置付け（寺崎清光）

富山東高でのSPPの位置付け、実施状況、今後の課題について報告する。東高校では、SPPを自然科学コースの特色化（大学での体験学習・大学教員による講義）に生かしたい。これまで筑波大での「1日体験実習」を実施してきたが、今後はこれを富山大学とのSPP連携に置き換えたい。地元大学と連携した場合には、実習・出前講義とも年間数回の実施が可能となり、より緊密な事前打ち合わせも可となるなどのメリットがある。今後は、例えば「富山の魅力」、「物質を探る」といった年間テーマを大学へ提案し、大学との連携を模索していきたい。本年度の課題としては、高大間の人的連携（打ち合わせ）の強化、大学入試における評価（受験への意欲にどう繋げるか）などがある。

質問：医薬大・県立大との連携もあるのか？

寺崎：東高校は富山大学のみ。

森脇：年間テーマを考えて、大学に提案するというのは面白いアイデアであると思う

5 - 2 - 5 自然科学コース行事とSPP事業の状況と位置付けについて（山口康子）

入善高校自然科学コースの年間行事、本年度の SPP の実施状況を紹介します。1 年生では立山実習（講師 砂防博物館・菊川茂氏）、特別セミナー（主に県の研究機関に依頼）、コンピュータ実習Ⅰ、2 年生は理科実験実習、黒部川扇状地フィールドワーク コンピュータ実習Ⅱ、2・3 年生を対象とした特設科目（サイエンス演習・課題研究・課題研究発表会）がある。2 年からコースクラスが独立するため、カリキュラムに支障が出ている。SPP の反省としては、事前打ち合わせの不足、題材そのものの把握のしにくさ、生徒の実態（知識）についての伝達不足、などがある。アンケートによると、生徒の反応はかなり良かったという結果が得られた。

質問：今年度のフィールドワークの問題点とは？

山口：「黒部川扇状地の自然」をテーマに、生物・地球・生物圏の各学科にお願いしたが、黒部川を専門に研究している先生がいなかったため、担当された先生方はかなり苦労されたようである。

森脇：フィールドワークは生徒たちの安全まで保障しなければならないので、高校が主体となり野外実習の計画を立ててくれることが望ましい。

質問：自然科学コースのカリキュラムの実態は？必修に縛りはあるのか？たとえば、物理は全員履修するのか？

山口：入善高校では、物理を履修しない学生もいる。

松本：富山高校では、物化生を必修としている。時間数も普通科よりも多く、その分基礎の徹底に時間を割いている。

5 - 2 - 6 SSHでの高大連携講座の位置付け（田中 保）

高岡高校は、学内の設備・人材で出来ない実験・実習、先端研究についての講義、TA の派遣の3点を大学にお願いしている。高岡高校では、「欠学へはマルナゲしない」という基本方針でSSH をすすめている。具体的には、(1) 学生への負担過多を避けるため、授業時間内・長期休業を使ってSSH の課題研究を行っている。(2) SSH 課題研究のテーマは、これまで高校で実施していた課題研究を発展させるとい形にしている。今年度富山大学にお願いしたのは、立山実習の事前学習、三二大学、課題研究の協力である。高校の教員も中高連携でたいへんであり、日程の調整が難しいのが問題。大学に気軽に相談できるような関係になれたのが本年度の成果といえる。

質問：来年のSSHの進め方は？

田中：課題研究については今年のような形にする。富山県総合教育センター実習が1日に減ったので、1日マルナゲで理学部に頼むことになるかもしれない

質問：センターの実習が減った理由は？

田中：センターは教員実習がメインになりつつあり、生徒を面倒見る時間がなくなってきた。

5 - 2 - 7 SPP報告会について（廣川松晴）

大学の先生の評価は主に研究について行われているようであるが、それでは高大連携の実施は単なる負担になってしまう。高大連携に携わることも正当に評価の中に入れて頂きたい。

5 - 3 結果

富山大学学内から23名、学外から29名の合計52名の参加者があった。本年度SSH・SPP事業を実施した4高校に加えて、県内6高校、1高専からの出席者があり(表5-1)、当事業への関心の高さが伺えた。シンポジウムでは大学から2名、高校から5名のパネリストが講演を行った後、活発な質疑応答、意見交換が行われた。

表5-1 シンポジウム出席者内訳(全52名)

所属		参加者数
学内 (23名)	理学部	15名
	教育学部	6名
	極東地域研究センター	2名
学外 (29名)	富山東高校	7名
	高岡高校	4名
	富山高校	4名
	入善高校	3名
	富山中部高校	2名
	大門高校	2名
	福野高校	1名
	砺波高校	1名
	富山南高校	1名
	滑川高校	1名
	富山商船高等専門学校	1名
	富山県教育委員会	1名
	上越教育大学	1名



5-4 講演要旨

講演者による要旨を次のページ以降順に掲載する。

これからの高大連携教育のあり方

富山大学教育学部長 山西潤一

この度、高校 大学連携シンポジウム 高校 大学連携により新しく生まれた教育の可能性を探る」が開催されること大変うれしく思います。日本科学教育学会北陸甲信越支部長を務めさせていただいていますが、「科学技術創造立国」を目指す施策とは裏腹に、青少年の科学技術離れが進む近年、学会としても初等中等教育の科学技術教育の方法論について様々な角度から研究を行ってきています。理科教育の国際比較では、得点そのものは諸外国に比して高位置ですが、学年が進むにつれ興味関心が薄れ、科学技術が生活に重要な役割を果たしていると思っている生徒の割合や、将来、科学的な職業に就きたいと思っている生徒の割合は最も低いという結果が出ています。このような状況に対して、科学への興味関心を喚起し、科学好き、理科好きな児童生徒を増やすために文部科学省では「科学技術 理科大好きプラン」を平成14年度より開始しました。このプランの中の施策として、スーパーサイエンス・ハイスクール(SSH)やサイエンス・パートナーシップ・プログラム(SSP)があります。

スーパーサイエンス・ハイスクールの取り組みでは、学習指導要領によらない教育課程の編成実施などにより、高等学校及び中高一貫教育校における理科・数学に重点を置いたカリキュラムの開発や大学や研究機関等と連携し、生徒が大学の授業を受講したり、大学の教員や研究者が学校で授業を行うなど、関係機関等との連携のもとに先端技術に触れ合う機会を設けています。また、サイエンス・パートナーシップ・プログラムでは先進的な研究施設を持つ大学・研究機関と学校現場が連携することにより、第一線の研究者・技術者に特別授業や研究機関などを利用した発展的な学習プログラムの開発や科学技術に関する教員研修を実施しています。

これらのプログラムで高校との教育連携を図ることは、大学で行っている日々の研究成果の地域への発信でもあり、地元の高校生に富山大学への進学意欲を促す格好の場にもなります。欧米では生徒の能力に応じ、大学の授業の一部を高校の授業のアドバンスコースとして実施し、進学後は既習単位として扱うなどの方策がとられている例もあります。インターネット等高速通信回線を活用した遠隔授業等も可能になってきた今日、高校への授業公開と単位化も検討課題でしょう。

児童生徒に対する教育の他、教育方法改善に向けた教員研修も重要な問題です。最新の科学技術の紹介のみならず、実験やフィールド調査の技法、教材開発の方法論など大学の研究成果を活かす教師のための研修講座も学校や教育委員会との連携で考えられます。教育内容、教育方法に続いて、教育評価の問題も重要です。SSH や SSP では最新の科学技術の内容に関わる理学部の教員の役割が大きですが、教育方法や教育評価という観点では教育学部の教員の本プロジェクトへの積極的関与も今後は必要となると考えられます。いずれにせよ、連携教育は高校にせよ大学にせよ、互いに成果が共有できなければ長続きしません。今回のシンポジウムが連携を深める一助になることを期待したいと思います。

シンポジウム 高校大学連携により新しく生まれた教育の可能性を探る
- 高校における新しい理科・数学教育の試み -

大学が提供する化学教育

化学科 樋口弘行

1) 高校 - 大学連携による新しい教育への期待

- ・高度技術化社会、情報化社会など、社会生活の営みに対応することができることのみならず、その発展に貢献できる人材育成
- ・世界のボーダレス化、日本人の国際化、多様な価値観など、人的・物流的交流の活発さと相まって、幅広い教養をもち文化・文明に明るい人材育成
- ・技術立国日本の次世代社会を担う人材育成
- ・理科離れの現状を直視し、多発する自然災害、天然資源不足の日本における自然科学教育の重要性
- ・自然科学の分野にも国際的競争力を培い、ノーベル賞など国際的評価の高い受賞者を輩出するべく、優秀な研究者や人材の早期発掘及び育成

2) 富山大学の取り組み（平成15年度実施分の実績）

- ・SSH プログラム（4件）
- ・SPP プログラム（教育連携講座11件、教員研修2件、招聘講座1件）
- ・大学開放事業関連授業（特別講義1件、出前講義5件）

3) 化学科の場合

目標：「化学をする」ということへの「理解と面白さ」を伝えるとともに、次代社会を担う子供達が化学者を目指す契機を提供すること。

概要：「化学をする」ことへの理解と面白さを知るとともに、次代社会の発展に貢献できる技能と洞察力の一端を身に付けさせること。

プログラム実習項目

- 1) 研究テーマ、実験及び最先端測定機器に関する説明と注意
- 2) 化学発光化合物「ルミノール」の合成・精製
- 3) 化学発光化合物「ルミノール」の発光現象観察
- 4) 最先端3機器による「ルミノール」の物性測定
- 5) 討論やレポートを通して、プログラム全体の取りまとめ

教育的効果・結果

比較的短時間の中での実習であったが、化学実験の基本操作を初め合成物の精製や最先端大型機器による構造確認などの体験を通して、驚きと感動の連続であった。何よりも、自身で合成した「ルミノール」が実際に暗闇で発光する現象を観察した時、学生らしく歓声を上げ喜んでいたのは印象的であった。高校の授業では決して体験できない内容であるので、当然と言えば当然であるが、たとえわずかな時間であってもこうした体験が将来の化学的探究心と諸現象に対する感動心を育てて行くことを実感した。そうして、研究成果が決して偶然や単発的に上がるものではなく、基本的な一連の流れ作業の上に得られる最終結果であることを伝えられたこと、また、そのことを高校生自身が理解し実感してくれた効果は大きい。

4) 高大連携事業の効率的かつ有効な実施運営に向けた提言・課題等

・化学科の取り組みから

- 1) 高校のカリキュラム上の「有機化学」に関する授業が十分になされておらず、受け入れ側で基本授業を行なって補充した。
- 2) 実施3週間ほど前に案内したスケジュールに対し、受け入れ側には2日前になって1日の開始・終了時刻が一方的にアナウンスされる事態であり、調整に苦慮した。
- 3) 突然のアナウンスにより、約15分間のマスクミ取材を受けることになった。約30分間の講義や説明の中断は教育効果を低下させる何ものでもない。

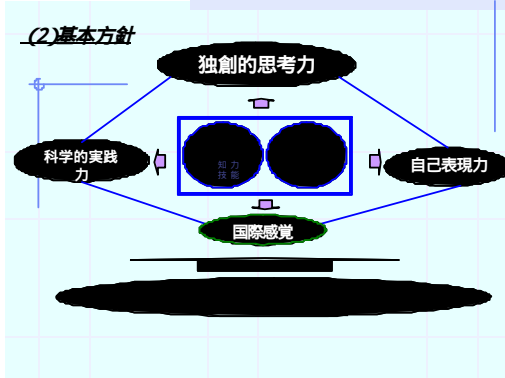
・全体的課題から

- 1) 情報交換のスムーズ化を図るために、大学として一本化された受け入れ窓口を充実させる必要がある。
- 2) 年間の開講コマ数や開講時期に計画性を立て、年度初めを目処に関係諸機関に通達する必要がある。
- 3) 担当教官の手配を初めとして、テキスト作成、薬品類、器具類、飲料物など、多くの部分で研究室個々の負担になっている状況であり、プログラム推進連携組織全体での予算化や人的ケアを図る必要がある。

高校-大学連携により新しく生まれた教育の可能性を探る
 - 高校における新しい理科・数学教育の試み -
 富山高校におけるSSHの取り組みから

平成 15 年 12 月 6 日
 富山高等学校教諭
 松本 司朗

1. 富山高校のSSHの概要



2. 大学連携について

(1) 大学連携の基本的考え方

1 学年では、生徒の興味・関心を高めるために、高校での講義・実習を中心に行う。内容は、基本的な内容で、科学技術全般にわたり、幅広く行う。また、立山での野外実習も高校の事前・事後の講義を含め、大学と連携して取り組む。

2 学年では、知識・理解を深めるためことを目的とする。校内では、教科に結びついて専門的な内容の講義を行う、大学等では高校で実施することが困難なより高度な実験・実習を実施する。

(2) 平成 15 年度 大学との連携事業 特別講義

	高校		大学等		野外	
	項目	対象	項目	対象	項目	対象
実験・実習	通信子相換大実験	1年 理数科	県内大学研修	2年 理数科	立山実習	1年 理数科
	バクテリアとフージャの基礎実験	2年 理数科	筑波科学研修	2年 理数科		
講義・講演	出前講義	*			立山実習事前学習	1年 理数科
	進路講演会	全校生徒			立山実習事後学習	1年 理数科

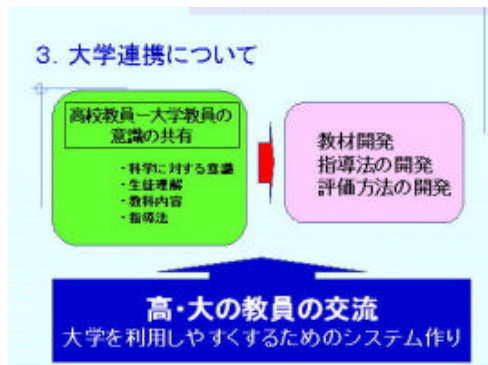
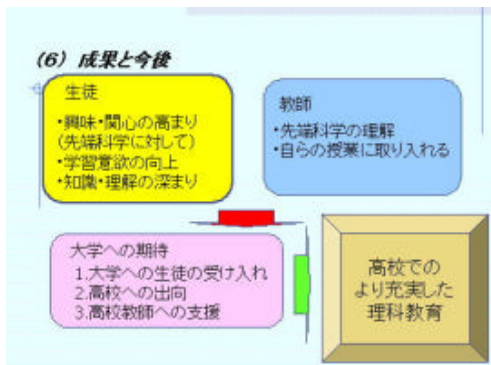
県内 3 大学実習(平成 15 年 8 月 20 ~ 22 日)

No.	教科・科目	講義・講演会タイトル	実施予定時期	対象
1	自然と科学	宇宙のしくみ	5月中旬	1年理数科
2	化学	燃料電池	7月	2年理数科
3	自然と科学	現代の科学技術	9月	1年理数科
4	物理	ハイブリッドカー(環境)	9月	2年理数科
5	化学	極低温科学	12月	1年理数科
6	化学	ポリアセチレン	1月	2年理数科
7	物理	レーザー・ホログラムについて	1月	2年理数科
8	物理	超伝導について	1月	2年理数科
9	人間と科学	経済と統計	1月	1年理数科
10	人間と科学	脳の不思議	3月	1, 2年全員

No.	実施大学	学習科目	テーマ名	参加人数
	富山大学	理学部数学科	点列の振る舞い 公開鍵暗号 計算機理論入門	3
	富山大学	理学部物理学科	結晶に関する実験と解析	3
	富山大学	理学部化学学科	香りや味などの素の合成	3*2
	富山大学	理学部生物学科	「腸菌酵素によるDNAの構造解析」	4
	富山医薬大学	医学部生化学(一)	遺伝子改変マウスの医学生物学への応用	3
	富山医薬大学	医学部薬理学	小動物を用いた呼吸反射と薬物の作用	3
	富山医薬大学	医学部臨床検査医学	1) 遺伝子診断 2) 生理検査の最新動向	3
	富山医薬大学	薬学部薬品作用学	1) 炎症反応に対する薬物の効果 2) 疼痛反応に対するmorphineの効果 3) 利尿薬の効果と比較	2
	富山医薬大学	薬学部薬学生理学	胃や腸の病気のメカニズム解明に向けた基礎実験	3
	富山県立大学	工学部	トランジスタの特性を調べる 低温を伴う相変化的観望	3*2

上記のほか、野外実習や、筑波科学研修、高校での実験・実習を実施した。

(3) まとめ



S P P の現状と今後の課題

富山県立富山東高等学校 教諭 寺崎清光

1. 本校でのS P Pの位置づけ

本校は、県内で自然科学コースを持つ3校の1つである。本校の将来を考える上で、自然科学コースのカリキュラムやその他の活動内容を充実させていくことは、重要な課題である。今年度実施させていただいた富山大学理学部とのS P P事業についても、コースの特色化に大いに役立てていきたいと考えており、今後のS P P内容の充実に期待している。以下に企画例をあげてみた。

- (1) 大学施設を利用した体験実習
 - ・ 高校ではできない実験の体験
 - ・ 発表会によるプレゼンテーション体験
- (2) 大学の先生方による講義・講演
 - ・ 年間を見通した講演・講義

総合科学系の講演・講義例

年間テーマ：「富山の魅力」
1 水の科学
2 富山の水環境
3 富山湾の不思議
4 雪・氷の科学
5 雪・氷の科学
6 火山活動とプレートテクトニクス
7 立山の成り立ち

物理系の講演・講義例

年間テーマ「物質を探る」
1 電子顕微鏡
2 X線
3 光波の回折と干渉
4 単結晶によるX線回折
5 加速器（原子を壊す）
6 カミオカンデ

- (3) 大学研究
 - ・ 理学部の各学科研究



大学での実習風景

2. 今年度の実施状況

今年度はS P P事業に初めて参加させていただき、まずは1回実施することに重点を置いた。その上で、問題点や改善点ができれば、具体的に話し合い次年度に活かしていきたいと思う。

今回の体験実習は、予想以上に生徒には好評であった。ただ単におもしろかった言うのではなく、知的満足感が有ったように感じられた。大学側の事前準備がすばらしく、感謝している。

実施日：8月30日（土）
対象生徒：自然科学コース2年生40名
内容：実験テーマ（計8つ）、少人数編成、実験成果を発表

本校から大学側への要望

1. 各実験を少人数制で実施したい。
2. できれば1日完結メニューとしたい。
（生徒は夏休みにコース行事が多く他の生徒に比べ負担感が大きい）
3. 本校で2月に行っている「課題研究発表会」のプレゼンテーションノウハウを少しでも身につけることができればなおよい。

3. 今後の課題

1. 大学と高校の連携強化

今回の場合、実験内容については、ほとんど、大学側にお任せであった。担当された先生方も、どの程度のレベルで実施すればよいのか分からないまま本番になってしまい申し訳なく思っている。できれば、次年度は、事前に予備実験を高校の理科担当者で行ってみて、問題点など具体的に指摘仕合、本番に望むことが大切である。また講演や講義を考える場合についても、目的・生徒の学習進度の把握など事前に打ち合わせておくことが、今後必要であろう。

2. 大学入試における評価

高校現場では、様々な校外活動に積極的に参加することに対して、いろいろな意見がある。S P Pについても同様である。つまり現実問題として、ほとんどの生徒は大学進学を希望しておりその多くが一般試験で受験をしている。一般入試では、点数をアップさせたい。体験よりむしろ大学に入ってから必要な基礎学力を高校のときに高めておくべきではないか。そのためにもS P Pによって高校の授業や補習をあまり削減したくないと思う先生方もおられるということである。またその気持ちも分かる。大学入試システムの変更が高校現場に大きな影響を与えることはセンター試験5教科7科目実施でおわりのとおりである。入学者選抜試験について各大学側は従来と同じようなやり方だけでなく様々な生徒の評価を検討いただきたい。

4. 終わりに

本校の自然科学コースの目標の一つに「実験や観察などの体験を多く取り入れ、知識だけでなく実体験を伴った厚みのある学力を身につける」という目標があります。S P Pは、この目標達成を積極的にバックアップしてくれるプログラムであり、今後、より一層充実したものにできるよう、富山大学と連携を密にし検討していきたい。

2003.12.6

平成15年度
自然科学コース行事と
SPP事業の状況と位置づけについて

富山県立入善高校 山口 康子

1. 自然科学コースの現状について

研修・実験などの行事

- 1年生対象行事
- ・ 立山宿泊研修
 - ・ 特別セミナー（講演会）
 - ・ コンピュータ実習
- 2年生対象行事
- ・ 理科実験実習（富山県総合教育センターで実施）
 - ・ 黒部川扇状地フィールドワーク
 - ・ コンピュータ実習（プレゼンテーションソフトの利用）

3年生対象行事

特設科目

- ・ 課題研究発表会
- 2年生 「サイエンス演習」 コースクラスを3班に分け、物理・化学・生物
分野をローテーションさせ、基礎実験を行う
- 3年生 「サイエンス物理・化学・生物・数学」
1科目を選択し、3名程度の班で、課題研究を行う

2. 自然科学コース運営の問題点

コースが2学年より開設される。

1学年での行事が、希望者対象のものに限定され、成立しにくい。

教科や科目の学年での制約が多く、特徴となる「特設科目」が組みにくい。

行事が考査開けや、休業中に集中する。

センター実習の見直しや、助成金が縮小された。

校内で、行う実習や実験には限界がある。

全てを受益者負担で行うと、行事の縮小に繋がる。

3. SPP事業の活用（富山大学理学部との高・大連携）

招へい講座

数論と現代暗号」 講師：数学科 木村 巖 先生

連携講座

黒部川扇状地の科学」- 名水を生みだすしくみ -

- ・ 黒部川扇状地の植生と植物 生物学科 鳴橋 直弘先生
- ・ 黒部川扇状地とその周辺の地形・地質
- 大地の歴史を考察する - 地球科学科 小林 武彦先生
- ・ 黒部川扇状地における水質調査 生物圏環境科学科 張 勁 先生



地層調査



杉沢の植生



愛本橋下で採水

4.今年度の反省

教員間の事前打ち合わせや生徒の事前研修の不足

題材が掌握しにくく、具体的に何をしたいのか、生徒の実態がどの程度であるかが伝えられず、講師の先生方に迷惑をおかけした。

研修内容が、大学の研究とかけ離れていた。

地学や、生物分野では、高校の担当者が専門外であったため、中心にすべき内容が曖昧なままであった。

生徒の関心や興味を喚起する事が出来た。

面白かった。90% 興味・関心をもった。86%

5.16年度に向けて

連携講座をより円滑に活用するために

- ・大学の研究を主体として考える。
- ・単なる理科実験実習にはしない。
- ・関連性をもった実習を組み合わせる。
- 招へい講座を活用する。
- ・関連性のある話題で、数回の講座が開講できるように計画する。

スーパー・サイエンスハイスクールでの高大連携講座の位置づけ

高岡高校 田中 保

本校の「平成15年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施計画書」によれば、高大連携の位置づけは、概略的に、「校内の設備・指導態勢では実施できない実験・実習の経験」「最先端の研究に触れる場」「TA(ティーチングアシスタント)による生徒実験の充実」の3点である。これらは大学からの協力による「実験・実習をとまなご講座」「講義」「大学見学・施設見学」「TAの派遣」という形で具現化される。

これらのねらいは、高いレベルの実験や先端科学への探求等を通して、「科学への興味関心を高める」「科学的な問題解決能力や論理的思考力を育てる」「進路決定の参考にする」といった3点である。またこれらのねらいの達成を通して、生徒の日常の学習活動への意欲と集中力が持続されると考えている。

本年度のSSH事業の立案にあたって、「生徒に過剰な負担を与えない」「既成の取り組みの充実」といった点に配慮した。前者では、特に行事過多にならないようし、放課後や土日の自発的活動を保障し、日常の学習活動や部活動に影響がでないよう考えた。また後者においては、理数科の野外実習や課題研究等が有意義に定着しているとはいえ、依然、研究開発の余地が大きく残されているからである。ベースが既成のものであれ、今までできなかったことを試みることで、全く新しい展開の可能性を秘めている。そのような観点から、高大連携においても、実験・実習をすべて大学側に任せるのではなく、できるところは高校側が責任を持つという立場をとった。例えば、立山実習の事前講義では、その内容は我々が十分に事前学習させられない部分を中心にお願いした。また課題研究も本校でできる限り行い、「大学でもっとこんなことができたら」といった部分だけをお願いすることにした。このような背景には、本校と大学が距離的に離れており、生徒の移動に時間がかかるという地理的条件もある。

本年度は、「立山実習事前講義」「三大学」「課題研究」等で連携を試みた。立山実習は毎年内容の検討を繰り返し、天候がよい場合は実習時間が不足するほどの充実したもののなので、事前学習として講義のみお願いした。高校では気づかない観点や豊富なデータを用いた講義は、生徒のみならず教員にも有意義なものであった。三大学の8講座は、好評で、進路を考える上での参考となった。課題研究は校内でできない部分を支援または助言いただき、どの分野でも気軽に相談できるようになったことに大きな意義があった。またこのような形態が、相互の負担が少なく、継続的な効果が期待できると考えている。

問題点については、十分検討されていないが、大きなものとして、「日程調整」と「講座の内容」があげられよう。高校側としては、年間を通した生徒の学校生活の中で、最も効果的な時に、最も効果的な内容を期待したいが、なかなか難しい問題であると思われる。特に講座の内容については、一般的には「生徒の発達段階に応じた内容」が考えられるが、講座の難易にかかわらず興味を引くものも多し。また複数回で構成される講座の場合の内容はさらに難しい。これらは、次年度に向けての検討課題である。

さらに、SSH運営指導委員会では、地域性をだすようなテーマ・題材を取り入れる要望もあった。例えば、古城公園や二上山、ものづくりの町といったテーマであるが、これらを発展させたとき、高大連携の必要性も生じうると思われる。

「S.P.P. 報告会」について

富山東高等学校 教頭 廣川 松 晴

「理科大好きシンポジウム 2003（東京）」サイエンス・パートナーシップ・プログラム（SPP）の報告会が、平成15年11月1日（土）に、東京国際交流館プラザ平成3F・国際交流会議場で開催された。日程の概要は以下の通りです。

日 程

1 開会挨拶

文部科学省 科学技術・学術政策局 基盤政策課長 倉持 隆 雄

- ・ 「科学技術創造立国」の実現を目指している。
- ・ 3I（Interest, Information, Incentive）がまだまだ足りない。
- ・ 昨年度はSPPの採用は278件、全国8カ所でシンポジウム（報告会）を開催した。
- ・ 今年度は680件応募があり、400件を採用した。（詳細別紙）
- ・ SSHは理数が中心であるが、SPPは文系的な内容も対象になるので応募願いたい。
- ・ 今年度は理科分野の応募が多かったが、数学分野もどしどし応募してほしい。
- ・ 前年度と同一テーマでの応募も可能であるが、全く同じということではなくて、内容が変化していればよい。
- ・ 結果はインターネットのH.P.上でも発表する。
- ・ 今後もこの事業を継続していくつもりである。

2 事業説明

文部科学省 科学技術・学術政策局 基盤政策課 理解増進推進第一係長
松本 英 登

- ・ 平成13年度「教育課程実施状況調査」を利用して、子供たちの「理数離れ」に関する一考察（説明）があった。

3 成果報告会：SPP連携プログラム実施例の紹介（実施機関からの報告）

東京都教職員研修センター	（教員研修）	出張 吉訓
お茶の水女子大学	（教育連携講座、教員研修）	千葉 和義
東京大学生産技術研究所	（教育連携講座）	大島 まり
国際基督教大学	（教育連携講座）	北原 和夫
大阪教育大学附属高等学校	（研究者招聘講座映像紹介）	SPP事務局

4 登壇者、参加者によるキーワードセッション及び意見交換会

- 題目：・ SPPで何ができるのか？
 ・ SPPを効率的に進めるには？
 ・ SPPの成果を活かすには？ など

登壇者：	横浜国立大学大学院教授	伊藤 卓
	東京大学生産技術研究所助教授	大島 まり
	国際基督教大学	北原 和夫
	国立教育政策研究所	
	教育課程研究センター研究部総括研究官	鳩貝 太郎
	お茶の水女子大学理学部助教授	千葉 和義
	東京都教職員研修センター統括指導主事	出張 吉訓
進行役	文部科学省 科学技術・学術政策局基盤政策課係長	松本 英登

- ・ 各方面（各分野）から、様々な視点で意見発表があった。
- ・ SPP事業はかなり成果をあげており、今後もその効果が期待される。
- ・ 大学との教育連携講座等では、大学側の負担が小さくない。
- * それ故、SPP事業に関わる大学教授等が行う活動は、大学における授業やいわゆる科学研究等と同じように評価されるべきである。

5 閉会挨拶

以上

(廣川先生配布資料)

表 平成15年度の都道府県別のSPP連携プログラム応募件数と採択件数

都道府県	応募テーマ数				採択テーマ数			
	招へい講座	連携講座	教員研修	合計	招へい講座	連携講座	教員研修	合計
北海道	15	8	8	31	10	6	8	24
青森県	0	1	4	5	0	0	4	4
岩手県	1	1	0	2	0	1	0	1
宮城県	6	3	5	14	2	1	3	6
秋田県	0	0	0	0	0	0	0	0
山形県	1	1	3	5	1	1	3	5
福島県	3	0	3	6	2	0	2	4
茨城県	10	3	4	17	6	3	4	13
栃木県	9	2	10	21	4	2	3	9
群馬県	2	0	5	7	2	0	4	6
埼玉県	2	2	9	13	1	1	8	10
千葉県	6	6	9	21	6	4	7	17
東京都	33	14	33	80	17	9	19	45
神奈川県	28	1	6	35	13	1	1	15
新潟県	27	3	2	32	8	3	1	12
富山県	1	3	1	5	1	3	1	5
石川県	1	1	1	3	1	1	1	3
福井県	2	3	2	7	2	2	2	6
山梨県	3	0	0	3	3	0	0	3
長野県	5	2	1	8	3	2	0	5
岐阜県	6	3	4	13	4	3	4	11
静岡県	3	0	3	6	2	0	3	5
愛知県	47	2	0	49	17	2	0	19
三重県	3	0	0	3	1	0	0	1
滋賀県	4	0	4	8	2	0	3	5
京都府	15	1	1	17	10	1	1	12
大阪府	13	4	23	40	6	3	12	21
兵庫県	19	3	3	25	10	2	3	15
奈良県	14	5	4	23	5	4	3	12
和歌山県	13	1	1	15	5	1	1	7
鳥取県	3	1	0	4	1	1	0	2
島根県	1	0	1	2	1	0	1	2
岡山県	14	3	0	17	5	2	0	7
広島県	38	6	0	44	22	4	0	26
山口県	1	2	2	5	1	2	1	4
徳島県	0	0	2	2	0	0	2	2
香川県	7	0	1	8	4	0	1	5
愛媛県	1	1	2	4	0	1	1	2
高知県	13	1	1	15	9	1	1	11
福岡県	14	4	1	19	2	4	1	7
佐賀県	7	0	1	8	7	0	1	8
長崎県	4	2	1	7	3	1	1	5
熊本県	8	0	0	8	5	0	0	5
大分県	5	0	0	5	0	0	0	0
宮崎県	1	2	0	3	1	2	0	3
鹿児島県	0	7	4	11	0	6	1	7
沖縄県	4	0	0	4	3	0	0	3
合計	413	102	165	680	208	80	112	400

(注)申請機関(国公立学校及び大学・研究機関等)の所在する都道府県毎にテーマ数を集計した。

第6章 まとめ

第1章から第3章では、高校生を対象として実施した3件の科学実験・実習講座について報告した。今回の講座の多くは、大学生教育用の実験や、研究室での実験を高校生用にアレンジしたものである。いずれの講座においても受講分野を複数用意し生徒達に自由に選択させたが、50%以上が面白そうだと感じた実験を選び、また興味を持っている分野であることを理由に講座を選んだ生徒と合わせると78%以上となり、積極的に高大連携講座に参加していたことが分かる。講座の内容については、「難しかった」、あるいは「どちらかというとなんか難しかった」と答えている生徒が圧倒的に多数であり、高校生にとってはレベルの高い内容であったことが分かる。それにもかかわらず、受講者の80%以上が「理解できた」あるいは「どちらかというとなんか理解できた」と答えているが、これは受講者の感想にもあるように、「先生の説明がわかりやすかった」、「実験が面白く先生の説明がよかった」、「実験が面白くて楽しかった」ためであろう。その結果、受講した後では、86%以上の高いパーセンテージで受講分野に興味をもち、また、90%以上が講座をおもしろかったと感じ、半数を大幅に上回る生徒達が同様の講座をまた受けてみたいと感じている。このように、生徒達の反応は非常によく、地域の青少年と科学への興味・面白さを共有するという高大連携の最大の目的が達成されたといえる。

また高校の教員からも「教師にとっても先端技術を理解し、自ら授業に取り入れる契機になっている」、「大学の専門的な研究を身近に感じることができた」などの意見が寄せられ、生徒の科学教育のみならず、高校教員のリカレント教育にも貢献したといえる。

高大連携教育を実施した講師のアンケートでも、9割以上の講師が「生徒達にとって、授業は面白かった・どちらかというとなんか面白かった」と十分な手応えを感じており、また、半分以上が「授業で取り扱った内容は生徒達にとって難しかった・どちらかというとなんか難しかった」と評しながらも、およそ半分が「授業の内容を生徒達が自分なりに理解できた・どちらかというとなんか理解できた」と考えている。さらに、6割以上が「当初計画していたねらいを、達成できた・どちらかというとなんか達成できた」と答えている。この点から、科学を教える場合にも、まずは面白さ・興味を引くことに重点をおいているという講師達の姿が浮かび上がる。ただし、本年はこれまで普段交流のない高校生達にいきなり講座を開講することになり、開講にあたりすべての講師が「非常に負担を感じた・多少負担を感じた」と答えている。負担に関しては、テキストの作成や、報告書の作成他、時間的な負担感が大きく、このことは今後解決していかなければならない問題点である。大学での研究・教育の業務をこなした上、さらに本事業のような社会貢献を実施していくことは大学教員にとってたやすいことではない。基本的に大学の教員のボランティアによって実施されてきているが、この事業の重要性・予想される効果を考えると、研究や大学における教育と同様に地域連携教育も正当に評価の対象に組み込まれるような制度が作られることが望まれる。本学理学部では、教員サポートの為に本事業従事の教員の研究費への傾斜配分を実施しはじめている。

今年度の高大連携、特に入善高等学校との連携事業においては、高校で前年までに行われてきた黒部川扇状地の野外実習を発展させて欲しいという強い要望に答えて実施された。該当地を全く新たに事前調査することが担当教官の負担感を大幅に増したと推測され、また高校と大学間で実施内容について摺り合わせが十分に出来ていなかったことが問題点であったと考えられる。しかし、入善高等学校との連携講座は地域密着型の野外実習であり、新聞等でも複数取り上

げられるなど地域の反響は非常に大きい。そこで、今後は大学が主体となってテーマを設定し、それをホームページ等を通じて公表して連携相手を模索するとともに、高校等とともに地域性を生かしたテーマを開発し、身近なものを通じて地域の青少年を科学へと導くことが必要だと考えられる。

時折、地域あるいは産業から大学が閉鎖的であるとの指摘がなされることがある。本事業を通じて大学が開かれた場であることを地域に対して発信できるのは、この事業のもう一つのメリットであるかもしれない。1年間の活動を通じて、連携実施高等学校とは実質的なパイプができあがりつつある。「富山大学、また大学の理学部についての理解が深まり、関心が一層深まった」といった高校の先生からの意見も寄せられている。第4、5章で記述したような教員研修講座や高校の先生方が多く参加してもらえるようなシンポジウムを開催することは、この意味でも意義のあることであつたと考えられる。地域における大学の役割を考える上で一つの重要な関係が生まれ始め、本事業の成果は決して小さくないと確信している。

付録A 富山大学理学部出前講義

富山大学理学部では、平成12年より理学部所属教員のボランティアによる「出前講義」を実施している。本年度は下記表A-1のような講座を用意し、表A-2に記した9件の講演依頼があった。この中には前年度から継続的に依頼を受けているものが複数ある。

表 A-1 平成15年度理学部出前講義メニュー

No	講師	所属	専門	講義題目	対象
1	飯田 敏	物理学科	結晶物理学	X線で原子を観る	高
2	岡部 俊夫	"	物性物理学	結晶・準結晶・アモルファスを視る(電子顕微鏡の世界)	高
3	"	"	"	ノーベル賞に見る創造性・独創性(電子顕微鏡と超伝導体研究)	高
4	樋口 弘行	化学科	有機化学	光の電子の性質の応用,その不思議!!	高
5	金森 寛	"	錯体化学	活躍する遷移金属	中高一般
6	"	"	"	生命を支える遷移金属	高一般
7	清棲 保弘	生物圏環境科学科	地球化学	化学と環境	中高一般
8	田口 茂	"	水環境科学 分析化学	水環境と生活	高
9	山口 晴司	化学科	有機天然物化学	"いきもの"の化学物質による会話	中高一般
10	"	"	"	光と化学物質の色	中高一般
11	井上 弘	生物圏環境科学科	植物生理学	生命と光と水	中高
12	内山 実	生物学科	動物生理学 比較内分泌学	環境ホルモン	中高一般
13	"	"	"	脊椎動物の環境適応と進化	中高
14	黒田 英世	生物圏環境科学科	動物生理学	精子と卵-そしてその出会い	中高一般
15	小松 美英子	生物学科	動物発生学	海産動物の生殖と発生	中高
16	鈴木 邦雄	"	動物系統分類学	自然界の造形と幾何折り紙	高一般
17	"	"	"	昆虫たちの行動の謎	高
18	"	"	"	折り紙を通して昆虫の世界を見る	高
19	"	"	"	昆虫たちの不思議な生活	中
20	"	"	"	昆虫の世界と折り紙	中
21	中村 省吾	生物圏環境科学科	環境生物学	微生物が守る環境	中高一般
22	"	"	"	バイオアッセイとバイオレメディエーション	高一般
23	"	"	"	ウニの発生	中高一般
24	野口 宗憲	"	動物生理学	生き物の動くしくみ	高一般
25	"	"	"	細胞の中でエネルギーが作られ運ばれるしくみ	高一般
26	山田 恭司	生物学科	植物分子生物学	くらしの中のDNA	中高一般
27	"	"	"	生き物の掟	中高一般
28	"	"	"	男と女の間には	中高一般
29	和田 直也	極東地域研究セ	植物生態学	ドングリと動物 - 森の植物と動物の関わり-	中高一般
30	"	"	"	奥黒部の自然	中高一般
31	広岡 公夫	地球科学科	古地磁気学 考古地磁気学	恐竜の足跡 - 北陸に恐竜がいたころ -	中高一般
32	氏家 治	"	火成岩岩石学	マグマから見た地球の営み	高一般
33	"	"	"	火山噴火による際が記と恵み	中
34	竹内 章	"	構造地質学	富山の地球科学	中高
35	"	"	"	きとぎとのプレートテクトニクス(現在進行形の地殻大変動)	高
36	對馬 勝年	"	雪氷学	スピードスケートと氷筍リンク	
37	"	"	"	資源エネルギーと環境問題	
38	清水 正明	"	鉱物科学 地質科学 資源科学	富山の地下資源	中高一般

表 A-2 平成 15 年度実施の出前講義(平成 16 年 1 月現在)

実施期日	依頼機関名	受講者	人数	分野	講義題目	派遣教官		
H15.6.16	富山市立北部中学校	中学生	30	化学	富山の水と自然環境	生物圏環境科学	助教	笠原一世
H15.7.4	魚津・滑川地域地下水利用対策協議会	一般社会人		生物	奥黒部の自然	極東地域研究センター	助教	和田直也
H15.7.8	滑川高等学校	高校生	30	化学	光と化学物質と色	化学科	教授	山口晴司
H15.7.8	滑川高等学校	高校生	30	生物	くらしの中のDNA	生物学科	教授	山田恭司
H15.8.4	高岡市中学校文化連 高岡市中学校文化連盟	中学生	50	生物	昆虫の世界と折り紙	生物学科	教授	鈴木邦雄
H15.10.25	高岡市中学校文化連 高岡市中学校文化連盟	中学生	70	生物	生命と光と水	生物圏環境科学 科	教授	井上弘
H15.12.10	八尾高等学校	高校生	70	生物	環境ホルモン	生物学科	教授	内山実
H15.12.11	呉羽高等学校	高校生 教員 数名	26	生物	脊椎動物の環境適応 と進化	生物学科	教授	内山実
H15.12.12	富山北部高等学校	高校生	13	化学	活躍する遷移金属	化学科	教授	金森寛

