

平成19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3年次

Super Science High school

奈良女子大学附属中等教育学校

目次

あいさつ

資料

I SSH 研究開発実施報告書	1
II SSH 研究開発の成果と課題	5
III 研究開発実施報告書	
第1章 研究開発の概要	7
第2章 研究開発の経緯	15
第3章 3年間のSSH研究の成果と課題	17
第1節 日頃の授業の変容	
3-1-1 数学的リテラシー	19
3-1-2 科学的リテラシー	29
第2節 学校カリキュラムの開発	
3-2-1 数理科学	43
3-2-2 NSL 講座	55
第3節 生徒の変容	
3-3-1 サイエンス研究会	63
3-3-2 夏の学校	75
第4節 評価	
3-4-1 PISA 調査	83
3-4-2 公開研究会	89
第4章 研究内容	
第1節 基礎・基本の徹底	
4-1-1 基礎調査	97
4-1-2 数学科「探究数学」	103
4-1-3 サイエンス基礎講座	109
第2節 数学的リテラシーの育成	
4-2-1 提携校とのテレビ会議	111
4-2-2 数検や数学オリンピックの利用	113
4-2-3 テクノロジーの活用	115
第3節 科学的リテラシーの育成	
4-3-1 6年理科「課題研究」	117
4-3-2 サイエンスツアー2	119
4-3-3 大学の実験研修「化学プログラム」	121
4-3-4 SSH 英語セミナー	123

第4節	問題解決能力の育成	
4-4-1	「理数講義プログラム」	125
第5節	サイエンス研究会の活動	
4-5-1	かがくのひろば	129
第6節	大学・研究機関・他校との連携	
4-6-1	京都大学宇治キャンパス研究室訪問	133
4-6-2	奈良女子大学の研究室訪問	137
4-6-3	他のSSH校との連携（サイエンスツアー1）	139
第7節	教員研修	
4-7-1	校内教員研修	141
4-7-2	校外教員研修	145
IV	特別枠研究実施報告（要約）	147
V	特別枠研究の成果と課題	149
VI	特別枠研究実施報告書	
第1章	研究開発の概要	150
第2章	研究開発の経緯	154
第3章	研究開発の内容	
第1節	「生活科学」	155
第2節	「科学と技術」	160
VII	資料	
第1章	運営指導委員会議録	171
第2章	SSH活動記録	173
	教育課程表	175
第3章	各種SSH事業風景	
第4章	取材記録	

「自由・自主・自立」のSSH

奈良女子大学附属中等教育学校のスーパーサイエンスハイスクール(SSH)の研究開発は、5年間指定の節目の3年目を終えようとしています、その特色は次のようにまとめることができます。

1. 前期課程生(中学生)から参加できる、中高6年一貫のSSHである
2. 1年～4年は、文理の区別なくすべての生徒に「数学的リテラシー」、「科学的リテラシー」を育成する
3. 3年～6年は、理数の得意な生徒の力をさらに伸ばす
4. 数学・理科を中心に、カリキュラム開発とそれに基づく授業研究を重視する
5. サイエンス研究会を中心に、生徒の興味関心に基づいた研究を支援・指導する
6. 各種講座では「ホンモノ」の講義を提供し、保護者の方にも参加していただく
7. 身の周りを科学する視点から、「生活科学リテラシー」を育成する

中等教育学校という特性を活かした、全国でも稀な中高一貫教育SSHとして研究を進める中で、前期課程生(中学生)から理数への興味関心を刺激することが有効であることが見えてきました。指導する本校教員は、サイエンス夏の学校や、奈良女子大学研究室訪問、サイエンス基礎講座、サイエンス研究会の活動を通じて、前期課程生(中学生)の持つ力とその伸びを実感することができたようです。

サイエンス研究会の生徒たちも、時間的な余裕のある前期課程生(中学生)から参加することで、ゆったりとした環境の中で研究を進めています。その成果は、サイエンス研究会の物理班が、

SSH 全国生徒研究発表会で、文部科学大臣奨励賞(最優秀賞)を受賞

するという快挙に現れています。これ以外にも、各種学会発表やコンテストへの応募を行い、それぞれの班が高い評価を受けることができました。生徒たちは、本当によく頑張りました。

このような成果をあげることができた要因の1つは、本校の校是である「自由・自主・自立」であると思います。本校におけるあらゆる教育活動は、この精神のもとで行われています。したがって、本校のSSHも、

研究環境を整えれば、生徒は自由に自主的に活動する

教員は生徒の援助者として指導し

押し付けしないで、引き回さないで、ときには壁となることで

生徒は自立して伸びていく

という精神で進められています。例えばサイエンス研究会の生徒たちの、「自分たちで0から作る」研究活動がその現れであり、本校の「文化」を示すSSHを創り上げています。

また、本校SSHは、幅広い視野と素養を持った生徒を育てることを目標としています。そのためには、教師自身が幅広い視野と素養を持たねばならないと考えます。「スーパー」を育てようとするならば、援助・指導する教員の力量が問われるのです。生徒とともに楽しみながら、生徒だけではなく、教員も伸びるSSHでありたいと願っています。

最後に、この間、奈良女子大学をはじめとする大学・研究機関のご協力と、SSH運営指導委員の方々のご指導、および文部科学省・科学技術振興機構(JST)のご援助により、順調に研究を進めて成果をあげることができました。あらためてお礼を申し上げます。

奈良女子大学附属中等教育学校
校長 前川昌子
(奈良女子大学生活環境学部 教授)

サイエンス研究会



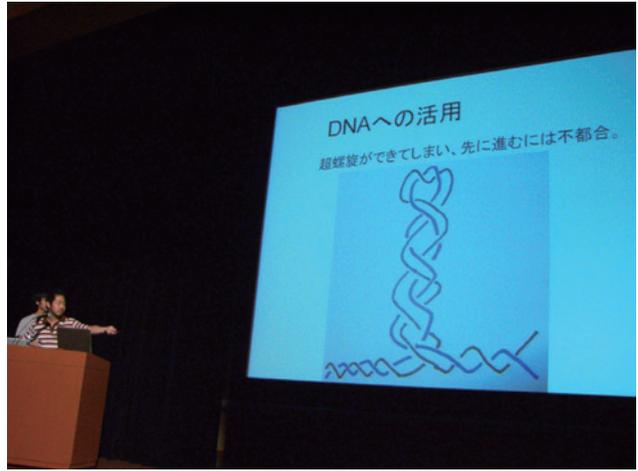
プレゼンテーション（弘前）



学園祭（生物班）



久米学長表敬訪問



奈良高校との合同研究発表会



公開研究会ポスターセッション



NSL 講座

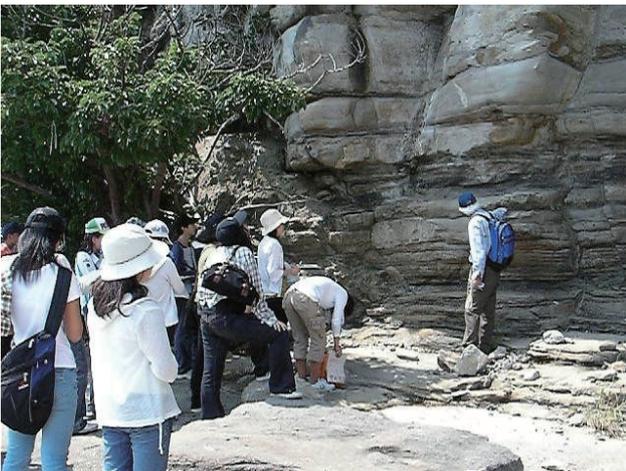


「DNA の複製に関わるある数学的構造」



「ヒトの遺伝子から分かること」

夏の学校



和歌山県白浜町



かがくの広場



奈良女子大学附属小学校・幼稚園

スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会



「ポスターセッション」



分科会発表



文部科学大臣奨励賞受賞式



全体会研究発表

奈良女子大学研究室訪問



共生自然科学専攻（三木研究室）



衣環境学専攻（米田研究室）

各種講座



国際表現基礎講座（向後千春先生）



化学プログラム



理数講義プログラムⅡ（中須賀真一先生）



サイエンス基礎講座Ⅱ（桜井進先生）



京都大学宇治キャンパス訪問



理数講義プログラムⅢ（仲西功先生）

平成19年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題	大学との連携に基づき、中等教育6年間において自己学習力と自然科学リテラシーを育成するカリキュラムを研究開発するとともに、高大連携教育を進める
② 研究開発の概要	<p>自然科学リテラシーと自己学習力を身につけることで、学校を卒業後も能力を伸ばしていく科学技術系の人間を育成するための、中高6年一貫教育SSHカリキュラムを研究開発する。6年間で2年ごとに区切り、1年～4年は全校生徒を対象として、文科系・理科系の区別なく自然科学リテラシーを育成し、3年～6年で徐々に対象生徒を絞り込みながら自然科学リテラシーをより伸ばしていくカリキュラム・教材・指導法を研究し、実践していく。</p> <p>また、高学年(5・6年)になり、より進んだ数学・理科の内容の学習を希望する生徒には、大学教員・研究者による特別講座を提供し、さらには大学の講義を受講できるシステムを構築するための研究を行う。</p>
③ 平成19年度実施規模	全校生徒を対象に実施する。対象生徒数739名
④ 研究開発内容	<p>○研究計画</p> <p>■ 第一年次(2005年度)</p> <p>① 基礎・基本の徹底 数学科、理科、英語科、国語科、創作科等の各教科において、教材開発、指導法の研究等で基礎・基本を身につけるカリキュラムの研究をする。また「サイエンス基礎講座」を年間2回実施し、講座内容と講師について研究を進め、保護者にも受講を呼びかける。</p> <p>② 数学的リテラシーの育成 作図ツールを活用した発見型幾何学習やグラフ電卓を活用した実験型関数学習を実施し、カリキュラムの再構成とテキストの作成を行う。またテレビ会議システムを利用した数学授業の研究を行う。</p> <p>③ 科学的リテラシーの育成 授業における観察・実験で、新しい高度な実験や学際領域の実験を実施するための研究を行うとともに、本学と連携して実験方法の研修を重ね、一部を試行する。</p> <p>④ 問題解決能力の育成 「数理科学」の開設に向けて、大学教員と連携してカリキュラムの研究と教材開発を行う。 NSL講座および理数講義プログラムについて、大学教員と連携して実施時期・回数・講義内容および運営方法を研究し、試行する。</p> <p>■ 第二年次(2006年度)</p> <p>① 大学・研究機関との連携 「奈良女子大学研究室訪問」および「京都大学附属研究所・研究室訪問」を実施し、低学年から高学年まで、それぞれの段階において理数への興味・関心を持たせ、中等教育段階での学習への動機づけを行う。</p> <p>② サイエンス研究会 それぞれのグループの研究テーマを深め、2月に実施する本校SSH生徒研究発表会に向けて、一定の成果を出せるように指導する。その際、定期的に本学教員・大学院生の協力・指導が得ら</p>

れるような協力関係とシステムを確立する。

③ 学びへの意欲の育成

各種 SSH プログラムにおいて、学問への興味・関心と学びへの意欲の育成およびその検証方法について、本学教員と連携して研究を進める。

■ 第三年次(2007 年度)

① 学びへの意欲の育成

特にサイエンス研究会の生徒への興味・関心を育成する指導法について、大学教員と連携して研究を進める。

② SSH グループからの選抜

サイエンス研究会の生徒から、テーマ研究を受講する生徒の指導方法について研究し、実施した結果の評価を行う。

③ 本学の講義受講

希望者に対して本学の講義受講について試行し、本校における単位認定について研究を進める。

④ 「数理科学」の実施

学校設定科目「数理科学」を実施しながら、開発したカリキュラムの検証・評価を行い、引き続き大学教員と連携して教材開発を行う。

⑤ 「NSL 講座」の実施

学校設定科目「NSL 講座」を実施しながら、大学教員との連携、実施時期・回数・講義内容および運営方法を研究する。

⑥ サイエンス研究会の育成

生徒が今までに研究してきた内容を、全国の SSH 生徒研究発表会や学会等で積極的に発表して研究成果を発信するとともに、研究に対する助言を得る。

■ 第四年次(2008 年度)

① 「数理科学」の実践とカリキュラムの検証・評価

学校設定科目「数理科学」を実践しながら、開発したカリキュラムの検証・評価を行う。

② 「NSL 講座」の実施と検証・評価

学校設定科目「NSL 講座」を実施しながら、大学教員との連携、実施時期・回数・講義内容および運営方法を研究しその評価をする。

③ サイエンス研究会の充実

サイエンス研究会から、テーマ研究を受講する生徒の指導方法およびその評価方法について研究を行う。

④ 自然科学リテラシー育成の評価

PISA による評価および評価比較だけでなく、自然科学リテラシー育成の評価方法について再検討をする。

■ 第五年次(2009 年度)

本研究開発の総まとめとしてのカリキュラムの検証・評価を行う。それを基に、本校の「自然科学リテラシー」「問題発見能力」育成に関するカリキュラム・指導法の提言を行う。研究成果については、日本カリキュラム学会等で報告する。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

① 学校設定科目「NSL 講座」

履修学年・単位数：3年・4年の異学年混合で選択履修し、1単位を認定する

② 学校設定科目「数理科学」

履修学年・単位数：6年で選択履修し、2単位を認定する

③ 総合的な学習「テーマ研究」

履修学年・単位数：サイエンス研究会に所属する4, 5, 6年の生徒が選択履修でき、各学年で1単位認定する

○平成 19 年度の教育課程の内容

(1) 「NSL 講座」の開設(3・4 年対象)

自然科学リテラシー(Natural Science Literacy)を育成するため、数学的内容、理科学的内容が融合した集中講義を、大学教員・研究者・本校教師を講師として夏休み中に 5 日間開催した。3,4 年生の希望者が履修し、レポート提出、実習の取り組み等で評価をし 1 単位の認定をした。本年度は、「遺伝子」をキーワードとして数学や生物学の分野から、講義・実験・実習を実施した。

(2) 「数理科学」の開設(6 年対象)

昨年度の試行、テキスト作成を経て本年度は、学校設定科目「数理科学」を開設する。この科目では、中等教育の教師と大学教員・研究者が協力してカリキュラムを作成し、実践を行う。その際、日本の中等教育段階の理数教育ではほとんど扱われていない「実験計測→データ処理(Mathematica・グラフ電卓・エクセル)→数学モデルを適用して考察」という数式処理システムを活用して数理科学的に事象を探究し解明する学習をした。

○具体的な研究事項

(1) 基礎・基本の徹底

数学科においては、1・2 年の「探究数学」について研究の枠組みをもとに、指導内容や指導法の再検討をし、実践することができた。理科においては、探究の技法を習得する有効な指導法の研究と実践を、実験・観察やデータの処理などを通して行った。またティーチングアシスタント(TA)との実験および指導法の研究、実践を行った。英語科では、科学分野をテーマにした教材の研究開発と実践をした。7 月下旬には外国人大学教授による語学講座を実施した。国語科では、3 年「表現」におけるプレゼンテーション能力の育成を目指すためのカリキュラムの研究を行った。総合的な学習「環境学」では、琵琶湖博物館見学を実施し、身近な奈良に目を向けさせて調査、分析・考察等を行った。「サイエンス基礎講座」は、年間 2 回実施し講座内容と講師について研究を進め、保護者にも受講を呼びかけた。

(2) 数学的リテラシーの育成

数学科では、2, 3 年の「幾何」を中心に作図ツールを活用した発見型の幾何学習を実施している。また 3 年「解析」ではグラフ電卓を活用した実験型の関数学習を実施している。数学的リテラシーに関する研究をさらに進め、数学的リテラシー育成の視点を取り入れた教材の開発を進め、授業研究し、その成果を学会や研究会で発表した。

テレビ会議システムを利用した数学の授業については、シェットランドの Anderson High School と実施した。

(3) 科学的リテラシーの育成

授業における観察・実験において、新しい高度な実験や学際領域の実験を実施するための研究を行ってきた。「課題研究入門」においては、中学年(3・4 年)で試行的に「課題研究」を実施した。科学的リテラシー育成の観点から授業研究をし、理科(物理、化学、生物、地学)として学習内容と指導方法について、リテラシーのプロセスについて研究協議した。普段の授業では行えない観察・実験・実習を行うためにサイエンスツアーを 2 回実施した。第 1 回目は、京都・滋賀 SSH 指定校 5 校との連携により筑波に行った。また第 2 回目は、種子島宇宙センターでの見学や科学倫理についての学習をし生徒に刺激を与えた。また、生徒に、科学関係のコンテストや学会発表などに積極的に参加させた。

(4) 問題解決能力の育成

学校設定科目「数理科学」や「NSL 講座」の実施に向けて、カリキュラムの確定と実践を行った。数学的リテラシー・科学的リテラシーおよび問題解決能力について研究を進めるため理科数学科合同会議を、12 回もち内容の検討や指導方法について協議した。

「理数講義プログラム」については、大学教員・研究者の協力を得ながら、内容と実施方法を検討しながら実施できた。

(5) 大学・研究機関との連携

1,2 年生の希望者には「奈良女子大学研究室訪問」を実施し、また 6 年生で希望する生徒には京都大学宇治キャンパスの「研究室訪問」を実施して低学年から高学年まで、それぞれの段階において理数への興味・関心を持たせ、中等教育段階での学習への動機づけを行った。5 年生での進路を考えるキャリアガイダンスでも、同志社大学工学部と同志社女子大学薬学部との連携で研究室訪問ができた。また、「サイエンス研究会」の生徒の研究を中心に、本学の教員から研究の指導を受けるためのシステムを研究している。

(6) サイエンス研究会

それぞれのグループの研究テーマを深め、一定の成果を出せるように指導した。SSH3 年目の成果を発表する場として、5 月と 7 月の校内研究発表会、7 月に奈良高校との合同研究発表会、9 月の学園祭の展示、11 月の公開研究会ではポスター発表会を設定した。大きな成果としては、SSH 生徒研究発表会(8 月：横浜)で文部科学大臣奨励賞を受賞することができた。サイエンス研究会での教師の役割や、指導・助言方法について検討し、さらに、本学附属小学校・幼稚園との交流において、様々な実験を行うことで児童・園児に理数の面白さを伝えるとともに、本校生徒の理数への理解を深めた。

(7) 自然科学リテラシーの評価

生徒の自然科学リテラシーが育成できたかどうかを評価・検証するために、「OECD の生徒の学習到達度調査 (PISA)」の問題を利用してテストを昨年度と同様に実施した。それを分析すると、OECD 加盟国の平均点や日本国内の平均点と比較し、本校生徒が身につけている数学的および科学的リテラシーは、それらの平均点よりも高い結果であることや、問題を解こうとしない「解答が空欄」の率も非常に低いことが、2 年間続いて結果を得た。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

- ・ 理数科教育に特化するのではなく、自然科学リテラシーの育成をキーワードとして、多くの教科で基礎学力を重視する取り組みができた。特に、プレゼンテーション能力の育成やリテラシーの育成について全教員が研修した。
- ・ 理科数学科ではリテラシーの育成をキーワードとして授業研究をし、それについて全教員が授業観察・研究協議をして授業改善の方法を議論できた。
- ・ サイエンス研究会での研究が、SSH 生徒研究発表会(8 月：横浜)で文部科学大臣奨励賞を受賞する等、いろいろな学会でその研究成果が認められた。
- ・ 奈良女子大学附属学校であることを生かし、研究室訪問や指導助言等で奈良女子大学との連携が強化された。

○実施上の課題と今後の取り組み

自然科学リテラシーの評価について、2 年間 PISA 調査を利用して分析・考察してきた。その結果、得点的にも解答の空欄率についても高成績であり、新たな評価規準の必要性が議論された。開発した教材、カリキュラムの検証・評価の方法や、本校の生徒が変容したことがわかるような評価方法も再検討する必要がある。

事業や研究を実施するにあたり、本校教員と大学教員・大学院生との連携を密にしながら進めていかなければならない。

平成19年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果	
(1) 基礎・基本の徹底	
①	数学科においては、1・2年の「探究数学」について昨年度作成した理論的枠組みを用い、「探究数学」の内容について再検討し実践した。特に1・2年で統計分野について教材化した。
②	サイエンス基礎講座については、昨年度と同様2回実施した。できるだけ多くの生徒、保護者にサイエンスのおもしろさを広めるという役割は果たしている。
(2) 数学的リテラシーの育成	
①	数学科では、2,3年の「幾何」を中心に作図ツール「カブリ」を活用した発見型の幾何学習を実施している。独自テキストを使い、コンピュータを数学的活動の道具となるように教材研究を進めた。
②	数学的リテラシー育成の観点から授業研究をした。学習指導案の作成、研究授業、授業後の研究協議を実施した。授業評価をするための授業観察用紙を作成した。
(3) 科学的リテラシーの育成	
①	PISAが示す科学的リテラシーについて研究し、理科として「プロセス」の検討をした。それをもとに教材内容・指導方法を見直した。
②	3年で「課題研究入門」を実施し、実験仮説の設定、検証、考察、結果の発表という科学実験の一連の流れを生徒に指導した。また6年の「課題研究」は物理・化学・生物の各科目で実施し、独自のテーマで取り組んだグループも育っている。
(4) 問題解決能力の育成	
①	「NSL 講座」について、「遺伝子」というキーワードで数学や生物学の分野から多面的にアプローチし、夏休みに集中講義(講義、実験、実習)的に実施した。
②	「数理科学」について、教科書を作成し、6年(選択科目:2単位)に実施した。17名が履修し、全員単位認定した。
③	「理数講義プログラム」については、最先端の研究を知る講義として4回実施できた。いずれも大学教授や企業研究者の最先端の研究の現場に触れることができた。
④	サイエンス研究会が日ごろ研究している内容を、総合的な学習「テーマ研究」として単位認定した。
(5) 大学・研究機関との連携	
①	1,2年の希望者には、奈良女子大学の研究室訪問、5年の進路指導としてのキャリアガイダンスでは同志社大学工学部と同志社女子大学薬学部の研究室訪問、また6生で希望する生徒には京都大学宇治キャンパスの研究室訪問が実施できた。
②	「サイエンス研究会」の生徒を本学に引率して、研究のアドバイスや、実験の指導を受けることができた。本学の先生方から指導を受ける機会を得たことは、高大連携のシステム化につながると考える。
(6) サイエンス研究会	
①	サイエンス研究会の3年目の研究成果を発表し、外部評価を得る機会を多くもった。研究内容、プレゼンテーション能力の成長は著しいものがあったといえる。発表の機会ごとに生徒自

身が研究した内容を見直し、表現方法を改良してうまく伝える努力をした。その結果、8月に実施されたSSH生徒研究発表会(パシフィコ横浜)では、文部科学大臣奨励賞を受賞できた。その他にも、日本物理学会2007年春季大会ジュニアセッション最優秀賞、第46回日本生体医工学会高校生科学コンクール最優秀賞、日本動物学会高校生ポスターセッション優秀賞、第51回日本学生科学賞奈良県予選佳作、JSEC2007JFEスチール賞、第51回日本学生科学賞科学技術施策担当大臣賞等を受賞した。

② 研究開発の課題

本年度は、教育課程においては学校設定科目「数理科学」(6年)および「NSL講座」(3,4年)を開設し、単位認定した。そこでの課題として明らかになったことおよび自然科学リテラシーに関する評価について課題を示す。

(1) 「数理科学」の実施

昨年度の試行を経て、今年度は、テキストを作成して2単位で実施した。課題として、次の点が明らかになった。

- ・ **Mathematica** の活用についての問題点がある。数学の知識・知識・技能が欠けている部分を補うには強力な教具となる。しかし、数学の力がある生徒にとっては、自分の力で紙と鉛筆だけで解決したいと思うこともあるようだ。各生徒に応じた **Mathematica** の活用および教材の検討が必要である。

- ・ 内容的に物理系の題材が多くなった。生物系や社会科学系の題材を検討してその内容を取り入れたテキストを改訂していくことが重要な課題である。

- ・ 学習内容の難易度の修正も大きな課題である。フーリエ級数・フーリエ変換は興味深い内容であったが、生徒はかなり難しく感じたようであった。違う題材の検討や授業展開等の研究を進める必要がある。

(2) 「NSL講座」の実施

昨年度の課題を踏まえ、生徒の興味・関心が持続でき、研究への意欲が上がると思われる夏休み期間に集中的に講座を設定し実施した。次のことが実施上の課題となった。

- ・ 生徒が興味を持って参加できるテーマ設定が難しい。1年目は「多面体(形)」をキーワードとして数学、化学、建築学等を内容とした。2年目は、「遺伝子」をキーワードとして生物分野(DNA)、数学分野(ひも理論)、化学分野(たんぱく質等)の内容とした。生徒が興味を持ち、多くの分野が内容となるキーワードが重要となる。

- ・ 単位認定をすることも関連して、評価の観点と評価規準の明確化が課題となる。

(3) 自然科学リテラシーの評価

生徒の自然科学リテラシーが育成できたかどうかを評価・検証するために、2年間「OECDの生徒の学習到達度調査(PISA)」の問題を利用してテストを実施した。その結果、2年間とも同様の分析、考察が得られた。それは、「OECD加盟国の平均点や日本国内の平均点と比較すると、本校生徒が身につけているリテラシーは、それらの平均点よりも高い結果であることがわかった。また、問題を解こうとしない「解答が空欄」の割合も非常に低いこともわかった。」ということである。

生徒が身につけているリテラシーの全体像を知るには、用いた問題の種類や数が不十分であり、より詳細な分析と考察のために、多くの角度から生徒のリテラシーを測る問題を準備することが課題として挙げられる。また正答率の分析だけではなく、記述問題の誤答内容を分析することも必要である。今後もPISA調査における問題を使用し続けるのか、また本校独自にリテラシー評価のための問題の開発を進めるかを検討していく必要がある。

第1章 研究開発の概要

第1節 学校の概要

1 学校名、校長名

学校名 ならじょしだいがくふぞくちゅうとうきょういくがっこう
奈良女子大学附属中等教育学校

校長名 前川 昌子(奈良女子大学生生活環境学部教授)

2 所在地、電話番号、FAX番号

所在地 奈良県奈良市東紀寺町1-60-1

電話番号 0742-26-2571

FAX番号 0742-20-3660

3 課程・学科・学年別生徒数、学級数及び教職員数

① 課程・学科・学年別生徒数、学級数

全日制課程・普通科・各学年3クラス（合計18クラス）

	前期課程			後期課程			計
	1年	2年	3年	4年	5年	6年	
男	59	65	61	61	61	56	363
女	60	69	62	62	62	61	376
計	119	134	123	123	123	117	739

② 教職員数

校長	副校長	教諭	養護教諭	非常勤講師	教務補佐	ALT	スクールカウンセラー	事務職員	司書	計
1	2	41	2	18	4	2	1	5	0	76

第2節 研究開発の課題

1 研究開発課題

大学との連携に基づき、中等教育6年間において自己学習力と自然科学リテラシーを育成するカリキュラムを研究開発するとともに、高大連携教育を進める

2 研究の概要

自然科学リテラシーと自己学習力を身につけることで、学校を卒業後も能力を伸ばしていく科学技術系の人間を育成するための、中高6年一貫教育SSHカリキュラムを研究開発する。6年間を2年ごとに区切り、1年～4年は全校生徒を対象として、文科系・理科系の区別なく自然科学リテラシーを育成し、3年～6年で徐々に対象生徒を絞り込みながら自然科学リテラシーをより伸ばしていくカリキュラム・教材・指導法を研究し、実践していく。

また、高学年(5・6年)になり、より進んだ数学・理科の内容の学習を希望する生徒には、大学教員・研究者による特別講座を提供し、さらには大学の講義を受講できるシステムを構築するための研究を行う。

3 研究開発の実施規模

全校生徒を対象に実施する。

4 研究の仮説

(1) 「自然科学リテラシー」の定義

本校における理数教育の理念は、「自然科学リテラシー」である。これは、「OECDの生徒の学習到達度調査(PISA)」における次の概念に基づいて定義した。

数学的リテラシー : 数学が世界で果たす役割を見つけ、理解し、現在及び将来の個人の生活、職業生活、友人や家族や親族との社会生活、建設的で関心を持った思慮深い市民としての生活において確実な数学的根拠にもとづき判断を行い、数学に携わる能力

科学的リテラシー : 自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し、意思決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力

問題解決能力 : 問題解決の道筋が瞬時には明白でなく、応用可能と思われるリテラシー領域あるいはカリキュラム領域が数学、科学、または読解のうちの単一の領域だけには存在していない、現実の領域横断的な状況に直面した場合に、認知プロセスを用いて、問題に対処し、解決することができる能力

読解力 : 自らの目標を達成し、自らの知識と可能性を発達させ、効果的に社会に参加するために、書かれたテキストを理解し、利用し、熟考する能力

主に数学科の教育により「数学的リテラシー」を、主に理科・数学科の教育により「科学的リテラシー」を育成する。この2つのリテラシーを統合・活用する力として「問題解決能力」をとらえ、数学科・理科が中心となってこの力の育成を図る。

そして、「数学的リテラシー」「科学的リテラシー」「問題解決能力」の3つを総合的に活用できる素養・力として「自然科学リテラシー」を定義する。

「自然科学リテラシー」以外にも、各教科のリテラシーを初めとして様々なリテラシーがあるが、これらリテラシーの礎石たるものとして、「読解力」を考える。

(2) 研究の仮説

■研究仮説■

前期中等教育においては、理数に偏りすぎない総合的な考え方のカリキュラムの基で、「自然科学リテラシー」の育成を目指す教育を行うことにより、自己学習力のある理数(自然科学)に強い生徒を育成することができる。

これを受けて、後期中等教育において大学教員や研究者等による先進的な内容の講義を受講することで、理数に興味・関心のある生徒の力をより伸ばすことができる。

この仮説を分節化し、より具体化すると以下のようなになる。

A. 数学的リテラシーの育成

数学において、テクノロジー(PC、グラフ電卓、テレビ会議システム)を活用して、数学における「実験」や試行錯誤を繰り返しながら学習することで、数学的リテラシーを育成し、創造性をのばし、自己学習力、問題発見能力を高めることができる。

B. 科学的リテラシーの育成

理科において、観察・実験を中心に据えた探究の過程を重視した授業の積み重ねと、生徒が自ら仮説を立てて探究する課題研究を中学年(3・4年)から行うことで、科学的リテラシーを育成し、自ら主体的に学習する生徒を育てることができる。

C. 問題解決能力の育成

数学的内容と理科的内容が有機的にリンクした教材とカリキュラムを研究開発し、それらを利用して集中

的に講義・実験を行うことで、問題解決能力を養成することができる。

これらのリテラシーと能力を、読解力を基にして接合することにより、本校生徒全体の理数の力を引き上げ、上位の生徒の独創力・論理的思考力・問題発見能力をさらに伸ばすことができると考える。

第3節 研究の内容と方法

カリキュラムは、基本的に6年間で2年ずつに区切る2-2-2制をとり、それぞれの2年間のSSHに関する目標を、次のように設定する。

1・2年	理数に偏らない基礎・基本の徹底
3・4年	学問への興味・関心と学びへの意欲の育成
5・6年	大学とリンクした先進的な理数教育の実施

(1) 基礎・基本の徹底

① 数学科の完全習得を目指す学習

■数学学習の完全習得の方法を研究開発

② 理科における探究活動の基礎・基本となるスキルの習得

■探究の技法である、観察・分類・予想・条件の制御・実験・グラフ化などのスキルの習得

③ 統計の重視

■文科系・理科系を問わず、統計の知識・理解・技能の習得

④ サイエンス基礎講座

■自然科学リテラシーを育成していく上での基本的な素養を身につける

(2) 数学的リテラシーの育成

① 作図ツールを活用した発見型幾何学習

■自ら進んで学習を行い、課題を発見することのできる生徒を育成する

② グラフ電卓を活用した実験型関数学習

■数学が現実世界において果たす役割を理解させる

③ テレビ会議システムを利用した数学教育

■数学への興味を高めるとともに、国際性豊かな生徒を育成する

④ 「数検」の実施

■数学的リテラシー習得の度合いを測るとともに、数学学習への動機づけとする

(3) 科学的リテラシーの育成

① 実験・観察の重視とより高度な実験の実施

■探究の技法を駆使できる力を育成する指導法の研究開発を行う

② 課題研究入門の設定と課題研究の充実・発展

■3・4年において「課題研究入門」の単元を設け、その指導方法の研究を進める

③ 実験実習と先端施設見学

■長期休業中に「理数特別プログラム」として、実験実習や先端施設見学を企画する

④ 理科カリキュラムの再編

■「基礎理科」、「自然探究」を設置し、科学的リテラシーの習得をめざすカリキュラムを開発

(4) 問題解決能力の育成

① 「NSL講座」の開設(3・4年の希望者対象)

■自然科学リテラシーを育成するための、数学的内容、理科的内容が融合した講義の研究開発

- ② 「数理科学」の開設(6年：自由選択科目2単位)
 - 自然現象をはじめとする現実世界を解析する力を育成する
- ③ 「理数講義プログラム」の開設(5・6年の希望者対象)
 - 数学・理科に関する先進的な内容の集中講義の研究開発
- (5) 大学・研究機関との連携
 - ① 本学の講義の受講(5・6年の希望者対象)
 - より高度な学習を行いたい生徒が、本学の講義を受講できるようなシステムの研究開発
 - ② 大学の研究室体験&インターンシップ
 - 大学や研究所の研究室を訪問し、一流の研究者からアドバイスを受けて研究内容を深める

本研究開発を進めるには、大学・研究所との連携が不可欠であり、連携・協力の了解を得た以下の大学・研究所とは、下図のような連携内容を計画している。

奈良女子大学

京都大学(化学研究所・生存圏研究所・エネルギー理工学研究所・防災研究所)

大阪大学(基礎工学研究科)

奈良県立医科大学・大阪府立大学(理学部)

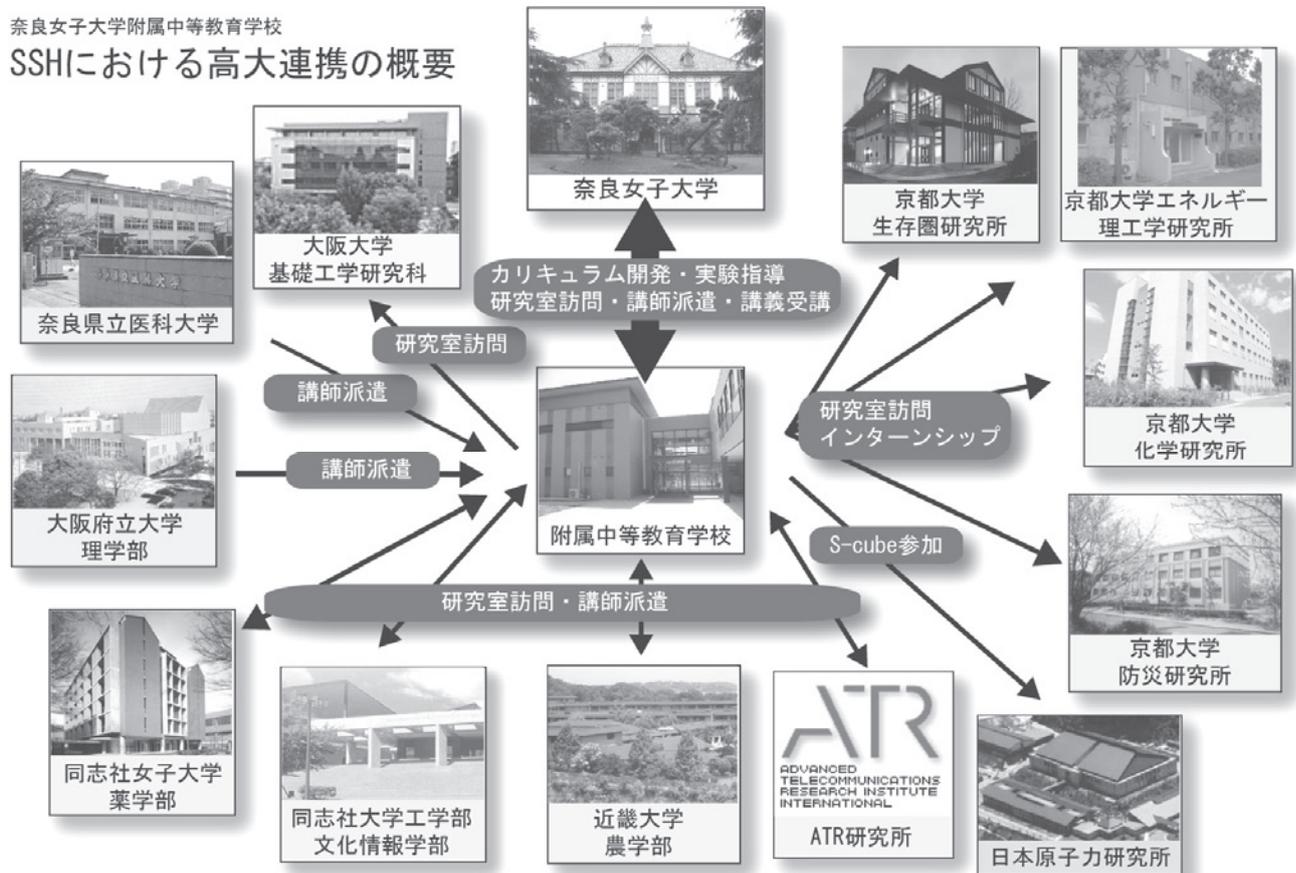
同志社大学(工学部・文化情報学部)・同志社女子大学(薬学部)・近畿大学(農学部)

ATR(株式会社 国際電気通信基礎技術研究所)

日本原子力研究開発機構・関西光科学研究所

奈良女子大学附属中等教育学校

SSHにおける高大連携の概要



(6) サイエンス研究会

① 「サイエンス研究会」の創設・活動推進

■生徒が数学・理科・科学技術に関する特色ある「研究」を進める

② 「サイエンス夏の学校」の実施

■自然科学の方法を専門家から学ぶ

③ サイエンスツアーの実施

■最先端のサイエンスを「目で観て 肌で感じて 手で実験して 頭で考える」

以上のSSHカリキュラムは、考え方・構成からもわかるように、

1年～4年：生徒全員が対象

3年～6年：「サイエンス研究会」、希望して選ばれた生徒が対象

となっている。研究内容をカリキュラム構造図としてまとめると、次図のようになる。

奈良女子大学附属中等教育学校 6年一貫SSHカリキュラム

カテゴリー		1年	2年	3年	4年	5年	6年
授業	基礎・基本	「探究数学」 英語科20人授業 創作科「情報基礎」 国語科「情報と表現」		「環境学」 英語科「Integrated English」 国語科「表現」	「世界学」	「情報B」 英語科「Topic Studies」	
	数学的リテラシー	具体的操作活動による幾何学習	作図ツールを活用した幾何学習	グラフ電卓を活用した関数学習			
	科学的リテラシー	実験・観察技術の完全習得		理科「課題研究入門」		理科「課題研究」	
	問題解決能力	総合学習「探求」		「環境学」 「アカデミックガイダンス」 「NSL講座」	「世界学」	「数理科学」 「テーマ研究」	
課外	基礎・基本	「サイエンス基礎講座」					
	数学的リテラシー	AHS・梨花女子大学附属高校とのテレビ会議システムを利用した数学教育					
	科学的リテラシー	「サイエンス夏の学校」		大学・研究所を訪問しての観察・実験			
	問題解決能力	「理数講義プログラム」 インターンシップ 本学の講義受講					

生徒全員が対象

「サイエンス研究会」・希望して選ばれた生徒が対象

第4節 評価計画

1 内部評価

基礎・基本の徹底については、通常の授業における評価、定期考査による評価、フィールドワークやレポートの評価、自己評価を中心に、目標が達成できたかどうかを検証・評価する。

学習内容については、ポートフォリオを利用して評価する。

さらに、生徒からの評価、本校教師・大学教員による評価を行い、内部評価の方法について研究を深める。

自然科学リテラシー(数学的リテラシー、科学的リテラシー、問題解決能力)については、第一年次に引き続いて、3年次修了生を対象に「OECDの生徒の学習到達度調査(PISA)」を利用した調査を実施してデータを蓄積し、各国のデータと比較検証することで評価する。

2 外部評価

SSH運営指導委員会を年間3回開催し、運営指導委員による評価を受ける。

また、保護者、学校評議員による評価を実施しつつ、外部評価のあり方の研究を続ける。

「本校SSH生徒研究発表会」を実施し、SSH運営指導委員・本学教員・他のSSH指定校・保護者等の評価を受ける。また、横浜で行われる「SSH研究発表会」にて口頭発表、ポスターセッションを行い、参加者の評価を受ける。

第5節 研究組織の概要

(1) 各組織の役割

① SSH運営指導委員会

SSH運営指導委員会は、専門的見地からSSH全体について指導、助言、評価を行う。大学教員・研究者・学識経験者・行政機関の職員等で組織する。

② 学校長・副校長・校内教頭

校長・副校長・校内教頭は、SSH運営指導委員会、奈良女子大学をはじめとする大学・研究機関と連携しながら、SSHの全般的な運営を行う。

③ 本学事務局・本校事務室

本学事務局(総務・企画課及び財務課)と本校事務室は、副校長・教頭と連携しながら、SSHの経理処理を行う。

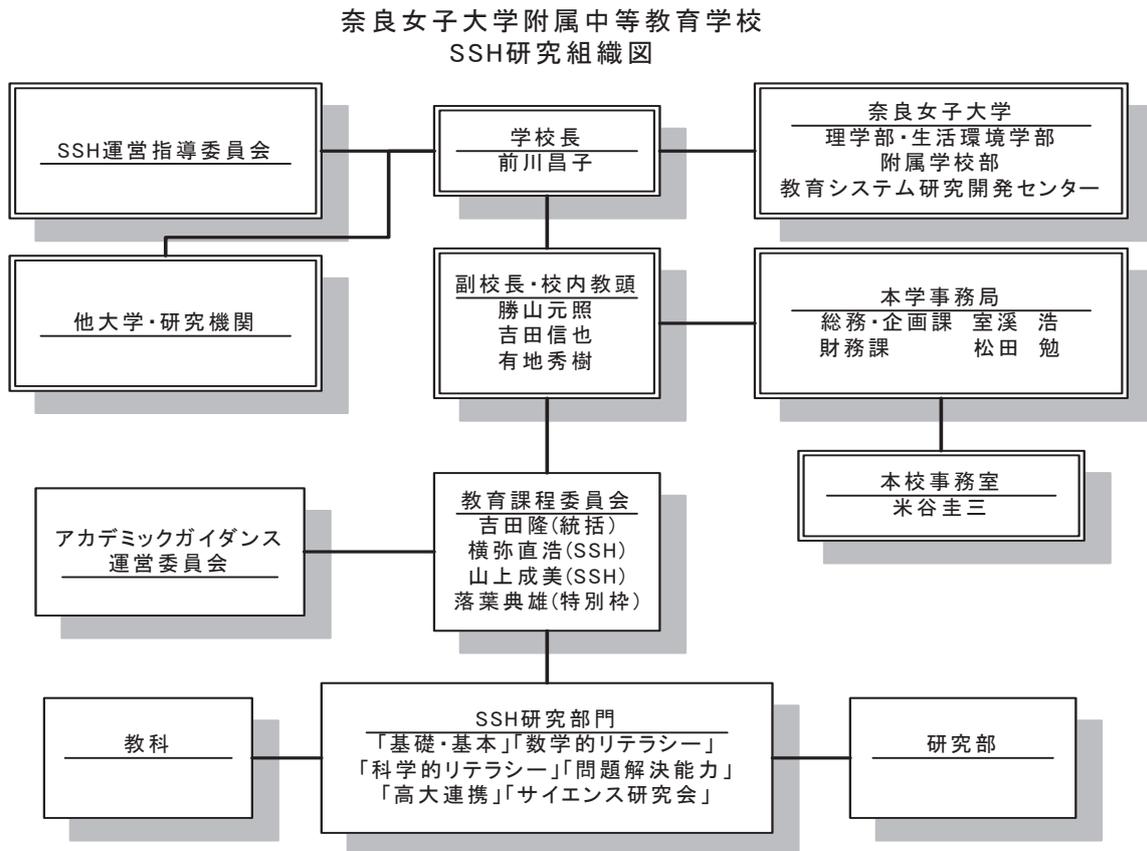
④ 教育課程委員会

教育課程委員会は、SSH研究部門をはじめ関係部署と連携を図りながら、SSHの研究面での全体的な企画・運営・指導を行う。

⑤ SSH研究部門

「基礎・基本」、「数学的リテラシー」、「科学的リテラシー」、「問題解決能力」、「高大連携」、「サイエンス研究会」の6部門で構成し、それぞれの部門の研究を推進する。本校数学科・理科の教師を中心に、他教科および校外の専門家で構成し、連携しながら研究を行う。

(2) SSH研究組織図

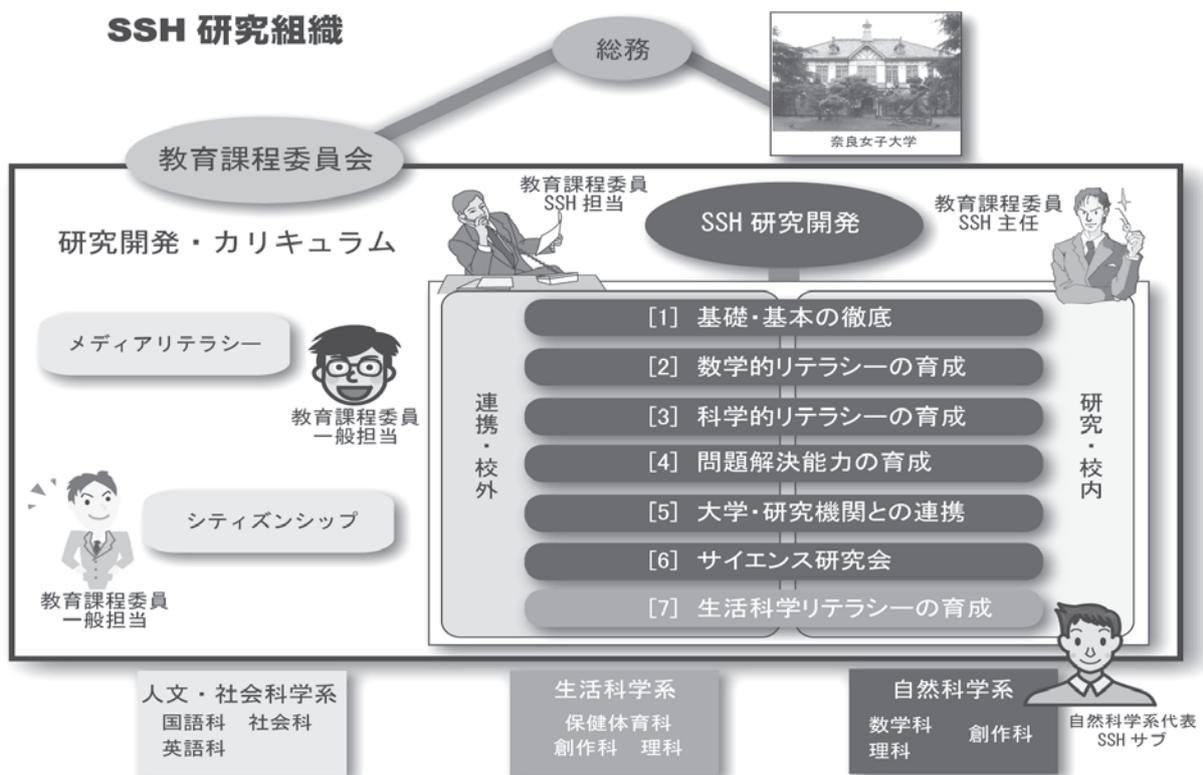


(3) SSH運営指導委員会

氏名	所属	職名	備考(専門分野等)
上野 健爾	京都大学	教授	複素多様体論
吉田 明史	奈良教育大学	客員教授	数学教育
重松 敬一	奈良教育大学	副学長	数学教育
辻 智子	株式会社ファンケル	医薬事業開発室長	生化学
刀根 規久男	ATR波動工学研究所	主幹研究員	波動工学
三村 徹郎	神戸大学	教授	植物生理学
森本 弘一	奈良教育大学	教授	理科教育
山極 寿一	京都大学	教授	人類進化論
小林 毅	奈良女子大学	教授	位相幾何学
佐久間 春夫	奈良女子大学	教授	スポーツ心理学
塚原 敬一	奈良女子大学	教授	生体関連化学
丹羽 雅子	奈良女子大学	前学長・名誉教授	繊維科学
松田 覚	奈良女子大学	教授	食健康学
向井 洋一	奈良女子大学	准教授	住環境

(4) SSH研究部門と研究担当者

部門	氏名	所属	専門・教科・分掌
[全体] SSH研究主任	横 弥直浩	附属中等教育学校	数学
[1] 基礎・基本	山上 成美	附属中等教育学校	数学
[2] 数学的リテラシー	横 弥直浩	附属中等教育学校	数学
[3] 科学的リテラシー	矢野 幸洋	附属中等教育学校	理科
[4] 問題解決能力	櫻井 昭	附属中等教育学校	理科
[5] 高大連携	河合 士郎	附属中等教育学校	数学
[6] サイエンス研究会	末谷 健志	附属中等教育学校	理科



第2章 研究開発の経緯

本校は、2000年度に中等教育学校となったが、それ以前の1970年代から完全中高6年一貫教育を実践してきた。「自由・自主・自立」の校風のもと、生徒たちは6年間ののびのびと過ごしている。伝統ある学園祭では、中高一貫の特性を活かした6年間の縦のつながりを基軸として生徒が学園祭を自主的に運営し、3クラスの小規模性を生かした学年間の横のつながりをもとに、教室展示・演劇・模擬店と活発な活動を展開している。2005年から3年間、全校生徒に実施したアンケート調査結果から見ると、学校生活に対する満足度は、肯定的な意見（とても満足～やや満足）がどの学年も80～90%ほどあり、生徒は満足しているといえる。

このような本校においても、最近は一人ひとりを見れば個性的ではあるが、集団形成ができない生徒が増えてきた。また、ルールやマナーといった公共性の理解に乏しい生徒も増えつつある。このような生徒に、21世紀の担い手としてふさわしいシティズンシップを身につけさせ、キャリア形成能力を育成する指導法の研究が必要となってきた。その研究の1つとして、道徳と特別活動(ホームルーム・学園祭・その他の行事)を一体化させた指導法を研究・実践しつつある。このシティズンシップの育成が、生活面における本校の課題である。

学習面においては、いかに速く、効率的に問題を処理するかについての方法・知識ばかりを求める傾向が、生徒には強くなってきている。学校生活や授業等で生徒の様子を見ても、様々な知識を組み合わせる力で問題を解決する力、粘り強く考える力など、応用的な問題や実際に直面する問題への対応力に乏しい生徒が増えてきている。このような傾向の一面が、「理数離れ」として現れていると考える。シティズンシップには自然科学的素養が不可欠であり、「理数離れ」現象は、21世紀の市民社会を根底から揺るがすものと考えられる。この「理数離れ」をくい止め、シティズンシップを持った理数に強い生徒を育成する指導法・カリキュラムを研究・開発するのが、学習面における本校の課題である。上記の課題を解決し、研究開発する方向として「スーパーサイエンスハイスクール (SSH)」の指定を希望したのである。

そして、平成17年度に「スーパーサイエンスハイスクール (SSH)」の指定を受けて、本年度は3年目になる。

本校のSSH研究の特徴として次のことがあげられる。

- ①文系・理系に偏らない基礎学力を重視する
- ②中高6年一貫教育校の特色を活かして前期課程（中学校）も参加する
- ③理数が得意な生徒を3年以降から徐々に絞り込んで、大学と連携して力を伸ばしていく
- ④身の回りに興味を持つことで、サイエンスする心を養う「生活科学的素養」を育成する

以上の内容を「研究開発の7つの柱」を設定し実践している。ここで、その研究内容を概観する。

1 基礎・基本の徹底

数学科においては、1・2年の「探究数学」のカリキュラム・指導法の研究と実践を行う。数学・科学技術に興味・関心を持たせるような授業展開を工夫するとともに図書等を通じて生徒の理数における読解力と表現力の向上を目指す。理科においては、探究の技法を習得するための有効な指導法の研究と実践を、実験・観察やデータ処理などを通して行う。英語科においては、科学分野をテーマにした教材(3年～6年)の研究開発と実践を行うとともに、外国人講師による科学技術に関する語学の講義・授業を計画する。国語科においては、科学的リテラシーを支える日本語表現力育成について指導法を研究開発する。創作科においては、6年間の情報リテラシーの基礎・基本を身につける。1年の工創基礎(技術)におけるカリキュラムと指導法の研究・実践を行

う。総合学習においては、プレゼンテーション能力・自己学習力・問題解決能力を伸ばすための指導法の研究を行うとともに、博物館等を活用して理数と総合学習をリンクさせるカリキュラムの研究を進める。

全校生徒・保護者を対象とした、自然科学リテラシーを育成していく上での素養に関する講演会を実施する。

2 数学的リテラシーの育成

作図ツールを活用した発見型幾何学習においては、カリキュラムの再構成とテキストの改訂を行う。グラフ電卓を活用した実験型関数学習では、グラフ電卓利用のカリキュラムの作成と、テキストの作成を行う。数式処理システムを活用した創造的学習においては、大学教員と連携して、6年における「数理科学」を実施し、カリキュラムの研究と教材開発を行う。

テレビ会議システムを利用した数学教育については、シェットランドの高校との安定したテレビ会議システムの運用の研究を行うとともに、適切な教材を開発し実践する。

3 科学的リテラシーの育成

遺伝子やタンパク質及び物性などの学習の基礎となる実験を実施するとともに、大学や研究所と連携・協力して、高度な実験や学際領域の実験方法の研修を重ね、授業等に導入する。3年で「課題研究入門」を実施して生徒に研究する基礎を学ばせ、それを発展させて6年では「課題研究」を実施する。普段の授業では行えない観察・実験・実習を行うための合宿や実験・実習プログラム、施設見学等を検討・計画し、実施する。

4 生活科学リテラシーの育成

生活体験を科学的に理解し、課題を設定して解決することのできる「生活科学リテラシー」を育成するためのカリキュラム・教材を研究開発する。5年「生活科学」および4年「科学と技術」を実施し、自然科学リテラシーと生活科学リテラシーの両者を連携しながら育成するカリキュラム開発と教材開発を、大学の教員と協力して行う。

5 問題解決能力の育成

6年「数理科学」を実施し、大学や研究所と連携して、カリキュラムの研究と教材開発を行う。

3・4年における「NSL講座」及び5・6年における「理数講義プログラム」について、大学教員・研究所と連携して実施時期・回数・講義内容および運営方法を研究し、実施する。

6 「サイエンス研究会」の指導

理数に興味・関心のある生徒で構成された「サイエンス研究会」において、生徒が数学・理科・科学技術に関する特色ある研究を進められるように指導・助言を行う。この際、大学の教員、研究所の研究者、大学院生のTA等の援助・指導を受けて高度な研究を実現させる。また、数学オリンピック・化学オリンピック・物理オリンピックやシンポジウム・学会等に参加して研究成果を発表するように指導し、各種の科学技術系コンテストにも積極的に応募させる。

7 大学・研究機関との連携

「サイエンス研究会」の生徒を本学に引率して、研究のアドバイスや、実験の指導を受けることができた。大学の先生方から指導を受ける機会を得たことは、高大連携のシステム化につながると考える。

本年度は、SSH指定3年目となり、今までの成果をまとめる年でもある。いろいろな課題を踏まえて、積極的に研究を進めていきたい。

第3章 3年間のSSH研究の成果と課題

平成17年に研究指定を受けた本校は、今年で3年間の経過した。

本年度はその3年目として、本校の研究・事業にも次の刺激や特徴があった。

- ・スーパーサイエンスハイスクール（SSH）生徒研究発表会（パシフィコ横浜）では、指定3年目の学校が口頭発表する。本校もその中の1校であった。
- ・奈良県文化会館（大ホール）で、全校生徒にサイエンス研究会の研究を発表した。これは、上記SSH生徒研究発表会の練習も兼ねていた。
- ・毎年実施する本校公開研究会では、SSH研究を中心にテーマ設定し、教師の発表の場（公開授業）となった。
- ・学校設定科目「数理科学」と「NSL講座」が、試行段階を経て本年度から単位認定をする選択科目として実施できた。

以上の教育活動の中で、SSH研究報告としても3年間の振り返りその成果と課題をまとめることにした。

本校SSH研究は、次の6つの柱で研究を進めている。研究報告としても、この6つのカテゴリーから成果と課題をまとめていて、本年度3年次の実施報告（第4章を参照）も同様である。

- (1) 基礎・基本の徹底
- (2) 数学的リテラシーの育成
- (3) 科学的リテラシーの育成
- (4) 問題解決能力の育成
- (5) 大学・研究機関との連携
- (6) サイエンス研究会

さらに今年度は、この6つの研究の柱を横断する別の視点から本研究を見ることを考えた。そうすることにより違った観点からSSHを評価することができる。そこで、次の3つの視点からSSHの成果と課題を見ることにした。

- ① SSHを通して、教師がどのように変わったか
- ② SSHのために、どんなカリキュラムを開発したか
- ③ SSHにより、生徒はどのように変わったか

以上の3つの視点は、日頃の教育活動の視点から見ることでもある。

①について

教師の変容として一番大切なことは、授業改善であると考えている。数学的リテラシー・科学的リテラシーの育成をキーワードとして、授業研究に取り組んだ。そのために、数学科と理科が合同の教科会議を毎月（年間12回）実施し、PISAが示すリテラシーの内容研究、リテラシーを育成するための研究授業の実施、学習指導案の作成、授業後の研究協議の実施等、各教科内にとどまらないで理数科による授業研究・リテラシー研修が実施できた。

②について

SSHを進めるための特徴的なカリキュラムを学校設定科目「数理科学」「NSL講座」として、実施に向けて試行、研究を続けてきた。その本格的実施が本年度から始めることになった。SSHに関わって、いろいろなカリキュラムの内容があるが、その特徴的なものとしてこの2つをまとめておきたい。

③について

SSHの研究・事業を進めてきて一番大切なことは、生徒がどのように変容したかということである。本校の特徴である前期課程（中学校）からの参加や、文系・理系を区別しないで広く自然科学リテラシーを身に付け最終的には理数に強い生徒を育てるという目標がどのような成果として表れたかを評価したい。

上記の内容を踏まえて、この第3章では、次の項目で3年間の研究成果と課題を考察することにした。

第1節 日頃の授業の変容

第2節 学校カリキュラムの開発

第3節 生徒の変容

第4節 評価

第1節 日頃の授業の変容

3-1-1 数学的リテラシー

1. はじめに

本校 SSH 研究テーマの1つは「自然科学リテラシーの育成」である。自然科学リテラシーとは、数学的リテラシーと科学的リテラシーをあわせたものをいい、主に数学科は数学的リテラシーの育成、理科は科学的リテラシーの育成が研究対象となり理論面と実践面で研究を続けている。

2. 数学的リテラシーの定義と理論的考察

数学的リテラシーについては、いろいろな定義や考え方がある。そこで本研究では、経済協力開発機構(OECD)の「生徒の学習到達度調査」(PISA)をもとに数学的リテラシーを捉えることにする。

(1) 数学的リテラシーについての理論的考察

経済協力開発機構(OECD)の「生徒の学習到達度調査」(PISA)における数学的リテラシーの定義とは、次である。

数学が世界で果たす役割を見つけ、理解し、現在及び将来の個人の生活、職業生活、友人や家族や親族との社会生活、建設的で関心を持った思慮深い市民としての生活において確実な数学的根拠にもとづき判断を行い、数学に携わる能力

この定義における能力を分解すると、次のようになる。

- ・ 数学が世界で果たす役割を見つけ、理解する能力
- ・ 確実な数学的根拠にもとづき判断を行う能力
- ・ 数学に携わる能力

なお、携わるとは、数学を使う、数学を使ってコミュニケーションを行う、数学的な視点に立って考えるなど機能的な面から数学のよさを知り楽しむなど審美的な面までも含めた幅広い意味を持つ。

(2) 数学的リテラシーの3つの側面

数学的リテラシーの枠組みは次の3つの側面によって特徴付けられている。

- ① 数学的な内容
- ② 数学的プロセス
- ③ 数学が用いられる状況

上記を詳しく説明すると、

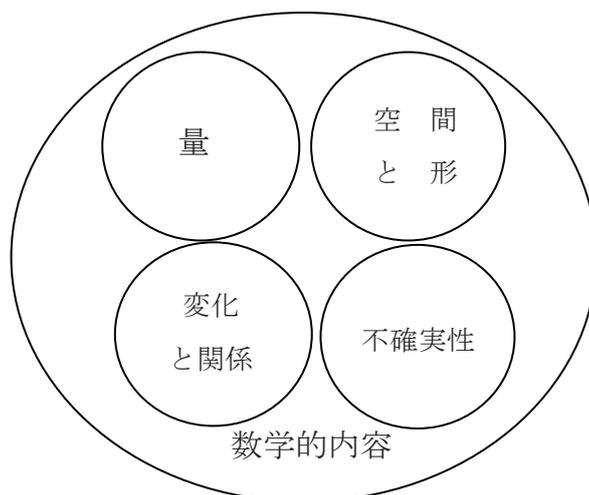
① 数学的な内容

実生活でみられるような数学的概念のまとめり、それらは数学的に考察する前の事象や場面によって、あるいは数学カリキュラムの内容のいくつかを結びつける概念によって構成される。これらを「包括的アイディア」と呼ぶ。これは、次の4領域である。

- 1) 「量」：数量的な関係、数量的なパターン、数量的な現象、相対的な大きさの理解、数のパターンを見つけること、量および量として捉えることが可能な実世界の対象の特

性を数を用いて表すこと。数を理解し処理すること。また重要なのは「量的推測」である。

- 2) 「空間と形」：空間的，幾何的な現象や関係。ものの形の構成を分析するとき，対象の性質や相対的な位置を理解すると共にそれらの形が異なる表現や異なる次元で表されても認識でき，類似点や相違点を探すこと。
- 3) 「変化と関係」：変数間の関数的な関係と依存関係とともに変化の数学的関係を明らかにすること。数学的関係とは方程式や不等式の形を取ることが多いが，等しい，割り切れる，含む，などのより一般的な関係も含む。関係は記号，代数，グラフ，表，幾何的表現など様々の異なる表現によって表される。様々の目的や性質のために様々の表現が役立つので，ある表現から別の表現に翻訳することは，状況や問題を扱う際に非常に重要である。
- 4) 「不確実性」：確率的・統計的な現象や関係であり，これらは今日の情報化社会においてますます関連してくる。



【図1】 数学的な内容の図式

② 数学的プロセス（能力クラスター）

生徒が数学的な内容に取り組むのに必要な技能のまとめ。PISAの数学的リテラシー調査においては，生徒は実生活の文脈に基づく問題に取り組み，数学的探究が行えるように問題の特徴を見つけだし，関連する数学的な能力を活発に使い，問題を解決する。そのためには多段階の「数学化」のプロセスに携わらなければならない。

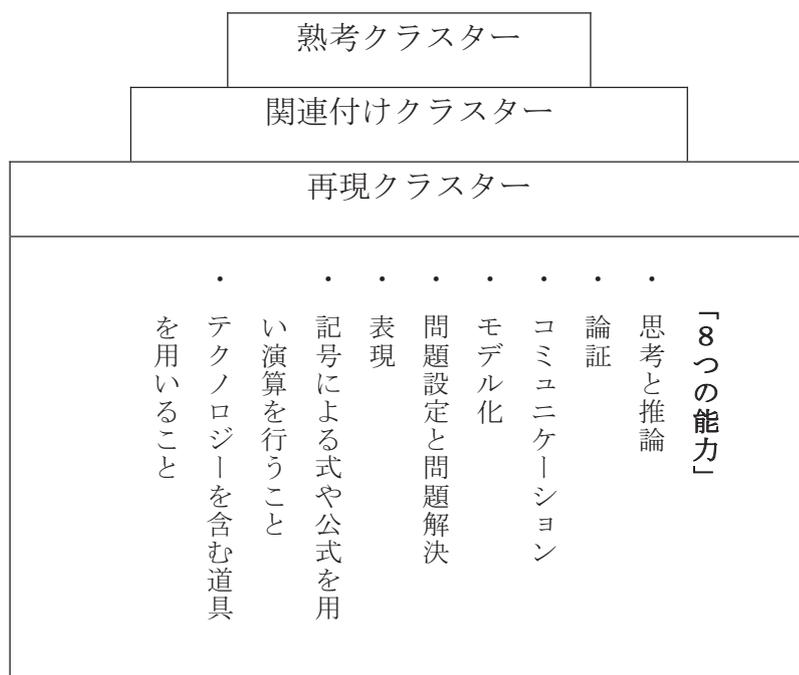
そのような「数学化」のプロセスには，

- ・思考と推論 ・論証 ・コミュニケーション ・モデル化 ・問題設定と問題解決
 - ・表現 ・記号による式や公式を用い演算を行うこと ・テクノロジーを含む道具を用いること
- の8つの能力が関わっている。

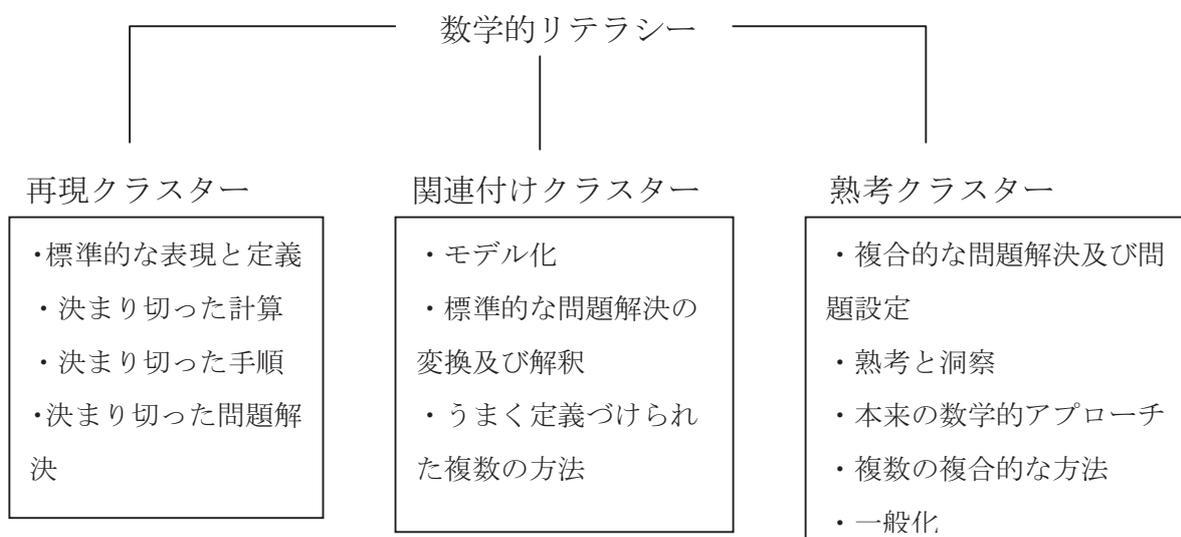
それらの能力は，一般には同時に機能し複雑に絡み合っているが，ある数学的リテラシーの問題に取り組むときにはこの中の1つか2つの能力が特に顕著に関わってくる。

これら8つの能力を含む認知的活動は、次の3種類の「能力クラスター」によって説明される。それぞれの「能力クラスター」において、上述の8つの能力がすべて関わっている。

- 1) 「再現クラスター」：比較的良好に見慣れた、練習された知識の再現を主に要する問題を解く能力。
- 2) 「関連付けクラスター」：再現クラスターの上に位置し、やや見慣れた場面、または見慣れた場面から拡張され発展された場面において、手順がそれほど決まりきっていない問題を解く能力。
- 3) 「熟考クラスター」：関連付けクラスターのさらに上に位置し、洞察、反省的思考、関連する数学を見つけ出す創造性、解を生み出すために関連する知識を結びつける能力。



【図2】 数学的プロセスの図式



【図3】 能力クラスターの概略図

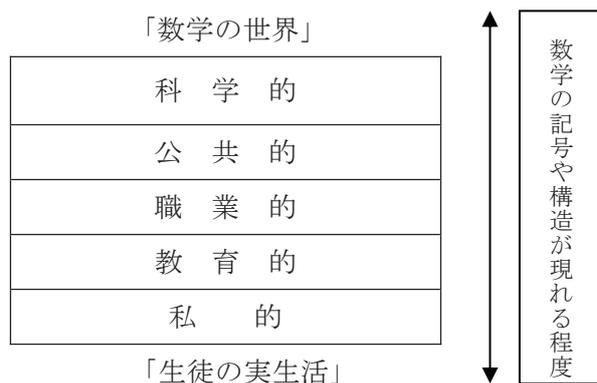
③ 数学が用いられる状況

実生活で生徒が遭遇するような状況。この側面を取り上げたのは、数学的リテラシーを真正に評価するためである。つまり学校の教科書に煩雑に見られる数学を練習することではなく、様々な状況において数学を用いて問題を解決できるかを見るためである。状況は生徒との「距離」及び「数学の記号や構造が現れる程度」によって次のように分類される。

「私的」「教育的」「職業的」「公共的」「科学的」（科学的には、数学の教室でよく直面するような数学そのものである「数学内的」文脈も含まれる）

また、次のように説明がされている。

状況とは、課題が置かれている生徒の世界の一部である。これは、ある程度生徒から離れたところに存在する。最も生徒の身近にある状況は、生徒の私的な生活である。続いて学校生活であり、職業生活、余暇である。これに続いて、日常生活で遭遇する地域の共同体や社会がある。生徒から最も遠いのは、科学的状況である。問題を解くため、私的、教育的、職業的、公共的、科学的という状況が定義され、用いられる。



【図4】数学が用いられる状況

3. 具体的な授業研究

11月6日に実施した校内授業研究会での学習指導案を例に授業研究の実際を示す。

○2007年度 内部公開授業(SSH研修) 数学科学習指導案

授業者 数学科 川口 慎二

1. 日時 平成19年11月6日(火) 7限(15:15-16:00)
2. 学級 1年C組 男子19名 女子21名 計40名
3. 教室 1年C組 普通教室
4. 科目・単元 基礎数学I(幾何) 「作図とその応用」
5. 単元目標

円や垂直二等分線、角の二等分線などの定義および性質を理解する。また、それらの作図方法を習得し、作図を用いて種々の問題が解決できる。さらに、作図の過程を文章で説明することにより、論理的表現力を育む。

6. 題材観

幾何の歴史を振り返れば、その起こりが古代エジプトにおいて、ナイル河の氾濫が起こったあとの肥沃な土地の分配、区画整備の必要性にあることはよく知られている。幾何学(geometry)という学問の名が「地球を測る」、「測地術」というギリシャ語に由来することからもわかる。このように、幾何学は日常生活における重要な問題の解決という具体的な必要性から、図形そのものに共通する性質を取り出し、分析するという抽象的な普遍性を求める学問に発展した。今回の授業において、現実世界の具体的な問題を理想化・単純化することにより、幾何の問題として捉え解決を目指すことは、幾何という学問の大きな流れを体感するよい機会になるであろう。

そして、上述の古代エジプトにおける区画整理の必要性から鑑みてもわかるように、作図問題は幾何の最も基本的な問題として、古代から多くの技術者や科学者、数学者が取り組んできた。大地に直線を引くことや一定の距離を測ることなどの具体的な作業は、やがて石板、木板や紙の上に場所を移し、定木とコンパスの使用に制限を設ける形でより抽象的な作業へと変化を遂げた。その長い発展の過程の中で、「三大作図問題」のように多くの数学者の関心を喚起する問題も提起された。「三大作図問題」は、円の正方形化、一般角の三等分、立方体の倍積についての問題であるが、いずれも方程式を用いた代数的方法により、問題の提起から約二千年後に不可能性が立証された点は興味深く、同時に作図における幾何的発想は、幾何学に留まらず数学全般に有効であることが窺える。

さらに、今回の授業では2003年に実施された経済協力開発機構(OECD)による「生徒の学習到達度調査」(PISA)の問題を用いており、PISAの提唱する数学的リテラシーの分析と育成にも有効である。実際の問題に対して有効な数学的手段を見つけ出し、関連する知識を活用して解決し、さらなる課題へと発展させていくことが可能な題材であり、PISAのいう「熟考クラスター」を測る上で最適である。

7. 生徒観

1年C組は、数学を得意とする生徒がいる一方で、算数から苦手意識を引きずっている生徒まで、数学に対する姿勢や印象は様々であるが、全体的に授業に対して前向きな姿勢であり、思考や理解も早く、一つ一つの課題を丁寧に取り組むことができる姿勢が備わっている。しかし、自分の意見を整理して発表するまたは、周囲と議論する力が不足している。

8. 指導計画 全8時間

- (1) 図形が無数の点の集合であることを認識し、円の定義を理解する。・・・1時間
- (2) 線分の垂直二等分線の定義および性質を理解し、その作図方法を習得する。・・・2時間
- (3) 角の二等分線の定義および性質を理解し、その作図方法を習得する。・・・2時間
- (4) 垂線の作図方法を習得し、平行線の引き方を理解する。・・・1時間
- (5) 作図を用いて、現実世界の問題を解決する。・・・3時間(本時はその2時間目)

9. 本時の学習指導

現実的な問題を理想化・単純化することにより、幾何の問題として捉えることができることおよび、図形の性質をもとに判断し、必要な作図を活用して問題の解決を目指す。

10. 本時の目標

- ・課題に対して積極的に取り組み、自分の意見をグループに発表し、議論に参加する。(関心・意欲・態度)
- ・公園の形を三角形とみて、公園全体を明るくするという必要な条件を抽象化し、3つの頂点から等距離にある点を求めるという幾何の問題へと理想化・単純化できる。(数学的な見方・考え方)

- ・自分の考え方を文章で述べたり、相手に伝えたりすることができる。（表現・処理）
- ・課題の解決に必要な作図を選択し、正しく作図することができる。（知識・理解）

11. PISA の枠組み

- 数学的な内容(包括的アイデア) 空間と形
- 数学的プロセス(能力クラスター) 熟考クラスター
- 数学の用いられる状況 公共的
- 文脈 公園における街灯の位置
- 8つの能力 思考と推論、コミュニケーション、モデル化、表現、問題設定と問題解決

12. 評価

- ア 課題の状況を捉え、幾何の問題へと理想化・単純化する。（数学的な見方・考え方）
- イ 三角形の外心が求める解であることを判断し、正確に作図できる。（知識・理解）
- 「十分満足であると判断される」状況(a)と評価する具体例
- ア 課題のなかで必要な情報のみを取り出し、幾何の問題としてノートの上で議論や考察ができる。
- イ (公園の端の) 3点までの距離の等しい点が三角形の外心であることを用いて、問題を解決する。
- 「努力を要すると判断される」状況(c)と評価される生徒への手立て
- ア 課題の状況を丁寧に説明し、ノートの上でどのように考えたらよいかを示唆する。
- イ 光の広がり方を確認して、求める点の満たす条件を考えさせることにより、三角形の外心の作図が必要であることを認識させる。

13. 展開

(※予想される生徒の反応、○教師の発問、●教師の支援、☆評価の観点、◆数学的リテラシー)

	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
課題提示	1. 導入と課題の提示		
	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>課題</p> <p>三角形の形をした公園に1本の街灯を立てる必要がある。夜間でも公園全体が明るくなるようにするためには、公園のどの位置に街灯を立てた</p> </div> <p>○「このような形をした公園があります。夜にも多くの人立ち寄るので、この公園に1本の街灯を立てたい。公園に暗いところがないようにしたいのですが、いったい公園のどこに街灯をたてたらよいのでしょうか。」</p>	<p>●航空写真を提示しながら説明する。</p> <p>●外心を内部に含む三角形を用いて考えさせる。</p> <p>※直感的に街灯の位置を予想する。</p> <p>※適当な位置でよいとしてしまう。</p> <p>●何度も立て直すことは不可能なので、街灯を立てるためには、工事の前の段階で正確に位置を決定する必要があることを確認する。</p>	◆モデル化

	<p>○「この問題を、幾何の考え方を 이용하여 解決するためには、どのようにすればよieldろうか。」 (ワークシート Step 1)</p>	<p>●どのように課題を理想化・単純化し、幾何の問題として認識しているのかを確認する。 ※問題を理想化・単純化して幾何の問題として捉える。 ●プリント(ワークシート)を配布し、問題の状況を説明する。</p>	<p>☆現実世界の問題を幾何の問題として捉えることができる。 (数学的な見方・考え方)</p>
探究活動	<p>2. 個人・グループによる考察 ○「はじめに、あなたなら公園のどこに街灯を立てますか。また、なぜそう考えたのですか。自分ひとりで考えてみましょう。」 (ワークシート Step 2)</p>	<p>●最初に個人で考え、個人の意見としてまとめさせる。 ※問題の意味を確認する。 ※問題を理想化・単純化して考えている。 ●生徒が問題の意味を把握しているかを巡回しながら確認する。</p>	<p>◆思考と推論、表現 ☆自分なりに考えをまとめているか。 (表現・処理)</p>
探究活動	<p>○「では、グループをつくり、自分の意見とみんなの意見を比べてみよう。そして、グループ全員で、この問題を考えてみましょう。」 (ワークシート Step 3)</p> <p>○「では、各グループでどこに街灯を立てればよieldのか、また、なぜそこに立てればよieldのかをまとめましょう。」</p>	<p>※予想される解答…三角形の外心、重心(中心という可能性もある)など。 ●予想の根拠を説明させ、後のグループによる検討につなげる。 ※グループ内で、自分の考え方を周りと比較する。 ※グループで議論をする。 ※議論にうまく参加できない。 ●グループでの議論を促すとともに、自分の意見と他者の意見を比較検討させる。 ●グループ内で、比較検討した結果をもとに、さらに考察を深めさせる。 ●グループの意見を発表用紙にまとめる。 ※グループの意見をまとめる。 ※グループの一部に作業を任せてしまう。 ●グループの意見を誰もが説明できるようにしておくように指示を出す。</p>	<p>◆コミュニケーション ☆積極的に議論に参加する(関心・意欲・態度)</p>

<p>考察</p>	<p>3. 全体による考察と問題の解決</p> <p>○「それでは、各グループの意見を代表者に発表してもらいましょう。」 (ワークシート Step 4)</p> <p>(i)外心を作図している場合 ○「このように(外心を)作図しているが、なぜこの位置に街灯を立てるとよいのか、理由を説明してみよう。」</p> <p>(ii)外心以外の作図をしている場合 ○「光がないと暗くなってしまう。では、光はどのように広がっていくのだろう。」</p> <p>○「どのような点を作図すれば、街灯の位置がわかるだろうか。クラス全体としての意見をまとめてみよう。」 (ワークシート Step 5)</p>	<p>●各グループの代表者に OHC に投影しながら発表してもらおう。 ※自分のグループの意見と比較しながら発表を聞く。 ※漫然と発表を聞いている。</p> <p>●質問がないか、本当にその作図でよいのかを確認しながら聞くように指示する。</p> <p>●光の広がり方や外心の性質をもとに、自分の言葉で説明できるよう考察させる。 ※なぜ外心の位置に街灯を立てるとよいのかを説明しようとする。</p> <p>●光の広がり方がわかるような具体的な事例を挙げさせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光は真っ直ぐ進む。 ・光は同心円状に伝わる。 ・光は光源からの距離が大きいほど弱く、小さいほど強い。 <p>●光の広がり方を、光源からの距離に注目させて、同心円を認識させる。 ※光の広がり方から、三角形の外心を作図すればよいことに気付く。</p> <p>●△ABC の外心を街灯の位置にすればよいことを確認し、作図方法を確認する。 ※外心を 2 辺の垂直二等分線の交点として作図する。</p> <p>※クラスの意見が外心以外の結論に至る。</p> <p>●クラスの議論の結果をまとめて、全員に共通理解をはかり、さらに検討する。</p>	<p>☆作図方法を考察し、手順を再現することができる。(表現・処理)</p>
<p>まとめ</p>	<p>4. まとめと発展的課題の提示</p> <p>○「この公園の他にも、いろいろな形をした公園があるだろう。今回の考え方を活かしながら、自分で問題を作って、それを解決してみよう。」 (ワークシート Step 6)</p>	<p>●幾何の歴史的側面から、幾何(特に作図)が現実問題の解決に有効であることを確認する。</p> <p>●発展的な問題として、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外心が外側にできる三角形の場合 	<p>☆自ら課題を設定して、解決に取り組もうとする。(関心・意欲・態度)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2本街灯を立てる場合 ・ 四角形の公園の場合 <p>など、様々に考えられることを伝える。 ※自ら新しい課題を設定して、解決を図る。 ※興味を示さない。 ●具体的な条件を提示する。</p>	◆問題設定と問題解決
--	---	------------

4. 授業観察用紙の作成

数学的リテラシー育成をキーワードとして、授業改善の方法を探るために授業観察用紙を作成した。
(資料参照) 問題点としては、一時間の授業を捉えるには記述しにくいことである。授業改善に活用できる形に今後も検討したい。

5. 研究の成果と課題

3年間の数学的リテラシーに関する研究経過を見る。

1年目は、PISAにおける数学的リテラシーの定義を把握し、その枠組みを用いて授業研究を実施した。

2年目は、更なる授業研究と数学的リテラシーの熟考クラスター育成の授業を提案した。

3年目(本年)は、授業研究の方向性と評価の方法が研究対象である。

また授業研究をして、次のことが明らかになった。

- ① 教師は、数学的リテラシー育成を重視した授業を構成した。それは、学習指導案にも表れ、生徒が興味・関心を持つように工夫をし、数学と他教科や日常と関連させた教材を扱うことになった。
- ② 生徒にとっては、日頃の授業とは違って、身近な事象から数学を見つけたり、他教科と数学の関連を感じた。
- ③ 数学的リテラシーを育成するには、生徒が数学的活動をする授業が大切になる。そこで、日常的に問題解決の授業をしていないことや、生徒が考える時間を十分取っていないという問題点が明らかになった。
- ④ 数学的リテラシーの3つの側面から授業をみると、「数学的な内容」の指導を重視しているため、教師主導で知識伝達の授業になりがちである。
- ⑤ 数学的リテラシーの3つの側面から授業をみると、「数学的プロセス」の指導が弱く、生徒の数学的活動が十分なされていないといえる。
- ⑥ PISAの数学的リテラシーの枠組みで授業をみることにより、授業での問題点が教師間で共有できた。

《参考文献》

(1) 「生きるための知識と技能」OECD 生徒の学習到達度調査(PISA)2003年調査国際結果報告書, 国立教育政策研究所編, ぎょうせい, 2004

(2) 「PISA2003年調査評価の枠組み」国立教育政策研究所監訳, ぎょうせい, 2004

(3) 日本数学教育学会誌 2005 第 87 巻第 1 号「OECD 生徒の学習到達度調査 2003 年調査の国際結果—15 歳児の数学的リテラシー—」長崎栄三, 瀬沼花子, 日本数学教育学会, 2005

[資料]

数学科 授業観察用紙 観察者 ()

- 1 日時：()年()月()日()曜日 第 限目
- 2 講座名：() : 単元名：()
- 3 学級：()年()組 ()名 : 指導者：教諭()
- 4 授業形態：(クラス一斉・グループ・教師が1台PC・1人1台PC・TT・その他「)
- 5 生徒の使用教具：(教科書・プリント・PC・その他「)
- 6 授業観察

「4:とてもそう思う、3:ややそう思う、2:あまり思わない、1:全く思わない」○で示してください。

観察① 教師を見て

- (1) 日常生活など身近な問題とのつながりを意識した授業であった。 …… 4・3・2・1
- (2) 数学的な知識や概念を生徒に伝えようとする授業であった。 …… 4・3・2・1
- (3) 生徒への発問は適切であった。 …… 4・3・2・1
- (4) 生徒が考える時間は十分とった。 …… 4・3・2・1
- (5) 生徒の意見や考えを適切に取り入れた授業であった。 …… 4・3・2・1

●教師を見て感じたことを自由に書いてください。

()

観察② 生徒を見て

- (6) 多くの生徒が、きまった手順(公式等)で問題が解けた。 …… 4・3・2・1
- (7) 多くの生徒が、自分で考えだそうとする姿勢があった。 …… 4・3・2・1
- (8) 多くの生徒は、多様な考えを出したり、発展的に問題を考えた。 …… 4・3・2・1
- (9) 生徒と教師の数学的な対話があった。 …… 4・3・2・1
- (10) 生徒どうしの数学的な会話があった。 …… 4・3・2・1

●生徒を見て感じたことを自由に書いてください。

()

観察③ 個別生徒への質問

- (11) 近くにいる生徒に「今日の授業で何を学習しましたか」と質問して下さい。

その答え

()

7 本授業で、数学的リテラシーを感じたでしょうか。その場面があれば具体的に書いてください。

3-1-2 科学リテラシー

1. はじめに

SSH 指定後、本校では、OECD が進めている国際的な学習到達度調査「PISA」の教育学的な理論（以下 PISA 理論）を議論し、これをバックボーンとする理科カリキュラムを開発した。PISA 理論を採用した理由としては、以下の点が挙げられる。

- ① PISA 理論が、実験観察を大切にしてきた本校の理科教育や教育精神と矛盾が生じないこと
- ② PISA 理論が、国や地域による文化の違いなどを超えて、これからの地球市民のあり方を追求してつくられたものであり、ある程度の普遍性を持つと期待されること
- ③ PISA の調査結果と本校生徒の結果を比較することで、客観的に学力の議論ができると期待されること

本校が開発した理科カリキュラムの最大のポイントは、生徒の科学的思考力育成の観点からみて、日頃の理科授業の改善につながる点にある。すなわち、「生徒が考える」・「生徒に考えさせる」理科授業の構築である。以下に、バックボーンとなった PISA 理論と、本校理科カリキュラムの内容を説明する。

2. PISA 理論の科学リテラシーの定義とその内容

PISA 理論は、「数学リテラシー」「科学リテラシー」「読解力」「問題解決能力」の4部から構成されている。それぞれの理論の中で測定する観点が定義、分節化されて、OECD 加盟国の高校1年生が解く問題が作成される。PISA 理論全体では、「プロセス」や「リテラシー」などの共通言語が存在し、だいたいにおいて体系的で首尾一貫した理論となっている。最近の日本では、特に PISA 理論の「読解力」が注目され、小学校や中学校の国語科や社会科において、理論を取り入れた授業実践例がいくつも報告されるようになっている。

PISA 理論をバックボーンとする理科カリキュラムを開発するためには、中でも「科学リテラシー」の理解が大切となる。以下にその内容を簡単に説明する。

PISA 理論では、「科学リテラシー」は次のように定義されている。

“Scientific literacy is the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity”

OECD “The PISA 2003 Assessment Framework”

現在は、様々な「〇〇リテラシー」という言葉がつけられ、氾濫している時期であるといえよう。従って、PISA 理論が主張する「科学リテラシー」も、様々な定義の中のひとつに過ぎない。しかし、これから紹介するように、本校では、理科カリキュラムを開発する上で有益な理論体系であると考えている。

PISA 理論の「科学リテラシー」の大きな特徴は、上の定義にみられるように、市民として必要な「knowledge(知識・概念)」だけでなく、科学的論拠を持って「draw(表現)」、「decision(判断・解釈)」する能力も含まれると明記している点である。つまり、PISA がいう科学リテラシーは、いわゆる「科学的な思考力」を内包しているといえよう。

このように定義された PISA の科学リテラシーは、図1のように、「科学的知識・概念」、「科学的文脈」、「科学のプロセス」の3つの柱で構成される。それぞれは、互いにつながっていて、相互補完する内

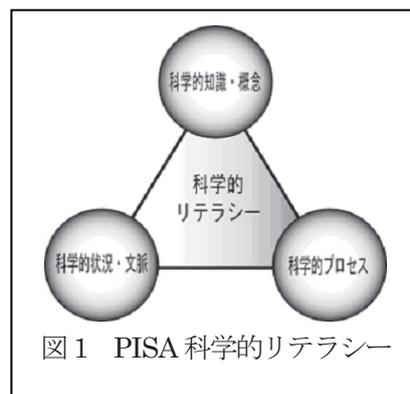


図1 PISA 科学的リテラシー

容となっている。

それぞれの柱ごとに内容をまとめたのが表 1 である。なお、以下の説明は、PISA 理論の原文（英文）を本校が長い間議論した末の、「ひとつの解釈」であることを注釈しておきたい。

<p>科学的知識・概念 Scientific knowledge or concepts</p>	<p>科学的リテラシーに該当する知識・概念を、日常生活に関わること、様々な社会的な問題の理解に関わること、科学的プロセス（後述）に必要であること、などを挙げている。例えば、人間の健康に関わることや、エネルギーの変換や保存、食物連鎖などの生態系や地球環境に関わることなどは、科学的リテラシーとの関連が大きいとしている。</p>
<p>科学的文脈 Situations or context</p>	<p>日常生活や地球環境、科学技術などに関わる中で、身につけた科学的な知識・概念や科学的プロセス（後述）を使えることは、科学的リテラシーの中に含まれるとしている。つまり、学習した内容を身の回りの様々な現象や諸問題と結びつけて考えることのできる能力である。</p>
<p>科学的プロセス Scientific processes</p>	<p>科学的論拠をよりどころとして、「question（問い）」から「answer（答え）」に至る思考過程を科学的プロセスと定義する。ここでいう question は、一般的な答えが存在しない、たとえば価値に関わる問題なども対象となる。</p> <p>この科学的プロセスは、思考過程の違いから、次の 3 つに分類される。</p> <p>① プロセス 1</p> <p>様々な現象を科学的知識・概念を使って説明したり、証明できたりすること。たとえば、化学反応式を正しく書ける、現象名を答えられるといった具合である。つまり、主に、生徒が持っている知識・概念の理解が重要となる。</p> <p>② プロセス 2</p> <p>科学的なデータを理解すること。たとえば、必要に応じてデータを選択・操作したり、あるいは法則性を発見したり、科学的な事実を見つけたりできることが挙げられる。たとえば、葉裏と葉表の気孔の数から、主に葉裏から蒸散を行っていることを見つけるなどである。知識・概念の理解とともに、科学的な方法を身につけていることが重要となる。</p> <p>③ プロセス 3</p> <p>科学的な論拠を持って、様々な現象や問題を「解釈」すること。たとえば、課題を見つけ、仮説を立てて検証することや、様々な科学的な論拠を理解し、それを背景として自分の考えを主張したりすることが挙げられる。プロセス 2 と同様に、知識・概念の理解とともに、科学的な方法を身につけていることが重要となる。</p>

表 1 PISA 理論「科学的リテラシー」

表 1 に示した中でも特筆すべきは、科学的プロセスであろう。先に述べた、PISA 理論が定義する科学的リテラシーにおける「科学的な思考力」は、この科学的プロセスという形に表れている。これをさらに分節化したプロセス 1～3 の説明は、そのまま理科授業のある場面を想定させるものとなっている。

ここで、この科学的プロセスと、日本の理科教育の中で一般的に解釈されてきた科学的思考力を比較してみたい。科学的思考力は、以下のように説明される。

「科学的思考力とは、科学的思考を可能にする能力を意味する。また、科学的思考とは、自然事象について自分の解決すべき課題をもち、それを筋道を通して考え、得られた結論を事実即して確かめ、応用・発展させていく過程で行われる思考活動である。この営みは、創造的で批判的な思考活動であるとも言える。批判的な思考とは適切な規準や根拠に基づく論理的で偏りのない思考を意味する。」『理科重要用語 300 の基礎知識』武村重和・秋山幹雄

この説明による科学的思考力は、PISA が主張する科学的プロセスと、それを分節化したプロセス 1～3 を通して考えたときの主旨と、ほぼ一致するものと考えられる。その意味で、図 2 に示すように、プロセス 1～3 は、科学的思考力を構成する要素として考えることができるであろう。

本校では、長年、実験観察を中心としたカリキュラムを研究してきたが、科学的思考力の育成そのものに関してはほとんど議論されてこなかった。この理由として、そもそも科学的思考力とは何かが分かりにくいものであったことがあげられる。しかし、PISA 理論は、(ひとつの理論、仮説に過ぎないにしても) 科学的思考力を明快に分節化することで、見通しの良いものにした。このことが、理科カリキュラムをつくる上で、大きなメリットとなった。

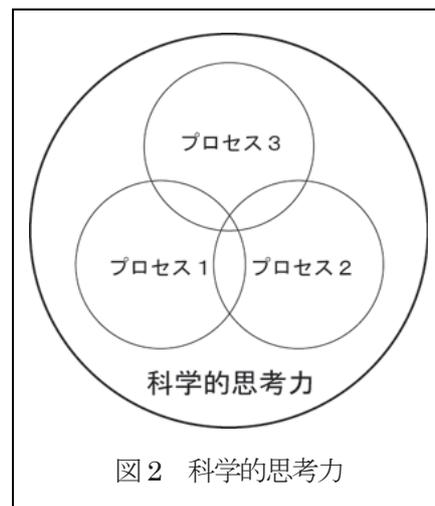


図 2 科学的思考力

(補足) プロセス 3 について

プロセス 3 は、PISA 理論の数学的リテラシーでいう「熟考クラスター」に相当するものであると考えられる。両者とも、平たく表現すれば、「答えが簡単には出せない、あるいは答えが存在しない問題に科学的に対処する力」を指すであろう。例えば、他人の主張を聞き、自分の考えを事実に基づいて表現したりする「科学的に議論する力」や、科学的な証拠や事実をふまえて、答えに至るのに必要な操作を組み立てたり、実行することができる「解釈し、行動する力」などが相当する。PISA は、この力が「リテラシー」であることを主張している。その理由の片鱗を、OECD が 2002 年に発表したレポートなどで読み取ることが可能である。

「・・・特定の行為又は行為の累積が環境に与える影響について高度な科学的確実性を確保できれば、それは環境への害を予防する適切な対策の採用につながる。しかし、多くの環境問題においては、特定の政策や行為がどのような結果を引き起こすかを確実性をもって示すことは、科学的立証が不可能であったり科学的予測が不正確又は不十分であったりするため、不可能である。

科学の不確実性がどれほど重要かを示しているのが、オゾン層破壊と地球温暖化である。どちらの場合も、その非常に深刻な影響が指摘された最初の段階で、正確な原因と問題の範囲に関する科学的確実性を待つことなしに、さらに被害が拡大するのを防止するための最初の措置がとられた。環境に関する決定の中には、活動（工業、農業、娯楽その他）の制約につながり、環境面以外では有益なこれらの活動の効果を制限するものもある。理想的対応政策は、環境の快適性を保全し、なおかつ活動による利益を保持するようなものである。しかし、このようなバランスをとることが必ずしも可能とは限らない。しばしば、意思決定が環境問題に十分配慮していなかったため、深刻なそして時には取り返しのつかない破壊が発生してしまうことがある。これらの中には単純に環境を無視したことによって発生したものもあるが、時には、当該行為が環境破壊の原因であること、あるいは破壊が、それほどまでに深刻であることについて証拠がない、あるいは不十分であるという理由で意思決定がなされたという場合もある。・・・」 OECD2002 「不確実性と予防」に関する報告書（下線は筆者）

このレポート中における、地球温暖化に関わる施策については、その是非を巡って様々な意見がある。しかし、「多くの環境問題においては、特定の政策や行為がどのような結果を引き起こすかを確実性をもって示すこと」は「不可能」であることは理解できるし、それに類似する問題は、環境問題に限らず、身の回りでも様々に起きている。

PISA 理論が、プロセス 3 や熟考クラスターといった思考力が「リテラシー」として必要であると主張する背景には、今後、こうした類の問題に適切に対応しなければならないと考えているからであろう。

3. 理科カリキュラムの開発

先に説明したとおり、PISA 理論の科学的リテラシーは、科学的知識・概念、科学的文脈、科学的プロセスの3つの柱で構成されている。本校では、それぞれの柱が意味するところを理科授業に照らし合わせて検討し、具体化することで、理科カリキュラムの開発につなげた。簡単に説明する。

(1) 科学的知識・概念

PISA 理論がリテラシーとして主張する科学的知識・概念は、その主旨からして、従来から考えられてきた、社会人として必要な知識・概念とほぼ同じであり、その内容は、中学・高等学校の学習指導要領や教科書等で語られてきた。従って、学習指導要領や教科書等を参考にしつつ、学問体系と生徒の発達段階を考慮して「何を、いつ、どの順番でどのくらい教えるか」を検討した。

(2) 科学的状況・文脈

PISA 理論は、日常生活や地球環境、科学技術など、身近な諸問題に関わる中で、身につけた科学的な知識・概念や科学的プロセスを実際に使えることが大切であると主張している。

本校の理科カリキュラムへの反映として、普段の授業における導入や発問などを、生徒にとって身近な諸問題と関わるものを追求するようにした。さらに、指導案の教材観の中に、「日常生活や地球環境、科学技術など」との関わりについて具体的に挙げ、授業で身につける科学的知識・概念が、どのような状況や文脈と関わるのかを明示するようにした。（「生命科学」指導案参照）

(3) 科学的プロセス

PISA がリテラシーとして主張する科学的プロセスは、理科教育の根幹である科学的思考力の育成に関わっている。生徒の思考力、つまり考える力を育てる授業のあり方を考えた場合、それは、「どんな知識や技術を教えるか」よりも、「どのように考えさせるか」という点に力点が置かれるべきであろう。

これは、特に強調したい点であり、今回開発した理科カリキュラムの中心核でもある。長年、本校では、理科授業の中に多くの実験観察を取り入れてきた。しかし、科学的プロセスの主旨を考えた場合、実験観察を行う、あるいは何回行ったかという事実よりも、その活動を通じて、生徒がどのような、あるいはどれ程の思考を行ったかが決定的に重要になるであろう。たとえば、オームの法則を教えた後に、法則を確認する実験を行う場合と、実験をしてその結果からオームの法則を発見させる授業を行う場合では、同じ生徒実験をさせるとしても、生徒の思考過程は別物になる。また、どんなに科学的に価値のある実験でも、教師が一方向的に指示し、生徒がただレシピを追いながら作業するような授業であれば、科学的思考力を育成する授業にはならない。

実験観察は、自然法則や事実を明らかに示す有効な手段である。しかし、科学的プロセスあるいは科学的思考力の育成を考えた場合、授業者は、「実験観察は、生徒に考えさせる手段ないしは道具」としてとらえることが大切になるだろう。

以上が、SSH 指定後の議論の末にたどりついた結論である。そして、これを出発点として、科学的プロセスを取り入れた理科カリキュラムの開発を進めた。

PISA 理論では、「Question」から出発して「Answer」に至る思考経路を科学的プロセスと定義している。そして、その思考経路には3種あり、それぞれをプロセス1～3と呼んでいる。

偶然の産物をのぞいて、授業内における生徒の思考は、授業者の何らかの意図的な働きかけによって実現される。従って、プロセス1～3もそれぞれに対応した教師の働きかけがあってこそ実現される。そこで本校では、PISA理論の各プロセスを解釈し、それぞれに対応した「教え方」を表2のように定義した。ここでいう「教え方」とは、プロセス1～3を実現するための、大まかな授業内容を表している。先に述べたとおり、実験観察を生徒を思考させるための手段ないしは道具として扱っていることに注目されたい。

	PISA 理論の定義	「教え方」(授業内容)
プロセス1	様々な現象を科学的知識・概念を使って説明したり、証明できたりすること。	<ul style="list-style-type: none"> 自然法則などを<u>確認する実験</u> 知識・概念を確認したり、教える授業 現象を説明する授業
プロセス2	科学的なデータを理解すること。たとえば、必要に応じてデータを選択・操作したり、あるいは法則性を発見したりできること。	<ul style="list-style-type: none"> データから法則性や科学的事実などを<u>発見する実験</u> 必要なデータ処理を考える授業
プロセス3	科学的な論拠を持って、様々な現象や問題を「解釈」すること。たとえば、課題を見つけ、仮説を立てて検証することや、様々な科学的な論拠を理解し、それを背景として自分の考えを主張したりすること。	<ul style="list-style-type: none"> 仮説を立て、その検証に必要な方法を<u>創る実験</u> 様々な科学的事実を解釈し、自分の考えを主張する授業

表2 PISA理論プロセスと対応する「教え方」(本校定義)

実際の理科授業は、表1で定義したプロセス1～3に対応する「教え方」のいずれか、または組み合わせで構成される。これを授業者の個人技などに依存しないカリキュラムとするために、ワークシートと「教え方」をセットにしたものを用いることにした。簡単に言うと、生徒に思考させるための使い方を示したワークシートをつくり、これを本校の理科教師の中で共有するのである。資料2は、2007年度現在の、本校1年から6年までの理科授業で用いるワークシートとそれぞれの「教え方」の一覧である。また、具体的なワークシートを資料2に示す。

資料1の「教え方」を伴ったワークシート群から、本校の理科授業が、生徒にどのような科学的思考力を身につけさせようとしているかが展望できよう。つまり、この一覧が、科学的思考力育成を考えて開発した理科カリキュラムである。無論、これは完成されたものではなく、これからの様々な実践を経て、改良が加えられる予定である。

4. カリキュラムの評価

(1) PISA 調査

PISA理論を導入した新・理科カリキュラムを評価する方法として、生徒に対して記述テストを行った。

記述テストに用いた問題は、PISAの国際調査で用いられたものを採用した。PISAが公開している国内や海外の調査結果と本校の調査結果を比較することによって、理科カリキュラムを客観的に評価できることが期待された。

この記述テストは、PISA の調査にならって、4 年生（高校 1 年生）に対して、2006 年 6 月と 2007 年 6 月の合計 2 回実施した。しかし、問題の数や範囲が限定的である（PISA 調査の問題は一部しか公開されていない）ことや、本校の正答率が高すぎて比較などの分析が難しいなど、理科カリキュラムの評価として PISA の調査問題をそのまま用いることは、困難であることが分かりつつある。

今後は、PISA の問題を参考にしつつ、本校独自の調査問題を作成してカリキュラム評価に用いようと考えている。

（2）カリキュラムに対する外部意見

今回開発した理科カリキュラムは、本校の公開研究会や奈良県の教員研修会など、様々な機会で紹介することができた。その度に様々な意見や質問、活発な議論があった。今後、理科カリキュラムをつくる上で参考となると考えられるため、記録のため、主なものを列挙する。

<質問>

- ・ プロセス 1、2 とプロセス 3 は、生徒にとって、質的に大きな違いがあるように思える。教え方に工夫が要るのでは。

（回答）その通りで、プロセス 3 を低学年に要求することは難しいと思われる。従って、低学年では、主にプロセス 1,2 を実施し、本校では 3 年生で実施する「課題研究入門」で、時間をかけてプロセス 3 の基礎を身につけさせる。

- ・ 「レシピを追うだけの実験はナンセンス」という主張には強く共感するものがある。しかし、中身をしっかりと理解させてから実験するのであれば、時間がかかるのでは。

（回答）限られた授業時間の中で、生徒の科学的思考力を育成するためには、場合によっては、実施する実験の数を減らす必要があると思う。この問題には、物化生地縦割りではなく、理科全体として取り組む必要があると感じている。理科教師の中で、「授業内で、生徒を思考させる時間を確保することが大切である」という共通理解が得られれば、スムーズにいくと考えている。

- ・ このカリキュラムによって、科学的思考力が身に付いたかどうかをどのように測定するのか。

（回答）当初、PISA 調査の問題で測定できると考えていた。しかし、実際に本校生徒で実施すると、高得点すぎて、データを分析しにくいことが分かった。今後は、PISA 理論を用いた独自の問題を作成しようと考えている。

<意見>

- ・ 理科の実験観察を「確認実験」・「発見実験」・「創造実験」に分けることで、授業の質を明確に変化できることが新鮮に感じられた。ぜひ、理科の授業作りで悩んでいる小学校の先生にも紹介すべきである。
- ・ 理科と数学科が合同でカリキュラムを開発している姿勢が、自然科学としてのまとまりが感じられ、非常に好感が持てた。
- ・ 中高一貫で理科カリキュラムの開発に取り組んでいることがよく分かった。学習内容を「定性」から「定量」へ移行させたり、科学的思考力を「プロセス 1,2」から「プロセス 3」に変化させたりする流れが非常に分かりやすかった。
- ・ 非常におもしろいカリキュラムだと思った。しかし、「プロセス 3」は、生徒にある程度の基礎知識が必要で、実施したいが、現実的には難しさを感じる。

5. 理科カリキュラムの実践と成果

これまでに説明した通り、SSH 研究の一環として進めてきた理科カリキュラムの開発は、PISA 理論をバックボーンとして、その原型と評価方法は完成しつつある。しかし、その実践は始まったばかりであり、現時点

で、このカリキュラムの是非を確実性を持って語ることはできない。従って、ここでは、研究の過程で得られたいくつかの具体的な成果を列挙する。

(1) 科学的思考力の育成を議論し、カリキュラム化できた

今回の研究は、科学的思考力の育成をカリキュラム化したという面で、従来のものと大きく異なる。このことは、日頃の理科授業の改善にもつながる大きなポイントである。

本校は、以前から実験観察を軸とした理科授業の開発を行ってきた。その結果として、中学1年生から、高校3年生までの生徒に実施する、多くの実験観察教材が開発されてきた。自然を学ぶ教科として、実験観察を重視する姿勢は、間違っていないものとする。しかし、PISA 理論を読み解く中で、実験観察を実施するだけでは不十分であることが徐々に明らかとなってきた。そして、本校で議論を重ね、次に示す結論を得た。

- ① 実験観察をたくさん実施したからといって、生徒の科学的思考力が自然に身に付くわけではない。
- ② 科学的思考力育成の観点からは、実験観察は、思考力育成のための教育的な手段として位置づけられる。
- ③ 従って、実験観察の数ではなく、理科教員が授業で実験観察をどのように使うかが本質的な問題となる。
- ④ しかしながら、実験観察教材をどのように使うかは、担当する理科教師の特性や力量に全て任されてきた。そもそも、生徒の科学的思考力をどのように育成していくかは、これまでほとんど議論されてこなかった。
- ⑤ その結果、生徒が身につける科学的思考力は、「担当する理科教師による」という面が拭いきれない状態にあった。
- ⑥ 一方、科学的思考力の育成は、市民のリテラシーとして極めて重要であることは、PISA 理論などをみるに及ばず、社会的な情勢からも明らかである。

以上のような議論を通じて、科学的思考力をカリキュラム化することとなった。その結果が資料2で示した「教え方」を伴ったワークシート群である。

(2) 日常の理科授業を改善することができた

「生徒実験を行う授業」が「よき理科授業」とは限らない。これは、生徒を思考させる働きかけがあり、思考させる時間があり、思考結果を表現させる場面と、教師による修正ないし強化がなければ、生徒の科学的思考力など身に付かないからである。その意味において、先に何度も述べているように、実験観察がなされること自体ではなく、教師が実験観察をどのように使うかを、理科授業の本質的な問題としたい。本校理科では、生徒が楽しそうに実験している授業も悪くはないが、生徒が苦しみながらも真剣に考え、表現する授業もよき理科授業としていきたいと考えている。実験授業を手放しに賞賛するような段階から、理科はそろそろ卒業すべきだと思う。

では、理科教師は、授業で実験観察をどのように用いればよいのか。その一つの答えが、PISA 理論が主張する科学的思考力、つまり科学的プロセスの説明にあった。PISA 理論は、科学的思考力はプロセス1～3の3つから成立するという。様々な議論の末、本校では、各プロセスと理科授業における実験観察の扱いを次のように定義した。

科学的思考力	授業内容
プロセス1	確認する実験
プロセス2	発見する実験
プロセス3	創る実験

表3 科学的思考力と授業内容

いったん定義してしまえば、非常に単純である。しかし、実験観察という教材の使い方をこれら3つの内のいずれかに当てはめることで、授業における生徒の思考過程を明確に示すことができるのである。そして教師

は、その思考過程を実現する発問を考えればよい。

実践はまだ始まったばかりであるが、授業者にとっては「授業内容を明確に示すことができた」「専門分野外の内容であっても、どのように教えたらいかがが分かりやすくなった」などの感想が聞かれた。また、生徒からは、「考える時間が楽しい」「実験を創るので何をやっているかが分かりやすい」などの声が聞かれるようになった。日頃の理科授業が徐々に変わりつつあることが推察される。

(3) 理科教師互いの専門性を超えてカリキュラム作成の議論ができた

これまでの本校のカリキュラム研究といえば、いつ、何を、どの順番で、どの程度教えるかという「学習内容一覧」の形であった。これは形としては美しいのであるが、ともすると、物理・化学・生物・地学のそれぞれの専門ごとに理科教師が分かれ、各々で勝手に内容を決定し、後でそれらを貼り合わせただけのものになりがちであった。つまり、理科というよりも、各科目のカリキュラムという側面が強かった。

しかし、今回のカリキュラム研究で、「どのように教えるのか」、という観点が加わった。これにより、カリキュラム研究が、互いの専門性は持ちながらも、「理科教育」あるいは「理科教師」という共通のフィールドでの進めることができるようになった。理科カリキュラムは、やはり理科教師全員で取り組んだ方が良いというのが感想である。その結果、資料1に示すような、理科全体のカリキュラムを構築することができた。

(4) 数学と理科でカリキュラムに関する共通の言語を得た

数学と理科は、教科学問的には近い位置にあるにも関わらず、本校では、これまでほとんど別個に教育研究を行ってきた。しかしSSHの研究指定を受けた後、PISA理論という共通の理論を元にカリキュラム開発を行った。そして、理数合同で多くの議論を重ねる中で、教科の枠を超えて、授業で大切にしなければならないものを模索した。そして、以下に示すような共通のキーワードを見つけることができた。このことは、今後、共同でカリキュラムや授業内容を議論する上で、大きなメリットがあると考えられる。

自然科学リテラシー	
PISA「数学的リテラシー」	PISA「科学的リテラシー」
数学的状況・文脈	科学的状況・文脈
再現クラスター	プロセス1
関連づけクラスター	プロセス2
熟考クラスター	プロセス3

6. 授業研究

2007年度は、開発した理科カリキュラムをもとに授業実践を行った。以下は、2007年度の本校公開研究会で公開した授業である。

テーマ	課題研究入門「DNA抽出」
日時	平成19年11月23日(土)
場所	奈良女子大学附属中等教育学校 生物教室
授業者	矢野 幸洋(本校理科教諭)
学級	4年C組41名(男子21名、女子21名)
目標	課題研究入門を通しての科学的リテラシーを習得する。

■ 授業のねらい

本校理科では、科学的リテラシーの育成をめざして、4年に「生命科学(2単位)」を設置した。また、3,4年では課題研究入門も設けた。それらを設置した経緯や目的については前節を参照していただきたい。特に、課題研究入門は、課題となるテーマを教師から与え、その解決の方法を学び、その成果を発表するものであり、その過程を通して科学的なものの見方・考え方を習得させるものである。正に、科学の真髄を学ばせようとするものである。今回、公開した授業は、生命科学の授業で「DNA抽出」を題材に、課題研究入門の一つの展開例を示したものである。

■ 研究授業の内容

1. 教材観

メンデルが遺伝の規則性を考える中で、「要素」というものを仮定した。それが遺伝子の概念の始めであるとされている。現在では、遺伝子の本体は「DNA」であり、その塩基配列がヒトではすべて読み取りが完了している。さらに、ヒトでは塩基配列の意味づけの作業も始まっている。私たちを取り巻く社会環境は、「遺伝子組換え食品」「遺伝子治療」「DNA鑑定」など「遺伝子」に関する内容がどんどん増えている。よく分からないから遺伝子組換えはこわいではなく、利点や欠点が自分の言葉で説明できることは大変重要になってきている。つまり、高校生全員に遺伝子について学ばせることは、科学的リテラシーとも関連して大変重要であると考えている。

また、遺伝子を学ばせることは生物の根源を学ばせることでもある。しかも、生命が誕生して以来、遺伝子の構造は変わっていない。つまり私たちが受け継いだ遺伝子は、すべての生物に共通であり、生命の誕生以来の歴史を持つわけである。遺伝子(DNA)を学ぶことは生命の共通性と生命の長い歴史を学ぶことであると位置づけられる。

DNA抽出は小学生対象から高等研究機関まで行われており、その方法は確立されているといえる。インターネットでもいろいろな方法が公開されており簡単に情報を得ることができる。「高校一年生が45分でできるDNA抽出」という条件を設けることによって、生徒たちが試行錯誤を繰り返し、実験材料や実験方法を変えていく過程は科学の方法であり、目に見える結果によって成功した喜びが味わえるよい教材であると考えている。

2. 生徒の実態

適性検査を経ていることもあり、ある程度学習意欲は高く、実験なども積極的に行うが、結論を急ぎ、その途中の過程はほとんど大切にしない。また、課された以上のことを積極的に探究しようとする生徒は少ない。3年生でも課題研究入門を実施してきており、実験を自分たちで作る基礎は学習している。

3. 授業計画

テーマを「DNA抽出実験から科学の方法を学ぶ」として、以下のように展開した。

- ① 基礎実験(1時間) …詳しい説明なしで、DNAを抽出する。
- ② 各自がDNA抽出について調べる(夏休み) …調べるポイントは薬品、材料、それぞれの目的で抽出したDNAの確認
- ③ 実験方法の検討と実験の計画(1時間)

実験で大切なことは何かを問題提示、「高校1年生が45分でできるDNA抽出」を条件とする。実験検討会のことも考慮して、使用薬品、使用材料を次のように限定する。

<使用薬品>

A:食塩・エタノール・洗剤、B:食塩・エタノール・トリプシン液

C:食塩・エタノール・コンタクトレンズ洗浄液かコンタクトレンズタンパク除去剤

D：DNA抽出キットを使う、E：その他（調べたい実験方法があれば申し出る）

<使用材料> ブロッコリー、レバー（鶏）、納豆、タマネギ、白子

- ④ 実験計画に従い抽出実験を行う(1) (1時間)
- ⑤ 抽出物の確認と実験の検討 (1時間) …染色液によるDNAの確認。次回の実験の検討。
- ⑥ 実験計画に従い抽出実験を行う(2) (1時間)
- ⑦ 抽出物の確認と実験のまとめ (各班で) (1時間) …染色液によるDNAの確認とまとめ。
- ⑧ 実験のまとめと整理…班内での検討。DNA抽出の最適な方法を考える。
- ⑨ 実験結果の報告と検討 (2時間) ←本時
実験結果を報告し、質疑応答を行う。その後、各班の結果をもとに、DNA抽出のための最適な材料・薬品・実験方法を班内で検討し、その結果を発表し、討論会を行う。
- ⑩ 検証実験とまとめ (1時間)
最適な方法で実験し、検証する。

4. 本時の目標

- (1) DNAの抽出実験について班内で検討し実施することによって、遺伝子DNAをより具体的に理解するだけでなく、DNAとはどんな物質で、どんな性質をもっているのかを理解させる。
- (2) 一連の学習過程を通して科学の課題を解決する方法を学び、その実験結果を共有し討論するという過程を通して科学的なものの見方や考え方を学ばせる。

5. 指導過程

<指導の流れ>

	学習内容	指導内容
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・DNAは白くどろどろしたものであることを確認する。(プロセス1) ・各班ごとに、実験材料と実験方法について確認する。(プロセス1) ・使用薬品の意味を確認する。(プロセス1) 	<ul style="list-style-type: none"> ・抽出したDNAには、タンパク質なども含まれていることを確認しておく。 ・実施一覧表を見せて、DNA抽出できた班の実験材料や実験方法を確認させる。 ・共通に使った食塩とアルコールについて確認させる。
展開	<ul style="list-style-type: none"> ①結果の考察 (班内) <ul style="list-style-type: none"> ・DNA抽出できなかった班についてその原因を考える。 ・自分たちの実験結果をもとに、よりよい実験方法を班で考える。(プロセス3) ②実験結果の報告 (プロセス2) <ul style="list-style-type: none"> ・使用薬品が同じ班はまとめて発表させる。実験写真などをもとに実験方法や結果を報告する。実験で何を工夫したのか、どんな点が困ったのかを中心に報告させる。実験が成功した感想も伝えさせる。 ③実験方法の再検討 (プロセス3) <ul style="list-style-type: none"> ・有効な方法を各班で選び、選んだ理由を説明する。 ・意見交換を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・報告を聞く前に、原因を予想させたり、有効な実験方法を考えさせることによって、問題意識を持たせる。 ・班内での話し合いにより実験の目的を再確認する。 ・報告に際しては、事前にカメラを持たせて、ポイントとなる場面を撮影させておき、実験を再現させる。 ・実験が成功した醍醐味を伝えることは関心意欲を高める点で重要であり触れさせる。 ・薬品が同じ班は質問するようにさせる。 ・実験方法を考える際に必要な様々な観点を考えさせる。 ・今回の論点は、DNA抽出の有無であり、その純度や量ではないことを再確認する。

まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・実験で大切なことは何かをあらためて考え、自分の言葉でまとめる。 ・課題研究入門で何を学んだかを振り返る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験で大切なことは、確実性、安全、安価などその実験の目的によって異なることを確認させる。 ・実験を改良する過程は科学の方法そのものであることを確認する。
-----	--	--

6. PISA による科学的リテラシーにおけるプロセス1～3による分類

プロセス1	プロセス2	プロセス3
<ul style="list-style-type: none"> ・遺伝子の本体 DNA の簡単な構造を学ばせる。 ・予備的な抽出実験を行う。白いどろどろとしたものが DNA であることを実感させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・各自に DNA 抽出について、必要な薬品や操作を調べさせる。 ・実験結果を、どんな点を改良したのかということに重点をおいて報告させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・個人の調査をもとに、必要な薬品や操作に気づいて、自分たちで実験を組み立てさせる。 ・各班の結果をもとに、実験材料や実験方法について、意見交換を行う。

■ 授業者コメント

DNA抽出はしばしば取り上げられる実験内容である。今回は課題研究入門という位置づけで、自分たちで実験方法を見出したり改善したりすることを主眼において行った。そのためには、報告者に対して深く考察した質疑応答ができるかどうかことが重要となる。今回はその点については、概ねできていたようだ。質疑応答を受けて、最適な実験方法を模索する予定であったが、自分たちが行った実験をもっと改善したいという生徒たちの要望もあり、当初の予定より多い3回の抽出実験を各班別に行うことになった。目的の達成のために、実験方法や材料を試行錯誤の末改善していく過程は正に探求の過程（プロセス1～3）であり、科学的リテラシーの育成の4年での目標はほぼ達成できたと思う。今後、通常の授業の中でもプロセス1～3を意識した授業展開をすることが課題である。

■ 指導助言

○森本 弘一（奈良教育大学）

実験をたくさんすることや思考を大切にしているのが、この学校の特徴である。総合学習や探求も教科の枠を超えたものとなっている。

今回の授業で出てきたトリプシンは、まさに活用力を養うにはよい。実験の試薬として使っているものが実際に身近に使われているものである。素直に質問できる雰囲気、温度の質問が出ていたのがよかったし、そこでタンパク質の変性の話もできたらよかった。材料の議論をもっとできればよかった。つまり、なぜ白子なのか、ブロッコリーなのかということである。自分たちが学んだこととサイエンスリテラシーについての調査が2001年大人に対して行われた。DNAについて知っている者が15%から75%と増えている。DNAは髪の毛や血液に多いと思っている人が多いことから、知っていても理解していないことになる。どの方法をするかは賭けだという生徒の意見があったが、科学は賭けではないが、失敗がつづくで見通しが立たず不安になる。半分賭けもあるが、根拠を持って選択できることが大切で、根拠を持つには元となる知識が必要となる。理想的な方法として、遠心分離機の使用があるが、遠心分離機の変わりに何をするか、ろ過をする際ろ紙を使うかガーゼを使うか、フェノール以外のタンパク質変性剤はなど発展できる。新指導要領では中3で遺伝が復活し、そこでDNAが新しく出てくることになる。市民の教養としてDNAが取り上げられている。単に名前を知っているから、次に説明できる、いろんな例を挙げることができるなど。今回のような授業を通して、自分のや

った実験で例を挙げることができる。実験データをグラフとして自分で説明できる。これらのことがさらに深い理解となる。

○塚原 敬一（奈良女子大学理学部化学科）

4年生の課題研究入門のテーマとして「DNA 抽出実験から科学の方法を学ぶ」を取り上げ、合計 8 時間の授業（夏休みの課題を含む）の最終段階での実験結果の検討とまとめ（2 時間）について公開授業が行われた。このテーマは「科学的リテラシー」の育成を目指しており、PISA のプロセス 1、2、3 の定義（科学的知識・概念の利用・証明、科学的データの理解・法則性の発見、科学的論拠に立った解釈・課題の発見と検証）に授業内容（法則等の確認実験、データからの法則性・科学的事実を発見するための実験、仮説の検証のための実験・自分の考え方を主張する授業）をそれぞれ対応させている。タマネギ、白子、鶏レバー、納豆、頬の組織に含まれる DNA をこれまでに知られている幾つかの抽出方法をグループ毎に選択して用い、各抽出操作を検証し、グループ毎の結果をもとに最終的に最適な抽出操作を見つけ出すことを目指している。また、これらの抽出操作がどのような原理に基づいているのかも考えさせようとしている。授業のねらいは、ほぼ成功したとあってよいだろう。また、生徒たちは非常に意欲的に授業に参加していたと思う。それは、教師がよく考え、用意周到な授業を展開してきたからであると思う。また、授業の初期の段階で基礎実験としてマニュアルにある方法で DNA の抽出を行ったこと、さらに夏休みを利用して DNA の抽出に関して自習させ生徒の学習意欲を引き出させたことにも成功の原因があると思う。

研究協議では、全般的に肯定的な意見が多く、授業の評価が高かったと思う。

資料1

PISA "Process" に基づいた理科カリキュラム				機知の知識・概念を確認する授業 ＜確認する実験＞	データから、法則や科学的事実を 発見させる授業＜発見する実験＞	仮説を設定し、その検証方法を立案 したり、根拠をもって主張したり 議論する授業＜創る実験＞
No.	学年	学習項目	ワークシート名	プロセス1	プロセス2	プロセス3
1	1	天気とその変化	前線と天気の変化	前線や低気圧についての基礎知識をもとに、前線の通過に伴い天気がどのように変わるのかを学ぶ。また、日常生活での気象の変化に興味関心を持つようにさせる。	前線の通過前後の気象データをグラフ化し、その変化の特徴を理解させる。	
2	1	いろいろな物質とその性質	物質の姿	実験器具を用いて、様々な大きさの金属棒の質量と体積をはからせる。	結果をグラフ化することで、①同じ体積のものでも質量が異なる。②同じ質量のものでも体積が異なる。③金属棒は3種類の物質に分けられる。④同じ物質において、質量と体積は比例関係にある、ことに気づかせる。	
3	1	植物の体のつくりと働き	花のつくりを調べよう	4種類の花を分解、観察させる。	4種類の花の共通点、相違点を見つけさせ、種子植物の花の基本的な構造（がく、花弁、おしべ、めしべ）を発見させる。花の各構造の配置の仕方を理解させる。	
4	2	地球と宇宙	恒星の種類	恒星のグラフ（HR図）を作成させる。	グラフを見て恒星の種類を分けさせ、それぞれの種類の特徴を考えさせる。	
5	2	電気回路	オームの法則	抵抗・電流計・電圧計・電源装置を導線でつなぎ、電気回路を作らせる。	抵抗に流れる電流と電圧のグラフから、電流と電圧には比例関係が成り立つことを見つけさせる。	
6	2	動物の体のつくりと働き	カエルのからだのつくり	ヒトに関する知識をもとに、同じ脊椎動物のカエルを解剖することによって、その構造や動きを確認させる。生命の尊さについても考えさせる。	自作テキストをもとに、全員に臓器の位置や特徴を理解させる。脳や眼球など興味を持った部位は自由に観察させ、記録をとらせる。	
7	2	動物の体のつくりと働き	だ液の働き	デンプンと糖の検出方法を確認させる。		だ液にデンプンを糖に分解する働きがあることを証明する実験の手順を考えさせる。
8	1・2	実験の基礎技術	実験の基礎技術帳(別冊)	正しい実験器具の扱いと作業を身につけさせ、安全かつ正確に実験・観察できるようにさせる。		
9	3	大地の変化	火成岩	火成岩をルーペと偏光顕微鏡で観察させ、スケッチさせる。	火山岩と深成岩のつくりの違いに気付かせ、それらのでき方の違いを考えさせる。	
10	3	熱と仕事	熱エネルギーと温度上昇		加えた熱エネルギーと物体の温度上昇の関係や比熱の概念をグラフから導かせる。	
11	3	＜課題研究＞	生物同士のつながり	光合成には3つの要素「光・水・二酸化炭素」が必要であることを確認させる。		3つの要素の関係について仮説を立てさせ、実験の立案と考察を行わせる。また、現在の地球環境と光合成について考えさせる。
12	3	化学分野	酸とアルカリの反応	酸（2種類）とアルカリ（2種類）の中和反応を、BTB溶液の色から確認させる。	電離式を分子モデルを用いて、酸・アルカリの中和反応の化学反応式を考えさせる。ちょうど中和するときの量的関係（体積比）と、化学反応式の係数との関係に気づかせる。	
13	4	運動と力	まさつ力	静止まさつ力と最大静止まさつ力の関係を説明させる。最大静止まさつ力および動まさつ力と垂直抗力との関係を説明させる。		まさつ力と垂直抗力が比例することを確かめる実験を考えさせる。
14	4	中和滴定	溶液のモル濃度	水酸化バリウムと硫酸の化学反応式を書かせ、水酸化バリウム水溶液のモル濃度を求める数式を導かせる。	得られた電流値と硫酸の滴定量のデータから、水溶液中のイオンの増減を推測させる。	ビュレットや電流計を用いて、水酸化バリウム水溶液のモル濃度を求める実験を立案させる。
15	4	遺伝子の本体	細菌の形質転換	肺炎双球菌を使った実験を理解させる。細菌は熱により死滅することを確認させる。	加熱殺菌した菌に非病原性の菌を注射するとなぜネズミは肺炎になるかを考えさせる。	形質転換させた物質を調べるための実験方法を考えさせるとともに、グリフィスやアバリーの他に遺伝子の本体を探る実験を調べさせる。
16	4	課題研究入門 遺伝子の本体	DNAの抽出から科学の方法を学ぶ	・遺伝子の本体がDNAであり、その簡単な構造を学ばせる。 ・基礎的な実験によりDNAを抽出させる。白いどろどろとしたものがDNAであることを実感させる。	・各自にDNA抽出について調べさせる。 (1)材料・方法・使用薬品についておよびそれぞれの操作や薬品の働き (2)DNAの確認方法	・班ごとに個人の調査を検討させる。使用薬品と操作において、共通の操作や薬品は何かを理解させ、自分たちで実験を組み立てさせる。・各班の結果をもとにDNA抽出実験を検討する。
17	5	回折格子	格子定数の測定	回折格子に関する光の干渉条件を説明させる。		ものさしとスクリーンを使って、格子定数を求める実験を立案させ、実施・考察させる。
18	5	火山活動と火成岩の形成	若草山と生駒山の岩石	岩石をルーペで観察させる。次に、岩石のプレパラートを偏光顕微鏡で観察させ、スケッチさせる。	岩石組織と鉱物組成から、岩石の種類を判定させる。	
19	5	動物の発生	ウニの発生	多細胞生物が一つの受精卵からどのように細胞数を増やすのか予想させ、ウニ卵の発生を顕微鏡観察させる。	卵割と体細胞分裂の違いを見つけさせる。卵割時の一細胞当りの細胞質量と核量の関係のグラフを提示し、体細胞分裂と卵割との細胞分裂速度の違いを発見させる。	
20	6	生物分野	屈性のしくみ	植物は環境条件に適応して生きており、光屈性についてその発見の歴史とともに理解させる。	発見の歴史を通して、何が分かり、何が分かっていないか、そのためにどんな実験が考えられるかを考察させる。	オーキシンを使った実験を行うに際し、実験方法や用いる濃度の設定などを考えさせる。
21	6	地球史の読み方	大地の歴史の読み取り	岩体の新旧を読み取る原理を理解させる。	実際の地質断面図から、その地域の地史を読み取らせる。	
22	6	化学分野	塩の酸塩基反応	においから生成した物質を決定し、起こった化学変化を化学反応式で表現させる。弱酸由来の塩に強酸を加えると弱酸が遊離することを理解させる。	においのない物質を生成する加水分解についても化学反応式に表すことで、生成物を推測させる。	得られた生成物を同定する実験を考え、生成物を決定させる。
23	6	化学分野	石けんと合成洗剤	食用油からセッケンをつくらせるとともに、1-ドデカノールから合成洗剤をつくらせる。		セッケンと合成洗剤の性質の共通点、相違点を調べる実験を考えさせた上で実施し、それぞれの性質を確認させる。

電気抵抗に電圧をかけると電流が流れる。この電圧の大きさを変えていくと、電流が流れる電流はどのようにに変化するのだろうか、調べてみよう。

1. 実験準備

(1) 電気抵抗、電流計、電圧計、電源装置の記号を使って、調べるのに必要な回路図を書きなさい。

(復習) 電気回路の記号	(直流) 電流計・・・	
電源装置 (電池)・・・	(直流) 電圧計・・・	
スイッチ・・・	電球・・・	
(電気) 抵抗・・・		

(2) 実際に導線でつないでみよう。



2. 実験

(1) 実験結果

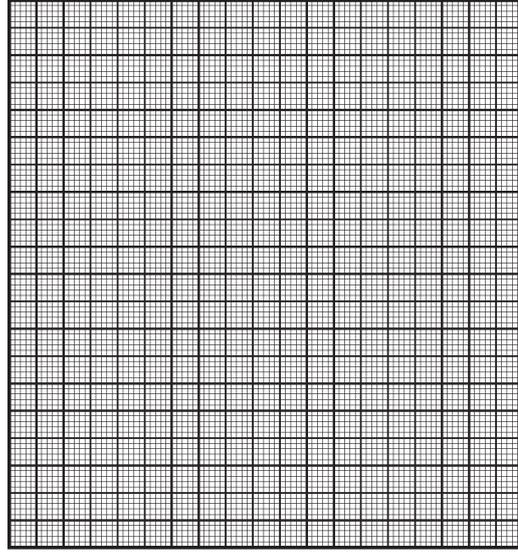
電気抵抗 A に関して

抵抗にかけた電圧			
抵抗に流れる電流			

電気抵抗 B に関して

抵抗にかけた電圧			
抵抗に流れる電流			

(2) 縦軸を ()、横軸を () としてグラフに表しなさい。



(3) 分かったことを書きなさい。

第2節 学校カリキュラムの開発

3-2-1 数理科学

1. 「数理科学」の構想

(1) 「数理科学の」理念

数千年前、人間が文明を持ち始めた頃から、数学は存在した。古代エジプトでは、ナイル河は毎年氾濫を起こして肥えた土を下流に広げたが、ナイル河の氾濫を予測するために天文観測が行われ、太陽暦が作られた。そして、氾濫が収まった後に農地を元通り配分するために、測量と幾何学が発達した。また、古代ギリシャのピタゴラス派は、「万物は数である」という哲学を持って数学を研究していた。タレスは哲学の父と呼ばれているが、タレスは数学者でもあった。数学は、人類の誕生以来続く文化である。

自然の営みを記述する学問としての「科学(サイエンス)」という言葉が使われ出したのは、19世紀になってからである。しかしながら、広い意味での科学は、古代文明の頃から存在する。アルキメデスは数学者であり科学者でもあった。アリストテレスは哲学者であると同時に科学者でもあり、アリストテレスの自然観は中世までは絶対的なものであった。17世紀のデカルトは、近代哲学の父であると同時に科学者でもあった。科学、哲学もまた、人類が作り出した文化である。

このように、古来、数学・科学・哲学は渾然一体のものであった。数学と科学(特に物理)はお互いに密接に関連し合いながら、しかしときには一見、お互いに何の関係もなく発展しながら突然、数学が科学の道具・言語として結びついたりしてきた。中世の「数学試合」における方程式の解法の中で見いだされた虚数が、現代の量子力学や工学の中でなくてはならないものになったように。あるいは、唯一絶対の幾何学として君臨してきたユークリッド幾何学がニュートン力学の言葉となり、人間の直観に反する「人工的な」非ユークリッド幾何学が、実は相対性理論の言葉であったように。そして、数学・科学の中に現れる無限や実在というテーマは、哲学の主題でもあった。

20世紀に入ってから学問の発展による細分化・専門化のせいもあり、このような数学と科学の一体性は崩れていった。そして、学校教育においては「数学」、「理科」と分断されてきた。この数学・理科という分類は、学校教育においては有効な一面もあるが、「便宜的」なものである。科学が進歩して学際的な側面が一層強まっている現在、このような「教科」の縄張りに縛られていたのでは、将来の人材育成にとってマイナスである。また、哲学的な側面が抜け落ちているのも、考慮すべき点である。これらの点は、中等教育における重要な課題であると同時に、教育・研究の「蛸壺化」が進んでいる高等教育においては、さらに重要となってくるであろう。

そこで、自然現象や現実社会を捉えるのに、科学がどのような手段を用いて、その際に数学がいかに道具・言語として有用であったかを中等教育の段階で体験・学習することが、非常に重要であると考える。数学・理科のそれぞれの教科における教材で、このようなことはある程度は可能かもしれない。しかし、数学と科学の一体性を感じ、数学と科学でこの世界を見て解析する方法を学ぶには、そのための科目が必要であろう。それが、この「数理科学」である。

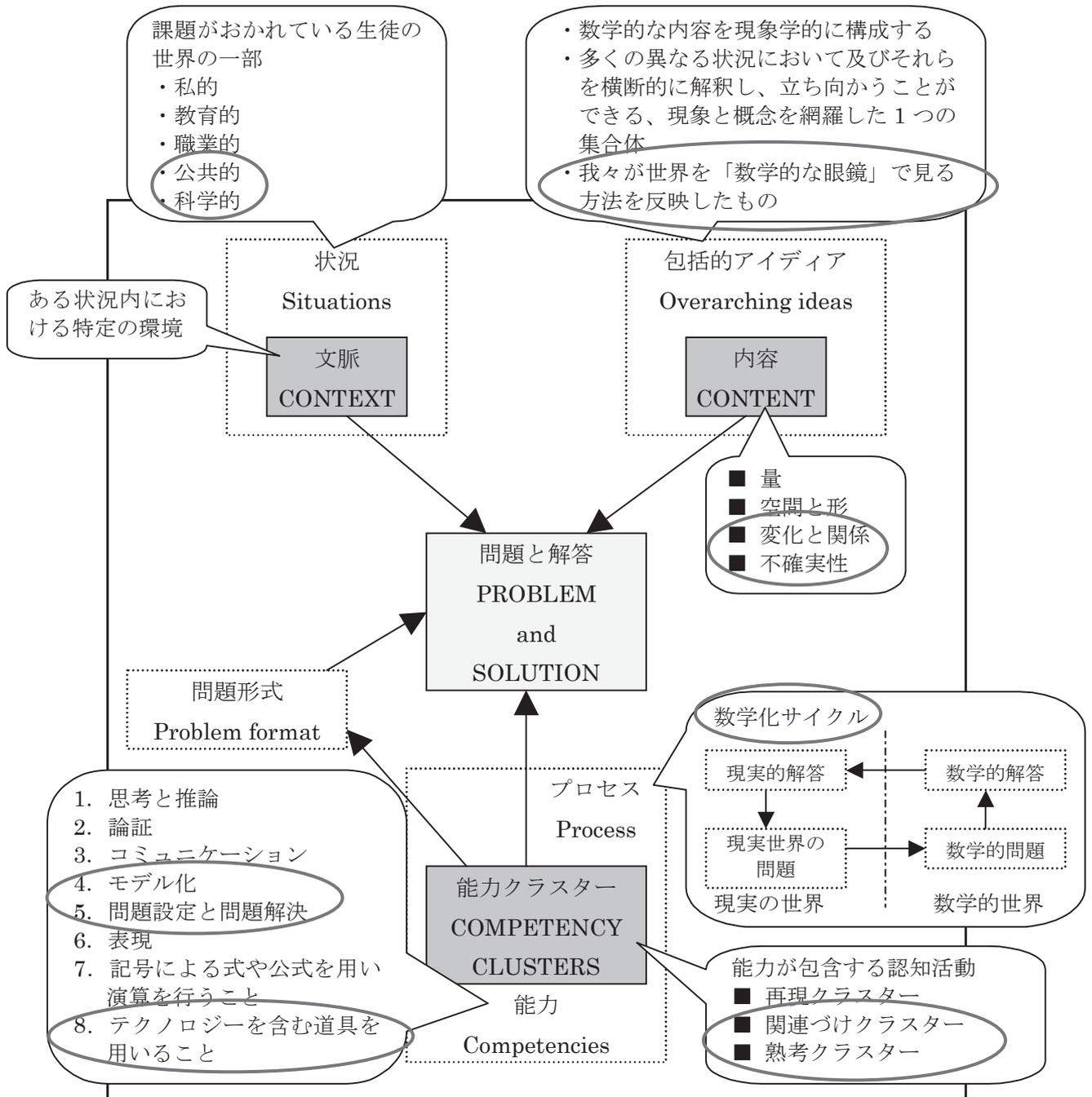
(2) 「リテラシー」の概念

本校のSSHの目標の1つは、「数学的リテラシー」、「科学的リテラシー」の育成と、この2つのリテラシーを統合・活用する力としての「問題解決能力」の育成である。そして、「数学的リテラシー」、「科学的リテラシー」、「問題解決能力」の3つを総合的に活用できる素養・力としての「自然科学リテラシー」の育成である。

本校 SSH では、下記の経済協力開発機構(OECD)の「生徒の学習到達度調査」(PISA)における数学的リテラシーの定義をもとに研究を進め、本校としての数学的リテラシーの考えを確立する。

数学が世界で果たす役割を見つけ、理解し、現在及び将来の個人の生活、職業生活、友人や家族や親族との社会生活、建設的で関心を持った思慮深い市民としての生活において確実な数学的根拠にもとづき判断を行い、数学に携わる能力

この PISA の数学的リテラシーの構成要素を図示すると下図のようになるが、「数理科学」は○の部分に焦点をあてた科目である。



この中で、8つの能力を含む認知的活動は、3種類の「能力クラスター」によって説明される。

■再現クラスター：比較的良好に見慣れた、練習された知識の再現を主に要する問題を解く能力

■関連付けクラスター：再現クラスターの上に位置し、やや見慣れた場面、または見慣れた場面か

ら拡張され発展された場面において、手順がそれほど決まりきっていない問題を解く能力

■熟考クラスター：関連付けクラスターのさらに上に位置し、洞察、反省的思考、関連する数学を見つけ出す創造性、解を生み出すために関連する知識を結びつける能力

(3) テクノロジーの活用

「数理科学」の教材として、科学史も取り入れながら、数学・科学の発展と両者の関わりを浮き彫りにし、生徒の知的好奇心を刺激するものを開発することを目指した。そのため、教材には現在の中高等教育の範囲を逸脱する数学的・科学的内容が含まれる。そこで、数式処理システム(*Mathematica*)・グラフ電卓(*Voyage*)等のテクノロジーの活用が不可欠となる。つまり、中等教育段階の数学をはるかに超えるところでは、これらのテクノロジーの力を借りて学習を進めるのである。

本校では、テクノロジーの活用については、

まずは手で計算・描画することで概念を把握し、その後テクノロジーを活用して探究を進めることを重要だと考えている。

この方針の下での最初の課題は、テクノロジー活用能力を如何に育成していくかである。例えば、*Mathematica* やグラフ電卓をある程度自由にツールとして活用できるためには、それぞれの使用方法や文法について知っておかなければならない。そのための時間をいつ、どのような形で設けるかが喫緊の課題である。いちばん簡単なのは、それらのテクノロジーの「練習の時間」を最初にとることだろう。しかし、それではツールを活用して理解を深め、探究活動を行う肝心の部分に十分な時間がとれないことが予想される。「半分ぐらいの時間は、*Mathematica* の使い方のお勉強をしました」では、「数理科学」とはいえないであろう。そこで本校では、必要なときに必要な操作方法を学ぶ「現地調達方式」を基本とし、1つの教材を学習する中で、数学的・科学的な内容はもちろんのこと、テクノロジーの活用方法の一端も学ぶことができるような教材の開発を目指した。「数理科学」では、テクノロジーとして毎時間 *Mathematica* を活用する形で授業を進めている。

2. 「数理科学」の実践

(1) テキストの作成

新設科目のために題材の発掘、教材の開発から始めなければならず、2006年度は内容を微分方程式に絞って、「解析Ⅳ」(数学Ⅲ)において試行した。それをもとに、2007年2月～3月にかけて「数理科学」のテキストを吉田が執筆し、数学科と協働で内容の吟味・修正・追加を行って4月に完成した。

2単位の授業であること、および6年生(高校3年生)が対象であることを考慮して、テキストの内容は下記のように決定した。

第1章 ゲームと確率	第2章 生態系の数理とカオス
第3章 飛行曲線のシミュレーション	第4章 過去と未来を見通そう
第5章 音(波)を解析する	

(2) 授業内容

開発したテキストは、4単位分くらいの内容がある。その中から、2007年度は第1章の一部、および第4章、第5章を実践した。

第1章は、既習の漸化式を題材として、「数理科学」の入門として実践した。第4章を選択したのは、昨年度の実践の成果を生かすためと、微分方程式はやはり欠かせないと考えたからである。そし

て、フーリエ級数・フーリエ展開は中等教育段階ではほとんど実践されていないが、生徒が周期性を表現する三角関数の重要性と有用性を感じて理解してくれることを目指して、第5章を実践した。

自由選択教科である「数理科学」を選択した6年生(高校3年生)は17人(1学年120名より約15%の選択者)であり、授業は下記の回数・内容で、月曜日に3・4限連続(45分×2)で行った。

第1回	第1章	講義&実習
第2～7回	第4章	講義&実習
第8～11回	第4章	生徒による講義&実習
第12～15回	第5章	講義&実習
第16～18回	入試問題演習	講義&演習&実習
第19～20回	第5章	講義&実習
第21～24回	入試問題演習	講義&演習&実習



今後の研究推進も考えて、毎回の授業の後、Webに授業記録を掲載してデータベースとした。詳しい授業の内容については、下記URLを参照してほしい。

<http://www.nara-wu.ac.jp/fuchuko/SSH/math/MathematicalScience/index.htm>

本校生徒はほとんどが大学進学を希望しているので、6年の11月にはやはり大学受験を意識せざるを得ない。そこで、「数理科学」のテキストの内容には、表面的には大学入試と無関係のようであるが、大学入試問題の背景にあるものを意識的に入れ、自分の頭を使ってしっかりと考える授業を行うことで、大学入試にも対応できる力をつけることも意図した。11月からは、現実に関係する問題、様々な数学的な考え方や解き方ができる問題を選んで、いままでの学習と関連させながら演習を行った。その際、可能な限り *Mathematica* を活用しながら、問題を具体的に理解し、解くことのできるように配慮した。生徒たちは、この演習も結構、気に入ったようであった。

(3) 授業方法

「数理科学」では、文化としての数学・科学を学びながら「自然科学リテラシー」を育成することを目指している。そして、科学を表現し理解する際に、数学が重要な役割を担っていることや、数学と科学の不思議な関係について、現実の問題を基にテクノロジーを活用しながら考察した。

この目標を達成するためには、基本的な知識や技能を身につけるための教師主導の講義だけではなく、可能な限り *Mathematica* による実験・探究などの活動を取り入れた。さらに、グループに分かれた生徒が、生徒たちに説明する授業を行うことも試みた。具体的な方法は、下記のとおりである。

[生徒が解説する授業]

■実施日時・テキスト担当部分

6月18日	第4章	4.4、4.5	Aグループ(4人)
6月25日	第4章	5.1、5.2	Bグループ(4人)
7月2日	第4章	5.3、5.4	Cグループ(4人)
7月9日	第4章	6.1、6.2	Dグループ(5人)

■目標

テキストの内容を自分で読んで理解し、理解できなかったところは、グループ内で学びあって理解することができる。そして、理解したことを他の生徒に分かりやすく説明することができるようになる。

発表授業を行う生徒は、それぞれの役割分担にしたがって協力して授業を進めることができる。



また、受講している生徒は、疑問点があれば質問して、疑問点や理解が不十分な点を解消し、テキストや授業で解説された内容を十分に理解することができるようになる。

■方法

- ① グループの一人ひとは、テキストの担当部分をしっかり読む
- ② 各人で理解できたところ、理解できなかったところをはっきりさせる
- ③ グループで集まり、お互いに②の部分を確認する
- ④ グループの各人が協力して教えあい、学ぶことで、担当部分を完璧に理解する
- ⑤ 授業を行う前週の、全員の都合のよい日時(金曜日の放課後など)に教員のチェックを受け、疑問点を解消するとともに、*Mathematica* のファイル等の準備を行う
- ⑥ グループ内での役割分担を行い、それにしたがって当日の授業を進める
- ⑦ 授業終了後、評価シートの観点にしたがって、受講した生徒は発表グループの他者評価を、発表した生徒は自己評価を行う。
- ⑧ 発表した生徒は、グループで相談してグループ内評価も行う。

■評価の観点

聴講者：1～8の各項目について、5点～2点の4段階で評価する。

授業者：上記以外に、グループ内での頑張り具合を相談して、5点～2点の4段階でグループ内評価も行う。

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1 テキストの内容・概念をよく理解していた | 2 解説する概念の具体例をあげて説明していた |
| 3 解説がわかりやすかった | 4 板書が見やすくまとめられていた |
| 5 発表の際にいろいろと工夫されていた | 6 聴講者が理解しているかどうかを把握していた |
| 7 質問された事項に的確に回答していた | 8 グループで協働して解説をしていた |

グループ内評価　グループ内での自己の頑張り相談して評価する

生徒たちは協力して授業準備を行い、役割を分担して授業を進めた。授業を担当するときも、授業を聞いているときも、はじめに予想していたよりも楽しそうに一生懸命に取り組んでくれた。後の生徒の振り返りレポートにも出てくるように、生徒にとってよい体験となったようである。

(4) 評価方法

生徒の評価については、次のような評価方法を実践し、研究を進めている。

① レポートの評価

実験・実習やテクノロジーの活用面で、適宜レポートの提出を課し、その評価を5段階で行う。

② 生徒の解説する授業の評価

授業を解説する担当の際、聴講者全員で担当者の評価を行う。また、授業担当者は、グループ内での自己評価も行う。

③ 定期考査

I 期期末考査・II 期中間考査において、ペーパーテストおよび *Mathematica* による実験・探究・考査の問題を出題し、評価を行った。

(5) 「数理科学」学習指導案

1. 日時　　2007年11月23日(金) 10:00～11:30
2. 指導者　副校長 吉田信也



3. 題材 *Mathematica* を利用したフーリエ変換の応用

4. 目標

数学的リテラシーと科学的リテラシーを駆使して、自然現象をはじめとする現実世界や高度な数学的問題を探究し、解析して解決する力を育成する。

- ・ 音声をはじめとする波に興味を持ち、意欲的に探究しようとする(関心・意欲・態度)
- ・ 音声信号や電波などの波を、科学的、数学的に考えて解析することができる(数学的な見方や考え方)
- ・ 波を数学的に表現し、処理すると共に、テクノロジー(*Mathematica*)を利用して課題を追究することができる(表現・処理)
- ・ 三角関数などの知識を十分に理解し、現実に応用することができる(知識・理解)

5. 題材観

本校の SSH の研究の柱の 1 つ「数理科学」では、数理が得意な生徒の力をさらに伸ばすことを目的としている。また、現実の自然や数理、社会現象と数学・理科のとの素晴らしい関係を感じることができる教材を開発することも目標であり、その 1 つがフーリエ級数とフーリエ変換である。

三角関数は、周期現象やその代表的なものである波を考える上で、欠かすことのできない重要なものである。しかしながら生徒は、三角関数の意味や有用性を実感し、理解しているとは思えない状況である。もちろん、高 1 から高 2 段階で三角関数を指導する際に、上記のような視点を持った教材を開発し活用するべきであるが、内容的にかなり高度になってしまうことがネックとなっている。

「数理科学」は 6 年生(高校 3 年生)に開講しているので、三角関数の積分や、和積・積和の公式などの知識・技能が利用でき、フーリエ級数のブラックボックスの部分はかなりなくすことができた。音声やラジオ放送など身近なものを題材にして、教科書で学習する三角関数や、その応用であるフーリエ級数が、いかに現実の世界で有用性を持っているかを実感させることのできる題材である。また、*Mathematica* を活用することで、実験や探求を行いながら、数学と現実との係わり合いを学習できる点でも、優れた題材である。

6. 使用ソフトウェア

Mathematica6 (Wolfram Research Inc.) 46 台分

7. 指導計画

全 10 コマ(1 コマは 45 分×2 限=90 分)

- | | |
|------------|-------------|
| 第一次 (2 コマ) | 音声と波 |
| 第二次 (2 コマ) | 波の分解とフーリエ級数 |
| 第三次 (2 コマ) | フーリエ変換とその応用 |

- ・ フーリエ変換でスペクトルを求め、「ア」～「オ」の違いを分析する
- ・ 音声を電波で飛ばす方法を考え、その仕組みをフーリエ変換を利用して理解する (本時)

8. 生徒の実態

6 年の自由選択科目であり、117 人中 17 人が選択している。生徒の数学的な力は幅広く、理科の選択は物理・化学は 14 人、生物・化学は 2 人、物理のみが 1 人である。ほとんどの生徒は、毎時間、興味を持って課題に取り組むが、数学的に難しい内容となると、少し手こずる生徒もいる。

9. 本時の学習指導

- ・ 音声を電波で飛ばす方法に興味、関心を持ち、意欲的に考えようとする(関心・意欲・態度)
- ・ 三角関数の公式で、音声を電波で飛ばす方法を説明できることから、数学のよさを知る(数学的な見方や考え方)



- ・三角関数の積和の公式を導き、利用することができる(表現・処理)
- ・*Mathematica* を利用して、AM 変調の仕組みをシミュレーションすることができる(表現・処理)
- ・音声を電波で飛ばし、またそこから音声を取り出す仕組みを理解する(知識・理解)

(2) 本時の展開 (実際の授業は、時間の関係で展開 1 で終了した)

数学的リテラシーの観点：[再]=再現クラスター、[関]=関連付けクラスター、[熟]=熟考クラスター

区分 時間	◆学習内容 学習活動：○指示・説明、●発問・活動	指導上の留意点 ★生徒の反応
導入 10分	<p>◆鉱石ラジオで、ラジオ放送に興味・関心を持つ</p> <p>○キットを組み立てた鉱石ラジオを見せ、音声を受信できることを確認する</p> <p>○生徒に大声を出させ、音声は遠くまで届かないことを確認する</p> <p>●ラジオ放送で音声が届く仕組みを探っていこう</p> <p>◆周波数・波長の関係を知り、アンテナの長さを計算する</p> <p>○周波数と波長の関係を説明する</p> <p>○テキスト[問 26]を考えさせる</p> <p>●音声をそのまま電波として飛ばすのは無理であることに気づく</p> <p>◆ラジオ放送で電波を飛ばすまでの概要を知る</p> <p>○音声の音圧がマイクロホンで電圧に変換され、送信機でアンテナから電波として飛ばされることを示す</p> <p>●音圧-時間のグラフと、電圧-時間のグラフが同じであることを理解する</p>	<p>★ラジオに興味を示す</p> <p>★電波が届く</p> <p>★必要なアンテナの長さに驚く</p> <p>・この仕組みは初めて知る生徒が多いと思われる</p>
展開 1 40分	<p>◆音声を搬送波を利用して送信する方法を考える</p> <p>●放送局の送信アンテナは 100m ほどなので、200Hz の音声はそのままでは送信できないが、放送局はどのようにして音声を飛ばしているのだろうか？ [熟]</p> <p>○近畿地方の NHK 第 1 放送は、周波数が 666kHz であるが、この高周波電波がヒントであることを知らせる</p> <p>○<i>Mathematica</i> で、200Hz の音声波 $b(t)$ と 100 kHz の電波 $c(t)$ を描画し、音を聴くように指示する</p> <p>◆低周波数と高周波数を「混ぜる」方法を考える</p> <p>●低周波の音声 $b(t)$ を、高周波の放送局の電波 $c(t)$ に「混ぜる」ことができれば、アンテナから飛ばすことができるので、その方法を考えよう [熟]</p> <p>○$b(t)+c(t)$ では、低周波の音声信号が残っているので、アンテナから送信できないことを理解させる</p>	<p>★ ???</p> <p>・<i>Mathematica</i> の計算量の関係で、放送局の周波数を 100 kHz とする</p> <p>・<i>Mathematica</i> のファイルを開かせる</p> <p>★$b(t)+c(t)$ を考える</p> <p>★<i>Mathematica</i> でグラフを描き、音を聴く</p>

<p>●$b(t)+c(t)$には 2 つの周波数が含まれていることを、<i>Mathematica</i> で確認しよう</p> <p>●$b(t)$と $c(t)$の周波数の部分を「混ぜる」ためには、2 つの波をどうすればよいか考えよう</p> <p>●波は三角関数で表されるが、三角関数の公式で、低周波数を高周波数に変えられそうな公式を思い出そう [関]</p> <p>○生徒に意見を発表させる</p> <p>○音声信号 $b(t)$に搬送波 $c(t)$をかけることにより、周波数を高めて電波として飛ばすことができることを、式変形と <i>Mathematica</i> の両方で理解させる</p> $b(t) = \cos(2\pi \times 200t), c(t) = \cos(2\pi \times 100 \times 10^3 t)$ <p>のとき、</p> $b(t)c(t) = \cos(2\pi \times 200t) \cos(2\pi \times 100 \times 10^3 t)$ $= \frac{1}{2} \left[\cos\{2\pi(100 \times 10^3 + 200)t\} + \cos\{2\pi(100 \times 10^3 - 200)t\} \right]$ <p>◆送信された電波から、音声波を取り出す方法を考える</p> <p>○音声波と搬送波が混じった電波から、音声波だけを取り出す必要があることを説明する</p> <p>●受信した電波 $r(t)$から音声信号 $b(t)$を取り出す方法を考えよう</p> <p>○フーリエ変換によるスペクトル分析で分かるように、$r(t)$は 2 つの周波数を持つ波の和になっているので、$c(t)$で割る操作では $b(t)$は取り出せないことを説明する</p> <p>●送信のときの処理を参考にして、$b(t)$の取り出し方を考えよう [熟]</p> <p>○電波 $r(t)$に搬送波 $c(t)$をかけることにより、音声信号 $b(t)$を取り出せることを、式変形と <i>Mathematica</i> の両方で理解させる</p> $r(t)c(t) = b(t) \{c(t)\}^2 = b(t) \cos^2(2\pi \times 100 \times 10^3 t)$ $= b(t) \cdot \frac{1 + \cos(2\pi \times 2 \times 100 \times 10^3 t)}{2}$	<p>★ FreqPlot と、FreqRngPlot を利用して調べる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・三角関数の公式を思い出させる <p>★積和の公式を思い出す</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生徒を指名しながら式変形を行う <p>★ FreqPlot と、FreqRngPlot を利用して含まれる周波数を調べる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2 つの波の周波数が高くなっていることを理解させる ・三角関数(の公式)の有用さを感じさせたい <p>★$r(t)=b(t)c(t)$だったので、両辺を $c(t)$で割れば $b(t)$が得られる</p> <p>★$c(t)$をかければ周波数が混じってうまくいったので、再度 $c(t)$をかける</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生徒を指名しながら式変形を行う <p>★ FreqPlot と、FreqRngPlot を利用して含まれる周波数を調べる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・振幅は半分になっているが、見事に音声波 $b(t)$が取り出されていることを理
---	--

	$= \frac{1}{2}b(t) + \frac{1}{2}\cos(2\pi \times 200t)\cos(2\pi \times 2 \times 100 \times 10^3 t)$ $= \frac{1}{2}b(t)$ $+ \frac{1}{4}\left[\cos\{2\pi(2 \times 100 \times 10^3 + 200)t\} + \cos\{2\pi(2 \times 100 \times 10^3 - 200)t\}\right]$ <p>◆ラジオ放送の原理を、具体的にラジオとして実現する仕組みの概要を知る</p> <p>○アンテナ、同調回路の可変コンデンサ、検波回路のダイオード、イヤホンやスピーカーの役割を説明する</p>	<p>解させる</p> <p>★実際のラジオは、どのようにして音声を取り出しているの？</p> <p>・あまり深入りしないようにする</p>
展開2 30分	<p>◆電話のトーン信号を搬送波で送る</p> <p>●いままでの学習をもとにして、次の課題に取り組もう。</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px;"> <p>[課題] 電話のトーン信号 1、2、…、9、0 のうちの 1 つを $b(t)$ として作成し、それを周波数 100kHz の搬送波 $c(t)$ で送信したときの電波 $r(t)$ を作成する。隣の人は、その電波 $r(t)$ を解析して、送られたトーン信号 $b(t)$ の番号を突き止めよ。</p> </div> <p>●電話のトーン信号の周波数の表から、<i>Mathematica</i> でトーン信号 $b(t)$、搬送波 $c(t)$、電波 $r(t)$ を作って、自分のフォルダに保存する [関]</p> <p>◆隣の人の作成した電波から、トーン信号を取り出す</p> <p>○誰の電波を解析するかを指示し、フォルダからファイルを開いて、セルを評価させる</p> <p>●得られた $r(t)$ に $c(t)$ をかけた電波 $v(t)$ をフーリエ変換し、そのスペクトルからトーン信号を突き止める [関]</p>	<p>・トーン信号 $b(t)$ を定義したセルは、非表示にさせる</p> <p>★いままでの学習を振り返りながら $r(t)$ を作る</p> <p>★いままでの学習を振り返りながら $b(t)$ を突き止める</p>
まとめ 10分	<p>◆フーリエ変換とラジオ放送についてまとめる</p> <p>○三角関数およびフーリエ変換の有用さを理解させる</p> <p>◆各自、学習記録を書く</p> <p>●本日、学習した事項や考えたことや感想などをファイルに記録する</p>	<p>★数学が身近なものに活用されていることを感じる</p>

3. 生徒による実践の評価

(1) 授業アンケート

「数理科学」の授業アンケートを、2007年12月17日に実施し、16人の回答を得た。

① 質問項目

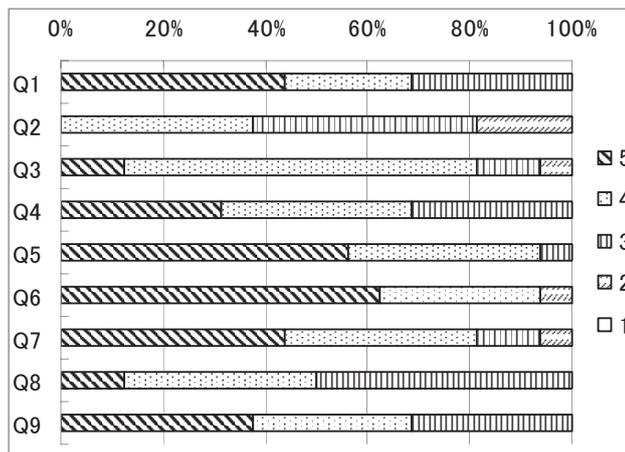
Q1 授業に積極的に取り組むことができた。

Q2 与えられた課題をこなすことができた。

- Q3 授業の内容を自分なりに理解することができた。 Q4 授業の進度は適当であった。
 Q5 授業での説明は分かりやすかった。
 Q6 教え方や教材などに工夫が感じられる授業であった。
 Q7 板書・プリント等は分かりやすかった。 Q8 発問ははっきりと分かりやすかった。
 Q9 授業を通して知識や考える力が身についた。

② 結果

	5	4	3	2	1	平均
Q1	7	4	5	0	0	4.1
Q2	0	6	7	3	0	3.2
Q3	2	11	2	1	0	3.9
Q4	5	6	5	0	0	4.0
Q5	9	6	1	0	0	4.5
Q6	10	5	0	1	0	4.5
Q7	7	6	2	1	0	4.2
Q8	2	6	8	0	0	3.6
Q9	6	5	5	0	0	4.1



③ 考察

「数理科学」の授業は、生徒からかなり高い評価を受けていることが分かる。Q5、Q6の平均は4.5であるし、「数理科学」の大きな目標の1つである「Q9 知識と考える力の育成」の評価が高いことから、よい実践ができたと考える。

Q2の評価が比較的低いのは、与えた課題や題材・テキストがかなり高度で、自力でやり遂げるのが難しかったことが原因であろう。しかし、Q3の結果を見れば、授業を通じてそれなりに内容は理解できていると思われる。

また、Q8の評価も比較的低いのは、可能な限り、自分で考え、*Mathematica*で実験し、その結果からまた考えるという授業を行うために、オープンな発問を心がけていたからであろう。

(2) 生徒の振り返りレポート

「数理科学」の最後の授業で、15分程度で1年間の授業の振り返りレポートを書かせた。その項目と代表的な意見・考えは、下記のとおりである。

1. 学習した内容で印象に残っていること、また、その理由は？

- ・シミュレーションの分野ではランチェスターの二次法則の検証が非常に印象に残った。理由は、少なくとも増加するであろうという結果が分かっているマルクスやヴェルハーストの人口論と違い、武器と兵数ではどちらが多いほうが優位になるのかという問題が直感的にも判断しがたく、また条件によって結果が変わるという点で、微分方程式の有効性をより感じる事ができたから。
- ・微分方程式一般がとても印象に残っている。初期条件とある時点での傾向から、将来が大まかに予測できる、という、数学にしか成し得ないことが、少しではあるが体感できて興味深かった。
- ・仮定から作り出したモデルを解いたら検証する！！これが一つのサイクルである。そして検証した結果モデルが正しくなければもう一度仮定を変更して同じサイクルを繰り返す。こういった地道な作業から未来が予測できるというのは微分方程式の魅力であった。
- ・フーリエ変換。普通の関数を三角関数で表すことができるというのには驚いた。

- ・最も印象に残っているのは、グループごとに授業をしたことです。理由は、自分たちがまだ習っていないところを予習して、授業形式や説明方法などを自分たちで考えて行うのは難しかったけど、結構楽しかったからです。板書の内容や、みんなに質問するところなども前もって考えたけど、実際に先生はそんなことしているのかなあ？

2. 学習の結果、どんな力が身についたと思うか、またその理由は？

- ・普段数学を勉強していて、こんなの普段絶対使わないと思うような微分や積分などの技術を、この授業で日常の出来事と絡めて使うことによって、それらの元となる意味や応用の仕方などを学ぶことが出来た。また、モデル化などをする際に、最初に結果を見るのではなく、まず自分たちで考えて思考錯誤して式を出したりするので、思考力も身についたと思う。
- ・この授業では、数学的な公式や法則を現実の世界に応用する、また逆に現実に行っていることや実現させたいことを数学的に表すことで、視野を広く持って物事を熟考する力がついたと思います。また、数学の問題を解く際のある程度のパターンなどもよく学べたと思います。
- ・数学の問題を視覚的に捉えること。数理学を受取るまでは、複雑な関数はどのような形か見えなかったが、数Ⅲの授業の効果もあいまって、微分をしなくても大体の形はわかるようになってきた。また、数学がほかの分野にかなり応用されているのがわかったので、逆にほかの分野の勉強をしているときに、そこにどのように数学が関わっているかを考察する癖がついたのも、いい成果だと思う。
- ・いろいろ考えてみる力がちょっとついた気がする。今までやってきた内容はどれも最初は式を立てるのから予想したりする授業だったから、まず初めに試行錯誤してみたらいろんなことがみえてくることもあるというのを学んだ。
- ・物事を順序だてて理論的に考える力。いや、だってひたすらにそれしかやってないし。

3. 授業方法で良かった点、悪かった点、また、その理由は？

- ・グループで担当ページの授業を受け持つというのはよかったと思う。授業をただ聞いていくだけでは、難しかった単元も人に説明できるまで理解してから授業に取り組むことで、取り組みやすいし、話を聞く人も、自分たちが理解できる程度に噛み砕かれて授業が進められるので、わかりやすかったと思う。
- ・テキストを見ながら実際に自分でタイプするところや、先生が *Mathematica* の命令をひとつずつ詳しく説明して下さったことは、訳がわからずにただ暗号を書いているというようなことではなく、仕組みや数学的な意味を考えながら授業に参加することができよかったです。
- ・最後に入試問題演習したのもよかった。何といっても問題が面白いものばかり。
- ・マスマティカを使うことで具体的にわかりやすくなっている場面が多かった。物理的な話は生物を選択しているものだからとっつきにくかった。もう少し配慮があるとありがたかった。
- ・授業そのものは充実していた。ただやや *Mathematica* を使いすぎかとおもう。もっと鉛筆と紙で式をいじる時間がほしかった。

4. この点は良かった、こうすればもっと良くなる、こんな題材を学習したかった、などの今後への提言

- ・高校数学、数Ⅲの内容や物理の内容などただ授業で公式とともに覚えて学んできたことが、さまざまな面で応用されているところがよかったです。それでこそ、数理学の授業が数学の勉強になるだけではなくて、何を使えばうまくいくかなどを考える力をつけることができるのだと思います。

- ・もっと身近な問題を取り上げてもいいかもしれない。人口増加モデル・電波を受信するための変換も興味深く有用だが、実生活においては雑学程度になりかねない。もっと数学を身近に感じられるモデルを検討してみてもどうか。

4. 成果と今後の課題

(1) 成果

授業アンケートや振り返りレポートから、生徒の「数理科学」の授業への評価は高いことがわかる。微分方程式をはじめとする興味深い教材や、*Mathematica* を活用する点、生徒が授業を行う方法などが高く評価され、生徒が頭を絞りながら楽しんで授業を受けた様子が見られる。これらの点は、今後も引き続き大事にして実践していきたい。

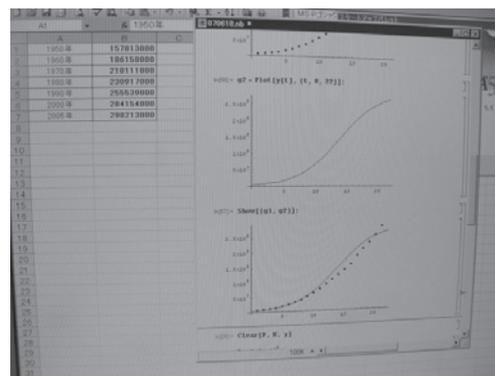
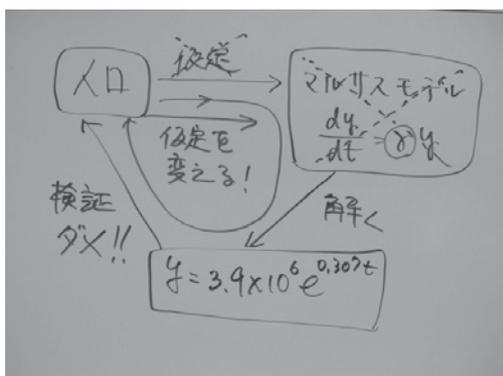
最大の成果は、研究開発した教材をテキストをまとめ、そのテキストをもとに授業できたことである。

(2) 今後の課題

課題としては、授業における *Mathematica* の活用時間の割合、物理を選択していない生徒への配慮、テキスト(教材)の難易度があげられる。

Mathematica の活用については、数学の力・知識が欠けている部分を助ける点では、生徒の評価は高いのであるが、逆に数学の力がある生徒にとっては、自分の力で紙と鉛筆だけで解決したいと思うこともあるようだ。生徒と教材を見ながら、塩梅していくしかないかと考えている。

また、数理科学で扱う数学的な内容から、どうしても物理系の題材が多くなりがちだ。意識的に生物系や社会科学系の題材を探すようにし、その成果を取り入れながらテキストを改訂してより良いものにしていくのが重要な課題の1つである。それと関連して、難易度の修正も大きな課題である。今回の実践では、フーリエ級数・フーリエ変換は興味深い内容ではあったが、生徒はかなり難しく感じたようであった。違う題材を探すのか、展開等を研究しなおして教材として作り直すのか、今後も研究を進める必要がある。



3-2-2 NSL講座

3-2-2-1 今までの経過

■ NSL講座の設置

NSL講座は、自然科学リテラシー(Natural Science Literacy)の頭文字をとってつけられた名前であり、3,4年生を対象に集中講義形式で行うものである。その設置理由および目標は次のように規定されている。(第1年次研究開発実施報告書より)

(1) 設置理由

構想している内容に合致した教科・科目が既存の教科・科目に存在せず、主に大学教員・研究者に講義してもらうため。

(2) 設置教科・科目名

教科：理数 科目：NSL講座

(3) 目標

自然科学リテラシーを育成し、問題解決能力を高める。

(4) 内容

数学的内容、理科的内容を融合させたテーマを決めて、集中講義形式で行う。

(5) 履修学年・単位数

3年・4年の異学年混合で履修し、1単位を認定する。

(6) 指導方法

土曜日や長期休業中に、集中講義形式で指導する。講師は、大学教員・研究者を中心に、本校教師も指導する。

■ 過去2年間の実施と問題点

2005年度と2006年度について、概略を示す。

<2005年度>

初年度は、準備が整っていないこともあり、1つのテーマを設定できず、数学と理科の内容の特別講義となり、対象生徒も全学年とした。その内容を以下に示す。なお、本講座は3,4年を対象として設定されており、生徒参加人数のうちの()内は3,4年の参加人数を示す。

日時	場所	講師(所属)	テーマと構成	生徒数
2月4日(土) 13:30~16:30	本校多目的 ホール	齋藤 政彦(神戸大学理学 部 教授)	「数学、数学の応用、そして その未来」 特別講義と質疑応答	19名 (12名)
3月11日(土) 13:30~16:30	本校多目的 ホール	池内 了(早稲田大学国際 教養学部 教授)	「科学・技術と社会 そして 『新しい博物学』」 特別講義と質疑応答	10名 (1名)

次の課題が明らかになった。

- (1) 統一テーマの設定
- (2) カリキュラム上での位置づけや単位認定の方法の検討
- (3) 実施時期・回数・講義内容及び運営方法の検討

<2006 年度>

「多面体」をキーワードに土曜日を中心に講義を行った。2006 年度の位置づけは、2007 年度実施にむけての試行である。対象生徒はサイエンス研究会に属する 3,4 年の希望者とした。その内容を以下に示す。

日 時	場所	講師（所属）	テーマと構成	生徒数
6 月 10 日(土) 13:30~16:30	本校ゼミ2 PC1	大西 俊弘（本校教諭）	「正多面体・準正多面体」 特別講義と質疑応答	12 名
6 月 17 日(土) 13:30~16:30	本校 PC1	阿竹 克人(阿竹空間設計 研究所 所長)	「多面体と建築」 特別講義と質疑応答	10 名
6 月 24 日(土) 13:00~15:00	奈良先端科 学技術大学 院大学	池田 篤志(奈良先端科学 技術大学院大学物質創成 科学研究科 助教授)	「炭素の物性について」 特別講義と質疑応答	11 名
7 月 27 日(木) 13:00~15:00	大阪市立大 学理学部実 験棟	佐藤 和信(大阪市立大学 理学部教授)	「物質の構造を探る－電子顕 微鏡を用いて－」 特別講義と質疑応答	6 名
11 月 18 日(土) 13:30~16 : 30	本校ゼミ 2	高木 隆司(神戸芸術工科 大学 特任教授)	「シャボン膜から入る数理の 世界」 特別講義と質疑応答	8 名
12 月 16 日(土) 13:30~16:30	本校 MM 教 室	光谷 拓実(奈良文化財研 究所埋蔵文化センター古 環境研究室 室長)	「年輪年代学は過去をどこま で語れるか」 特別講義と質疑応答	5 名

試行的に実施した結果、次の課題が明らかになった。なお、6 回目の講義は、テーマと直接的な関連はうすく、サイエンス基礎講座的なものとなった。

- (1) 数学的・理科的内容を含んだ統一テーマの設定
- (2) サイエンス研究会の生徒の積極的な参加の啓蒙
- (3) 土曜日の分割実施ではなく、短期間の集中実施
- (4) 全体の責任者および成績の評価者の選定
- (5) 単位認定の手続きおよび方法の整備

この問題点を踏まえ、2007 年度のキーワードを「遺伝子」とし、内容について以下のような概要を決めた。

実施時期	8 月 23 日（木）～8 月 28 日（火）の 4 日間に集中して実施。
講師	本校教諭（導入を担当）本学の生物系および数学系の先生、他大学の先生
履修学年と定員	3,4 年で 20 名
単位数	4 年は 1 単位を単位認定し、3 年は指導要録等に記録
評価方法	レポート、ポートフォリオ評価等で取り組みを総合して評価（評定は 10 段階）
登録方法	登録用紙に記入して、所定の日時まで担任に提出
内容	DNA（生物分野）、ひも理論（数学系）など

3-2-2-2 2007年度の実施報告

■ 実施概要

テーマ：遺伝子の扉

日時	場所	講師（所属）	内容
8月23日(木) 9:00～16:00	本校生物教室	櫻井 昭、矢野幸洋（本校教諭）	オリエンテーション、「DNA とは」 実習：DNA の抽出実験
8月24日(金) 10:00～14:00	奈良女子大学 理学部	小林 毅（本学理学部 教授）	「DNA の複製に関わるある数学的構造」 －結び目解消数について－
8月25日(土) 9:30～12:30	大阪大学	升方久夫（大阪大学理学部 教授）	「遺伝子と遺伝形質」 遺伝子を守る仕組み、ゲノムの不思議
8月27日(月) 9:00～16:00	奈良女子大学 理学部	鍵和田 聡（本学理学部 准教授）	「ヒトの遺伝子から分かること」 実習：虫歯になりやすいヒトなりにくいヒト
8月28日(火) 9:00～16:00	奈良女子大学 理学部	渡邊利雄（本学理学部教授）	「マグロの遺伝子から分かること」 実習：マグロの DNA 鑑定

受講希望者は17名で、3年4名、4年が13名であった。そのうち、サイエンス研究会のものは、3年4名、4年3名であった。辞退者が3名、途中欠席者1名のため、単位認定したのは13名である。

■ 講座内容

第1回「DNA と遺伝子」

- (1) DNA についての基礎知識
- (2) DNA の抽出実験

第2回「DNA の複製に関わるある数学的構造－結び目解消数について－」

- (1) トポロジー理論と他分野との関わり
- (2) 結び目を解消するとは
- (3) 中西・Bleiler の例
- (4) 知恵の輪などへの応用

第3回「遺伝子を正しく伝えるしくみ、遺伝子ですべてが決まるのか？」

- (1) 遺伝子を正しく伝えるしくみ
- (2) 遺伝子ですべてが決まるのか？
- (3) 研究室の実験設備を使った参加型の見学

第4回「虫歯になりやすい、ヒトなりにくいヒト」

- (1) 虫歯の原因－口内細菌について－
- (2) 虫歯になりやすいかどうか調べるには
- (3) 口内細菌の有無検査（実習）
- (4) 研究室と生物科学標本室の見学

5. マグロの DNA 鑑定

- (1) DNA 鑑定の原理
- (2) マグロの DNA 鑑定（実習）

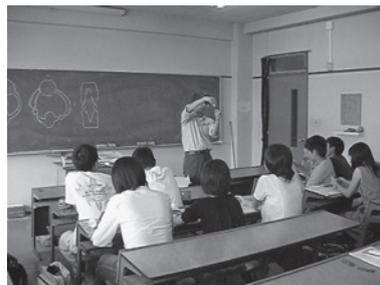
■ 講座の様子



第1回本校



第1回本校



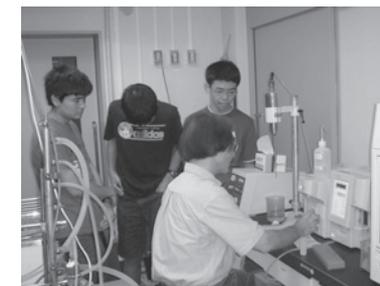
第2回本学



第2回本学



第3回大阪大学



第3回大阪大学



第4回本学



第4回本学

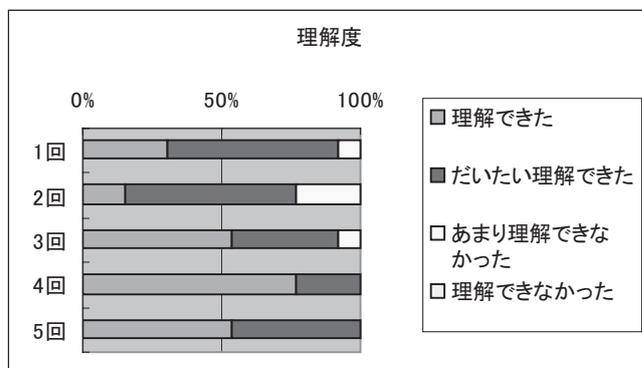
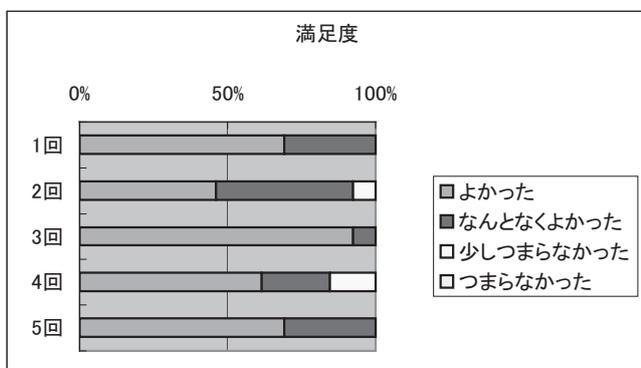


第5回本学

■ 生徒の感想

1. 講座の満足度と理解度

講座に参加しての満足度（左）と内容の理解度（右）を次に示す。



2. 生徒の感想や意見

(1) DNA と遺伝子

今後利用できる内容が多かった。自分のためになることがかなりあった。面白かった。DNA についての基本が理解できた。DNA の説明が分かりやすかった。DNA が少し変わるだけでわれわれの体に大きな影響を及ぼすことに驚く。より正確な DNA を抽出することは難しい。考察では、mRNA が関連していることが分からず、実験の結果と結びつけることがとても難しかった。DNA を電気泳動で見ることができ楽しかった。難しかった。DNA の複製のメカニズムが凄い。知れば知るほど不思議に思うことが増え、もっと深く知りたい。

(2) DNA の複製に関わるある数学的構造—結び目解消数について—

解説は分かったが、少し難しかった。数学的なことが分かった。トポロジーの考え方が良く分かった。パズルを結び目で考えてとく仕組みはとても分かりやすかった。もう少し進んで、数学的な考え方(式)も知りたかった。絡まっている紐を図に描いて解いていくのが面白かった。結び目の理論は DNA にも応用できることを知った。結び目は、実生活にあまり関わりがないと思っていたが、講座を受けて物の見方が広がった。事前に DNA について詳しく知っていたので、結び目のことも理解できた。

(3) 遺伝子を正しく伝えるしくみ、遺伝子ですべてが決まるのか？

とてもユニークで面白い先生だった。良い設備を見れ良かった。阪大理学部の説明も聞いてよかった。講座は難しい内容をとても分かりやすく教えていただいた。アポトーシスとは凄い。途中から難しくて分からなかった。事前に DNA の講義を聞いていたのでするす入ってきた。DNA がダウン症やガンにも関係しているということに驚きました。がん細胞は増え続けて、普通の細胞は隣と接触すると増殖がとまるということが凄い。DNA だけでは全てのことが決まらないということが分かった。この講座は興味のある所だったので、より知識が広がった。

(4) 虫歯になりやすいヒトなりにくいヒト

虫歯になりやすいかどうかを、口中の細菌の DNA を取り出して調べるという方法に驚いた。3 回目の DNA の話で、理解が深まった。PCR を行えば少しの DNA でも増やせることがわかった。先生の話が面白く興味を持って講義を受けられた。ほしいものの DNA (遺伝子) だけを増やすことができる PCR 法という方法はとても便利だ。多くの生物のホルマリン漬けや剥製や骨格標本などの見学が、本当に興味深かった。2 度目の実験だったので前回より実感が持てた。低学年向きに作られた内容であり、電気泳動を行っていたこともあって、新たに分かったことは少なめでした。PCR 法という一つの方法がいろんなことに応用されているのは凄い。DNA を人工的に作る時代になったかと思うとびっくりした。

(5) マグロの DNA 鑑定

バンドの現れ方によって、DNA を見分ける方法は凄い。最後に推理をするのが面白かった。DNA 指紋鑑定の方法が分かった。マグロの種類を突き止めるのが難しかった。DNA でマグロの種類をつきとめる実験がおもしろかった。実験はなかなか成功するものではなく、マグロの DNA が制限酵素でうまく切れていなくて、マグロの種を考えるとき苦戦した。液体をいじるだけでどのマグロか分かるなんてとても凄いことだと思う。最後のマグロの議論は良かった。教え方が丁寧だった。

■ 担当者所見

(1) DNAと遺伝子

今期のNSL講座は短期集中の5日間という日程で開催された。そのため第一日目は初回ということでDNAの基礎知識を身につけるというコンセプトで行われた。しかし、当日警報が発令されたために予定の一日ではなく、半日という日程になってしまったため、生徒にとっては知識を身につけるのではなく、知識を頭に叩き込むという形になってしまっていた。しかし、DNAの抽出実験は、分子生物学で頻繁に使用される実験器具の使い方など、基礎技術を生徒が体験し身につけることで、マスメディアで取り上げられている研究がどのように行われているのか想像しやすくなったのではないかと思われた。

(2) DNAの複製に関わるある数学的構造—結び目解消数について—

参加生徒が3,4年生だったので、易しい言葉でわかりやすく話をして下さった。また、実際に絡まった紐を解くことを生徒が体験し、理論的に一つ一つ絡みを解いていく工程を体験することで、トポロジーの考え方の理解度が増したように思う。普段何気なく見かける結び目や絡みを違った観点から捉えられる力が身についたように思われる。そして、この講義がDNAを情報が羅列したただの紐と見たとき、その構造の利点を考えるきっかけになったのではないかと思う。

(3) 遺伝子を正しく伝えるしくみ、遺伝子ですべてが決まるのか？

事前にメールではあるが、打ち合わせがスムーズにでき、本校が期待したとおりの講義内容であった。導入もある日の学生の会話から入るなど工夫されており、DNAの複製について深く高度な内容までもわかりやすく説明していただいた。さらに、P53タンパク質はガン化を防ぐ守護神であることを野球選手(赤星の53)と関係づけるなど随所に工夫が見られた。また、実験室の体験見学をさせてもらい、大阪大学の研究の一端にも触れることができ、生徒には大変よかった。

(4) 虫歯になりやすいヒトなりにくいヒト

講座も第4回目となり、生徒の中でDNAというものがどのようなものか知識が深まってきた中での実習であったため、実習内容が理解しやすかったのではないかと思う。分子生物学の実験では待ち時間が多いため、その時間を利用して研究室のさまざまな機器や実験室、そして標本室などを見せていただき、生徒にとって良い経験になったと思う。

(5) マグロのDNA鑑定

最終日の講義・実習であり、DNAを扱う実験のときの用語にだいぶ慣れてきたようで、実習が比較的スムーズに進んだ。また大学院生のTAの方が丁寧に指導して下さったため大きな失敗は無く最後の結果をもとに考察することができ生徒も議論を楽しんでいるようであった。

(6) 今年度のNSL講座全体を通して

今回のNSL講座は前年度と異なり短期集中という形をとった。また各講座内容を少しずつ重ねることで生徒に新しい知識を何度も繰り返し教えることになり、生徒の記憶が新しいうちに復習がされ、生徒の理解度が上がったのではないかと思われる。そのため、高度な実験をただ体験するにとどまらず生徒が結果を考察することが可能となった。また、後半の実習講義においては、大学が独自に提供している「出張講義プログラム」を利用する形をとったため、大学の先生や附属担当者に大きな負担とならず円滑に打ち合わせなどを行うことができた。

3-2-2-3 成果と課題

3年間実施した内容について、受講者（生徒）から分かることと担当者（教師）が気づいたことについて分けて考察する。

■ 受講者からの評価（生徒アンケートから見えること）

(1) 参加者と受講動機

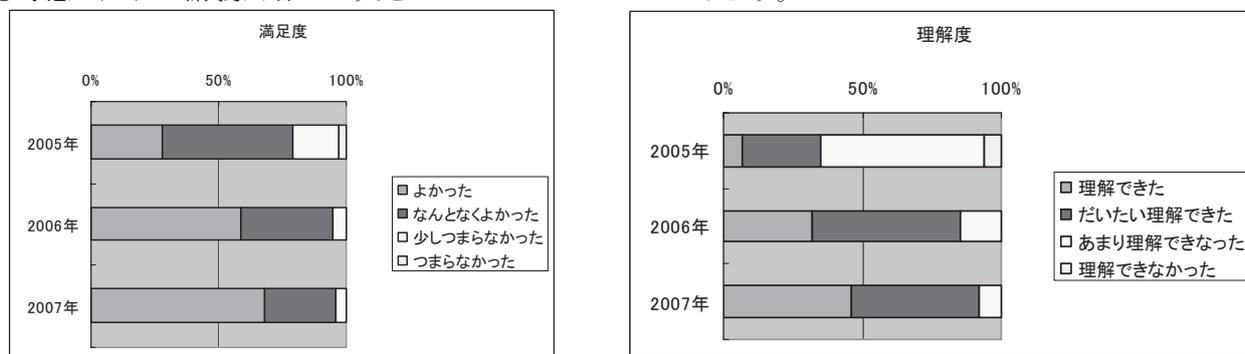
NSL 講座は当初サイエンス研究会の3,4年生対象であったが、人数が集まりにくいこともあって次のように対象を変えてきた。なお、受講人数は回ごとに異なるので、下表の数値は上限と下限を示し、（ ）は本校の受講生徒数を示している。

年度	対象	回数	全受講人数（生徒受講人数）
2005年度	1～6年生徒、保護者	2	38名～49名（10名～19名）
2006年度	サイエンス研究会希望者、1～5年生徒	6	10名～20名（5名～12名）
2007年度	3,4年生全員	5	13名～14名（3年4名、4年10名）

また、この講座に参加したきっかけについては、一番高い項目は「なんとなく面白そうだったから」で、その割合は2005年度（平均）では41%、2007年度は69%と高い。これは科学に興味関心のある生徒が潜在的におり、機会があれば参加したいと考えていると推測できる。

(2) 講座の満足度と理解度

講座に対する満足度（左グラフ）および理解度（右グラフ）は、グラフからも分かるように年々高くなっている。これは講師の先生方との打ち合わせが密に行えるようになり、3,4年の学習進度なども考慮に入れた講義内容の工夫をしていただいたためであろう。



記述式で書かれた感想や意見は、どの講座も驚きと感動が読み取れ、生徒たちには大変好評であったと思われる。2005年度は対象が1年～5年のため理解度が低くなっており、理解できなかった生徒が6%（のべ2名）いる。しかし、生徒の中には「授業で学んだ後に再び考えたい」と意欲的な姿勢を見せるものもあり、この講座が学びへの意欲関心を高めるきっかけになっているといえよう。

(3) 講座の実施時期と場所について

2007年度は夏休みに集中して実施した。これは、受講者が出席しやすいだけでなく、興味関心を持続させ、かつ理解度を高めることができた（上表参照）。これは今後も踏襲していきたい。

2006年度および2007年度は、本校以外に本学（奈良女子大学）や大阪市立大学や大阪大学でも講座を実施した。最先端の研究施設の中で講座を実施するのは単に気分が変わるだけでなく、科学の真髄に一步近づけるものであり大変有効であった。しかも、4年生には進路を考える動機づけにもなったと思われる。今後も本校と本学を基本にしつつ、他大学や研究施設も適宜入れて実施するとよいであろう。

■ 担当者からの評価

(1) 2005年度～2007年度の総括

2005年度は、2回実施したが、他の講座との違いを出すことができなかつたし、1つのテーマを設定することもできなかつた。2006年度は、テーマを設定し6回の内容を実施する中で、さらに具体的な問題点を明らかにした。一番大きな課題はテーマ設定と単位認定であり、それらについては2006年度中にアウトラインは作っておいた。2007年度は、当初構想したとおりのNSL講座が実施でき、成果をあげる事ができた。特に、夏休みに集中して行った2007年度は、20名の定員に17名の受講希望があり、そのうちの13名は最後まで熱心に学び、成果をレポートにまとめることができた。しかも、レポートの内容は受講した内容にとどまらず、積極的に自ら深く調べており、この講座が十分に学ぶ意欲を引き出し、かつ高水準の理解を達成できたものと考えている。単位認定にあたっては、皆出席の13名全員が優秀な成績を収めることができた。

2007年度は、数学的内容と理科的内容を融合させたテーマということで「遺伝子の扉」としてDNAをキーワードに講義を構成した。数学分野と生物分野の融合も図れ、内容も統一性を図れた。今後と同様なテーマで実施するのであれば、化学分野の「タンパク質」の内容も含めて内容を構成すると学習内容に幅が広がるので今後検討していきたい。

(2) NSL講座の講師

講師の先生方は、受け入れることが少ない前期課程生を相手にレベルを一定に保ちつつも平易な言葉で講義を行っておられた。講師の先生方の講義の工夫と努力によりこの講座は支えられているといっても過言ではない。2007年は本校教諭のNSL講座担当者の1名が本学で研修していることもあって、講師の先生方との連絡がスムーズかつ緊密に行えた。連絡を密に取ってこちらの意向を十分に伝えることは今後も大切なことである。

各大学は「出張講義プログラム」をいくつかもっており、本校の希望を出しつつそれらを利用していけば、両者が負担なく実施できるのでこの点も取り入れていきたい。

■ 今後の課題

(1) 今後の運営方法

「遺伝子」をキーワードに行う講座は、2007年度実施しほぼ形はできたといえよう。もう一本別のテーマの講座が用意できれば、交互に行うことができ、担当者の負担も軽減され継続的に実施することが可能となる。また、テーマが2つ以上用意できれば、生徒たちは3,4年の2年間で2つのテーマを学ぶことができる。

(2) NSL講座を受講した生徒の追跡調査と評価

NSL講座を受講して後の生徒の短期的な評価は今までに述べてきたとおりであるが、NSL講座を受講したことが自分の進路や将来にどう関わったのか、またはあまり影響はなかったのかなどについて、今後も追跡調査が必要である。その調査をもとにあらためてNSL講座の成果を総括し評価する必要がある。

第3節 生徒の変容

3-3-1 サイエンス研究会

1. はじめに

理科の課題研究に代表されるような、生徒の自主的・主体的な研究活動を推し進める学校は、近年広がりを見せている。研究の柱の一つとする SSH 指定校も多い。この学習活動で生徒が得るもののひとつは「思考力」である。これは、変動する社会をよりよく生き、リードするために必要な「対応力」になる力であろう。本校においても、SSH 指定を受けてからの3年間、サイエンス研究会という生徒集団に対して、継続的な指導を行ってきた。そして、少なくない生徒がこうした力を身につけ、大きく成長した。

しかし、全てが順調に運営されてきたわけではないし、現在も様々な問題を抱えている。例えば、実際に生徒研究を指導する教師からは、「生徒が積極的に動かない」「生徒がすぐに飽きてしまう」といった悩みがよく発せられる。こうした問題は、当然ながら、「生徒が悪い」で一方向的に片づけてしまえる程単純でない。指導する教師の繊細で綿密な「しかけ」が働くかどうか、かなり大きな原因となっているように思われる。

生徒の自主的・主体的な研究活動を推し進めるには、どうすればよいだろうか。以下に、本校の取り組みやそこから得た経験、生徒や教師のインタビューなどを分析しながら、生徒の研究活動を活性化する方策を提言したい。



図1 日頃の研究活動

2. サイエンス研究会の活動

(1) サイエンス研究会の概要

サイエンス研究会は、2005年度に本校が SSH 指定に伴って設立された同好会である。サイエンス研究会に所属する1年から6年までの有志生徒は、個人またはグループがもつ研究テーマの内容ごとに、「物理班」「化学班」「生物班」「地学班」「数学班」の5つの研究班に分かれて科学研究を行っている。主な活動時間は、昼休みや放課後などである。各研究班を、1人ないし2人の理科や数学の教師が顧問として担当し、それぞれの専門性や特性を生かして、日常的な指導や支援を行っている。また、「サイエンス夏の学校」や「サイエンスツアー」など、サイエンス研究会のメンバーを対象にした SSH の特別プログラムを別に用意し、定期的に様々な刺激を生徒に与えている。

表1に示すように、この3年間をみると、総人数は概ね一定である。しかし、詳細を調べると、特に低学年の生徒(1,2年生)の出入りが激しく、中学年と高学年の生徒(3年生~6年生)は、ほぼ継続して研究活動を続けていることが分かる。このことから、低学年の生徒は興味が移りやすく、中学年以上の生徒は、比較的興味が絞られ、安定してくることが見て取れる。

名称	奈良女子大学附属中等教育学校サイエンス研究会
構成メンバー	1年～6年の有志生徒
構成メンバーの変遷	2005年度 前期課程生 51名、後期課程生 19名、合計 70名 2006年度 前期課程生 56名、後期課程生 23名、合計 79名 2007年度 前期課程生 51名、後期課程生 20名、合計 71名
研究班(2007年現在)	「物理班」「化学班」「生物班」「地学班」「数学班」
活動時間	昼休み・放課後など

表1 サイエンス研究会

(2) 3年間の受賞成果

サイエンス研究会で活動する生徒は、この3年間で数多くの研究を行った。これらは、様々な科学コンクールにおいて発表され、次に示すような受賞成果を得た。

- 2007年3月 日本物理学会 2007年春季大会ジュニアセッション 最優秀賞(賞状)
物理班「みかんでうごく新しいロボットの開発」
- 2007年4月 第46回日本生体医工学会高校生科学コンクール 最優秀賞(賞状・盾)
物理班「モーションキャプチャシステムを利用した新しいマウスシステムの開発」
- 2007年8月 SSH全国生徒研究発表会 文部科学大臣奨励賞(最優秀賞)(賞状)
物理班「モーションキャプチャシステムの開発とその応用」
- 2007年9月 日本動物学会 高校生ポスターセッション 優秀賞(賞状・トロフィー)
生物班「ブレファリズマの巨大化メカニズムの解明に向けて」
- 2007年11月 第51回日本学生科学賞 奈良県予選佳作(賞状・盾)
生物班「ジャイアントブレファリズマの研究」
- 2007年12月 JSEC2007 JFE スチール賞(賞状・盾・賞金20万円・アメリカ ISEF 見学参加)
物理班「自動追尾型買い物カートの開発」
- 2007年12月 第51回日本学生科学賞 科学技術施策担当大臣賞(賞状・盾・賞金30万円)
物理班「Cubic Controlの開発」

(3) 生徒の研究テーマ

サイエンス研究会に所属する3年生以上の生徒は、個人あるいはグループで研究テーマをもつように指導している。一人の生徒が複数のテーマを掛け持ちする場合もある。2007年度における、各研究班が抱える生徒の研究テーマは表2の通りである。中には、奈良女子大学をはじめとする外部スタッフと共同で行う研究もあったりする。

生徒の研究指導の中でも最も困難な課題は、研究テーマの決定であろう。他のSSH指定校の報告書にも指摘があるように、この研究テーマ決定に至るまでの指導には、長い時間と工夫、しかけが必要である。この点に関しては後述する。

研究班	研究テーマ
物理班 13名 (顧問1名)	「人搭載型カートの開発」・「レーザー波長の温度依存性」・「Cubic Controlの開発」・「自動追尾型買い物カートの開発」・「モーションキャプチャアルゴリズムの開発」・「筋肉電位コントローラ」・「分子衝突シミュレーション」・「LEDのPIC制御」
化学班 5名	「セルロースの加水分解について」

(顧問 2 名)	
生物班 18 名 (顧問 2 名)	「ブレファリズマの巨大化メカニズムの解明に向けて」・「ウニの人工授精」・「プロトプラスト(細胞融合)による新植物開発過程」・「奈良公園の生態—シカの糞とシバの関係—」 ・「“万能乳酸菌” 誕生への過程と課題」・「チョウの翅の模様の構成」・「光なしの光合成の第 4 過程の可能性」・「シバ種子の発芽とシカ糞中のシバ種子の発芽」
地学班 2 名 (顧問 1 名)	「太陽光のスペクトル」
数学班 6 名 (顧問 2 名)	「結び目理論」・「グラフ理論」

表 2 サイエンス研究会各班の研究テーマ

(4) 評価方法

サイエンス研究会における生徒の研究は、校外においては、科学コンクールなどで評価を受けることができる。しかし、生徒に最も近い学校や教師も、その取り組みや成果をきちんと評価する必要があると考えた。

そこで、表 3 に示すように、本校では 2007 年度より、サイエンス研究会に所属する後期課程生に対して、自由選択できる「SSH テーマ研究」というタイトルの単位(年 1 単位分)を認める評価システムをつくった。

単位名	テーマ研究
単位数	通年で 1 単位(後期課程 3 年間で最大 3 単位)
単位の種別	自由選択
対象者	サイエンス研究会所属の後期課程生
評価者	テーマ研究担当教員
評価基準	科学論文など
備考	単位取得を希望する生徒は、自分のテーマ研究担当教員を見つけ、担当許可をもらう必要がある。

表 3 自由選択単位「SSH テーマ研究」

(5) 予算

サイエンス研究会において、生徒研究に必要な機器やランニングコストの大部分は、SSH 予算を使用した。これにより、研究環境に必要なパソコンやそれらをつなぐネットワークなどを整備することができ、効率を飛躍的に上げることができた。また、PCR などの比較的高額な機器を購入することができたため、これまで高校現場では難しかった研究が可能となった。これらの機器は、サイエンス研究会の活動だけでなく、日頃の授業でも使用している。SSH 予算で購入した主な購入機材を表 4 に掲載する。

物品名	主な用途	使用する主な研究班
デスクトップ PC1	ファイルサーバ、データ処理	サイエンス研究会全体
デスクトップ PC2	計算サーバ、データ処理、プログラミング	サイエンス研究会全体
ノート PC1	データ処理、プレゼン	数学班
ノート PC2	データ処理、プレゼン	生物班
ノート PC3	データ処理、プレゼン、プログラミング	物理班
ノート PC4	データ処理、プレゼン、プログラミング	物理班

電気炉 (マッフル炉)	超伝導体の形成	物理班
LED 光源装置 (パーツ)	植物育成	生物班
PCR	遺伝子解析	生物班
インキュベータ	恒温培養	生物班
分光分析器	成分分析	生物班
DNA 抽出機	DNA 解析	生物班

表 4 SSH 予算で購入した主な機材 (サイエンス研究会使用分)

(6) 3年間の活動内容

一般的に科学研究は、次の①～③が循環する知的活動である。

- ① 研究の動機付けと研究テーマ決定
- ② 研究活動
- ③ 研究発表

これらの3つは、全て密接につながっている。③が①につながる場合もあれば、②が①を生み出す場合もある。サイエンス研究会の活動を活発にするためのしかけとして、これら3点を計画的に実施した。

具体的には、大学・研究所の見学および実習などは①になる。必要な研究機材や場所、時間の確保は②であり、科学コンクールの応募や研究冊子の刊行などは③となる。

こうした観点から3年間で実施した、サイエンス研究会に関わる様々なプログラムは表5の通りである。

	2005 年度	2006 年度	2007 年度
4 月		メンバー募集	メンバー募集 4/26 日本生体医工学会 高校生科学コンテスト OC (於 ; 仙台)
5 月	サイエンス研究会発足・メンバー募集		5/26 校内ミニ研究発表会 OS
6 月			
7 月		7/2 オープンスクール PS 7/12 合同研究発表会 OS (奈良高校と合同開催) 7/13 かがくのひろば (附属小学校・幼稚園出前授業)	7/3 SSH 校内研究発表会 OS (於 ; 奈良県文化会館) 7/7 オープンスクール PS 7/26-28 サイエンス夏の学校 (於 ; 和歌山県白浜)
8 月	8/9-10 SSH 生徒研究発表会見学 (於 ; 横浜パシフィコ) 8/23-25 サイエンス夏の学校 (於 ; 和歌山県白浜)	8/17-18 SSH 生徒研究発表会 PS (於 ; 横浜パシフィコ) 8/24-26 サイエンス夏の学校 (於 ; 和歌山県白浜)	8/2-3 SSH 生徒研究発表会 OS, PS (於 ; 横浜パシフィコ)
9 月	9/17-18 学園祭 PS	9/16-17 学園祭 PS	9/15-16 学園祭 PS 9/22 日本動物学会 PS
10 月	10/20 校内ミニ発表会	10/19 2006 年度研究冊子 ver. 1 刊行 10/21 本校公開研究会 OS, PS	10/22 2007 年度研究冊子刊行 10/22-23 本校公開研究会 OS, PS 10/25 かがくのひろば (附属小学校・幼稚園出前授業)
11 月			

12月		12/1 本校 SSH 運営指導委員会 PS 12/23-24 サイエンスツアー I (京都 SSH 指定校と合同開催) 12/24 校内ミニ研究発表会 OS	12/1-2 JSEC2007 最終審査 PS (於；日本科学未来館) 12/23-25 第 51 回日本学生科学賞 最終審査 PS (於；日本科学未来館) 12/25-27 サイエンスツアー I (京都 SSH 指定校と合同開催)
1月			
2月	2/24 本校公開研究会 OS, PS	2/16 2006 年度研究冊子 ver. 2 刊行 2/16 SSH 校内研究発表会 OS (於；奈良女子大学講堂)	
3月	3/28-30 サイエンスツアー (於；筑波 KEK)	3/26-28 サイエンスツアー II (兼；物理学会 Jr. セッション OS)	3/24-26 サイエンスツアー II (於；鹿児島県種子島) 3/24 日本物理学会春季大会 Jr. セッション OS (於；京都)

注) OS・・・オーラルセッション(口頭発表)、PS・・・ポスターセッション(ポスター発表)

表5 サイエンス研究会の活動内容

3. 評価

3年間のサイエンス研究会の様々な活動を通じて、生徒や教師に変化が現れた。これを示すために、アンケートやインタビューなどの結果を掲載する。

(1) 生徒による評価

■ 研究発表後の発表した生徒のアンケート結果

Q.研究発表を通じて感じたことを自由に書きなさい。(一部抜粋)
キーワード： プレゼンの練習・計画的な研究・間違いの指摘・質疑応答・研究成果をほめてもらった
<ul style="list-style-type: none"> ・もっと準備する時間が必要だと思った。計画的に研究しなければならないと思った。 ・プレゼン資料をつくるのに精一杯だったから、発表の練習をほとんどしなかった。本番でつまってしまったので、次回は何度も練習したい。 ・自分では気がつかなかった実験のミスを質問時間に指摘されたので、とまどってしまった。いろんなアドバイスをもらって、すごく参考になった。「着目点がとてもユニークで今後は楽しみね」と言ってもらったときは、とてもうれしかった。 ・発表の資料をつくっていると、実験などのデータ収集でいろいろな間違いをしていることに気づいたり、結局何を知りたい研究なのかを見直すきっかけになった。 ・知らない人に自分の研究を分かってもらうには、ものすごく工夫がいることが分かった。ポスターのグラフや図を大きくしないと説明するのが難しいことが分かった。 ・大勢を前に発表するのは緊張したが、とても楽しくできた。質疑応答も難なくこなすことができた。自分たちの研究成果をほめてもらったので、とてもうれしかった。
(等々)

表6 生徒の評価①

■ サイエンス研究会に所属する生徒の感想

生徒A(サイエンス研究会・4年男子)

Q.サイエンス研究会に所属した3年間で振り返って感じることは何か
キーワード： 協同作業・研究仲間・異学年・自由・「カタ」・他校

私は2年生から4年生までのSSHの活動を通して、研究、発表など普段味わえない様々な体験をすることができました。一番良かったのは、同じ学校の中で志の高い友人や先輩、後輩、そして先生達と研究ができたことです。自分はロボットの筐体の製作を行いました、もしそれを一人でやっていたら、完成できなかったらと思います。また、研究や予算の計画、そしてプレゼンテーションに至るまで、相手に正確に物事を伝える大切さを学びました。あと大事なのは、*バ*切に間に合わせる技術は必要です（間に合ってませんが）。これがないと大変なことになります。あえてうちの学校のSSHを批判するならば、研究をする上での「カタ」があまり見えず、自由過ぎる点です。研究発表の大会で見かけた学校には、学校の授業等を利用して系統立てて取り組んだ進学校が数多くありました。もちろん、それが一概に良いとはいえず、むしろ、自由であったからこそ、自分にできることからコツコツやって、運よく結果が出せたのではないかと思っています。

表7 生徒の評価②

生徒B（サイエンス研究会・4年男子）

Q サイエンス研究会に所属した3年間を振り返って感じることは何か
キーワード： チーム・プロジェクト・プレゼンテーション・校外とのつながり
<p>小学校の頃から工学に興味を持ち、様々な活動を行ってきたが、まずその活動自体が中学・高校でも継続してできるとは思ってもしなかった。SSHの指定により再びこのような活動ができることをまずうれしく思う。サイエンス研究会の活動(工学的な分野)を通して様々なことを経験してきたが、「特によかったこと」を3つ挙げてみた。</p> <p>まず一つ目は、チームワークの重要性を身にしみて感じた。今回私たちが3年間を通して行った研究はチームワークが非常に強く要請されるもので、誰か一人の計画が停滞した場合、プロジェクト全体の進行が滞ってしまうものだった。その中で自分がすべき仕事をいかに着実に進めていき、いかに失敗した時の影響を小さくするか。そんなことを常に考えさせられる良いきっかけになった。</p> <p>二つ目は、自分の研究内容をより正確にかつエキサイティングに伝えるスキルを習得できたことだ。初めて奈良高校で対外にプレゼンテーションを行った2年前を切り口に、Apple CEO Steven jobsのプレゼンを手本にしながら、いかに自分たちの研究をうまく伝えるか常に考えてきた。プレゼンを創る過程で、メンバーの意見に対する批判や、どの人の考えが一番良いかを見極める力も同時についた。</p> <p>最後は、対外との交流で自分の”ポジション”をはっきり認識できたことだ。自分たちの研究を学会規模、全国区規模の枠内に置いて遠くから眺めてみると、今の自分の研究レベルがどのあたりか一目瞭然になる。そこから、今の研究の欠点がみえたり、更なる研究への意欲が湧いてきた。さらには、対外との交流を深めることによって自分の研究の広がりも感じられた。まとめて締めくくると、机の上だけでは習えない社会的な経験を多く学ぶことができ、充実した3年間だったと思う。</p>

表8 生徒の評価③

(2) 教師による評価

■ サイエンス研究会を指導した教師の感想

教師（理科教師・サイエンス研究会顧問）

Q サイエンス研究会を指導した3年間を振り返って感じることは何か
キーワード： 人間関係・中高一貫校の特色・研究環境・成功と失敗・生徒活動と教師の指導
<p>設立から本年度で3年目を迎え、サイエンス研究会は、今まで蓄えた知識や経験を土台にして、成熟の段階に移行しつつあるように感じられる。これは、研究内容の深化もさることながら、後期課程生（高校生）が前期課程生（中学生）にアドバイスしたり、その逆もあつたりと、人間関係の深まりにも読み取ることができる。このように、日々の活動風景に中高一貫校である本校の特色がはっきりと現れるようになり、そう</p>

いった背景が、さらに研究を充実させ、様々な研究発表会における高い評価につながるようになったと思われる。

サイエンス研究会で活躍する生徒は、この3年間で大きく成長したと思う。自分のアイデアを実現する知識と技術を身につけ、他人と協同することで、研究を深化させることを体験した。こうした科学研究を行うことのできる環境を実現できたことは、本校の教育の歴史の中でも画期的であったと思う。

また、生徒らの継続した成功と失敗の積み重ねは自信につながり、彼らのプレゼン態度にもはっきりと現れるようになった。つまり、自分の言葉で自分の研究を語れるようになったのである。このような結果から、サイエンス研究会は、生徒の成長を促す「しくみ」として有効に働いたのだろう。

一方で、同じサイエンス研究会の中でも、活発な研究班とそうでない班との差がはっきりと現れるようになった。この原因として様々な仮説が成り立つが、研究活動の初期段階の指導に依るところが大きいと思われる。

表9 教師の評価

4. 生徒の研究活動を活性化する提言

これまで述べてきた本校の取り組みと、サイエンス研究会に関わった生徒や教師のアンケートや感想文などから、生徒の研究活動を活性化する方策を提言したい。

(1) 評価システムが生徒を元気づける

表5に示したように、本校では、2006年度後半から研究発表会や研究冊子づくりを積極的に実施し、多くの科学コンクールに参加させている。これは、発表する機会が、研究する生徒にとって大きな刺激となり、研究内容を加速度的に深化させることが明らかになったからである。

表6の発表会後の生徒のアンケート結果から、「計画的な研究」・「時間がない」などの記述から、発表会等の「締め切り」が、研究の進捗に影響したことは容易に読み取れる。さらに、「間違いに気づいた」、「成果をほめてもらったのでうれしかった」などから、発表することによって生まれる評価が、生徒研究の内容に影響したり、ひとつのモチベーションになったりしたことが分かる。

生徒の研究活動活性化 提言1

研究発表する場を計画的に設ける

(研究発表会の実施・科学コンクール応募・科学論文集の作成など)

また、表3に示したように、生徒の研究を単位として認める評価システムをつくった。単位やその成績が、研究テーマ名とともに生徒の学習指導要録や調査書などに記載される。2007年度からの実施であり、現時点では結果が出ていないので、その成否を語ることはできない。しかし、生徒の反応を見る限りでは、自分たちの研究活動を適切に評価し、支援してくれる学校のシステムとして、生徒の一つの大きな「やる気」につながっているように感じられる。

生徒の研究活動活性化 提言2

学校に、生徒の研究成果を適切に評価するシステムをつくる

(単位認定など)

(2) チームの力が生徒研究を充実させる

生徒研究を実現するには、研究する環境が必要である。その研究環境とは、ひとつは研究に必要な測定器、道具、薬品などが揃っている状況を指す。しかし、生徒や教師の声からは、それと同じくらい、あるいはそれ以上に生徒研究を実現するために必要な環境条件を読み取ることができる。

「共同作業」・「研究仲間」・「異学年」・「チーム」・「プロジェクト」・「他校とのつながり」・「人間関係」など、表7、8の生徒の評価、表9の指導した教師の評価のキーワードから、ほぼ共通した、生徒研究に必要な研究環境が浮かび上がる。それは、「チーム」とでも表現できよう。つまり、研究活動をする上での「チーム」を校内と校外に実現することが、生徒研究を進める重要な鍵であり、SSH予算の使いどころでもあろう。

① 校内に構築する「チーム」

本校のこれまでの取り組みを振り返ると、いくら高性能な実験機材をそろえても、一人で行う研究は長続きしない場合が多かった。逆に、簡単な課題であっても、役割分担をはっきりさせた上で、複数の生徒がひとつのテーマで研究する方が、長続きし、よい結果を出し、発展的な発想が生まれることが多かった。これは、表7,8からも分かるように、「チーム」の中で発生する議論できる場の有無が大きく影響していると思われる。

このような背景から、サイエンス研究会の指導では、生徒を複数人集め、共同研究を推奨し、生徒同士の議論が活発化するように配慮した。

生徒同士が議論する場として、30人規模の授業が可能な学校の一室をサイエンス研究会の部室として提供し、自由にアレンジが可能な机とホワイトボードを配置した。また、デスクトップPC、ノートPCを合計10台設置し、互いに有線LAN、無線LANでつないだ。このLANは、教職員が利用するLANとは独立して外部と接続されている。研究に関わる実験などは、この部室とは別の化学教室や生物教室で行われる。

サイエンス研究会設立当初は、認知度の低さから、この部室を利用する生徒は少なかった。しかし、日頃の指導をこの部室で行ったり、実験のまとめや調査をこの部屋のPCを利用させたりすることで、徐々に利用する生徒が増えた。現在では、朝・昼・夕と、空き時間には常に10人程度の中高生がこの部屋を活用し、ホワイトボードに議論の中身を書き込みながら、にぎやかに共同研究を行っている。また、ソフトウェア開発では、複数PC間でプログラムを共有し、作業効率を図りながら共同研究を行っている。これらのPCは外部とつながっているため、webカメラを用いて、校外とテレビ会議を行ったりする生徒もいる。

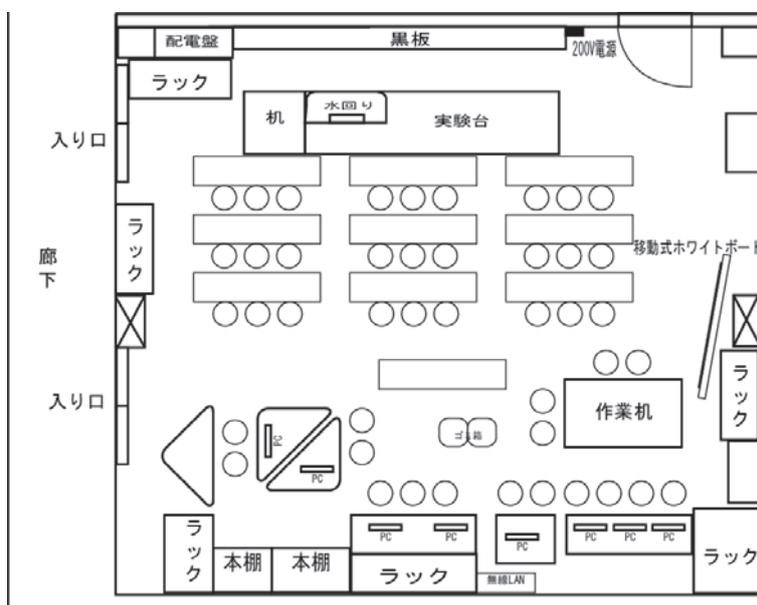


図2 サイエンス研究会の部室

② 校外に構築する「チーム」

表7,8からも分かるように、校外の同世代とのつながりは、研究を進める上で大きな励みになる。このため、近所のSSH指定校である奈良高校と共同研究発表会を定期的に行い、互いの交流を図った。また、科学コンクールなどに積極的に参加させ、他校の生徒とふれ合う機会をつくった。

また、大学などの研究者とのつながりも、研究を進める上で大きな参考になった。大学の研究室を見学し

たり、研究発表会を見学したり、あるいは、本校での講演を行ってもらったりと様々な機会をつくって、校外の研究者などとのつながりをつくるようにした。表 7,8 に見られる生徒の発言は、このような機会を通じて得た人のつながりを指しているものと考えられる。校外に、自分たちの研究を理解し、意見してくれる人とのつながり＝議論できる「チーム」の存在は、日頃の研究の支えとなった。

なお、サイエンス研究会物理班では、中・高校生全員に名刺を持たせた。名刺交換によってできた人のつながりは、即効性こそはないが、日頃の研究でつまずいたときに、強力なアドバイスをもらえる存在として貴重となっている。

生徒の研究活動活性化 提言 3
議論できる「チーム」を校内と校外に実現する
(部室づくり・共同研究・校外生徒との交流・大学訪問など)

5. サイエンス研究会物理班の指導

サイエンス研究会の中でも、特に物理班の活動は活発で、多くの科学コンクールで高い評価を受けた。物理班は、前期過程生と後期課程生のつながりが深く、学年の壁を感じさせないほど、常に熱く議論しながら日頃の研究活動を進めている。また、1年生など、科学的な知識や技術が乏しい生徒に対しては、高学年の生徒が教科書を使って指導するなど、後輩の育成にも熱心に取り組んでいる姿が見受けられる。物理班全体として、他の生徒会活動や学園祭活動などと同じように、中高一貫校である本校の特色が雰囲気によく現れている。

こうした、生徒同士の縦と横の密なつながりが、研究を加速させ、内容を深化させた。物理班のこうした雰囲気は、生徒らの特性や顧問の指導などによって形作られたとよいてよいだろう。以下に、物理班顧問の指導を具体的に語ってみたい。

(1) 物理班の指導概要

サイエンス研究会の「物理班」「化学班」「生物班」「地学班」「数学班」の各研究班の活動は、基本的にはそれぞれの担当顧問によって任されている。物理班の顧問は、本校の物理教師が担当した。3年間にわたる物理班の活動記録から、生徒の成長や顧問の指導の流れなどを読み取ることができる。

物理班顧問の指導は以下に集約される。

- ① 研究テーマ決定に至るまでの指導
- ② プログラミング・電気工作に関わる技術的な指導
- ③ 論文の書き方指導
- ④ プレゼン方法の指導

②～④に関しては、顧問の専門性が大きく関わる指導である。②は、サンプルプログラムなどの教材を顧問自らが開発し、ソースの具体的な解説を行ったりした。③は、顧問の大学時代の卒論や、「Physical Review」などの科学論文集などを指導に用いた。④は、口頭発表やポスターセッションの手本を顧問が見せながら指導した。どのような指導を行うにせよ、生徒の要望に対応するためには、生徒の言語を理解し、研究の方向性を示すことのできる、専門性がある程度一致した顧問でないと難しいであろう。

生徒の研究活動活性化 提言 4
生徒の研究テーマにあった顧問配置

(2) プレゼンテーションの指導

生徒の研究活動を指導する中で、特に印象深かったのが、口頭発表やポスター発表の技術指導である。「タイ

トル」→「方法」→「結果」→「考察」→「まとめ」といった、型どおりの発表のしかたは彼らは小学校の頃から学んでいた。しかし、たまたまインターネット上で Apple 社の CEO である Steve Jobs のプレゼンを見て衝撃を受け、もっと自由な発想に基づいたプレゼン方法を学ぶきっかけとなった。いわば、「分かりやすさ」だけでなく、「人に訴える」ことを主軸としたプレゼンのあり方の追求である。

Steve Jobs のプレゼンを何度も見て分析し、顧問と生徒で議論しながら内容を練り上げていった。表 7 は、理想のプレゼンに関して生徒と顧問で議論を行ったときのメモ書きである。

従来、高校や大学など、学校現場で指導されるプレゼンは、先に述べたような、型にはまったものが多かったように思える。これは理論的な美しさを追求した結果であろう。しかし、それに加えて、Steve Jobs のプレゼンには、製品を売り込むための巧みに計算されたインパクトが強く感じられる。営利を追求しない学校現場では、なかなか生じない発想であるが、自分の研究を広く PR するという観点は、このグローバル時代には求められるように思われる。事実、この観点で作成した本校のプレゼンは、強烈なインパクトを聴衆に与え、様々な雑誌で紹介された。

Steve Jobs のプレゼン	自分たちにできる理想のプレゼン
<ul style="list-style-type: none"> ・ 原稿を一切見ない ・ 1 シートあたりの情報量が少なく、テンポが速い ・ 発表者は Jobs ひとり ・ 身振り手振りが大きい ・ “型”らしきものを感じさせない ・ 話の流れがあり、飽きない ・ 強調したい点をはっきり分かる。 ・ シートデザインはシンプルで分かりやすい ・ 質疑には、「迅速」かつ「適切」に対応 ・ 何よりも「かっこいい」 <p style="text-align: right;">(等々)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 何度も練習して覚える ・ シート数を増やす ・ 発表者は、一人に限定する（読む係・レーザーポインタ係、PC 係などと分けない） ・ ワイヤレスマウスを使う ・ 最初にムービー、最後にムービー ・ 起承転結をはっきりさせる ・ 強調したい点を形を変えて 3 度繰り返す ・ プレゼンソフトには keynote を使う ・ 事前に質問内容を予想しておく ・ 発表者に加えて、質問に答える人を一人追加する。 <p style="text-align: right;">(等々)</p>

表 10 生徒が考えた理想のプレゼンメモ

最近の中・高校生は、ある程度のプレゼン技術を備えている場合が多い。PowerPoint の扱いなどは見事なものである。従って、一般的にいわれているように、「プレゼン技術よりも、まず中身」という指導スタンスが、顧問の当初の予定であった。しかし発表の度に、生徒はプレゼンの大切さを知り、意図したことが伝わることの楽しさを実感した。そして、「聴衆に何を訴えたいか」「訴えるにはどのような物語をつくれればよいか」という、プレゼンの技術指導の中で何度も繰り返した問いを持つようになった。これは、表 6,7,8 などからも明らかである。プレゼンをつくる上で発生したこの問いは、研究活動を自らがデザインする力となった。

つまり、プレゼンの技術指導が、間接的にはあるが、生徒の主体的な研究の実現に大きく影響したのである。顧問としては、「プレゼン技術よりも、まず中身」という単純な指導スタンスを反省し、「プレゼン技術と中身は両輪」という見方をするに至った。

生徒の研究活動活性化 提言 5
 プレゼンの技術指導が生徒の主体的な研究を実現する（場合がある）

(3) 研究テーマを決定するまでの指導

研究テーマを決定するまでに至る指導は、いわば、生徒を研究の「入り口」に立たせる指導である。これは、詰まるところ次を目的とするであろう。

研究テーマ決定に至るまでの指導 A 生徒を科学の世界に誘う。 B 持続する研究姿勢をつくる。 C 研究の方向性を具体化させ、理解させる。

物理班の場合、研究テーマを決定するまでに半年以上を要した。他校の生徒研究の指導においても、数ヶ月という長時間かかることが報告されている。研究テーマの決定は、当然、研究活動に不可欠である。しかし、大きな労力が要求されることを生徒と教師双方が理解する必要がある。本校のサイエンス研究会では、おおざっぱに言って、成功している班とそうでない班の違いは、この指導が成功したか、失敗したかの違いである。

生徒の研究活動活性化 提言 6 研究テーマの決定は、数ヶ月かかる長期戦である (ゆえに、あきらめず、ねばり強く、ていねいに、計画的に)

比較的うまくいった物理班のテーマ決定に至るまでの具体的な指導は、次の通りである。

A 生徒を科学の世界に誘う ※顧問が強制的に引っ張る時期	<ul style="list-style-type: none"> ・組み立てロボットで遊ばせる。 ・SSH プログラムで行われる様々な講演を聴かせる。 ・秋月電子で工作キットを購入し、つくらせる。 ・サンプルプログラムなど作り、解説する。 ・校外の科学イベントに連れて行く。 ・実験を演示する。
B 持続する研究姿勢をつくる ※顧問が引っ張りながら一緒に走る時期	<ul style="list-style-type: none"> ・顧問とプログラムの開発競争を行う。 ・いくつかの電子工作の課題を出し、考えさせてつくらせる。 ・学園祭やオープンスクールなど、校内レベルで簡単な発表をさせる。 ・同じ方向性を持ちつつある生徒を一つのグループにして共同作業をさせる。
C 研究の方向性を具体化させ、理解させる ※顧問が背中を押す時期	<ul style="list-style-type: none"> ・研究テーマについてグループディスカッションさせる。 ・物理学会などでの口頭発表に(強制的に)エントリーし、研究のスケジュールを立てさせる。 ・研究のスケジュールに沿った適当な課題を提示し、検討させる。 ・口頭発表などで、外部の評価を受けさせる。 ・研究成果を時々ほめる。

表 11 テーマ決定に至るまでの指導

経験的に、科学の世界に誘う段階で、「何をしたいか言いなさい」などをいきなり指示することから始めると、たいていの場合、うまくいかない。(しかし、これをする教師のなんと多いことか!) 総合的な学習の時間を利用したグループ学習でもそうであるが、「何をしたいか」が明確な生徒はほとんどいない。無理矢理引っ張り出したとしても、アトランダムな「思いつき」のレベルでしかない場合がほとんどである。

サイエンス研究会に集まる生徒は、「有志」であるため、ある程度「したいこと」を持つものと期待されたが、実際は、壮大な夢を持つ生徒が数人混じっていただけであった。現実的で具体的な「こんな研究がしたい」という発言は、様々な経験の中で、徐々に培われるものなのであろう。だからこそ研究テーマの決定には時間がかかるのである。

物理班の場合、入部したばかりの生徒らが発した発言は次の通りである。

生徒A・B（中学2年生）「人を助けるロボットをつくりたい」

生徒C（高校1年生）「バーチャルリアリティ空間をつくりたい」

生徒D～H「(特にしたいものはない)」

あっても壮大な夢である。この時点で、「では何から始めたらいいか考えなさい」などと指示しても、生徒は答えに窮するのは明確である。あるいは、「そんなことは無理だ」とはじめてから否定すれば、生徒研究など永久に実現できそうもない。従って、顧問としては、「分かった。では〇〇をまずしてみようか」などと指示をした。例えば、電気工作キットを購入してそれをつくれ、だとか、指定した関数を描くソフトをつくれ、だとかである。もちろん、それらの課題が、生徒らの夢とどうつながるかを説明した上で、である。特にやりたいこともない生徒は、共同研究として、指示した生徒と一緒に作業をさせた。

そして、指示した課題ができれば、少しだけ高度な次の課題を提示する。時折、異なる共同研究グループで、共通課題を与えたりする。この間に必要な消耗品類は、あらかじめ顧問が予測してSSH予算で準備しておく。この作業を数ヶ月続けていると、徐々にではあるが、生徒の中で、具体的な研究が芽生え始め、議論が始まる。自分の力でできることとできないことが分かりはじめ、現実的な研究テーマを掲げるようになる。研究テーマのこの研究テーマは、当初生徒らが言っていた夢と異なることもある。

普通の授業でも、目標と現実があり、その間に階段をつくって目標に向かって登らせるのが指導する者の役割であろう。生徒研究の指導も全く同じで、1段の高さや階段が向かう方向を、見通しを持って顧問が設定してやる必要がある。授業と異なるのは、教科書が存在せず、生徒達の議論と試行錯誤が活動のベースにある点であろう。

生徒の研究活動活性化 提言7

生徒研究の研究プロセス（研究デザイン）づくりは、顧問の仕事である
(見通しをもった指導)

6. 総括

サイエンス研究会では、教科教育では得られない、生徒の大きな学びが存在するように感じられる。大学の研究者顔負けの研究成果を出し、議論する力を持って、世界に目を向ける生徒らは、これまでの学校教育ではなかなか見ることがなかった姿である。こうした意味で、生徒研究は、価値のある教育活動として、今後も推進していきたい。

本校のあらゆる教育活動は、「自由・自主・自立」という校是が根底に流れている。生徒研究もまた例外ではない。しかし、一朝一夕に生徒のこの状態が実現できるわけではなく、これまで述べてきたような様々な「しかけ」を用意し、それらが有効に働くように教員集団が力を合わせる事が大切であろう。

3年間のサイエンス研究会全体を振り返ると、うまくいく場合もあれば、なかなか思うようにいかない場合もあった。これまでの取り組みを通じて、これに関わった顧問や教職員は、山本五十六の言葉を痛感した。

生徒の研究活動活性化 提言8

「やってみせ 言って聞かせて させてみて 誉めてやらねば 人は動かじ」

(山本五十六)

3-3-2 夏の学校

3-3-2-1 今までの経過

■ 夏の学校の設置

(1) 夏の学校概要

課外活動の中で、科学的リテラシーを育成する目的で1,2年を対象に「サイエンス夏の学校」が設けられた。海の観察が専門家の指導のもとでできるという点から下記の場所を選んだ。また、実習を充実させるという点から定員40名を1班20名の2班に分けて、磯の観察と地質観察・数学実習を行うことにした。初年度は、事前に下見を行い、実験所での実習や地質観察のコースなどを決定した。夏の学校の概要を次に示す。

目的	(1) 自然に恵まれた南紀白浜の地で、自然科学の方法を専門家より学ぶ。 (2) 各班で考えたテーマを各自で責任をもって研究し、その成果をまとめ発表する。 (3) 仲間と協力し、交流を深める。
日時	夏休み中の3日間で実施し、事前学習および事後学習を各1日行う。
場所	和歌山県西牟婁郡白浜町周辺
講師	京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所の先生
生徒数	1,2年の希望者 合計40名(男女の人数制限は設けない)
引率者	教師5名、TA2名、看護師1名
内容構成	1日目(午後実習) 学校から現地へ移動後、A, B班に分かれて実習 A班: 臨海実習、B班: 地質観察、数学実習 2日目(終日実習) 水族館見学 A班: 地質観察、数学実習、B班: 臨海実習 3日目(午前実習) A, B班ともに実習のまとめ、その後学校へ移動
宿泊所	実験所1泊、ホテル1泊

(2) 事前および事後の日程

夏の学校の充実と生徒の責任感を果たさせるために、事前と事後に以下のような日程で、学習会を行った。

時期	内容
5月中旬	夏の学校参加者を1,2年生全員から募集
6月上旬	参加者を決定し、役割分担および調査テーマの決定
7月上旬	調査用紙の提出
実習直前	事前学習会(調査した内容の発表と質疑応答)
実習直後	事後学習会(各班で夏の学校の成果を模造紙にまとめる)
9月 学園祭	模造紙と標本によるポスター発表(全員)
11月 公開研究会等	模造紙と標本によるポスター発表(代表者)

(3) 組織

生徒の組織編成は、活動班と生活班の2つを作った。活動班は、観察や実験・実習を行う班で、1班5名の1,2年の異学年の生徒からなるグループで、ともに学習ができるようにした。実習には各自目的を持って参加するように、活動班ごとにテーマを考えさせた。また、記録用にデジタルカメラを各班に1台貸し、記録させた。調査にあたっては、安全を考えてグループで行動を行い、単独行動は絶対しないことを徹底させた。実習の成果は模造紙にまとめ、学園祭等で発表させた。

生活班は、宿泊等を中心に生活をする班で、男女別の同学年の生徒どうしとした。割り振りについては、機械的に名列表の番号順に割り当てた。

■ 過去2年間の実施と留意点

<2005年度>

(1) 実施概要

日時	8月23日(火)～25日(木)
場所	和歌山県西牟婁郡白浜町周辺
講師	宮崎勝巳(京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所 講師)
参加人数	生徒38名(1年17名・2年9名・3年9名・4年3名)、教員5名、TA2名、看護師1名

(2) 実施上の留意点

初年度ということもあり、対象生徒を1年～3年を中心に希望者を募る。61名の応募があり、抽選により受講者を決定する。実験所では、奈良女子大学の先生の講義や大学院生の研究発表があり、内容は予想以上に充実したものになった。初めての実施で時間配分などを心配したが、予定どおり実施することができた。ただし、台風のために予定を早めたため、現地で行う予定のミニ発表会はできなかった。生徒たちの感想は「参加してよかった」71%、「参加して何となくよかった」29%で、満足した評価をしている。一方で、生徒たちはよく頑張っていたが、全体として内容が多すぎたために、グループや個人でじっくり考えてまとめる時間が少なかったようだ。

費用については、2005年度は交通費等はSSH予算から支出したが、ホテルの宿泊料は個人負担とした。次年度からは他のプログラムとの整合性も考えて、SSH予算から支出することとした。

<2006年度>

(1) 実施概要

日時	2006年8月24日(木)～26日(土)
場所	和歌山県西牟婁郡白浜町周辺
講師	宮崎勝巳(京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所 講師)
参加人数	生徒39名(1年22名・2年17名)、教員5名、TA2名、看護師1名

(2) 実施上の留意点

1回目の募集の応募者が37名で、応募者全員が参加できることとなった。また、その中には2回目の参加者が7名もおり、2005年度に較べやや緊張感に欠ける実習となった。しかも天気は晴天続きで、体調を崩しかけた生徒もいた。実習時間もゆったりめにとったために、行動がルーズになりがちであった。実習内容は、ウニの発生とナマコの解剖を新たに取り入れた。どちらも生徒には好評であったが、ウニの発生実験はほとんど実験所の先生任せになってしまった。

3-3-2-2 2007 年度の実施報告

■ 実施概要

日時	2007 年 7 月 26 日 (木) ～28 日 (土)
場所	和歌山県西牟婁郡白浜町周辺
講師	宮崎勝巳 (京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所講師)
参加人数	生徒 41 名 (1 年 11 名・2 年 30 名)、教員 5 名、TA2 名、看護師 1 名

■ 内容

(1) 事前学習発表会

目的意識を高め、実習を充実させるために、7 月 25 日に事前学習を行った。内容は、主に磯の生物に関する調査内容のミニ発表会である。各グループがテーマを決め、それについて各自が分担して調査してきた内容を発表した。事前学習のグループ別テーマは以下のとおりである。

1 班 甲殻類、2 班 棘皮動物、3 班 有毒生物、4 班 磯の動物と有毒生物、5 班 海水魚について、6 班 棘皮動物、7 班 ナマコとヤドカリ、8 班 ウミウシとウニ、特別班 ウニの発生実験 (2 名)

(2) 現地での実習

磯の自習では、特徴的な生物として、アオスジガンガゼ (棘皮動物)、カタベガイ (軟体動物)、タコノマクラ (棘皮動物)、ケヤリムシ (環形動物) などを採集した。また、ウニの発生実験を今年も行ったが、専門の観察者を 2 名決め、発生の様子を時間の経過とともに記録させた。さらに、別のグループの生徒に対してウニの発生実験の説明と実習の指導も行わせた。

地質観察では、泥岩岩脈や千畳敷の地層の様子などを観察した。宿舎では、数学の問題を与え、その解き方を発表させた。

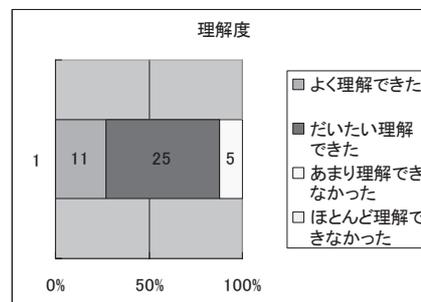
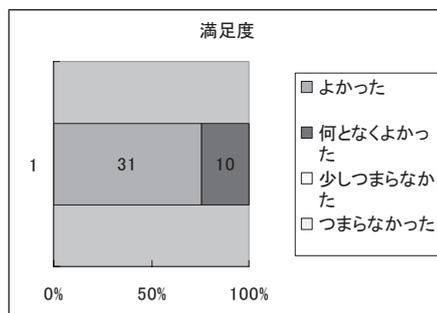
(3) 事後学習会と発表

実習のまとめは実習の 1 日後に本校で行い、模造紙にまとめた。発表は、学園祭と公開研究会で行った。

■ 生徒の感想

(1) 満足度と理解度

この講座に参加しての満足度 (左) と理解度を (右) を示す。全員がよかったまたは何となくよかったという評価である。



(2) 感想や意見

- ・海は人が泳いでいない所はゴミが少なく、とてもきれいだった。人が海をとても汚しているような気がした。磯にはヤドカリと貝殻とフナムシぐらいしかいないと思っていたけど、実はもっとたくさんの生き物がある事が分かってびっくりした。

- ・最初ウニや貝を見てもちっとも気にしなかったけど、この夏の学校が終わる頃には愛着が湧いて「元気かな～」 「どうしたら住みやすい環境をつくれるかなあ」と思うようになり、

少し自分が動物思いになれたので良かったです。

・磯に行って生き物を見て知らない生き物ばかりで、興奮しました。生き物を探している時はどんなのがいるかわくわくしながら探していました。

・私は今まで将来の夢はなかったけど、この夏の学校に参加してウニの実験や磯の生物捕獲が楽しく、結構好きになったので将来は海の生物学者になりたいかなあと思った（でも部屋にこもっているわけじゃなくて、海に潜って生物を採ってくるのをやりたい）

・いつも科学関係のことは自分で実際に実験する事に意味があると思った。だから、授業よりも自分の足で生物を見つけ、観察し知識を身につける事が多かった。時間はかかるが自分で「答え」を導き出すのは面白い。

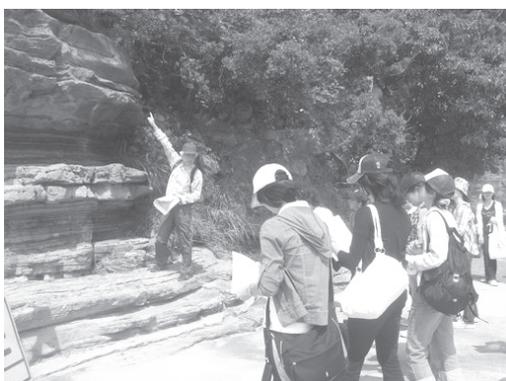
■ 講座の様子



ウニの発生実験の生徒による説明



ウニの発生実験



地層の観察



数学実習

■ 担当者所見

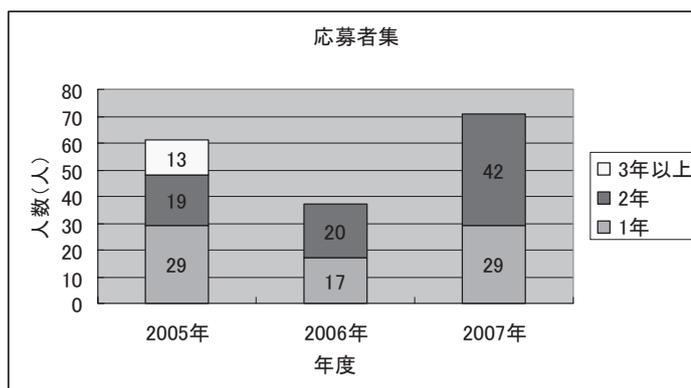
昨年度がやや緊張感に欠ける実習になりがちであった。その原因の一つに事前に十分に目的意識を持たせることができなかつたことがあげられる。今年度は、事前学習に重点を置き、ミニ発表会も行わせた。その結果、内容は例年以上に充実させることができ、生徒たちも十分な成果をあげた。特にウニの発生実験を担当した2名は観察もよくできており、説明と指導は2年生とは思えないくらい正確でわかりやすかつた。

生徒の感想で「あまり理解できなかつた」が5名いた。すべて2年生であるが、授業で動物のなかまを学習しているところであり、感想などを読むと実習によってさらに新たな疑問を持ったために「あまり理解できなかつた」としたようである。

3-3-2-3 成果と課題

■ 生徒の応募状況の変遷

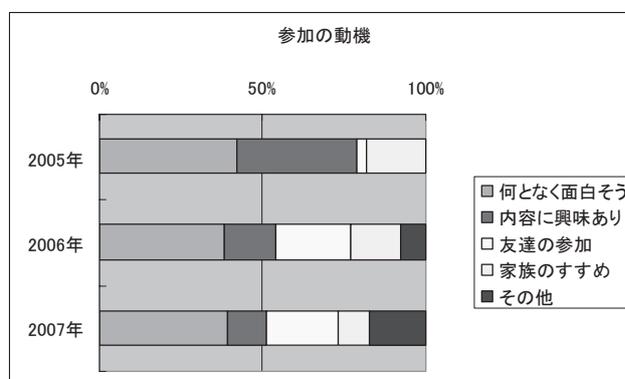
生徒の応募状況を右に示す。2006年は40人に達せず追加募集を行った。定員を超えた時は、始めて参加する2年生(2005年度は高学年)を優先し、他は抽選で決定して。2007年に応募が増えたのは、夏の学校の魅力が生徒に浸透してきたためであろう。特に、グラフには示されていないが、2回目で行きたい者が2007年には13名もおり、それらの生徒が夏の学校の面白さを広めたのではないかと推測される。



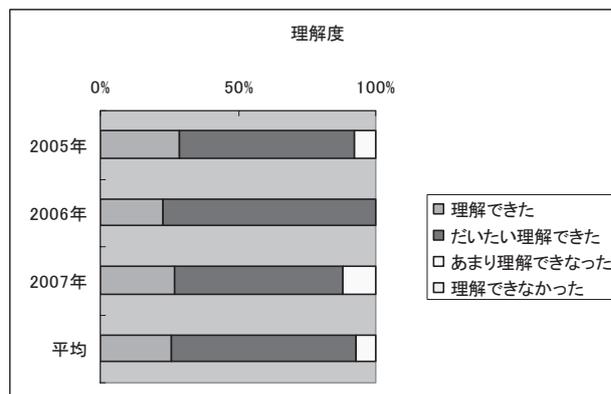
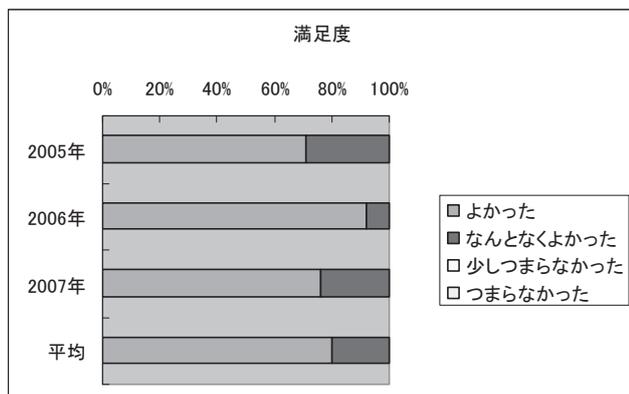
■ 生徒の評価 (アンケートの結果より)

(1) 参加の動機

どの年度も「何となく面白そうだったから」が1位だが、内容に興味をもてたからという積極的な生徒も2位～3位を占めており目的意識の高い集団作りに貢献したのではないかと推測される。また、友達のすすめもかなりの割合を示しており、その生徒たちの満足度や理解度には注目したい。



(2) 夏の学校の満足度と理解度



全体としては、満足度および理解度は高く、当初の目的である科学的リテラシーの基礎となる動機づけと科学の方法の理解はほぼ達成しているといえるであろう。

2006年度については、満足度と理解度ともに高い値を示している。これは、「過去2年間の実施と留意点」でも述べたように、過去3年間ではもっとも活動に時間の余裕を見た年度であり、詰め込みを極力抑えたからであろう。一方で、生活面での問題も若干生じた。

2007年度は、過去2年間をもとに事前学習の充実と現地実習の充実および安全確保の3点に重点を置いたが、「あまり理解できなかった」生徒の数がわずかではあるが多くなった。2007年度実施の「担当者の所見」でも述べたが、感想をみると積極的に取り組もうとする姿勢が読み取れるのでよく考えた生徒が疑問を持ち、理解できていない部分があると記入したと思われる。

(3) 生徒は「夏の学校」から何を学んだのか

生徒たちは何を学んだのかが分かる手がかりは事後に行った「感想と意見」に述べられている。その例を次にあげる。いずれも学びの意欲が高まったことがよく分かる。

・最初は安くて友達と2泊3日旅行が出来るという事で参加を決めました。参加してみると、興味深いことをたくさん学べ、自然を今までより大切に身近なものだと思えるようになりました。今回体験できた事を活かし、たくさんの人にもこのような体験ができるチャンスがあれば良いなと思いました。

・ウニがどんどん成長して行って最後にプルテウス幼生になる。細胞が分裂していくところを目の当たりにして、少し感動した。生命の不思議だ。

・「理科嫌い」「意味わからない」などと決めてその教科はしないというのは考え方が違っているという事に気付きました。私は今まで理科や数学は得意ではなかったけれど、今回参加して「理科って奥が深くて楽しいな」「数学はひらめくのが気持ちいいな」と思いました。とっても楽しい3日間でした。

一方、積極的な動機ではなく、「友達が参加するから」というやや消極的な動機で参加した生徒は実習への興味関心はそれほど高くないであろう。これらの生徒の科学に対する興味関心を少しでも高めることができれば、夏の学校の目的の1つを達成できたといえる。次に、「友達が参加するから」という動機の生徒を抽出して分析を試みた。その結果を下表に示す。なお、2005年度は該当者が1名のため省略した。

年度	人数	よかった	なんとなくよかった	少しつまらなかった	つまらなかった
2006年	9人	8人	1人	0人	0人
2007年	9人	5人	4人	0人	0人
年度		理解できた	だいたい理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった
2006年	9人	1人	8人	0人	0人
2007年	9人	0人	7人	2人	0人

表からも分かるように、全員が参加してよかったと評価している。理解度については、2007年に参加した2名が「あまり理解できなかった」としているため、その程度を知るために該当生徒の感想や疑問点を次に示す。

・疑問点「ナマコとかヤドカリとかカニなどに心臓はないのか？ナマコは心臓を出しても死なないのだったらどうやったら死ぬのか？」

・感想「ウニの発生実験では最初どこからウニができるのかと思っていたけれど受精させて育てる事がわかった。顕微鏡で見て面白かった。ナマコは不思議な生物だと思った。」「ウニの発生実験が面白かった。注射した後すぐに卵や精子が出てくるのが凄いなと思った。外は暑いので、中である実習の方がよかった。」

感想からは、実験室での実験については興味を持って積極的に関わっていたことが分かる。また、ナマコについての疑問がさらに深まり、理解できていないと判断したものと推測される。いずれの場合も科学に対する興味関心は高まったものと思われる。

■ 教師の評価

<総論>

夏の学校は、事前学習・現地実習・事後学習・成果の発表で1つの完結をみる。初めは「しおり」をもとにグループごとにテーマを決める程度であったが、2年目には調査レポートを提出させ、3年目には調査レポートをもとにミニ発表会を行うことができた。現地での実習や事後学習は初年度から比較的スムーズに行うことができた。これは、現地での京都大学の先生の指導に負うところは大変大きい。また、夏休みを利用して記憶が鮮明なうちに模造紙1枚にまとめさせたが、どの班も工夫して自分たちの成果をまとめることができた。学園祭や公開研究会でのポスターセッションなども年々上達していった。

<生物実習>

3年間とも宮崎先生にお世話になり、受け入れることが少ない中学生相手に分かりやすく解説していただいた。採集したもので特徴的なものは標本として本校で保存している。2007年はウニの発生を中心に行う生徒を別枠で応募し、ウニの発生実験の生徒への説明および継続観察を行わせた。実験所の先生の手助けはあったが、生徒たちにウニの受精を行う方法を手際よく説明していた。

ほとんどの生徒は海の生物に触れる機会は全くなく、現地では生き生きと観察し調査していた。実験室へ戻ってからのまとめも夜遅くまでやっていた。特に、2005年は女子大の先生の講義と女子大院生の発表を行うなど盛りだくさんで大変充実していた。しかし、磯の生物をもっと丁寧に見ることも大切であり、翌年からは磯の生物の観察とまとめに重きを置くことにした。充実した水族館も併設しており観察地としては最適な場所であった。

<地質観察>

地層観察は「瀬戸の海岸」と「千畳敷」の二カ所で行った。「瀬戸の海岸」では地層の積み重なっている様子と小断層、泥岩岩脈等、「千畳敷」では地層の様子と斜交葉理、級化層理、漣痕、ポットホール等を観察させた。生徒達は野外で地層を詳しく観察するのは初めての経験であり、地層については小学校で少し学習した程度であるので、始めは何をどのように観察するのか分からずとまどっている様子であった。しかし、ある程度様子が分かってくると、どの生徒も熱心によく観察し、いろいろなものを発見して質問する生徒も多かった。「瀬戸の海岸」では研究班毎に、地層のでき方や泥岩岩脈のでき方などの研究テーマを決めて、その課題を解決するための詳細な観察をいろいろな場所で行わせた。生徒達はよく観察し、観察の記録も良くとれたが、それをもとにした考察は十分ではなかった。生徒達が観察した結果について、いかに考えさせるのかが、今後の課題である。

<数学実習>

数学実習では、「発展的な内容について、じっくり考えてみよう」という方針のもと、2005年度および2006年度は、等差数列の和 $1+2+3+\Lambda+50$ の求め方について、ガウスの計算方法だけではなく、いろいろな計算方法について検討しあった。また、フィボナッチ数列のように、さらに発展的な内容についても自然界との関連を説明した。2007年度は、等比数列をより具体的な設定の下で考察して、その変化の急激な様子や等比数列の和の計算方法に関する考察を行った。このテーマはかなり難しい内容であったため、あまり深入りしなかった。また、組み合わせのパズルを同時に行い、生徒たちは我先に解こうと一生懸命であった。普段、なかなかじっくり考えることのない生徒にとっては、1間に時間をかけて必死に考え、周囲の仲間と検討・議論することは、大変よい経験になったようであり、印象に残ったという生徒もいた。この点からも、夏の学校の数学実習は、大変意義深いものであると位置づけられる。

■ 今後の課題

(1) 実習内容の充実

現地での実習を充実させるために、事前学習を重視してきたが、その点は維持していきたい。現地での実習は生徒の反応を見ながらいろいろ行ってきたが、ナマコの解剖やウニの発生実験は驚きや感動が多く得ることができ、今後も続けて生きたいと考えている。その際、実験所の専門の先生に教えてもらいながら、ある程度は自分たちで教えあう実習をしたいと考えている。数学実習ではそのような学びあいができているようだ。生徒同士の学びあいを行うためには、基礎となる簡単なテキストを作ること、生徒の中から経験者を中心にエキスパートをつくること、テーマごとに丁寧に調査させることなどがあげられる。このようなことを視野に入れて今後は進めていきたい。

また、一方、実習自体の充実ももちろん大切だが、参加者をどのように育て、潜在能力を引き出すかも重要である。それは夏の実習だけにとどまらず、学校全体の中で育まれる大きな課題である。

(2) 夏の学校に参加した生徒のその後の追跡調査

夏の学校に参加した生徒は、その学びの経験を生かしてどのように伸ばしていつているかを追跡調査する必要がある。そしてその結果は本校 SSH の 1 つの評価とすることができる。それらの資料は本校の今後の科学教育のあり方を考える重要な手がかりになるであろう。

次の表は、現在 3 年生以上の生徒を対象に夏の学校に参加した以後、どのような過程をたどったかを簡単にまとめたものである。例えば、現在の 3 年生では、夏の学校参加者は 27 名、そのうちの 4 名がサイエンス研究会で 1 年以上活躍している。NSL 講座は 3 年の全受講者は 4 名で、そのうちの夏の学校参加者は 2 名であった。文理別では、5 年生は理系 4、文系 5 であり、夏の学校参加者は理系に凝り固まった生徒だけが参加しているのではなく、幅広い層が参加しているものと思われる。また、夏の学校に参加した 4,5 年生の一部は、SSH の全国大会および日本学生科学賞他多数に入賞を果たし、幅広く活躍している。

学年	夏の学校参加者	サイエンス研究会員	3・4 年 NSL 受講	5 年進路(文理別)	6 年数理科学受講
3 年	27	4	2 (4)		
4 年	9	3	1 (9)		
5 年	9	8		理系 4、文系 5	
6 年	3	2		理系 3	1 (全受講者 17)

今後、卒業した生徒を対象に、夏の学校の各人にとっての位置づけなどをアンケート調査して、どのように関わったのか、あるいは関わらなかったのかを調査し、その結果を検証する必要がある。

■ 補足資料

2005 年～2007 年 和歌山県白浜町番所崎で採集された無脊椎生物 (☆印は標本として保管)

刺胞動物：イソギンチャク・サンゴ、軟体動物：ヒザラガイ☆・ウスヒザラガイ・カコボラ☆・オオヘビガイ☆・ウミフクロウ☆・ヒョウモンダコ・オハグログキ・マガキ☆・アコヤガイ・カタベガイ☆、節足動物：ケブカガニ☆・イソクズガニ・オウギガニ・スベスベマンショウガニ☆・イソスジエビ☆・アシナガスジエビ・ムラサキヤドリエビ・スイジエビモドキ・イソヨコバサミ・ホンヤドカリ・カメノテ (ノウプリウス幼生)、棘皮動物：ムラサキウニ☆・ツマジロナガウニ☆・ガンガゼ☆・コシダカウニ☆・タワシウニ・☆ヒトデ・ニセクロナマコ☆・アオスジガンガゼ☆・タコノマクラ☆、環形動物：ケヤリムシ☆

第4節 評価

3-4-1 PISAによる調査

■ 目的

本研究開発の目的のひとつは、リテラシーを生徒に身につけさせることである。したがって、研究開発を評価するためには、現状における生徒のリテラシーがどの程度であり、本研究の成果が生徒のリテラシー育成にどのような効果を与えたかを評価するためには、生徒の変容を調べる必要がある。そこで今年度も、OECD が実施している PISA の問題を用いて、本校生徒のリテラシーがどの程度あるかを調査した。

■ 実施概要

実施日	2007年6月8日
対象	4年生徒
アンケート回収数	4年117名（男59名、女58名）

■ アンケート内容について

OECD が実施している PISA の調査では、リテラシーを「数学的リテラシー」、「科学リテラシー」、「読解力」、「問題解決能力」の4つに大きく分けている。各リテラシーは、さらに細かく分類され、それぞれを調べる問題が作成されており、その一部は公開されている。本調査では、その公開されている問題を用いて生徒のリテラシーを測定し、研究開発の評価のひとつとしたい。

1. 数学的リテラシーの調査に用いた問題の分類表

	番号	ユニット	包括的アイデア	状況	能力	問題形式
(1)	1	花壇	空間と形	教育的	関連付け	複合的選択肢形式
(2)	2	為替レート	量	公共的	再現	短答形式
	3		量	公共的	再現	短答形式
	4		量	公共的	熟考	自由記述形式
(3)	5	スケートボード	量	私的	再現	短答形式
	6		量	私的	再現	選択肢形式
	7		量	私的	関連付け	短答形式
(4)	8	盗難事件	不確実性	公共的	関連付け	自由記述形式
(5)	9	地震	不確実性	科学的	熟考	選択肢形式
(6)	10	ベストカー	変化と関係	公共的	再現	短答形式
	11		変化と関係	公共的	熟考	自由記述形式
(7)	12	インターネットでチャット	変化と関係	私的	関連付け	短答形式
	13		変化と関係	私的	熟考	短答形式

※ 表中の「包括的アイデア」、「状況」、「能力」は、OECD が実施した PISA 調査において、数学的リテラシーをさらに細かく分類したときのカテゴリ名である。

2. 科学的リテラシーの調査に用いた問題の分類表

	番号	ユニット	プロセス	問題形式
(1)	1	昼間の時間	現象の記述・説明・予測	選択肢形式
	2	昼間の時間	現象の記述・説明・予測	求答形式
(2)	3	クローニング	現象の記述・説明・予測	選択肢形式
	4	クローニング	現象の記述・説明・予測	選択肢形式
	5	クローニング	科学的探求の理解	複合的選択肢形式

※表中の「プロセス」は、OECD が実施した PISA 調査において、科学的リテラシーをさらに細かく分類したときのカテゴリ名である。

3. 問題解決能力の調査に用いた問題の分類表

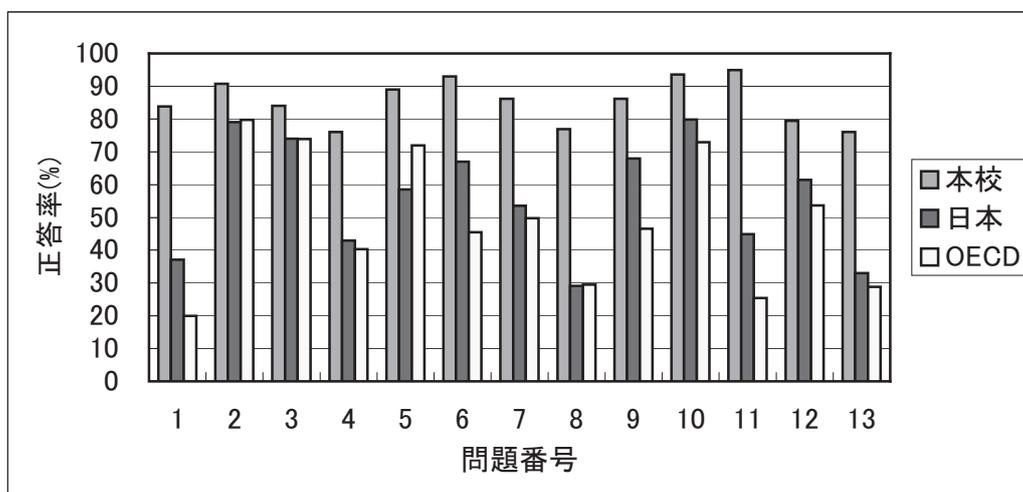
	番号	ユニット	タイプ	問題形式
(1)	1	交通網	意志決定	自由記述式
(2)	2	履修計画	システム解析・設計	自由記述式
(3)	3	灌漑	トラブル・シューティング	自由記述式
	4	灌漑	トラブル・シューティング	複合的多肢選択式

※表中の「タイプ」は、OECD が実施した PISA 調査において、科学的リテラシーをさらに細かく分類したときのカテゴリ名である。

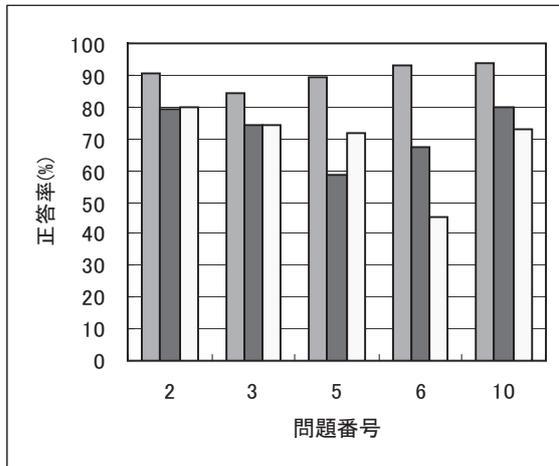
■ 集計結果について

(1) 数学的リテラシーについて

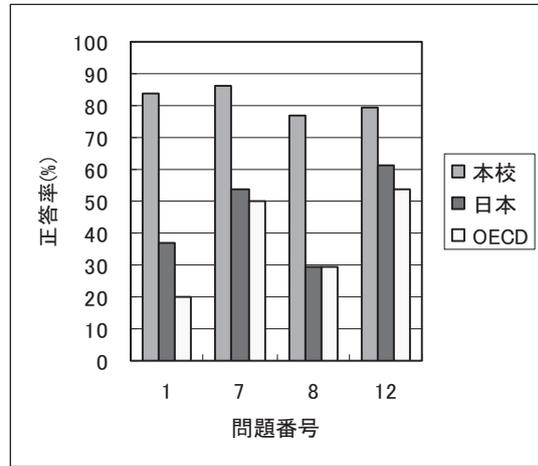
資料1 正答率の比較



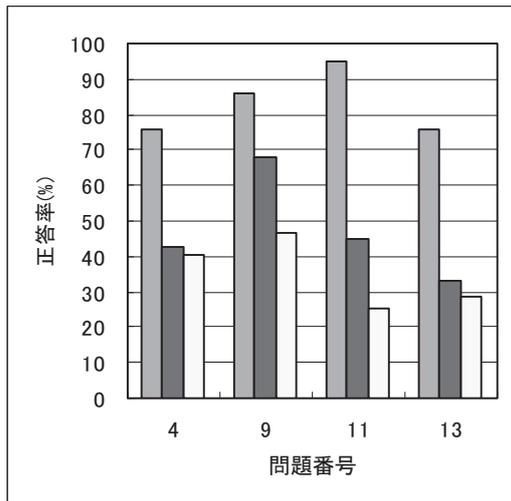
資料2 再現クラスターに関する比較



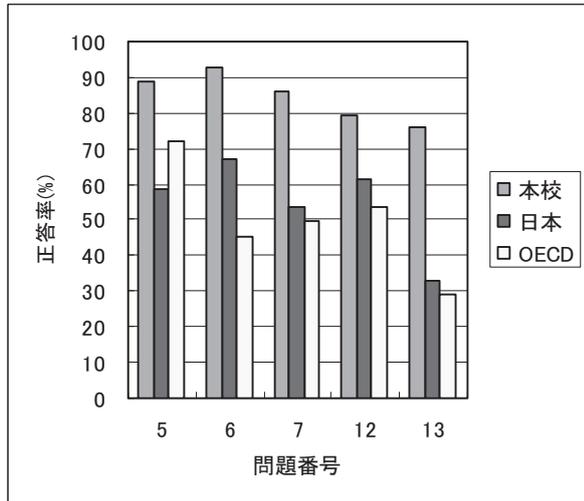
資料3 関連付けクラスターに関する比較



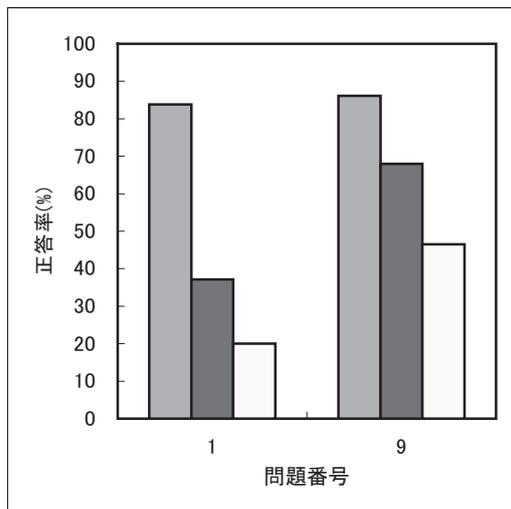
資料4 熟考クラスターに関する比較



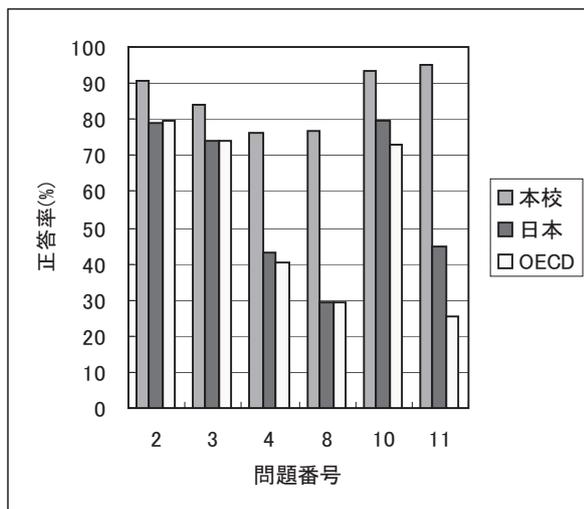
資料5 私的状況に関する比較



資料6 教育的・科学的状況に関する比較

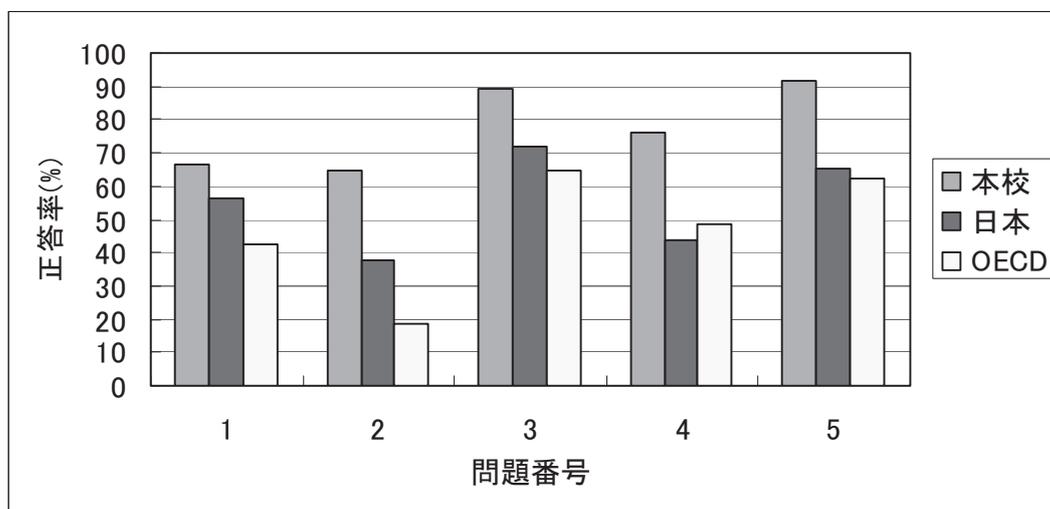


資料7 公共的状況に関する比較



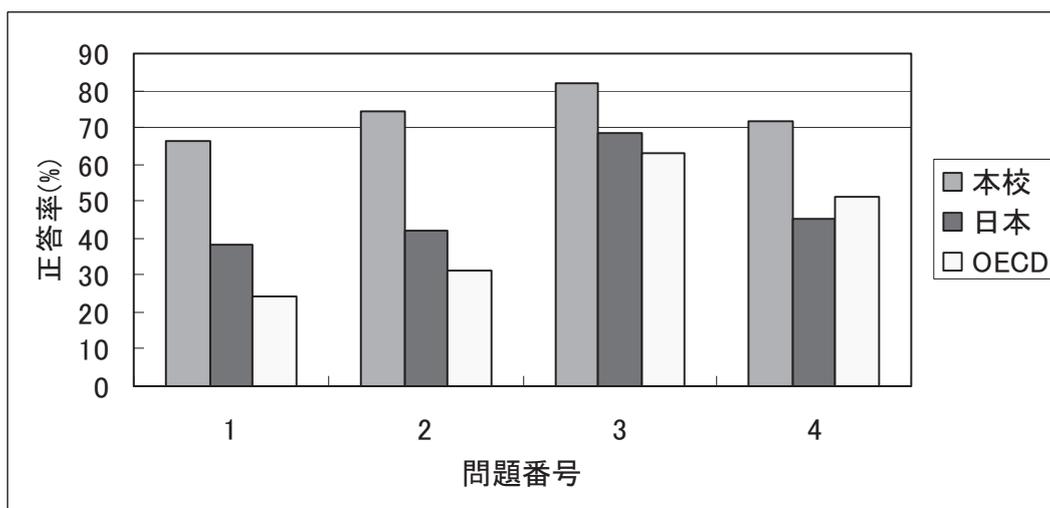
(2) 科学的リテラシーについて

資料8 正答率の比較表



(3) 問題解決能力について

資料9 正答率の比較表



(4) 無答率について

資料10 数学的リテラシーに関する無答率の比較表(単位：%)

問題番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
本校	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	2.5
日本	1.3	7.6	9.4	21.5	10.6	3.3	9.4	14.4	4.7	7.2	17.4	2.8	22.2
OECD	2.5	6.6	8.8	17.4	4.7	4.5	5.5	15.0	9.3	10.1	19.4	3.5	19.2

資料 11 科学的リテラシーに関する無答率の比較表(単位：%)

リテラー	科学的リテラシー					問題解決能力				
	問題番号	1	2	3	4	5	1	2	3	4
本校		0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
日本		2.2	13.5	1.2	2.1	1.3	5.5	10.7	16.4	5.2
OECD		3.9	24.1	1.5	1.0	1.0	5.0	11.6	18.2	4.9

■ 考察

(1) 数学的リテラシーについて

今回の調査においても、数学的リテラシーの問題は、7ユニット、13題を用いた(分類表を参照)。資料1を用いて本校の調査結果を分析すると、正答率に関しては、本校生徒の問題ごとについての正答率の全体的な傾向は日本やOECD平均に似ているが、正答率自体は日本、OECD平均を大きく上回っている。そこで、数学的リテラシーの3つの側面に沿って、今回の調査結果を分析する。

まず「包括的アイデア」別に調査結果を分析する。いずれの内容に関する問題でも、本校の正答率は日本およびOECD平均より高く、本校生徒は、内容に偏ることなく数学的な問題や課題を全般的に考察・処理できることがわかる。

次に、「能力クラスター」別に調査結果を分析する。資料3の結果から、本校生徒には平均的に、全般的な能力クラスターが備わっていると捉えることができる。特に、「関連付けクラスター」や「熟考クラスター」については、日本・OECD平均より30ポイント程度高く、より拡張された場面に関連する数学を見つけ、必要な知識と結び付けて解決できる能力が高いといえる。また、関連付けクラスターや熟考クラスターに関する問題の正答率の傾向は、日本やOECD平均とは異なり、安定して高いレベルを有している。その中でも、現象を数学的に捉えて分析する能力は、熟考クラスターの中でも、日本およびOECDの平均を50ポイント近く上回っており、かなり高いレベルにあると推察できる。

最後に、状況別に調査結果を分析すると、資料4から、本校生徒は、より「数学化」された状況での問題解決能力が高いことがわかる。また、生徒の数学的活動の軸が、「私的」状況よりも、抽象化・記号化された「科学的」状況にあると考えられる。さらに、問題番号4, 8に見られるように、「公共的」な課題の解決能力も著しく高い。現実世界における(公共性の高い)課題に対して、数学を活用して事象の分析や問題の解決ができるという観点からも、「熟考クラスター」の高さを裏付けていると考えられる。

(2) 科学的リテラシーについて

今回の調査において、科学的リテラシーは、「現象の記述・説明・予測」(問題番号1,2,3,4)および「科学的探求の理解」(問題番号5)という2種類のプロセスを測定する問題を用いた。プロセスとは、PISAにおける科学的リテラシーの柱となる概念の1つで、大まかにい

って科学的思考の形態の種類を表す。

資料の結果からわかるように、全ての問題の正解率について、本校は、OECD 諸国、日本を上回った。問題の種類が少ないため、全てを判断することはできないが、生徒らが身につけている科学的リテラシーは、ある程度高い位置にあることが推察される。

また、問題番号 3,4,5 は、遺伝に関する問題であった。遺伝は、近年の生物工学の発達やそれに伴う倫理問題の発生などから、リテラシーとして特に注目されている分野である。これらの問題の正答率が9割程度と高かったことから、本校生徒は、遺伝に関するリテラシーをある程度身につけていると考えることができよう。

(3) 問題解決能力について

今回の調査において、問題解決能力について、「意志決定」(問題番号 1)、「システム解析・設計」(問題番号 2) および「トラブル・シューティング」(問題番号 3,4) という 3 種類のタイプを測定する問題を用いた。タイプとは、PISA における問題解決能力の種別を表す。

結果に見られるとおり、全ての問題の正解率について、本校は、OECD 諸国、日本を上回った。問題の種類が少ないため、全てを判断することはできないが、生徒らが身につけている問題解決能力は、高い位置にあることが推察される。

■ まとめと課題

今回の調査においても、生徒が身につけているリテラシーの一部を知ることができた。OECD 加盟国の平均や日本国内の平均と比較すると、本校生徒が身につけているリテラシーは、全体的にかなり高いレベルにあると推察することができる調査結果であった。また、資料 10, 11 から、本校生徒の無答率(その問題で解答を空欄にしている生徒の割合)が極めて低いことがわかる。これにより、本校生徒の課題に対する意欲的な姿勢を見ることができるとともに、結果の正誤に関わらず、問題を分析・解決しようとする基本的な姿勢の定着を確認できる。

しかし、生徒が身につけているリテラシーの全体像を知るには、用いた問題の種類や数が不十分であり、より詳細な分析と考察のために、より多くの角度から生徒のリテラシーを測る問題を準備することが課題として挙げられよう。これは、OECD が公開している PISA 調査の問題がわずかな数でしかなく、特に、科学的リテラシーや問題解決能力を測定する問題は、数問しか明らかにされていないことが理由である。また、正答率の分析だけではなく、記述問題の誤答内容を分析することも必要である。カリキュラム開発上、生徒のリテラシーを測定することは重要であるが、今後も PISA 調査における問題を使用し続けるのかどうか、また、本校独自にリテラシー評価のための問題の開発を進めるのかどうかについて、検討が必要である。

3-4-2 公開研究会

本校では、年に1回、その年度の主題を決め、各教科が公開授業をし、研究協議やワークショップ、講演会等の研究会を実施している。本年度は、SSH指定3年目でもあるので、「数学的リテラシー」・「科学的リテラシー」・「生活科学リテラシー」が中心となる公開研究会及びSSH研究発表会を実施することになった。

■実施概要

主題：「SSH（スーパー・サイエンス・ハイスクール）カリキュラムの実践と成果
～広い視野と素養を備えた生徒の育成を目指して～」

期日：2007年11月22日（木）～23日（金・祝）

場所：奈良女子大学附属中等教育学校

内容：

第1日目

■11月22日(木)

9:30	受付(新館1F)
10:00	【全体会】 本校SSH研究の概要と成果 (多目的ホール)
10:50	休憩
11:00	【生徒発表】 「SSHで育つ生徒たち」 第1部：生徒研究発表 第2部：生徒と本校教員の対話 (多目的ホール)
12:00	【昼食&ポスターセッション】 ポスターセッションはMM教室
13:30	【講演会】 「広い視野と素養を備えた生徒とは —SSHでできること—」 講師：上野健爾氏 (京都大学教授・本校SSH運営指導委員) (多目的ホール)
16:00	準備
16:30	【懇親会】 親交を深め、情報交換 (生協食堂)
19:00	

■内容

◆講演会趣旨(11/22)

我々が輝いて生きていくには、広い視野と素養を備え、それを基に的確に判断する力が必要である。そのためには、文系・理系にかかわらず、科学的な視点や真理を追究する態度が重要である。このとき、科学的とは単に自然科学的という意味ではなく、Scienceは本来「学問」の意味であることを忘れてはならない。中等教育の目的は、人間として確立していく生徒たちを手助けしていくことである。そのためのカリキュラムはどうあるべきか、SSHの取り組みはどうあるべきかについて考えていきたい。

◆公開授業のタイトル(11/23)

1. 数理科学
波を解析する～フーリエ解析とテクノロジーを活用して～
2. 生命科学
課題研究入門「DNA抽出」
3. 科学と技術
サイエンスカフェ～21世紀のエネルギー問題～
4. 生活科学
RPE(主観的運動強度)の信頼性を問う～「しんどい」を科学的にとらえる～
5. 国語
見えない書き手と対話する生徒たち～国語・NIE・メディアリテラシー～
6. 文化と社会
映像編集をめぐる対話
～読売テレビとの連携に基づくメディアリテラシー教育の実践～

第2日目

■11月23日(祝)

数学的リテラシー	科学的リテラシー	生活科学リテラシー		人文・社会科学的リテラシー	
数学	理科	科学と技術	生活科学	国語	社会
8:30 受付(新館1F)					
【研究概要説明】 (多目的ホール)		【公開授業の概要説明】 (MM教室)	【公開授業】 「生活科学」 5年 中川雅子 (新体育館)	【公開授業】 国語 3年 二田貴広 (3年B組)	【公開授業】 「文化と社会」 5年 鮫島京一 長谷圭城 西田文彦 (読売テレビ) (美術教室)
9:50 休憩					
【公開授業】 「数理科学」 6年 吉田信也 (PC1)	【公開授業】 「生命科学」 4年 矢野幸洋 (生物教室)	【公開授業】 「サイエンスカフェ」 4年 吉川裕之 吉田隆 <ゲスト> 鎌原真毅 (京都大学准教授) (生協食堂)	10:20 休憩	9:50 休憩	10:20 休憩
10:00 休憩		10:30 休憩	10:30 休憩	10:00 【研究協議】 <指導助言者> 松山雅子 (大阪教育大学教授) (3年C組)	10:30 休憩
11:30 休憩		11:30 休憩	11:30 休憩	10:50 休憩	11:00 休憩
【研究協議】 <指導助言者> 重松敬一 (奈良教育大学副学長) 小林毅 (奈良女子大学教授) (PC1)	【研究協議】 <指導助言者> 森本弘一 (奈良教育大学教授) (地学教室)	12:00	【研究協議】 <指導助言者> 植野洋志 (奈良女子大学教授) (MM教室)	【シンポジウム】 「読売テレビのメディアリテラシー 教育活動との対話」 (美術教室)	
12:30					

■公開研究会の様子



生徒と本校教員との対話



ポスターセッション



講演会



理科・数学科の研究概要説明

■公開研究会参加者のアンケートより（抜粋）

●公開授業について

【数理科学】

- ・数学と理科、どちらかに偏らず、とてもいい授業でした。
- ・今日の説明はシンプルで要点をしっかり押さえた内容だと感じました。「問い」では、まず「私の意見」で生徒自身の考えをまとめさせて、机間観察で得た情報を上手にとり入れながら教師が「他の人の意見」をまとめあげておられるなあと思いました。コミュニケーション能力の育成の面でも、「自分の意見」と「他人の意見」を意識し、それを「数学的に説明」することの大切さを感じた授業でした。
- ・自己学習力をつけた生徒を育てるための一助となりました。

【生命科学】

- ・素晴らしい実践ありがとうございました。
- ・生徒との対話が多く、良い授業でした。ただ、進み具合が気になりました。

【科学と技術】

- ・「生徒自らが考え学ぶ」というスタイルがとてもよかったです。
- ・新しい試みのサイエンスフェは楽しかった。生徒のさらに活発な活動を期待します。
- ・新しいことへ積極的に取り組まれている姿が素晴らしいと感じました。
- ・「考える」過程が明確に分かる資料だったと思います。
- ・参加者が打ち解けて、お互いの意見をぶつけ合うという斬新なスタイルで非常に面白かったです。

【生活科学】

- ・文理融合の取り組みに関わって、大変勉強になりました。
- 生徒発表について
 - ・夏の大会より分かりやすい発表でした。ゼロからの積み重ねであるからこそ自信を持ってプレゼンできるのですね。
 - ・大変素晴らしく気持ちよく聞かせていただきました。
- ポスターセッションについて
 - ・生徒一人ひとりが、自分たちの研究に自信を持ち、積極的にその成果を伝えようとする意欲が感じられました。
 - ・低学年から高学年までのポスターセッションがあり、説明の仕方や質問への返事の仕方も様々で興味深かったです。
- 講演会について
 - ・「学力」＝「自分で学ぶ力」という考え方はとても面白かったです。また、「やってみたいことを見つける」を最終目的にするという考え方、楽しくやらなければダメということ…いろいろと同感な部分がありました。
 - ・SSHの意義についてだけでなく、教育でなにをすべきか根本的なことについて考えさせられました。
 - ・大変有意義な講演内容でした。上野先生の人柄もさることながら、教育感にも大いに共感させられました。
- その他
 - ・複数教科の公開授業に参加できるよう授業を組んでいただけたらよかったです。
 - ・最後に全体のまとめがほしいです。各公開授業のレビューがあればありがたい。

■SSH 運営指導委員の評価

SSH 運営指導委員：小林 毅（奈良女子大学人間文化研究科）

●11月22日について

1. 全体会について

取組みの全体像についての説明であった。この取組みの中心である「リテラシーの育成」の内容が、だんだんと具体的になってきたようである。特に「1年～4年は文理の区別なく、自然科学リテラシーの基礎・基本を育成」という考え方はすばらしいと思う。ただSSH2年目から始まった生活科学リテラシーの位置付けについては今ひとつよく分からなかった。これについても年度が進むにつれて具体化していくのであろうが。

2. 生徒発表について

発表を重ねてゆくにつれて内容、プレゼンテーションともレベルが急速に向上してきたと思う。この発表に関しては文句のつけようがないと感じた。座談会でもサイエンス研究会の生徒が教員と堂々とやり取りしている姿には好感がもてた。本取組みのこれまでの成果の集大成を見せてもらえたように思う。

3. ポスターセッション（昼食時）について

以前に比べて、対応する生徒達にも自信が感じられようになった。ただ欲を言えば自分達が予想していなかったような質問（あるいは「問題」）に出会ったときの反応に関しては少々物足りなさを感じる場所もあった（もちろん、普通の中高生にとって余りにレベルの高い要求であるのだが）。本取組みで目指す理念（「自由・自主・自立」のSSH）がサイエンス研究会の生徒達にも共有されているのであれば良いのだが。

4. 講演会について

「広い視野と素養を持つ生徒を育てるためには教師が広い視野と素養を持たなければならない」や「教師が広い視野と素養を持つためには教師自身が専門を深めることを楽しまなければならない」といったメッセージには共感した。ただ講演でも述べられていたようにそれを具体的な政策に反映させる方法が見当たらないことに、講師同様もどかしさを禁じえなかった。本取組みから具体的なアクションが提案できれば良いのだが。

5. その他

全体会のまとめで述べられていた「その学校の「文化」にあった SSH を（SSH は「スパイス）」、「教員は生徒の援助者」、「生徒だけではなく、教員も伸びる SSH」というメッセージは同感である。しかしこれから本取組みの成果を発信してゆくことを考えたとき、そのメッセージは附属中等学校だけでしか成り立ち得ないようなものであってはならない。しっかりした理想を持った上での現場での取組みはどうあるべきか…この観点をしっかりと持つことが大切ではないだろうか。

●11月23日について

1. 研究概要説明（理科・数学科合同説明会）について

数学的リテラシー、科学的リテラシーについての説明があった。特に数学リテラシーについて述べるが、「PISAによるリテラシーの定義」従って特にそのプロセスに着目しそれを三つのクラスターに分けて、説明されていた。どのような意図で公開授業の内容が組み立てられたのかが良く分かった。

2. 研究授業について（参加された授業：数理科学）

電磁波の合成を通して三角関数の加法公式などに関する知識を深めさせることを目指した意欲的な授業であったと思う。しかし教材に関しては不自然に感じられるところが多く、そこが気になって主題に集中できなかった。（但しこの点については教材を精選し内容の検討を重ねてゆくことについて十分に克服可能であると思う。）またこの講義で目指す「数学的リテラシー（の熟考クラスター）」が一体何なのか非常に気にかかった。個人的にはフーリエ解析の基礎は「関数空間における正規直交基底による関数の表示」であると思っている。フーリエ解析を取り扱うのであればこのような理解にまで至って欲しい、と感じるのだが、実際の授業時間などを考えたとき、これは無いものねだりと言うことになるのであろうか。

3. 研究協議について

下の「本校の SSH に関する取組みについて、感じられたこと、ご助言をお願いします」でまとめて述べる。

●本校の SSH に関する取組みについて、感じられたこと、ご助言をお願いします

SSH の取組みは順調に進展、成果をあげていると思う。この点に関してはこの活動に関わっておられる全ての教員の方々の多大な努力に対して敬意を表したい。ただここで得られた成果を広く外部に公開していくことを考えたときに十分な役割を果たしているのか、考えるべきとことがあるのではないかと。「うちの学校では生徒の自主性に任せて、教員は黙って見ているだけです」といった趣旨の発言が附属の方から何度も発せられていた。附属の先生方がそのことに自信と誇りを持っておられることは悪いことではないが、研究協議などで他の学校の教員から出された質問の多くは「このような活動がどうやれば実現できるのか」というノウハウについてであった。そのような質問に対しても何らかの有効な情報を提供することも附属が果たすべき役割の1つではないだろうか。

SSH 運営指導委員：重松 敬一（奈良教育大学）

●11月23日について

1. 研究概要説明（理科・数学科合同説明会）について

・理科と数学との違いは分かりましたが、共通のリテラシーの部分で、どんなことが明らかになったのか、それをどのようにより一般化しようとしているのかをもう少し聞きたかった。

2. 研究授業について（参加された授業：数理科学）

一次のような授業者の意図はよく理解できた。

・数理科学の基本：

数学と理科の統合

文化としての数学

テクノロジー：手の拡張

・入試への対応も意識させる

・最後の授業を公開できた

3. 研究協議について

ーコメントの基本

・数学とその他の科目との関係を整理し、リテラシーや能力関連がはっきりするとより位置関係が分かる。

例 リテラシーとの関係：講義と探究数学や数理科学との関係

再現クラスター 関連づけクラスター 熟考クラスター

数学

総合数学

数理科学

ー本時と数理科学：音を解析する

・生徒の問題意識と内的活動との確認が十分できなかった。

次のような原理が生徒に共有されたか？

遠くへ届けることの原理

合わせる、混ぜる ことの意味

ー数学教育としての検討

・モデリングのあり方

いかに単純化するかが大切

教師が繰り返し、その必要性を言う必要がある

・現象 \leftrightarrow 数学 \leftrightarrow ICTの統合

ーSSHとしての検討

学校の通常の学習との違い

学校：モデル内での目的・方法・結果の明確な学習

擬似研究：モデルがあるが方法の工夫ができる \rightarrow 数理科学もその一環か

研究：モデルを自分で作る \rightarrow キャプチャー

ー教員養成の今後

・教師の指導力のあり方が変わる必要がある。

●本校のSSHに関する取り組みについて、感じられたこと、ご助言をお願いします

今回は、擬似研究のあり方までは議論できなかったもので、今後期待したい。

SSH 運営指導委員：塚原 敬一（奈良女子大学理学部化学科）

●11月23日について

1. 研究概要説明（理科・数学科合同説明会）について

このセクションはあった方が良くと思うが、「数学」と「理科」を別々にして、それぞれ、もっと詳しく説明した方が良かったのではないかと思う。たとえば、「理科」は今回の生物だけではないので、「物理」、「化学」、「地学」の分野の研究概要を紹介し、その中での今回の公開授業の「生命科学」の位置づけを明確にする。もし、今回のたとえば「数理科学」が数学と理科の分野を横断するものとしての「科学的リテラシー」の説明が必要であったのなら、その辺りをもっと明確にすべきであったと思う。

2. 研究授業について（参加された授業：生命科学）

4年生の課題研究入門のテーマとして「DNA抽出実験から科学の方法を学ぶ」を取り上げ、合計8時間の授業（夏休みの課題を含む）の最終段階での実験結果の検討とまとめ（2時間）について公開授業が行われた。このテーマは「科学的リテラシー」の育成を目指しており、PISAのプロセス1、2、3の定義（科学的知識・概念の利用・証明、科学的データの理解・法則性の発見、科学的論拠に立った解釈・課題の発見と検証）に授業内容（法則等の確認実験、データからの法則性・科学的事実を発見するための実験、仮説の検証のための実験・自分の考え方を主張する授業）をそれぞれ対応させている。タマネギ、白子、鶏レバー、納豆、頬の組織に含まれるDNAをこれまでに知られている幾つかの抽出方法をグループ毎に選択して用い、各抽出操作を検証し、グループ毎の結果をもとに最終的に最適な抽出操作を見つけ出すことを目指している。また、これらの抽出操作がどのような原理に基づいているのかも考えさせようとしている。授業のねらいは、ほぼ成功したとあってよいだろう。また、生徒たちは非常に意欲的に授業に参加していたと思う。それは、教師がよく考え、用意周到な授業を展開してきたからであると思う。また、授業の初期の段階で基礎実験としてマニュアルにある方法でDNAの抽出を行ったこと、さらに夏休みを利用してDNAの抽出に関して自習させ生徒の学習意欲を引き出させたことにも成功の原因があると思う。

3. 研究協議について

研究協議では、全般的に肯定的な意見が多く、授業の評価が高かったと思う。

●本校のSSHに関する取り組みについて、感じられたこと、ご助言をお願いします

年度が進むにつれてSSHの取り組みの成果が出てきていると思う。また、学校のカリキュラムがSSHの構成と矛盾のないように編成されており、中高一貫教育の利点が活かされている。また、最終学年を対象とした「数理科学」の開発が本年度の課題の一つであったが、非常に優れた教材が出来上がっていると思う（ウェブサイトに公開されている資料を拝見させていただいた）。このような取り組みの成果の検証としてPISAのペーパーテストを利用したが、生徒の正答率が高すぎて適切な分布にならないため、評価が難しいという結果も報告されている。独自の評価方法の開発が待たれる。

SSH 運営指導委員：刀根 規久男（株式会社国際電気通信基礎技術研究所）

●11月23日について

1. 研究概要説明について

「科学と技術」の実施について説明があった。年間学習計画として（1）電波への挑戦と（2）科学と技術の電気史（3）代替エネルギーの模索の3点が挙げられている。

（1）、（2）は問題ないと思う。（3）について風力発電に関する実験などをする予定と聞いたが、代替エネルギーのテーマとして何故風力発電を選んだかということに、少し疑問がある。

年間学習計画の④にこれからのエネルギー利用～まとめ～とあるので、この中で話があるかもしれないが、まず代替エネルギーの全体像を明らかにして、その中で生徒たちが実施できる身近なテーマを選ぶという順序をとるべきだと思う。

風力発電は、確かに国内でも、海外でも実施されており、身近な存在ではあるが、どの程度の発展性があるか疑問がある。

それと比べて、太陽光発電（太陽電池）は国内的にも力を入れており、(1)の電波への挑戦という課題と関係が深く発展性が大きいと考える。電波と光の共通性を生徒が認識するだけでも、大きい意味があると思う。

2. 研究授業について（参加された授業：科学と技術、サイエンスカフェ）

ー科学と技術について

テーマは「宇宙太陽光発電」講師は京都大学の篠原准教授。「宇宙太陽光発電」について解説の後、講師から質問があり、それに関して生徒と討議した。講師からの質問として「科学は人を幸せにするか」、「暴走する科学を人間の理性は止められるか」、「あなたはなぜ科学を志すか」などの質問があった。

いずれも難しい問題だが、質問の中の「人」という言葉の定義があいまいであり、「人類」とも取れるし「個人」とも取れるので、議論がまとまらなかったところがある。

生徒たちには今の生活がとにかく便利だからそれで良いと言う意見が多かったが、普通に考えて、科学と技術の発展がなければ人類は今でも原始時代の生活を送っていただろうし、それを考えただけでも人類を幸せにしたことは間違いないことと思う。しかし、それと「個人」の幸せとは視点が異なり意見がまとまらなかった。

「あなたはなぜ科学を志すか」という質問にも関係するが、一緒に話した女子生徒たちの発言の中に、“私たちは文系だから、科学とあまり縁が無いし、興味もあまり持てない。科学を好きな人たちはどんな人たちだろう”という内容の発言があった。高校の女子生徒たちがそのようなように考えるのは、現状では無理は無いと思うが、そのような流れを変える意味でも、科学の持つ意味を生徒にしっかりと伝える必要があり、それを実践することがSSHの1つの役割ではないかと考える。

宇宙太陽光発電の未来について、生徒からは、“いつ実現できるかはわからないが、未来のエネルギーへの研究のテーマとして継続して進めていく必要がある”との意見はそのとおりだと思う。

ーサイエンスカフェについて

初めての試みであり、私自身も始めて経験する形式でした。講師の先生の話聞く分には別段問題なかったが、討議する段になり、周りの声が大きいのと、生徒さんの話す声が小さいのとで、少し聞き辛く議論がしにくいと思いました。時間の関係もあると思いますが、討議する時は、別部屋などにもう少し分散してやったほうが楽と思います。

3. 研究協議について

特になし。

●本校のSSHに関する取り組みについて、感じられたこと、ご助言をお願いします

SSH 研究校に選ばれて、対外的に成果を出す必要があり、科学に強い生徒を育てることは大事だが、それに加えて、生徒たちに科学と技術の重要性を、本当に理解させることも必要と考えます。

日本の教育の現状として大学入試があり、受験を指導する上での文系、理系の区分が取られていると思うが、そういった文系、理系の区分とかではなく、生徒たちの誰もが科学に対する、基礎、本質を理解することが、今後の生徒たちの家庭生活、社会生活において、大事なことだと考えます。

色々な場面で、科学的な態度（疑問を持つこと、理性に基づいた態度、仮説を立ててそれを実験・検

証していく態度)を取れるかが重要と考えます。

SSH 運営指導委員：辻 智子 (株式会社ファンケル医薬事業開発室)

●11月23日について

1. 研究概要説明 (理科・数学科合同説明会) について

不参加

2. 研究授業について (参加された授業：生活科学)

短い時間で結論を導かせる必要があったため、せっかく良い題材が十分に活用できていない面もあったが、自分達の実験の精度とそれから導き出される結論を科学的に評価し考察している生徒がいることに感心した。また、結果のデータの解析方法についても、各運動負荷の種類ごとに解析をする、男女別にするなど解析の切り口のバラエティを持たせるなど、次回以降の授業で続きを行うことも良いのではないかと思う。

健康番組で、披検食品を摂取してその効果を確認するような実験を取り入れたものが最近は増えているが、そういう実験の実験条件や実験計画などについて科学的妥当性を考察できる消費者になるためにも、今回のように自分で実験をし、そのデータ解析から結論を出しさらにそれを考察するような訓練は有効であると思う。

体感と生理的パラメーターの相関については、掘り下げればもっと学問的にレベルの高い研究になると思うが、教員の知識・興味の深さがキーポイントになると考えられる。いずれの授業についても担当教員のその分野における専門知識の広さ・深さが授業の成功の鍵となる。今回の授業をとおして、何を教えたかったのかが、やや不明確だったように思われる。

3. 研究協議について

運営委員の方々から、妥当な意見がだされており、有意義であった。参考にして次回の授業へ生かしていただきたい。

●本校のSSHに関する取り組みについて、感じられたこと、ご助言をお願いします

実際に生徒が行っている研究活動やその後起こった変化などを取材してもらい、マスメディアで取り上げてもらい、注目を集めるような取り組みが出来れば、生徒や父兄の関心が高まり、一層活気が出るし、先生方のモチベーションもアップするのではないのでしょうか。

■まとめと今後の課題

参加者のアンケートや運営指導委員の評価から、今年度の公開研究会は、概ね好評だったと思われる。SSH 指定 3 年目というだけあって、生徒の発表やポスターセッションは、非常のレベルの高いものであったと思われる。また、生徒と本校教員との対話を通じて、SSH で生徒がどのように成長したか、生徒の目線で語る事ができたことは非常に良かったと思われる。

しかし、公開授業に関しては、参加者のアンケートにもあるように、各教科の公開授業が横並びであったため、複数を見ることができなかつた点については改善していく必要がある。また、今回初めての試みとして、公開授業の前に理科・数学科合同で研究について概要説明を行った。これについては、「数学的リテラシー」と「科学的リテラシー」の関係がよくわかったという意見もあるが、時間が短すぎたため、各リテラシーや各教科の研究について詳しく説明することができなかつた。この合同研究概要説明会については、内容や時間について、今後検討していく必要があると思われる。

第4章 研究内容

第1節 基礎・基本の徹底

4-1-1 基礎調査

■ 目的

研究開発を評価する際に、生徒の意識がこの期間にどのように変化したのか知ることは大切である。そこで、本校生徒が学校生活や学習等について、現在どのように考えているかを把握し、今後どのように変化するかを調査するため、基礎資料としてアンケートを実施した。

■ 実施概要

実施日	2007年7月
対象	全校生徒
アンケート回収数	1年119名、2年133名、3年120名、4年119名、5年115名、6年111名

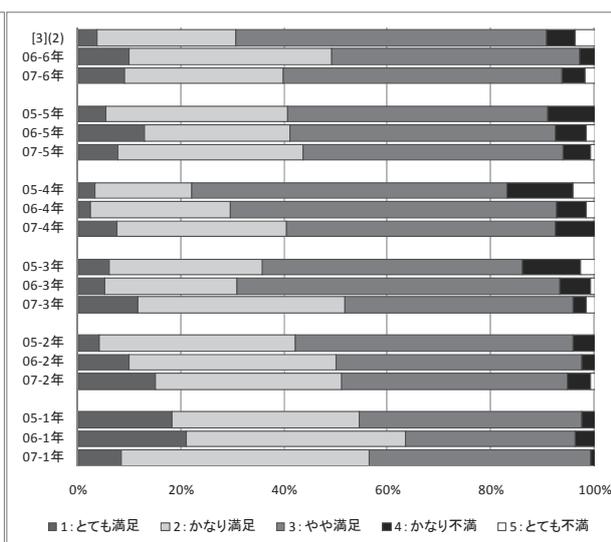
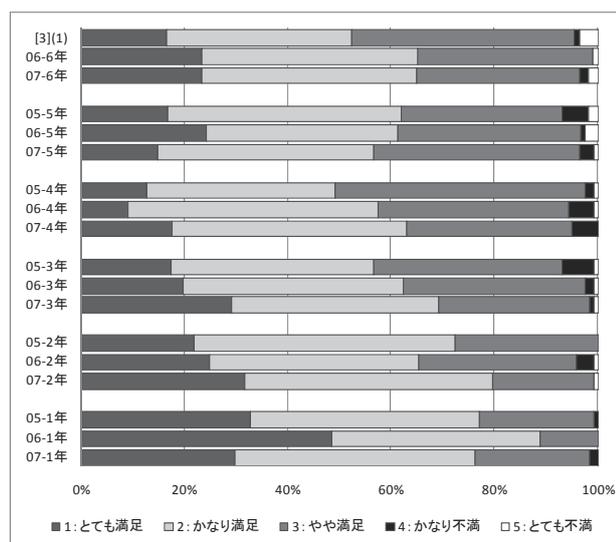
■ アンケートの内容・結果

過去3年分をまとめてグラフにした。以下は、その結果の一部である。

[3]あなたは、現在の学校に満足していますか。

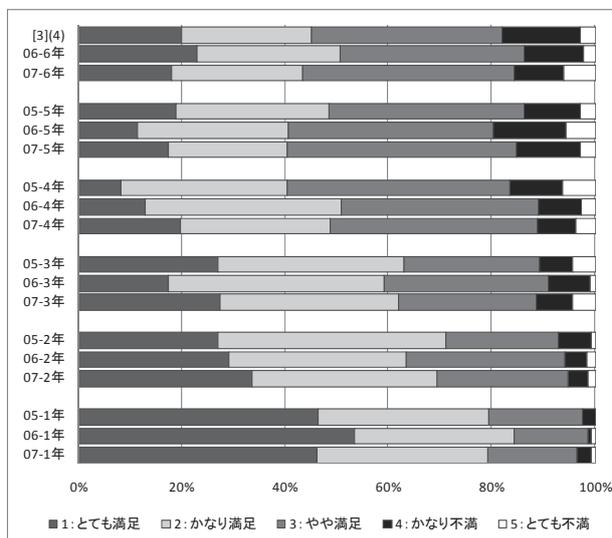
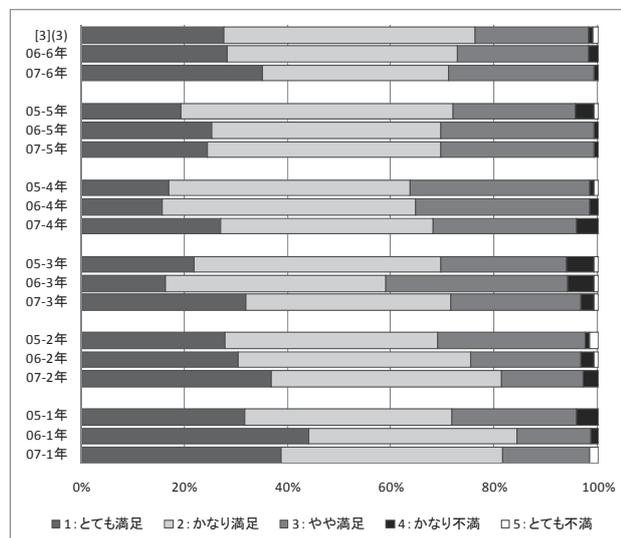
(1) 学校の雰囲気

(2) 授業について

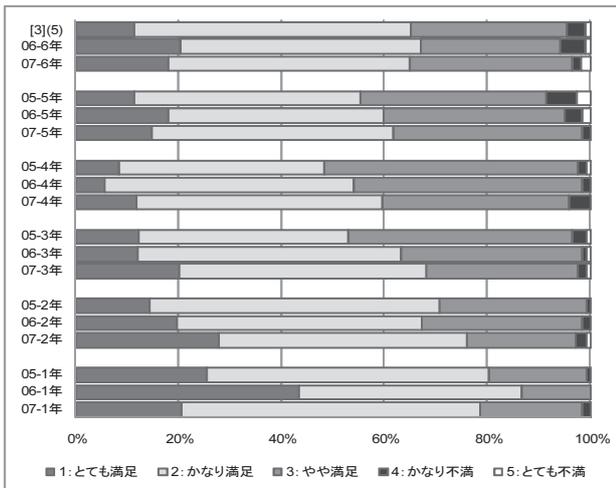


(3) 友達関係

(4) クラブ関係



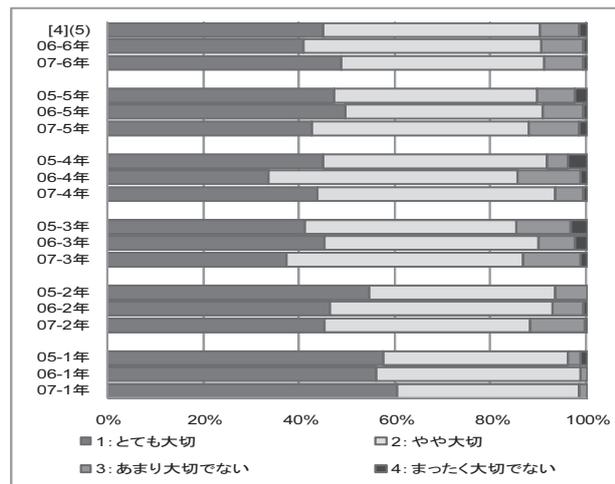
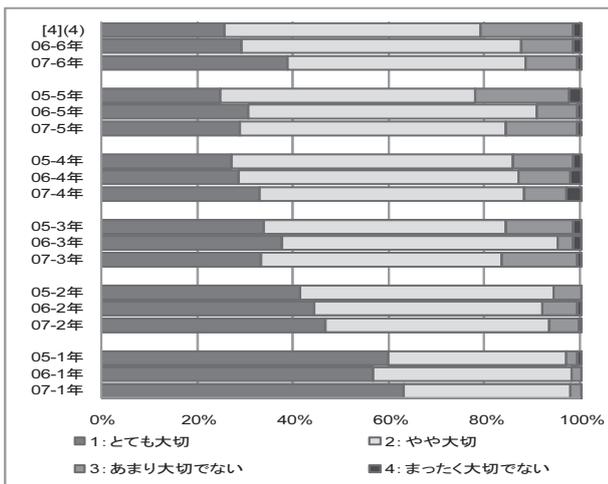
(5) 全体として



[4] 将来のあなたにとって、中等教育(中学・高校)時代に次のようなことをしておくことはどれくらい大切だと思いますか。

(4) 授業で習ったことをしっかり覚える

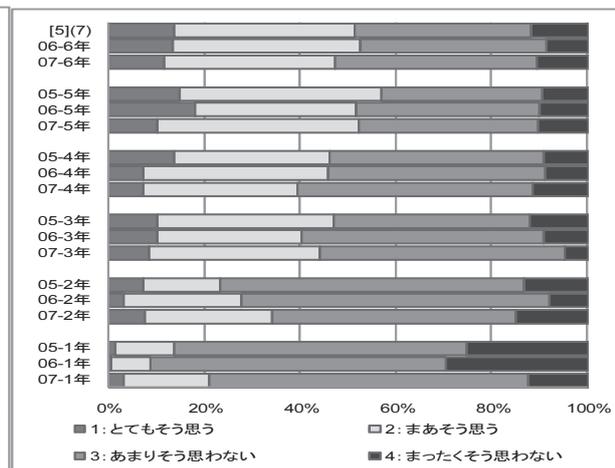
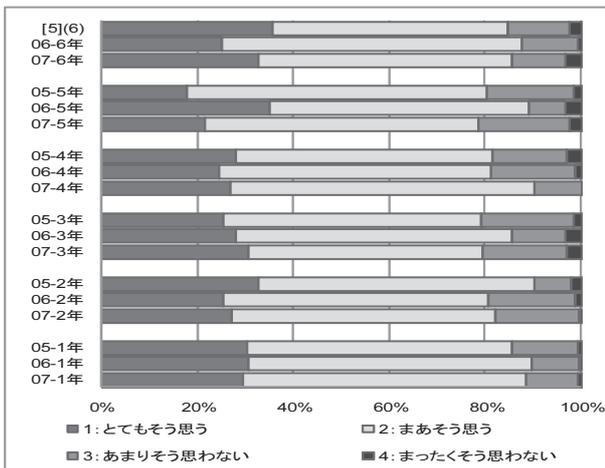
(5) 授業で習ったことを授業以外の場面でも生かせるようにする



[5] 勉強について、次のように思うことがありますか。

(6) 今必要と思えなくても、将来のために勉強しておく必要がある

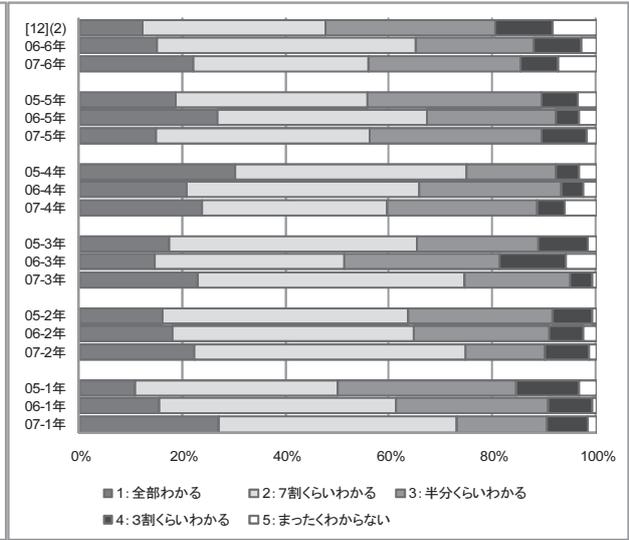
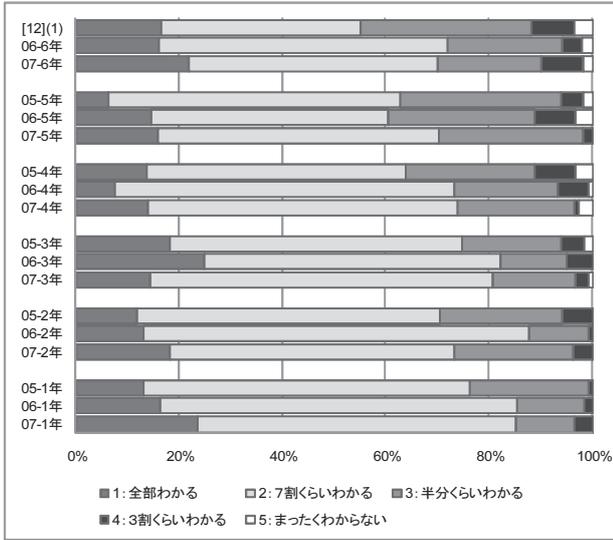
(7) 自分の進路に関係がない科目は勉強しなくてよい



[12] 現在受けている授業はどのくらいわかっていますか。

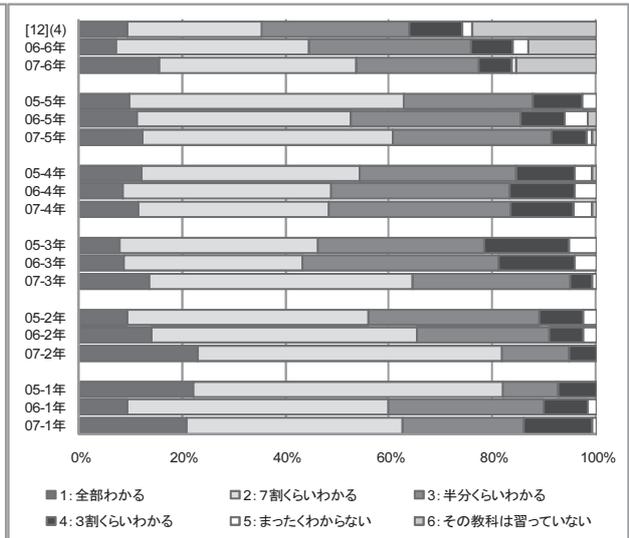
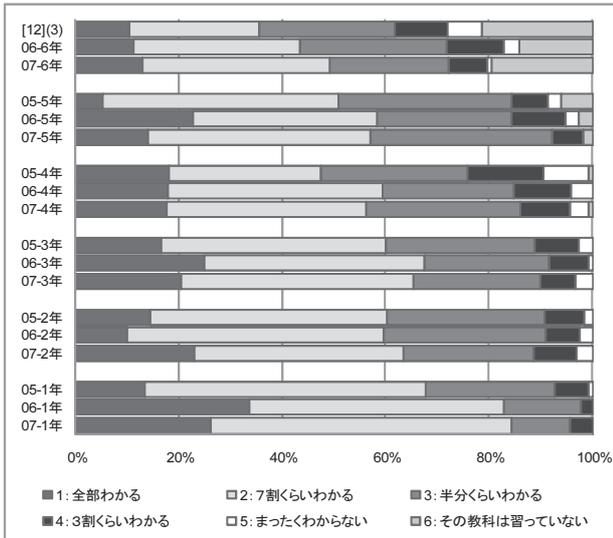
(1)国語

(2)社会

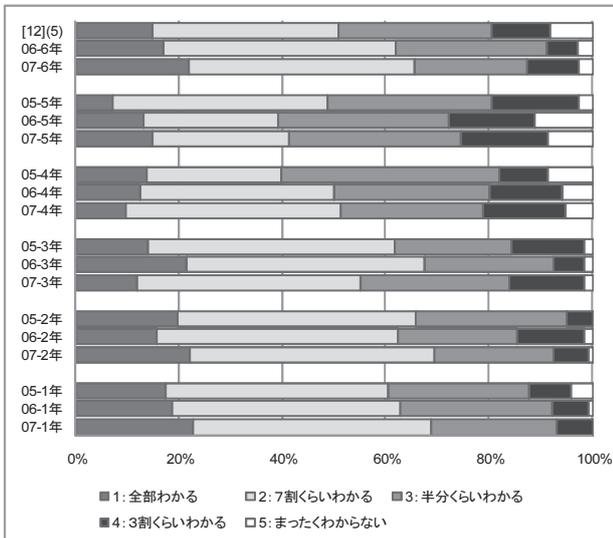


(3)数学

(4)理科

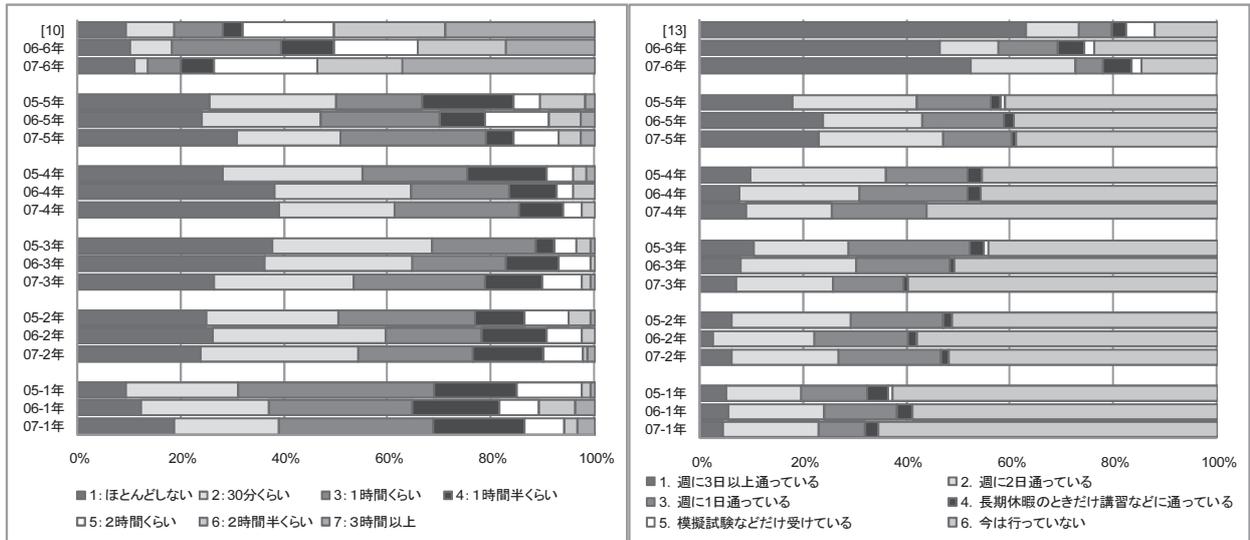


(5)英語

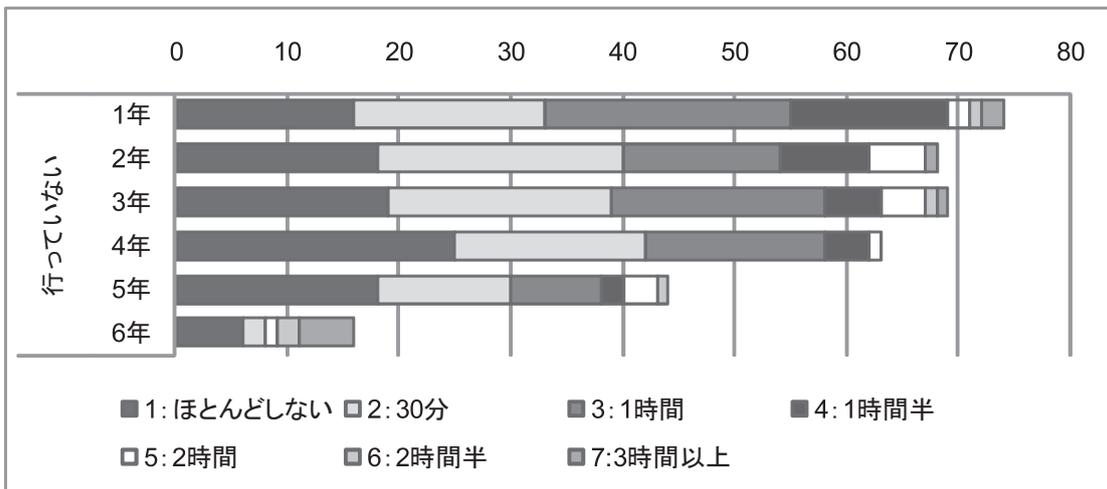


[10]あなたは平日、家でどのくらい勉強していますか

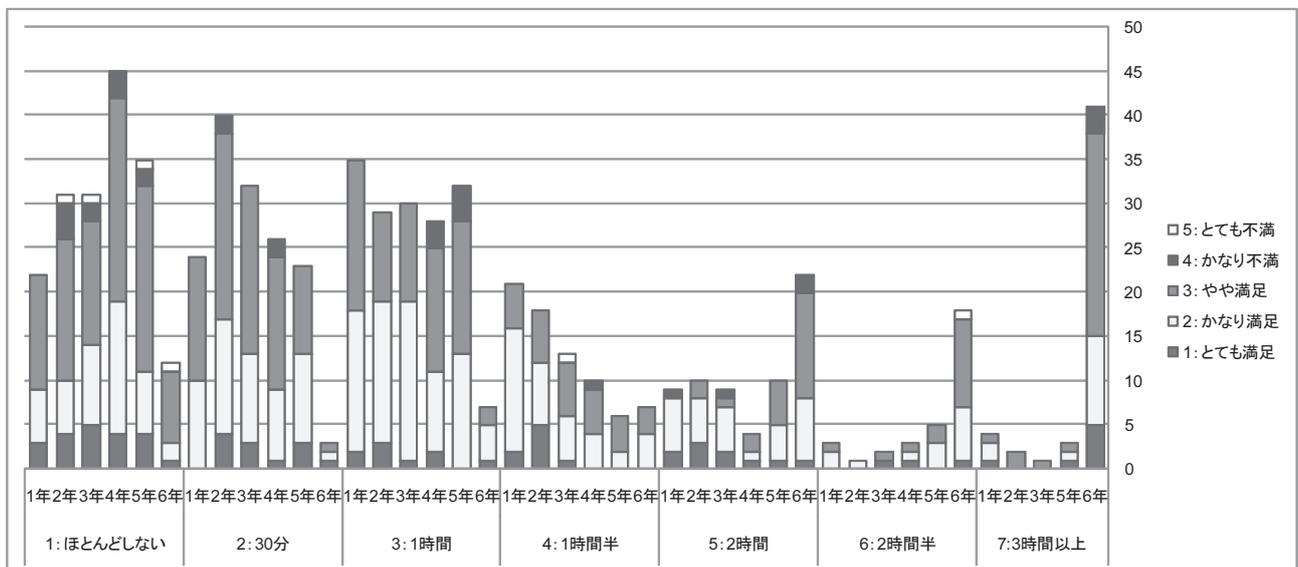
[13]あなたは現在、塾や予備校に通っていますか



[10]家庭学習時間と[13]塾に行っていない（人数）2007年度のみ



[3](2)授業の満足度と[10]家庭学習時間（人数）2007年度のみ



■ アンケートの考察

(1)学校に対する満足度について（質問番号[3]）

どの質問項目も満足（とても・かなり・やや）の割合は90%前後とかなり高い。この中で「とても満足」「かなり満足」に絞ると傾向がつかめる。どの質問項目でも1年で最も高く、学年進行とともに減少し、青年期に入る4年で最も低くなり、5,6年で若干増加する。これは、6年一貫教育をしている本校特有の傾向といえるだろう。

(2)授業の理解度について（質問番号[12]）

全体的に、「学校の満足度」と同じように4,5年にかけて減少する傾向がみられる。高学年になれば、より高度な思考や活動を要求するので、ただ漠然と授業を聞いては理解できない。したがって、学年進行とともに理解度が減少するのは、授業内容の難易と大きな関係があると考えられる。

以下、各教科の考察をあげる。

● 国語

「7割以上分かる」が学年進行とともに減少傾向にある。これは学習内容の難易度との関係の他に、教科書の掲載文などとの関係もある。前期課程と後期課程の教科書では、難易度が格段に異なる。

「3割以下分かる」が高学年になると10%ほど出てくるが、これは問題ではない。むしろ、「全部わかる」が20%弱で、分かったつもりになっている生徒が多すぎる。また、国語は他教科と比べて「7割以上分かる」が70%前後とかなり高い。指導内容を難しくしていく方向で、「分からない」と回答する生徒を増加させる方向性を追求すべきである。

● 社会

学年や年度によって多少のばらつきがあるのは、実際の授業は生徒との関係によって左右されるためと考えられる。また、全体的に「まったくわからない」生徒が他の教科と比べて多いのは、人間や社会を扱い、それらは複雑なものであって、簡単に割り切れるようなものではないからである。それゆえ複雑なものを複雑なままにとらえる思考力を求めている。そうしたことが苦手な生徒は「わからない」と感じるかもしれない。また、テストの点が悪いことを「全くわからない」と解釈している場合が多いのではないかと。

● 数学

1年で「7割以上分かる」が他の学年と比較して20ポイント高い。これは、1年の7月までの内容は、中学受験の勉強と比べて易しく、テストも高得点を容易にとることができるからであろう。

しかし、2年以上になると、数学的な説明の仕方にも大きな違いがでる。例えば「なぜそうなるか」を考えると、1年では具体例を用いて「説明」できればよいが、2年以上では、論理的に「証明」することを求めている。

● 理科

他教科と比較して、「7割以上わかる」の学年による変動が激しい理由として、専門分野が異なる教師によって授業内容やテストなどが年度で変わることが考えられる。そのため、教え方の幅を小さくするために一部の内容について、ワークシートを作成するなどして、内容の深さに共通性をもたせている。

3,4年で理解度が下がる理由は、内容がそれまでの定性的から定量的に変わることと、「力」や「物質量」などの抽象的な概念が必要となることがあげられる。そして、5,6年では科目の選択をするため、理解度が上がると考えられる。また、6年の後半にアンケートをとれば学習内容の全体が見えて

きて分かる割合が増えるかもしれない。

● 英語

5年まで理解できている生徒が減少し、6年で大きく挽回している。これは、学習内容の難易や学習方法によるものと考えられる。低学年では英語の構造にかかわる理解を求めるが、学年進行に伴い抽象概念を含む、より高度な読解を求めることになり、「わかった気がしない」生徒が増えると考ええる。

低学年は復習を中心に家庭学習を求めており、生徒にとって比較的容易に取り組める内容である。また、家庭学習の有無が大きく授業の理解度を左右しないことが多い。しかしながら、学年進行とともに家庭学習における予習の割合が増加し、授業に対する事前準備の有無が大きく授業の理解度に直結している。家庭学習の徹底をすすめる指導を継続し、また家庭学習の不足から、授業が理解できなかった生徒にも、引き続き補習などの手立てを講じたい。

教科別にみると、「7割以上わかる」と答えている生徒は、半数を越えているが、授業の満足度[3](2)では、「とても・かなり満足」は半数を切っている。つまり、授業がわかっている割には満足していないということになる。「わかる授業」＝「満足する授業」でないのである。また、授業の満足度と各教科の理解度の相関係数は、0.07～0.16で相関がない。理解度より満足度が低いということは、生徒にあった授業ができていないと捉えることもできる。もっと満足度の高い授業を目指す必要がある。

(3)学習について

授業で習ったことについての質問4「覚える」と(5)「授業以外で生かす」も「大切だ」の回答が90%とかなり肯定的である。実際、思っていることを実行（覚える・生かす）していれば、授業の理解度はもっと上がってもよい。つまり、思っているが、実行していないということだろう。また、勉強の捉え方の質問[5](6)「将来のための勉強」と(7)「関係ない科目」は相反する内容だが、相関はない(-0.14)。これも、一見矛盾しているようだが、「思う」と「実行する」ことは違うためであろう。

平日の家庭学習時間については、3,4年で「ほとんどしない」生徒が40%になる。「塾に行っていない」かつ「家庭学習をほとんどしない」生徒が1～5年で約20人ずつで、昨年度と同じ結果である。

別のアンケートで家庭学習に「宿題」を含めると、「ほとんどしない」と答えた数がきわめて少なかった。このことから、このアンケートで生徒たちは、自発的な勉強をする時間として家庭学習を捉えていたと考えられる。とはいえ、公立の中・高校生と比較すれば際だって低い結果といえるだろうが、高校受験のない本校では必然的な結果だともいえる。本校の生徒たちは、総合学習に取り組み、自主的にクラブ活動や学園祭などの活動をしている。自主的な勉強をしていない「中だるみ」だが、この期間の功罪は両方ある。どのような力が身についているかを明確に示す必要がある。

■ まとめと課題

3年分のアンケートの結果から、本校の特色を読み取ることができた。学年集団による違いや他の環境による差異などから、年度によって多少の揺れはあるものの、学年進行とともにどの学年もほぼ同じように変化している。

アンケートの考察では、生徒と教師の質問内容の捉え方の違いが考えられ、明確な考察がしにくかった。したがって、質問項目を再検討し、引き続きアンケートを取ることで、授業などの改善に役立てたい。

4-1-2 数学科「探究数学」

前期課程 1,2 年次において、週 4 単位の基礎数学(代数分野 2 単位、幾何分野 2 単位)の他に、それぞれ 1 年「探究数学 I」、2 年「探究数学 II」として 1 単位を 2005 年度から設けている。本年度は 3 年目の実践となる。

教科・科目	数学・探究数学 I、探究数学 II
対象生徒	1 年生全員(探究数学 I)、2 年生全員(探究数学 II)
科目の目的	数学の学習において、進んだ内容を学習したい生徒には発展的な課題に取り組みせ、じっくりと学習したい生徒には問題演習などで学習内容を振り返るように指導する。そのことにより数学学習の基礎・基本を徹底し、完全習得を目指す。
授業の特徴	1 クラスを 2 名の教員で担当し、生徒の数学的活動など、その内容によってティームティーチングや少人数習熟度別学習の形態を柔軟に取り入れる。

1. 目標とカリキュラムの構成

次の 4 つを目標として、カリキュラムを構成する。

- A 基礎数学の学習内容の定着
- B プレゼンテーションやコミュニケーション能力の育成
- C 数学的な見方・考え方を学ぶ
- D 基礎数学の発展学習を行う

ただし課題や授業展開によって、複数の目標に当てはまる場合もある。

本年度は以下のような題材・展開となった。

	1 年	2 年
I 期	<ul style="list-style-type: none"> ・ CD : 幾何「ルーローの三角形」 ・ AB : 代数「4 つの数の和」 ・ BD : 幾何「ポリドロン」「オリガノメトリー」 「サッカーボールの幾何学」 ・ A : 代数、幾何の演習 	<ul style="list-style-type: none"> ・ D : 代数「方程式の利用」 ・ CD : 幾何「立方体の切断」 ・ BC : 統計「資料の整理」 ・ BC : 代数「点字を読んでみよう」 ・ CD : 代数「文字が 3 つある方程式」 ・ A : 代数、幾何の演習
II 期	<ul style="list-style-type: none"> ・ D : 幾何「図形の移動」 ・ BC : 統計「グラフの見方と作り方」 ・ CD : 代数「カレンダーの規則性」「ナンバーマジック」 ・ C : 論理「かつ・または」「ド・モルガンの法則」「否定」 ・ CD : 幾何「星形多角形の内角の和」 ・ A : 代数、幾何の演習 	<ul style="list-style-type: none"> ・ BC : 「数学パズル」「中学入試に挑戦」 ・ C : 代数「有理数と循環小数」 ・ D : 代数「方程式と不等式の連立」 ・ D : 代数「文字式を用いた証明」 ・ CD : 代数「約数と倍数」「n 進法」 ・ C : 確率「場合の数」 ・ A : 代数、幾何の演習

2. 1 年「探究数学 I」実践例

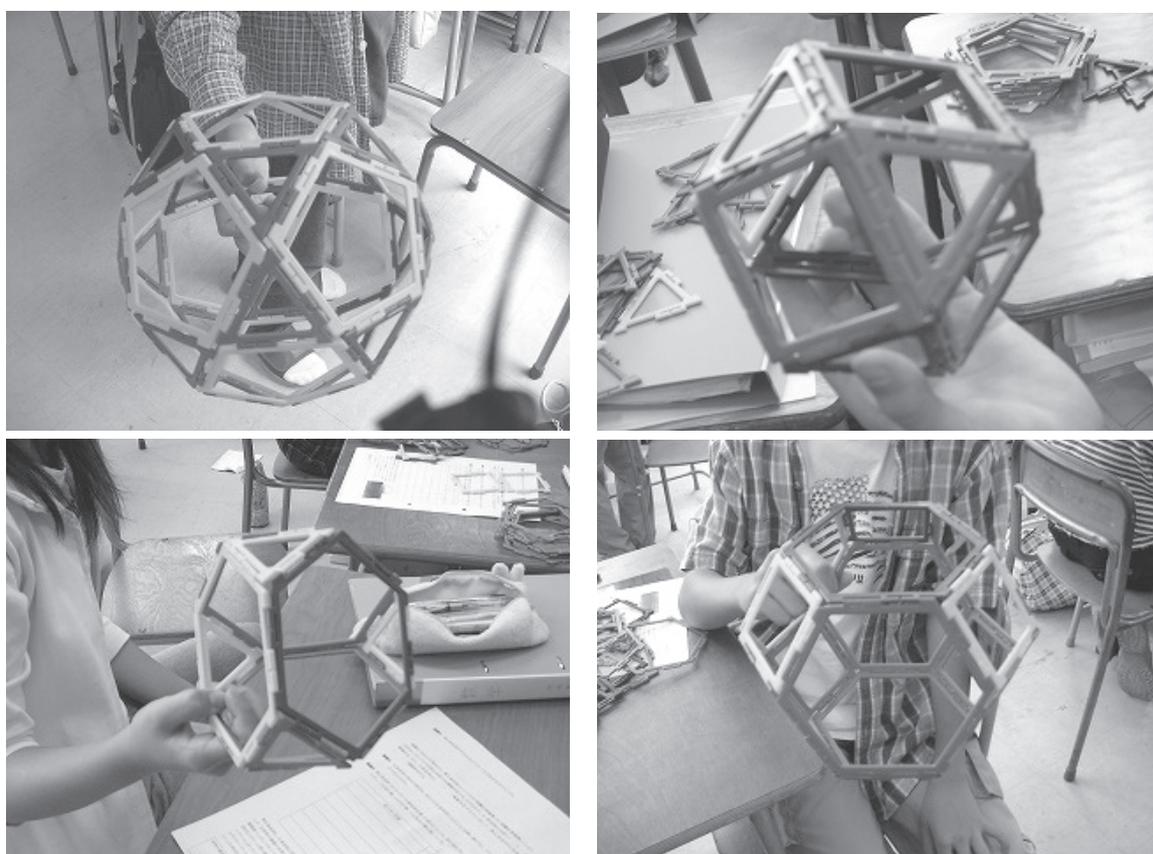
■ 「サッカーボールの幾何学」(D 基礎数学の発展学習を行う)

課題：サッカーボールのような立体の特徴を知り、仲間の立体をできるだけたくさん作ってみよう。

展開：まず、サッカーボールを見せ、サッカーボールが 2 種類の図形からできていることを確認する。

幾何の授業で学習したデルタ多面体や正多面体とサッカーボールの構成がどのように異なるのかを考えながら、サッカーボールのような立体の特徴をまとめ、準正多面体について紹介した。その後、模型(ポリドロン)を用いて、様々な準正多面体をつくる活動を行った。できるだけ多くの種類の準正多面体を作るという課題を設けて作業した。最後に、準正多面体と C60(フラーレン)や、建築物(フラードーム)の関連を紹介した。

様子：サッカーボールが正五角形と正六角形を組み合わせてできていることを観察し、正多面体やデルタ多面体とは異なり、何種類かの平面図形を面としてもつ多面体に興味を持ったようである。実際に、模型(ポリドロン)を用いて準正多面体を作成する作業では、いろいろな形の面を組み合わせ、できるだけ多くの種類の準正多面体を作成しようと努力する姿勢が全体的に見られた。その成果として、多くの種類の準正多面体を作成することができ、それを全体で共有した(写真参照)。「正多面体」は幾何の授業で学習済みであるが、より発展的な学習を通して、多面体や幾何そのものに対する興味を喚起する教材であった。



準正多面体をつくる作業の様子

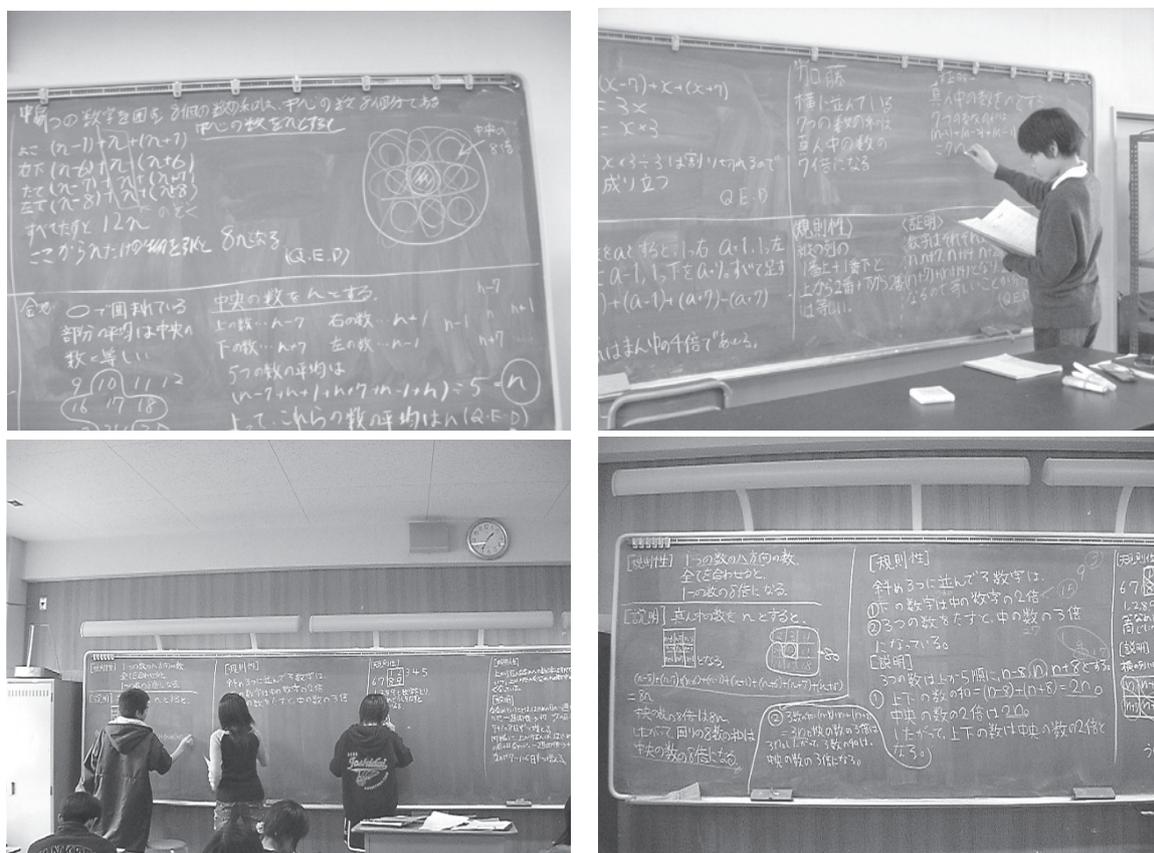
■ 「カレンダーの規則性」(C 数学的な見方・考え方を学ぶ)

課題：カレンダーに潜む規則性を見つけ、文字を用いて証明する。

展開：まず、カレンダーの縦に並んだ3つの数について、上下の2数の和が、中央の数の2倍であることを確認して、なぜその規則性が成り立つのかを考えさせた。その後、例以外に考えられる法則を各自で2つ見つけ、代表者に理由も含めて発表させた。

様子：いくつかの場合だけを調べて、すべての数について成り立つと結論付けることの危うさは、幾何の授業において説明済みであったせいか、「証明する必要がある」という認識を持っていたよう

である。そのためには、文字を使って説明することが有効であることが意識付けられた。各自が発見した規則性とその証明には、様々なものがあった（写真参照）。また、全体で検討する中で、文字の使い方を変えたり、数の並びの対称性に気付き、文字を有効に利用した表現を用いている生徒もいた。全体に、証明や規則性を一緒に考え合っている姿が見られた。「文字と式」は代数の授業で学習済みであるが、文字を使うことの有効性を実感できる教材であった。



生徒の見つけた規則性とその証明

1年生の最初は、基礎数学にスムーズに移行できるように、小学校で学習した算数の復習を行った。続いて、マンホールのふたが落ちないための工夫として、図形の定幅性とルーローの三角形について学習したり、ポリドロン(模型)を用いて準正多面体を作成する活動を行った。また、4つの4から様々な数字を限られた計算規則(四則演算や根号など)だけを用いて作る活動では、数学に苦手意識の強い生徒も意欲的に参加できていた。さらに、統計グラフの分析や、文字式を利用した規則性の証明など、普通の授業とは異なる「数学的な見方・考え方」を育成するべく、具体的な操作や活動を通して体験できるような題材を取り入れた。また今年度は、基礎数学の内容を補足的に探究数学の時間を活用して取り扱った。その例として、幾何分野では、対称図形の学習時に「図形の移動」を、代数分野では、文字式の学習時に「文字を用いた証明」をそれぞれ取り扱った。

さらに、学習の達成度に幅が出てきたため、定期考査前には習熟度別で基礎・基本の徹底を図った。

3. 2年「探究数学Ⅱ」実践例

■ 「点字を読んでみよう」(C 数学的な見方・考え方を学ぶ)

課題：点字の規則を発見し、なぜ6種類の点字のみを使って50音以上のひらがななどを表現するこ

とができるのか、その理由を数学的に考える。

展開：まず具体的に、点字で表された短文と、それに対応したひらがなの文の例を示す。文例にはないひらがなの表し方をここから推理し、点字の 50 音表を作成させる。変則的なヤ行の規則にも気付かせ、濁音や半濁音の表し方も考えさせる。表ができあがったら、点字で書かれた単語や注意を読み取る練習問題をし、それぞれ公共のどのような場所に使われている点字かを考えさせる。最後に点字が 5 個のセットでも 7 個のセットでもなく、6 個なのはなぜか、理由を発表させる(のちの「場合の数」や「 n 進法」の指導のときに関連づけることもできる題材である)。

様子：生徒たちは暗号を解くようにして規則を見つけ、50 音表の作成を楽しんでいた。わからないところがあると、生徒同士で教えあう姿も見られた。50 音以外に必要な新たな規則を発見すると、点字がうまく工夫されていることに感心しているようであった。また、点字が 6 個の点を用いる理由では、一見数学と関係がない言語表現の場面で論理が応用されていることを実感できた。

1 年生で基礎数学の力がある程度身につけているので、年度初めはそこから少し発展させた課題を扱い、学習を深めた。後述するが、I 期ではその後 1 ヶ月以上の時間をかけ、連続して「統計分野」に取り組んだ。単発でとりあげた教材として、「点字」の他には「有理数と循環小数」「約数と倍数」「 n 進法」など数の性質を考えるものがあり、昨年度同様最後に「確率」とつながるような教材も考える予定である。また、時には数学クイズ的なものや少し発想の難しい中学入試問題などで、柔軟な思考のしかたに気づかせた回もあった。その他は、並行して行っている基礎数学の授業と関連させながら、より発展的な内容を扱うこともよくあった。2 年生の知識だけで解法が理解できるような、大学入試問題をとりあげたこともある。定期考査前には基礎・基本の徹底のために代数・幾何の演習をし、提出させたものをチェックして返却した。

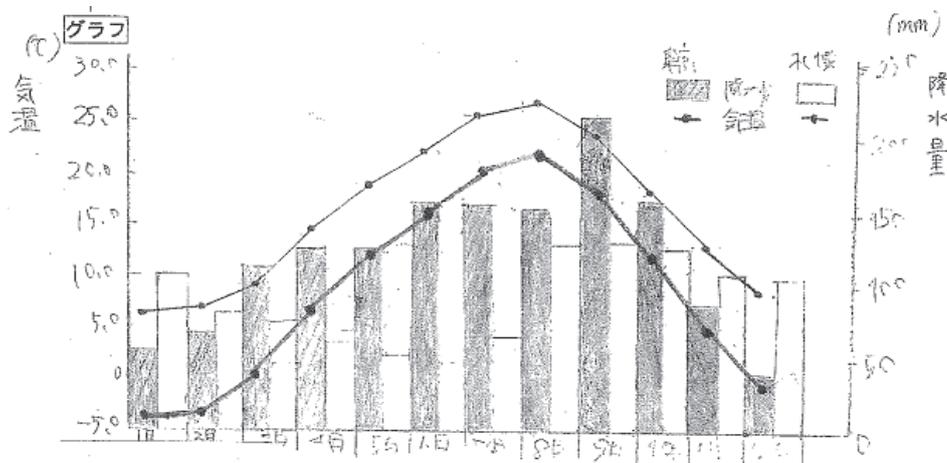
4. 「統計分野」の取り組み

本校で「統計分野」は、数学科でまとまって扱うカリキュラムを従来採ってこなかった。しかし、5 年「情報」の授業で PC を使いながら時間をかけて扱う機会があるものの、1 年から 4 年までに置かれている「総合的な学習」で直面する「資料の整理」の必要性や、他教科での学習内容、生徒の豊富な自主課外活動で資料を扱う場面、日常的に対峙している情報化社会のことなどを考えると、それでは遅いといわざるをえない。必ずしも難しい内容ばかりではなく、1・2 年生でも十分理解できることも多く、知識として早めに必要でもあるため、今年度はいずれの学年においても、この分野を意識して取り上げることにした。

(1) 1 年「探究数学 I」における取り組み

1 年生では、統計分野の基礎として、「データをグラフ化する」ことと、「グラフから分析・考察する」ことの 2 点に重点をおいて、授業を行った。まず、データをグラフ化するために、グラフの種類とそれぞれの特徴を把握しておく必要がある。そこで、同じデータをヒストグラムや折れ線グラフなど異なる種類のグラフを用いて処理することで、それぞれのグラフの有する特徴を考察した。また、グラフは視覚的にデータを提供したり、傾向をつかんだりする際に大変有用であるが、一方で、グラフの一部を強調することで、元のデータとはかけ離れた結論に至ってしまう危険性を検証した。このように、提示したいデータと伝えたい論点を正確に相手に伝えることと、相手の示すグラフを的確に読み取り、分析する力を育成するために、各自が興味をもったデータを活用し、グラフにして、そこ

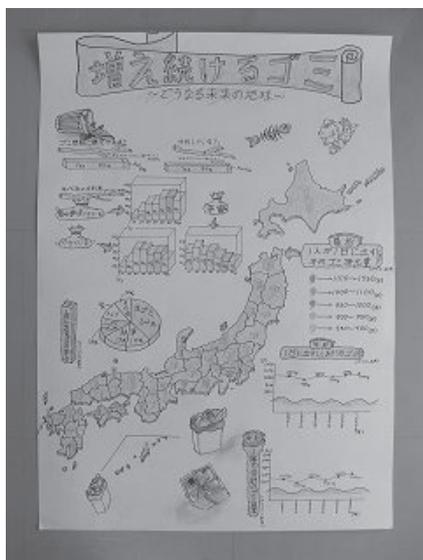
から伝えたいことを抽出する作業を行った。その後、クラスでそれぞれのグラフを検討し、グラフの選択が妥当かどうか、論点がうまく伝わっているかについて考察した。



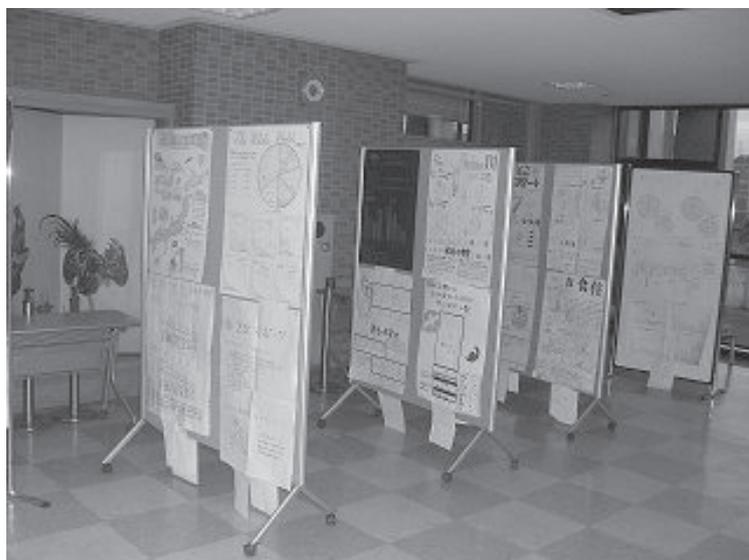
生徒の作成したグラフ

(2) 2年「探究数学Ⅱ」における取り組み

4回の授業のテーマは、度数分布表とヒストグラム・相対度数の考え方・資料の代表値・相関図である。これらそれぞれの内容を、なるべく具体的な資料をもとに、作業を伴いながら理解させていった。そのあと、「ウェブでデータを取ろう」というテーマで、相関を調べる実験を行い、実験→解析→予測→検証というプロセスでデータを探究する経験をさせた。そして、一連の統計的な初歩知識を得たところでちょうど夏休み前になったので、各クラスを5人までのグループに分け、自由に統計的なテーマを考えさせた。そして、データを分析したものをB2判の画用紙1枚にそれぞれまとめることを課題とし、夏休み明けに学年全体で「奈良県統計グラフコンクール」に応募した。その結果、1つのグループが佳作として県から表彰されたが、たいへん多くの作品を提出した(優秀な作品も複数あった)わりには評価が厳しかったという印象である。初の試みでもあり、指導が行き渡らなかった面もあるので(ただし、指導の内容は規定により制限されている)、次年度につなげていきたい。



佳作 受賞作品



作品の展示

5. 「探究数学」の成果と課題

(1) 成果および評価

探究数学ではトピック的に教材を配置し、ゆっくり時間をかけて取り組むことができる。「基礎数学」では数学を苦手とする生徒でも、それぞれが自分の好きなテーマあるいは興味を持ったテーマを見つけ、楽しんで探究数学に取り組めた。これにより、数学への興味や関心を喚起し、その面白さを感じる場面ができたようである。また今年度は、1・2年がそろって探究数学に統計分野を取り入れ、新たな教材の作成と将来のカリキュラム化に向けて、上述の通り各学年がそれぞれのねらい・目標に対して、一定の成果を上げることができた。さらに、活動の一環として、奈良県統計グラフコンクールのよう、外部の評価を受ける機会を設けることができた。

(2) 今後の課題

- ・4つの目標を達成する探究数学のカリキュラムを編成したが、この3年間の実践を振り返り、内容やバランスを改善する。また、4つの目標や扱う内容はだまかに決まっているものの、学年を通してみると担当者によって部分的に指導内容が異なる場合がある。進級してから、学年によって習っていたりいなかったりということがないようにする必要がある。
- ・各クラスという枠で探究の授業を完結させているため、学年全体で面白い考え方や発想を共有する場面が不足しているように感じる。学年全体の活動を終えた段階で、全体へフィードバックする機会を設けることも必要だろう。
- ・これまでも、基礎数学で扱った内容の、発展や復習に時間を使っていることは多いが、基礎数学と探究数学の、より有機的な連携の仕方を考える。また本来、基礎数学と探究数学の実施時間は柔軟に変更することができるはずだが、授業担当者が一致していない場合は融通が利かない。持ち時間の関係で非常勤講師が担当するような場合、特に硬直化してしまうことは避けられない。
- ・これまでは、復習の時間の内容を除いては「探究数学」で扱ったトピックを定期考査の範囲にすることはなかった。しかし、学年を進むと後で必要になってくる事柄も多いことから、内容によっては試験範囲に含め、きちんと定着させることも考えてよいのではないか。
- ・少人数展開する場合、2講座間の進度の違いや内容の深さの違いが、生徒に混乱を招く要因にもなりかねない。担当者間の密な連絡と調整を行う必要があるとともに、自由裁量の範囲をどの程度設けるかについて、教師間の共通認識が求められる。また、チームティーチングの場合には、補助的役割を果たす教師の関わり方についても、検討する必要がある。

4-1-3 サイエンス基礎講座

4-1-3-1 サイエンス基礎講座 1

■ 実施概要

テーマ： 科学がニセ科学に変わるとき

日時	5月26日 13:30~16:30
場所	本校 多目的ホール
講師	安齋育郎（立命館大学国際平和ミュージアム館長）
参加人数	本校生徒 31名（1年14名、2年5名、3年6名、4年5名、5年1名） 本校教員 12名、保護者等 13名
構成	1. 特別講義 2. 質疑応答

■ 講座内容の様子

昔から今まで流行したニセ科学について紹介する。科学的な調査をすべきで、思い込みは危ない。権威にひれ伏さず、一応疑ってみる態度が大切である。科学とは、世界の一部分を経験によって論証できる。

マジックやスプーン曲げを実演しながら、人はなぜ騙されるかを説明する。科学で解明できないことはたくさんある。解明されていないからその数だけ研究者がいる。わからないことは引き続き調べればよい。

科学を勉強する意義と限界について。何となく生きるのではなく、どんな価値を実現するか。自然や社会に対して、主体的に働きかけることが大切である。そのためには自然や社会の仕組みを合理的・体系的に身につける必要がある。人を傷つけてはいけない。偏りのある知識にならないように。



■ 生徒の感想

1. 参加してよかったか。

良かった	何となく良かった	少しつまらなかった	つまらなかった
27名	3名	1名	0名

2. 内容は理解できたか。

理解できた	だいたい理解できた	あまり理解できていない	理解できなかった
14名	16名	1名	0名

3. 感想や意見

・ありえない事を信じるのはほどほどにしたいです。そして将来辛い事があってもくじけずに頑張りたいと思いました。

・楽しかった。聴いてよかった。インチキやでたらめを見破られる目を持ちたいと思った。

・思い込みで損をしそうな事は科学的に見なければいけないのか。損しない事は思い込みでも良いと思った。

・目標を見つけるために色々な事に触れてみようと思いました。

■ 担当者所見

身近なマジックなどやニセ科学の話を通して、科学に対する興味を持つだけでなく、あるべき姿勢も示していただいた。基礎講座にふさわしく、和やかで楽しい講演になった。

4-1-3-2 サイエンス基礎講座 2

■ 実施概要

テーマ：ジョン・ネイピア対数誕生物語

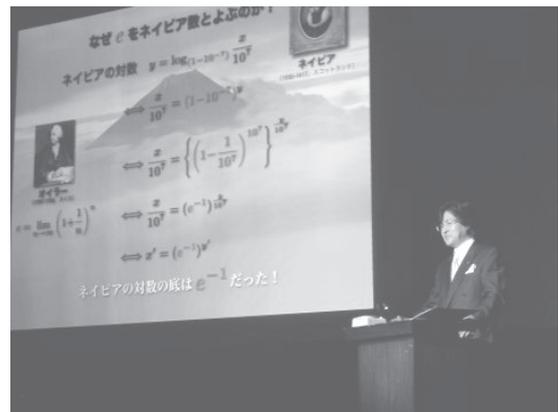
日時	11月13日(火) 13:30~16:00
場所	本校 奈良女子大学講堂
講師	桜井進 (sakurAi Science Factory 主宰)
参加人数	本校生徒 368名 (1年 118名、2年 131名、3年 119名) 本校教員 10名、保護者等 46名
構成	特別講義

■ 講座内容の様子

美しい映像と音楽、そして対数とネイピアの話。

対数が生まれた大航海時代は、数学ができないと船の位置が分からず、多くの命が奪われた。ネイピアは、20年かけて対数を発見した。そして、ブリッグスとともに、対数の改良を目指す。ネイピアの遺志を受け継いで、ブリッグスは100,000までの対数表を完成する。

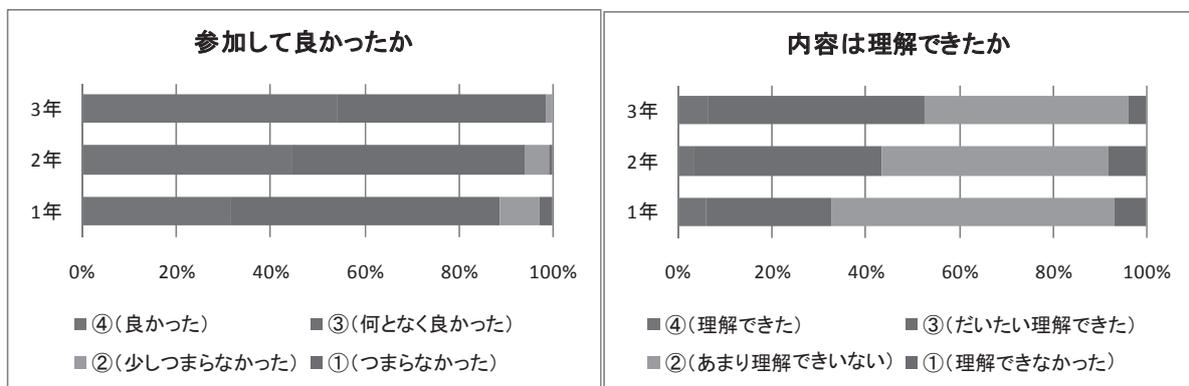
身の周りには、対数で語れるものがあることを多くの具体例で示す。



■ 生徒の感想

1. 参加してよかったか

2. 内容は理解できたか



3. 感想や意見

- ・ 私たちの周りには数学があふれている事が凄いなあと思いました。身の周りにあるものがネイピアのおかげであるというのが不思議で、でも素晴らしいことだなと思いました。
- ・ 理解する事はまだできませんでした。しかしとても感動しました。(略)ネイピアやブリッグスのような人になる事はできないだろうけど、偉大な発明を理解したい。
- ・ 対数を発明したおかげで、その先の人々とか天文学生とかたくさんの方が救われたり、役に立ったと思う。(略) 数学と関係してないものは無いんだなあと思いました。

■ 担当者所見

理解を求めない講演だったので、生徒のアンケートでは理解不足の回答が多いが、気持のよい講演だった。それは、数学の歴史や人のかかわり、そして美しさや面白さを十二分に伝えることができたからである。後期課程で対数を学ぶときに、この日の感動がよみがえるであろう。

《第2回》解答した問題

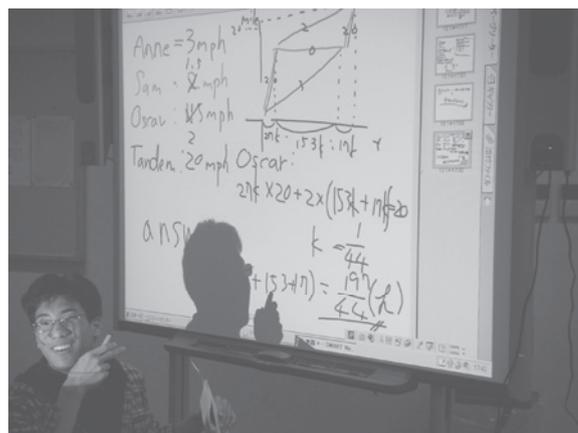
WUSS Problems

1. Here is a square; $n \times n$ rows and $n \times n$ columns. How many squares can you find in this square?
2. Calculate: $\sum_{k=1}^n k \cdot k!$

AHS Problems

1. A triangle is cut from the corner of a rectangle. The resulting pentagon has sides of length 8, 10, 13, 15 and 20 units, though not necessarily in that order. What is the area of the pentagon?
2. Three cyclists are out for the day. Two are on a tandem and one on an ordinary cycle. Disaster struck when the ordinary cycle was stolen while they were having lunch in a café. They were left with the tandem and 20 miles to go. The tandem has to have two riders and the third person walks. Anne can walk a mile in 20 minutes, Sam in 30 minutes and Oscar in 40 minutes. The tandem travels at 20 miles per hour no matter which pair is riding it. What is the shortest time for all three to get home?

■ 実験・講義の様子



■ 担当者所見

①本校からの出題について

第一回は、生徒が作ってきた問題に、分野のバランスを考えて教員が作った問題を加えた。参加案内の際に、問題が生徒作品であることを伝えると、第二回は、触発された生徒たちが問題を作ってきたので、教員は手を加えなかった。自分たちで問題を作ることは、彼らにとってよい経験であったし、また、問題を解決しようという気持ちも高めた。

②事前ミーティングについて

問題考察の深化に役立った。本校内の参加生徒の間でも、異なった解法があり、お互いに意見交換することで、自分にはない数学的視点を得ていた。また、事前ミーティングに参加できた生徒は、うまく解法を伝えることができたようで、プレゼンテーションの練習にもなった。

③スマートボードの利用について

本年度からはスマートボードを利用することができたので、板書およびCG画面をはっきりとAHSへ届けることができた。本校生徒の数式・図がきちんと伝わるので、数式という言葉が、ノンネイティブの本校生徒たちを援助できたと思う。

4-2-2 数検や数学オリンピックの利用

4-2-2-1 数検の利用

■ 目的

日本数学検定協会が実施する「実用数学技能検定（数検）」の受検を勧めることで、数学的リテラシー習得の度合いを測るとともに、学習への動機づけとする。

■ 内容

昨年度に引き続き、本年度も夏・冬の年2回実施した。

(1) 07年度第1回 数検団体受検

実施日 2006年 6月 23日(土) 会場 本校大教室・MM教室

受検者数 78名 合格者数 67名

不合格者数 11名(1次合格者数 2名、2次合格者数 5名) ※表の()内は合格者数

学年	準1級 (高1～大学)	2級 (中3～高3)	準2級 (中2～高2)	3級 (中1～高1)	4級 (小6～中3)	5級 (小5～中2)	6級 (小4～中1)
1				1(1)	1(1)	19(19)	13(13)
2				7(6)	7(7)	4(4)	
3			4(2)	7(6)			
4		1(0)	5(3)	1(1)			
5		8(4)					

(2) 07年度第2回 数検団体受験

実施日 2008年 2月 16日(土) 会場 本校大教室・MM教室

受検者数 55名 合格者数 46名

不合格者数 9名(1次合格者数 3名、2次合格者数 3名)

学年	準1級 (高1～大学)	2級 (中3～高3)	準2級 (中2～高2)	3級 (中1～高1)	4級 (小6～中3)	5級 (小5～中2)	6級 (小4～中1)
1					4(4)	11(11)	
2			6(4)	5(3)	3(3)	1(1)	
3		2(0)	3(3)	3(3)			
4		5(4)	4(4)				
5	1(0)	7(6)					

	準1級	2級	準2級	3級	4級	5級	6級
全国合格率(%)	8.8	26.5	15.1	54.2	73.5	72.1	75.5
本校合格率(%)	0	60.9	72.7	81.0	100	100	100

■ 成果および評価

数検に関しては、過去問や問題集に関する質問への対応を行った。第1回目の受検では、一年担任が数学科のため、強い勧誘を行った結果、1年生の受検者数が以前に比べ2倍ほどに増え、全体の受検者数が例年より増えた。第2回目の受検でも、同様の勧誘を行ったが、冬休みをはさむため実施日は2月であるにもかかわらず募集時期が11月と申込み時期が早く、例年並の受験者数になったと考えられる。生徒は、在籍する学年の級よりも、上位の級にチャレンジし、全国に比べ、非常に健闘している。さらに、次の日程の確認や過去問や問題集に関する質問に来るなど、積極的に取り組んでいる。

■ 今後の課題

数検の受験を引き続き勧め、問題集の充実など、その準備環境を改善したい。

4-2-2-2 数学オリンピックの利用

■ 目的

より進んだ内容を学んでいる生徒に、日本数学オリンピック財団による「日本数学オリンピック(JMO)・ジュニア数学オリンピック(JJMO)」を勧め、能力の伸長をはかる。

■ 内容

日本数学オリンピック(JMO)・ジュニア数学オリンピック(JJMO) 予選への参加

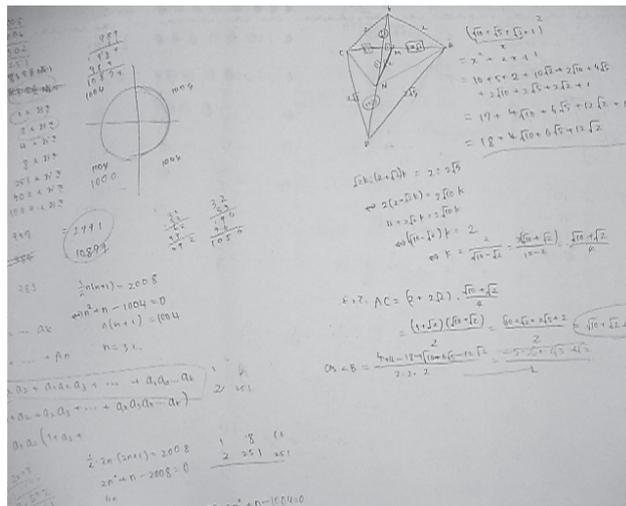
実施日 2008年1月14日(月・祝)

参加生徒 JMO 5名(5年生2名、4年生3名)

JJMO 3名(3年生2名、1年生1名)



JJMO 受験会場の様子



本校生徒の試験計算用紙(試験後)

■ 成果および評価

数学オリンピックに関しては、数学オリンピック財団から送られてきた問題集に関する質問への対応を行った。

また、昨年度の課題であった、呼びかけ時期を本年度は早め、年度当初にポスターで知らせた。数検の受検は生徒全体に呼びかけ、JMO・JJMO 予選は、意欲的により進んだ内容を学習しようとしている生徒を対象に、参加を勧めた。

JMO 予選への参加者は、昨年度と同様だったのに対し、JJMO 予選への参加者は減少している。これは、中学生の場合は休日、部活動にも熱心に取り組んでいるためと考えられる。

JMO・JJMO 予選に参加した生徒は、以前より意欲的に普段の勉強にも取り組むようになった。JMO・JJMO 予選に参加しなかった生徒でも、予選の過去問題をもとに、授業の休憩時間や放課後に友人同士で問題を解きあう光景が見られた。

以上のように、数検、JMO・JJMO 予選ともに、生徒の学びへのモチベーションを高めた。

■ 今後の課題

次年度は、もっと積極的に参加を呼びかけたい。参加しなくとも数学に興味を示して、問題に取り組む生徒が少しでも増えるよう、過去の問題を閲覧しやすい箇所に配置したい。

4-2-3 テクノロジーの活用

テーマ	「解析 I」
日時	2007 年 12 月 3 日 (1 時間)
場所	奈良女子大学附属中等教育学校 普通教室
授業者	山上成美 (本校教諭)
学級	3 年 A,B,C 組 (各 41 名)
単元目標	様々な関数をまとめて学習し、それぞれの関数の特徴や違いを理解することで、関数によって世界を見る力を身に付ける。

■ 教材観

本校の数学カリキュラムは、生徒の発達に合わせて、関数教材をできるだけ遅い段階に組んだ。しかし、さまざまな要因のため、現在では比例を 1 年で、反比例を 2 年に下ろしている。そして、3 年では一次関数と二次関数 (高校の内容まで) を一気に教える。その中で、関数が身近にあることを実感させるため、「関数のメガネ」という単元を設けている。しかし、授業進捗の関係から今までは十分にこの単元を扱うことが出来なかった。

また、SSH の指定をうけて、数学的リテラシーに着目した授業を行ってきた。その成果を見るために定期考査に PISA の問題を取り上げるなどしたが、テスト結果はあまり芳しくなかった。というのも普段の授業と比べると、発展的な内容の上に、慣れていない問題のため、生徒には難しいのだと判断した。

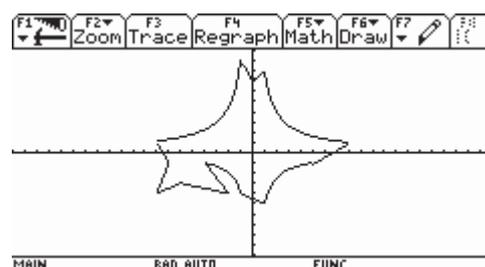
そこで、3 年生の解析で行う「関数のメガネ」の 1 つの課題に、グラフ電卓を活用して取り組んだ。グラフ電卓は 1 人 1 台あり、この単元の前には「一次関数と反比例の絵」で、関数を使った絵をグラフ電卓でかいた (下図は作品の一つ)。

■ 生徒観

授業によく集中し、数学に関心のある生徒が多い。理解は悪くないものの計算力が少し低い生徒もいる。生徒同士は仲がよく、グループ活動もうまくできる。

■ 授業計画

- ・ 2 乗に比例する関数 (10 時間)
- ・ 2 次関数のグラフ (8 時間)
- ・ 2 次関数の決定 (4 時間) …本時はその 4 時間目
- ・ 最大・最小 (8 時間)
- ・ 方程式・不等式 (10 時間)
- ・ 関数のメガネ (6 時間)



■ 本時の内容

授業前の課題：木の幹の太さと葉の面積合計の表から、適当な 3 点を選び、その 3 点を通る放物線の式を求める

授業：グラフ電卓に、表のすべての点と求めた関数を入力し、考察する

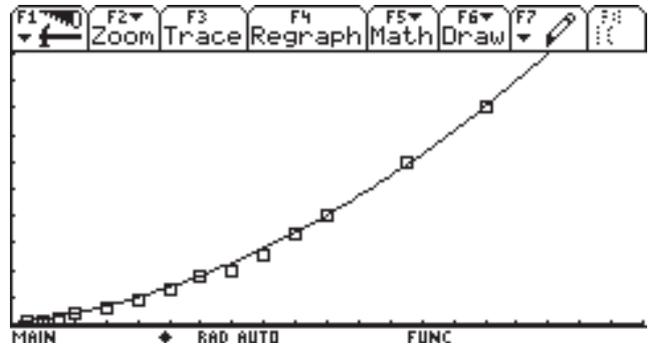
■ 本時の目標

事前に求めた関数が、表のすべての点をだいたい通ることを確認し、木の幹の太さと葉の面積合計 (下の表) が 2 次関数の関係にあることに納得する。

x:幹の太さ(cm)	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150
y:葉の面積の合計(m ²)	5	10	20	35	60	90	130	180	200	250	330	400	600	800

■ 指導過程

	学習内容	留意点
導入	表の点と求めた各自の関数を表示するとどうなるか考える	
展開	グラフ電卓に 14 個の点と求めた関数を入力し、表示する	選んだ 3 点をグラフが通っているかを確認する できていない場合、再度式を求めさせる
まとめ	点とグラフがどのようなようになったかをプリントにまとめる。また、表にない太さ (2m) のときの葉の面積はいくらになるか考える。 感想をかく	関数が求められない場合は、友達に式を教えてもらって、入力するように言う。 時間が余るようであれば、別の課題を行う。



■ 授業者コメント

前回の「一次関数と反比例の絵」と同様に、生徒はグラフ電卓に真剣に取り組んだ。グラフが大きくなりすぎる場合、明らかに計算間違いなのだが、各自が決めた 3 点は少なくとも通っていないといけないことを言うと、しぶしぶ 3 元連立方程式を解きなおした。普通解くような簡単な連立方程式でないので、生徒はかなり悪戦苦闘した。

生徒の感想では、「感動」という言葉が目についた。それは、点とグラフがほぼ一致したことの感動と、自然のものが 2 次関数で表現できることを実感した感動である。また、以下の感想からもわかるが、2 次関数の決定では式を求めるだけだが、実際にグラフをかいて確かめてみることも大切なのではないかと感じた。

■ 生徒の感想

・ $y=ax^2+bx+c$ で、 a, b, c の値が求まったときにも感動したが、 $y=0.035x^2+0.25x+24$ でグラフが 3 点を通ったのを見たときの方がもっと感動した。

・ 近似値であるが、木の幹の太さと葉の面積の合計の関係式を求めてみて、それだけでは何をしていたのかよくわからなかったけど、グラフ電卓で値を入力して見てみたら、かなりきれいにラインにのり、スゴイと思いました。

・ 木の幹の太さと葉の面積合計の関係は、前から授業で出ていたけれど、はっきり 2 次関数だとわからなくて、けど、今日の作業で分かってうれしかった。

・ 自然のものと難しい数学の式が関係しているのが、なんとなく不思議だった。

第3節 科学的リテラシーの育成

4-3-1 6年理科「課題研究」

テーマ	「課題研究・異化」
日時	平成19年9月16日(火)～平成19年9月30日(火)の授業時間
場所	奈良女子大学附属中等教育学校 生物教室
授業者	櫻井 昭(本校理科教諭)
学級	6年 生物Ⅱ (男子11名、女子11名)
単元目標	生徒が自ら課題を設定し、実験や調査の計画を立て、探求の過程によって一定の結論を得る。そして、1～4年までに培ってきた科学的リテラシーと自ら主体的に学習する能力を基礎にして展開することにより、応用的な科学的リテラシーを身につける。

■ 教材観

課題研究は生徒が今まで培ってきた科学的リテラシーを発展させるものである。よって生徒の幅広い興味を尊重し、課題研究のテーマ設定を行わせることが重要であると考え。しかし、授業時間内にこの単元を扱うためには、時間という制約が重くのしかかってくる。そこで、できる限り生徒の自由な発想を生かしつつ、時間内に研究を収められるような大きなテーマを生徒に提示することが一つの手段ではないかと考えた。

「異化」は、地球上に生息するほとんど全ての生物が生きるためのエネルギーを生産するために行なっている生命活動である。そのため、単純な生物を材料にすればするほど「異化」に関する純粋なデータが得られやすい。そのため生徒が探求したい内容を、生徒にも扱いやすい材料で行なわせることができる。また、現在ではタンパク質の時代と言われるほど、タンパク質が生命現象になくはならない物質とされている。「異化」は複数の化学反応によるものであり、これらの化学反応を進めるためには生体触媒(酵素)が必需品である。よって「異化」を調べることは、「酵素」についてその性質を調べることといえる。そして「酵素」を調べることで、「タンパク質」の性質について調べることができる。生徒に「異化」について掘り下げて探求させることにより、生命現象をさまざまな視点で思考させることができるのではないかと考えた。

■ 生徒観

理系進学を希望し、生物Ⅱと化学Ⅱを選択学習している生徒集団である。生物学に興味を持ち、積極的に探求する生徒が多く見られる。生徒間で相談しながら思考する傾向が強い。

■ 授業計画

テーマ設定・・・1時間 研究計画立案・・・1時間 実験(考察)・・・5時間

■ 授業内容と指導過程

テーマ設定

課題研究のテーマ設定を行うにあたり、生徒には大きなテーマ「異化」を提示した。「異化」の単元は、課題研究を取り扱う前に授業で事前指導を行った。下に示す表が生徒の設定した研究テーマとグループ数である。

研究テーマ	グループ数(1班あたりの人数)
酵母のアルコール発酵の最適温度を探る	3班(3～4人)
酵母のアルコール発酵の最適pHを探る	2班(4人)
酵母のアルコール発酵の最適基質濃度を探る	1班(4人)

研究計画立案

課題研究のテーマをより具体化させ、複数の要因を考えなくてはならないような複雑なものではなく、シンプルな仮説を立てるように指導した。そして、仮説を検証するための実験を自分たちだけで、授業時間中に行えるものになるように助言した。

実験（考察）

実験データをとる際、同条件の実験を繰り返し、より確からしい値を求めるように心がける。実験中はこまめに様子を記録する。実験データを考察するときには複数の観点からデータを視る。以上の3点について生徒に事前指導した。また、実験中は適宜生徒の質問に応じたが、教師が方法を紹介するのではなく、方法の原理を説明する程度にとどめ、生徒に実験方法、データ解析法を考えさせるように勤めた。そして、考察する際には得られたデータからのみでなく、そのデータが一般的に言えることなのか、文献資料も参考にするよう指導した。

次に、「酵母のアルコール発酵は 30℃のときもっとも良く発酵が行なわれ、40℃や 50℃になるとアルコール発酵に使われている酵素が失活してしまうため、発酵がほとんど行なわれなくなる。」と仮説を立てたグループ例を紹介する。

生徒は、アルギン酸ナトリウムと塩化カルシウムを利用したバイオリクターの形に酵母を固定して実験に用いた。そして、酵母がアルコール発酵をするときに発生させる気体（二酸化炭素）をソーダ石灰に吸収させ、吸収させる前と後でのソーダ石灰の質量の差を求めることにより、発生した気体量の測定方法を考えた。測定結果では 40℃、50℃、30℃、20℃の順にアルコール発酵の活性が低くなっていくというものであった。仮説と異なった結果について、生徒らは、「実験の過程で 30℃の固定化された酵母が壊れてしまい、繰り返し使うことができなかったことから、酵母を固定すると 30℃ではアルコール発酵ができなくなるのではないか。よって、今回の実験方法では酵母のアルコール発酵の最適温度は 40℃であると考えられる。また、今回の実験では二酸化炭素の発生量を正確に測定するために実験装置内の気体を事前に除く工程（脱気）を行ったが、この工程が酵母のアルコール発酵に何らかの影響を及ぼした可能性も考えられる。」と考察していた。

■ 授業者コメント

6年で行う課題研究の課題として前年度から言われていたことが、研究テーマの設定方法と、授業時間内に納めるための工夫であった。そこで、今年度の課題研究では、研究テーマを限定することで生徒に具体的なテーマ設定を行わせることを試みた。そのため課題研究をほぼ授業時間内に収めることができた。また生徒が複数回実験を繰り返すことができたことから、予想外の結果に対して考察し、その後の実験方法の向上を試みることができた。これは、生徒の研究（実験）に対する探究心を強めることができたのではないかと考えられる。しかし研究レポートの考察においては、テーマ設定が具体的だったためか、結果に対する考察にふくらみがなく単純なものになっていた。より考察力を上げること、つまり生徒自らが見つけた現象に対して自発的に知識を深めていくことが、課題研究の質を上げることにつながるのではないかとと思われる。

<実験風景>



4-3-2 サイエンスツアーⅡ

■ 実施概要

テーマ：研究発表と博物館見学・実習

日時	2007年3月26日～3月28日
場所	日本科学未来館・首都大学東京・国立極地研究所・国立科学博物館
参加人数	生徒10名（3年5名、4年3名、5年2名）、教員2名
構成	研究発表・見学・実習・質疑応答

■ 日程

3月26日(月) 移動・日本科学未来館（東京・台場）見学。

3月27日(火)

コース1 日本物理学会 2007年春季大会 Jr.セッション口頭発表

コース2 国立極地研究所実習

3月28日(水) 国立科学博物館見学・移動

■ コース1

テーマ：日本物理学会 2007年春季大会 Jr.セッション

日時	2007年3月27日9:00～17:00
場所	首都大学東京
発表内容	「0からつくる みかんで動く新しいロボットの開発」（口頭発表）
参加人数	生徒5名（3年3名、4年2名）、教員1名
構成	1.発表（11タイトル）・質疑応答 2.講演「宇宙の中の特等席から自然を探る」首都大東京理工 南方久和 3.表彰（最優秀賞を受賞）



表彰式（最優秀賞を受賞）



発表者集合写真

■ コース2

テーマ：南極の環境から地球環境を探る

日時	2007年3月27日9:00～16:00
場所	国立極地研究所
講師	伊村 智（国立極地研究所 准教授）
参加人数	生徒5名（3年2名、4年1名、5年2名）、教員1名
構成	講義と実習・質疑応答

(1) 内容

① ガイダンス

国立極地研究所の概要と研究内容

② 低温室（-20℃）の見学

防寒服及び長靴を借りて低温室へ入り、氷床コアの観察実験の様子を見せてもらう。氷床コアを調べると、100 万年前に閉じこめられた空気が当時のままの状態である。

③ 講義

主にアデリーペンギンについて講義を受ける。南極はキツネやシロクマという天敵がないためペンギンが生活しやすい。ペンギンを使って海の中の様子を調べている。

④ 隕石の観察

南極の隕石を調べていくと地球に落下したのは 100 万年から数千年前であることがわかった。月の隕石も 16 個見つかり、そのうちの 9 個は日本にある。隕石の研究により太陽系がどうやって誕生したかを知ることができる。

⑤ 実習

南極で採取された主に蘚苔植物と藻類を実態顕微鏡で観察する。氷層下の水中の藻類については最近になって極地研の調査で分かってきた。蘚苔類のギンゴケなどを観察する。

(2) 実験・講義の様子



低温室の見学



隕石の観察



南極の藻類・蘚苔類の観察

■ 担当者所見

特に印象深かったのが 2 日目である。この日は、物理学会での研究発表と極地研究所の講義・実習の 2 班に分かれて活動した。

首都大学東京で開催された日本物理学会での Jr. セッションでは、書類審査を通過した全国の 11 テーマの高校生による研究発表が行われた。各研究発表の後には、会場で聴いていた研究者からすごい質疑が相次ぎ、その雰囲気は、さながら物理学会における通常の発表と同じものが感じられた。そのような中、本校は最優秀賞を受賞し、物理学会会長から賞状が授与された。表彰式後は、会場の多くの高校生や研究者達から祝福され、質問攻めにあった。発表した本校の生徒たちは、これまでの苦勞が報われたという思いをすると同時に、次の課題に取り組むエネルギーをもらった様子であった。

極地研究所では「南極の環境から地球環境を探る」をテーマに南極観測で今までに分かっていることの講義と実習を行った。生徒は生物班と数学班であったが、熱心に聞き入っており質問も積極的に行っていた。南極の氷を食べたり南極のコケを観察したり、低温室で氷柱の切り出しを観察したりと盛りだくさんであったが、どの内容も生徒は興味深く取り組んでいた。南極観測で何をしたいかの高校生の提案を募集していたが、具体的なものに至るまでの討論ができなかったのが残念である。

帰路、参加した生徒のいずれも「とても充実した」と答えていた。見学だけでなく、研究発表や実習での体験が印象深かったことが、生徒のアンケートから読み取れた。

4-3-3 大学の実験研修「化学プログラム」

■ 実施概要

テーマ：右手分子と左手分子の世界－生命活動の源－

日時	平成 19 年 8 月 24 日(金) 9:00～16:00
場所	奈良女子大学 理学部会議室
講師	池原 健二(奈良女子大学理学部長)
参加人数	本校生徒 5 名(4 年 1 名、5 年 2 名、6 年 2 名)、本校教員 2 名
構成	[午前の部] 1.講義 2.質疑応答 [午後の部] 1.講義 2.実験「右手分子と左手分子が示す旋光性」 3.質疑応答

■ 講座内容

[午前の部] 講義

1. 「光学異性体」とは

- 分子式が同じ、原子同士のつながり方も同じであるが、ぴったり重ねようとするとうまく重ならない、右手左手の関係をもつ物質のことを光学異性体という。
- 不斉炭素原子をもたないグリシン以外の α -アミノ酸は、光学異性体をもつ。

2. タンパク質の構成成分が α -アミノ酸である理由

- タンパク質は、約 20 種の α -アミノ酸が何百個もつながってできた高分子化合物である。
- ペプチド結合でつながることで、長い一本鎖が螺旋状に巻いたときに水素結合で鎖をとめることができ、頑丈な螺旋構造をつくるのが可能となる。
- 複数の α -アミノ酸がペプチド結合でつながった場合、ペプチド結合の平面部分と、単結合の回転可能な部分との 2 つを適度にもつことができる。この適度な硬さと軟らかさが色々なタンパク質をつくるのに都合となる。

3. 光学異性体がなぜ重要か

- タンパク質を構成しているアミノ酸のほとんどが一方の光学異性体(L 体)のみから成り立っている。これにより、右巻きの螺旋構造ができ、側鎖の出る方向が一定になる。

[午後の部]

1. 講義「旋光性とはどのようなものか」

- 2 枚の偏光板を重ね、光源を見ながら片方の偏光板を回転させると、あるところで真っ暗になる。
- 光はあらゆる方向に振動しているが、偏光板を通したとき偏光板の軸と平行な方向の振動のみになり、この平面偏光がさらにもう 1 枚の偏光板によって遮断されるためである。
- 2 枚の偏光板の間に光学活性な有機化合物の溶液をはさみ、光を通過させると偏光面が回転し、わずかな光が通過できるようになる。このように偏光面を回転させる性質が旋光性である。

2. 実験「ショ糖が示す旋光度を測ってみよう」

2 グループに分かれ、ショ糖水溶液の濃度・高さによって旋光度が変化することを確認する 2 つの実験を行った。

実験 1 「ショ糖水溶液の濃度と旋光度の関係」

実験 2 「ショ糖水溶液の高さと旋光度の関係」

■ 実験・講義の様子



講義



実験

■ 生徒の感想(アンケート集計は、回収数である)

(1) 今回、この講座に参加したきっかけは何ですか。

先生に勧められたから(1) 何となくおもしろそうだったから(3)

(2) 参加してよかったですか。

よかった	何となくよかった	少しつまらなかった	つまらなかった
4	0	0	0

(3) 内容が理解できましたか。

理解できた	だいたい理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった
0	4	0	0

(4) 理解できた内容を書いてください。

不斉炭素原子・光学異性体について。 α -アミノ酸がタンパク質のもとになっている理由。平面偏光が傾く理由。人工的に合成すると右手分子と左手分子が 50 : 50 でできるのに、生体内ではどちらかのみができる。アミノ酸はペプチド結合で回転しないが、少し回転できる適度な安定性がある。

(5) 参加して、どのようなことを考えましたか。(感想や意見)

- ・ 今まで光学異性体は旋光性が違うと覚えているだけで、偏光面や旋光性がなぜ変わるのかが分からなかったが、それを理解することができた。
- ・ 人間は、自分では光学異性体の一方のみを作れるが、薬品としては両方を作っていた。人工的に光学異性体の一方のみをつくれるようになったのは化学の力だと思う。

■ 担当者所見

参加生徒が 5 人と少人数で行われた講座だったが、自由に質問のできる雰囲気の中で楽しく学ぶことができた。池原先生は、講義の中で繰り返し「なぜ?」「どうして?」という言葉が発せられてきた。「学ぶ」ということは、試験のために丸暗記することではなく、自然事象の起こる理由や理屈を考えることであって、それが分かってこそ学問の面白さを実感できることを池原先生は生徒に伝えられたかったのだと思う。純粋な化学に興味を持つ生徒が少なく、なかなか化学プログラムの参加者が集まらない。生命体は化学物質でできており、生体内では多くの化学反応が起こっている。医学、薬学などに興味を持っている生徒も積極的に参加し、もっと視野を広げてほしい。

4-3-4 SSH 英語セミナー

■ 実施概要

日 時	2007年 7月 25日(水)~27日(金)
場 所	本校マルチ・メディア教室
講 師	Wendy Partnoy 氏 (ウエンディハウス文化センター代表、夙川学院短期大学 人間コミュニケーション学科 教授)
参加人数	生徒 31名 (4年生 27名、5年生 4名)

■ 内容

「英語でのプレゼンテーション・スキルの習得」

一日目

①アイス・ブレイキング

- ・自己紹介 ・ジェスチャーゲーム

②講義

- ・スピーチの構成 ・スピーチ作成の準備 ・スピーチ作成の注意点
- ・スピーチのタイプ ・パブリック・スピーキングについて ・評価について

③スピーチ作成

二日目

④スピーチ大会

- ・スピーチの添削指導
- ・グループに分かれてスピーチ
- ・各グループ優秀者のスピーチ

スピーチのテーマ例

- 「映画紹介」
- 「面白い本の選び方」
- 「書道について」
- 「地球温暖化」
- 「ドコモダケ」
- 「ポルターガイスト」
- 「好きな歌手」
- 「少林寺拳法」
- 「お化け」
- 「視力の保ちかた」
- 「蚊」
- 「好きな先生」



アイス・ブレイキング



講義



少林寺拳法のスピーチ



セミナーを終えて

■ 生徒の感想

- ・英語でも日本語でもスピーチのときはアイコンタクトが大切だと思った。その為になるべく原稿を覚えるよう努力して本番は大きな声でハキハキと話せるようにしたい。
- ・自分の考えを伝えるためには、適当な方法を自分で選び、聞く人や部屋のことを考えて話すことが必要だと思った。
- ・先輩のスピーチが聞いてよかった。やはり場数を踏むことが大切だと思った。
- ・スピーチをするとき、ただの棒読みだと、聞いている方も興味を持たないしわかりにくいので、声の大きさや、なによりジェスチャーをしたり写真などを見せたりして相手に伝わるスピーチをこれからしたいと思いました。今回参加して、英語が身近になったような気がするので良かったです。
- ・難しい英語を使うよりも、内容を頭に入れて自分の英語でスピーチしていきたいと思った。間違いを恐れずにどんどん英語を使いたい。
- ・楽しかった。何回も **writing** の授業で発表したけど慣れることはないから、public speaking になるにはまだまだ時間がかかりそうだった。
- ・“英語だから”、“日本語だから”と考えずに自分の伝えたいことを簡単な言葉でよいから伝えようとするのが大切。
- ・このような講座が一月一回ぐらいのペースであつたらいいと思った。
- ・スピーチでは常に相手のことを考え、相手に話しかけるようにしゃべることが大切だと思った。

■ 担当者の感想

Partnoy 氏によるセミナーは今回で2度目である。今回も英語でのプレゼンテーション・スキルの習得を目標に企画した。最終的に講義で学んだことをもとに全員が英語でスピーチを行うことができ、生徒にとって意義のあるセミナーであった。セミナーに参加して英語でスピーチをするときに役立つ情報が得られたという感想を書いた生徒が多数いた。普段の英語の授業でスピーチをするときは、原稿を棒読みするだけだった生徒も、今回のセミナーで効果的な声の出し方、ジェスチャー、アイコンタクト、視覚に訴える小道具の工夫など具体的なヒントを得て自信を持ってスピーチを行っていた。また、セミナーには2学年が参加していたので、上級生の堂々としたスピーチを下級生が聞くことができ、刺激になったと思う。以上のように、このSSH 英語セミナーは、プレゼンテーションのスキル習得という点からだけではなく英語学習への動機付けという点からも生徒にとって有意義であった。

第4節 問題解決能力の育成

4-4-1 理数講義プログラム

■ 実施概要 I

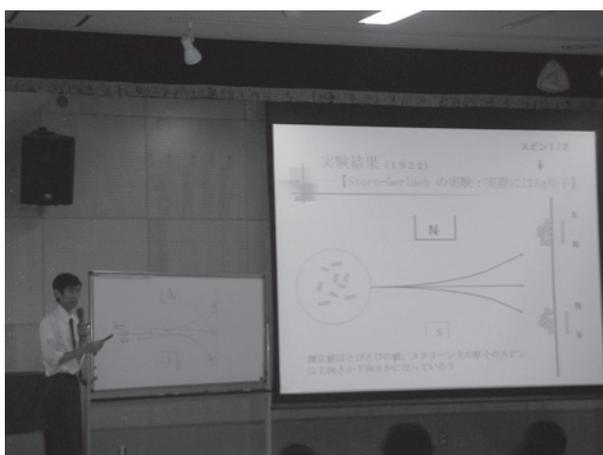
テーマ：量子論とその周辺

日時	平成19年7月19日(木) 13:30~16:30
場所	本校 多目的ホール
講師	久米 健次(奈良女子大学学長・理学博士)
参加人数	本校生徒 54名(1年1名、3年2名、4年3名、5年35名、6年13名) 保護者3名、本校教員
構成	1.特別講義 2.質疑応答

■ 講座内容

- ・前半は、Stern-Gerlachの実験を用いて量子論を紹介された。
- ・後半は、最近の量子論の話題を紹介された。ベル研究所のShorが示した量子コンピュータを利用した因数分解プログラムや、ZeilingerによるC60の干渉性の実験、日本では、外村氏の電子の干渉の撮影および同氏によるAharonov-Bohm効果を実験で示すことに成功したことなどが語られた。

■ 講義の様子



■ 生徒の感想(アンケート集計は、回収数である)

(1) 今回この講座に参加してよかったですか。

よかった	なんとなくよかった	少しつまらなかった	つまらなかった
12	26	10	2

(2) 内容は理解できましたか。

理解できた	大体理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった
0	10	34	5

■ 担当者所見

受講者は5・6年生の物理選択者が中心である。波動説と粒子説をはじめ、6年生の最終段階でさわりだけ登場する内容であったにも拘らず、話の要点を押さえた生徒が複数いた。初めて触れる量子論の難解さととまどいながらも、「今後この理論を理解できるようになりたい」、「新しい視点に新鮮さを覚えた」という生徒たちの感想から、将来の学問・研究への意欲につながる講座であったように思う。

■ 実施概要Ⅱ

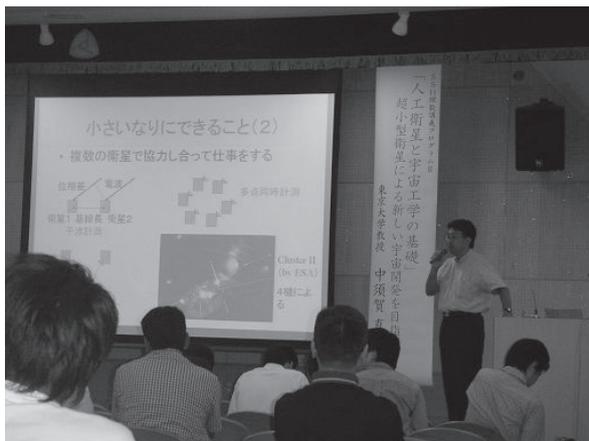
テーマ：超小型衛星による新しい宇宙開発を目指して

日時	平成 19 年 10 月 6 日(土) 13:30~16:30
場所	本校 多目的ホール
講師	中須賀 真一(東京大学航空宇宙工学専攻 教授)
参加人数	本校生徒 35 名(1 年 4 名、3 年 2 名、4 年 22 名、5 年 7 名) 保護者 13 名、本校教員
構成	1.特別講義 2.質疑応答

■ 講座内容

・人工衛星は我々の生活の中で欠く事のできないものとなっており、エレクトロニクス等の進歩を効果的に利用すれば、小型の衛星にも相当な機能を埋め込める。研究室では、缶サイズの衛星(CanSat)や、10cm 立方・1 kg の世界最小のさいころ型衛星の開発を行っている。小さな衛星を研究する理由は、小型衛星がコストのかからない・開発期間の短い・多くの人に参加できる新しい宇宙開発の道を切り開く可能性があるからである。また小型衛星は、宇宙教育ともの作りのすばらしい題材であり、プロジェクトでは学生が全てを行い、次代の宇宙開発を担う人材に育っていく。

■ 実験・講義の様子



■ 生徒の感想(アンケート集計は、回収数である)

(3) 今回この講座に参加してよかったですか。

よかった	なんとなくよかった	少しつまらなかった	つまらなかった
24	11	0	0

(4) 内容は理解できましたか。

理解できた	大体理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった
6	24	4	1

■ 担当者所見

受講者は4年生の「科学と技術」選択者を中心に、航空工学に興味がある者が集まった。講師の具体的でない説明により、人工衛星が意外と身近なものであることがわかり、かつ研究テーマとして豊富な可能性を秘めたものであることが伝わった。CanSat の実物に触れたり、打ち上げや研究室での大学院生たちの生き生きとした様子を VTR で観せていただいたりし、何よりも講師の学術に対する情熱が、受講生徒らの向学心を促進していたように思う。

■ 実施概要Ⅲ

テーマ：新しい薬をどう創るかー医薬品のデザインー

日時	平成20年2月2日(土) 13:30~16:30
場所	本校 多目的ホール
講師	仲西 功(京都大学大学院薬学研究科 准教授・博士)
参加人数	本校生徒 40名(3年6名、4年2名、5年32名) 保護者6名、本校教員
構成	1.特別講義 2.質疑応答

■ 講座内容

・新薬の創出には乗り越えなければならない障壁がたくさんある。疾患を治癒させるのに十分な有効性、安心して服用できるための安全性(毒性の軽減)、患部に確実に届き効果が持続する体内動態などである。これらの課題をクリアし、一つの化合物が新薬として世に出る確率は1/10000以下といわれており、しかも、10年以上の歳月と数百億円もの費用を要する。今回の講義では、どのようにして薬となる化合物(分子)をデザインするのかを、勘と経験による古典的な方法からコンピュータを用いた最新の方法まで紹介された。

■ 実験・講義の様子



■ 生徒の感想(アンケート集計は、回収数である)

(5) 今回この講座に参加してよかったですか。

よかった	なんとなくよかった	少しつまらなかった	つまらなかった
18	16	3	0

(6) 内容は理解できましたか。

理解できた	大体理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった
5	23	8	0

■ 担当者所見

受講者は5年生の化学選択者を中心として、薬学に興味がある者が集まった。講義は、具体的に分かりやすい内容であった。特に「受容体の物理的なくぼみ(穴)にすっぽりはまるように薬の化学的組成をデザインする」といった説明には、難解なイメージのある薬の開発をすっきりと理解させる説得力があった。質疑応答も活発で、講義後も保護者や生徒の質問が1時間続くほどであった。こうした工学的な応用にかかわる講義は、身近なものが多く、聴衆にとって分かりやすいのだろうと感じた。

■ 実施概要Ⅳ

テーマ：前頭葉のホントの話 ―世界脳週間 2008 関連イベント―

日時	平成 20 年 3 月 15 日(土) 13:30～17:00
場所	本校 多目的ホール
講師	星 英司（玉川大学脳科学研究所 准教授） 坂井 克之（東京大学大学院医学系研究科 准教授） 神谷 之康（ATR 脳情報研究所 主任研究員）
参加予定者	本校生徒・他校中高生・保護者・本校教職員・科学に興味のある一般の方
構成	1.講演 1 2.講演 2 3.パネルディスカッション 4.質疑応答
共催	NPO 法人 脳の世紀推進会議
後援	奈良県教育委員会・奈良市教育委員会

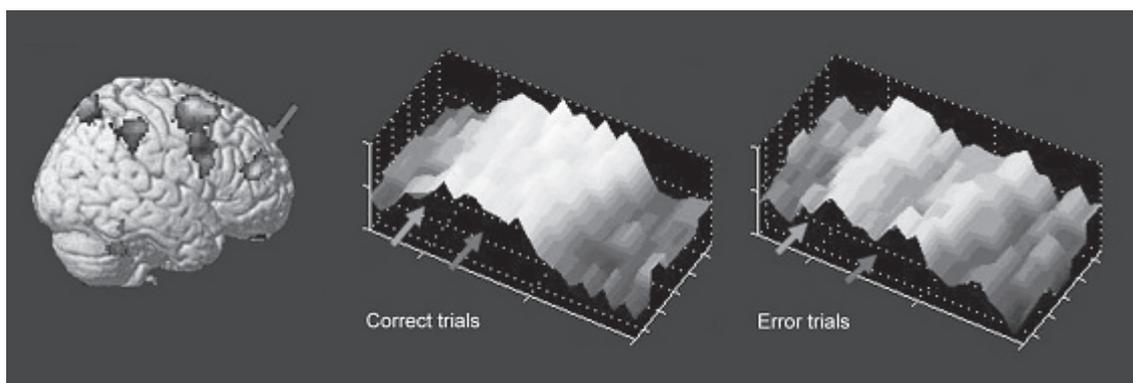
■ 「脳の世紀推進会議」とは

近年脳関連の研究の進歩は目覚しく、また関連の研究分野も、脳の機能を解明する基礎的研究、老年痴呆や精神病等の治療を行う臨床的研究、ニューロコンピュータ等の機能の工学的な解明、人工脳を創る工学的研究等、極めて広範囲に亘っており、次の 21 世紀を代表する科学分野となりつつある。このような状況下欧米では、脳研究に対して重点的にかつ幅広く力を注ぐ強力な政策が打ち出されている。「脳の世紀推進会議」は研究者が中心となって組織したもので、わが国の脳科学の研究の推進や研究者の養成、社会一般への脳科学の成果の周知と応用等を強力に推し進めるための研究施策の実現を促進することを目的として設立された。

■ 講座内容予定

- ・最近巷に出回っている、ゲーム脳・脳トレーニングなどの「前頭葉神話」をばっさり斬る。前頭葉の機能に関する、わかりやすく正確な解説と最先端の話題を提供する。
- ・脳科学の最先端で研究を行っている気鋭の3人の科学者の、前頭葉に関する興味深い講演とパネルディスカッション。

■ ポスターから(イメージ)



■ 担当者所見

受講者は 5 年生の生物選択者を中心とするが、本校生徒と保護者のみならず、他校の中高生や一般の方に対しても、広く参加を促している。「NPO 法人 脳の世紀推進会議」との共催は、昨年度に続き 2 回目である。好評であった昨年度と同じく、講演 2 本とパネルディスカッションおよび質疑応答といった構成で、今回も興味深い講演と活発な議論が期待される。昨年度からの ATR 脳情報研究所の協力を得て、引き続き次年度も「世界脳週間 2009 関連イベント」を実施予定である。

第5節 サイエンス研究会の活動

4-5-1 かがくのひろば

■ 実施概要

日時	2007年10月25日(木) 9:20～12:30
場所	奈良女子大学附属幼稚園、奈良女子大学附属小学校
参加人数	生徒7名(サイエンス研究会:数学班1年4名、生物班3年3名)
構成	1. 幼稚園での発表「折って切ってみよう」(数学班) 2. 小学校での発表「壺の中」「切り絵の不思議」(数学班) 「奈良公園の鹿と糞」「DNA抽出」(生物班)

■ 講座内容

附属三校園研究開発における校種間連携活動「はてな?の広場」の1つとして「かがくのひろば」が実施された。そこにサイエンス研究会の生徒が教師役で参加し、園児・児童に数学や生物学の発表をしたり、実験指導をした。

1. 幼稚園での発表

《タイムテーブル》

時間	動き
9:20～	年中児・年長児が遊戯室に集合する。
9:25～	サイエンス研究会の生徒により、自己紹介と紙を折ったり切ったりするデモンストレーションを行う。
9:35～	遊戯室において、自由に紙を折り、切ってから開いたかたちをつくる作業を行う。サイエンス研究会の生徒は補助を行う。
10:00～	保育室において、さらに複雑なかたちに切ったり、白鳥のかたちをつくるデモンストレーションを行う。

数学班の1年生4名が、実際に紙を折り、はさみを入れるとどのようなかたちができるのかをクイズ方式で説明したり、カメラやOHCで写しながら作業の様子を見せるなど演示することで、今回の活動内容を園児たちに説明した。その後、園児が自由に「紙を折る」「紙を切る」「開いたかたちを見る」「できたかたちを展示する」「他の園児の作品を鑑賞する」「他の自由遊びをする」などの活動を行った。サイエンス研究会の生徒4名が、園児たちの活動を支援したり、適切な助言を行った。その後、各保育室へ移動し、さらに複雑な折り方やはさみの入れ方をすることによって、いろいろなかたちに切る活動をした。最後に、サイエンス研究会の生徒により、複雑な折り方をして、1回はさみを入れるだけで、白鳥のかたちに切り取ることができることを披露した。

2. 小学校での発表

《タイムテーブル》

	数学班(集会室にて)	生物班(理科室にて)
第1部(11:00～11:40)	6年月組に発表	6年星組に発表
第2部(11:50～12:30)	6年星組に発表	6年月組に発表

[数学班]

数学班は、集会室に各組の生徒を集めて、2つのテーマ「壺の中」および「切り絵の不思議」の話題を提供した。前者は、「階乗の計算を通して大きな数を実感する」ことを、後者は「紙を折って、は

さみを入れた後に開くといろいろなかたちができることから、「図形の対称性を意識する」ことを目標とした。内容の進行に合わせて、その都度質疑応答の時間を設けた。いくつか出た児童の「おたずね」（質問）に、数学班の4名は自信を持って答えることができた。

[生物班]

生物班は、理科室に各組の生徒を集めて、前半の10分間で「奈良公園の鹿と糞」の研究を、後半の25分間で「遺伝子(DNA)とその抽出」の研究を発表した。

1. 奈良公園の鹿と糞 (担当: 3年生1名)

紙芝居を用いて、奈良公園の鹿の糞の研究を発表した。鹿の糞には、シバの種子他が含まれ、鹿がシバを食べた別の場所で糞をすることによって種子の散布を助けていることを発表した。

2. 遺伝子(DNA)とその抽出 (担当: 3年生2名)

遺伝子とは何か、またそれはどこにあるのかを説明した後、小学生を5班に分けて以下の手順で実験を行った。

- ① ブロッコリーのつぼみをつぶす。
- ② ①に洗剤と食塩の入った液を加え、ガーゼでこす。
- ③ ②にアルコールを加え、DNAを抽出する。

量の違いはあるが、すべての班が粗DNAを抽出できた。抽出したDNAはアルコールの入った小瓶に入れ各クラスで展示してもらった。

■ 実験・講義の様子

1. 幼稚園での発表 (数学班)



切った後にできる形を当てよう



これを開くとどんなかたちかな？



自由に折って、切ってみよう



いろいろなかたちをつくってみよう

2. 小学校での発表

[数学班]



大きな数を点で表す



一回はさみを入れて白鳥の形に切る

[生物班]



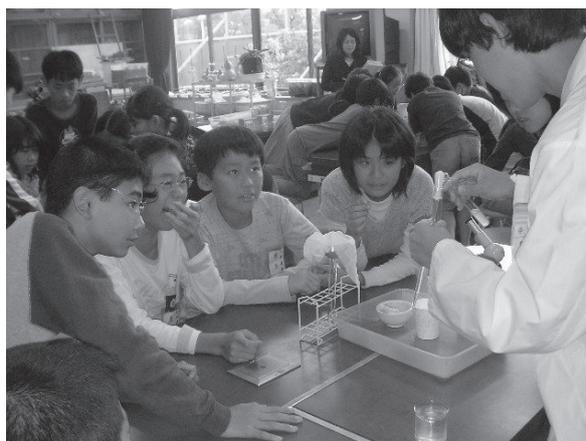
鹿と糞の発表



鹿と糞のまとめ



DNA 抽出の説明



DNA 抽出の説明

■ 生徒の感想

1. 幼稚園での発表

- かたちが1つできるたびに、大きな歓声が起こってこちらも楽しく活動できた。
- 普段は勉強を習っているのに、逆に教える立場になって、不思議な感覚だった。でも面白かった。
- どうやって説明しようか困ったけど、やってみると楽しかった。

2. 小学校での発表

[数学班]

- ・ プレゼンテーションをうまくできなかつた。これから、よい発表の仕方を勉強したい。
- ・ 言葉を選んで説明することの難しさを感じた。
- ・ 点で大きな数を表したときの小学生の反応が嬉しかった。

[生物班]

- ・ 自分でもなかなか理解できなかつた内容であったが、附属小の生徒は基礎知識が豊富で吸収が早かつた。質問を感じたまま言ってくれたので自分の知識の不足を改めて実感した。楽しんでやってくれたことが一番うれしかった。
- ・ 小学生に教えることの難しさ、準備の大切さを痛感した。
- ・ 附属小の生徒はいろんなことを知っていてさすがだと思った。

■ 担当者所見

数学班は、園児たちとの活動を通して、改めて「かたち」について普段の幾何の授業とは異なる面白さを見出したようである。生徒たちは、三角形、四角形、円といった幾何的な図形に留まらず、園児たちが自由に紙を切り、自由に解釈して楽しむ姿に、大きな刺激を受けたことだろう。また、園児たちの素朴な疑問や感想から、「かたち」そのものや、「かたち」の学問としての幾何学をより新たな側面から見ることができた。また、自分たちの伝えたいことを、いかにうまく伝えるかについて、まだまだ反省すべき点が多いことにも気づいたようである。小学校においても、児童の興味をいかに引くかに苦勞していたようであるが、大きな数を点で並べた紙を見せたときに起こった「おお」という児童たちの歓声や、1回はさみをいれるだけで白鳥のかたちに切り出す折り紙を一生懸命折り、うまくできたときの笑顔は、発表した生徒たちにとって、大きな手応えと自信につながったと思う。今後さらに、活動内容の吟味を行い、園児・児童とサイエンス研究会の生徒の双方にとって意義深い交流事業に深化させていかねばならない。(数学班顧問より)

生物班の3年生は「奈良公園の鹿と糞」と「DNAとその抽出実験」の2本を行った。講師役の本校生徒は、丁寧にかつ堂々と説明していた。附属小の生徒も熱心に聞き、指示通りに実験を行ってどの班もDNAの抽出ができていた。附属小の生徒たちは、自分たちの身近なところに科学の面白さが潜んでいることや、ブロッコリーの別の見方を学んで科学のもつ深さに気づいてくれたことと思う。

また、本校の生徒は小学生から素朴な質問を受け、自分の研究の不足している点を明らかにできたようだ。まとめの時間に、自主的に失敗を恐れず興味のあることをどんどんやっていくと何か新しいことが見つかるというアドバイスを小学生にしていた。生徒自身がこの研究を通して学んだ研究のやり方や研究の楽しさが小学生には十分伝わったことと思う。(生物班顧問より)

第6節 大学・研究機関・他校との連携

4-6-1 京都大学宇治キャンパス研究室訪問

■ 実施概要

	第1回
日時	2007年8月15日(水) 10:00~17:30
場所	京都大学宇治キャンパス生存圏研究所
指導者	森 拓郎 助教(京都大学生存圏研究所・生活圏構造機能分野) 反町 始 技術職員(京都大学生存圏研究所・バーチャルフィールド材鑑調査室) 吉村 剛 准教授(京都大学生存圏研究所・居住圏環境共生分野)
参加人数	6年生 2名
構成	1. 概要説明・研究室案内・エコ住宅の説明 2. 材鑑調査室見学 3. 概要説明・劣化生物飼育棟案内・実験観察

■ 実施内容

1. 研究室の概要説明(森助教)

*生存圏研究所とは…

木質科学研究所と、宙空電波科学研究所センターを統合再編し、平成16年に改組された新生の附置研究所。「生存圏科学」とは、人類生活圏・森林圏・大気圏・宇宙空間圏を人類の「生存圏」として捉え、状態を正確に診断し、正しく評価・理解するだけでなく、生存圏を新たに開拓・創成するための先進的技術開発を目指す、分野横断的な学際総合科学である。

*生活圏構造機能分野とは…

木質系構造材料の強度性能の評価と、適切な接合方法の開発を行う。

木造建築物が地震や強風に対して安全であるための、構造性能の評価と解析が重要な研究対象。

*研究室では…

木質系骨組み構造の開発・木造軸組み構法の耐震性能評価を研究している。

2. 木質材料実験棟の見学(写真1)

①木造と鉄筋コンクリートがジョイントされた建造物である

②木橋の耐久性を調べるベランダを持つ

③珪化木や化石の標本

④構造材料の強度を測定する実験装置

3. エコ住宅の説明(写真2)

①実験用に建造した木造建築の内部・種々の測定事項を紹介

②エコ住宅ができるまでをスライドで説明

4. 材鑑調査室の見学(写真3)

材鑑やさく葉標本の収集、内外の大学・研究所・諸機関との材鑑交換を行っている。

技術職員により、材鑑やさく葉標本の説明を受けた。

5. 研究室の概要説明(吉村准教授)

*居住圏環境共生分野とは…

木質資源を核とした自然生態系に関する基礎的な研究を基に、未来型資源循環システムの構築

を目指している分野である。

*研究室では・・・

シロアリに共生している微生物を利用し、難分解性物質を分解させる研究や、シロアリが発生するメタン・水素をエネルギー化する研究を行っている。

6. 劣化生物飼育棟の見学（写真4）

- ①シロアリ被害の標本室
- ②シロアリ飼育槽の紹介

7. シロアリを用いた実験・観察（写真5）

- ①シロアリの100匹程度小ビンに取り、1時間後に発生している水素・メタンの濃度を測定
- ②シロアリの腸に共生している原生動物を、解剖して顕微鏡で観察
- ③ボールペンのインクをフェロモンと誤認し、追尾するシロアリの動きを観察

■ 研究室訪問の様子



写真1



写真2



写真3



写真4



写真5



■ 担当者所見

この分野は、理学部・工学部・農学部を横断する研究であり、地球上のバイオマスの95%を占める森林資源について、環境負荷低減のための様々な新技術を開発していることがわかった。

また、大学で何を学ぶか、進路を決める上での柔軟な考え方や、職業としての研究者の一日の仕事の流れなどまで、気さくに話していただき、6年生の生徒にとってたいへん参考になった。

■ 実施概要

第2回	
日 時	2007年8月21日(火) 10:30~16:30
場 所	京都大学宇治キャンパス生存圏研究所・化学研究所
指導者	矢野 浩之 教授 (京都大学生存圏研究所・生物機能材料分野) 反町 始 技術職員 (京都大学生存圏研究所・バーチャルフィールド材鑑調査室) 松林 伸幸 准教授 (京都大学化学研究所・分子環境解析化学)
参加人数	6年生 3名
構 成	1. 概要説明・研究室案内・実験観察 2. 材鑑調査室見学 3. 概要説明・研究室案内・実験観察

■ 実施内容

1. 研究室の概要説明 (矢野教授)

*生物機能材料分野とは…

現在の生活レベルを下げることなく、資源の保証を図るには、20世紀を支えた枯渇型資源ベースの「もの作り」から、植物などの生物資源ベースで、それを性能的に凌駕する「もの作り」を実現する必要がある。ここでは、これからの持続的社會を構築するための、先端的バイオマテリアルの開発研究を行っている。

*研究室では… (写真1)

持続的再生可能資源である、セルロースナノファイバーの研究を行う。これは全ての植物細胞の基本骨格であり、高強度・低熱膨張・低環境負荷・生分解性などの、優れた性質を持つ。

2. セルロースナノファイバーを用いた実験 (写真2)

①透明な複合材料(コンポジット)を作るには、屈折率を合わせることが必要となる。水に白砂糖を溶かしていき、ガラスの屈折率と合わせる(ガラス棒が見えなくなるまで溶かす)には、かなりの量の砂糖を要し、また正確に合わせるには根気が要る。

②ナタデココを押しつぶして作ったフィルムに透明樹脂をしみ込ませると、透明性を損なうことなくプラスチックの強度や熱的特性が改良された、優れたフィルムが生成される。

3. 電子顕微鏡(10万倍)によるナノファイバーの観察 (写真3)

幅 50nm(可視光波長の1/5以下)の、バクテリアセルロースの映像をモニタリング

4. 材鑑調査室の見学 (写真4)

材鑑やさく葉標本の収集、内外の大学・研究所・諸機関との材鑑交換を行っている。
技術職員により、材鑑やさく葉標本の説明を受けた。

5. 研究室の概要説明 (松林准教授)

*分子環境解析化学とは…

「物理化学」は物の集まりを扱う。特に水と水圏環境について、分子から地球環境までの視点で総合的に研究している。

*研究室では… (写真5)

超臨界水・イオン液体の構造・ダイナミクスと、環境調和型無触媒反応を研究する。特に、水の性質をうまく利用した、有機物の再生資源化に取り組んでいる。

6. NMR の見学

巨大な磁場をすることにより、分子集合体のナノ構造やふるまいを調べられる装置を見学

7. 超臨界水を用いた実験・観察（写真6）

- ① 高圧・高温下(超臨界状態)では水の性質が変化し、有機物は水に溶けてしまう。大学院生からそのしくみの説明を受け、PET が水に溶けた様子を観察する。
- ② 自然状態に戻すと、PET は冷えて粉末状に生成される。
- ③ 細いガラス管をバーナーで加工し、高温・高圧に耐えられる試験管を作る演示。

■ 研究室訪問の様子



写真 1

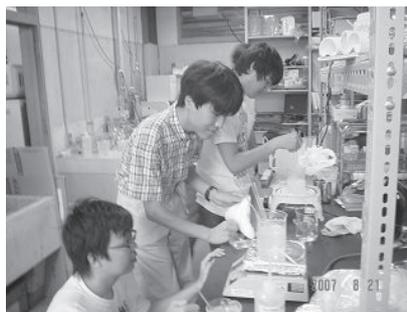


写真 2



写真 3



写真 4



写真 5

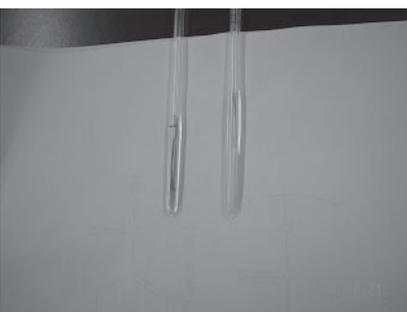


写真 6



■ 担当者所見

生存圏研究所も化学研究所も、宇治キャンパスは全体が、「社会の持続的発展を目指した先端科学の融合」を大きなテーマにすえて研究を進めていることがよくわかった。植物由来の超薄型フィルムの開発も、水だけを用いた PET の再生資源化も、環境にやさしいという観点を追求した研究の一端である。21 世紀に生きる科学者の立場を、6 年生の生徒たちはつぶさに理解できたように思う。

いずれの研究室でも、実験観察では多くの大学院生に対応していただき、生き生きとした現場の雰囲気を感じ取られた。

4-6-2 奈良女子大学研究室訪問

■ 実施概要

日時	2007年12月21日(木) 9:50 ~ 12:00		
場所	奈良女子大学 理学部・生活環境学部		
指導者	小林 毅 (理学部数学科) 岩渕 修一 (理学部物理科学科) 高橋 智彦 (理学部物理科学科) 中澤 隆 (理学部化学科) 遊佐 陽一 (理学部生物科学科) 森井 藤樹(理学部情報科学科) 三木 健寿(生活環境学部生活環境学科) 安藤 香織 (生活環境学部生活文化学科)	小磯 深幸 (理学部数学科) 吉岡 英生 (理学部物理科学科) 片岡 靖隆 (理学部化学科) 荒木 正介 (理学部生物科学科) 村松 加奈子 (理学部情報科学科) 植野 洋志(生活環境学部食物栄養学科) 米田 守弘(生活環境学部衣環境学専攻) 藤平眞紀子 (生活環境学部住環境学科)	
参加人数	1年 30名	2年 14名	生徒合計 44名 引率教員7名
構成	1. 全体会(理学部長挨拶) 2. 1時間目(50分)の研究室訪問 3. 2時間目(50分)の研究室訪問		

■ 実施内容

前期課程(中学校)の1,2年生対象のSSHプログラムである。各研究室で様々な実験装置や大学にしかない施設・設備を見学し、実際に教授や大学院生から研究内容を聞いて、理数・生活環境に関する研究の面白さ、すばらしさを体験する研究室訪問である。

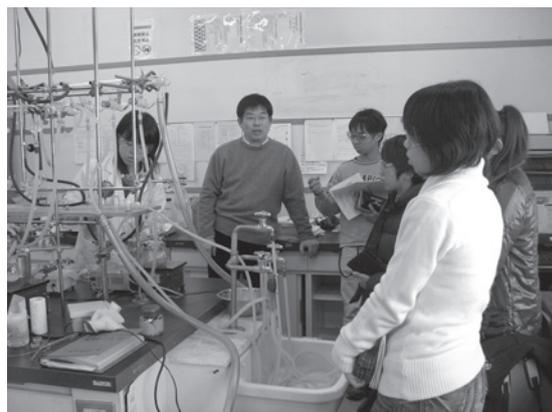
事前に生徒から見学したい研究室を聞き、人数的な調整をして訪問先を決定している。50分2時間の設定をして、2つの研究室に訪問することができる。

時間帯	1時間目	2時間目
研究室	10:00~10:50	11:00~11:50
数学科	6名	4名
物理科学科(岩渕・吉岡研究室)	6名	4名
物理科学科(高橋研究室)		4名
化学科(片岡・中沢研究室)	6名	7名
生物科学科(荒木研究室)	6名	
生物科学科(遊佐研究室)		5名
情報科学科(村松研究室)	4名	
情報科学科(可視化工房)		4名
食物栄養学科(植野研究室)	6名	
共生自然科学専攻(三木研究室)	5名	
衣環境学専攻(米田研究室)	5名	5名
生活文化学科(安藤研究室)		6名
住環境学講座(藤平研究室)		5名

研究室訪問の様子



全体会(理学部長池原先生より挨拶)



理学部化学科(片岡・中沢研究室)

■ 生徒のアンケート結果

(1) 今回、この基礎講座に参加したきっかけは何ですか

- | | |
|------------------------------|-----|
| ① 家族に勧められたから | 12名 |
| ② 先生に勧められたから | 3名 |
| ③ 友達に参加するから | 10名 |
| ④ 何となく面白そうだったから | 13名 |
| ⑤ ポスターや案内プリント等から、内容に興味を持てたから | 3名 |
| ⑥ その他 | 3名 |

(2) 今回この基礎講座に、参加してよかったですか。

よかった	なんとなくよかった	少しつまらなかった	つまらなかった
37	7	0	0

(3) 参加してどのようなことを考えましたか。感想や意見でよいので書いてください。

- ・今まで大学はほど遠いものだったけど、場所だけでなく内容も身近になった気がした。大学生の人が楽しそうだったので自分も、楽しく研究できるものを早く見つけたいです。(1年女子)
- ・自分たちが気にしていないものを快適に使うための技術を開発している人が自分の周りにいるということがわかった。(1年男子)
- ・大学生は難しいことを研究しているんだなあ。それを研究するには、今勉強している基礎が大事だ。(2年女子)
- ・さすがに難しいことも多かったけど、分からなくても興味ももててよかった。今まで難しいことは全く分からないと思っていたけれど、基本は簡単で、まず興味を持つことが大切だと思った。(2年女子)

■ 担当者所見

1,2年生にとって、大学は遠い存在であり、研究は難しいものであると考えている。しかし大学の研究室を訪問し、研究内容を大学の先生や大学院生に説明してもらうことで、難しいとは感じつつ生徒には身近なものとなった。家族に勧められて、また友達に参加するから参加した生徒も多数いるが、実際に参加して実験設備を見たり、大学生の研究する姿勢は低学年にとってもよい刺激となった。

4-6-3 他のSSH指定校との連携

■ 実施概要

日時	2007年12月25日(火)～27日(木)
場所	筑波大学遺伝子実験センター 高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 物質・材料研究機構
講師	上記の3研究所の研究者
参加人数	京都・滋賀のSSH校4校と共催、総勢生徒24名・教員10名 本校からは生徒5名(4年4名・5年1名) 教員2名
構成	1. 講義、実験・実習(1日目午後・2日目) 2. グループ発表(3日目午前)

■ 参加校

京都府立洛北高等学校、立命館高等学校、立命館守山高等学校、京都教育大学附属高等学校、本校の5校

■ 日程

11月25日(日)	午後	第1回事前学習会(京都教育大学附属高等学校にて)
12月16日(日)	午後	第2回事前学習会(京都教育大学附属高等学校にて)
12月25日(火)	午前	京都発 筑波着
	午後	実験プログラム
12月26日(水)	午前・午後	実験プログラム
	夕	発表の準備
12月27日(木)	午前	グループ発表
	午後	施設・研究所見学

■ 講座内容

<生物分野> 会場： 筑波大学遺伝子実験センター

- (A) シロイヌナズナの花のABCモデル
- (B) ヒトの遺伝子分析～アセトアルデヒド脱水素酵素を例として～

<物理分野> 会場： 高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所

- (C) Belle 実験で収集されたデータを素粒子の探索プログラムで解析

<化学分野> 会場： 物質材料研究機構

- (D) 結晶の形の不思議
- (E) 金属のねばり強さ・もろさを知る(低温脆性)

■ 生徒の感想

1日目は野菜の分類の仕方を考えたり色々な花をひたすら解剖したりしました。2日目はシロイヌナズナというとても小さな花を顕微鏡を使って解剖したり、バナナでDNA抽出実験をしたりしました。ある遺伝子が壊れたおしべとめしべだけのシロイヌナズナを顕微鏡で拡大して観察していたとき、おしべのつけ根に柱頭だけがあったのでとても不思議でした。これはある遺伝子が壊れてしまったのでめしべがもう何本か生えてしまう現象みたいです。あの3日間で一番大変だったのはやはり発表の準備でした。鎌田教授の助言により私たちはパワーポイントを英語で作りました。私はパワーポイントを作っていましたが、結構時間がかかり、結局夜中の3時ぐらまで作っていましたが、でも、皆と頑張って作っていたのでとても楽しかったです。3日間共に過ごしたグループの皆、私にとっても良い経験をさせてくださった全ての人に感謝したいです。ありがとうございました。

予習課題の「第 2 問 イベントに記録されている π 中間子の質量分布を作れ。」まったくわからない。何がわからないのかすらわからない。そもそも、中間子って何だ？反粒子って何だ？テキストを少し読んだだけなのに、大量の疑問が出てきた。本を読んでもまたわからず、学校の物理の先生に習って、やっと少しわかるようになった。あとは自分でプログラミングを行い、やっと前日に完成させることができた。これを全く誰にも聞かずに、ひとりでやっていたらどうなっていたらと思うと、かなり恐ろしくなった。なので、筑波でも絶対にわかったフリは止めようと思った。講義当日も、わからないことはたとえ先生が説明の途中でも、出来る限り質問した。結果的に、それで本当に良かったと思っている。そのことがわかったのは、発表の準備をしていたときだ。おそらくわからないところを放っておいたら、一行も書けなかったに違いない。自分の質問に答えてくださった先生方、先輩、そして遅くまでスライドの作成に付き合ってくれた素粒子のメンバーに感謝したい。

■ 講座の様子



■ 担当者所見

このサイエンス・ワークショップに本校は昨年参加している。本校の参加者は、サイエンス研究会のメンバー 3 人と 4 年生の希望者 2 人であった。彼等はすぐに他校の生徒達ともうちとけあい、お互いに協力し合って、それぞれのプログラムに積極的に取り組んだ。講義、見学、観察・実験、実験のまとめ、研究発表と 3 日間とも密度の濃い内容であったが、生徒達は普通の授業のとき以上によく質問し、生徒同士の意見交換も活発に行っていた。本校の生徒の研究発表は、原稿を棒読みするのではなく、聴衆に語りかけるような感じで、プレゼンテーションが上手であった。講師の方々は第一線の研究者であり、科学研究の素晴らしさ、面白さを生徒達に伝えたいという思いが感じられた。生徒達も実際の科学研究の一端に触れることができ、有意義な 3 日間を過ごすことができたと思う。

4-7-1 校内教員研修

《研修 1》

■ 目的 生徒の育成、特にプレゼンテーション能力の育成を中心として議論した。

■ 実施概要

日時	平成 19 年 5 月 23 日(木) 15:45～
場所	全体会：本校会議室、分科会：会議室、ゼミ 1、物理教室
対象	本校全教員
構成	1.議論の趣旨確認 2.各分科会で議論 3.全体会（まとめ）

1. 全体で、この 3 年間に行われた生徒の発表のビデオを短時間視聴
2. 分科会にて議論
分科会は本校教育の特徴の一つである 2-2-2 制をもとに、1・2 年生担当者、3・4 年生担当者、5・6 年生担当者の 3 つの部会に分かれて行った。
3. 全体会でのまとめ

(1)各分科会報告

[1・2 年生]

1・2 年次においては、スキル・テクニックよりもその前に必要なものがある。特に、コミュニケーション能力が大切である。相手を知る、話をするといった、一人から集団へと協同を目指す段階である。また、情報整理能力も必要である。聞き手は相手の伝えたいことを取り出せる能力、話し手はシンプルに表現するために伝えたいことの核となるものを抜き出す能力が必要である。さらに、1・2 年次では、面白さを出せるか、自分の言葉として伝えられるかも課題である。

[3・4 年生]

表現力も大切だが、何を伝えるのか中身も大切。中身の育成があつて、はじめて表現力の育成がある。確かに表現力を身につけるには練習が必要だが、その練習は総合学習等で行っているので、さらに全員にさせる必要はない。活躍できる場を保障しておけばよい。また、練習する場合は、相手によく理解される方法を磨くことが大切である。

[5、6 年生]

自らを語る場をたくさん設けることが必要である。発表する場が多いと、いい発表を真似して吸収していく。個性の強い生徒が多いが、出る杭が打たれないのがよい。我慢せずに語れる雰囲気がある。論理立てて説明すること、具体例を使うこと、自分の言葉で話すことという点は、すでにさまざまな教科で実践している。

(2) 各分科会報告を受けて ～ 鮫島(本校教諭・スーパーバイザー) ～

テクニックの面で言えば、機材が多いほうが良い。だから、機材の使用方法を教える必要はあるが、大切なのは「プレゼンすることはいかに楽しいか」を伝えることだ。発表の場が多ければお互いに評価してもらうのが楽しくなるのではないか。また、他者の発表から自分と異なる着眼点に気づき、新しい課題が見えるのも楽しいと思う。発表・評価・人とつながる。自分が成長したことがわかることも大切である。

さらに、機材よりも一番のメディアは人である。いろいろな表現方法がある。自分のメディア能力を高めることが大切である。仲間ができる、社会ができる、文化を創る、そういう点で

プレゼンテーション自体は楽しい。中身をいかに伝えるかの点でテクニックがいる。楽しいことは放っておいてもやる。楽しくないとテクニックに走る。

《研修 2》

■ 目的 全国 SSH 生徒研究発表大会(平成 19 年 8 月 3 日)において、文部科学大臣奨励賞を受賞したサイエンス研究会物理班の発表報告、および意見交換を行った。

■ 実施概要

日時	平成 19 年 8 月 30 日(木)
場所	本校会議室
対象	本校全教員
構成	1.大会報告(ビデオ視聴) 2.リテラシーについて 3.意見交換

大会報告については、生徒の研究内容もさることながら、プレゼンテーションがすばらしく、この 2 年あまりの経験が生きているというのが全体的な感想であった。自分の言葉で堂々と発表ができていたし、フロアから出る様々な質問や意見に対しても、速やかに的確な応答ができていた。

その後、SSH 指定に伴って、本校で生徒たちに身につけさせる目標としているリテラシーについて、数学科と理科から具体的な資料が示され、教員全体で共有した。授業の中で、また、サイエンス研究会の活動を通して、個々の教員がどのような意識で実践していくかということについて、議論し確認しあうことができた。

《研修 3》

■ 目的 数学科と理科から 2 名ずつ授業を公開した。教員全員が教科の枠を超えて授業を観察し、意見交換を行った。

■ 実施概要

日時	平成 19 年 11 月 6 日(火) 15 時 15 分～18 時
場所	公開授業および議論：1 年 C 組 HR、PC2 教室、化学教室、生物教室 全体会：本校会議室
対象	本校全教員
構成	1.授業(15 時 15 分～16 時) 2.研究協議 3.全体会にて意見交換

[公開授業 1]

テーマ	基礎数学 I (幾何) 「作図とその応用」
場所	本校 1 年 C 組 HR 教室
授業者	川口慎二(本校数学科教諭)
学級	1 年 C 組 40 名(男子 19 名、女子 21 名)
単元目標	円や垂直二等分線、角の二等分線などの定義および性質を理解する。また、それらの作図方法を習得し、作図を用いて種々の問題が解決できる。さらに、作図の過程を文章で説明することにより、論理的表現力を育む。

現実的な問題を理想化・単純化することにより、幾何の問題として捉えることができることおよび、図形の性質をもとに判断し、必要な作図を活用して問題の解決を目指す。課題は、PISA の問題を利用した。実際の写真から幾何的な三角形を取り出す抽象化は、普段どおりうまくできた。

[公開授業 2]

テーマ	総合数学「モンキーハンティング」
場所	本校 PC2 教室
授業者	眞鍋玲子(本校数学科教諭)
学級	5年生 総合数学 選択者 15名(男子5名、女子10名)
単元目標	身近な生活の中で体感できる斜方投射・自由落下を、数学を用いて解析する。数学と自然現象とのつながりを経験させる。

本校生徒が4年生までに学んだ複数の教科・各分野の既習事項が豊富に関係している教材である。数学と理科という異なる分野で学んだものだけでなく、同じ数学という教科内の異なる分野で学んだこともつながる教材である。さらに、ベクトルや図形の媒介変数表示、斜方投射の内容に触れることができる教材でもある。

[公開授業 3]

テーマ	自然探究 I 「酸とアルカリ」
場所	本校化学教室
授業者	藤澤育子(本校理科教諭)
学級	3年B組 41名(男子20名、女子21名)
単元目標	すでに学習している原子について、その構造・電子配置を学ぶ。目に見えない水溶液中のイオンの存在を電解質・非電解質の実験から明確にし、イオンの生成についても学習する。その後、「酸とアルカリ」で、酸性・中性・アルカリ性などを実際の生活の中に関連づけて考えさせ、酸性を示す水素イオン、アルカリ性を示す水酸化物イオンの存在に気づかせる。さらに「酸とアルカリ」の中和反応が、互いの性質を打ち消す反応であることを、イオンのモデル図などを用いて考えさせ、中和反応の化学反応式を完成させた上で、量的関係にも気付かせていきたい。

イオンの生成について、原子の構造とその電子配置に関連づけて学んだ後、「酸・アルカリ」の性質、中和反応の理解へとつないでいくなど、科学的思考を深めていくことは、科学的リテラシーとの関連から重要である。さらに、酸性雨を考えることで環境問題にも触れ、日常生活と結びつけたい。また、「環境学」のテーマ設定への動機付けにもつなげ、科学的リテラシーを深めた。

[公開授業 4]

テーマ	生物 I 「動物の発生」
場所	本校生物教室
授業者	櫻井 昭(本校理科教諭)
学級	5年生生物 I 選択者い組 27名(男子8名、女子19名)
単元目標	受精卵から多細胞生物が発生していく様子を、各発生ステージで固定された胚の観察を通して、生徒に正確に捉えさせる。また、それと同時に観察力と考察力を身につけさせる。そして、細胞のダイナミックな動きを追うための方法などを考えさせることにより、科学的思考能力を身につけさせる。さらに、生物学の基礎を学ぶことで、現代の科学技術(特に医学分野)への正しい理解を促す。))

動物の発生を学ぶことで、生物の「命」についての科学的な捉え方を養いたい。そして、どのようにしてこのメカニズムが解明されてきたのか、その発見方法を考えさせることで、科学的思考力を身に付けさせたいと考えている。さらに、近年医療現場で脚光を浴びている「ES 細胞」にも触れ、現代の科学技術とその応用について深く知ることで生徒の科学的リテラシーを育成する。

■ 評価・反省

教科の枠を越えて授業を観察し、議論できたことは有意義であった。リテラシーに関する授業観察用紙(評価シート)は、初見では書きにくく、授業をきちんと評価することは困難である。リテラシーに特化した観察用紙であるので、授業の一部を観察できればよいが、クラスターやレベルによる分類は難しい。リテラシーについては、観察者用に自由に記述してもらい、授業者や教科でそこからどのクラスターかレベルかを判断することにした。

《研修4》

■ 目的 本校生徒を対象とした基礎調査結果(本誌 4-1-1 参照)に基づき、今後の本校における SSH の方向性を探った。

■ 実施概要

日時	平成 20 年 1 月 31 日(木)
場所	本校会議室
対象	本校全教員
構成	1.資料に基づいて考察 2.意見交換

① 「基礎調査」に関して

3 年間にわたる基礎調査の結果、本校生徒の生活および学習の傾向が把握できた。これらをどのように教育的に捉えるか、活かしていくかを考える必要がある。

② PISA(OECD 生徒の学習到達度調査)に関して

本校生徒は、世界平均・日本平均と比較して高い正答率であり、また無答率も少ない。現実問題をかなり数学的・科学的に処理できると思われる。しかし、公開されている数少ない問題を用いて調査を行ったので、この結果からどこまで言及できるかが疑問である。リテラシーの高さをどのようにして測るのか、また本校はどのようなリテラシーを目指すのか、などが今後の課題である。

③ 生徒インタビューに関して

今回は SSH 指定を受けてからの 3 年間で過ごした 6 年生にインタビューを試みた。サイエンス研究会の物理班・生物班の生徒各 1 名、および、理科系であったがサイエンス研究会には参加しなかった生徒 1 名の計 3 名を対象とした。

今後は、文科系でありながら講演会に参加している生徒などにも話も聞きたい。さらに、生徒インタビューなど、ケーススタディを読み解くことも行っていきたい。

4-7-2 校外教員研修

■ 実施概要

テーマ：遺伝子解析の方法を体験しよう

日時	2007年8月7日～8日
場所	本校 生物教室および生物器具室
講師	矢野 幸洋（本校教諭） 櫻井 昭（本校教諭）
参加人数	教員5名（小学校教員4名、高等学校教員1名）
構成	1.講義と実習 2.質疑応答

この講座は奈良県立教育研究所と本学が共催で実施している。また、科学技術振興機構先端学習支援課の教職員向け研修会・交流会等支援の補助により実施されたものである。

■ 講座内容

(1) DNA鑑定を体験しよう

オリエンテーションを行った後、マイクロピペットの使い方練習を行う。その後以下の手順でDNA鑑定をキットを使って行う。

PCRチューブに試薬を入れ、PCR反応にかける(約1.5時間)。PCR反応は、DNAの特定の部位だけを増やすことができる方法で1987年に開発された。

のDNAを電気泳動にかけるために、アガロースゲルの準備を準備し、ゲルのウェル（小穴）にDNAを入れる。

電気泳動にかけた後、ステインで染色を行う。

染色した後、バンドを較べて犯人を特定する。

なお、実験に待ち時間を利用して、DNAシーケンスの原理と使用法の講義も行う。

使用キットは、バイオラッド社「Crime Scene Investigator キット」を使用する。

(2) DNAの抽出について考える

DNA抽出の様々な方法について説明の後、洗剤・アルコール・食塩を用いた台所でもできるDNA抽出を、ブロッコリーのつぼみを使って行う。これはつぶしたブロッコリーに洗剤と食塩を混ぜた液を入れ、最後にアルコールで抽出するものである。全員が粗DNAを抽出することができた。

(3) まとめとアンケート

講習の終えての感想や意見を聞いて終了する。

■ 講座の様子



■ 受講者の感想

(1) この公開講座に参加しての総括的な感想はどうでしたか。

	期待通り	だいたい期待通り	期待通りでない部分も有	期待したほどではない
2006年	2	6	0	0
2007年	4	1	0	0

(2) 内容の理解度についてお尋ねします。

	よく理解できた	だいたい理解できた	半分くらい理解できた	ほとんど理解できなかった
2006年	0	3	4	1
2007年	0	4	1	0

(3) 感想や意見（2007年度実施分について）

- ・実際に実験・実習をしたことについてはよく分かりましたが、初めての分野のため基本的な部分はやや難しかったです。レジュメをもとに学習したいと思います。意欲をかきたててくれる講座でした。
- ・何も分からない者にもていねいに詳しくそして暖かくお教え頂き大変ありがたかったです。未知の世界に一步足を踏み入れることができたという気がします。先生方の人柄のすばらしさにも感動しました。
- ・貴重な体験をさせていただきました。準備も大変だったと思います。タマネギやバナナも扱ってみたいかったです。
- ・楽しく参加できました。
- ・ふだん私たちの生活の中で耳にすることはあっても実際に目にすることのなかったDNA。タンパク質ならあってあたりまえのふつうのものなのに、単純で難解で面白かった。下準備の補助を親切にしてくださいありがとうございました。
- ・今回のように小学校現場ではあまり経験できないような講座を、今後希望します。

■ 担当者所見

今回実施した講座は、奈良県立教育研究所（奈良県教育委員会後援）と本学共催の教員対象の公開講座で、今年で2回目となる。小学校教員4名、中学校教員1名、高等学校教員1名の合計6名の参加申し込みがあったが、実際には2日とも参加は4名、1日参加は1名であった。今回は2回目ということもあり、前回の内容がやや難しかった（前ページの表の受講者感想 2006年参照）という反省点にたち改善を行った。つまり、できるだけ分子生物学の最新の情報に触れてもらう一方で、基礎的な部分を厚くし、学校現場でも生かせる教材の紹介も入れて行った。

1日目は最新の分子生物学の内容で、2日目は簡易DNA抽出を行ったが、いずれも好評であった。専門分野の実験器具に直接触れることにより、現在の自然科学の研究を身近に感じてもらったものと思う。科学への理解を深めるひとつのきっかけとしてこのような公開講座を開くことには十分意義があり、次年度は参加者の負担をできるだけ減らす点も考慮して1日だけの実施も含めて検討し、実施していきたいと思う。

平成 19 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（特別枠研究）（要約）

① 研究開発課題	<p>大学との連携に基づき、生活に関わる現象・体験を、科学的に理解することのできる「生活科学リテラシー」を育成するため、文理融合型・科目横断型の総合教科、新科目を創設し、カリキュラムを研究開発・実施する。</p>
② 研究開発の概要	<p>生活体験を科学的に理解し、課題を設定して解決することのできる「生活科学リテラシー」を育成するための研究を行った。本年度より、総合教科「生活科学」、学校設定科目「科学と技術」の実践研究に入った。SSHの研究による自然科学リテラシーと、特別枠研究による生活科学リテラシーを連携させながら、両方の能力を育成するためのカリキュラム開発と教材開発に取りかかった。</p> <p>総合教科「生活科学」では、奈良女子大学生活環境学部と連携し、大学教員の講演会を実施するとともに、奈良女子大学大学院生の協力を得て、特別講義を実施した。「科学と技術」では、科学技術のブラックボックス化現象に挑戦すべく、通信手段としての電波を操る方法を試行錯誤しながら学習することを課題とした。さらに、サイエンスカフェに取組み、専門家と一般市民をつなぐ方向性を模索した。</p>
③ 平成19年度実施規模	<p>4・5年の生徒を対象に実施した。</p>
④ 研究開発内容	<p>○研究計画</p> <p>■平成19年度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・総合教科「生活科学」を開講し、教材開発およびカリキュラムの研究を行う。 ・学校設定科目「科学と技術」を開講し、教材開発およびカリキュラムの研究を行う。 ・奈良女子大学の教員・大学院生と連携して、「生活科学」の教材開発・カリキュラム・授業方法の研究を行う。 ・「科学と技術」の教材開発のために、科学史の専門家や代替エネルギー研究者による特別授業や講義を実施する。 <p>○具体的な研究事項・活動内容</p> <p>■生活科学</p> <ul style="list-style-type: none"> ・保健体育科、創作科(家庭)、理科の教員と教育課程委員が中心となり、後期課程5年生の実態に即した総合教科の教材開発に取り組んだ。 ・担当教員の専門性を活かした「出店授業」と奈良女子大学の教員および大学院生による「特別講義」の連携を図り、学習効果を上げる授業方法の研究を行った。 ・「出店授業」を実施しながら授業の形成的評価を行い、講義と実習の効果的な組合せや授業構

成について実践研究を進めた。

- ・大学教員および大学院生、専門家による特別講義を4回実施するとともに、大学教員による講演会を1回実施した。外部講師の特別講義および講演会の年間カリキュラム上への位置づけについて研究した。
- ・公開研究会において「生活科学」の研究授業を行い、授業評価およびカリキュラム評価を実施した。

■科学と技術

- ・創作科(技術)、理科の教員と教育課程委員が中心となり、後期課程4年生の実態に即した科学技術教育の教材開発に取り組んだ。
- ・担当教員(技術)の専門性を活かしつつ、理科(物理)分野の内容を導入する授業展開について協議し、授業研究を行った。
- ・年間カリキュラムに基づいて、外部講師による科学史の講義を行った。
- ・代替エネルギーの授業実践に関わって、事前研修および外部講師による講義を実施した。
- ・公開研究会において「科学と技術」の研究授業を行い、授業評価およびカリキュラム評価を実施した。

■奈良女子大学との連携

- ・奈良女子大学生生活環境学部の米田守宏准教授による「生活科学」特別講義を実施した。
- ・奈良女子大学生生活環境学部の久保博子准教授による「生活科学」講演会を実施した。
- ・奈良女子大学大学院生酒井茉帆氏による「生活科学」特別講義を実施した。

■他大学等との連携

- ・天理大学体育学部講師の松本範子氏による「生活科学」特別講義を実施した。
- ・臨床心理士(本校スクールカウンセラー)の良原恵子氏による「生活科学」特別講義を実施した。
- ・京都大学生存圏研究所の篠原真毅准教授を招いてサイエンスカフェを実施した。
- ・足利工業大学の牛山泉教授による「科学と技術」特別講義を実施した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

「生活科学」および「科学と技術」の教材の開発とカリキュラム研究を行うことができた。

「生活科学」においては、外部講師の特別講義および講演会を年間カリキュラムに位置づけることができた。「科学と技術」においては、科学史における科学技術の発達を踏まえた教材開発ができた。

○実施上の課題と今後の取組

「生活科学」においては、本校教員の授業と大学教員・大学院生の授業等との連携をさらに強めていく必要がある。そして、開発した教材やカリキュラムの検証・評価を行う。

「科学と技術」においては、サイエンスカフェや代替エネルギーの年間カリキュラムへの位置づけを検討する必要がある。そして、全く新しい教科枠組みであることから、開発した教材やカリキュラムについて、生徒の授業評価や公開研究会などによる外部評価を実施し、検証していく必要がある。

平成 19 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題（特別枠研究）

① 研究開発の成果

「生活科学」の研究においては、前年度まで実施してきた総合教科「健康」を基にして、後期課程5年生の実態に即したカリキュラムにするための実践研究を行った。身の回りの事象を科学的にとらえる視点を獲得できるように、体験的な実習や実験を組み入れながら、理論的な裏付けの特別講義などを、大学教員等との連携において実施した。このことによって、中等教育と高等教育をつなぐ枠組みを作り出す端緒を見いだすことができた。さらに、本校担当教員にとっては、大学教員や大学院生、その他外部講師との連携によって、教材の開発や教材研究に深みが増し、教員としての力量を高めることにつながった。

「科学と技術」の研究においては、現在の学習指導要領の枠組みでは実施できなかった最先端科学に対する認識を深めるための実習授業を実践研究することができた。生徒にとって身近な科学技術製品である携帯電話を例に、ブラックボックス化現象の解明に挑戦する取り組みを行えた。サイエンスカフェスタイルの特別講義を外部講師によって実施し、科学技術コミュニケーションの重要性を体験する機会をつくることができた。

また、「生活科学」、「科学と技術」とともに、公開研究会において授業公開し、授業評価を受けるとともに、研究協議ではカリキュラムの理念、目標、ねらいなどについても、外部評価を受けることができた。

② 研究開発の課題

「生活科学」においては、本年度実践した教材やカリキュラムについてさらなる改善を図り、生徒のアンケートやレポートなどを資料として、教材の適否やカリキュラムの有効性について検証・評価を行うことが課題である。さらに、次年度に向けては、理科の教員の参加による総合教科「生活科学」の完成度を高めていかねばならない。本年度実践したカリキュラムに理科的な視点を導入した新たな枠組みの構築を目指すことになる。

また、本学の教員や大学院生による講義・実習・授業等と、本校教員の授業との連携をさらに強化していく必要がある。そして大学教員等の特別講義や講演会を含むカリキュラムの有効性を明らかにするとともに、体験と理論に裏打ちされた生活科学リテラシーは剥落しない知識であることを証明するデータを集積していかねばならない。

「科学と技術」においては、本年度実践した年間カリキュラムの有効性を検証・評価していくことが課題である。特に、サイエンスカフェや代替エネルギーの授業をカリキュラムに位置づけるためには、授業の前後のつながりを含めて、エネルギー問題を取り扱うねらいや目的の必然性を明らかにしなければならない。そのためにも、科学技術発達史への理解を深め、先端科学の知見に基づく「ものづくり」の実践研究を継続していくことが必要である。

第1章 研究開発の概要

1 研究開発課題

大学との連携に基づき、生活に関わる現象・体験を、科学的に理解することのできる「生活科学リテラシー」を育成するため、文理融合型・科目横断型の総合教科、新科目を創設し、カリキュラムを研究開発・実践する

2 研究計画

(1) 研究の概要

生活体験を科学的に理解し、課題を設定して解決することのできる「生活科学リテラシー」を育成するために、総合教科「生活科学」、学校設定科目「科学と技術」を創設し、自然科学リテラシーと生活科学リテラシーの両者を連携しながら育成する。そのためのカリキュラム開発と教材開発を行う。

また、「生活科学」担当者は、奈良女子大学(以下、本学)教員および大学院生と協力して、中等教育と高等教育をつなぐ授業実践を行う。

(2) 研究開発の実施規模

全校生徒を対象に実施する。

(3) 現状の分析と研究の仮説

① 「生活科学リテラシー」の育成

経済協力開発機構(OECD)によるPISA(2003)や、国際教育到達度評価学会(IEA)によるTIMSS(2003)等の国際的な調査における結果では、日本の生徒の理数に関する知識はトップクラスであるが、理数を学ぶ楽しさや必要性は感じていないといえず、科学と生活の関連づけが弱い。

このような現状を打破するためには、生徒の理数の学習への動機づけや、理系、文系を問わない科学技術リテラシーの向上が重要だと考える。本校は、理数に特化しないで自然科学リテラシーを育成するSSHカリキュラムの研究と、前期課程生(中学生)が参加するSSHプログラムを実践してきた。この、本校SSHの理念に加えて、次の基本理念が必要だと考える。

1. サイエンスの原点に戻り、身の周りの問題に目を向けさせる
2. 生活に関わる現象を、科学という目を通して見つめさせる
3. 生活に関わる現象を、科学的に説明できる

もちろん、自然科学リテラシーを育成するSSHカリキュラムにおいても上記3点を意識してはいるが、この観点をより前面に押し出した「生活科学リテラシー」を育成する必要があると考える。

生活科学リテラシーに関係する学問分野としては、本学生活環境学部の食物科学・衣環境学・住環境学・生活文化学、文学部のスポーツ科学講座などがある。また、中等教育における教科としては、創作科(技術・家庭・美術・音楽)・保健体育科・理科が中心となる。これらの教科が融合する形で教育を行い、その中で生活科学リテラシーを育成する。この生活科学リテラシーの育成は、理科・数学科が中心となる自然科学リテラシーの育成にも、大きな後押しになると考える。

② 研究の仮説

①で述べた生活科学リテラシーの考えをもとにして、本研究における仮説を、以下のように設定する。

■研究仮説■

生活体験を科学する力「生活科学リテラシー」を育成する教育を行うことで、科学技術の基礎概念の理解が深まり、大人になっても、その知識やリテラシーは剥落しない。さらに、理数の学習への動機づけ、興味づけともなり、「自然科学リテラシー」の育成をも助ける。

この仮説を分節化し、より具体化すると以下ようになる。

A. 生活科学リテラシーの育成

創作科・保健体育科・理科が中心となって、生活体験を題材として科学的な視点から理解し、課題を解決する総合教科と学校設定科目を創設し、カリキュラムを開発することにより生活科学リテラシーを育成することができる。

B. 問題提起型・実体験型学習システムの構築

総合教科・新科目において、従来の教科学習の枠を超えて、文理融合型・科目横断型・問題提起型・実体験型の学習を行うためのカリキュラム・教材を開発する。このような学習を行うことにより、科学と生活を密接な関係として捉えることができ、大人になっても剥落しない生活科学リテラシー、自然科学リテラシーを育成することができる。

(4) 研究内容・方法・検証・評価

すでに研究開発を進めている、自然科学リテラシーを育成するSSHプログラムと連携しながら、新科目の創設を中心として、以下のように研究を進める。

① 「生活科学」の開講とカリキュラム・教材開発

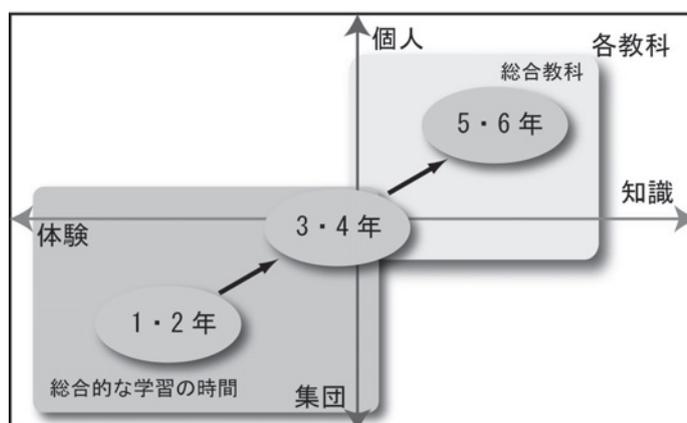
平成18年度は、保健体育科・創作科(家庭)・理科が中心となって、身近な事象を題材として生活体験を科学的な視点から理解し、課題を解決する総合教科「生活科学」(5年2単位必修)の開講準備とカリキュラム開発を行った。

本校は、平成元年度～平成3年度の研究開発学校として、総合教科「奈良学」、「環境学」を開発し、現在の学習指導要領における「総合的な学習の時間」の先駆けとなった。

平成16年度からは、保健体育科・創作科(家庭)が中心となり、総合教科「健康」(5年1単位必修)を開講している。この「健康」を、より生活に密着し、科学的にとらえ直して学習する総合教科「生活科学」に再編成して平成19年度より開講するために、生活科学リテラシー育成の中心となる「生活科学」のカリキュラム開発を進めてきた。

その結果、以下のようにカリキュラムの概要を確定した。

発達段階における総合学習



■目標、育てたい力を、以下のように設定する

目
標

日常生活における諸現象を科学的な視点でとらえ、判断する力を育成する。

育 て たい 力	関心・意欲・態度	思考・判断	表現・発表	知識・理解
	日常生活におけるさまざまな問題に関心をもち、科学的・論理的にみつめることができる	学習するなかで浮かび上がってくるさまざまな問題点や疑問点の解決に努める	自らの考えを科学的・論理的に整理し、他者に伝えることができる	幅広い視点・観点から日常生活を見直し、科学的・論理的に整理し、考察しなおすことができる

■担当者は4人とし、1学年を4講座展開する

■担当者の得意な分野のテーマを設定し、それらが有機的に連携して生活科学全体のテーマを構成する

■担当者が4講座において順番に、講義・実験・実習・討論等を行う個別講座(30人)と、大学の教員・大学院生による講演・特別講義の全体講座(120人)の両講座でカリキュラムを構成する

平成19年度はこの枠組みに沿って実践しつつ、教材の開発とカリキュラムの検証・評価を中心に研究を進める。その際、本学の生活環境学部および文学部スポーツ科学講座の教員・大学院生と連携した研究・教育体制を確立する。そして、大学の教員の力を活用する上で重要なポイントとなる、本校教師の授業と外部講師の授業とをつなぐ事前指導・事後指導の方法や内容の研究を進める。

また、生活体験を科学することを通じて、自然科学がどのように生活に活用されているかの理解を深めることのできる、下記の例のような教材開発を行いつつカリキュラム開発を進める。

■プラスミド抽出装置を利用して、遺伝子組み換え食品に迫る。遺伝子組み換え食品について、心情的・定性的な理解で済ませるのではなく、実験を通じて科学的・定量的に理解することにより、生活科学リテラシーを育成する。例えば、1週間に食べたものを記録させ、そのデータから体内に取り込んだ質量を算出し、実際の体重の増加と比較することによって、体内で何が起きているかを考えさせる。また、食物はどこから得たものかを考えさせ、命のつながりを考えさせると同時に、化学的に分析し質量などを測ることによって食物連鎖を定量的に理解させることができ、これら一連の学習により科学の方法を身につけさせることができる。

■「衣・食・住を科学する」をキーワードに、例えば、被服材料においては新素材を、住環境においては理想の家を、食と健康においては甘味と旨味を、実験・実習やワークショップの中で科学する。

■「適度な運動」は、健康的な生活を送るための絶対的な条件であるが、各個人にとっての「適度な運動」の感覚を、脈拍モニターを用いて心拍数に着目することで科学的に明らかにする。

■脳波計を活用して、身体の調子やストレスの具合、リラックス度合い等によって脳波の様子が違うことを体験し、自分の身体を科学的・客観的に把握できることを理解する。

■「スポーツを科学する」をキーワードに、例えばスポーツにおける身体的負荷を科学的に分析する。さらに、プロスポーツにおけるマーケティング、マネージメントを社会科学的な側面から分析・理解する。

② 「科学と技術」の開講とカリキュラム開発

平成18年度は、創作科(技術)・理科が中心となって、科学と技術との関係について理解を深め、科学技術社会における実践的なデザイン能力を育成する学校設定科目「科学と技術」(4年2単位選択必修)の開講準備と、カリキュラム開発・教材開発を行った。

教育課程委員会のリーダーシップのもとで、生活科学リテラシー・自然科学リテラシーの育成を目指す「科学と技術」のカリキュラム・教材開発を進めてきた結果、以下のようにカリキュラムの概要を確定した。

■目標、育てたい力を、以下のように設定する

目 標	科学と技術との関係について理解を深め、科学技術社会における適切な判断能力を身に付け、市民が身につけておくべき科学の知識と素養を、21世紀の「ものづくり」に必要な基本的能力
--------	---

	として育成する。			
育 て たい 力	関心・意欲・態度	思考・判断	表現・発表	知識・理解
	身近なものの中に見える科学技術に対する製作的また知識獲得の意欲・態度の育成	製作の中に息づく科学的な理論についての知識の獲得	製作を実現するための総合的技術の習得	設計・製作を通じた工創的自己実現の達成

■創作科(技術)と理科が中心となり、教科融合型・体験重視型の授業を中心に、創作科(技術)教員が実践を行う

■ 科学史への知見や実験が必要な場合には、理科(物理)の教員が授業を行うこともあり、大学教員が最先端の講義を実施することもある

平成19年度はこの枠組みに沿って実践しつつ、教材の開発とカリキュラムの検証・評価を中心に研究を進める。教材開発については、科学技術そのものや、科学技術と社会環境の関係を適切に判断する力をつける、下記の例のような教材開発を行いつつ、カリキュラム開発とその評価の研究を進める。

■エネルギー・発電について学習する中で、風力発電の模型を組み立て、風力発電の構造や科学的原理を理解する。そして、風力発電機の羽根などのデザインについて考察し、発電効率を実験によってデータ化することで、力学理論を実証的に学ぶ。

■電磁気の中でも電波に着目し、通信手段として電気を操る手段を自分たちの手で作り上げる経験をさせ、工学的な興味・関心と科学的リテラシーを育成する。

さらに、「科学と技術」を選択した生徒がコーディネータとして「サイエンス・カフェ」(科学者と一般市民が科学について議論する場)などを実施し、生徒のみならず一般の人たちにも開かれた「場」づくりができるカリキュラム編成についても研究を進める。

③ 本学教員・大学院生との連携の研究

生活科学リテラシー育成のためのカリキュラム開発や教材開発において、本学教員との連携を図る。

また、生活科学・自然科学を専攻する本学人間文化研究科(大学院)の学生が、「生活科学」の実践を中心に、ティーチングアシスタント(TA)あるいは非常勤講師として附属で授業を実践するプログラムを研究する。最新の知識をもつ大学院生が教えることで、生徒たちには身近な将来像にもつながり、学習意欲の向上が期待できる。また、中等教育の生徒に最新の事柄をわかりやすく教えることは、大学院生にとっても物事の本質を見極めて研究を進めていく上で有益であり、科学技術の分野における女性研究者の育成に有効であると考えられる。さらに、教育現場を体験することにより、教職を将来の職として認知することができるので、優秀な女性教員人材の養成と確保につながると思われる。

これらによって、本校教員にとっては最新の研究内容を知ることによって刺激を受け、よりレベルの高い教育研究活動につながることが期待できる。

④ 検証・評価方法

「生活科学」のカリキュラムや教材を、レポート・発表・実習・課題の到達度(ポートフォリオ)で検証・評価する。さらに、自己評価シートの活用も考える。

「科学と技術」のカリキュラム・教材は、作品やレポート、自己評価・他者評価等で検証・評価を行う。

大学教員や大学院生による講義・講演・授業は、生徒のアンケートやレポート、ポートフォリオ等を利用して、検証・評価する。

第2章 研究開発の経緯

教育課程委員

1 「生活科学」

(1) 経緯

生活科学リテラシーを育成するための総合教科「生活科学」を2007年度より開講するために、カリキュラム研究と教材開発を行ってきた。

まず、「生活科学」の理念・目標について、保健体育科・創作科(家庭)・理科と教育課程委員の教員を中心に議論を行い、共通理解を図りながら下記のように確定した。それと平行して、カリキュラムの大枠についても議論を進め、カリキュラムを具体化する中で、学習活動の特徴や担当教員・教科、評価方法等についても議論し、共通のイメージを作り上げていった。カリキュラムの概要については昨年度末に確定し、それに基づいて担当者の決定や具体的な授業の展開について研究を進め、SSHとして同様の研究を進めている長崎西高校への学校訪問研修も行った。

教材開発については、保健体育科・創作科(家庭)・理科の教員の専門性を生かしながら研究を進め、一部は現行の総合教科「健康」などにおいて試行実践した。また、2007年度の開講に向けて本学との連携を図り、生活環境学部の久保教授の講演や、大学院生のTAによる授業実践の研究を行った。

(2) 目標と育てたい力

目 標	日常生活における諸現象を科学的な視点でとらえ、判断する力を育成する。			
育 て た い 力	関心・意欲・態度	思考・判断	表現・発表	知識・理解
	日常生活におけるさまざまな問題に関心をもち、科学的・論理的にみつめることができる。	学習するなかで浮かび上がったくるさまざまな問題点や疑問点の解決に努める。	自らの考えを科学的・論理的に整理し、他者に伝えることができる。	幅広い視点・観点から日常生活を見直し、科学的・論理的に整理し、考察しなおすことができる。

2 「科学と技術」

(1) 経緯

生活科学リテラシーを育成するための学校設定科目「科学と技術」を2007年度より開講するために、カリキュラム研究と教材開発を行ってきた。

まず、「科学と技術」の理念・目標について、創作科(技術)・理科と教育課程委員の教員を中心に議論を行いつつ、小林傳司氏(大阪大学コミュニケーションデザイン・センター教授)、北川美宏氏(社会貢献推進室大川センター長)、牛山泉氏(足利工業大学総合研究センター長)による3回の教員研修を行って、カリキュラム編成および内容についての基礎的研究を進めた。また、目標と育てたい力を下記のように確定した。

さらに、担当者間で議論を深め、カリキュラムの具体化、教科融合型・体験重視型の教材の研究開発を進め、創作科(技術)の教員が各種研究会でその成果を発表した。

(2) 目標と育てたい力

目 標	科学と技術との関係について理解を深め、科学技術社会における適切な判断能力を身に付け、市民が身につけておくべき科学の知識と素養を、21世紀の「ものづくり」に必要な基本的能力として育成する。			
育 て た い 力	関心・意欲・態度	知識・理解	技術・技能	創意工夫する能力
	身近なものの中に見える科学技術に対する製作的また知識獲得の意欲・態度の育成	製作の中に息づく科学的な理論についての知識の獲得	製作を実現するための総合的技術の習得	設計・製作を通じた工創的自己実現の達成

第3章 研究開発の内容

第1節 「生活科学」

「生活科学」とは、大学との連携に基づき、生活に関わる現象・体験を、科学的に理解することのできる「生活科学リテラシー」を育成するため、文理融合型・科目横断型の総合学習として創設したものである。

〔1〕はじめに

実施初年度となる2007年は、保健体育科教員2名と家庭科教員2名の計4名で担当することとなり、これまでの様々な議論を踏まえ、担当教師が順番に授業するいわゆる「出店授業」と、本学および他の研究機関をも含めた外部講師による「特別講義」及び「講演会」という構成とした。(表参照)

「出店授業」では、教師4人がそれぞれ30名の講座を担当し、90分の講義を4回連続で担当する。「特別講義」は前半2回分の出店授業が終了したところで、3人の講師による講義(各90分)を組み入れた。年度後半には120名全体を対象に「講演会」を3回計画している。講義概要等を以下に示す。

生活科学年間計画表 (2007年度)

回数	日時	い	ろ	は	に
1	4月16日	オリエンテーション			
2	4月23日	特別講義(講師:植野前校長)			
3	5月7日	講義 (大内)	講義 (中川)	講義 (永曾)	講義 (原田)
4	5月14日				
5	5月21日				
6	5月28日	講義 (原田)	講義 (大内)	講義 (中川)	講義 (永曾)
7	6月11日				
8	6月18日				
9	6月25日				
10	7月2日				
11	9月10日	特別講義① (クラス単位)	特別講義② (クラス単位)	特別講義③ (クラス単位)	
12	9月19日	特別講義③ (クラス単位)	特別講義① (クラス単位)	特別講義② (クラス単位)	
13	10月22日	特別講義② (クラス単位)	特別講義③ (クラス単位)	特別講義① (クラス単位)	
14	11月5日	講義 (永曾)	講義 (原田)	講義 (大内)	講義 (中川)
15	11月12日				
16	11月19日				
17	11月26日				
18	12月3日	講演会①			
19	12月17日	講演会②			
20	1月21日	講義 (中川)	講義 (永曾)	講義 (原田)	講義 (大内)
21	1月28日				
22	2月4日				
23	2月18日				
24	2月25日	講演会③			
25	3月3日	評価			

〔2〕活動内容

1) 担当教師による出店授業

■「衣生活と住生活」(原田美知子)

衣生活と住生活について、実験・測定・調査などを実施して科学的に考察し、生活との関連や課題を発見する。さらに、今後の生活に応用できる力を養う。

①被服材料について調べよう。

繊維の鑑別法や性能について実験し、実験結果と資料から、布について、分析・考察する。

②住生活について考えよう。

校内の住環境についてテーマごとに調査・測定・実験などを行い、考察する。さらに、それらを生かして「理想の家」(主にLDK)について提案する。または「奈良町の民家」を見学して、考察する。

■「食と健康」(永曾義子)

日常生活の中には、食と健康に関連する情報や健康食品とうたわれた様々な商品が氾濫している。それらを信用し情報を鵜呑みにしてしまうのか、疑問を持つのかは個人の判断にゆだねられる。一方、とり過ぎることによって健康を害する食品や健康を害するような、問題ある食生活を送る人たちも多く、近年メタボリックシンドロームがクローズアップされている。高校生は市場の新製品に左右されがちであるため、彼らをターゲットにした商品も多く登場する。このような中で、正しい知識を持ち、将来にわたって健康的な食生活を送り、自己の能力が最大限に発揮されるような食についての認識を持つことはよりよく生きていくために重要である。そこで、身近な食品に潜む成分分析・糖度計による測定実験、栄養素の代謝や栄養バランスについて学び、現代食生活の課題や食を取り巻く環境への課題について考察する。

■「適度な運動を科学する—心拍数と主観的運動強度から—」(中川雅子)

健康ブームの今、さまざまな健康グッズの販売や適度に運動しようという声は絶えない。ここで生じる疑問は2つ。1つは『健康グッズで本当に健康になるのか』もう1つは『「適度」な運動とはどんな運動なのか』だ。

ここでは、自分にとっての「適度」な運動をテーマにとりあげる。「適度」という身体への強度は個人が感じるしんどさや実際の生体反応から得ることができる。授業では、運動強度の指標として心拍数と主観的運動強度に着目し、これらの科学的知見と実際にパルスメータを用いた運動時の心拍数計測、RPEの計測という体験から、自分にとっての「適度」な運動を学ぶ。そして、もう一度自分の身体に目を向け、多くの情報に惑わされることなく自分にフィットした、かつ効果的な健康維持方法について考えていきたい。

■「日常生活の疑問から～社会科学系アプローチ」(大内淳也)

私たちは毎日たくさんの情報に囲まれて生活している。そのような情報は自分にとって有益な情報から有害な情報まで様々である。ここでは日常生活の中で接しているテレビや新聞などから、普段何気なく触れている情報の意味や意図、そこに使われているデータの信頼性などについて考える。また、科学技術の進歩とそれに伴うコミュニケーションの変化について学び、現実の自分の行動の仕方や今後の課題について考える機会を提供する。

2) 特別講義

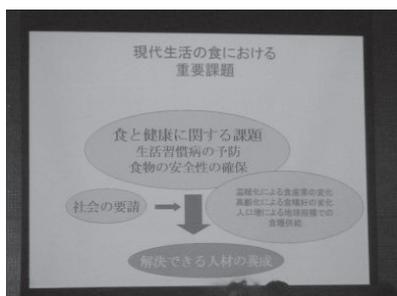
■特別講義【1】「最近の被服材料」(米田守宏氏・奈良女子大学生生活環境学部)

繊維の分類を説明する。またその用途について、生活関連と産業用途に大別して考察する。衣服の性能としてどのようなものが求められているかを考え、最近の被服材料について学ぶ。衣服の快適性の基本的な考え方として衣服内気候と測定法について理解し、実験を行った。最近開発され、実用化されているスポーツウェアの快適性素材(透湿防水性素材・吸汗速乾性素材)や保温性素材(発熱保温素材・温度調節素材)・UVカット性素材等について考察した。



■特別講義【2-1】「スポーツと栄養」(松本範子氏・天理大学体育学部講師〈管理栄養士〉)

「スポーツをする上で必要な食事とは何か」というテーマに焦点をあてる。体をつくるために必要な栄養素の種類や働きなど、栄養学の基本的なことから、スポーツをする上で重要な栄養素や摂取方法(何をどれくらいどのタイミングで摂取するべきか)、パフォーマンスと食事との関係を現役スポーツ選手の食事から学ぶ。



■特別講義【2-2】「介護の実践」(酒井茉帆氏・奈良女子大学大学院生)

半身麻痺が生じた場合、これまで苦労なくできたことがどれくらい困難になるのか。また、実際に自分のまわりに麻痺の方がいたときに、どのように介護すればよいのか。今回は、衣類の着脱、椅子から椅子への移動という2つの動作について、介護される側、介護する側を実際に体験する。体験活動を通して、介護の実践における相互のコミュニケーションや自立を支援するという立場の重要性を学ぶ。

■特別講義【3】「自分の“心”の動きに気づく」(良原恵子氏・臨床心理士〈本校スクールカウンセラー〉)

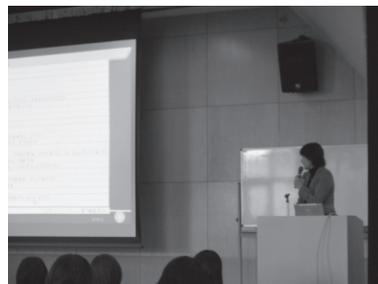
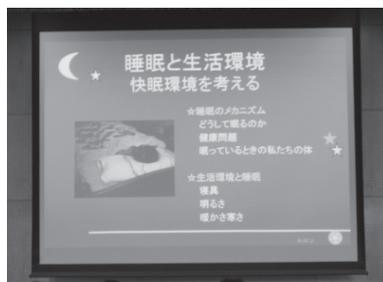
「肩もみのワーク」と「ブラインドワーク」を通して、コミュニケーションのとり方や信頼関係、心の状態がどうなっていくかなどを体験する。肩もみワークは、90秒間黙って肩もみをする場合としゃべりながらする場合との比較、ブラインドワークは、目隠しした人と介助する人とのどちらも体験し、一切しゃべらないで学校の中を歩いて回る。人と人とのコミュニケーションには、バーバルコミュニケーション(言葉を介する場合)とノンバーバルコミュニケーション(非言語)とがあり、ノンバーバルにおいても、コミュニケーションをとることはできる。生徒たちはこれらの実体験を通して感じたことを出し合いながら、心や気持ちを伝える方法、人間の心理状態や心の構造について、さらに心の持ち方として自分の持ち味を知っておくことなどを学ぶ。



3) 講演会

■ 講演会① 「睡眠と健康」(久保博子氏・奈良女子大学生生活環境学部)

健康な生活を送る上で不可欠な睡眠。睡眠と健康の関わりとはいかなるものか。睡眠は何故体に良いのか、眠りをよくするにはどうすればよいのか、また、何故よく眠ることができる時と眠れない時があるのか、など日常の身近な問題を科学的に解説していく。睡眠実験の実施方法や実験結果を基に、睡眠と時間、環境、体温、疾病、そして学習効果との関わりまで幅広い内容となる。



■ 講演会② 「食べる・飲み込む」を科学する —嚥下障害のメカニズム—

(矢守麻奈氏・大阪河崎リハビリテーション大学教授)

毎日当たり前のように「食べる・飲み込む」という動作をしているが、その動作はどのような仕組みで行われているか、豊富な資料とともに解説する。言語聴覚士という仕事から、首から上に生じる障害に対するリハビリテーションについて、特に「食べる(摂食)・飲み込む(嚥下)」というテーマに焦点をあてた内容となる。摂食嚥下機能の働きから障害、その原因および予防対策等を、レントゲン映像等を用いた実践事例をもとに考えていく。



4) 評価

・ポートフォリオを実施。

各授業で配布されたプリントはすべて整理してファイルする。

各授業で出された課題はすべてファイルする。

・学年末に課題レポートを作成する

・評価は学年末にA B C Dの4段階で行う。授業態度、課題の達成度、ファイルの完成度、主体的・建設的な思考能力、問題への適切な対応能力などを総合して評価する。

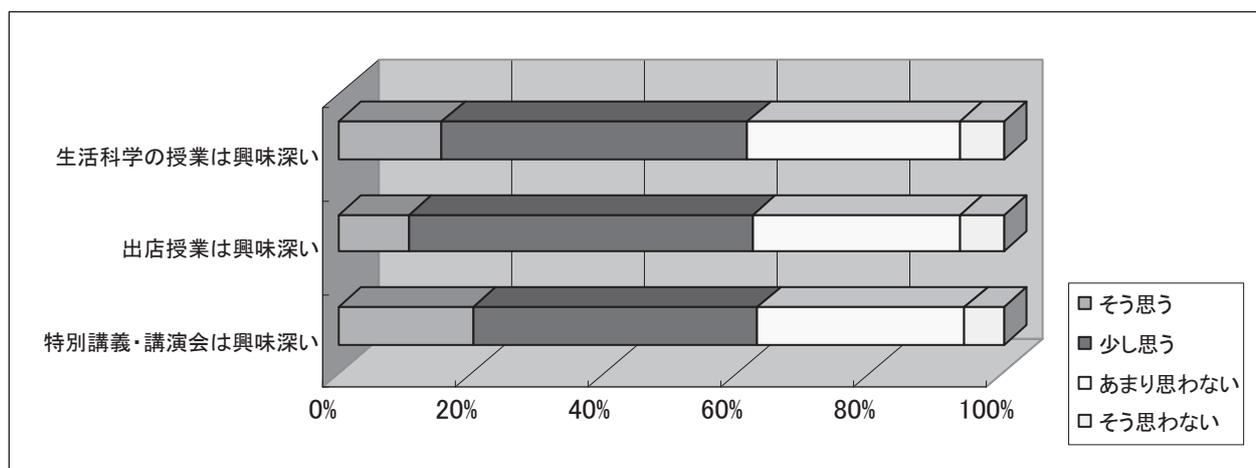
[3] 実施1年目の成果と課題

「生活科学リテラシー」の育成を目指し、文理融合型・科目横断型の総合教科として創設された「生活科学」であるが、実施1年目の成果と課題について考えてみたい。

実施に向けた準備として、昨年度より本格的にワーキンググループが立ち上がり、授業の構成(実施形態)や活動内容についての議論を重ねてきた。その際に議論のポイントとなったことは、5年生に対する総合学習であるため、彼らの知的好奇心をいかにして刺激することができるかということであった。そのための方策として、本学生生活環境学部や理学部、文学部スポーツ科学講座との連携や、他大学・他機関との連携を深め、専門家による専門的な講義を多く開設するという方向性が確認された。それに加えて、本校担当教師による出店授業を組み込み、これまでの教科の枠組みでは扱うこと

が難しかったテーマ・題材などについても柔軟にとりあげることができるように計画した。

こうして、2007年度4月からスタートしたわけであるが、オリエンテーションにおいて実施したアンケートによると、生徒たちの「生活科学」の授業に対する興味については以下の通りであった。



新しく始まる5年次の総合学習ということで期待する生徒がいる一方であまり興味を持っていない生徒もいることが分かる。しかしながら、同時に質問した「日常生活の中の疑問点で具体的に調べてみたいこと」については興味深いテーマがいくつもみられた。以下はその一部である。

焦げているものを食べるとガンになるの？ 不快な音、心地よい音について（植物に音楽を聞かせることについて） 髪の毛のキューティクルを取り戻す方法 薬についていろいろ調べたい 坂道を登るときに楽な方法（自転車は？ 歩き方は？） 食べ物を「揚げる」という現象について調べてみたい 雨の中を傘を差さずに進むとき、歩くのと走るのはどちらがたくさんぬれる？ シャンプーの成分（何が汚れを落とすのか） アルカリイオン水とか還元水とかの効用 サプリメントで生活できるか 色の人に与える影響 睡眠不足が人の思考力に与える影響 白髪が生えてくる理由 暗闇の中で生活できるか（体内時計の正確さ測定） マイナスイオンの正体 健康食品の効用 食べ物を食べる順番と消化吸収の関係について 走力の違いを決める要因

今年度は上記のようなテーマを活かしながら授業することはできず、年度始めに計画・準備した内容で授業を進めていくことになったが、今後はこのような生徒の疑問・興味・関心を生かした形での授業展開も考えていく必要があるといえる。

授業を進めていく上では、計画通りに進まないことも多く、実際には様々な点で修正を加えながらの実践であった。外部講師に依頼した特別授業は細かな部分での修正が困難であったが、担当教師が行った「出店授業」においては、生徒の様子や興味関心に対応して授業内容の修正を行うこともあった。修正できた部分やできなかった、あるいはしなかった部分をどのように評価するかということも次年度への課題だといえる。

このような状況でスタートした「生活科学」であったが、2007年度は試行錯誤しながらの1年であったといえる。前年度から準備を始め、ワーキンググループで年間計画を作成し、担当者と議論を重ねながら、大枠では順調に進んだといえる。しかしながら、活動内容の検討・研究については必ずしも十分とはいえなかった。活動内容の精選および質的向上を図ることは次年度以降の重要な課題であると考えている。

第2節 「科学と技術」

今年度は、実際に行った授業実践について報告する。

1. 電波への挑戦

電気製品は小型化、高性能化されるに伴い、ブラックボックス化が進んでいる。身近な製品の中に生きる技術の粋を知り、新たな技術を生み出すための興味を抱かせ、素養を身につけさせたい。そのためにはブラックボックスを解明し、自ら製作することが必要である。電磁気の中でも電波に着目し、通信手段として電気を操る方法を自分たちの手で作り上げる経験は、生徒の工学的な興味・関心と素養への第一歩となるであろう。準備されたキットではなく自分に必要な回路を自分で組む体験を行う中で、電気回路の中でのそれぞれの電気部品の役割と特性を知り、必要な部品を選択し、完成させる力をつける。

最先端の科学や技術の成果が結集されている携帯電話を、生徒は日常何気なく使用している。携帯電話に埋め込まれたブラックボックスの働きを解明するために、マイクロフォンからの音声信号をLEDの点滅信号に変え、その光を光センサーで受信し、元の音声信号を作り出す装置を自分たちで作る課題に挑戦させた。

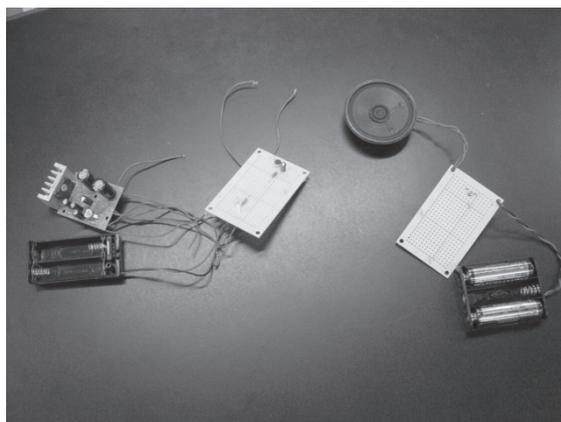
授業では、音声伝達装置の回路設計に必要な電子部品についての知識や技能を獲得できるようにした。具体的にはマイクとスピーカ、発光ダイオード、CDSセル、そして増幅回路について体験を通して理解することである。マイクとスピーカでは、スピーカの分解を通して電磁誘導による最も基本的なスピーカの構造を理解し、コップスピーカを手引きなく作り上げることを目指した。生徒は分解したスピーカの部品をまとめ、確認し、与えられた紙コップだけではなく、発泡スチロール容器などスピーカ製作に取り組んだ。

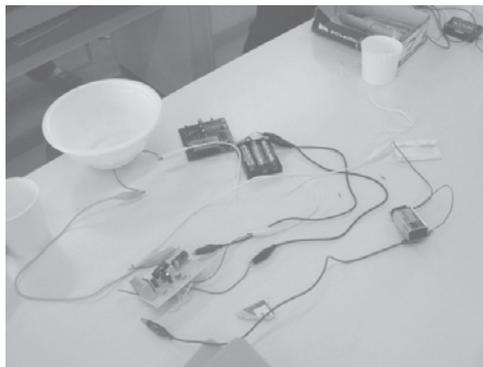
発光ダイオードでは、まず極性の存在を確認した。豆電球との比較をしながら、順方向下降電圧という性質を知り、またそれはLEDの発光色によって差異があることを測定した。また帯電性を測定し、発光ダイオードにかける電圧の幅を意識できるようになった。最後に発光ダイオードの発光原理をプリントにまとめた。

CDSセルの授業では、光量によって抵抗値が変化することから、明るくなると点灯する回路は簡単に組み上げることができた。しかし、実用性の面から考えて、暗くなると点灯する回路の設計を課題とした。ここで必要となる知識は、CDSセルと点灯したいLEDとを並列に繋ぐ、分圧というものである。また先に学んだ順方向下降電圧を利用して、点灯・消灯を行う。そのとき、闇雲に試行錯誤するのではなく、計算から抵抗器を設定することがポイントである。

増幅回路については回路図と電子部品を与え、ユニバーサル基板を用いて組み立てを行うことを課題とした。部品の配置に工夫できたグループと配線で苦労したグループができた。また、増幅器が完成し、コップスピーカと繋げ、さらに大きな音で音声を流すように取り組んだ班も見られた。

これらの知識や技能を元に、インターネットなども参考にしながら、通信機の開発へと生徒は取り組んだ。回路設計、部品の選定もグループで取り組み、いくつかのグループで音声を飛ばすことに成功した。





実践例：LED①②

時間	学習活動・主な発問	予想される生徒の反応	指導上の留意点
導入	発光ダイオードが使用されているものをあげてみる	信号機、懐中電灯、各種確認ランプ	
展開	発光ダイオードを光らせてみる	接続に極性があったことを思い出す	極性(アノード、カソード)の存在に気づかせる
	発光ダイオードの個数を順に増やし、その様子を観察する	個数ごとに暗くなっていき、ある個数で消えることに気づく	電圧変化を測定させる
	豆電球を同様に接続し、個数を増やしていく	個数ごとに暗くなっていき、ある個数で消えるといったことはおこらないことに気づく	電圧変化を測定させる
	発光ダイオードの特性を知る	発光ダイオードの消え方に特徴があることに気づく	順方向下降電圧(vf)の存在に気づかせる 豆電球の発光原理にも触れる 班での話し合う時間を設定する
	順方向下降電圧(vf)を測定する	9Vから順に電圧を下げ、LEDが消えた数値を測定する 発光ダイオードの種類によって順方向下降電圧の違いがあることに気づく	電流も同時に測定し、消費電力を計算する
	発光ダイオードの耐電性を知ろう	発光ダイオードの帯電性を測定によって知る	実験への注意喚起を行う
	発光原理の学習	発光ダイオードの発光原理やその他の特性を知る	プリントにまとめるよう指示する
まとめ	まとめ	今日の実験と製作をプリントにまとめファイルする	これからの発展と予告をおこなう

(表 1) I 期の授業内容

	授業項目	内容
1	プロローグ	ライブラリーで科学技術に関して興味を持った本と出会う
2	ガイダンス	1年間の流れと授業目標の説明
3	オシロスコープ	オシロスコープの使い方
4	コップスピーカ①	スピーカの分解と構造理解
5	コップスピーカ②	スピーカの原理理解と紙コップスピーカの製作
6	コップスピーカ③	スピーカの原理理解と紙コップスピーカの製作
7	LED①	LEDの極性と順方向下降電圧の理解
8	LED②	LEDの極性と順方向下降電圧の理解
9	CDS①	CDSの特性理解
10	CDS②	CDSの特性理解
11	増幅回路①	回路図からユニバーサル基板上への製作
12	増幅回路②	回路図からユニバーサル基板上への製作
13	増幅回路③	増幅回路の利用
14	増幅回路④	増幅回路の利用
15	まとめ	これまでの学習のまとめ
16	通信機①	通信装置の回路設計
17	通信機②	通信装置の回路設計と必要部品のリストアップ
18	通信機③	通信機器の製作
19	通信機④	通信機器の製作
20	通信機⑤	製作したものの合評会

2. 科学と技術の電気史

人類誕生に遡る技術史はもちろん、例え近代科学史に限って取り上げても、社会に影響を与えた科学的な発明や発見は数えきれない。科学と技術は連関しながら社会を形作ってきたものである。ここでは特に電気史について取り扱うこととする。歴史上では静電気の発見など、古くから存在するエネルギーではあるが、実際に人類が電気をコントロールできるようになったのは最近のことである。

電気は歴史上、エネルギーとしての利用のスタート地点がはっきりしている。また新たな科学的発見と技術開発との関連が目に見えやすく、そういった発見や開発が、社会への影響や生活スタイルの変化といった形で顕著に現れている。まさに電気の世紀となる16世紀から20世紀の電気史について、特別授業として、長く物理の分野で教鞭を取られてきた林良樹氏を迎えて講義を受けた。各世紀の中で、電気に関する重要な発見や発明を取り出し、研究者のエピソードや社会への影響などを具体的にお話いただき、生徒は電気の歴史の大きな流れをこの特別授業で掴み取った。



特別講義で全体の流れをつかんだ後、静電気から始まる、人類と電気との歴史を捉え、歴史的発明や発見について、製作を通した追体験を行った。授業では貴族の遊びから始まったとされる静電気を起こす実験から、発生させた電気をためる方法の発見やためることによってより大きな電気を取り出す実験を追体験し、その原理を理解しながらさらなる改良の科学史追体験を進めていった。ここでは箔検電器を用い、起こした静電気を貯めたり放出したりしながら、箔検電器の原理を考え、簡易ライデン瓶の製作を行い、さらに電気盆の製作を行いながら、帯電について深く学ぶことができた。

授業例：静電気の発見①

時間	学習活動・主な発問	予想される生徒の反応	指導上の留意点
導入	様々な物質を布でこすり、そのときの現象を記録する	髪の毛をはじめ、いろいろなものを引き寄せようとする	貴族の遊びであることを紹介する
展開	なぜ物体が、引き寄せられたり反発したりするのか仮説を立てる	静電気に関係することに気づく	グループで討論する
	帯電した物質を、箔検電器に近づけ、その様子を観察する	箔検電器の羽根が開いたり閉じたりする様子を観察する	箔検電器に直接つけないように注意する。（*次節の課題）
	なぜ箔検電器の羽根が開くのか仮説を立てる	極性を問わず、箔検電器の羽根が開くことに気づく	グループで討論する
	物質が帯電すると、なぜ紙片や金属片が引き寄せられるのか考える	電気の発生と箔検電器の反応より、静電誘導の原理を導き出す	各自で記述する
まとめ	まとめ	今日の実験と製作をプリントにまとめファイルする	帯電列を紹介する これからの発展と予告をおこなう

(表 2) II 期の授業内容

	授業項目	内容
1	特別授業①	16世紀、17世紀の電気史
2	特別授業②	18世紀の電気史
3	特別授業③	19世紀の電気史
4	特別授業④	20世紀の電気史
5	静電気の発見①	箔検電器を用いた静電気の原理解
6	静電気の発見②	箔検電器を用いた静電気の原理解
7	コンデンサの発明①	箔検電器への蓄電、ライデン瓶の製作
8	コンデンサの発明②	電気盆の製作
9	コンデンサの発明③	電気盆の原理解
10	コンデンサの発明④	コンデンサの分解

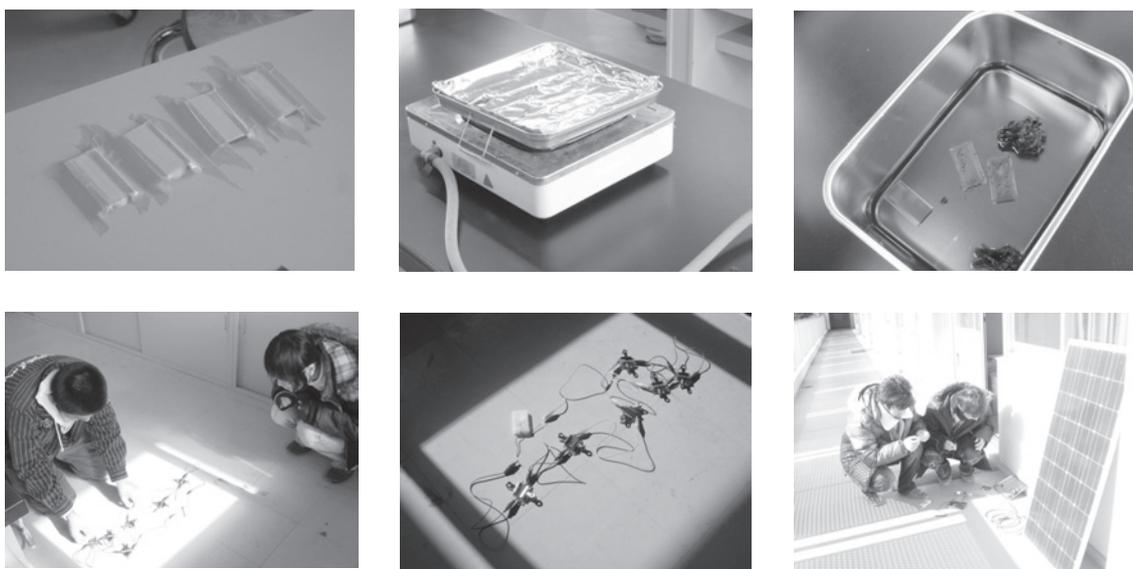


3. 代替エネルギーの模索

地球規模で捉えたとき、エネルギー消費は今後も増え続けることであろう。日本の原子力・火力・水力といった発電方法も様々な問題を抱えている。代替エネルギーの必要性は明らかであり、これから科学と技術に関わろうとする生徒にとって、エネルギー問題は避けて通れないと考えた。代替エネルギーとして、現在期待されている太陽光発電、風力発電を題材に授業を展開した。これからの科学や技術を語るとき、様々な角度から事実を捉え、考え、自己の科学的判断を下す力が必要である。太陽光発電といっても、生徒がイメージできるのは、校舎や家屋の屋根に取り付けられているものであった。しかし、こうしたシリコンパネル以外でも現在様々な研究が行われている。未来の太陽光発電の一つの形として、宇宙太陽発電所の研究をサイエンスカフェという新たな授業スタイルで取り組んだ。この様子は次節で述べる。この取り組みは、人工衛星の研究を取り扱った SSH 講義プログラムとも時期が合い、実現された超小型の人工衛星の開発と巨大な宇宙太陽発電所計画という宇宙開発の中での対比という、非常によいカリキュラムとなった。

また、光によって電気を起こすことと、その問題点をより生徒に実感として与えるために、実際に太陽電池を製作することにも取り組んだ。色素増感型太陽電池は安価で手軽に製作できるため、開発途上国でのエネルギー供給などに期待されている発電方法である。生徒はスライドガラスに酸化チタ

ンをガスコンロで焼付け、乾燥ハイビスカスから抽出した色素で染め、もう一方のスライドガラスには単純に鉛筆で炭素幕を作り、電解溶液を一滴挟んだ状態で2枚のスライドガラスを固定するだけで太陽電池が出来上がった。ハイビスカス以外の植物でも発電は可能で、生徒はその材料の入手のしやすさや、製作時のエネルギー消費の少なさを実感することが出来た。また、この発電が抱える問題点である発電量の少なさや耐久性にも生徒自身が触れ、代替エネルギーとしての可能性やこれからの課題を感じる事ができた。



無限の風を利用し、クリーンな風車のイメージだけが先行する風力発電ではあるが、実際に実用性を持った風車の建設となると、立地条件など様々な問題を抱えていることも事実である。風力発電の研究・普及に尽力されている足利工業大学の牛山泉教授をお迎えして風力発電についての特別講義を行った。代替エネルギーが必要となってきた環境問題などの総論から大型風車の構造やいろいろな風車の様子など、世界を含めた風力発電事情を丁寧にお話いただき、風力発電についての生徒の理解は非常に進んだ。



特別講義を受けたあと、生徒は実際に照明器具等に利用できるレベル（40W型）の発電量を持つ風力発電機の製作に取り組んだ。組み立てを通して、風力発電機で40Wの出力を得るにはどのような構造が必要で、どれくらいの磁界が必要なのか、生徒は実感として理解を深めていった。また、40Wと

記載されている風車で、実際に 40W の出力を得ようとする、どれくらいの風が安定して吹き、そのときの羽根が回転の様子はどんなものであるかを工場扇を利用した風洞実験を行い、非接触型回転計で測定を行った。

生徒が実感として捉えた発電量には、受風面積と風速に関する力学的な数式が成り立っている。測定より発電量は風速の 3 乗に比例することを見つけ出し、風車の規模として受風面積を大きくすることよりも、風速が安定して得られる立地条件の方が風力発電所建設には大きな要素であることが、生徒自身で掴み取ることができる。また風からエネルギーを取り出す方法として揚力や抗力を用いる 2 つのタイプがあることにも気づかせた。

風力発電・太陽光発電について、実感し、理解した。効率、設置条件、社会的条件また経済性など様々な角度から検証する視点を持つことで、代替エネルギーを例に、科学や技術について、様々な課題に多角的に考える力をつけることができた。

(表 3) III 期の授業内容

	授業項目	内容
1	サイエンスカフェの準備①	サイエンスカフェのテーマ決め
2	サイエンスカフェの準備②	サイエンスカフェのテーマ決め
3	サイエンスカフェの準備③	サイエンスカフェのテーマ決め
4	サイエンスカフェの準備④	サイエンスカフェのゲストの選定
5	サイエンスカフェの準備⑤	サイエンスカフェのゲストの選定
6	サイエンスカフェの準備⑥	役割分担、記録シートの作成
	講演	SSH 理数講義プログラムに参加
7	講演のまとめ①	講演の中からテーマを設定した話し合い
8	講演のまとめ②	講演の中からテーマを設定した話し合い
9	サイエンスカフェ	宇宙太陽光発電(公開授業)
10	サイエンスカフェ	宇宙太陽光発電(公開授業)
11	サイエンスカフェのまとめ	サイエンスカフェのまとめ
12	特別授業①	風力発電の現状と今後の見通し、大型風車の構造理解
13	特別授業②	風力発電の現状と今後の見通し、大型風車の構造理解
14	風力発電機の組立て①	40W 風力発電機の組立て
15	風力発電機の組立て②	40W 風力発電機の組立て
16	風力発電機の組立て③	40W 風力発電機の組立て
17	風力発電機の組立て④	40W 風力発電機の組立てと実験
18	太陽光発電の製作①	色素増感型太陽光発電のプレート製作と実験
19	太陽光発電の製作②	色素増感型太陽光発電のプレート製作と実験
20	太陽光発電の製作③	色素増感型太陽光発電のプレート製作と実験
21	風洞実験①	風速、受風面積条件を変えた風洞実験
22	風洞実験②	風速、受風面積条件を変えた風洞実験
23	実験のまとめ	風力発電機を用いた空気の運動エネルギーの計算
24	代替エネルギーの検証①	風力発電、太陽光発電を中心とした討論
25	代替エネルギーの検証②	風力発電、太陽光発電を中心とした討論
26	まとめ	まとめ



4. サイエンスカフェの取り組み

科学者と一般市民がコーヒーを片手に科学について気軽に語り合う場をサイエンスカフェという取り組みが、日本でも見られるようになってきた。しかしそれは社会人を対象としたものであり、大学や企業が主導したり、異業種間交流が目的であったりと中等教育期の生徒の参加を主眼においたものではない。

今回、中等教育学校の授業においてサイエンスカフェに取り組むことは、そこから知識を得る手段の一つというだけに留まらず、参加姿勢の構築や新しい学び方の運営を行うといった、大いに意義のあることであった。

SSH のプログラムにおいて講演会の実施は生徒にとって大きな刺激となっていることは確かなことである。しかし、講演会はともすれば知識の一方的な伝達となってしまう。質疑・応答の時間を設定しても、なかなか多くの生徒が見守る中で自分の考えを発表することは難しい。一方で生徒は与えられる知識を理解しようとしているだけではない。本校の SSH の講演においても、講演が終了した後に、講演者に対して個人的に質問や意見を述べる生徒の姿をよく目にする。自ら語りたい生徒は確実に育ちつつある。サイエンスカフェはその「自ら語りたい」という姿勢を育てる取り組みである。語り合うテーマをゲストより与えられた後は、グループや会場全体などの単位で意見交流を行う。全く知らない分野や知識について、自らの考えを述べ、全く違う立場から発せられる発言を受け止める。そういった取り組みが、全く知らなかった分野に対して自ら関わりを持ち、知識をより深めながら、豊かな科学的発想へとつながるのである。

また一方でゲストに招かれる者にとっても、中等教育期の生徒が、研究に対して疑問（あるいは懐疑）や意見を率直に述べることは、研究を振り返る一助となることであろう。日本で普及しつつあるサイエンスカフェではあるが、参加者が高齢者に偏っているという問題を指摘する声も聞く。これからの社会を築く生徒が意見をぶつけ合える場を設定することは、科学の振興や普及に非常に意義のあることである。

今回、このサイエンスカフェは公開研究会の一つとして設定し、研究会参加者の先生方や科学と技術を選択していない生徒も参加を募り、テーブルに着いた。ゲストに宇宙太陽発電所のマイクロ波エネルギー伝送技術を研究されている、京都大学の篠原真毅准教授をゲストに迎え、未来の地球規模のエネルギー問題の提言と、宇宙太陽発電所によるエネルギー供給の可能性について講演をいただいた。生徒は同時期に開催された東京大学の中須賀真一教授の超小型人工衛星プロジェクトに関する SSH 理数講義プログラムにも参加した。一辺 10cm の立方体に収まる人工衛星と、5km×20km の太陽パ

ネルを打ち上げる、プロジェクト費用 2 兆円の宇宙太陽発電所建設という対照的な講義となった。宇宙開発と一口に言っても、様々な取り組みがある事を知り、その効果や費用、実現性や軍事利用の懸念など、生徒は個人の感想をぶつけ合い、語り合った。話し合いのテーマは科学の是非についてまで及び、人類自体の存在悪や科学はなぜ進歩するのか、といった壮大なテーマについて、議論が行われた。

科学と技術の中で、サイエンスカフェに取り組んだ意図は、生徒がサイエンスカフェのような場をコーディネートする力をつけることにあった。生徒にとって、これまでに全く受けたことのない授業スタイルであり、なかなかイメージが掴めない中で、テーマの設定とゲストの選定に話し合う場を何度も持ってきた。「科学と技術」という科目名で選択してきた生徒であっても、興味はソフトウェアの開発から半導体まで様々であり、テーマを一つに絞り、ゲストを絞り込む困難を経験することが出来た。教師の指導として、年間カリキュラムの流れなどを伝え、Ⅲ期の代替エネルギー学習の導入になるような方向へと導き、宇宙太陽発電の研究者を迎えることになった。ゲストとの打ち合わせや、当日の対応、プロジェクタやスクリーンといった機材の設置や話しやすさを考えた机の配置といった会場準備、場を和ますコーヒーの準備、全体、またテーブルごとの司会や記録といった役割を分担し、達成することが出来た。

生徒感想より

- ・ 全く知らない人と話してきんちょうした。新しい知識を知った。
- ・ 楽しくできた。直接聞いたのでよく理解することができた。
- ・ リラックスした雰囲気でした。話し合いができたので気が楽だった。またやりたいと思う。
- ・ 新しい形で面白い。またやりたい。
- ・ とっても固い講義とかではなく、ご飯を食べているときの会話のように話が進んでいった。
- ・ テーブルトークが楽しかった。またやって欲しい。
- ・ 楽しくしゃべれたと思う。
- ・ 積極的に運営に取り組むことができた。机を並べて聞く講義よりはるかに楽しかった。

参加者アンケートより

<サイエンスカフェスタイルの授業について>

- ・ このようなスタイルははじめてだったのですが、おもしろかったと思います。自由な発想で取り組めるところがよかったです。
- ・ 今まで生徒さんが学習したり、調べたことを精選したり、新しい考え方を身につけるといって、非常に有効だと思えます。
- ・ まったく新しい事で面白く感じました。意見や議論をしやすい雰囲気でした。最後の各班の発表の仕方はもう少しつめた方がよいのでは。
- ・ なかなかこうやって語りあう場はないので、真剣に考える場としてはおもしろいと思います。
- ・ コーディネート力をどのようにつけていくか。教師側の指導をどこに入れていくのか 難しいなあと思いました。
- ・ 大変有意義な取り組みだと思います。「コーディネートする力」に視点をおくことも意義の大きいことだと思います。
- ・ (コーディネートする力について) むつかしいと思いますがよく努力してまとめようとしていた

と感じました。

<本校生徒の様子について>

- ・ 「自分でしっかり考え、考えたことはしっかり伝える」そういうことができていることに感動いたしました。貴校の「自由・自主・自立」の理念そして、SSHのリテラシー育成の考え方がバックボーンにあるからこそこのように育っているのだと思いました。
- ・ よく考えて話すなあという印象。
- ・ 選択している生徒は積極的でした。
- ・ 他人の意見を意見として尊重している。しかし、その分話し合いが深まりにくい所があるのでは。
- ・ 発言する能力は高いと感じました。
- ・ 私が思っていた以上に知識が豊富で、よくまとまった意見を発する生徒さんが多かったです。
- ・ よく考えて発言していました。自分の考えをしっかりと言えるし、与えられたテーマに対していろいろな立場から考えることができていました。



5. まとめと今後の課題

生徒に授業の印象を聞くと、「理科や技術ではできないような事を学べる」「いろいろな電子回路を作れる」「何かを作って実験したい」といった期待を持ってこの授業を選択したようである。そしてほとんどの生徒が、その期待に対して、期待通り、あるいはそれ以上と答え、残りの生徒は期待とはよい意味で違った授業であったと答えている。また、一番印象に残っている授業を聞くと、Ⅰ期Ⅱ期Ⅲ期を問わず、様々な答えが口々に返ってきた。生徒にとっては大いに科学的、また技術的好奇心を刺激する授業となり、題材の選定もバランスよく、様々な興味に答えながら展開できたのではないだろうか。

原理が「理解できた」という評価規準を、「自分の言葉で説明できる」とこととしたが、その意味では指導者としては、不十分さも感じている。新しい技術に出会うことは非常に楽しいことで、興味深いことである。サイエンスカフェでの宇宙太陽発電所、特別授業の風力発電など、興味を喚起することは、学問の第一歩であろう。「科学と技術」では二歩目、三歩目を踏み出す生徒を育てていきたい。

今年度の取り組みでは先に述べたように、スピーカ、CDSセル、ダイオードなど様々な興味を受け止めた形で展開できたが、通信機への誘導として系統立てられていなかったという反省もある。次年度はこれらの学習項目を生徒の中で繋ぐカリキュラムを研究していく必要があると感じている。

運営指導委員会 記録

運営指導委員会は、大学教員・研究者・学識経験者・教育委員会指導主事等で組織し、専門的見地から SSH 全体について、指導、助言、評価をする。運営指導委員には、SSH 生徒研究発表会と SSH 公開研究会に参加していただき、様々な指導や助言、評価を行ってもらい、それぞれを今年度の第 1 回と第 2 回の運営指導委員会とした。第 3 回の運営指導委員会は、下記の通りに実施した。

■ 第 3 回運営指導委員会実施概要

日 時	2 月 1 日(金) 15:00 ~ 18:00
場 所	本校会議室
参加者	SSH 運営指導委員 (敬称略) 森本 弘一 刀根 規久男 三村 徹郎 丹羽 雅子 小林 毅 塚原 敬一 向井 洋一 本校教師 19 名
構 成	1.各調査の分析と考察 (1) 学校生活基礎調査の分析と考察 (2) PISA 調査の結果分析と今後の課題 2.1 年間の実践報告 (1) 授業研究 (2) SSH 事業報告 (3) 生徒の変容 3.SSH 研究の評価と課題 生徒へのインタビュー 4.SSH 運営指導委員から指導助言

■ 学校生活基礎調査の分析と考察での質問

(質問) 6 年の数学と理科で、「7 割ぐらいわかる」が 4 割程度しかいないのは、かなり問題なのではないか？

(答) その教科を習っていない生徒が 2 割程度いるので、それを除外して考えるともう少し割合は増える。

■ PISA 調査の結果分析と今後の課題での意見

- ・本校の調査結果と日本や OECD の調査結果を比較することに意味があるのか。本校のカリキュラムでどのように伸びたか見る方法を考えなければならない。
- ・誤答分析をやるべきだ。誤答に何か傾向があるのか分析してはどうか。日本は記述問題の採点に慣れていないので、記述問題をどのように採点したのか公開することは他校にも参考になる。文科省は、小 6 と中 2 で実験の仕方などパフォーマンステストを行っている。その調査結果を参考にしようか。

■ SSH 研究の評価と課題での意見

- ・文系・理系の区分があり、文系だから数学はしなくてよいという雰囲気がある。しかし、社会に出れば科学的に考えなければいけない場面がたくさんある。数学を通して論理性を身に付けることは非常に大切である。信念を持って文系の生徒にも数学・理科をしっかり教えてほしい。科学的な考え方をすべての生徒に身に付けさせてほしい。
- ・生徒の発表の成果が上がっている。化学班や地学班が減っているのは、良い研究テーマを決める

ことが大変であるからだろう。生徒は研究発表会に行つて、良い刺激を受けたらどうか。このような生徒のインタビューも SSH 研究の評価に使える。広報活動でいえば、生徒自身がニューズレターを作つてはどうか。

■ SSH 運営指導委員からの指導助言

- 授業した結果、学生に何が身に付いたかが重要である。生徒のレポートや研究発表など具体的なもので評価すべきである。一つのことを理解するのに、複数のアプローチから理解することが大切である。知っていることと理解していることは違う。アンケートでは限界がある。もっと生徒の作品などを出して評価したほうがいいと思う。
- 生徒が最優秀賞をとるなど成果があったと思う。本当に好きな生徒に理数を伸ばすことができたと思う。しかし、好きな生徒だけではなく全生徒の理数を伸ばしていくことも大切である。中等教育学校は基本的なことを教える場であるから、論理的に説明する力を付けさせるべきである。また、科学史は重要であるので、科学史を知る機会も与えてほしい。低学年では自然に対する興味を持たせ、一つのことをじっくり観察する習慣を身に付けさせることが大切である。
- 「スーパー」の部分はしっかり伸ばせていると思う。夏の学校では、野外実習が好きな生徒を集めるだけでなく、いろいろな生徒をもっと集めるべきだと思う。今年の報告書では、文科系の生徒を伸ばすプログラムがない。文科系の生徒にもサイエンスを教えてほしい。
- 公開授業を見て、女子が消極的に感じた。もっと女子が積極的に理数に取り組むように、指導方法を考えてほしい。
- SSH で何を指すのかという議論があったが、「リテラシー」というキーワードがあったことがよかった。SSH の成果が上がっているのだから、どのようにして成果を出したのか説明する責任がある。生徒インタビューのデータもよかった。また、お金の有効な使い方などの情報は発信すればいいと思う。SSH を通じて、大学との関係が良好になったことの分析をしてはどうか。
- 2 年間の反省を生かして、NSL 講座の見直しを行ったことがよかったし、本校教諭が講義したこともよかった。数理科学は、生徒のレポートから生徒が興味を持っていたことがよくわかった。また、入試演習なども行い生徒のニーズにあった授業が行えたと思う。微分方程式は高校の範囲外だが、ちょっと説明すればわかるようになる。数学の役割がよくわかる授業だと思う。化学班が縮小している件については、危険な実験を伴うなど化学分野のテーマ設定が難しいが、テーマを一つに絞らず、いくつか設定させ、行き詰ったときでも興味を失わないように工夫したらどうか。また、SSH に参加しなかった生徒がどのように伸びたかも分析すべきである。
- この 3 年間の成果としては大成功だったと思う。SSH の目標として、基礎教育に重点を置き、さらに興味がある生徒はサイエンス研究会に参加するはずであったが、生徒のインタビューでは、「SSH」＝「サイエンス研究会」となってしまうている。また、「物理班は敷居が高い」という意見があるが、分野の序列をつくってしまうている。受験のために SSH を止めるという意見があるように、SSH と受験勉強をリンクさせることが課題である。受験問題を分析して SSH の活動のなかで活用できればいいのではないか。また、SSH による環境整備の状況をまとめる必要がある。「理数が苦手なので文科系にいく」という考え方を取り除くことができれば、SSH の成果となる。
- 評価の指標として、「言葉」がある。4000 以上の理科用語を身に付けているかは一つの指標になる。定性的な話はよくわかるが、定量的な話は苦手な生徒が多い。数式やグラフで説明できる力を身に付けさせれば、リテラシーが身に付いたと考えてよいのではないか。

SSH活動記録

部門	プログラム	タイトル	講師・指導者	大学等	対象	実施場所	実施日時
基礎基本	サイエンス基礎講座1	科学がニセ科学に変わるとき	安齋 育郎	立命館大学国際平和ミュージアム館長	全学年の希望者 保護者の希望者	本校多目的ホール	5月26日
	サイエンス基礎講座2	ジョン・ネイピア対数誕生物語	桜井 進	SakuraiScienceFactory主宰	1～3年全員	本学講堂	11月13日
	基礎講座(国語表現)	感動させるプレゼンテーション!	向後 千春	早稲田大学人間科学部准教授	3～5年の希望者	PC教室1、MM教室	6月23日
	英語セミナー	ネイティブスピーカーによるワークショップ	Wendy Partnoy	夙川短期大学 教授	4～6年の希望者	MM教室	7月25,27日
	琵琶湖博物館見学	人間の営みと自然との関わりを幅広く捉える			3年全員(環境学)	琵琶湖博物館	7月13日
問題解決能力	NSL講座1	「遺伝子の扉」 オリエンテーション、DNAとは	桜井 昭 矢野 幸洋	本校教諭	「サイエンス研究会」3,4年の希望者	本校生物教室	8月23日
	NSL講座2-1	「遺伝子の扉」 DNAの複製に関わるある数学的構造	小林 毅	奈良女子大学大学院人間文化研究科教授		奈良女子大学理学部C431教室	8月24日
	NSL講座2-2	「遺伝子の扉」 遺伝子と遺伝形質	升方 久夫	大阪大学大学院 理学研究科教授		大阪大学学生実習室	8月25日
	NSL講座3	「遺伝子の扉」 ヒトの遺伝子から分かること	鍵和田 聡	奈良女子大学准教授		奈良女子大学学生実習室	8月27日
	NSL講座4	「遺伝子の扉」 マグロの遺伝子から分かること	渡邊 利雄	奈良女子大学大学院人間文化研究科教授		奈良女子大学学生実習室	8月28日
	理数講義プログラム1	量子論とその周辺	久米 健次	奈良女子大学学長	「サイエンス研究会」5,6年の希望者 保護者の希望者	本校多目的ホール	7月19日
	理数講義プログラム2	人工衛星と宇宙工学の基礎 —超小型衛星による新しい宇宙開発を目指して—	中須賀真一	東京大学大学院工学系研究科教授		本校多目的ホール	10月6日
	理数講義プログラム3	新しい薬をどう創るか —医薬品のデザイナー—	仲西 功	京都大学大学院薬学研究科准教授		本校多目的ホール	2月2日
理数講義プログラム4	前頭葉のホントの話	神谷之康 星英司 坂井克之	ATR脳情報研究所研究員 玉川大学脳科学研究所准教授 東京大学大学院医学系研究科准教授	本校多目的ホール		3月15日	

部門	プログラム	タイトル	講師・指導者	大学等	対象	実施場所	実施日時
科学的リテラシー	サイエンス夏の学校	海での実習・地層や星の観察・数学の学習など、楽しみながら理数の力を鍛えよう		京都大学(教授)	「サイエンス研究会」の1,2年生希望者40名	京都大学フィールド科学教育研究センター(和歌山県西牟婁郡白浜町459)	7月26日～7月28日
	サイエンスツアー1	SSH校と交流しお互いの刺激とする 最先端の科学技術を自分自身で体験しよう		京都府SSHと連携	「サイエンス研究会」の4,5年生希望者5名	高エネルギー加速器研究機構(つくば市大穂1-1)	12月25日～12月27日
	サイエンスツアー2	最先端の科学や技術にふれさせ、科学に関する知見を養う			「サイエンス研究会」の(中・高学年)希望者約10名		3月25日～3月27日
	京都大学宇治キャンパス訪問	大学・研究機関との連携により研究室訪問をすることで、研究内容、研究方法を知り自分の進路についても考える		京都大学宇治キャンパス	5,6年の希望者	京都大学宇治キャンパス	8月15, 21日
	奈良女子大学研究室訪問	大学の研究室を訪問して、どんな研究が行われているか体験して、理数の面白さを感じよう	本学の教員 本校の教員	奈良女子大学(理学部・生活環境学部)	1,2年の希望者	奈良女子大学	12月20日
	化学プログラム	不斉炭素原子の話	池原健二	奈良女子大学(理学部・理学部長)	4～6年の希望者	奈良女子大学	8月24日
	かがくのひろば				「サイエンス研究会」	附属小学校・幼稚園	10月25日

奈良女子大学附属中等教育学校 教育課程

SSH関係

学年 時間	1年	2年	3年	4年	5年		6年		
	共通	共通	共通	共通	文系	理系	文系	理系	
1	国語基礎 (4)	国語基礎 (4)	国語総合 (3)	国語総合(5)	現代文(2)	現代文(2)	現代文(2)	現代文(2)	
2			情報と表現 (1)		国語総合 (1)TA	古典(2)	古典(2)	古典(2)	古典(2)
3						古典講読(1)	古典講読(1)	日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) * (3)	日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) 政治・経済(3) * (3)
4			社会・地理 (3)		社会・歴史 (3)	現代社会 (2)	現代社会(2)	化学 I (3) 生物 I (3) 地学 I (3) * (3)	日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) * (3)
5	現代史 (2)	現代史(2)		日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) * (3)		化学 I (3)			
6	基礎数学 I (4)	基礎数学 II (4)	代数・幾何 I (2)		代数・幾何 II (3)		世界史B(3) 文化と社会(3) △(0)or(3)	物理 I (3) 生物 I (3) * (3)	倫理(3) 発展現代文(2) 選択漢文(2) 基礎理科(2) △(0)or(2)or(3)
7			解析 I (3)	自然探究 I 地球環境 (4)		自然探究 II ・物質とエネルギー ・生命科学 (4)			
8	基礎理科 I (3) TA	基礎理科 II (4)	音楽(2) 美術(2) 生活デザイン(2) * (2)		音楽 I (2) 美術 I (2) 生活デザイン I (2) 科学と技術(2) * (2)		代数・幾何 III (3) 音楽 II (2) 美術 II (2) 生活デザイン II (2) △(0)or(2)or(3)	解析 III (3)	数学特論 III・IV (2) 芸術 III (2) 地歴特論(2) △(0 or 2)
9	探究数学(1)			探究数学(1)		音楽(2) 美術(2)			
10	音楽(2)	音楽(2)	技術総合 家庭総合 (2)	家庭総合(2)	情報B(2) TA		情報B(2) TA	発展地歴(1)	体育(3)
11						美術(2)			
12	工創基礎1 生活基礎1 (3)	工創基礎2 生活基礎2 (2)	Integrated English (2)	Integrated English (3)	生活科学(2)		生活科学(2)	Topic Studies(3)	Topic Studies(3)
13						工創基礎1 生活基礎1 (3)			
14	NET(1)	NET(1)	NET(1)	NET(1)	Writing(0.5) NET(0.5) * (1)		Writing(0.5) NET(0.5) * (1)	Writing(2) Reading(2) △(0)or(2)or(4)	Writing(2) 生物 I (2) 物理 I (2) △(0)or(2) 数理学(2) 倫理(2) 数学特論 I II (2) △(0)or(2)
15						Basic English(1)			
16	道徳(1)	道徳(1)	環境学(2)	世界学(2)	Writing(0.5) NET(0.5) * (1)		Writing(0.5) NET(0.5) * (1)	Writing(2) Reading(2) △(0)or(2)or(4)	Writing(2) 生物 I (2) 物理 I (2) △(0)or(2) 数理学(2) 倫理(2) 数学特論 I II (2) △(0)or(2)
17						HR(1)			
18	HR(1)	HR(1)	HR(1)	HR(1)	Writing(0.5) NET(0.5) * (1)		Writing(0.5) NET(0.5) * (1)	Writing(2) Reading(2) △(0)or(2)or(4)	Writing(2) 生物 I (2) 物理 I (2) △(0)or(2) 数理学(2) 倫理(2) 数学特論 I II (2) △(0)or(2)
19						HR(1)			
20	HR(1)	HR(1)	HR(1)	HR(1)	Writing(0.5) NET(0.5) * (1)		Writing(0.5) NET(0.5) * (1)	Writing(2) Reading(2) △(0)or(2)or(4)	Writing(2) 生物 I (2) 物理 I (2) △(0)or(2) 数理学(2) 倫理(2) 数学特論 I II (2) △(0)or(2)
21						HR(1)			
22	HR(1)	HR(1)	HR(1)	HR(1)	Writing(0.5) NET(0.5) * (1)		Writing(0.5) NET(0.5) * (1)	Writing(2) Reading(2) △(0)or(2)or(4)	Writing(2) 生物 I (2) 物理 I (2) △(0)or(2) 数理学(2) 倫理(2) 数学特論 I II (2) △(0)or(2)
23						HR(1)			
24	HR(1)	HR(1)	HR(1)	HR(1)	Writing(0.5) NET(0.5) * (1)		Writing(0.5) NET(0.5) * (1)	Writing(2) Reading(2) △(0)or(2)or(4)	Writing(2) 生物 I (2) 物理 I (2) △(0)or(2) 数理学(2) 倫理(2) 数学特論 I II (2) △(0)or(2)
25						HR(1)			
26	HR(1)	HR(1)	HR(1)	HR(1)	Writing(0.5) NET(0.5) * (1)		Writing(0.5) NET(0.5) * (1)	Writing(2) Reading(2) △(0)or(2)or(4)	Writing(2) 生物 I (2) 物理 I (2) △(0)or(2) 数理学(2) 倫理(2) 数学特論 I II (2) △(0)or(2)
27						HR(1)			
28	HR(1)	HR(1)	HR(1)	HR(1)	Writing(0.5) NET(0.5) * (1)		Writing(0.5) NET(0.5) * (1)	Writing(2) Reading(2) △(0)or(2)or(4)	Writing(2) 生物 I (2) 物理 I (2) △(0)or(2) 数理学(2) 倫理(2) 数学特論 I II (2) △(0)or(2)
29						HR(1)			
30	HR(1)	HR(1)	HR(1)	HR(1)	Writing(0.5) NET(0.5) * (1)		Writing(0.5) NET(0.5) * (1)	Writing(2) Reading(2) △(0)or(2)or(4)	Writing(2) 生物 I (2) 物理 I (2) △(0)or(2) 数理学(2) 倫理(2) 数学特論 I II (2) △(0)or(2)
31						HR(1)			
32	HR(1)	HR(1)	HR(1)	HR(1)	Writing(0.5) NET(0.5) * (1)		Writing(0.5) NET(0.5) * (1)	Writing(2) Reading(2) △(0)or(2)or(4)	Writing(2) 生物 I (2) 物理 I (2) △(0)or(2) 数理学(2) 倫理(2) 数学特論 I II (2) △(0)or(2)
33						HR(1)			
34	HR(1)	HR(1)	HR(1)	HR(1)	Writing(0.5) NET(0.5) * (1)		Writing(0.5) NET(0.5) * (1)	Writing(2) Reading(2) △(0)or(2)or(4)	Writing(2) 生物 I (2) 物理 I (2) △(0)or(2) 数理学(2) 倫理(2) 数学特論 I II (2) △(0)or(2)
短期集中 9月						総合学習 探求			

*選択必修: 標記の科目から必ず1科目を選択する △自由選択: 選択しなくてもよいし、選択するときはその単位数になるよう標記の科目から選択する

科学がニセ科学に変わるとき

■講師■ 立命館大学国際平和ミュージアム館長 **安斎育郎** 氏

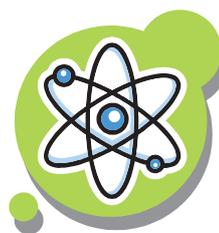


■略歴■ 1940年東京に生まれる。東京大学工学部原子力工学科を卒業後、大学院修士および博士課程で放射線健康管理学を専攻。工学博士。

東京大学医学部放射線健康管理学教室助手、中央大学商学部兼任講師、東京医科大学病院管理学教室客員助教授などを経て、1986年、立命館大学経済学部教授、1988年より立命館大学国際関係学部教授、現在に至る。

■著書■

- 『だます心だまされる心』岩波書店 2005
- 『科学と非科学の間』ちくま文庫 2002
- 『霊はあるか—科学の視点から』BULE BACKS 2002
- 『「超能力」授業入門』かもがわ出版 1998,
- 『ビジュアルブック語り伝える沖縄』新日本出版社 2007
- 『「だまし」の心理学』PHP研究所 2007 など多数



血液型性格分類、納豆ダイエット、マイナスイオン、アルカリイオン水、ゲーム脳、コラーゲン、超能力、錬金術などなど。身近にあふれるさまざまな科学に関連した情報には、科学的に証明されたもの、科学に見せかけたもの、科学的だと信じているものなどがあります。その中の1つに、見かけは科学のようでも、実は科学でないものがあります。これを「ニセ科学」と呼びます。

そのとき「科学的だ」と信じていても、熱が冷めれば「ニセ科学」に変わってしまう。「ニセ科学」はどうしても、いつの世でも人に受け入れられるのでしょうか。私たちは、このような情報に踊らされないために、どうすればよいのでしょうか。科学とは一体何かを一緒に考えてみましょう。

[日時] 5月26日(土) 13:30~16:30頃

[対象] 希望する生徒、保護者、教職員、その他

[会場] 本校 多目的ホール

SSH基礎講座Ⅱ

感動させるプレゼンテーション！

[講師] 早稲田大学人間科学部准教授

向後 千春 氏



■講師略歴■

日本タイムシェア（株）、早稲田大学情報科学研究教育センター、富山大学教育学部を経て、現在、早稲田大学人間科学部 助教授。
教育工学、特に心理学ベースのインストラクショナルデザイン（教えることのデザイン）や認知心理学、教育心理学、作文教育の分野で活躍。

■学会での活動■

- ・日本教育工学会 編集委員（1999年9月～現在）
- ・同 理事（2003年～現在）
- ・日本教育システム情報学会 編集委員
（1998年4月～2002年8月：2期4年間）
- ・同 評議員（2001年12月～現在）
- ・同 英文誌編集委員（2002年6月～現在）

向後先生は昨年度、本校SSH基礎講座にて「人を動かす実用文」の書き方ワークショップを実施してくださいました。今回のワークショップでは、心理学と教育工学を基礎とした、プレゼンテーションの力をつける講座を、中・高校生向けに実施していただきます。

文系・理系を問わず、事実や自分の考えていることをきちんと伝えるプレゼンテーション力は、現代社会では不可欠です。今回の講座はワークショップ形式なので、実際にいろいろな作業をして発表も行います。

プレゼンテーション力をつけたい諸君、奮って参加しましょう！

■ワークショップの内容■

プレゼンテーションは、自分の研究内容や企画・計画などを、学会や研究会、会議等で説明することです。同じ内容でも、プレゼンテーションの仕方によっては、聴いている人の受け取り方や評価は大きく違ってきます。また、コンピュータ（パワーポイント）が有効な場合もあれば、アナログな模造紙が有効な場合もあります。

このワークショップでは、人を感動させるプレゼンテーションのスキルを、実習しながら身につけます。

[日時] **2007年6月23日（土） 10:00～16:00**

[対象] 1～6年の生徒の希望者・教師の希望者

[場所] 奈良女子大学附属中等教育学校 PC教室1・MM教室

[定員] **30名**（先着順/定員を超えた場合は受講できません）

[締切] 6月14日（木）

[備考] 筆記用具・昼食を持参のこと





奈良女子大学 学長

久米 健次 氏

SSH 理数講義プログラムⅠ

「量子論とその周辺」

19世紀後半～20世紀前半にミクロの物質世界の研究が進み、物質構造が徐々に明らかにされました。それとともに物質に関してそれまでの常識では考えにくい実験結果が得られ、それらをどのように理解するかについての苦闘がありました。その結果、原子や分子あるいはそれより小さいミクロの物質世界は、量子論という理論体系で捉えられることがわかってきました。この量子論とその拡張版である場の量子論は、自然科学の中で最も精密な理論であるとともに、今日の先端科学や先端技術など物質文明の基盤になっています。

量子論は極めて精密な理論ですが、そこで捉えられる自然像には日常の常識を超えたものがあります。そのような自然界の不思議と、それに関連して最近話題となっている量子計算機の可能性などの話題に触れたいと思います。

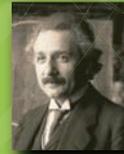
—N.Bohr【ニールス・ボーア】

Anybody who is not shocked by quantum theory has not understood it.



—A.Einstein【アルバート・アインシュタイン】

The most incomprehensible thing about the world is that it is comprehensible.



日時：2007年7月19日(木) 13:30～16:30

場所：奈良女子大学附属中等教育学校 多目的ホール

対象：3年～6年の生徒の希望者、教職員、保護者

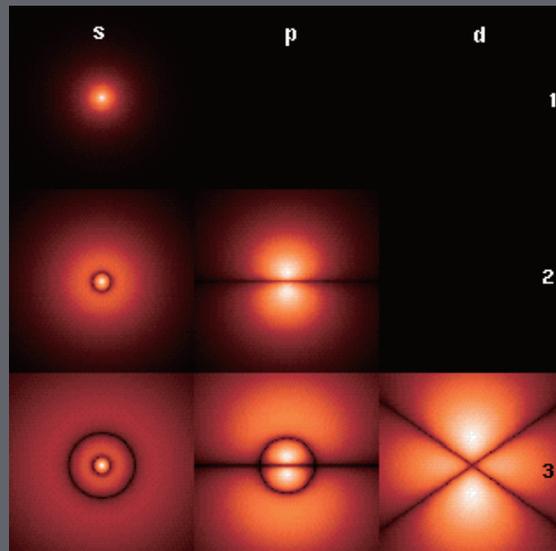
■略歴■

京都大理学部卒、大阪大大学院博士課程修了。

奈良女子大理学部助手、助教授、教授を経て同大評議員。副学長を3年間務めた後、同大9代目の学長に就任。

■専門■

中間エネルギー領域の原子核物理および量子多体系のシミュレーション



水素原子核を回る電子の波動関数

2007年度 公開研究会

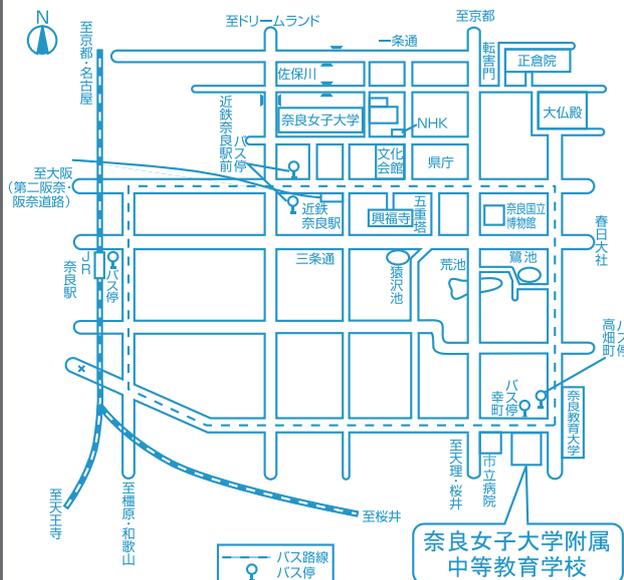
SSHカリキュラムの実践と成果
～広い視野と素養を備えた
生徒の育成をめざして～



奈良女子大学附属中等教育学校
2007年11月22日(木)・23日(祝)

11月22日(木)	本校SSHカリキュラムの全体像を明らかにする!
9:30	受付
10:00	全体会
11:00	SSHサイエンス研究会の生徒による研究発表 生徒と教員の公開対談
12:00	昼食およびポスターセッション
13:30	講演会 講師: 上野健爾氏(京都大学教授・本校SSH運営指導委員)
16:00	終了
16:30	懇親会(本校食堂)
11月23日(祝)	本校SSHの具体的な取り組みを提示する!
8:30	受付
9:00	研究授業と研究協議 数学科、理科、科学と技術、生活科学、国語科、社会科
12:30	終了

※ 内容の詳細については、裏面をご覧ください。



近鉄奈良駅・JR奈良駅より市内循環バス約15分

【後援】

奈良県教育委員会
奈良市教育委員会
科学技術振興機構

申し込みは、下記のWebからもできます。

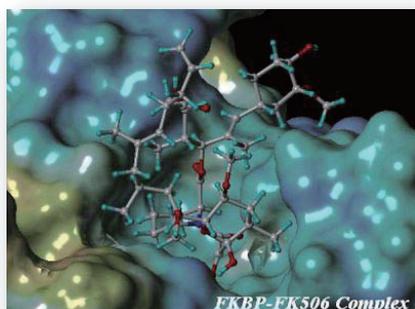
奈良女子大学附属中等教育学校
〒630-8305
奈良市東紀寺町1-60-1
TEL.0742-26-2571
FAX0742-20-3660
<http://www.nara-wu.ac.jp/fuchuko/SSH/>

新しい薬をどう創るか — 医薬品のデザイナー —

■講師 仲西 功 氏

(京都大学大学院 薬学研究科 准教授)

■略歴 大阪大学薬学部卒、同大学院薬学研究科博士前期課程修了後、藤沢薬品工業(現アステラス製薬)で18年間創薬研究に従事、現在に至る。博士(薬学)。



新薬の創出には乗り越えなければならない障壁がたくさんあります。例えば、疾患を治癒させるのに十分な有効性(効き目の向上)、安心して服用できるための安全性(毒性の軽減)、患部に確実に届き効果が持続する体内動態などです。

これらの課題をクリアし、一つの化合物が新薬として世に出る確率は一万分の一以下といわれています。しかも、十年以上の歳月と数百億円もの費用を要します。

このように多くの困難を伴う医薬品の研究開発ですが、今回の講義では、どのようにして薬となる化合物(分子)をデザインするのかを、勘と経験による古典的な方法からコンピュータを用いた最新の方法まで紹介します。

薬学の最前線を学ぶ!

日時: 2008年2月2日(土) 13:30~16:30

場所: 奈良女子大学附属中等教育学校 多目的ホール

対象: 3年~6年の生徒の希望者、教職員、保護者

SSH7つの柱

奈良女子大学附属中等教育学校のSSH研究開発は、「大学との連携に基づき、中等教育6年間に於いて自己学習力と自然科学リテラシーを育成するカリキュラムを研究開発するとともに、高大連携教育を進める」課題を7つの柱で進めています。

(1)基礎・基本の徹底

- ①数学科1・2年の「探究数学」
- ②国語科、英語科、総合的な学習、進路指導部などと連携して学校全体で取り組む
- ③サイエンス基礎講座

(2)数学的リテラシーの育成

- ①数学科2・3年の作図ツール「カブリ」を活用した発見型の幾何学習
- ②3年「解析」のグラフ電卓を活用した実験型の関数学習

(3)科学的リテラシーの育成

- ①3年「課題研究入門」、6年「課題研究」
- ②3・4年「自然探究Ⅰ・Ⅱ」

(4)問題解決能力の育成

- ①3・4年の集中講義「NSL講座」
- ②6年の「数理科学」
- ③サイエンス研究会の生徒の研究内容を、総合学習「テーマ研究」として単位認定

(5)大学・研究機関との連携

- ①1・2年の奈良女子大学の研究室訪問
- ②5年のキャリアガイダンスでは、同志社大学工学部、同志社女子大学薬学部の研究室訪問
- ③6年の京都大学宇治キャンパス研究室訪問
- ④「サイエンス研究会」の生徒を本学に引率して、研究のアドバイスや実験の指導を受ける

(6)サイエンス研究会

- ①本校・全国SSH生徒研究発表会での発表
- ②各種学会での発表
- ③各種コンテストへの応募

(7)生活科学リテラシーの育成

- ①4年「科学と技術」の開設
- ②5年「生活科学」の開設

SSHカリキュラム

学年 SSH目標		1年	2年	3年	4年	5年	6年
カテゴリー		理数に偏らない基礎・基本の徹底		学問への興味・関心と学びへの意欲の育成		大学とリンクした先進的な理数教育の実施	
授業	基礎・基本	「探究数学」 英語科20人授業 創作科「情報基礎」		「環境学」 英語科「Integrated English」 国語科「情報と表現」	「世界学」 国語科「表現」	「情報B」 英語科「Topic Studies」	
	数学的リテラシー	具体的操作活動による幾何学習	作図ツールを活用した幾何学習	グラフ電卓を活用した関数学習			
	科学的リテラシー	実験・観察技術の完全習得		「自然探究Ⅰ・Ⅱ」「課題研究入門」		理科「課題研究」	
	問題解決能力	総合学習「探求」		「環境学」 「アカデミックガイダンス」 「NSL講座」	「世界学」	「数理科学」 「テーマ研究」	
課外	基礎・基本	「サイエンス基礎講座」					
	数学的リテラシー	アンダーソンハイスクール(AHS)とのテレビ会議システムを利用した数学教育					
	科学的リテラシー	サイエンス夏の学校・研究室訪問		大学・研究所を訪問しての観察・実験			
	問題解決能力					「理数講義プログラム」 本学の講義受講	
		「サイエンス研究会」					

生徒全員が対象

「サイエンス研究会」・希望して選ばれた生徒が対象

中高6年一貫SSH

■理科・数学への興味・関心を、中等教育の早い段階(中学)から刺激する

本校は、中等教育学校としてSSHプログラムを前期課程生(中学生)から参加できるように計画し、実施しています。これは、全国のSSHの中でも希少なものです。

前期課程生(中学生)から理数に興味・関心のある生徒には、より知的好奇心を刺激するプログラムを用意し、人文社会科学系に興味のある生徒には、授業を通じて数学的リテラシー・科学的リテラシーを育成することを目指しています。具体的には、以下のような研究を進めています。

- ・ 普段の授業における、理数のカリキュラムの研究開発
- ・ 奈良女子大学研究室訪問
- ・ サイエンス夏の学校
- ・ サイエンス基礎講座
- ・ サイエンス研究会における研究活動
- ・ サイエンス研究会のメンバーが附属幼稚園・附属小学校に出かけて教える



文理の区別なく学校全体でSSH

■1年～4年までは文理の区別なく

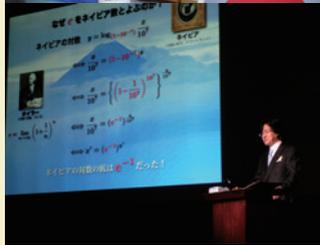
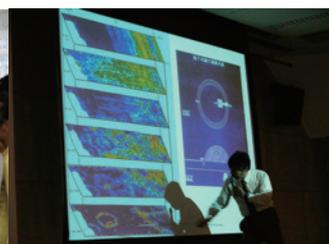
1年～4年までは、文理の区別なく自然科学リテラシーの基礎・基本を育成することを目指しています。いわゆる文系にこそ、自然科学リテラシーの基本が必要であると考えます。また、理系に対しても、「深い穴」を掘るには、掘り始めの穴は大きくしなければならないと考えているので、前期課程生から「理系偏重」にならないようにしています。

「サイエンス基礎講座」として考古学や「エッセ科学」の話題などを取り上げ、世の中の様々ところで科学が活用されていることを伝えています。これらのプログラムで、科学に親しみ、科学を楽しみ、科学を嫌わない生徒を育成しようと考えています。

■学校全体で取り組む

本校のSSHは、基礎・基本を中心に、数学科・理科だけではなく、人文社会科学系も一緒に取り組んでいます。

例えば、英語の授業や特別講義において科学技術の内容を取り上げたり、国語科の「情報と表現」、「表現」でメディアリテラシーを取り扱うなど、学校全体でSSHに係わっています。また、総合学習「環境学」、「世界学」とも連携して進めています。



「全国SSH生徒研究発表会」で文部科学大臣奨励賞を受賞！

2007年8月2・3日に、横浜パシフィコで開催された「平成19年度 SSH生徒研究発表会」において、サイエンス研究会の物理班が、

文部科学大臣奨励賞(最優秀賞=1位)

を受賞しました！

テーマとメンバーは、下記の通りです。

「モーションキャプチャシステムの開発とその応用」

メンバー：川口恭平 中嶋研人 岡田真太郎
西田惇 樋口幸太郎 前澤俊哉

本校生徒の研究内容は、自分たちで0から創り上げた独創的なものであり、プレゼンテーションも群を抜いて素晴らしいものでした。

平成17年度指定の22校が研究発表した中から、本校の研究が抜群だと評価されて、受賞したものです。

生徒諸君の、楽しみながら積み重ねてきた日頃からの努力が報われた瞬間でした。おめでとう！！



ポスターセッションでも活躍！



「SSH生徒研究発表会」では、ポスターセッションによる発表も行われました。

本校サイエンス研究会からは、生物班と数学班が発表を行いました。いずれも、ブースを訪れた生徒や先生、一般の方に、日頃の研究成果をしっかりと説明することができました。

「ブレファリズムの細胞サイズの変化の解明」

メンバー：中澤春香 永井伸明

「最短路問題を考える」

メンバー：中尾邦光 辻春花 太田英利

学長と知事を表敬訪問

「サイエンス研究会」物理班のメンバーは、

久米健次 奈良女子大学長

荒井正吾 奈良県知事

を表敬訪問して、「SSH生徒研究発表会」での文部科学大臣奨励賞受賞を報告しました。



平成19年度スーパーサイエンスハイスクール 生徒研究発表会

文部科学大臣奨励賞は 奈良女子大学附属中等教育学校

スーパーサイエンスハイスクール(SSH)に指定されている学校の高校生が、プレゼンテーション、ポスターセッションで研究成果を発表する生徒研究発表会が、SSH指定校95校の生徒・教員および一般の参加を得て、8月2日・3日の2日間、横浜市のパシフィコ横浜で開かれた。平成17年度指定校22校によるプレゼンテーション部門では、奈良女子大学附属中等教育学校が文部科学大臣奨励賞に輝いた。



文部科学大臣奨励賞
奈良女子大学附属中等教育学校
【モーションキャプチャシステムの開発とその応用】

4分科会でプレゼンテーション、それぞれの勝者が大観衆の前でNO.1を讀う

SSHは、「科学技術創成立国」を推進する文部科学省が、科学技術・理科、数学を重点的に行う高校・中高一貫校を公募・指定し、理数系に重点を置いたカリキュラムの開発と、大学や研究機関と連携した教育研究を並進することで「将来の国際的な科学技術系人材」を育てようとするもの。

「生徒研究発表会」は、2日間にわたりSSH指定校が一同に会し、プレゼンテーション、ポスターセッションにより研究成果を発表するもので、今年4回目を迎えた。

プレゼンテーションによる研究発表は、指定3年目にあたる高校が、4つの分科会に分かれ、発表15分・質疑応答10分が実施。それぞれの部門で最優秀(代表)となった4校が、2日目に大観衆の前で再度プレゼンテーションを行い、ナンバーワン(文部科学大臣奨励賞)を決める。

また、SSH指定校84校参加によるポスターセッションも行われ、優秀校5校にはポスターセッション賞が贈られた。



科学技術振興機構理事長賞

群馬県立高崎高等学校(左)
【遺伝子の可視化】
福岡県立小倉高等学校(中央)
【遺伝子シフトコードと細胞における生体時計の進化】
鹿児島県立鹿児島高等学校(右)
【色覚遺伝子と脳機能の研究】

ポスターセッション賞

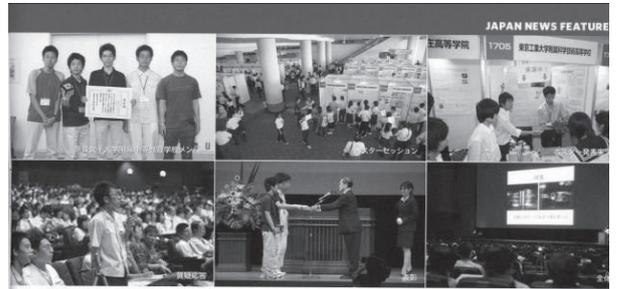
立命館高等学校
岐阜県立岐阜高等学校
福岡県立福岡高等学校
奈良女子大学附属中等教育学校
兵庫県立川崎高等学校

分科会での発表風景

発表者は、分科会、15分間のプレゼンテーション、10分の質疑応答を行う。それぞれの分科会代表校が、指定校大会一斉セッションで、各分科会での発表の様子を大観衆の前で発表する。

ポスターセッション

参加校の研究内容をポスターセッションで発表する。ポスターセッションでは、各分科会代表校による発表や質疑応答が行われ、優秀な発表者にポスターセッション賞が贈られる。



理科好き高校生たちの熱い夏

—平成19年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会より

西村尚子(サイエンスライター)

子どもたちの一層の理科離れが懸念されるなか、文部科学省は平成14年度より、未来の科学技術系の人材を育てるために「スーパーサイエンスハイスクール(SSH)」の取り組みを行っている。8月2日-3日の2日間、今年度のSSH生徒研究発表会が横浜市内で開催され、全国から集まった1300人を超える研究メンバーによる熱心な口頭発表とポスターセッションが行われた。

生徒研究発表会の1日目は「数学・物理・化学」の3分野の4分科会に分かれての発表が行われ、平成17年度指定校計22校のメンバーが、各自のテーマに沿ったポスターセッションを行い、その後、大学教員や高等専攻長、文部科学省初等中等教育局長、国立教育政策研究所、IST科学技術情報推進部などのスタッフからなる評者たちによって4分科会から1校ずつ「代表校」が選ばれた。一方で、1日目の夕方と2日目の午前中には84校によるポスターセッションも行われ、各校のメンバーが各自の研究と成果について、熱心に発表した。代表校は2日目の全大会で再び口頭発表を行い、その結果を受け、文部科学大臣奨励賞1校と独立行政法人科学技術振興機構理事長賞3校が決まった。

文部科学大臣奨励賞は「モーションキャプチャシステムの開発とその応用」について研究した1校と代表校の奈良女子大学附属中等教育学校に贈られた。西村尚子(サイエンスライター)の取材によると、中嶋研人さん、西田洋

子、樋口孝太郎さん、前原俊成さんらは、人や動物の動きをリアルタイムで記録できるモーションキャプチャシステムを開発したチームのメンバーで、各自のテーマに沿ったポスターセッションを行い、その後、大学教員や高等専攻長、文部科学省初等中等教育局長、国立教育政策研究所、IST科学技術情報推進部などのスタッフからなる評者たちによって4分科会から1校ずつ「代表校」が選ばれた。一方で、1日目の夕方と2日目の午前中には84校によるポスターセッションも行われ、各校のメンバーが各自の研究と成果について、熱心に発表した。代表校は2日目の全大会で再び口頭発表を行い、その結果を受け、文部科学大臣奨励賞1校と独立行政法人科学技術振興機構理事長賞3校が決まった。

文部科学大臣奨励賞は「モーションキャプチャシステムの開発とその応用」について研究した1校と代表校の奈良女子大学附属中等教育学校に贈られた。西村尚子(サイエンスライター)の取材によると、中嶋研人さん、西田洋

子、樋口孝太郎さん、前原俊成さんらは、人や動物の動きをリアルタイムで記録できるモーションキャプチャシステムを開発したチームのメンバーで、各自のテーマに沿ったポスターセッションを行い、その後、大学教員や高等専攻長、文部科学省初等中等教育局長、国立教育政策研究所、IST科学技術情報推進部などのスタッフからなる評者たちによって4分科会から1校ずつ「代表校」が選ばれた。一方で、1日目の夕方と2日目の午前中には84校によるポスターセッションも行われ、各校のメンバーが各自の研究と成果について、熱心に発表した。代表校は2日目の全大会で再び口頭発表を行い、その結果を受け、文部科学大臣奨励賞1校と独立行政法人科学技術振興機構理事長賞3校が決まった。

文部科学大臣奨励賞は「モーションキャプチャシステムの開発とその応用」について研究した1校と代表校の奈良女子大学附属中等教育学校に贈られた。西村尚子(サイエンスライター)の取材によると、中嶋研人さん、西田洋

平成19年度スーパーサイエンスハイスクール 生徒研究発表会表彰結果
文部科学大臣奨励賞
奈良女子大学附属中等教育学校
【モーションキャプチャシステムの開発とその応用】
科学技術振興機構理事長賞
群馬県立高崎高等学校(左) 福岡県立小倉高等学校(中央) 鹿児島県立鹿児島高等学校(右)
ポスターセッション賞
立命館高等学校 岐阜県立岐阜高等学校 福岡県立福岡高等学校 奈良女子大学附属中等教育学校 兵庫県立川崎高等学校
スーパーサイエンスハイスクール(SSH)は科学技術創成立国を推進する文部科学省が、科学技術・理科、数学を重点的に行う高校・中高一貫校を公募・指定し、理数系に重点を置いたカリキュラムの開発と、大学や研究機関と連携した教育研究を並進することで「将来の国際的な科学技術系人材」を育てようとするもの。

Close up スーパーサイエンスハイスクール 生徒研究発表会

好奇心なら負けません

発表者数は1,300名以上

発表内容は、最先端の科学技術から、身近な生活まで、幅広い分野にわたる。発表者は、各自の研究と成果について、熱心に発表し、質疑応答も活発に行われた。

発表者たちは、各自の研究と成果について、熱心に発表し、質疑応答も活発に行われた。

発表者たちは、各自の研究と成果について、熱心に発表し、質疑応答も活発に行われた。

発表者たちは、各自の研究と成果について、熱心に発表し、質疑応答も活発に行われた。

発表者たちは、各自の研究と成果について、熱心に発表し、質疑応答も活発に行われた。

発表者たちは、各自の研究と成果について、熱心に発表し、質疑応答も活発に行われた。

発表者たちは、各自の研究と成果について、熱心に発表し、質疑応答も活発に行われた。

発表者たちは、各自の研究と成果について、熱心に発表し、質疑応答も活発に行われた。

～高校生科学コンテスト～ 最優秀賞は奈良女子大学附属中等教育学校に

第45回日本生体医工学会において初めて企画され好評であった「高校生科学コンテスト」が、仙台市で開催された第46回の同学会でも企画された。

文部科学省は平成14年度から科学技術・理科、数学教育を重点的に行う高等学校を「スーパーサイエンスハイスクール(SSH)」として指定しているが、同コンテストでは、全国のSSH指定校に医学と工学の両方に関連する研究を公募。全国から応募があり、書類審査により5件の課題が選出され、5組の高校生が口頭発表を行った。さらに、当日の口頭発表による審査で、1件の最優秀賞、4



同学会懇親会で行われた表彰式。左から、岡田君、中嶋君、大会長の佐藤教授

件の優秀賞が決定された。

最優秀賞を受賞したのは、奈良女子大学附属中等教育学校の岡田真太郎君と中嶋研人君(写真、指導教員:岡校・末谷健志教諭)による「モーションキャプチャを利用した新しいマウスシステムの開発」。両君は、人物や物体の動きをデジタル的に記録するモーションキャプチャという画像解析システムを採用し、カメラ1台で正確な物体の3次元座標を取得することに成功したことが

ら、簡単に遠隔操作ができるロボットを開発。口頭発表では、特にロボットを遠隔操作するためのマウスシステムの開発の経緯が報告された。その研究コンセプトは、①できるだけ市販品に頼らない②オリジナルであることを大切に③ブラックボックスを排する—というもので、だれにも動かせないロボットの開発を目指したという。

5組の高校生の発表は、いずれもユニークで、審査員や会場からの質問にこたえるむことなど回答していた。

Medical Tribune 2007年 6月28日

平成 19 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 3 年次

2008 年（平成 20 年）3 月 31 日発行

発 行 者 : 奈良女子大学附属中等教育学校
校 長 前 川 昌 子

〒630-8305 奈良市東紀寺町 1-60-1

TEL 0742(26)2571

FAX 0742(20)3660

<http://www.nara-wu.ac.jp/fuchuko/>

