

平成 20 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4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 SSH カリキュラム構想と実践、評価	
第1節 数学カリキュラム構想と実践	
3-1-1 数学カリキュラム	17
3-1-2 授業実践	21
第2節 理科カリキュラム構想と実践	
3-2-1 理科カリキュラム	25
3-2-2 授業実践	31
第3節 カリキュラム評価と課題	
3-3-1 数学カリキュラムの評価	35
3-3-2 理科カリキュラムの評価	43
第4章 各種実施講座	
第1節 基礎・基本の徹底	
4-1-1 数学科「探究数学」	51
4-1-2 サイエンス基礎講座	55
4-1-3 「夏の学校」	57
第2節 数学的リテラシーの育成	
4-2 数検や数学オリンピックの利用	59
第3節 科学的リテラシーの育成	
4-3 NSL 講座	61
第4節 問題解決能力の育成	
4-4-1 「理数講義プログラム」	69
4-4-2 「数理科学」	73
第5節 サイエンス研究会の活動	
4-5-1 サイエンス研究会の活動	77
4-5-2 かがくのひろば	83
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	87

4-6-2 奈良女子大学の研究室訪問	89
4-6-3 他の SSH 指定校との連携（サイエンスツアー）	91
第 7 節 教員研修	
4-7-1 校内教員研修	95
4-7-2 校外教員研修	97
第 5 章 生徒と教師が語る SSH ～4 年間の取り組みを振り返って～	99
IV 重点枠研究開発実施報告（要約）	107
V 重点枠研究の成果と課題	109
VI 重点枠研究開発実施報告書	
第 1 章 研究開発の概要	111
第 2 章 研究開発の内容	
第 1 節「台湾 ISSS」	119
第 2 節「テレビ会議」	125
第 3 節「科学英語講座」	127
第 4 節「サイエンスカフェ」	129
第 5 節「MIT 研修」	131
VII 資料	
運営指導委員会記録	133
教育課程表	135
各種 SSH 事業風景	
取材記録	

国際連携も視野に入れた 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 4 年目を終えます。今年度は、従来からの 7 つの研究項目に加えて、重点枠に採択されたものを含めた次の 8 つの項目を柱として、研究を進めてきました。

- | | |
|-----------------|-------------------|
| 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. サイエンス研究会の活動 |
| 7. 生活科学リテラシーの育成 | 8. SSH 重点枠による国際連携 |

これらの項目については、研究は順調に進んで成果をあげていると考えています。特に、前期課程(中学生)からの 6 年一貫 SSH カリキュラムの開発に重点をおき、指導方法や教材の開発を進められたことは高く評価されるものであり、中高一貫教育校 SSH の 1 つのモデルを創ったと自負しているところです。カリキュラム開発は、派手さはないのですが、中等教育段階およびそれ以降も伸び続ける生徒を育成する上では、非常に重要な研究であると考えます。

この基盤的な成果の上にたって、サイエンス研究会の生徒をはじめ、理数の得意な生徒をさらに伸ばしていくことができます。2007 年度に生徒は、全国の SSH 生徒研究発表会での文部科学大臣奨励賞(最優秀賞)など、数々の賞を受賞しました。2008 年度も、JSEC(Japan Science & Engineering Challenge)2008 のグランドアワード(科学技術振興機構賞)・アジレントテクノロジー特別賞・協賛社賞(アジレントテクノロジー賞)の受賞など、生徒の活躍には目覚ましいものがありました。

さらに、今年度は SSH 重点枠による国際連携にも力を入れてきました。本校の SSH における国際交流としては、ビデオ会議システムを利用した交流や、10 年以上前から行っている国際交流プログラムの「グローバル・クラスルーム(GC)」における、科学技術をテーマとした議論などがありました。しかし、SSH 指定からの 3 年間は、日本語でしっかりと自分の考えを表明し、研究を深めることに重点をおいてきたので、国際交流面での取り組みには不十分な点もありました。そこで、研究や科学に対する理解が深まってきた今年度からは、重点枠の指定をきっかけに国際連携に積極的に取り組み、研究を進めつつあります。台湾の高雄女子高級中学を訪問しての生徒研究交流、アメリカのマサチューセッツ工科大学(MIT)における研究発表と研修、そして台湾高瞻計画(台湾版 SSH)指定校の教員、および韓国の科学英才教育を行っている高等学校教員と本校教員との研修交流など、非常に有意義な国際連携プログラムを進めてきました。2009 年 5 月には、JSEC2008 のグランドアワードを受賞した生徒が、アメリカで行われる世界最大の学生科学フェスティバル(ISEF)において発表する予定です。

以上のように、本校教員の指導と生徒の頑張りで、本校 SSH は大きな成果を挙げつつあると考えます。今後も、リテラシー教育のさらなる充実・発展と、研究成果の検証・評価方法の開発を目指していきたいと思います。

最後になりましたが、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ことについて、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



久米学長表敬訪問



奈良高校との合同研究発表会



校内生徒研究発表会



スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会



日本生体医工学会

JSEC



科学技術振興機構賞受賞



アジレント・テクノロジー賞受賞

NSL 講座



台湾 ISSS



台湾 高雄女子高級中学

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

奈良女子大学研究室訪問



生活環境学部住環境学科（磯田研究室）



理学部化学科（吉村研究室）

各種講座



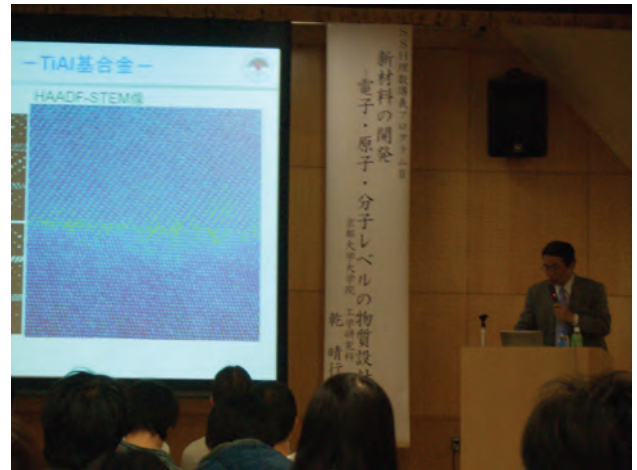
NAIST 科学英語とステイラボ発表



日本古代を科学する（新納氏・吉川氏・西山氏）



雪と氷の謎をさぐる（前野紀一先生）



新材料の開発（乾晴行先生）



京都大学宇治キャンパス訪問



Video Conference

平成20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
② 研究開発の概要	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。 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 平成20年度実施規模	全校生徒を対象に実施する。対象生徒数744名
④ 研究開発内容	○研究計画 ■ 第一年次(2005年度) 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。 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。 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。 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。 ■ 第二年次(2006年度) 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。 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

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を検討し、PISA の研究の枠組みを重視しながら、理科と数学において科学的リテラシーと数学的リテラシーのテスト問題を作成し、分析・考察する。

■ 第五年次(2009 年度)

① 内部評価

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、3 年次修了生を対象に本校作成の「自然科学リテラシーを測るテスト」を実施する。PISA データとの比較や、日々の授業内容や授業方法との関係や定期考査・入学適性検査との関連性を分析する。

② 卒業生による評価

SSH カリキュラムを履修した卒業生の追跡調査およびインタビューを通じて、SSH カリキュラムの検証・評価を行う。

③ 在校生における評価

SSH カリキュラムを履修した生徒へのインタビューを通じて、SSH カリキュラムの検証・評価を行う。

④ 研究成果の普及と外部評価

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の発表や、他校との研究交流会を実施して、カリキュラムの評価を得る。

○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 20 年度の教育課程の内容

(1) 「NSL 講座」の実施(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、レポート提出や実習の取り組み等で評価し、4 年生には 1 単位の認定をした。本年度は、「タンパク質」をキーワードとして数学や化学、生物学の分野から、講義・実験・実習を実施した。

(2) 「数理科学」の実施(6 年対象)

この科目では、中等教育学校の教師と大学教員・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・Excel)→数学モデルを適用して考察」というプロセスに数式処理システムなどのテクノロジーを活用して、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。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、講座内容と実施方法について検討をし、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。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授業については、韓国的高校と研究発表をしてコミュニケーションを取った。

(3) 科学的リテラシーの育成

授業での観察・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を重点的に研究協議した。サイエンスツアーでは、京都・滋賀 SSH 指定校 4 校との連携により筑波で、研究交流を行った。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年間 12 回持ち、内容の検討や指導方法について協議した。

(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」を実施した。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、同志社大学理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。

(6) サイエンス研究会

SSH 指定を受け 4 年目の成果を発表する場として、7 月の校内研究発表会、奈良高校との合同研究発表会、9 月の学園祭の展示、2 月の公開研究会ではポスター発表会を設定した。成果としては、SSH 生徒研究発表会(8 月:横浜)でポスターセッション賞を受賞することができた。また、JSEC2008 や日本学生科学賞(奈良県予選)等で多数の賞を受賞できた。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こともできた。

(7) 科学的リテラシー・数学的リテラシーの評価

生徒の科学的リテラシーや数学的リテラシーが育成できたかどうかを評価するために、PISA の枠組みを重視しながら本校独自のテストを作成し実施した。その分析と考察をし、本校生徒の実態を明らかにした。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

- ・ 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やプレゼンテーション能力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、5 年「生活科学」では、身近な事象を科学的に考察する取り組みができた。
- ・ 理科と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、それについて理科数学科合同会議で授業について検討した。各教科において、授業観察や研究協議を実施して授業改善について議論できた。
- ・ サイエンス研究会での研究成果が、SSH 生徒研究発表会(8 月:横浜)やコンテストで受賞するなど、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(2, 3 年次) PISA 調査を利用して分析・考察してきた。その結果は、得点的に高成績であり解答の空欄率も非常に低いものであった。PISA 調査の利用では本校の自然科学リテラシーの評価に使えないと考え、新たなテスト作成について議論してきた。今年度は本校独自のテストを作成し、実施した。実施したテストの分析・考察はできたが、作成したテストの検討も含め更なる研究が必要である。また教材、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。

来年度は SSH の指定を受け 5 年目となり、研究成果のまとめとその普及活動に重点をおきたい。

平成20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、研究授業の実施、授業後の研究協議を実施し、熟考クラスター育成の授業について協議した。	
(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、理科授業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、具体的な教材化ができた。	
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、「タンパク質」というキーワードで数学・化学・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 3,4 年に実施した。4 年生には 1 単位認定した。	
② 「数理科学」について、作成した教科書を使用し 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 3 回実施した。いずれも大学教授の最先端の研究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理工学部と同志社女子大学薬学部の研究室訪問、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 4 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は確実に成長している。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、ポスターセッション賞を受賞できた。その他にも、第52回日本学生科学賞(奈良県予選)優秀賞、JSEC2008 グランドアワード(科学技術振興機構賞)、アジレントテクノロジー特別賞を受賞し、アメリカでの ISEF2009 で発表する予定である。

② 研究開発の課題

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

試行段階を経て、昨年度テキストを作成して開設した本講座も、2年目となる。昨年度の課題を踏まえつつ取り組んできたが、新たな課題を明記する。今年度の実践が、昨年度と比較して大きく違うところは、「2時間連続の授業から、1時間ずつ週2回の授業に変更したこと」である。時間割作成上、SSH研究だけでなく他の授業とのバランスの関係で、1時間ずつにせざるを得なかった。しかし、1時間では生徒にじっくり考えさせたり、数式処理ソフトを用いて自由に探究させたりする時間を十分にとることができなかった。また、今後の課題として、教材の再検討、授業方法の研究、テキストの改訂が挙げられる。

(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た。その中で次のことが実施上の課題となった。

- ・3,4年生の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・数学・化学の内容とした。3年目は、「たんぱく質」をキーワードとして化学・数学・生物の内容とした。生徒が興味を持ち、多くの分野が関係する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かなり高い結果である。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。」ということである。このテストでの経年変化を分析することで、本校生徒の自然科学リテラシーの評価をする計画であったが、本校生徒には適当でないと判断した。

そこで、PISAの枠組みを重視しながら本校独自のテストを作成し、実施した。その分析と考察をしたが、問題の吟味を含めて、さらなる自然科学リテラシーの評価の研究が必要であると考えた。

(4) 研究内容の普及について

本校のSSH研究を、いかに他の学校等に普及するかという課題がある。研究内容については、日本カリキュラム学会や日本数学教育学会等の学会や奈良県の学習指導研究会等の研究会で発表している。また、本校の公開研究会でも授業研究や生徒のポスター発表を通して外への発信をしている。さらに、研究の成果と課題を、多くの学校に理解してもらえるように、普及の方法は考える必要がある。

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	60	59	65	60	61	61	366
女	63	61	69	63	60	62	378
計	123	120	134	123	121	123	744

② 教職員数

校長	副校長	主幹 教諭	教諭	養護 教諭	非常勤 講師	教務 補佐	ALT	スケー ルカウ ンセラ ー	事務 職員	司書	計
1	2	3	37	2	18	4	2	1	4	0	74

※事務職員は臨時雇用を含む

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

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ようになる。

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、理科学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)

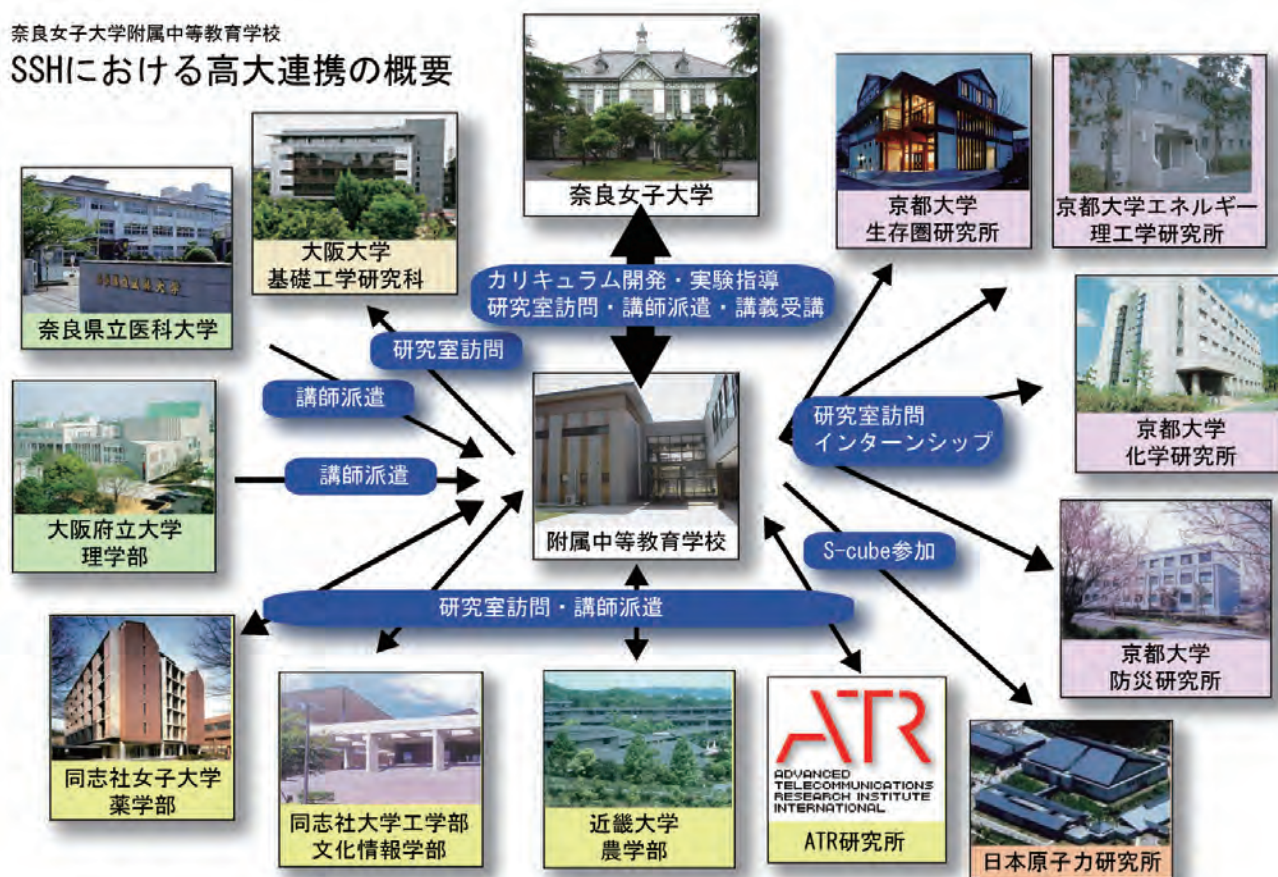
同志社大学(工学部・文化情報学部)・同志社女子大学(薬学部)・近畿大学(農学部)

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

■自然を体験し、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)については、3年次修了生(4年生)を対象に「OECDの生徒の学習到達度調査(PISA)」を踏まえた本校作成のテストを実施して、その分析・考察を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4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」にてポスター発表を行い、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 校長・副校長・教頭

校長・副校長・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。

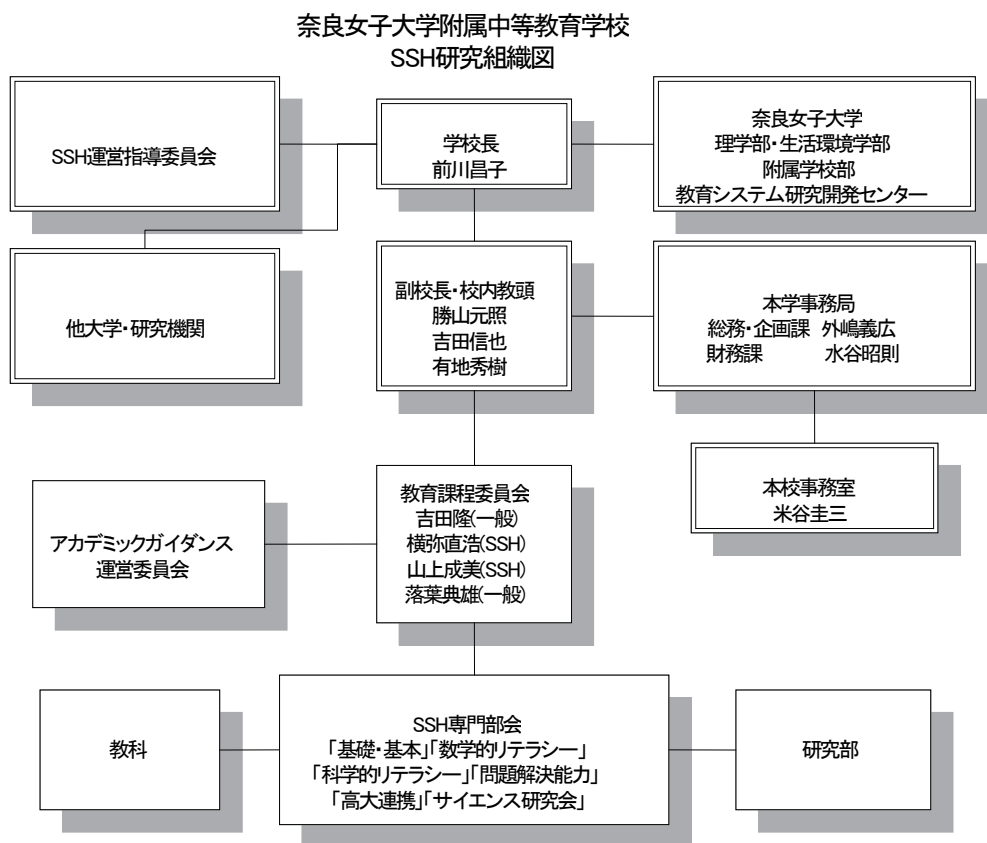
④ 教育課程委員会

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



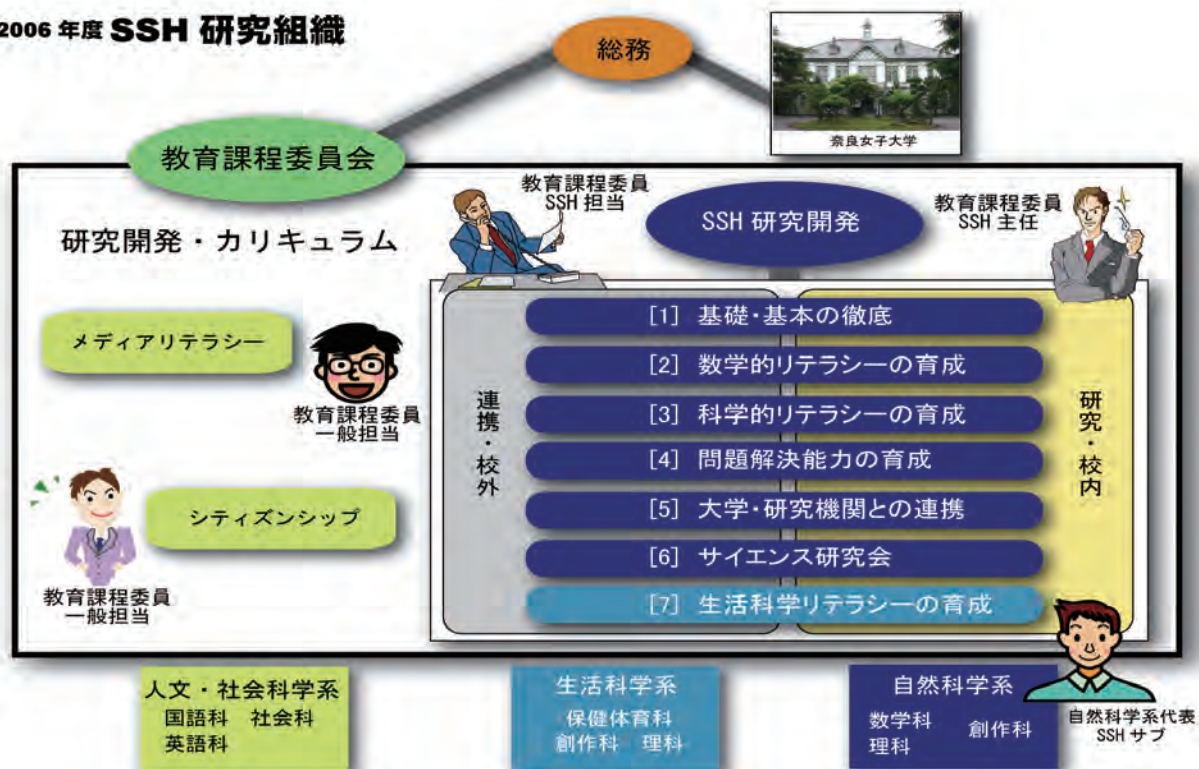
(3) SSH運営指導委員会

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	奈良教育大学教職大学院	教授	数学教育
重松 敬一	奈良教育大学	副学長	数学教育
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

2006 年度 SSH 研究組織



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年間ののびのびとすごしている。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み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チ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1つとして、道德と特別活動(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。このシチ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みても、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。シチ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する。この「理数離れ」をくい止め、シチ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4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（中学生）も参加する
- ③理数が得意な生徒を3年生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も実施する。

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、シェトランドおよび韓国・台湾の高校との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させ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。

本年度は、SSH指定4年目となり、計画した事業は順調に実施でき、明らかになった課題についても取り組むことができた。研究の普及と全体の評価について一層取り組まなければならない。

第3章 SSHカリキュラム構想と実践、評価

第1節 数学カリキュラム構想と実践

3-1-1 数学カリキュラム

(1) PISA型「読解力」と数学的リテラシー

数学科では、PISAによる「数学的リテラシー」の育成について、PISAの枠組みを研究し、授業研究をしながら実践してきた。PISAでは「数学的リテラシー」以外にも「科学的リテラシー」「読解力」について定義されている。ここでは、PISA型「読解力」に着目し、数学科における「読解力」とは何かを検討し、PISA型「読解力」と数学的リテラシーの関係について考察したい。

PISA調査における「読解力」は次のように定義されている。

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

PISA型「読解力」では、「知識領域」「関係する能力」「状況・文脈」の3つの側面で次のように捉えている。

① 「知識領域」：テキストの形式

テキストは、その形式によって大きく2つからなっている。

(ア)「連続型テキスト」(いわゆる文章に相当する。物語、解説、議論などの様々な種類の散文)

(イ)「非連続型テキスト」(データを視覚的に表現した図、グラフ、表、マトリックス、地図、書式など)

② 「関係する能力」：読む行為のプロセス

書かれたテキストを読む場合のプロセスを、3つ設定している。

(ア)「情報の取り出し」(テキストの中の事実を切り取り、言語化・図式化する)

(イ)「テキストの解釈」(書かれた情報から推論・比較して意味を理解する)

(ウ)「熟考・評価」(書かれた情報を自らの知識や経験に位置づけて理解・評価する)

③ 「状況・文脈」：テキストが作成される用途、状況

4つの用途別に「書かれたテキスト」が示される。

(ア)「私的な用途」(手紙、小説、伝記)

(イ)「公共的な用途」(公的文書)

(ウ)「職業的な用途」(マニュアルや報告書)

(エ)「教育的な用途」(教科書やワークシート)

以上を踏まえ、「読解力」と「数学的リテラシー」を比較すると次のようになる。

	読解力	数学的リテラシー
定義	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	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

知識領域	テキスト形式 ・連続型テキスト ・非連続型テキスト	数学的領域および概念に関するまとめ ・量 ・空間と形 ・変化と関係 ・不確実性
関係する能力	読解の課題またはプロセスのタイプ ・情報の取り出し ・テキストの解釈 ・テキストの熟考・評価	数学に必要とされる技能からなる能力クラスター ・再現クラスター ・関連付けクラスター ・熟考クラスター
状況	テキストが作成される用途 ・私的な用途 ・公共的な用途 ・職業的な用途 ・教育的な用途	個人的、社会的、地球的な状況における用途に焦点を当てた数学の適用領域 ・私的 ・教育的および職業的 ・公共的 ・科学的

「読解力」とは、文章や資料から「情報を取り出す」ことに加えて、「解釈」「熟考・評価」「論述」することを含むものであり、以下のような特徴を有しているといえる。

- ① テキストに書かれた「情報の取り出し」だけではなく、「理解・評価」（解釈・熟考）も含んでいること。
- ② テキストを単に「読む」だけではなく、テキストを利用したり、テキストに基づいて自分の意見を論じたりするなどの「活用」も含んでいること。
- ③ テキストの「内容」だけではなく、構造・形式や表現法も、評価すべき対象となること。
- ④ テキストには、文学的文章や説明的文章などの「連続型テキスト」だけでなく、図、グラフ、表などの「非連続型テキスト」を含んでいること。

なお、PISA調査の「読解力」とは、「Reading Literacy」の訳であるが、わが国の国語教育等で従来用いられてきた「読解」ないしは「読解力」という語の意味するところとは大きく異なるので、単に「読解力」とはせずに、PISA型「読解力」と表記される。

以上のことから、読解力と数学的リテラシーは、知識領域、関係する能力、状況の3つの側面から捉えられていて、読解力は、理解や活用も含み、図やグラフ、表の読解も含んでいることがわかる。これらは、数学的リテラシーの育成と密接に関係し、数学的リテラシーの基礎に位置すると捉えることができる。数学的リテラシー育成を重視して指導することにより、PISA型「読解力」も身につけていると考える。

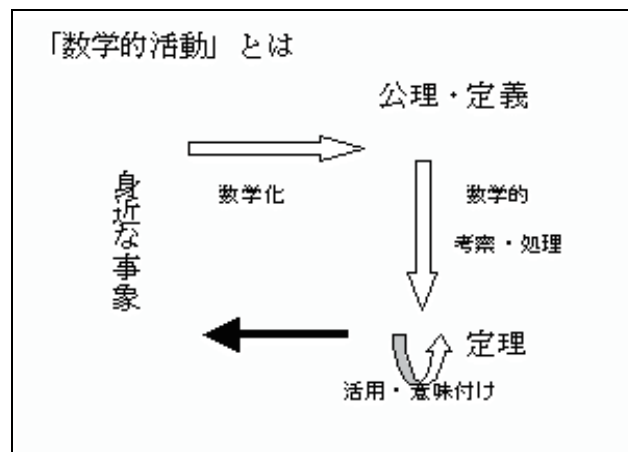
(2) 数学的活動と数学的リテラシー

「数学的活動」とは、高等学校学習指導要領解説（平成11年）には、次のように示されている。

- ・ 身近な事象を取り上げ、それを数学化し、数学的な課題を設定する活動
- ・ 設定した数学的な課題を既習事項や公理・定義等を基にして数学的に考察・処理し、その過程で見出したいろいろな数学的性質を論理的に系統化し、数学の新しい理論・定理等を構成する活動
- ・ 数学的知識を構成するに至るまでの思考過程を振り返ったり、構成した数学的知識の意味を考察の対象となった当初の身近な事象に戻って考えたり、他の具体的な事象の考察などに数学的知識を活用したりする活動

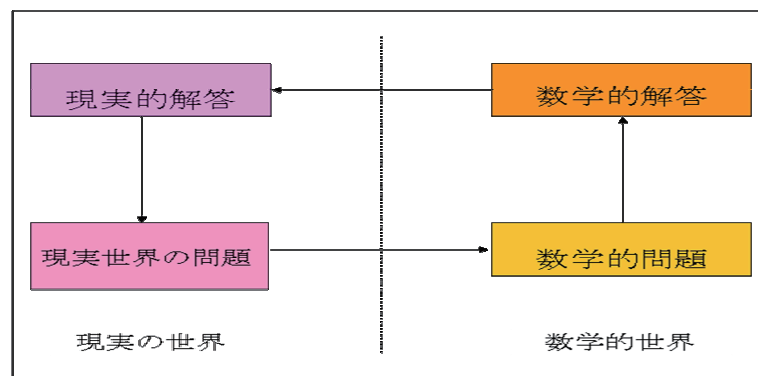
その数学的活動は、次の図のように示される。

身近な事象を数学化し、数学的な考察や処理を経て、活用・意味付けをして身近な事象へと還元する。



次に、PISAが示す数学的リテラシーについて、「PISA2003年調査評価の枠組み」（国立教育政策研究所監訳、2004年）に、数学化サイクルとして次の図が示されている。

現実世界の問題において、それを解決するためにまず数学的世界に持ち込み、数学的な問題に置き換える。そこで試行錯誤して数学的解答を得る。それを現実の世界にもどし現実的解答を得る。このサイクルの過程で数学的リテラシーが育成されると考える。つまり数学的活動により数学的リテラシーが育成されることになる。



（PISAの「数学化サイクル」）

(3) 数学的リテラシーの定義について

PISA調査において「数学的リテラシー」は次のように定義される。

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

本校での数学的リテラシーの捉え方は、このPISAの定義を基に研究を進めている。

授業を通して、数学的リテラシー育成を考えると、もう少しこの定義を絞って扱うことにした。

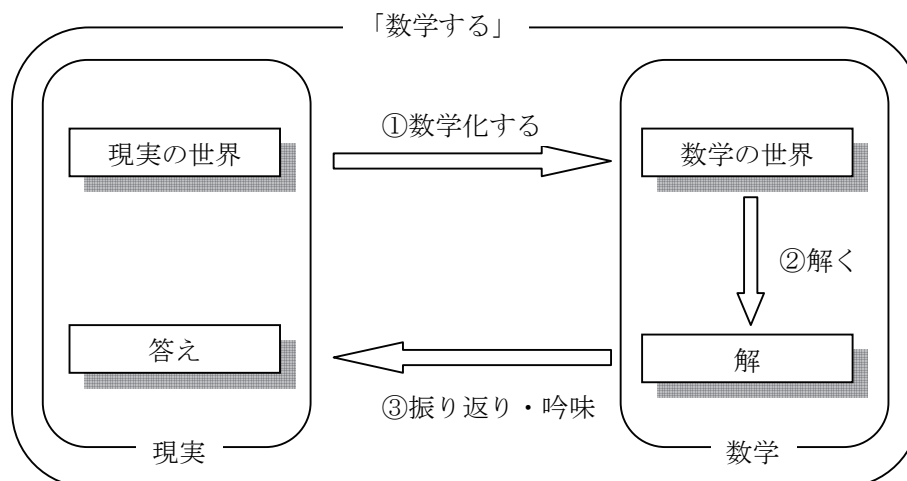
その定義が、

「自分たちの身近な課題を、数学的な活動を通して、解決しようとする力」

である。

今年度は、上述の本校による数学的リテラシーの定義を評価するため、独自に評価問題を作成した。
 ここでの数学的な活動は、本校が以前から研究している「数学する」という言葉で言い換えることができる。「数学する」ことは、下図に示すような3つの段階で捉えている。

- ① 現実の世界の課題を数学の世界の問題に読み換える（数学化する）
- ② 数学の世界において問題を解く
- ③ 得られた解を現実の世界の答えとなり得るか吟味する（振り返り・吟味する）



この「数学する」は、PISAが示す数学化サイクルと同じ考えであり、高等学校学習指導要領解説（平成11年）で示された数学的活動の図と同じように説明ができる。

つまり、数学的リテラシーを育成するために、数学的活動（本校でいう「数学する」）が大切になり、その数学的活動の過程で数学的リテラシーが育成されていると考える。

(4) 統計分野のカリキュラム化について

中学校段階での統計分野の学習は、自分たちの身近な課題を解決するためにも、また今後社会人として生活していくうえでも重要な内容である。しかし、現行の中学校学習指導要領(平成10年告示)では統計分野の学習内容が含まれていない。新学習指導要領(平成20年告示)では、中学1年に「資料の散らばりと代表値」、中学3年に「標本調査」という内容が含まれることとなった。本校ではその内容を重視して、1,2年の「探究数学」の時間に学習するよう、カリキュラム化を試みた。

2年間の目標としては、1年次では、資料の処理と提示、読解に関する基本的な能力と態度を育成するとともに、平均値の正しい意味を理解すること、2年次では、「奈良県統計グラフコンクール」への参加を通して、2年間学習した統計処理とその表現についてのまとめを行うとともに、さらに内容を深め、相対度数や相関などの発展的な内容を扱う。

授業時間数と内容については、1年次では、統計分野に6時間設定し、ヒストグラムや折れ線グラフなどグラフを用いて処理すること、グラフの特徴を考察することを学ぶ。

2年次では、統計分野に10回設定し、平均値の種類と性質、相対度数の考え方、資料の代表値(中央値・最頻値)、相関関係と相関図を学習した。グラフコンクールに向けて、これらの内容を具体的な資料(データ)として扱い、作業をさせながら理解させた。

3-1-2 授業実践

■ 研究目標

数学的リテラシー育成の観点から授業を展開し、生徒たちの活動を通して、授業評価を行う。

本年度は、既知の数学的知識をいかに自由に活用できるかという点で、PISAに位置づけられている「熟考クラスター」育成の授業研究を行った。教材としては、「2次関数の導入」を選んだ。

■ 研究授業内容

テーマ	「解析Ⅰ」(必修) 2次関数の導入
日時	2008年11月7日(金) 2時間目 9:40~10:25
場所	本校 物理教室
授業者	河合 士郎(本校数学科教諭)
学級	3年C組 45名(男子22名、女子23名)
単元目標	・2次関数の一般形と標準形の関係を明らかにする。 ・2次関数の特徴をグラフによって明らかにする。 ・グラフの簡単な平行移動・対称移動などができるようにする。 ・2次関数の特徴を利用して、最大値・最小値が求められるようにする。 ・日常生活の中にみられる関数の具体例について考察する。('関数のめがね')

■ 教材観

本校における「解析Ⅰ」では、中学校2,3年の関数分野を系統立て、まとめて扱うカリキュラムにより、対応表・関係式・グラフといった、多様な表現方法をじっくりと学んでいる。関数の概念について十分に理解させたうえで、中学校の内容である「2乗に比例する関数」から、高等学校の内容である「2次関数」へと連続して進み、グラフの意味やその移動についても、さらに理解を深めたい。

また本校では、身近な自然現象を解析する道具・手段として、関数の考え方をを用いることを大切にしたい。「関数のめがね」とも呼ばれる授業時間を取り入れている。その学習において、数学化のプロセスを意識した授業内容を研究、実践するだけではなく、グラフ電卓やコンピュータなどのテクノロジーを利用する力の育成も図りたい。そして、様々な設定・状況に応じて関数を活用できる基礎作りをする。

■ 授業計画

身の回りの2次関数('関数のめがね')	…3時間(本時はその3時間目)
放物線の平行移動	…4時間
放物線の対称移動	…2時間
2次関数の最大・最小	…5時間
2次関数の決定	…3時間

■ 本時の目標

坂を転がるボールの運動に関する知識を応用し、2つのボール間の距離について生徒たちで予想し説明をつけることが目標である。

- ・斜面を転がる2球の運動の関係を、グラフや表などで確かめようとする(関心・意欲・態度)
- ・2次関数のグラフを平行移動することができる(表現・処理)

■ 指導案作成過程

数学科内で意見交換をしながら作成した。留意点は以下の5点である。

<留意点1>難易度を考慮に入れて、スモールステップに分けた。

当初は、1球での実験を行わずに2球を転がすというものであったが、スモールステップに分けて、1球を転がす実験と、演習問題を行ってから、この授業に臨んだ。

<留意点2>教師の指示を最低限にとどめ、生徒の活動の自由度を大きくした。

熟考クラスターでは、生徒がいかにかえるかが重要で、教師が指示を出しすぎることはそれを妨げると考えた。

<留意点3>生徒の思考実験に重点を置いた。

留意点2とも関係することであるが、生徒の思考実験に時間をかけた。モデル化とシミュレーションを行った後に、実験を行い、検証するという流れを採用した。

クラスターの側面から述べると、最初に十分に考えさせることが熟考クラスターにつながると考えた。

<留意点4>結論を教師からまとめない。

教師が答えを先にまとめてしまうことが往々にしてある。教師が答えを示すのではなく、生徒の発見を大切にしたい。

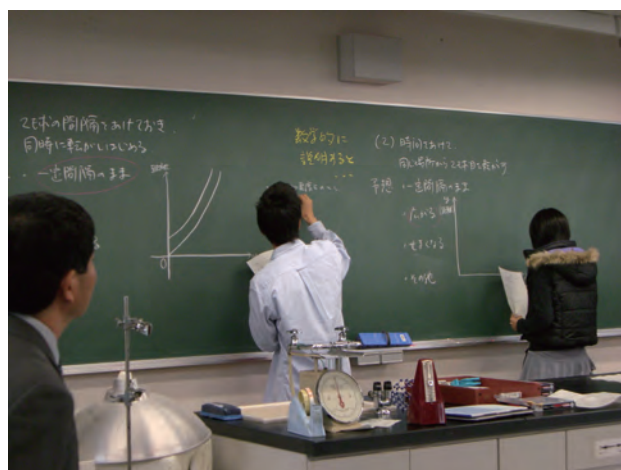
<留意点5>各生徒の思考実験の後、班活動を取り入れた。

原案は、各個人の予想で留めていたが、その予想を議論しあう班活動を取り入れることにより、コミュニケーション能力の育成をはかった。

■ 指導過程

教師の発問・指示：○ 予想される生徒の反応・動き：☆

実験器具：レール・鉄球・斜面を作る台 任意(メトロノーム・セロハンテープ・マジック)



ねらい	生徒の学習内容	研究授業の様子
振り返り	前の授業までに、レールで作った坂を転がるボールの運動について調べたことを確認する。	
課題提示	○「今日は2つのボールを転がすときの、 <u>ボール間の距離</u> について考えよう。」	

	教卓で、レールの上に1つのボールを転がす。2つ使って距離をあけ同時にスタートする場合と、同じ位置から時間差をつけて転がす場合について考えることをいう。 ○「それぞれの場合、ボール間の距離はどうなるか。」 ☆縮まる・広がる・変わらない等の意見が出る。 ○「予想したら、その理由について考えよう。」 自由に活動させる。前回行った実験での方法や、分かったことを応用できるか。 ○班ごとにまとめた意見を聞く。 ○どのように実験したら良いか、考えさせる。	
実験	実験の用具を班ごとに用意させ、実験を開始する。実験の方法は自由。時間を計測するなど、分担して協力させる（ワークシート・グラフ用紙は自由に使う）。	
数学化	○「実験結果を、数学的に説明してみよう。」 ☆2つの球の運動についてグラフを描いて、差をとるとよい。 ○机間を見て回り、何人かの生徒を指名し、前へ。 前の黒板で説明させる。 ○「放物線になることは前回確認した。」 ○「作った式を書きだそう」 ☆平行移動したものになっているようだ。 ☆1つめの放物線については、$y = ax^2$の式ができる。 ☆はじめから距離が離れているボールどうしについては、$y = ax^2 + q$の(形は同じだが式は異なる)式を考える ☆軸や座標平面を移動する	前時に細かくデータを取ったためか、差を目で見ただけで、データをプロットするグループはなかった。 「加速度」という物理分野の概念で説明する生徒が多く、「できるだけ、表、式、グラフといった数学の言葉で説明しよう」と声をかけた。
一般化 まとめ	○今日のテーマ、<u>2球間の距離</u>について、どうなったか。その理由とともにまとめてください。 ☆グラフは平行移動になっているから、スタート位置を変えた場合の2球間の距離は一定であることが説明できる。 ○何人か生徒に意見を発表させる。プリントに、気づいたことをまとめさせる。 ○余裕がある生徒には、特にスタート時間をかえた場合について考察させる。 グラフの形は同じで、曲線は放物線だが、今まで通りの式では表現できない。自然現象の中には、2次関数で表せる曲線が潜んでいるが、原点を通らないグラフになる場合もあり、新しい式の表現が必要になってくる。	予想通り $y = a(x-p)^2$ の式を導けるものはわずかであった。

■ 授業者コメント

すでに終えた他クラスの授業では、結果の予想を一人ずつ挙手させたが、本時は、班で意見をまとめさせることを試みた。いずれの場合も、言葉で説明する生徒が多かった。相違点としては、個人だと様々な意見が出たが、班だと互いに空気を読んで、最後にみんな同じ答えになってしまった。

■ 指導助言

<実験に関して>

- ・数学の授業は、分かったという感激を持つことが基本であると考ええる。(生徒が検証実験を行わなかったことに対して) 私なら、予想したことを実験で確認する。それが分かったということではないか。
- ・実験では、「何を自由にしておくのか」の指示を明確にしておく必要がある。感覚的だから、グラフの横軸を距離だと考えていた生徒がいた。その修正が必要である。
- ・実験では、教師が正確な実験を行い、数学のモデル化に疑問の余地を残すべきではない。

<援助に関して>

- ・数学を使つての成功体験を生徒は持っているか。グラフか式か表を使うといった数学的手段を最初に意識しているか。意識していない生徒にどう援助するのか。
- ・間違いを大切にする工夫、山場をどこにもっていくかの工夫が欲しい。

<評価に関して>

- ・種々のクラスターの習得は、より長いスパンでの指導・評価計画が必要である。

■ 研究授業での反省

この実験は、本校において 2 次関数の平行移動の導入時にこれまでも利用されたものである。ただ、今回は実験器具のルールが短く、誤差が大きくなった。

また、研究授業においては、授業に向けて数時間前より 1 個の鉄球を転がす実験をしてきた。そのため、本時の内容は多くの生徒にはすでに自分のものとなっていて、改めてグラフや表を使う必要もなかったのではないと思われる。知識を習得後の授業だったので、熟考クラスターの育成というよりは、関連付けクラスターの範疇であったと考えられる。

さらにこの研究授業から、数学の授業での班活動について、研究の必要性も明らかになった。

■ 今後の課題

現在、本校数学科では数学的リテラシー育成の観点から授業を展開するように意識している。「再現クラスター」、「関連付けクラスター」、「熟考クラスター」のいずれに相当する内容かを考えるのはもちろんのこと、8つの能力「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」も授業の際には意識して組み立ててきた。

思考や論証、モデル化、テクノロジーの利用等においてはさまざまな工夫を行ってきたが、コミュニケーション能力の育成については、班活動をいかに取り入れていくかが課題のひとつであると明らかになった。東京大学大学院教授 佐藤学氏によれば、「共同的・互惠的の学び」の様式は、国を問わず年齢を問わず、男女混合 4 人グループが基本で、最も理想的な形であるとされている。すでに班活動の実践を行っている学年もあるが、テクノロジーの利用と同様に利用分野・形態についての検討が必要である。

最後に、クラスター習得に関しては、長いスパンで指導・評価していくことが肝要である。これまで各授業で生徒が何を学んだかを確認し、次の授業で活かすようにしてきたが、「何をもって達成できたとみなすか」という評価の方法も整理していく必要がある。

第2節 理科カリキュラム構想と実践

3-2-1 理科カリキュラム

(1) 理科カリキュラムと PISA 理論

「地球的課題に対して、自分の考えを持ち、自分のすべきことを知る」。OECD が進めている PISA の教育的な理論（以下、PISA 理論）が主張する、これからの市民に必要な科学的リテラシーの根本は、この言葉に集約されよう。ここから導かれる「自立した学び（学問）ができる生徒の育成」が、本校が SSH 研究で得た理科カリキュラムの目標である。

昨年度までの SSH 研究において、本校では、科学的リテラシーとそれが内包する科学的思考力の育成を主軸とする理科カリキュラムを具体化し、一部は実施するに至った。このカリキュラムは、先に紹介した PISA 理論を主な拠り所としている。この理由として、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を生じないため
- 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ため
- 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ため

ただし、③に関しては、OECD が公開している PISA 調査問題の種類や数が限定されていることから、本校の点数を単純に国際比較してカリキュラムの評価とすることは難しいという結論に至っている。従って今年度は、公開されている PISA の調査問題を参考にしながら、本校独自の調査問題をつくり、理科カリキュラムの評価のひとつとした。これについては別項で報告する。

なお今年度は、策定した理科カリキュラムの実践を重ね、情報の共有と議論を行い、必要であれば修正する期間であると定めて研究を行った。その結果、リテラシーとハイタレントの関係性のある程度まとめることができたため、本項で報告したい。

(2) 理科カリキュラムと科学的リテラシー

理科カリキュラム策定の経緯や詳細は、昨年度の本校『SSH 研究開発実施報告書・第三年次』で具体的に記している。従ってここでは、理科カリキュラムの大まかな特徴を述べるに留めたい。

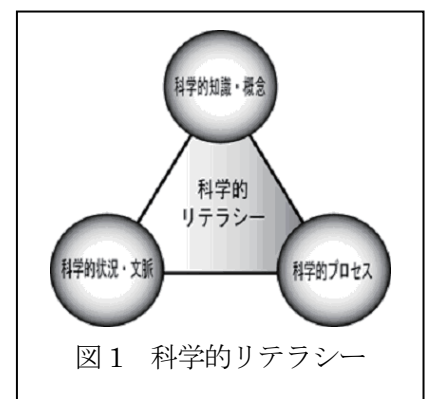
SSH 研究で開発した理科カリキュラムは、生徒全員に科学的リテラシーを身につけさせることを目標に策定している。本校が定めた科学的リテラシーは、次の3要素で構成される。

- ① 科学的知識・概念の習得
- ② 科学的状況・文脈の理解
- ③ 科学的プロセスの習得

これらの要素を理科カリキュラムにおいて、次のような作業により具体化した。

① 科学的知識・概念の習得

社会人として必要な知識や概念を習得させる。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ものに、遺伝子や核エネルギーなど、最近の新聞記事やニュースを理解するのに必要な知識や概念を加えたものである。従って、学習指導要領や教科書等、あるいはニューストピックスを参考にしつつ、学問体系と生徒の発達段階を考慮して、「何を、いつ、どの順番でどの程度教えるか」を検討した。その結果が表1である。

1単位:45分		理科カリキュラム内容一覧 (2007年度 奈良女子大学附属中等教育学校)				
	タイトル (単位数)	物理分野	化学分野	生物分野	地学分野	備考
1年 (全員)	基礎理科Ⅰ (4)	音と光 ア 音の性質 イ 光の性質	身の回りの物質 ア 物質のすがた イ 物質のとけ方 ウ 物質の状態変化 エ 気体の発生	身の回りの生物観察 ア 植物体のつくりとよみ イ 植物の仲間	天気と気候 ア 気象の要素と天気 イ 前線と高気圧・低気圧 ウ 雲と雨 エ 四季の天気	
2年 (全員)	基礎理科Ⅱ (4)	(1)力 ア 身の回りの力 イ 力の表し方 ウ 力と圧力 エ 力の合成と分解 (2)電気 ア 静電気と静電気力 イ 電流と電圧	化学変化と原子・分子 ア 原子・分子 イ 物質の化学変化	動物の生活と種類 ア 動物の生活の観察 イ 生命を維持する仕組み ウ カエルの解剖 エ 感覚と運動のしくみ オ 動物の分類と系統	地球と宇宙 ア 地球の自転と日周運動 イ 地球の公転と年周運動 ウ 太陽系と銀河系	
3年 (全員)	自然探究Ⅰ (4)	(1)人間とエネルギー ア 電流とその利用 イ 電気と熱のエネルギー ウ いろいろなエネルギーと変換 (2)人間と物質 ア 原子の構造 イ 物質とイオン ウ 元素の性質と周期表 エ 酸・アルカリ オ 電池・電気分解		(1)生物界での物質の循環 ア 生物のつながりと光合成 イ 分解者の働き ウ 物質の循環とエネルギーの流れ (2)地球のエネルギー ア 火山とマグマ イ 地震とプレート (3)地球での物質の循環 ア 流水の作用と地層の形成 イ 水の循環 ウ 空気と水の汚染 エ フロンガスとオゾン層の破壊 (4)地球環境の歴史 ア 地球の歴史 イ 地球環境の変化と生物の進化		課題研究入門
4年 (全員)	自然探究Ⅱ (4)	(1)物質の構成と循環 ア 化学結合 イ 化学変化と原子量と物質質量 (2)物体の運動 ア 物体の運動 イ 運動の法則 ウ 力と仕事 エ 力学的エネルギー (3)絶対温度と分子運動		(1)遺伝子 ア 細胞(核)の構造・染色体 イ 遺伝の法則 ウ 遺伝を担う核酸 エ 生命体を構成する物質 オ 遺伝情報とその発現 (2)タンパク質 ア 生物体内の化学反応と酵素 イ 生命現象とタンパク質(免疫)		課題研究入門
5年 (選択)	選択理科	理系…＜物理Ⅰ・Ⅱ＞③	理系…＜化学Ⅰ・Ⅱ＞③	理・文系…＜生物Ⅰ・Ⅱ＞③	文系…＜地学Ⅰ＞③	
6年 (選択)	選択理科	理系…＜物理Ⅰ・Ⅱ＞④ 理科3科目…＜物理Ⅰ＞②	理系…＜化学Ⅰ・Ⅱ＞④	理系…＜生物Ⅰ・Ⅱ＞④ 文系…＜生物Ⅰ＞③ 理科3科目…＜生物Ⅰ＞②	文系…＜地学Ⅰ＞③	課題研究

表1 プロセスの定義と対応する「教え方」(本校定義)

② 科学的状況・文脈

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・概念や科学的过程を実際に使えることが大切である。

普段の授業における導入や発問などを、できる限り生徒にとって身近な諸問題と関わるものから選ぶようにした。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。

③ 科学的过程

科学的过程とは、PISA 理論上の表現であり、いわゆる科学的思考力とほぼ同義だと考えてよい。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。教師が一方向的にしゃべり、生徒はただひたすら聞くことに耐え、レシピを追うだけの意味不明な

実験を延々と続けていても、永久に科学的プロセスなど身に付かないであろう。

科学的プロセスの育成のためには、「適切な教師の発問や助言・修正」「生徒に考えさせる時間」「考えを表現させる場」の 3 つを積極的に普段の授業に取り入れ、生徒の経験を積み重ねていく必要がある。教師と生徒、生徒と生徒の言語活動が鍵となる。

また、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。ここに、科学的プロセスを具体化する必要がある。表 2 にさらに 3 つに分節化した科学的プロセスを掲載した。

	定義	対応する「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。	・ 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、教えたりする授業 ・ 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。	・ 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すること。	・ 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 プロセスの定義と対応する「教え方」(本校定義)

表 2 の定義に基づいて、普段の授業において、生徒に考えさせるための発問や教材を検討する作業を行い、学習項目ごとに、授業で用いるワークシートを制作した。

また、表 3 に示すように、ワークシートをどの科学的プロセスで扱うかをまとめた一覧をつくり、理科教師内で共有しやすいものとした。これにより、中高 6 年間における、本校の科学的プロセスの育成が見通しのよいものになった。さらには、理科教師の専門性を超えて教育方法を共有できたため、これまでの「物理分野は工夫して教えられる、しかし生物分野は専門外だから難しい」といったような弊害をある程度緩和することができるようになった。

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	前後や低気圧についての基礎知識をもとに、前後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。	前後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板の質量と体積をはかる。	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金属板は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。ことを見出させる。	
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（かく、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（H-R図）を作成させる。	グラフを見て恒星の種類を分けさせ、それぞれの恒星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・電源装置を導線につなぎ、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、その構造や働きを認識させる。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、全鼠に臓器の位置や特徴を理解させる。形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	たねの働き	デンプンと糖の検出方法を認識させる。		たね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。	火山岩と凝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見つけさせる。	
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知識とさせる。		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	水酸化バリウムと硝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。	得られた電流値と硝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、グリフイスやアVERYの他に遺伝子の本体を調べ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。白いところとしたものが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	・同じことに習入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。・各員の結果をもとに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。	

表3 科学的プロセスの理科カリキュラム（一部抜粋）

(3) リテラシーとハイタレント

リテラシーは、その言葉がもつ意味通り「基礎・基本」である。これまでに述べてきたように、本校が考えるリテラシーの場合、これからの地球市民にとっての「基礎・基本」である。一方、SSHプロジェクトの目的の一つは、「スーパーな」生徒、つまりハイタレントな生徒を育成することにある。従って、本校が考えるリテラシーとハイタレントの関係性を示す必要がある。

結論から述べると、本校が考えるリテラシーを徹底させることと、ハイタレントな生徒を育成することに、矛盾は生じない。その理由として、ハイタレントな生徒が共通して身につけている能力の多くは、本校が考えるリテラシーと重なるからである。

長年、教師をしていると、驚くほどの才能を持った生徒に出会うことがある。エキサイティングなこれらの出会いの経験を重ねると、ハイタレントな生徒の共通項が透けて見えてくる。様々な教科の教師と議論した結果、教師が考えるハイタレントの共通項は、以下のようなものであることが分かった。

- (A) 知的活動を楽しむことができる
- (B) 高度な論理的な思考とその表現ができる
- (C) 特化した得意分野を持っている etc

次のような指摘もあった。

- (イ) 定期テストの成績が良いとは限らない
- (ロ) 難関大学に入学するとは限らない
- (ハ) 教師の言うことに従順であるとは限らない etc

特に、単純に勉強ができることをハイタレントとは言い難いという意見は、共通した認識であった。

一方、先に説明したとおり、自分の考えを持ち、自分のすべきことを知る生徒、つまり「自立した学び（学問）ができる生徒」を育成することを目指す本校の理科カリキュラムは、次の3つの柱で構成される。

- ① 科学的思考力を身につけさせる（科学的过程）
- ② 様々な現象に関心を持ち、知識を適用する力を身につけさせる（科学的状況・文脈）
- ③ 生活したり課題を解決したりする上で必要な知識と概念を身につけさせる（科学的知識・概念）

ハイタレントな生徒がもつ性質(A),(B)あるいは(ハ)からは、本校理科カリキュラムの①、②、③が成熟した状態であることが想像される。つまり、本校が考えるリテラシー教育の延長線上にハイタレントな生徒が育成されることが示唆されるのである。もちろん、ハイタレントに必要な条件はリテラシーが全てではない。(C)などには、別の教育が必要となってくるであろう。ここではそれを“スパイス”と呼んでみたい。

以上の仮説をまとめ、リテラシー教育とハイタレントの関係性を示したイメージが図2である。



図2 リテラシー教育とハイタレントの関係性（仮説）

生徒のリテラシーが、“スパイス”と化学反応を起こしてハイタレントを生じさせるのである。市民としてのリテラシー教育とハイタレントの育成に矛盾が生じないと考えるのは、この仮説に基づく。無論、この仮説自体が、本校教員が（勝手に）推察したハイタレントの条件を土台につくっているため、論理的な証拠を持っている訳ではない。

しかしながら、4年間にわたるSSH研究で、本校の教員は、リテラシーと“スパイス”が反応し、

生徒が大きく質的に変化する様を何度も目の当たりにしてきた。図 2 の仮説に基づく本校の教育によって、全国的な科学コンクールで何度も優勝したり、世界大会の日本代表になったりするような生徒群を育てることができたのは紛れもない事実である。日本で、あるいは世界でも輝く才能を持った生徒をハイタレントと表現するならば、この事実は、図 2 の正しさはある程度示しているとも考えられよう。

(4) ハイタレントの育成に必要な“スパイス”とは

現在のところ、ハイタレントの育成に必要な“スパイス”の正体を断言できるほどの事例は持ち合わせていない。しかし、少なくともこれは、生徒が持っているリテラシーや特性と化学反応を起こす存在であろうことは、容易に想像がつく。つまり、ハイタレントの育成には、生徒が持っている複雑に絡み合ったリテラシーや特性に合った“スパイス”を用意する必要があり、この研究が進んだところで、その正体や効能について確実性を持って表現することなど無理なように思える。

しかしながら、塩やコショウといったよく使う“スパイス”は存在するものである。少々乱暴ではあるが、限られた事例から、反応性の高い、「自立した学び（学問）ができる」能力と“スパイス”を推測して列挙してみたい。

“必要な基礎力（リテラシー）”
「発見する力」・・・様々な事象に興味を持ち、問題解決のために何が必要か分かる力 「議論する力」・・・集団の中で、理論的に考え、表現することができる力 etc
よく使う（効果的な）“スパイス”
「教師の専門分野や趣味」・・・教師の特性が、生徒の能力を特化し、飛躍させる 「偉人との出会い」・・・圧倒的な存在との出会いは、生徒にロールモデルを確立させる 「プレゼンテーションの経験」・・・自らの学びを確認させると共に、モチベーションを作る etc

表 4 ハイタレント教育に必要なリテラシーと“スパイス”（推測）

なお、“スパイス”という表現は、生徒を知的に刺激し、より高みに引き上げるという意味であり、実際の香辛料のように、一時的かつわずかな量で生徒が変化する存在であることを意味していない（そういう場合もあるかも知れないが）。生徒が真にハイタレントを獲得するためには、生徒の特性にあった“スパイス”を、少なくとも 1 年間以上は継続的に添加する必要があるだろう。

(5) まとめ

ハイタレントに限らず、本校が主張するリテラシーを獲得した生徒の存在は、学校全体を知的に活性化した。SSH 研究を通じて育成することができたこうした生徒を中心に、普段の授業や理数に関わる課外活動はずいぶん変わった。教師も授業の質を見直すよい機会となり、学ぶことも多かった。リテラシーを共通のキーワードにしてカリキュラムがより構造化され、例えば授業内における科学的プロセスについて、教師の専門性の壁を越えて議論できることも多くなった。

今後も本校では、リテラシー教育と、その延長線上にあるハイタレントの育成の研究を継続していきたいと考えている。

3-2-2 授業実践

2008 年度は、2007 年度に開発した「教え方を伴うワークシート」に基づき、授業者が異なっても共通したワークシートを使用することにより、設定した学年において「育成したいリテラシー」を教授できるかどうか、その検証を行った。以下は、検証をするために行った校内公開授業とその検証結果である。

テーマ	課題研究入門「DNA の抽出」
日 時	平成 20 年 11 月 4 日（火）～12 月 17 日（水）
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	4 年 A 組(42 名)、B 組(40 名)、C 組(41 名)
目 標	課題研究入門を通して科学的リテラシーを習得させる

■ 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ている。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。今回公開する授業は、生命科学の授業で「DNA 抽出」を題材に、前年度も行った課題研究入門の一つである。

■ 授業の内容

① 教材観

メンデルは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初めであるとされている。現在では、遺伝子の本体は「DNA」であることが知られ、ヒトではその塩基配列の読み取りがすべて完了している。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。そして、私たちを取り巻く社会環境では、「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であるといえる。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関連して大変重要であると考えている。

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 1 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

学習意欲は有り、実験なども積極的に行う。また、1 年生のころから「実験を取り入れた授業」を多く経験してきているため、与えられた実験で得られた結果から分かることを見つける力がついている者もいる。しかし、3 年生での課題研究入門の実施が不十分であったため、実験を自分たちで作る基礎があまり習得できていない。

③ 授業計画

昨年度と同様にテーマを「DNA 抽出実験から科学の方法を学ぶ」として、授業を展開した。しか

し、昨年度とは授業進度が異なっていたため、全く同じ授業展開（最初から生徒に自由に実験を行わせる）ではなく、最初の実験においては、実験材料は自由選択させるが、統一した実験方法により行わせた。そして、最初の実験の結果を考察するときのポイントとして「実験方法の改善」を挙げ、次の実験計画の立案を行わせていった。実験班の構成人数は 3～4 人とした。また、本校理科で考える科学的リテラシーにおけるプロセス 1～3 を以下の表に示すように、授業ごとに設定しながら指導を行った。

回	授業内容	プロセス	授業時間
1	各自が DNA 抽出について調べる 調べるポイントは薬品、材料、抽出方法。	1	夏休みの課題
2	基礎実験 詳しい説明なしで、指定した方法で DNA を抽出する。	1	1 時間
3	基礎知識の習得 DNA 抽出に関係する化学薬品の働きと細胞構造についての基礎知識を学ぶ。	1	1 時間
4	実験方法の検討と実験の計画 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。	2, 3	1 時間
5	実験計画に従い抽出実験を行う(1)	2, 3	1 時間
6	実験のまとめ(1) 実験結果の確認と、次回の実験の検討。	2, 3	1 時間
7	実験計画に従い抽出実験を行う(2)	2, 3	1 時間
8	実験のまとめ(2) 実験結果の確認とまとめ。報告会の準備。	2, 3	1 時間
9	実験結果の報告会 実験結果を報告し、質疑応答を行う。 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あう。	1, 2, 3	2 時間

④ 授業の様子

統一された実験方法に従っての実験を終えてから、生徒が設定した実験テーマは、大まかに分類すると次のようなものであった。①DNA 抽出の効率を上げるために実験材料（動物、植物、菌類、細菌類）に注目したもの。②DNA 抽出液の成分（界面活性剤、または塩化ナトリウム）に注目したもの。③実験工程（すりつぶし、湯煎、ろ過、冷却）に注目したもの。これらの他に少数ではあるが、抽出液の働きについて化学的に調べようと試みるものや、抽出した DNA の性質について調べようと試みるものも見られた。

テーマ設定後の実験計画の立案過程では、言葉では知っている「対照実験」を見落としている班が多く見られた。しかし、実際に自分達が立てた計画に従い実験をし、その結果を考察する場面になって、うまく考察ができないところから、対照実験の必要性に気がつき、もう一度計画を立て直す場面もあった。しかし、生徒達は失敗することから自ら発見し、あきらめずに実験を成功させようと努力

を続ける姿勢で授業に取り組んでいた。

実験報告会の際には、生徒一人ひとりに4つの観点(実験テーマの着眼点、実験方法の妥当性、考察の的確さ、発表方法の工夫)から、各班の実験を評価させ、発表終了後に評価の集計を行うことにより、各クラスでの優秀班を決定させた。

また、報告会では質疑応答の場面では必ず発言するように、教師が声かけを行った。そのため、生徒たちは発表をよく聴き、多くの生徒から質問が出され、またその質問に対しての応答もしっかりと行っていた。

生徒が選んだ優秀班のレジュメ

2007年12月3日
4年理科ワークシート 実験研究入門5 DNA抽出から科学の方法を学ぶ

□ 実験結果のまとめ (発表ワークシート)

1. テーマ (なぜそのようなテーマにしたのか理由も付ける)
塩化ナトリウム(NaCl)の量とDNA抽出量の関係。
NaClの量の違いによってDNA抽出量にどのような違いが生じるのか。

2. 実験方法 (ポイント・工夫した点・こだわった点)
・1度の実験→エタールに溶解後に3回、3回に絞る。1回、
質量と濃度
→緑色の固形物が3回に絞れた。
・2度の実験→茶色の後に絞る。絞る→一度、3回。

3. 実験結果と考察 (改善点など)
・3回して1日おいた3回の質量

NaCl量 (g)	0.4	0.8	1.2	1.6
3回 (g)	1.31	1.29	1.27	1.31

NaCl量と3回の質量に間接的な関係は
見られなかった。
→考えられる原因
・緑色の固形物がしつかりとこぼれてしまった。
・元々のDNAの量が同じでなかった。
・3回の質量と1回の質量に比べて1回に絞る方が、
DNA抽出量が少なかった。



班のメンバー (山口、中村、栗村、山崎)

4年A組

「塩化ナトリウム(NaCl)の量と
DNA抽出量の関係」

2007年12月3日
4年理科ワークシート 実験研究入門5 DNA抽出から科学の方法を学ぶ

□ 実験結果のまとめ (発表ワークシート)

1. テーマ (なぜそのようなテーマにしたのか理由も付ける)
・酵母菌と納豆菌のDNA抽出量の違い。
・酵母菌と納豆菌のDNA抽出量の違い。
・酵母菌と納豆菌のDNA抽出量の違い。

2. 実験方法 (ポイント・工夫した点・こだわった点)
・酵母菌は、よくすりつぶし、またよく混ぜる。
・酵母菌は、菌液を絞り出すように、不純物の混入を防止。
・DNA抽出液は、よく混ぜる。
・酵母菌と納豆菌のDNA抽出量の違いを比較する。

3. 実験結果と考察 (改善点など)

酵母菌	酵母菌	酵母菌
抽出量	抽出量	抽出量
抽出量	抽出量	抽出量

酵母菌と納豆菌のDNA抽出量の違いを比較する。



班のメンバー (原、佐藤、山崎、山崎、山崎、山崎)

4年B組

「酵母菌と納豆菌のDNA抽出
の違い」

2007年12月3日
4年理科ワークシート 実験研究入門5 DNA抽出から科学の方法を学ぶ

□ 実験結果のまとめ (発表ワークシート)

1. テーマ (なぜそのようなテーマにしたのか理由も付ける)
抽出量の比較

2. 実験方法 (ポイント・工夫した点・こだわった点)
・NaClの量とDNA抽出量の関係。
→NaClの量とDNA抽出量の関係。
・酵母菌と納豆菌のDNA抽出量の関係。
→酵母菌と納豆菌のDNA抽出量の関係。

3. 実験結果と考察 (改善点など)
・実験結果
A NaCl 抽出量
B NaCl 抽出量
C NaCl 抽出量
D NaCl 抽出量
・NaClの量とDNA抽出量の関係。
・酵母菌と納豆菌のDNA抽出量の関係。
→酵母菌と納豆菌のDNA抽出量の関係。



班のメンバー (山口、山崎、山崎、山崎)

4年C組

「DNA抽出量の比較
- Na⁺に注目して -」

授業観察者のコメント

- ・各班とも実験の改良に努力していることが分かった。表現もできていたが、改良の精密さにまだ弱いところはある。実証には条件整備が難しく、時間のかかる研究だということを体験することで、探究心や科学的興味が育つと思われる。
- ・発表と質疑応答は、最も重要な場面であるから、もっと1つ1つの班に時間をかけた方がよい。レジュメの分かりやすさ、ポイントを押さえた発表という点ではまだ事前指導の余地があるように思われる。
- ・実験方法や考察に疑問符がつく班もあったが、生徒からきちんと指摘があり、答える側もそれなりの回答をしていたので、基礎的な思考力が備わっているように感じられた。

検証と今後の課題

昨年度作成したワークシートには、本校理科が考える「育成したい科学的リテラシー (プロセス 1～3)」が設定されている。つまり、設定された科学的リテラシーを教えるための、言い換えれば「教

え方を伴うワークシート」として開発されたものである。今回実施した「課題研究入門」は、科学的リテラシーの中でも特にプロセス3の能力を育成することを目的として設定されている。よって今回使用したワークシートではプロセス3を、育成したい科学的リテラシーとして設定している。そこで、ワークシートがプロセス3の教授に有効であったかどうかの検証は、その傾向が大きく現れる「実験結果の報告会」を振り返ることによって行えるのではないかと考え、検証を行った。

実験結果の報告会の様子

- ・ 発表内容では、最初に行った実験に失敗しても、2度目の実験、3度目の実験と実験回数が増えるたびに改善を繰り返し、失敗が少なくなったという班が多くみられた。
- ・ 聴衆の生徒たちからいくつもの疑問点が指摘され、それに対して発表者の生徒たちは持ち合わせている知識を試行錯誤させながら、なんとか応答していた。
- ・ 生徒同士で行った評価においては、比較実験に重要な「条件の揃え方」がきちんとしている実験班や、必要な情報を分かりやすくまとめて発表した班に高い評価をつけていた。

以上のような生徒の行動は、実験の失敗原因を自分たちで発見し、改善策を自分たちで考えていく能力の育成につながっているのではないだろうか。これは、実験報告会后に提出させたレポートからも伺える。レポートには、「自分たちは班の実験結果を完璧に考察できたと思っていたが、他班からの指摘により、別の考察観点があったことに気付かされた。」という文章があった。これは、生徒同士で討論し合うことで得られた、「発見」ではないかと思われる。また、2度目、3度目と実験を改善していく過程が、目的を達成させるために必要となる情報や手段を、見通しを持って考える能力の育成につながっていくと考えられる。これらの能力の育成は、本校理科が設定した、4年生で育成したい科学的リテラシー（プロセス3）とほぼ一致している。以上のことから、昨年度開発したワークシートを用いることで、「教え方」を統一させることができたと思われる。

今回行った検証は、使用したワークシートが作成された時期と近いと、異なる授業者といえども、その教授方法において共通理解している点が多かった。また、その時々には流行るトピックスは異なるため、いつまでも「DNA抽出」が適した課題研究入門の題材であり続けるとも考えにくい。よって目的とする育成したい科学的リテラシー（プロセス1～3）の理解が、ワークシート使用に当たって重要であり、その時々には合った題材に変えていくなどの、改訂も今後必要になってくるとと思われる。

今後より多くのワークシートを利用することにより、教師の力量に任せられていた面を補い、また教師のオリジナリティを加えながら、教授される生徒に本校理科が目標とする科学的リテラシーを身に付けさせていくことが出来るのではないかと考えられる。

第3節 カリキュラム評価と課題

3-3 リテラシーの調査

■ 目的

本研究開発の目的のひとつは、数学的・科学的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るか、本研究の取り組みが生徒のリテラシー育成にどのような影響を与えたかを評価するために、生徒の変容を調べる必要がある。昨年度までは、OECD が実施している PISA の問題を用いて調査していたが、本校生徒の正答率が高すぎて、カリキュラム評価のために用いるには、問題の量・質が適当でないと判断した。そこで、数学的リテラシー・科学的リテラシーともに本校で独自に調査問題を作成し、調査・分析をした。

■ 実施概要

実施日	2008 年 10 月 9 日（木）
対象	4 年生徒全員
アンケート回収数	121 名（男 60 名、女 61 名）

3-3-1 数学カリキュラムの評価

3-3-1-1 「数学する」活動を中心とした調査

調査問題の作成にあたり、数学的リテラシーについて再考した。PISA による定義は、

「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」

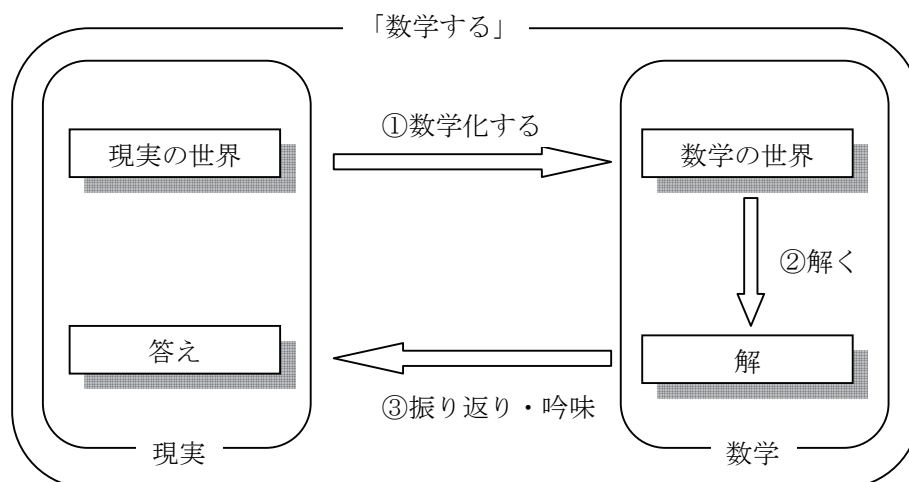
である。この能力を調査するための問題をさまざま考えたが、限られた時間内のペーパーテスト形式では、リテラシーのほんの一部しか見ることができない。そこで、本校では、

「自分たちの身近な課題を、数学的活動を通して、解決しようとする力」

を、数学的リテラシーと捉え、調査問題で測ることにした。この活動は、本校が以前から研究している「数学する」という言葉でいい換えることができる。「数学する」ことは、図に示すような 3 つの段階に分けることができる。

- ①現実の世界の課題を数学の世界の問題に読み換える（数学化する）
- ②数学の世界において問題を解く
- ③得られた解を現実の世界の答えとなり得るか吟味する（振り返り・吟味する）

この「数学する」は、PISA が示す数学化サイクルと同じと考えられる。



3-3-1-2 調査問題

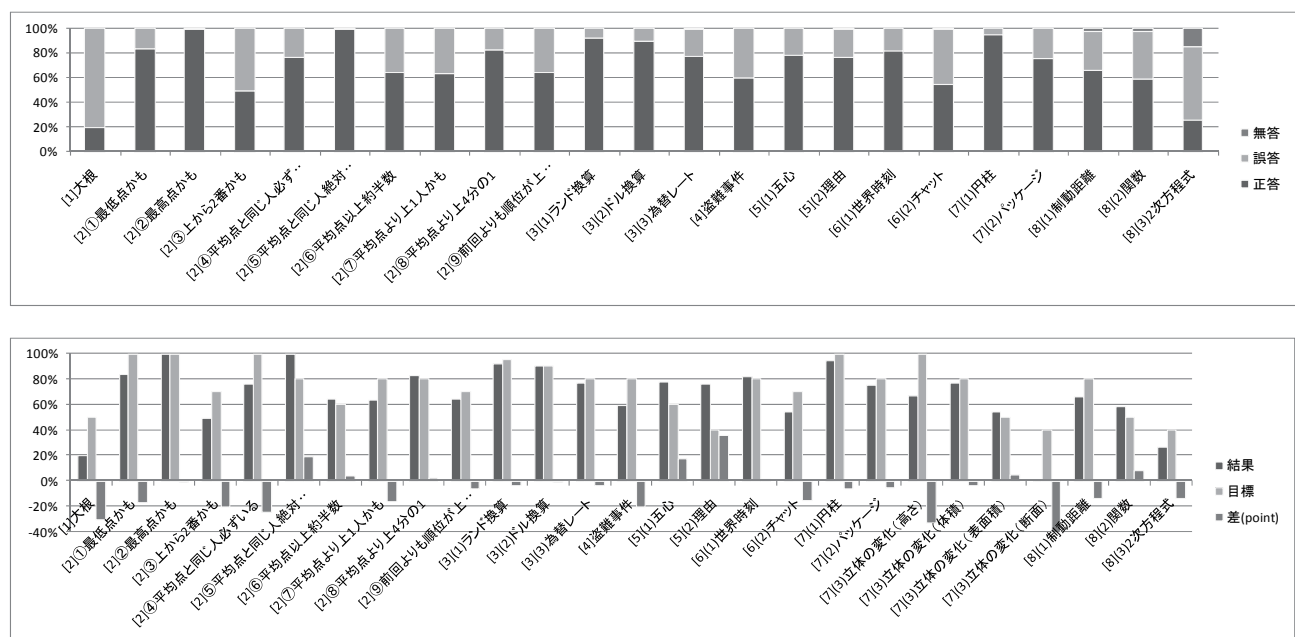
4つの内容（量、不確実性、空間と形、変化と関係）、3つの解答方法（選択肢、短答、自由記述）で構成し、解答時間50分、大問8題とした。この調査問題のほとんどは、「数学する」の①②③すべてを必要とする問いである。（問題は、資料 p.41,42 参照）

これらの問題は、授業では直接学習していない題材が大半である。カリキュラムの是非を問うための調査ではあるが、教えた内容の範疇でしか数学を活用できないのであれば、それは数学的リテラシーが身につけているとは言い難いと考えたからである。

問題	小問の数	授業での扱い	PISA の問題	解答形式	内容
[1]大根の水分量の割合	1	×（入学検査で出題）	×	自由記述	量
[2]テストの平均点と点数の関係	9	×	×	選択肢	不確実性
[3]為替レート	3	△（社会科で学習）	○	短答、自由記述	量
[4]盗難事件	1	×	○	自由記述	不確実性
[5]三角形の公園の外灯の位置	2	○	△（改題）	選択肢、自由記述	空間と形
[6]チャット	2	×	○	短答	変化と関係
[7]CD のケース	3	○	×	短答	空間と形
[8]自動車の空走距離と制動距離	3	○	×	短答	変化と関係

3-3-1-3 結果

正答・誤答・無解答の率、正答率・目標の率とその差（ポイント）をグラフにした。



3-3-1-4 分析

「数学する」の3つの段階別に、考察する。

(1) 数学化するときの問題点

ほとんどの問いで無解答がない。無解答がほとんどないことから、本校の生徒たちには、課題から逃げることなく挑戦する意欲や態度が身についていると考えられる。唯一、最後の「制動距離を 15m にする時速を問う」問題[8](3)で、無解答率は 15%であった。これは、解答時間の不足が大きな要因と考えられる。

さて、数学化しようとする意欲はあるものの、その数学化の方法は適切であったかどうかも要点である。数学化の段階で誤っていると正答は導けないので、正答率の高い問いについては、数学化が適切にできていると概ね判断できる。逆に、正答率の低いものは、「数学化」の段階か、次に述べる「数学の世界での問題解決」の段階で誤ったかのいずれかの原因が大きいと考えられる。この違いは、正答率だけでは判断できない。そこで、誤答を分析した結果、適切な数学化ができないのには、次の3つの問題点があることが分かった。

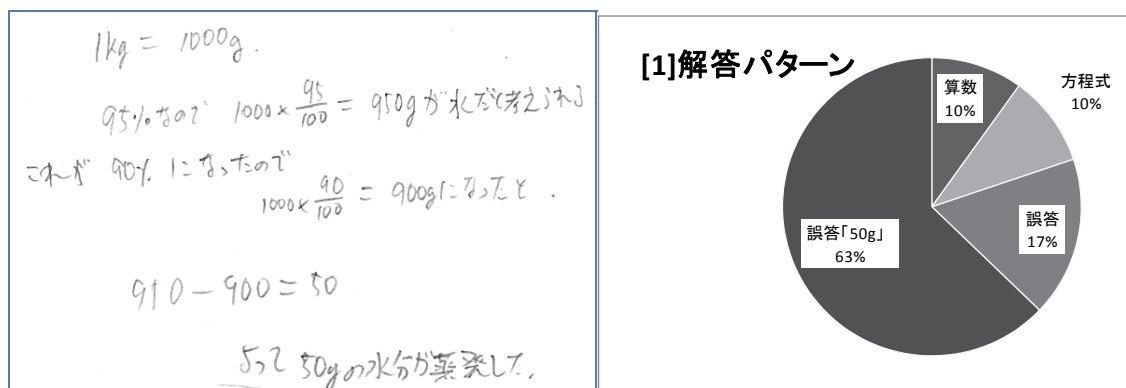
1. 基本的な数学概念の理解が不十分である
2. 日常の感覚に大きく影響を受ける
3. 読解力が不足している

以下、具体例を示す。

1. 基本的な数学概念の理解が不十分である

大根 1kg の水分量が 95%から 90%になったときの減った水分量は？ ([1]正答率 21%)

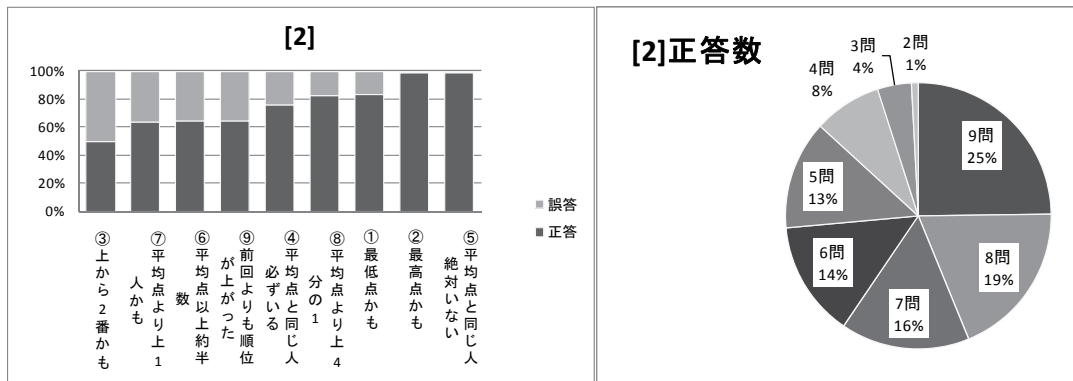
全体の 63% (75 人) が「50g」の誤答（左下は一例）であった。もとにする量が前後で変わっているにもかかわらず、はじめの大根 1kg をもとに考えている。この問題は、入学検査と同じ 20%の正答率（対象は現 3 年生）で、割合の考え方を十分に理解・活用できていない。割合を用いた表現は日常よく接しているのに、それを意識的に捉える場面があれば、容易に割合の理解を深めることができるはずである。



2. 日常の感覚に大きく影響を受ける

平均点が 60 点で A さんが 50 点のとき、A さんが上から 2 番目であることが起こり得るか ([2]③正答率 50%)

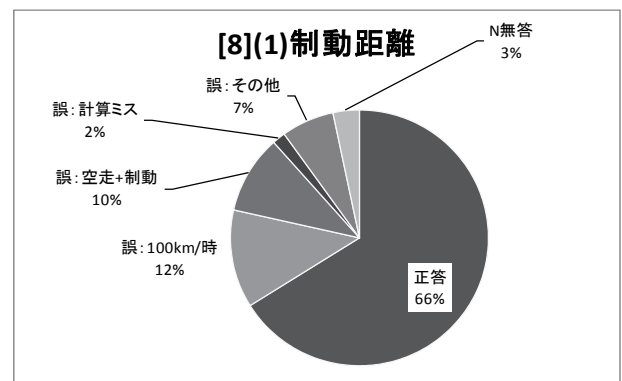
これは、[2]の他の問題と比較すると、誤答原因がよくわかる（次ページのグラフ）。日常の感覚とかけ離れていない②や⑤は正答率が高く、日常めったに起こらない③⑦⑥は低い。つまり、誤答の生徒は、数学の世界で考えたのではなく、日常の感覚や経験で答えている。ただ、右の円グラフ（次ページ）が示すように、全問正解している生徒が全体の 4 分の 1 であり、7 問以上正解の生徒は半数をこえる。数学化せず日常の感覚で答えた生徒は、それほど多いとはいえない。



3. 読解力が不足している

時速 120km のときの制動距離は？ ([8](1)正答率 66%)

誤答 30% (37 人) 中、誤答原因が分かったもののうち、問題の読み取りミスは 21 人であった (120km を 100km、制動距離を空走距離+制動距離とミス)。ところで、この問いは、2 乗比例の関係を見つけるのが 1 つのポイントで、この 21 人も 2 乗比例の関係は捉えていたことがわかる。



以上、大問 3 つについての分析であったが、他の問題でも同様の傾向がみられ、特に読解力の不足が目立ち、数学化するときの問題点となっている。

(2) 数学の世界での問題点

下の表は、各問いで使う数学の内容である。調査問題は、現実的な場面から出発しているので、因数分解や証明問題のような内容を取り上げることは困難であった。

問題	数学の内容	学習時期
[1]大根の水分量の割合	割合の計算、1 次方程式を解く	小学校、1 年
[2]テストの平均点と点数の関係	得点分布のさまざまな状況を想像し、判断する	5 年
[3]為替レート	掛け算、割り算	小学校
[4]盗難事件	小学校	小学校
[5]三角形の公園の外灯の位置	五心とその性質	2 年
[6]チャット	時刻 (時差) の計算	小学校
[7]CD のケース	立体の名称・展開図・計量、斜円柱の性質	1 年
[8]自動車の空走距離と制動距離	2 乗比例、関数の定義、2 次関数の立式と 2 次方程式を解く	3 年

短答を多くしたため、誤答分析できないものもあったが、誤答原因には、次の 2 つがある。

1. 計算力が不足している
2. 数学の定義や概念の理解が不十分である

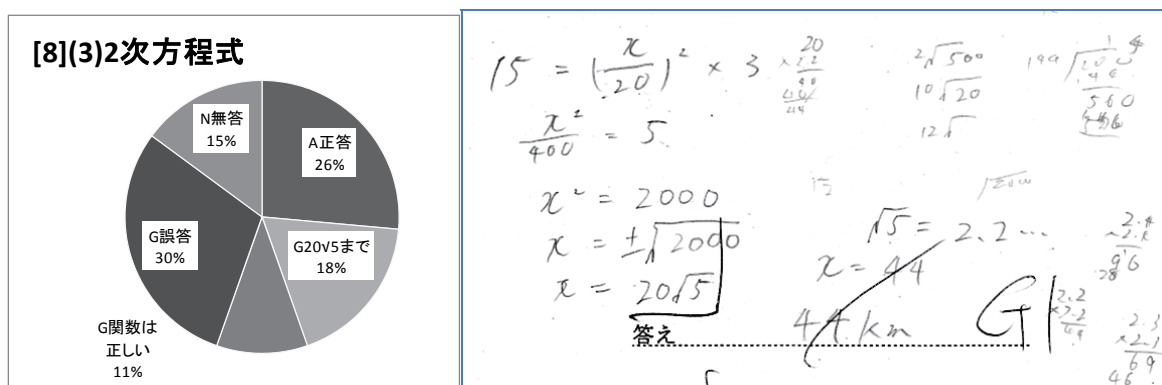
以下、具体例をあげる。

1. 計算力が不足している

制動距離を 15m にする時速を求める ([8](3)正答率 26%)

誤答 59% (70 人) 中、誤答原因が判断できたものは 33 人。このうち 5 人が計算のミス、16 人が近似値の考え方が身についていない。右下の解答のように $\sqrt{5}$ の近似値を 2.2 のようにすると、 $20\sqrt{5}$ の近似値が 45 とならない。有効数字の考え方は 4 年の理科や数学で扱っているが、身につけていないことがわかる。また、 $\sqrt{5}=2.2360679\dots$ とは記憶しておらず、2.2 までしか近似値を求めなかったために誤答につながっているものもあった。

この問いの正答率は 4 分の 1 程度だが、分数係数の 2 次関数の式を導いたり、 $20\sqrt{5}$ まで求めたりしている者が半数をこえている。計算力はないものの 2 乗比例の関係は概ね捉えているといえよう。



2. 数学の定義や概念の理解が不十分である

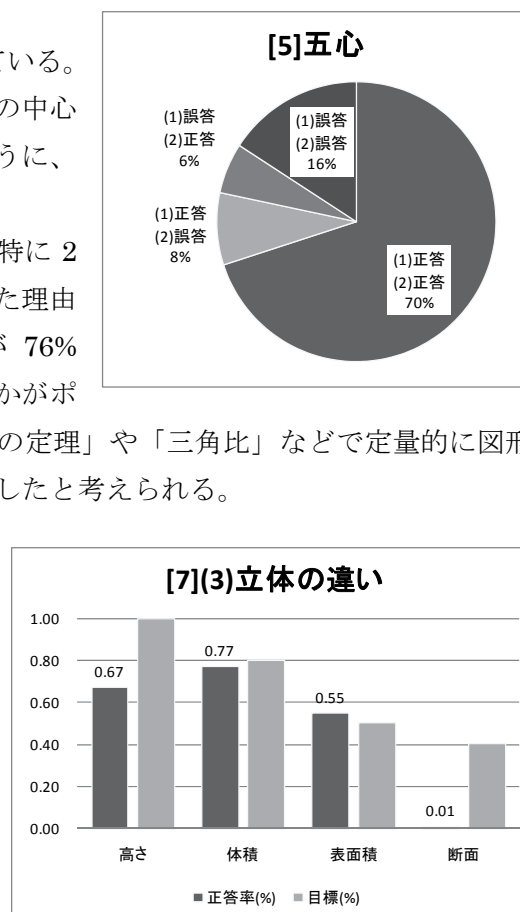
三角形の公園の外灯の位置を決める ([5](2)正答率 76%)

誤答 23% (29 人中 11 人) は他の五心と間違って解答している。さらに、17 人は「すべての端まで照らされるから」「三角形の中心に立てると、広い範囲を灯りが照らすはずなので、中心」のように、説明が不適切である。

この問題は、1,2 年時にも扱ったが、正答率は低かった。特に 2 年時では、五心を学ぶので、「三角形の中心だから」といった理由で重心を選択したものが目立った。今回の結果は、正答率が 76% と高い ((2)は、(1)の答えに対して妥当な理由が書けているかがポイント)。前期課程で「平面幾何」を学び、さらに「三平方の定理」や「三角比」などで定量的に図形を扱う手法を身に付けたために、1,2 年時より正答率が向上したと考えられる。

直円柱と斜円柱の違い ([7](3))

この問いでは、さまざまな観点で立体を観察することができるかをみている。体積が同じであることは気づくが、高さや断面などカバリエリの定理を見逃している。特に断面が同じであることは、CD を重ねたという状況からも容易に気づくように思うが、1 年時の学習だけでは身につけていないことを示しているのだろう。



(3) 振り返り・吟味の問題点

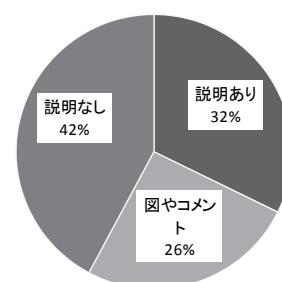
数学的に得られた解が現実問題の答えになるか、吟味が必要である。そのために、いま一度問題を振り返る必要がある。答案からは振り返りをしたかどうかは読み取れないが、明らかなミスが多々あり、振り返っていれば誤答に気づいたはずである。

- 大根の問題で「50g」水が蒸発しただけで、水分量が 90%になるかどうか
- チャットができる時間に、禁止されている時間帯が含まれていないかどうか
- 為替の問題で、シンガポールドルとアフリカランドのどちらに着目しているか
- 問われているのは、制動距離か空走距離か

前述のとおり、最後の問いでは 15%も無解答があったため、振り返る時間が十分でなかったと考えられる。しかし、複雑な設定の問題なら、なおさら注意深く問題を読み取るべきである。

ところで大問の[1]、大根の問題は短答ではなく、解答を記述させた（答えのみは不可と指定）。どのように記述していたかを 3 つに分けてみると、右図のようになった。普段のテストでも説明を書くように指導しているにも関わらず、4 割以上が式をただ羅列している。これでは、少しずつ振り返り確かめながら解くことも、最後に見返すこともできない。つまり、人に伝えようとしていないばかりか、自分を客観視しようとしていない。三角形の五心や為替の問題ではほとんどの生徒が説明できているのに、説明をきちんと記述する必要性自体を感じていないのであろう。

[1]どのように記述したか



また、普段の学習では得られた解が現実の問題の答えとなりえないような場合はほとんどない。このような経験を繰り返しているために、吟味したり、振り返ったりする必要性を生徒たちは感じないのであろう。

3-3-1-5 今後の課題

今年は、PISA 以外の問題も作成し、本校の目指す数学的リテラシーが身についているか否かの調査を行った。また今回の調査では、生徒に数学的リテラシーが身についているかを評価するために、「数学する」活動に視点を当てた。そして、「数学する」3つの段階で次のことが分かった。

- ①「数学化」の問題点は、読解力の不足、日常感覚に留まること、数学的概念の無理解
- ②「数学の解決力」の問題点は、計算力の不足、数学的概念の無理解（これらは繰り返しが重要）
- ③「振り返り・吟味」の問題点は、「本当にこれでよいか」を問う客観的な意識の不足

今回のような問題は、発展問題として定期考査で出題したり、「探究数学」などの授業で扱ったりしている。しかし普段の授業では、②に重点をおき、①や③に対しては意識的・客観的に指導しているとは言い難い。今回の結果から、本校の数学教育がどこにウエイトをおいていたかが明らかになった。

- ①「数学化」するには、どのような方法があるか。問題を読み取る力をいかにつけるか
- ③ 問題を解く自分を見つめる力をどう育てるか

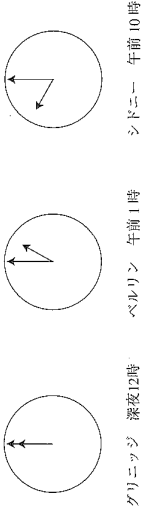
この2つが、カリキュラムの構成や、どのように授業を展開するかのポイントとなる。さらに、調査問題については、次のことを検討しなければならない。

- 解答するために適切な問題の量と時間
- 誤答を分析しやすくするための解答方法
- 振り返りや吟味をしたかどうかをみるためのアンケートの作成

2008/10/9 (木) 数学的リテラシー 4 年 組 番 氏 名 ()	NO. 1
[1]大根の水分量（重さ）は、全体の約 95%です。この大根 1kg を干しておくと、水分量は 90%になりました。 何 g の水分が蒸発したと考えられますか。（答えのみは不可）	[4]ある TV レポーターがこのグラフを示して、「1999 年は 1998 年に比べて、盗難事件が激増しています」と言いました。 このレポーターの発言は、このグラフの説明として適切ですか。適切である、または適切でない理由を説明してください。
[3]シンガポール在住のメイリンさんは、交換留学生として 3 ケ月間、南アフリカに留学する準備を進めています。彼女は、いくらかのシンガポールドル (SGD) を南アフリカ・ランド (ZAR) に両替する必要があります。 (1) メイリンさんが調べたところ、シンガポールドルと南アフリカ・ランドの為替レートは、次の通りでした。 1 SGD=4.2 ZAR メイリンさんは、この為替レートで、3000 シンガポールドルを南アフリカ・ランドに両替しました。 メイリンさんは南アフリカ・ランドをいくくら受け取りましたか。 (答えのみ可)	(1) 三角形のどこに外灯を立てるとよいですか。次の選択肢から選んでください。 ① 重心 ② 外心 ③ 内心 ④ 垂心 ⑤ その他 () (2) (1)で選んだ理由を説明してください。
(2) 3 ケ月後にシンガポールに戻る時点で、メイリンさんの手持ちのお金は 3,900ZAR でした。彼女は、これをシンガポールドルに両替しましたが、為替レートは次のように変わってしまいました。 1 SGD=4.0 ZAR メイリンさんはシンガポールドルをいくくら受け取りましたか。 (答えのみ可)	[5]図のような三角形の形をした公園があります。この公園に 1 つだけ外灯を立てることにしました。
(3) この 3 ケ月の間に、為替レートが 1 SGD につき、4.2 ZAR から 4.0 ZAR に変わりました。 現在、為替レートが 4.2 ZAR ではなく、4.0 ZAR になったことは、メイリンさんが南アフリカ・ランドをシンガポールドルに両替するとき、彼女にとって好都合でしたか。答えの理由も記入してください。	
[2]定期考査が終わり、テストが返却されました。英語のテストは 100 点満点で平均点が 60 点、A さんの点数は 50 点でした。 次の事柄のうち、正しいと思うものを選び、() に○を書いてください。 ① () A さんの英語の点数は、最低点かもしれない ② () A さんの英語の点数は、最高点かもしれない ③ () A さんの英語の点数は、全体で上から 2 番目かもしれない ④ () 平均点と同じ点数の人が必ずいる ⑤ () 平均点と同じ点数の人は絶対いない ⑥ () 平均点以上の点数を取った人は、約半数である ⑦ () 平均点より高い点数を取った人が、1 人しかない場合も考えられる ⑧ () 平均点より高い点数を取った人が、全体の 4 分の 1 である場合も考えられる ⑨ () A さんは、前回平均点 65 点のテストで 50 点を取っている。前回よりも英語の順位が上がったといえる	

[6]マークさん（オーストラリアのシドニー在住）とハンズさん（ドイツのベルリン在住）は、インターネットの「チャット」を利用して、しばしば会話をしています。チャットするには、二人が同時にインターネットにログオンしなければなりません。

チャットに適した時間を探すため、マークさんは世界の時刻が出ている表を調べ、次のことを見出しました。



(1)シドニーが午後7時のとき、ベルリンは何時ですか。
(答えのみ可)

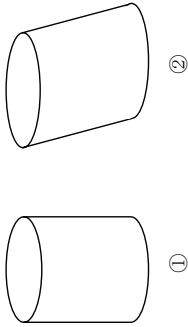
答え

(2)マークさんとハンズさんは、学校に行かなければならないので、それぞれの現地時間の午前9時から午後4時半まではチャットができません。また、それぞれの現地時間の午後11時から午前7時までは就寝中なのでチャットできません。

マークさんとハンズさんがチャットするのによい時刻は何時ですか。表にそれぞれの現地時間を記入してください。

場所	時刻
シドニー	
ベルリン	

[7]80枚のCDをまっすぐ重ねて図①のような立体を作りました。ところが、机にぶつかってしまっただため、立体は図②のように変形してしまいました。



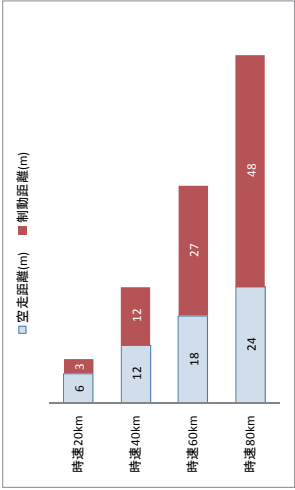
(1) 立体①の名称は何ですか。

答え

(2) ①のCDのパッケージを作ろうと思います。その展開図を描いてください。ただし、CD1枚の半径は6cm、厚さ0.1cmとし、サイズが分かるように長さも示してください。

[8]自動車は、急に止まることができません。自動車が止まるまでには、運転手が危険を感じてからブレーキを踏み、ブレーキが実際に動き始めるまでに進む距離（空走距離）と、ブレーキが動き始めてから自動車が止まるまでに進む距離（制動距離）を合わせた距離を必要とします。

次のグラフは、ある自動車をそれぞれの速さで走らせ、急ブレーキをかけたときの空走距離と制動距離について実験した結果です。



(1)時速120kmで走っているときの制動距離は何mですか。(答えのみ可)

答え

(2)自動車の速さを時速 x km、そのときのブレーキをかけてから止まるまでの距離（空走距離+制動距離）を y m とするとき、 y は x のどんな関数で表せますか。次の選択肢から最も適するものを選んでください。

- ①比例 ②一次関数 ③反比例 ④2乗に比例する関数 ⑤2次関数
⑥3乗に比例する関数 ⑦ $y = x^2 + 1$ の関数 ⑧ $y = x^2 - 1$ の関数
(3) 制動距離を15mにするには、時速をどれだけにすればよいですか。小数第1位を四捨五入して整数で求めてください。(答えのみ可)

答え

3-3-2 理科カリキュラムの評価

(1) プロセスをふまえた問題作成について

PISA 理論を導入した理科カリキュラムを評価する方法として、2006～2007 年の合計 2 回、PISA の国際調査で用いられた問題の記述テストを実施した。しかし、問題の数や範囲が限定的であったり、本校の正答率が高すぎたりして比較などの分析が難しかったため、今年度は PISA の問題を参考にしながら本校独自の調査問題を作成した。

問題を作成するにあたり、本校が SSH 指定後から開発してきた理科カリキュラムの科学的プロセス 1～3(下表)が実現されているかどうかを評価できるように考慮した。

プロセスについて (2007 年度 SSH 実施報告書より抜粋)

	PISA の定義	授業内容 (本校定義)
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。	・ 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、教えたりする授業 ・ 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。	・ 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。	・ 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

(2) 調査問題の出題意図

プロセス 1～3 をふまえて、次のような出題意図で問題を作成した。問題は、次ページ参照。

問題 1 電気回路の問題【プロセス 1】

電流計、電圧計、電池を導線でつながせて、それぞれの基礎的な知識を測定する問題

問題 2 平面エスカレータの問題【プロセス 2】

グラフを読み取らせ、基礎的な数理的処理能力を測定する問題

問題 3 炭酸水素ナトリウムの分解、二酸化炭素【プロセス 1】

炭酸水素ナトリウム、二酸化炭素などについての化学的知識を測定する問題

問題 4 メダカの問題【(1)、(2)：プロセス 2，(3)：プロセス 3】

環境に対するメダカの産卵数の変化を解析する力を測定する問題

問題 5 (1)光合成、(2)蒸散について【(1)：プロセス 2，(2)：プロセス 3】

(1) 光合成についての問題

光合成に関する基礎知識を測定する問題。

(2) 蒸散の実験についての問題

「そろえる条件」、「調べたいことを正確に行う方法」、「対照実験」などを考えるのは実験の基本であり、前期課程 3 年間でどの程度実験に関するリテラシーが身についたかを測定する問題。

08 科学的リテラシー問題

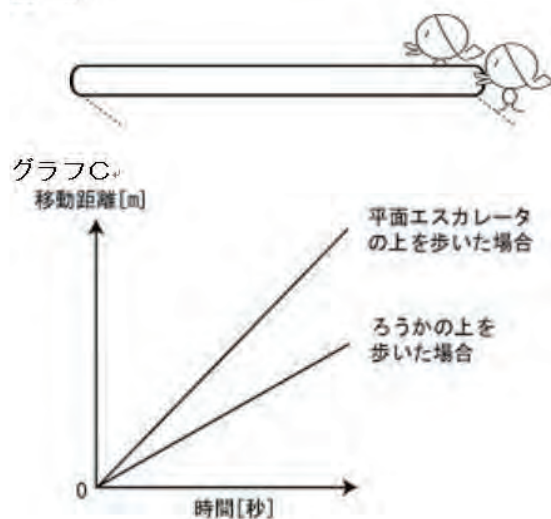
1. 豆電球と電池をつないで、豆電球に流れる電流と、豆電球にかかっている電圧を測定したいと思います。必要な電気回路を電気用図記号を使って表しなさい。
ただし、豆電球の電気用図記号は、右例を用いなさい。



2. 写真Aは、平面エスカレーターといって、床が水平に動くエスカレーターです。長い廊下がある空港などに設置してあります。この平面エスカレーターを使う場合と、動かないふつうの床を使って歩く場合を考えます。図Bは、このときの様子を表しています。
平面エスカレーターの上で歩かずに止まっていたとすると、グラフCはどのようなになるか、グラフ中に点線で描きなさい。

図 B

写真A



3. ホットケーキを焼くと、大きく膨らむのはなぜでしょう。ホットケーキの原材料をみると、小麦粉、砂糖、食塩、ベーキングパウダーなどが入っていると書いてありました。そこで、大きく膨らんだのはベーキングパウダーが原因であると興味をもったA子さんがベーキングパウダーについて調べてみたところ、炭酸水素ナトリウムが含まれていると書いてありました。A子さんは、以前行った炭酸水素ナトリウムの熱分解という実験を思い出しました。① 炭酸水素ナトリウムを熱したときに発生する気体を捕集する実験です。この炭酸水素ナトリウムについて調べてみると、私たちの生活の中でほかにも利用されていることがわかりました。

- 下線部①の化学反応式を記しなさい。
- 下線部①の実験を、右図の実験方法で実施したところ、加熱していた試験管が割れてしまいました。その原因について、説明しなさい。
- 発生した気体は何の気体であるかを調べるには、どのような実験を行いますか。実験の方法と、その結果を記しなさい。
- 発生した気体はお菓子を焼くとき以外に、私たちの生活や身の周りで、どのように利用されているのでしょうか。具体例を2つ挙げなさい。
- 化学反応の中には、気体を発生する反応がほかにもいくつかあります。下記の化学反応について、化学反応式を記しなさい。
 - 亜鉛に希硫酸を加えると、硫酸亜鉛が生じ、水素が発生する。
 - 過酸化水素を触媒を用いて分解すると、水が生じ、酸素が発生する。

図



4. 図1のような直径が24cmの円形水槽の中でメダカを飼ったとき、何匹のメダカを入れると最も多く卵を産むかを調べる実験をしました。



図1

図1の水槽を7個用意し、それぞれに雄と雌を同数ずつ入れました。雄と雌をそれぞれ1匹ずつ、3匹ずつ、5匹ずつ、10匹ずつ、15匹ずつ、20匹ずつ、25匹ずつ入れたときの容器中の卵全部の数をそれぞれ数えました。図2は、1つの容器中の雌の数と容器中の卵全部の数との関係のグラフの一部分を示しています。

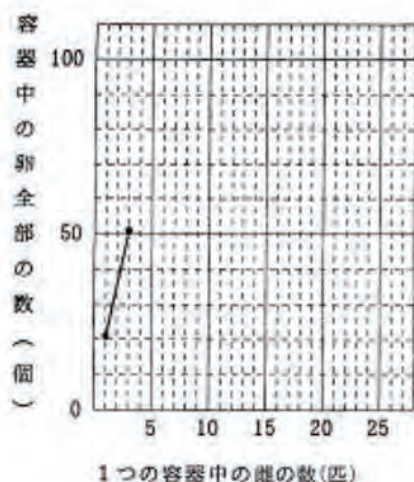


図2

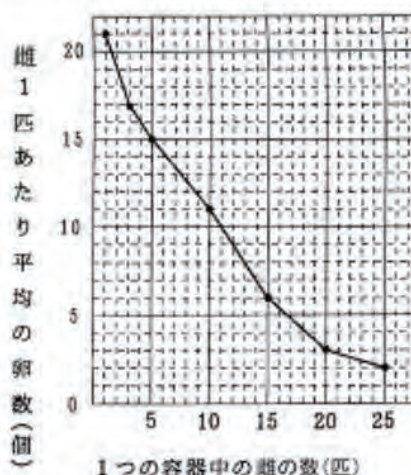


図3

また、容器中の卵全部の数から、雌1匹あたり平均の卵数を計算しました。その結果をグラフに表したものを図3に示しています。

- 5匹ずつ入れたときの容器中の卵全部の数はいくつですか。
- この実験において、容器中の卵全部の数が最も多くなるのは、何匹ずつ入れたときですか。ア～オから選びなさい。また、その時の個数も答えなさい。
ア. 5匹 イ. 10匹 ウ. 15匹 エ. 20匹 オ. 25匹
- この実験から、決まった大きさの水そうの中では雄と雌の数を増やしても、産む卵全部の数には限りがあることがわかりました。その理由としてどんなことが考えられますか、2つ書きなさい。

5. 光合成と蒸散について、各問いに答えなさい。

- 植物が行っている「光合成」について説明している次の文章の、に適切な言葉を入れなさい。
植物はアエネルギーを利用して、二酸化炭素とイから、ウを合成している。この働きを光合成と呼ぶ。またこのとき同時にエが出来ている。
- 植物は葉から蒸散（水を空気中へ放出）させていると言われています。これが事実であるか、蒸散作用を調べるための実験を行うことにしました。
① この実験を行うに当たり、揃えなければならない条件を2つ挙げなさい。
② 右図のような装置で蒸散量を測定しようと思います。まず、一つ目の実験装置として、植物をそのままメスシリンダーに指したものを用意しました。そのほかにどのような実験装置を用意して比較すればよいですか。



図4

(3) 実施結果

調査問題を合計 50 点で配点し、予想正答率を定めて、30 分で 4 年生 121 名に対して実施した。正解者数、生徒正答率を表にまとめた。

設 問	1	2	3(1)	3(2)	3(3)方	3(3)結	3(4)	3(5)①	3(5)②	4(1)	4(2)記	4(2)個	4(3)	5(1)ア	5(1)イ	5(1)ウ	5(1)エ	5(1)①	5(1)②	得点	
問題内容	電気回路図	速度の合成	NaHCO ₃ 分解の化学反応式	試験管吸着の理由	CO ₂ の検出法	CO ₂ の検出結果	CO ₂ 利用の例	亜鉛と硫酸の化学反応式	過酸化水素分解の化学反応式	メダカの卵の数	卵が最大になるときのメダカの数	卵の最大数	卵の数を制限する理由	光合成について					蒸散実験の条件	蒸散実験の装置	
配 点	4	4	2	3	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	4	3	50	
正解者数	25	86	8	24	59	58	40	87	78	91	104	101	67.5	119	93	46	74	46.5	50		
生徒正答率	20.7	71.1	6.6	19.8	48.8	47.9	33.1	71.9	64.5	75.2	86.0	83.5	55.8	98.3	76.9	38.0	61.2	38.4	41.3	平均点	
予想正答率	70	70	50	50	90	90	70	80	70	70	70	70	70	90	90	90	90	80	70	25.77	
ワケス	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	1	1	1	1	3	3		

① 解答例・講評

問題 1～5 についての解答例、及び講評を以下に示す。

問題 1

電流計、電圧計ともに直列でつなぐ生徒が多数見られた。電流計および電圧計の基礎的な知識が剥落していると思われる。

問題 2

グラフから、2 つの物体の動きをシミュレートできれば解ける問題である。予想よりも概ね正答率が高かった。

問題 3

(1) 生徒正答率が一番低かった問題(6.6%)である。

炭酸水素ナトリウムを加熱したときに発生する気体を間違っていた生徒が 38.5%であった。

二酸化炭素が発生するとわかっているが、すべての生成物が提示されていないために化学反応式を書けない生徒が 54 %であったことから、分解した際の生成物のある程度の予想はできても、化学反応式を完成させるには至らないことがわかる。また、炭酸水素ナトリウムの化学式も書けない生徒がいるなど、いろいろな物質やその化学式など、覚えておかなければならない知識が覚えられていないのではないと思われる。

(2) 水が生成されるとわかっている(60 %)が、正解していない生徒が 44%であり、「どうしてそのような実験装置を組む必要があるのか」がわかっていないと思われる。また、文章での説明も不十分で的確でない。

(3) 90%の正答率を予想していたが、50%を下回る正答率で基礎的な知識が剥落していると思われる。

(4) 二酸化炭素の身近な利用法を問う問題であるが、33%の生徒しか正解していないことから、二酸化炭素という化合物が授業で学習するものとしてとらえられているだけで、身の回りで実際に利用されていることまでに目が向けられていないように思われる。

(5) 水素、酸素の発生の化学反応式を書かせる問題であるが、反応物・生成物のすべてを提示した場合には 70%近くの生徒が正解することができたことから、化学反応式の量的関係は理解しているように思われる。

問題 4

全体について・・・ 4(1)、(2)が正答であるにもかかわらず、(3)が空欄の場合が見られた。

(1)、(2) 比較的良くできている。間違いも簡単な計算ミスくらいであり、グラフの読み取りや問題文の解釈ミスなどは見られない。

(3) 多く見られた解答例；「個体数が増加すると、スペースがなくなる。」

「えさの不足(産卵しても卵を食べてしまう個体が出てくる)。」

多く見られた誤答例；「自主規制しているから」

「個体数が多くなると産卵できなくなるメスが出てくる」

「卵を産まない雌もいる」「多いと子孫を残す危機感がなくなる」

「その場所の広さに適応した卵の数しか産まない」

メダカという生物が生育するために必要な環境要素が考えられていない。また、産卵できなくなる個体が出てくるかもしれないという可能性を考えることはできるが、なぜそのような個体が出てきてしまうのかその理由までは考えられていないと思われる。そのほか、問題文を言い換えているだけで、理由を答えることができない生徒、メダカをはじめ、生物飼育の経験不足の生徒もいると思われる。

問題 5

(1) 光合成についての問題

葉にデンプンができることは小学校 6 年で学習済みであるが、正答率は 38%と極めて低い。誤答のほとんどが酸素(50%)と答えており、ついで葉緑体 7.5%、炭素 2.5%である。光合成産物として中学校で新たに学習した酸素の印象が強すぎて、基本的で重要なデンプンが抜け落ちたものと思われる。酸素は水の分解によりできるという事項は生物Ⅱの内容ではあるが、光合成を教える際に、そこまで踏み込んで教えた方がより理解も定着するのではないかと推測できる。他の基本事項はだいたい分かっていたようである。

(2) 蒸散の実験についての問題

①そろえる条件について

誤答で目立ったのは、光(日光)条件をあげているものである。この問いは「蒸散作用を調べるための実験」を考えるので光条件は無視してよく、(1)の光合成問題の影響が大きく働いているのではないかと推測できる。

②実験方法について

1 年生でワセリンを使って実験をしていたせいか、ワセリンを塗ることを取り上げた生徒も多数いた。正解としたが、この問いでは、葉の表裏は重要でないので本来は余分なことに触れた解答であり、適切な解答ではない。

水の表面からの蒸発があるので、全く同じ装置で植物を入れないものを用意するか、蒸発を妨げるために水面に油を浮かべるかどちらかの方法をとる必要がある。この点についても理解できていない生徒が目立った。

ビニル袋で被う実験例を示した生徒が 45%(40 人中 18 人)いたが、植物体だけを被わずに装置全体を被うとしたものがかなりいた。装置全体にすると水面からの蒸発も含まれてしまうので不適当とした。さらに、ビニル袋・ワセリン・塩化コバルト紙などと実験道具だけを羅列したものも 15%(6 人)おり、問いの意味をきちんと理解していない生徒もみられた。

全体を通して、何を調べる必要があるのか、そのために何を答えるべきかという基本的な部分が十分に育っていない生徒がかなりいると推測できる。

※ 参考

同じような問題を 1 年生で実施したので、参考までにその正答率を次に示す。

	そろえるべき条件	実験装置及び方法
4 年	38.4%	41.3%
1 年	79.7%(98/123)	34.1%(42/123)

学習したばかりであり、正答率も高くなると予想したが、そろえるべき条件については何となくわかっていただようである。しかし、実験方法について、やったことであっても本当にその意味を正しく理解していないと正確に答えられないことが結果からわかる。

なお、表の数値は4年と比較するために完全解答のみの正答率であげており、実際の試験では部分点を設けているためにこの問い全体(資料の①～③)に対する正答率は78.9%であった。

【参考資料(1年で出題した問題)】

アジサイを使って、植物が水を水蒸気として体外に出すことを調べる実験をしようと思う。右の図のような、水が入ったメスシリンダーにアジサイの葉がついた枝をさした装置をいくつか用意した。



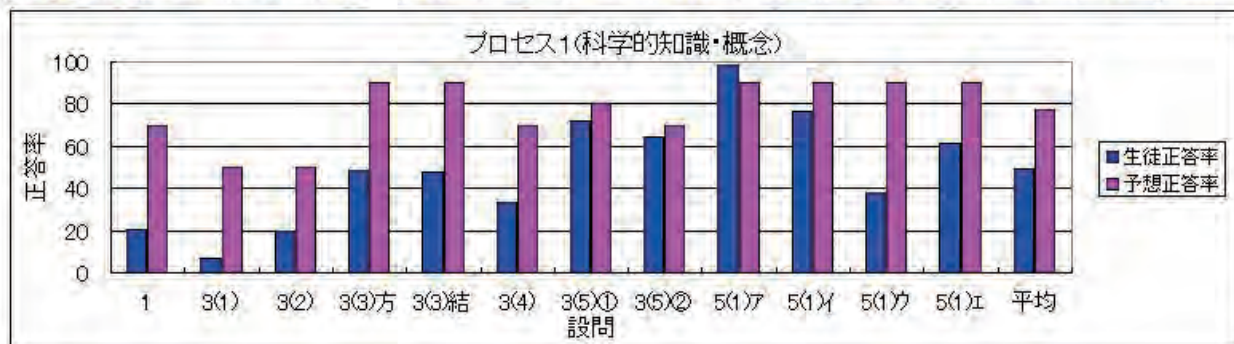
- ① 下線部のはたらきを何というか、漢字で答えなさい。
- ② この実験を行う時にそろえる条件を2つ答えなさい。
- ③ この実験を行う方法を解答例にしたがって、その続きをかじょうがきで書き入れなさい。

② 各プロセスにおける分析

プロセスごとにまとめ、生徒正答率と予想正答率との比較をグラフにした。

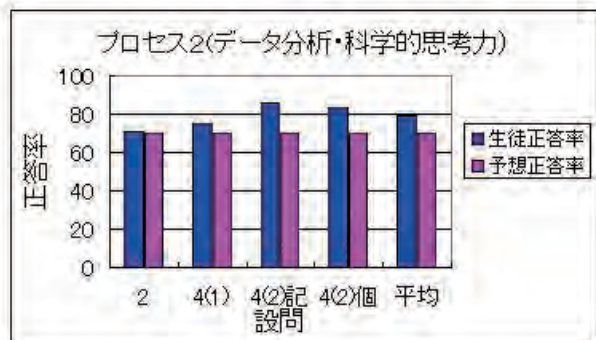
プロセス1

設 問	1	3(1)	3(2)	3(3)方	3(3)結	3(4)	3(5)①	3(5)②	5(1)ア	5(1)イ	5(1)ウ	5(1)エ	
問題内容	電気回路図	NaHCO ₃ 分解の化学反応式	試験管破損の理由	CO ₂ の確認法	CO ₂ 確認結果	CO ₂ 利用例	亜鉛と硫酸の化学反応式	過酸化水素分解の化学反応式	光合成について				平均
生徒正答率	20.66	6.61	19.83	48.76	47.93	33.06	71.90	64.46	98.35	76.86	38.02	61.16	48.97
予想正答率	70	50	50	90	90	70	80	70	90	90	90	90	77.5



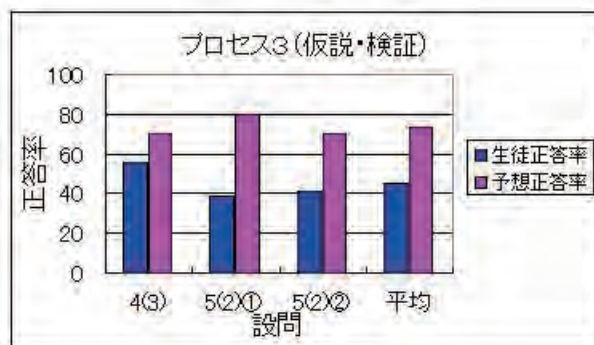
プロセス2

設 問	2	4(1)	4(2)記	4(2)個	
問題内容	速度の合成	メダカの卵の数	卵が最大数になるときのメダカの数	卵の最大数	平均
生徒正答率	71.07	75.21	85.95	83.47	78.93
予想正答率	70	70	70	70	70.00



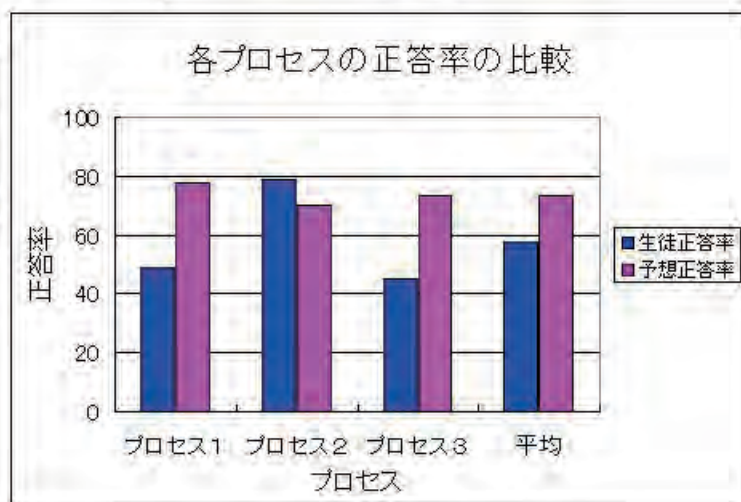
プロセス3

設 問	4(3)	5(2)①	5(2)②	平均
問題内容	卵の数を制限する理由	蒸散実験の条件	蒸散実験の装置	平均
生徒正答率	55.79	38.43	41.32	45.18
予想正答率	70.00	80.00	70.00	73.33



各プロセスの正答率

	プロセス1	プロセス2	プロセス3	平均
生徒正答率	48.97	78.93	45.18	57.69
予想正答率	77.5	70	73.33	73.61



分析概要を考察する。

- ・「プロセス1, 2, 3 毎に、正答率と期待値(予想正答率)の差に顕著な特徴が見られた」
→ 理科カリキュラムを評価する上で、極めて分かりやすいデータをとることができた。
- ・「プロセス1の正答率が期待値を大幅に下回った」
→ 知識として覚えるべき学習内容が剥落している。
- ・「プロセス3の正答率が期待値を大幅に下回った」
→ 仮説や実験立案の経験が不足している。
- ・「プロセス2の正答率が期待値を上回った」
→ 実験観察を数多く実施し、データ分析を頻繁に行わせてきた結果だと考えられる。
- ・サイエンス研究会に所属する生徒6名の正答率と他生徒との正答率を比較した(右表)
→ サイエンス研究会の生徒のプロセス3が突出している。
これは、平素の研究におけるチーム内の議論や失敗したあとの取り組み等の成果と思われる。

	プロセス1	プロセス2	プロセス3	平均
生徒正答率	48.97	78.93	48.18	57.69
予想正答率	77.5	70	73.3	73.6
研究会生徒正答率	64.10	95.83	76.67	78.87

(4) SSH 運営指導委員会より

2008年12月8日に行われたSSH運営指導委員会で、運営指導委員の先生方から次のような助言をいただいた。

- ・今回の試験の実施に際して、学校独自で問題を考え、予想正答率を設けた点は評価できる。
教師の考える予想正答率と実際の生徒正答率との比較が大切であり、PISA の調査問題での順位にとらわれない方が良い。
- ・結果のまとめ方がプロセスごとに明確に分かれている点が大変分かりやすく、学校外で利用しても十分伝わるのではないかな。
- ・疑問を問題に発展させる過程が大切である。そのためには、問題を解決していく過程での様々な定義が必要である。

(例：疑問『物はなぜ腐るのか?』→ 腐るということの「定義づけ」の要因を考え、選定
→ その上で問題を考える)

- ・出題者の正答率と実際の正答率との差(開き)があるので、出題した問題のカテゴライズ(どのプロセスに相当するかなど)の妥当性の検討を再度すべきであろう。
- ・大学院生の実態から踏まえると、プロセス 3 の育成には難点があると思われる。
科学分野に必要な力として、今の段階で何がわかっていて何がわかっていないのかということ膨大な情報量からよりわけていく力が必要となる。しかし、実際には中高生の段階でこの力を身に付けることは非常に難しい。既存の研究や実験を行うことは、スキルアップに繋がるが、新しいものを生み出すことにはならない。その選別ができるかどうか、研究者として非常に大きな分かれ目である。大学院生においては、博士課程になった際に非常に顕著な結果が現れる。競争で論文を出す場合、新しいもので論文を出さないといけないうきに、新しいものを生み出すことが非常に困難である。そういったプロセス 3 の力を 4 年間の大学教育でもつけていくのは非常に厳しいのが現状である。それほどプロセス 3 の力の育成は難しいものであり、このペーパーの結果から安易に測ることができるものではないと思われる。
- ・実際に研究者を目指すためには、プロセス 1 の力を身につけるだけでも相当膨大な時間と労力がかかる。プロセス 3 の力は簡単に身につくものではなく、さらに、プロセス 1 の習得にすら、ある種の才能を感じる部分もある。

(5) 今後の課題

今回の理科カリキュラム評価を受けて、次の点で改善を図りたい。

- ① プロセス 1 を確実に身につけさせるため、知識・概念を確認し、教える授業内容の充実を図る。
適宜な小テスト実施の他に、前期課程における標準問題集(市販)を策定し、授業等での利用を検討する。
- ② プロセス 3 を身につけさせるため、3 年生の課題研究入門を充実させるとともに、普段の授業内においても、仮説や実験立案の機会を多く設ける。前期課程におけるプロセス 3 に関わるワークシートも充実させる。
- ③ 出題した問題のカテゴライズ(どのプロセスに相当するかなど)の妥当性の検討を、今後さらに行う必要がある。

第4章 各種実施講座

第1節 基礎・基本の徹底

4-1-1 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4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学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	・AB：代数「4つの数の和」 ・D：幾何「オイラーの公式」 ・AB：代数「魔方陣」 ・C：幾何「一筆書き」 ・BD：幾何「準正多面体」 ・A：代数、幾何の演習	・D：代数「パスカルの三角形」 ・C：幾何「図形の裁ち分け」 ・AC：統計「平均値の性質」 ・C：統計「相対度数」 ・BC：代数「数取りゲーム」 ・BC：統計「グラフコンクールへの参加」 ・A：代数、幾何の演習
II期	・ABC：統計「グラフ」 ・AD：代数「二項演算」 ・AD：代数「カレンダーの規則性」 ・AD：代数「等式変形」 ・CD：幾何「星型多角形」 ・A：代数、幾何の演習	・D：統計「メジアンとモード」 ・CD：統計「相関」 ・CD：論理「オセロゲーム」 ・D：代数「n進数」 ・CD：代数「点字」 ・CD：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

- 「魔方陣」(C 数学的な見方・考え方を学ぶ)

課題：魔方陣に潜む規則性を見つけ、文字を用いて説明しよう！

展開：いくつかの数字が入った 3×3 の魔方陣を完成させた後、1つだけ数字の入った魔方陣に挑戦させた。そして、3次の魔方陣の規則性から、数が決まってくることを理由も併せて発表させた。

様子：いくつかの数字が入った 3×3 の魔方陣は、簡単に完成できた。それに対し、1つしか数字の入っていない魔方陣では、完成するまで時間がかかった。そのとき、短時間で合理的に完成できる方法がないか一緒に考え合っている姿が見られた。その考えが有効である理由の説明では、平均の考え方や、数の並びの対称性に気づき、文字を有効に利用した表現を用いた生徒もいた。「文字と式」は代数の授業でまだ学習していなかったが、文字を使うことの有用性を実感できる題材であった。

☆
1を4マスに入れると(a, c, f, i)
1を入れると必ずその列に9が入るので、
1を使って他に2列作る必要がある。
9を使った例には2か4を入れないと
15にならない。
しかし、そうすると1の列で15にならない。
→ ② f) e = 5
a = 1だと、
a + c = d + f, c + i = 14 になり
ないといけない。
しかし、2の列の和が14にな
るはずのみ。
よって a = 1 は不可能
同様に c, g, i にも入らない

生徒による説明

3. 2年「探究数学Ⅱ」実践例

■ 「n進法」(C 数学的な見方・考え方を学ぶ)

課題：2進数の考え方を、マジック(動物当て)を導入として学習し、n進数についても同様に考えられることを知る。

展開：まず、生徒たちに十二支のうち、ひとつ自分の好きな干支を選ばせておく。次に、いろいろな動物が(一見ランダムに)描かれた4枚のカードを順番に生徒に見せていき、何番目のカードに自分の選んだ干支が描かれていたのかを確認させる。それから、教師はどのカードに選んだ干支が描かれていたのかを聞き、相手の選んだ干支をズバリと当てた。実は、4枚のカードに順に「8, 4, 2, 1」と数字を付け、相手の選んだカードについての番号を順に足していけば、その結果の数字に対応する干支(十二支にはあらかじめ番号が振ってある)が相手の選んだものである。この番号は、選んだ干支の番号を2進数表示していることになり、この規則性を考えることにより、2進数をスムーズに導入できた。

様子：生徒たちは、教師がなぜ自分の選んだ動物を当てることができたのか、はじめは不思議に思っていたようであるが、教師が生徒の選んだカードの組み合わせによって選んだ動物を当てていることを知ると、それぞれのカードに、「1, 2, 4, 8」の数字を割り当てていけば、選んだカードによって、何番目の干支が対応しているかに気付くことができたようである。また、生徒の中には、カードに自分の選んだ干支があれば○を、なければ×を並べることにより、例えば「丑」の場合を「××○×」と表していた。これこそ、丑に対応する番号「2」を2進数表記した「0010」に相当する考え方であり、自然と2進数を導入・説明できた。

1年生で基礎数学の力がある程度身についているので、年度初めは発展的題材を扱い、学習を深めた。詳しくは後述するが、I期ではその後10回時間をかけ、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、「 n 進数」の他には「パスカルの三角形」、「数取りゲーム」、「点字」など数の性質を考えるものがあり、最後にはこれまでと同様に「確率」とつながるような教材も考える予定である。また、ときには数学クイズ的なものとして「オセロゲーム」に関連して規則性を論理的に考えさせる問題などを用意して、柔軟な発想力と思考力を狙った回もあった。他にも、並行して行っている基礎数学Ⅱ(幾何・代数)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あった。定期考査前には、基礎数学の内容の定着を徹底させるために、演習問題を課した。

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。そこで、昨年度より、「探究数学Ⅰ・Ⅱ」において、統計分野の基礎を取り入れることにした。1年次では、資料の処理と提示、読解に関する基本的な能力と態度を育成するとともに、平均値の正しい意味を理解することを目標とした。2年次では、奈良県統計グラフコンクールへの参加を通して、2年間学習した統計処理とその表現についてのまとめを行うとともに、さらに内容を深め、相対度数や相関などの発展的な内容を扱う。

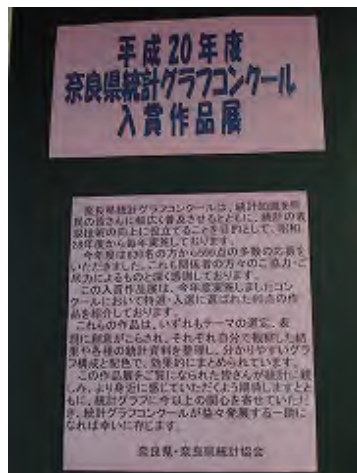
(1) 1年「探究数学Ⅰ」における取り組み

今年度1年次では、統計分野を6時間実施した。まず、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。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があることを学習した。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ことをねらいとした。グループごとに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、全員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。それぞれのデータを検討しグラフにする中で、グループ内で視点を変え、グラフを有効に利用した発表を行っている生徒もいた。この指導を振り返って2年生では、より深く学習を進めるように計画したい。

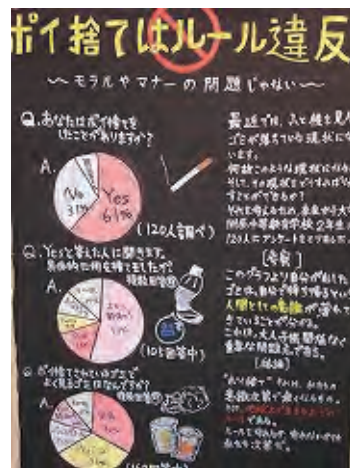
(2) 2年「探究数学Ⅱ」における取り組み

今年度2年次では、合計10回の授業を統計分野に割り当てた。内容は「平均値の種類と性質、相対度数の考え方、資料の代表値(中央値・最頻値)、相関関係と相関図、グラフコンクールについて」である。これらそれぞれの内容を、具体的な資料(データ)を扱い、作業を伴いながら理解させていった。特に、平均値の性質については、普段からその本質を理解せず、試験の結果や身長などのデータなど、平均値とデータを単純に比較するだけで一喜一憂することが多い。そこで、平均値の有効性や有意性を伝えるだけでなく、その危険性や無意味さが潜む事例を紹介することで、平均値を扱う際に必要な慎重な姿勢を身に付けさせた。その後、「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→データの収集→データの解析→予測→検証」という一連のプロセスでデータを処理・分析・探究する活動を行った。そして、1、2年次に学習した統計処理・表現の基本的技術を

活かすために、各クラスを5人までのグループに分け、自由なテーマ設定の下、自分たちでデータを収集させ、その結果を分析したものをB2判の画用紙1枚にそれぞれまとめることを夏休みの課題とし、夏休み明けに「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。他にもたいへん多くの優秀な作品を提出することができたが、今年度も評価がやや厳しかったようである。夏休み期間ということもあり、教師による指導が十分でなかった点(指導の内容は規定により制限されている)や生徒たちが協働できる時間も十分確保できなかった点を考慮すれば、各グループが創意工夫を凝らして努力したと評価できる。今後他教科や総合学習、学校生活のなかで、培った力を活用してもらいたい。



グラフコンクール



佳作 受賞作品

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。また今年度も昨年度に引き続き、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、各学年がそれぞれのねらい・目標に対し、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に、外部の評価を受ける機会が得られた。

(2) 今後の課題

- ・各クラスを二等分した少人数形式での授業の場合、クラス全体や学年全体で、面白い考え方や発想を共有する場面が依然として不足しているように感じる。学年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。
- ・統計分野については、依然として各年度の担当者の裁量による部分が大きく、教科としての方向性を示す必要があるとともに、指導内容の体系化と整理が求められる。

4-1-2 サイエンス基礎講座

4-1-2-1 サイエンス基礎講座Ⅰ

■ 実施概要

テーマ：日本古代を科学する

日 時	平成 20 年 5 月 31 日(土) 13:30～16:30
場 所	本校 多目的ホール
講 師	新納 泉 氏(岡山大学)、吉川真司 氏(京都大学)、西山 厚 氏(奈良国立博物館)、 司会 山本 崇氏(奈良文化財研究所)
参加人数	本校生徒 44 名(1 年 4 名、2 年 2 名、3 年 3 名、4 年 12 名、5 年 14 名、 6 年 9 名) 本校教員 15 名、保護者等 34 名
構 成	1.特別講義 2.シンポジウム 3.質疑応答

■ 講座内容・講義の様子

- ・新納氏「考古学が語る真理とは－教科書の背後に隠された真理の追究－」
- ・吉川氏「歩いて考える古代史」
- ・西山氏「日本古代の仏教思想」
- ・シンポジウムでは、「モノ」をキーワードにしつつ、互いの講演内容に立ち入りながらの三氏のコメント、そして学生へのメッセージが述べられた。



■ 生徒の感想(アンケート集計は、回収数である)

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
31 名	12 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	あまり理解できなかった	理解できなかった
9 名	28 名	6 名	0 名

3.感想

- ・自分が今いる場所の下に遺跡があることや、身近にある寺・仏教の考えの奥を知れたり、あるいは教科書は学問研究のうわずみに過ぎなかったりすることがあるから、もう少し視点を広げて、その下を見ればさまざまな興味の対象が広がっていることを実感できた。
- ・東大寺山堺四至図のいろいろな視点から、山を描く構図がおもしろかった。昔の人も頭をしばって考えて描いた結果がこうなったのだろうなあ。無機質に感じていた宗教や歴史に人の思いが通っていることがわかっておもしろかった。

■ 担当者所見

「なぜ？」から研究が始まり、歴史的事実が研究により深まっていくこと、今の世にもつながっていることなどをイメージ豊かに話していただけた。また、文系理系と分けて考えるのではなく、両者を融合した発想が大切との指摘もあった。

4-1-2-2 サイエンス基礎講座Ⅱ

■ 実施概要

テーマ：雪と氷の科学

日 時	平成 20 年 11 月 12 日(水) 13:30～16:30
場 所	奈良女子大学 講堂
講 師	前野 紀一（北海道大学名誉教授）
参加人数	本校生徒 369 名(1 年 118 名、2 年 119 名、3 年 132 名) 本校教員 19 名、保護者等 1 名
構 成	1.特別講義 2.質疑応答

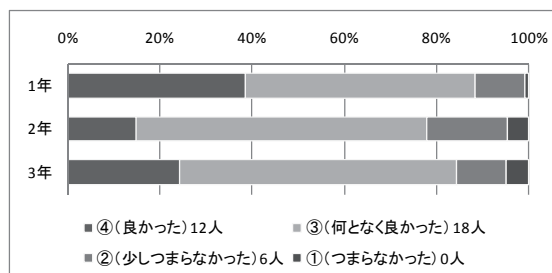
■ 講座内容・講義の様子

1. 雪は夏には降らないの？雲の中では雨でなく雪が降っているのです。
2. 色水を凍らせても、できる氷は透明。どうして？
3. どんな氷でも水に浮くのだろうか？
4. 雪は焼き物！

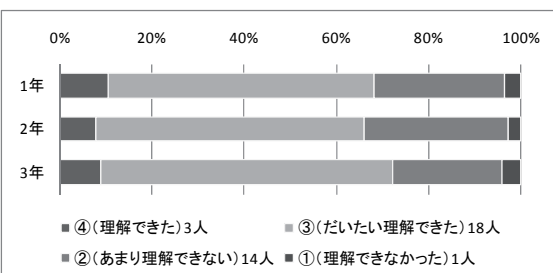


■ 生徒の感想(アンケート集計は、回収数である)

1.参加してよかったか



2.内容は理解できたか



3.感想

・身近な雪のたくさんの秘密がわかって良かったです。私はとっても理科が苦手ですが、理科に興味をもてました。次、雪を見た時はこの講義の内容を思い出したらまた違った雪に対する感動が生まれると思います。

・雪や氷ってあまり冬ぐらいしか縁が無いが、それでもその中に美しい姿があったり、規則性があったりして、自然の計算された部分を見る事ができました。

・氷の種類の中で私の知っている氷以外は水に浮かないとわかった事が衝撃的だった。また小さい頃に色水で氷を作った時何度やってもだめだった。そのどうしてできないのか？の理由が分かったので良かった。奈良は雪国じゃないから、なかなか雪を見られないが、スキーとかに行ったらぜひ「雪の音」を聞きたいと思う。

■ 担当者所見

身近な氷や雪だが、知らないことがたくさんあることを具体的な例や実験・シミュレーションを利用して話していただけた。高度な内容もあったが、記憶に残る講演となった。

4-1-3 夏の学校

■ 実施概要

日 時	2008 年 8 月 22 日（金）～24 日（日）
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） 屋鋪増弘（本校元教諭）
参加人数	生徒 32 名（1 年 29 名・2 年 3 名）、教員 4 名、T A 2 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、8 月 21 日に事前学習を行った。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：潮だまりの魚介類，2 班：磯の生き物，3 班：海の生物（魚と貝），4 班：海藻，
5 班：白浜の生き物について，6 班：貝について，7 班：磯の生き物

(2) 現地での実習

磯の実習は、波が高く潮も引きが悪い状況で行ったが、生徒は熱心に取り組んでいた。特に、今年度は水族館の裏側に入れてもらい、飼育の様子を観察させてもらった。

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、3 日目の午前と翌日の午後に本校で行い、模造紙にまとめさせた。学園祭と公開研究会で発表し、生徒の研究発表冊子にもその報告を掲載した。

■ 生徒の感想

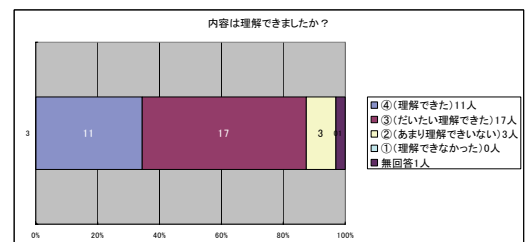
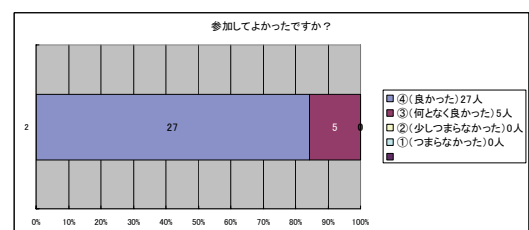
(1) 満足度と理解度

この講座に参加しての満足度（上）と理解度を（下）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。理解度も「だいたい理解できた」以上が 90% とほぼ全員が理解できたようだ。

(2) 感想や意見（一部を抜粋）

・ナマコは驚くと内臓をはくとは聞いたことがあったけれど、実際見てみるとこんなにべとべととしているものかと思った。本で読むのと実際やってみるのは違うなと感じた。

- ・海でこんなに集中して生き物を探した事は無かったので、大変有意義なことができた。
- ・もうちょっと勉強の量を減らして欲しい。
- ・地層などを見て大地の力の大きさを知った。少し大変だったけれど、とても楽しかった。
- ・ウニなどの殻を持った生き物は、二酸化炭素が増えて海に溶けると殻が溶ける事が分かった。温暖化によって魚の住む場所が変わったりする事が分かったので、できるだけ二酸化炭素を出さないようにしようと思った。



・今回は特別に水族館の裏側も見せてもらったり、普段水族館に行ってもいないような無脊椎動物も見られたりできたので、とてもいい経験になった。

・海の満潮や干潮などの潮の満ち引きを初めて目にすることができて嬉しかった。潮が引いて少しずつ陸が見えてきた時は、どの辺まで出てくるのか一度でいいから見てみたいと思った。

・海にはいろんな生物がいて、それぞれみんな命があるのでどんな小さな命も大事にしなければいけないと思った。海でのこと以外にも、たくさん貴重な体験ができて良かった。

・地層見学ではすごくきれいに重なっていたのでびっくりした。海にもたくさんの生物がいた。だが海草が流されてきたものばかりで、生えているのが少なかったのが残念だった。

■ 講座の様子



磯の観察・調査



水族館の裏側見学



地層の観察



数学実習

■ 担当者所見

昨年は実習も3年目ということで、2年生がウニの発生実験を指導するという実習を取り入れうまく実施できた。しかし、今年は2回目の参加者は1名で所属も数学班であったので、従来どおり実験所の先生に指導していただくことにした。事前学習で多くの生徒はしっかり調査をし、ポスター発表も例年並みであった。しかし、一部の生徒は積極性を欠いており、現地での実習でもややその傾向が見られたのは残念であった。

参加したきっかけを調べてみると、面白そうだからが例年通り1位(41%)であったが、家族にすすめられたからが30%と高くなっている。また、2年生の参加は3名と、リーダーシップを取れる者がなく、全体的な底上げができなかった。

今後は、2年の生徒の参加を促すとともに、参加した生徒の意識を高めるための工夫が必要である。

第2節 数学的リテラシーの育成

4-2-1 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) 08年度第1回 数検団体受検

実施日 2008年 6月 28日(土) 会場 本校大教室・MM教室

受検者数 53名 合格者数 42名

不合格者数 11名（1次合格者数 5名、2次合格者数 3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				2(2)	1(1)	11(11)	11(11)
2			1(1)	2(2)	8(7)		
3			3(1)	4(3)	1(1)		
4		1(0)	1(1)				
5		4(1)					
6	2(0)	1(0)					

(2) 08年度2回 数検団体受検

実施日 2009年 2月 14日(土) 会場 本校大教室・ゼミ1教室

受検者数 45名 合格者数 34名

不合格者数 11名（1次合格者数 4名、2次合格者数 3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			2(1)	1(0)	4(4)	8(8)	
2				4(2)	4(4)		
3		1(1)	7(5)	1(1)			
4		4(2)	3(3)				
5	1(0)	4(3)	1(0)				

■ 成果および評価

数検に関しては、過去問や問題集についての質問に対応した。受検者数は、例年通りであった。

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、全国に比べて非常に健闘している。

また、2008年度の数検受検で、優秀な成績を収めた生徒2名は、『「数検」グランプリ金賞』『「数検」グランプリ銀賞』を受賞した。他にも、次の受検日の確認や、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

数検の受検を引き続き勧め、問題集などの整備を充実させ、より数学に積極的に取り組む生徒を増やしたい。

4-2-2 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 2009年 1月12日(月・祝)

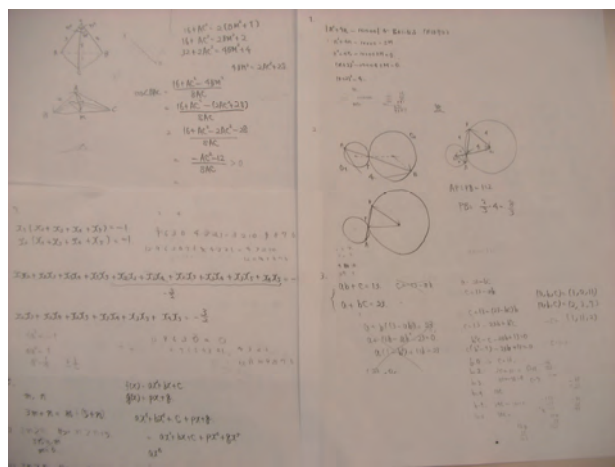
会場 奈良文化会館

参加生徒 JMO 9名(5年生4名、4年生5名)

JJMO 12名(3年生9名、2年生3名)



数学オリンピック会場



生徒の計算用紙

■ 成果および評価

結果 JMO (Bランク 4名、Cランク 5名)

JJMO (bランク 2名、cランク 10名)(地区優秀賞 1名)

生徒全員に呼びかけ、意欲的により進んだ内容を学習しようとしている生徒が参加を希望した。

JMO・JJMO 予選への参加者は21名と、昨年の8名から増加している。昨年は参加者が減少したので、今年は積極的に参加を呼びかけたためと考えられる。

数学オリンピックについては、数学オリンピック問題集に関する質問への対応を行った。JMO・JJMO 予選へ参加しなかった生徒でも、予選の過去問題集をもとに、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。また、一度参加した生徒は、その後も引き続き毎年受検しており、発展的な学習への動機付けとなっている。

■ 今後の課題

次年度もエントリーを勧め、受験者数を増やして、補習を開講できるようにしたい。また、質問に対応できるよう過去問題集を取り揃え、生徒の能力の伸長をはかりたい。

第3節 科学的リテラシーの育成

4-3 NSL 講座

2007年度 NSL 講座は「遺伝子」をキーワードに実施し、1つの単位認定講座としての流れが確立された。2008年度はキーワードを「タンパク質」にかえ、2007年度と同様の流れで実施した。

■ 実施概要

テーマ：タンパク質について

日時	場所	講師(所属)	内容
8月22日(金) 9:00～12:00	本校化学教室	藤澤 育子、野上 朋子(本校教諭)	オリエンテーション 講義：「タンパク質とは」 実習：「タンパク質の性質」
8月23日(土) 9:00～16:00	本校 6D 教室	中澤 隆(奈良女子大学理学部教授)	講義：「ヒトはなぜタンパク質を食べるのか」 実習：「タンパク質がタンパク質を分解する」
8月25日(月) 9:00～16:00	(株)ペプチド研究所	西内 祐二(ペプチド研究所研究部長)	講義：命を支えるアミノ酸・ペプチド・タンパク質 実習：対掌体(味・におい)のデモンストレーション的な紹介
8月26日(火) 9:00～16:00	奈良女子大学生活環境学部	植野 洋志(奈良女子大学生活環境学部教授)	講義：タンパク質化学の歴史 実習：タンパク質の定量法、酸加水分解、アミノ酸分析、SDS-PAGE など
8月27日(水) 9:00～12:00	奈良女子大学理学部	小林 毅(奈良女子大学大学院人間文化研究科教授)	講義：「空間の向き」と鏡の世界

受講者は3年生2名、4年生12名の計14名で、1日目から4日目までは2名の教員が、最終日は3名の教員が引率した。

■ 講座内容と講座の様子、生徒の感想(一部抜粋)

1日目～タンパク質とは～

2日目以降の講義・実験に必要な基礎知識を身につけさせるため、タンパク質全般について講義をした。また、ビウレット反応やキサントプロテイン反応など、タンパク質の性質を確認する代表的な実験を行った。



講義



実験「タンパク質の性質」

2日目～ヒトはなぜタンパク質を食べるのか～

午前中は講義で、私たちの身体にはタンパク質が深く関わっていることを、話題のトピックや身近な事例を挙げながら説明して下さった。全ての生命がタンパク質を使っているから進化できるので、タンパク質の構造がわかると生命の神秘がわかるかもしれないという興味深い話も聞かせてもらった。

午後からは実験で、パイナップルやゼラチンなどの身近な食品を使い、タンパク質がタンパク質を分解することを確認した。また、熱や酸によってタンパク質が変性することも確認した。

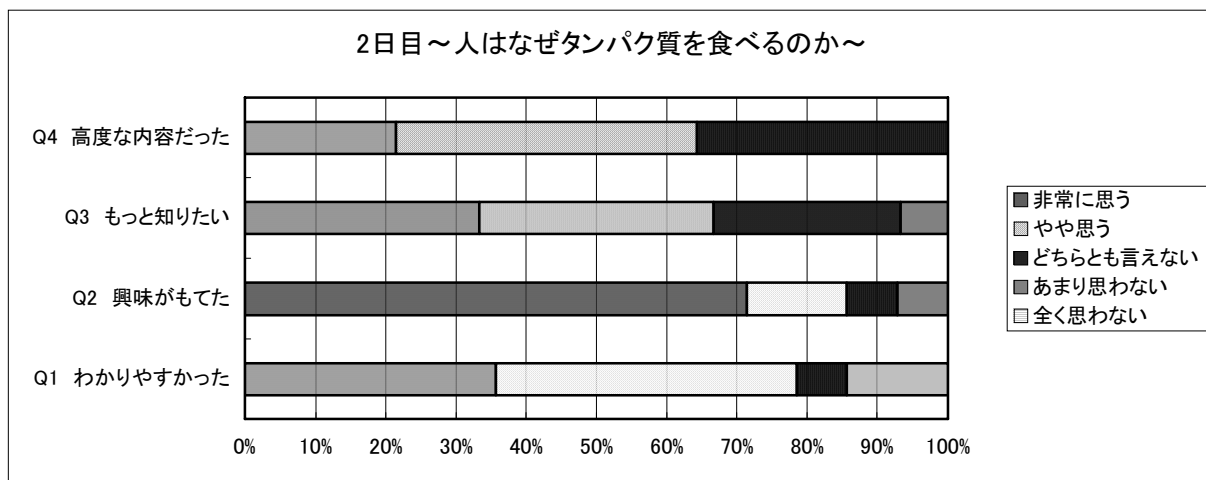


講義



実験「タンパク質がタンパク質を分解する」

《生徒の感想》



- ・ ヒトのDNA(設計図)には「タンパク質を 30,000 個用意！」と書いてあるのに、実際体内には 15 万個ものタンパク質が存在するのは何故なのか。
- ・ 身近な食べものを使って実験したので、タンパク質に親近感がもてた。家でもできる実験なのでまたやってみたい。
- ・ 具体的にどのように人工的にペプチド結合を行うのかもっと知りたい。
- ・ ヒトとタンパク質の関係について詳しく知ることができた。一時ニュースを騒がせた狂牛病もタンパク質が原因だったことに驚いた。
- ・ 酵素の構造をもっと知りたい。
- ・ ペルツが 28 年もかけてヘモグロビンの立体構造を決定したことが印象に残った。
- ・ タンパク質の解明だけではわからなかった「生命の神秘」を研究してみたくなった。
- ・ 「リジンを摂ると足が長くなる」「断食後に急に食べると死ぬ」、「ストレスで胃に穴が開く」など、

酵素という目に見えないものが私たちと関わっている事例の説明を聞くのが楽しかった。酵素のおかげで私たちが生きているなんて何だかとっても変な感じだ。

- ・ アミノ酸からタンパク質を再合成するまでのしくみをもっと知りたい。
- ・ 今までごく当たり前と思っていたことが、アミノ酸の構造や種類のおかげで成り立っていることに感動した。胃の消化酵素が細胞内と細胞外へ出たときでは異なることや、血液凝固の連鎖反応についての話が特に印象に残った。

3日目～命を支えるアミノ酸・ペプチド・タンパク質～

午前中は講義で、生物の生命活動におけるアミノ酸・ペプチド・タンパク質の絶妙な働きの一端を紹介しながら、以下の内容を説明された。

- ① 生命の維持・制御を担うアミノ酸・ペプチド・タンパク質の役割、および身の回りの暮らしを支えるアミノ酸・ペプチド・タンパク質について
- ② ペプチド・タンパク質の化学合成の実際

午後からは実験で、色んなアミノ酸の対掌体について、形状の違いを観察するとともに、実際になめることで味の違いも確認した。また、いくつかのアミノ酸と還元糖の組み合わせでメイラード反応を行い、反応に伴って発生するにおいを確認した。さらに、酵素を用いた実験を行い、阻害剤によって酵素反応が阻害されること、酵素の基質特異性を色の変化から確認した。

実験後、研究所内の実験室や多くの分析機器を見学させてもらった。



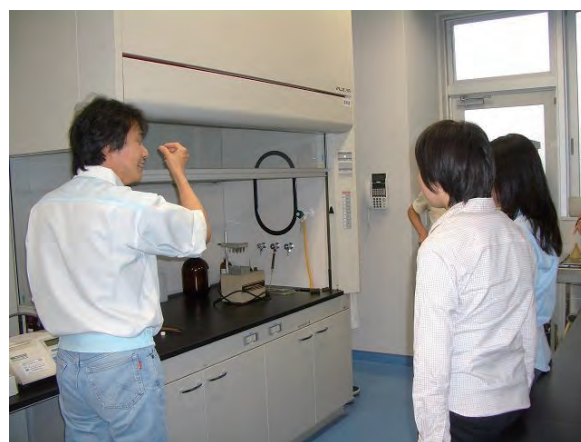
講義



実験「対掌体の味比較」

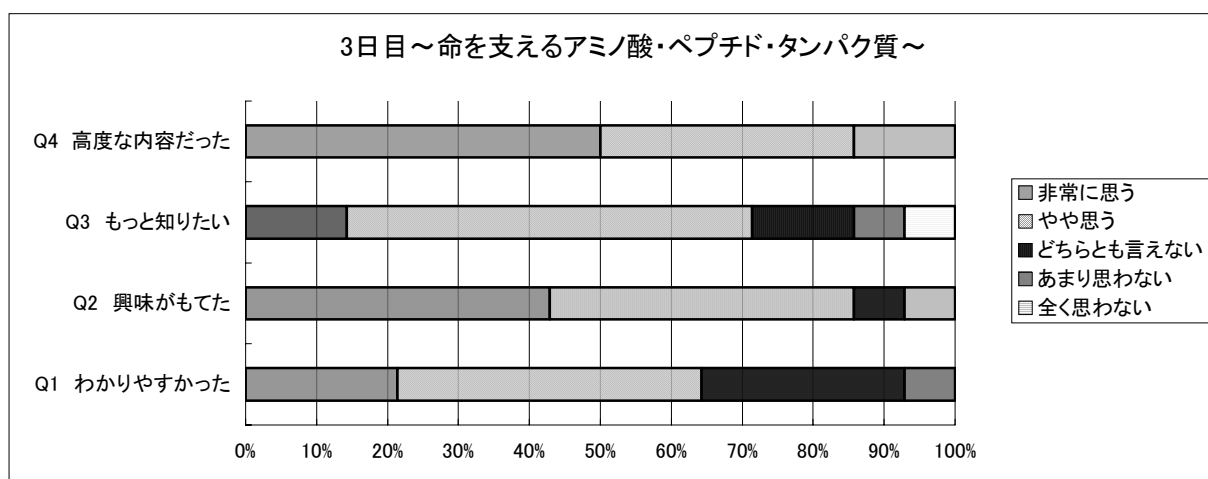


実験「メイラード反応によるにおい比較」



施設見学

《生徒の感想》



- ・ 映像や写真、図などを使って説明してもらったのでわかりやすかった。
- ・ アミノ酸プールでは、合成される量も分解される量も同じで、あとは排出される量と同じタンパク質を採れば元通りの量になるのはすごいと思った。桶理論が成り立っていると思った。
- ・ 工業材料にもタンパク質が使われているということを初めて知った。前日と同じ内容の話でも違った方法で説明して下さり、理解しやすかった。
- ・ イモ貝の捕食の映像が一番印象に残った。ちょっと大きな魚でも、思い切り丸呑みにしてしまうので、本当に驚き、少し感心した。
- ・ ペプチドは化学者が研究で主に使用するものだと思っていたが、ペプチド研究所で実際に社会の中で利用されていること(調味料、医薬品など)を聞いて、本当に身近に存在することを知った。この一日は大変に貴重なものになった。
- ・ 生理活性ペプチドの医薬品の利用について薬のメカニズムを知ることができた。
- ・ 本当にタンパク質って、人間の身体ってすごい。講義を聞くたびに興味が高まる。将来こんな場所で研究できたら面白いだろうなと思った。
- ・ 糖とアミノ酸のメイラード反応がとても不思議なので、仕組みを詳しく知りたい。また、メイラード反応は体に良くないのでどうして起こってしまうのだろう。
- ・ 「アステルパームが砂糖の 200 倍の甘さってどんなものか」と思っていたが、想像以上に甘く、舌が受け付けない味だった。カロリーが 1/60 というのは良いと思った。
- ・ D 体と L 対では、構成元素も同じで鏡のようになっているだけなのに、味や粉末の外観が全然違うものがあり驚いた。人間の身体には L 体しかないことが不思議だ。
- ・ 今までは、パッケージで甘味料・酸味料などを見て「えーっ！添加物～…」と思ってしまうところがあつたけれど、今回色々見たり、聞いたり、嗅いだり、なめたりする中で、これから食品の見方が変わるだろうと思った。面白い話が聞けた。

4 日目～タンパク質化学の歴史～

30 分程度の講義の後、班(3～4 人×3 班)に分かれて 3 種の実験を行った。

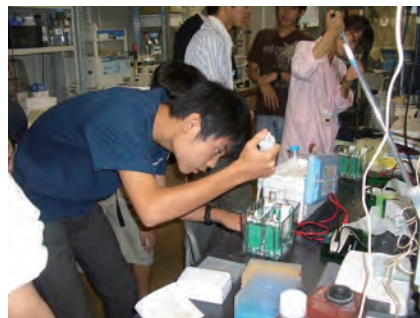
- ① 分光光度計を用いたタンパク質の定量
- ② SDS-PAGE、Native-PAGE によるタンパク質の分子量推定
- ③ Western-blot 解析による特定タンパク質の検出



講義



実験「タンパク質の定量」



実験「タンパク質の分子量推定」

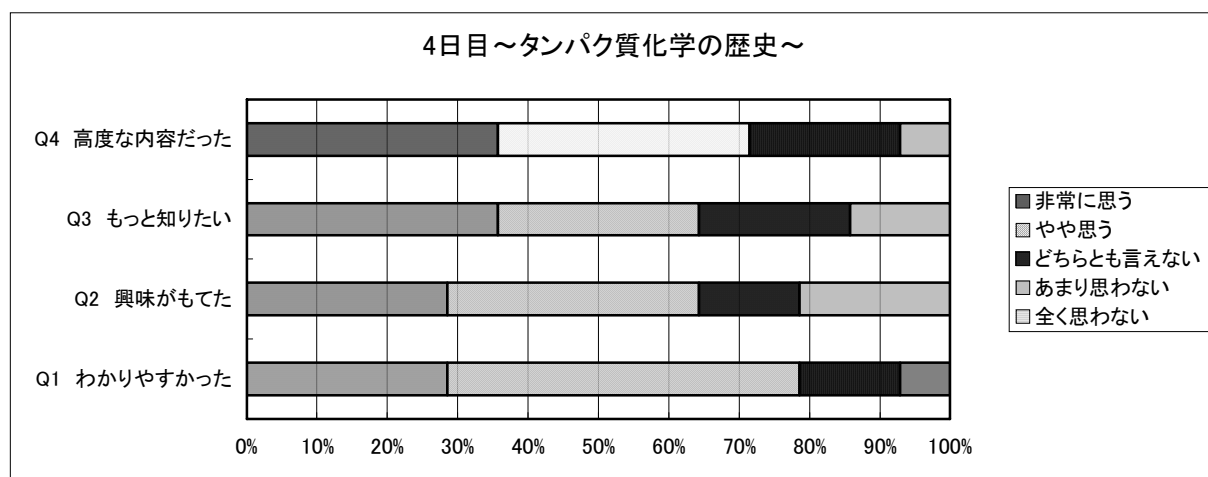


実験「Western-blot 解析」



実験のまとめ

《生徒の感想》



- ・ 他の班が行っていた実験もしてみたかった。
- ・ 記憶のしくみで、脳の中にあるタンパク質の中に記憶素子が入っていると考えられていることに興味をもった。もし、その素子を増やすことができれば、記憶力が上がるかもしれない。
- ・ 実験後の考察の際、「実験は正しかったのか」と考えるのではなく「この結果は適切であったのか」と考えるものだとアドバイスを頂いた。実験ではたまに普通と違う結果でも不思議ではないと思った。「必ずこうでなければならない」と決めつけるのではなく、例外もあるということを踏まえた上で、いろんな研究を進めていくことが大切だと思った。
- ・ ゲノム解析で、その物質を構成するタンパク質の構造がわかることに興味をもった。
- ・ 想像以上に化学は進歩しているのだなと思った。私たちの世界が全て原子からできているので、化学によって判明することは多い。実験の合間に大学生の方々から研究内容や大学についての話を聞くことができてよかった。
- ・ 特定のタンパク質を判別するゲル電気泳動に興味をもった。もっと詳しく知りたい。

- ・ 印象に残ったことは Western-blot の実験で、タンパク質は電流を流すとマイナスからプラスに進むことを知って驚いた。網目状だから大きなタンパク質はなかなか進まず、小さいものは早く進む。そんな仕組みで分けられるなんて、タンパク質の性質を生かした上手な分け方だなと思った。
- ・ 何故、タンパク質の定量は牛の血液中のタンパク質濃度が基準とされるのかを知りたい。
- ・ 講義で聞いた実験は全て変わっていて、面白くとても興味をもった。実験器具も初めて見るものばかりで感動した。大学生の方々と一緒に行なった実験がとてもやり甲斐があり、実習後気持ちのいい達成感があった。あんなに楽しい実験が毎日できるなんて早く大学生になりたいと思った。

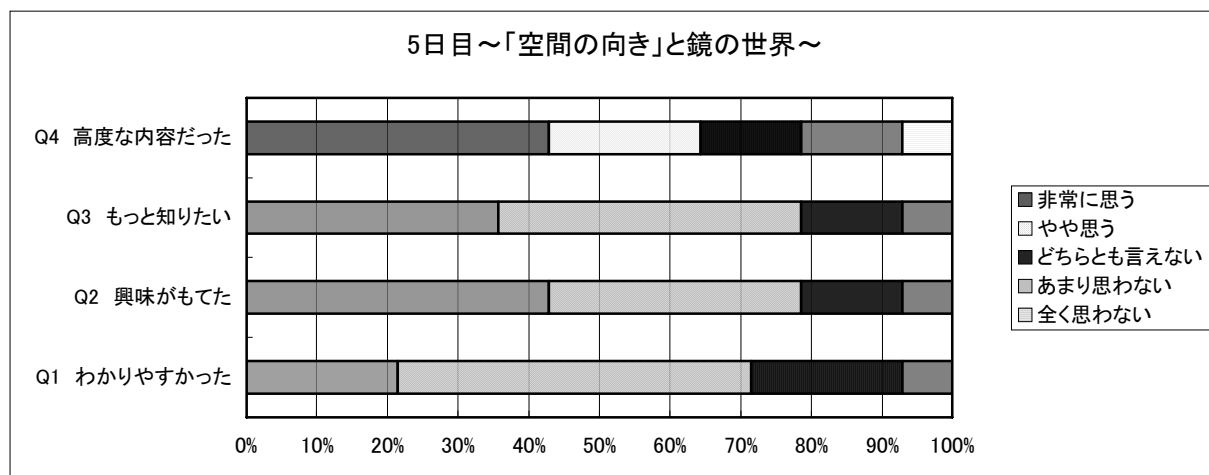
5 日目～「空間の向き」と鏡の世界～

化学的な構造は全く同じだけれども、違った性質を持つ物質を区別するのに使われている「光学異性体」は、「空間における向き」という数学的概念と深く関連している。一般に、三次元空間の点は3つの座標の組 (x, y, z) として、同時に、原点に関する位置ベクトル $\vec{p} = (x, y, z)$ としても表現される。また、三次元空間は、基本ベクトルの張り方により、「右手系」と「左手系」と呼ばれる鏡像関係(互いに鏡に映した関係)にある2つの構造をもつ。この鏡像関係が、化学的構造における「光学異性体」に対応し、その空間の向きという考え方を導入することにより、2つの関係を数学的に記述できることが具体例を豊富に取り入れながら解説された。また、この空間の向きを規定するために「行列式」の考え方が自然と導入され、計算方法が説明された。



講義風景

《生徒の感想》



- ・ 最後の日にどうして数学なのか？と思ったが、数学と化学は関係しているという説明を聞いて納得した。数学はいろんな物事を細かく考えていくので突き詰めた考え方ができると思った。
- ・ 対掌体を数学的な観点からできることに感動した。全ての立体がたった 3 本の矢印で表せるなんて、不思議かつ美しい。理科と数学が繋がっているということを改めて実感した。後半に学習した二次元の式がとても面白かった。二次元の公式を使って色々な矢印の計算をしてみたい。
- ・ 身の回りには、鏡の関係のものがたくさんあることに驚いた。二次元で向きの度合いを考えると、和でも良さそうなところをなぜ積で考えるのかの説明がわかりやすかった。
- ・ 今回の講義は考えることが多かった。「鏡の位置の関係を数字で表そう」なんて可能なのかと興味がわいた。最初に考えた人はすごい。自分の知っている情報だけで勝手に「不可能」とか見切りをつけるのはダメで、固定観念もよくない。まだ誰も成功していない新しいことに挑戦してみたいと思った。身の回りにある鏡の関係にあるものをもっと他にも探してみようと思った。
- ・ 鏡像体や手袋などの構造をきちんと説明するために数字で表すという考え方をできるのがすごい。先生ができるだけ単純にして考えるというのは、今までの講義と少し違うなと感じた。
- ・ 全体的に、空間を想像する能力や、式を導くのが大変難しかった。しかし、鏡像関係にあるものか、同一物質であるかを見分ける方法は、とてもわかり易く一目で見分けられるということもわかりやすかった。また、三次元の図形や物体については、3 本の軸を決めると角度・方向・位置の全てが決まるという話も応用できそうな内容でよかった。
- ・ 講義の最初の方は、原子や対掌体についてであったけれど、最後の方は、化学と何に関連しているのかわからなかった。でも、数学の講義でもそんなに難しくなく、理解しやすかった。

■ NSL 講座に参加して(全体の感想、一部抜粋)

- ・ NSL 講座に参加して、これまであまり知らなかったタンパク質について、詳しく知ることができた。何となく参加した講座だったが、たくさんのことを学べて中味のつまった 5 日間だった。難しい用語が多く出てきたが、何回か講義を受けていくうちに、少しずつ理解できるようになった。今後このような機会があれば、積極的に参加していきたい。
- ・ とてもよい勉強ができた。授業で聞くのと、講義を聴くのではだいぶ違いがある。何よりいろんな実験をさせていただいたので、楽しみながら理解していくことができた。
- ・ NSL 講座を受けて大正解だった。今まで家庭科でしか聞いたことがなかったタンパク質が医薬品などに使われており、タンパク質の多様性を感じた。化学的な視点からタンパク質を捉えるとまた違ったタンパク質の素晴らしさを知ることができた。また、植野先生から「自分の中の常識で物事をとらえてはいけない」と教えていただいた。知らず知らずのうちに目で見ることがすべてだと考えていたので、これからはきちんと自分を律しながら勉強していきたい。NSL 講座で学んだことをこれから社会に出て自立していく中で少しでも役立てていきたい。
- ・ 5 日間にわたって NSL 講座に参加する前は、アミノ酸とかタンパク質と言われてもいまいちイメージできなかったが、2 日目の講義で化学がすごく身近にあることに気付き、3 日目の講義で化学と生物が深い関りがあることを学んだ。また、アミノ酸のイメージがつかめたのは 1 日目の講義のおかげだ。講義を聴いていただけなので質問することができたらもっとよかった。今まで化学で電子配置を見てもどこに何があるかを気にしていなかったが、アミノ酸のような配置で異性体があることを知ったので、今後はいろいろな配置を詳しく見てみようと思った。
- ・ 「知ることの楽しさ」を改めて感じた。NSL 講座は自分のためにはなるが苦痛そうだと思ってい

た。なのに、自分でも不思議なくらい楽しかった。私は研究職に興味があるので、自分の研究で人に役立つ薬が作れたら素敵だろうけど、この講座を通して理科の先生にもなってみたいと思った。理科の楽しさを伝えていくのも素敵だ。できる限り多くのことを吸収して色々なことを経験したい。

- ・ タンパク質って不思議だなと思った。性質がたくさんあってまだ解明されていないこともあって。何故こんな構造なのかも化学で説明できて不思議。化学はすごい。世の中全部つき詰めていくと原子でできている。だから原子を知ること身近な世の中を知れる。化学は遠いようで実は身の回りのことと密接に接している。それが化学の魅力だなと思った。
- ・ 私たちの身体はタンパク質でできている。本当に酵素がタンパク質であるとは未だに信じられない。タンパク質がタンパク質を分解する、すごいことだと思う。もっと感動したのは地球上の生命すべてがタンパク質をもっていて、だから「進化」に「食物連鎖」が成り立つということ、タンパク質はすべての原点なのか、とすごく印象に残った。しかし、そんな身体に重要なタンパク質だからこそ、異常を起こすととても大変な問題が起こるのだろう。アルツハイマー、狂牛病、パーキンソン病、他にも沢山あると思う。これらの病気の解明のためにも先生がたはタンパク質を研究されているのだと思う。研究所でタンパク質・ペプチド・アミノ酸の研究をすることによって、その働きを探り、性質を利用して私たちの生活で薬や薬品などとして使われているのは家庭と科学の循環のように思えて、もっと身近にタンパク質を感じられた。
- ・ 有機化学という分野に進みたいと思っているが、その世界はどんな世界なのかと知りたいと思い、自分ひとりで調べるよりも視野が広がればと思い、NSL講座に参加した。講義で理解できた部分もあり、自分の進む道に対する知識を深めることができた。聞いたり調べたりするだけではつかみづらいことも実験が印象に残り、よりいっそう理解を深めることになった。自分が入りたい世界に近づくための貴重な体験だった。
- ・ タンパク質について全く知らなかったが、人間の中にあるタンパク質の種類と役割、でき方やタンパク質の中のアミノ酸配列の全くくらない配列、1つ欠ければ失活してしまうことなどを学び、人間の身体の奇跡と言えるくらいのタンパク質による構成に感動した。タンパク質をアミノ酸まで分解するのに、実験室なら厳しい条件で6時間もかかるのに対し、分解酵素の効率の良さには驚かされた。このような身体の仕組みを知るにはやはり、化学を学ばなければならないことを改めて認識させられた。
- ・ とても充実した5日間だった。講演の内容は様々で毎回違った視点からの内容で飽きることがなく5つの内容全てが他の内容とも関連していて深めることができ、新しい発見が多くあった。
- ・ このNSL講座が、今後の自分の進路を変えるかもしれない。今まで頑固に自分はこれを勉強していくと、その道しか考えていなかったが、これからは「タンパク質の話聞いて楽しいな」と思った気持ちも大事にして、もう少し将来何を勉強していくか考えていきたい。

■ 単位認定

受講者14名全員が無遅刻無欠席(30時間の時間数)で、レポートも期限内に提出することができた。したがって14名全員を修了とし、4年生12名には1単位を単位認定した。また、3年生2名については、指導要録に記録した。

■ 担当者所見

本講座に参加するため、夏季休暇中に5日間も時間確保をするのは難しい。そんな中、うまく日程調整し参加した生徒は意識が高く、どの講義・実験についても大変熱心に取り組んでいた。この講座が自分の進路を考える良い機会となった生徒もあり、とても有意義な講座になったと言える。

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：ロボット研究の最前線と実際

日 時	平成 20 年 6 月 15 日(日) 10:00～18:00
場 所	本校 理科講義室
講 師	松下 光次郎(マサチューセッツ工科大学・Robot Locomotion 研究室 研究員)
参加人数	本校生徒 9 名(1 年 1 名、2 年 3 名、3 年 1 名、5 年 2 名、6 年 2 名) 県教員 6 名、本校教員
構 成	1.本校生徒に対する講義と実習 2.奈良県物理教員に対する講義と実習

■ 講座内容

- ・ 10:00-15:00 本校生徒に対する講義と実習「ロボットの構造」
15:00-18:00 奈良県物理教員に対する講義と実習「ロボットの現状と教育」
- ・ これまで工場の中にしかなかった大型で武骨で高価なロボットが、最近では小さく、小遣いで買えるまでになり、ずいぶん身近になった。講義ではわかりやすくロボット研究を紹介、基本的なロボットの構造と仕組みを勉強した。また、モーターとその制御基盤を実際に組み立てて、簡単なロボットを作製した。参加者は、H8Tinny と可変抵抗を用いたサーボモータコントローラ、シリアル通信で LED を制御する基盤を、前もって作製して当日に臨んだ。

■ 講義の様子



■ 参加者の感想

(1) 生徒アンケートより

- 「サーボモータのコントローラの仕方がよく分かった」
- 「センサの種類が変わっても根本的な処理は変わらないので、広く応用できることが分かった」
- 「ロボットをあまり難しく考えないようになった」「松下さんの物作りに対する熱意がすごい」

(2) 教員アンケートより

- 「ロボットを通じて、最先端の研究をわかりやすく伝える教育プログラムは、非常に具体的で興味深かった」
- 「脳からの情報で直接モーターを動かすしくみが、こんなにも簡単であったことは、驚異であった。ぜひ自分の学校でもやってみたい」

■ 実施概要Ⅱ

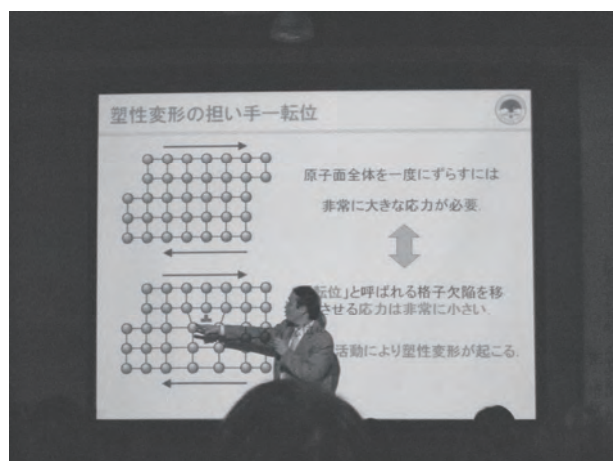
テーマ：新材料の開発 ―電子・原子・分子レベルの物質設計―

日 時	平成 20 年 12 月 13 日(土) 13:30～16:30
場 所	本校 多目的ホール
講 師	乾 晴行(京都大学大学院 工学研究科 教授)
参加人数	本校生徒 61 名(3 年 2 名、4 年 9 名、5 年 48 名、6 年 2 名) 保護者 9 名、本校教員
構 成	1.特別講義 2.質疑応答

■ 講座内容

・材料科学では、自然界に散らばるありふれた物質を人類に有益な「材料」に変換したり、自然界に存在しない材料を電子・原子・分子のレベルで設計し「新材料」を創製したりする。レーザーや発光ダイオードなどの固体電子素子・太陽電池に用いられる半導体材料・磁気ヘッドやメモリ素子材料として利用される磁性材料・携帯電話のアンテナやロボットに応用される形状記憶合金など、すべて生活になくてはならないものである。講義では、どのようにして新材料が電子・原子・分子のレベルで設計・製造され、生活に役立っているかを紹介された。

■ 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
23	28	3	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
6	26	23	1

(3) 自由記述より

- ・転位を理解できた事が大きな収穫だった。材料工学という分野は、名前だけで判断して難しいと思い込んでいたが、私たちの生活に非常にかかわりの多い学問であると分かった。考えてみると、材料が無ければ何もできないと思う。地球の運命は材料が制するという意味が良く分かった。
- ・物理や工学と同様に、化学のものづくりでも物質から材料を作るのに Try&Error が欠かせないことに驚いた。

■ 実施概要Ⅲ

テーマ：記憶力を強くする ―世界脳週間 2009 関連イベント―

日 時	平成 21 年 3 月 13 日(金) 14:00～16:30
場 所	奈良女子大学 講堂
講 師 コーディネーター	池谷 裕二（東京大学大学院薬学系研究科 准教授） 神谷 之康（ATR 脳情報研究所 神経情報学研究室 室長）
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 2.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

- ・記憶のメカニズムを脳科学者が解き明かす。「頭がよい」ことの条件の一つとして、しばしば「記憶力がよい」ことが挙げられる。しかし「記憶力」とは一体何なのか。そもそも「記憶」とは一体何のことだろうか。講義では、記憶の種類やその不思議な仕組みについて、できる限りわかりやすく説明する。また、記憶のしかたなどにも話題を展開していく。
- ・「池谷裕二先生に「記憶」に関する質問をしてみよう。」講演に先立ち、こんな話が聞きたい(知りたい)という事前アンケートを取り、質疑応答の時間の材料とする。講演を聴いてから湧いた疑問なども、どんどん質問をしてほしい。

■ 『進化しすぎた脳ー中高生と語る「大脳生理学」の最前線ー』（2004年初版発行）

以下は池谷先生の著書の一節。脳について、脳の記憶のしかたについて、日ごろわれわれがあまり気にしていないであろう事象が紹介されている。これを事前資料とし、講演時に生徒たちが率直な質問を投げかけるきっかけとする。



―意識と無意識の境目にあるものは？（抜粋）―

このスクリーンにちょっと文字をみせるからね。ざっと眺めてみて。

苦い 砂糖 クッキー 食べる おいしい 心 タルト チョコレート パイ 味 イチゴ
マーマレード 甘ずっぱい ヌガー 蜂蜜 プリン

ほら。なんだかおいしそうな名前が並んでいるなあ。みんな緊張した顔をしているね。別にこれを全部思い出せとテストするわけじゃないからね(笑)。

さて、さっきみんなに見てもらった単語のリストがあったね。あれを全部言える人？5秒ぐらい見せただけだけど。

中高生 → ……。

あはは。言えるわけない。だって脳の容量を超えているからね。安心していいよ。もし言えちゃったら、そっこのほうがむしろ異常だ。あんなたくさんの単語は一度には覚えられないんだ。でもね、こうすると結構思い出せるんじゃないかな。「堅い 味 甘い」とある。ほら、こうやって3つ候補を挙げただけで、この中でさっきの単語リストにあったのはどれ？

中高生 → 「甘い」……。

そう、こうすると結構簡単に出てくるんだよ。でも、ここが面白いところで、この答え「甘い」じゃないんだ。見返してみてごらん。ほら、「甘い」って含まれてないでしょ。

中高生 → 甘いものが入っていたから……（笑）

そうなんだ。でも答えは「味」だね。これで僕の言わんとしていることがわかってきたかな。

どうしてこういうことが脳に起こるんだろう。これこそが猛烈な心の作用なんだ。だれの脳にもいま自然に起こったでしょ。なぜこういうことが起こるのかってこと、その理由を考えよう。わかる？脳はなんでこういうことをするのか。脳は「甘い」という言葉をこじつけで、言ってみれば、身勝手に思い込んだわけだね。それをする理由、そして、そうすることの利点はいったい何かというのを考えてみて欲しいんだ。

なぜか記憶はあいまいになってしまう。わざわざあいまいにするには何かワケがあるのではないかって思うよね。その理由は何だろうか。どう？むずかしいこと訊いてないよ。すごく簡単な答えだと思うな。

中高生 → たくさんの情報がいつべんに入ってきたときに、脳がどうものごとを1つひとつ整理しているのかという段階で……。

なんで整理するのか。その目的は？

中高生 → なるべく多くの情報を覚えるため。

そうだね、それも1つの答えだね。それと？

中高生 → 迅速に処理するため。

おお、それもひとつだね。ほかに？「俺って記憶力ないなあ」と思ったことある人いる？手を挙げてみて。……
ほお、3分の2ぐらい。あとの人は、俺は大丈夫だ、完璧だ、と言う感じ？でもね、じつは記憶は完璧だと困るんだよ。なんででしょ。

中高生 → 悪い経験を忘れない。

それ、たしかにイヤだな、一生ずっとイヤなこと覚えてるのも。でも、それだけが理由だったら、楽しかったことだってずっと覚えてられるからいいじゃん、とも言えるね。

中高生 → 全部覚えていたら收拾がつかない。

うん、それもひとつあるね。脳のキャパシティなんて限られているよな。いくら神経細胞の数がムチャクチャ多いと言ったって、世の中のことすべて覚え切れないし。

中高生 → 完璧な記憶だと現実と区別がつかないとか……。

■ 担当者所見

受講者は4・5年生を必修とするが、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3回目になるが、今回も興味深い講演と活発な質疑応答が期待される。昨年度からの、ATR 脳情報研究所の協力も引き続き得ることができた。

4-4-2 「数理科学」

1. 「数理科学」の開設

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。

「数理科学」は、この「自然科学リテラシー」の育成を目標とし、「数学」「理科」という教科の枠を超え、数学と科学で自然現象や現実社会を解析する方法を学ぶ科目である。2005年度の教材開発、2006年度の試行的実践を経て昨年度より実施し、今年度で2年目となる。

対象生徒	6年理系生徒（自由選択）
目 標	数学的リテラシーと科学的リテラシーを用いて、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。
内 容	現実の問題、高度な数学的問題を、数式処理システム・グラフ電卓などのテクノロジーを活用しながら数理科学的に探究し、解決する。

2. 今年度の実践

(1) 授業内容

昨年度の成果として、研究開発した教材をテキストとしてまとめ、そのテキストをもとに授業できたことが挙げられる。テキストの内容は以下の通りである。

第1章 ゲームと確率	確率と漸化式
第2章 生態系の数理とカオス	差分方程式とカオス
第3章 飛行曲線のシミュレーション	微分方程式入門
第4章 過去と未来を見通そう	微分方程式
第5章 音（波）を解析する	フーリエ級数・フーリエ展開

このテキストは、3～4単位分くらいの内容があり、すべては実践できない。そこで、昨年度は第1章の一部、および第4章、第5章を実践した。今年度は、さらに第4章を学習する前に、第2章を追加した。

その理由は2つある。1つは第4章の開始時期を遅らせるためである。昨年度は4月下旬から第4章に入ったが、この段階では「数学Ⅱ」の微積分しか学習しておらず、微分方程式を学習するうえで必要となる知識を持っていなかった。そこで、第4章を開始するまでに「数学Ⅲ」の微分法まで学習しておくことで、微分方程式の学習がスムーズにいくと考えたからである。

もう1つは、第2章で学習する離散的な変化のようすを扱う漸化式（差分方程式）から、第4章で学習する連続的な変化のようすを扱う微分方程式へと繋げるためである。また、同じ現象でも離散的に考えるのと連続的に考えるのでは大きく異なる。例えば、ロジスティックモデルでは離散的に考えると、パラメータによってはカオスが発生することがあるが、連続的に考えるとカオスは発生しない。このような違いを生徒に見せることで、より興味・関心を持たせることができると考えた。

(2) 「数理科学」の実践

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123名より約

14%の選択者)であり、授業は下記の回数・内容で、火曜と金曜に1時間ずつ、週2時間行った。

第1～4回	第1章	講義&実習
第5～9回	第2章	講義&実習
第10～25回	第4章	講義&実習
第26～38回	第5章	講義&実習
第39～41回	入試問題演習	講義&演習&実習

(3) 授業方法

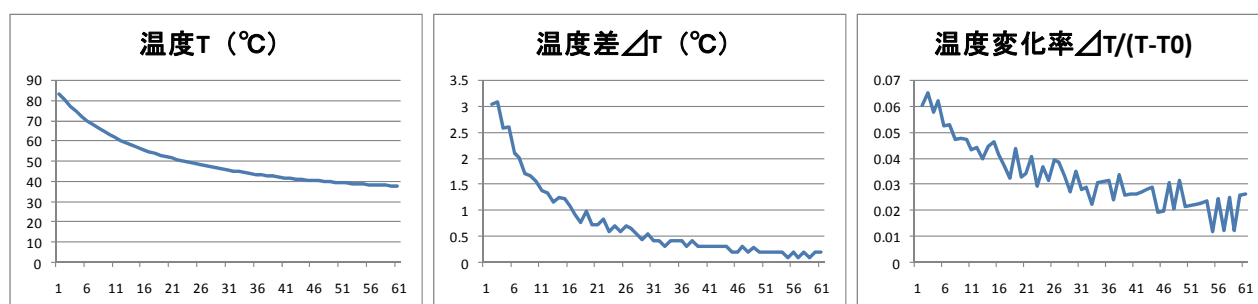
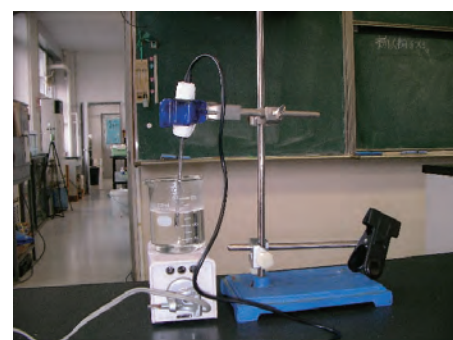
「数理科学」では、文化としての数学・科学を学びながら「自然科学リテラシー」を育成することを目指している。そこで、科学を表現し理解する際に、数学が重要な役割を担っていることや、数学と科学の不思議な関係について、現実の問題を基にテクノロジーを活用しながら考察した。

■具体的な実践例（第4章・ニュートンの冷却法則）

- ① 熱湯に温度センサーを入れ、お湯の冷めるようすを1時間測定する。（事前にデータを測定しておく）
- ② 時間 t （分）とお湯の温度 T （℃）の関係が入った Excel データを自由に加工して、気付いたことを挙げる。
- ③ 温度変化率がほぼ一定になることから、微分方程式

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_0) \cdots (*) \quad \text{を導き出す。}$$

- ④ 微分方程式(*)を解き、実際の測定データと一致するかどうか確かめる。



(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、評価を行った。

② 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・考察の問題を出題し、評価を行った。

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、2008 年 12 月 1 日に実施し、17 人全員の回答を得た。

① 質問項目

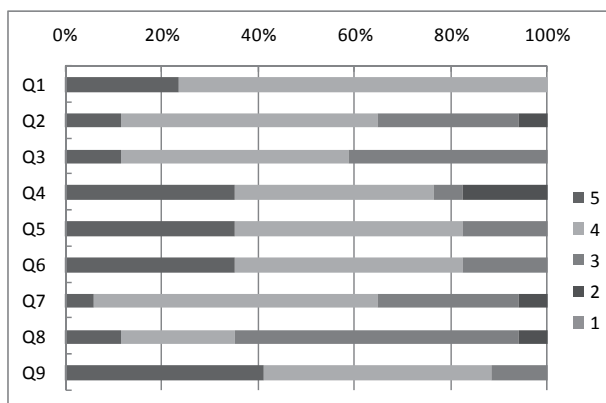
Q1 授業に積極的に取り組むことができた。 Q2 与えられた課題をこなすことができた。

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	4	13	0	0	0	4.2
Q2	2	9	5	1	0	3.7
Q3	2	8	7	0	0	3.7
Q4	6	7	1	3	0	3.9
Q5	6	8	3	0	0	4.2
Q6	6	8	3	0	0	4.2
Q7	1	10	5	1	0	3.6
Q8	2	4	10	1	0	3.4
Q9	7	8	2	0	0	4.3



③ 考察

Q1、Q5、Q6 の平均が 4.2 と高いことから、「数理科学」の授業は、生徒から高い評価を受けていることが分かる。「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、Q3 については、与えられた課題や題材がかなり高度であったにもかかわらず、授業を通じてそれなりに理解できていると思われる。Q8 については他より平均が低くなっている。これは、生徒の探究活動を促すため、あえてオープンな発問を心がけたためであろう。

(2) 生徒の振り返りレポート

「数理科学」の授業アンケートと同じ日に、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。

■学習した内容で印象に残っていること、また、その理由は？

- ・第 4 章微分方程式では、仮説→実験→修正 みたいな段階を踏んで正確な方程式を導くという一連の流れをよく理解することができた。与えられた公式を用いるのではなく、自分から適切な公式へ修正していくというのは今まであまりなかったことだったので、印象的だ。また、同じ方程式からランチェスターのモデルや、人口モデル・冷却法則へとどんどんつながっていくという、関連性が見られたのも楽しかった。
- ・PC を使って授業をしたこと。頭の中だけではよくわからない事柄をグラフ化できたり、複雑な計算をやってくれたりしたのは大きかったと思う。あとは、PC を使えるといっても結局は自分の頭で式を立て、考察を繰り返していかななくてはならないこと。PC は、やっぱり計算するだけなんだ。
- ・微小な違いが全体の大きな変化を生むということが多くのモデルで言えたこと。値が微妙に違うだけなのに収束値が全然違う（確率）、不規則な動きをするようになる（カオス）、増え方減り方が変わってくる（微分方程式）、など数学以外の自然科学からは想像もできないような変化の多様性（例えば物理でも初期条件を少しずらしたぐらいでは劇的な変化は起こらない）。これは、無限回繰り返すとかそのような現実的には考えにくい作業の結果で、数学だからこうなるのだと分かった。数Ⅲの極限なども理解しやすくなった。

■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？

- ・病気の感染の広がり方・物理の法則などは全て（一部例外を除いて）数式で表すことができると知

ったので、身の回りの統計やデータを、ただ表面的に考察するのではなく、「奥にはどんな法則が隠れているのだろう？」と考える力が身についたと思います。

- ・微分積分の勘。できるかどうかは別として結構いろんな微積分に触れたから免疫がついたと思う。後は周りの物事を見る目が少し変わった。どんな些細な自然現象にも複雑な理念や法則があるんだなあと思って日常を見ている。
- ・あんまり普通の社会と数学というものを結びつけて考えることができなかったが、そういうふうになる力がついたと思う。その理由は、実際の現象をもとに授業しているからだと思う。また内容がより自分に身近な場合は興味をすごくもてたから。

■授業方法で良かった点、悪かった点、また、その理由は？

- ・実際に手で計算するという方法を学びながら、それをパソコンで確認することで、パソコンの便利さとか迅速さを知ることができる。
- ・私は考える力が足りないというか内容が難しいからしょうがないけれど、多少天下りが多い気がした。どうせ大学で習う内容なのだから、もう少し自分たちで答えまで近づこうとする作業が多いほうが良かった。
- ・どのようにすればいいかを、生徒に考えさせる機会を設けた…自分たちで考える力がつくとともに、いわゆる定石以外の発想が生まれる。

■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

- ・1コマ×2授業はこの授業に向いていなくて、2コマ続きの方が授業もうまく進んだと思う。高校数学の知識を用いるだけでなく、1歩先の大学数学の知識をいくつか取り込んでみると、また違った授業ができて面白いと思います。
- ・自分で微分方程式を通して身近な現象をモデル化し検証するレポートのようなものを時間があればしてみたかった。

4. 今年度の成果と課題

今年度の実践が、昨年度と比較して大きく違うところは次の2点である。

① 第2章を実践したこと

② 2時間連続の授業から、1時間ずつ週2回の授業に変更したこと

①については、生徒の振り返りレポートから、

第1章（漸化式）→ 第2章（差分方程式）→ 第4章（微分方程式）

という流れによって、離散量と連続量の違いや微小な変化と全体の変化との関係について、より一層理解を深めることができたと思われる。

②については、時間割の関係上1時間ずつにせざるを得なかったこともあり、1時間では生徒にじっくり考えさせたり、*Mathematica*を用いて自由に探究させたりする時間をあまりとることができなかった。そのため、担当者が天下りで教える部分も多々あったように思われる。これについては大いに反省すべき点である。

また、今後の課題として、教材の再検討、授業方法の研究、テキストの改訂（特に *Mathematica* のバージョンアップによるプログラムへの対応）が挙げられる。

第5節 サイエンス研究会の活動

4-5-1 サイエンス研究会の活動

■ 2008 年度サイエンス研究会の概要

研究会に所属する生徒	45 名 前期課程 1 年 2 名、2 年 12 名、3 年 12 名 後期課程 4 年 6 名、5 年 9 名、6 年 4 名
研究グループ	数学班、物理班、化学班、生物班、地学班

■ サイエンス研究会の概要

サイエンス研究会は、生徒の科学研究活動を支援し、理数の力をより伸長させることを目的として設立された同好会である。中高一貫校の特色を生かし、前期課程と後期課程の生徒が一緒になって、毎日の昼休みや放課後、土曜日を中心に活動している。また、各研究グループには、本校教師が顧問として配置され、日常的に指導を行っている。

日頃の研究以外にも、「台湾 ISSS」や「夏の学校」、「サイエンスツアー」などの各種校外学習に参加し、観察実習や実験、国際交流など様々な体験を積むことを通して、自らの研究テーマのみではなく、より広い視野を持った生徒を育成するプログラムが実施されている。(別項で報告)

■ 2008 年度の研究内容

2008 年度の各班の研究内容は以下の通りである。(生徒研究論文集より)

数学班	「暗号の数理」
物理班	「筋電位計測システムの開発とその応用」 「惑星運動シミュレーターの開発」 「電動車いすの開発」 「曲げセンサを用いたアームロボットの作製」 「ライントレースカーの開発」
化学班	「セルロースの加水分解について」
生物班	「シカのフンを用いた除草剤の開発」 「プラナリアの白色化死について」 「乳酸菌と植物の共生」 「カルスの基本的研究」 「ベンソンの実験と ATP」 「アゲハチョウのサナギの解剖に関する実験」 「バイオエタノールに関する基礎実験」 「猿沢池のプランクトン」
地学班	「高々度発光現象(スプライト)の観測」 「ハイスピードカメラによる事象の撮影」 「黄鉄鉱の秘密を探る」 「ダイラタンシー現象」

■ 指導内容

昨年度までの実績をふまえ、2008年度のサイエンス研究会は、研究内容をより深めるとともに、より広く研究成果を発信することを活動目標とした。また、新規メンバーの育成を目標とした。生徒らが活動目標を達成するための支援策や教師の指導内容の特徴をいくつか挙げる。

(1) 環境整備

充実した科学研究を行うには、日常的に集まり、議論できる場が必要であると考えた。このため、校内で担当教師の目が届きやすい教室を選び、環境整備を行った。SSH予算のもと、実験機材、実験材料、参考文献の購入を行うとともに、SSH全国発表会やISSSなどの研修旅行などを補助することにより、サイエンス研究会に所属する生徒の研究・研修環境を従来どおり整備した。

(2) 研究成果の発信

一昨年度から、定期的に発表会を催すことによって、生徒のプレゼンテーション能力が育成されることが分かった。また、各班の研究成果をサイエンス研究会に所属していない生徒に向けて発信することにより、活動に対する生徒同士の評価を得る機会を設けることができ、加えて新規メンバーを獲得するなど、サイエンス研究会全体により効果が生まれた。そこで本年度は、SSH全国大会でのポスターセッションや各種コンテスト・学会発表への参加、校内発表会の開催、県立奈良高等学校のSSH発表会への参加などにより、研究成果を校内外へ発表した。また、研究内容を論文形式でまとめた研究冊子を刊行し、より詳細な研究成果を発信した。

(3) 校外との交流

SSH全国研究発表会や物理学会での研究発表会に参加させたり、近隣のSSH指定校と合同で研究発表会を実施し、宿泊研修（サイエンスツアーⅠまたはⅡ、別項で報告）を催したりした。これらの活動を通じて、校外の研究内容にふれさせると共に、大学の研究者や校外の生徒との交流を推進した。今年度はさらに、重点枠において「台湾ISSS(International Salon of Super Science Students)」を立ち上げ、サイエンス研究会で活躍する生徒が、台湾の高雄女子高級中学(日本の高等学校に相当)を訪問し、相互の研究内容を発表しあうとともに、共同実験や親睦活動を通して、海外の高校生と交流した。

■ 指導の成果

以上のような方策を講じ、指導を継続することによって、サイエンス研究会の活動は以下のような成果を得た。

(1) 生徒同士による研究者同士という関係性の構築

異なる学年、異なる分野を研究する生徒が同じ場を共有することにより、議論しあい、教えあう関係が構築された。この関係によって、自分とは論点や視点が異なる目線から研究に対するチェックが行われ、発想の転換や充実が図られたことが多くあった。また、研究する姿勢に対する敬意を互いに持ち合わせることで、サイエンス研究会の中で研究者同士としての対等な議論が可能な状況が醸成されていった。これにより、サイエンス研究会が研究者集団としての性格を有するようになったように思われる。一方で、一般の生徒に対しては、いかに研究内容を伝えるかという視点を持ち続けることができていた点は評価できる。

(2) プレゼンテーション能力の育成

今年度も積極的に、校内外を問わずに発表活動を行った。これらの機会を通じて、ポイントを押さえたレジュメの作成や、説明に適したスライドの作り方、様々な質問や意見を要約しコメントする方法など、生徒のプレゼンテーション能力を大きく育成することができた。また、国際交流を通して、英語により研究内容を紹介したり検討したりする能力が高まった。

■ 各種発表活動

2008 年	7/5	校内 SSH 研究発表会
	7/13	オープンスクールにおけるデモンストレーション
	7/14	奈良高校（SSH 指定校）との合同研究発表会
	8/7,8	SSH 全国大会におけるポスターセッション
	9/20,21	本校学園祭でデモンストレーション
	11/14	「かがくのひろば」におけるデモンストレーション
2009 年	2/21	本校公開研究会におけるポスターセッション

上記のほかに、関西中学生研究発表コンクール、日本生体医工学会高校生科学コンクール、日本学生科学賞、JSEC2008 などにおいて、口頭発表またはポスター発表を行った。

■ 校内 SSH 研究発表会

今年度も校内への活動成果の発信を目的として、校内研究発表会を行った。物理班と生物班による口頭発表と各班によるポスターセッションを行った。

名 称	SSH 校内研究発表会
場 所	本校多目的ホール
日 時	2008 年 7 月 5 日 13:00～15:30
本校参加生徒	研究発表者 4 名・聴講者 10 名
本校発表テーマ	「シカのフンを利用した除草剤の開発に向けて」 「新しいインターフェースの開発」 数学班、物理班、生物班、地学班によるポスターセッション

■ 奈良高校（SSH 指定校）との合同研究発表会の実施

SSH 校どうしでの互いの研究成果を発表しあい、交流する場を設けるために、奈良高校（SSH 指定校）と合同で研究発表会を催した。

名 称	SSH 合同研究発表会（奈良県立奈良高校と本校との合同開催）
場 所	関西光科学研究所多目的ホール
日 時	2008 年 7 月 14 日 13:00～14:50
本校参加生徒	研究発表者 4 名・聴講者 10 名
本校発表テーマ	「シカのフンを利用した除草剤の開発に向けて」 「新しいインターフェースの開発」

前年度より、奈良高校の研究発表会に参加しており、本校のサイエンス研究会を代表して、物理班と生物班からそれぞれ1本ずつの口頭発表を行った。研究内容を発表しあうことにより、互いに良い刺激を受けた。この実績をふまえ、今後も奈良高校との合同研究発表会を行っていきたい。



■ スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会

サイエンス研究会の大きな活動目標のひとつに、毎年開催されるスーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会での発表活動がある。今年度は8月7日・8日に開催されたパシフィコ横浜での全国大会でポスターセッションを行った。参加人数は約2000人で、口頭発表は平成18年度指定校の31校、ポスターセッションは94校であった。

名 称	SSH 生徒研究発表大会
場 所	パシフィコ横浜
日 時	2008年8月7日～8月8日
本校参加生徒	研究発表者4名・聴講者12名
本校発表テーマ	「新しいインターフェースの開発」、「奈良公園の鹿のフンについて」

発表は2日間にわたって行われた。本校の展示には、開始時間前から多くの生徒や関係者が訪れ、その内容に高い評価と関心を得ていることが感じられた。終了時間まで人の波が途切れることはなく、本校生徒の説明を熱心に求める人が多かった。

また、本年度の新しい試みとして、ポスターセッションについて参加者による投票が行われた。本校の発表は研究内容1位、発表方法2位という評価を得ることができ、周囲の本校の研究に対する興味・関心の高さが伺えた。さらに、審査員からも高く評価され、全体会では「ポスターセッション賞」を受賞した。これはポスターセッションに参加した94校中7校のみに与えられた賞である。

これらを総合すると、研究内容はもちろん、展示やデモンストレーションの方法の巧みさ、また昨年度の口頭発表での評価が今年度の結果にも大きく影響していると思われる。昨年度からの本校の研究レベルを今年度も持続し、さらに研究内容に発展性と持続性を見出すことができたということが、このような評価につながった。



この全国大会には、サイエンス研究会に所属する中学 2・3 年生も同行した。これから研究活動を本格化していく中学生にとって、この全国大会への参加は以下に挙げるような大きな意義がある。

- ①全国の多くの高校生がハイレベルな研究を行っている様子を目の当たりにする。
- ②内容を伝える発表方法・説明方法がいかに大きな影響力を持つかを知る。
- ③自ら積極的に他者の研究内容を知ろうと心がけ、質問する姿勢を身につける。

実際に参加した生徒からは、「このような大規模の大会があることに驚いた。それと同時に、自分と近い年齢の人がこれほどハイレベルな研究を行っていることが衝撃的だった。」という声があった。また、「質問するということの大切さを実感した。質問によるやりとりを繰り返すことで、自分の知識が深まるし、研究目標を具体的にイメージすることができた。また、プレゼンテーションの方法がどれほど重要かということも身に染みて感じられた。」という意見が出ていた。中学生のうちから、このような大会に参加することには大きな意義があり、その後の研究活動のモチベーションや目標設定に大きな影響を与えるものであると考えられる。

■ 研究会への参加（地学班）

今年度における地学班の活動として、他校との合同研究会への参加が特徴的である。地学班の 5 年生が扱う研究テーマの 1 つである「高々度発光現象スプライトの同時観測」に関するコンソーシアムが 11 月 8 日～11 月 10 日に高知県で開かれた。本校からは 5 年生 1 名が参加した。

名 称	「高々度発光現象スプライトの同時観測」に関する平成 20 年度第 1 回研究会
場 所	高知県立高津高等学校他
日 時	2008 年 11 月 8 日～11 月 10 日
本校参加生徒	参加者 1 名

今回のコンソーシアムには約 30 校の研究参加校のうち 21 校が参加した。本校は本年度からの参加である。この研究会は数年前と比較すると、ここ数年で飛躍的に研究参加校が増加した。その背景には高知工科大学の研究グループとの連携があり、世界的に見てもこの分野でこれほどの研究グループが立ち上がっているのは珍しい例である。今回の研究会では、すでに観測を始めている高校からの観測結果の発表や、高知工科大学の教授による装置の使い方の説明などが行われた。2 日目の夜には、各観測グループに分かれてのディスカッションも行われ、既に観測を行っている高校が柱となって新規校への質疑応答が行われた。本校生徒の印象として、それまでは具体的な研究イメージが湧きにくかったことが、この研究会への参加で具体的にイメージできるようになった様子が伺えた。研究会に

参加することで、各校の役割も明確になり、その責任性を感じることもできる。生徒自身からも、大規模な研究の一端を担うことの重要性和その醍醐味を体験できたという意見を得た。



■受賞歴

2008年12月 JSEC2008

物理班 グランドアワード（内、科学技術振興機構賞）アメリカ ISEF 発表参加＜日本代表＞
アジレント・テクノロジー・スポンサーコンプリメンタリー賞
「筋電位計測システムの開発とその応用」
生物班 アジレント・テクノロジー賞 アメリカ ISEF 見学参加
「シカのフンを用いた除草剤の開発」

2008年11月 第52回日本学生科学賞奈良県予選

物理班 優秀賞 「Cubic Control の開発2」

2008年8月 SSH 全国生徒研究発表会

物理班・生物班 ポスターセッション賞

「Cubic Controller の開発」、「筋電位計測システムの開発」、「奈良公園のシカの糞」

2008年5月 第47回日本生体医工学会高校生科学コンクール

物理班 最優秀賞 「粒子モデルを用いた気体シミュレーターの作成」

2008年4月 第10回関西中学生研究発表コンクール

生物班 最優秀賞 「シカの糞 緑化に貢献？」

■ まとめと今後の課題

今年度のサイエンス研究会の活動は昨年度にまして充実し、生徒の関心やそれぞれの個性に応じた研究活動や講習会を計画した。また、日頃の研究指導の結果、理数の力を伸ばすという目標は概ね達成された。サイエンス研究会によって、“理数が大好きな生徒”の活躍の場が形成されるだけではなく、周辺の生徒にも徐々に波及効果が現れてきたのではないかと。サイエンス研究会のメンバーと一般の生徒が、一部ではあるものの、研究内容について共有できたことは、SSHの取り組みとして、非常に意義深いものといえよう。

しかしながら、サイエンス研究会の構成が上級生に偏り、下級生の新規メンバーが少ない点について、今後の対応が必要である。今後、本校のサイエンス研究会の活動において、中心的役割を果たす生徒を育成するために、下級生の段階から研究の基礎をゆっくり身に付けていく必要がある。今後も、下級生を中心とした広報活動に力を入れるなど、裾野を広げていく努力が継続的に必要であるように思える。

4-5-2 かがくのひろば

■ 実施概要

日 時	2008 年 11 月 14 日(金) 10:00 ～ 11:40
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 8 名(サイエンス研究会: 化学班 2 年 4 名、数学班 2 年 5 名)
構 成	1. 幼稚園での発表「ならべてなにができるかな？」(数学班) 2. 小学校での発表「酵素の不思議」(化学班)

■ 講座内容と活動の様子

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、園児・児童に数学や化学の発表をし、実験指導をした。今回の「かがくのひろば」は、附属三校園研究開発公開研究会の公開授業の 1 つとして公開された。

《タイムテーブル》

	数学班(幼稚園)	化学班(小学校理科室にて)
公開授業 1(10:00 ～ 10:45)	3 年保育 5 歳児 1 組に発表	6 年月組に発表
公開授業 2(10:55 ～ 11:40)		6 年星組に発表

《幼稚園での発表内容と流れ》

[活動テーマ] ならべてなにができるかな?

「タングラム」の一種で「ラッキーパズル」と呼ばれるパズルを用いる。「ラッキーパズル」とは、長方形を右図のように 7 つのパターンに分割して、それらを並び替えることで色々な形を作るパズルである。正方形から切り出せば、横のあまった部分からさらにピースを切り出せるため、できる形のバリエーションは多くなる。今回の要点は、試行錯誤するなかで、「さんかく」や「しかく」という形を認識し、それを統合することでできたかたちを全体として再構成、認識することにある。その 2 点に重点をおいたアドバイスを中等生は目指した。

[活動の流れ]

自己紹介等(5 分)

園児たちが入場し、幼稚園の先生が中等生を紹介した後、中等生が自己紹介をおこなう。

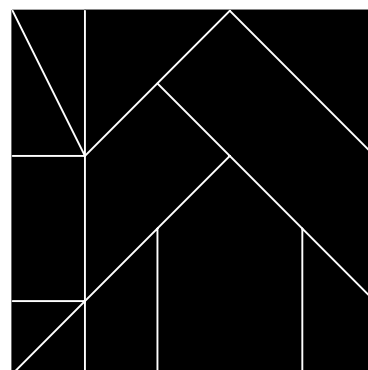
デモンストレーション(10 分)

中等生が用意しておいた作品を幼稚園児に見せ、「これは何に見えるかな?」とクイズを出した。今回はこのように、色紙を切り分けて並べることにより、様々な「かたち」を作るという活動を行うことを幼稚園児に説明する。

作業(20 分)

幼稚園児(6 人×8 班)で、作業を行った。中等生は机間を回りながら、幼稚園児たちに声をかけていた。作業の手順としては、以下の通り。

- ①色紙にある線を切ってピースを作る。
- ②ピースを並べてできるいろいろなかたちを観察する。
- ③できたものはのりで台紙に貼る。



発表会(10分)

何人かの幼稚園児を前に出し、その作品を全員で鑑賞する。「これは何に見える？」と全員で当てっこをし、最後に作った本人から「これは〇〇でした」と解答が発表された。

振り返り(発表後)

幼稚園の先生によるまとめと園児のお礼、中等生から園児の作品に対するコメントがあった。

《活動の様子》



自己紹介



まずは色紙を切ってみよう



みて！みて！



活動の様子



これはなにに見えるかな？



こんな形ができたよ

《小学校での発表内容と流れ》

[発表テーマ] 酵素の不思議

[発表の流れ]

自己紹介等(5分)

小学生の司会のもと、中等生が自己紹介をおこなう。

説明(10分)

酵素について全般的な話をする。次におこなう実験について、目的や操作方法、注意点を確認する。

実験(20分)

小学生(5,6人×8班)で、以下の実験をおこなう。中等生は机間巡視をして実験指導する。

[実験1] 酵素は熱に弱い。

ゼリーの入った小ビンに、生のパイナップル片、加熱処理したパイナップル片、缶詰のパイナップル片をそれぞれ加え、ゼリーの溶け具合を比較する。

[実験2] タンパク質分解酵素はタンパク質のみを分解する。

ゼリーの入った小ビン、吉野葛が入った小ビンにそれぞれ生のパイナップル片を加え、ゼリーと吉野葛の溶け具合を比較する。

[実験3] 他にタンパク質分解酵素を持つ食品はないか。

ゼリーの入った小ビンに色んな果物や野菜の小片を加え、ゼリーの溶け具合から、各食品に含まれるタンパク質分解酵素の量を調べる。

まとめ(10分)

実験結果のまとめ、および小学生による「おたずね」をする。

《活動の様子》



自己紹介



実験の説明



各班への実験指導



授業後の白板

■ 生徒の感想

- ・ 「かがくのひろば」で勉強させてもらえたことは、私にとってすごくよい経験であったと思うし、また、学ぶことは多かったと思う。
- ・ 今回の「かがくのひろば」で「人に教えることの難しさ」を学んだ。また、こんな機会があれば、今回の経験をうまく生かしたらよいなと思う。
- ・ 園児のみんなはよく話を聞いてくれたし、作業も楽しんでやってくれたので、僕もやりやすかったし、楽しめた。
- ・ 初めての発表でとても緊張していたが、附属小学校の先生方もとても気さくで優しい先生ばかりだったので、すごく気持ちが楽になった。
- ・ 1回目の授業は、小学生に説明しにくいことがあり、また実験も失敗する班が多かったので、時間内に授業を終えることができなかった。しかし、2回目は、その失敗を改善しながら授業を進めることができた。この授業を通して、少しでも小学生に理科に興味をもってもらえれば嬉しい。
- ・ 2回目の授業では、実験時に6年生のみんなと話し、質問を受ける余裕が出てきた。みんなの意見を聞いていると、ゼリーは「溶けた」のではなく「水が出てきた」という私たちとは全く違う観点や、「パイナップルゼリー、この前食べたで。あれは偽物のパイナップルなん？」という鋭い意見も出てきて、児童の思考の鋭さや価値観の違いに驚かされた。
- ・ 「授業をする」ということは「発表」とは違い、児童の反応や進度を見ながら臨機応変に進めないといけないので難しかった。でも、教室の雰囲気がよくて緊張することなく過ごしやすかった。
- ・ 怖がらせてないか心配だったが、できるだけ積極的に話しかけるよう心掛けた。特に、首をひねっている子には声をかけるようにした。また、メンバーに合図を送りながら授業を進めようとしたが、忙しかったため失敗に終わった。
- ・ 役割分担やリハーサルなどをもっと事前からしっかりやっておくべきだった。

■ 担当者所見

- ・ 数学班は、園児たちとの活動が2年目であり、昨年度も同じ園児たちを対象とした「かがくのひろば」に参加している。冒頭の自己紹介で「お兄ちゃんのこと覚えてる？」と園児たちに尋ねた生徒がいたが、園児たちの「色紙切ったときのお兄ちゃん」という返答に大きく驚くとともに、とても嬉しい気分になったようである。また、継続的に参加することにより、園児たちの成長ばかりではなく、園児に対応する仲間を見ることで、自分自身の成長を確認することができたようでもある。充実感も大きく、意義深い活動であることが確認できた。(数学班顧問)
- ・ 今回の「かがくのひろば」は、「発表」というより1つの「授業」をイメージして取り組んだ。実験操作を指導し、実験結果、結果からわかることを、児童に答えながら進めていく、という難しい教師役を立派に務めてくれた。授業を終えたときの達成感は大きかったようで、この取り組みが今後の化学班の活動にも生きることを期待している。(化学班顧問)
- ・ 附属三校園研究開発の指定は2008年度で終了する。公開授業後の研究協議では、この校種間連携活動をもっと継続的な活動にした方がよい、という参加者からの助言もいただいた。サイエンス研究会員(低学年)の発表の場として「かがくのひろば」は大きな意味はあるが、今後の校種間連携活動について、附属三校園で検討する必要がある。

4-6-1 京都大学宇治キャンパス研究室訪問

日 時	2008 年 8 月 7 日（水） 10：00～15：00
場 所	京都大学宇治キャンパス
指導者	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） 杉山 敦司 教授（京都大学生存圏研究所・バイオマス形態情報分野） 吉川 暹 教授（京都大学エネルギー理工学研究所・分子集合体設計研究分野）
参加人数	6 年生 4 名
構 成	1. 居住圏環境共生分野訪問 2. 材鑑調査室訪問 3. 分子集合体設計研究分野訪問



■ B グループ実施概要

日 時	2008 年 8 月 7 日 (水) 10 : 00～15 : 00
場 所	京都大学宇治キャンパス
指導者	大野 工司 助教授 (京都大学化学研究所・高分子材料設計化学研究分野) 岡田 憲夫 教授 (京都大学防災研究所・総合防災研究グループ)
参加人数	6 年生 1 名
構 成	1. 高分子材料設計化学研究室訪問 2. 災害リスクマネジメント研究室訪問

■ 実施内容

1. 高分子材料設計化学研究室訪問

- (1) 研究内容説明 … 高分子の長さをそろえることで出るよい機能を研究している。
- (2) 高分子化学実験
 - ① ナイロン 6,6・人口イクラをつくる(写真 1)
 - ② 高分子の多面性を知る(ゴムを液体窒素に漬けたときの変化の観察)
- (3) 研究室ツアー … 高分子解析、電子顕微鏡等施設見学

2. 災害リスクマネジメント研究室訪問

- (1) 岡田教授からリスクマネジメントに関する説明
- (2) 院生のプレゼンテーション
 - ① 韓国からの留学生の研究「四面会議」のプレゼンテーション(写真 2)
 - ② バングラデシュの留学生の研究「ヒ素を含む地下水の問題の解決」(写真 3)
 - ③ 教授・院生との懇談

留学生や、世界レベルの問題解決という社会経験を積んだ方が集まった研究室で、会話はすべて英語で行われ、理系・文系の枠を超えた研究が行われていた。

■ 研究室訪問の様子



写真 1



写真 2



写真 3

■ 担当者所見

各研究所での研究が、予想していたもの以上であったこと、それが生徒たちの好奇心に火をつけ、よい学習刺激となった。

例えばシロアリといえば、建築物に悪影響を及ぼすものといった視点しかなかったが、実は、森林の物質循環に大きく影響を及ぼしているという意外性に驚きを受けたり、国際的・地球規模で行われている研究の規模の大きさに感銘を受けたりしたようだ。

そして、何よりも研究環境の規模の大きさが印象的だったようで、「時代の先を見て、研究を見極め、世の中に貢献していきたい」という言葉が生徒の中から出てきたことを頼もしく感じた。

4-6-2 奈良女子大学の研究室訪問

■ 実施概要

日 時	2008 年 12 月 19 日(金) 9 : 30 ~ 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) 小磯 深幸 (理学部数学科) 比連崎 悟 (理学部物理科学科) 永廣 秀子 (理学部物理科学科) 和田 憲一 (理学部物理科学科) 清川 修二 (理学部物理科学科) 吉村 倫一 (理学部化学科) 塚原 敬一 (理学部化学科) 高島 弘 (理学部化学科) 佐伯 和彦 (理学部生物科学科) 渡邊 利雄 (理学部生物科学科) 鴨 浩靖 (理学部情報科学科) 高橋 智 (理学部情報科学科) 井上 裕康 (生活環境学部食物栄養学科) 森本 恵子 (生活環境学部生活健康学専攻) 米田 守宏 (生活環境学部衣環境学専攻) 安藤 香織 (生活環境学部生活文化学科) 磯田 則生 (生活環境学部住環境学科) 藤平 眞紀子 (生活環境学部住環境学科)		
参加人数	1 年 25 名	2 年 13 名	生徒合計 38 名 引率教員 4 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)1,2 年生対象のプログラムである。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。

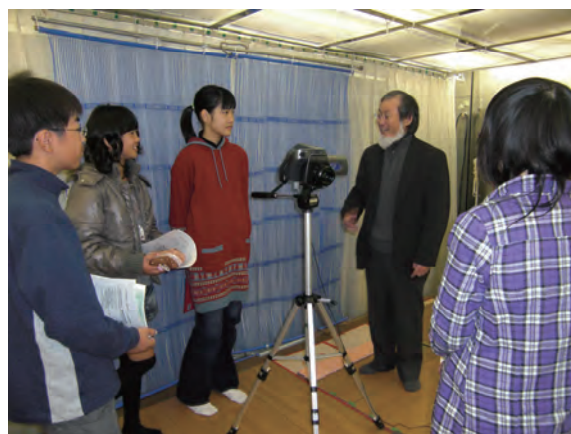
事前に生徒から見学したい研究室を聞き、人数的な調整をして訪問先を決定している。50 分 2 時間の設定をして、2 つの研究室を訪問することができる。

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(小林・小磯研究室)	2 名	4 名
物理科学科(比連崎・永廣研究室)	8 名	
物理科学科(和田・清川研究室)		8 名
化学科(吉村研究室)	6 名	
化学科(塚原・高島研究室)		5 名
生物科学科(佐伯研究室)	5 名	
生物科学科(渡邊研究室)		5 名
情報科学科(鴨研究室)	2 名	
情報科学科(高橋研究室)		5 名
食物栄養学科(井上研究室)	2 名	3 名
生活健康学(森本研究室)	3 名	2 名
衣環境学専攻(米田研究室)	2 名	4 名
生活文化学科(安藤研究室)	4 名	
住環境学科(磯田研究室)	4 名	
住環境学科(藤平研究室)		2 名

■ 研究室訪問の様子



全体会(理学部長野口先生より挨拶)



生活環境学部住環境学科 (磯田研究室)

■ 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 | 16 名 |
| ② 先生に勧められたから | 2 名 |
| ③ 友達に参加するから | 0 名 |
| ④ 何となく面白そうだったから | 12 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 | 8 名 |
| ⑥ その他 | 0 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
34	4	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。

- ・大学は、もっと「バリバリとにかく勉強」というイメージだったのですが、4 年生になっての研究が楽しそうと思いました。(1 年生男子・女子)
- ・僕にもノーベル賞はとれるのかな。(1 年生男子)
- ・大学の様子を実際に見ることができてよかったです。研究室にはそれぞれ興味深いものがあって、面白そうと思いました。また来てみたいと思いました。(1 年女子)
- ・物理は自分たちの生活と関係しているということが分かって、自分は本当に不思議な物体なんだと思った。自分はもともと物理に興味があったので、これからは分からないことは、積極的に調べたいと思う。(1 年男子)
- ・本格的な研究ができる設備すごい！今やっている観察がこんな風につながったらスゴイと思うし、つながらせたいと思う。(2 年女子)
- ・将来のことを考えてみようと思いました。研究の様子はとても楽しそうで、自分の好きなことをやるのはとてもいいことだと思いました。後期生になったときも積極的に参加したいです。(2 年女子)

■ 担当者所見

本年度は初めて、参加理由に「友達に参加するから」という理由がなかった。また、「なんとなく面白そうだったから」や「案内等から内容に興味を持てたから」といった主体的な理由が半数を超えた。

訪問終了後も、なかなか帰宅せずに、引率教員に自分たちが見てきた研究室のことを熱心に語る姿が多数見られた。それほど感動的な体験だったと推測できる。

4-6-3 他のSSH指定校との連携（サイエンスツアー）

■ 実施概要

日 時	2008 年 12 月 24 日(木) ～26 日 (金)
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 筑波宇宙センター
講 師	上記の 4 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 20 名・教員 8 名 本校からは生徒 5 名(4 年 5 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、立命館守山高等学校、京都教育大学附属高等学校、本校の 4 校

■ 日程

11 月 23 日 (祝)	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 13 日 (土)	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 24 日(水)	午前	京都発 筑波着
	午後	実験プログラム
12 月 25 日(木)	午前・午後	実験プログラム
	夕	発表の準備
12 月 26 日(土)	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) 花の ABC モデルの観察

<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

(B) 素粒子の探索プログラムを用いて新粒子の探索に挑戦

会場： 筑波宇宙センター

(C) 無重力とは何か

<化学分野> 会場： 物質・材料研究機構

(D) 金属の低温脆性を知る

■ 生徒の感想

① 今回参加した筑波サイエンスワークはどれもが初めて体験する事ばかりで、とても貴重な体験ができました。初めは、出会って間もないメンバーと二泊三日を過ごす事に少し不安を感じていたのですが、事前学習会という時間が 2 回もあり、そこでメンバー同士互いに打ち解け、楽しく過ごす事ができました。また、1 回目の事前学習会の最後に出された研修に向けての課題ですが、ここで調べた予備知識は、研修中に大いに活用する事ができました。事前学習会があるか・ないかの違いで研修内容の理解度は大いに変わると思います。筑波という所は、ノーベル賞をとられた小林さんと益川さんが研究をされていた場所ということもあって、「一つ上のランク」といった雰囲気がありました。これからの私の進路や考えに生かせればいいなと思います。本当にありがとうございました。

② 今回サイエンス・ワークショップに参加し、その中で生活をしていて感じたことで最も大きかったことは、サイエンスの好きな人たちと24時間話ができるということだと思います。普段はわからないことがあっても、一人で考えたり、辞書で調べたりしてなかなか疑問が解決できなかったり、そのまま疑問が解決できないことも少なくはありません。しかし、今回は各校の代表の生徒に加えて、各分野の先生方にも引率していただいたので、朝から深夜まで、いつでも自分の好きなサイエンスの分野の話をし、疑問もすぐに解決することができ、とても素晴らしい時間を過ごすことができました。大変感謝しております。一方、今回の課題・反省点として挙げられる部分は、おそらく発表方法だと思います。なぜならば、まず、第一に時間が足りなかったという点が大きな課題だと考えられます。これを解決するには、今回は時間の関係上行えなかったリハーサルを行うことが必要だと思います。やはり、練習してから本番に臨まなければ、言葉に詰まる点多々ありましたし、先ほども述べたように時間の感覚もわからないままです。次の発表の際にはこの課題を解決し、初めての人から専門家まで、誰が聞いてもわかるような発表を目指したいと考えています。

■ 講座の様子



■ 担当者所見

この筑波サイエンス・ワークショップでは、SSH 4校の生徒が各研究テーマに分かれ、通常ではなかなか訪れる機会の無い研究施設を利用して、高校生という枠を超えた研究活動を行うことができる。最先端の研究所で、研究者から直接指導を受けることは大変貴重な体験となる。普段の学校生活とは異なり、他校の生徒と行う研究活動であったが、どの生徒もすぐに自分の役割を見出して積極的に課題に取り組もうとする姿勢が見られた。担当者がこのツアーに参加して感じたことは、2回の事前学習会、筑波での研究活動、最終日の発表など、このツアーに関わる各実践内容の役割が非常に鮮明であり、また効果的に組み込まれているということである。これらの一連の流れがうまく相互作用し、

1つのワークショップが成り立つことを実感させられた。以下で、各々の役割について考察する。

《Ⅰ．2回の事前学習会について》 課題に対するイメージ作り

このワークショップでは、2回の事前学習会が設けられている。1回目では顔合わせの後、全体会と分科会が開かれる。全体会では各テーマに関する予備知識を学習し、さらにその後の分科会ではテーマ別に分かれての学習会が設けられる。参加生徒の多数が高校1年生であるため、科学のどの分野に関しても高校レベルの学習を始めたばかりの生徒がほとんどである。そのような生徒を対象とした研究活動においては、このような事前の学習会が必須であると感じられた。初めて学習する内容に不安を抱く生徒が多いため、その不安をいかに解消しながら、よい意味で生徒を追い込んでいくかということが、この研究活動の下準備として重要なことであると感じた。

① 1回目の学習会ではテーマごとの課題に加えて、2回目の事前学習会での発表資料作りが課せられる。今日顔を合わせたばかりの相手と、今日習ったばかりの知識を使って、全体会で理解してもらえる発表内容を作らなくてはならない。非常に厳しい課題であり、多くの生徒が戸惑いを感じていたが、互いに連絡を取り合い、情報交換を行うことでどの班も発表準備を進めることができていた。

② 2回目の学習会では、全体会でテーマごとの事前学習内容の発表が行われた。発表方法に特に指定はなかったが、全ての班がパワーポイントを利用した発表資料作りを行っていた。10分程度の短い時間での発表であったが、その後の質疑応答は大変活気のあるものであった。どの発表に対しても活発に質問が出ていた。その質問に対する返答の正当性は様々で、苦戦する生徒も多かった。予備知識が少ないことと、まだテーマに自分自身が馴染んでいない感じが伺えた。しかし、ここにも1つの効果があるように思われる。ここでの失敗をバネにして、筑波までの残り2週間でかなり深く学習した生徒も多いように思われた。筆者も無重力分野の事前学習会を担当したが、この日以降の生徒の考察の内容に変化が見られ、科学的に検証しようという姿勢が伺われた。生徒間でのやりとりも、この日以降にはさらに内容の濃いものになっていた傾向がある。

《Ⅱ．筑波での研究活動》 主体的な研究活動

2回の学習会を経て、筑波での研究活動が行われた。この頃には、生徒同士の会話も非常にスムーズで、それまでにたくさんのやりとりをしていることが感じられた。素粒子分野の生徒などは、行きの電車の中でもパソコンを広げて事前課題に取り組む姿勢が見られ、互いに指導しあう姿も見られた。

実際のワークショップでは、1日目・2日目とも、テーマごとに特徴のある研究活動が行われた。与えられた実験テーマを研究施設の大規模な装置を利用して行うテーマもあった。目にしたことも無いような実験装置にも物怖じすることなく、積極的に取り組む姿勢が目立った。

素粒子分野では、国際的な大型加速器で得られたデータを解析する取り組みが行われた。本年度はこの分野でのノーベル賞の受賞もあったため、その研究の一端に触れることができるのは、大変貴重な体験であったと思う。ほぼ全ての生徒はC言語を初めて扱うが、中心に立つ生徒の存在があり、みな黙々と取り組んでいた。

筆者の担当した無重力実験の分野では、他の3箇所と異なり、自分達で実験内容を考察するというスタイルがとられた。簡易落下装置を利用して、その中で何を落下させたいかを考えることが事前に課題として課せられた。何を落下させてもよいと、一見簡単そうに思えるが、無重力下ではどのような現象を確認できるかを予想することは非常に難しいようであった。にも関わらず、大変意外であったことは、生徒の考える実験が高度であったことである。高校物理分野を習っていない生徒も多かったが、互いのアイデアを全員で可能な限り検討し、筑波での実験に参加しようとする姿が見られた。実験内容に関する質問やアイデアを見てほしいという生徒からの要望が、実験の前日まであった。実

験日までに講師の先生とのやりとりも行っていたため、実験器具の作成などを積極的に行っている生徒もいた。生徒の実験アイデアを見ていて感じたことは、アイデアが浮かんでも、

- ・ なぜその材料を使うことにしたのか、他の材料よりも大きなメリットがあるのか
- ・ 現実的にその材料を自分で入手できるのか

などの要因に対する考察が欠けているということであった。実際の研究者は、実験のプロセスを考える中で用いる資材や物品を検討することを行っており、この点に非常に大きな労力が割かれる。今回の実験では、そのことを体感できたことが大きな収穫であるように感じられた。この分野に参加した生徒の感想からもその意図がよく伝わっていることが分かる。

【生徒の感想】

この講座に申し込んだとき、はじめはこんな結構簡単だと思いました。なぜなら、何か好きなものを箱に入れて落とすだけだと思ったからです。しかしこれは全く異なっていました。まず難しかったのが何を実験に使用するかということです。これは身近なもののほうがいいなと思っていたけれど、いざ考えてみるとなかなかいいのが思いつきませんでした。材料の入手方法の考察が大きな課題となりました。今回得たことで一番大きなものは、実験をすることは自分が思っていた以上に難しいということです。学校で実験するときは(S S Hなど)、いつも実験をそんなに深く考えずにしているので、これからはしっかりと実験の中身を考えて、仮説や関わっている色々な現象を考慮してやっていきたいと思います。

また、今回の各講座での活動を見ていて強く感じたことの1つに、

- ・ 難解な課題に取り組む際に、中心に立つ生徒の存在が必須である

ことがあげられる。この生徒から良い効果が周囲の生徒にも広がっていき、研究活動によりよい緊張感と野心が増す様子が伺えた。これは通常の授業の特定の場面にも通じることであるように感じた。

《Ⅲ. まとめと発表活動》 まとめ活動による知識の構造化

3日目の午前中は、今回の研究活動を全体会で発表するという形式が取られた。前日は、ほとんどの生徒が夜遅くまで発表準備を行っていた。全体会では、各分野で指導して下さった講師の先生方からもコメントをいただくことができ、自分達の3日間を振り返ることができた。まだ理解が不十分な点などは、指摘の声があがっており、その指摘を通してさらに理解が深まっているという印象があった。発表資料のまとめ方も事前学習のときよりも数段よくなっており、これもまた経験であることが伺えた。生徒の感想には「発表の方法をもっと検討したかった。リハーサルを行うべきであった。」というように、プレゼン力の大切さも実感してもらえたようだった。

《Ⅳ. 今後の課題》 振り返りの重要性

今回のワークショップで感じたことは、各プロセスを丁寧に行うことが実験成功への鍵であるということである。事前学習・現地での研究活動・まとめと発表の全てがうまく組み合わせられることが大切であり、指導に当たる教師はその土台作りを十分に検討することが大きな役割であると感じた。

また、今後の課題として、発表資料作りの時間の確保があげられる。実験内容が高度であるため、2日目の夕方まで実験にかかってしまうことが通例となっている。しかし、実験結果を十分に考察する時間は必須である。特に今回のように高度な内容に取り組む場合、十分に振り返りの議論をすることで、あいまいに感じている部分が明確化すると考えられる。その上で発表活動を行うことで、さらに内容の理解度が増すであろう。しかし、今回は各班ともにその時間が十分ではないため、発表の資料作りにも追われてしまい、慌しいまとめとなった印象が否めない。講師の先生とも相談して、まとめの時間を十分に取れるプログラム作りをすることも担当教師の重要な役割だと感じられた。

第7節 教員研修

4-7-1 校内教員研修

従来本校では、理科と数学科は別々に教科会議を設けてきた。

しかし 2005 年度に SSH の指定を受けてからは、この 2 教科間の相互理解・協力・研鑽のために理数会議を設け、SSH 専門部会による計画・案を議論、実行すると同時に、各事業の進行状況の把握、意見交換、事前・事後検討を行ってきた。

本年度もおおよそ月一回のペースで行ってきた。時間帯は放課後午後 5 時より適宜行った。参加者は理科・数学の教員すべてである。

第一回：4 月 14 日(月)・第二回：5 月 12 日(月)・第三回：6 月 9 日(月)・第四回：7 月 7 日(月)
第五回：9 月 10 日(水)・第六回：10 月 27 日(月)・第七回：11 月 25 日(月)・第八回：12 月 10 日(水)
第九回：1 月 16 日(金)・第十回：2 月 16 日(月)

サイエンス基礎講座・理数講義プログラムや NSL 講座等、4 年目に入ったものは、よく内容の精選と充実を考えた。

一方、台湾 ISSS(International Salon of Super Science Student)のような新規事業(VI 重点枠研究実施報告書 参照)に関しても、慎重に議論し計画を進めた。

また夏休みには、SSH 全国生徒発表会、NAIST (奈良先端科学技術大学院大学)による英語講座、台湾高雄女子高級中学との交流、NSL 講座、夏の学校、京都大学宇治キャンパス訪問と、複数の事業が連続したり重なったりするので、少しでも多くの生徒にチャンスが与えられるよう、対象生徒の決定に苦慮した。

<各講座関連>

4 年目に入って形式は定着し、主に講師の選定に時間をかけた。さらに参加生徒に関して、すなわちどんな生徒を対象とした内容にするか、議論を重ねた。

理数の分野にとどまらず、人文系の内容も積極的に取り入れた。(Ⅲ実施報告書 第 4 章 参照)

<サイエンス研究会関連>

各班の顧問の報告および生徒の発表会の様子から、どのような指導が必要かを、理数の枠を超えて議論した。本年度もやはり、プレゼンテーションのあり方が話題に上ることが多く、各発表会開催後には、プレゼンテーションについての意見交換をし、後の指導の方向性を探った。

各班ともにサイエンス研究会の会員の世代交代を意識しており、今後は生徒の育成時期に入るといえるのが、本年度を終えての共通理解である。(Ⅲ実施報告書 第 4 章 第 5 節 参照)

<大学・他機関との連携>

本年度新たに NAIST による英語講座、台湾高雄女子高級中学との交流、マサチューセッツ工科大学訪問が加わった。初めての試みが多かったため、次年度以降取り組みを深化させていきたい。

国際的な発表を行う機会が増えたため、NAIST による英語講座はプレゼンテーション能力育成に役立ったとともに、台湾・アメリカでの生徒の活動を助けた。

(Ⅲ実施報告書 第 4 章 第 6 節および VI 重点枠研究実施報告書 参照)

<リテラシー関連>

本校での SSH 研究の柱のひとつに、PISA を参考としたリテラシー教育がある。

各教科で行ったリテラシー問題のテストと、その結果について議論した。まず各教科で検討し、次に理数会議にて理数の教員全員で検討した。PISA におけるリテラシーの切り口は、数学と自然科学とは異なっている。教員間でも各教科の専門性の違いもあり、お互いの問題やその処理の仕方について意見が出た。

具体的には、以下のようなことがあった。

- ・ 理科の問題の文章が長くはないか。
- ・ 理科の問題では一般的な現象を扱っているのに対し、数学の問題は少し特異な気がする。
- ・ 試験実施時間配分が、理科が 30 分であるのに対し、数学は 50 分である。その意味は何か。
- ・ 数学の問題を見ていると、どのように授業にフィードバックしていくのかが見えにくい。
- ・ 授業にフィードバックできるような力を問うのがリテラシーなのか。逆に、化学式が書けないということが科学的リテラシーのなさといえるのか。

その後、再度各教科で検討し、実施した。その結果分析は問題作成時と同様に、各教科と理数会議との両方で行った。理数会議で他教科の教員から出た意見は、以下のようなものである。

- ・ リテラシーのどの部分を測っているのかなど、問題の出題意図を明確にして出題すべきではなかったか。各教科で考えるリテラシーの定義を明確に。
- ・ 基礎知識が危ういにもかかわらず、思考力が非常によい生徒もいる。一概に学力はピラミッド型ではないのかもしれない。ただ、生徒を個別に見れば、思考力の高い生徒は基礎知識もしっかりしているといえるかもしれない。
- ・ データの解析方法に、もう少し幅があるかもしれない。理科の第一分野でプロセス 1,2 を問う問題が多く、第二分野では、2,3 が多い。そのバランスを考える必要がある。
- ・ 個々の問題の正答率を見るのではなく、全体として見るべきではないか。また、どんな生徒がよくできているのか、そしてその生徒はどこでその力を身につけたのかを分析することのほうが大切ではないか。
- ・ 個々の問題を見て、全体の傾向を見ることにも意義があるのではないか。この結果を踏まえてカリキュラムを変更した上で、それでもなお力が伸びない場合はその生徒に個別指導を行うべきではないか。
- ・ 結果分析においては、どこに着眼をおくのかということによって違ってくる。全体の傾向を見ることも、個別に分析することもいずれも大切である。

また、本年度行った本校のリテラシー問題を、他の SSH 校でも実施してもらい、データの比較を試みてはという意見も出たが、次年度以降へ見送った。本年度は、本校オリジナル問題実践の 1 年目ということがあり、内容充実を優先させるためである。 (Ⅲ実施報告書 第 3 章 第 3 節 参照)

<公開研究会関連>

毎年行われている公開研究会において、本年度は理数共通のテーマで行うこととなった。

また本年度の新たな試みとして、教員のポスターセッションを行うことを協議した。例年、生徒によるポスターセッションを行ってきたが、本年度は教員も取り組もうというものである。教師・生徒間でよい意味での切磋琢磨が行われた。

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ーバイオインフォマティクスとはー

日 時	2008 年 8 月 5 日(火)～8 日(水)
場 所	本校生物教室および生物器具室
講 師	櫻井 昭（本校理科教諭）矢野 幸洋（本校理科教諭）
参加人数	教員 4 名（小学校教員 1 名，中学校教員 1 名，高等学校教員 1 名，大学教員 1 名）
構 成	1.講義と実習 2.質疑応答

※この講座は奈良県教育委員会と本学が共催で、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

講義（約 50 分）と 2 種類の実験を行った。主な実験は DNA 鑑定であるが、PCR 反応に 3 時間ほどを有するので、その待ち時間を利用して頬の細胞の DNA 抽出実験を行った。

1. 講義

DNA の特徴や PCR 法について、および DNA 鑑定の歴史と応用についての講義

2. 実験

(1) DNA 鑑定に関する実験（「PV92 PCR/Informatics Kit」を使用）

- ① 毛髪から DNA を抽出
- ② 特定 DNA 断片（C16PV92）の増幅 - PDR 反応 -
マスターミックスの作成→PCR リアクションミックスの作成→PCR 反応
- ③ DNA 断片の確認－電気泳動法－
gel の well に PCR 産物を入れて電気泳動
- ④ 染色と写真プリントアウト
- ⑤ 実験結果の解析

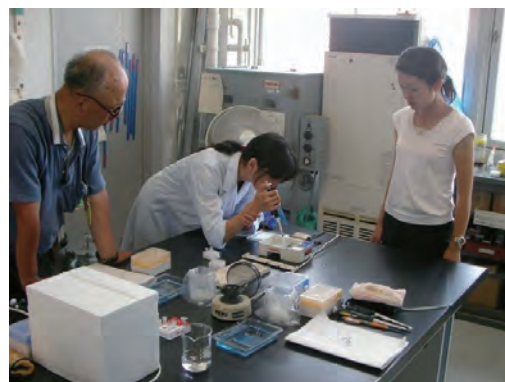
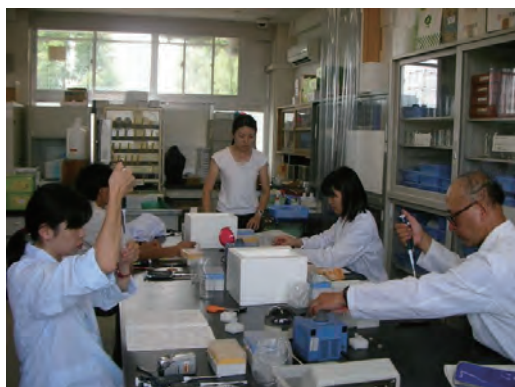
(2) DNA の抽出実験（「Gene in a bottle Kit」を使用）

- ① 頬の細胞から DNA を抽出
- ② DNA をネックレスモジュールに封入

3. まとめとアンケート

講習を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

	期待通り	だいたい期待通り	期待通りでない部分あり	期待したほどではない
2006 年	2	6	0	0
2007 年	4	1	0	0
2008 年	2	2	1	0

(2) 内容の理解度

	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
2008 年	1	3	0	0

(3) 感想・意見（2008 年度実施分について）

・文系に進んだので今回のような理系の実験は全く初めてでした。白衣も器具・材料も触ったことのないものばかりだったので良い経験になりました。普段の生活や仕事では絶対接する機会のない世界を垣間見ることができ、ほんの少し視野が広がったような気がします。自分の知らないことがたくさんあるのをつくづく実感した 1 日でした。

・始めは内容が難しく理解できるのかと思いましたが、先生方のアドバイスで何とか講義や実験についていくことができました。これを機に、科学的なものの見方や、自然に対する考え方が深まっていけばよいと思います。

・さまざまな器具や機器を利用させていただき、使用方法も丁寧に説明していただき充実した時間を過ごすことができました。ただ、自分自身の基礎知識の不足のため理解度は「b」となりました。DNA などについて勉強しなければと感じました。

・PCR による DNA 鑑定についてはよく分かったし、毛髪 1 本から鑑定できることを実際に体験できたのはよかった。ただ、副題のバイオインフォマティクスから、コンピュータによる塩基配列の相同検索等の内容を想定していたがそうではなかった。今後次のステップとしての公開講座を期待します。

■ 担当者所見

今回実施した講座は、奈良県教育委員会と本学共催の教員対象の公開講座で、今年で 3 回目となる。今回はできるだけ多くの先生方に参加してもらおうと 1 日だけにしぼって実施した。

小学校、中学校、高等学校、大学の各教員 1 名ずつの合計 4 名という構成で、焦点をどこに置いてどこまで内容を深めると良いか考えながらの公開講座となった。そのため、大学教員からは「よく理解できた」という評価がある一方で、「期待した通りでないところもある」という評価もいただいた。これは、感想・意見にも書かれている通り、副標題のバイオインフォマティクスまで十分に議論できなかったためである。

この公開講座は、大学の施設を利用するのではなく本校で使える機器を利用して実験を行うことが基本的なスタンスであり今後も変わることはない。しかし、内容については実験を行うだけでなく、実験検討と関連して最新の話題について議論したりする場の設定の有無などを、今後の課題として考えていかなければならない。

第5章 生徒と教師が語る SSH～4年間の取り組みを振り返って～

第1節 SSH をどう評価するか

SSH という大きな教育研究プロジェクトを評価するためには、当然ながら多面的な見方が要求される。生徒、教師、カリキュラムなど、評価すべき側面は多い。しかしながら、この評価は本来的にはプロジェクトを修正、あるいは強化するために利用されるべきものであり、やみくもに5段階の質問紙アンケートを実施しても、そこから実（じつ）を読み取ることができなければ、徒労が残るだけである。

本校における SSH の取り組みも4年目を迎え、学校は大きく変わった。理科や数学の研究活動に勤しむ中高生がひとつの教室に集い、毎日熱く議論する。週末になると大学の研究者が科学で切り開く未来を語り、その言葉にエキサイティングする。教師もリテラシーをキーワードに精力的に授業研究を進め、普段の授業は質的に向上した。本校の校風こそ変わっていないが、こと理数に関しては、生徒も教師もこれまでになく非常に活発化、活性化したのは間違いない。こうした変化をいかに表現するかが、SSH 評価に求められているひとつの命題であろう。

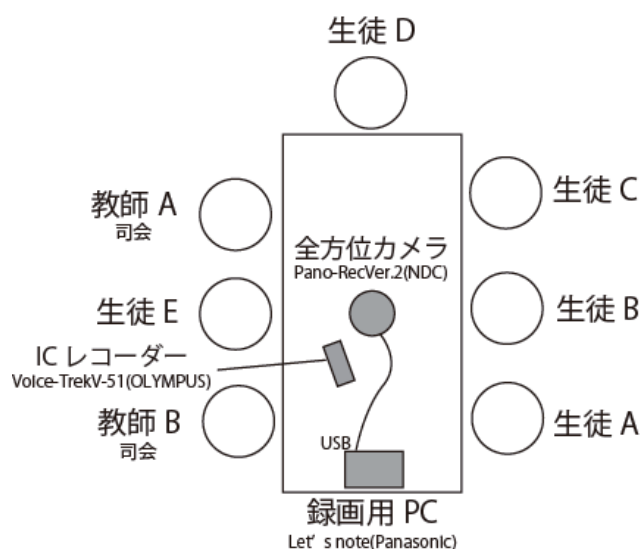
本校が実施してきた様々な評価方法の中で、特に上記したような、SSH の中で何が原因でどう変化したかなどを表現するためには、「生徒や教師が発した生の言葉」を利用することが、SSH 研究に携わる現場の教員にとって分かりやすく、実のある評価となることが分かった。これは、インタビュー形式による評価方法であり、人文社会科学の研究においては従来から頻繁に用いられてきた方法である。質問に対する生徒や教師の言葉を記録し、そこからキーワードを拾い、さらにメタ的な分析を行っていくこの方法は、私たち教師が、毎日生徒との関わりの中で意識的あるいは無意識的に行っている作業―「教師の勘」の形成―とほぼ同じものであると推測され、分析結果が個別的であることを前提にすれば、具体的で受け入れやすい評価方法である。

第2節 インタビュー形式による評価

実施したインタビューは座談会の形で行い、右図のようなセッティングとした。発言の記録を IC レコーダーで行うとともに、全方位カメラで全員を撮ることによって、誰が発言したかをはっきりさせる。これは、後のテープ起こしの作業に必要となる。なお、図で示したセッティングにおいては、参加者はせいぜい6,7人であり、それ以上になると音声記録が物理的に難しくなる。

インタビュー後、音声と映像を合成し、業者を通じてテープ起こしを行い、発言をテキストに変換する。そのテキストからキーワードをピックアップし、さらにそのキーワードを物語でつないでいく作業を行う。

今回の司会役である2人の教師は、はじめに何を質問するか、どういう点を深く掘り下げるかといった、大枠に関する打ち合わせを事前に行っている。しかし基本的には、座談会の中で生徒同士、生徒と教師同士のやりとりを通じて、話題となるテーマを決めた。



第3節 評価内容

■ 実施概要

実施日	2009年2月3日(火)
対 象	サイエンス研究会生徒(5年3名、6年2名) サイエンス研究会顧問教師1名、国語科教師1名(合計7名)
評価方法	座談会におけるインタビュー形式



座談会の様子(全方位カメラで記録)

■ 座談会の内容

以下はテープ起こしの業者を通じて内容を要約したものである。内容ごとにテーマを設け、そのテーマにおけるキーワードを列挙した。

<参加者>

教師 2名

生徒 5名(サイエンス研究会物理班)

Q1 「サイエンス研究会の活動を振り返って」

キーワード; 自主的、自由、答えがない、プレゼンが今後に役立つ

D ありきたりですが、非常に面白かったです。普通の学校の授業を受けて問題を解くだけではなくて、面白いものを見つけてきて、メンバーが集まってやろうと、何でも自主的にできたことが面白かったです。答えがないというのも非常に良かった。自分たちで与えられた課題をこなすのではなくて、自由に自分たちで考えて、どんどん動いていって、それで人間関係も広がるし、自分で考えられる頭も身についたと思います。

C 楽しかったけど、苦しかった。でもその過程で得た、特に口頭発表やポスター発表、プレゼンシートやポスターの表現のしかたとかは、今後に生きてくると思います。

Q2 「活動のきっかけは何か」

キーワード; 目標があった、目標がなかった、好奇心、結果を出したい、何度も全国大会優勝、部活

をやめた

- B 夢としては、仮想空間をプログラムで作りたいという目標があったのですが、Y先生に、それだったらモーションキャプチャをやってみろと言われてスタートしました。けれども、話を聞きつけたAが学校を休んで3日で作ってきたので、何とかAを負かしてやろうと思うようになったのが強いモチベーションになりました。
- A 私はもともとゲームが作りたいという、よくありがちな、あまりよくない目的がありました。最初にY先生のところにゲームが作りたいという相談に行ったら、衝突に関する物理法則を教えてもらって、それで、いつのまにかこの物理班に巻き込まれていました。
- E ぼくは、このなかの4人とは路線が違うと思います。ロボットを作りたいとか、ゲームを作りたいとか、そういう具体的なものが最初からあったわけではありません。DさんとCくんがロボットを作っていると人づてに聞いて、面白そうだから行ってみようという単なる好奇心が動機でした。テニス部のキャプテンでしたが、研究活動の方が楽しくて、部活はやめてしまいました。
- D ぼくは、小中とずっとバスケットでキャプテンやっていたけれど、練習しても全然勝てなかった。くやしくて、結果が出るようなことをやりたいと思っていた。そこで好きなロボットがいじれる物理班ができて、その中に飛び込んだ感じです。バスケはやめてしまいました。自分の場合、バスケを死ぬほどやってもせいぜい近畿大会レベルだろうけど、物理班は何度も全国大会で優勝したり、世界大会までいった。インハイ優勝以上ですよ。物理班に入って良かったと思います。

Q3 「研究活動と顧問の関わり」

キーワード；生徒集め、プレゼン能力、研究に関する知識、研究の方向性を決める、予算、生徒といっしょに議論、強制的な指導

- A Y先生の存在は大きいです。いろんな学年から生徒を集めて、プレゼンとかプログラミングの知識だとか持っていて、いろんな研究の道筋をマネジメントできるだとか、しかるべき方向に予算を使うことができる先生が研究には絶対に必要だと思います。みんな自由に活動していたけど、なんだかんだいって、いつも振り返ると、その影にちらちらとY先生が見えていました。いつもY先生を上回る一手を考えただ、くやしいことに超えることはできなかった。
- D 初めてのコンクール発表の時に、Y先生がロボットとモーションキャプチャを無理矢理ひっつけて発表の申請書を書いたんです。「物理学会に出しといたから」と言われたときにはびっくりした。でもあれが、研究の方向性を決めたと思う。振り返ると、作業していたのはぼくらでしたけど、研究活動に重要な方向性や段取りは、Y先生がだいたいやっていました。ぼくらが「レスキューロボット」を作りたいといったときがあったけど、つまらんからやめろと猛反対されたのを覚えてます。今思えば、あのとき止めてくれて良かったと思います。
- C 発表の機会がないと、研究は続いていかないし、進まないような気がします。コンクールの半年くらい前に、小会議室に呼び出されて、優勝するために必要な研究やプレゼンをY先生といっしょに議論できたのは大きかったです。気にくわなければダメだしされるし、気に入ればGoサインが出るし。ともかく、そうした議論が活動の大筋を決めていました。かなりうまくいったと思います。

Q4 「高く評価された物理班のプレゼン」

キーワード；必須能力、エンターテインメント、早めに身につけないと損をする、プレゼンがモチベーションになる、研究を俯瞰、研究の質的な向上、普段の授業で教えてくれない、顧問の細々した指

導、お手本をみる

- E プレゼン技術によって、自分たちの研究を大学レベルにまで見せることもできるし、逆に下手だったら小学生と同じになってしまう。研究の評価は、研究内容×プレゼンだと思います。かけ算だから、プレゼン能力が低ければどうしようもない。その意味では、研究者はレポートを書く能力とプレゼンをする能力は必須だと思います。
- D 環境学や世界学でもプレゼンしたけど、物理班でのプレゼンは全く異質だったと思います。物理班での発表は、日本に住んでいてアジアの地図を渡されたように、自らを俯瞰する機会になって、確実にその後の発展につながっていったけど、授業ではそれがなかった。時間的な制約はあるだろうけど、環境学や世界学では、発表すること自体が最終目的で、発表が終われば生徒も教師も「はいおしまい」で、広がりを感じることはありませんでした。その意味では、小学校の調べ学習と同じ空気を感じました。
- A プレゼンは一種のエンターテインメントであるべきなんですよ。それには、研究内容とは別の一定のテクニックが必要で、それは教わらないと分からないと思います。例えばストーリーをつくとか、キーワードでまとめるとか、文字をたくさん詰め込むのは愚かだとか、そういった細かいことも含めて数年間かけて顧問から教わったのはとても良かった。最近では、自分たちの訴えたいことを聞く側にすっきり伝えることができるようになったと思う。すると、授業でも大学の先生の講演でも、だめなプレゼンというものが見えてきて、「俺だったらもっと上手にできる」って思ってしまうぐらいになる。
- C 良い発表をするためには、内容の程度が一定の基準以上でないとだめだと思います。でも、この学校内でも、学校外でも、プレゼンの後でよく話を聞いたりすると「おもしろい」と感じることは頻繁に経験します。おそらく内容の基準は超えていて、でもプレゼンが下手くそという場合は多いような気がします。だからこそ、プレゼンのテクニカルな部分を早めに学んでおかないと、大きな損をすると思います。
- B 世界学や環境学（本校における4年・3年における総合的な学習の時間）では、確かに内容に関わる部分は人によっては教えてくれるけど、アウトプットのしかたを学んだ記憶がない。Y先生がプレゼンの模範を見せてくれたときは衝撃でした。しかもきちんと論理的な背景がある。ほとんどの先生がいう「発表よりも中身が大事」なのはよく分かるけど、よいプレゼンを見るだけでもぼくたちは大きく変われると思います。お手本を見せてくれる先生が、学校にあまりいないんじゃないかな。何も知らないと、比較対象がほとんど指導を受けていない同年代ですから、ブレイクスルーする気も起こらない。
- C 3年生の時にスティーブ・ジョブズという存在をY先生から教えてもらったのが大きかったです。とにかく発表スタイルが新鮮で、何度も繰り返しビデオを観ました。今のプレゼンの全てだと言ってもいい。あの人がみたいにかっこいいプレゼンがしたくて、それがひとつの研究のモチベーションになりました。プレゼンのストーリーを考えていくと、「○○」が足りないとか、「□□」があったらいいな、などがみんなの議論に出てきました。プレゼンシートを作っている最中に、インスピレーションを得たAさんが新しいプログラムを組み出したり、必要なデータをとっていないことが分かって、急遽みんなで測定を始めたたりすることはしょっちゅうありました。プレゼンづくりが研究の質を上げたのは間違いないです。

Q5 「グループ研究が継続した理由」

キーワード；議論で解決を図る、長所や欠点を含めて認め合う、互いに必要とする関係、乗り越えるべきカベ、研究の成果が出た、一人だとつらい、問題を指摘したりほめたりしてくれる存在

- A 現在の最年長として特に意識したわけではないけど、毎日発生する問題に対して、全員で議論して解決を探りました。理科講義室（サイエンス研究会の部室）でもそうだけど、県立図書館のグループ閲覧室とか、メンバーの家とか、いろいろな場所や環境を変えて議論しまくりました。何せ答えがどこにもないので、議論する中で出てきたアイデアを片っ端から試しました。全国大会での発表では研究の物語を美しく示したけど、実際の物理班の研究は、議論、試す、失敗、議論の繰り返しで延々と不細工な作業の積み重ねでした。
- B 不細工なのは、実際の大学とかの研究も同じようなものかも知れません。でも、この不細工な作業が継続できたのは、A さんのしきり方がよかったというよりも、A さんというキャラクターや立場がよかったのだと思います。プログラムする能力は完全にトップだけど、欠点も持ち合わせていますよね。学校生活もいろんな意味、綱渡りだし。これが完璧な人格、数学で毎回 100 点とるとか、そういうのだと近寄りがたかったと思います。つまりすごいところもあるし、すごくないところもある。これは他のメンバーにも当てはまります。だから、ぼくたちは互いに必要に感じて結束したのだと思います。みんなで研究したことが活動を継続させ、ここまで結果を出すに至った大きな要因だと思う。1 人だと何もできなかったし、つらいところがあったと思う。ものを作ってきて、見せて、すごいやと言わせたいという強い想いが研究を継続させた。研究には「おまえすごいよ」って言ってくれる人が絶対に要るような気がします。パッとものを見せて、C や D、先生から、すごいと言われると「おれってできるんや、もっとできるんちゃう？」とちょっと、調子に乗っていきます。
- E 自分の研究に対して、同学年の友達とかから、容赦なく突っ込んでもらえたのが良かった。そういう仲間が研究には必要だと思います。
- C 逆に侮辱されるのも必要ですね。特に Y 先生には、研究内容やプレゼンの作り方でよくけなされた記憶がありますけど。「やめちまえ」とか「なんだー」とか。でも、それがひとつの乗り越えるべきカベになっていい方向に進んだと思います。

Q6 「研究が進化した環境」

キーワード；活動場所、潤沢な予算、大学の先生の講義は研究には影響しない、普段の授業は影響しない、授業ではもっと深い学びがしたい

- C 理科講義室の存在は大きいと思います。学校の中に自由にメンバーが集まれる専用の場所がなければ、こんなにも研究は進まなかったと思うので、必須の条件だったと思います。ただ、全面的に使いたかったです。授業にも使われるので、机やイスを勝手に移動できないので、議論には不便でした。以前、学校の中庭にログハウスを建てて研究棟にしてくれたら最高だと話し合ったことがあります。あと予算が潤沢に使えたのが良かったです。ぼくらの場合、そんなに高いものは必要ではありませんでしたが、決してお小遣いのできる範囲ではありませんでした。ある程度の結果があり、理屈が通れば購入してもらえる環境は非常に魅力的でした。
- D 大学の先生の講演は何度も聞きましたが、研究活動に結びつくことはありませんでした。でも、こんな世界もあるんだ、という経験は何度もしましたし、おもしろい講演は結構はまりました。ただ、講演がある土曜日は貴重な研究の時間なので、そっちを優先させたい思いもありました。

B 生活科学とか数理科学、科学と技術もそうだと聞いていますが、SSH で新しく始まった授業が、科学の興味を広げただとか、実際の研究に役立ったことはありません。授業内容と自分の興味や研究内容が違うというだけでなく、ぼくからみればどれも内容が浅くて単発で、おもしろ味はありませんでした。先生のいろんな考え方はあるんでしょうけど、何か当たり障りのない平等な教育をやっているな、と感じました。授業で「ピンポイントでディープなことを激しく議論」とかしなければ、無理だと思います。

Q7 「今年度から SSH の国際交流が始まりました」

キーワード；もっとフランクな形で実施、スケジュールは必要ない、長い時間議論できる場を設定すればいい、何ができる人と交流するかが大切、英語を使って交流することに価値は感じない

A 今年の夏に 5 日間台湾に行ったけど、研究を進めるためには、学校でこつこつやる方が得るものは大きいと思う。わざわざ外国に出かける必要を感じません。本気で研究に役立たせようと思ったら、もっとフランクな人たちでやらないと意味がないと思います。台湾の生徒とアイデアを出し合っって一緒にロボットをつくったけど、全然時間が足りない。交流にスケジュールなんか必要ないんですよ。2 ヶ月間、ぼくらを一つの部屋に閉じこめてもらえるだけで、互いに容赦なく議論して、おもしろいことができると思います。

D グローバルクラスルーム（本校の国際交流プログラム）も同じかも知れないけど、「英語でコミュニケーション」できたことにどれ程の価値があるのか分からない。日本語で話していても、面白い人と面白くない人っている。自分からみれば、交流の価値って、どんなことができる人と、何ができただかが大事で、その人がどの国の出身かや何語で話したかというところに全く価値はないと思う。少なくとも科学研究をメインにするなら、どこの国と交流するかではなくて、誰と交流するかを重視してほしいです。

Q8 「生徒研究コンソーシアムというのが SSH で流行しています」

キーワード；学校主導で行われるのは気持ち悪い、自主的に組織を立ち上げる、“ユニオン”、意識の高い者同士の自主的な集まり

A 複数の学校で共同研究を進めようというのは場合によってはありかもしれないけど、学校主導でやるのはあまりいい気持ちがしない。だって、メインは生徒でしょ。「交流しろ」と言われるのは気持ち悪い。交流する相手くらい自分たちで選びたい。

C 立命館大附属の O さんが知り合いに声を掛けまくって、やる気のある関西の科学部の集まりが立ち上がって、ぼくらはその一員になっているんです。“ユニオン” っていうんですが、こういうのがすごくいいと思います。今週末、ぼくが発表するんですが、毎回互いの研究内容やプレゼンの仕方を批評しあって、すごくおもしろいんです。SSH 以外の学校もあるけど、みんな本気で JSEC や学生科学賞の優勝をねらっているの、毎回熱い議論になるし、ためになる。国際交流やコンソーシアムよりもはるかにいいんじゃないですか。

E 集まりで言うと SSH の同窓会の話が出たけど、そういうのはいらないと思う。自分もそうだったけど、現役からみたら卒業生、ましてや知らない先輩はうっとうしいと思う。つながりが必要なら自分たちで勝手に維持するし、研究自体も過去のしがらみがない方がうまくいくと思います。

<終了>

■ 考察

2 時間のロングインタビューの中で触れられた話題は多岐にわたり、それぞれに対する生徒の発言も多様である。いくつかの論点に絞り、生徒の声をもとに考察を試みたい。

（１）研究活動を通じて、生徒は何を学び、どう成長したか

数年にわたる研究活動は、生徒にいくつかの変化をもたらしたようである。

第一には、他者と協力して仕事ができるようになったことである。最初は、「目標がある」生徒も「目標がない」生徒も「好奇心」を中心に集まっただけの集団であったが、顧問の「強制的な」働きや「研究の成果がでた」こともあって、「長所も欠点も含めて認め合い」、「互いに必要とする」関係を構築し、「議論で問題を解決する集団」に成長していったことが分かる。この能力の高まりは、校外にも“ユニオン”という共同研究の集団を「自主的に組織を立ち上げた事実」からも読み取れる。

第二には、プレゼン能力を得たことである。研究内容をしっかりやっても、それを伝える能力がなければ何も評価されないことから、研究者には「必須能力」だと気づいている。しかしそれは、「普通の授業では教えられていない」と感じており、顧問の「お手本」や「細かな指導」、あるいは「よいプレゼン」を何度も観たことが非常に良かったと語っている。また、「プレゼンが研究のモチベーション」となり、「研究を俯瞰」させ、研究内容を「質的に向上」させたと振り返っていることから、彼らにとって、プレゼンは単なる発表活動ではなく、研究内容にも関わる極めて重要なものであったことが推察される。

（２）研究活動を指導する教師の役割は何か

顧問としての教師の役割が大きかったことは、生徒の発言の節々から推察できる。特に、「生徒集め」や「研究の方向性を決めた」こと、必要な「予算」を手配してくれたこと、場合によっては「強制的な指導」があったことが非常に良かったと語られている。また、「プレゼン能力」や「研究に関する知識」をもって、「生徒と一緒に議論」したことは、研究活動全体を決定し、良い方向に導いたと振り返っている。

ここで、教師が「研究の方向性を決める」などの積極的な指導を行ったにもかかわらず、活動が「自由」であり「自主的」であったと生徒が評価している点に注目したい。この一見矛盾した結果は、第 51 回の日本学生科学賞を生徒が受賞した際、顧問としての指導を問われて、「やらされている研究よりやっている研究を追求」「口を出す、でも出し過ぎない。このバランスを楽しみながら指導しました」（「第 51 回日本学生科学賞論文集」読売新聞社より抜粋）と述べていることから、教師が意図した状況であることが読み取れる。生徒も「振り返ると、その陰にちらちらと Y 先生が見えていました」と言っているように、「やっている研究」に必要な「自由」と「自主」が保たれながらも、顧問としての教師の存在は強く意識されるレベルにあったことが分かる。こうした研究活動は、京都市立堀川高校など、他校の課題研究の取り組みでも指摘されているように、研究の道筋をデザインする力があつたり、幅広い知識の引き出しを持っていたり、つまり、顧問に「教師としての余裕」がなければ、つくることは難しいと思われる。

また、この事実は逆に、教師のしたたかな指導なしに、自由で自主的な研究活動を成立させることは難しいことを物語っているであろう。基本的に研究活動は、生徒にとって物理的、精神的、時間的にも大きな負担である。しんどい活動から生徒を逃がさずに研究を継続させ、できれば知的に楽しめるレベルまで引き上げ、さらにできれば「結果」を出すには、顧問としての継続的かつ計画的な指導は不可欠であるため、何よりも「教師としての余裕」を持つ顧問の育成が求められよう。

（３）研究活動を刺激し、活性化する要因

生徒たちの発言から読み取れる、研究活動が継続し、発展していったいくつかの要因を列挙したい。

第一に、活動場所の存在である。理科講義室という「活動場所」の存在は、研究活動に「必須」だったと語られている。もっと議論にふさわしい場所にしかつたと発言していることから、活動場所は、議論する空間としての価値が高かったことが分かる。

第二に、潤沢な予算の存在である。研究を進めるときに必要に迫られた物品は、「理屈が通れば購入してもらえる」環境があり、それは「とても魅力的」であったと語られている。

第三に、グループ研究であったことである。「一人だとつらい」と語られているように、「答えのない」研究活動においては、「問題を指摘したりほめたりしてくれる存在」、つまり仲間が必要であることを明言している。物理班の場合、仲間がいるからこそ、研究に必要な議論ができ、「自由」で「自主的な」活動が実現できたと思われる。また、仲間を求める欲求は、彼らが「プレゼン」活動を重視したり、自主的に校外の研究組織“ユニオン”を設立したことなどと無縁ではないだろう。この心理的な行動原理は、日々の教育研究をする私たち教員にも相似的に当てはまり、深く理解できるものがある。

一方で、少なくとも今回インタビューした生徒にとって、興味を広げたり、研究活動の役に立ったりしなかったのが、SSH 研究で新たにスタートした授業である。これらの授業は、本校の「数理科学」「生活科学」「科学と技術」などを指す。現在の内容は、単発的で浅すぎると評価されており、普通の生徒に対する「当たり障りのない」内容ではなく、普通の生徒であっても「ピンポイントでディープなことを激しく議論する」など、授業内容や方法にもっと工夫が必要である、と発言した生徒は指摘している。また、これはもっと広い範囲での授業を指しているが、プレゼンそのものの指導が授業でなされることを渴望しており、「よいプレゼンを見るだけでもぼくたちは大きく変われる」と、その大きな効果を訴えている。

今回、インタビューの対象となった生徒がある程度高い知識レベルにあることを考慮しても、今後の授業づくりや SSH 研究を進める上で、一つの参考にすべき意見だと考える。

■ 今後の活動に向けて

上記のように、生徒の発言をもとに、いくつかの考察を試みた。言うまでもないが、これらは、現時点における本校サイエンス研究会の物理班に関する分析であり、生徒の特性や学校の雰囲気などが異なれば、また違ったことが語られるはずである。特に、生徒が行おうとする研究による差異は大きいように感じられる。今回インタビューしたサイエンス研究会物理班は、ハードとソフトの開発という工学的な側面が強い研究を取り扱った。これがもし、理学的な内容で、大学の先生が指導するような研究の場合、自分たちで延々と議論し、解決を試行錯誤するような活動は難しかったかもしれない。

しかし、今回の物理班のように、生徒の自由で自主的な研究活動は、本校が SSH 研究で目指す姿のひとつである。今後は、これまでの成果を土台にして、顧問としての教師の研鑽を図り、指導を充実させることで、生徒の研究活動をさらに発展させていきたい。

平成 20 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（重点枠研究）（要約）

① 研究開発課題	奈良女子大学附属中等教育学校における『①ASPnetとESDを核とした国際交流、②6年一貫教育校としての自然科学リテラシーを育成するSSH(本体枠)研究、③本校SSH研究の特設科目「科学と技術」の3つを連携させることで、“Think globally, Act locally”の理念を持った、将来の国際的な科学技術関係の人材を育成する』研究。
② 研究開発の概要	■ 本校が参加している国際交流プロジェクト「グローバルクラスルーム(GC: Global Classroom)」の経験をもとに、「ユネスコ協同学校プロジェクト(ASPnet: Associated School Project Network)」のネットワークを活用して、アジア・オセアニア地区の学校と交流を行う。 ■ ユネスコが主導する「持続可能な開発のための教育(ESD: Education for Sustainable Development)」の取り組みに、科学技術的な側面からアプローチする。 ■ ISSS(International Salon of Super Science student: アイトリプルエス)を立ち上げ、海外交流校と共同研究を行い、「発見する力」を伸ばす指導法を探る。 ■ テレビ会議システム等の ICT を活用して議論と交流を行い、ISSS で行う共同研究の素地を作り、その上で実際に学校を訪問して交流を行うことで、単発的な「体験」だけにとどまらない科学的な国際交流を実施する。 ■ 奈良先端科学技術大学院大学(NAIST)と連携する「奈良SSHコンソーシアム」の各種講座を活用し、国際的な人材を育成するプログラムを開発する。
③ 平成20年度実施規模	本校の3、4年生（中学3年生、高校1年生）およびサイエンス研究会（合計210人）
④ 研究開発内容	○ 研究計画 2008年7～8月、2009年1～2月 ISSS（2回実施） 2008年5月～2009年3月 テレビ会議（不定期に複数回実施） 2008年10月、2009年2月 特別講義実施（奈良SSHコンソーシアムと連動） 2008年11月 サイエンスカフェ実施 ○ 具体的な研究事項・活動内容 ① ISSS(International Salon of Super Science student)の実施 3年間のSSH研究によって、生徒の新しいものを作り出す力、「発見する力」をより伸ばすには、生徒同士の議論が有効であることが分かった。この研究を土台にして、ASPnet（ユネスコ協同学校プロジェクトネットワーク）加盟校である韓国の梨花女子大学附属高校や Korea Science Academy (KSA)、Chonnam Science High School(CSH)と本学の交流協定校である梨花女子大学を夏休みに1週間訪問し、研究交流を行う。この中で、各々の学校で行っている科学研究をもとに、プレゼンテーション、議論を行い、疑問点等ができたときは、梨花女子大学附属高校や KSA、CSH の実験施設等を利用することで協力して解消していく。また、生徒の研究指導を行っている教師にインタビューを実施することなどにより、「発見する力」を伸ばす指導法を探る。 必要な英語力は、奈良先端科学技術大学院大学などにおける科学英語講座において身につけさせる。

② テレビ会議の実施

テレビ会議システムを利用して、4月から7月まで韓国の梨花女子大学附属高校やKSA、CSH、本学の交流協定校である梨花女子大学とテレビ会議による交流を行う。また、これによって、ISSSで実施する共同研究の素地をつくる。

③ 特別講義の実施(講師：東京大学大学院認知発達機械研究室スタッフ)

科学技術は、「できる、だから、やる」のか、「できる、しかし、やらない」のか、という価値判断を伴うものであり、人文社会学的な側面も非常に重要なものとなる。すなわち、「持続可能な開発のための教育(ESD)」の視点からの教育が必要となってくる。

そこで、筋電(筋肉に発生する電位)で動く義手などをつくっている研究室の協力を得て、特別講義を実施する。この講義において、筋電(≒人の意志)で動くロボットの原理を学ばせ、実際に作成する。この体験は、サイエンスカフェにおける具体的な話題を提供することになる。

④ サイエンスカフェの実施

特別講義の内容を受けて、講師と生徒が人とロボットの関係を議論する。このことを通じて、科学技術と人のつながりのあり方を考えさせる。

⑤ 評価及び報告書の取りまとめ

⑤ 研究開発の成果と課題

○ 実施による効果とその評価

台湾ISSSやテレビ会議などによって、生徒の知的好奇心を刺激し、日頃のサイエンス研究会の活動を活発化させることができた。また、台湾などにおける研究発表やワークショップの中で、国や文化の違いを超えた生徒同士の話し合いや共同作業を通じて、生徒の「発見する力」をより伸ばすことに成功した。従って、国際交流の場においても、生徒同士の議論を通じて「発見する力」を伸ばすことは可能であることが分かった。

東京大学やMITの協力を得て、生体ロボットに関するサイエンスカフェを実施した。実物を提示しながら、あるいはワークショップを挟みながら、生体と機械をつなぐという高度な技術が分かりやすく紹介された。講師と生徒の間で活発に質疑応答が繰り返されたことから、“高度な技術と素人をつなぐ”あるいは“持続可能な開発のための教育(ESD)”という視点を持ったサイエンスカフェの目的は達成したと思われる。またこのとき、技術的には高度であっても、中学生にも分かるような優れた教材が用いられた。今後本校で、ESDの視点を持った教育を実施する上での有効な教材として、本校教員にとっても大変意義のある経験を得た。

○ 実施上の課題と今後の取組

国際交流の有効性を検証するためには、当然ながらある程度の継続性が求められる。今回は、台湾やアメリカに渡って事業を行い、議論を通じて問題解決を図る有効性を確認することができた。また、そのための友好的な教育プログラムを検討することができた。今後は、海外の生徒を受け入れ、ホストとしての立場で同様の研究を行う必要があると考えている。

平成 20 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（重点枠研究）

① 研究開発の成果

■ ISSS(International Salon of Super Science student)の実施について

8月中旬に4泊5日のスケジュールで台湾の高雄女子高級中学校との研究交流を行った。これは、ハイトalentな生徒らによる国際的な知的交流を通じて、生徒の日頃の研究レベルを引き上げるとともに、国際感覚を成熟させることを目的とした。

事業を評価するため、参加した生徒に対して座談会形式によるインタビューを実施した。生徒の言葉の端々に、「発見する力」や「議論する力」の獲得など、目的を達成できたと考えられる評価を聞くことができた。また、生徒が心配していた英語の壁も、実際に現地の生徒と交流する中で次第に敷居が下がっていった様子を聞くことができた。また、コミュニケーションは工夫次第であり、語る内容を自分が持っているかどうかの大切であるなど、的を射た発言も聞かれた。

一方、事業実施後、参加した生徒が、日頃の科学研究活動に一層真剣に取り組むようになったのは、国際交流のエキサイティングな経験が、生徒の学びのモチベーションを向上させたためと考えられる。

また、台湾などにおける研究発表やワークショップの中で、国や文化の違いを超えた生徒同士の話し合いや共同作業を通じて、生徒の「発見する力」をより伸ばすことに成功した。従って、国際交流の場においても、生徒同士の議論を通じて「発見する力」を伸ばすことは可能であることが分かった。この経験は、今後の科学をテーマにした国際交流のあり方を考える上で、大いに参考になると思われる。

■ サイエンスカフェの実施について

東京大学やMITの協力を得て、生体ロボットに関するサイエンスカフェを実施した。講師が開発した教育用教材は、ロボットの基本的構造を生徒に分かりやすく伝えることに成功した。

また、生体と機械が筋電位を通じて簡単につながる様子がその教材を利用して紹介され、ここに横たわる倫理的な問題について、生徒が興味深く講師と対話している様子が印象的であった。

全体として講師と生徒の間で活発に質疑応答が繰り返され、“高度な技術と素人をつなぐ”あるいは“持続可能な開発のための教育(ESD)”という視点を持ったサイエンスカフェの目的は達成できたと思われる。また、実物を提示しながら、あるいは講師と生徒でワークショップを楽しむながら、高度な技術をわかりやすく紹介し、なおかつ倫理問題にも踏み込んで生徒と議論するなど、教育的にも非常に高度な授業であった。今後本校で、ESDの視点を持った教育を推進する上での有効な教材として、参加した本校教員にとっても大変意義のある経験を得た。

■ テレビ会議および科学英語講座の実施について

テレビ会議や科学英語講座など、国際交流に必要な下地をつくる事業も、生徒にとって大きな影響を与えた。

テレビ会議では、韓国KSAの生徒と交流した。自分の研究成果について、テレビ会議システムで現物を映像に写しながら英語でコミュニケーションを行った。生徒は、必要な英語力の程度を認識すると共に、自分の研究を海外の同級生に伝えることのできた喜びを感じている様子であった。

また、科学英語講座では、プレゼンテーションに必要な英語力とスキルに焦点を当てて3日間

の集中講義を行った。プレゼンテーションのプロによる講義は、普段の授業ではなかなか得られない専門的な内容まで踏み込んでおり、生徒にとって非常にエキサイティングであった。このときに学んだことは、その後の台湾ISSSに限らず、SSH生徒研究発表会（横浜）やJSEC2008、あるいは本校の公開研究会における研究発表で十分に生かされた。特にポスターセッションでの生徒の質的变化は特筆すべきものがあった。

② 研究開発の課題

今回実施した、一連の国際交流事業で得た様々な経験や評価を土台にして、さらに充実を図るために検討作業を行うことが課題である。

例えば、台湾ISSSやサイエンスカフェで実施したワークショップは、生徒に大きなインパクトを与え、自然発生する議論の中で「発見する力」を育成することができ、ワークショップがもつ大きな教育的可能性を認識することができた。しかし、ワークショップの成否は、用いる教材の質が鍵である。今回用いた教材とその特性を検討し、今後のワークショップに生かしていく必要がある。

また、科学英語講座は、台湾ISSSやMIT研修に参加する生徒を対象にした。プレゼンテーションに必要な英語力を身につけさせることを目的としたが、この事業で得られるスキルは、日本語での口頭発表やポスターセッションにも良い影響を与えることが分かった。今後の生徒のプレゼンテーション能力育成を考えた場合、科学英語講座の対象をもっと拡充し、時期や回数などを増やす検討を行う必要が感じられる。さらにこの事業は、教員の研修としても適していると考えられる。生徒のプレゼンテーション能力は、指導する教師が持つそれを超えることはないからである。複数の教師が高いレベルで指導を行ったとき、生徒はより高いプレゼンテーション能力を身につけることができるかもしれない。

以上のように、様々な検討課題が生じている。今後の国際交流のあり方や生徒の能力育成を考慮し、理数の教員のみならず、学校全体で取り組んでいきたい。

第1章 研究開発の概要

1. 研究開発の目標

本校が参加するユネスコ共同学校プロジェクト(ASPnet)などを利用して、ESDの視点から、国際連携の中で、生徒の「発見する力」の育成とその方法を探る。また、奈良先端科学技術大学院大学(NAIST)を中心とした「奈良SSHコンソーシアム」とも連携し、国内の学校間連携の中で、国際的な人材を育成するプログラムを開発する。

2 研究計画

2-1 現状の分析と研究の仮説

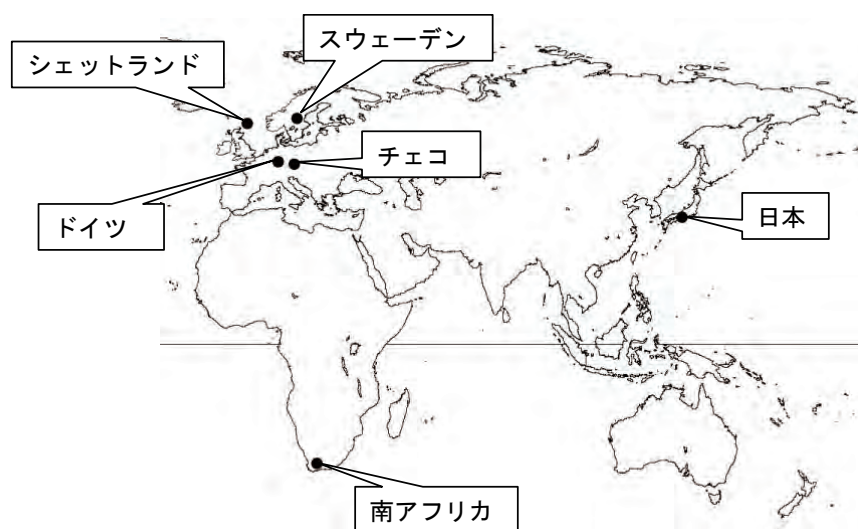
(1) 学校全体で取り組む国際交流とSSHの研究概要

1997年より行っている国際交流プロジェクト「グローバルクラスルーム(GC)」は、本校が5カ国(英国、スウェーデン、ドイツ、チェコ、南アフリカ)と結んでいるパートナーシップで、主な活動は各校が持ち回りで主催する年次大会(毎年6月～7月に開催)、留学制度、ビデオ会議システムを利用した協同授業である。GCは、その場限りの「交流ごっこ」にとどまらず、日常的な交流を重ね、生徒中心の交流事業にすることを目標としている。GCは学校全体で継続的に取り組む姿勢が評価され、平成19年度には、権威ある賞「第18回国際理解教育奨励賞 馬場賞」を受賞した。

GC加盟校であるシェットランドのアンダーソンハイスクールとは、2003年よりテレビ会議システムによる数学授業を継続して実施している(資料1)。

また、本校は2006年度、ユネスコ協同学校プロジェクト(ASPnet)に加盟した。ユネスコの主導する「持続可能な開発のための教育(ESD)」は、これまで本校が進めてきた教育の理念に沿うものであり、今後も推進していきながら、GCのノウハウを生かし、アジア・太平洋地域を中心とする新たなネットワークを構築しようと考えている(資料2)。

そして、SSH本体枠では、前期課程生(中学生)からSSHプログラムに参加し、理数だけではなく学校全体でカリキュラム開発を中心に研究を進めてきた。2006年度、2007年度に認定されたSSH特別枠では、「生活科学リテラシー」の育成を目指す「科学と技術」「生活科学」のカリキュラム開発とその実践を行ってきた。



(2) 研究の仮説

(1)で述べた国際交流とSSH研究の実績をもとにして、本研究における仮説を以下のように設定する。

■研究仮説■

学校全体で取り組むユネスコ協同学校プロジェクト(ASPnet)、ESD(Education for Sustainable Development)を核とした国際交流と、中高6年一貫教育校として前期課程(中学生)から文理の区別なく自然科学リテラシーを育成するSSH本体枠研究、およびSSH特別枠でカリキュラム開発を進めてきた「科学と技術」を連携させることで、“Think globally, Act locally”の理念を持った、将来の国際的な科学技術関係の人材を育成することができる。

この仮説を分節化し、より具体化すると以下ようになる。

A. 発見する方法としての科学＝自然科学リテラシーの育成&ASPnet

国際的な科学技術関係の人材に必要な素養の1つとして、自然科学リテラシーがある。本校では、SSH本体枠の研究で、自然科学リテラシー育成のためのプログラムとカリキュラムの開発を行っている。この自然科学リテラシーの力を基に、ASPnetに加盟している高等学校と研究交流を行い、議論することによってお互いを刺激し合い、生徒の「発見する力」をさらに伸ばすことができる。

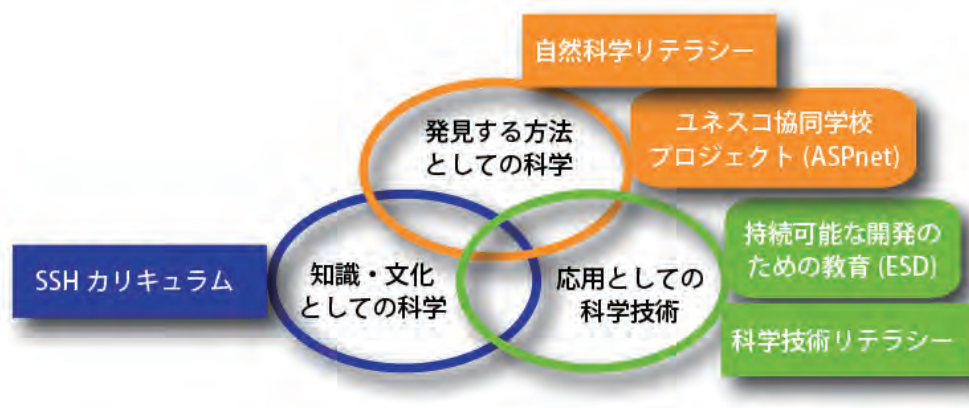
B. 応用としての科学技術＝科学技術リテラシーの育成&ESD

科学は単に知識としてだけではなく、応用された科学技術として世の中の暮らしを良くするとともに、逆に災厄を招きかねない科学技術としても利用されつつある。このような現代において、「持続可能な開発」という視点は将来の科学技術関係者にとって非常に重要である。本校がSSH特別枠で開発した「科学と技術」とESDを連携させることにより、価値判断ができる国際的な科学技術者の基礎的な力を育成することができる。

C. 知識・文化としての科学＝SSHカリキュラムの編成

国際的に活躍する理数に強い生徒を育てるには、前期中等教育段階では文理の区別なくバランスよく学び、後期中等教育段階で理数に絞り込みながら、より能力を伸ばす方針が最適だと考える。そのようなSSHカリキュラムを編成し、過去から蓄積されてきた知識・文化としての科学を身につけさせることで、国際交流の中で理数の力を伸ばす素地を培う。

以上を図示すると、次のようになる。



2-2 研究内容・方法

(1) 「サイエンス研究会」と ASPnet

本校が SSH に指定されてから創設した「サイエンス研究会」の、自然科学リテラシーを身につけた生徒たちは、3年間で下記のような各種の学会・科学コンテストで素晴らしい成果を上げることができた。これは、科学の1つの側面である「発見する方法としての科学」の力を、本校 SSH が育成できたことを示すものである。

- 「日本物理学会第3回 Jr.セッション」
最優秀賞(物理班)(07/03/27)
- 「第46回日本生体医工学会大会・高校生科学コンテスト」
最優秀賞(物理班)(07/04/26)
- 「全国 SSH 生徒研究発表会」
文部科学大臣奨励賞(最優秀賞)(物理班)(07/08/03)
- 「日本動物学会・高校生ポスターセッション」
優秀賞(生物班)(07/09/22)
- 「日本学生科学賞」
地方審査佳作(生物班)(07/10/04)
- 「JSEC(Japan Science & Engineering Challenge)」
JFE スチール賞(物理班)(07/12/02)
- 「日本学生科学賞(ICT 部門)」
科学技術政策担当大臣賞(物理班)(07/12/25)



3年間の SSH 研究を通じて、スーパーな生徒が育つか否かは、生徒の「発見する力」に大きく依存することが判明した。そして「発見する力」は、生徒同士が議論することによって養われることが明らかになりつつある。そこで、研究内容を次のように設定する。

① 目標

- 生徒の「発見する力」をさらに伸ばす
- 「発見する力」を伸ばす指導法を明らかにする

② プログラム

- ISSS(International Salon of Super Science student)の実施
 - ・ 海外先進校に出向き、実際に議論し、共同研究を行う
 - ・ 海外先進校で生徒の研究指導を行っている教師へのインタビュー等により、「発見する力」を伸ばす指導法を探る
- ビデオ会議の実施
 - ・ ビデオ会議システムを利用して、海外先進校の生徒と本校生徒の研究交流を行う
 - ・ ISSS で実施する共同研究の素地をつくる

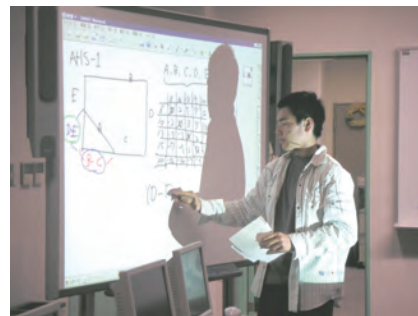
③ 詳細

「サイエンス研究会」の生徒の新しいものを作り出す力、「発見する力」をより伸ばすためには、海外に目を向けてより刺激を受けることが有効であると考えられる。そこで、ASPnet 加盟校である韓国の梨花女子大学附属高校(男女共学校)や Korea Science Academy(KSA)、Chonnam Science High School(CSH)と交流を行う計画である。その際、まずはテレビ会議システムでお互いの研究について紹介あい、質疑応答と議論を行う。このようなテレビ会議を事前に行うことで、それぞれがどのようなことに興味関心があるかを知り、研究内容を理解することができる。そして、研究に関して自分たちとは違う観点からの批判を受けることで、より研究が深まっていく。

4月から7月までテレビ会議システムでの交流を行い、夏休み中に韓国の梨花女子大学附属高校や KSA、CSH と本学の交流協定校である梨花女子大学を訪問し、1週間の研究交流を行う。そこでは、研究内容のプレゼンテーション、議論を行い、疑問点等ができた



きは、梨花女子大学附属高校や KSA の実験施設等を利用することで協力して解消していく。このための基礎として、奈良先端科学技術大学院大学(NAIST)外国人英語教師による科学英語の講座を複数回、集中講義的に開講して、英語でのプレゼンテーションや議論を行える力を育成する。9 月以降、再びテレビ会議システムで交流を行いつつ、それぞれの研究内容を深めていく。2 月には梨花女子大学附属高校や KSA、CSH が本校を訪れ、第 2 回目の研究交流を行う。この機会には、奈良女子大学の教員や大学院生と連携して双方の研究のまとめを行う。



本校は、ASPnet プログラムの一環として、SSH 重点枠の国際交流を行う。これは、本校 SSH 本体枠の計画に沿ったものであり、将来の科学技術の人材の素養育成にとっては、理数に特化した交流より効果があると考ええる。そして、普段から高校生どうして自分たちの興味・関心にしたがって研究を進め、議論をし、教員は適切なタイミングで指導・助言することが、著名な大学や研究所に数日間滞在して実験・観察を行うよりも、本当の科学の力、将来に伸びる力を育成すると考える。

(2) 「科学と技術」と ESD

SSH 特別枠の 2 年間の研究で、学校設定科目「科学と技術」(4 年 2 単位選択必修履修)のカリキュラム開発と実践を行ってきた。その概要は、下記の通りである。

■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。

■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)の教員が授業を行い、大学教員による最先端の内容の講義を取り入れる。

3 年間の SSH 研究を通じて、生徒と科学者が疑問や意見をぶつけ、議論することが、生徒を大きく成長させることが判明してきた。そこで、研究内容を次のように設定する。

① 目標

■科学技術と人のつながりについて考える力を養う

■科学技術において価値判断する力を養う指導法を明らかにする

② プログラム

■特別講義の実施(講師：東京大学大学院認知発達機械研究室スタッフ)

・筋電(筋肉に発生する電位)を利用して、人の意志とつながったロボットを作成する

・人とつながったロボットの応用を考え、議論する

■サイエンスカフェの実施

・特別講義の内容を受け、講師と生徒が人とロボットの関係を議論することを通じて、科学技術と人とのつながりのあり方を考えさせる

③ 詳細

「科学と技術」と特別講義、サイエンスカフェにより、科学の一側面である「応用としての科学技術」を、体系的に体験的に学び、科学技術について理解を深める。科学技術は、「できる、だから、やる」のか、「できる、しかし、やらない」のか、という価値判断を伴うものであり、人文社会学的な側面も非常に重要なものとなる。すなわち、「持続可能な開発のための教育(ESD)」の視点からの教育が必要となってくる。

「持続可能な開発」は、民主的で誰もが参加できる社会制度と、社会や環境への影響を考慮した経済制度を保障し、個々の文化の独自性を尊重しながら、公正で豊かな未来を創る営みである。様々な教育の場面において、この精神を生かしていくのであるが、これまでの ESD には科学的な側面が弱いように思われる。すなわち、論理性を持って社会のあり方、生活スタイルや基幹エネルギーのあり方などを検討する必要がある。そこで、「科学と技術」の授業を中心に、ESD における科学的・論理的側面を強化する。



逆に、「科学と技術」に ESD の理念を注入することで、生徒たちの学習がより広がりや深まりを増すことになる。

例えば、環境教育はややもすると、「環境教育＝ 道徳教育」となりがちである。初等教育段階ではそれも大切ではあるが、中等教育では道徳教育では不十分であり、科学技術や人文社会科学も重要となってくる。そこで、「科学と技術」でエネルギー・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。

未来のエネルギーとして風力が適切なのか、太陽光が適切なのか等について調査し、議論し、検討していく。それらの結果やデータをもとに、テレビ会議で梨花女子大学附属高校や KSA、CSH とそれぞれの国におけるエネルギー政策にも触れながら、研究交流を行う等が考えられる。

また、生徒たちがテーマを設定して研究者に依頼して、サイエンスカフェを行う。テレビ会議システムを活用して、このサイエンスカフェを梨花女子大学附属高校や KSA、CSH と協同体験することで、テーマと議論に国際的な広がりや深まりをもたらすことができる。

さらに、現在も「サイエンス研究会」物理班のメンバーが指導を受けている東京大学の松下光次郎氏が、4 月よりマサチューセッツ工科大学(MIT)に赴任されるのに伴い、テレビ会議システムを利用して継続して指導を受け、研究をまとめる際には MIT に赴いて実験を行う予定である。

以上のような学習・研究を通じて、科学的に、国際的に、多面的に「ESD＝未来をつくる教育」を実践し、“Think globally, Act locally”の理念を持ち、適切な価値判断と行動ができる生徒を育成する。



2-3 スケジュール(重点枠関連のみ)

■2008 年

- 4 月 梨花女子大学附属高校や KSA、CSH と打合せ
- 5 月 第 1 回テレビ会議
- 6 月 第 2 回テレビ会議、科学英語講座
- 7 月 第 3 回テレビ会議
- 8 月 全国 SSH 生徒研究発表会でのポスターセッション
NAIST 科学英語講座、梨花女子大学附属高校や KSA、CSH での研究交流
- 9 月 学園祭発表
- 10 月 第 4 回テレビ会議、科学英語講座
- 11 月 サイエンスカフェ
- 12 月 奈良 SSH コンソーシアム研究発表会
「JSEC」、「日本学生科学賞」への参加

■2009 年

- 1 月 第 5 回テレビ会議
- 2 月 梨花女子大学附属高校、KSA、CSH 来日、本校および奈良女子大学での研究交流
- 3 月 第 6 回テレビ会議、MIT 研修、まとめ、報告書

2-4 奈良女子大学(本学)教員・大学院生との連携

「サイエンス研究会」の生徒の研究指導や、「科学と技術」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、本学人間文化研究科(大学院)の学生を、「サイエンス研究会」の生徒の指導や、「科学と技術」の授業、サイエンスカフェ、テレビ会議の際のティーチングアシスタント(TA)として活用する。中等教育の生徒を指導することは、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。

2-5 検証・評価・成果の普及

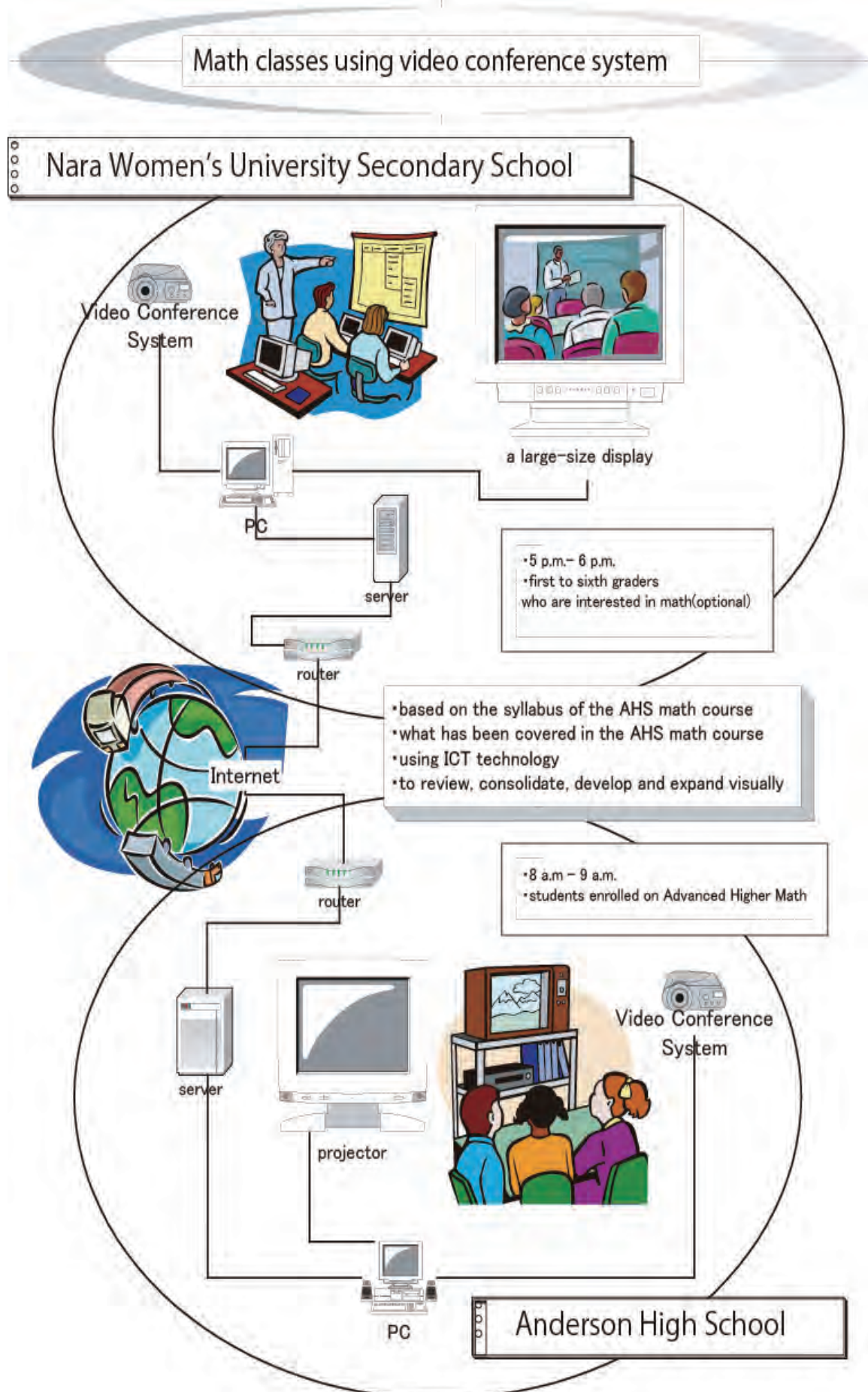
(1) プロジェクトの検証・評価

生徒の研究の評価は、研究を指導した本校と本学教員が評価する。また、サイエンス研究会の生徒へのアンケート・インタビューで、国際的な交流が生徒に与えた効果を検証・評価する。さらに、「JSEC」、「日本学生科学賞」等のコンテストや、各種学会へ参加し、評価を受ける。交流校には、アンケートでの評価を依頼する。

(2) 成果の普及

「サイエンス研究会」の生徒が、本学附属をはじめとする小学校・幼稚園を対象に、児童・生徒に科学の面白さを伝える「かがくのひろば」を実施することで、本プロジェクトの成果の普及を図る。

また、各種コンテスト・学会での発表を通じて、研究成果の普及を図る。



[資料 2] (本校 Web より)

ユネスコ世界遺産 ユース・フォーラム

2007年6月18日～23日、ニュージーランド、クライストチャーチに、アジア・太平洋地域の12カ国から30名の高校生が集まり、ユネスコ世界遺産ユース・フォーラムが開かれ、本校の5年生2名（上田貴美さん、福岡大祐君）が日本代表として参加しました。

メンバーは5つのサイトに別れ、それぞれ専門家から自然遺産、文化遺産についてお話を伺い、グループでディスカッションし、自分たちの提言を映像の形でまとめ、世界遺産委員会開会式で発表しました。



ロック・アートの専門家にインタビュー



DVD 編集作業



晩餐会にて、ユネスコ世界遺産センター長のフランチェスコ・バンダリン氏と、前ニュージーランド総督シルビア・カーtright氏と歓談



世界遺産委員会開会式でのプレゼンテーション

第2章 研究開発の内容

第1節 「台湾 ISSS」

2-1-1 台湾 ISSS

■ 目的

本校が SSH に指定されてから創設した「サイエンス研究会」は 4 年目を迎え、所属する生徒達は数々の功績を収めてきた。3 年間の SSH 研究を通じて、ハイタレントな生徒が育つか否かは、生徒の「発見する力」に大きく依存することが判明した。そして「発見する力」は、生徒同士が議論することによって養われることが明らかになりつつある。そこで、サイエンス研究会の生徒の、新しいものを作り出す力、「発見する力」をより伸ばすために、海外に目を向けてより刺激を受けるために、海外の同世代の生徒達との交流の場を設けることを目的とし、海外研修を行った。そして、この海外研修の大きな目的が生徒同士の語らいであるため、この研修のプログラム名を ISSS (International Salon of Super Science Student) と呼ぶことにした。

■ 実施までの流れ

ISSS の実施は、夏季休業中の 8 月に実施できるように、以下のような流れで進めていった。

5 月～6 月中旬	研修相手校の探索
6 月中旬	参加者募集
6 月下旬	参加者の選抜
7 月～8 月	参加者への事前指導
8 月 18 日(月)～22 日(金)	海外研修の実施

海外研修の相手校探索においては、研修内容の重点を「生徒同士の研究交流」としていたため、研究に取り組んでいる生徒がいる学校を見つけることに苦勞した。そのような中、台湾の公立女子高校である「高雄女子高級中学」との交流が実現した。台湾は 2006 年から日本の SSH 相当プロジェクト「台湾高瞻計画」を行っており、高雄女子高級中学はその指定を受け、生徒が活発に研究を行っている学校である。

参加者の募集においてはサイエンス研究会に所属している生徒に限定して行った。応募時に提出させた希望動機や日ごろの活動から、5 名（6 年生 1 人、4 年生 2 人、3 年生 1 人、2 年生 1 人）の生徒を選抜した。

今回の研修では、生徒自身の研究発表をし合うだけでなく、研究を通して互いに刺激を与え合えるように、実際にものを一緒に作り上げていく中で語り合えるような、ワークショップの開発を行った。

■ 台湾 ISSS の様子

台湾 ISSS は以下のようなプログラムで実施した。

8 月 18 日	移動
8 月 19 日	研究交流①（生徒研究発表会、本校企画のワークショップ）
8 月 20 日	研究交流②（相手校企画のワークショップ）
8 月 21 日	台湾国立自然科学館での研修

- 生徒研究発表会の様子

高雄女子高級中学から約 30 名（発表者 2 人×3 種類＋聴衆 25 名程）の参加があり、大きな講義室で発表会を行った。

高雄女子高級中学校の生徒研究発表テーマ(3 本)

Solar cell, Fuel cell, Morphology & Ethnology

本校の生徒研究発表テーマ（4 本）

Cubic Control, Robots, Photosynthesis, Utilization of Japanese deer dung



- ワークショップの様子

プラスチックピースを使った多面体の作成（高雄女子高級中学）

高雄女子高級中学の数学教諭指導によるワークショップ。決められたピースを使っていろいろな多面体を作成した。

ペットボトルを用いたロボットの作成（本校）

本校生徒指導によるワークショップ。ペットボトルをアームに見立て、ペットボトルのつなげ方を工夫することにより、いろいろなアームの動き方をするロボットを作成した。



2-1-2 台湾 ISSS 評価

■ 評価目的

台湾 ISSS (International Salon of Super Science students) は、ハイタレントな生徒らによる国際的な知的交流を通じて、生徒らの日頃の研究レベルを引き上げるとともに、国際感覚を成熟させる目的で実施した。本事業の目的を達することができたのかを生徒の生の声を拾うことで、評価する。

■ 実施概要

実施日	2008 年 10 月 23 日 (木)
対象	台湾 ISSS 参加生徒全員 (2 年 1 名、3 年 1 名、4 年 2 名、6 年 1 名 合計 5 名)
評価方法	座談会におけるインタビュー形式

■ インタビュー形式による評価について

昨年度の研究において、複数の生徒に対するインタビューを行い、生徒が発する生の声を通じて、SSH 事業全体の評価を試みた。その結果、通常の質問紙によるアンケートでは分かりにくい生徒の微妙な変化や感情を、話の流れに出てくるキーワードを通じて、具体性をもって読み取ることができた。そこで今年度は、台湾 ISSS などの個別の事業もこの形式で評価できないかと考え、実施するに至っている。

■ 実施結果

2008 年 10 月 29 日 (水) 奈良女子大学附属中等教育学校 物理準備室

参加生徒 6 年 A 4 年 B・C 3 年 D 2 年 E

参加教師 Y X Z

※ 以下の文章は、専門の業者を通じて、座談会を撮影したビデオからテープ起こしを行い、特に台湾 ISSS の目的に関連するキーワードを強調している。

教師 Y ISSS が終わり、約 2 カ月がたちましたが、皆さんは台湾に行つてどうでしたか。

生徒 B 一番印象が深かったのは、向こうへ行つて発表しなければいけないという、あの緊張感と、言ったときの向こうの人の反応のよさです。台湾の人は、やたら英語がうまくて、日本が台湾に負けている、自分ももっと頑張らなければいけないと思いました。台湾の街に原チャリが多かったことも印象に残っています。

教師 Y 英語のうまさですね。

生徒 E 一番印象が強かったのは、台湾全体を見て、日本より元気があると思いました。向こうの生徒さんも明るかったし、街の夜市を見ても、どこへ行つても、すごく活力がありました。初めての発表が台湾の高校でというプレッシャーもあったと思います。身の回りで自分たちの世話をしてくれた生徒さんたちに、いろいろフォローをしてもらって、すごく助けられました。

生徒 C 私は総合的に見て、台湾に行けてよかったと思います。その理由は向こうで、英語でプレゼンするという貴重なチャンスをいただいたことと、現地の先生・生徒とかなり仲良くなることができたからです。仲良くなるということは、どこの国に行つてもとても大事なことだと思うので、私は ISSS の交流はよかったと思っています。

生徒 D ぼくは、今回の台湾の学校交流で初めてプレゼンをしましたが、いつも使い慣れていない英語でやることもあって緊張もあるし、いろいろな不安要素がありました。かなり大変でしたが、日本でしっかり練習しましたし、相手の学校の聞く態度がとてもいい雰囲気で、とても話しやすかったです。日本の学校も見習うべき姿勢だなと思いました。今回行ったワークショップでは、台湾の生徒たちが、まずみんなで話し合つて、計画を組んでから何事もスタートするのを見て、これも見習うべきだと思いました。そういうことを学べたので、

とてもいい機会だったと思います。

生徒 A 台湾に行って思ったのは、とにかくスケールが大きいことです。学校もすごく広いし、生徒の数もケタが違うほど多いし、それでいて質が高いし、活気がありました。日本は全般的にチマチマやっている感じがしますが、台湾は、一手に集中して大きなことをやっている感じがして、すごいなと思いました。

教師 Y 行ったあとの印象は何か違いましたか。

生徒 B 想像していたよりも向こうの人がみんなフレンドリーだったので、最初に思っていたより楽に日常会話程度は話せるようになりました。

教師 Y 今回、向こうの人と交流できて、ぼくが一番よかったと思ったのは、ほとんど同じ学年同士で、全然違う国で言葉も違うけど、共通のことをいろいろ話し合って、一つのものができたことが、感動的で美しいなと思いました。そういう美しさを感じましたか。

生徒 D はい、感じました。

生徒 B もうひとつ、ワークショップというのは、うけなければ面白くないと思います。生物であれをやると、説明が長くなって、みんな、よくわからないで終わる可能性が高いので、絶対失敗したと思いますが、今回のロボットづくりは、仕組みとしては簡単なので、成功したとぼくは思いました。

教師 Y 手順などがシンプルだったのですね。

生徒 C 私も国松くんと同じ考えです。今回のワークショップに私は携わっていませんでしたが、班の中で話し合っ

て一つのものを作るというのは、とてもいいなと思いました。たしかに生物でやると、よくわからないということになって、最終的には何をやったかわからないという状況になると思いますが、ロボットだからそれができたのだと思います。班のメンバーがちゃんと話し合って、1個のロボットを作り上げるに至るプロセスが楽しくていいなと思いました。今回、物をつかむというテーマでロボットづくりをしました

が、つかむという動きに指定がなかった

ので、ある班ではペットボトルの中からペンがガサガサと出てきて、すごくユニークで、私なら絶対浮かばないなと思いました。

教師 Y その発想力が、見ていてとても面白かったのですね。物理班はロボットづくりについて、どう感じましたか。

生徒 A アームロボットといって、腕のロボットを作った班があっ

て、すごいなと思いました。

生徒 D ユニークなロボットを作ってくれて、物理班の今後の研究のちょっとしたアイデアをたくさんもらいました。とてもいい経験になりました。

教師 Y 今回の研究発表でもワークショップでも、英語という一つの壁があっ

たとぼくは思っていますが、それについて、行く前のイメージと行った後のイメージ、あるいは、どうい

うことを勉強して役に立ったなどあれば話してみてください。

生徒 D 最初は科学だから難しい英語も使うのかなと思っていましたが、はっきり言って、難しい言葉を使っ

たほうが伝わりにくくて、イメージでもいいから、とりあえず簡単な言葉で伝えることが重要

だと思いました。

生徒 B 台湾の人はとても日本人的な顔をしていて、そういう人がいきなり英語を話

しだしたことに、強烈な印象を受けました。

生徒 E ぼくは、今回の行事で一番心配だったのは英語でした。自分は英語が話せないと思って

いましたが、向こうの学校に着いて、とても日本語の上手な人がいて、その人を通じてコミュニケーションをと

ることができたので助かりました。英語で話すと伝わりにくいなと思って、結局は日本語で話していたので、今後、直したいなと思っています。

生徒 C 英語でプレゼンするのだから、ちょっと難しい単語入りのプレゼンをすると思

っていたのですが、スティーブン・ニシダ先生に「そんな難しい単語は使うな」と

言われました。F先輩がすごく英語が話せていたので、尋ねてみると、簡単な英語を

とりあえず積み重ねることが大事で、自分の言いたいことの70%しか通じ

なくても、どんどん重ねていけば100%に近くなると言われていました。その話を聞いて、簡単な英語を

とりあえず積み重ねていって、それでも伝わらなければ、手振り身振りを交えて伝えれば

いいじゃないかと思うよ

うになってきました。今回、台湾でプレゼンしたときも、簡単な英語を使うように心掛けました。台湾に住んでいる方たちの英語のニュアンスが、日本で使っている英語のニュアンスとよく似ていたことにも、ちょっと助けられました。

生徒 A 正直言って、英語力では敗北しました。ただ、私は物を作っているのだから、物を見せて動かした瞬間に歓声が上がると「言葉はなくても通じるやん」と思って、それに助けられた感じです。日常的な英語をもっと勉強したいです。

教師 C 生徒 C さんが言ったことはすごく大事なことで、結局、自分がわかっている言葉でないと、本当の言葉として相手に伝わらないと思うのですね。自分がわかっている言葉でなんとか説明しようとしたほうが、はるかに相手に伝わるのだなということ、あなたたちを見ていて、私も今回再確認しました。言語活動とは言えないかもしれませんが、コミュニケーションやプレゼンテーションでは、物を見せることも一つの有効な手段なのですね。自分の言葉でやさしく伝えることは、日本語でも英語でも、基本は同じことだろうなと見ていて思いました。

教師 Y 今後、自分たちの後輩のために同じようなプロジェクトが立ち上がったとしたら、後輩に対して薦められますか。

生徒 A 今回のようなプレゼンは、めったにできることではないし、自分 1 人でできることではないと思います。何かに向けて一生懸命頑張る機会という意味では、とてもいいと思います。

生徒 D グローバルクラスルームと違って、このプロジェクトは学校を通じて日ごろやっていることを英語で発表することが目的なので、そういう経験は必要だと考えているので、ぼくは今後もこういうプロジェクトを立ち上げたほうがいいと思います。ただ、時間はたくさん取られますね。

生徒 E 暇のある人にはお勧めしたいです。英語で交流し異国の文化を知って違う国の生徒とコミュニケーションをとって仲良くなることは、自分にとってとてもいい経験だったので、後輩にも同じような経験をしてほしいと思います。

生徒 B 生徒 D くんと同じで、もう一つの学校国際交流と違って、このプロジェクトは自分たちがプレゼンしてワークショップをして主張する能力を磨くことができるので、今後も続けたほうがいいと思います。今回思ったのが、台湾の人で日本語が上手な人がいて、それに頼ってしまったところがあるので、本当に英語の才能を伸ばしたいと思ったら、違うところに行ったほうがいいと思いました。

生徒 C この ISSS のプランをできることなら後輩に引き継いでほしいと思います。今、生物班は誰がどんな研究をやっているのか把握できていませんが、この研究によって、プレゼンするチャンスを得られ、かつ、それを成しえたという達成感は、かなり大きいと思います。私も、日本語が通じることに、やはり最初は抵抗がありました。日本語が通じるのなら、英語の訓練は必要なかったのではとも思いました。可能ならば、生徒 B の言うように、遠くの国に行って英語の才能を伸ばすほうがいいなと思います。みんなで一つのことを考えて結論を出すというプロセスに、美しい、楽しい、うれしいという要素があるので、この ISSS、サイエンスというテーマでみんなチームを組んで行ったということは、かなり大きな意義があったと思います。

教師 Z 時間をかけて自分が得られたものは何ですか。

生徒 D 自信。

生徒 E 達成する喜び。

生徒 A 経験と感覚。

生徒 C コミュニケーション能力の高まり。

生徒 B 自分の能力を知ることができました。

教師 X 今回の経験が、今後どう役だっていくか、具体的なイメージがありますか。

生徒 A 英語を話す自信がついたことで、外国人に対する恐怖感が減って、いろいろな取り組みをしやすくなった感じがします。

生徒 D このプロジェクトを達成したことによって得た自信というものは、今後何かをやるうえでは、かなり

強い武器になると思います。それを得たことは、とてもよかったと思います。

生徒 C 今後、私はできることなら大学の研究室に入りたいと思っているのですが、そういうプレゼンをするときに簡単な言葉で物事を説明するというのは、かなり大事な武器になると思います。

生徒 B もし世界に出て働かなければいけないときがきたら、そのときまでに自分は何ができるようになっていなければいけないかというのが、今回再確認できたと思います。

生徒 E 英語で話すにしろ、日本語で話すにしろ、ちゃんと落ち着いて話したりコミュニケーションをとったりすることが重要だということが得られたことは、ぼくには大きかったですし、大きな自信につながりました。

教師 X 台湾では、何に対して活気があると思いましたか。

生徒 D 人数の多さ、建物や設備のよさでしょうか。

生徒 E 数学の課題で興福寺を観光している外国人の方にアンケートを採ると、温かく回答してくれましたが、日本人の旅行者は、ゆっくり旅行していた人が「すいません、急いでいるので」と消極的でした。そういうところは、国民性と言えるかもしれませんね。

教師 Z 今後、あなたたちが国際舞台に立とうとするうえで、一つの課題にしてほしいのですが、ぜひ英語でケンカをしてほしいのです。理論的なケンカ、まさにディスカッションです。徹底的に、自分はここはゆずれないという考え方が、今後必ず出てくると思います。そのときに、どう自分が自説を持って臨めるかが、とても大事なことなのです。そういう体験ができるようになっていくと、さらにひと回り、ふた回り大きくなるのではないかなと思いました。(終了)

■ 考察

生徒が発した生の表現から、台湾 ISSS の目的に関係するキーワードを抜き出していくと、この事業が生徒に良い方向に影響したことが読み取れる。以下に要素ごとにその影響を列挙する。

① 英語に関して

- ・ コミュニケーションに必要な英語は簡単でも良い。難しい英単語を用いるより、自分が理解している内容で話した方が通じる。身振り手振りも有効である。
- ・ サイエンスというフィールドであれば、難しい会話をしなくてもモノで理解し合える。
- ・ 英語のプレゼンテーションに難しさはあったが、達成感は大きな自信になった。

② 共同作業に関して

- ・ 国や文化が違ってても、何か一つのことを共に一生懸命やる機会は、非常に楽しさを感じる。
- ・ 国内で行うのと同じで、自分にはないアイデアなどを発見することができて楽しいし、勉強になる。

③ 全体に関して

- ・ 今後、国際舞台で仕事する場合に必要な自分のスキルなどを実感することができた。
- ・ 大変だけれども、得られるものが大きい。ぜひ後輩にも引き継いでやってほしい。

■ まとめ

台湾 ISSS は、本校で初めての SSH 研究に関する海外研修であった。国や文化を超えた生徒同士の知的交流を通じて科学レベルの向上を目的としたが、それは生徒らの言葉にも表れているように、大きな成功を収めたと考えられる。参加した生徒は、その後一層、日頃の科学研究活動に取り組むようになった。今回のエキサイティングな経験が、生徒の学びのモチベーションを向上させたと言えよう。また、ポスターを英語でつくるなど、言語の違いに対する垣根を下げることに成功したと思われる。

これらの結果を受けて、今後も ISSS は継続していきたいと考えている。

第2節 「テレビ会議」

■ 研究内容

「サイエンス研究会」の生徒の新しいものを作り出す力、「発見する力」を伸ばすため、海外に目を向けてより刺激を受けることが有効であると考え。海外の学校と交流する際、まずはテレビ会議システムでお互いの研究について紹介しあい、質疑応答と議論を行う。このようなテレビ会議を事前に行うことで、それぞれがどのようなことに興味・関心があるかを知り、研究内容を理解することができる。そして、研究に関して自分たちとは違う観点からの意見を受けることで、より研究が深まっていくと考える。

なお本校では、昨年度まで数学的リテラシーの育成のため、シェットランドの Anderson High School (AHS) とのテレビ会議を行っていた。

■ 事前の打合せ

本校は、2006 年度にユネスコ協同学校プロジェクト (ASPnet) に加盟した。そこで、同じ ASPnet 加盟校である韓国の Korea Science Academy (KSA) と交渉をもち、交流について快諾していただいた。その後、本校英語科の協力のもと数回にわたりメールでのやりとりを行い、下記の予定でテレビ会議を行うこととなった。

- 5 月 第 1 回テレビ会議 (各校の研究内容の紹介)
- 6 月 各校の研究内容について、それぞれ 15 分程度のビデオを作成し、交換
- 7 月 第 2 回テレビ会議 (各校の研究内容についての意見交換)

なお、8 月以降については、交流を進めていきながら予定を立てる計画であった。

■ 第 1 回テレビ会議について

日 時	平成 20 年 5 月 2 日 (水) 17:00~18:00
場 所	本校 PC1 教室
対象生徒	サイエンス研究会の生徒
参加人数	本校：生徒 13 名 (物理班 8 名、生物班 4 名、数学班 1 名)、教師 6 名 KSA：生徒 9 名、教師 2 名
構 成	①自己紹介 ②本校サイエンス研究会の生徒による研究内容の紹介 ③KSA の生徒による研究内容の紹介 ④それぞれの研究に対する質疑応答

内容

- ①自己紹介
- ②本校サイエンス研究会の生徒による研究内容の紹介
 - ・ 5 年物理班：「電動車いすの開発」
 - ・ 5 年物理班：「筋電位計測システムの開発とその応用」
 - ・ 6 年物理班：「Cubic Controller の開発」
- ③KSA の生徒による研究内容の紹介
 - ・ 生物分野と化学分野について研究中
- ④それぞれの研究に対する質疑応答

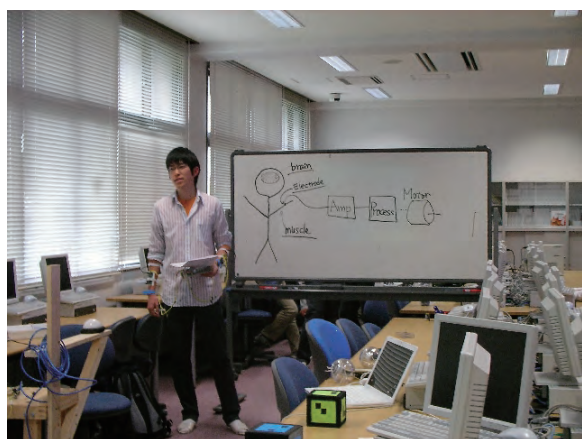
■ 第1回テレビ会議のようす



自己紹介



研究内容の紹介(「電動車いすの開発」)



研究内容の紹介(「筋電位計測システム」)



本校の説明を聞いている KSA の生徒

■ その後の交流について

5月の第1回テレビ会議終了後、本校から KSA と何度かメールによる交渉を行ったが、KSA からまったく連絡がなく、交渉が途絶えてしまった。そこで、急遽「サイエンス研究会」物理班のメンバーが指導を受けているマサチューセッツ工科大学 (MIT) の松下光次郎氏に連絡をとったところ、テレビ会議による交流に快諾していただいた。現在、第1回目の交流を1月中に行うことを目標に準備を進めている。

■ 担当者所見

テレビ会議に参加した生徒のなかには、国内の研究発表会に何度も出場し、優秀な成績をおさめている生徒もいる。しかし、今回の交流のように、自分の研究内容を英語で説明し、英語で質疑応答をする機会は初めてであった。これから、国内だけでなく海外の研究発表会にも目を向けている彼らにとって、今回の交流はよい刺激になったと思われる。ただ、反省点として事前の打合せについては、言葉の違いや文化の違い、また政治的な面からこちらの計画通りにいかなかったことが挙げられる。

第3節 科学英語講座

■ 実施概要

テーマ：科学に関する内容の、プレゼンテーションとコミュニケーションの実践指導

日 時	平成 20 年 7 月 23 日(水)～25 日(金) 9:30～12:30
場 所	NAIST(奈良先端科学技術大学院大学)
講 師	Ian Smith(バイオサイエンス研究科英語教授) Steven Nishida(物質創成科学研究科英語教授)
参加人数	本校生徒 8 名(2 年 1 名、3 年 1 名、4 年 2 名、5 年 3 名、6 年 1 名) 他校生徒 2 名(奈良高校 2 年 1 名、西大和高校 2 年 1 名)、本校引率教員(各日 1 名)
構 成	ワークショップ

■ 講座内容

Warming up : Performance-based activities

Breathing and stretching → To get the nerves out and the blood flowing

Greeting and eye contact activity → Float around the space, make eye contact when you pass, and say “Hello!”

Names and personalities → Make a nickname to describe your character using an *adjective* with the same first letter as your first name, then repeat eye contact activity saying, “**S**uper Steven!” “**T**errible Takahiro!” etc.

Introduction of Course

Let’s look at examples of *good* and *not so good* presenters

Textbook introduction

- Distribute textbook handout(from Speaking of Speech, Macmillan Language House).
- Use textbook handout as main focus of first day, but always be ready to adapt the curriculum based on student ability and any special needs.
- Key points covered on the first day is : *posture, eye contact, gestures, voice, volume, inflection.*

General Teaching Outline

- We stress the importance of all three presentation areas : the *Physical Message*, *Story Message*, and *Visual Message*.
- We work mainly on the *Physical Message* in most of this intensive workshop, especially on the first day(July 23rd).
- Students deliver their own speeches on the second day(July 24th), with plenty of time for feedback from Steven and other teachers in attendance. Being positive and encouraging is very important in the feedback process.
- Some discussion of the *Story Message* and the *Visual Message* are carried out on the third day(July 25th).
- To study the whole textbook, we work through the key points, getting students out of their seats as often as possible for maximum Total Physical Response Effect(TPR).

■ 講義の様子



■ 担当者所見

いずれの日も、ワークショップは体をほぐす“ウォーミング・アップ”から始まった。深呼吸とストレッチ、アイ・コンタクトに気をつけさせる挨拶と自己紹介などにより、心と体の準備を促す。

良いプレゼンテーションに必要なことは何か。このことをテキストからだけではなく、実例のビデオや実演を通して、実感できるようなプログラムであった。姿勢・視線・しぐさ・声の大きさと抑揚、講師はスピーチをまず体全体で表現することに留意させ、それぞれのポイントに気をつけながら受講者は実際に練習した。言語が英語であろうと日本語であろうと共通する点は多く、大いに参考になる。

プレゼンテーションの3観点、「発表者の表現から伝わるもの」「話の組み立て」「説明を引き立たせるビジュアル資料の提示」はいずれも大切なことだが、前掲のアウトラインにあるとおり、今回のワークショップでは特に1点目の“*Physical Message*”に力点を置いた指導がされていた。「科学英語」のスキルアップに集まった生徒たちではあるが、学年の広がりもあり、語彙や提示の技術には個人差が大きい。とりあえず発表内容に関係しない、プレゼンテーションの基本的な態度を押さえさせるということで、確かに指導の重点は適切であったように思う。

2日目には、各自が用意してきた科学的な研究内容の発表を参加者全員にさせ、聴いた感想を生徒一人一人に尋ね、講師からはさまざまな観点からのアドバイスがなされた。すべてが英語で行われるため、特に低学年の参加者には厳しい面もあったに違いない。しかし、単なる座学にならぬようにし、できる限り体で体得させたことで、参加生徒たちの勉強になったことは多いだろう。

第4節 サイエンスカフェ

■ 実施概要

テーマ：ロボット研究の最前線と実際

日 時	平成 20 年 6 月 14 日(土) 12:00～16:30
場 所	本校 食堂
ゲスト	松下光次郎 【米国】 Robot Locomotion Group (Prof. Russ Tedrake) Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory (CSAIL) Massachusetts Institute of Technology (MIT). 【日本】 東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学専攻 知能システム部門（新井・横井・太田研究室） 認知発達機械研究室（横井研究室）
参加人数	本校生徒 17 名(4 年「科学と技術」選択生徒)
構成	① ゲストの紹介 ② ゲストからの研究の紹介 ③ 紹介された研究をもとにしたテーブルトーク、ロボットの体験 ④ 全体のまとめ

■ 実施内容

松下光次郎先生をゲストとしてお迎えし、ロボット開発についての研究の様子をお話しいただき、生徒は実際に研究課題として使用されているロボットを手に取り、操作しながら、ロボット研究に対する認識を深めていった。ここでは気軽に発言できる場の雰囲気作りから始まり、生徒が同じ目線で科学者と向き合い、意見を言い合い、科学について語り合う「サイエンスカフェ」という形態を試行した。講演をもとに、生徒は他の参加者やゲストを交えてこれからのロボット研究について語り合った。

ゲストから提供された話題は以下の通りである。

○「ロボット開発」

現在のロボット開発の現状やこれからの方向性などについて最新の研究事例を紹介していただいた。H8 マイコンキットとペットボトルを利用した歩行ロボットやアームロボットの実践の様子、またマイコンロボットを実際に操作し、簡単な制御から生み出される複雑なロボットの動きについて学んだ。

○「研究生活」

アメリカをベースに研究活動を行われているゲストに、実際の研究者の生活について語っていただいた。

○「サイボーグ技術」

筋電位を測定し、ロボットアームを実際に操作し、義手、義足といった研究課題への入口を学んだ。生徒はオシロスコープを操作し、自身の筋電位の動きを見ながら、接続されたロボットアームを操作した。

■ サイエンスカフェの様子



■ 担当者所見

科学者と一般市民が、コーヒーカップを片手に科学について気軽に語り合う場の設定「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、それは大学や企業が主導の市民講座的なものであったり、異業種間交流が目的であったりと社会人を対象としたものであり、中等教育期の生徒の参加を主眼においたものではない。中等教育学校の新たな授業形態としてサイエンスカフェに取り組むことは、最新の科学的知識を得る手段の一つというだけに留まらず、参加姿勢の構築や学び方の自己運営、また出来上がった科学・技術のみならず、研究者という人間と向き合うことができるという点で、大いに意義のあることであった。

生徒はコーディネート、司会、記録、セッティングの各班に別れ、ゲストとして招く研究者との内容の交渉から会場設営までの一切を担当した。講演会とは違う和やかな雰囲気の中で、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といった単位で科学的な話題に向き合った。今まで全く知らなかった分野や知識について、与えられるだけでなく自らの考えを述べ、全く違う立場から発せられる発言を受け止めた。そういった取り組みによって、自らが関わりを持ち、知識をより深めながら、豊かな科学的発想へとつながった。一方で、これらの取り組みはゲストに招かれる者にとっても、中等教育段階の生徒に研究に対する疑問（あるいは懷疑）や意見を率直に述べられる機会を得ることができ、研究を振り返る一助となることであろう。これからの社会を築く生徒が、科学的な研究に対し意見をぶつけ合える場を設定することは、知識獲得や興味喚起に非常に意義のあることであった。

第5節 MIT 研修

■ 実施概要

日 時	2009 年 3 月 2 日(月)～8 日 (日)
場 所	アメリカ・マサチューセッツ州 マサチューセッツ工科大学(MIT)、ハーバード大学、MBL 他
講 師	MIT Robotics 研究室 松下光次郎 他
参加人数	生徒 4 名 (3 年 2 名、4 年 1 名、5 年 1 名)、引率教員 3 名
構 成	1.研究発表(口頭発表・ポスター発表) 2.大学および博物館見学

■ 目的

アメリカ・MIT での研究発表や大学・博物館の見学を通じて、国際的なロボット研究の最前線を学び、海外の大学の雰囲気を感じ、研究分野を含めた視野を広げる。

■ 日程

2009 年 3 月

2 日 (月) 16:30 関西空港発ー(サンフランシスコ経由)ー22:25 ボストン空港着

3 日 (火) MBL 海洋生物学研究所見学、リバー・フロント地区見学

4 日 (水) MIT における「第二回若手研究者ワークショップ」に口頭発表およびポスター発表参加

5 日 (木) MIT の研究室見学および MIT 博物館見学

6 日 (金) ハーバード大学キャンパスツアー参加、ボストン科学博物館見学

日本人研究者と懇談会

7 日 (土) 6:13 ボストン空港発ー(サンフランシスコ経由)

8 日 (日) 16:35 関西空港着

■ 主な内容と背景

「若手研究者ワークショップ」は、MIT の松下光次郎研究員が発起人となり、日本、アメリカ、ヨーロッパにおける生体ロボット研究を中心とした若手研究員を集め、各々の研究状況や問題点を発表しあうことで、人の交流と情報の流通を行い、知的な底上げをねらった草の根的な活動である。日本からは東京大学が参加する。

生体ロボットは、筑波大学の HAL のように、筋肉電位など生体信号を利用して人間をアシストするものもあれば、大阪大学の知能ロボットのように、人間の表情や動作を詳細に実現するものもあり、その種類や内容は多岐に渡る。その完成度は近年急速に増しており、アメリカではすでに軍事利用まで検討されている。

こうした背景に刺激されて、昨年度、本校のサイエンス研究会物理班における生徒研究のひとつに、生体ロボットが立ち上がった。皮膚の表面に漏れている筋肉電位をマイクロコンピュータが認識できる程度まで増幅し、これをコントローラとしてモータを動かそうというシンプルな研究である。しかし、普通高校の生徒にとって数 μV レベルの微小信号を 10 万倍程度まで増幅する方法は極めて難しく、指導する本校教師にとっても至難であった。そこで、生徒と顧問教諭共に、当時東京大学の研究員であった松下光次郎氏に筋肉電位の増幅方法を師事したことから、同氏とのつきあいが始まった。

その後、生徒は指導を受けた増幅装置を利用して、いくつかのアプリケーションを開発し、ある程度の研究成果を挙げることができた。今回の MIT における「若手研究者ワークショップ」では、これらの成果を発表する。

■ 本事業の特徴と国際連携のあり方について

工学分野では世界のトップを走り続けるアメリカの MIT で、しかも各国で精力的に研究している気鋭の若手研究者の面前で研究発表させるという機会は、これまでに本校が行った SSH 事業の中でも、特筆すべき影響を生徒に与えると思われる。見学などの受け身的な活動だけになりがちな高校生の国際交流において、SSH の成果を海外の研究者に発信するという積極的な活動を研修に取り入れられた点が、本事業の最大の特徴である。

しかし、これが可能になったのは、SSH やそれ以外で、本校の教師集団による粘り強い指導と、指導を受ける側のたゆまぬ努力によって、ようやく「研究成果」という語るべき「ことば」を生徒が身につけたからに他ならない。語る「ことば」がなければ、海外に赴いても、大学や研究施設、博物館の見学や講演を座して聞くだけであり、せいぜいお国紹介や学校紹介をして終わりである。一方で、海外、特にアメリカの科学研究者は、総じて議論好きである。海外で知的に得るものがあるとすれば、こうした人とのぶつかり合いと相互理解であろう。しかし、「ことば」を持たない生徒が研究者と研究内容で激しく議論するなど期待するだけ無駄である。残るのは、外国に行った、英語を使ったという満足感だけになりかねない。事実、こうした危惧は、別項で報告した台湾 ISSS においても、参加した生徒によって語られている。

SSH における国際連携（交流ではない！）は、単なる見学ツアーではなく、科学を共通テーマとした国際的な人のつながりを目指に掲げているはずである。つまり、この成功は、生徒が語る科学の「ことば」の上にしか成立し得ない。科学の「ことば」は、日頃の教育活動によって紡がれ、熟成される。だからこそ、国際連携はサイエンス研究会のような日常的で地道な活動の延長線上に存在すべきである。今年度の本事業や台湾 ISSS が、その主旨でプランニングできたことは、生徒の研究活動を指導し、国際連携の各事業を企画した者として非常に満足している。

しかし今後、本校がこの路線で国際連携を実施できるかどうかは、生徒次第であり、本校の教育次第である。なぜなら、何度も言うように生徒の成長なくして国際連携などあり得ないからである。この原則から逸脱するとき、国際連携が日頃の教育活動から完全に浮いた打ち上げ花火的存在、もう少し過激に言えば、数百万円の税金をかけた壮大な「連携ごっこ」になるのは確実である。もはや海外に行くだけで「国際」を名乗る時代ではない。誇れる「研究成果」など、生徒に科学の「ことば」を身につけさせることなしに、国際連携などあり得ない。ここに自戒を込めつつ、今後の国際連携のあり方に警鐘を鳴らしたい。

■ 成果と課題等

本稿執筆時において、本事業は未実施である。従って、成果と課題等については来年度の実施報告書で報告する予定である。

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、今年度の第 1 回運営指導委員会とした。第 2 回および第 3 回の運営指導委員会は、下記の通りに実施した。

■ 第 2 回運営指導委員会実施概要

SSH において継続的に取り組んできた、理科および数学のカリキュラム開発の現状を報告すると共に、今年度の重点課題である国際連携に関する事業の報告を行った。カリキュラムに関しては、特に評価方法に関する意見が交わされた。また、国際連携に関しては、英語によるコミュニケーションの大切さについて意見が交わされた。

日 時	2008 年 12 月 5 日（金） 15:00 ～ 17:30
場 所	本校会議室
参加者	本校；副校長 2 名、教頭、理科、数学科および生活科学関係教員、教育課程委員（本校教員） 運営指導委員：森本弘一（奈良教育大学）、吉田明史（奈良教育大学）、小林 毅（奈良女子大学）、塚原敬一（奈良女子大学）、上野健爾（京都大学）、丹羽雅子（奈良女子大学）
構 成	① 本年度の概要説明 ② 台湾 ISSS の報告と成果 ③ リテラシーの評価テスト/分析と考察 ④ インタビュー評価 ⑤ 運営指導委員からの助言

（１）カリキュラムに関する運営指導委員の意見

- ・ 理科の評価テストの実施前に「予想正答率」を設定したのは非常に良かった。
- ・ 理科は、問題を解く楽しさと、問題を見つけるおもしろさがある。学校教育では前者しかない場合が多い。後者をプロセス 3 として授業に取り組んでいく姿勢は非常に野心的で良い。ただし、仮説の立案に疑問から検証可能な問題に変換していく作業は、その因果関係・疑問の構造化が必要となり、非常に高度である。疑問と問題をはっきり分けて教育する必要がある。
- ・ 数学カリキュラムを分析するために必要な観点を求める前に、まずは何を数学リテラシーとして定義するかを数学教員でしっかり議論して、定義すべきである。そこから派生する因子が、分析に必要な観点になる。

（２）国際連携に関する運営指導委員の意見

- ・ 生徒がもっていた英語に対する恐怖感が和らいだという点は、評価できる。しかし、国際学会における日本人の英語力の低さは目に余るものがある。コミュニケーションに必要な英語力は毎日のトレーニングが必要である。国際連携を標榜するなら、この力のたゆまない育成は、セットであって欲しい。
- ・ ビデオでも生徒が語っていたが、参加したサイエンス研究会のメンバーは、それぞれに研究成果を持っている。そうした生徒が参加したからこそ、成功したと思う。

■ 第3回運営指導委員会実施概要

今年度のSSH重点枠研究である「国際連携」の一環として、韓国教員と本校教員、運営指導委員、奈良県教育委員とで研修交流をし、「スーパーな」生徒の育成について研究発表及び意見交換をした。日本と韓国相互にとって、非常に刺激があり学びの多い会であった。

日 時	2009年1月30日（金） 13:00 ～ 17:00
場 所	本校多目的ホール
参加者	本校；副校長2名、教頭、理科、数学科教員、教育課程委員(本校教員) 韓国；高校教員20名、教育委員会2名、大学関係者3名 運営指導委員；重松敬一（奈良教育大学）、吉田明史（奈良教育大学）、小林 毅（奈良女子大学） 本学教員；植野洋志（奈良女子大学） 奈良県教育委員会
構 成	① 開会挨拶 ② セミナー 韓国の英才教育・日本のSSH概要と本校SSHの特色（質疑応答・休憩） 韓国の英才教育の実際・SSHサイエンス研究会の指導 全体討議・指導助言 ③ 校内見学およびSSHサイエンス研究会の生徒活動の見学 ④ 閉会挨拶

(1) 運営指導委員および本学教員のコメント

- ・ 韓国の科学学校と本校のSSH活動には共通性があると感じた。生徒は、すぐに正しい結果を求める傾向がある。しかし、そこをあえて「どういう結果になるんだろうな？」「どうして失敗したんだろう？」などと、考えさせる教育活動を評価したい。
- ・ 高等学校においては、韓国の教育方針と日本の教育方針の違いを感じた。韓国は国を挙げてひとつの方向に向かう科学教育であり、日本は学校ごとの特色を生かした科学教育となっている。
- ・ 100年に一人の逸材を生み出し、その人が世の中を変えていくこともありえると思う。日本と韓国のどちらが良いというわけではなく、互いに良い部分を取り入れて、よりよい教育を目指していくことが大切であろう。
- ・ 生活科学と呼ばれる科目がスタートしている。これは、第2のニュートンを作りたいという目的に沿っている。このような学年の壁を越えた教育活動にも本校は参加していることを大切にしていきたい。

(2) 韓国教員のコメント

- ・ 日本のSSHの取り組みや、エネルギッシュな理科の先生の話聞くことができ、非常に参考になった。今はグローバルな社会に対応できる生徒を育成しなくてはならない。そのためには、まずは教師がグローバルな社会に対応できる人物に成長する必要がある。
- ・ こうした研修会が、互いに及ぼす刺激は大きいと思う。今後もぜひ交流を続けていきたい。韓国でも理科嫌いは顕著な問題である。そのために国をあげて対策を練っているが、対策が見つからないのが現状である。こうした交流が、その打開策を得るひとつのヒントになれば良いと考えている。今度はぜひ、韓国に来て韓国の現状を見て欲しいと思う。

なお、第4回運営指導委員会を2009年2月21日（土）の本校公開研究会において開催した。

平成20年度教育課程表

奈良女子大学附属中等教育学校

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					古典(2)	古典(2)	古典(2)	古典(2)					
3													
4													
5	社会・地理 (3)	社会・歴史 (3)	現代社会 (2)	現代社会(2)	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)					
6			現代史 (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)							
7													
8	基礎数学Ⅰ (4)	基礎数学Ⅱ (4)	代数・幾何Ⅰ (2)	現代史(2)	日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) *(3)	化学Ⅰ(3)	世界史B(3) 政治・経済(3) △(0)or(3)	化学Ⅱ(4) △(0)or(4)					
9									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)	化学Ⅰ(3) 生物Ⅰ(3) 地学Ⅰ(3) △0or(3)	
10													
11	探究数学(1)	探究数学(1)	解析Ⅰ (3)	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)	化学Ⅰ(3) 生物Ⅰ(3) 地学Ⅰ(3) △0or(3)	物理Ⅱ(4) 生物Ⅱ(4) △(0)or(4)					
12	基礎理科Ⅰ (3) TA	基礎理科Ⅱ (4)	自然探究Ⅰ 地球環境 (4)						解析Ⅱ(2)				
13													
14													
15	音楽(2)	音楽(2)	自然探究Ⅱ ・物質とエネルギー ・生命科学 (4)	解析Ⅲ(3) 総合数学Ⅰ(3) *(3)	代数・幾何Ⅲ(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)	代数幾何Ⅳ・ Ⅳ特論(3) △(0)or(3)						
16								美術(2)	生活デザイン(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)		
17													
18	工創基礎1 生活基礎1 (3)	工創基礎2 生活基礎2 (2)	技術総合 家庭総合 (2)	家庭総合(2)	Reading(2) △(0)or(2)	Reading(2) △(0)or(2)	発展古文(2) 基礎古文(2) △(0)or(2)	解析Ⅳ・ Ⅳ特論(5) △(0)or(5)					
19									体育(3) (4講座一斉展開)	体育(2) (4講座一斉展開)	情報B(2) TA	情報B(2) TA	発展地歴(1) △(0 or 1)
20													
21	Introductory English(S) (3)	Introductory English(S) (3)	Integrated English (2)	Integrated English (3)	体育(3) (4講座一斉展開)	体育(3) (4講座一斉展開)	体育(3)	体育(3)					
22									Integrated English(S)(1)	生活科学(2)	生活科学(2)	Topic Studies(3)	Topic Studies(3)
23													
24	NET(1)	NET(1)	NET(1)	Integrated English(S)(1)	生活科学(2)	生活科学(2)	Topic Studies(3)	Topic Studies(3)					
25	Basic English(1)	Basic English(1)	Basic English(1)	NET(1)									
26	道徳(1)	道徳(1)	環境学(2)	世界学(2)	Topic Studies(3)	Topic Studies(3)	Writing(2) Reading(2) △(0)or(2)or(4)	Writing(2) 生物Ⅰ(2) 物理Ⅰ(2) △(0)or(2)					
27	HR(1)	HR(1)							数理科学(2) 倫理(2) △(0)or(2)				
28			HR(1)	HR(1)	Writing(0.5) NET(0.5) *(1)	Writing(0.5) NET(0.5) *(1)	HR(1)	HR(1)					
29			道徳(0.5)	道徳(0.5)	HR(1)	HR(1)							
30					NSL講座(1) △(0)or(1)	NSL講座(1) △(0)or(1)							
31	総合学習 探究	総合学習 探究	アカデミック ガイダンス	アカデミック ガイダンス	テーマ研究(0.5) △(0)or(1)	テーマ研究(0.5) △(0)or(1)	テーマ研究(0.5) △(0)or(1)	テーマ研究(0.5) △(0)or(1)					
32					SSHテーマ研究(1) △(0)or(1)	SSHテーマ研究(1) △(0)or(1)	SSHテーマ研究(1) △(0)or(1)	SSHテーマ研究(1) △(0)or(1)					

*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

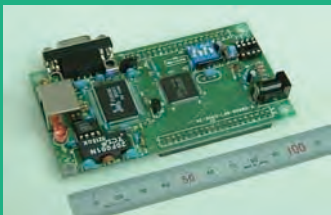
6年の数学科の科目については、半期毎に単位認定を行う(但し、「総合数学Ⅱ」を除く)



Matsushita Kojiro
松下 光次郎

アメリカ
マサチューセッツ工科大学 (MIT)
RobotLocomotion研究室 研究員

2000年 東京理科大学工学部機械工学科 卒業
2000年 アメリカ語学留学 (サンフランシスコ・ニューヨーク)
2001年 スイス・チューリッヒ大学 人工知能研究室 研究員
2004年 イギリス・サセックス大学 進化・適応システムコース (修士課程) 卒業
2004年 東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学専攻 (博士課程)
2007年 東京大学大学院 工学系研究科 日本学術振興会特別研究員 (PD)
2008年 アメリカ マサチューセッツ工科大学 (MIT)



講義内容紹介

みなさんはロボットと聞いて何を想像するでしょうか。

これまで工場の中にしかなかった大型で無骨で高価なロボットが、最近ではぐっと小さく、かわいらしくなり、みなさんのお小遣いで買えるまでになりました。以前と比べてずいぶん身近になったといえるでしょう。

しかし、ロボットのしくみを知る人はほとんどいないのが現実です。それゆえ、ロボットあるいはロボット研究を「わけの分からないもの」としている人が少なくありません。

講師は、高校生などにロボット研究を分かりやすく解説する活動が続けられています。講義では、現在、日米欧で急速に発展しているロボット研究を紹介しながら、基本的なロボットの構造としくみを勉強してもらいます。また、モータとその制御基盤を実際に組み立てて、簡単なロボットをつくります。

SSH理数講義プログラマーⅠ

「ロボット研究の最前線と実際」

日時 2008年 6月15日 (日) 10:00~15:00
場所 奈良女子大学附属中等教育学校 理科講義室
対象 5, 6年理系生徒+サイエンス研究会物理班
備考 講義内容の都合上、定員を10名までとします。

受講者は、当日までに次のものをつくってもらいます。
・ H8Tinnyと可変抵抗を用いたサーボモータコントローラ
・ H8Tinnyを利用したシリアル通信でLEDを制御する基板
※詳しくは物理の末谷まで

7・8月のSSH事業報告

■2年連続の快挙!

2008年8月6～8日に、横浜パシフィコで開催された「平成20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と生物班がポスター発表を行いました。テーマは、「新しいインターフェースの開発」(物理班)
「奈良公園の鹿の糞について」(生物班)

でした。
参加者による一般投票では、研究内容1位、発表方法2位という大変良い成績を残しました。さらに、審査員からも高く評価され、全体会において

ポスターセッション賞

を受賞しました!

ポスター発表04校中7校が受賞し、本校は昨年度の口頭発表での文部科学大臣奨励賞(最優秀賞)に引き続き、2年連続の快挙です。

■台湾・国際研究交流会の実施

8月18日～22日に、SSH重点枠プログラムの「台湾ISSS」を実施しました。台湾の高雄女子高級中学校を訪問し、現地の生徒と交流しました。ブレゼンテーションや実験を行い、交流は大成功に終わりました。



■奈良高校SSH生徒研究発表大会

7月14日に、関西光学研究所で開催された奈良高校のSSH生徒研究発表大会に、本校のサイエンス研究会の物理班と生物班のメンバーが招待されました。本校の生徒の発表は、奈良高校の生徒だけでなく、運営指導委員にも大好評でした。



■サイエンス夏の学校

8月22日～24日に、和歌山県白浜町で「サイエンス夏の学校」を実施しました。1・2年生合わせて32名が参加し、地質や海の生き物を観察し、レポートにまとめました。また、夜は数学の問題に取り組みました。



■NSL講座

8月22日～27日に、「NSL講座」を開講しました。今年度のテーマは「タンパク質」で、3・4年生合わせて14名が参加しました。奈良女子大学やペプチド研究所を訪問し、タンパク質、ペプチド、アミノ酸や酵素などについて学習しました。



■科学英語講座とラボステイ

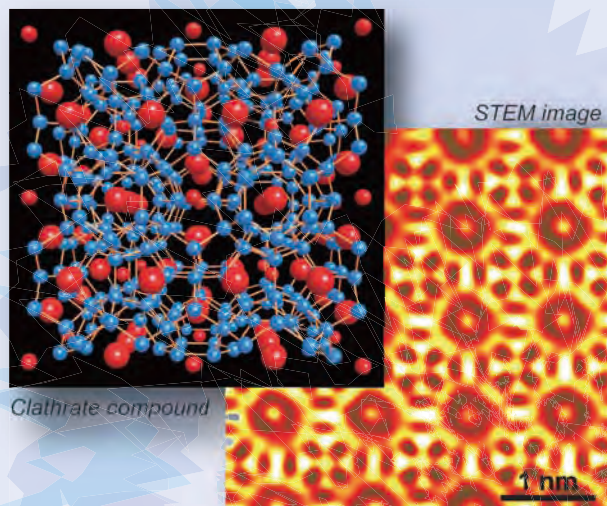
7月23日～25日に、奈良先端科学技術大学院大学 (NAIST) の協力を得て「科学英語講座」を開催し、本校の生徒7名と他校の生徒2名が参加しました。同時期に奈良コンソーシアムの1つである「ラボステイ」が開催され、本校から5名参加しました。



新材料の開発

—電子・原子・分子レベルの物質設計—

文明は材料が創りだす！
石器、青銅器、鉄器、・・・
半導体、そして・・・？



材料科学では、自然界にちらばるありふれた「物質」を人類に有益な「材料」に変換したり、自然界に存在しない材料を電子・原子・分子のレベルで設計し、「新材料」を創製します。レーザーや発光ダイオードなどの固体電子素子、太陽電池に用いられる半導体材料、磁気ヘッドやメモリ素子材料として利用される磁性材料、航空機ジェットエンジンに集約される超耐熱合金、携帯電話のアンテナやロボットに応用される形状記憶合金・・・等など、すべて私たちの生活にはなくてはならないものです。

材料を制するものが技術を制し、世界を制すると言われる所以です。

今回の講義では、どのようにして新材料が電子・原子・分子のレベルで設計、製造され、私たちの生活に役立っているか紹介します。

■講師 乾 晴行 氏

(京都大学大学院 工学研究科 教授)

■略歴

大阪大学工学部卒、同大学院工学研究科博士後期課程修了後、ペンシルバニア大学、京都大学で20年間、材料研究に従事し、現在に至る。
工学博士。



日時：2008年12月13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

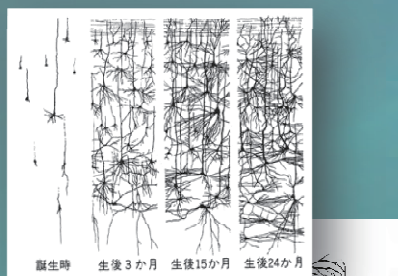
対象：3年～6年の生徒の希望者、教職員、保護者

記憶力を強くする

— 記憶のメカニズムを脳科学者が解き明かす —

講義内容

「頭がよい」ことの条件の一つとして、しばしば「記憶力がよい」ことが挙げられます。しかし、よく考えてみてください。「記憶力」とは一体なんなのでしょう、いや、そもそも「記憶」とは一体なんのことでしょうか？講義では、記憶の種類や、その不思議な仕組みについて、できる限りわかりやすく説明したいと思います。また時間があれば、記憶の仕方などにも話題を展開できればと思っています。



■講師

池谷 裕二 氏

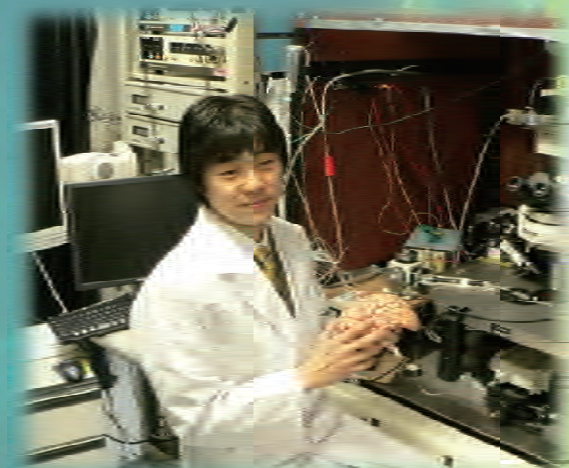
東京大学・大学院薬学系研究科・准教授
科学技術振興機構・さがけ研究員

■略歴

東京大学薬学部卒業、薬剤師免許取得、同大学院薬学系研究科博士課程生命薬学修了、
東京大学大学院薬学系研究科・准教授、科学技術振興財団さがけ研究員(併任)現在に至る。

■コーディネーター

神谷 之康 氏 (ATR脳情報研究所 主任研究員)



[対象] 中学生・高校生・保護者・教職員、科学に興味のある一般の方

[日時] 2009年3月13日(金) 14:00~16:30

[場所] 奈良女子大学 講堂(近鉄奈良駅から北へ約5分)

主催: 奈良女子大学附属中等教育学校

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

2008年度取材記録

朝日新聞 2008年4月3日 木曜日

科学技術コンで受賞
JFESチールを
奈良の高校生訪問
高校生の科学技術コンテスト「JSEC 2007」(朝日新聞社主催)でJFESチール賞を受賞した奈良女子大学付属中等教育学校の生徒3人が2日、千代田区の同社を訪問した。写真。

馬田一社長から副賞の研究機材一式の目録を受け取った生徒たちは、受賞した「自動追尾型買い物カートの開発」について説明。樋口幸太郎さん(2年)が「ホームセンタ1で素材を買い、何度も試行錯誤しながら作った」と苦労を語ると、馬田社長は「ゼロから作ることが大変だが、実用化できればすごい研究になると思う。これからも新しい研究を続けてください」とエールを送った。



朝日新聞 2008年12月7日 日曜日

関学高等部3人に大臣賞
高校生の科学技術研究を競う「ジャパン・サイエンス&エンジニアリング・チャレンジ(JSEC)」(朝日新聞社主催)の最終審査が6日、東京・日本科学未来館であった。文部科学大臣賞にはパスカルの三角形などから連想した問題をコンピュータを駆使して証明した関西学院高等部(兵庫県西宮市)の山内俊幸さん、井上貴文さん、松井啓史さんの研究が選ばれた。科学技術政策担当大臣賞は福岡県立小倉高校の井上祐樹さんら3人、科学技術振興機構賞とアジレント・テクノロジ1特別賞は奈良女子大付属中等教育学校の西田惇さん、優秀賞は早稲田大学高等学院の井澤佑斗さんがそれぞれ受賞した。他の主な受賞者は次の通り。(敬称略)

▽アジレント・テクノロジ1賞 林由佳里(奈良女子大付属中等教育学校)▽アプライドマテリアルズジャパン賞 加藤悠爾(岡山県立岡山一宮高校)▽花王賞 伊藤俊ら3人(愛知県立一宮高校)▽JFESチール賞 石井健治(千葉県立柏中央高校)▽朝日新聞社賞 城風智(宮崎県立宮崎北高校)

朝日新聞 2008年12月26日 木曜日



◆筋電位計測システムの開発とその応用

西田 惇君(2年)

＝奈良女子大学付属中等教育学校(奈良市)

右腕に力を入れると無線操縦の車が前進して、左腕に力を入れると旋回する。人間が筋肉を動かす時に筋肉で発生している電気信号「筋電位」を測って、電子機器を操作することに成功した。

力を入れる、抜くといった筋肉の動きで筋電位の波形が違ふ。この波形を判別し、モーターを回転させたり、パソコンのカーソルを動かしたりするための信号をつくる。

今年のJSECに、リポーターとして参加した。世界中から集まった学生が楽しそうに発表していた。「自分も世界の舞台

科学技術振興機構賞

筋肉の動きで電子機器を操作

で発表したい」。筑波大で開発されたロボットスーツ「HAL」に、筋電位が使われていることに着目、すぐに研究にとりかかった。

筋電位は微弱。家電製品などのノイズが影響し、うまく測れなかった。3カ月かけて回路設計を何度も繰り返した。ハンダ付けで作った基板は10枚以上。筋電位を増幅させてノイズも除去できる回路を完成させた。

力を抜く、曲げる、握る、開く、の四つの動作を識別できることをアピールした。これを使って、義手や手の動きでパソコンを直感的に操作する機器をつくり始めている。

小学4年のころから市販の電子工作キットでモーターやLED(発光ダイオード)を組み立てて遊んだ。中学ではプログラムを書いたり、二足歩行ロボットを作ったり。

将来の夢はエンジニア。今は「ものづくり」への思いが強い。「最近、日本の技術力が韓国などに比べ弱くなっていると感じる。日本の技術力の高さを示したい」(アジレント・テクノロジ1特別賞も併せて受賞)

平成20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4年次

2009年（平成21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/>

