

平成 14 年度

**スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書**

第 1 年 次



愛媛県立松山南高等学校

スーパーサイエンスハイスクール

研究開発実施報告書

第 1 年 次



サイエンスX授業（H14.5.29）
物理領域
力学的エネルギー保存の実験



理科学習合宿（H14.7.22）
宍戸海岸での地形・地質観察

理科学習合宿（H14.7.22）
宍戸少年自然の家での天体観測





部活動他校訪問（H14.9.27）
岡山一宮高校理数科との交流



理科体験研修（H14.10.22）
キリンビール神戸工場でホップの
香りを確認する生徒たち



理科体験研修（H14.10.23）
自主研修で、
日本新薬株山科植物資料館にて、
研究員の説明に聞き入る生徒たち

理数セミナー授業（H14.11.13）
愛媛大学医学部で、大学の先生の
説明を熱心に聞く生徒たち



サイエンスX授業（H15.1.29）
生物領域 細胞融合実験でニンジン
とアロエのプロトプラストの融合を
確認している生徒たち

サイエンスX発表会（H15.2.21）
一年間の取組の発表（この後、
熱心な質疑応答が行われた）



卷頭言

校長 武智敏明

平成14年4月10日付けでスーパーサイエンスハイスクール（S S H）の指定が内定され、同日に県庁で記者発表以来、1年が慌ただしく経過いたしました。

今回の文部科学省指定に早速応募したのは、第1に松山南高校が、読売新聞社主催の日本学生科学賞のコンクール中央審査において、過去31年間に18回の入賞・入選を果たしてきた実績があり、この自然科学分野を生かした特色ある学校づくりを検討していたからであります。第2には、近年における日本産業の空洞化や国際競争力低下の打開に貢献できる高校教育の在り方について思案していただきであります。

昨年1月11日付けの初等中等局長名の実施希望調査が、1月21日付け愛媛県教育委員会指導部高校教育課長名文書で本校に送付され、ほぼ1週間で申請書・計画案を作成して、2月1日付けで県に提出いたしました。3月初旬には、愛媛大学事務局を訪問して、決定された場合の協力依頼を行うとともに、県に対して教員配置面での配慮をお願いしました。

待つこと1か月にして内定通知をいただきましたが、それから該当の生徒や保護者への説明会の開催、校内S S H委員会の設置および開催、事業の具体的準備などの後、5月1日に第1回物理領域の授業を開始しました。しかし、予算面の確定作業が残っていましたので、先ず県との折衝を行い、異例ともいえるスピードで6月補正予算に国の委託費を計上し7月5日に議決いただくとともに、文部科学省にもその査定の進行に格別の御配慮を賜り、7月19日付けで決定いただきました。そして、やっと夏季休業中に予定していた四国の地学巡検を行う理科学習合宿や他県のS S H指定校訪問、第1回運営指導委員会の開催等が順調に滑り出せることになりました。

この指定第1年次における成果と言えるものは、一つは、何より目を輝かせて高校の授業や大学の講義に取り組む生徒諸君であります。また、その真剣な姿に大きな期待と支援を寄せる保護者であります。二つ目には、超多忙となっても、ポケットに忍ばせていた学識と意欲を發揮でき、無上のやり甲斐に浸っている理数系教員であります。三つ目には、無理な要請を快諾していただいた上に、その積極的な御援助により極めてスムーズに進展している愛媛大学との高大連携であります。

ものが大きなプロジェクトだけに、また、急遽内定し実施の運びとなっただけに、これらの皆さんの絶大な御協力に心から敬意と感謝の意を表しますとともに、今まで懇切に御指導いただきました愛媛県教育委員会の関係者に対して、衷心より厚くお礼を申し上げる次第であります。

平成14年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書

目 次

卷頭言

1 研究開発の概要	1
2 研究開発の経緯	3
3 研究開発の内容	6
(1) 教育課程の編成と学校設定科目	6
(2) 「サイエンスX」	10
ア 物体の運動と力学的エネルギー（物理領域）	10
イ 分子量の測定、染料・香料の化学（化学領域）	14
ウ 生物工学（生物領域）	18
エ プレートテクトニクス（地学領域）	27
(3) 「理数セミナー」	30
ア 数学と理科との関連	30
イ 図形の面積とは何か	31
ウ 超伝導	33
エ 環境科学	36
オ マクロとミクロの生物学	39
カ 地球深部ダイナミクス	43
キ 研究室訪問	47
(4) 大学等との連携	55
(5) 特別活動・科学部活動の充実強化	58
(6) S S H他校訪問	65
(7) 広報活動	71
(8) 校内S S H委員会	73
(9) 運営指導委員会	77
4 実施の効果とその評価	80
5 研究開発実施上の問題点及び今後の研究開発の方向	87
6 おわりに	89
資料（会議録）	90

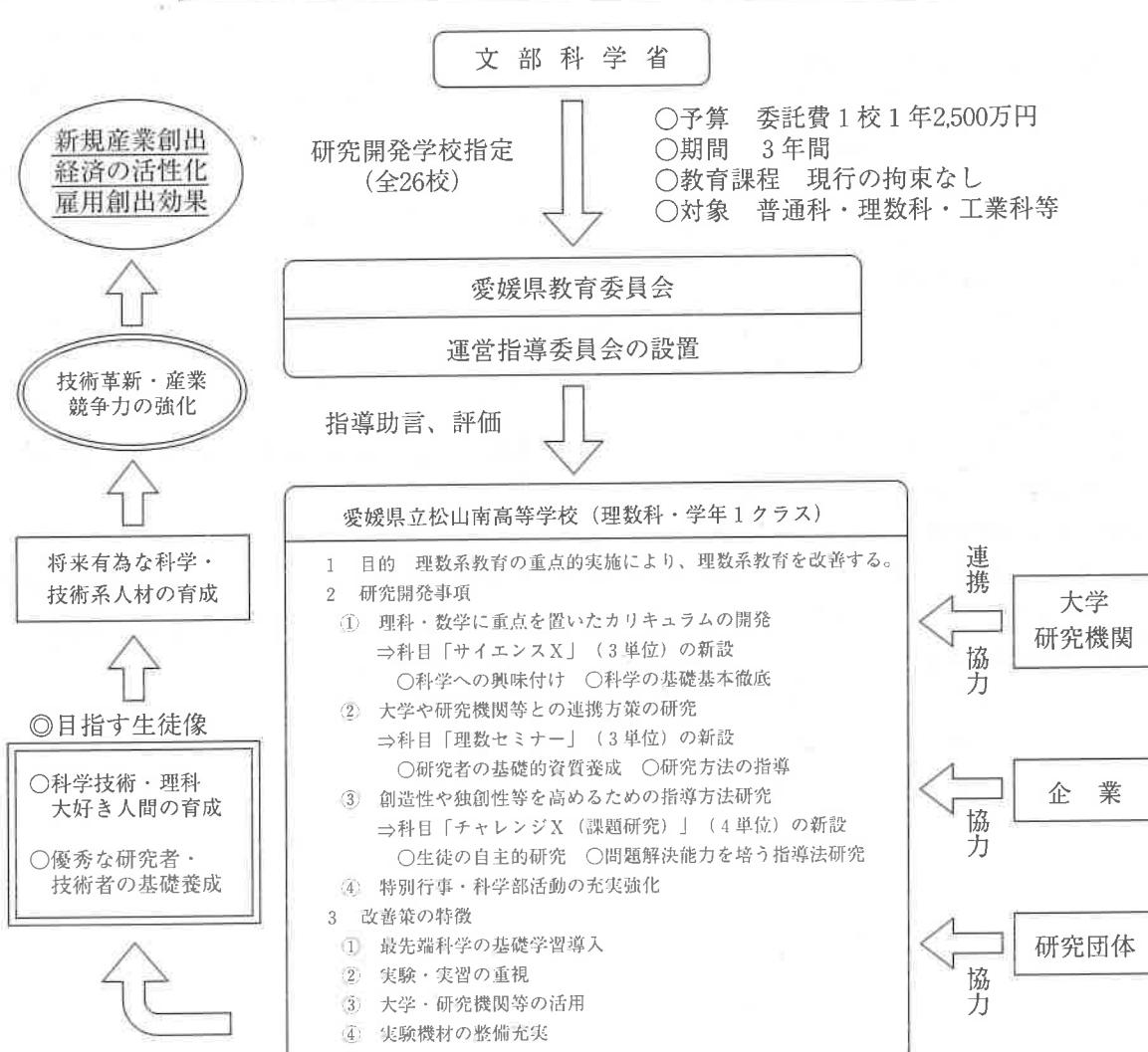
1 研究開発の概要

スーパーサイエンスハイスクール事業（以下SSH事業と記す）は、平成14年度に文部科学省が新規に立ち上げたものである。これは、一時期世界をリードさえしてきた日本の科学技術が他国の追随を許すのみならず、このままでは外国の科学技術に依存しなければならないことが懸念される現状を踏まえ、世界をリードする科学者・技術者を育てるためには、高等学校においてどのような教育をすればよいかを研究する事業である。

この研究開発のねらいは、

- ① 高大連携科目のシラバス及び単位認定について検討する。
 - ② 大学や研究機関の学者等から最先端の科学について学習させ、将来の日本を担うエリート研究者を養成する。
 - ③ 実験や体験をとおして、科学的に探究する能力や態度を育成する。
- の三つである。このねらいを達成するために、本校では大学等との連携を図りながら次のような研究開発を行った。

スーパーサイエンスハイスクール（SSH）の構想と運営



(1) 教育課程の検討

理科・数学に重点をおいた学校設定科目「サイエンスX」「理数セミナー」「チャレンジX」を設け、カリキュラム開発を行った。

(2) 大学や研究機関との連携

本事業を進めるに当たり、大学や研究機関とどのように連携していくか、その方策を検討した。今年度は、「理数セミナー」の中で愛媛大学において授業を受けたり、愛媛大学・広島大学の教授等に本校で講義していただいたり、東京大学の教授に講師となっていただいて特別行事を実施したりした。また、愛媛大学の研究室を少人数のグループに分かれて訪問し、それぞれの研究室の教授等から研究内容の説明を受け、実習をさせていただいた。このほか「キャンパスIT体験会」(愛媛大学主催)にも参加した。

連携方策の検討・評価をするために、愛媛大学・松山南高校合同のSSH委員会を開いたり、メールによる情報交換をしたりした。

(3) 特別活動・科学部活動の充実強化

ア 特別活動

特別活動として、「理数科卒業生講演会」「理科学習合宿」「理科体験研修」「企業訪問」を実施した。

イ 科学系部活動の充実強化

この事業の対象生徒の全員が物理・化学・生物・地学のいずれかの部に所属し、その中で科学部以外の部にも所属する生徒には、月曜日と水曜日にそれぞれのサイエンスクラブとして活動した。また、全員が数学クラブにも所属し、土曜日に活動した。さらに、科学部の活動に優れた実績を持つ他校を訪問し、研修した。

(4) SSH他校訪問

この事業は、我が国では初めての取組であるので不明な点も多く、他からの情報を参考にしたいと考え、他県のSSHに指定された学校を訪問して研修した。

(5) 広報活動

この事業に対する教職員・保護者等のより深い理解と一層の協力を得るために、広報紙「SSH通信」を8回発行した。

(6) SSH委員会

SSHに関する事業が円滑に進むよう、校内の教職員の共通理解を得たり、事業の内容を検討・評価したりするために、校内に「SSH委員会」を組織し、本年度は4回の委員会を開いた。

(7) 運営指導委員会

SSHの運営に関し、専門的見地から指導・助言・評価等を行うために愛媛県教育委員会内に「運営指導委員会」を組織し、本年度は3回開催した。

この研究開発に対する評価については、(1)～(7)の説明をしたP6以降に、それぞれの項目ごとに述べたが、生徒の変容についてはP82「4 実施の効果とその評価」で詳しく述べた。

2 研究開発の経緯

文部科学省よりの通知を受け、平成14年1月愛媛県教育委員会から、SSH応募の希望があれば関係書類を提出するようにとの文書が届いた。松山南高校では、応募に向けて準備を急ぎ、急遽関係書類の提出をした。また、愛媛大学に対して、指定された場合の協力依頼をした。

SSHに関連した授業は、5月1日から開始した。14年度のカリキュラムは、SSHの指定を受けた場合とそうでない場合の二通りを準備していたが、4月の始業式（4月8日）の時点では内定の通知を受けていなかったので、後者でスタートした。4月10日に内定の通知を受け、5月1日から前者に切り替えることとした。原則として「サイエンスX」は水曜日の5・6・7時限に、「理数セミナー」は月曜日の6・7時限に設定した。

4月10日 文部科学省より指定（内定）の通知があり、研究開発がスタートした。

4月11日 研究開発を円滑に進めるために校内に組織した、SSH委員会の第1回委員会を開いた。

4月23日 SSH指定（内定）の報告と協力依頼のため愛媛大学を訪問した。教育委員会高校教育課からは高校教育課長とSSH担当指導主事が、松山南高からは校長（武智）と主任（谷本）が伺った。愛媛大学からは鮎川学長、各学部長、企画室長、理学部事務長が応対した。

5月1日 「サイエンスX」（第1週）ガリレオの実験（水時計の実験）を実施した。5月1日の第1回の授業には報道各社が取材に来校し、NHK等で放映された。

これらの授業で指導する内容には、「サイエンスX」では物理・化学・生物・地学の領域を入れた。「理数セミナー」には、その上に数学も加えた。

「サイエンスX」の物理領域は、開始が遅れたため5・6月の6週（17時間）で一応の区切りをつけ、平成15年2月に再度追加実施した。

5月2日 愛媛大学SSH委員会のメンバーが決定した。大学側の窓口は理学部と決まり、委員の遠山鴻教授が来校された。

5月4日 この日から毎週土曜日午前中に実施する数学クラブを開始した。第1回テーマは「数学的な考え方について（数学の各種問題）」であった。

5月13日 「理数セミナー」は、この日に第1回が開始した。初めは数学の基礎的な内容を指導し、6月3日まで3回実施した。

5月20日 愛媛大学・松山南高校合同委員会（第1回）を愛媛大学理学部で開催した。本年度の「理数セミナー」等における大学・高校間の連携の在り方や、具体的な講座の検討を行った。

5月22日～24日 SSH連絡協議会が東京で開かれ、本校から武智校長・谷本教諭が、教育委員会からは石崎・柳原指導主事が出席した。

6月1日 キャンパスIT体験会（愛媛大学主催）が催され、会場の愛媛大学総合情報処理センターで対象生徒が情報通信の体験をした。

6月7日 SSH通信（広報用）第1号を発行した。

6月12日 愛媛県高等学校教育研究会（以下高教研と記す）理科部会生物部門研究会 研究授業「光る大腸菌をつくる～遺伝子組換え実験～」が実施された。生物領域は12・1月に実施する予定の中で、前年度から決まっていた高教研理科部会生物部門研究会にあ

わせて先取りし、県下の高校に本研究開発を広報することを考えたものである。

6月14日 理数科OB森俊樹氏による講演会演題「とにかくやってみよう」を実施した。

6月17日 「理数セミナー」の化学領域開始。7月の愛媛大学田辺信介教授による授業の事前指導で、地球環境科学入門から始め、7月8日まで4回実施した。

6月26日 「サイエンスX」化学領域の授業を開始した。第1回の「気体の分子量の測定」以下4回実施した。

7月15日 「理数セミナー」愛媛大学田辺信介教授によって「環境ホルモン」の授業が実施された。

7月19日 文部科学省より、契約日をこの日とする旨の連絡が教育委員会宛にあった。

7月22日～24日 理科学習合宿を実施した。

8月7日～8日 S S H指定校訪問を実施した。(京都市；堀川高校・立命館高校・京都教育大学教育学部附属高等学校)、(米沢市；米沢興譲館高等学校)

8月20日～21日 S S H指定校訪問を実施した。(札幌市；札幌北高等学校)

8月28日 第1回運営指導委員会が松山南高等学校で開かれた。

9月2日 「理数セミナー」生物領域のスタート。第1回は「人間の生活と生物」というテーマの授業で10月の広島大学上真一教授による授業の事前指導として計2回実施した。

9月6日 愛媛大学・松山南高校合同委員会（第2回）を愛媛大学理学部で開催した。本年度後半の「理数セミナー」の具体的な内容と、「研究室訪問」（愛媛大学の各研究室を訪問し最先端の研究に直に触れさせることをねらいとしたもの）の検討をし、さらに、平成15年度の「理数セミナー」・平成15年度以降の理数科1年生に対して実施する科目「スーパーサイエンス」（学校設定科目）の内容について打合せを行った。

9月26日 第2回S S H委員会が開かれた。

10月2日 「サイエンスX」地学領域の授業を開始した。第1回の「大陸移動説と海洋底の拡大」以下5回実施した。

10月7日 「理数セミナー」広島大学上真一教授による授業「生物海洋学」が実施された。

10月21日 「理数セミナー」10月の愛媛大学林秀則教授による授業の事前指導として、「遺伝子～DNA～」というテーマで授業を実施した。

10月22日～10月24日 理数科体験旅行（兵庫・京都・大阪）

10月28日 「理数セミナー」愛媛大学林秀則教授による授業「遺伝子組換え」が実施された。

10月29日 第2回運営指導委員会が松山南高等学校で開かれた。その際、「サイエンスX」の授業「火山灰中の鉱物」を公開し、授業について研究協議を行った。なお、保護者へも授業公開を通知し、参観していただいた。

11月13日 「理数セミナー」愛媛大学大西丘倫教授による「遺伝子治療」の授業が実施された。

11月18日 「理数セミナー」地学領域の授業を開始した。12月の愛媛大学入船徹男教授による授業の事前指導として第1回「地球と宇宙の進化1」から3回の授業を実施した。

11月29日 第3回S S H委員会が開かれた。

12月9日 文部科学省科学技術・学術政策局基盤政策課から、同課課長補佐草壁和秀氏と同局政策課経理室荒井章氏が来校された。本校から研究開発の途中経過を報告し、指導を受けた。御指導いただいた内容は、主として経理処理と物品の管理についてであった。

その際、「理数セミナー」の授業「鉱物と結晶構造」を参観していただいた。

12月18日 「理数セミナー」愛媛大学入船徹男教授による授業「地球深部ダイナミクス」が実施された。

1月8日 「サイエンスX」生物領域の授業を開始した。第1回「発酵」から4回の授業を実施した。第4回SSH委員会が開かれた。

1月20日 「理数セミナー」愛媛大学神森達雄助教授による授業「超伝導」が実施された。

1月29日 愛媛大学研究室訪問を実施した。城北キャンパス（理学部・工学部）に協力していただいた。

2月3日 「理数セミナー」愛媛大学坂口茂教授による授業「図形の面積」が実施された。

2月5日 愛媛大学研究室訪問を実施した。城北キャンパス（教育学部・理学部・工学部）に協力していただいた。

2月6日～7日 企業訪問（徳島）を実施した。

2月10日 愛媛大学研究室訪問を実施した。樽味キャンパス（農学部）に協力していただいた。

2月17日 愛媛大学研究室訪問を実施した。重信キャンパス（医学部）に協力していただいた。

2月21日 文部科学省教育課程課によるSSH事業の実地調査が行われた。来校されたのは、文部科学省初等中等教育局教育課程課企画調査係長稻田剛毅氏、同係西本尚司氏、同局主任教科書調査官中尾征三氏、東京都立武蔵高等学校長菊池正仁氏の4氏である。本校から本年度の研究開発の概要を説明し、「サイエンスX」の授業「サイエンスX発表会1」を参観していただいた。続いて協議が行われ、細部にわたり明確な指摘をしていただいた。中でも「成果を客観的に評価する観点を設けるべきである」という菊池氏の御指摘は、来年度以降の研究開発に大変有効なものであった。

2月24日 第3回 運営指導委員会が松山南高で開かれた。その際「サイエンスX」の授業「サイエンスX発表会2」を参観していただいた。

3 研究開発の内容

(1) 教育課程の編成と学校設定科目

普通科においては、2年次に理型（理科系の教科・科目に重点を置く類型）と文型、3年次には理型・文Ⅰ型・文Ⅱ型、の類型を設けて各生徒の進路希望や適性に応じて、教育課程を編成している。理型においては、文型に比べ2・3年次合わせて、数学は2～3時間、理科では6時間多く授業時間を配当し、理数系の学力の充実・強化に努めている。

これに対して理数科においては、数学で2時間、理科では1時間従来普通科理型よりも、多くなっており、学習内容をさらに深め、課題研究においてグループごとにテーマを決め、実験や観察を行うなど、年間を通した継続的な研究活動を実施させてきた。

平成14年度入学生に対しても、この方針で進めるようにしていた。このことはP9理数科平成14年度入学生教育課程（SSHに指定されなかった場合）を見ると分かる。

このたびSSHの指定を受け、科学技術・理科大好き人間の育成を目指すに当たり、

- ① 「サイエンスX」（3単位 1年次）
- ② 「理数セミナー」（3単位 1年次2単位、2年次1単位）
- ③ 「チャレンジX」（4単位 2年次2単位、3年次2単位）

を新たに設定した。

「サイエンスX」は、理科教育の基礎・基本を徹底するとともに、先端科学について興味を持たせ、科学の面白さに気付かせることをねらいとした。

内容は、「科学史」、「科学的思考と実験」、「最先端科学」からなり、物理・化学・生物・地学領域それぞれで指導した。理科を学ぶ上での基礎学力を定着させることを目指すものであり、研究開発の主要なテーマの一つである。授業は、教員8名でチームティーチングの形で実施した。

後述の（3）「サイエンスX」で示す生徒の感想に見られるように、期待したとおり科学に対する興味・関心をふくらませ、その面白さに気付かせることができた。

ティームティーチングによる指導も、観察・実験の場面等でよく目が届き、細やかな指導ができる効果的であった。

「理数セミナー」は、大学等と連携する中で、最先端の研究を学ばせることにより、研究することの意義と方法論について理解を深めさせることをねらいとした。

数学・物理・化学・生物・地学の各領域ごとに、愛媛大学等と検討してテーマを決め、事前指導を十分した上で大学の教授等による講義を行った。必ず事後指導もした。事前・事後の指導は本校教員が8名でティームティーチングの形で実施した。

本年度の大学教授等による講義の実施は、次のとおりであった。

実施日	講義テーマ	担当者
7月15日	環境ホルモン	愛媛大学農学部田辺信介教授 (沿岸環境科学研究センター)
10月7日	生物海洋学	広島大学大学院生物圏科学研究科上真一教授 (生物生産学部)
10月28日	遺伝子組換え	愛媛大学理学部林秀則教授 (機器分析センター)
11月13日	遺伝子治療	愛媛大学医学部大西丘倫教授

12月18日	地球深部ダイナミクス	愛媛大学理学部入船徹男教授 (地球深部ダイナミックス研究センター)
1月20日	超伝導	愛媛大学理学部神森達雄助教授
2月3日	図形の面積	愛媛大学理学部坂口茂教授

これも後述の(4)「理数セミナー」に示した生徒の感想に見られるように、生徒の意識の高さは目をみはるものがあり、変容が著しい。

「チャレンジX」は、学問的探究の方法や問題解決能力を身に付けさせることをねらいとして、生徒自らに課題を設け、生徒自らに研究実践させるものであるが、2年次・3年次に実施するものであるので、次年度以降に報告する。

これらの新たに設定した科目を実施するために、三か年をとおして次のような措置をとった。

- ① 国語科の「古典I」を3単位で実施する(従来は5単位)。
 - ② 公民科の「現代社会」を2単位で内容を精選し実施する(同4単位)。
 - ③ 保健体育科の「体育」を6単位、「保健」を1単位で内容を精選し実施する(同7及び2単位)。
 - ④ 芸術科の「音楽I」などを1単位で内容を精選し実施する(同2単位)。
 - ⑤ 家庭科の「生活一般」を2単位で内容を精選し実施する(同4単位)。
- ①～⑤は必履修科目であり、それぞれの科目で内容精選して実施するとともに、たとえば「生活一般」の指導内容と関係がある「染色」の内容を「サイエンスX」で学習させるなど、学校設定科目で補う。

平成14年度 教育課程表

平成14年度入学(理数科)

愛媛県立松山南高等学校(全日制・本校)

区分		学科	理 数 科			
教科	科目	標準単位数	1年	2年	3年	計
国語	国語 I	4	4			4
	現代文	4		2	2	4
	古典 I	3		2	1	3
地理	世界史 A	2			2	2
	日本史 B	4		{ 2	2	0・4
	地理 B	4				0・4
公民	現代社会	4	2			2
保健体育	体育	7~9	2	2	2	6
	保健	2	1			1
芸術	音楽 I	2	{ 1			0・1
	美術 I	2				0・1
	書道 I	2				0・1
外国語	英語 I	4	4			4
	英語 II	4		4		4
	オーラルコミュニケーションB	2	2			2
	リーディング	4			3	3
	ライティング	4		2	2	4
家庭	生活一般	4	2			2
普通科目計			18	14	14	46
理数	理数数学 I	6~8	6			6
	理数数学 II	12~16		6	7	13
	理数物理	4~8		3	3	0・6
	理数化学	4~8	2	2	2	6
	理数生物	4~8		3	3	0・6
	理数地学	4~8				0・6
	サイエンスX	3	3			3
	理数セミナー	3	2	1		3
	チャレンジX(課題研究)	4		2	2	4
専門科目計			13	17	17	47
小計			31	31	31	93
特別活動	ホームルーム活動		1	1	1	3
合計			32	32	32	96
備考			1 理数に関する専門の教科・科目に重点を置く。 2 「サイエンスX」(3単位)、「理数セミナー」(3単位)、「チャレンジX」(4単位)は学校設定科目。 3 スーパーサイエンスハイスクールの指定 (平成14年度から平成16年度まで)			

従来の教育課程表 (S S Hに指定されなかった場合)

平成14年度入学(理数科)

愛媛県立松山南高等学校(全日制・本校)

区分			学科				理 数 科					
教科	科目	標準単位数	1年	2年	2年	計						
国語	国語 I	4	4				4			13		
	現代文	4		2	2		4					
	古典 I	3		3	2		5					
地理	世界史 A	2			2		2			6		
	日本史 B	4		{ 2 }	{ 2 }		0・4					
	地理 B	4					0・4					
公民	現代社会	4	4				4		4			
保健体育	体育	7~9	2	2	3		7			9		
	保健	2	1	1			2					
芸術	音楽 I	2	{ 2 }				0・2			2		
	美術 I	2					0・2					
	書道 I	2					0・2					
外国语	英語 I	4	4				4			17		
	英語 II	4		4			4					
	オーラル・コミュニケーションB	2	2				2					
	リーディング	4			3		3					
	ライティング	4		2	2		4					
家庭	家庭一般	4	{ 2 }	{ 2 }			0・4			4		
	生活技術	4					0・4					
	生活一般	4					0・4					
普通科目計			21	18	16		55		55			
理数	理数数学 I	6~8	6				6			37		
	理数数学 II	12~16		7	7		14					
	理数物理	4~8		2	4		6					
	理数化学	4~8	3	1	2		6					
	理数生物	4~8		3	2		5					
専門科目計			9	13	15		37		37			
小計			30	31	31		92		92			
総合的な学習の時間			1~6	1			1		1			
特別活動	ホームルーム活動		1	1	1		3		3			
合計			32	32	32		96		96			
備考			理数に関する専門の教科・科目に重点を置く。									

(2) 「サイエンスX」

科学史、科学的思考と実験、最先端科学の三つの内容からなり、歴史上の画期的な研究や実験・実証の意義及び方法論を学習させるとともに、最先端科学の到達点を平明に理解させることにより、科学に対する興味付けを行い、理科の基礎的能力を充実させる。

単位数は3単位。1年次の開講である。授業は水曜日の5～7時限を充てている。

物理・化学・生物・地学のそれぞれの領域の中から、理科のおもしろさを実感でき、しかも通常の授業では行わぬ内容を選んで、実験・観察を中心の授業を行った。さらに実験観察の基礎的な知識・技能を定着させるために、1時間の授業に8名の教員を配当しチームティーチングを行い、これまでの授業形態とは大きく異なっている。

ア 物体の運動と力学的エネルギー（物理領域）

その昔、ガリレオは落体の運動を調べる過程で斜面を転がる金属球の運動を調べた。静止の状態から転がり始めた金属球が、一定時間に移動する距離が、 $1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots \cdots$ の比になっていることを発見し、その運動が等加速度運動であると結論している。

このガリレオの実験で特筆すべきことは、時間の測定方法である。短い時間を計る方法や道具はまだ無かったので、彼は底に穴を開いた桶に水を入れ、これから流れ出る水の量によって時間を計ったと言われる。

ここでは、歴史的に有名な実験としてガリレオが行った実験の追試と力学的エネルギーの保存の実験を行い、生徒に興味・関心を抱かせることをねらいとした。

（ア）時間の測定（3時間）

ガリレオは、桶の底に穴を開けそこから流れ出る水の量をによって時間を測定したと言われる（これを水時計と呼ぶことにする）。そこで、生徒には桶の代わりにペットボトルの蓋に穴を開け、そちらを下にして中に入れた水を穴から出し、流れ出る水の量が時間に比例し



写真 3-2-1 実験の様子

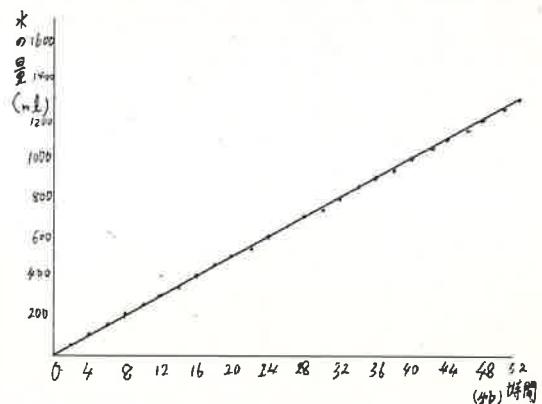


図 3-2-1 測定結果

ているか調べた。このとき、ペットボトルの底(水が流れ出るときにはこちらが上になる)にも穴を開けておく。また、同じねらいで、ビュレットに入れた水が滴り落ちる量が時間に比例しているかも調べさせた。

始めに、ペットボトルを使った場合を述べる。用意したペットボトルは 1.5 l のもので、形状は概ね円筒形である。時間の測定にはデジタル式のストップウォッチを用いた。生徒が行った測定の様子を写真3-2-1に、測定結果の一例を図3-2-1に示す。ペットボトル中の水の量

が残り少なくなるまでは、水が時間に比例して流れ出ており、この方法で時間の測定ができることが分かった。

次に、ビュレットを用いて同じ測定をした。用いたビュレットは50m l用で、コックは全開にした。この場合は、水が出来て5m lくらいは、水が時間に比例して滴り落ちるが、それ以後は時間に対して出る水の量がだんだん少くなり、ビュレットから出る水の量で時間を測定するのは困難であると考察された。

(イ) 斜面を転がる物体の運動を水時計を用いて調べる（3時間）

ガリレオが斜面を転がる物体の運動を調べたのは、元々は鉛直に落下する物体の運動を調べたかったのだけれども、その測定技術がなかったため、斜面上の運動を調べ、これを演繹しようとしたらしい。

実験では、長さ3.6mの斜面を用意し、直径3.0cmの鉄球を転がした。まっすぐ転がるように斜面上に溝をつくった（ガリレオはまっすぐ転がるように真鍮の円筒を使ったようである）（図3-2-2）。斜面に立ててある旗は、鉄球が転がった距離が分かるように立てたもので、この旗を通過した時にペットボトルから水が出るのを止め、出た水の量から時間を求めた。

静止の状態から運動を始めた鉄球が転がった距離（縦軸）と要した時間（横軸）との関係を図3-2-3に、転がった距離（縦軸）と要した時間の2乗（横軸）との関係を図3-2-4に示した。これらのグラフから、斜面を転がる物体の運動が、一定の割合で速くなる運動であることが生徒に理解できた。

時間を計るのに水時計を用いて行ったこの実験は、生徒に興味・関心を抱かせながら決りをつけさせるのに適している。

生徒の考察例

- 物体が斜面を転がるとき、物体に重力がかかり続けるので、速さはだんだん速くなっている。

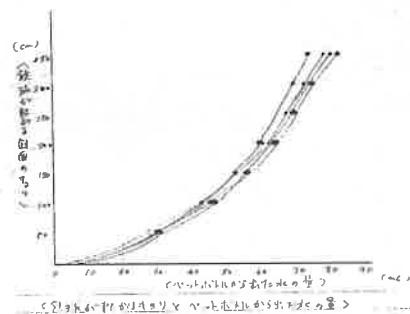


図 3-2-3 距離と時間の関係

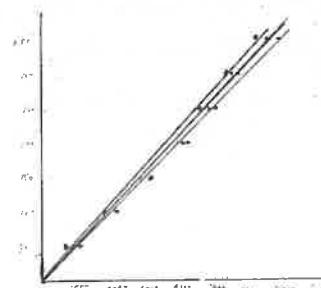


図 3-2-4 距離と時間の2の乗の関係

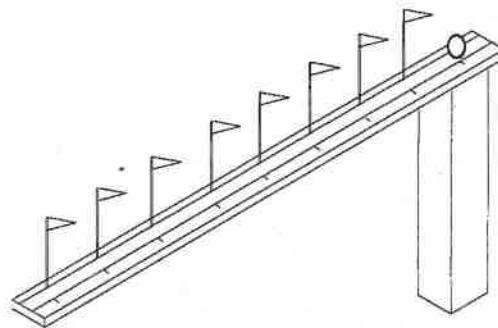


図 3-2-2 斜面



写真 3-2-2 実験の様子

(ウ) グラフから決りを見つける (3時間)

グラフは、2つの量の間の関係を明確に表す場合が多い。ここでは大きさが無視できない物体（長さ6cm～18cmの木製の四角柱）を糸でつるして小さな振幅で振らせ、周期が何によって決まるかを、グラフから発見させた。図3-2-5は、周期の2乗（縦軸）と物体をつるした糸の長さ（横軸）との関係を示したもので、グラフは直線になっている。このことより、この振り子の周期が糸の長さの平方根（だけではないが）によって表されるという決りを見つけさせた。また、この直線は原点を通らない。このことについて考察させるのがこの実験のもう一つのねらいであった。

図3-2-5のグラフは全員できたが、このグラフが原点を通らないことについての考察は、次に示すように期待したようにはならなかった。

生徒の考察例

- 糸の長さにおもり（四角柱）の長さは含まれていなかったので、横軸との交点は糸（全体）の長さになっていると思う。そこで、糸の端からおもりの一番下までの長さと同じにして実験したが、（周期は）同じにならなかったので、糸の長さは関係ない。
グラフからきまりを見つけることの指導は必要であるが、教材に何を使うか、あるいは、どのようなグラフからどのようなきまりを見つけさせるのかを十分検討しなければならない。

(エ) 力学的エネルギーの保存 (6時間)

物体の運動に関連付けて力学的エネルギーの保存について指導した。先ず、運動エネルギーを理解させるために、力学台車の運動エネルギーが摩擦力に抗してする仕事を求めることにより、運動エネルギーが速度の2乗に比例していることを確かめさせる実験を行った。次に、先の斜面を斜面を使い、重力の位置エネルギーが運動エネルギーに変換されることを確かめさせる実験を行った。

① 運動エネルギーの測定

図3-2-6のように、一端をスタンドに固定したゴムを伸ばして力学台車を運動させ、厚い本のページの間に挟んだものさしに衝突させると、ものさしが少し動いて力学台車が止まる。本と

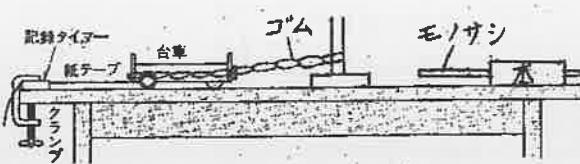


図 3-2-6 運動エネルギーの測定

ものさしの間の摩擦力が一定であると仮定し、台車の速さと運動エネルギーの関係を調べさせた。台車の速さは記録タイマーで測定し、運動エネルギーと速さとの関係は、両対数

グラフによって確かめさせた（図3-2-7）。これにより、運動エネルギーが速度の2乗に比例することが確かめられた。なお、対数は理数セミナーの数学の領域で指導した。

② 電気式ストップウォッチを用いた計測による力学的エネルギー保存の実験

この実験は、（イ）で用いた斜面と鉄球を使って、重力



写真 3-2-3 電気式ストップウォッチを用いた実験

の位置エネルギーが運動エネルギーに変換されることを確かめたるものであった。時間の計測には電気式ストップウォッチを用い、時間の計り方にもいろいろあることを実感させ、精度が高い計時法に一步踏み込ませた。

赤外線センサーを2組（各2つ）用いてある距離を通過する時間を測定し、平均速度の変化を求めることにより、力学的エネルギーが保存されているかどうか、保存されていない場合はその原因は何かを考察させた。

用いた実験装置は、物体が斜面の途中に設置した第1組のセンサーの斜面上方のセンサーの前を通過すると、電気式ストップウォッチがスタートし、同組の斜面下方のセンサーの前を通過すると、ストップウォッチが停止する。物体は引き続き斜面下方に移動し、第2組のセンサーが作動するというものである。こうしてある距離を通過するのに要した時間を斜面上の二か所で測定して、斜面上部・下部での速度を求め、力学的エネルギーの保存を検証させた。

重力の位置エネルギーは、並進運動のエネルギー（生徒にはこれのみ説明した）と回転運動のエネルギーや摩擦等による熱エネルギーに変換されると考えられる。実験の結果、運動エネルギーの増加が考えていたより小さかったことに対する生徒の考察としては、摩擦・空気の抵抗が最も多く見られ、「音・運動エネルギー以外のエネルギー」のような考察もあった。さらに、この授業の中で演示により観察させた真空落下実験にふれ、「鉄球の場合は羽のように抵抗があるようには思えない」と書いた生徒もいた。

電気式ストップウォッチを用いて瞬時にして時間が計れることに対しては、機械慣れしてそれほど驚いた様子がなかった反面、「機械を作るのは人間であり、使用しデータを解析するのも人間である。だから機械も万能ではない。そう思うと、機械を使わず（使えなかったのだろうが）実験をしたガリレオにも一理あると思った。」という感想を書いた生徒がおり、印象に残った。

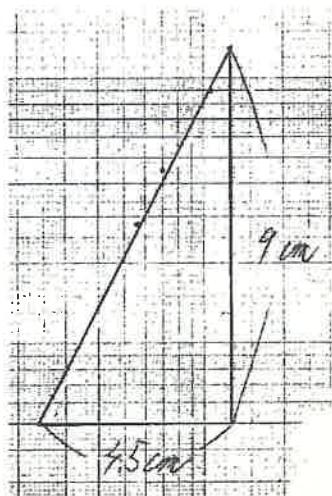


図 3-2-7 速度と速度の2乗の対数グラフ



写真 3-2-4 真空落下実験

また、物理領域全体の感想として、「細かい実験に慣れていなかったため、始めの頃は失敗してばかりでした。特に初めて実験した流れ出る水の量で時間を計る実験では、考え方から結果まで何から何まで自分たちだけでやったので、分からぬことだらけで大変でした。グラフを描くときにも、縦軸・横軸に何をとるかは自分で考えたし、まとめるのも自分たちの考えだったので、悩んでばかりでした。けれど、考えた分だけ自分の思考力が高まったと思います。考えるたびに先生に指摘され、また考えるという繰り返しでしたが、このことは、今後大学・社会に出てから十分あり得ることであり、今経験できてよかったです。」というような、自分の成長を自分で感じているような記述が多く見られた。ノウハウを多く与えず、考えさせることに重点を置く指導の効果ではないかと思う。

イ 分子量の測定、染料・香料の化学（化学領域）

化学では、先ず化学の概念で最も基本的で重要な原子・分子について取り上げた。原子・分子の考え方の歴史的変遷を押さえ、その概念が確立されるまでの経緯を理解させることは、今後化学を学習していく上で重要である。また、物質の特性に応じて様々な分子量の測定方法があることを理解させ、1つの値を求める過程でも様々な方法が考えられることを理解させた。さらに、測定誤差から、測定において誤差はつきものであり、その誤差をなくし精度よく測定するために創意工夫することが重要である。そして、そこから新しい発見が生まれることを意識づけるために行なった。

また、一般の授業などで取りあげる物質や上記の原子・分子などは、なかなか身近に感じることが難しいものである。興味・関心を高めることを目的にした場合、取りあげる物質を身近に感じさせ、五感を通して物質への関心を高めさせることが重要である。そこで、視覚や嗅覚に訴えることのできる染料や香料を用いて授業を行った。

(ア) 分子量の測定（7時間）

以下のような項目で授業展開を行った。

① 原子・分子の考え方の歴史的変遷

デモクリトスやアリストテレスの粒子に対する考え方を紹介した。そして、その後実験器具の発達などにより実証された諸法則から、化学に関する諸知識を統一的に説明するものとして、ドルトンの原子説・アボガドロの分子説が誕生したことについて解説を行った。

② 原子量・分子量の定義

原子量・分子量の基準に¹²Cが用いられるまでの経緯と、原子量・分子量の求め方に関する解説を行った。

③ 物質の特性に応じた分子量の測定方法

実際に分子量を測定する場合は、測定する物質の特性を利用し測定を行う。気体または気体になりやすい物質、気化しにくい物質、タンパク質などの高分子化合物について、どのような測定方法が有効かについて解説を行った。

④ 気体の諸法則

気体または気体になりやすい物質の分子量測定を行うため、その基本となる気体の性質や気体の法則（ボイルの法則、シャルルの法則、ボイル・シャルルの法則、気体の状態方程式）についての解説を行った。

⑤ ボンベを用いた気体の分子量測定

酸素ボンベと二酸化炭素のボンベを用いて、分子量測定を行った。ボンベは未知の状態

で実験させ分子量から物質の特定を行わせた。水上置換法で行わせたので、水蒸気圧による補正や二酸化炭素と酸素の水への溶解度の補正などを考えさせるように行った。

⑥ 気化しやすい物質の分子量測定

高校の化学の授業で最も頻繁に実施されている、分子量測定装置を用いた、四塩化炭素の分子量測定を行った。誤差の生じやすい実験であるが、その誤差から装置や実験方法を改良する方法について考察させた。

⑦ 希薄溶液の性質

希薄溶液で見られる蒸気圧降下・沸点上昇・凝固点降下について解説を行った。また、浸透圧の原理の解説も行った。

⑧ 凝固点降下法を用いた分子量測定

簡易の測定器具を用意し、シクロヘキサンを溶媒として用い、未知試料ナフタレンの凝固点降下度より分子量測定を行った。

理論の学習の段階のところから、生徒は積極的に参加し知識を深めようと真剣に取り組んでくれていた。また、未知試料の分子量測定ということで実施したので、グループ内で議論しながら実験に取り組んでいた。分子量測定の実験後計算によって分子量を求め、正確な分子量と比較し誤差の生じた理由について考えさせたが、多くの意見が発表され、初期の目的は達成できたものと思われる。しかし、グラフを用いたデータ処理などで説明不足の点があり、今後の課題が残された。

— 生徒の感想 —

- 実験はとても簡単だったので、楽しく取り組むことができた。また、未知試料についても、班のみんなと想像した物質と当たっていたものもあって嬉しかった。分子量の計算は、難しいところもあったが何とか値が求められてよかったです。
- 誤差をなくすためには、条件による補正を行ったり、装置を改善するなどいろいろ工夫をしたりしていかなければならぬことがわかった。



写真 3-2-5 分子量の測定実験



写真 3-2-6 考察風景

(イ) 染料・香料の化学

以下のような項目で、授業展開を行った。

① 染料化学（6時間）

化学の領域では、生活と深い関わりを持つ「色」をテーマとした。授業には、色彩化学と愛媛県の特産品である「伊予絣」を中心素材として選んだ。また、「色」の概念の整理、伝統文化としての「青」色の研究となるよう配慮した。

〈中心テーマと実施概要について〉

・色彩の要素

色の定義、色の三属性など色の表現の仕方の解説を行った。

・草花の色素の分離

市販の生花を用いて、アンモニアやベンジンを用いて色素の分離の実験を行った。

- ・アゾ染料・アニリンブラックの合成・藍染め・ウコン染めの体験

合成染料として、アゾ染料・アニリンブラックを合成させた。同時に藍染や紅花染、ウコン染を行い、天然染料と合成染料について比較させた。

以上、生徒が体系的に色彩を学べるよう工夫し、同時に日本の伝統文化「藍染」を研究する過程で、他地域の染色文化に触れる指導も行った。



写真 3-2-7 実習風景



写真 3-2-8 藍染の様子



写真 3-2-9 色素の抽出実験



写真 3-2-10 色彩化学説明風景
(色相環の作成)

② 香料化学（3時間）

カリキュラムの内容として、薬学・農学分野の入門コースを設定した。題材として選択したのは、夏の時期であったので、バニラアイスクリーム等に香料として用いられているバニラビーンズ、香水として人気の高いラベンダー精油である。

〈中心テーマと実施概要について〉

- ・天然香料（バニラ・ラベンダー）

天然の香料として、バニラとラベンダーについてその植物の特性を交えて解説を行った。また、顕微鏡を用いて種子や花びら、精油細胞などの観察を行った。



写真 3-2-11 組織培養中のバニラ

・天然香料の単離

蒸留装置を用意しラベンダーの香気成分の単離を行い、その他の市販の香料と臭いの比較を行った。

・人工香料の構造と合成

人工の香料として、低分子量のエステルの合成を、いろいろなカルボン酸とアルコールを用いて行った。

・香料の歴史

まとめとして、香料の歴史や現在の人工香料について香料に用いたハーブ類の解説を行った。

分子量の実験に比べて、より身近なものを題材に取りあげたこともあり、生徒の取り組む様子はとても好意的であり、特に染色では手が染色されて落ちにくくなるにもかかわらず多くの生徒が積極的に取り組めており、興味付けは十分にできたものと思われる。また、色を発色したり、芳香をもつ物質がどのような物質であるのかに興味を持っている生徒も多くみられたので、物質への興味付けという初期の目的は果たせたと思う。

—— 生徒の感想 ——

実験というわりには、今までと比べると少し気楽に取り組めたと思います。内容が少し簡単だったのもあるかもしれないけど、やっぱり実験の回数を少しずつ積み重ねてきてているからだと思います。だから、心に余裕ができその分じっくり観察して楽しめたと思います。

改めて実験を振り返ると、班内での役割分担がしっかりできるようになっていたと思います。誰かに頼るのでなく一人一人がしっかりすればスムーズに実験は進むものだとよく分かりました。そのおかげで染色も少し多めにすることができる、いい体験ができました。ただ、オレンジなど数色きれいにできなかったのが残念です。

やっぱり、実験はうまくいけばいくほど樂しいです。難しい実験も落ち着いて対応して、しっかり自分のものにしていきたいです。



写真 3-2-12 北海道のラベンダー



写真 3-2-13 ラベンダーの水蒸気蒸留



写真 3-2-14 文化祭での展示
（「サイエンスX」の授業の再現）



写真 3-2-15 バニラビーンズの最高級品
ブルボン種（ホームページより）

今回の香料化学の実験後、理科体験研修の班別行動では、京都の日本新薬株式会社を訪問した生徒もいた。生徒の中には、授業で紹介されたバニラビーンズのビデオを参考に、自宅でバニラを育てている者もいる。

ラベンダーを用いた授業では、香水の成分を取り出す水蒸気蒸留に興味が集まり、化学の実験装置に対して関心を持つようになった。

題材の適切な設定により、教育効果がいろいろ

な場面で出てきた。バニラにしてもラベンダーにしても、植物資源としてその薬理効果が期待されている。ラベンダーは、アロマセラピーで用いられておりハーブを育てている家庭も多いことから、授業後、「家でも家族で話が弾みました」等の後日談を聞いた。バニラは、香料として化粧品や食品に添加されており、「化学合成品よりも天然ものの方が香りがよい」等の意見もあった。今回の授業を計画するにあたり、日頃からの教材収集と研修が問題となつたが、インターネットの普及により、検索語による教材のチェックが容易になった点が大きい。レポートも後述の「理数セミナー」の「環境科学」同様に、電子メールで提出する生徒も多く、要点を押さえた記述が増えた。また、自分の言葉で考察を書いた上に調べた内容も加味したレポートが目立ち、生徒の大きな進歩を感じた。

ウ 生物工学（生物領域）

最近のバイオテクノロジーの発展には目覚ましいものがある。「サイエンスX」の生物領域では教科書で扱う範囲を超えて、従来の応用微生物学的な内容と最新のバイオテクノロジーの内容を扱った。方法としては、平易な実験を通して体験させることによって、「生命活動のサイエンス」と「生物利用のテクノロジー」についての興味・関心を高めることを目的として実施した。生徒は意欲的に実験に取り組み、その反応も極めて好評であった。

結果的には大部分の生徒に対して最先端の生物学分野への好奇心をかきたてることができ、生徒によっては進路研究に影響を与えるケースも目立ち、「サイエンスX」の授業としては当初の目的をほぼ達成することができたと言える。生徒は1年次なので生物をまだ履修していないが、これをきっかけに2年次に履修する生物への意欲につなげていきたい。また、2年次で取り組む「チャレンジX（課題研究）」にも関連付けていきたい。

（ア）光る大腸菌をつくる～遺伝子組換え実験～（1時間十事前指導）

バイオテクノロジーのなかでも最も注目を集めている遺伝子組換え実験を実施した。この実験は、従来は大学や研究所に出向いてやらせてもらうしかなかったが、文部科学省の実験指針が改訂され、今年度から高校でも実施できるようになったものである。今年度の高教研理科部会生物部門の研究会が6月に本校を会場に開催されるのに合わせて、新しい教材開発を紹介する研究授業として行った。高校では県下初の遺伝子組換え実験ということで、当日は県下から集まった約50名の教師の参観のもと、NHK松山放送局・南海放送・あいテレビ・愛媛新聞の取材も入った。文部科学省の実験指針でこの実験に指定されているのが「P1レベル」という実験室閉め切りの条件であったため、実験室が100人以上の人間ですら詰め状態になり、大変な暑さとなった。生徒は全員が初めての白衣着用という実験であったが、汗だくになっていた。夏に冷房のない教室で「P1レベル」の実験など行うべきではないと



写真 3-2-16
濃紫早咲



写真 3-2-17
オカムラサキ

痛感させられた次第である。

遺伝子組換え実験の実施そのものは1時間であるが、事前に微生物の基礎実験の時間を確保して、オートクレーブで滅菌する培地調製練習やインキュベーターによる細菌培養実習をとおして、滅菌操作の重要性やコンタミネーションを防ぐテクニックについて周知徹底させておいた。事前指導には、バイオテクノロジー基礎講座の座学1時間と、微生物の基礎実験として2時間を受けた。

授業はチームティーチングで実施した。実験には米国のBIO-RAD社から発売されている「バイオテクノロジー・エクスプローラー」シリーズの「pGLOバクテリア遺伝子組換えキット」を利用した。これは、1990年代から米国の高校ではバイオテクノロジーの実習に広く使われているもので、特別な装置は必要なく、キット内の使い捨て器具でマニュアルどおりにやれば誰にでもできる理解しやすい教材になっている。なお、この授業は文部科学省の実験指針に従い、今回の指導に直接当たった教員2名は事前に愛媛大学で事前研修を受け、学校長の実施許可を得て行ったものである。

実験内容は、発光クラゲ（オワンクラゲ）のDNAから取り出した発光タンパク質（GFP）合成遺伝子を大腸菌のプラスミド（pGLO）に組み込み、それをベクター（運び屋）として大腸菌に導入させるというものである。プラスミドを大腸菌に導入させる方法としては、温度変化を利用したヒートショックによって行う。その後、成分の異なる3種類の培地で、形質転換させた大腸菌と形質転換させていない大腸菌を培養して比較する。このとき、プラスミドにはアンピシリン（抗生物質）耐性遺伝子とアラビノースオペロンも同時に組み込まれているため、アンピシリンを含んだ培地では組換えを起こした大腸菌しか生育できず、さらにアラビノースを含んだ培地でなければ発光タンパク質を合成することができないという原理になっている。なお、培養結果の観察は翌日になるので、研究授業の当日は予備実験で培養しておいたものを観察させた。

生じた大腸菌のコロニーに紫外線（ブラックライト）を当てたときに緑色の蛍光を発する様子は感動的で、生徒にも非常に強いインパクトを与えた授業になっている。アンケートで1年間を通じて一番印象に残っている実験に、この遺伝子組換え実験をあげる生徒が大変多い。最初に最先端のこの実験を設定したのは、予想以上に効果的であった。

<アンケートより（40人中）>

1. 実験で印象に残っていることを3つあげると、
 - 大腸菌のコロニーが光ったとき……………35人
 - 実験室を閉め切って暑かったこと……………19人
 - 実験操作のいろいろな途中過程……………13人
2. 実験内容がよく理解できた……………36人
3. バイオテクノロジーに興味を持った………37人



写真 3-2-18 取材の中で実験する生徒



写真 3-2-19 愛媛新聞
平成14年6月13日付

生徒の感想

- この技術で医療や食糧生産や環境問題解決など、いろいろなことができる可能性があるのがこの分野の素晴らしいことだと思いました。万能の力になるこの道に進みたいと思います。
- とても暑くて、取材のカメラに緊張したけど、すごく充実して実験ができました。初めて白衣を着て実験できたのもよかったです。
- 内容が分かりやすく、とても興味を持って取り組めた。
- コロニーの光り方がとても美しくて感動しました。

(イ) 発酵微生物と発酵食品（3時間）

従来の応用微生物学の分野において、発酵産業はその中心を成している。特に日本においては、清酒・みりん・みそ・醤油・蟹節・漬物・納豆・塩辛・食酢・熟鯖など、古くからの醸造技術が世界的にも高い水準にある。しかし、抗菌グッズに囲まれた生活になっていることもあり、微生物に対するマイナスイメージが強い生徒も多い。そこで、身近な発酵食品から有用微生物を取り出して観察・培養し、それらの身近な微生物の働きを調べるとともに、実際に発酵食品を製造するまでを生徒実験として実施した。なお、培養結果の観察や試食は翌日になる。

① 発酵微生物の顕微鏡観察と純粋培養

顕微鏡観察の材料としては、酵母菌（ドライイーストの水懸濁液）、乳酸菌（ヨーグルトの上澄み液）、納豆菌（納豆の粘り）、カビ（カマンベールチーズの表面）を対象とした。

さらに、発酵微生物の純粋培養として、酵母菌（酒粕の懸濁液）、乳酸菌（ヨーグルトの上澄みとキムチの汁）、納豆菌（納豆の粘り）をそれぞれ1ループ（ $10\mu l$ ）採って平板寒天培地に塗りつけ、37℃で24時間培養してコロニーの特徴を観察した。乳酸菌については通常の好気的培養と同時に、ガスパック法で嫌気的培養も行った。乳酸菌は一般に通性嫌気性菌（酸素があつてもなくとも生育できる細菌）であるが、ビフィズス菌など一部に偏性嫌気性菌（酸素があると生育できない細菌）がある。培養結果としては、すべてにおいてコロニーが形成された。乳酸菌では、ヨーグルトとキムチでの利用菌種の違いや、好気的条件と嫌気的条件での生育菌種の違いが、コロニーのタイプの異なりによって確認できた。生徒は、微生物を身近に感じられたようであった。



写真 3-2-20 顕微鏡観察

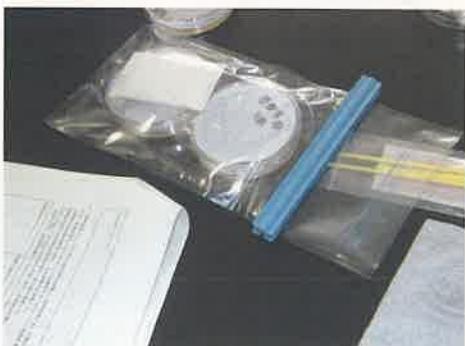


写真 3-2-21 ガスパック嫌気培養法

生徒の感想

- 細菌はとても小さくて見えにくいが、酵母菌は大きくて見えやすかった。細菌類（バクテリア）と菌類（酵母菌やカビ）の違いが見た目にもよく分かった。
- 純粹培養のときの嫌気培養のガスパック法が印象に残っている。
- キムチや漬物が乳酸菌で作られていることを初めて知りました。古くなったキムチがすっぱくなる理由がよく分かりました。
- 同じ材料でも、好気培養と嫌気培養ではコロニーの種類が違っていて、条件によって生育できる乳酸菌に違いがあることが分かった。

② 酵母菌の発酵における糖の資化性

酵母菌については、さらに糖の資化性について詳しく調べた。これは、アルコール発酵に利用できる炭水化物について調べるもので、単糖類としてグルコース（ブドウ糖）とフルクトース（果糖）、二糖類としてスクロース（ショ糖）とマルトース（麦芽糖）とラクトース（乳糖）、多糖類のデンプンを用いた。実験方法は、それぞれの糖の10%水溶液にドライイーストを5%懸濁し、注射器に空気が入らないように懸濁液を5ml吸い上げてゴム栓をし、40℃の恒温水槽に15分間浸けて二酸化炭素の発生量を測定した。その結果は、次のようになつた。

糖の種類	二酸化炭素
グルコース（ブドウ糖）	18ml
フルクトース（果糖）	18
スクロース（ショ糖）	19
マルトース（麦芽糖）	13
ラクトース（乳糖）	0
可溶性デンプン	0



写真 3-2-22 二酸化炭素の発生

以上のことから、ラクトースとデンプンは酵母菌には利用できないことと、スクロースとグルコースとフルクトースは利用効率が良いこと、マルトースの利用効率は比較的低いことが分かった。酒造では、デンプンをアミラーゼで分解してマルトースにしてから酵母菌に利用させていることを考えると少々意外な気がするが、この実験では短時間での利用効率を求めているのに対し、酒造では時間をかけてゆっくりとアルコール発酵を行わせているので、その点を考慮しなければならないであろう。生徒は、微生物の生命活動を短時間で直接確認できることに感動していた。

生徒の感想

- 考えていた以上の二酸化炭素が発生したので、驚きました。酵母菌も生きて活動しているんだということが実感できました。
- 酵母菌にも食べ物の好き嫌いがあるのがおもしろかったです。

③ 乳酸菌のはたらき

乳酸菌については、さらにヨーグルトの製法に関連付けた。先ず、牛乳とヨーグルトと

乳酸菌飲料のpHを測定し、酸性になっていることを確認させた。次に、牛乳に乳酸を加えると凝固するようすを観察した。少量の乳酸を加えただけで牛乳に粘性が生じ、すぐにヨーグルト状になってしまふのに生徒は驚いていた。続いて、牛乳にレモン汁を加えてカーテージチーズを作り、試食した。このとき、材料を普通の牛乳と低脂肪乳で比較し、脂肪の分量の違いで風味が異なることも確認できた。最後に、牛乳にヨーグルト少量を加えて37℃で24時間培養してヨーグルトを作り、翌日試食した。その際、インキュベーターから出したばかりのため「温かいヨーグルトは気持ち悪い」と言いながらも、生徒はよく食べていた。中には、持参した砂糖をかけて試食する用意周到な生徒もいた。

生徒の感想

- 乳酸やレモン汁で牛乳が固まる様子がよく分かりました。カーテージチーズは、低脂肪乳の方があっさりしていました。
- 自分の手で作り出したものを食べるというのがうれしかった。
- 家でカスピ海ヨーグルトを作っているので、乳酸菌への親しみが増した。
- ヨーグルトは市販のものと同じものができたけど、体温と同じというのはつらいものがあった。

④ 納豆菌のはたらき

納豆菌についても、水煮ダイズに納豆1粒を加えて37℃のインキュベーターに1日置いて納豆を作り、翌日試食した。アンモニア臭が少し強かったが、加えた納豆から周囲のダイズに向かって粘りの糸が広がっている様子がよく分かった。このとき、タンパク質含有率の低いアズキで同様にしても納豆にはならないことから、納豆菌の増殖にはタンパク質含有率の高いダイズが適していることが分かった。納豆には好き嫌いが激しく試食しなかった生徒も多かったが、タンパク質の分解によるアンモニア臭は全員が確認していた。

生徒の感想

- できたばかりの納豆は、アンモニア臭がきつかった。
- 最初に入れた納豆が濃い茶色になっていたので、できた納豆のダイズを割ってみたら、表面が薄茶色に変色し、内部はダイズの白いままだった。
- 最初に入れた納豆から周囲のダイズに菌が広がっている様子が分かった。
- (発酵の全体について)たくさんの微生物の働きを見て、生物の力のすごさを知りました。名前は聞いたことがある、微生物を実際に使って実験できて嬉しかったです。自然界には素晴らしい働きをするものがいることをすごく実感しました。それらを利用してきた昔の人はすごいと思います。菌というと怖いイメージの方が強かったけど、菌に対するイメージがとても変わりました。

一連の実験をとおして、生徒にとっては身近な食品と微生物の働きとの関連が分かりやすく、好奇心が刺激されたと好評であった。嫌がるかと思っていた試食にも喜々として取り組み、盛り上がっていた。生徒の興味・関心は高く、例年の理数科よりも農学・生物系の進路希望者が多くなっている一因となったのではないかと考えられる。

(ウ) 分解者の働き (4時間)

微生物の利用としては、前回扱った発酵による有用物質の生産のほかに、環境浄化への活

用がある。微生物には分解者としての働きがあり、古くから堆肥作りなどに利用されてきた。最近の酵素入り洗剤に含まれている酵素は、土壤細菌の分解酵素を利用したものである。今回は土壤微生物の観察とともに、培養によってその有機物分解能力を測定することも行った。また、下水処理場を見学して微生物の浄化作用を学習するとともに、そこで利用されている活性汚泥の微生物を観察した。実施時間のうち、途中2時間を下水処理場の見学に充てた。

① 放線菌の顕微鏡観察

スライドガラスにオブラーートを貼り付けた埋設用プレパラートを準備して1週間前から土中に埋設しておき、オブラーート表面に生えた放線菌を顕微鏡で観察した。放線菌は細菌の一種であり、カビよりもはるかに細い菌糸であることを観察できた。医療系の進路希望者が多いため、抗生物質の7割以上が放線菌から得られているという話に関心が集まっていた。なお、土の臭いは放線菌の分泌物質の臭いによる。

— 生徒の感想 —

- うちの庭の放線菌を観察できてよかったです。抗生物質を作れるのだろうか。
- 抗生物質について、いろいろと調べてみようと思いました。

② 土壤微生物の培養

土壤を滅菌水で段階希釈していく、その懸濁液の0.1mlを採って平板寒天培地に塗り広げて37℃で24時間培養し、生じたコロニー数と希釈率から土壤1g当たりの細菌数を求めた。このとき、ミルクタンパク質含有培地と可溶性デンプン含有培地を用いて、コロニーの周囲の基質が分解された様子を肉眼で観察することによって、それぞれの分解者の割合も求めた。各基質に対して分解者として働けば、コロニーの周囲に白いミルクタンパク質がなくなった透明帯か、デンプンがヨウ素液に反応しない透明帯が現れる。中庭の植物が生えていない場所の土壤を乾燥して用いたが、土壤1g当たりの細菌数が100万～1000万程度、タンパク質分解者は90～100%、デンプン分解者は60～90%という班が多くかった。生徒は、土壤細菌によって有機物が分解される現象が簡単に観察できるので理解が容易であった。



写真 3-2-23 デンプン分解の様子

— 生徒の感想 —

- 培養したコロニーがとてもきれいに見えたのでうれしかった。(本当はきれいなものじゃないけど。)
- コロニーのタイプによって分解の程度が違っていた。
- 分解者としてはたらいていることが、目で見てよく分かった。

③ 下水処理場の見学・活性汚泥の微生物の観察

学校の近くにある松山市中央浄化センターに自転車で移動し、下水処理場の施設を見学した。微生物を分解者として利用する環境浄化のしくみについて説明を受けた後、実際に一連の施設を見学して、活性汚泥処理法でのエアレーションや最終沈殿池に漂う微生物フ

ローラ、消毒室や実験段階のオゾン処理棟などを見ることができ、悪臭のする生活排水が河川に放流できるまできれいになっていくのがよく理解できた。脱臭施設を充実させることによって、活性汚泥槽の上部を公園にしている。

下水処理場で活性汚泥をもらって帰り、顕微鏡で観察したところ、多数の生きた微生物を観察することができた。特に、スピロヘータ（らせん菌）類、ツリガネムシ類、纖毛虫類（ゾウリムシのなかま）が多く、アメーバやセンチュウ類も見つかった。ツリガネムシ類では纖毛の動きや収縮胞の変化も観察でき、纖毛虫類は10種類以上を識別することができた。検鏡の視野の中に原生動物が数え切れないくらいいるのは感動的で、生徒からは自分たちの生活が微生物の分解作用に依存して成り立っていることがよく分かったという感想が多かった。

生徒の感想

- 微生物というと汚いというイメージが強かったが、生活にとても密接していて役立っているのが分かった。
- 図で見るのと実際に見ると全く違う。臭いなど、五感をフルに使えた。やはり、肌で感じるのはおもしろい。
- 微生物の働きはすごいと感動しました。
- 活性汚泥の「活性」という意味が、微生物を見て実感として理解できました。

(エ) バイオリアクターの作成・DNAの抽出（2時間）

① バイオリアクター

従来の応用微生物学レベルの発酵産業にも、最先端のバイオテクノロジーが導入されるようになった。その一つに、微生物を固定化して利用するバイオリアクターがある。繰り返し連続して反応させることができるので、従来のバッチ法に比べて効率的にコントロールしやすく、工業的活用の意義が大きい。今回は、アルギン酸で酵母菌を包括させた固定化酵母（イーストビーズ）を作り、バイオリアクターを試作してみた。また、発酵試験として、試験管にスクロース溶液とイーストビーズを入れて40℃の恒温水槽中でアルコール発酵させると、二酸化炭素の発生によってイーストビーズが浮き上がり、アルコール臭を生じることが確認できた。水洗いして何度も利用できるとともに冷蔵庫中で長期間の保存も可能のこと、反応後に生成物と微生物を分離する必要がないので環境負荷が少ないとなどが容易に理解できる。生徒の反応もよく、発酵後のスクロース液を味見したり、作ったイーストビーズを持ち帰ったりする者も多かった。

生徒の感想

- 簡単にゲル化が起こるのに驚いた。手で触った感触がよかったです。
- イーストビーズを噛んでみたら、中から酵母液が出てきた。
- イーストビーズを家に持ち帰り、ジュースを加えてコタツに入れること4時間、アルコールの匂いがかなりした。
- 家に持ち帰ったイーストビーズにミカンの汁を加えて発酵させたら、父に「腐りかけたビワの味」と言われてしまった。

② DNAの抽出

ブロッコリーからDNAを抽出した。この実験は、従来は鳥のレバーや魚の白子がよく用いられているが、動物細胞には除去しなければならないタンパク質が多いので、タンパク質の少ない植物細胞の方が実験操作が容易である。DNAの抽出には細胞の密度が高い部分がよいので、ブロッコリーの花穂の部分だけをよくすりつぶし、そこに界面活性剤（洗剤）と食塩をそれぞれ約10%ずつ含む水溶液を加えて、細胞内容物の溶出とタンパク質の塩析を行う。10分間静置後、2層になるようにエタノールを静かに注いでDNAを析出させる。動物細胞と異なり、ガラス棒で巻き取るほどの収量はないが、析出したDNAが肉眼ではっきりと確認でき（巻き取りは爪楊枝を用いるとよい）、下層の緑色の液から白い纖維状になって浮上してくるので見た目に美しい。DNAを肉眼で見たことへの生徒の感動は大きく、スクリュー管に入れて持ち帰る生徒も多かった。



写真 3-2-24 DNAの析出

生徒の感想

- 身近にあるもので、こんなに簡単にDNAを取り出せるのはすごいと思いました。
- DNAというものが、こんなにも身近に見られるとは思っていなかったので驚いた。
- せっかく抽出したDNAを持って帰ったのに、自転車の振動でバラバラに壊れてしまって残念でした。でも、家でもできる実験だったので今度やってみようと思います。

(オ) 組織培養・プロトプラスト・細胞融合（3時間）

植物のクローン技術といえる組織培養や、細胞培養の基礎ともなるプロトプラスト化の技術、2種類の生物の形質を合せ持つ新品種をつくれる細胞融合は、農業分野における生物生産手段として普及し、園芸におけるバイオテクノロジーとして広く利用されるようになっている。今回、SSSHで導入されたクリーンベンチや卓上小型遠心分離器などを実際に使用して、これらの基本技術を体験させる実習を実施した。この実験には、文部科学省の記録委託を受けた電通と愛媛新聞の取材が入った。なお、今年度は乾熱滅菌器の導入がなかったので、メスやピンセット、ガラス器具などの滅菌にはオープンヒーターを利用した。

① 組織培養

組織培養にはニンジンを利用した。消毒後、滅菌水で洗ったニンジンの組織を形成層を含むように約5mm角に切り、MS培地に移植する。このとき、クリーンベンチを使用したが、一度に2人ずつしか使えないでの時間がかかる。しかし、フットバー式の電子着火バーナーなど、生徒は最新式の設備を使えたので好評であった。今後、カルスになるまでに1~2ヶ月、再分化までだと数ヶ月を要するので、今回は実験操作の練習として



写真 3-2-25 クリーンベンチの利用

扱った。コンタミネーション対策が今までになく細かい実験で、生徒も組織培養はよく知っている用語だったので、集中力が高く、反応がとてもよかったです。

—— 生徒の感想 ——

- クリーンベンチや電子着火バーナーなど、緊張したけど大学の研究室みたいでうれしかったです。
- 愛媛大学で同じクリーンベンチを見たことがあって、実際に使えるのに感動した。
- 滅菌操作が今までで一番厳密だったので、難しい実験なんだと思いました。先生が、「半分の班にはカビが生えてしまうだろう」と言われましたが、私の分はうまくいってほしいと思います。
- 結果が出るまでに時間がかかるけど、待ち遠しいです。

② プロトプラストと細胞融合

プロトプラストにはニンジンとアロエを利用した。マンニトール溶液中でペクチナーゼとセルラーゼを作用させて細胞壁を除去し、プロトプラストにするが、反応に3時間程度を要するので事前に準備しておかなければならない。また、生じたプロトプラストの密度が低いので、原液のままでは観察しにくい。そこで生徒には、卓上小型遠心分離器でプロトプラストを沈殿させてから顕微鏡で観察させた。続いて、ニンジンとアロエのプロトプラスト混合液にポリエチレングリコール（PEG）を加えて細胞融合の様子を観察させた。参考書にもこの組合せがよく載っており、ニンジンとアロエだとオレンジとグリーンのプロトプラストになるので分かりやすいと考えたが、実際にはニンジンよりもアロエのプロトプラストの方が多く得られて細胞数がアンバランスになり、またニンジンの方は道管の破片など細胞以外の残些が多くて邪魔になり、必ずしも思っていたようにはならなかったが、少ないながらもニンジンとアロエの細胞融合は見つかった。また、多数のアロエ同士の細胞融合の観察ができた。生徒は細胞融合という言葉はよく知っており、関心も高かつたので、今後はもっと観察しやすい植物の組合せを研究したい。

—— 生徒の感想 ——

- 小型遠心分離器が使って、大学の研究室みたいでうれしかった。
- 今までに聞いたことしかなかった細胞融合が、自分の目の前で実際に起こっているのを見て、感動した。
- ニンジンのプロトプラストが少なくて、なかなか融合を見つけられなかっただけで、一所懸命探していて、やっと見つかったときはとてもうれしかった。

以上の生物工学系の授業を通して、生徒は好奇心を持って意欲的に取り組み、また実施後の反響も大きかった。通常の授業だと、学習内容の後追いをするような実験が多いが、今回の生物領域の取組としては、身近なテーマから最先端の話題までを段階を追って実験主体に構築することによって、「サイエンスX」が目的とする科学への志向を推し進めることができたと考えている。今回の実験で提出されたレポートには、興味・関心の高まりや疑問点の問い合わせが多数記載されており、生徒の意識の向上を強く感じることができる。

—— 生徒の感想 ——

- 全体をとおして普段の生活では経験しがたいが、自分たちにはかかわりの深いことが

多く、身近なことが多い授業であった。楽しいことも多かった。

○全く知識のない細菌や微生物についてだったので、やりがいがありました。

○SSHじゃないとできない実験がいろいろとやれて、運がいいなと改めて思った。

○すごくおもしろいことが多いなと思いました。これだから理科の世界はやめられないと思います。

○今回は入門編ということで本当に序の口でしたが、もっとこの世界に踏み込んでみたいと思いました。聞いたことはあることが実際にできてよかったです。

○イーストビーズの手触りや、発酵したときの匂い、細胞融合実験での失敗、これらはみんな書物からは学べないし、人から聞いただけでは分かりません。実際に体験して初めて分かるものです。サイエンスXでは、そういう体験がたくさんできました。

(力) 発表会

2月21日と24日に、この1年間の「サイエンスX」「理数セミナー」「部活動」を振り返って報告する発表会が実施された。生徒は全部で10班に分かれ、パワーポイントを利用したプレゼンテーションと質疑応答が行われた。今回実施した「サイエンスX」の生物領域では、6名の生徒が担当し、パワーポイント・ビデオ・教材提示装置を駆使して、授業内容のまとめと発展学習の内容を15分で発表し、5分間の質疑応答に答えた。同時に、実験結果とその考察・レポートのおもな感想・レポートに出ていた疑問について調べた解説をまとめ、さらに発展学習で調べた内容をまとめた小冊子を発行した。発展学習としては、担当生徒が授業中にもっと知りたいと思った「21世紀の遺伝子治療」「抗生物質について」「組織培養や細胞融合の動物への応用」について、書籍やインターネットで調べたことをまとめた。準備には放課後や休日を使い、約2週間を要した。担当生徒は熱心に取り組み、質疑応答でも立ち往生することなく的確な対応ができ、立派な発表会となった。

工 プレートテクトニクス

プレートテクトニクスとそれに続くプリュームテクトニクスは、現代地球科学において主流をなす理論である。この理論の成立の過程とさまざまな実験・実習及び7月に高知県室戸市方面で実施した理科学習合宿での観察内容をとおして、ゆっくりではあるがダイナミックな大地の運動を理解させることにより興味・関心を抱かせることを目的とした。

SSH事業や通常の教育課程の中で、地学領域をとり上げてない学校が多く見られる。しかしながら、平成14年の芸予地震の体験が生徒の記憶に生きしく残っているように、地学領域は日常生活の中で体験し生活に密着した分野もある。また、生徒の中には地学分野に興味・関心を持っているものも多く、科学の方法や考え方を学ぶには扱いやすい素材であると考え、本校ではこのSSH事業の中に地学領域をとり入れた。

この授業の展開には、7月に実施した特別活動である理科学習合宿と密接な関連を持っている。学習合宿では四国各地の地層見学を通して、四国の成り立ちと日本列島の形成について認識させた。自然を観察し認識すること、観察事実から考えることを指導の中心にした。地学分野の授業を全く実施していない時期にこの学習合宿を実施したことは、方法論や知識が定着しない危惧もあった。しかし生徒の感想（P58参照）は、教員の危惧を払拭するものであった。

地学の分野ではローカルな現象・観察事実から、グローバルな視野で考察することがあり、今回、学習合宿から観察事実を積み重ね、「サイエンスX」で考察、「理数セミナー」で最新の

プレート論を学習するという道筋にし、このねらいは達成した。4月当初には、地学領域に対する生徒の関心は薄かったが、しだいに増加し、2月の発表会では、3グループ（13名）が地学分野を選んでいる。

（ア）大陸移動説と海洋底拡大説

プレートテクトニクス理論の先駆けとなった、A.ウェーベナーの大陸移動説の根拠について、実習を通して紹介した。

① 大陸移動（1時間）

大西洋をはさんだ大陸海岸線の形状の類似性が、大陸が分裂したしたことの証拠の一つであることに気付かせる。

② 地磁気の移動（1時間）

地層中に残された古地磁気の記録から、各大陸の岩石に残された磁極の方向を一致させることで、大陸が移動した可能性について考えさせる。

③ 太平洋プレートの移動（2時間）

ハワイ一天皇海山列の年代と距離から、太平洋プレートの平均移動速度を求める。海洋プレートが大陸へ向かって接近し、やがては大陸の一部になるメカニズムを、理科学習合宿で観察した事実を通して理解させる。

（イ）火山灰中の鉱物

火山灰（テフラ）は、火山噴火によって地下のマグマが地表に噴出したものの一部であることを理解させ、火山灰に鉱物が含まれることを観察させる。このことをとおして、鉱物が地球を構成する基本単位であることを理解させる。

① 火山灰中の鉱物の観察（2時間）

いくつかの火山灰を処理し、火山灰中の鉱物の形状や特徴を観察・スケッチさせる。観察のための基礎的技能を習得させるとともに、観察した対象を記録できる能力を養う。

（ウ）鉱物と岩石

火成岩の分類を比重、組織と関連させて理解させる。

① 火成岩の組織をつくる（1時間）

サリチル酸フェニルを用いて、火成岩の等粒状組織・斑状組織を再現する。その冷却速度の違いによって、組織に違いができるることを偏光顕微鏡で観察し、理解させる。

② 偏光顕微鏡による岩石の観察（1時間）

偏光顕微鏡を用いて、火山岩と深成岩の組織の違いを観察する。

③ 火成岩の比重と分類（2時間）

火成岩の比重が構成鉱物の種類とその割合によるものであることを理解させる。

④ 火成岩の色指数（2時間）

火成岩の色調の違いが有色鉱物の体積によって生じることを理解させる。その体積の違いが、断面積中の鉱物の数の違いで表現できることを理解させる。

（エ）地震とプレートテクトニクス

中学校で学習した地震波の種類を確認し、簡単な演示実験を通して縦波・横波を復習した。

3方向の地震計の記録から、震源の方向と距離を求めさせた。

四国一本州沖の太平洋を震源とする地震について、発生の周期性や規模から発生のメカニ

ズムをプレートテクトニクスから理解する。

地球内部を推定する方法の1つとして、地震波の利用があげられることを理解させる。また、四国付近の地震の記録から地下の内部構造を推定する。

① 震源分布（1時間）

兵庫県南部地震について、震度分布を図示し、その分布の特徴を考えさせる。

② 地震動と初動分布と断層運動（1時間）

地震波の初動の向きから、その地面がどちら向きに動いたかを判断させ、地震によって生じた断層の運動方向を推定させる。

③ 地震計の記録と震源（1時間）

地震計の記録は3方向あり、揺れの大きさをベクトルで表すことで、震源の方向が求められることを理解させる。

④ 地震波と地球の内部構造（1時間）

走時曲線を図示させ、その折れ曲がりの距離から不連続面までの距離を見つけさせる。

(3) 「理数セミナー」

「理数セミナー」では、大学での講義を受講したり、大学から本校への出張講義を実施したりすることにより、最先端の研究や最新の技術等を学ばせ、研究の進め方、また高度な技術や方法について理解を深めさせる。また、これらを通して生徒に未来の科学に対するイメージを持たせ、自らもそれに携わろうとする意欲を育てる。

そのための事前・事後の指導は、大学と連絡を密にとりながら本校教員が行った。

なお、数学科においては、理科の学習の基礎となる内容の指導も行った。

ア 数学と理科との関連

数学と理科で関連のある単元の授業について考えると、現状では、理科の授業で必要な数学を後から習うことが少なくない。これは、二度手間であるばかりでなく、生徒が数学と理科でまったく違うことをしているととらえる可能性がある。そこで、SSH事業を始めるに当たって、理科で必要な数学の基礎的な部分を、理数セミナーの最初に、理科との関連性を重視しながら学習させることとした。

理科の教員と相談をし、「ベクトル」「平均変化率」「指數の拡張」「対数」について、以下のような項目で授業を開いた。

(ア) ベクトル

① ベクトルの意味

量を表すものとして今まで扱っ

てきたスカラーと対比させながら、ベクトルを定義した。ベクトルの代表的な利用例として、天気図における風速と風向、来島大橋の重量のバランスなどを挙げながら説明した。

② ベクトルの加法・減法・実数倍

物理の「運動と力」の合力・分力と関連させながら、作図することを中心に、解説を行った。交換法則や結合法則、分配法則、ベクトルの1次独立性等については説明をしたが、成分には触れなかった。

③ 余弦 ($\cos \theta$)

相似な三角形の辺の長さの比から、 $\cos \theta$ を定義した。このとき、三角比については未履修であり、ベクトルの内積について説明するために必要だったので、余弦だけに限定し解説した。

④ ベクトルの内積

ベクトルの内積を定義した。出てくる値の符号が图形的に何を意味しているのかを重視して、解説した。特に、ベクトルの垂直条件は強調した。

「サイエンスX」や「理数セミナー」における物理分野の実験等にこれらの概念が使われた。

(イ) 平均変化率

① 瞬間の速さと平均の速さ

ここでも、物理との関連を考えながら、自由落下する物体の速さを例としながら、平均変



写真 3-3-1 ベクトルの授業風景

化率を説明した。また、その時間を縮めることによって、「極限」という言葉を使わずに微分係数まで解説した。

斜面を転がり落ちる物体の速度を調べる実験において、活用された。

(ウ) 指数の拡張・対数

① 0と負の指数・実数の指数

指数が1つ減る度に $\frac{1}{\alpha}$ 倍されていく。この規則が0や負の整数の指数のときにも成り立つように定めた。また、「1光年の距離」や「水素原子の質量」など大きい数、0に近い数を表すときに指数は有効であることを示し、理科には絶対不可欠であることを強調した。

次に累乗根を説明し、指数は実数まで拡張することができ、指数法則もそのまま成り立つことを説明した。

② 対数

逆関数を利用して対数の定義を説明した。その後計算は軽く触れる程度にして、常用対数について説明した。ここでは「 2^{30} は何桁か」「放射性元素の量の計算」など桁数を求めたり、指数そのものを求めたりするときに対数が大変有用であることを強調した。

イ 図形の面積とは何か—アルキメデスから測度まで—

数学では、エジプト、ギリシアを始め、古代から様々な研究が行われてきた、曲線図形の面積について取り上げた。考え方の歴史的変遷を押さえ、「理数数学Ⅰ」で履修した「三角比」や「数列」を利用しながら、「極限」の概念を身近なものと感じさせる方法として適切であると考えた。

また、今までの概念としてある図形の面積を、まったく異なった視点から考えるといった数学的な考え方を紹介し、驚きを感じさせ、柔軟な考え方の必要性を訴えたかった。

そこで、事前指導として「曲線図形の面積の研究を追ってみよう」を実施し、愛媛大学坂口茂教授に「図形の面積とJordan測度」について講義をしていただいた。

(ア) 曲線図形の面積の研究を追ってみよう

① 放物線と直線とで囲まれた図形の面積を求めてみよう。

定積分を用いれば容易に求められるが、未履修の時点で生徒個々がどのような工夫をしな



写真 3-3-2 指数の拡張の授業風景



写真 3-3-3 坂口教授と質問中の生徒

がら求めるのか、生徒の柔軟な発想を求めた。また、そうすることによって、古代ギリシアなどで行われた研究を実体験させた。その中から、いくつかを取り上げ同様の試行錯誤をギリシアの学者達が行っていたことを紹介した。

② 放物線の性質

放物線は2次関数の表す図形であることを理解している。軌跡としての放物線、円すい曲線の一つである放物線を紹介し、放物線の図形的な性質を考えさせた。(これは、アルキメデスの積分法を学習するうえで必要であると考えた。)

③ アルキメデスの積分法

これは、曲線図形の内側と外側から容易に求められる直線図形(三角形)の面積を絞り出す(込む)方法である。三角形の面積比が放物線の特性から容易に求められ、既習事項である等比数列の和を利用し、曲線図形の面積を求めることができる。同様の絞り出しをしていた生徒もいたが、規則性を見つけることができず、正確性に欠けていた。

また、この方法は「極限」という概念が確立していない時代に行われたものであり、無限性への解析を試みたアルキメデスに驚きを覚えてほしかった。生徒たちの既習範囲にある意味同等と考えられ、生徒たちも素直に無限性・極限を受け入れることができたのではないだろうか。

④ その後の曲線図形の面積の研究

ケプラーの「ブドウ酒の新幾何学」円の面積の公式 πr^2

カバリエリの「不可分の幾何学」だ円の面積の公式 $\pi a b$

区分求積法

以上の研究を紹介し、数学が常に発展していることを説いた。

(イ) 図形の面積とJordan測度

① Jordan測度の定義

一般の図形 F について、 F の面積が Jordan の意味で測定可能であるとは、「ある数 S が存在して、どのような自然数 n に対してもいつでも 2つの多角形塊 K_n , L_n で $K_n \subset F \subset L_n$ および $|S - |K_n|| < 1/n$, $||L_n| - S| < 1/n$ を満たすものがとれる」と Jordan 測度を定義し、図形の面積をどのように定めたらよいかを考えさせた。

② 図形の面積

「面積の具体的な数値が分からなくても面積が存在するとはどういうことか?」「面積とは何か?」「面積が存在する図形、つまり面積を測ることができる図形はどのような性質を持っているのか?」等を解説された。

「2つの Jordan 可測な図形 F と G について、 $F \cap G = \emptyset$ ならば、 $m(F \cup G) = m(F) + m(G)$ が成り立つ」の説明に OHP を使用したり、練習問題を解く生徒



習問題「線分ABはJordan可測であって $m(AB) = 0$ となることを証明せよ」などを生徒に解かせた。生徒は興味を持って講義を受けることができた。

③ Jordan可測と図形

1辺の長さ1の正方形を4等分してできる正方形のうち、もとの正方形の内部に存在する頂点の集まりからできる図形 E_4 と同様に9等分してできる図形 E_9 を例にJordan可測でない図形を説明された。

④ Jordan可測とLebesgue可測

Jordan可測からさらに発展したLebesgue可測についても、比較しながら、解説された。

— 生徒の感想 —

非常に難しい講義だったと思います。ただ、自分の理解のできた範囲では内容がとてもおもしろく感じられたと思います。今までいろいろな講義を受けてきたけれど、やはり数学の講義はその場で自分の知識に入れて、すぐに活用するので、印象も強く残りました。そして、この教材を渡されたとき、内容をぱっと見て、訳の分からない記号ばかりだったので、かなり不安だったけど、坂口先生の図を使った説明によって理解ができたと思います。

この教材から学んだ一番のことは、アルキメデスの積分法でした。いくら考えても分からなかったので、少し悔しかったけれど、数学に対しての新しい考え方を持てたと思います。ただ、今回の分野が「図形」ということで、坂口先生のおっしゃった「考え方やるいから」という一言で、他の分野に対してはかなり不安があります。まだまだ新しい考え方が出てきているので、たくさんのこと学んでいきたいです。またこのような講義を受けてみたいです。

ウ 超伝導

最先端の研究として超伝導の基礎講義と実験を、愛媛大学神森達雄助教授に実施していただいた。まだ物理を履修していないため、先ず「電磁誘導の実験」をしながら理解させるように授業が進められた。

写真3-3-5に示すような「アルミニウムでできたコマ」の上で磁石を動かす実験を行った。生徒が磁石を動かすとそれに合わせてアルミニウムでできたコマが動き出した。

常温で磁石に反応する元素は、鉄・コバルト・ニッケル・ガドリニウムの4種類であるため、生徒は強い関心を示した。磁石にアルミニウムが反応するのには以下のとおりである。

図3-3-1に、アルミニウム円盤上に磁石を置いた状況を示す。磁石から出る線は磁束を表している。磁石のN極か



写真 3-3-5 誘導起電力の実験

ら出る磁束は、アルミニウム円盤を上から下へ貫く。磁石から離れた場所では下から上に貫くが、磁束密度は小さいため無視してもよい。

現象を支配しているのは磁石直下の上から下への磁束密度の大きい部分である。この状態から磁石を右に動かすと、磁石のすぐ右側は下向きの磁束が増加しようとしている。また磁石のすぐ左側では下向きの磁束が減少しようとしている。そのため図写真3-3-2に示すように、磁石の右側では上向きの磁束を増加させようとする向きに誘導起電力が生じ、磁石の左側では下向きの磁束を増加させようとする向きに誘導起電力が生じる。

磁石と磁石の右側の表面の間に斥力が働き、磁石と左側の表面の間には引力が働くこととなり、アルミニウムの円盤は磁石と同じ方向に回転した。このときアルミニウムに流れる電流を渦電流という。次に、磁石を円盤から遠ざけた場合と近づけた場合について、生徒に検証させた。磁石を近づけた時は磁石から離れ、遠ざけた時は磁石の後を追うように動いた。これもアルミニウムに生じた磁束のためである。

電磁誘導は、3年生で履修する物理Ⅱの内容であるが、実験をとおして定性的に理解できたようである。

2時間目には、液体窒素を用いて超伝導体を超伝導状態にし、マイスナー効果を確認した。(写真3-3-6)

今回は、液体窒素より高い温度で超伝導状態になる $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.9}$ を用いた(イットリウム・バリウム・銅・酸素化合物)。

常伝導状態では、電磁誘導は「磁束の変化をいやがる」性質として現れたが、超伝導体は「磁束そのものを受け付けない」性質である。そのため磁石は浮き上がった状態で安定する。超伝導は、大学の専門課程の内容であり、高校生に対して理論的に扱うには高度である。しかし、

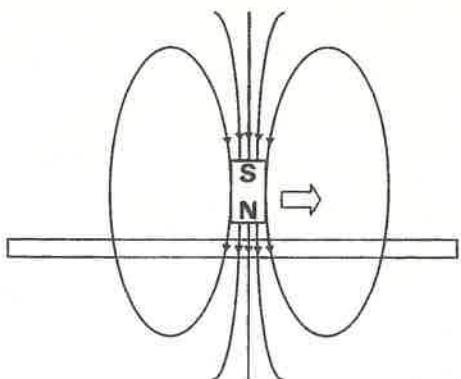


図 3-3-1 涡電流の概念図 1

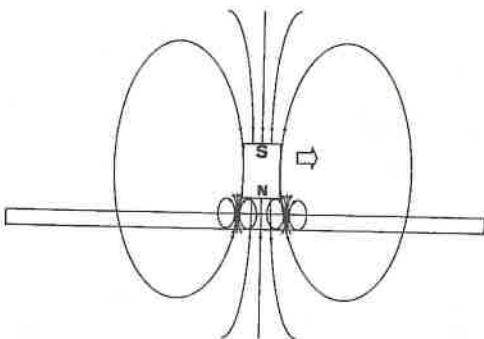


図 3-3-2 涡電流の概念図 2

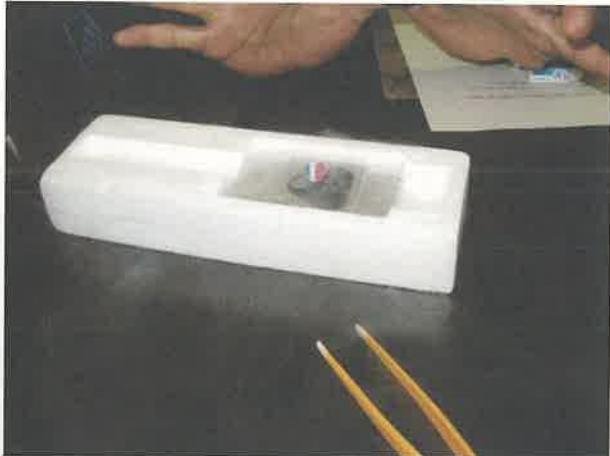


写真 3-3-6 マイスナー効果

マイスナー効果等を観察させることで、興味・関心を喚起させることができた。以下に、生徒の感想をいくつか示す。

— 生徒の感想 —

○私は今まで“超伝導”がどんなものなのか知りませんでした。実験自体の内容も、はじめはよくわからなくて、机の上に置いてあった道具で遊んでいました。実験に入ると一つ不思議なことが出てきました。アルミニウムは磁石に引きよせられるはずがないのに、磁石にひっつくように動いているのです。なぜ動くのかまだよく分かりませんが、とりあえず、磁石の回す方向の前がわが反発し合い、後ろがわが引き合って磁石と同じ動きをするのだそうです。液体窒素の実験は全てが感激でした。1班が液体窒素を入れてもらっている時にみんなが集まっていて見れなかったのですが、自分の班で待っていると、先生が来たとたん目の前が白いけむりになりました。と言っても窒素は机の上をはうだけでしたが…。そして磁石をその上に置きました…置けませんでした…浮いちゃいました。自分の見ていることが信じられなくて…やはり超伝導は私にはまだ難しそうです。この実験をもとに、もっと基礎力をつけて調べてみたいと思います。1つ不思議だったのが、私の班だけS極を下にすると水平に浮きました…。先生がおっしゃるには置き方が悪かったらしいのですが…。そのところも、よく調べてみたいです。

○今回は「超伝導」の講義・実験でした。数日前に、「超伝導」のテキストをもらって、一通り読んでから講義を受けようと思いました。しかし、読んではみたものの、イメージしにくかったりして理解できないことばかりでした。「理数セミナー」が始まり、神森先生の講義の後、アルミニウムでできたコマを使っての実験をしました。アルミニウムでできたコマに磁石を近づけて回す、というものでした。アルミニウムは室温では磁石に反応しない物質と言われたので、何も起きないだろうと思いました。しかしコマは回り、なぜ回るのか?と質問され、その時は全く分かりませんでした。少し説明を受け、テキストを読むと、以前は理解できなかったのに、少しづつ分かるようになった気がしました。やはり、テキストを読むだけでなく、実際に実験・観察をすることが大切なんだと感じました。

次に液体窒素で冷却した超伝導体と、強力な磁石を使って実験しました。液体窒素は名前は知っていても使うのは初めてで、実験結果とは少し違った感動がありました。超伝導体の真上に強力な磁石を近づけると、数mm浮いた状態で静止しました。静止した磁石に回転を与えるとその場で回り続け、勢いが落ちることはないようでした。「超伝導」はとても難しいけれど、おもしろい内容だと思いました。

○「超伝導」というのははじめよく分からなかった。リニアモーターカーが「超伝導」を利用しているのが分かり少しイメージがついた。実際に $YBa_2Cu_3O_{6.9}$ という超伝導体を使って強力な磁石を浮かしたのはすごく感動した。液体窒素もはじめて見るものだったので、とても興味を引かれた。今まで電磁誘導の働きを覚えるのに苦労していたが「磁束の変化を嫌がる性質」と分かりやすく説明してもらいよく理解できるようになった。磁束の変化が大嫌いな超伝導が磁石が近づくのを嫌がり浮かしてしまう原理も少し分かった。

私たちが浮かした磁石は小さいものだったがリニアモーターカーほどの大きなもの

を浮かす力があるのならその他いろいろなことにも利用できるのではないだろうかと思った。人間がこの力をを利用して浮くことができたらいいのに…。(まあこれはたぶん無理だろう)。車など浮かすことはできないのだろうか。次々と夢のようなことを考えてしまった。しかし、 Fe_3O_4 (磁石)がなぜくっつくのかが解明されたのは20世紀だと教わった。とても最近のことだ。ということは超伝導の世界はまだ研究の途中だということ。可能性はまだあるようだ。この講義では新しい世界を少しのぞいたぐらいだったがとても興味を引かれた。今度もっとたくさんのことを探っていきたいと思う。私の知らないことはまだたくさんある。新しい知識を得るたびに今回のような気持ちになれることを楽しみにしている。

工 環境科学

環境科学は、「生命」「環境」「科学」が密接に関連している学問領域である。20世紀の科学技術の急速な発展が、人間環境に深刻な影響を及ぼしていることが、世紀末に近くになって明瞭に認知され、社会問題として取り上げられ、この問題に対する対応が緊急の課題とされるようになった。特に、地球環境科学と言う名称は、ここ10年前に日本で早稲田大学のカリキュラムで初めて登場しており、日は浅い。中学終了後、約2か月の高校1年生のカリキュラムを組む上で最も配慮した点は、彼らの生活体験に基づいた多方面からの「環境」学習であり、社会科と家庭科の既習領域との連続性、高校段階での定量的な環境計測の実験と理科4科目との連携、大学・大学院の最先端環境科学との接点であった。それから、国際化と情報化の進展により、IT技術を用いた教育システムの構築、生徒の情報処理技術のスキルアップ、英語を始めとする語学力の育成が学年進行で継続指導されなければ、複合領域としての「環境科学」の研究が深化しない。

「環境科学」の講座の特色として、最新のメディア利用、すなわちレポート提出は電子メール利用、日本や世界の環境問題についての話題検索は、インターネット活用をした。講義の内容には平易な英文(原書講読)を取り入れ、外国文献の比較が大切であることも生徒に体験させるようにした点である。その結果、講義後の電子メールでのレポート提出率は向上し、平均20%であった。

成績評価は、レポート提出と筆記試験を併用し、(興味・関心)、(意欲・態度)、(理解・考察)、(表現・研究)の4観点8項目をABC3段階で評価、4観点総合により、評点を受講ごとに記録し、主観評価に陥りやすいレポート評価に客觀性を持たせる工夫もした。筆記試験は、レポートの補助的な手段として活用し、レポートに表れない生徒の表現力も汲み取る努力を行った。また、レポートの提出期限を次回授業日の午前8:00と固定し、期限厳守させた。これらのことから、生徒個別に添削指導が行えて、質問も電子メールでタイムリーに回答した。(興味・関心)の観点では、「環境ホルモン」の生活との関わりを認識の程度を、(意欲・態度)の観点では、生徒の発表やレポートの提出状況の程度を、(理解・考察)の観点では、「環境ホルモン」の種類や研究の歴史の理解の程度を、(表現・研究)の観点では、インターネットから調べた内容の統計処理や世界の事例の比較の程度を具体的に評価するなど、多面的に行った。

大学との連携としては、愛媛大学沿岸環境科学センター教授の田辺信介先生を講師に招き、環境ホルモンについて海洋生物への汚染物質が生体濃縮で高濃度に及んでいることを学んだ。田辺先生と連絡を取り、毎回の講義録・生徒レポートも読んでいただいて、環境科学の総まと

めとしての講演をお願いした。

田辺教授の講義は、

- (ア) 環境ホルモンが生物の未来をおびやかす
- (イ) 身の周りにあふれる環境ホルモン
- (ウ) 「ホルモン」になりますます環境ホルモン
- (エ) 人類の未来に赤信号（子孫への影響）

の4部構成でプレゼンテーションソフトを用いて120分間行われた。

- (ア) 環境ホルモンが生物の未来をおびやかす

異常は水中や水辺の動物から起こるので、魚や貝などにあらわれる可能性が高い。水中生活の動物たちは、水の中に溶け込んだ物質から、逃げようがなく、イルカ、クジラ、シャチといった海中ほ乳動物の個体数の減少が報告されている。ホルモン異常、免疫機能低下、腫瘍などは1968年から、世界で65例の報告例がある。海中ほ乳類の大量死事件は、1970年以降9件起こっており、原因は、先進工業国の中華人民共和国の1960年代からの急速な工業化による多種多様の化学物質の大量使用によるものである。

- (イ) 身の周りにあふれる環境ホルモン

環境ホルモンのほとんどは、食事や呼吸を通して私たちの体の中に入ってくる。その理由は、農薬の中には、微量ながら環境ホルモンが含まれているからである。農薬の中には、作物に残留するものもあることや微量の農薬が飲料水に入っていることもあることを考えれば、納得できる。

農薬の中に含まれる環境ホルモンがあれば、空気、海、川等の水が環境ホルモンで汚染され、食物連鎖を通して様々な生物に蓄積されていく。

- (ウ) 「ホルモン」になりますます環境ホルモン

身の周りに化学物質があふれだと、体の中に偽のホルモンが入ってくるようになる。その偽のホルモンは、不思議なことにレセプターの鍵穴にちょうど合う、合い鍵を持っている。その偽のホルモンが「環境ホルモン」である。そして、遺伝子を刺激し、誤った情報を遺伝子に伝達し、体の様々な部分に異常が現れ始めるのである。

- (エ) 人類の未来に赤信号（子孫への影響）

人間の精子の研究を見てみると、1940～1990年の間に精子数が半減したという研究結果がある。20歳から40歳代の若い世代に生殖器異常の発生率が高いという報告もある。環境ホル



写真 3-3-2 講義風景



写真 3-3-8 受講風景



写真 3-3-9 カエルの奇形

モンの問題にたくさん的人が関心を示しているのは、化学物質の新しい毒性が見えてきたためである。生殖異常が出現することは、人類の滅亡を予感させ、ガンよりももっと恐ろしい病気によって、人類の未来に赤信号がともるのではないかと言う危機感が広がっている。

全体として高校1年生に平易な用語を使って、環境ホルモンの海洋生物への汚染の状況を示してくれたので分かりやすく地球環境科学が身近に感じられた。

以下に、生徒の受講後の電子メール送信のレポートを載せる。なお、プライバシーに配慮し、アドレスは省略し、誤字等以外は原文のままとした。



写真 3-3-10 環境科学の実験授業

レポート1 送信者：“Y”〈省略〉宛先：〈yf9812729579@ehm.enjoy.ne.jp〉

送信日時：2002年7月20日0:34 件名：11139 環境科学レポート5 “Y”

私が今回一番興味を持った用語が内分泌搅乱化学物質です。これは、前のレポートを書く際にPCBを私は少し学んでいたからです。

内分泌搅乱化学物質 (Endocrine Disrupting Chemicals: EDCs)

1997年1月に、米国大統領府科学技術委員会が環境保護局（EPA）と共同でいわゆるスミソニアン・ワークショップを開催し、その定義を「生体の恒常性・生殖発生あるいは行動に関与する種々の生体性ホルモンの合成、分泌、体内輸送、受容体結合そしてそのホルモン作用そのもの、あるいはそのクリアランスなどの諸過程を阻害する性質を持つ外来性の物質」としています。また世界保健機構・化学物質安全性計画（WHO/IPCS）では、「内分泌系に変化を与え、無処置の生物もしくはその後世代に、障害性の健康影響を与える外来性物質もしくはその混合物」としています。

内分泌かく乱物質なんて聞いただけでは、なんのことかさっぱり分かりませんが、結局のところダイオキシンやPCBの事ということで少し分かりやすくなりました。

この内分泌搅乱化学物質の特徴は、①超微量で影響を与える、②一発ヒット、③次世代への影響有りです。ダイオキシン、PCBは環境ホルモンというぐらいですから、私が今まで学校で習ってきたことなどから考えれば、普通のホルモンも微量だということから①は理解できます。ですが、②などを考えるととても恐ろしいことなどと分かりました。

今回の授業ではいろいろな動物への影響を知ることができました。環境ホルモンのせいで、口の周りに腫瘍ができている魚。オスワニのホルモンの異常。鳥たちの嘴の奇形・イルカの尾ひれの奇形・カエルの足の奇形。オットセイの流産。雛鳥の死体。鳥の嘴の奇形では、アメリカのシンボル鳥にまで影響が及んだということで、さすがにその国は環境問題に取り組まなければならなくなつたようですが、もっと早く気づいてあげるべきだったのではないのだろうかと思います。生物の異常は、水中か水辺の生物から始まるそうですがそれは水の中に溶け込んだ化学物質から逃げようとしても逃げようがないかららしく、私はこれにとても納得していました。確かに、陸上なら逃げることも上下左右幅広くできますが、水の中はそうはいかないからです。また、水質汚染は先進国で1960年代終わりから、工場周辺を中心に広がっていることから 地域差がとても出ていることが分かりました。

生物とくれば、絶対に出てくるのは私たち人間自身です。環境ホルモンとは、動物たちだけ

に及ぶのではなく人間にもごく微量でも影響してきます。なかでも怖いのは、生殖機能に影響を及ぼすということです。子孫にまで影響が及び、子供の数が減るような傾向にあれば人類滅亡も夢話では済まされなくなってしまいます。もっと、沢山の知識を私たちは持つべきなのではないでしょうか。今回の学習で、私はいろいろな写真やデータを見ることができとてもよかったです。HPで調べても全くヒットのしない物質も知ることができました。パソコンだけでなく別の方法でも化学物質について少しでも知りたいです。

レポート2 送信者”T”〈省略〉宛先：〈yf9812729579@ehm.enjoy.ne.jp〉

送信日時：2002年7月17日22:49 件名：11136 環境科学レポート5 “T”

今まで、環境ホルモンと私が聞いて先ず思い浮かぶものは、ダイオキシンなどの土壤汚染と農作物への影響といったごく一般的で極めて視野の狭い問題ばかりでした。しかし、田辺先生の講義を聞いて私の考えは大きく変わりました。

先ず、最初に驚いたことは、環境ホルモンとその他の有害物質との違いです。環境ホルモンは普通の有害物質とのもっとも大きな違いは、環境ホルモンは外の環境から体の中に入ってきて本物のホルモンのように作用するという点です。そのため、体に入った環境ホルモンは遺伝子を勝手に刺激し、正しいホルモンの濃度が変わります。その結果、体の様々な部分に異変が現れてしまいます。

また、環境ホルモンの恐ろしい点は、性を決めたり男らしさや女らしさを特徴づけるステロイドホルモンを刺激したりし、生殖機能に影響を与えています。正常な生殖が行われなければ、人類は滅亡してしまいます。コルポーン博士らの書いた本、「奪われし未来」はこのことを社会に警告した最初の書物です。

野生生物の間にも、このような環境ホルモンの影響と思われる現象が至る所で見られます。ヨーロッパでのゴマファザラシの大量死や鯉や貝のオス化やメス化はこの一例です。人間に影響が及ばなければ問題ないという考えは、もはや一般社会には受け入れられません。植物や動物がすみよい環境は、人間にとってもよりよい環境であると言えるのです。

それでは、私たちはこれ以上環境ホルモンの影響を広げないためにどうすればよいのでしょうか？人類が快適で便利な生活を求めるることは仕方がありません。ただ、その前に少し立ち止まってどうしたらこのかけがえのない地球を少しでもいい状態に保つことができるのか、ということを考えてみてください。今の状況を知り、考えていくことが、環境をよりよくする第一歩だということを私は学びました。

「環境科学」のねらいどおり、生徒はよく学習したが、「環境学」を学べる大学が極めて少ないことは進路指導上問題である。また、学部や学科に「環境」を付している大学も多く、違いがあいまいで進路担当者泣かせもある。このような状況を資料プリントの作成や3年生の大学等の質問より大学間の比較が難しいと痛切に感じた。「環境学」を学べる受け皿を各大学に増やしていただきたいと思うし、大学院の研究内容を公開すべきである。

オ マクロとミクロの生物学

生物学の進歩は近年めざましく、一昔前の教科書と現行の教科書では内容が全く異なっている。特にマクロとミクロの両分野である地球環境の保全に関する生態学と生物工学の両分野の研究の発展進歩はめざましく、生徒たちにとっても興味関心を引きやすい分野であると考える。

また、両分野を学習させることは、最先端や最新の研究等を学び、研究の進め方、また高度な技術や方法論について理解を深めさせるという理数セミナーの目標とも合致する。特に遺伝子の学習は理数科の生徒の多くが進路先として希望している医療系とも深く関わっている。そこで、講師として次の3人の方に依頼した。

- (ア) 上 真一 (広島大学生物生産学部教授) 「生物海洋学」
- (イ) 林 秀則 (愛媛大学理学部教授) 「バイオテクノロジーと遺伝子組換え技術」
- (ウ) 大西 丘倫 (愛媛大学医学部教授) 「遺伝子治療」

それぞれの講義を受けるための事前指導として、テキストを作成して次のような授業を実施した。また、内容の定着を図るために授業実施後簡単な筆記試験を実施した。

○ 日常生活と生物 (2時間)

生物学を学習する導入として興味、関心を持たせるために、生物が衣食住の素材として利用されたり、エネルギー資源として利用されたりしていること、病原体や寄生虫として害を与える生物が存在すること等の内容を実施した。

○ 自然の中の人間 (2時間)

広島大学上真一教授の講義の事前指導として生態学の基礎的な授業を実施した。「生物は集団を作り、周りの環境と深く関係しながら生活している。生物の集団や、生物と環境との間に見られる関係について調べる」という内容を実施した。

○ 遺伝子—DNA (2時間)

愛媛大学林秀則教授・大西丘倫教授の講義の事前指導として、遺伝子—DNAの基礎的な授業を実施した。「遺伝子の本体はDNAであり、生物はすべてDNAのもつ遺伝情報によってタンパク質を合成し、形質を発現する。」という内容を実施した。また、6月に「サイエンスX」で実施した「光る大腸菌をつくる」の事前指導や実験は、ここでの指導にリンクしている。

以上のような事前指導の後、広島大学の上真一教授、愛媛大学の林秀則教授には本校への出張講義を実施していただいた。愛媛大学の大西丘倫教授の講義は、付属病院や研究室の見学も合わせて実施するため、医学部で実施していただいた。

(ア) 「生物海洋学」 広島大学 上 真一教授

先ず多くのプランクトンの体が、きわめて小さい理由について説明があった。次に「植物プランクトンを主体とする生物が生産した有機物が、食物連鎖により、海に生息するすべての動物の生命を支えている。瀬戸内海は川から栄養塩類が供給されるとともに、灘と瀬戸が交互に続いているので、海水が攪拌され海底に沈んだ栄養塩類が表層に供給され、世界的に見ても最も有機物の生産量が多く、豊かな漁場となっている。近年全国的にクラゲが大量に発生して、魚類と食物的地位が同じクラゲとの競争により、各地で漁獲量の減少が起こっている。こういった例は愛媛県の宇和海でも深刻である。」以上のような内容の講義を受けた。スライドを混えた講義は、専門用語もほとんどなく、瀬戸内海のクラゲという身近な教材を扱っており、生徒たちにとって非常に理解しやすい内容であった。

人類はさまざまな環境問題に直面しているが、講義の内容は身近に直面する問題の大きな1つの例であることを体感することができ、興味・関心を持って参加することができた。また、研究の方法、取り組む姿勢等についても講義をされたが、生徒たちに強いインパクトを与えたことが感想文からも伺えた。

生徒の感想

○非常に興味深い講義でした。僕もつい最近新聞でクラゲについて書いてあるのを見たけれど、そこには「温暖化のせいで巨大クラゲ発生」と載っていました。温暖化がこんなところまで影響が及んでいるのを知り本当に驚きました。

この講義は見たことも聞いたこともないことばかりで、その分深く考えることができました。瀬戸内海の現状を知ることができよかったです。

○今回の生物海洋学はとてもおもしろかった。特にクラゲについてはとても興味を持ったし、わくわくした。小さい頃から普通に見ているクラゲが、今こんな大変なことになっていふとは驚きだ。もし機会があれば別のことについても聞きたいと思う。

○とても身近なもので、今まであまり深く考えることもなかった瀬戸内海だが、よく考えてみると本当はとても豊かでいい海だということが分かった。しかしその裏ではクラゲの大規模発生という大きな課題を抱えているということだった。



写真 3-3-11 講義風景

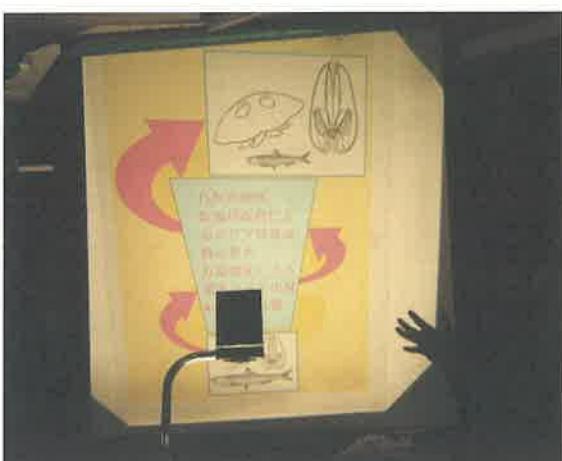


写真 3-3-12 スライドを使っての講義

(イ) 「バイオテクノロジーと遺伝子組換え技術」 愛媛大学 林 秀則教授

バイオテクノロジーとはどのような学問であるか、その応用分野には食品・農業等のさまざまなものがあることについて講義をされた。そのうち、遺伝子組み替え技術についての基礎的な内容であるタンパク質・酵素・遺伝子の発現等についてと、具体的な応用技術例について説明がなされた。応用技術例については、遺伝子組み替えにより耐寒性や耐塩性等の環境ストレスに強い植物をつくる方法等についての最先端技術の紹介がなされた。

バイオテクノロジー関係の講義ということで、やや高度な内容で、理解しにくい内容も含まれており、事前指導にもう少し時間をかけておくべきだったと反省している。最先端の生物学を学習することにより、6月に「サイエンスX」で実施した「光る大腸菌」を始め、バイオテクノロジー関連の内容に興味関心を示す生徒の数が増加している。

生徒の感想

○DNAを利用してさまざまなことが行われていることを知った。特に若いカーネーションは実物を見てとても感動した。バラやカーネーションにはないペチュニア（青の色）の酵素を遺伝子操作によって作らせるものだった。しかし研究が進みクローンなどの高い技術が生まれるにつれさまざまな問題も出てくるだろうと思った。

○カーネーションに他の花が持つ青色の色素の遺伝子を組み込んで作った青色のカーネーションは、本当に感動しました。バイオテクノロジーについては、私達はまだ分からぬ部分がとても多いです。しかし、これから多くのことを勉強していく人の役に立つような研究をしたいと思います。

○今回の「理数セミナー」で、私は沢山のことを知ることができたと思います。授業の中では遺伝子操作の難しさ、資料からはDNAの複製方法など遺伝子に興味を持っている私にはとてもよい授業でした。



写真 3-3-13 講義風景



写真 3-3-14 青いカーネーション

(ウ) 「遺伝子治療」 愛媛大学 大西 丘倫教授

愛媛大学医学部（温泉郡重信町）において授業が行われた。まず、ワトソン・クリックのDNAの分子構造の発見に始まる遺伝子研究の歴史等について説明を受けた。次に遺伝子治療とはどういうことをするのかの説明の後、脳外科における遺伝子治療の方法を、実際の手術の映像などを交えながら説明された。その後、一般には立ち入ることのできない救急救命室や研究室等を現場の先生方の丁寧な説明を聴きながら見学することができた。

医学部を訪問して講義を受け、施設を



写真 3-3-15 講義風景

見学することにより、本校内での実施に比べて、より強いインパクトを生徒たちに与えることができた。講義は高度な内容で理解しにくい内容も含まれていたが、生徒たちは熱心にメモをとり、興味・関心をもって参加することができた。特に、施設見学においては、普段立ち入ることのできない研究室や、MR I等の施設を見学することができ、将来医療系の進路を目指す生徒たちにとってまたとない経験をすることが感想文からも伺えた。

生徒の感想

- 生の話を聞くのはいいと思いました。
資料からではなかなか読みとれないこと、最新の情報などが僕たちのレベルに合わせて聞けるので、より多くの知識を身につけることができました。しかし、遺伝子を解明するということは、たくさんの問題を生み出すことでもあることを知り、複雑な心境でした。
- 講義の中で新しく学んだことは、レトロウイルス（ベクター）についてです。レトロウイルスはDNAを持っておらず、RNAをもつていて、そのレトロウイルスがヒトの細胞に感染し、そのヒトの細胞のDNAを利用して酵素を使って逆転写を行います。このことを利用しているのが遺伝子治療だと聞きました。
- 見学中に間近で見ることができた医療器具には、すごく感心しました。特にMR Iは「すごい！」としか言ひようがありませんでした。ヒトの体の中を解剖せず見ることができる機械で、現物を生で見ることができたことに感動しました。



写真 3-3-16 救命救急処置室見学

力 地球深部ダイナミクス

地学は、取り扱う現象・事物がミクロな世界からマクロな世界までスケール的にも非常に範囲が広い。しかし私たち人類の生活の場である地球についての身近な科学である。そこで地学分野の理数セミナーは、我々の最も身近な世界である固体地球について理解することを重要目標とし、まず地球の表面を水平的にみた構造・性質、深さの方向にみた構造について講義を行った。さらに火山国・地震国である日本が地表の変動により直面する問題にも触れ、自然を地学的に探究する能力や問題解決方法の育成を図った。

大学との連携としては、地球の内部構造解析で最新の実績と技術を誇る愛媛大学理学部教

授・地球深部ダイナミクスセンター長である入船徹男先生に講師をお願いし、地球の内部構造やその解析方法・実験内容について学んだ。

この授業は、研究施設や内容を生徒に肌で感じさせることを目標にし、講義は愛媛大学理学部を会場に行った。また、講義の内容について理解の補助となるように事前の補講・予習を本校教員で行った。その内容は以下の通りである。

「地球の誕生と進化」

- ・原始太陽系と地球の誕生
- ・固体地球誕生と分化
- ・大気の誕生

「鉱物の結晶構造」

- ・鉱物の定義
- ・イオン配置の立体視

「地球内部に関する用語集」

- ・プリュームテクトニクス
- ・多形と相転移
- 他

入船教授の講義は、

(ア) 地底旅行

(イ) 高温高压実験

(ウ) 研究施設見学

の3つに分けて行われた。

(ア) 地底旅行

現在の科学技術の進歩によって、宇宙旅行や海底探査が実現されてきたが、地球の内部はまだ依然として未踏の地である。地球深部に実際にに行くことはまだ困難である。しかし、最新の科学技術を用いることによって、地球深部の詳細な構造や物質構成、またその動きを科学的に解明し、3次元的に視覚化することも可能になってきた。今日の解析事実をもとにして、仮想の地底探査旅行に出発し、その案内役を入船教授が行うというユニークな形式で、地球の内部についての講義が行われた。そのため生徒たちは興味・関心を持って取り組めた。

松山観光港から出発し、深海底探査機に乗り換え、日本海溝から海洋プレートの沈み込みに沿って固体地球に侵入する。地球の表面から地殻・マントル・外核・内核と地底探査の旅を仮想的に経験しながら、地球中心部の深さ約6400kmの地点に達し、そこから地表面まで往復する間、各地点での見所や地学的な地球内部環境の解析方法や最新の解析結果などをガイ



写真 3-3-17 愛媛大学での講義



写真 3-3-18 カンラン石の結晶（資料より）

ド的に説明された。

特に愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センターで研究が進められているマントルの物質構成や地下深部での温度・圧力条件については、具体的な革新的科学技術を駆使した最新データをふまえた話が行われ、生徒たちも大変興味を持って受講できた。右に講義で使われた資料の一部を示す。

(イ) 高温高圧実験

事前研究において生徒たちが最も関心を示していたのが地球深部の超高温高圧条件再現による炭素の相変化であった。合成ダイヤモンドの生成実験や先端技術・装置の説明に熱心に耳を傾けた。身近であるとはいえ、まだ謎に満ちた地球内部の構造について、熱意を持って解明に取り組んでいる研究者の姿勢に触れ、感動している生徒も多かった。

さらに講義の後で、実際の実験装置について直接研究者の方々に説明してもらえることを予告されていたため、あらかじめ装置の概略を理解するように生徒自身も努力できていた。

(ウ) 研究室見学

40名の参加生徒を5グループに分け、研究室の方にそれぞれ研究内容や実験・分析装置の説明を生徒一人一人を対象に分かりやすく行っていただいた。

多くの生徒が、超高压実験装置に実際に触れ、強い興味・関心を示していた。また圧縮部材料の破片等を手にし、記念の試料として頂けるなど他で得ることの出来ない体験に感激していた。

全体としては地球科学としての知識を習得させるのではなく、科学技術の先端的研究に触れさせ、地学的な手法をもついた自然現象の解析方法に興味・関心を持たせることを重視した内容であった。

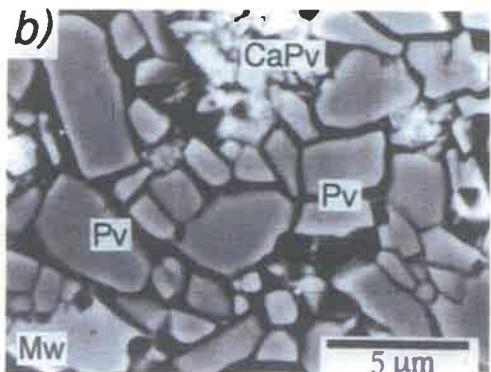


写真 3-3-19 電子顕微鏡写真（資料より）



写真 3-3-20 合成ダイヤモンド（資料より）

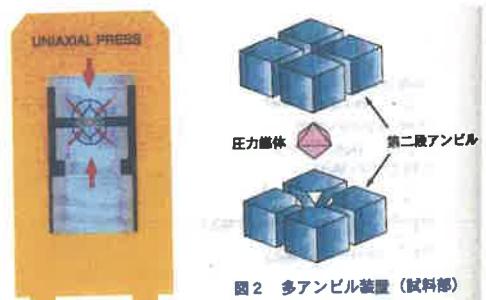


図1 多アンビル装置（プレス部）

図2 多アンビル装置（試料部）

図 3-3-3 超高压実験装置（資料より）

生徒の感想

- ・「大学の授業の雰囲気」というものがよく分かりました。内容はとてもよかったです。地学に関して興味があったのもあるし、入船先生の講義が聞きやすかったものもあります。今回の講義で地球に関する知識が大きく深まったと思います。驚いたのが、ダイヤモンドが作れるということでした。しかも固さを変えられるというのが非常に面白かったです。あと、研究施設での見学では、実際に使っている装置や、その仕組みも知ることができさらに実験装置を見られたのが一番うれしかったです。科学の進歩が生まれる実験室を間近に見ることができ、これからの活動に対する意欲もさらにわいてきたと思います。
- ・今回の講義を受けて思ったのは、まだまだ地球内部は謎なんだなあということである。しかし、その解明に情熱を注ぐ、まさに「科学者」というものを見せてもらつた。
- ・地底旅行の講義は、実際にはありえないけれどとてもおもしろかった。相転移という現象も、とても印象に残りました、地下に行ったら、炭素（グラファイト）がダイヤモンドに変わるのは知っていたけれど、同じような仕組みで、かんらん石の相転移を調べて、それを地震波速度の変化とくらべて、地球の内部構造を明らかにしようとするのは、本当にすごいと思いました。今まで、地学分野はあまり詳しく学習したことがなかったので、すごく新鮮に感じられました。また機会があれば大学に行ったり他の講義も聴きたいと思います。



写真 3-3-21 実験装置見学



写真 3-3-22 超高圧実験装置



写真 3-3-23 圧縮部の説明

キ 研究室訪問

S S H事業には「大学や研究機関等と連携し、生徒が大学で授業を受講、大学の教員や研究者が学校で授業を行う中で、関係機関等との連携方策の研究」という大きな柱がある。生徒たちが将来優れた研究者として育つためには、大学に出向いて直接最先端の研究内容に触れ、科学技術を学ぶモチベーションを高めることが必要である。また、このことは個々の生徒に将来の進路目標を持たせ、理数教育にとどまらず、毎日の学習活動に意欲的に取り組ませることにもつながるものと思われる。そのために愛媛大学に依頼をして愛媛大学研究室訪問計画を作成していただいた。1月～2月にかけて生徒一人当たり6回の研究室を訪問した。1回当たり5～6の研究室の中から1つか2つを生徒の希望に応じて訪問し、施設を見学したり研究室の研究内容について説明を受けたりした。また、研究室によっては生徒が直接実験実習に参加するなど有意義な研究室訪問となった。

愛媛大学の理系学部のすべてを訪問することにより、さまざまな研究分野があること、学部による研究内容の違い、研究の方法等を肌で理解することができたと思う。また、高度な研究を行うためには、基礎的な知識がいかに大切かということについても理解が深まったと思う。愛媛大学からは、生徒たちの熱心で積極的な参加を、非常に好意的に受け取っているという話も聞くことができた。研究室訪問を実施することにより、「もっと勉強をしようと思う」「自分が将来研究したい内容が決まった」と答える生徒も現れるなど、生徒のモチベーションを高めるのに効果があった。

以下に、訪問した研究室名と生徒の感想を示す。

(ア) 1月29日(水) 13時30分～14時50分

(城北キャンパス)

- ① 工学部：機械工学科 制御工学研究室
今回の話の中心だった「やさしさ」をいろいろな方法で表現していたのに感動した。「やさしさ」をグラフ化したり、ロボットの設計が難しそうで、こんなことができる人はすごいと思った。最も感動したのは人の声で動くロボットだった。動く速さや位置などを、声で変えることができるというもので興味深かつた。
- ② 工学部：電気電子工学科 通信システム工学講座 記録工学研究室

ハードディスク装置や光ディスク装置などの情報ストレージ装置の高密度化を実現するための信号処理方式の研究を行っており、その紹介がありました。また、垂直磁気記録方式を用いたハードディスク装置の高密度化に適した信号処理方式の開発を行っているそうですが、なかなか



写真 3-3-24 工学部通信システム工学講座記録工学研究室にて



写真 3-3-25 通信システム講座記録工学研究室にて

か理解するのに苦労しました。このような研究ができるためには、物理や数学に興味をもち今以上に勉強をしなければならないと思いました。

③ 工学部：環境建設工学科 都市環境工学講座 都市空間工学研究室

堅苦しい雰囲気が全くなく、講義がとてもおもしろかった。自分が住んでみたいとか、あつたらいいなど思う地図を描くのは大変だった。今まであまり考えたことがなことだったのでとまどったが、都市開発計画とは大事なことだと分かった。コンピュータを使って花火大会や大きなイベントでのヒトの動きを調べたものも見せてもらった。これにも羽藤先生が研究する分野が大きく関わるのを知り、自分の世界が大きく広がった。

④ 工学部：情報工学科 知能情報工学講座 人工知能分野

実際に透かしを埋め込むところを見せてもらいました。情報を埋め込んだ写真は、下に文字が埋め込まれているなんて思いもよらないのに、スキャンして作業をすると文字が出てくるのは不思議な感じがしました。暗号についても話を聞きましたが、ゲリラとかテロ組織に使われているほうが多いのではないかという印象を受けました。

⑤ 工学部：情報工学科 情報システム工学講座 ソフトウェアシステム分野

ハリネズミを作ったのが楽しかったです。それぞれ入力するものが沢山あって大変だったけど、順をおってハリネズミの形ができあがっていくのでおもしろかったです。講義の内容は難しくてよく理解できませんでした。

⑥ 総合情報処理センター

ギガビットネットワークを使って、鹿児島大学の先生と話をしたときに、スムーズに言葉のやりとりができたのに感激した。テレビ番組の中継よりも速く、自分の声が相手に届いていた。最先端の情報伝達手段を体感でき、非常にうれしかった。

(イ) 1月29日(水) 15時10分～16時30分 (城北キャンパス)

① 理学部：数理科学科 位相数学研究室

正直内容が難しすぎてよく分からなかった上に、最後は全部英語になってさっぱり理解できなかった。だけど、これが大学レベルの授業かと驚き、今後頑張らなければならぬと思った。

② 理学部：物質理学科（物理学系） 凝縮系物質学・応用分光学研究室

気体プラズマや微粒子がイオンとなった微粒子プラズマの示すさまざまな物理学につ



写真 3-3-26 工学部都市空間工学研究室にて



写真 3-3-27 工学部 都市空間工学システム研究室にて

いて研究しているそうであるが、内容が高度すぎてよく理解できなかった。物理には興味をもっており、来年学習することになるが、しっかり頑張りたい。

③ 理学部：物質理学科（化学系）有機化学研究室

今回、いろいろな面でわくわくすることが多かった。光を当てることで、今までになかった新しい物質ができたというのを聞いて、自分も未知のものを作つてみたいと思うようになった。また、さまざまな実験器具や学生が楽しそうに研究しているのを見て、理学部はとてもおもしろそうだと思った。

④ 理学部：物質理学科（化学系）機能性分子化学会研究室

遺伝子の長さを解析しているところを見たり、その写真をもらったりしました。特にDNAを解析する機械を見せてもらったことが印象に残りました。いろいろな機器が置いてありマイナス何百度にもなる冷凍庫みたいなものもありました。また、ラン藻を培養しているシャーレも見ましたが、さすが大学なんだと思いました。環境ストレス応答について調べて、乾燥や塩害に強い作物を作って砂漠を利用できるらよいと思いました。



写真 3-3-28 理学部 応用分光学研究室にて

⑤ 機器分析センター

ここで一番印象に残っているのはNMRである。調べたい物質を一度気化させて長いパイプに通すと、結果がグラフになって表れる。研究をしている学生の方と話す機会があったが、薬学部を志望している私にとってどんな質問をすればよいのか分からなかつた。でも、薬学と関係のあることも多かったので役に立ったと思う。



写真 3-3-29 理学部 有機化学研究室にて

⑥ 沿岸環境科学研究中心

ナメクジウオは初めて見たが、生活の仕方なども詳しく分かったので、勉強になった。また、バクテリアの研究では発ガン性の物質を使っているのに驚いた。顕微鏡の視野は星空のようでとてもきれいだった。電子顕微鏡はプランクトンの毛穴まで見えたので、感動した。

(ウ) 2月5日(水) 13時30分～14時50分 (城北キャンパス)

① 工学部：機械工学科 热工学研究室

僕は研究室を訪問して、工学部のイメージが少し変わった。いろいろなことを研究していくとても楽しそうだった。スターリングエンジンや冷凍機のように、家でも簡単にできる装置で分かりやすく説明してもらえてとても勉強になった。

② 工学部：電気電子工学科 半導体工学研究室

半導体って最初何だろうと疑問に思っていたけど、機器を見せてもらったり、パネルを使っての説明を聞いてどのような仕組みでどのような使われ方をしているのか、少しずつ分かってきました。最後に光を分光器を使って見せてもらったのが、とてもきれいで印象に残りました。光にはいろいろな波長があるのは知っていましたが、実際に見るのは初めてで勉強になりました。

③ 工学部：機能材料工学科 結晶物性学研究室

今回の結晶物性学研究室の講義を受けて、先ず設備の大きさに驚いた。特に300kVの高分解能透過型電子顕微鏡を備えており、値段も1億円といっていたが、原子を目で見ることができるのは本当にすごいと思った。

④ 工学部：機能材料工学科 量子材料研究室

ちょっと難しかったけど、分かりやすく教えていただき、結構おもしろかった。紫外線や赤外線などの波長の長さなどを教えていただき、アルミ箔の厚さは15/1000mmだと聞いて驚いた。材料工学は電子など小さいものを研究する最先端技術だと聞いて驚いた。この分野を学ぶのも、おもしろそうだと思った。



写真 3-3-30 工学部 热工学研究室にて

⑤ 工学部：機能材料工学科 化学材料

学研究室

この研修では、最初のガスセンサーよりも、次にした物質の組成を調べる内容のほうが印象に残っている。話している内容は難しかったが、やさしく教えていただいたので、少しずつ理解していくけた。実際に自分の持っていた10円玉は、何からできているのかを調べてもらった。

⑥ 工学部：応用化学科 無機物質化学研究分野

この研究室に行って初めて工学部は何か物を作ることを期待され、理学部は研究の結果を期待されているという理学部と工学部の違いを知り、研究分野にもいろいろな分野があることが分かりました。

(工) 2月5日(水) 15時10分～16時30分 (城北キャンパス)

① 教育学部：物理学・化学・生物学・地学・理科教育研究室

理科の先生になるために、いろいろな方法があることには驚きました。いろいろな分野をいっぺんに見て回ったので、少しあわただしい感じもしたけれど、いろいろな所を見学でき、実際に見せてもらったので楽しかったです。学校の先生になるのも良いと思いました。

② 理学部：数理科学科 土屋研究室

今回の講義も結構難しかったけれど、やってることはとてもおもしろそうで興味が持てた。特に石鹼膜の数値計算がおもしろそうだったが、微分方程式はよく意味が分からなかった。もっと勉強しようと思った。

③ 理学部：生物地球圏科学科（生物学系） 植物形態学研究室

植物の細胞の中に、微小管というものがあるなんて初めて知った。細胞分裂の際に微小管なるものが働いていたとは驚いた。今まで習ったことが全てだと思っていたので、衝撃を受けた。核と微小管に色つけしたものを、顕微鏡と写真で見せてもらい感激した。

④ 理学部：生物地球圏科学科（地球科学系） 奈良研究室

生痕化石は今日初めて見た。化石は好きなので感動した。また、ロッセリアは今まで見たことのないタイプの化石で驚いた。昔は、調べても意味がないと言われたロッセリアを研究して成果をあげた奈良先生はすごいと思った。

⑤ 地球深部ダイナミクス研究センター：地震学研究部門

今回、この地球深部ダイナミクス研究センターの講義を受けてみて、非常におもしろいなと思った。人間は宇宙というもののすごく遠い所に行ったり、見たりできるのに、いつも踏んでいる地面の下というものは、ほとんど分かっていないと聞いて驚いた。こういう身近なことを調べるということの大切さが分かり、とても有意義であった。

(オ) 2月10日(月) 15時10分～16時30分
(樽味キャンパス)

① 農学部：生物資源学科 環境植物生理学研究室

前半は内容が難しすぎて、ほとんど理解することができなかった。やはり、大学の専門分野はレベルが高く、すごい勉強をしなければならないということを実感した。後半は、ノーベル賞を受賞した田中さんと共同研究した内容についての話で、彼の研究内容のすご



写真 3-3-31 教育学部 生物学研究室



写真 3-3-32 理学部 工学研究室にて



写真 3-3-33 理学部 工学研究室にて



写真 3-3-34 理学部 植物形態学研究室にて

さに感動した。

② 農学部：生物資源学科 生物化学研究室

前半の話は、とても難解でなかなか理解できなかった。考えていたのより話が難しかったので、もっと勉強しなければいけないと思った。後半の研究室見学は写真で見ただけで、実際には見られなかっただけれど、遺伝子組み替えなど前にやったことがある実験についての話があったので分かりやすかった。

③ 農学部：生物資源学科 森林資源計画研究室

地球温暖化が叫ばれているが、古気候を復元して今後の予想をしたり、実際に山野に出て、樹木が酸素と二酸化炭素をどのような収支を行っているかを調査したりしていることに感心した。同じ目的の研究でもいろいろなアプローチの方法があるものだと思った。

④ 農学部：生物資源学科 地域環境工学コース 水資源システム工学研究室

いろいろとおもしろいことがあったし、内容もよく理解できた。特に、地下式ダムとバーティカルスロット式魚道がおもしろかった。今ダムを地下に造ろうとすると、反対運動が起きるのをいいアイデアだと思った。また、魚道というところにも注目がいくほど環境が重視されていることがよく分かった。

⑤ 農学部：生物資源学科 生物生産システム学コース 水族繁殖生理学研究室

ウナギの解剖をさせていただいて、とてもいい経験になった。ウナギをさばくのは何度も見たことがあるけど、実際に自分で解剖するのは初めてで、解剖したとき、動いている心臓や、初めて見たウナギの精巣などはとてもよい経験になった。

⑥ 農学部：生物資源学科 生物環境保全 環境産業科学講座

環境産業施設の三浦記念館で講義を受けました。できたばかりみたいで、とてもきれいでした。1階にダイオキシン専用施設



写真 3-3-35 地球深部ダイナミクス研究センターにて



写真 3-3-36 農学部 水資源システム工学研究室にて



写真 3-3-37 農学部 水族繁殖生理学研究室にて

があって中に入って見学をさせてもらいました。ダイオキシンは1種類だと思っていたら、300種類近くあるそうで、びっくりしました。それで、ダイオキシンを調べるのには1か月くらいかかるそうです。

⑦ 遺伝子実験施設

この研究室では微生物などの研究をしていた。用途に応じた部屋がそれぞれあり、いろいろな機器があった。有用な微生物の研究もしていて、人々の暮らしがさらに豊かなるように頑張ってほしいと思った。自分も農学部に行く可能性があるのでとてもよい参考になった。

(カ) 2月17日(月) 15時10分～16時30分
(重信キャンパス)

① 医学部：医学科 解剖学第一講座

最初に少しぱニュートリノの話を聞いていただいた。小柴さんがニュートリノを見たということでノーベル賞をとったということは知っていたけど、なぜニュートリノを見たことがそんなにすごいのか知らなかったので、よく分かった。遺伝子を調べる部屋には倒立顕微鏡というものが置いてあった。のぞかせてもらったが、緑や青、薄紫の光を出すことができる。解剖学というの生き物についての話かと思ったが、まったく違っていたのでびっくりした。

② 医学部：医学科 生理学第一講座

生物の話が主体でしたが、驚いた言葉を聞きました。「みんな物理と化学で入試を受けるけど、医学部に来るなら生物をやっておきなさい。」これは今までの私の考えを一気にくつがえす先生の話でした。また、今までの研究室訪問の中で一番興味が持てる話が多くて、もっときちんと勉強したいと思



写真 3-3-38 農学部 水族繁殖生理学研究室にて



写真 3-3-39 農学部 水族繁殖生理学研究室にて



写真 3-3-40 医学部 解剖学第一講座にて



写真 3-3-41 医学部 解剖学第一講座にて

いました。

③ 医学部：医学科 寄生虫学講座

今回、この講義を受けて、今まであまり知らなかったマラリアという病気について詳しく知ることができてよかったです。いくら新しい薬を作っても絶対に耐性をもった菌がでてきて、いたちごっこのようになつていると聞いて、それを何とかする方法はないものかと思った。



写真 3-3-42 医学部 生理学第一講座にて

④ 医学部：医学科 老年医学講座

遺伝子についての話がほとんどだった。言葉は知っているものの、意味がまったく理解できないものが多くあることに気がついた。勉強不足がよく分かった。将来的に人の寿命がのびるという話もしていたが、そのことについて詳しく聞きたかった。

⑤ 医学部：医学科 産科婦人科学講座

産婦人科を訪問して、血中の血小板などの研究をしていることについて講義を受け、産婦人科という名前からは想像もない内容で、少し驚いた。最終的には、抗ガン剤の投与時に少なくなる血小板のための研究だということを聞いた。実際にネズミの盲腸を取り出して、血管内の血流を顕微鏡を使って見ることができたのに感動した。

(キ) 大学側の反応

○受け持った生徒の知識が深いのには、驚きました。大学生でも出ないような核心を突く質問が出たのには驚いたと同時に、ショックを覚えました。これはSSH事業の生徒だからでしょうか。この生徒たちは将来どのようになるのか、非常に興味があります。(理学部)

○今回の研究室訪問は、専門の内容を誰にでも理解できるように説明するということの難しさを実感できるとてもいい機会でした。近年、若者の理科離れが問題になっていると聞きますが、高校生的好奇心に溢れる態度に接し、彼らには科学に対するレセプターが十分あり、教育方法さえ間違えなければ、ちょっと大げさですが、日本の科学技術の将来は明るいと実感いたしました。(農学部)

○今回の研究室見学はどっかの大学で特別講義をするよりも、よほど力が入ったのは少し不思議です。僕が卒業生だからかもしれませんし、高校生の皆さん可能性とか、知識や現象に対する素直な反応があったからかもしれません。

自分たちの周囲を見渡したときに、科学的な目で捉えるとおもしろい現象は結構あると思いますが、大学などでは、僕も含めて教える側がやや股の中に閉じこもりがちで、ある自然現象について本当にそれを見通して、理解しているかというとやや怪しくもあり(自戒)、さまざまな現象や社会との関連性を含めて生徒の皆さんに教えることはなかなか難しいし、だからおもしろいと感じました。それから、自然科学のおもしろさを最初に伝えるというのが、たぶん基本にあった上で、同時に現在は社会システムそのものが科学技術によって大きく変革可能な時期に来ており、理屈的なセンスをもった多様な人材を、社会が求めているように思います。(工学部)

(4) 大学等との連携

S S H事業を実施していくうえで、大学との連携が大きな意味を持っている。生徒に科学技術を学ぶ意欲（モチベーション）をもたせ、維持させるには、最先端の研究に触れさせることが重要と考えられる。そのためには、最先端でかつ高度な研究をしている大学の協力が必要となってくる。通り一遍の知識であれば、ビデオ教材等を用いて高校教員が紹介することは可能である。しかしながら、それでは生徒は最先端の学問を生きた言葉で聞くことはできず、生の空気を肌で感じることはできない。したがって、最先端の研究を行っている大学の先生方の講義を受講することや指導を受けることが重要であり、そのために高校と大学の連携が必要となる。本校では、S S H事業を展開するにあたり、連携のための事業の名称を「理数セミナー」とした。セミナーの名称を冠したのは、講師の一方的な授業でなく、講師から生徒へ、生徒から講師への双方向の展開を期待したためである。

地元の愛媛大学は、「21世紀COEプログラム」における教育研究拠点の1つに文部科学省から選定されるなど、さまざまな科学的研究の面で高い評価を受けている大学である。この大学に県教育委員会を通じ、事業への協力をお願いしたところ、幸いにも大学の全面的な協力・支援をいただけたことになった。窓口となる理学部に「愛媛大学S S H委員会」が組織され、「理数セミナー」のテーマ、内容、講師の選定に至るまでこの委員会のお世話になっている。そのなかで特筆すべきことは、S S H事業を愛媛大学の事業としてとらえ、講師派遣に際し謝金は受け取らない方針としていただいたことである。これにより、本年度の事業展開が容易になっただけでなく、S S H事業対象以外の生徒に対しても、先端研究に触れることができる同様のカリキュラム編成が可能になった。現在の国の予算措置がなくなれば、講師依頼等が困難になることは明らかであったが、愛媛大学のご配慮により、今後も同様な事業の継続が可能となった。

また、本年度、先端研究の場を生徒に体験するために大学の研究室訪問を計画した。これに関しても、公開研究室の公募・割り当て等で愛媛大学S S H委員会に多大なお世話をいただいている。

生徒の学習活動上のメリットだけでなく、高校教員の側にとっても多大なメリットがある。平成14年6月、「サイエンスX」において「光る大腸菌をつくる～遺伝子組換え～」が実施された。この実験を実施するに当たり、担当教員2名は愛媛大学理学部で高度な研修を受けている。さらにこの授業は、高教研理科部会生物部門研究会の研究授業として、多くの高校教員の参観を受けている。このことは、高校教員にとって研修の機会として大きな意義を持っている。加えて、大学の教官が高校生に対し直接指導することで、生徒が大学教育に対する理解を深め、志望動機をふくらませるだけでなく、大学教官が高校教員を指導することは、間接的に生徒を指導することにもつながっている。

この事業を円滑に実施するため、大学側から7名、本校側から6名が出席する合同委員会（表3-4-1）を組織し、不定期ではあるが委員会を実施し、お互いの事業の打合せと意志疎通を図って

表3-4-1 合同委員会名簿

氏名	所属	職名
柳沢 康信	愛媛大学理学部	学部長
門田 忠昭	愛媛大学理学部	事務長
遠山 鴻	愛媛大学理学部	教授
林 秀則	愛媛大学理学部	教授
坂口 茂	愛媛大学理学部	教授
榎原 正幸	愛媛大学理学部	助教授
栗木 久光	愛媛大学理学部	助教授
谷本勝太郎	松山南高校	教諭
重松 寛紀	松山南高校	教諭
羽浦 賢司	松山南高校	教諭
藤江 義輝	松山南高校	教諭
丸尾 秀樹	松山南高校	教諭
千葉 昇	松山南高校	教諭

いる。愛媛大学側の委員7名のうち、5名は愛媛県教育委員会が本事業の指導と評価のため設置した運営指導委員会の委員にもなっている。参考に、今年度開催した委員会の概要を掲載する。なお、ここで掲載したのは、合同の委員会のみである。このほかに担当者は、事業の円滑な実施のため緊密な連絡をとり合っている。

以上述べたように、本校SSH事業における高大連携については、愛媛大学のご配慮により、非常に効果的に行われた。

〈参考〉

第1回合同委員会

- 1 日時 平成14年5月20日 17:00~18:30
- 2 場所 愛媛大学理学部
- 3 出席者 愛媛大学 柳沢、門田、遠山、林、坂口、栗木、榎原
松山南高 谷本、千葉、羽浦、藤江、丸尾、重松
- 4 議事
 - (1) 委員長挨拶及び自己紹介
 - (2) スーパーサイエンスハイスクール事業概要
 - ア 目的 科学大好き人間をつくるためのモデル開発事業
 - イ 実施事業
 - (ア) 「サイエンスX」(水曜午後3時間実施)
基礎的知識、観察技能を定着させるための興味・関心を呼び起こし、理科大好き人間をつくるための授業
 - (イ) 「理数セミナー」(月曜午後2時間、2年次にも週1時間実施)
 - ① 先端サイエンスを体験させる。研究室訪問(大学の協力が不可欠)。
 - ② 環境化学、生物工学、遺伝子治療、地球深部ダイナミクス、超低温、応用数学などをご検討いただきたい。大学側の単発の講義でなく、一連の授業の仕上げとして大学にお願いしたい(松山南高)。高大連携のモデル事業として大学でも期待度が高いので、方法論も含めて検討していきたい(愛媛大学)。
 - ③ 実施場所は、高校かそれとも大学か(愛媛大学)。どちらでも実施可能である(松山南高)。
 - (ウ) チャレンジX (2・3年次)
テーマ別研究活動(研究の相談等で大学の協力をお願いしたい)
 - (エ) 課外活動の活性化
 - (3) 対応の担当者決定

第2回合同委員会

- 1 日時 平成14年9月6日 17:00~18:30
- 2 場所 愛媛大学理学部
- 3 出席者 愛媛大学 柳沢、遠山、門田、林、栗木、榎原、木曾(代理)
松山南高 谷本、千葉、羽浦、藤江、丸尾、重松
- 4 議事
 - (1) 平成15年度(2年次)「理数セミナー」について

ア 授業形態

前期（主として4・5・6・7月）は、40人全員を同時に指導する一斉授業で、後期（主として10・11・12月）は4人～5人で1グループを構成し、大学が用意する講座（研究室の研究内容）に自由に2講座参加する。

いずれにしても授業時間が週1時間の配当なので、「チャレンジX」との入れ替えなどをしてまとめ取りをする。前期はおよそ月1回（3～4時間）を4講座（後述）、後期は生徒それぞれが参加する2講座を、1講座当たり8時間の時間配分で実施する。

イ 前期（一斉授業）の講座内容

素粒子（物理）

地理情報システム（GIS）を用いた環境科学Ⅱ（化学）

生態系もしくは生化学（生物）

ブルームテクトニクスもしくはアンモナイトの科学（地学）

曲線図形の面積（数学）

これらの講座が実施可能かどうか、愛媛大学で検討する。

ウ 後期（講座参加授業）の講座内容

愛媛大学から後日提示

(2) 平成15年度入学生（1年生）の「スーパーサイエンス」について

内容は若干縮小、一部変更されるかもしれないが、本年度と同様の講座を実施する。

(3) 平成14年度の「理数セミナー」における「研究室訪問（仮称）」

研究内容をはじめとした大学の雰囲気を直かに感じ、研究への意欲を高めるために実施する。

ア 時期 平成15年1月下旬～3月中旬

具体的な実施日については、以下のことが確認された。

（ア）実施可能な日を松山南高で決めて、愛媛大学に連絡する（水曜日の「サイエンスX」の時間帯を利用することも視野に入れる）。

（イ）その日（松山南高から連絡した実施可能日）にどこの研究室が訪問を受け入れられるか、愛媛大学側で検討し、松山南高に連絡する。

（ウ）連絡を得て、松山南高では生徒に情報を提供し、訪問希望の研究室を決めさせる。

イ 生徒のグループ構成

愛媛大学の各研究室では、一度に10人くらいは受け入れられる。それで、グループの構成は10人以下になるように調整する。

ウ その他

同一日に、2～3の研究室を訪問する。

(4) 本年度（平成14年度）の講座内容の変更について

「理数セミナー」の「超伝導」講座

・生徒実験に必要な器具購入をお願いしたい（愛媛大学）。

・各班に実験装置（実験道具）を用意することは、本年度予算ではできない（松山南高）。

・ならば、超伝導体を生成する材料を準備し、それを用いた授業をしたい（愛媛大学）。

・その経費も予算がない（松山南高）。

・費用6万円程度なら、愛媛大学で支出可能なので、予定通り進める（愛媛大学）。

(5) 特別活動・科学部活動の充実強化

ア 特別活動

(ア) 理科学習合宿「日本列島の成り立ち～四国の地質から世界へ～」

目的 四国の地質構造をとおして、日本列島の成り立ちを学習する。地層観察や星座観察などの実体験を積むことで、自然に親しみ、自然を観察する能力を養う。加えて、資料の準備などの活動の場において情報分析能力を磨き、仲間と協力し合う姿勢を培うことを目的とする。

講師 東京大学大学院新領域創成科学研究科 鳥海光弘 教授

期間 平成14年7月22日～24日（2泊3日）

内容 中央構造線（伊予郡砥部町）、ラピス大歩危博物館及び天然記念物「礫岩片岩」見学（徳島県山城町）、メランジェの観察（高知県芸西村）、枕状溶岩の観察（高知県室戸市）、隆起地形の観察（高知県室戸市）、天体観察（高知県室戸市）、唐の浜層群の観察（高知県安田町）、高知県立牧野植物園・化石館見学（高知県高知市）、学習会

夏季休業中の3日間、東京大学大学院新領域創成科学研究科の鳥海光弘教授に講師をお願いして四国一円を巡検し、四国の地層を通して日本列島がどのようにしてできたのかを学ぶというものであった（写真）。地学、ことにプレートテクトニクスについては、中学校での知識しか持ち合わせていない生徒に対し難解な内容もあったが、生徒たちは真剣かつ積極的に取り組んでいた。講師の話をよく聞くこと、そしてなにより目の前の自然に対してよく観察し、思考することを指導した。生徒たちの態度は、「大学生よりも反応がいい」「こんな学生がいるのなら、日本もまだ捨てたものじゃない」と鳥海先生に言わせるほどであった。

生徒の感想

○内容は先生たちが分かりやすく教えてくれたため、だいぶん理解できたと思う。また、自分たちで考えるところもあり、さすがにすぐには答えは出なかったが、「考える」という楽しさを改めて実感できた。最初は「まだ習っていないのに…」と、グチをこぼしていたが、だんだんとはまっていってしまった。「四国の地質から世界へ」というフレーズどおり、まさにそのとおりだった。こんなにも身近で大陸の動きを実感できたのは初めてだった。

○フィールドは博物館とは違う、別の感覚だ。ラピス大歩危石の博物館には、今回研修で学んだ実物が展示されていて、整っているものは違うと思った。

○とても興味深い場所を回れて、とてもおもしろかった。やはり本で見るのと、実際に生で見るのとは違うなと実感した。わざわざ来てくださった鳥海教授も、僕たちに合わせ



写真 3-5-1 結晶片岩の観察

てお話をしてくださいましたし、質問にも丁寧に答えてくださいましたので、とても分かりやすかったです。

- 自分の知らないことを新しく知り、納得することはとても楽しいことが、よく分かった！私は今回予習をしなくてよかったかな？と思う。新しいことを知っていくごとに、「楽しさ」が増えていったから。
- はじめは地学には興味がなかったが、この旅行をしているうちに、昔から何年もかけてつくられた断層や地層が見られることがおもしろくなってきた。なぜ？と考えると難しいことがたくさんあったが、鳥海先生の助けもあり分かったときにはとてもうれしかった。

(イ) 理科体験研修

目的 理科に対する興味・関心を高めるために、最先端の科学技術や研究施設を見学させ、科学の素晴しさを体験学習させる。また、それによって新たな意欲の喚起を図り、日々の学習活動に張りを持たせる。

期間 平成14年10月22日～24日（2泊3日）

場所 キリンビール神戸工場（兵庫県三田市、バイオ技術・二酸化炭素排出量削減・廃棄物ゼロ等）、兵庫県立人と自然の博物館（兵庫県三田市）、京都大学及び京都大学総合博物館見学（京都市）、J T 生命誌研究館（大阪府高槻市）、京都市内自主研修（京都市）、学習会

内容 兵庫県三田市では、最初に兵庫県立人と自然の博物館を訪れ研修を行った。同館で作成した「スタディノート」を手に全館を回って学習した。兵庫の自然誌、人と自然、新しい文化（環境）、生物の世界、地球・生命と大地の5つのテーマでまとめられており、2時間では時間不足の感があった。次に、キリンビール神戸工場を見学した。同工場は、廃棄物ゼロの生産工程が特徴で、工場の処理水を溜めて絶滅危惧種の淡水魚、モロコが生息できるビオトープが整備されていた。

京都大学総合博物館では、同大学が学問研究において世界的に貢献してきた重みのある歴史を目の当たりにした。中でも、靈長類の研究では世界の最先端の研究ノウハウを持っている。また、この期間のみ特別展示されていた物理教室所蔵の実験器具は、当時としては日本に数個しかないものであって、歴史的な貴重品の数々であった。

その後、研修計画書に従って、班に



写真 3-5-2 京都大学総合博物館にて



写真 3-5-3 日本新薬(株)の山科植物資料館にて

分かれて自主研修を行った。京都大学以外の大学訪問と企業訪問をそれぞれ1つずつ計画に入れることを課題としていた。

「写真 3-5-3」は、ある班が日本新薬（株）の山科植物資料館を訪れた時のものである。薬草として用いられている植物ばかりでなく、「サイエンスX」化学領域の授業に関係のある香料の原料として用いられている植物や、国内でもここを入れて数か所にしかないという、キソウテンガイという和名が付いている奇妙な植物なども観賞することができた。なかには、今話題の島津製作所に行って田中耕一氏との面会を求めた班もあった。

最終日は、大阪高槻市のJT日本生命誌研究館において、研究員の説明を聞いたり、ビデオ教材を見たりして「脳の生命誌」「DNAとゲノムについて」「DNA分析から見たオサムシの多様性」などについて研修した。

生徒の感想

- 今回の研修では、自主研修もあり、今までで一番有意義な研修だった。ただ、道に迷ったり、計画が無謀で全部は消化できなかったりしたのが残念だった。改めて計画の難しさと、重要性を認識した。
- 今回特に印象に残ったのは、キリンビールのビール工場だった。ただビールを造るだけでなく、ゴミを減らしたり、リサイクルを考えたりして、企業が環境問題についてここまでやっていることを初めて知った。工場に隣接しているビオトープも美しかった。ここには工場から出る排水が浄化されて使われていると聞いて、これが今後の私たちが目指すべき姿だと思った。

(ウ) 企業訪問

目的 最先端の科学技術や生産施設を見学し、技術及び自然科学の素晴しさを体験させ、新たな意欲の喚起を図り、目的意識をもって日々の学習活動に取り組ませる。また、現場の技術者・研究者の真剣に科学する態度を見て、自己の将来について考え、意欲をもたせる。併せて、世界的規模の鳴門のうず潮を見学し、理数セミナー（生物海洋学）で学んだ瀬戸内海の豊かさの原因である海底地形を想起させるとともに、自然の雄大さや不思議さを体感させ、自然に対する関心を喚起する。

期間 平成15年2月6日～7日（1泊2日）

内容 日亜化学工業見学（徳島県阿南市）、
大塚製薬板野工場見学（徳島県板野町）、
うず潮の観察（徳島県鳴門市）、学習会
(日亜化学工業見学)

1993年、「20世紀中には実現できない」と言われていた1cdの青色LED発明により、LED開発で大きく発展してきた会社である。発明者の中村修二氏の実績について生徒が一番驚いていたのは、1998年に年商40億円の会社が2002年度は1160億円になる見通しであるということ



写真 3-5-4 日亜化学工業にて製品説明

であった。大ヒット商品が企業にとっていかにすごいかということに感動していた。ただし、社員の説明に「理系の技術開発は、次々と新しいものが生まれる。大ヒットはそう長くは続かない。だから、創造力や努力が大切なんだ」という言葉があり、これにも深くうなづいた。

〈鳴門のうず潮観察〉

「理数セミナー」生物領域の「生物海洋学」で広島大学生物生産学部の上真一教授から「瀬戸内海の豊かさの原因の一つは、瀬と灘が複雑に存在する海底地形にある。海底に堆積した無機塩類が、この複雑な地形を海流が通過する時に海面まで巻き上げられる。そのため、瀬戸内海は海面近くまで栄養塩類が豊富で、植物プランクトンの増殖に都合がよい。しかも、複雑な海底地形により、そこに多様な生物が生息することも可能にしている。その結果、単位面積当たりの漁獲高が地中海の10倍に達する」ということを学習した。これを踏まえて「瀬戸内海が世界でも稀にみるほど豊かな海である」要因の一つである海底地形に思いをはせながら、鳴門大橋の上からうず潮を観察し、そのメカニズムを学習した。



写真 3-5-5 うず潮観察（大鳴門橋）

〈大塚製薬板野工場見学〉

人と環境に優しい工場を目指して作られた最新の製薬工場であった。広々とした敷地に、景観の美しいビオトープと工場の建物がとてもよく似合っていた。ただ、驚いたのは人が少ないとことであった。学校よりも大きな建物の中に、1時間に数十万錠の薬を製造できる生産ラインが備わっているのに、生産ラインで働く人は20名ほどしかいないということであつた。他の社員を全部合わせても110名ほどであると聞いて、改めてオートメーションのすごさを感じていた。

生徒から「このクラスには医療系への進学希望者が多くいるのですが、どのような人材を求めていらっしゃいますか。」という質問に対して、「皆さんは中国の1人当たりの年収が平均でどれくらいか分かりますか。おそらく3万円くらいだったと思います。日本は280万円くらいだと思います。ところが、中国にはこの280万円以上の年収の人が約5000万人います。



写真 3-5-6 大塚製薬板野工場にて全体説明



写真 3-5-7 大塚製薬板野工場の施設見学

日本には1500万人です。はっきり言って、企業からすれば中国の方がよく売れる。市場としては、大きいのです。こんなことは教科書だけでは分からぬことです。いろいろなことに興味を持ってください。そして、これだけは負けないという実力を養ってください。目を世界に向けて物事を考えて下さい。」という工場長の礎氏からの言葉が、帰りのバスの中でしばらく話題になっていた。

(エ) その他の特別活動

このほかに愛媛大学からも呼びかけがあり、「キャンパスＩＴ講習会」にはほぼ全員の生徒が参加した。また、愛媛大学を中心に、夏期休業中の理学部、工学部、農学部関係の公開講座や他大学のオープンキャンパスなどに全員が一度は参加している。

① キャンパスＩＴ体験会（6月1日）

授業の内容

午前中は、「暗号化とセキュリティについて」と題した愛媛大学工学部情報工学科の野田松太郎教授による遠隔授業が行われた。午後からは、「インターネット利用によるe-ラーニング」と題した体験授業が行われた。

授業の様子

本校SSHのメンバーを優先するとは聞いていたが、参加者50名中47名が本校生徒（SSH対象生徒は33名）であった。

そして、教材のタイトルには「SSH…」とあり恐縮した。もっと驚いたのは、工学部情報工学科、理学部数理学科、教育学部情報教育研究室の教授以下、学部生までスタッフとして参加していたため、スタッフの数が受講生と同じくらいいたことである。しかも、学部生までスーツ姿で、愛媛大学の本校SSHに対する意気込みを感じた。そんな密度の濃い講座に、生徒は非常に熱心に取り組んでいた。

② 愛媛大学体験入学（8月8～9日）

夏期休業中の体験学習の一環として、8月8日に理学部または農学部に、8月9日に教育学部、工学部、医学部、農学部において実施される体験入学の講座に、自分の興味・関心のある講座・研究室を選び参加した。

それぞれの講座では、研究室の紹介と実験研修などが行われ、普段あまり体験できない大学の授業をかいだ見ることができ、生徒には好評であった。

イ 科学系部活動の活性化

科学系部活動については、本校は過去に学生科学賞中央審査における数々の実績があり、県内ではトップクラスの活動がなされてきた。しかし、最近は化学部だけが、昨年まで連続10年以上にわたって、学生科学賞中央審査において入賞を果たしてきたものの、他の部活動は低迷していた。生物部と地学部は、今年度は部員がいない状態からスタートした。そこで、SSH事業「部活動他校訪問」などを経て、他県の情報を集めてみた。その結果、どこの県も似たような状態であり、訪れた高松第一高校の出島利明先生の言葉をお借りすれば、「全国で、科学系の部活動は今、壊滅的な状態である。」ということになる。



写真 3-5-8 キャンパスＩＴ体験会(愛媛大学)

本校では、本来運動部などにおいては、部活動の兼部を認めていない部があった。そこで、SSH事業においては、部内の一般生徒との関係や対象生徒が入学するまではSSH事業実施を知り得なかったということを考慮して、兼部ではなくサイエンスクラブ・数学クラブという課外活動の枠組みを新設してスタートさせた。

サイエンスクラブでは、全員が希望に応じて物理・化学・生物・地学のいずれかの班に所属することにした。主な活動は、月曜日と水曜日の放課後に実施した（後述する部活動他校訪問は、部活動として実施しており、部員である普通科の生徒も含まれている）。練習試合・公式大会前の部、生徒会行事が近づいた生徒会役員などはそちらを優先させたので、夏季休業以降は、全員そろっている班とそろっていない班があった。サイエンスクラブへの所属は、生徒の希望どおりにした結果、化学班に半数以上、生物班に10名以上の生徒が集中したために、活動が難しくなってしまった。移動も認めていたので、年度途中で、化学班から地学班と生物班に数名移る者も出た。また、SSH事業のさまざまな取組の中で、明確な進路目標が定まったということで、物理班から生物班に移った者もいる。

数学クラブには、全員所属することとし、土曜日を中心活動した。内容は、原則として高校で教えない数学、大学で学ぶ数学の内容を取り扱う、ということであった。しかし、普段の数学の授業の中で分からないう�あれば、質問してもよいということになっていたので、生徒からも、保護者からも好評であった。夏季休業以降は、運動部や文化部のメンバーが練習試合や公式大会に出る関係で、全員そろうことも少なくなった。そこで、数学オリンピックへの出場を目指すメンバーのみの活動となった。

(ア) 部活動他校訪問

目的 科学的な部活動における先進校を訪問し、その取組や過去の実績などに直かに触れることにより、より優れた部活動の在り方や研究の進め方を学ばせる。

① 物理部・生物部（サイエンスクラブの生徒を含む）

期間 平成14年9月27日～9月28日（1泊2日）

内容 岡山一宮高校訪問、高松第一高校訪問、岡山大学見学、香川大学工学部信頼性情報システム工学科など訪問

生徒の感想

- 岡山一宮高校も高松第一高校もすごいなと思ったけど、どちらの高校もほとんどの部員が運動部や他の文化部との兼部だと聞いて驚いた。僕たちにもできるんじゃないかと思った。
- 高松第一高校では、生物部、物理部出身の卒業生が、研究を趣味から仕事にしている人がたくさん出ていると聞いて、なんだかやる気が出てきた。



写真 3-5-9 部活動成果の見学(岡山一宮高校)

② 化学部（サイエンスクラブの生徒を含む）

期間 平成14年9月29日～30日（1泊2日）

内容 広島国泰寺高校訪問、広島学院高校訪問。広島大学東千田キャンパスにて「数学コン

クール」に参加。広島大学東広島キャンパス見学、広島市植物公園見学 生徒の感想

- 広島国泰寺高校では、休日にもかかわらず、生徒だけでなく、全員の理科の先生が出て来てくれたので驚いた。生徒の一生懸命の発表に感動した。
- 広島学院高校は全国でもトップレベルの化学部だと聞いていたが、週に1・2度の部活動しかしていないと聞いて驚いた。中学校から引き続きやっていることもあるかもしれないが、本校でも工夫したらできるのではないかと思った。



写真 3-5-10 部活動発表会（広島学院高校）

③ 数学クラブ

内容 土曜日に「数学的な考え方について（数学の各種問題）」「数学問題のとらえ方及び分析の仕方（方法論）」「数学の発展（数のひろがり）・数学における表現論」「関数の世界」「論理的思考」等をテーマとして、不定期的に1・2時間の講義を行っている。最初は、全員参加で行われていたが、夏休み以降は数学オリンピックを目指す生徒だけが参加している。

平成14年9月29日、部活動他校訪問で広島に行った生徒が広島大学における「数学コンクール」に、広島県教育委員会のご配慮で特別に参加させていただいた。

「数学コンクール」は、広島県教育委員会と広島大学が共催し、開催している。県内の高校生が、あらかじめ与えられた課題を解いて応募し、素晴らしい解法を見つけた生徒は、その解法を会場に集まった人の前で披露するというものである。

次の写真は、生徒の解法に対して、広島大学大学院理学研究科（数学）松本堯生教授が指導と解説をしているところである。

最後に広島県教育委員会と広島大学から、優秀者に対して、表彰がなされた。県内各地から数学に興味のある生徒が一堂に会する機会を提供しているという意味でも、素晴らしいと思った。

このコンクールで県全体の高校生の数学のレベルアップを図っているとのことであった。

(イ) 本年度の科学系部活動の成果

日本学生科学賞愛媛県審査

優秀賞 「虹の研究」（物理部）

佳 作 「ヒガンバナのアレロパシー活性について」（生物部）



写真 3-5-11 数学コンクール（広島大学）

(6) S S H他校訪問

S S H事業はわが国で初めてのものであるので、カリキュラムの作り方や大学等との連携の在り方、あるいは効果的な行事等について不明な点が多い。そこで、同じS S H指定校を訪問し、情報を交換することにより、双方の事業が円滑に進むことをねらいとした。

ア 訪問校等

訪問校	訪問日時	訪問者	訪問校対応者
札幌北高等学校	平成14年8月21日 9:00~11:30	中野 豊機 千葉 昇 羽浦 賢司	三品 純一(教頭) 玉田 茂喜(進路指導部長)
米沢興譲館高等学校	平成14年8月8日 9:30~11:30	垣生 雅孝 重松 寛紀 皆川 雅文	巻 久(校長) 勝美英一朗(教頭)
京都市立堀川高等学校	平成14年8月7日 14:00~16:00	谷本勝太郎 首藤 忠弘 灘野 達人	荒瀬 克己(教頭)
立命館高等学校	平成14年8月8日 10:00~11:30	谷本勝太郎 首藤 忠弘 灘野 達人	後藤 文男(校長) 浮田 恭子(副校長) 田中 博(教諭)
京都教育大学 教育学部附属 高等学校	平成14年8月8日 13:30~15:00	谷本勝太郎 首藤 忠弘 灘野 達人	井上 達朗(研究部長)

イ 情報交換事項

(ア) 研究計画の概要と特徴

① カリキュラムに関するもの

札幌北高等学校

- 大学、研究機関と協議しカリキュラム開発についての計画概要をまとめる。
- 高校における大学教員、研究機関等の研究者による授業（出前授業）を実施するとともに、カリキュラムへの位置付けを研究する。
- 高大連携科目のシラバス及び単位認定について検討する。
- 思考力や創造性・独創性を高めるための新たな教材開発のための調査研究を行う。
- 大学、研究機関との連携のもとに思考力や独創性を高める新たな教材開発を進める。

山形県米沢興譲館高等学校

- 理科・数学の授業時間の増加はしない。
- 理科・数学の境界領域の教材開発する。
- 理科実験実習を一層重視する。
- 大学での講義受講を、学校設定科目「大学等における学習（仮称）」の単位として増加して認める。

京都市立堀川高校

- 専門科目「探究基礎」・「自然探究」を核とした「未来の科学者」養成のための理数

系教育環境と指導法を研究する。

立命館高校

中・高・大の連携のもと、次のような取組をしている。

- 中学校での学習を踏まえて、「研究レポート」に取り組ませ、自ら選んだテーマで自主研究を行う。
- 最先端科学研究の現場に触れ、科学への関心を高め、現代的課題にアプローチする科学的手法を学習する「最先端科学研究入門プログラム」を開設する。
- 生命倫理を学ぶ学校設定科目「生命」(必修)を高校2年に配置する
- 学習・研究の交流を図るためのコミュニケーションスキルとして、「Science in English」、「Mathematics in English」などの科目を開設する。
- 数学の重要性や可能性、おもしろさに気付くような項目を、教科書外でのトピックスとして準備する。

また、理科では実験を豊富に用意し、実験をとおして好奇心を高め、工夫する力、応用力を養う。

- さらに高い理数系の学習を望む生徒には、「スーパーサイエンスプログラム」として、立命館大学びわこ・くさつキャンパスで大学の先生方と連携した教育を行う。

京都教育大学教育学部付属高等学校

- 理科・数学の授業時間の増加
- 理科・数学の境界領域の教材開発
- 理科実験実習の一層の重視
- その他の科目的設置

理科では、「科学技術」・「物質科学Ⅰ」・「物質科学Ⅱ」・「エネルギー科学Ⅰ」・「エネルギー科学Ⅱ」・「生命科学」

数学では、「応用数学Ⅰ」・「応用数学Ⅱ」・「解析Ⅰ」・「解析Ⅱ」・「代数幾何」・「確率統計」・「現代数学研究」

② 大学等との連携に関するもの（一部カリキュラムに関連するものと重複）

札幌北高等学校

- 大学、研究機関と協議しカリキュラム開発についての計画概要をまとめる。
- 高校における大学教員、研究機関等の研究者による授業（出前授業）を実施するとともに、カリキュラムへの位置付けを研究する。
- 高大連携科目のシラバス及び単位認定について検討する。
- 大学・研究機関・企業におけるインターンシップを実施する。
- 大学、研究機関との連携のもとに思考力や独創性を高める新たな教材開発を進める。
- 大学の公開講座や、ゼミ等への生徒の積極的な参加を図る。
- 出前授業「集中講座」を実施する。

山形県米沢興譲館高等学校

- 課題研究の成果を発表する際、校内だけではなく管内の中学校教師及び生徒を招き、本校への理解と理数系教科への興味・関心の喚起に役立てている。
- 学校独自の科目的設置

大学での講義受講を、学校設定科目「大学等における学習（仮称）」の単位として増

加して認める。

- 大学・企業・研究機関による指導
- 地域自治体（山形県）の教育・研究活動との連携強化

京都市立堀川高校

- 「探究基礎」・「自然探究」における大学・研究機関との連携

具体的には、京都大学大学院理学研究科・情報学研究科・人間環境科学研究所・エネルギー科学研究所、京都大学数理解析研究所・生態学研究センター、京都工芸繊維大学工芸学部、大阪大学大学院理学研究科、大阪市立科学館学芸課等である。

立命館高校

- 高い理数系の学習を望む生徒には、「スーパーサイエンスプログラム」として、立命館大学びわこ・くさつキャンパスで大学の先生方と連携した教育を行う。

京都教育大学教育学部付属高等学校

- 大学・企業、研究期間による指導

京都教育大学の公開講座への参加、大学院ゼミへの参加を始め、京都大学、京都工芸繊維大学、京都府立医科大学、国立遺伝学研究所等の研究機関や、京都工業会、近畿発明協会、サイエンス e ネット等の理科系教育機関の協力を得て、講義・見学等研修機会の量的・質的充実を図っている。

- 地域自治体（京都府等）の教育・研究活動との連携強化

③ 科学部等課外活動の育成と活動状況・実績等

札幌北高等学校

- 物理化学部では、平成 6 年度より「プルシアンブルーに対する銀イオンの特異な反応」と題し、年次ごとに PH、温度、静電気、磁力、重力、光、超音波などがどのように影響するかを調査した。平成 9 年度全道高文連理科研究発表大会総合賞受賞。全国化学グランプリ 2000 銀賞受賞。

生物部では、カナダ・デボニアン植物園と北海道大学農学部による「ライラックの開花日調査」に協力参加した。

地球惑星科学部では、道立理科センター主催獅子座流星群の観測会に参加した。

数学愛好会は、本年度より活動を始めた。

山形県米沢興譲館高等学校

- クラブ活動発表・発信の場の設定

理工部において、ソーラーカー研究班でソーラーカー及び電動カートの開発・製作を行い、ワールドエコノムーブ、ワールドソーラーバイシクルレース、全国電動カート創作コンテストへの参加を通して評価を得る。

また、山形県置賜地区の小・中・高校、また、県内の理数科設置高校の生徒を対象として、本校の生徒が研究した成果を発表し、意見交換を行う。また、その P R 活動を行う。

京都市立堀川高校

情報収集を行わず。

立命館高校

情報収集を行わず。

京都教育大学教育学部付属高等学校

情報収集を行わず。

④ 学校としての特徴的な取組

札幌北高等学校

- 北海道大学への飛び入学の検討

山形県米沢興譲館高等学校

- その他の科目（文系関連も含む）の設置

大学での講義受講を、学校設定科目「大学等における学習（仮称）」の単位として増加して認める。

京都市立堀川高校

- S S H ライブライアリの創設

探究基礎・自然探究における指導法の研究や生徒の学習・研究活動の充実に資するため、本校マルチメディア図書館内に理数系の専門書等を整備する。

立命館高校

- 中・高・大の連携

中学・高校・大学を一括できる私立の高等学校の利点を生かして、一貫したカリキュラムの編成と実施ができる。

京都教育大学教育学部付属高等学校

- 理科・数学の境界領域の教材開発

a 1、2年次の2年間で生物・化学・物理の3領域を必修、生物Ⅱ・物理Ⅱの履習を可能にした。

b P C 等の視覚的教材の開発に努める（動画による「軌跡」のイメージ化を図る）。

c 理科分野に通じる内容の融合・体系化を図る（2次関数、三角比、力学等）。

⑤ 評価について

札幌北高等学校

- 生徒によるチェック表の作成

- 学力の変化の調査

文部科学省の実施する一斉学力テストと同じ問題を実施し、全国の生徒の成績と比較する。また、東北大学の学力調査のモニターになっているので、同じモニター校の東北地区の進学校との成績を比較する。

山形県米沢興譲館高等学校

- S S H 事業は、学校設定教科「生涯科学」を機軸とする取組のほか、日常の生活指導・教科指導における取組も重要である。そこでは、科学技術そのものを題材にしなくても、科学技術を理解し発展させるバックグラウンドとなる資質・能力を育成することは十分可能である。各教科がそれぞれ目標とする資質・能力を掲げるのではなく、今年度の S S H 事業で求めた「探求する力」「創意工夫する力」「表現し発信する力」を、どう伸ばしていくか考え、取り組んでいこうということになった。

京都市立堀川高校

- 評価は、総合学科の授業に組み込まれているのでその中で評価している。

立命館高校

情報収集を行わず。

京都教育大学教育学部付属高等学校

- 運営指導委員会を各学期末に開催し、授業観察をとおして指導方法、教材等について評価を受ける。
- 対外的研究会を2月下旬から3月初旬に開催して評価を受ける。
- 校内における評価
 - a 上級学年との比較・検討（理解度・関心度）
 - b 個人の変容（意識・意欲・理解・関心・取組方等）
 - c 各種コンクール・コンテスト・発表会等への参加度・実績
 - d 課題研究の作成内容
 - e 進路分析

⑥ S S H事業実施上の問題点

札幌北高等学校

- 文部科学省との契約ができていない。
- 大学との連携
 - 北海道大学への飛び入学については、北海道大学内でも飛び入学に対して賛否が分かれており、現状では実施は難しい。
大学教授が授業を行う場合、高校の授業との整合性を考えなければならない。
- 総合的な学習との差別化
 - 総合的な学習とS S Hの取組とが紛れてしまう可能性がある。
- 理科センターとの連携
 - 特に実施していない。今後の課題である。

山形県米沢興譲館高等学校

- 平成13年度末から理科を中心にS S H事業の計画を立てていたので、他の教科とのギャップがある。他教科にも関わりを持たせるために各教科の取組をまとめた。その内容を実践し、全教科で生徒の能力をどのように伸ばしていくかが課題である。
- S S Hの評価について、原案を作成していたが、具体的な学力に関わる評価については今後の検討課題である。分析力・考察力・記述力等をどのように評価するかが問題となる。
- 科学技術・理科・数学が融合した新規特設科目「生涯科学Ⅰ」と「課題研究」の違いをどのようにするのかが課題である。「生涯科学Ⅰ」は、特に理科・数学の基礎的・基本的事項に重点を置いた内容を扱い（自然科学基礎講座）、また、体験的活動を積極的に実施し、生徒の科学に対する興味・関心を喚起する。体験的活動として、野外巡査、コンピュータ研修がある。「課題研究」は、数学・物理・化学・生物・地学の5科目において、自然科学の基礎的・基本的分野について文献を用いてグループごとに調査研究をするとともに、自然科学史上代表的な実験・観察を検証しながら科学的な見方・思考・技能を習得する。これら二つの科目の相違点をどのように明確にするかが問題点である。
- 課題研究にかける時間が不足している。発表の場がありながら、その後のフォローが

なく、研究がそこで止まってしまう。作品を日本学生科学賞などへはレベル的に達しいていないので出品していない。今後のSSHの課題研究では、前期・後期に分けて二つのテーマを実施したい。しかし、今までの課題研究とは異なる高度な内容にしていきたい。例えば、山形大学工学部の学部生と大学で研究したり、または大学にない機器を購入し、高校と一緒に研究できないか検討している。

京都市立堀川高校

- 48億円もの費用をかけてハード面を充実したばかりなので、予算をたてるのに苦労している。文部科学省との契約がまだできていない。

立命館高校

- まだ委託契約ができていない。SSH講演会も予定しているが、学校独自の事業とせざるを得ない。
- この事業の計画段階では異論を唱える者もいたが、押し切った。教員を始めとする学校全体の協力体制は、今ではできている。

京都教育大学教育学部付属高等学校

- 文部科学省の予算認可が7月10日で、1学期に計画していた内容を全て変更して実施せざるを得なかった。
- ウニの受精について宿泊研修を実施した。天候（台風）や産卵の時期などいろいろな問題が発生した。
- 理科・数学以外の他教科の先生との温度差のあることは否めない。いろいろな会議の場で報告・意見交換を繰り返して、意識統一・協力体制を図っている。
- 毎年1クラス（40名）を対象に継続して実施していきたいと思っているが、2年目からは経費面で保護者負担にすべきか思案している。

(7) 広報活動 S S H通信

S S H事業は、理科・数学教育に重点を置いたカリキュラムを研究・実践するものであるが、他教科の先生方との間に温度差を生じないように、学校全体で取り組む教育活動として適切に位置付け、全教職員の意識統一を図らなければならない。担当する教員が意欲をもって取り組むことができるよう、本校ではS S H委員会、職員会その他諸々の会議の場で機会あるごとに意見交換を重ねてきた。対象生徒はもちろん、保護者に対しても事業計画やねらいについて文書を作成して送付し、7月8日には授業参観・保護者説明会を実施した。定期的な広報活動としては「S S H通信」と銘打って月1回広報用リーフレットを作成し、ホームルームの活動状況や事業内容、生徒の反応等について知らせてきた。

S S H通信の内容は、下記のとおりである。

- | | |
|--------|--|
| 6月7日 | 「S S H通信 第1号」を作成 配付 |
| | ●研究のねらい、研究計画、事業内容、生徒の声などを集録 |
| 7月1日 | 「S S H通信 第2号」発行 配付 |
| | ●6月の実施報告、IT体験会、「光る大腸菌をつくる」、理数科講演会、7・8月の行事予定などを集録 |
| 9月5日 | 「S S H通信 第3号」発行 配付 |
| | ●7月の事業報告、理科学習合宿、9月の予定、部活動交流訪問などを集録 |
| 10月11日 | 「S S H通信 第4号」発行 配付 |
| | ●9月の事業報告、部活動交流訪問、10月の予定などを集録 |
| 11月11日 | 「S S H通信 第5号」発行 配付 |
| | ●10月の事業報告、理科体験研修、第2回運営指導委員会、11月の予定などを集録 |
| 12月16日 | 「S S H通信 第6号」発行 配付 |
| | ●11月の事業報告、「遺伝子治療」、第3回SSH委員会、12月の予定などを集録 |
| 2月17日 | 「S S H通信 第7号」発行 配付 |
| | ●12月・1月の事業報告、2月の予定などを集録 |
| 3月18日 | 「S S H通信 第8号」発行 配付 |
| | ●2月の事業報告、第3回運営指導委員会などを集録 |

I 6月実施内容

(1) キャンパスIT体験会（6月1日）

本校SSHのメンバーを優先するとは聞いていたが、参加者50名中47名が本校生徒であった。もっと驚いたのは、工学部情報工学科、理学部数理学科、教育学部情報教育研究室の教授以下、学部生までスタッフとして参加したため、スタッフの数が受講生と同じくらいいた。しかも、学部生までスーツ姿で、愛媛大学の本校SSHに対する意気込みを感じた。そんな密度の濃い講座に、生徒は非常に熱心に取り組んでいた。



キャンパスIT体験

(2) サイエンスX研究授業「光る大腸菌をつくる」（6月12日）

今春から文科省の指針が新しくなり、高校でも遺伝子組換え実験ができるようになった。そこで、生物部門研究会の研究授業で実施した。内容は、発光クラゲのDNAを大腸菌に導入して光る大腸菌にするというもの。丸尾・中川両教諭による理科では珍しいチームティーチングで、県下の生物教諭45名の参観のもと、高校初の遺伝子組換え授業が行われた。授業は、NHK・南海放送・あいテレビ・愛媛新聞に取材され、広く報道された。



サイエンスX「光る大腸菌をつくる」

(3) 理数科講演会（6月14日）

森俊樹（富士通株式会社ソリューション事業本部、本校理数科4期卒業）先生による講演会が行われました。

理数科の思い出から始まり、会社の仕事の紹介、21世紀型社会について、そして、「とにかくやってみよう」ということで、次の3つの言葉を贈られた。

①「すべての出発点は明確な願望をもつことである」

Control Your Own Destiny.

自分の運命は自分で決めるという強い意志を持って、なりたい自分になろうとにかくやってみることが大事である。

②「パーソナリティー」

魅力ある個性をもった人間になるよう、先ずは自分の得意分野を持ってほしい。

③「パーソナルインシアティブ」（やりたいことを最後まで完遂させる力）

言い換れば熱意。自分が興味を持って始めたことは、必ずどこかで日の目を見ることができる。



理数科講演会

II 7月行事予定

・ 1、8、15日（月）理数セミナー

15日は愛媛大学田辺信介教授による環境ホルモンの授業（本校）

・ 3、10、17日（水）サイエンスX（染料）

・ 22日（月）～24日（水）理科学習合宿（砥部町・新居浜市・安芸市・室戸市他）

講師は、東京大学理学部鳥海光弘教授

8月の予定

・ 5日、6日来年度理数科志望の中学生に対する体験学習

・ 24日、25日サイエンスクラブ他校訪問（詳細未定）

(8) 校内SSH委員会

この委員会は、SSH事業が円滑に実施され、そのねらい（探究心や研究意欲の育成、有為な研究者の養成、科学的に探究する能力・態度の育成）が達成されることを目的として設置した。組織図と構成員は図3-8-1のとおりである。なお、この組織図は年度当初組織したものを、一部修正したものである。

今年度は4回開いた。各回の協議事項等は、次のとおりである。

第1回SSH委員会（平成14年4月11日）

議事

ア SSH事業についての説明

- (ア) SSH事業のねらい
- (イ) 本校の取組
- (ウ) 平成14年度年間計画について

イ 質疑応答

- (ア) HR活動の活用について
- (イ) 保護者・生徒への具体的説明の実施について
- (ウ) 部活動への参加について
- (エ) エリートの養成について目標設定
- (オ) 研究成果を上げるための土・日曜日の有効活用について
- (カ) SSH事業のための時間割の変更と実施開始時期について
- (キ) 事業の成果を確認するための生徒への意識調査の作成について

第2回SSH委員会（平成14年9月26日）

議事

ア 状況報告

- (ア) 4月以来の行事実施表と10月以降の行事予定表をもとにした、進捗状況の説明
- (イ) HR担任より生徒の様子や変容についての報告

イ 各事務局の今年度の今後の事業確認

- (ア) 会計係
- (イ) 庶務・記録・HR運営
- (ウ) 教科指導・進路保障係より、「サイエンスX」「理数セミナー」の今後の予定の説明
- (エ) 企画・運営係より、今後予定されている SSH委員会、運営指導委員会、理科体験研修、企業訪問の予定について連絡
- (オ) 渉外

ウ 来年度の各事務局の事業計画立案

来年度のカリキュラム、特別行事等について原案が出され、審議した。会計係からは、予算措置が必要なものについては、十分綿密に計画し検討を重ねるよう要請があった。

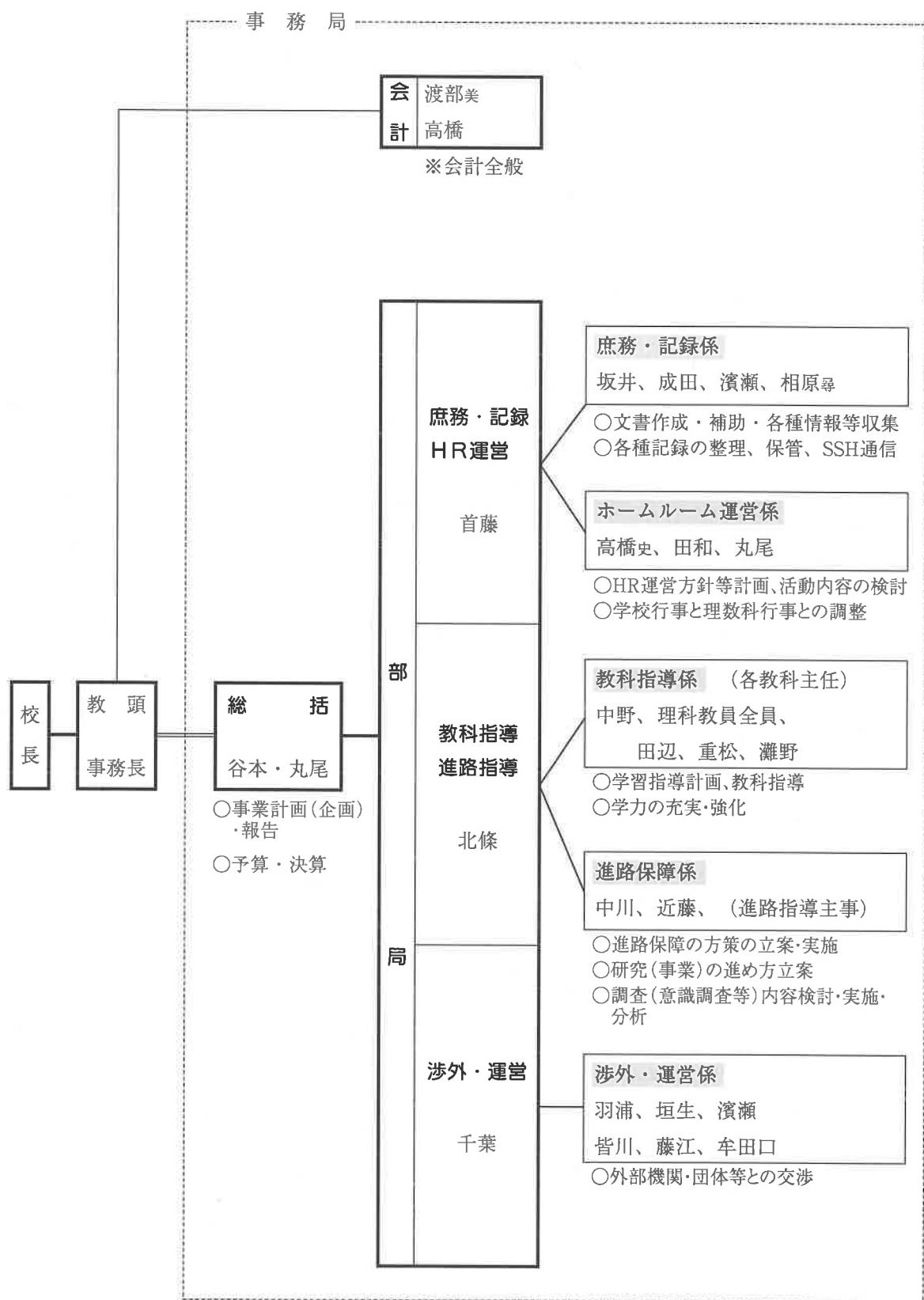


図 3-8-1 校内SSH委員会組織図

第3回SSH委員会（平成14年11月29日）

第3回から新しい委員会組織で運営された。

議事

ア 状況報告と今後の予定

- (ア) 今年度の行事について、行事予定表をもとに説明した。
- (イ) H R 担任より生徒の様子を報告した。
- (ウ) 学年主任より

イ 各事務局の今年度の今後の事業確認

- (ア) 会計係より
- (イ) 教科指導・進路指導係より
- (ウ) 渉外・運営係より

ウ 来年度の事業計画立案等について

- (ア) 「理数セミナー」について、案をもとに説明した。
- (イ) 「チャレンジX」について、案をもとに説明した。
- (ウ) 特別行事（体験研修・特別講演）について、案をもとに説明した。
- (エ) 15年度入学生に対する「スーパーサイエンス」の実施について
この事業の成果を生かして、次年度以降の入学生に対して実施するカリキュラムを、
13年度までのものと変更し、実施することについて説明した。

エ 成果の波及

この事業の成果について、
○どのようなことを
○どのような方法で
松山南高全体に、また愛媛県全域にどう広めるかについて主旨説明があり、検討課題として残された。

第4回SSH委員会（平成15年1月8日）

議事

ア 状況報告と今後の予定

- (ア) 今年度の行事について
行事予定表及び愛媛大学研究室訪問割当表をもとに説明した。
- (イ) H R 担任より生徒の様子を説明した。
全員が将来理系の大学に進みたいという希望である。
- (ウ) 学年主任より

イ 各事務局の今年度の今後の事業確認

- (ア) 会計係より
- (イ) 教科指導係より
- (ウ) 渉外・運営係より

ウ 来年度の事業計画立案等について

- (ア) 平成15年度行事予定表をもとに説明した。
来年度のSSH講演会3件は、予定どおり実施できる見込みとなった。

エ 成果波及の方策について

- どのようなことを
- どのような方法で

松山南高全体に、また愛媛県全域にどう広めるか

について、委員のそれぞれが考えて係に報告することとなった。

この報告のとりまとめについては、P 88 「研究開発実施上の問題点及び今後の研究開発の方向」で触れた。

(9) 運営指導委員会

この事業を円滑に推進するために、運営指導委員会を設置した。委員会の構成は、右の表3-9-1のとおりである。

運営指導委員会は、平成14年度は3回実施した。

ア 第1回運営指導委員会

第1回は、平成14年8月28日に松山南高等学校で開かれた。以下は、その概要である。

(ア) 出席者

安永健二、平井、貢、遠山 鴻、林秀則、坂口 茂、榎原正幸、栗木久光

宇和上正、山田剛輝（愛媛県教育委員会高校教育課課長補佐）、丹下敬治、石崎 学の他、本校からは武智敏明校長以下数学・理科の教員始め多数が出席した。

(イ) 議事

開会行事・委員紹介のあと、愛媛県スーパーイエンスハイスクール運営指導委員会設置要項の説明があった。その内容は、次のとおりである。

愛媛県スーパーイエンスハイスクール運営指導委員会設置要項

第1条 スーパーイエンスハイスクールの運営に関し、専門的見地から指導、助言評価等をするため、愛媛県スーパーイエンスハイスクール運営指導委員会（以下「委員会」という）を設置する。

第2条 委員会はスーパーイエンスハイスクールの運営に関し、次に掲げる事項を処理する。

- (1) 研究開発の実施に係る指導及び助言
- (2) 研究開発の成果・実績に対する評価
- (3) その他運営に関する必要な事項

第3条 委員会は、委員10人以内をもって構成する。

2 委員は、次に掲げる者のうちから、教育長が委嘱し、又は命ずる。

- (1) 学校教育に専門的知識を有する者
- (2) 学識経験者
- (3) 関係行政機関の職員

第4条 委員会に、委員長及び副委員長各1人を置く。

2 委員長は委員が互選し、副委員長は委員長が指名する。

3 委員長は、委員会を代表し、会務を総理する。

4 副委員長は、委員長を補佐し、委員長に事故があるときは、その職務を代理する。

第5条 委員会は、委員長が召集し、これを主宰する。

2 委員長は、必要があると認めるときは、委員以外の者を会議に出席させ、意見を求めることができる。

表 3-9-1 運営指導委員会

氏名	所属	職名
安永健二	愛媛県立西条高校	校長
平井 貢	愛媛県立宇和島東高校	校長
遠山 鴻	愛媛大学理学部	教授
林 秀則	愛媛大学理学部	教授
坂口 茂	愛媛大学理学部	教授
榎原正幸	愛媛大学理学部	助教授
栗木久光	愛媛大学理学部	助教授
宇和上正	愛媛県総合教育センター	室長
丹下敬治	愛媛県教育委員会	指導係長
石崎 学	愛媛県教育委員会	指導主事

第6条 委員会はスーパーサイエンスハイスクール事業の終了をもって解散する。
第7条 委員会の庶務は、教育委員会事務局指導部高校教育課において処理する。
第8条 この要項に定めるもののほか、委員会の運営に関し必要な事項は、委員長が別に定める。
付則
この要項は、平成14年8月18日から施行する。

続いて、委員長に遠山 鴻氏、副委員長に安永健二氏が選出された。

学校側から、

- ① スーパーサイエンスハイスクール指導方針
- ② 学校設定科目「サイエンスX」「理数セミナー」の指導内容及び指導方法
- ③ 特別行事、科学部活動の指導内容及び指導方法

について説明し、協議が行われた。協議の概要は、以下のとおりである（会議の詳細は巻末に資料として掲載した）。

協議では、SSH事業が我が国にとって初めてのものであり、その第1回の運営指導委員会であったため、次のように多くの質問が出た。

- ① SSH事業の位置付け
- ② 教育課程の編成と授業形態、さらに他の授業への負担
- ③ 高大連携の在り方と形態
- ④ 生徒の様子
- ⑤ 授業内容（数学・理科）
- ⑥ 数学クラブの指導
- ⑦ 大学が求める人材
- ⑧ 部活動とサイエンスクラブの指導
- ⑨ 評価について

これらのうち、⑦については大学側から回答があり、他は本校から回答した。

また、成果の波及について要望が出され、本校から検討する旨回答した。

イ 第2回運営指導委員会

第2回は、平成14年10月29日に開かれた。時程は次のとおりである。

授業参観 13:40～14:30

運営指導委員会 14:40～16:40

会場は松山南高等学校。「火山灰中の鉱物」というタイトルの「サイエンスX」の授業参観に保護者も参加した。

授業の後で開かれた運営指導委員会には、委員として

遠山鴻（委員長）、安永健二（副委員長）、平井 貢、林 秀則、粟木久光、宇和上正、石崎学の各氏が、参考人として柳沢康信氏（愛媛大学理学部長）が出席した。

松山南高等学校側からは、武智敏明校長ほか関係職員が出席した。

協議事項は

- ① 「サイエンスX」（学校設定科目）の指導内容及び指導方法について

- ② 生徒の関心、意欲、態度の変容について
- ③ 大学との連携の在り方について
- ④ 平成14年度研究開発実施報告書の作成及び平成15年度実施計画について
- ⑤ その他

であった。第1回は特に協議題を絞らず自由に意見を求めたが、今回は上のようなテーマを中心にして議論を交わした。

ウ 第3回運営指導委員会

第3回は、平成15年2月24日に開かれた。
時程は、次のとおりである。

授業参観	13:40~14:30
運営指導委員会	14:40~16:40

会場は松山南高等学校。「サイエンスX発表会」というタイトルで、この1年の授業・特別活動・科学クラブ等についてのまとめの発表会を行い、それを参観していただいた。

授業の後開かれた運営指導委員会には、委員として

遠山 鴻（委員長）、平井 貢、林 秀則、栗木久光、坂口 茂、榎原正幸、宇和上正、石崎 学の各氏が、参考人として柳沢康信氏（愛媛大学理学部長）が出席した。

松山南高等学校側からは、武智敏明校長ほか関係職員が出席した。



写真 3-9-1 第3回運営指導委員会

議事

- (1) 開会行事
- (2) 協議
 - ア 研究授業について
 - イ 平成14年度の反省及び平成15年度の実施計画について
 - ウ その他

4 実施の効果とその評価

(1) 生徒の変容

生徒の意識を調べるために、年間数回のアンケート調査を実施した。(学年で実施した進路適性診断テストも生徒の実態把握の上で参考になるデータが含まれている。) また、生徒の提出したレポート、生徒、保護者との面談、さらには参観授業などの講評の記録等から、生徒がどのように変容してきたかをまとめた。

ア 本校理数科への入学希望について

Q1 本校理数科の受験をいつ決めましたか。

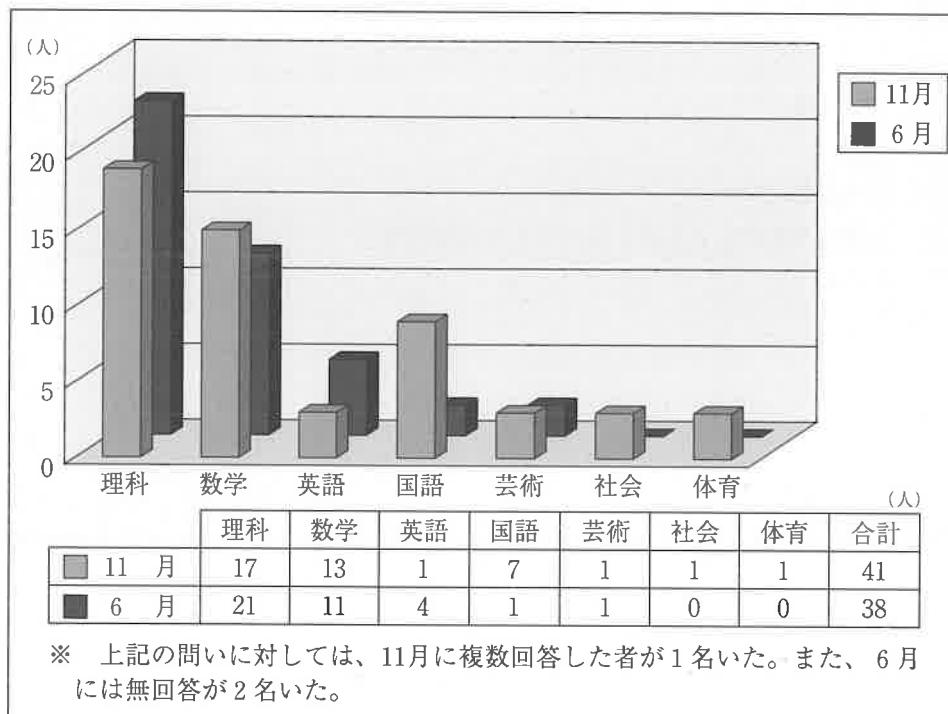
	本年度	平成10年度
中学2年以前	10人	12人
中学3年前半	26人	24人
高校入試直前	4人	4人
計	40人	40人

半数の生徒は中学3年の前半頃に、進路を決定しているが、20%の生徒は中学2年以前から希望があったようである。

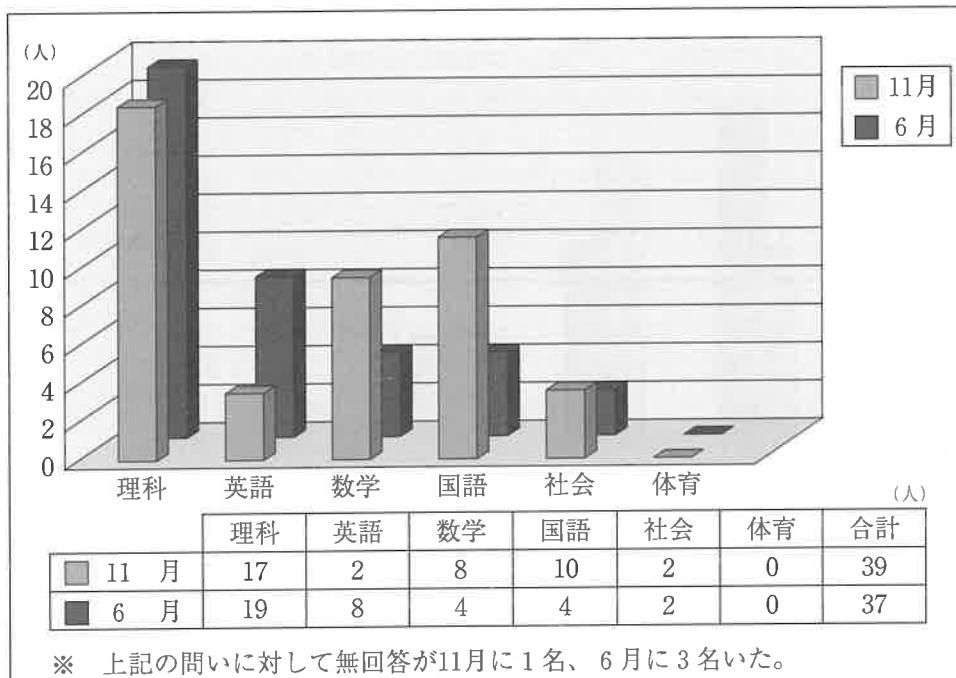
また、本校を目指したきっかけについての設問から、中学校の先生のアドバイスや本校における高校説明会という回答が多くかった。志望理由についての設問からは、将来の自己実現を目指した強い進路希望に基づいている者が多いことが分かった。

イ 教科の得意・不得意について

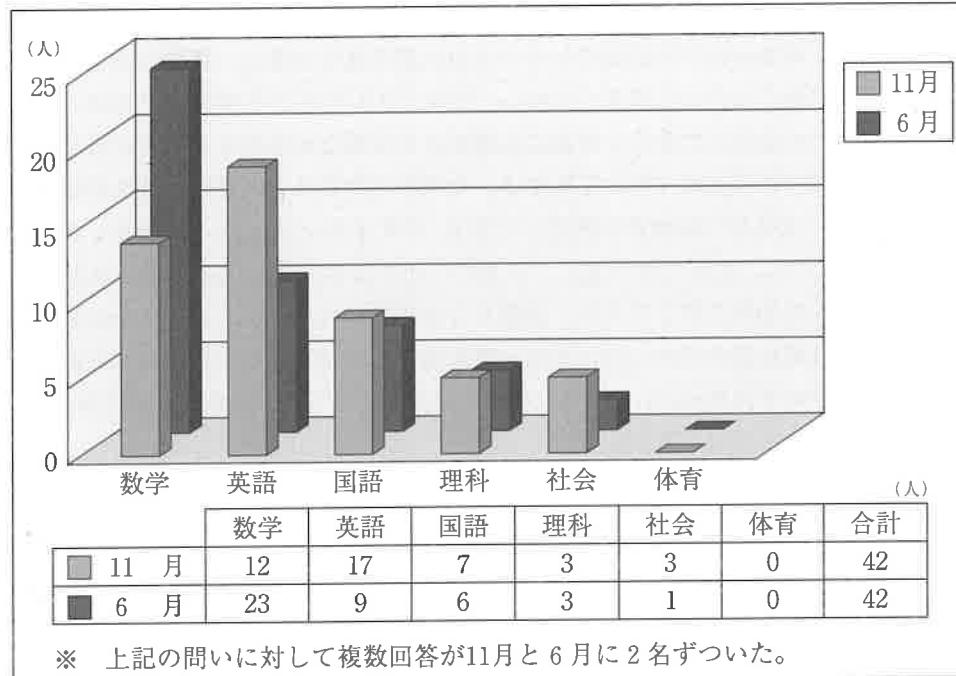
Q2 一番好きな教科はなんですか。



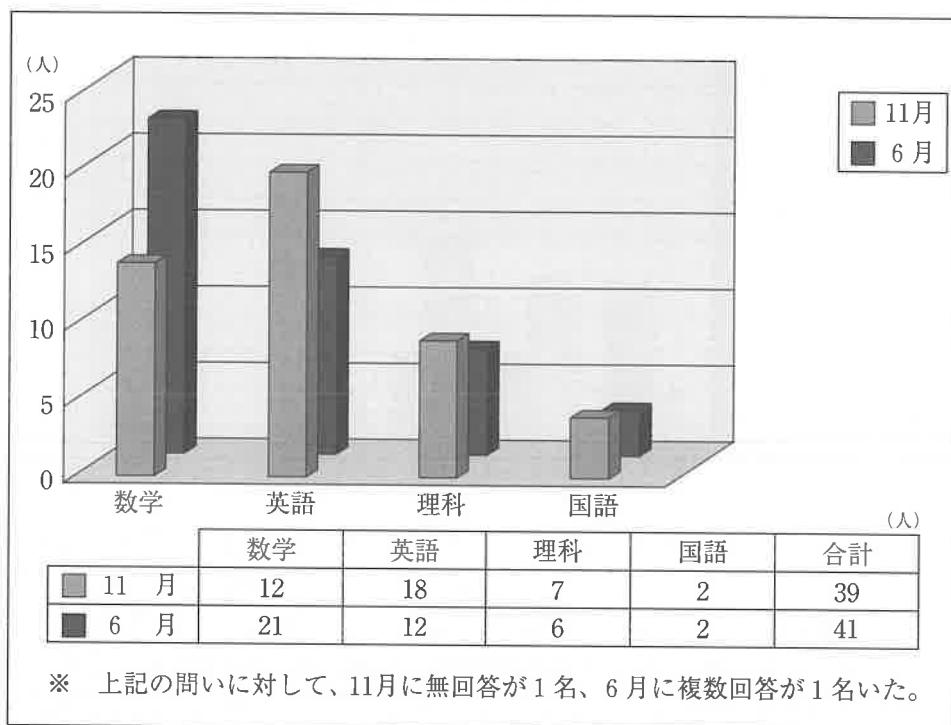
Q3 一番得意な教科はなんですか。



Q4 今、一番苦しんでいる教科はなんですか。



Q5 今、一番成績を上げたい教科はなんですか。



このSSH事業を進めていく上で、「大幅な理数科目の増加は、かえって数学嫌い・理科嫌いをつくるのではないか」という不安が、教師側にあった。それでも生徒の可能性を信じ、かつ生徒の実体の把握に努めつつ、事業を実施してきた。

アンケート調査の数字や生徒のレポートの文章を見ていると、高校入学後に理数系科目の好意度に低下が起こったとは考えられない。授業においても、生徒たちの反応は非常に良好であり、ただはじめなだけでなく、好奇心と探求心を保ちながらSSH事業に取り組んでいる。生徒たちの授業や特別行事における態度は、大学の先生からも大変好意的な評価をいただいている。さらに、本校が今回独自に創設した科目（「サイエンスX」、「理数セミナー」、「チャレンジX」）のために、従来の理数化学（普通科の化学IB3単位実施）が1単位減の2単位である。教科書も普通科と同じであり、進度もほぼ同じであったが、定期考査の成績において、クラス平均点は毎回最高であった。また、理数化学を含む理科の授業に対する好意度は、全教科の中で最高の結果であった。つまり、事業の目的である「科学技術・理科大好き人間をつくる」ことは、期待した方向に進行している。

ただ、数学・理科においても少なからず「苦手意識」を持つ生徒もあり、今後の指導において留意しておく必要がある。今年度、英語（オーラルコミュニケーション）では習熟度別の少人数学習を実施した結果、明らかに学力の定着が見られた。一方、数学・理科においては、明らかに生徒間の習熟度に差が出てきており、習熟度の低い生徒に留意した指導が望まれる。

次ページに、10月3日実施の進路適性診断テスト（第一学習社）の結果から、〈科目別好意度〉を示す。これは、生徒が「非常に好き」と答えた科目を各科目ごとにカウントしている。中にはまだ高校入学後授業が行われていないものも含まれている。

これを見ると、数学・理科の好意度が全国平均と比べて高いことが分かる。

〈科目別好意度〉

科 目	対象生徒%	全国%
国 語	2 8 . 2	3 8 . 6
世界史	3 8 . 5	4 0 . 0
倫 理	0 . 0	1 5 . 6
数 学	7 4 . 4	4 1 . 2
化 学	6 9 . 2	3 4 . 1
地 学	4 8 . 7	2 2 . 9
体 育	6 4 . 1	6 1 . 4
美 術	3 0 . 8	4 8 . 6
外 国 語	3 8 . 5	4 9 . 6

科 目	対象生徒%	全国%
日本史	3 8 . 5	4 6 . 1
地 球	2 0 . 5	3 2 . 1
政治経済	1 5 . 4	2 1 . 7
物 理	4 8 . 7	2 1 . 3
生 物	7 9 . 5	4 6 . 1
保 健	2 8 . 2	2 2 . 3
音 楽	3 0 . 8	5 9 . 9
家 庭	2 3 . 1	3 8 . 8

ウ 進路希望について

例年なら1年次終了時には、理数科ではあっても文系希望者が10~20%出ている。しかし、SSH対象生徒の進路希望は、現在のところ、全員理系志望である。生徒の中には、「一時期文系への進路を考えていきましたが、SSHでさまざまな経験をして、そのメリットを考えたら理系志望に変わりました。」という者もいた。

以下に、本年度と昨年度の理数科における年度末（3月）の進路希望調査の結果を示す。

志望分野	本年度（人）	昨年度（人）
理・工・農系	2 1	1 8
医・歯・薬系	1 7	1 3
教 育 系	2	4
文 系	0	4
計	4 0	3 9

さらに特徴的なのは、将来の希望する職業については、男女ともに医療系と答えた生徒が多くなっている。希望学部系と適性判定（第一希望のみ）を見ると、医療系に加えて生物・農学系への希望が非常に多い。しかし、医療系希望の者には、進路適性診断テスト（第一学習社）において、適性ありと診断されなかった者も少なくない。生徒の中には、進路希望と適性に問題がある生徒もいる可能性がある。今後の指導に留意する必要がある。

以下に、平成14年10月3日に実施した進路適性診断テストから進路希望の結果を示す。

	男 子		女 子	
	対象生徒%	全国%	対象生徒%	全国%
数学・物理	1 0 . 7	1 0 . 3	0 . 0	1 . 3
生物・化学	1 4 . 3	5 . 5	2 0 . 0	2 . 0
工学・情報	2 1 . 4	2 2 . 5	0 . 0	2 . 2
農・水・畜	1 4 . 3	2 . 3	1 0 . 0	2 . 6
医学・歯学	1 4 . 3	5 . 5	3 0 . 0	3 . 6
薬 学	2 1 . 4	2 . 8	4 0 . 0	5 . 6
教 員 養 成	3 . 6	6 . 4	0 . 0	1 4 . 6

医療系、生物系への進路希望が多い原因については、今年度実施されたSSH事業と深く関連があると考えられる。「生徒にとって一番印象に残っている実験」を調査したところ、6月に実施した「光る大腸菌をつくる」という遺伝子組換え実験が2位にランクされた。また、「理数セミナー」における大学の先生による授業についての調査結果においても、「生物海洋学」が2位、「遺伝子治療」が3位にランクされており、生物分野の授業がいずれも、生徒にとって大変印象に残るものが多かったと考えられる。その結果、本校入学当初も医療系進学希望の生徒はかなりいた可能性はあるが、それがさらに進んだものと考えられる。

Q6 (進路希望について、入学当初と変わりましたかという問い合わせ、「はい」と答えた6人について) 変わったのはなぜですか。

- 本当にやりたいことが見つかったから。 3人
- さまざまな経験を積んで、興味が広がったから。 2人
- さまざまな経験を積んで、当初のおもしろそうだと思っていたところが、おもしろくないことがわかったから。 1人

また、想像していた大学の様子（学問分野について、研究している内容について）と現実がかなり違っていることに気付いたというレポートも多く見られた。自分が抱いていた大学像と現実との相違から、「大学入学後、意欲を失っている学生が少なくないということは、大学においても課題になっている」ということを大学の先生方からお聞きした。本校卒業生においても、大学に籍を置きながら再受験を試みる者が、例年見られる。高校時代に、大学と連携した授業の取組を行うことによって、大学の本当の姿に触れることができる。

高校と大学の連携した授業を通じて、生徒の興味・関心を喚起することや、真の目的意識をもたせることに対する対応では、大学側からも好感をもたれている。生徒の中にも、「あの先生の授業を受けて、将来の目標（研究分野）が定まった。」という者が少くない。1月末から実施してきた研究室訪問においては、その講座終了後にほとんどの研究室において、メール等の質問に答えて下さる申し出をいただいた。また、「遊びにいらっしゃい。」と声をかけていただいた生徒もいる。そのことに対して、生徒は大変メリットを感じており、なかには「これが今年一番の収穫であった。」と、レポートで述べている者もいた。

さらに特徴的なのは、進路に対する相談相手を「学校の先生」と答えた生徒が、全国平均を大きく上回っていることである。SSH事業において、校内の理科の先生ほとんどが授業や特別行事、課外活動において深くかかわっている。このような取組がなされる中、生徒にとっては

	対象生徒%	普通科%	全国%
家族	28.2	63.2	70.2
学校の先生	23.1	6.8	8.9
塾・予備校	2.6	8.0	5.5
友達	51.3	44.4	44.4

先生が身近なものと感じられていることが伺える。その結果、生徒が、それぞれの専門分野の先生のところで、自分の将来の夢や希望を語る機会が多く見られた。SSH対象の生徒にとって、理科の先生は全員が教科担任であり、部活動の顧問であるという関係がこのような結果につながっていると考えられる。

エ 生徒の意識の変容

本校のSSH対象生徒は、入学後にSSHに指定されたことを知った。なかには戸惑う生徒も少しあった。しかし、さまざまな取組の中でそのメリットを深く感じ、ほとんどの生徒は満

足していると言える。保護者の中にも、不安がなかったわけではないが、5月の家庭訪問、7月8日のSSH保護者説明会、夏季休業と冬季休業前の3者面談、そして10月28日のSSH参観授業後の面談で聞く限り、SSH事業に対して否定的な声はほとんど聞かなかった。ただ入学当初も現在も共通して言えることは、生徒にとっても、保護者にとっても心配なことは、「学力について」である。

SSH事業は、文部科学省の「科学技術・理科大好きプラン」の一つである。本校においても、そのガイドラインに沿った取組を行ってきた。その中で、最も重視してきたのが、「理科に対するモチベーションを上げる」ということであり、決して学力を付けさせるために行っているものではない。しかし、生徒の理科、数学に対するモチベーションを上げる取組が他教科への学習意欲向上にもつながってきている。

毎年行っている家庭学習時間調査の結果を見ても、例年の理数科と比べて約30分程度家庭学習時間が多い。現在の同学年（普通科）のクラスと比べても、家庭学習時間の平均が多い。SSHの取組で、1年間に相当な数のレポートを書かせたが、「夢や目標が定まった」というレポートを多く見た。そのことが、理科・数学にとどまらず、平常の授業や家庭学習に対しても、良い方向に影響を及ぼしていると考えられる。また、教科担任として、国語、英語の教員が並々ならぬ努力をしたことも申し添えたい。本校は県内有数の進学校であり、入学当初ほぼ全員が国公立大学への進学を希望している。この度SSHのために組まれた特別なカリキュラムに対しては、理科・数学偏重で他教科に悪影響が出るのではないかという危惧はあった。しかし、国語・英語の教科担任の熱心な指導のもと、生徒の中には、文系科目も大好きという生徒が確実に増えている（Q2とQ3参照）。

その結果、校外模試においても、数学だけでなく、英語・国語においても、クラス平均点はほぼ学年トップとなっている。度数分布を見ても、下位の者は少なく、上位の者は特に伸びが著しい。現在は、生徒・保護者の中で、SSH事業が学力保障の妨げになるとを考えている人はほとんどいない。

生徒は、1年間で参観授業を何度も経験したが、参観した人の感想に必ず出てくるのが、「どうしてどのように質問が出るのか。」ということである。生徒はあらゆる場面で、「疑問を持ちなさい。」と指導されてきた。したがって、授業の中でも、よく質問をするし、提出するレポートにも疑問をぶつけるようになっている。

また、さまざまな取組への参加をとおして、生徒はいろいろな方面に興味・関心を抱くようになってきた。部活動において、サイエンスクラブとして二つ以上の課外活動に参加している者がほとんどである。また、サイエンスクラブは移動自由としているので、化学の研究をいつたん終えてから現在、地学班の研究をしている者がいる。また、物理の研究で学生科学賞愛媛県審査において優秀賞を得たから、次は生物班に移って「生物の研究でそれなりの成果を目指す」という者がいる。中には運動部が忙しくて、サイエンスクラブの活動があまりできていない生徒もいるが、ほとんどの生徒は楽しんで活動している。運動会においては、どのクラスよりも、準備段階で多くの人員が準備に参加していた。そして、運動会やロックマッチなどの学校行事の運営に携わりたくて、生徒会役員選挙では立候補者が相次ぎ、1年生8人中6人も執行部に入っている。自主性、積極性の高さにおいても、同学年の中でかなり他のクラスと異なる集団になっている。

さらに、集団行動が多かったこともあり、集会などでは集合時間に間に合わないという生徒

がほとんどいない。清掃時間も予鈴の段階でほとんどの生徒が行動を始める。毎日の生活でも、遅刻欠席は非常に少ないクラスとなっている。服装や頭髪など生徒指導面において問題を起こす生徒もほとんど出なかった。学校生活を楽しんでいる生徒が多い。

5 研究開発実施上の問題点及び今後の研究開発の方向

この研究開発を実施していく上で最も大きな問題点は、評価をどうするかであった。評価については、「4 実施の効果とその評価」のほか各所で述べたが、そのなかには生徒のレポートや感想を読んだ教員の主觀によるものがある。レポートや感想を読むと、SSH事業を否定的に捉えたり、これに違和感を持ったりする生徒はいないことが分かる。そのため、実施した授業や行事のレポートや感想から、「DNAを肉眼で見たことへの生徒の感動は大きく…」のような評価が出てくる。確かに授業中に歓声が上がる場面も何度かあったし、その感動がきっかけとなって科学への志向が高まったと言う生徒もいる。だからといって、「生徒が感動した」とか「興味・関心が強くなった」と言えるのか、あるいは「科学的な志向が高まった」と言ってよいのか。授業を見たりレポートを読んだりすると、自信を持って「生徒が感動した」と言える。しかし一方で、数値的なデータがないのに、それは正しい評価と言えるのかという不安が残る。次年度に向けては、「評価をどうするか」についての研究が不可欠である。

二つ目は、校内の体制が重要であるということである。我が国が今、先行きが極めて不透明な状況をいかにして打開するかという大プロジェクトを進めるにあたって、この事業を数学と理科だけで成し得るものではない。幸い本校では、各教科の教科主任もSSH委員会の組織に加わり、それぞれの立場で研究をしている。何しろ、誰にとっても初めてのことであるから、現在の校内の体制が最善であるかどうかは分からぬ。今後の研究開発の一つの方向はここにある。

問題点の三つ目は、今年度の研究開発計画は1年間を見通して作ったものであったが、指定（内定）が通知されたのが4月10日であったため、開始が1か月遅れとなったことである。このため、一部実施できなかったものがあった。しかも、予算措置を必要とする内容においては、7月19日を契約日とする旨の連絡をいただくまでは実施できなかったのが心残りである。しかし、今年度指定を受けた26校の中では、契約日の連絡をいたいただいたのが早い方であったと聞く。研究開発の開始と委託契約とが遅れたことは、研究開発の内容の精選や指導法の工夫をしていくらかはカバーできたが、できるだけ早めにもらうとよい。

生徒に目を向けると、対象生徒は本校に入学を志願した時点でこの事業のことは知らなかったと思われる。したがって、入学後大半はこの幸運を歓迎したものの、当初は途惑う生徒も少しあるようである。幸いにも、今では全員がこの事業を前向きに受け止め、個々の意識は極めて高い。来年度以降もSSH事業に指定される高校が出るようであるが、早くから指定に応募する意思表示をしておくと、それに夢を託した生徒が門をくぐるのではないだろうか。

今年度は、授業の中で基礎的な知識技能を修得させることと、先端研究に触れさせるために理数科1年生1クラス40名が一齊に同じ講義を受講した。これは、全員の基礎的知識・技能を向上させるために必要であった。つまり、今年度の活動の基本は集団であった。

これに対し、第2年次となる来年度は、興味・関心を伸ばすために個人の活動を重視していくことになる。このために「理数セミナー」と「チャレンジX」の実施が予定されている。「理数セミナー」の実施は本年度とほぼ同じであるが、「チャレンジX」については、4名程度のグループで取り組む調査・研究活動が中心になる。この科目のために、数学2名、理科10名の教員を配当する予定である。「チャレンジX」の開始に伴い、教師自身の研究活動が重要な意味をもってくる。研究主題の設定、展開、論理的思考の指導、評価、いずれの項目も教師にとって非常に重要かつ厳しい活動である。このため、教師が研究活動を進めていくための校内における体制作りに向けて、議論と実践が求められる。

また、日本科学未来館において4日間の体験研修を予定している。そのための研修カリキュラムを現在検討中である。その際、数学者秋山仁氏（東海大学教授）の講義も同時に計画している。このほか、種子島・屋久島で野外学習を実施することを検討している。

さらに、論理的思考力、プレゼンテーション能力の向上及び他校生徒との交流を目的として、中国・四国・九州理数科高等学校課題研究発表大会への生徒の参加を計画している。

運営指導委員会の席上、ある委員から「機会があれば、理数科の40人が他のクラスの生徒に教えたり、発表したりすることも考えてもらいたい。また、この事業をとおして生徒全体に理科・数学への興味が広がるような企画を考えていただきたい。生徒同士が触れ合うことでおもしろさもより強く伝わると思う」という発言があった。この意見をふまえて、理数科で実施している課題研究において、他学年の発表に参加するなどの活動を計画している。また、「青少年のための科学の祭典」等の全県的行事において展示ブースを開き、本校理数科生徒が参加者へ説明・応対するなどの事業も検討していく必要がある。事業の成果を普通科及び校外へ広げることについては、今後の重点課題である。

加えて、全ての教育活動において、科学教育の展開、論理的理解力及び表現力を高める教育の取組が必要と考えられる。したがって、理数系教科以外の科目での取組を検討していく必要がある。

成果の波及については、SSH委員会で意見を集約したが、「サイエンスX」や「理数セミナー」、あるいは特別行事やサイエンスクラブ・数学クラブ等の成果をどのようにして波及するかについて、

- ① 校内の普通科・理数科・他学年でも広く実施する。
- ② 普通科に於いても、教材の指導や順序などで参考にする。
- ③ CD-ROMまたは本にして
- ④ 微分積分を物理に応用する教科書（カリキュラム）を作ってはどうか。微分方程式まで入ってもよい。変数分離型など簡単な微分方程式は解けると思われる。初期条件をフラクタルからとり、微分方程式の1つとして拡散方程式を研究する例がある。
- ⑤ 体験レポートなどを公開するとよい。
- ⑥ 早期に生徒のレポートを活用する。
- ⑦ 本校ホームページ上で、SSH通信に少し上乗せしたものを公開する。
- ⑧ 学校新聞などで取り上げる。
- ⑨ 年度末の研究紀要にその年度分のまとめを載せる。
- ⑩ 年末の教研大会の理科・数学部会での発表に入れる。
- ⑪ 研究発表会を本校で実施する（岡山県、群馬県で実施している）。
- ⑫ 部活動において、他校と合同調査、合同学習会などを実施し、調査研究のスキルを学び合う。同時にそのおもしろさを味わわせる。
- ⑬ インターネットの生徒同士の交流をさせたい。（京都のSEネット）
- ⑭ 本校と他校の生徒まで広げたマーリンググループによる交流ができないか。先ずは理数科同士ぐらいから。

等など多くの意見が出た。できるものからすぐにでも取り掛かりたい。

また、このように多くの意見が出たということは、この研究開発に学校の多くの者が積極的に関わろうとすることの表れであり、評価してよい。

6 おわりに

このSSH事業を進めていくうえで「大幅な理数科目的増加は、かえって数学嫌い・理科嫌いをつくるのではないか」という不安が、教師側にあった。それでも生徒の可能性を信じ、かつ生徒の実態の把握に努めつつ、事業を実施してきた。アンケート調査の数字や生徒のレポートの文章を見ていると、高校入学後に理数系科目の好意度に低下が起こったとは考えられない。授業においても、生徒たちの反応は非常に良好であり、ただまじめなだけでなく、好奇心と探求心を保ちながらSSH事業に取り組んでいる。生徒たちの態度は、どの大学の先生からも好意的な評価をいただいている。つまり、事業の目的である「科学技術・理科大好き人間」をつくることは、期待した方向に進行している。

では、なぜ期待した方向に進んでいるのだろうか。カリキュラムを新たに設定し、理数系時間を確保した。先端の研究と研究者に接する機会を与えた。さまざまな施設を見学させた。多くの経費をかけた。これだけすれば、生徒は変貌するのだろうか。最も重要なことは、教師の姿勢ではないだろうか。「自然科学はこんなにも面白いぞ」「大学ではこんなすごいことを研究しているよ」などという働きかけ。週2回・5時間の授業ための準備と自己研修。複数教員の配置。講師との折衝。発展性と方向性をもった行事の企画立案・引率（まる投げの企画では意味がない）。そのために教師自身が「科学技術・理科大好き人間」となるための自己研鑽と学校の体制作りがもっと必要なではないだろうか。この1年間の事業を進めてきた中で、最も有効であったのが、複数教師の配置であったと思われる。実験中に生徒が質問しようとすれば、いつでもすぐ近くに教師がいる。生徒が手順を誤りかけば、傍らの教師が気づき、すぐに援助の手をさしのべる。これを続けることができたから、生徒の好奇心が持続し、ふくらんできたように思われる。

さらに、内容の自由度が高かったために、教師の創意工夫できる範囲がとても広かった。というよりも、それがなければ、授業そのものが成立しなかった。担当者は自身の興味・関心・感動を生徒に伝えようといろいろな工夫を行った。

いつまでも「科学技術・理科大好き人間」の教師であり続けたい。

運営指導委員会会議録

第1回 運営指導委員会

- 委 員 D S S H事業の位置付けは、スーパー・サイエンス・ハイスクールなのか、それとも、スーパー・サイエンス・クラスなのか。つまり、指定されているのは平成14年度理数科に入学した生徒であるが、その成果を40名の生徒だけでなく学校全体に広げていくつもりはないのか。理数教育には裾野を広げることが重要である。S S H事業の趣旨から判断してどうあるべきなのか。(研究開発の実施規模・成果の波及)
- 学校側 L 文部科学省の意図は、「理科・数学大好き人間」を育てるカリキュラムの研究開発にある。将来的にはその開発されたカリキュラムが他校へも広げられるものと考える。本県においては、理数科設置校連絡協議会、教育課程研究集会等を利用し、本校の取組を紹介するとともに、研究成果を冊子にまとめ、本県のすべての高等学校に配付し、本校の研究成果を他校で活用していただくこととしている。また、委員さんの中には、理数科設置校の校長先生もいるので、成果を理数科で活用しやすい環境となっている。
- なお、本校では来年度以降の入学者対象に、S S H事業の成果を生かした学校設定科目「スーパー・サイエンス」を設置したいと考えている。また、他の普通科の生徒にも還元できる方法を検討している。
- 委 員 D 機会があれば、理数科の40人が他のクラスの生徒に教えたり、発表したりすることも考えてもらいたい。この事業を通して生徒全体に理科・数学への興味が広がるような企画を考えていただきたい。生徒同士が触れ合うことでおもしろさもより強く伝わると思う。(研究開発のねらい)
- 学校側 L 検討したい。
- 委 員 H 「サイエンスX」が行われる水曜日は何時間あてているのか。(教育課程編成)
- 学校側 M 3時間連続で実施しているが、3時間では足りないこともある。「理数セミナー」は2時間連続で実施している。
- 委 員 I 「理数セミナー」で、大学の教員が高校に来校しての授業はある程度イメージできるが、高校生が大学の授業に参加するはどういう形態で参加するのか。(大学等との連携)
- 学校側 M 現在の構想としては、大学での実験の見学を来年の2月～3月に5、6週実施できるのではないかと考えている。まだ、手続きの段階で、今後具体的に検討することとしている。
- 委 員 J 対象生徒の様子はどうか。(生徒の変容)
- 学校側 N アンケートの結果によると全体的に好印象である。
- 学校側 O アンケートによると理数好きが表れている。理科へのモチベーションが高い。
- 委 員 H 「サイエンスX」の指導者は、どういう体制で臨んでいるのか。(指導方法)
- 学校側 M 理科教員8名がチームティーチングをしている。
- 委 員 H 他の授業への負担はないのか。
- 学校側 M 時間割上は無理がある。非常勤講師の採用で対応している。
- 委 員 A 最先端分野をつまみぐいしている印象がある。もっと基礎・基本の重視が必要なのではないか。

- 委員 D アンケートによると数学が難しいとの回答が多いが、数学はロジックの訓練として重要であり、指導の工夫が必要ではないか。
- 学校側 Q 数学は2人で担当しており、進学等のことも考慮し、指導要領に沿った授業を実施している。学校設定科目「理数セミナー」としての数学は、その時間その時間で完結することを基本とし、内容的には、数学パズル等を導入したりするなど、数学的な考え方を重視した指導を行っている。
- 委員 D 教科の枠を超えた取組も必要である。大学では、理科と数学をミックスさせるなど、学問の境界が低くなっている。高校では大学入試があり教科の分別をなくすのは難しいと思うが。
- 委員 J 新教育課程では、総合的な学習の時間など教科間の枠を超えて学習し、教科で学習したことを、生きる力として身に付けさせるような学習が取り入れられている。この事業は、理科だけの取組ではなく、数学の取組も重要である。また、新しいものだけを追いかけてもだめであり、基礎・基本を身に付けさせる、いわゆる地味な研究も大事である。
- 委員 E 数学は積み上げの科目。すぐ解く必要はなく、布石でよい。布石がつながった時に感動がある。
- 委員 B 数学クラブはどのようなことをしているのか。
- 学校側 N 数学への興味・関心を深めるような活動を行っている。普段の授業ではできないような、数学的な考え方を養うことを目的とした活動を心がけている。
- 委員 B 数学で一番大変なのは抽象化。そういう学習も研究に取り入れる必要がある。
- 委員 D 理数離れは知離れと言える。具体的に知離れは進んでいるのか。テクニックや知識でなく知恵を身につける必要がある。
- 学校側 L 知離れについては、中教審答申でも指摘されている。自ら学び考える力を育てる学習活動を積極的に取り入れたい。
- 委員 J 大学から見て、望ましい人材とはどういう人材か。
- 委員 F 理科が暗記科目になっている。国語力がないので表現できない生徒がいる。バランスが崩れてきた。高校では、バランス良く学習する必要がある。
- 委員 I 数・英に苦手意識がある。理系の生徒の国数英の意識付けが重要である。高大連携や集中講義などの単位認定の研究が必要だ。
- 委員 J 「スーパー」という文言は、普段の学校ではできないことを行うという意味がある。高大連携は研究の必要がある。
- 委員 C 高大連携は、今後研究していきたい。
- 委員 J 科学部のコンテストへの応募はどうなっているか。
- 学校側 M 例年どおり、日本学生科学賞（読売新聞社主催）への応募を予定している。対象生徒はまだ1年生であり、研究のためには時間が必要であることも理解いただきたい。
- 委員 C 他の部活への参加はどうなっているか。
- 学校側 M 部のかけもちを認めている。週に2日、月曜と水曜はサイエンスクラブに参加するようにしている。
- 委員 J S S H事業の運営の評価に当たっては、本校の自己評価・自己点検も大事であるが、運営指導委員会や保護者などの外部評価も積極的に取り入れる必要がある。

学校側 L 次回の運営指導委員会では、授業参観をしていただきたい。そして、授業についても、指導助言いただきたい。また、授業参観については、保護者にも案内を出し（広報）意見や感想をいただくとともに、SSH事業への啓発も行いたい。

第2回 運営指導委員会

ア 「サイエンスX」（学校設定科目）の指導内容及び指導方法について

研究授業者自評

学校側 P 本来連続3時間の授業であるが、そのうちの最初の1時間だけを切り離して実施した。本来なら、この時間の後に観察したことについて深めさせる活動が続く。授業のねらいは、鉱物を通して地表の物質から地球内部の構造へと考えを深めさせることである。生徒は好奇心を持ち、自らの役割を考えて自主的に活動していた。

参観者批評

委員 D 非常に計画的な丁寧な授業だった。ルーペを持って周りの持ち物などを自由に見ている生徒が若干見られたが、明確な目的を提示してそこへ向けて試行錯誤させる要素がほしい。

委員 G セットしてあるものを動かすことに抵抗のある生徒もいる。安全性の問題もあるので、自由に活動できる範囲を示してやることが必要である。

委員 A 研究授業としては地味であった。観察した後の次時の授業を見たかった。雲母をテレビで見せていましたが、生徒にリアルに感じさせるには、むしろスライドの光源を用いて見せる方がよかったです。

委員 J 生徒が大変意欲的で、よく考えながら取り組んでいた。参観していた保護者も熱心であり、SSH事業への関心の高さを感じられた。3時間で成立する授業の1時間目であったためか、授業の山場はなかった。

愛媛県内では地学履修生徒数が少ないが、科学者の資質として地学分野の必要性についてこのSSH事業を通じて明らかにしてほしい。地学の学習によって生徒の自然科学への視線が変化するような展開を期待している。

学校側 P 本日の授業は地学領域の実習だが、偏光顕微鏡を使用したり、鉱物の変化を調べたり、理科の他科目とオーバークロスする面が多く、理科科目を総合し、応用する時間にもなっていると考えている。

委員 H 「サイエンスX」には8人の教員が担当しているが、8人がうまく機能しているか、また毎時間8人を拘束する必要はあるのか。

学校側 M テーマによりメインを担当する教員（2名ほど）が変わる。他の6名は実験の細やかな指導や助言をする。生徒理解にも有効なので、全員が関わっていく方針である。

委員 B 前時の授業ではプレートテクトニクスの授業であったそうだが、本時の授業とも関わってくるのか。

学校側 P プレートテクトニクスはマクロな視点で地球を考えるために、また、本時の授業は地表に存在する鉱物というミクロな視点から地球を考えるために設定した。鉱物がどう変化するかを知ることで、地球内部の構造を理解させるようつなげていくつもりである。

委員 K 愛媛県の地学履修生徒の減少が話題に出たが、愛媛大学の入試科目としての地学は

危機的な状況である。しかし地学は総合的な学習として大変有効であり、愛媛大学でも地学分野の研究に力を入れているので、今日の授業はうれしい取組であった。

S S H事業の対象とならない一般の学校でも、可能な取組を研究する必要もあるのではないか。

学校側 M 正直な意見としては、「サイエンスX」のような取組はS S H事業のように理科の単位数を確保できなければ実施は難しい。週5単位を確保しているので理科のおもしろさを伝えるさまざまな取組が可能になる。しかし、来年度入学の理数科生徒にも今年度の取組ができる限り生かしていくよう、規模を縮小しつつ検討していくつもりである。

委員 J S S H事業の研究成果により、将来の新教育課程の検討材料となる成果が得られることを期待する。

学校側 P 物理・化学・生物・地学・数学の5科目の教員が関わることができなければ「サイエンスX」は成立しないので、週に1・2単位でも設定する方向になるとうれしい。

イ 生徒の関心、意欲、態度の変容について

学校側 O 進路適性検査が10月3日に実施されたが、結果は理・数に対する関心は高まっていた。

医・薬学部を志望する生徒が多く、特に生物への好意度が高い。理数科クラスは主的に挙手・発言する積極的な生徒が多く、「考える」「発言する」「質問できるよう聞く」「質問し、考えを深める」といった姿勢が育っている。創造的な活動をしようという意欲があり、学校生活のさまざまな面でよい特徴として表れている（運動会への参加や生徒会役員など）。

理科離れと世間では言われているが、実際は知離れが進んでいるのではないかと考えられ、高等学校全体の傾向としては明らかに家庭学習時間は減少している。しかし主体的な態度が育成されている理数科生徒は、昨年度の理数科クラスに比べ、夏季休業中の家庭学習時間で30分増加している。

問題点としては、本校の場合はS S H事業対象生徒がS S Hに指定されることを知らずに入学してきた生徒であるということで、文系に適性が表れている生徒もいる。理・数に力を入れるこのクラスでいかにケアするかが課題である。

委員 K 科目の好意度は成果としては抜群の数字である。特別に手厚く教育されているという自覚による面もあるかもしれない。

委員 B 理数科生徒が理数のノウハウを持って文系へ転することは素晴らしいことである。苦慮するべきことではない。

委員 D S S H事業の目的は理科への関心を深めることであり、大科学者を育てるこではない。

ウ 大学との連携の在り方について

学校側 M S S H指定校訪問を8月に行い、他校の大学との連携を研究したが、手広く数多くの行事が設定されていても、どれだけ生徒に効果があるか疑問を抱く計画もあった。本校では年6～7回しか大学の教員に講義をしていただく時間は取れないが、事前指導に力を入れ、深まりのある形での連携を継続していきたい。

委員 D 他校訪問の報告書を見ると、果たして高校生に必要な内容なのかどうか疑問を抱く

ものも多い。松山南高校の事業は、人間味あふれる細やかな指導ができる点が特徴である。

委員 B 大学側からの要望として、どのような人物が求められているか。

委員 C 理科のみに偏らない、バランスの取れた人材が求められている。

委員 K 一芸に秀でた者をとる受験もあるが、それではいけない。基礎学力・総合的な力が問われている。前向きに主体的に活動できることが大切で、本日の授業を見る限り、松山南高校では一定レベルは超えていると判断される。

また、大学と高校・地域の連携について昨今いわれているが、出張講義などあちこちへ大学側から出かけていっても、手応えがなく疲労だけが残る場合も少なくないということが、先日の全国理学部長会議で報告されている。実のない取組よりも、形式のみにならないSSH事業のような形で協力するのが効果が得られる。

エ 平成14度研究開発実施報告書の作成及び平成15年度実施計画について

委員 A 事業がスタートして半年が経ったが、理数科クラスの全員がSSH事業に乗っているか。それた場合はその生徒のケアを考えてやらねばならない。

学校側 O SSH事業の圧力で、生徒が自らの意志や適性を殺してしまわぬよう留意したい。

学校側 M 平成15年度計画の目玉は日本科学未来館での学習合宿、中国四国九州理数科高等学校課題研究発表大会への参加であり、生徒に課題研究について発表させる予定である。

委員 K 特別行事で計画されている講演会は、理数科のみでなく全校生徒を対象とすることが望ましい。

学校側 M 可能な限り、そのような方向にしたい。

委員 C 予算について、予備的な予算を組んで、臨機応変に運用できる予算を確保してほしい。

第3回 運営指導委員会

(1) 研究授業について

学校側 P 本時の授業は、1年間の学習の総まとめとしてのグループ発表会（3時間－本時はその2時間目）であった。任意にグループを作り、研究テーマ、発表方法等自由に生徒に選ばせた。その結果、発表は全グループがパワーポイントを用いた発表という形になった。研究テーマに沿って、学んだことを中心に可能な範囲で調査・実験した内容を生徒自身の手で自らの言葉でまとめさせた。積極的な質疑応答がなされ、生徒たちの学ぶ姿勢は評価できると感じている。

委員 C 大学4年生の卒業論文発表会と比較しても、高校1年生の段階としては非常に高いレベルの発表ができていた。

委員 J 質疑応答の内容のレベルが高く、どこまでの知識を有しているのか驚嘆した。（数学の「連続」「位相」など）

学校側 Q 「理数セミナー」を通じ、愛媛大学のゼミで先生が触れた内容を生徒が覚えていた。数学の授業でも数回触れたことはあった。

委員 H プレゼンテーションの指導や準備には、どれほどの時間をかけたか。またどのような時間を設定したのか。

学校側 Q 大学のゼミで、位相幾何学についての知識は学んでいたので、2～3時間数学の授

- 業時間を当てて補足指導した。
- 学校側 M 日頃の授業でレポートを多く書いており、考えは深められていたので、それを形にするために「サイエンスX」の授業を3時間当てた。
- 学校側 O 授業以外に放課後や週末の時間を積極的に利用したグループもある。グループによって準備時間にかなりの差があった。だが全体として、パワーポイントというソフトに高い関心を示し、技術を駆使しておもしろい発表をしようという意識は高かった。グループ分けは仲の良い友人同士ではなく、興味をもった研究分野ごとに行っていたが、それぞれ協力してうまくやっていた。
- 委員 B 数学分野では、「位相」など抽象的概念も理解しているような発言も見られた。
- 学校側 Q 「理数セミナー」や数学の授業をとおして、来年度「理数セミナー」の数学領域で学ぶ内容だと説明してとっかかりを学ばせている。生徒は興味・関心を持っており、理数セミナーで学んだ内容の理解の助けとなるヒントを与えると、楽しみながら理解している。
- 委員 K 生徒のプレゼンテーション能力の高さ、的を得た質疑内容が目にとまったが、意見発表能力の発達のプロセスを教えてほしい。
- 学校側 P 企業や施設を見学する際に、訪問先で必ず自分で考えて質問することを徹底して指導した。また、生徒は座学よりも実験や実習など自分で触れながら受ける授業が多く、指導者との距離を感じていない。「サイエンスX」では複数の教員が指導に当たるため、すぐ身近に質問できる対象がいるという環境が整えられていた。
- 委員 K 質問の積極性だけでなく、深い理解のもとに的確な質問がなされていた。
- 学校側 M 学習のたびにレポートを提出させ、その中で生徒が挙げている質問内容について個別に事後指導を徹底した効果ではないか。
- 学校側 O 年度当初は、的はずれな質問や照れから全く関係のない質問をする生徒がいたが、1年間での質的内容は劇的に向上したと言える。生徒のレポートの中に光る質問があると、それを授業で取り上げて展開させた。
- 委員 D 質問（疑問を持つこと）は、学習や研究においてもっとも大切なことである。自分で疑問を持ち研究を深めていく姿勢ができつつあるのは、SSH事業のこの1年の大きな成果として評価できる。
来年度以降、より難しいテーマの研究に取り組ませ、疑問に感じたことを質問し、また自らが調べ、研究することへつなげていってほしい。
- 委員 D 研究グループ内で、積極性の差や誤った方向へ進む生徒はいなかったか。
- 学校側 M 研究の内容の理解が深い生徒が先頭に立って皆を引っ張っていき、コンピュータの操作に詳しい生徒がパワーポイント作成を率先してやるというふうに、適宜得意分野で活躍しながら進めていた。
- 学校側 O 理解力、学力に関係なく、生徒は皆積極的かつ自主的にスケジュール調整をして、教員指導のもとでなくとも発表のリハーサルを繰り返すなど、熱心であった。
- 委員 C グループ分けを、物理・化学・生物・地学・数学に分けて行ったのはどうしてか。グループに分かれてからテーマを選出したのか。
- 学校側 O 来年度の「チャレンジX」の発表や、将来、学会等での研究発表を視野に入れたプレゼンテーション能力の育成を目標としている旨を生徒に伝えたところ、生徒自身

から来年度に役立つように、「チャレンジ X」の研究テーマをあらかじめ念頭に置いて今年の発表をしたいという希望が出てきた。そこで各科の希望を調査した上でグループ分けを行った。研究テーマは、今年 1 年間の活動から生徒が自由に選択したが、班編制については来年度からの「チャレンジ X」につながるものになっている。

委員 J 本日の研究授業やその他さまざまな場面で、教員が生徒を賞賛するケースをたびたび目にした。生徒はその中で自信をつけ、堂々と発表し、質問しているようだ。

(2) 平成14年度の反省及び平成15年度の実施計画について

学校側 M 全般的に、事業 1 年目でもあり、手探りの状態で進めてきた。取組と生徒への影響について細部検討しなければならない。この場を借りて指導・助言をいただきたい。

委員 C 例年の理数科生徒と比較して、どのような違いがあるか。

学校側 O 先ず第 1 に、例年数名文科系への転向を希望する生徒が出てくるが、それがいないことが挙げられる。理科系のおもしろさや理科系の進路のメリットを実感している。また、理科・数学の学力はもちろん群を抜いているが、他の英語・国語においても学力が学年トップであり、目的意識、学習意欲ともに高い傾向がある。

委員 D S SH 事業取組の成果は、50 年後になって初めて分かると言える。必ずしも、学力の向上が取組の成功とは結びつかないのでないか。学力以外の視点からの評価が必要である。

委員 B S SH 事業の取組が、全体的な学力向上を意図しないものであったにもかかわらず、模擬試験等の成績の向上につながったことは大きな成果といってよいのではないか。

委員 K 受験対策よりも S SH 事業の取組の方がかえって学習効果が高い、という結論を得られれば研究成果として大きい。引き続き分析・検討していってほしい。

第 2 回の委員会では文科系志望の生徒がいたが、それがゼロになったのも、理科大好き人間をつくることを目的としたこの事業の大きな成果だ。保護者の意見はどうか。

学校側 O 年度当初生徒の負担を懸念していた保護者も、生徒自身が S SH 事業の行事を好意的にこなすのを見て安心した様子である。ただし、生徒自身が高い目標を持つようになり、それに比例して志望校も高くなり、自分の望む学力に到達するかどうかを悩んでいる数値が表れている。保護者も、子どもたちの進路実現がかなうかどうかという点では不安を感じている。現場の教員としては、10 年後、20 年後を見すえた理想の S SH 事業を行うこと、基礎学力をつけることとの間でジレンマも感じる。

委員 K モチベーションが高くなれば、当然目標も高くなる。現段階ではそれが学習意欲に結び付き、学習によって理解する楽しさを感じるというプラスの循環ができているので、この循環を持続できるかどうかが、今後の事業の成功の鍵になるのではないか。

委員 H 生徒の質疑応答を見ていると、応答の誤りにも他の生徒が敏感に反応しており、科学への興味・関心の高さがうかがえる。

S SH 事業を通して、現場の先生方に従来の授業と比較しての気付きなどはないか。

学校側 R 生徒が素直な質問をぶつけてくれることに、手応えを感じる。講義型授業より体験型授業の方が反応がよい。体験型授業を多く取り入れるべきだ。

学校側 S 物理では、超伝導の実験を見ての反応が印象的だった。生徒の興味、疑問がそういった実験の些細なところから生まれている。言い古されていることではあるが、実験の重要性を痛感した。S SH 事業対象生徒は、理科を週に 5 単位確保しているから可

能であるが、通常では教育課程の制約、受験指導などで難しくなる。

学校側 Q 数学においては、従来の授業内容と大きな違いはない。ただ、意識して数字から離れ、抽象化・一般化するようにしている。理論を教えると幅が出てき、基本公式なども応用で対応できる。

学校側 P 週5時間の理科の授業でも、5人の教員が1時間ずつ担当して行うより、2~3か月のスパンで分野を分け、複数の教員が週5時間とも関わる授業の形態の方が変化もあり、効果的な授業が可能になる。指導者が工夫して楽しんで教えることにより生徒にも楽しさが伝わる。

委員 B 大切なのは、生徒の質問に対するケアである。生徒がせっかく関心を抱いた内容についてヒントを与え、「調べてみようか」と思わせる対応ができている。だから成果が表れているのだと考える。

委員 G 数多く体験型授業が実施されたが、講義型授業に還元されたことはあるか。

学校側 P 地学では教科書で見るだけではつかめないことも多く、観察後講義型授業を行うと生徒の反応がいい。

学校側 M 現在は、基本的に講義は講義で行っている。

委員 C 校外での体験学習で注意している点はどのようなことか。

学校側 O 学習内容については、モチベーションが先か、基礎学力が先かという議論があるが、SSH事業を通じて、モチベーションが先だと感じるようになった。生徒のモチベーションを高めるような校外学習を重点的に実施したい。

学校側 P 遊びではなく研修であることを徹底して意識付けた。夜には、学習会など時間を設定した。また、持参させるテキストについても、見学した先で書き込めるワークシート式のテキストを作成して持たせ、記入していくべきレポートも完成するような形にした。レポートも數をこなしたため、ポイントをうまくつかんだ内容が書けるようになった。

学校側 M 平成15年度事業については、「理数セミナー」は愛媛大学と細部を詰めていきたい。SSH事業の対象外の生徒についても裾野を広げたい。平成15年度理数科入学生にも、学校設定科目として「スーパーサイエンス」を履修させたいと考えている。

平成14年度
スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書
第1年次

平成15年3月27日発行

発行者 愛媛県立松山南高等学校

〒790-8506 愛媛県松山市末広町11番地1

TEL 089-941-5431

FAX 089-933-3114

印刷所瀬戸内印刷株式会社

TEL 089-971-9123

高

R100
古紙配合率100%再生紙を使用しています。