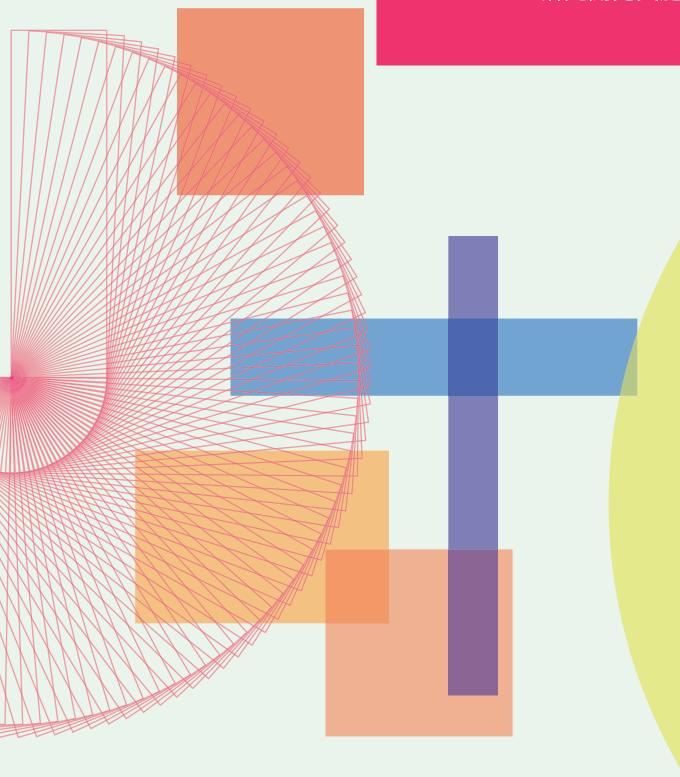
平成21年度 スーパーサイエンスハイスクール 研究開発実施報告書

第5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	ł		
I	SSH 研	究開発実施報告書	1
ΙΙ	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 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	•
	第2章	研究開発の経緯 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	15
	第3章	評価と課題	
	第1節	5年間の評価と課題	
	3-1-1		
	3-1-2		
	3-1-3	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	
	3-1-4	プログラムの変遷 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	31
	第2節	カリキュラムの評価と課題	
	3-2-1		35
	3-2-2	<i></i>	
	3-2-3	3 リテラシーテストによる調査 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	36
	第4章	研究内容の評価と課題	
	第1節	基礎・基本の徹底	
	4-1-1		45
	4-1-2	,,	49
	4-1-3	-	51
	4-1-4		53
	4-1-5		55
	第2節	数学的リテラシーの育成	
	4-2-1		
	4-2-2		
	4-2-3		69
	第3節	科学的リテラシーの育成	
	4-3-1		
	4-3-2	——————————————————————————————————————	79
	第4節	問題解決能力の育成	
	4-4-1	· · · · · · · · ·	
	4-4-2		
	1-1-9	. 「粉冊科学」	Ω^{r}

4-5-1 5年間の活動内容の評価と課題 ・・・・・・・・・・・ 105

第5節 サイエンス研究会の活動と指導

	4-5-2	かがくのひろば・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	115
	4-5-3	サイエンス夏の学校 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	117
	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 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	123
	4-6-2	奈良女子大学の研究室訪問 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	125
	4-6-3	奈良高校との合同発表会 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	129
	4-6-4	奈良コンソーシアムへの参加 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	131
	第7節	教員研修	
	4-7-1	校内教員研修	133
	4-7-2	公開講座	135
IV	重点枠研	究開発実施報告(要約)	137
V	重点枠研	究の成果と課題 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	139
VI	重点枠研	究開発実施報告書	
É	第1章 研	「究開発の概要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	141
É	第2章 研	子究開発の内容	
	第1節	「MIT 研修」·····	149
	第2節	「韓国 ISSS」	
	2-2-1	韓国 ISSS ······	155
	2-2-2	韓国 ISSS 評価 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	157
	2-2-3	忠南科学高校の来校 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	159
	2-2-4	韓国中学生との交流 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	160
	第3節	テレビ会議システムを利用した遠隔授業 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	161
	第4節	「科学英語講座」・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	167
	第5節		169
	第6節	「フィンランド研修」 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	171
VII	資料		
ĭ	重営指導委	員会記録	177
寻	教育課程表		179
í	各種 SSH	事業風景	
Į	反材記録		

スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書 の発行にあたって —5 年間の SSH 研究開発の成果と課題—

奈良女子大学附属中等教育学校では、大学との連携に基づき、中等教育 6 年間において自己学習力と自然科学リテラシーを育成するカリキュラムを研究開発することを目標として、平成 17 年から 5 年間、スーパーサイエンスハイスクール(SSH)の研究開発を行ってきました。

本校の SSH では、低・中学年(1 年~4 年)において、全生徒を対象として文科系・理科系の区別なく科学に対する素養(数学的リテラシー・科学的リテラシー)を育成し、中・高学年(3 年~6年)において、科学的な力をさらに伸ばし、問題解決能力を育成するためのカリキュラム・教材・指導方法を研究開発してきました。また、理数に興味・関心のある生徒の課外活動として「サイエンス研究会」を組織し、「サイエンス研究会」における生徒の研究活動の支援を、奈良女子大学をはじめとする国内外の研究諸機関と連携して行ってきました。

本校にとって、SSH の研究開発の実施は、大きな挑戦でありました。一部には、戸惑いや不安があったことでしょう。しかし 5 年後、今、私たちの目の前には、もはや自然科学の学徒・研究者といってもいいくらいに大きく成長した生徒たちと、みごとに鍛えられパワーアップした教師たちがいます。SSH の研究開発によるカリキュラム・教材・指導方法の結果として、数学的リテラシーと科学的リテラシー、さらに問題解決能力を修得した「サイエンス研究会」の生徒たちは、各種の学会・科学コンテストですばらしい成果をあげました。SSH 生徒研究発表会での文部科学大臣奨励賞や、JSEC のグランドアワード、日本学生科学賞の文部科学大臣賞をはじめ、その受賞は5年間で20回にも及びます。これは、本校のSSH のカリキュラム・教材・指導方法の研究開発の成果といえるでしょう。もちろん「スーパー」な生徒の育成は、まことに喜ばしく素晴らしいことです。しかし、本校のSSH の研究開発の大きなテーマである、全生徒への自然科学リテラシーの育成についても、確実に成果が上がっていることを報告できますことは、本校の大きな喜びであり、誇りであります。本校教員の熱意と研究開発力に対して心から敬意を表したいと思います。

「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」をテーマに掲げた本校の SSH の研究開発は、一定の成果をおさめたといえます。しかし、研究開発の成果の評価方法や、研究成果をどのように発信していくべきかなど、今後の課題もまた提起されています。皆様の忌憚のないご意見、ご助言、ご指導をいただければ幸いでございます。

本報告書が、各学校の自然科学教育推進の一助となり、今後の新たな科学教育の発展に寄与することを祈念いたします。

最後になりましたが、本校のSSH研究開発に対して、終始温かいご指導、多大なご協力、ご支援を賜りました奈良女子大学をはじめとする大学・研究機関、SSH運営指導委員の先生方、文部科学省・科学技術振興機構(JST)の皆様に、深く感謝し、厚く御礼申し上げます。

平成 22 年 3 月

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

サイエンス研究会



野口学長表敬訪問



オープンスクール



校内生徒研究発表会 (ポスターセッション)



奈良高校生徒研究発表会





スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会(横浜)

公開研究会



シンポジウム 生徒が語る SSH



公開インタビュー

各種コンテスト



JSEC(科学技術政策担当大臣賞)



日本学生科学賞(文部科学大臣賞)

韓国 ISSS



干潟体験



集合写真

NSL 講座



きっづ光の科学館ふぉとんにて



「宇宙の形を見る」

夏の学校

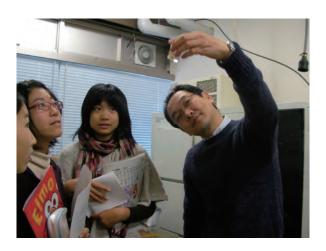


地質調査



生物実習

奈良女子大学研究室訪問



生活健康学専攻(鷹股研究室)



物理科学科(山本·松岡研究室)

遠隔授業





すばる天文台との交信による地学授業

各種講座



NAIST 科学英語講座



サイエンス基礎講座 I (松下浩先生・森島康雄先生)



サイエンス基礎講座Ⅱ(植野洋志先生)



理数講義プログラム(八尾誠先生)

17**~**21

平成21年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告(要約)

① 研究開発課題

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

② 研究開発の概要

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 平成21年度実施規模

全校生徒を対象に実施する。対象生徒数741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 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)について、3年次修了生を対象に本校作成の「リテラシーを測るテスト」およびアンケートを実施する。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、考察する。

② 卒業生による評価

SSH カリキュラムを履修した卒業生を含むシンポジウムを実施し、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 SSH をまとめた本を出版し、広く研究成果を普及しそれによる外部評価も得る。

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、4年には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 21 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および冬休み中に合計 5日間開催した。3,4年生の希望者が履修し、レポート提出、実習の取り組み等で評価をし 4年生には1単位の認定をした。本年度は、「宇宙」をキーワードとして数学や物理学、地学の分野から、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数式処理システムを活用して「実験計測→データ処理(Mathematica・グラフ電卓・エクセル)→数学モデルを適用して考察」という流れで、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、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、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するとともに、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し、多数の保護者も受講した。

(2) 数学的リテラシーの育成

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

(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。科学的リテラシー育成の観点から授業研究をし、科学的プロセスを重視した学習内容と指導方法について研究した。「課題研究入門」においては、中学年(3・4年)で課題研究を実施した。 SSH5年次は事業の精選をし、サイエンスツアーは実施せず、見学や講義よりも研究交流に重点を 置き韓国 ISSS を実施して、プレゼンテーションを重視した科学的リテラシーの育成を研究した。

(4) 問題解決能力の育成

学校設定科目「数理科学」や「NSL講座」の実施について、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会 議を、年間 12 回実施し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研究室訪問」を実施して低学年から高学年まで、それぞれの段階において理数への興味・関心を持たせ、中等教育段階での学習への動機づけを行った。5 年生での進路を考えるキャリアガイダンスでも、同志社大学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をした。

(6) サイエンス研究会

SSH 5 年目の成果を発表する場として、6 月の校内研究発表会、7 月の奈良高校との合同研究発表会、9 月の学園祭の展示、11 月の公開研究会ではポスター発表会を設定した。成果としては、SSH生徒研究発表会(8 月:横浜)でポスター発表賞を受賞することができた。また、JSEC2009や日本学生科学賞等で多数の賞を受賞できた。サイエンス研究会での教師の役割や、指導・助言方法について検討してきた。

(7) 科学的リテラシー、数学的リテラシーの評価

昨年度から2年間、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の枠組みを用いながら本校独自のリテラシー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は、全国SSH生徒研究発表会(8月:横浜)や日本学生科学賞等の コンテストで受賞する等、いろいろな学会でその研究成果が認められた。
- ・ 奈良女子大学附属学校であることを生かし、研究室訪問や指導助言等で奈良女子大学との連携 が強化された。

○実施上の課題と今後の取り組み

自然科学リテラシーの評価について、2年間(2,3年次) PISA調査を利用して分析・考察してきた。その結果本校生徒においては、得点的に高成績であり無答率も非常に低いものであった。PI SA調査の利用では本校の自然科学リテラシー育成の評価に使えないと考え、新たにリテラシーテストの作成、実施(4,5年次)をした。実施したテストの分析、考察はしたが、作成したテスト内容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。

SSHにより生徒の変容を調査、考察するために、インタビューおよび討論会を実施し、生徒の実態を把握することができた。卒業生へのインタビューや追跡調査もさらに必要である。

来年度は、5年間のSSHが終了し研究成果のまとめとその普及活動に重点をおきたい。

17**~**21

平成21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」について教材を再検討し実践した。特に1・2年の 統計分野の学習について、新学習指導要領の内容も検討して教材化し授業実践した。
 - 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。第1回目は、保護者にサイエンスのおもしろさを広めるという目的、第2回目は、全校生徒にサイエンスに触れるという目的を果たした。
- (2) 数学的リテラシーの育成
 - ① 数学科では、数学化サイクル、数学的活動を中心に授業の構成について検討し、授業改善の 方法を協議しながら実践した。
 - ② 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。
- (3) 科学的リテラシーの育成
 - ① 理科では、授業構成について科学的プロセスを中心に検討し、それをもとに教材を見直し、 具体的な教材開発をして実践した。
 - ② 3年で「課題研究入門」を実施し、実験仮説の設定、検証、考察、結果の発表という科学実験の一連の流れを生徒に体験させ、今後の課題研究の基礎となった。
- (4) 問題解決能力の育成
 - ① 「NSL 講座」について、「宇宙」というキーワードで数学、化学、物理、地学の分野から多面的にアプローチし、夏休みと冬休みに集中講義的に実施した。3,4年生対象であるが、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)で実施した。平成21年度は16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2回実施した。いずれも大学や研究所の最先端の研究に触れることができた。
 - ④ サイエンス研究会に所属する生徒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 校内生徒研究発表会等の「サイエンス研究会」のポスター発表等について、本学の先生方から指導を受けることができ、研究についての示唆を得られた。このような内容は、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5年目の研究成果を発表し、外部評価を得る機会を多くとった。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プレゼンテーションの向上に努力をした。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、ポスター発表賞を 2 年連続で受賞でき た。その他にも、第 53 回日本学生科学賞(文部科学大臣賞)や、JSEC2009(科学技術政策担 当大臣賞)で受賞し来年度アメリカで実施される ISEF2010 で発表の機会を得た。

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

本講座も、開講して3年目となり、作成したテキストの改正や実施方法の改善を加えて充実したものになってきた。2年間の課題を踏まえつつ取り組んできたが、課題となることを記述する。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は、時間割編成上SSH研究だけでなく他とのバランスの関係があり1時間ずつにせざるを得なかった実状があった。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。また、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。講義形式、探究型授業から、討論型ゼミ形式の授業を追究したい。

(2)「NSL 講座」の実施

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長期休み期間に集中的に講座を 設定した。今年度は、行事の関係で夏休みと、冬休みの分割 5 日間実施となった。実施上の課題は 次のようなことがある。

- ・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)」、2年目は「遺伝子」、3年目は「たんぱく質」、4年目は「宇宙」(地学・化学・数学・物理を関連させた内容)をキーワードとして実施した。
- ・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った。また、問題を解こうとしない「解答が空欄」の割合も非常に低い。」ということであった。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としたかったが、不可能な状態になった。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る。できれば、大学の先生等の専門家に助言をいただくことも考えたい。

(4) 研究内容の普及について

本校の SSH 研究を、他の学校等に普及する、学会・研究会等で成果を公開するという課題がある。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研究大会で発表し助言等をいただいた。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部への発信をしている。しかし、他の学校への普及という観点では活動は弱い。研究の成果と課題は、多くの学校に理解をしていただけるように考える必要がある。その1つの方法として、本の出版に向けて取り組んでいる。

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

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学校名 奈良女子大学附属中等教育学校

校長名 塚本 幾代(奈良女子大学生活環境学部教授)

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			計		
	1年	2年	3年	4年	5年	6年	ΠI
男	57	60	59	65	60	61	362
女	66	63	61	69	62	59	380
計	123	123	120	134	122	120	742

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	スクー ルカウ ー	事務職員	司書	計
1	2	3	37	2	19	5	2	1	4	0	76

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

2 研究の概要

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

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

3 研究開発の実施規模

全校生徒を対象に実施する。

4 研究の仮説

(1)「自然科学リテラシー」の定義

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

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

携わる能力

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

を導き出す能力

問題解決能力:問題解決の道筋が瞬時には明白でなく、応用可能と思われるリテラシー領

域あるいはカリキュラム領域が数学、科学、または読解のうちの単一の領域 だけには存在していない、現実の領域横断的な状況に直面した場合に、認知

プロセスを用いて、問題に対処し、解決することができる能力

読解力 : 自らの目標を達成し、自らの知識と可能性を発達させ、効果的に社会に参

加するために、書かれたテキストを理解し、利用し、熟考する能力

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

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

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

(2) 研究の仮説

■研究仮説■

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

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

この仮説を分節化し、より具体化すると以下のようになる。

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年間を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 「数学検定」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 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

- 「NSL講座」の開設(3・4年:自由選択科目1単位)
 - ■自然科学リテラシーを育成するための、数学的内容、理科的内容が融合した講義の研究開発
- ② 「数理科学」の開設(6年:自由選択科目2単位)
 - ■自然現象をはじめとする現実世界を解析する力を育成する
- ③ 「理数講義プログラム」の開設(5・6年の希望者対象)
 - ■数学・理科に関しての先進的な内容の特別講義の研究開発
- (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 大学の研究室訪問
 - 大学や研究所の研究室を訪問し、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

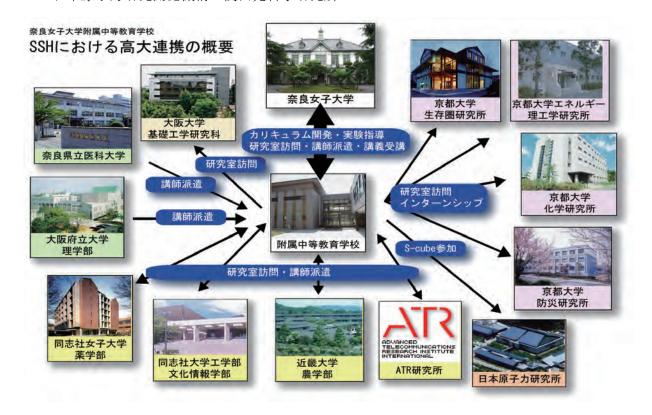
京都大学(化学研究所・生存圏研究所・エネルギー理工学研究所・防災研究所) 大阪大学(基礎工学研究科)

奈良県立医科大学·大阪府立大学(理学部)

同志社大学(理工学部)・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



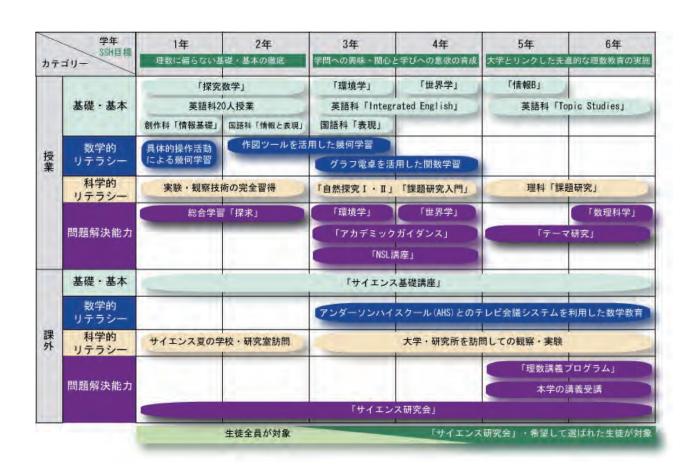
(6) サイエンス研究会

- 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
 - ■1・2年生を対象に自然を体験し、自然科学の方法を専門家から学ぶ
- ③ 研究大会、学会の参加
 - ■全国SSH生徒研究発表会等に参加し、ポスター発表等で議論する

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」を中心として、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。



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。

さらに、生徒のインタビュー、各講座におけるアンケート、本校教員による記述式アンケートを行い、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、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リテラシーテストを実施して、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2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生徒研究発表会」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 学校長・副校長・校内教頭

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

③ 本学事務局·本校事務室

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

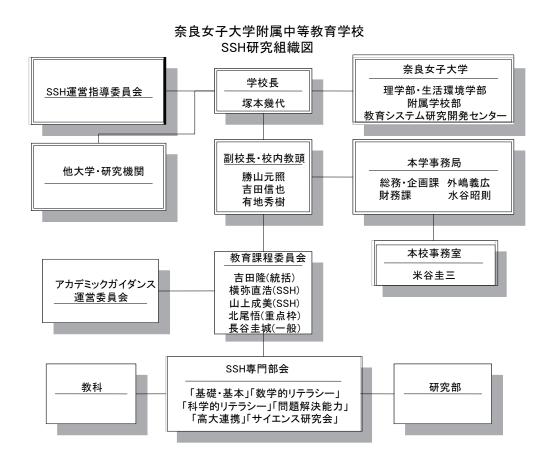
④ 教育課程委員会

教育課程委員会は、SSH専門部会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専門部会

「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・理科の教師で構成し事業の推進と研究協議を行う。

(2) SSH研究組織図

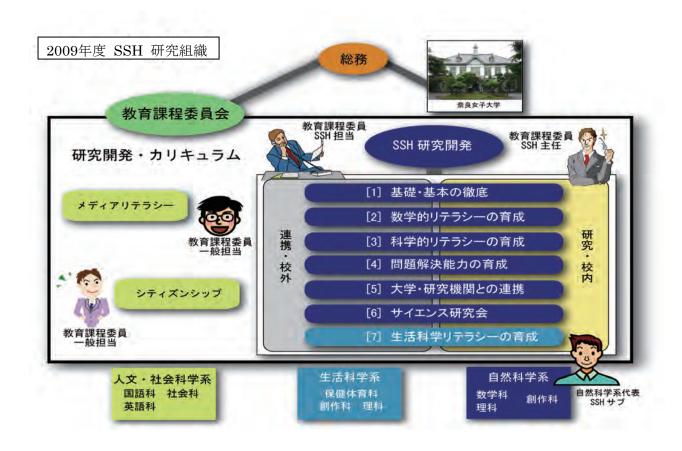


(3) SSH運営指導委員会

氏名	所属	職名	備考(専門分野等)
上野 健爾	四日市大学	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	教授	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	
[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・情報	
[2] 数学的リテラシー	河合 士郎	附属中等教育学校	数学・情報	
[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	米田 隆恒	附属中等教育学校	理科	
[5] 高大連携	櫻井 昭	附属中等教育学校	理科	
[6] サイエンス研究会	川口 慎二	附属中等教育学校	数学	



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年間をのびのびと過ごしている。伝統ある学園祭では、中高一貫の特性を活かした6年間の縦のつながりを基軸として生徒が学園祭を自主的に運営し、3クラスという規模を生かした学年間の横のつながりをもとに、教室展示・演劇・模擬店と活発な活動を展開している。2005年から3年間、全校生徒に実施したアンケート調査結果から見ると、学校生活に対する満足度は、肯定的な意見(とても満足~やや満足)がどの学年も80~90%ほどあり、生徒は満足しているといえる。

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

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

そして、平成17年度に「スーパーサイエンスハイスクール(SSH)」の指定を受けて、本年度は5年目となった。

本校のSSH研究の特徴として次のことがあげられる。

- ①文系・理系に偏らない基礎学力を重視する
- ②中高6年一貫教育校の特色を活かして前期課程(中学校)も参加する
- ③理数が得意な生徒を3年以降から徐々に絞り込んで、大学と連携して力を伸ばしていく
- ④身の回りに興味を持つことで、サイエンスする心を養う「生活科学的素養」を育成する 以上の内容を「研究開発の7つの柱」を設定し実践している。ここで、その研究内容を概観する。

1 基礎・基本の徹底

数学科においては、数学・科学・自然に興味・関心を持たせるような授業を工夫し、特に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。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。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、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。

自然科学リテラシーを育成する上で、サイエンスの面白さや自然や社会とのつながりを考える 講演会を、全校生徒・保護者を対象として実施する。

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、グラフ電卓利用の授業を実践しカリキュラム 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、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。

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

5 問題解決能力の育成

6年「数理科学」を実施し、大学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。テレビ会議システムを利用した問題解決能力の育成については、シェトランドおよび韓国、台湾の高校と交流を持ちシステム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。

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・生物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。大学 の先生方から指導を受ける機会を得ることは、高大連携のシステム化につながる。

本年度は、SSH指定5年目(最終年)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 評価と課題

第1節 5年間の評価と課題

3-1-1 5年間の評価と課題

(1) 理数系教育に関する教育課程等の特色

平成17年度~21年度におけるSSH研究開発では、中等教育6年間における自然科学リテラシーを育成するカリキュラムの研究開発を行った。その際の研究の柱は、以下の通りである。

- ① 基礎・基本の徹底
- ② 数学的リテラシーの育成
- ③ 科学的リテラシーの育成
- ④ 問題解決能力の育成

これらの研究の結果、「数理科学」、「NSL講座」を開設し、自然科学リテラシーの育成を 図った。

数学は、前期課程(中学)は週5時間と学習指導要領の標準時間数より多く、基礎・基本の徹底を図るとともに、数学的リテラシーの育成を目指す教材の開発を行った。後期課程(高校)においても、5・6年においては進路別にきめ細かに履修できる教育課程となっている。また、テクノロジー(PC、グラフ電卓)を活用したカリキュラムや教材の開発を推進している。

理科の教育課程の特色は、中学年(3・4年)で「自然探究 I・II」を設置したことである。従来の物理・化学・生物・地学の壁を取り除き、科学として学習できるようなカリキュラムの開発を実践している。授業では、科学的リテラシーの育成を目指し、観察・実験を重視した展開を行っている。低学年(1・2年)では、SSHで研究開発した「実験ハンドブック」を活用し、一部授業においてティーチングアシスタントをつけて、実験の基本的スキルの習得を図っている。また、中学年では「課題研究入門」を設置し、課題は与えるが実験方法は自分で考えて、科学的方法の習得を図る実践を行っている。高学年(5・6年)では「課題研究」を設置し、自ら課題を発見し、探究し、仮説を立て、検証(実験・観察)していく学習を行っている。

さらに、課外的な理数のカリキュラムとして、「サイエンス基礎講座」、「理数講義プログラム」を設置した。前者は科学の基礎的な部分に、後者は最先端部分に焦点をあて、保護者も受講できる講義であった。どの講義も生徒・保護者ともに評価が高かった。また、「サイエンス夏の学校」、「奈良女子大学研究室訪問」も実施し、前期課程生(中学生)の科学への興味・関心を高め、理数への学習の動機づけとして有効であった。

以上のカリキュラム研究の効果を検証するために、PISAの問題を利用して数学的リテラシー・科学的リテラシーの習得状況を調査したところ、非常によい結果が得られた。しかしながら、問題数が少ないことや、本校生徒にとって問題が少し易しいことなどから、本校独自の数学的リテラシー・科学的リテラシーの調査問題を作成し、調査を継続している。

(2) 大学や研究所等関係機関との連携状況

自然科学リテラシーの育成に関しては本学理学部を中心に、生活科学リテラシーの育成に関しては本学生活環境学部と文学部を中心に、密接に連携を図ってきた。これらの連携のおかげで、SSH研究において大きな成果をあげることができた。

また、本学とはアカデミックガイダンス(AG)・キャリアガイダンス(CG)などを通じて、SSH 以外でも幅広く連携している。

AGは本校4・5年生の生徒に対し大学教員が講師となって、学問の面白さを伝えるもので、9月に5日間実施し、10~15講座が開講されている。生徒は1年に1つ講座を選択し、2年間で2講座を受講することができる。生徒の学問への興味・関心を呼び起こし、将来の進路選択を考えるきっかけとなるものである。例えば、「Spring8」を毎年見学に行くなど、最先端の施設見学と技術の紹介などを通じて、生徒の知的好奇心を刺激している。

CGは5年生の生徒に対し大学教員が講師となって、学問分野ごとの進路ガイダンスを行うものであり、11月に2日間実施し、15講座程度が開講される。生徒は1日1つ、合計2つの講座を選択し、間近にせまった大学進学に際して進路を考えるうえで大いに参考にしている。

また、ATR(株式会社 国際電気通信基礎技術研究所)とは、英語の音声認識に関する研究においてフィールドを提供する形で連携を進めてきた。さらに「世界脳週間」関連イベントとして毎年3月には、ATRがコーディネートする、脳科学についての最先端の講演やシンポジウムにも参加している。

本校と奈良女子大学との間では、平成20年度より「高大連携特別教育プログラム」が実施されている。これは、大学附属である特色を生かして、学習面での高大接続を研究する教育プログラムであり、平成21年度卒業生が6名このプログラムで奈良女子大学に進学する予定である。

(3) 国際性を高める取組

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、学校全体で継続的に取り組む姿勢が評価され、2007年度には、権威ある「第18回国際理解教育奨励賞馬場賞」を受賞した。

このGCの経験と、2006年度に加盟したユネスコ協同学校プロジェクトネットワーク(ASPnet)を活用して、2008年度SSH重点枠では、下記のような国際連携プログラムを実践した。

- ■韓国の高校Korea Science Academy(KSA)とのビデオ会議を利用した交流
- 台湾の高瞻計画(台湾版 SSH)指定校の高雄女子高級中学との生徒研究交流 (ISSS(International Salon of Super Science student): 5日間)
- ■台湾の高瞻計画指定校の高校教員・大学教員訪問団との教員研修交流
- ■韓国の理数教育に重点を置く高校の教員・大学教員訪問団との教員研修交流
- ■アメリカのマサチューセッツ工科大学(MIT)教員のビデオ会議による指導、およびMITにおける研究発表交流(ISSS:7日間)

さらに、2009年度SSH重点枠では、下記のような国際連携プログラムを実践した。

- ■韓国の忠南科学高校の生徒を、修学旅行の一環として受け入れて交流
- ■忠南科学高校および公州大学校と、サイエンス研究会の生徒と本校教員が韓国で研究交流 (ISSS:5日間)
- ■公州大学校の教員と学生(現職教員を含む)が、奈良女子大学を訪問し交流
- ■自然科学研究機構国立天文台ハワイ観測所との遠隔授業(3日間)
- ■フィンランドの小・中・高の授業観察、フィンランドの大学教員も含めた研究協議、議論による教員研修交流(7日間)
- ■韓国の理数英才教育プログラムに選抜された中学生と、本校前期課程生との、本校における協働実験とプレゼンテーション(1日間)

またこうしたSSHの取り組みを背景として、ASPnetの活動もESD(持続発展教育)をテーマに

活性化・再構築の方向にあり、2010年度からはフィリピン・韓国・タイ・日本(本校)の高校生が参加する国際会合「YES for ESD」が、フィリピンのCity College of Calapanをホスト校として実施される運びとなった。このプロジェクトは今後、SSHの国際連携とリンクしながら、継続していくことになっている。

(4) 科学部等課外活動の状況

SSHの指定に伴い、理数に興味・関心のある生徒を募集して「サイエンス研究会」を組織し、 課外活動において、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・助言を行った。現在は、物理班・化学班・生物班・地学班・数学班に分かれ、研究テーマ 別に活動している。

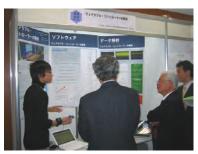
また、一般の生徒に向けても、数学検定や数学オリンピック・化学オリンピック・物理オリンピック・生物オリンピック等に、積極的に参加するよう指導している。

自然科学リテラシーを身につけたSSH「サイエンス研究会」の生徒たちは、5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、本校SSHが「発見する方法としての科学」の力を育成できたことを示すものである。

- ●「第53回日本学生科学賞」中学校の部 文部科学大臣賞・個人(09/12/24)
- ●「第53回日本学生科学賞」 入選2等(09/12/24)
- ●「JSEC(Japan Science & Engineering Challenge)2009」 グランドアワード(科学技術政策担当大臣賞)(09/12/12) 審査委員奨励賞(09/12/12)
- ●「**テクノ愛'09**」 準グランプリ(09/11/23)
- ●「全国SSH生徒研究発表会」 ポスター発表賞(09/08/06-07)
- 「JSEC2008」

グランドアワード(科学技術振興機構賞)(08/12/06) アジレントテクノロジー特別賞(08/12/06) 協賛社賞(アジレントテクノロジー賞)(08/12/06)

- ●「第52回日本学生科学賞」奈良県予選優秀賞(08/10/04)
- ●「全国SSH生徒研究発表会」 ポスターセッション賞(08/08/07-08)
- ●「第47回日本生体医工学会大会・高校生科学コンテスト」 優秀賞(08/05/09)
- ●「第10回関西中学生研究発表コンクール」 最優秀賞(08/03/27)
- ●「第51回日本学生科学賞(ICT部門)」最終選考 科学技術政策担当大臣賞(07/12/25)
- ●「JSEC2007」 JFEスチール賞(07/12/02)









- ●「日本動物学会・高校生ポスターセッション」 優秀賞(07/09/22)
- ●「全国SSH生徒研究発表会」 文部科学大臣奨励賞(最優秀賞)(07/08/03)
- ●「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(07/04/26)
- ●「日本物理学会第3回Jr.セッション」 最優秀賞(07/03/27)
- ●「物理チャレンジ2006」

銀賞・優良賞(06/07/30-08/02)

以上のように、サイエンス研究会の指導を通じて、「スーパー」な生徒の育成(高い山の頂上) に大きな成果をあげることができた。一方で、研究開発の大きなテーマである、全生徒への自然 科学リテラシーの育成(高い山の広い裾野)についても成果をあげることができたが、より一層の「進んだリテラシー」の育成を目指していくことが課題である。

概要を図でまとめると、次のようになる。



(5) 卒業後の状況

本校はほとんどの生徒が大学進学希望であり、平成20年度は理数系の大学へ、合計48名が進学した(1学年120名)。サイエンス研究会で高い評価を得た生徒が国立大学の理学部・工学部へ進学し、自分の研究活動をさらに発展させようとしている例もある。例えば、平成21年度卒業生で、サイエンス研究会の研究成果が高く評価されて、筑波大学のAC入試、東北大学のAO入試に合格者が出ている。一方で、大学進学においては文系学部を志望しつつ、サイエンス研究会でも熱心に研究活動を行っていた生徒が複数見られる。このことは、「自然科学リテラシー」を身につけ、科学的素養の高い「文科系」を育成できた証左として、特筆すべきことである。

3-1-2 運営指導委員の評価

運営指導委員の方々には委員会や公開研究会、SSH 生徒研究発表会などに参加していただき、さまざまな指導や助言を賜ってきた。各委員の方に「SSH5年間を振り返っての感想・意見、今後の課題」を述べていただいた。

三村 徹郎 (神戸大学理学研究科)

奈良女子大学附属中等教育学校 SSH の大きなテーマは「自然科学リテラシー教育の確立」であったと理解しているが、昨年秋の新政府による「仕分け会議」が示した科学・技術(特に科学)に対する判断は、この課題がいかに重要なものであったかを明らかにしたと思われる。5年前にこの SSH が動き出した時に、このことのこれだけの重要性が一般にはとても理解されていたとは思えないが、その点で、本校の目的は時代を大きく先取りしていたものと言える。科学者社会も、やっと「自然科学リテラシー教育」の本当の重要性に気づき始めたというところである。

そのような中で、本校の取り組みがどのように進んできたかを考えさせていただくと、主に低学年から中学年を中心としたリテラシー教育には多彩なプログラムが用意され、生徒の好奇心を伸ばす努力をされていたように思える。一方、高学年になると特に、受験の問題もあるのかもしれないが、本来自然科学に興味を持つ生徒への指導が中心となっていたように感じられた。これは私が、ある一面しか見られなかったせいかもしれないが。

サイエンス研究会の活発な活動や対外的成功は、本校 SSH の大きな成果だと思えるが、これはやはり本来の生徒の興味を伸ばした部分が大きかったと思われる。

「自然科学リテラシー教育」にとっては、恐らくもともと文科系指向の生徒に、自然科学への自然な興味と理解を与えるのが、最も重要な課題であろう。このことが、今回の仕分け会議の状況などからも明らかになったと思えるが、その点でこの5年間からどのような成果が出たかの答えが明らかになるには、まだ長い年月がかかると思われる。

本校 SSH が進めた「自然科学リテラシー教育」のためのカリキュラムや教材開発を、今後、普通の中学、高校教育の中にどのように取り入れていけるのかが大きな期待である。

最後になるが、多忙を極める現場の先生方が、「自然科学リテラシー教育」と「自然科学のエリート教育」の二つを同時に進めることがいかに大変かは想像に難くない。そのために不断の努力をされていることに敬意を表するとともに、先生方の目指されている方向が、日本の取るべき将来に重なって行くことを強く願うものである。

森本 弘一(奈良教育大学教育学部)

奈良女子大学附属中等教育学校はこの5年間、サイエンス研究会、サイエンス基礎講座、NSL特設講座、理数講義プログラム、数理科学、SSH英語セミナー、インターンシップ、公開研究会と多岐にわたるプログラムを実施してきた。

卓越した生徒の研究成果として、JSEC2008(高校生"科学技術"チャレンジ)におけるグランドアワード賞、協賛社賞受賞、2009年度 SSH 全国生徒研究発表会におけるポスター発表賞の受賞、テクノ愛 09における、グランプリ、準グランプリ受賞が挙げられる。これは、探究心旺盛な生徒を育成しようと熱心に取り組んでこられた先生方の努力によるものと推察される。

また、生徒全体の科学的リテラシー育成の成果として、「OECD 学習到達度調査 PISA」を踏まえた独自の調査結果において、プロセス1、プロセス2、プロセス3のいずれにおいても期待された能

力が身についていることが明らかとなった。これは、普段の授業において、科学的リテラシーを踏まえた授業を実施されていることが反映されたものと思われる。公開授業においても、科学的思考を促す授業が公開され、参観者から高い評価を得てきた。公開授業は、通常の授業に基づくものであるので、通常の授業が実験観察を中心として、生徒達の科学的思考を促すものになっていることがうかがえる。

以上のことから、奈良女子大学附属中等教育学校は、Super Science High School として理想に近い状態を示していると考えられる。これは、本校が SSH の指定を受ける以前から、科学的思考力を大切に考えた授業を行っていたという素地が十分に発揮できたからではないだろうか。しかし、1 年目は、これほど高まった状態ではなかった。生徒の研究発表の題材も既成のものを扱ったようなものが見られた。それが 2 年目、3 年目と進むにつれて、次第にオリジナル性の高い研究発表が見られるようになった。つまり、この 5 年間着実に進んできて、現在の良好な状態があると言える。

今後、ますます、日本の高校の理科教育をリードする存在として輝いて欲しい。

塚原 敬一(奈良女子大学理学部化学科)

本校の SSH 研究開発は6年一貫の中等教育学校として実施され、2・2・2という学年を単位としたカリキュラムと連動して科学の本質を理解させ、科学に興味を持つ生徒を育てることに特徴がある。
1) 基礎・基本の徹底、2) 数学的リテラシーの育成、3) 科学的リテラシーの育成、4) 問題解決能力の育成を柱として、授業および課外活動を通して 5 年間の活動を行ってきた。「基礎・基本の徹底」では、数学・理科だけではなく英語科、国語科、総合学習、情報科でも研究が進められた。また、全学年と保護者を対象としたサイエンス基礎講座が実施された。「数学的リテラシーの育成」では、作図ツールやグラフ電卓を活用した教材の開発を進め、授業で実践することにより、生徒のリテラシーの育成を図り、「数理科学」という独創性の高い授業の実践で「問題解決能力の育成」へと繋げている。「科学的リテラシーの育成」では、授業における観察や実験に先端技術や学際領域の実験方法を導入するなどの工夫を行い、課題研究も実施している。また、物理の授業に数学を活用したカリキュラムの研究や、大学・研究機関との連携で、施設見学・実習やセミナーへの参加などの活動も活発に行っている。「問題解決能力の育成」では、本校教員による事前学習を取り入れて、NSL 講座や理数講義プログラムを充実させている。

生徒の自主的な活動として「サイエンス研究会」があり、数学班・物理班・化学班・生物班・地学班として日常的に活動しており、生徒研究発表会をはじめとして国内外の大会で成果を発表し、文部科学大臣賞など多くの賞を授与されている。このサイエンス研究会は、まさに SSH の取り組みの 4本柱の育成の成果が顕著に現れた例であろう。5年目の今年度は、特に「評価」を意識した活動を行っており、生徒による評価は勿論のこと、保護者による評価、教員間の評価、外部評価、PISA 調査を利用した分析、さらに本校独自のテストによる分析などを行っている。5年という短期間での成果を評価するのは簡単ではない。しかし、今年度の公開研究会で行われた「サイエンス研究会」の生徒による SSH 活動の評価は、どれもその活動が充実していて達成感にあふれるものであり、この一面を見ただけでも本校の SSH 活動の成果が十分達成されていることを物語っている。

最後に、これまでの SSH の活動を生かして、本校の教育カリキュラムの特徴をさらに伸ばし、数学・理科のセンスを持った生徒の育成をお願いしたい。

小林 毅(奈良女子大学理学部数学科)

附属中等教育学校は SSH 研究開発の開始にあたって、「自然科学リテラシーと自己学習力を育成す ること」、「1~4年は全校生徒を対象に、3~6年で対象生徒を絞り込みより高度なリテラシーを身 につけさせる」等の方針を定めておられたが、見識ある素晴らしい理念であると思う。この実現に向 けて着実に進歩を続けた5年間であると総括して良いと思う。特に高度なリテラシーに関しては誇る べき数多くの成果が出た。これは単に賞の数を言っているのではなく、シンポジウム(生徒が語る SSH) の中でのサイエンス研究会を経験した(している)生徒達の発言の端々から感じることができ た。特に「自分のやりたい事をやって他の人に認めてもらえるという良い経験ができた」、「人にもの を伝える喜びを知る事ができた」という生徒達の発言があったのは素晴らしいことであった。一方、 全校生徒を対象にした「自然科学リテラシーと自己学習力の育成」という理念に関しては成果が今ひ とつ見えにくかった。勿論先生方は様々な試みをしておられ、それを、公開授業などを通して発信さ れている事は承知しているが、やはり SSH の成果という点では物足りなさを感じた。例えば、今回 のシンポジウムでは文科系の教師の皆さんも前面に出て運営されていたが、このような活動をもっと 広げて、文科系の教師の観点も取り入れた理系カリキュラムといった試みもあり得るのではないだろ うか(シンポジウムの公開インタビューで重松先生、山極先生から「文系の数学」という発言があっ たが、例えば、自然科学の理論の大きな発展について、それに関わる歴史的な背景を取り入れた授業 などできないだろうか)。

誇るべき大きな成果は得られたがまだまだ取組むべきことはあると思う。担当の先生方に相当のご 苦労がある事は分かっているつもりであるが、やはりそれを乗り越えて引き続き更なる前進を目指し ていただきたいと思う。

松田 覚(奈良女子大学生活環境学部)

5年前、奈良女子大学会議室に中等教育学校の先生方が来られ、SSH すなわちスーパーサイエンスハイスクールという教育プログラムを開始する、と熱心に説明されたことが思い起こされます。スーパー?サイエンス?いったい何がどうなって何をどうしたいの?というのが正直な感想でした。いくら日本の理数系の成績低下が著しいからといって、スーパーってどういうこと?さしずめ超オタクをおおやけに育成せよということかいな!と冷やかな面持ちで聞いていましたが、こともあろうに運営指導委員を拝命いたしまして、真面目にオタクについて考えてみることになった次第です。もちろん良い意味で、なのですが。

結果は、斬新な教育理念の開発・授業や FD の工夫・SSH プログラムの改良・生徒たちの研究成果によるコンクール受賞の数々。こうした輝かしい実績に裏打ちされて、本校の SSH は大成功の誉れを抱えながら、なお今も着実に進化し続けていると思われます。発表会やその練習会などで生徒が自分の研究を活き活きと説明し心から科学を楽しんでいる姿を間近でみて、私は毎回のように、この SSH は大成功であることを確信してきました。加えて、直接指導している先生方の大胆な指導と細やかな配慮が、なにより功を奏していることは疑いようもありません。「やればできるじゃん」どころではないのです。「どこまでできるのだろう?!」というレベル。科学するココロを育むことは大変難しい問題ですが、本校の SSH の取り組みは、確かにこの問題に手ごたえのあるアプローチをしたといえるのではないでしょうか。

向井 洋一(奈良女子大学生活環境学部)

SSH 指定を受け、5年間で取り組んでこられた、先端的理数教育に関連する取り組みの提案と実践については、サイエンス研究会に所属する生徒たちの研究成果の様々な受賞実績に代表されるように、対外的に目に見える形でも実現され、これは5年間という短期間で、SSH のカリキュラムの素地を作り上げ、それが実際に機能するということを確認できたという意味において大変意義を持つ成果であり、それを支えた実施教員の不断の努力は高く評価されるべきと考えます。

一方で、SSH カリキュラムのフレームワークという意味においては、サイエンス研究会はあくまでも手段の一つであり、ゴールではないと思います。特に、奈良女子大学附属中等教育学校が取り組みの中核に挙げられた、4本柱のうち、「文系・理系に偏らない基礎学力を重視する」という、その成果が目に見える形で現れるのに時間を要するが、教育カリキュラムの根幹という意味では、奈良女子大学附属中等教育学校の SSH の特質にかかわる事項について、いかに持続的改善を重ね実績を挙げていき、その成果を点検・評価していくか、今後も引きつづき議論されていくことを望みます。

最終年度の公開研究会の生徒によるシンポジウムでは、SSH 指定校ということで受験を決めたという生徒の存在についての話題が出ました。これは大変重要な成果であり、一方で重要な課題であると思われます。こうした生徒がどのような期待を抱いて入学を決めたのか、また実際に入学して、教育カリキュラムにどのような感想を持ったのかなど、今後分析され、カリキュラムの更なる洗練にフィードバックされる必要を感じます。同時に、SSH 指定を通してこれまで築き上げてこられた教育カリキュラムとその実践手法を今後も継続していくことが、奈良女子大学附属中等教育学校の独自性や特色に魅かれて今後も入学を希望する生徒に対する責務であると感じます。

以上のような各委員の先生方のご助言を、今後の本校の教育に反映させていきたいと考えている。 また、継続申請中である次期 SSH に採択された際には、これらの観点に着目しながら取り組んでい きたい。

3-1-3 公開研究会における評価

1. 今年度の公開研究会について

11月21日(土)に行われた公開研究会は、「SSHカリキュラムの成果と課題」を主題として、公開授業やシンポジウムが実施された。各教科の公開授業のほかに、シンポジウムとして「生徒が語る SSH」「教師が語る SSH」が行われ、それぞれがこの 5年間について語った。さらには「公開インタビュー」として、本校 SSH 運営指導委員である奈良教育大学重松敬一教授と京都大学山極寿一教授の対談が行われ、研究者が本校 SSH をどう見ているか、どう評価しているのかについて語っていただいた。本節ではその際の記録をもとに、シンポジウムで語った生徒・教師・運営指導委員がこの 5年間の成果および課題をどのように見ているかについて報告する。

■ 生徒が語る SSH

【概要】

この 5 年間、SSH カリキュラムで育ってきた生徒たちが、SSH を振り返った。サイエンス研究会に所属する生徒と所属していない生徒、また卒業生や新入生、といった異なる立場の生徒たちが SSH をどう見ているかについて語り合った。さらには、サイエンス研究会では先輩から後輩へ研究のノウハウなどがうまく受け継がれており、先輩後輩の関係についてもそれぞれの思いを共有した。それぞれの生徒が、サイエンス研究会に入るきっかけや自分の研究について話すことで、互いの考えを認め合う場ともなった。

【内容】

○ サイエンス研究会へ入ったきっかけ

平成 17 年度以降に入学した生徒にとって、本校が SSH の指定を受けているということが、志望動機の一つとなっていることがわかった。小学校の頃から理科の授業やモノづくりに興味を持っていた生徒が、本校のオープンスクールや学園祭に参加することにより、サイエンス研究会の活動に触れ、自分もやってみたいと思うようになるというケースが多い。

また、今年度は1年が夏休みを利用して理科の実験を行い、その成果をポスターにまとめて学園祭で発表している。そこでの体験がきっかけとなって、研究の楽しさを知り、サイエンス研究会へ入る生徒もいる。

いずれにしても、生徒が研究に興味をもつ仕掛けを、教師側がいかに提供できるかということが鍵となる。

○ 「新入生」「在校生」「卒業生」それぞれから見た SSH

他の生徒が部活動へ情熱を注ぐように、サイエンス研究会の生徒たちは研究に全力投球している。「サイエンス研究会がなくなってしまったら、やることがない」という言葉が生徒の口から次々と出たことが象徴している。また、事業の一環で、研究交流を目的とした海外研修に参加した生徒も何人もいる。海外の中高生と研究交流することで自分自身の未熟さを知り、さらなる研究への動機付けとなる。

新入生から見て、サイエンス研究会の存在というのは、近寄りがたいものという認識が強い。何か難しいことを研究している場所で、自分もその中に入りたいが勇気がいる、ということが多い。

また卒業生にとって、サイエンス研究会での経験がその後の進路にも影響を与えていることがわかった。卒業後に他分野を専攻することになっても、研究内容を自分なりに解釈し、自分の言葉で伝えるためにはどうしたらよいかを考えるというプロセスを経験したことが大いに役立っている。

○ サイエンス研究会における先輩と後輩の関係とは

後輩から見て、先輩がコンテストで優秀な成績を収めるなど活躍することは、大きな刺激となり競争心が芽生える。いつか自分もこの先輩のようになりたい、さらには超えてみたいと思うようになる。 先輩・後輩が互いをライバルと認め合うことで相乗効果が生まれ、よりよい研究成果を生むこととなる。また、先輩から後輩へと、研究内容への助言、研究に対する姿勢やノウハウなどが脈々と受け継がれていることが、常に彼らが活躍している要因であるといえる。

○ 「内」および「外」から見た SSH

サイエンス研究会に所属していない生徒代表として語った学園祭実行委員長は、サイエンス研究会の研究発表を聞いても意味がまったくわからない、わからないがとにかくすごいことをやっていると感じている。文系の生徒にとって、サイエンス研究会という場所はなかなか踏み込めない。文系生徒への風通しをよくして、文系でも研究に取り組める場所であればよいと主張している。

生徒の間でサイエンス研究会の活動は認知されているが、まだまだ遠い存在のようである。サイエンス研究会所属でない生徒へのアプローチは、今後の課題ともいえる。

■ 教師が語る SSH

【概要】

5年間に渡り SSH を計画・実施してきた教師が、「授業が変わる」、「生徒が変わる」、「教師が変わる」をテーマにそれぞれの立場から課題と評価を明確にした。「授業が変わる」では、理科と数学科において、自然科学リテラシーを育成するためにどのような教材を用いてどのような方法で授業が行われてきたかについて発表が行われた。さらに、「生徒が変わる」ではサイエンス研究会に所属する生徒たちがどのように育ってきたか、「教師が変わる」では教師がどのように 5年間取り組んできたかについてそれぞれ発表した。

【内容】

○ 授業が変わる

数学科では、SSH 指定前から生徒の思考活動を重視した授業を行ってきた。SSH 指定後は、数学的リテラシー育成をテーマとして据え、教材開発および授業研究に取り組んできた。すなわち、SSH 指定の有無に関わらず生徒が主体的に関わる授業づくりを行っているわけだが、指定後はより身近な話題を取り上げ、より多くの教材・教具を試行してきた。指定後、特に変わった点として、班活動の充実によるコミュニケーション能力の育成、授業展開の工夫による授業時間確保、生徒の興味をひく教材の提示を挙げた。

理科は、PISA の科学的リテラシーをもとに授業を構成してきた。科学的リテラシーの要素の一つであるプロセスを 3 段階で示し、理科カリキュラムをその 3 つのプロセスにあてはめ、それに対応したワークシートを作成した。そのワークシートをもとに、単なる知識の伝達だけではなく、生徒に考えさせる授業を実践してきた。さらには、ワークシートを作成することで、理科教員の授業への共通理解を図ることが可能となった。

○ 生徒が変わる

SSH カリキュラムを受けて育ってきた生徒の中でも、特に変わったのがサイエンス研究会の生徒である。SSH 指定と同時にサイエンス研究会が発足したことで、それまで放課後何もすることがなかった生徒が毎日研究に取り組める場所ができたこと、互いに認め合う仲間および先輩後輩を得たことで大きく成長を遂げた。また、自分の研究内容を発表する場(校内研究発表会、公開研究会ポスターセッションなど)を多数設けたことで、生徒のプレゼンテーション能力が上がったことも成果の一つである。

○ 教師が変わる

SSH 指定を受け、普段の授業だけにとどまらずテクノロジーを活用する授業などを適宜取り入れたことで、理数教師の力量が伸びたことが成果である。また、SSH 事業を推進するために月1回の理数会議を設けたことで、理数教師の親交が深まったことも挙げられる。SSH は理数教師が中心となって実施するが、人文社会科学系の教師が批判的な視点で SSH に関わることにより、全教員で取り組んだ SSH となった。

■ 公開インタビュー

【概要】

本校 SSH の運営指導委員である重松敬一教授(奈良教育大学)と山極寿一教授(京都大学)が、「転換期の教育にいま求められるもの―研究者は SSH をどう見るか―」をテーマに対談した。数学教育学を専門とする重松教授と、「ゴリラの博士」として有名な山極教授という異なる分野の専門家であるお二人が、本校 SSH5 年間の評価と課題を明らかにし、さらには現在の日本の教育のこれからについてなどをお話していただいた。

【内容】

- 公開研究会の感想
- ・ 未来の研究者を育てていると思った。SSH の自然科学リテラシーの育成ともリンクする。本校は 少人数であり、さらには大学の附属ということもあって、大学から助言等を得られるところがよ い。ただ、科学オタクを育てるだけではよくない。ものを考えるためには広い視野も必要である。 ポイントは、分野を超えたディベートができるかどうかである。当たり前の疑問を言いあえる関 係がほしい。(山極氏)
- ・ 授業研究やサイエンス研究会の生徒によるポスターセッションなどを通して、本校 SSH の特徴を 見させてもらった。(重松氏)
- 現在の教育をどう捉えているか?また問題点は何か?
- ・ (「生物学とは自分とは違う生き物との出会いから始まる。そういう出会いを作るのが教育者の役目である」という山極氏の主張から) 科学者にとって、新たな発見というのは至上の喜びである。 それを体験することができれば、科学的な思考力は育つ。現在の教育は、既成の学問ができる生徒が優秀という見方があるが、そうではなく誰も気づかなかったことを成し遂げる生徒やそれに取り組もうと努力した生徒にもサポートするような教育をしてほしい。(山極氏)
- ・ いろいろなものを取り込むことで日本の教育は発展してきたが、結果のアウトプットはどうか。 どういう生徒を育てていくかが見えない。素晴らしい生徒がどうやって育ってきたのか、そのプロセスは?どのように変わったかが知りたい。(重松氏)
- "スーパー"な理数に長けた生徒とは?
- ・ 自ら問いを立てる力を持つ生徒、他分野の生徒とディベートできる生徒が "スーパー" な生徒である。問いを立てるということはたやすいことではなく、たいていの設問はすでに答えが存在したり、議論するに値しない設問である。それでも問いを立てるということはとても大切なことで、仮説にたどり着くまでに、自分なりの問いが立てられるかどうかである。(山極氏)
- ・ スーパーな理数に長けた生徒の例として、当時浦和第一女子高校の生徒を挙げる。彼女はプレゼンが素晴らしいだけではなく、メタ認知的なことで言えば「内なる疑問」を持って研究に取り組んでいた。(重松氏)
- 議論し合える仲間づくりはどのようにすればよいか。また、そのときに教師はどのように指導す

るのがよいのか。

- ・ 生徒同士の議論の中で、時には仲裁をしたり、解説を加えたりできるような老獪な教師が必要である。(山極氏)
- ・ 生徒同士が互いに刺激し合い、議論できるようになるためには、長けた経験を持つ教師の存在が 必要である。長けた教師というのは、高い専門性を身につけており、かつその教師の存在によっ て生徒にもよい影響を及ぼすような人物を指す。(重松氏)
- 今後、SSH を含め本校の教育に期待すること
- ・ 本校の利点は少人数の中高一貫教育というところ。その環境の中で、ディベートを推進してほしい。文理の枠を超えてディベートできる仲間がいることが大切である。 (山極氏)
- ・ 科学的リテラシーの育成が、研究者の育成に直結するものではないと考えている。現在の教育の 風潮として、自然科学の分野は新しいものを求められているところがある。教員はそこではなく て、既存の事実を正しく理解させることを念頭において、そこから応用して新しい事実を求める ようにしてほしい。まずは正しい科学の考え方を押さえ、それを応用させて世界を理解する能力 を身につけさせることが必要である。そして、自然科学の様々な例を使って解説できる能力を育 成してほしい。(山極氏)
- ・ SSH 事業においては成果主義の考え方は廃し、次世代を担う子どもたちがきちんとしたものの考え方で世界というものを解釈できるのか、あるいは今までわれわれが抱えてきた問題を解決する 糸口を見つけることができるのか、という部分に力点を置いて取り組んでほしい。(山極氏)
- ・ 全校生徒対象に SSH を推進してほしい。現在の本校の教育を受けてきた生徒が、どのようなプロセスを経て成長してきたのかをもう一度整理してほしい。また、途中で挫折してしまった生徒へのケアも行ってほしい。(重松氏)
- 重松先生、山極先生への質疑応答

(質問) 現在の SSH の枠組みに人文社会科学は存在しないが、それに関してどう考えているか。

- ・ 人文社会科学と自然科学は、SSHの中では同等に扱われるべきものであると考えている。本校は、 双方がサポートしあうことで SSH を推進できる学校であると思っているので、他校に対してぜひ そのモデルを示してほしい。(重松氏)
- ・ それを解決する方法として、例えば中高の授業ではタブーとされている死の問題を取り上げるの はどうか。特別カリキュラムとして、動物にとって死とは何か、人間にとって死とは何か、文化 にとって死とは何か、社会の中で死ぬということはどういうことなのかということを考えるよう な授業を設定する。そしてこの授業には、明確な解答があるわけではない。すでに用意されてい る解答を導くことだけが学問ではないからである。(山極氏)

(質問) SSH はこの先、どこへ向かうのか。現在の SSH が目指しているものと将来目指すべき方向を教えてほしい。

- ・ SSH は一握りのスーパーな生徒を育てるための事業ではなく、裾野を広げる活動もその目的である。競争させてスターを育成することが SSH の目的ではない。(重松氏)
- ・ スターを育てるために裾野が広くなければならないのではなく、裾野を広くするためにスターが 必要ということである。そこを肝に銘じておくことだ。本校は学校文化として、また教員の環境 づくりの成果として、主体的に学ぶ生徒が育っている。 (山極氏)

2. 公開研究会に関する校内研修について

今年度の公開研究会をうけて、本校の教員間で SSH の 5 年間を振り返る研修会が開催された。 <日時: 2009 年 11 月 26 日(木) $15:45\sim18:00$ 対象: 本校全教員>

これは本校研究部によって開催されたもので、理数の教員のみでなく、全教員で SSH の 5 年間を振り返り、それぞれの想いを語り合うことを目的としたものであった。8 名程度でのグループディスカッションを基本とし、各グループの司会は理数の教員が担当した。この研修会までに、各教員が以下の内容について意見を書いたアンケートを提出しており、これらをもとにしてディスカッションが行われた。以下では、各教員から出された意見を提示し、それについての分析を行った。

<研修会に向けたアンケート内容>

- ① 公開研究会のシンポジウムや講演を聴いて、最も印象に残ったことについて
- ② SSH プロジェクトの最も重要な成果について
- ③ SSH の成果で指摘した部分と自らの教育実践・問題意識との共通点について

① 公開研究会のシンポジウムや講演を聴いて、最も印象に残ったことについて

- ・ 文系・理系の分野を超えた広い視野を持った生徒の育成の重要性を改めて感じた。多くの生 徒が文理の枠組みを超えて議論できる場所の提供や、自らの専門領域を超えた部分での議論の 重要性を今後も生徒達に伝えていきたい。
- ・ サイエンス研究会の生徒が語った顧問教員との関係性が印象的であった。両者の切磋琢磨に よって彼らの活躍が支えられており、この信頼関係こそが輝かしい成果をあげる要因になった と感じている。
- ・ サイエンス研究会の生徒にとって心の拠り所となるものが SSH であり、彼らにとってその 重要度がいかに高いかということを実感した。
- ・ ある課題にチャレンジをして、挫折した者への手立てが問題提示されたことが印象的であった。文系生徒が語っていたように、全ての生徒が SSH の活動に主体的に関わるチャンスを得ているわけではない。このような生徒に対してどのようなアプローチを行うか、明確な課題の提示がなされたのではないかと考える。

●分析

このアンケート項目において最も記載の多かったものが、「文系・理系を超えた広い視野の育成の重要性を感じた」というものであった。これは、シンポジウムで語られた内容であることに加え、本校の教育が長年目指してきた理念にも通じている部分である。この発言を受けて、これまでのSSHが積み上げてきた実績を成果として捉える者もあれば、課題として捉える者もいる。このような意見の多様性に注目し、この5年間を振り返るとともに、今後の構想を打ち立てていくことが重要であろう。

加えて、サイエンス研究会の生徒の活躍に関する記載も多かった。生徒の語るシンポジウムにおいて生徒が語った SSH の重要性には多くの教員が共感している。彼らにとって SSH がいかに大きな存在であるかという点に共感している教員が多く、そのような環境設定を行えたことは本校の5年間の大きな成果であるといえる。その一方で、チャレンジできなかった生徒への配慮についても共感している教員が多く、SSH の課題として認識が必要であるように感じられた。

② SSH プロジェクトの成果について

- ・ 頭を押さえずに生徒の育成を図り、伸び伸びと生徒を育てることができた点、すなわち成果 そのものではなくそのプロセスに重要な意味があったと感じる。このプロジェクトがないと、 埋没していたかもしれない生徒達の能力が引き出され、活躍の場を得たこと。
- ・ サイエンス研究会の数々の受賞と、それに至る生徒達自身の学びのプロセスの構築がなされたこと。トップの育成に成功し、対外的に高い評価を得たこと。
- ・ 理数の教員の技量が様々な面で向上したこと。これは単にサイエンス研究会の活躍という目立つ部分においてのみではなく、普段の授業やカリキュラムを作り出すという理念にもとづいて築きあげたこと。
- ・ 文系・理系を問わず、中等教育では何を課題とするべきなのかが明確になったこと。これまでの事業を評価し、次につながるための課題を得たことは重要な成果である。

●分析

サイエンス研究会の生徒の活躍とそれを支える教員の活動に関する記載が多かった。生徒の 学びに対する自由な発想を重視し、新たな活躍の場を見出した SSH 事業の姿勢が高く評価され ていた。加えて、理数の教員の技量の向上も多く語られており、教員への評価の高さがうかがえ る。一方、この 5 年を通して SSH および理数教育の課題が明示されたという意見もあり、SSH 事業に対する意見の多様性を感じることができる。

③ SSH の成果で指摘した部分と自らの教育実践・問題意識との共通点について

- ・ 課題を解決するにあたり、生徒が自ら考え、自ら判断をしていくというプロセスを重要視している点に共通点を感じる。
- ・ 人類に普遍的な能力の育成、地球市民を育てるという普遍性のある目的がある点において自 分の普段の教育実践と接点がある。理数の授業で行われている考えさせる時間、発表させる場 の提供、グループワークでコミュニケーションをしながら学ぶ授業は、この自分の考えに合致 している。
- ・ 思考実験とか思弁で思考を展開する力とか、答えのない、問いが問いを生むこととどう向き 合うかを担当教科として提示していくことに共通の認識がある。トップの生徒はわかっている と思うが、裾野の生徒達にどうこの力をつけさせるかが大きな課題であると感じている。

●分析

普段はなかなか聞くことができない先生方の教育実践を聞くことができ、大変貴重な議論となった。各教科に携わる教員によって多様な問題意識に基づいた教育実践が行われており、これらの取り組みが SSH 事業を支える基盤となっている印象を受けた。SSH 事業における問題意識や課題の認識との共通点も多く見られ、SSH 事業を客観的に眺めるための指標を得たといえる。

■ 研修会を振り返って

今回の研修会は、立場の異なる教員が本校の SSH をどのように捉えているかを知ることができる大変貴重な機会となった。今回の会を通して、多くの教員が SSH に対する高い興味と問題意識を持っており、自身の教育活動と関連づけて様々な取り組みを行っていることを実感させられた。また、意見の多様性も特徴の1つであった。1つの事象を成果と捉える教員もいれば、課題として捉える教員もいる。このような多様な観点に触れることは、教育活動全般において貴重なものであり、その一端を担う SSH 事業においても必須であることを改めて実感した。

3-1-4 プログラムの変遷

本校がこの5年間で実施したプログラムには、当初からずっと継続しているもの以外に、変遷が加わったものも少なからずある。「特別枠」や「重点枠」で新たに加わった事業を別として、それらを大きく分けると次の5通りになる。

- 1. 廃止したもの
- 2. 他のプログラムに吸収させたもの
- 3. 不定期に実施したもの
- 4. 途中から増えたもの
- 5.5年間継続したうえで発展させたもの

以下、それぞれについて簡単に示す。なお、それらの事業の詳細については、年度ごとの研究実施報告書および、本実施報告書の第4章にも5年間の総括があるので参照されたい。

1. 廃止したもの

1-1 S-cube への参加

■ S-cube の概要

「S-cube」とは、日本原子力研究所主催の中学・高校生向きのスーパーサイエンスセミナーである。その目的は、科学研究や技術開発について研究者から直接学ぶことによって、理科や数学の学習が世の中でどのように役立っているのかを知るものである。

具体的には月に $2\sim3$ 回程度、毎週水曜日に実施されている。本校からは約 40 分程度で行くことができる。2005 年度は本校から約 10 人程度の枠を確保してもらい、6 月 15 日の第 102 回から参加した。参加費用 200 円は生徒の自己負担である。2006 年は一部休止があったが、無料で再度開催された。しかし、SSH 指定を受けて、校内で科学への意識付けができる多くの講座を企画していることから、この年度で本校の参加は打ち切りとなった。

■ 本校の関わり

1・2年生には、全員に授業等を利用して案内を配布し、最低1回は参加するように呼びかけた。 S-cube 参加の第一の目的は、科学に対する興味関心を高めることであり、科学の扉を開けないこと には、科学に興味関心のない生徒はそのままに過ごしていくことを懸念したからである。その結果、 本校からは毎回4名から20名あまりの出席があった。

参加した生徒の評価は、内容に関わらずほとんどが「とても楽しかった」または「楽しかった」と 評価しており、当初の目的は達成できたものと思われる。また、ほとんど毎回のように参加している 生徒も何人かいた。

1-2 サイエンスツアー I

<2005年度>

■ 実施概要

日時	2006年3月23日(木)~3月25日(土)(2泊3日)						
場 所	高エネルギー研究所など						
講 師	山田善一(高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 物理第四研究系)						
参加人数	生徒 12 名(3 年 5 名 • 4 年 5 名 • 5 年 2 名) 教員 2 名						
構 成	見学・実験実習・研究発表						

■ 日程

- 3月23日(木) 奈良から東京へ移動、日本科学未来館の見学、東京からつくばへ移動
- 3月24日(金) 高エネルギー加速器研究機構(KEK)での見学と実験・実習(8時間)
- 3月25日(土) KEK での実験・実習(5時間)、つくばから奈良へ移動

SSH 指定初年度のサイエンスツアーはこの1回だけであったが、次年度からつくばへの研修は京都府のSSH 校と合同で行い、これをサイエンスツアーIと称した。

<2006年度>

■ 実施概要

日時	2006年12月21日(木) ~23日(土)							
	筑波大学遺伝子実験センター							
場 所	高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所							
	物質・材料研究機構							
講師	上記の3研究所の研究者							
乡 加 / ※	京都・滋賀の SSH 校 4 校と共催、総勢生徒 25 名・教員 10 名							
参加人数	本校からは生徒5名(4年4名・5年1名) 教員2名							
構成	1.講義、実験・実習(1日目午後・2日目) 2.グループ発表(3日目午前)							
参加校	京都府立洛北高校、立命館高校、立命館守山高校、京都教育大学附属高校、本校							

■ 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16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21日(木) 午前 京都発 筑波着 午後 実験プログラム

12月22日(金) 午前・午後 実験プログラム タ 発表の準備

12月23日(土) 午前 グループ発表 午後 施設・研究所見学

<2007 年度>

2006 年度と同じ形式で行った。日程は、11 月 25 日(日)・12 月 16 日(日)・12 月 25 日(火)~27 日(木)である。

<2008 年度>

前年度と同じ形式で行ったが、場所は筑波宇宙センターが新たに加わった。参加校は立命館高等学校が抜け、4校で行われた。総勢生徒は20名・教員8名で、本校からの生徒5名は全員4年生である。日程は、11月23日(祝)・12月13日(土)・12月24日(水)~26日(金)であった。

収穫も多く意義のあるワークショップであったが、課題として発表資料作りの時間不足が例年あげられていた。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たが、実験結果を十分に考察する時間がなく、各班ともにまとめが慌しい。日程がタイトなことに加えて、行事を精選する必要もあり、残念ながら 09 年度は参加を見送った。

1-3 サイエンスツアーⅡ

つくばへの研修をサイエンスツアー I と称し、他校と合同開催で実施するのに対して、本校独自に 年度末を利用して実施する宿泊研修を、サイエンスツアー II と称した。

<2006年度>

■ 実施概要

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

■ 日程

- 3月26日(月) 移動・日本科学未来館(東京・台場) 見学
- 3月27日(火) コース1 日本物理学会 2007 年春季大会 Jr.セッションロ頭発表 コース2 国立極地研究所実習
- 3月28日(水) 国立科学博物館見学・移動

<2007年度>

■ 実施概要

日時	2008年3月25日(火)~3月27日(木)
場 所	種子島さとうきび試験地・種子島宇宙センター・種子島開発総合センター
参加人数	生徒5名(3年5名)、教員2名
構 成	見学・講義・質疑応答・インタビュー

■ 日程

- 3月25日(火) 移動・種子島さとうきび試験地見学、住民の方にインタビュー
- 3月26日(水) 種子島西之表港周辺散策、種子島宇宙センター研修(見学、講義、質疑応答)
- 3月27日(木) 種子島開発総合センター研修(見学、講義)・移動

翌年度からは重点枠の取り組みで海外研修が始まり、サイエンスツアーⅡは廃止された。

2. 他のプログラムに吸収させたもの

2-1 遺伝子実習

SSH 指定を受ける前から Science Partnership Project(SPP)事業として、遺伝子実習を 3 年間行っていた。この実習は、5 年生物選択者対象(理系は必修)という形で実施していた。SSH 指定を受けてからも遺伝子実習は有用と考え、対象を 5 年の生物選択者を中心にサイエンス研究会の 3 年生以上の希望者とし、継続実施した。その後、2 年目の NSL 講座のテーマを「遺伝子の扉」としたため、その中に遺伝子実習を取り込み、5 年の生物選択者という枠もはずし、3 年以上のサイエンス研究会を対象に行うこととした。

2-2 化学プログラム

<2005 年度>

■ 実施概要

テーマ	色でわかる化学変化	物質の変化と分子の動き
日時	2005年8月29日(月)10:00~18:00	2005年8月30日(火)10:00~18:00
場 所	奈良女子大学化学セミナー室 (C319)	奈良女子大学化学セミナー室 (C319)
	化学科第 2 学生実験室(C330)	化学科コンピューターラボ (C334)
講 師	棚瀬 知明 (奈良女子大学理学部教授)	衣川 健一(奈良女子大学理学部助教授)
参加人数	生徒7名	生徒9名
構 成	1. 講義 2. 実験	1. 講義 2. 課題実習

<2006年度>

■ 実施概要

テーマ	「分子で考える物質の状態変化と熱エネルギー」
日時	2006年8月25日(金)
場 所	奈良女子大学化学セミナー室 (C319) (地域貢献事業実施室)
講師	岩井 薫 (奈良女子大学理学部教授)
参加人数	生徒 5 名(4 年 3 名、6 年 2 名) 教員 1 名
構成	1. 講義 2. 実験

<2007年度>

■ 実施概要

テーマ	右手分子と左手分子の世界-生命活動の源-	
日時	2007年8月24日(金) 9:00~16:00	
場 所	奈良女子大学 理学部会議室	
講師	池原 健二(奈良女子大学理学部長)	
参加人数	生徒5名(4年1名、5年2名、6年2名)、教員2名	
# 卍	[午前の部]1.講義 2.質疑応答	
構成	[午後の部] 1.講義 2.実験「右手分子と左手分子が示す旋光性」	3.質疑応答

2008年度は、夏休み末に5日間連続で「タンパク質」をキーワードにNSL講座を実施した関係で、これに化学プログラムを吸収させた。NSL講座が、単位認定を伴った集中講義形式のものに変化していく中で、2009年度も化学プログラムを独立して行うことはしなかった。

3. 不定期に実施したもの

「かがくのひろば」について、本報告書の第4章第5節に実施報告がある。附属三校園研究開発における校種間連携活動の一つであり、今後も不定期に開催する可能性はある。

4. 途中から増えたもの

国際交流関係の事業(現地交流)は、SSH 指定校として当初の3年間は実施していなかったが、重点枠に採用された2008年度から台湾・MIT(ボストン)・韓国・フィンランドに渡り、交流・研修を行っている。

5. 継続発展させたもの

5-1 SSH 英語セミナー

SSH 指定1年目から3年目については、7月最終週(夏休み)に2日間または3日間、後期課程生の希望者を対象として、英語のネイティブ・スピーカーによるレクチャーを行っていた。内容はツール、プレゼンテーション・スキルとしての英語の重要性を認識させ、生徒の学習の動機づけとするものであった。4年目からは「科学英語講座」と呼称し、重点枠の事業に移行した。実践指導を受ける場所も奈良先端科学技術大学院大学に移り、他校の生徒と共にワークショップを行う形式に発展した。

5-2 テレビ会議システムの利用

指定3年目までは、シェットランドのAnderson High School(AHS)と通信して、数学の授業を行ったが、この事業も4年目から重点枠に移行し、Korea Science Academy(KSA)との交流をした。本年度の実践については、重点枠の第2章第3節を参照されたい。

第2節 カリキュラムの評価と課題

3-2-1 基礎調査

■ 目的

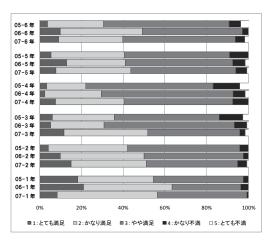
研究開発を評価するために、生徒の意識がこの期間にどのように変化したのかをアンケート調査した。本校生徒が学校生活や学習等について、どのように考えているかを把握し、今後どのように変化するかの基礎資料とするために行った。

■ 実施概要

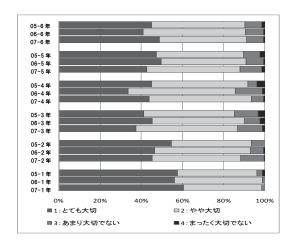
実施日	2005年、2006年、2007年 いずれも7月
対象	全校生徒
	2005年721名(1年122、2年123、3年119、4年120、5年122、6年115)
アンケート回収数	2006年743名(1年134、2年123、3年123、4年124、5年118、6年121)
	2007年717名(1年119、2年133、3年120、4年119、5年115、6年111)

■ アンケートの内容・結果

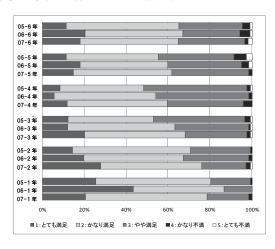
[3](2)授業についての満足度



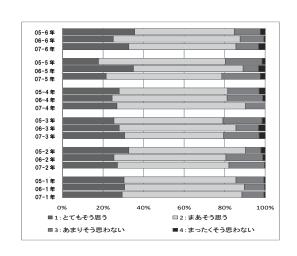
[4](5)将来のために、中等教育時代に授業で習ったことを授業以外の場面でも生かせるようにすることの大切さ



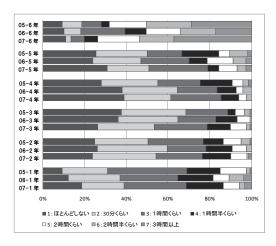
[3](5)学校全体としての満足度



[5](6)今必要と思えなくても、将来のために勉強しておく必要がある



[10]平日の家庭学習時間



■ アンケートの考察

(1)学校に対する満足度について

満足の割合は90%前後とかなり高い。全体の傾向としては、どの質問項目でも1年で最も高く、学年進行とともに減少し、青年期に入る4年で最も低くなり、5,6年で若干増加する。これは、6年一貫教育をしている本校特有の傾向といえるだろう。

(2)授業の理解度について

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

教科別では「7割以上わかる」の生徒は半数を越えているが、授業の満足度では「とても・かなり満足」という生徒は半数を切っている。つまり、授業はわかるが満足していないということである。「わかる授業」=「満足する授業」ではないのである。理解度より満足度が低いということは、生徒にあった授業ができていないと捉えることもできる。もっと満足度の高い授業を目指す必要がある。

(3)学習について

「授業で習ったことを授業以外で生かす」という回答は90%とかなり肯定的である。また、平日の家庭学習時間については、3,4年で「ほとんどしない」生徒が40%になる。「塾に行っていない」かつ「家庭学習をほとんどしていない」生徒が1~5年で約20人ずつで、どの年も同じ結果である。

家庭学習の時間は、公立の中・高校生と比較すれば際だって低い結果である。しかし、高校受験のない本校では必然的な結果だともいえる。本校の生徒たちは、総合学習に取り組み、自主的にクラブ活動や学園祭などの活動を十分にしている。自主的な勉強をしていない「中だるみ」だが、この期間の功罪は両方ある。それではどのような力が身についているのか、明確に示す必要がある。

■ まとめと課題

3年分のアンケートの結果から、本校の特色を読み取ることができた。学年集団による違いや他の要因による差異などから、年度によって多少の揺れはあるものの、学年進行とともにどの学年もほぼ同じように変化している。学年の特徴を数値で捉えることにより、授業や研究に生かすことができた。

また、数年に一度、同様のアンケートを取ることで、この傾向の変化の有無を捉えることは、今後の教育指導をする際に有効な資料となるであろう。

3-2-2 PISAによる調査

■目的

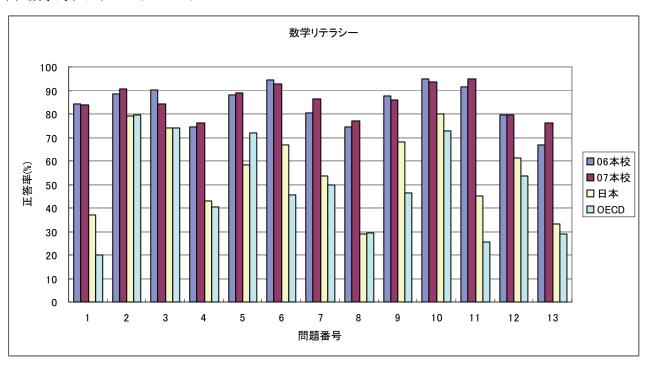
本研究開発の目的のひとつは、自然科学リテラシーを生徒に身につけさせることである。したがって、研究開発を評価するためには、現状における生徒の自然科学リテラシーがどの程度であり、本研究の成果が生徒のリテラシー育成にどのような効果を与えたか、生徒の変容を調べる必要がある。そこで、OECD が実施している PISA の問題を用いて、本校生徒の自然科学リテラシーがどの程度あるかを調査した。

■ 実施概要

2006年と2007年の6月、4年生徒(2006年度122名、2007年度117名)を対象に実施した。調査内容は、OECDが実施しているPISAの調査で一部の問題が公開されているものを用いた。この調査によって、4つに分類された自然科学リテラシーのうち「数学的リテラシー」、「科学的リテラシー」、「問題解決能力」の3つについて測定し、分析することとした。

■ 集計結果と考察

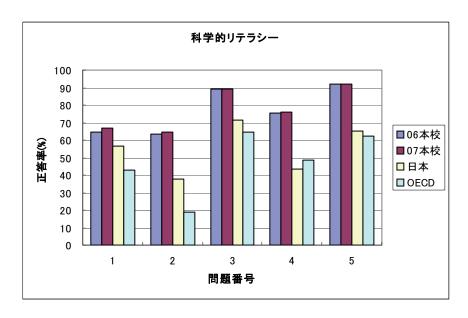
(1) 数学的リテラシーについて



本校生徒の問題ごとについての正答率の全体的な傾向は、日本や OECD 平均に似ているが、正答率 自体は日本、OECD 平均を大きく上回っている。また、数学的リテラシーの3つの側面「包括的アイデア」、「能力クラスター」および「状況」から分析することにより、以下のような本校生徒の特徴を 捉えることができた。

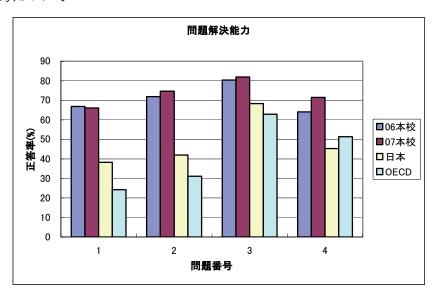
- ・ 内容に偏ることなく数学的な問題や課題を全般的に考察・処理できる。
- ・ より拡張された場面に関連する数学を見つけ、必要な知識と結び付けて解決できる能力が高い。
- 現象を数学的に捉えて分析する能力は、かなり高いレベルにある。
- ・ 本校生徒は、「数学化」された状況での問題解決能力が高い。「状況」に関しては、「公共的」な 課題の解決能力も著しく高く、現実世界における(公共性の高い)課題に対して、数学を活用して 事象の分析や問題の解決ができる。

(2) 科学的リテラシーについて



本調査で、科学的リテラシーの「現象の記述・説明・予測」および「科学的探求の理解」という 2 種類のプロセス(科学的思考の形態の種類)を測定できる。この結果から、本校生徒が身につけている科学的リテラシーは、ある程度高い位置にあることがわかる。

(3) 問題解決能力について



本調査で、問題解決能力の「意志決定」、「システム解析・設計」および「トラブル・シューティング」という3種類のタイプ(PISAにおける問題解決能力の種別)を測定できる。この結果から、本校生徒が身につけている問題解決能力は高いことがわかる。

■ まとめと課題

本調査により、生徒が身につけている自然科学リテラシーの一部を知ることができた。OECD 加盟国の平均や日本国内の平均と比較すると、本校生徒が身につけている自然科学リテラシーは、全体的にかなり高いレベルにあると推察することができる。しかし、その全体像を知るには、用いた問題の種類や数が不十分であり、より詳細な分析と考察のために、より多くの角度から生徒のリテラシーを測る問題を準備する必要がある。そこで、2008年度からは、本校独自にリテラシー評価のための問題を作成し、その問題で生徒のリテラシーの変容を測ることにした。

3-2-3 リテラシーテストによる調査

■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。本研究の取り組みがこれら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、生徒の変容を調べた。2005年度からの3年間はOECDが実施しているPISAの問題を用いて調査していた。その結果、本校生徒の正答率は非常に高く、カリキュラム評価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、2008年に本校で独自に調査問題を作成し、この2年間調査、分析をした。

■実施概要

実施日	2008年10月9日(木)	2009年10月9日(金)
対象	4年生徒全員 121名(男 60名、女 61名)	4 年生徒全員 133 名(男 64 名、女 69 名)
調査内容	・数学的リテラシーテスト(50分)	・数学的リテラシーテスト(50分)・アンケート
神鱼內谷	・科学的リテラシーテスト(30分)	・科学的リテラシーテスト(30分)

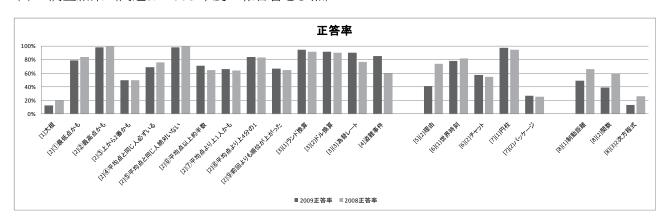
以下、数学的リテラシー、科学的リテラシーに分けて、「リテラシーテスト作成にあたって」、「調査 結果」、「考察」、「評価と課題」を報告する。

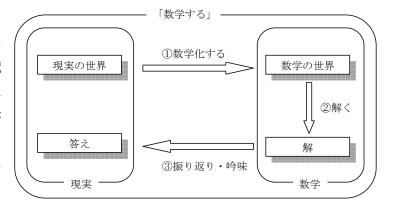
■数学的リテラシーテストの実施

(1) リテラシーテスト作成にあたって~「数学する」活動を中心とした調査~

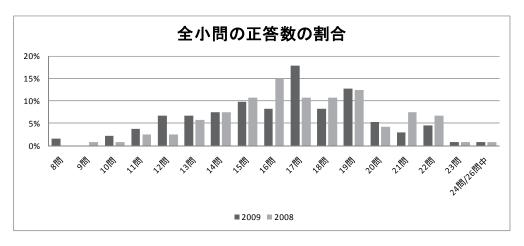
本校では、「自分たちの身近な課題を、数学的な活動を通して、解決しようとする力」を、数学的リテラシーの一つと捉え、調査問題を作成した。この活動は、本校が以前から研究している「数学する」という言葉でいい換えることができる。「数学する」ことは、図に示すような3つの段階に分けられる。

- 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。
- (2) 調査結果 (問題は 2008 年度の報告書を参照)





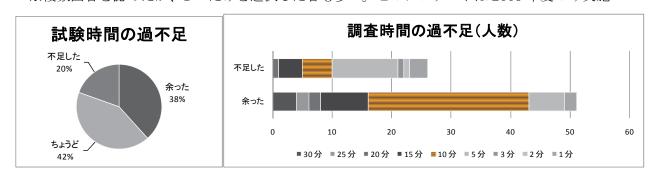
※正誤を判定できない問いのグラフはとばしている



※問題の出題形式を 2009 年度は少し変更した

	[1]大 水分			定期考 の点			[4] 件	盗難事		三角形公園		チャッ の時刻		ース	の空	動車 走距 制動
①問題文を読み返した	.00	27%	.0	25%	.0	26%	.00	27%	000	10%	.0	22%		19%	oll	29%
②計算が合っているか確かめた	.00	27%	.00	9%	.00	35%	.00	7%	000	4%	.00	36%		13%	oll	40%
③答えが問題に合うかどうか確かめた	.00	11%		12%	.00	11%	.00	10%	.0	14%	.0	17%		19%	.00	12%
④考え方が間違っていないか	.0	23%	.0	19%	.0	24%	.0	20%	.00	33%	.0	24%		26%	.0	22%
⑤答えを写し間違えていないか	.00	3%	.00	4%	.00	3%	.000	0%	.000	1%	.000	6%	.11	1%	.00	6%
⑥見直していない	.00	41%	oll.	46%	.00	32%	.000	48%	.000	49%	.00	31%	ul I	38%	.ol	35%
⑧やさしかった	.000	53%	.0	16%	.00	38%	.00	37%	.0	16%	.0	14%	ul	27%	.000	4%
⑨難しかった	.00	7%	.0	14%	.00	6%	.00	4%	.0	16%	.00	31%		10%	oll	52%
⑩解き方がわからなかった	.00	4%	.0	16%	.00	0%	.000	8%	.000	13%	.000	2%	.11	6%	.0	16%
⑪問題の意味がわからなかった	.00	7%	.00	11%	.00	1%	.000	8%	.000	5%	.000	1%	.00	10%	.00	2%
②時間が足りなかった	.00	0%		1%	.00	0%	.000	0%	.000	0%	.000	4%	.11	0%	.00	10%
⑬興味深い問題	.00	16%	.00	28%	.0]]	26%	.0	24%	.0	26%	.00	36%	.ol	31%	.00	21%
⑭日常的な問題	.00	14%	.0	16%	.00	38%	.0	25%	.0	16%	.00	28%	.0	14%	.00	14%

※複数回答を認めたが、1つだけを選択した者も多い。このアンケートは2009年度のみ実施



(3) 考察

正答率が8割以上のものは、ほぼ達成しているとみなす。ここでは正答率の低いものについて、その誤答パターンを読み取り、数学化サイクルの視点で考察する。

①数学化するときの問題点

● 読解力が不足している

「読解力」といっても調査問題は難解な文を提示しているわけではない。問[8]で、「制動距離」を「空走距離+制動距離」と読み間違ったり、「時速 $120 \, \mathrm{km}$ 」を「時速 $100 \, \mathrm{km}$ 」と思い込んだりしたまま解いている。ポイントとなるところを確認しながら解けばよいが、全問見直しをしていない生徒が $4 \, \mathrm{分}$ の 1 もいる。見直しの有無と問題の正答率の相関はなかったが、「これでよいか」と考える態度は身につけさせたい。

● 日常の感覚に大きく影響を受ける

この調査問題では現実の課題を現実から一度離れて抽象化したり、客観的にみたりする必要がある。 あまり経験のない状況であると、課題を数学の世界へもち込むことが難しいようだ。これは統計の問 [2]からわかる。現在のカリキュラムでは、前期課程で統計を扱わない(次のカリキュラムでは1年から扱う)ので、未知の分野の課題を経験から推測したために誤答につながったと考えられる。

● 基本的な数学概念の理解が不十分である

「数学化する」ことは、現実の課題を既知の数学の概念に照らし合わせることから始まる。その照合を間違えば、課題をうまく解決することができない。

割合の問[1]は、元にする量を誤解し間違いやすく、世間的にも間違って使われていることが多い。 例えば、「ooが 20%から 30%へ 10%増えた」のように、内包量を外延量と同じように扱う間違いである。割合は小学校で学習するものの、このような誤った使い方を正すには、指導が必要であろう。

②数学の世界での問題点

● 数学の定義や概念の理解が不十分である

新しい概念を理解するには、適当な例題や演習による積み重ねと概念を定着させるための時間が必要である。また、逆に繰り返し扱わないものは、すぐに忘れてしまう。安易な結果を求めるとその瞬間はできても、定着しない。

2 次関数の問[8]は、学習後の期間が短く(3 年の後半に学び、4 年で調査)その概念が十分に定着していないために、正答率が低くなったと考えられる。そして、この問題では、2 乗比例を正比例の拡張概念として正しく理解する必要がある。問いでは、表から 2 乗比例の関係をみつけなければならないが、階差数列の考えを使って解く解答がいくつかあった。自分なりに考えて課題を解決しようとする態度は身についているが、正比例でなければ 2 乗比例を探ってみるという関数の考え方が身についていなかったともいえる。

三角形の五心を利用する問[5]は、その結果が顕著である。三角形の五心は、2年で学びそれ以後扱っていないため、定義や性質を失念していたと考えられる。2008年度と 2009年度の正答率にかなりの差があるが、これは 2008年度の生徒はそれ以前に類題を 2回経験しているためと考えられる。

計算力が不足している

両替の問[3]は簡単な乗除の計算だが、小学校以来の桁数の多い計算なので、些細な計算ミスがでた。 また、2次方程式を解く問[8]でも、習熟できていないため計算ミスがでる。

しかし、現実の問題なら、解決のために電卓やコンピュータを用いても構わないので、計算力の不 足は数学的リテラシーの観点からはそれほど問題ではないだろう。ただし、得られた結果が大きくず れていたときに、「これはおかしい」と思う感覚は身につけさせたい。

③解の吟味の問題点

チャットの適当な時刻を問う[6]では、4 割の生徒が間違った。見直しの有無に関係なく、3 分の 1 が間違っている。

アンケートの結果、見直しをしていない生徒がどの問題でも3割から4割と多い。これまでに述べ

た問題点は、吟味や見直しでもある程度防ぐことができる。数学的に得られた結果を現実問題に合うか十分に吟味すれば、間違いは発見できる。ただし、「これで正しい」と思い込んでいるときは、別の視点から見直さなければ、その間違いも発見できない。間違いの経験から、自分の弱点をとらえれば、「私はこういうときは間違いやすいから、もう一度考えてみよう」と、行動に出るようになるだろう。

(4) 評価と課題

今回の調査では、正答率で数学的リテラシーが育成できたかどうかの判断基準を作ることができなかった。しかし誤答分析から、数学化サイクルでは、次のポイントが大切であることがわかった。

①現実の世界の課題を数学の世界の問題に読み換える

状況を正しく読み取る読解力が必要であり、日常的な経験によって解決するのではなく、抽象 化したり一般化したりして数学の世界へ課題をもちこまなければならない。そして、数学を使っ て解決するために既知の数学の概念と適正に照合する必要がある。

②数学の世界において問題を解く

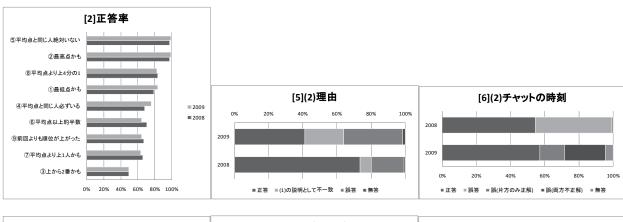
数学の世界に持ち込んだ問題を解決するために、それまでに学んだ様々な数学的解決方法に習熟する必要がある。また、計算力が必要であるが、適当なテクノロジーを利用するなど工夫できる力も必要である。

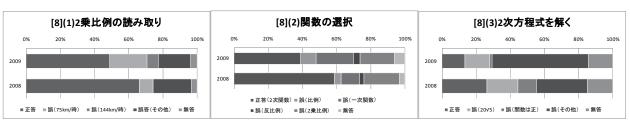
③得られた解を現実の世界の答えとなり得るか吟味する

数学的に解決できても、それが課題にとって適切な答えとなるかは、吟味が必要である。客観的に自己反省できる力が必要である。

また、数学的リテラシーには様々な側面があり、今回の調査では「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」という一部分を見てきた。高学年ではさらに異なる定義が必要であり、調査問題の問い方や評価方法についてもさらなる研究を続けたい。

(5) 資料





■科学的リテラシーテストの実施

(1) リテラシーテスト作成にあたって~プロセスを踏まえた問題作成~

PISA の問題を参考にしながら、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(本報告書 4·3·1 科学的リテラシーの観点からの理科カリキュラムの開発『表 3 PISA 理論プロセスと対応する「教え方」』を参照)が実現されているかどうかを評価できるように考慮して問題作成をした。(問題は 2008 年度 SSH 実施報告書を参照)

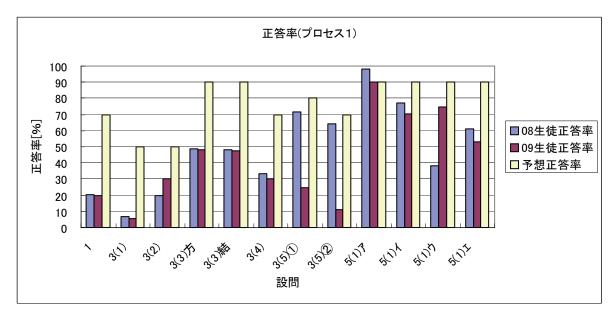
2008 年 12 月に行われた SSH 運営指導委員会で、運営指導委員の先生方から「出題した問題のカテゴライズ(どのプロセスに相当するかなど)の妥当性」などの指摘をしていただいたが、単年度の調査結果では「本校生徒の特徴」として捉えにくいので、2008 年度と同じ問題を用いて、本年度もう一度調査することにした。

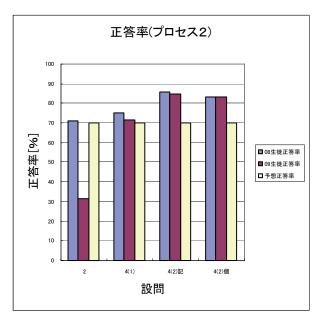
(2) 調査結果と考察

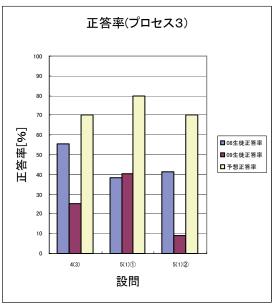
調査問題を合計 50 点で配点し、予想正答率を定めて、正解者数、生徒正答率を表にまとめた。

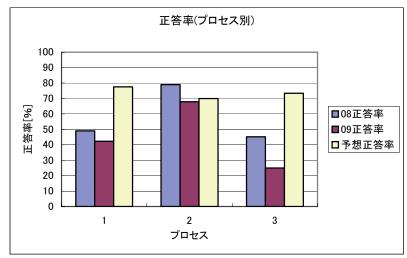
	設問	4	2	3(1)	3(2)	3(3)方	3(3)結	3(4)	3(5)①	3(5)②	4(1)	4(2)記	4(2)個	4(3)	5(1)7	5(1)4	5(1)ウ	5(1)I	5(1)①	5(1)②	得点
	問題内容	電気回	速度の 合成	NaHCO3 分解の 化学反 応式	試験管 破損の 理由	CO2の 確認法	CO2確 認結果	CO2利 用の例	亜鉛と 硫酸の 化学反 応式	過酸化 水素分 解の化 学反応 式	メダカの 卵の数	卵が最大数になるときのメダカ の数	卵の最 大数	卵の数 を制限す る理由		光合成	こういて		燕散実 験の条 件	蒸散実 験の装 置	
	配点	4	4	2	3	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	4	3	50
2000	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	平均点
2008	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	25.769
0000	正解者数	26	42	7	40	64	66	40.5	33	15	95	113	111	33.5	120	94	99	71	54.0	12	平均点
2009	生徒正答率	19.55	31.58	5.26	30.08	48.12	47.38	30.45	24.81	11.28	71.43	84,96	83.46	25.19	90.23	70.68	74.44	53.38	40.60	9.02	22.23
	予想正答率	70	70	50	50	90	90	70	80	70	70	70	70	76	90	90-	90	90	80	70	
1	プロセス	11	2:	7	1	1	1	1	1	1	2	2	2	-3	-	1	1	1	3:	3	

続いて、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。









今回の調査で、2008年度に分析したものが「本校生徒の特徴」としてより確かなものとなった。まず、プロセス1の正答率が期待値を大幅に下回った点について、知識として覚えるべき学習内容が定着していないことがわかった。次に、プロセス2の正答率が期待値を上回った点について、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点と関連があると思われる。最後に、プロセス3が期待値を大幅に下回った点について、仮説や実験立案の経験が不足していることなどが理由に考えられる。しかし、もともとプロセス3の習得は短時間でできるものではないので、授業を変えることによって、ある程度は習得可能であろうという仮説のもと、今後も少しずつ実行していきたい。

(3) 評価と課題

2回のリテラシーテストによる評価を受けて、次の点で改善を図りたい。

- ① 知識・概念の確認と、教える授業内容の充実を図る。(プロセス1の習得)
- ② 仮説や実験立案の機会を多く取り入れた授業展開を行い、3 年生課題研究入門の充実・前期課程 におけるプロセス 3 に関わるワークシートの充実を図る。(プロセス 3 の習得)
- 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)の妥当性の検討を行う。

第4章 研究内容の評価と課題

第1節 基礎・基本の徹底

4-1-1 数学科「探究数学」

前期課程 $1 \cdot 2$ 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 I 」として 1 単位を 2005 年度から設けている。本年度は 5 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年生徒全員(探究数学Ⅰ)、2年生徒全員(探究数学Ⅱ)
彩日の日始	基礎数学の授業と関連付け、一人ひとりの適性に合わせ、基礎・基本の定着を図ったり、発
科目の目的	展した内容に取り組んだりして数学の力を身につける。
世界の胜御	1 クラスを 2 名の教員で担当し、学習内容や生徒の数学的活動によってティームティーチン
授業の特徴	グや少人数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。

	本十皮は以上のようは個句:反所となうに。 			
	1年	2年		
	・C:代数「4つの4」			
	・D:幾何「正 20 面体を作ろう」			
	・CD:幾何「ルーローの三角形」	・ABC:統計「データから予想する」		
I 期	・AB : 代数「魔方陣」	・ABC:統計「確率」		
	・AC:代数「倍数の不思議」	・ABC:統計「標本調査」		
	・BC:代数「石取りゲーム」	・B:統計「標本調査の発表」		
	・AC:幾何「多角形の外角の和」	・BC:統計「グラフコンクールへの参加」		
	・CD:幾何「鶴を折ろう」	・A:代数、幾何の演習		
	・D:代数「ディオファントスの生涯」			
	・A:代数、幾何の演習			
II 期	・BC:統計「度数分布表とヒストグラム」			
	・BC:統計「いろいろなグラフ」			
	・BC:統計「資料の整理」	・D : 代数「n 進数」		
	・BC:幾何「階段の上り方」	・ACD:代数「平方根」		
	・AD:代数「カレンダーで数学しよう」	・A:代数、幾何の演習		
	・CD:幾何「星型多角形」			
	・A:代数、幾何の演習			

2.1年「探究数学 I」実践例

■ 「カレンダーで数学しよう」(D 基礎数学の発展学習を行う)

課題:「カレンダーに隠された法則を見つけましょう」また、その理由を考えましょう。

展開:1月のカレンダーから、各生徒が自分で法則を見つける。その後、4人グループでその法則を 紹介しあい、グループで一番面白い法則をその理由とともに板書して発表する。

様子:見つけた法則の理由というのは、数学では証明になる。発表する内容も、文字を使って簡潔に 説明している発表には、生徒たちも高い評価をしていた。

3.2年「探究数学Ⅱ」実践例

■ 「データから予想する」(C 数学的な見方・考え方を学ぶ)

課題:「ウェーブでデータを取ろう」というテーマで、データを処理・分析・探究することを知る。

展開:まず、生徒たちに「東京ドームでウェーブが1周するのにかかる時間を予想する」ために、教室でできる実験を考えさせる。次に、その実験を実際に行い、データを収集させ、データを解析し、予測させる。そして、その結果が妥当かどうかを全員で検証させた。この一連のプロセスで活動をさせた。

様子:生徒たちは、実験方法をすぐに考え、お互い協力し何度も実験しデータを集めていった。集まったデータをどのように解析し、予想するかで意見が分かれたが、各自自分の考えを説明することができた。

昨年度1年次は、「度数分布表、代表値とちらばり、相対度数」の統計分野を割り当てた。引き続き 今年度2年次でも年度初めから、合計 10 回の授業を統計分野に割り当てた。内容は、昨年度の1年 次をもとに「起こりやすさの度合、確率、母集団と標本、標本からの推定、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。そして、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(特選教育長賞)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。他にも、 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。



佳作 受賞作品

4. 5年間の総括

1年生は、「算数」から「数学」へ緩やかに移行できるように、道具を使って具体的に図形や立体の構造を考えたり、多くの計算をして規則性を見つけたり推測したりして考える態度の育成を重視した。「幾何」や「代数」の授業で扱っている内容とリンクしたものを取り上げるようにしたが、それ以外でも生徒にとって必要だと思われる教材も取り入れた。たとえば、次のような授業がある。

- ① ポリドロンを使って立体図形を作成し、その構造を見て楽しむ。ポリドロンとは、正三角形、正 方形、正五角形、正六角形のフレームを組み立てて自由に立体模型を作ることができる教具である。 遊びの活動から、立体図形の美しさを感じさせることができた。
- ② 筋道を立て正確に説明できる力を育てたいという観点から、「かつ」と「または」の使い方や、三 段論法の使い方を学習した。集合の基礎を扱いながら、楽しく学習できるようにストーリーの中で 論理を学習した。ストーリーに出てくる「かつ」や「または」に、「×」や「+」と置き換えるだけ で内容がスッキリとし、文脈がわかるようになることが面白かったようだ。

授業形態は、出席番号別 20 人クラス、40 人でティームティーチング、習熟度別 20 人授業の形態を適宜取り入れた。習熟度別授業をとる際には、事前の課題や小テストからクラス分けを行った。

2年生は、学習内容について1年生よりも理解度の差が大きくなる。そこで、「幾何」や「代数」の授業では十分に考える時間をとり、数学的活動をさせることを重視した。「幾何」では、パソコンを利用して単に定理の理解をするのではなく、図形を動的に捉えてその定理を見つけるような活動をする。「代数」では、たとえば連立方程式の単元で、問題の解法習得を重視するのではなく、3世紀頃中国で作られた「孫子算経」に載っている問題から自分で式を作って解く活動をしたり、日常の問題とのつながりを考えることを重視したりする。問題演習の時間や、基本的なスキルを身につける時間は不足しがちであるので、「探究数学Ⅱ」の時間を使い、スキルの習得や「幾何」「代数」の授業の振り返りをして基礎・基本の定着を図った。テスト形式で問題を解いたり、問題演習をしたりして、生徒が自ら内容理解の確認をするようにした。

しかし問題演習のみをするのではなく、そこで扱う問題に興味・関心を生徒が持てるように工夫した。少し知的に刺激を与えることができれば、発展的な学習をしたい生徒にも意欲がわく授業となる。

以下、初めに示した4つの目標の設定理由と、具体的な実施方法を示す。

A 基礎数学での学習内容の定着

探究数学の設置目的に「数学学習の基礎・基本の徹底をし、完全習得を目指す」がある。これを実現させるために行う。並行して行っている基礎数学で学んだ内容の定着のために、生徒に応じた授業を行う。単元の終わりや定期考査前に行う。

- ・クラス編成 習熟度別または均等に2分割する
- ・課題 A4 用紙(裏表) 一枚程度の復習または応用課題プリント 課題の他に「本時の目標」を記し、この時間に達成させたい観点を示す
- ・授業展開 生徒の達成状況をみて、適宜、採点・説明を行う
- ・評価 課題プリントを回収し、示した目標に照らし合わせて評価する

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

生徒自身が考えたことを表現したり、グループで討論したりするなど、コミュニケーションする力を育てる。また、発表などのプレゼンテーションを行うことで、他者の視点を意識できるようにする。 1 つの課題をグループで取り組むことで、個人では解決できなかったこともいろいろな視点から考え ることができる。このような力は、数学だけでなく他の教科や活動でも大切な力である。

- ・クラス編成 均等2分割
- ・課題 多様な意見や試行錯誤を要するような、グループ活動に適した課題
- ・授業展開 (例)課題提示→グループ活動(男女混合の4人)→発表→まとめ
- ・評価 小テスト・自己評価など

C 数学的な見方・考え方を学ぶ

当該学年以降で学ぶ内容に必要な、数学的な見方・考え方を学ぶ。さまざまな見方・考え方を身につけることは一朝一夕にはいかない。低学年からその見方・考え方に触れ、基礎数学などでも活用することで、少しずつ身につけることができる。したがって、単なるカリキュラムの前倒しにならないように工夫し、ゲームや実験などを通して楽しんでできるように授業を構成する。

- ・クラス編成 均等2分割
- ・課題 論理、統計、確率など基礎数学では扱わない題材
- ・授業展開 (例) ゲーム、実験など→考察→まとめ
- ・評価 小テスト・自己評価など

D 発展学習を行う

基礎数学で学んだことを活用して作品を作成したり、問題を解決したりする。身近にある現象やものを、数学を通して見ると新たな発見があることを知る。

- ・クラス編成 均等2分割
- ・課題 基礎数学の発展課題
- •授業展開 適宜
- ・評価 作品作成・自己評価など

また、「統計分野」に関しては、実施 3 年目から意識して取り組むこととなった。本校で「統計分野」は、数学科でまとまって扱うカリキュラムを従来採ってこなかった。しかし、5 年「情報」の授業で PC を使いながら時間をかけて扱う機会があるものの、1 年から 4 年までに置かれている「総合的な学習」で直面する「資料の整理」の必要性や、他教科での学習内容、生徒の豊富な自主課外活動で資料を扱う場面、日常的に対峙している情報化社会のことなどを考えると、それでは遅いといわざるをえない。必ずしも難しい内容ばかりではなく、 $1\cdot 2$ 年生でも充分理解できることも多く、知識として早めに必要でもあるため、いずれの学年においても、この分野を意識して取り上げることにした。

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。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、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カリキュラム化に向けて蓄積ができた。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を設けることもできた。

2010 年度からは「統計分野」を「基礎数学」の年間計画に取り込んだ、新しいカリキュラムに沿って授業が行われる。また、1 年生には「情報と科学」1 単位が導入される関係もあり、基礎数学は 1 年:代数 2,幾何 2 の週 4 単位、2 年:代数 3,幾何 2 の週 5 単位に変更され、この 5 年間一定の成果を上げてきた週 1 時間の「探究数学」は発展的に姿を消すことになる。探究数学の 4 つの目標については、そのアプローチの良さを継承し、通常の授業内に生かしていきたいと考えている。

4-1-2 国語科「表現」

(1) 研究の目的と方法

国語科においては、2年「情報と表現」(「国語基礎」4単位中の1単位)で情報リテラシーを基礎とする表現力の育成を目指し、3年「表現」(「国語総合」4単位中の1単位)で音声表現力及び文章表現力の育成を目指した。

2年「情報と表現」では、高度情報化社会におけるよりよい情報の受け手と送り手を育てることに

主眼をおき、映像の読みとりだけではなく、映像の制作を通して 情報リテラシーやメディア・リテラシーの育成を図った。

3年「表現」では、プレゼンテーション能力の育成を意識し、 科学的な根拠に基づく音声言語の分析能力と実用的な文章表現力 の育成を図った。知識を獲得するだけではなく、獲得した知識を 日常の場で活用できなければ、その知識は生きた知識とは言えな い。国語科の研究では、自ら獲得した知識を他者に伝えるという ことに重点をおいた。







(2) 研究の成果

① 「情報と表現」の成果

「情報と表現」の成果としてわかってきたことは、国語の時間を使って、メディア・リテラシーを育成するのではなく、メディアの表現の分析や考察を行い、そこで得られた知識や技能を国語の学習に関連づけて用いることが、国語の時間では重要であるということである。すなわち、教科には固有の付けたい能力があり、国語で言えば読解力であり、表現力である。その学習過程で、様々なアプローチを行う中に情報機器の操作を含めた情報リテラシーやメディア・リテラシーが育成できる。

② 「表現」の成果

「表現」の授業は、音声表現指導と文章表現指導の2本柱で構成してきた。

音声表現指導では、「聞く」「話す」技能について音声学的知見を取り入れ、コンピュータソフトなどをツールとして利用し、音声言語に客観的・実験的にアプローチした上で、音声表現としてのプレゼンテーション能力を高めることがねらいである。また、文章表現指導では、レポートや論文、企画書などの実用文指導に特化し、わかりやすい文章の書き方を体得するところにねらいがある。

SSH 研究の中で、国語科が実践してきた「表現」の授業の位置付けを見直してみると、サイエンス研究会等に参加している生徒への直接指導ではなく、6年一貫教育の基礎・基本を育成するための指導である。プレゼンテーションに必要な素養を身につけていくために、ポスター作りを行い、発表す

るなどの学習活動を実施してきた。この学習が基礎となっ て、1年から5年までの総合学習においても、その場面に 応じた発表技法を選択できるようになることが求められる。 国語科がすべての発表活動の技法を教えるのではなく、そ れぞれの場面で担当教員が指導力を発揮しなければならな いことは言うまでもない。

右図のような「リアルタイムフォルマント」の図像を用 いて、各自の母音を分析するなどの活動を通じて、コミュ ニケーションの基礎としての音声を分析することが可能と なることを理解させることができた。

サイエンス研究会に所属する生徒の中には、音声分析の 手法を研究に取り入れることを検討している者も現れた。

漂 リアルタイム・フォルマン! 表示オプション F1-F2 波形 カテゴリ表示 の 高波数軸のみ の 英語 の 日本語(男性) の 日本語(女性) F1-F2 F2 [Hz] 稼働中 録音停止 FI [Hz] (C) 1999 ATR 人間情報通信研究所 ATR 人間情報通信研究所が開発された「リアル

タイムフォルマント」の映像

(3) 研究の評価と課題

国語科では、研究の評価を生徒の言葉から分析する手法を取ってきた。記述形式による評価とイン タビュー形式による評価の方法があり、質的評価方法の研究を進めてきた。質的評価法は、評価者に よって変化の幅が大きく、複数の評価者によって実施されなければならない。SSH 研究の評価におい ても、生徒をインタビューしたり、生徒と教員の座談会形式による評価を実施したりして、実験的に 評価法の研究を行ってきたが、評価のあり方そのものを検討する時期にきている。

アンケート形式の量的な評価とインタビュー形式の質的な評価の両面から検討することが重要であ ることは言うまでもないことであるが、量的な評価方法を採用しても分析者の視点でデータを位置づ けなければ、単なる数値の羅列となってしまう。すなわち、量的な評価にも分析者が介在することに なり、量的な評価が必ずしも客観的な処理の仕方とは言えない。結局のところ、評価と指導の一体化 を図るために、どのような評価方法を採用するかが問われるのである。

SSH 運営指導委員会において評価されたのは、実際の生徒の活動や言葉を元に分析したものであっ た。生徒たちは自由に自分の言葉で研究をあとづけており、率直な意見は教員にとっては耳の痛い言 葉が多いのであるが、それらの生の言葉から次なる課題を立ち上げていくことが重要であろう。ただ し、すべて鵜呑みにできる話ばかりではないので、生徒と教員とが共にフランクに議論する場が必要 となる。今後、研究の評価に生徒の生の声をいかに活用していくかが鍵となる。

国語科の実践で、今後の課題は、SSH 研究をどのように理数以外の教科がサポートし得るかという 視点から考えていくことではないだろうか。特に、3年生に実施してきた「表現」の授業では、プレ ゼンテーション能力の育成を掲げてきたが、基礎・基本としての表現能力の育成であって、サイエン ス研究会等で活躍する「スーパーな生徒」を対象としてこなかった。SSH 研究で目指したひとつの柱 である「表現力の育成」を学校全体で育成していくための手立てを共有し、カリキュラム化していか ねばならない。2年次の「情報と表現」についても同様に、国語科独自の付けたい能力(読解力)と それに付随して育成が期待される能力(メディア・リテラシー)を学校全体としてどのように位置づ けていくかが今後の課題である。

5年間の SSH 研究指定を受けて、国語科が関与できるのは、基礎・基本の読み書き能力をつける ところにある。サイエンス研究会などの個別指導には、担当教員の指導力に任されている部分が大き い。今後は、学校全体として個別指導のあり方をも視野に入れて、生徒の表現力の育成を検討してい くべき段階にあると考えている。その中で国語科の役割とは何かが問われている。

4-1-3 英語科 "Topic Studies"

(1) はじめに

英語科では、3 年生以降の学年で様々なトピックを求心力とし、4 技能(リスニング、リーディング、スピーキング、ライティング)を有機的に連関させながら総合的なコミュニケーション能力の育成を目指す、Theme-Based Instruction (Content-Based Instruction)を行っている。3、4年では、より広い世界を知ることを目指し、学習者にとってより身近で具体的なトピックを広く浅く扱うことを念頭に置き、5、6年では、比較的抽象的なトピックも学習し、より深化させた内容となっている。本稿では、2007、2008年度の5、6年の英語授業 "Topic Studies" について、またその中で Science をテーマとした授業についての概要を紹介し、その成果と課題を報告したい。

(2) Science をテーマにした授業

5,6年生の Topic Studies の授業では、Life and Culture, Society and Communication, Nature and the Environment, Science and Technology 0.4 つのテーマを基に授業を構成している。科学的な内容はこのテーマの一つである。授業の具体的な進めかたは、扱う教材について、読解前に意見交換をし、スキーマを高めた後、内容を理解し、その後、ディスカッションやディベートを行った後、自分自身の考えを文章にまとめるといった表現活動を行っている。自分から遠い世界と考えがちな科学の話題を、自分のこととして身近に考えるきっかけになるような授業を目指している。

以下にそれぞれの年度で扱った代表的な授業内容を紹介する。

2007~2008 年度 5,6 年生

Science and Technology			
タイトル	Tissue Engineering - from Cloning to iPS Cells(1)		
出典	The Japan Times, November 19th, 2007		
内容概要	クローン羊ドリーの生みの親である科学者 Ian Wilmut が研究をやめる理由は、Shinya		
	Yamanaka の再生医療の方が優れているため。		
タイトル	Tissue Engineering - from Cloning to iPS Cells(2)		
内容概要	京都大学と Wisconsin-Madison 大学の研究者が人間の皮膚の細胞から iPS 細胞を作り出すことに		
	成功。		
Discussion	この研究の可能性とは? この研究を進める前に整えるべき環境とは?		
タイトル	Resurrecting Extinct Species		
出典	The Japan Times, November 5th, 2008		
内容概要 日本の科学者が、冷凍保存されていたネズミのクローンをつくるのに成功した。20			
	れた、冷凍状態のマンモスの再生の可能性。		
Debate	クローン技術を用いて、絶滅危惧種を再生すべきである。		
タイトル	World's Biggest Physics Experiment		
出典	CNN Student News September 11th, 2008		
	You·Tube より CERN の科学者のインタビュー		
内容概要	CERN (欧州原子核研究機構)の LHC (大型衝突型加速器) についてのニュース		
Debate	日本政府は科学の発展のために十分な予算措置を行うべきである。		

2008~2009年度 5,6年生

Science and Technology			
タイトル	Genetically Modified Food		
出典	教科書		
内容概要	遺伝子組み換え食品の将来の可能性とその問題点について		
Discussion,	遺伝子組み換え食品について賛成か反対か		
Writing			
タイトル	Death with Dignity		
出典	入試問題		
内容概要	医療技術の発展によって延命治療が可能になったが、患者やその家族の人権をどう考えるか		
タイトル	Teen with Leukemia Insists on Right to Die		
出典	The Japan Times, November 13th, 2008		
内容概要	白血病を患っているイギリスの少女が死を選んだという新聞記事		
discussion	私たちに死ぬ権利はあるのか?		
タイトル	Organ Transplant		
出典	入試問題		
内容概要	娘の臓器移植を決意した母親の心境		
Discussion	尊厳死をどのように考えていくか		
タイトル	Cloning		
出典	入試問題		
内容概要	クローン技術とその問題点について		
Discussion	クローン技術の光と影について		

(3) Science をテーマにした授業の成果

- ・ 扱った教材について意見交換を行うことで science に関する専門用語が無理なく身についた。
- ・ Reading、Writing などの 4 技能を統合的に授業に取り入れて教材を扱うことができた。
- ・生徒達の既知の内容 (新聞やテレビで見たり聞いたりしたこと) や、よく知っている人物が書いた記事やインタビューなどは、心理的なハードルを低くする効果があった。
- ・ CNN や You Tube の映像は、最新の科学の情報をわかりやすく伝えるツールとして役立った。
- ・ 普段あまり考えない題材について自分の意見を述べ、意見交換を行うことで、これまで無関心であった問題を自分のこととして捉えられるようになった。
- ・ 海外の新聞記事などを取り入れたことで、自己と世界の関わりについて興味を持つようになった。

(4) 課題

- ・ 専門的な用語が多い場合、読解のハードルが高くなる。また、議論する場合は、スムーズに行 えるよう事前のインプットに工夫が必要である。
- ・ 科学的な議論は倫理に関係することも多く、生徒の心情に十分な配慮が必要である。
- ・クラス内の考えに留まらず、同年齢の海外の生徒との意見交換をする可能性も探る。

4-1-4 総合的な学習「環境学」

■ 実施概要

3年生を対象に、滋賀県立琵琶湖博物館フィールドワーク(7月)と講演会をそれぞれ1回ずつ 実施した。5年間の変遷と総括を琵琶湖博物館フィールドワークと講演会に分けて次に示す。

(1) 滋賀県立琵琶湖博物館フィールドワーク

琵琶湖博物館の展示は、「A琵琶湖の生い立ち」「B人と琵琶湖の歴史」「C湖の環境と人びとのくらし」「D淡水の生き物たち」という構成で、数億年単位の自然環境の移り変わりから人の歴史と自然環境の相関関係、さらには現代社会の抱える環境問題など多様な視点を提示している。次に概要を示す。

	2005 年	2006 年	2007年~2009年	
月日	7月15日	7月12日	7月上旬	
構成	グループ別見学。	ワークシートを利用したグル	グループ別調査。その成果を	
		ープ別見学。	説明発表および質疑応答。	

○2005 年度~2006 年度

2005 年度は学校で行うフィールドワークとの関わりに重点をおいて、「環境と人間の関わり」を体験させた。2006 年度は事前学習に重点をおいて、見学に行く前の 2 週間は、特別授業「川の中の生き物」と琵琶湖調査を行った。現地では、19 の小テーマから 5 つを選択し、博物館に用意されたワークシートをもとに見学した。

○2007 年度~2009 年度

クラス別に班をつくり、班単位でフィールドワークを実施する。その手順は以下のとおりである。

- ① 班ごとに与えられたテーマについて、指定されたエリア内で分担して調査する。
- ② 異なるエリアの班に対して、お互いに説明および質疑応答を行う。1人4分程度で行い、答えられなかった内容を発表者がメモしておく。
- ③ 説明不足の点を再調査しまとめる。残り時間は個人調査を行い、最後にレポートを提出する。

(2) 講演会

	2005年	2006年	2007年~2009年	
月日	2月15日	3月7日	10 月下旬から 11 月上旬	
演題	人間はどんな動物なのか	環境と生命	南極から探る地球環境	
講師	佐倉 統	樽井正義	伊村 智	
	東京大学大学院	慶應義塾大学	国立極地研究所	

2005年度は、進化や遺伝子の内容で講演のあとディスカッションを行った。2006年度は地球環境問題について応用倫理学の視点から話題提供された。

2007年度から3年間は、南極から探る地球環境に関し国立極地研究所の伊村先生の講義を受けた。

■ 講座の様子







■ 生徒の感想

(1) 琵琶湖博物館見学会

- ・人間が環境に与える影響の大きさを痛感しました。生き物が減って、人間が増えるのでしょうか。
- ・環境のことを考えていたつもりでも、正しい知識がなければかえってそれが裏目に出ることもあるんだなと感じました。
- ・琵琶湖にそそぐ 460 本の川が流れる関西全体の環境の悪化が、(外来魚の影響もあって苦しくなっている)漁業を営む人びとの生活を、さらにおびやかすことになるのだろうか?
- ・湖の主、ビワコオオナマズの大きさと、湖にサメが 5,6 種もいたことに驚いた。どちらも体長が 1m 以上のものがいたので、改めて琵琶湖の大きさを実感した。
- ・このあいだの特別授業で琵琶湖に住んでいる魚のことを聞き興味を持ったので、魚のコーナーばかり見に行った。水族館さながらの水槽と魚の数にびっくりした。けれど、水族館とは違って変わった生き物が多かったです。本当に琵琶湖にあんな魚がいるのかと驚いた。
- ・たくさんの新しい発見があった。琵琶湖はただ日本一大きい湖だとしか思っていなかったが、たく さんの伝説や化石、遺跡などがあることを知った。
- ・一番印象に残ったのは、昔(昭和)の一般家庭の生活環境だった。洗い場で出たゴミはコイに食べさせたり、火を使って生まれた灰は畑の土壌改良や布団などの大きなものを洗うのに使われたり、生活の中に無駄がなかった。その上、川に汚れたものを流さないというしきたりも強く守られていたそうで、現代人と昔の人との差は意識の違いだと思う。贅沢を美化して求めた結果が現代だと思う。無駄を減らそうと意識するだけで、家庭という小さな環境が地球という大きな環境へ影響を及ぼすのではないか。
- ・今回は時間が短く全てを見て回ることができなかったので、また機会があれば、ゆっくり時間をかけて見学したい。

(2) 講演会

- ・自分がここにいる不思議をまざまざと感じさせられました。人間であることや、何かを感じたりすること、他の動物との違いがどういうことかをもっと知りたくなりました。
- ・差別は現代の社会が生み出すものだと思っていたが、遺伝子に組み込まれている本能に基づくもの だと知って驚いた。
- ・南極で地球温暖化が分かることに驚いた。南極に回ってくる空気が、赤道やそれ以外から上昇した 空気を含んでいるからである。また、温暖化は100万年のレベルでも調べるとよいことが分かった。

■ 担当者所見

琵琶湖博物館の見学については、2005 年度は学校で行うフィールドワークとの関わりに重点をおき 2006 年度は事前学習に重点をおいた。2007 年度~2009 年度の 3 年間は、現地での調査を充実させることと、発表能力を高めることに重点をおいて実施した。生徒たちは班で相談して調査事項をまとめていた。他の班への説明は自分の調査用紙の棒読みの場合が多かったが、説明する側と質問する側の両方を体験することによって調査項目の不備な点や理解が不十分な点が明確になり、より深い学びができたと思う。琵琶湖博物館で学んだことを、学校のフィールドワークの研究方法や発表に生かすための有効な取組みについては今後の検討課題である。

一方、講演会では、哲学的な視点、南極から地球環境を見るという視点など多角的な視点から環境問題が論じられ、ある時は環境学のまとめ的な位置づけとなったり、ある時はフィールドワークを行う際の新たな視点の啓発になったりしたと思う。いずれの場合も生徒の活動に有効に作用した。

4-1-5 サイエンス基礎講座

サイエンス基礎講座1

■ 実施概要

テーマ:歴史の『英雄』を科学的に探る-発掘調査からわかる信長と秀吉の実像-

日時	平成 21 年 5 月 16 日(土) 13:30~17:00
場所	本校 多目的ホール
講師	松下 浩(滋賀県教育委員会事務局文化財保護課副主幹)
바 비	森島康雄(京都府埋蔵文化財調査研究センター主任調査員)
之 加之	生徒 60 名(1 年 7 名、2 年 1 名、4 年 1 名、5 年 39 名、6 年 12 名)
参加者	教員、保護者等 16 名
構成	1.特別講義①② 2.質疑応答

■ 講座内容と講義の様子

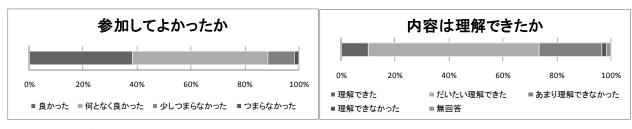
大河ドラマにもよく取り上げられる信長と秀吉。 二人の真実の姿はどのようなものだったのか? 発掘現場での経験をもとに次々と「常識」を塗り 替える二人の研究者に、科学的に『英雄』を考え ていくとはどういうことか、豊富な映像をもとに 語っていただいた。

①最新の発掘調査の結果から、一人の戦国武将の夢が明らかになる過程および、文字で書かれた 資料とは異なる城郭調査分析の方法について



②考古学の成果から語る秀吉像を中心として、考古学における理化学分析のほか、科学的な思考法・ 論理的な思考法や、自然科学と考古学(人文科学)の違いについて

■ 生徒のアンケートと感想



- ・ 京都中の道を歩いたりされる講師の精神力は凄いと感じた。わからなかったものでも調査や研究 を重ねることによって見えてくるものがあることがわかった。
- ・ 私も何かを発掘、発見したいと思いました。1 つのことから関連をつけて発見できるのはとても 楽しいと思います。そして秀吉の行ったことのスケールの大きさや巧妙さに驚きました。
- ・ 今まで謎だった聚楽第を見つけだしたなど、新しい発見をするためには新しい複数の見方を持つ ことが大切だと感じた。今日のことをこれからの勉強に活かしていきたいと思った。

■ 担当者所見

講演における『歴史学や考古学における科学性とは、「確からしさ」を高めていくことである。そして、「問い」は他人から与えられるものではなく、自分の中から生まれてくるものである。』という意見が印象深かった。人文科学・自然科学に共通するものを再確認し、科学することの面白さを感じた。

サイエンス基礎講座2

■ 実施概要

テーマ:謎解きタンパク質

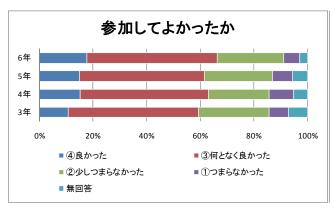
日時	平成 21 年 11 月 10 日(火) 13:30~16:00		
場 所	本校 新体育館		
講師	植野 洋志 (奈良女子大学生活環境学部 教授)		
≯ hn ≯	生徒 434 名 (3 年 117 名、4 年 87 名、5 年 117 名、6 年 113 名)		
参加者	教員、保護者等2名 (注:4年はインフルエンザのため学級閉鎖があった)		
構成	1.特別講義 2.質疑応答		

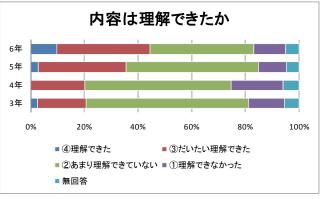
■ 講座内容と講義の様子

「タンパク質ってなんだろう?」という素朴な疑問に答えながら、タンパク質が地球上の生命にとって共通な働きをし、同じ仕組みで作られていることを講義していただいた。また、病気や味覚に関わるタンパク質や、触媒活性をもつ酵素など具体例をあげながら、それらの基礎に触れ、タンパク質を研究する分野は、化学・生物・物理などの学問領域の境界でもあることを示した内容であった。



■ 生徒のアンケートと感想





- ・ 私達の身の周りの全ての事柄は科学で成り立っているのだと思いました。タンパク質は単なる構成物質ではなく、タンパク質の研究は私達の生活と密接につながっているのだと思いました。
- ・ プリオンタンパク質のことをもっと知りたかったです。タンパク質の情報交換の話には興味を持った。情報交換をしているのでは?という発想に感動しました。
- ・ タンパク質はどこにでもあるけど、知ろうとすると奥が深いし、未だ分かってないこともあるんだと思った。
- ・ 会話、コミュニケーションをしたり、いたずら心があったりとタンパク質は生き物の縮図のよう に感じました。タンパク質を調べていくことは、生き物の本質を探ることだと思います。

■ 担当者所見

生徒たちにタンパク質に関する予備知識があまりなかったので、少々難しい講義となった。しかし、 タンパク質との関わりや大切さが、具体例や擬人化することで関心を高め、満足度は高かった。

サイエンス基礎講座の5年間

■講義一覧

実施日	テーマ	講師 (敬称略)	参加者数
17.10.08	考古学と自然科学	松村 恵司 (奈良文化財研究所 飛鳥藤原宮跡 発掘調査部 考古第二調査室長)	23名
17.11.10	生命について考える	吉田 修 (奈良県立医科大学 学長)	242 名
18.05.27	○(まる)と□(しかく)の昔話 -日本の文化史に残る様々な 謎を幾何学で解き明かす-	宮崎 興二(京都大学名誉教授・工学博士)	44 名
18.11.17	ゴリラと社会	山極 寿一(京都大学大学院教授)	364名
19.05.26	科学がニセ科学に変わるとき	安斎 育郎 (立命館大学国際平和ミュージアム館長)	31名
19.11.13	ジョン・ネイピア対数誕生物語	桜井 進(sakurAi Science Factory 主宰)	368 名
20.05.31	日本古代を科学する	新納 泉(岡山大学大学院教授) 吉川 真司(京都大学教授) 西山 厚(奈良国立博物館) 山本 崇(奈良文化財研究所)	44 名
20.11.12	雪と氷の科学	と氷の科学 前野 紀一(北海道大学名誉教授)	
21.05.16	歴史の『英雄』を科学的に探る -発掘調査からわかる信長と 秀吉の実像-	松下 浩 (滋賀県教育委員会事務局文化財保護 課副主幹) 森島 康雄(京都府埋蔵文化財調査研究センタ 一主任調査員)	60 名
21.11.10	謎解きタンパク質	植野 洋志 (奈良女子大学教授)	434名

■評価と課題

(1) 講演依頼

サイエンス基礎講座では、科学入門講座のような内容になるように講師の厳選に留意した。講師依頼をしても日程や費用が合わず、実現できなかったものもいくつもあった。実現した講演については、お忙しい公務の合間、休暇などの時間を割いていただいた講師の方々に深く感謝したい。

今後に向けての課題として、講演していただける講師名や内容・時期などのデータベース化が挙げられる。このシステムにより、もっと容易に講演を企画することができるであろう。これは、SSH 指定校だけでなく、一般の中学校・高等学校にも有効な方法であると考える。

(2) 講義形式

毎年2回の講義を計画・実施した。これらの講義は、年度を経るにつれ、次のように対象を絞ることになった。

- ①主として新入生とその保護者を対象とした春の講義
- ②特定の学年全員を対象とした秋の講義
- ①は、参加希望を募ったため数十人の規模で、一人ひとりの顔の見える講義となった。質疑応答では生徒だけでなく保護者からもたくさんの質問がでた。また、休憩時間や講義後には、低学年を中心

に講師との交流が自発的に行われており、さらなる質問をぶつける生徒がいた。

②は、前期課程および、3年から6年を対象とし、数百人規模の講義となった。基礎講座とはいえ、 講義のレベルは低くないため、多少難しく感じた生徒もいた。しかし、科学者による講演・講義で、 最先端の科学の一端を感じることができたと考えられる。

また、自然科学だけでなく、社会科学の分野の講義も取り入れ、さまざまな科学の視点での講義を聞くことができた。その際、社会科の教員が講演をコーディネイトして、全校的に取り組めた。

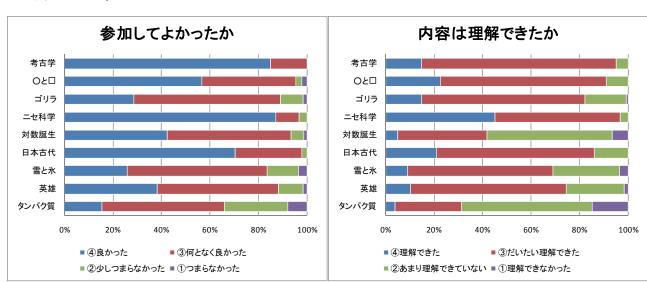
(3) 開催時期·回数

このような研究者による講演・講義はサイエンス基礎講座だけでなく、理数講義プログラムもあり、合計、年間 5 回以上実施した年もある。生徒にとっては、その違いは認識されておらず、頻繁に講演会があるように感じただろう。また、ほとんど土曜日に開催されるため、興味はあっても試合やクラブ活動で参加できない生徒もいた。

講演会を精選し、できるだけ授業にとり入れて平日に実施する方法も考えられる。しかし、多岐に わたる研究者による講演に毎回欠かさず参加した生徒・保護者もおり、どのような意図でいつ講演会 を実施するかなど再検討が必要であろう。

(4) 講演・講義の工夫

下のグラフは、これまでのアンケート結果をまとめたものである。参加人数が講演によりまちまちであること、参加対象が希望者か否かが、各回で違うことを考慮されたい。この結果から理解度は高くなくても満足度はそれほど低くなく、わかりやすく理解しやすいものでなければ、講義として成り立たないわけでないことがわかる。研究者自身が最先端の科学を語ることは、生徒たちにとって貴重な時間となった。



注意:無回答を除くもので集計した。吉田 修氏の「生命について考える」はアンケート項目が異なるため含んでいない。

特に低学年にとって、長時間の講義を聞くことは難しい。途中の休憩はもちろん、興味の引きやすい映像を入れたり、生徒が考えてみることのできる問題を取り入れたり、質問を事前にとって集約したものに答えたりと、さまざまな工夫が必要であることが分かった。内容が難しくなりそうな講義では、事前に生徒自身にその内容に関する簡単なレポートを書かせるなどして、興味・関心を高めたり、事前にキーワードなどを理解させたりする取り組みの必要性が感じられた。

第2節 数学的リテラシーの育成

4-2-1 数学的リテラシーの観点からの数学科カリキュラムの開発

1. 数学カリキュラムの構成

本校 SSH の研究課題である「数学的リテラシーの育成」は、数学カリキュラムを構成する上でベースとなるため、数学的リテラシーについての捉え方を示すことにする。また、本校数学科は SSH 指定前から「数学する」という数学的活動を基本に数学カリキュラムを考えてきたので、その関係も示すことにする。

数学的リテラシーについては、いろいろな定義や考え方がある。そこで本研究では、経済協力開発機構(OECD)の「生徒の学習到達度調査」(PISA)をもとに数学的リテラシーを捉えることにする。 PISA の数学的リテラシーを取り上げた理由は次のような内容からである。

- ① 問題解決能力の育成を考えてきた本校の数学教育と PISA の期待する能力は矛盾しない。
- ② PISA が示す「数学化サイクル」は、本校の「数学する」という概念と同じである。
- ③ PISA 調査の結果と本校生徒の結果を比較することで、学力の議論が期待できる。 以上のことにより、本校の数学カリキュラムの構成理念を示すことにする。

2. PISA の数学的リテラシーの定義とその内容

(1) PISAによる数学的リテラシーの定義

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

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

この定義における能力を分解すると、次のようになる。

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

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

(2) 数学的リテラシーの3つの側面

数学的リテラシーの枠組みは次の3つの側面によって特徴付けられている。

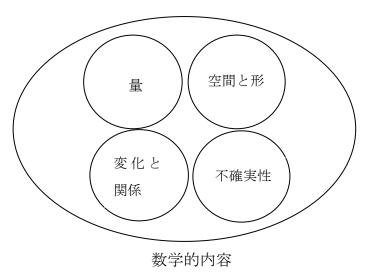
- ① 数学的な内容
- ② 数学的プロセス
- ③ 数学が用いられる状況

上記を詳しく説明すると、次のようになる。

① 数学的な内容

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

- 1) 「量」:数量的な関係、数量的なパターン、数量的な現象、相対的な大きさの理解、数のパターンを見つけること、量および量として捉えることが可能な実世界の対象の特性を、数を用いて表すこと。数を理解し処理すること。また重要なのは「量的推測」である。
- 2) 「空間と形」:空間的、幾何的な現象や関係。ものの形の構成を分析するとき、対象の性質や相対的な位置を理解すると共にそれらの形が異なる表現や異なる次元で表されても認識でき、類似点や相違点を探すこと。
- 3) 「変化と関係」:変数間の関数的な関係と依存関係とともに変化の数学的関係を明らかにすること。数学的関係とは方程式や不等式の形を取ることが多いが、等しい、割り切れる、含む、などのより一般的な関係も含む。関係は記号、代数、グラフ、表、幾何的表現など様々の異なる表現によって表される。様々な目的や性質のために様々な表現が役立つので、ある表現から別の表現に翻訳することは、状況や問題を扱う際に非常に重要である。
- 4) 「不確実性」:確率的・統計的な現象や関係であり、これらは今日の情報化社会において ますます関連してくる。



(図1) 数学的な内容の図式

② 数学的プロセス(能力クラスター)

生徒が数学的な内容に取り組むのに必要な技能のまとまり。PISA の数学的リテラシー調査においては、生徒は実生活の文脈に基づく問題に取り組み、数学的探究が行えるように問題の特徴を見つけ

だし、関連する数学的な能力を活発に使い、問題を解決する。そのためには多段階の「数学化」のプロセスに携わらなければならない。

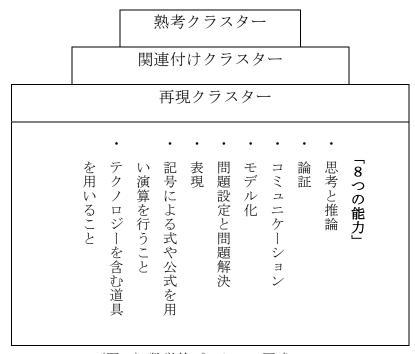
そのような「数学化」のプロセスには、

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

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

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

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



(図2) 数学的プロセスの図式

再現クラスター

- ・標準的な表現と定義
- ・決まり切った計算
- ・決まり切った手順
- ・決まり切った問題解決

関連付けクラスター

- ・モデル化
- 標準的な問題解決の変換及び解釈
- ・うまく定義づけられた 複数の方法

熟考クラスター

- ・複合的な問題解決及び 問題設定
- ・熟考と洞察
- ・本来の数学的アプローチ
- ・複数の複合的な方法
- 一般化

(図3) 能力クラスターの概略図

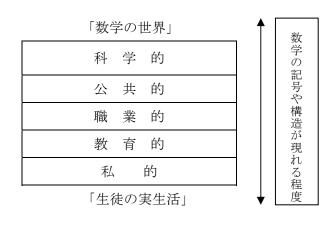
③ 数学が用いられる状況

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

「私的」「教育的」「職業的」「公共的」「科学的」

(科学的には、数学の教室でよく直面するような数学そのものである「数学内的」文脈も含まれる) また、次のように説明がされている。

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



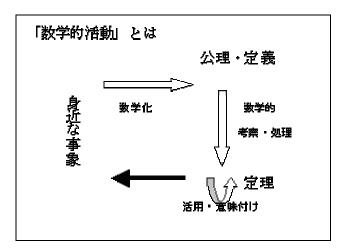
(図4) 数学が用いられる状況

3. 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。

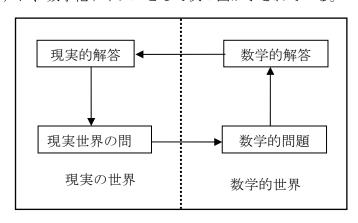
- ・ 身近な事象を取り上げそれを数学化し、数学的な課題を設定する活動
- ・ 設定した数学的な課題を既習事項や公理・定義等を基にして数学的に考察・処理し、その過程で 見いだしたいろいろな数学的性質を論理的に系統化し、数学の新しい理論・定理等を構成する活動
- ・ 数学的知識を構成するに至るまでの思考過程を振り返ったり、構成した数学的知識の意味を考察の対象となった当初の身近な事象に戻って考えたり、他の具体的な事象の考察などに数学的知識を活用したりする活動

その数学的活動は、下図のように示される。



(図5) 数学的活動

また、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。

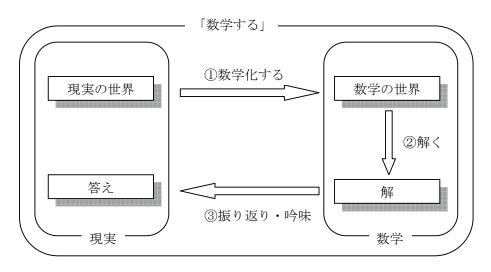


(図6) 数学化サイクル

現実の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。

4. 本校の数学的リテラシーの定義について

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き、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。



(図7)「数学する」

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。

5. 統計のカリキュラム化について

中学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ようになった。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にカリキュラム化した。

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、統計分野を6時間設定し、ヒストグラムや折れ線グラフ、グラフを用いて処理すること、グラフの特徴を考察する。

2年次では、統計分野を 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。

6. 授業観察用紙の作成

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

7. 研究の成果と課題

授業研究を通して、次のことが明らかになった。

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

《参考文献》

- (1)「生きるための知識と技能」OECD 生徒の学習到達度調査(PISA)2003 年調査国際結果報告書、 国立教育政策研究所編、ぎょうせい、2004
- (2)「PISA2003年調査評価の枠組み」国立教育政策研究所監訳、ぎょうせい、2004
- (3) 日本数学教育学会誌 2005 第 87 巻第 1 号「OECD 生徒の学習到達度調査 2003 年調査の国際結果 -15 歳児の数学的リテラシー-」長崎栄三、瀬沼花子、日本数学教育学会、2005

(参考資料)

٧١°

	数学科	授業観察	界 用紙	観察	者()				
1	日 時:	()年()月	() 日 (曜日)	第	限目			
2	講座名:()	:単元名:()
3	学級:	() 左	F()組	. () 名	:指導者:教	諭()
4	授業形態	:(クラス-	- 斉・グルーフ	"・ 教師カ	51台 F	PC・1 人 1 台	PC·T'	T・その	他「])
5	生徒の使	用教具:(教科書・プリ	ント・P	$\mathbf{c} \cdot \mathbf{c}$	の他「					J)
6	授業観察											
۲4	:とてもそ	そう思う、	3:ややそう思	まう、2	:あまり	思わない、	1:全く	思わな) [()	で示	にし	てく
ださ	· V v o											
観察	(1) 教師	を見て										
(1)	日常生活	舌など身近れ	な問題とのつ	ながりを	を意識し	た授業であ	った。	• • • • •	4 •	3 ·	2	• 1
(2)	数学的な	な知識や概念	念を生徒に伝	えようと	こする授	業であった	0	• • • • •	4 •	3 ·	2	• 1
(3)	生徒への	の発問は適	切であった。					• • • • •	4 •	3 ·	2	• 1
(4)	生徒が着	考える時間	は十分とった	0				• • • • •	4 •	3 •	2	• 1
(5)	生徒の意	意見や考え	を適切に取り	入れた哲	受業であ	っった。		• • • • •	4 •	3 ·	2	• 1
●剗	師を見て	感じたこと	を自由に書い	ヽてくだ	さい。							
()
観察	(2) 生徒	を見て										
(6)	多くの生	生徒が、き	まった手順(公式等)	で問題	が解けた。		• • • • •	4 •	3 •	2	• 1
(7)	多くの生	生徒が、自会	分で考えだそ	うとする	多姿勢が	あった。		• • • • •	4 •	3 •	2	• 1
(8)	多くの生	生徒は、多様	策な考えを出	したり、	発展的	に問題を考	えた。	• • • • •	4 •	3 •	2	• 1
(9)	生徒と剝	数師の数学	的な対話があ	った。				• • • • •	4 •	3 •	2	• 1
(10)	生徒どう	しの数学的	りな会話があ.	った。					4 •	3 ·	2	• 1
●生	徒を見て	感じたこと	を自由に書い	ヽてくだ	さい。							
()
観察	(3) 個別	生徒への質	問									
(11)	近くにい	いる生徒に	「今日の授業	で何を当	学習 しま	こしたか」と	質問し	て下さい	/ \ ₀			
その	答え											
()

-66 -

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

4-2-2 数検や数学オリンピックの利用

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、学習への動機付けとする。

■ 内容

「数検」の団体受検を本校で開催した。初年次は、年1回の開催であったが、第2年次からは、年2回開催した。

実施日 第1年次 2005年12月10日

第2年次	1回目	2006年7月22日	2 回目	2006年12月9日
第3年次	1回目	2007年6月23日	2 回目	2008年2月16日
第4年次	1回目	2008年6月28日	2 回目	2009年2月14日
第5年次	1 同目	2009年6月20日	2回目	2010年1月30日

受検者数と合格者数は、以下の通りである。なお数学検定は、1次試験と2次試験で構成されており、不合格者の中には、1次試験のみ合格、2次試験のみ合格という生徒がいる。

	第1年次 第2年次		第3年次		第4年次		第5年次		
		1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目
受験者数	71	64	59	78	55	53	45	58	52
合格者数	64	58	42	67	46	42	34	50	39
不合格者数	7	6	17	11	9	11	11	8	13
1次のみ合格	2	2	10	2	3	5	4	3	2
2次のみ合格	5	1	4	5	3	3	3	3	4

5年間の各級受験者数と合格者数は、以下の通りである。

※表の(()内は合格者数	1

学年	準1級	2 級	準2級	3 級	4級	5 級	6 級	7級
1			2(1)	10(5)	27(27)	90(90)	41(41)	1(1)
2		4(1)	12(8)	40(33)	61(58)	17(16)		
3		4(1)	34(20)	55(45)	7(6)			
4		21(7)	36(31)	14(14)				
5	4(0)	31(19)	16(14)					
6	5(2)	3(2)	1(1)					

■ 成果および評価

中等教育学校である本校は高校受験がないので、個人の数学学習の目標の一つになればという考えで、生徒への「数検」受検を勧めた。主に、3・4年生に勧める方針で募集を始めたが、1・2年生をはじめとして予想以上の希望者が集まった。出題範囲が在籍する学年よりも上の学年の級を受検して合格する生徒もいて、受検者数・合格者数から見ても数学的リテラシーの習得面で大きな成果があったと考える。また、数学学習への動機付けという点でも、一定の成果が得られたと考える。

■ 今後の課題

今後も本校で団体受検ができるようにすることで、受検者を増やしていきたい。さらに、受検者にはより上級を受検するように勧め、数学学習へのさらなる動機付けを図りたい。

2. 数学オリンピックの利用

■目的

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)」へのエントリーを勧め、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)」予選に参加した。

実施日 第1年次 未実施

第2年次 2007年1月8日 第3年次 2008年1月14日 第4年次 2009年1月12日 第5年次 2010年1月11日



第5年次 JMO 受検会場

参加生徒数は以下の通りである。

学年	第2年次		第3年次		第4年次		第5年次	
1	JMO	JJMO	JMO	JJMO	JMO	JJMO	JMO	JJMO
1				1				
2		5				3		2
3	1	3		2		9		11
4	3		3		5		5	
5	1		2		4		5	

■ 成果および評価

「数検」の受検を生徒全体に呼びかける一方で、意欲的に進んだ内容を学習しようとしている生徒を対象に、JMO・JJMO 予選の参加を勧めた。試験後にアンケートをとった結果、「難しい問題でもチャレンジしようと思えるようになった。」「もっと簡単に解けるようになりたいと思った。」「中高生でもこんな難しい問題を解くことに驚き、自分でももう少し勉強しようと思った。」このように、JMO・JJMO 予選ともに生徒の数学への学習の動機付けとなった。2009 年度には JJMO で初めて本選出場者を輩出した。一方、高学年になるにつれ、「次回も受検しようと思うか」という質問に「思わない」という回答が多かった。高学年になると、大学受験にむけての勉強にシフトしてしまい、大学受験問題とは違った内容であるオリンピックから興味が離れてしまうと考えられる。そのため、生徒に受検を勧めるだけではなく、受検後の解答説明会や勉強会など、教師の興味付けやサポートも必要である。

■ 今後の課題

今後も数学オリンピックに参加する生徒を増やしていきたい。さらに、受検者同士での学習環境の整備を進め、数学学習へのさらなる動機付けを図りたい。

4-2-3 テクノロジーの活用

1.5年間の実践

(1) 数学教育とテクノロジー

本校の数学教育では、基本的に問題解決型学習を重視している。いわゆる「紙と鉛筆」による授業だけではなく、テクノロジーを活用することにより、操作的な探究活動をする内容を扱うことができる。 テクノロジーが有効な単元や場面(授業)において、コンピュータやグラフ電卓等を活用することにより、創造的な理数に強い生徒を育成できると考えた。

テクノロジーを活用した授業として、発見型幾何学習、実験型関数学習、モデル化学習の3つの学 習方法を実施した。

(2) 作図ツールを活用した発見型幾何学習

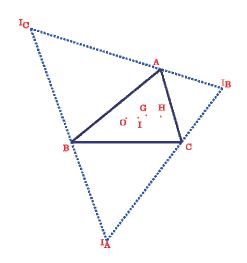
前期課程における幾何学習では、1年では「紙と鉛筆」による作図の指導を行うが、 $2\cdot 3$ 年では主に作図ツール(Cabri Geometry II Plus)を活用した授業を展開している。生徒たちが自由に作図ツールを活用することで、生徒自らが図形の変化の中から定理を発見する。そして発見した事柄を作図ツールによる「実験」で確認し、その後に数学的に証明する。このような、教師が教え込むのではなく生徒が作り上げていく幾何学習を行うことで、自ら進んで学習を行い、課題を発見することのできる生徒を育成できると考えている。

■実践例

右図のように「Cabri」で三角形の五心を作図し、元の三 角形の頂点を動かしてみると、いろいろな性質が見えてくる。 例えば、次のようなものがある。

- ①鈍角三角形のときには、外心 0 は三角形の外部にある。
- ②重心 G と外心 O と垂心 H が同一直線上に並ぶ
- ③3 つの傍心を頂点とする三角形の垂心は、元の三角形の 内心 I となる。

生徒は、このような性質を自分で再発見していくことで、 三角形の五心に対する理解が深まる。



(3) グラフ電卓を活用した実験型関数学習

2 つの変数が、互いに伴って変化する関数は、生徒にとって理解しにくいものである。3 年で2 次 関数を学習するとき、グラフ電卓を活用することで、生徒たちが様々な現実の現象を具体的に取り扱 うことのできる関数学習を構築することができると考える。なるべく自然現象や実生活から題材を選 び、身近に数学を感じられるものを探ってきた。このような学習により、数学が現実世界において果 たす役割を理解することができると考えた。

■実践例

課題 振り子の周期(1往復にかかる時間)について考えてみよう。

- ①振り子の周期は何と関係があるだろうか。
- ②振り子の周期と、ひもの長さの関係を調べてみよう。

まず、予想を立てさせる。そのうえで、5~6人を1つの班として、実際に実験をさせた。

実験方法

- ①5 円硬貨にひもを結び付ける
- ②ひもの適当なところを振り子の支点とし、支点から 5 円硬貨の中心(おもりの重心)までの距離を測る $\rightarrow y$ m とする
- ③5 円硬貨を揺らし、揺れが安定してきたらストップウォッチで 10 周期を測り、その値から 周期を計算する $\to x$ 秒とする
- ④3回周期を測り、平均を求める

ひもの長さをいろいろに変えて、多くのデータを取らせた。次の時間は、データをグラフ電卓に入力させるところから始める。周期 (x 秒) とひもの長さ (y m) の数値の組を、グラフ電卓の Data/Matrix Editor に打ち込ませ、座標平面にプロットさせる。 x と y の関係が、どんな関数のグラフで表されるのかを考えさせる。

グラフ電卓には、近似関数を求める機能があるが、既知の関数(比例・反比例、一次関数)で近似しようとするとうまくいかない。一次関数で近似しようとすると、原点を通らない直線になり、理屈に合わないことが生徒から疑問点として出される。xの値が大きくなるほど、変化の割合も大きくなっていくようである。

「これは今までに学んだ関数ではなさそうである。文字の次数を上げて、二次関数で近似してみよう」、という発想が生まれ、まずは2乗に比例する関数で近似し始める姿が見られた。





(4) 数式処理システムを活用したモデル化学習

数式処理システム(*Mathematica* など)は、非常に強力なツールである。その強力さゆえに、中等 教育においては利用されることは少なかった。しかし、現実的な問題や高度な数学の問題を考えてい くと、手計算では立ちゆかないことがすぐに現れる。そのようなときに、数式処理システムを活用し、 道具として使いこなすことで課題を発見し、追究し、解決できる創造的な力を育成することができる

と考える。この数式処理システムを活用する学校設定科目「数理科学」を 6 年に開設した。

「数理科学」については、4-4-3「数理科学」で詳しく述べる。



2. 今年度の実践

テーマ	指数関数・対数関数(地震のマグニチュードとエネルギーの関係)					
日時	平成 21 年 12 月 25 日 (金) 2 限および 3 限					
場 所	本校 メディア教室					
授業者	田中 友佳子(本校数学科教諭)					
学 級	4年A組44名(男子21名、女子23名)					
単元目標	指数関数・対数関数の性質を理解するとともに、日常生活でそれらが関与している現象					
	について数学的に解析し論理立てて説明することで、これからの生活に役立てることが					
	できる。					

■教材観

3 年までに学習する関数は、主に比例の概念に関わる内容が多い。それに対して、4 年で学習する 指数関数・対数関数では比例とは異なる概念を学ぶことになる。その比例とは異なる指数関数・対数 関数の特徴として、値が急激に変化すること、指数を用いるとその急激な変化を簡潔に表すことがで きることが挙げられる。さらには、比例よりも指数関数・対数関数的な変化のほうが、より人間の感 覚に近いといわれている。その特徴をつかませるための題材として、「地震のマグニチュードとエネル ギーの関係」を取り上げる。単元の導入や指数の拡張を説明する際に、それらの関係を用いて概念を 理解させる。最後に課題学習として、「地震のマグニチュードとエネルギーの関係」を解明し、数学的 に考察を行う。

■生徒観

普段から積極的に授業に取り組む生徒が多い。その反面、数学に苦手意識を持っている生徒も少なくないが、生徒同士の仲が良くまわりと相談しながら問題を解決することができる。

■授業計画

- ・指数法則、累乗根、指数の拡張(6時間)
- ・指数関数とそのグラフ(3時間)
- 対数とその性質(3時間)
- ・対数関数とそのグラフ (3時間)
- 常用対数(2時間)
- · 課題学習 (2 時間) … 本時

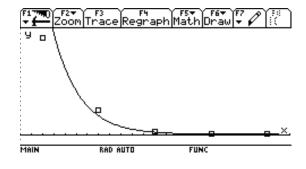
■本時の内容

地震のマグニチュードとエネルギーの表から関係式を導く。また、同じく指数関数・対数関数の関係にあることが知られている「地震のマグニチュードとその頻度」の関係について、数学的に考察する。また、これらの学習を行う際にグラフ電卓を用いて、探究および考察を行うことにする。なお、上図は「地震のマグニチュードとその頻度」の関係について、近似曲線をグラフ電卓で描いたものである。

■本時の目標

PISA の数学的リテラシーの 3 つの能力クラスターとともに、本時の目標を以下に示す。

- ・指数関数や対数関数の性質に着目し、マグニチュードに関する事象を式に表す【再現クラスター】
- ・グラフ電卓を活用して、マグニチュードの性質を探究し、考察する【関連付けクラスター】
- ・グラフ電卓を活用して、大地震に対する将来予測および考察をする【熟考クラスター】



■指導過程

	学習活動	指導内容
導	・マグニチュード 4 のときのエネルギー	・以前の授業で作成した表を思い出させる
入	が 20000(KWh)であることを基準に	・グラフ電卓の簡単な使用方法を説明する
	して、マグニチュードとエネルギーの	
	関係を表にする	
展	・マグニチュードとエネルギーの関係式	・関係式の求め方でつまずいている生徒に対して、
開	を作る ・マグニチュード 8 のときに発生するエ	$y = b \cdot a^x$ の x, y に値を代入して、 a, b を決定す
	ネルギーは蛍光灯何本分となるか計算	るよう指示する
	する	
	・マグニチュードとその頻度の関係を示	・グラフ電卓を用いてデータをプロットし、近似曲
	した表を与え、その関係について式を	線を描くよう促す
	導き考察する	
ま	・今後、大地震が起こる可能性について	・課題から明らかになった事柄を整理し、考察する
と	自分なりの考察を行う	よう指示する
め		

■授業者コメント

- ・2 時間設定で、単元最後の課題学習として位置づけた。2 時間では時間が足らず、課題 4 つのうち 2 つをこちらで選んで取り組む、という形になった。課題学習として位置づけるべきなのか、普段の授業内でうまく取り入れることはできないのか、など次への課題を残した。
- ・これまでの授業で扱った指数関数は $y=a^x$ がほとんどであったため、課題に出てくる $y=b\cdot a^x$ という関係式にすぐに気づく生徒となかなか前へ進めない生徒の二つにわかれた。x=0の場合の見方や考え方を養うような授業を普段から心がけなければならない。
- ・指数関数・対数関数の急激な変化を解析する際、手でグラフを正確に描くことは難しい。そのよう なときに、グラフ電卓を活用することで分析を容易に行うことができる。
- ・身近な題材である地震について、グラフや表、式で表してより具体的な現象として実感させること で、授業後に各自の探究活動へと発展させることができるような授業を目指した。今回はそこまで 実践することはできなかったが、時間の確保ができれば十分到達できると考える。
- ■指導助言(奈良教育大学教育学部 藤原公昭 教授)
- ・マグニチュード 8 という大地震では、そのエネルギーを蛍光灯に換算すると約 4500 万本と莫大な数になる。そのような大きな数になってしまうと、マグニチュードの大きさを実感させるのは難しいのではないか。「奈良市(または日本全国)で使用される電力何時間分をまかなうことができるか」などに設定を変えたほうが、マグニチュード 8 という地震の威力を実感することができるのではないか
- ・マグニチュードとその頻度について関係を探し出すときに、片対数グラフを用いることが有効である。指数関数の急激な変化は、ぱっと見ただけでその特徴を分析することは難しい。片対数グラフを用いれば、もっと解析しやすくなったのではないか。

第3節 科学的リテラシーの育成

4-3-1 科学的リテラシーの観点からの理科カリキュラムの開発

1. 理科カリキュラムと PISA

SSH 指定後、本校では OECD が進めている国際的な学習到達度調査「PISA」について議論し、これをバックボーンとする理科カリキュラムについて検討した。

PISA を主なより所とした理由として以下の点があげられる。

- ①PISA 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こと
- ②PISA が、国や地域による文化の違いなどを超えて、これからの地球市民のあり方を追求してつくられたものであり、ある程度の普遍性を持つと期待されること
- ③PISA の調査結果と本校生徒の結果を比較することで、学力の議論が期待できること

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などから、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。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。これについては後述している。

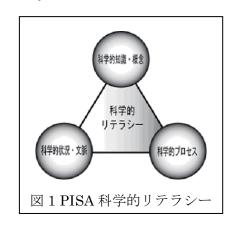
本校がこれまで開発してきた理科カリキュラムの柱の1つは、生徒の科学的思考力育成である。これを日頃の理科授業にどうつなげるかについて検討を重ねてきた。今回は、PISAという新しい切り口で「生徒が考える」・「生徒に考えさせる」理科授業の構築を検討した。

また、カリキュラム上の工夫として、3年に自然探究Ⅰ、4年に自然探究Ⅱを置き、科学的リテラシーを育成するには、何を、いつ、どのように教えるかを再検討した。さらに、新単元「課題研究入門」を設け、思考力をより効果的に育成する教材を検討し、実施した。

2. PISA の科学的リテラシーの定義とその内容

PISAは、「数学的リテラシー」「科学的リテラシー」「読解力」「問題解決能力」の4部から構成されている。それぞれの中で測定する観点が定義、分節化されて、OECD 加盟国の高校1年生が解く問題が作成される。PISA全体では、「プロセス」や「リテラシー」などの共通言語が存在し、だいたいにおいて体系的で首尾一貫したものとなっている。

PISA の切り口から理科カリキュラムを検討する際、「科学的リテラシー」の理解が大切となる。以下にその内容を簡単に説明する。



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

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

それぞれの柱ごとに内容をまとめたものが次ページの表 1 である。説明文については、PISA の原文(英文)をもとに本校なりに解釈したものである。

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

科学的知識・概念	科学的リテラシーに該当する知識・概念を、日常生活に関わること、様々
Scientific knowledge	 な社会的な問題の理解に関わること、科学的プロセス(後述)に必要であ
or concepts	 ること、などに挙げている。例えば、人間の健康に関わることや、エネル
	 ギーの変換や保存、食物連鎖などの生態系や地球環境に関わることなどは、
	科学的リテラシーとの関連が大きいとしている。
科学的文脈	日常生活や地球環境、科学技術などに関わる中で、身につけた科学的な
Situations or context	知識・概念や科学的プロセスを使えることは、科学的リテラシーの中に含
	まれるとしている。つまり、学習した内容を身の回りの様々な現象や諸問
	題と結びつけて考えることのできる能力である。
科学的プロセス	科学的論拠をよりどころとして、「question (問い)」から「answer (答
Scientific processes	え)」に至る思考過程を科学的プロセスと定義する。ここでいう question
	は、一般的な答えが存在しない、たとえば価値に関わる問題なども対象と
	なる。この科学的プロセスは、思考過程の違いから次の3つに分類される。
	① 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。つまり、主として生徒が持っている知識・概念の理解が重要となる。
	② プロセス 2
	科学的なデータを理解すること。例えば、必要に応じてデータを選択・
	操作したり、あるいは法則性を発見したり、科学的な事実を見つけたりす
	ることが挙げられる。知識・概念の理解とともに、科学的な方法を身につ
	けていることが重要となる。
	③ 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が挙げられる。
	プロセス2と同様に、知識・概念の理解とともに、科学的な方法を身につ
	けていることが重要となる。

表 1 PISA 理論「科学的リテラシー」

本校では、長年、実験観察を中心としたカリキュラムを研究し、その中で科学的思考力の育成を取り上げてきたが、具体的な議論はあまりされてこなかった。それは、科学的思考力を理科共通の言語で説明することが難しかったからである。しかし、PISA 理論は、「プロセス」という共通の言語で科学的思考力を分節化することで、より具体的に理解できるものとなった。このことは理科カリキュラムを検討する上でも多いに役立った。

3. 理科カリキュラムの検討

先に説明したとおり、PISAの科学的リテラシーは、科学的知識・概念、科学的文脈、科学的プロセスの3つの柱で構成されている。本校では、それぞれの柱が意味するところを理科授業に照らし合わせて検討し、具体化することで、これまで実施してきた理科カリキュラムを見直した。

(1) 科学的知識・概念

PISA がリテラシーとして主張する科学的知識・概念は、その主旨からして、従来から考えられてきた、社会人として必要な知識・概念とほぼ同じであり、その内容は、中学・高等学校の学習指導要領や教科書等で触れられてきた。従って、学習指導要領や教科書等を参考にしつつ、学問体系と生徒の発達段階を考慮して「何を、いつ、どの順番でどのくらい教えるか」を検討した。その結果が表2である。

1単位;4	5分	理科カリキ <i>-</i>	1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)	ア音の性質 ア物質のすがた		身の回りの生物観察 ア 植物体のつくりとはたらき イ 植物の仲間	天気とその変化 ア 気象の要素の変化と天気 イ 前線と高気圧・低気圧 ウ雲と雨 ェ 四季の天気	
2年 (全員)	基礎理科Ⅱ (4)	(1)カ ア 身の回りのカ 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 イ生命を維持するはたらき ウカエルの解剖 エ 感覚と運動のレくみ 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)人間とエア電流とその イ電流と熱の ウいろいろな (2)人間と物 ア原子を2イ ウ元辞・アルカ オ 電池・電気	Film フェネルギー エネルギーと変換 質 造 ン さ と 関邦表 リ	ア 生物のつイイ分解者のかり ウ物質の値(2)地球のエア 火師をとうしく(3)地球でクライ 地震とうしく(3)地球でのア 流水の作用 イ 水の循環 ウ 空気とかく エ フロンガス (4)地球球側 ア 地球の歴	環とエネルギーの流れ ネルギー デマ バート 物質の循環 用と地層の形成 の汚染 とオアン層の破壊 の歴史	課題研究入門
4年 (全員)	自然探究II (4)	(1)物質の標 ア化学結合 イ化学室化は (2)物体の運 ア物体の運 イ運動の法 ウカと仕事 エカ学的エ (3)絶対温度		(1)適伝子 ア 細胞(核の構造・染色体) イ 遺伝の法則! ウ 遺伝を程り 相額 エ 生命体を構成する物質 オ 遺伝情報とその発現 (2)ダンパク質 ア 生物体内の化学反応と酵素 イ 生命現象とダンパク質(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>⑶	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>⑷	理系・・・<生物 I・I > (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2 科学的知識・概念の習得

(2) 科学的状況・文脈

PISA は、日常生活や地球環境、科学技術など、身近な諸問題に関わる中で、身につけた科学的な知識・概念や科学的プロセスを実際に使えることを重視して出題されている。

本校の理科カリキュラムにおいても従来から授業における導入や発問などにおいて、生徒にとって 身近な諸問題と関わるものを取り上げてきた。その点を強調するため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)科学的プロセス

PISA がリテラシーとして主張する科学的プロセスは、理科教育の根幹である科学的思考力の育成に関わっている。生徒の思考力、つまり考える力を育てる授業のあり方を考えた場合、それは、「どんな知識や技術を教えるか」よりも、「どのように考えさせるか」という点に力点が置かれるべきであろう。これは、特に強調したい点であり、今回行った理科カリキュラム検討の中核でもある。本校では、理科授業の中に多くの実験観察を取り入れて行ってきた。その中で、生徒がどれ位深く、どのような考察をしたかを重視してきた。例えば、オームの法則を教えた後に、法則を確認する実験を行う場合と、実験をしてその結果からオームの法則を発見させる授業を行う場合では、同じ生徒実験をさせるとしても、生徒の思考過程は別物になるだろう。教師が一方的に指示し、生徒がただレシピを追いながら作業するような授業は、科学的思考力を育成するものにはならない。

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

これを出発点として、科学的プロセスを取り入れた理科カリキュラムの検討をした。

PISA では、「Question」から出発して「Answer」に至る思考経路を科学的プロセスと定義している。そして、その思考経路には 3 種あり、それぞれをプロセス $1\sim3$ と呼んでいる。

授業内における生徒の思考は、授業者の何らかの意図的な働きかけによって実現される。従って、プロセス $1\sim3$ もそれぞれに対応した教師の働きかけがあってこそ実現される。そこで本校では、PISA の各プロセスを解釈し、それぞれに対応した「教え方」を表 3 のように定義した。ここでいう「教え方」とは、プロセス $1\sim3$ を実現するための、大まかな授業内容を表している。先に述べたとおり、実験観察を生徒に思考させるための手段または道具として扱っている。

	PISA の定義	「教え方」(授業内容)
プロセス 1	様々な現象を科学的知識・概念を使って説	・自然法則などを確認する実験
	明したり、証明できたりすること。	・知識・概念を確認したり、教える授業
		・現象を説明する授業
プロセス 2	科学的なデータを理解すること。例えば、	・データから法則性や科学的事実などを発
	必要に応じてデータを選択・操作したり、	見する実験
	又は法則性を発見したりできること。	・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	・仮説を立て、その検証に必要な方法を創
	を「解釈」すること。例えば、課題を見つ	る実験
	け、仮説を立てて検証することや、様々な	・様々な科学的事実を解釈し、自分の考え
	科学的な論拠を理解し、それを背景として	を主張する授業
	自分の考えを主張したりすること。	

表 3 PISA のプロセスと対応する「教え方」(本校定義)

(4) 科学的プロセスとワークシート

表3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。さらに、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(表4)。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した。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、教師の専門性を超えた幅広い指導がある程度可能になった。

				機知の知識・概念を確認する授業	「データから、法則や科学的事実を発見	仮説を設定し、その検証方法を立案し
PISA"	'Process'	"に基づい だ理 科が	リキュラム	<確認する実験>	させる授業 < 発見する実験 >	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	プロセプ2	プロセス3
1	1	天気とその変化	前線と天気の変化	前機や個気圧についての基礎知識をも とに、前機の通過に伴い天気がどのように変わるのかを学ぶ。また、日常生 活での気象の変化に興味関心を持つよ	前棟の選週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	実験悪具を用いて、様々な大きさの会 属様の質量と体積をはからせる。	始集をグラフ化することで、①同じ体 機のものでも買重が無なる。②同じは 量のものでも関重が無なる。③自然は は3種類の物質に分けられる。③同じ物 質において、買きと体積は比例関係に ある、ことに気づかせる。	
3	1	植物の体の 大りと働き	花の一人りを調べよう	4種類の花を分解、観察させる。	4種類の花の共通点、相違点を見つけさせ、種子植物の花の基本的な構造(がく、花井、おしべ、めしべ)を発見させる。花の各構造の配置の仕方を理解させる。	
4	2	地球と宇宙	恒星の種類	恒星のグラフ(HR図)を作成させ る。	グラフを見て恒星の程環を分けさせ、 それぞれの程環の特徴を考えさせる。	
5	2	電気回路	オームの法則	摂抗・電流計・電圧計・電源装置を導 棟でつなぎ、電気回路を作らせる。	接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	動物の体の一大りと働き	カエルのからだの一くり	ヒトに関する知識をもとに、同じ脊椎 動物のカエルを飛引することによっ て、その構造や最きを確認させる。生 命の尊さについても考えさせる。	自作テキストをもとに、全員に縁書の 位置や特徴を理解させる。彫や眼球な と具味を持った部位は自由に概察さ せ、記録をとらせる。	
7	2	動物の体の 大りと働き	だ夜の働き	デンブンと塔の検出方法を確認させ る。		た液にデンブンを糖に分解する角をが 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・概察できるようにさせる。		
9	3	大地の変化	火成岩	火成岩をルーペと機光型微鏡で観察させ、スケッチさせる。	火山岩と深成岩のつくりの違いに気付かせ、それらのでき方の違いを考えさせる。	
10	3	熱と仕事	熱エネルギーと温度上昇		加えた助エネルギーと物体の温度上昇 の関係や比断の探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・木・二酸化 炭素」が必要であることを確認させる。		3 つの果素の関係について仮説を立て させ、実験の立張と考案を行わせる。 また、現在の地球環境と光合成につい エキミネサス
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溶液の色から複裂させ る。	電運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(体権比)と、化学反応式の係数と の関係に気づかせる。	
13	4	運動と力	‡ಕ⊃ಗ	幹止まさつ力と最大幹止まさつ力の関係を説明させる。最大脊止まさつ力および動まさつ力と要直抗力との関係を 類似立せる。		まさつ力と要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	中和演定	溶液のモル濃度	水酸化パリウムと硫酸の化学反応式を 書かせ、水酸化パリウム水溶液のモル 裏度を求める数式を導かせる。	得られた電流値と硫酸の海定量のデータから、水溶液中のイオンの増減を推 別させる。	ビュレットや電流針を用いて、水酸化 パリウム水溶液のモル煮度を求める実 酸を立葉させる。
15	4	遺伝子の本体	細菌の形質転換	財災双球團を使った実験を理解させ る。韓國は勢により死滅することを確 認させる。	加助教園した園に非病原性の園を注射 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 軟方法を考えさせるとともに、グリ フィスやアベリーの他に遺伝子の本体 を探る実験を調べさせる。
16	4	課題研究入門 遺伝子の本体	DNAの抽出から科学の方法 を学ぶ	な構造を学ばせる。 ・基礎的な実験によりDNAを撤出させる。白いどろどろとしたものがDNAであることを実際させる。	・各自にDMA格出について調べさせる。 (1) 材料・方法・使用業品についておよ びそれぞれの優作や薬品の無を (2) DMAの確認方法	・既ことに個人の調査を検討させる。 使用素品と機作において、共通の機作 や集品は何かを理解させ、自分にちて 実験を組み立てさせる。・各既の結束 をもとにDNA格出実験を検討する。
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、岩石のブレパラートを増光東微鏡で観察させ、スケッチさせる。		

表 4 科学的プロセスとワークシート

4. 理科カリキュラムの評価

(1) プロセスを踏まえた問題作成について

PISA 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、2008年度と 2009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 が実現されているかどうかを評価できるように配慮した。

(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。なお、その結果と分析については、「3-2-3 リテラシーテストによる調査」に述べているのでそれを参照されたい。

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【プロセス2,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」などを考えさせ、実験に関するリテラシーがどの程度身についたかを測定する問題。

5. 今後の課題

SSH 指定を機に理科カリキュラムの改訂を行い、一定の成果を得ることができた。一方、課題も明らかになった。

(1) プロセスの研究と実践

評価テストによると、プロセス1と3の育成が課題であることが明らかになった。知識・概念を確認し、教える授業内容の充実を図る必要がある。市販の標準問題集を持たせるようにしたが、有効に機能しているか、必要なものか検証が必要である。プロセス3の育成のためには、普段の授業の中に仮説や実験方法の立案などをできるだけ多く取り入れて定着させることが重要である。

(2) 評価の方法の検討

今まで実施したリテラシーテストについてその有効性を再検討するとともに、理科カリキュラムの あらたな評価方法についても検討する必要がある。

(3)サイエンス研究会の生徒の評価と課題

サイエンス研究会の生徒の中には得意分野は非常に高い能力がある一方で、他の分野では不得意な部分も持つ者がいる。得意分野を大いに伸ばす一方でバランスのとれた学力も身につけさせるには、どんな指導が有効かについても検討が必要である。

4-3-2 理科における課題研究

■ 研究内容

自ら課題を発見し、探究し、仮説を立て、検証(実験・観察)していく「課題研究」は、科学的リテラシーの育成に大いに寄与すると考えられる。また、OECDが定義する科学的リテラシーの力を養うためにも有効である。しかし課題研究に取り組むに当たって、その目的を明確にしなければ、生徒にとって「実験した」という単なる楽しかった体験だけで終わってしまう危険性がある。どのタイミングで、どの様な指導方法で、どの生徒を対象に課題研究に取り組ませるのか、その実施方法が重要であると考える。そこで、3、4年生の時期に「課題研究入門」を設け、研究をするために必要な基本的な考え方や研究を進める方法を学ばせ、5、6年生の選択理科を選んだ生徒対象に「課題研究」を行なわせられないかと考え、研究を行なった。

■ 課題研究入門

本校の理科教育では、SSH 指定を受ける以前から実験観察を重視した授業を大切にし、4 年生までの内容を全員必修として、科学的リテラシーを身に付けさせることに重点を置いていた。そしてこの理念を生かすために、3,4 年生に1つの現代的な理科の課題を理科の4分野の視点から多面的に捉え問題解決を図る力を育成するための科目、「総合理科」をおいていた。そこで、SSH 指定初年度(2005年)は、総合理科で3年生における「課題研究入門」の教材開発と指導方法の研究を行うことにした。

2005年度 課題研究入門の実施概要

テーマ	「光合成のしくみ」			
授業者	屋鋪增弘(本校理科教諭)			
対象生徒	3年生徒全員(119名)			
授業の目標	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体験さ			
	せることにより、科学実験の基本的な考え方や方法を習得させる。			
授業計画	① 一斉授業… 2 時間			
	② 実験仮説の設定…1時間			
	③ 実験計画書の作成…1時間			
	④ 実験の実施…1時間			
	⑤ 実験のまとめ…1時間			
	⑥ 研究発表会… 2 時間			
実施形態	班単位(生徒4人)で話し合いをさせて、実験仮説(実験テーマ)を考えさせた。研究			
	発表では、実験の結果をまとめた紙 (B4) を拡大投影して各班の代表者に発表させた。			
	それぞれの研究について、生徒に5つの観点を提示し(課題の設定、実験方法の妥当性、			
	実験の正確性、考察力、発表方法の工夫)、相互評価させた。			

この実施により、実験方法を教える「実験授業」と異なり、実験仮説や実験方法を生徒自ら考えなくてはならないため、対照実験の必要性や、実験誤差を少なくするために実験データを多く採らなければならないことについて、生徒の理解度が大きくなることが明らかになった。しかし、「光合成」というテーマは、いろいろな観点から実験仮説を立てさせることはできるが、実験条件を揃えたり、定量的なデータをとったりするのが難しい。「課題研究入門」にふさわしい他のテーマを考える必要がでてきた。

次年度の 2006 年度は、科学的リテラシーの育成をより明確化するために、理科カリキュラムの再

編に取り組んだ。そして 3,4年生に新しく「自然探求」をおくことにした。生徒の発達段階を考え、3年生では「地球環境」をテーマに、「エネルギー」と「物質」という2つの観点から地球と人間生活について考えることができるようにした。また4年生では「物質とエネルギー」そして「生命科学」という2つのテーマについて、現代の科学・技術を話題として多く取り入れ、より専門的な自然科学について考えられるようにした。そして前年度課題となっていた、3年における「課題研究入門」での教材開発に重点をおき、2つの単元でそれぞれ1回ずつ(2つのテーマで2回)実施した。また、実験実施にいたるまでの指導についても検討した。

2006年度 課題研究入門の実施概要

テーマ	「エネルギー」		
授業者	屋鋪增弘(本校理科教諭)		
対象生徒	3 年生徒全員(123 名)		
授業の目標	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体験さ		
	せることによって、科学実験の基本的な考え方や方法を習得させ、科学的リテラシーを		
	育成する。		
授業計画	① 一斉授業…12 時間		
	② 実験仮説の設定… 1 時間		
	③ 実験計画書の作成…2 時間		
	④ 実験の実施…1~3時間(授業時間は1時間、放課後や夏休みなどで2時間)		
	⑤ 実験のまとめ… 1 時間		
実施形態	生徒個人が提出した課題をもとに、課題が似ている生徒 $2\sim7$ 名で研究班を作った。研		
	究のまとめとして、班単位でレポートを作成させた。		

テーマ	「光合成と植物の成長」			
授業者	末谷健志(本校理科教諭)			
対象生徒	3 年生徒全員(123 名)			
授業の目標	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体験さ			
	せることによって、科学実験の基本的な考え方や方法を習得させ、科学的リテラシーを			
	育成する。			
授業計画	① 一斉授業…8 時間			
	② 実験レポートの書き方及びプレゼンテーションの仕方の検討…2 時間			
	③ テーマ探し・・・2 時間			
	④ 実験計画書の作成…4 時間			
	⑤ 実験の実施…4時間(授業時間は1時間、放課後や夏休みなどで3時間)			
	⑥ 実験のまとめ…2 時間			
実施形態	1クラス8班に分け、班単位で実験テーマを設定させた。班は、実験の考察が苦手な生			
	徒とそうでない生徒に分け、考察が苦手な生徒のみの班と考察が苦手でない生徒のみの			
	班を作った。研究のまとめとして、班単位でレポートを作成させた。			

今回課題研究入門を実施した生徒たちの9割は「実験が好き」だが、現象の理由を考えたりすることが苦手だという生徒がいた(授業実施前のアンケートより)。しかし、取り組みを終えて振り返る

と、実験結果の考察をしっかり行なっている生徒が大半であった。これは、実験班の構成を工夫し、考えることが苦手な生徒達を重点的に指導できたことも奏功したようであった。今年度の取り組みより、生徒に現象の理由を考える力を養うために、課題研究入門が有効に働くことが分かった。また取り扱う教材については、たとえ「光合成」でも生徒の実験方法を指導することで、定量的な実験結果を得ることが可能であり、何より生徒が実験仮説をイメージしやすいテーマの方が教材として取り組みやすいことが分かった。そして、今年度の取り組みから、再実験の重要性と、一人の教師がクラスのすべての研究班の指導を行う指導体制に対する限界が明らかになった。

3年目の2007年度は、今までの3年生での課題研究入門の実践をもとに、4年生における「課題研究入門」の実施と検討をおこなった。3年生で実験仮説設定や実験方法の検討を重点的に指導しているため、4年生での重点項目は実験結果の検証とし、再実験を行なわせるために授業計画を工夫し、研究発表会の充実を図ることにした。また、今回の課題研究入門の教材をワークシート化することを試みた。

2007年度 課題研究入門の実施概要

2007年度	課題研先入門の美 旭 慨安			
テーマ	「DNA抽出実験から科学の方法を学ぶ」			
授業者	矢野幸洋(本校理科教諭)			
対象生徒	4 年生徒全員(123 名)			
授業の目標	教師から与えられた課題となるテーマの解決の方法を学び、その成果を発表することを			
	通して科学的なものの見方・考え方を習得させる。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体験させることによって、科学実験の基本			
	的な考え方や方法を習得させ、科学的リテラシーを育成する。			
授業計画	① 基礎実験…1 時間(詳しい説明なしで、DNA を抽出する。)			
	② 各自 DNA 抽出法について調べる…夏休み期間中			
	③ 実験方法の検討と実験の計画・・・1 時間			
	④ 実験の実施…1 時間			
	⑤ 実験結果の検討・・・1 時間			
	⑥ 再実験の実施・・・1 時間			
	⑦ 再実験結果の検討・・・1 時間			
	⑧ 実験のまとめ…1 時間			
	⑨ 実験結果の報告と検討会・・・2 時間			
	⑩ 検証実験とまとめ・・・1 時間			
実施形態	夏休み中に調べさせた DNA 抽出方法を提出させ、それらの方法を参考に実験に使用で			
	きる薬品を限定して、実験に取り組ませた。これは、実験検討会において生徒同士が実			
	験内容を理解し易いようにするためである。実験は班単位(生徒4人)で行なわせた。			
	検討会は、実験方法、実験結果と考察をまとめさせた紙1枚(A4)を、拡大投影し班員			
	全員で発表させた。			

再実験の機会を与えることは、生徒に実験過程や現象の理由を深く考えさせることに繋がった。また、同じ実験材料・薬品を使用しながらも結果が異なってしまった班同士で、比較検討していく姿が見られた。これは、実験の検証に重点を置いたことが効果的に働いたからと考えた。またテーマを絞ったことで、班への指導がしやすくなり、1人の教師がクラスのすべての生徒を以前より指導できる

ようになった。しかし、3年生の課題研究入門での指導があっての4年生での指導体制であるため、 テーマを絞るだけが解決策とは言い切れず、今後の検討課題となった。また、今回取り上げた教材は、 先端科学に繋がる題材であり、実験に用いた材料や薬品についての議論をもっと行なわせる必要性が 浮き彫りとなった。

前年度の課題を受けて2008年度は、4年生における課題研究入門を継続実施し検討することにした。 用いた教材は前年度と同様だが、実験材料や薬品、実験工程に注目して考えさせるような授業展開を 心掛け、生徒同士の議論に重点をおいた。また、前年度作成した「教え方を伴うワークシート」に基 づき、授業者が異なってい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、の検証も兼ねて実施した。

2008年度 課題研究入門の実施概要

テーマ	「DNA抽出実験から科学の方法を学ぶ」		
授業者	櫻井 昭(本校理科教諭)		
対象生徒	4 年生徒全員(123 名)		
授業の目標	教師から与えられた課題となるテーマの解決の方法を学び、その成果を発表することを		
	通して科学的なものの見方・考え方を習得させる。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体験させることによって、科学実験の基本		
	的な考え方や方法を習得させ、科学的リテラシーを育成する。		
授業計画	① 各自 DNA 抽出法について調べる…夏休み期間中		
	② 基礎実験…1 時間(詳しい説明なしで、DNA を抽出する。)		
	③ 基礎知識の習得・・・1 時間		
	④ 実験方法の検討と実験の計画・・・1 時間		
	⑤ 実験の実施…1 時間		
	⑥ 実験結果の検討・・・1 時間		
	⑦ 再実験の実施・・・1 時間		
	⑧ 再実験結果の検討とまとめ・・・2 時間		
	⑨ 実験結果の報告と検討会・・・2 時間		
実施形態	夏休み中に調べさせた DNA 抽出方法を提出させ、材料の同じ生徒 3~4 人で実験班を		
	作った。実験結果の考察ポイントを「実験方法の改善」とし、薬品、材料、実験工程を		
	検討させるようにした。検討会は、テーマ、方法、結果と考察をまとめた紙1枚(A4)		
	を、拡大投影し班員全員で発表させた。進行などはすべて生徒に行なわせた。また、評		
	価する観点4つ(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)を提示し、最優秀班を選出させた。		

実験の考察ポイントを明確化したことで、検討会での質疑応答が活発に行なわれた。生徒同士で議論することは、他者の意見と自分の意見を比較して考え、それを理論的に論ずることであり、生徒の思考力向上に繋がると考えられる。科学的リテラシーの育成には、「議論すること」も重要となってくることが分かった。また、1人の教師がすべての生徒の指導をする物理的限界についても、検討会では個人がそれぞれの研究について考えるため、生徒一人ひとりの考えについて教師が指導できる点で、少し改善が図れたように思われた。しかし、実験中の器具の取り扱いなどについては、未だ一人の教師では十分に見ることができていないことが明白であった。

2009 年度の 4 年生での課題研究入門では、今まで研究開発してきた教材を用い、4 クラス展開(30 人クラス)で行った。1 人の教師でも比較的生徒一人ひとりに対して指導することができた。このことから指導体制の改善としては、やはり少人数クラスでの実施があげられる。

3,4年生での課題研究入門の実施は、「現象を科学的知識・概念を使って説明すること」、「科学的データを理解すること」、そして「仮説を立てて検証すること」の3点を学ぶために効果的であることが分かった。これは、OECD が考える科学的リテラシーのプロセスの考え方と一致するものであり、これをすべての生徒対象に行うことが、文科系理科系の区別なく自然科学リテラシーを育成するのに有効であると考えられる。

■ 課題研究

本校では以前より、理科系の生徒を対象に各科目 II の中で「課題研究」を実施していた。この課題研究とは、自ら課題を設定し、実験や調査の計画を立て、探求の過程によって一定の結論を得る研究であり、これは課題研究入門の発展版と捉えることができる。そのため課題研究入門を実施した生徒が5,6年生になったとき、どのように課題研究に取り組ませるのが有効なのか、課題研究入門を受けた生徒が学年を上がってくるまでに、その指導体制を研究することにした。従来の課題研究が授業時間枠内で行うのは難しいという問題点を抱えていたため、SSH 指定初年度(2005 年度)は、「課題研究」を行いたいという希望生徒を募って、複数の理科教諭で一斉に取り組むことにした。

2005 年度 課題研究の実施概要

実施時期	夏休み期間中、放課後
担当者	複数理科教諭
対象生徒	3~5 年希望者
目標	生徒自ら課題を見つけ、その課題を解決するための科学的検証方法(実験仮説の設定、
	検証、考察)を学び、実施することで、科学的リテラシーを育成する。
研究テーマ	ビックリハウスの建設、電気抵抗の温度依存性、空気抵抗の測定、食品からのクエン酸
	抽出、食品の浸透現象について、遺伝子解析(電気泳動による解析)、プラナリアの成長(光
	の波長との関係)、ニワトリの各器官の研究(ニワトリの解剖)
実施形態	希望生徒を募り、テーマを決めさせ個人で実験に取り組ませた。指導は生徒の決めたテ
	ーマによって専門分野の教師がそれぞれつき行った。レポートの提出をもって研究のま
	とめとした。

本来は 5,6 年生での実施予定であったが、課題研究希望者が 3,4 年生の中からも出てきたため、3 ~5 年生の希望者対象に実施した。夏休みという長期休業中に集中して取り組ませる指導体制は、長時間に及ぶ連続的なデータ観測や、何日間にも及ぶ経過観察などが可能であり、普段の授業では扱えないような課題に取り組むことが可能だった。しかし、複数の教員が同じ時期に課題研究指導をすることは、他の業務に影響を与えるなど不具合が生じ、この体制を継続させるのは無理であることが分かった。

次年度(2006年度)は、各科目担当者が適宜時間を見つけ「課題研究」に取り組む従来の方法で行うことにした。以下は生物で取り組んだ例である。

2006年度 課題研究の実施概要

実施時期	夏休み期間中	
担当者	矢野幸洋 (本校理科教諭)	

対象生徒	6年生物Ⅱ選択者			
目標	生徒自ら課題を見つけ、その課題を解決するための科学的検証方法(実験仮説の設定、			
	検証、考察)を学び、実施することで、科学的リテラシーを育成する。			
研究テーマ	プラナリアの再生実験、電子顕微鏡による毛髪の観察、DNA の抽出と増幅実験、納豆			
	菌とヤクルト菌の培養実験			
実施形態	同じテーマを持った生徒が集まり研究班($2\sim5$ 人)を作った。実験は授業時間内の 4			
	時間で行わせた。仮説の設定や実験方法の計画立案、そして実験のまとめは、授業時間			
	外の放課後などに行わせた。レポートの提出をもって研究のまとめとした。			

自ら見つけた課題を科学的な論拠を持って「解釈」する力を育成したいと考え、専門的な知識が多い6年生を対象に行った。前年度実施した「課題研究」を経験している生徒も見られたため、実験方法の立案などスムーズに行えていたが、継続して行う研究にならず単発的なものとなった。そして、「考察」や「結論」が不十分であった。授業時間内での「課題研究」ではその効果は少なく、「課題研究」を年間通して行なえるようなカリキュラムの必要性が明確化された。

この2年間の取り組みから、夏休み期間中の集中的な実施や、授業時間内での単発的な実施は、「課 題研究」の効果を十分に発揮できるような実施方法ではなく、少なくとも半年以上の継続研究が必要 なことが明らかになった。また、課題研究において最も重要なのは、「課題の発見」であった。生徒 はなかなか研究テーマを決められず、研究を始めることが最大の難関であった。課題を見つけること ができた生徒は、授業時間内に納まらず放課後や休日に実験を続けることができていた。そこで、課 題研究で身に付けさせようと考えた、「課題の発見」、「課題の解決方法の習得」、「課題を科学的 な論拠をもって解釈すること」、これら3つの力を「課題研究」を通して、一度に習得させるのでは なく、通常授業内でこれらの要素を分散させて指導することはできないか検討した。これは、前述し ている「科学的リテラシーの観点からの理科カリキュラムの開発」を研究する中で、OECD による科 学的リテラシーの定義を本校なりに定義し直したことで、可能ではないかと考えたからである。具体 的には、日常生活や地球環境、科学技術など、身近な諸問題との関わりを具体的に授業で挙げ、生徒 に授業で身に付ける科学的知識・概念が、どのような状況や文脈と関わるのか明示するようにした。 また、課題を提示し仮説を生徒に立てさせ、実験器具は提示するが実験方法は生徒に考えさせるよう な授業展開にするなど「生徒に考えさせる時間」を多く与えるようにした。これらの指導を繰り返す うちに、「課題研究」を課外活動として行なう生徒が現れ始めた。その生徒に対しては、放課後や休 日を利用し、カリキュラム上では「テーマ研究」という形で「課題研究」に取り組ませた。2008 年度 では、5 年生の生徒 4 名がそれぞれ個人研究を半年~1 年間つづけ、 学生科学賞への応募や日本農芸化 学学会高校生ポスターセッションにおいて発表を行うなど、「課題研究」の中で結果を残した。2009 年度においても「課題」を見つけ研究に取り組んでいる生徒が数名いる。研究活動は授業内で行うの ではなく、課題を見つけることができたときに取り組ませることが大切なのではないだろうか。今後 は課題の発見を促すような指導法の研究が必要であると考える。また、初年度の「課題研究」を受講 した 3, 4 年生の中から、「課題」を持ち続け経年的に研究に取り組む生徒が現れた。そのような生徒 の研究活動を支えるために「サイエンス研究会」(科学クラブ)を立ちあげ、自由に課題研究ができ る環境を整備した。詳細は第5節「サイエンス研究会の活動と指導」を参照していただきたい。理科 カリキュラムの中で生徒の素地作りに重点をおいて指導し、時間が確保できた時に研究活動を通して その力を伸ばす指導法を今後も検討していきたい。

第4節 問題解決能力の育成

4-4-1「NSL 講座」

■NSL 講座の設置

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

(1)設置理由

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

(2)設置教科·科目名

教科: 理数 科目: NSL 講座

(3)目標

自然科学リテラシーを育成し、問題解決能力を高める。

(4)内容

数学的内容、理科的内容を融合させたテーマを決めて、集中講義形式で行う。

(5)履修学年•単位数

3・4年の異学年混合で履修し、1単位を認定する。

(6)指導方法

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

■実施概要

2009 年度 NSL 講座はキーワードを「宇宙」と設定し、これまでと同様の流れで実施した。なお、前年度の課題を参考に、夏期休業期間に5日間の集中授業としてではなく、夏期休業3日間と冬期休業2日間に分離して実施した。

テーマ:宇宙への誘い

日時	場所	講師(所属)	内容
8月25日(火) 9:00~15:00	本校物理教室	米田隆恒 (本校教諭)	オリエンテーション講義:「星の光は語る」実習:光のスペクトルを見る
8月26日(水) 10:00~16:00	きっづ光科学館ふおとん	佐々木 和也 (きっづ光科学館ふぉと ん実験指導員)	実習:燃料電池の仕組み 講義:エネルギー問題と科学技術 (S-cube に参加)
8月27日(木) 9:00~14:00	奈良女子大学 理学部	小林 毅 (本学大学院教授)	講義:「宇宙の形を見る」
12月21日(月) 10:00~16:00	奈良女子大学 生活環境学部	山内茂雄 (本学理学部教授)	講義:「X線で観る宇宙」
12月22日(火) 10:00~12:00	本校 メディア教室	林 左絵子 (国立天文台 ハワイ観測所 准教授)	講義:「宇宙の観測方法」 (テレビ会議システムによる遠隔授業)

受講者は3年生6名(男子1名、女子5名)、4年生3名(女子3名)の計9名であった。ほぼ全員が休むことなく出席し、最終的にポートフォリオにまとめて提出したため単位認定を行った。ただし、夏期休業期間では皆出席であっても、冬期休業期間の実施分を忘れて欠席してしまう生徒が2名存在した。

■講座内容と講座の様子

● 1 目目

初日は、本校教員による星の光にスポットを当てた講義「星の光は語る」と関連する実習が行われた。星の表面温度や含有物質、星までの距離や星の年齢などは星から届く光を利用して判明していることが解説された。光は星の表面から出てきたものだから、星の表面のさまざまな情報を持ったまま、地球まで来ている。生徒たちは、1天文単位や1光年、1パーセクといったとてつもなく大きな宇宙に関する諸定数に驚いていた。また宇宙の膨張に関して、ハッブルの定理やビッグバン理論などに関する概要が解説された。

その後、光の発生の仕組みとスペクトルについて学習し、星のスペクトルから読み取れる情報に関して説明を受けた。さらに、星の光のスペクトルを観察するために、直視分光器の仕組みの説明を受け、簡易分光器を工作し、実験を行った。

● 2 日 目

2日目は「きっづ光科学館ふおとん」において、燃料電池の実験を行った。ペルチェ素子や固体高分子膜、導電性高分子などの実験では、その効果を実際に確かめるだけではなく、現象の起こる仕組みや応用について、解説がなされた。また、きっづ光科学館ふおとんを見学し、さまざまな展示内容に興味深く見入っていた。午後は、S-cube に参加し、元きっづ光科学館ふおとん館長の永井士郎先生による「エネルギーと科学・技術」という講演を聴いた。現在のエネルギー問題の解消を目指した科学技術のあり方に関する提言が印象的であった。その後、燃料電池で動くカートに試乗した。









● 3 日目

3日目は、奈良女子大学人間文化研究科教授の小林毅先生による「宇宙の形を見る」という講義を受けた。はじめに、縦と横の広がりしかない、平面空間に住んでいる「平面人」の視点を説明され、三次元(縦,横,高さ)を見ることのできる「空間人」の視点との違いを説明された。平面人にとっては自分の世界はどこまでも広がっている「平面」のように見えるのに対して、空間人には、この平面空間の全体像がちょうどボールのようになっているように見えるかもしれないことが、図を利用してわかりやすく解説された。

この視点の違いを生かして、私たちの住んでいるこの空間が4次元空間の見える「4次元人」にはある特徴をした形状に見えるかも知れないと想像することを通して、三次元空間の全体の形を見る方法について、数式を前面に出さないで、視覚的な説明が行われた。また、この考え方が宇宙の形状という難解なテーマに結びつくことを、生徒は不思議に感じていたようである。抽象的な部分もあったが、一生懸命先生の説明を聞き、終了後には熱心に質問している生徒もいた。









● 4 目目

4日目は、奈良女子大学理学部物理科学科教授の山内茂雄先生による講義「X線で観る宇宙」を受けた。果てしなく広がる宇宙がどのような世界であるかを知るために、宇宙の観測は主に電磁波を使って行っている。このうち、X線を使って宇宙を観測するのが X線天文学であり、波長が短い X線は大きなエネルギーを持つ電磁波であるため、宇宙における高エネルギー現象の現場を探るのに適しているという説明がなされた。これまでに行われた X線天文衛星を用いた精密観測により、様々な天体における熱的、非熱的現象をとらえ、活動的な宇宙の姿が明らかにされてきた経緯を解説していただいた。宇宙物理学の特徴と基礎知識、および X線観測から明らかにされてきた宇宙の姿が紹介され、宇宙がどのように生まれたのかに迫る壮大な話題に興味を持った生徒が多いようである。

● 5 日目

5日目は国立天文台ハワイ観測所准教授の林左絵子先生による遠隔授業「宇宙の観測方法」が行われた。これは、テレビ会議システムを利用した遠隔授業であり、系外惑星・星形成に関する異世界の話を中心に講義が行われた。系外惑星をみる場合、エネルギー・スペクトル(連続スペクトル)と線スペクトルの話がたいへん重要であり、宇宙の観測方法として、望遠鏡および電磁波以外のものを検出する装置の両方が紹介された。望遠鏡も光赤外用、X線用、電波用はそれぞれ異なり、電磁波以外のものとして、ニュートリノ(日本のカミオカンデ、スーパーカミオカンデなど)、重力波などが紹介された。奈良とハワイというお互いに離れた場所にいながら、非常に和やかに講義が進められた。

当初は、テレビ会議システムの設定が合わず、しばらくうまく交信できなかったが、無事に遠隔授業を終えることができた。このような遠隔授業は、今後もうまく活用することで、効率の良い NSL 講座の運営に役立てることが可能になるだろう。

■2009 年度 NSL 講座の生徒による評価 (アンケートの結果より)

毎回、授業内容のまとめと感想を記述させるとともに、講義内容などに関するアンケート調査を 実施した。アンケート項目は、

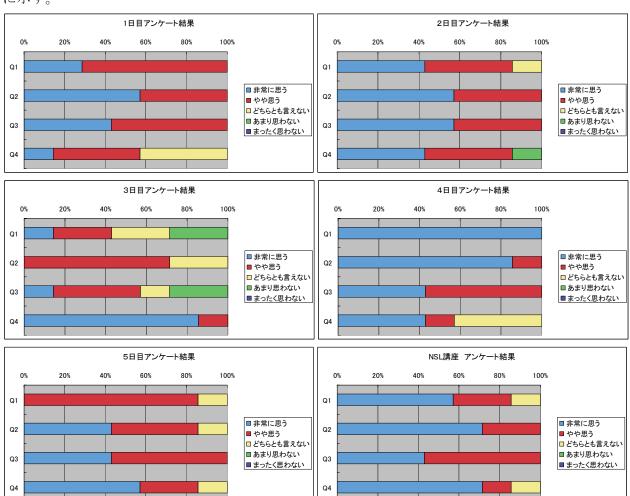
Q1. わかりやすかったですか?

Q2. 興味がもてましたか?

Q3. もっと知りたいですか?

Q4. 高度な内容でしたか?

の4項目である。加えて、NSL 講座の最後に、講座全体を通しての調査を行った。その結果を以下に示す。



このアンケート結果から、NSL 講座全般については、概ね好評であったといえる。宇宙の神秘と不思議さに触れ、興味・関心が喚起され、さらなる追及に意欲を見せている生徒も存在した。普段の授業ではあまり深く学習することのない宇宙の事実として、宇宙物理学や宇宙の数学的モデルなどに対し、高度な内容であったと答えている回答が多い。個別には、数学の講義が抽象的であり、生徒の想像力ではやや困難であったようである。また、講義内容についても、かつての天文部(現在のサイエンス研究会地学班)で活動する生徒と、その他の生徒では、受け取り方がかなり異なることが分かった。今回は、テーマが「宇宙」であるだけに、例年よりも実験や実習より、講義中心の講座となった。また、内容的にも、物理に関わる内容が主であり、生徒たち特に3年生には、自分の有する知識との格差に戸惑いも見受けられた。それにも関わらず、多くの生徒が関心を示して、意欲的に取り組んでいたことは、担当者として大きな喜びである。

■過去5年間の実施内容と総括

NSL 講座を SSH 指定 1 年目に創設して、この 5 年間毎年度実施してきた。この間、いくつかの問題点や課題が浮上し、授業形態や運営方法について、評価方法や単位認定などが紆余曲折を経て少しずつ改善され、2009 年度の実施形態に至った。そこで、過去 5 年間の NSL 講座の実施内容とそこから浮上した諸課題をどのように改善してきたのかを総括しておこう。各年度の詳細な実施報告については、それぞれの実施報告書を参照されたい。

●2005 年度の実施内容

日時	場所	講師(所属)	内容
2月4日(土)	本校	齋藤政彦 (神戸大学	「数学、数学の応用、そしてその未来」
13:30~16:30	多目的ホール	理学部 教授)	特別講義と質疑応答
3月11日(土)	本校	池内 了(早稲田大	「科学・技術と社会
	, ,	学国際教養学部教	そして『新しい博物学』」
$13:30\sim16:30$	多目的ホール	授)	特別講義と質疑応答

初年度(2005年度)は、準備が整っていないこともあり、共通のテーマを設定できず、数学と理科の内容の特別講義となり、対象生徒も全学年とした。生徒参加人数は第1回が19名(うち12名が3・4年生)、第2回が10名(うち1名が3・4年生)であった。

初年度の実施に伴い、次の課題が明らかになった。

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

上述のように、NSL 講座の「NSL」は自然科学リテラシーを指しており、理科と数学の全般(物・化・生・地・数)に共通するテーマを設定することが必要であるという認識で一致し、そのテーマから派生する講義内容を各分野で検討することとなった。さらに、NSL 講座を修得した生徒には、その出席とレポートを勘案し、10 段階評価を行い、1 単位を認定することと決定した。それゆえ、1 単位分の時間確保のため、土曜日を5日用意し、その午後に開講することになった。本来なら、5 週続けて開講されることが望ましいが、講師のスケジュールや行事予定の都合で、5 週続けての開講とはいかなかった。

●2006年度の実施報告

テーマ:多面体

日時	場所	講師(所属)	内容
6月10日(土)	本校ゼミ2	大西俊弘	「正多面体・準正多面体」
13:30~16:30	PC1教室	(本校教諭)	特別講義と質疑応答
6月17日(土)	本校 PC1 教室	阿竹克人(阿竹空間	「多面体と建築」
13:30~16:30	本校 FUI 教室	設計研究所 所長)	特別講義と質疑応答
	太白生想到夢	池田篤志(奈良先端	
6月24日(土)	奈良先端科学	科学技術大学院大	「炭素の物性について」
13:00~15:00	技術大学院 大学	学物質創成科学研	特別講義と質疑応答
	八子	究科 助教授)	
7月27日(木) 13:00~15:00	大阪市立大学 理学部実験棟	佐藤和信 (大阪市立 大学理学部教授)	「物質の構造を探る 一電子顕微鏡を用いてー」 特別講義と質疑応答
11月18日(土) 13:30~16:30	本校ゼミ2	高木隆司(神戸芸術 工科大学 特任教 授)	「シャボン膜から入る数理の世界」 特別講義と質疑応答
12月16日(土) 13:30~16:30	本校 MM 教室	光谷拓実(奈良文化 財研究所埋蔵文化 センター古環境研 究室 室長)	「年輪年代学は過去をどこまで語れるか」 特別講義と質疑応答

対象生徒はサイエンス研究会に属する 3,4 年の希望者とした。受講者は第1回が 12 名、第2回が 10 名、第3回が 11 名、第4回が 6 名、第5回が 8 名、第6回が 5 名であった。

2006 年度の位置づけは、2007 年度実施に向けての試行であった。その結果、以下の課題が明らかになった。なお、6回目の講義は、テーマと直接的な関連はうすく、サイエンス基礎講座的なものとなった。

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

まず、(1)については、テーマが「多面体」であったため、数学的内容はもちろん、建築や工学、フラーレンという化学的内容には結びついたが、その他の分野への広がりに欠けた。共通テーマの設定を、理科・数学科ですり合わせる必要性が生じた。また、参加生徒が少なかったことから、サイエンス研究会生徒の参加を促すことおよび、土曜日に分割実施では、全講座に参加できない生徒も多くなるため、短期間の集中実施への切り替えが検討された。また、各分野の講座をバラバラに担当するのではなく、全体を見通して計画・立案するコーディネータの必要性が高まった。このコーディネータは、NSL 講座全般の運営から、生徒の事前指導、成績評価までを行う責任者である。

●2007年度の実施報告

テーマ:遺伝子の扉

日時	場所	講師(所属)	内容
8月23日(木) 9:00~16:00	本校生物教室	櫻井 昭、矢野幸洋 (本校教諭)	オリエンテーション 講義:「DNA とは」 実習: DNA の抽出実験
8月24日(金) 10:00~14:00	奈良女子大学 理学部	小林 毅 (本学理学部教授)	「DNAの複製に関わるある数学的構造」 一結び目解消数について-
8月25日(土) 9:30~12:30	大阪大学	升方久夫 (大阪大学理学部 教授)	「遺伝子と遺伝形質」 遺伝子を守る仕組み、ゲノムの不思議
8月27日(月) 9:00~16:00	奈良女子大学 理学部	鍵和田 聡(本学理学部准教授)	「ヒトの遺伝子から分かること」 実習:虫歯になりやすいヒトなりにくいヒト
8月28日(火) 9:00~16:00	奈良女子大学 理学部	渡邊利雄 (本学理学部教授)	「マグロの遺伝子から分かること」 実習:マグロの DNA 鑑定

受講希望者は17名で、3年4名、4年が13名であった。そのうち、サイエンス研究会の者は、3年4名、4年3名であった。辞退者が3名、途中欠席者1名のため、単位認定したのは13名である。2007年度のNSL講座は、前年度と異なり短期集中という形をとり、各講座内容を少しずつ重ねることで生徒に新しい知識を何度も繰り返し教えることになり、生徒の理解度を上げることができた。また、実習講義においては、大学が独自に提供している「出張講義プログラム」を利用する形をとったため、大学の先生や附属担当者に大きな負担とならず円滑に打ち合わせなどを行うことができた。

●2008年度の実施報告

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 (本学理学部教授)	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 (本学生活環境学部 教授)	講義:タンパク質科学の歴史 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 (本学大学院教授)	講義:「空間の向き」と鏡の世界

受講者は3年生2名(女子2名)、4年生12名(男子6名、女子6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。

2008 年度に挙がった課題としては、NSL 講座に参加するために、夏季休暇中の 5 日間という時間確保をするのが多くの生徒にとって困難であるということである。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。しかし、この点で参加を躊躇した生徒も多い。この課題の改善として、2009 年度は夏期休業期間と冬期休業期間に分割して、集中講座の日数を縮減した。

●2009 年度の実施報告

テーマ:宇宙への誘い

日時	場所	講師(所属)	内容
8月25日(火) 9:00~15:00	本校物理教室	米田隆恒 (本校教諭)	オリエンテーション 講義:「星の光は語る」 実習:光のスペクトルを見る
8月26日(水) 10:00~16:00	きっづ光科学館ふぉとん	佐々木 和也 (きっづ光科学館ふ おとん実験指導員)	実習:燃料電池の仕組み 講義:エネルギー問題と科学技術 (S-cube に参加)
8月27日(木) 9:00~14:00	奈良女子大学 理学部	小林 毅 (本学大学院教授)	講義:「宇宙の形を見る」
12月21日(月) 10:00~16:00	奈良女子大学 生活環境学部	山内茂雄 (本学理学部教授)	講義:「X線で観る宇宙」
12月22日(火) 10:00~12:00	本校メディア教室	林 左絵子 (国立天文台ハワイ 観測所 准教授)	講義:「宇宙の観測方法」 (テレビ会議システムによる遠隔授業)

■担当者所見

これまで、5年間に様々な課題が浮上し、その都度、改善を図ってきた。参加生徒数は、その年の内容や行事予定などに左右されるため、一概に判断できないが、どの年度でも熱心にかつ意欲的に参加する生徒がいることは特筆すべきであろう。そのような意欲的な生徒を増やすための共通テーマの設定、生徒が参加しやすい時期の設定などの工夫がこの5年間の大きな成果といってよい。1つのテーマを理科、数学のさまざまな視点から捉え、その共通点と相違点を認識することは、科学に向き合う上で極めて重要な要素であり、まさに「自然科学リテラシー」の根本であるといえるものである。このような自然科学を横断する科目は、知識を身につけるだけではなく、科学に携わる者としての基本的な視野と姿勢を涵養することにつながっているといえる。

加えて、この4年間は、共通テーマ自体を「多面体」、「DNA」、「タンパク質」、「宇宙」と数学、生物、化学、地学から選出し、多様な題材を扱い、バランスのよい思考や実験が行えたのではないかと振り返る。毎年、共通テーマや個別の講座の計画は容易なものではなかったが、NSL 講座の実施を通して、各教員、各教科が研修することになり、その内容は、他の生徒にも授業として還元される部分が大きく、この点からも NSL 講座を立ち上げ実施した意義を見ることができる。

4-4-2「理数講義プログラム」

1. 本年度の内容

■ 実施概要 I

テーマ: 不規則系物理学 ーミクロ世界とマクロ世界の架け橋ー

日時	平成 21 年 7 月 18 日(土) 13:30~16:30		
場 所	本校 多目的ホール		
講 師	八尾 誠(京都大学大学院理学研究科 教授)		
生徒 54 名(1 年 6 名、2 年 2 名、3 年 2 名、5 年 22 名、6 年 22 名)			
参加予定者	保護者14名、一般3名、教員		
構 成	1.特別講義 2.質疑応答		

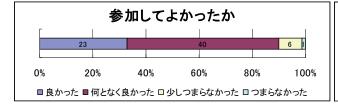
■ 講座内容と講義の様子

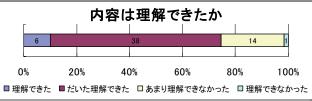
不規則系とは、液体に代表される乱れた構造を有する物質である。液体研究は、ミクロ世界とマクロ世界をつなぐものであり、具体例として「濡れ現象」が紹介された。濡れは液体が固体基板に広がる身近な現象であるが、現代物理学のフロンティア分野として新たな注目を浴びている。マクロの視点から、濡れの度合いを示す接触角について、次いでミクロの視点から濡れ易さが説明され、さらに、濡れ現象を相転移としてとらえ、特にその臨界点近傍での振舞いへと話がすすめられた。普通、温度を下げると濡れがなくなるが、長距離力と重力の効果が大きいとき、温度を下げても濡れないという現象が起こる、という実験結果が紹介された。写真右は、講演が終わった後も熱心に質問する生徒たちの姿である。





■ 生徒の感想(アンケート集計は、回収数である)





- ・全く違うと思っていた経済学で物理が応用されていることを知った。今、サイエンス研究会でやっている研究や実験も、異なる分野の研究を応用することでよくなるのかな、と思った。
- ・マクロとミクロは正反対なのに、濡れ現象からどちらも見いだせることがおもしろいと思った。
- ・私も先生のような科学者になりたいです。
- ・水という身近な現象にここまで神秘があるというのは衝撃でした。英語の勉強にもなりました。

■ 担当者所見

内容は高度であったが、本校の校歌ともいうべき「学友の歌」で始まり、英単語を交えるなどして、 生徒の心をつかむ講演であった。大学での学問の雰囲気を生徒に感じさせることができた。

■ 実施概要Ⅱ

テーマ:脳から心を読む技術の可能性 -世界脳週間 2009 関連イベントー

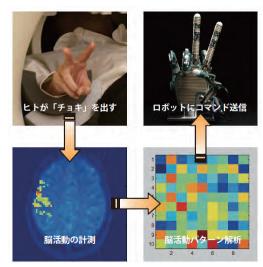
日時	平成 22 年 3 月 13 日(土) 13:30~16:30
場 所	本校 多目的ホール
講 師	神谷 之康(ATR 脳情報研究所 神経情報学研究室長)
参加予定者	本校生徒・他校中高生・保護者・本校教職員・科学に興味のある一般の方
構 成	1.特別講演 2.質疑応答
共 催	NPO 法人 脳の世紀推進会議
後 援	奈良県教育委員会・奈良市教育委員会

■ 「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、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、かつ幅広い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 (講師の講座概要より)

「心を読む機械」は古くからフィクションに登場するが、その可能性が科学の世界で議論の対象となったのは、ごく最近のことである。従来の脳科学では、被験者に図形を見せたり、運動させたりしたときの脳活動を計測することで、心や身体の状態がどのような脳活動と関連しているかを研究してきた。しかし、脳から心を読むには、脳信号を解析して心や身体の状態を推定する手続きが必要となる。私の研究室では、脳信号を、心や身体の状態を表現する暗号(=コード)と見なし、その暗号を解読(デコード)する数理的方法について研究している。デコードされた情報をロボットやコンピュータに接続すれば、身体を介さない



情報通信が実現できる。また、この方法は、SF 的な応用に役立つばかりではなく、脳の情報処理メカニズムや、心と脳の関係を調べるための有用なツールともなる。今回の講演では、脳情報デコーディングの原理を解説した後、fMRI(機能的磁気共鳴画像)で計測される脳活動を使ったロボット制御や、脳活動パターンから見ている図形を再構成する方法を紹介する。そして、この技術の将来の展望と今後生じうる社会的・倫理的問題についても議論したいと思う。

■ 担当者所見

本校生徒と保護者のみならず、他校の中高生や一般の方に対しても、広く参加を促している。「NPO 法人 脳の世紀推進会議」との共催は、昨年度に続き 4 回目である。今回はいつもコーディネーターと してお世話になっている神谷さんに講義をお願いした。脳研究に関する最先端の話が聞けるものと期 待している。

2. 5年間の総括

■講義一覧

実施日	テーマ	講師(敬称略)	参加者数
17.11.19	小さな素粒子から大きな宇宙 まで	三田 一郎 (名古屋大学理学研究科 教授)	107名
17.12.17	宇宙太陽発電所と宇宙空間科 学	松本 紘 (京都大学 副学長・理事)	54名
18.07.28	"流れ"の謎を解明しよう!	小林 毅(奈良女子大学人間文化研究科 教 授)	20名
18.10.07	狂牛病の問いかけたもの	福岡 伸一(青山学院大学理工学部 教授)	19名
19.02.03	究極の理論に向けて -超ひも理論の現状-	川合 光(京都大学大学院理学研究科 教授)	68名
19.03.17	脳の不思議を科学する!	川人 光男 (ATR 脳情報研究所 所長) 本田 学 (国立精神・神経センター 神経研 究所疾病研究第七部 部長) 神谷 之康 (ATR 脳情報研究所)	111名
19.07.19	量子論とその周辺	久米 健次(奈良女子大学 学長)	57名
19.10.06	超小型衛星による新しい宇宙 開発を目指して	中須賀 真一(東京大学航空宇宙工学専攻 教授)	48名
20.02.02	新しい薬をどう創るか -医薬品のデザイン-	仲西 功(京都大学大学院薬学研究科 准教 授)	46名
20.03.15	前頭葉のホントの話 -世界脳週間 2008 関連イベ ント-	星 英司(玉川大学脳科学研究所 准教授) 坂井 克之(東京大学大学院医学系研究科 准教授) 神谷 之康(ATR 脳情報研究所 主任研究員)	94 名
20.06.15	ロボット研究の最前線と実際	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)	15 名
20.12.13	新材料の開発 -電子・原子・分子レベルの 物質設計-	乾 晴行(京都大学大学院工学研究科 教授)	70名
21.03.13	記憶力を強くする 一世界脳週間 2009 関連イベ ントー	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)	246 名

■評価と課題

(1)プログラムの目的

「理数講義プログラム」は SSH 指定の当初、対象学年を 5・6 年生の「理数に強い生徒」に設定し、年に数回特別講義を行う形式で計画された。目標は、理数の最先端のテーマを深く講義・実験することで、生徒の「研究心」を育むことにある。

(2)プログラムの対象

2005 年度は 2 回の実施であり、講義内容も目的に沿ったものであったが、あえて 1 年生~6 年生のすべての生徒に受講希望者を募り、その結果幅広い受講者が集まった。また、保護者や他校の生徒も参加している。すべての回で一般参加者まで募ったわけではないが、06 年度以降も結局 4・5 年生に対象者を限定するのではなく、広く全校生徒および保護者に講義実施を宣伝した。「サイエンス基礎講座」との大きな差異化は、テーマが「理数の最先端のテーマ」であることである。

例外としては、小林教授の「"流れ"の謎を解明しよう!」が 4・5 年生の希望者対象に夏休み、大学の演習室で行われたこと、松下光次郎研究員の「ロボット研究の最前線と実際」がサイエンス研究会の希望者と奈良県物理教員を対象に日曜開催されたこと、などがあり、その講義内容や実習の性質から、対象を少人数に絞ったり長時間に及んだりする必要のある回もあった。

また、ATR の協力を得て「世界脳週間」関連イベントを 06 年度から毎年 3 月に取り入れて継続しており、この回に関しては特に、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。

最先端の貴重な講義を拝聴できるため、生徒の負担にならないよう、しかし年に一度くらいは参加してほしい、という思いから、07年度からは 4・5年生に対しその回のテーマに沿って「物理」「化学」「生物」「科学と技術」をそれぞれ日常の授業で選択している者に参加を義務づけた回もある。

「世界脳週間 2009 関連イベント」については、 $4 \cdot 5$ 年生の全員を対象とし、大学の講堂において開催された。

(3)講義形式・開催時期・回数

年間の講義回数は、 $2 回 \rightarrow 4 回 \rightarrow 4 回 \rightarrow 3 回 \rightarrow 2 回と変遷した。 4 年目以降は重点枠の事業にも取り組む中、企画するのに負担がないよう回数を精選する方針をとった。上述したように、少人数に特化した内容が年度によって企画できれば、そのような形式も意義深いものと考えている。今後も基本的な開催形式をベースにしながら、「理数の最先端のテーマ」によって「研究心を育む」目標にかなうよう、講義形式も柔軟に考えていきたい。$

開催時期は、今年度のように夏休み前に一回と3月の「脳週間」の計2回は最低限行う枠にすえて、 適宜良い企画が考えられたら取り入れる、という方向で固まりつつある。従来多くが土曜日の開催で あったため、興味はあってもクラブ活動と重なって参加できない生徒も少なくなかった。日程の設定 は今後の重要な課題といえる。

(4)講義の内容

講義形式が同様であることから、生徒にとって「サイエンス基礎講座」との違いは明確に認識されていないことが多いと思われる。しかし、各回のアンケート結果を見ると、内容の理解度という点では、相当難しかった回もあることがわかった。プログラムの趣旨から「サイエンス基礎講座」と異なり、講師には、ことさら対象を一般大衆的なレベルに設定し噛み砕いた内容にすることを要請はしていない。とはいってももちろん、どの回についても教育的熱意ある、工夫の凝らされた講演をしていただいている。理解しやすいように視覚的効果や実習・作業が取り入れられたり、講演後個別に居残って生徒との質疑応答を長く続けていただいたりすることも多い。

アンケートでは、理解度よりも満足度が上回っていることが多く、「あまり理解できなかった」が、「なんとなくよかった」という印象をよく持たれている。何よりも、生徒の知的好奇心に訴えかけることができていれば、プログラムには一定の成果があったといえる。

なお、来年度以降このプログラムは、「サイエンス基礎講座」との対照がはっきりわかるよう、「サイエンス先端講座」と改称することになった。

4-4-3 「数理科学」

- 1. 「数理科学」について
- (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2007年度より実施し、今年度で3年目となる。

対象生徒	6年理系生徒(自由選択)
日梅	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
目標	析する力を育成する。
山 宏	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
内 容	を活用しながら数理科学的に探究し、解決する。

(2) 5年間の研究内容

2005年度からの5年間で「数理科学」に関する研究についてまとめると、下の表のようになる。

年次	研究内容	主な成果
第1年次(2005年度)	カリキュラムの試案作成と題材の発掘、教	理科・数学科教員による題材の
第 1 平次(2005 平度)	材の開発	発掘
第 2 年次(2006 年度)	カリキュラムの確定と試行的実践(Ⅱ期・	「微分方程式」の教材開発・実
第 2 年次(2006 年度)	解析IV特論にて)	践
第3年次(2007年度)	実践(1 年目)および教材の改訂	テキストの作成・実践、生徒に
第 5 年次(2007 年度)	天成(1 千日) わよい教例の以前	よる授業、公開授業
第 4 年次(2008 年度)	実践(2年目) および教材の改訂	第2章「差分方程式とカオス」
第 4 平负(2006 平度)	美成(2 午日)わよい教材の以前	の実践
第5年次(2009年度)	実践(3年目)およびカリキュラムと教材	「課題学習」の教材開発、公開
另 4 年 (2009 年度)	の改訂	授業、テキストの改訂

(3) 内容

「数理科学」のテキストは、2006 年度 3 月に完成し、その後実践しながら毎年少しずつ改訂を行っている。各章の単元名および内容は以下のとおりである。今年度は「数理科学」のまとめとして、第 6 章を追加した。

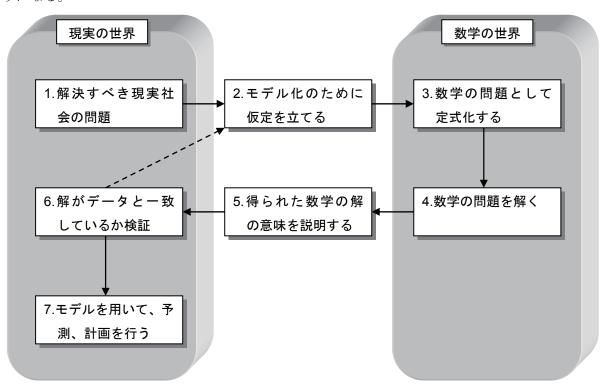
第1章	ゲームと確率	確率と漸化式
第2章	生態系の数理とカオス	差分方程式とカオス
第3章	飛行曲線のシミュレーション	微分方程式入門
第4章	過去と未来を見通そう	微分方程式
第5章	音(波)を解析する	フーリエ級数・フーリエ展開
第6章	モデル化とシミュレーション	課題学習

今年度末には、この3年間の実践を踏まえて、テキストの中規模な改訂を行う予定である。

(4) 授業方法

「数理科学」の教材は、数学・科学の発展と両者の関わりを浮き彫りにし、生徒の知的好奇心を刺激するものを選んでいる。そのため、教材には現在の中等教育の範囲を逸脱する数学的・科学的内容が含まれる。そこで、数式処理システム (Mathematica) やグラフ電卓などのテクノロジーを活用し、学習を進めていった。テクノロジーの活用に関しては、必要なときに必要な操作方法を学ぶ「現地調達方式」を基本とし、1 つの教材を学習する中で、数学的・科学的な内容はもちろんのこと、テクノロジーの活用方法の一端を学ぶことができるような教材を開発した。「数理科学」では、テクノロジーとして、毎時間 Mathematica を活用する形で授業を進めた。

また、「数理科学」では、普段の数学の授業と異なり、現実世界の問題を題材としている。その際、現実世界の問題をどのように数学の世界に読み替えるか、また、数学の世界で得られた解が現実世界の問題と合っているか、など「数学化サイクル」を意識して授業を行った。具体的には、以下の図のようになる。



(5) 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 定期考查

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。

2. 今年度の実践

(1) 授業内容

今年度は、昨年度と同様に、第1章の一部、第2章、第4章、第5章を行った。さらに前にも述べたように、第6章「モデル化とシミュレーション」を追加した。この単元はこれまでの「数理科学」

の授業をとおして、「数学化サイクル」や「自然科学リテラシー」がどの程度身に付いたか検証するものであり、2人ずつのグループに分け、現実の世界の問題を生徒たち自身で解決するものである。今回は、太陽光発電をテーマとし、ある晴れた日の1日の発電電力量を求める課題を与えた。また、第6章を実践する前に、第4章の最後にも「課題学習」を行った。詳細については、(3)で紹介する。

(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16人(1学年120名より約13%の選択者)である。授業は下記の回数・内容で、火曜と水曜に1時間ずつ、週2時間行った。

第 1~4 回	第1章	講義&実習
第 5~12 回	第2章	講義&実習
第 13~27 回	第4章	講義&実習
第 28~37 回	第5章	講義&実習
第 38~42 回	第6章	課題学習

(3) 実践例 [第6章・2009年11月21日(公開授業)]

■授業内容

日射強度をモデル化し、太陽光発電の1日の発電電力量をシミュレーションする。

■目標

- ①事象をモデル化するには、どのような条件が必要か考えることができる(数学的な見方・考え方)
- ②条件を整理し、必要なものを数値または文字定数で表すことができる(表現・処理)
- ③日射強度をモデル化し、太陽光発電の1日の発電電力量を求めることができる(数学的な見方・考え方)

■展開

	学習活動	◆教師の支援・留意点	■恋伝の知よ
	○予想される生徒の反応	☆主な発問	■評価の観点
導	1.「太陽光発電」について、復習する。	◆前時の授業の復習をす	「関」→関心・意欲・態度
入	・「太陽光発電」の仕組み	る。	「数」→数学的な考え方
	・発電電力量について		「表」→表現・処理
展	2. 次の課題について考える。	lack 2 人ずつのグループで	
開	ある晴れた日の1日の発電電力量を求め	考えさせる。	
1	てみよう。	◆時間を十分にとり(2	
	○発電電力量を求めるには、何が必要か考	時間程度)、生徒たちで	■事象をモデル化する
	える。	解決できるよう促す。	には、どのような条件
	・太陽のエネルギー量	◆教師は極力支援せず、	が必要か考えること
	・太陽光パネルの向き	机間指導に徹する。	ができる [数]
	・太陽光パネルの大きさ	◆グループで条件設定が	
	・太陽光パネルの設置角度	異なるため、モデル化	
	・太陽の動き	の仕方も異なる。	
	・太陽が出ている時間	◆困っているグループが	
	・発電時のエネルギー損失率	多い場合、次のような	
	○モデル化できるように条件を整理し、必	ヒントを与える。	■条件を整理し、必要な
		☆まずは条件を整理し、	ものを数値または文

要なものは数値または文字定数で表す。

・太陽エネルギー:1kW/m²

・太陽光パネルの向き:南向き

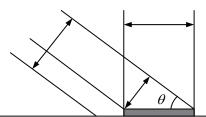
・太陽光パネルの大きさ: Sm^2

・太陽の動き:太陽光は太陽光パネルに直 角に当たる

・太陽が出ている時間: t 時間

発電時のエネルギー損失率: k%

- 〇以上の条件のもと、1 日の発電電力量を 求める。
- ・発電電力は日射強度に比例するので、太陽光が太陽電池パネルに当たる角度に関係があると考える。
- ・同じ幅の光を入射角 θ で当てると、下図よりパネルにあたる光の量は $\sin\theta$ に比例するとモデル化できる。



・日の出からの時間xと入射角 θ の関係は下表のとおりなので、発電電力f(x)(kW)は

$$f(x) = k \times S \times \sin \frac{\pi x}{t}$$

と表される。

時刻x	0	t / 2	t
角度 θ	0	$\pi/2$	π

・1 日の発電電力量は、この f(x) を足し合わせたものであるので、積分を用いればよい。 すなわち、 $\int_0^t f(x) dx$ で求められる。

$$\int_0^t f(x) dx = \left[kS \cdot \left(-\frac{t}{\pi} \cos \frac{\pi x}{t} \right) \right]_0^t$$
$$= \frac{2kSt}{\pi} \quad (kW) \quad \dots \quad (\updownarrow)$$

必要なものは数値また は文字で表してみよ う。 字定数で表すことができる[表]

■日射強度をモデル化 し、太陽光発電の 1 日の発電電力量を求 めることができる 「数〕

- ◆発電電力量は、(発電電力)×(時間)で求められる。しかし、発電電力は一定でなく変化しているので、積分を用いれば求めることができる。
- ◆グループで条件設定が 異なるため、(☆)の値 も異なる。

3. 実際のデータと比較して、モデル化した | ◆本校の太陽光発電の実 | ■実際のデータとモデ 展 ル化したデータとを 開 式が適当かどうか検証する。 際のデータを用意す 2 「実際のデータ】 る。 比較し、検証すること ・2005年4月28日のデータ ◆条件に合うデータとし ができる「表] 天気:快晴 て、2005年4月28日 南中高度:69.5度 のものを用いる。 日の出:5時10分 ◆パネルの大きさや設置 日の入り:18時39分 角度、変換効率などは ・本校の太陽光パネルの仕様 事前に調べておく。 大きさ:162 m² ◆エネルギー損失率は 向き:南向き JIS C 8907 の「月別総 設置角度:20度 合設計係数」により、 変換効率:12.47% 算出している。 エネルギー損失率: 73.1% ◆表計算ソフトを用い 4. モデル化した式が、実際のデータと異な て、実際のデータとモ デル化したデータをグ る場合、どこに問題があったか考える。 ○条件が足りない・多すぎる ラフ化し、比較させる。 ○条件が間違っている ◆各グループで問題点を ○数値または文字定数の置きかたが間違っ 話し合わせる。 ◆各グループで問題点を 整理させ、モデルを修 5. 問題点を修正して、実際のデータにより 近いモデルを作成する。 正させる。 ◆発電電力量が数学的に│■発電電力量を数学的 | 6. 今回の活動を振り返る。 ま لح モデル化できることを にモデル化できるこ \otimes とに興味を持つ [関] 確認する。

■研究協議

- Q1. モデル化をどう考えているかは、グループ内で共有はあったが、全体での共有はなかった。この 授業をすることによって、どういうモデル化ができるかを考えているか?生徒にモデル化について 質問したときは「もやもやしている」と答えた。生徒は何かは考えていたが自分の中に持っている ものを使うだけでは、考えは進みにくいように感じる。話し合いでひらめく部分もあるのでは?
- A1. 今回の1番の思いは、自由な発想をさせたいことである。クラスで話し合いをすると、流されて しまうのではないかと考えた。1人では苦しいので、2人のグループ単位で考えさせた。最後には、 共有する予定である。生徒なりに考えることが、モデル化には大切だと考える。
- **Q2.** 自然と積分の考えが出てきたことに驚いた。自然に出てきた指導法を教えてほしい。
- A2. 数理科学の授業では特に指導はしていないが、数学Ⅱの積分法を区分求積法から導入している。 また、数学Ⅲでも面積や体積を求める際、常に「微小な変化量を足し合わせる」ことを意識して教 えている。
- Q3. この時間での、1人1人やグループの評価についてどう考えているか?
- **A3.** 結果が間違っても、考えかたで評価していきたい。プレゼンの出来、今後の各自のデータとの検証で評価していく予定である。

指導助言者のコメント

- ・子供自身の学びに任せた授業であった。生徒の考えはよくわかった。しかし、授業の目標には沿っていなかった。条件を考えさせて発表させる場面は必要であった。子供が自然現象を解析していくことは大切だが、それは見せる授業ではなく、研究である。検証する部分から始めたほうがよかった。数理科学と、今回の授業の評価がどう関わっているのか見えなかった。数理科学では、独自の評価の観点がほしい。式を立て、積分をしていく部分は数学の世界である。数理科学では、数学の世界に入ると、どう扱われるのかが知りたかった。今回は見えなかった。
- ・今回の授業はモデル化とは逆の方向であるように感じた。工学に近い部分を目指しているように感じる。条件が多すぎて、生徒がどこを目指すべきか困っていた。もう少し太陽光発電にどういうバックグラウンドがあるのかを示すと生徒の思い入れも違ってくるのでは。

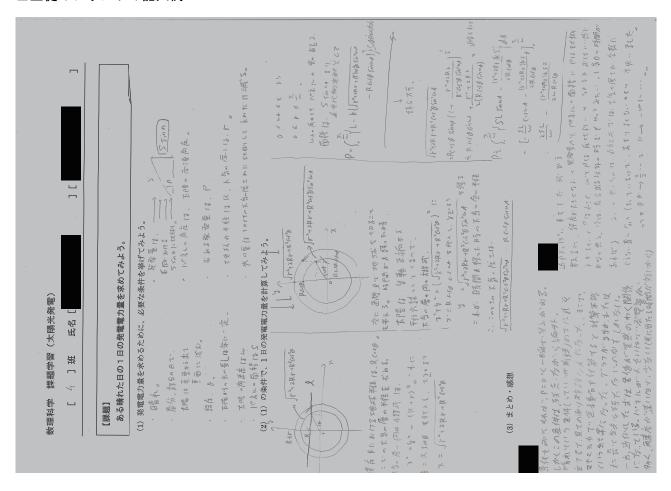
■授業のようす







■生徒のプリントの記入例

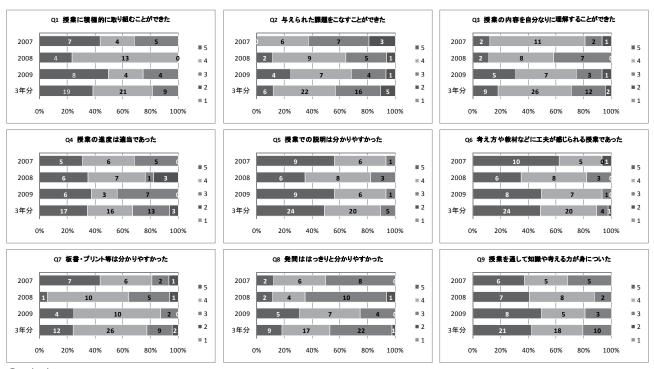


3. 生徒による実践の評価

(1) 授業アンケート

「数理科学」の授業アンケートを、毎年度 12 月に行っており、次の 9 つの質問に対して、5 段階で評価させた。5 が最も高く、1 が最も低い。

① 3年分の結果



2 考察

Q2、**Q3** の評価が比較的低いことから、生徒にとって内容が多少難しいと感じていることが分かる。 しかし、**Q9** の評価が高いことから、難しい内容でもしっかり考え、自分のものにしていったことが 分かる。このことから、「数理科学」の大きな目標の 1 つである「自然科学リテラシーを用いて現実 世界の問題を解決する力を育成する」ことができたと考える。

また、 $Q4\sim Q6$ に比べて、Q7、Q8 の評価が低い。これは「数理科学」の目標を達成するには、可能な限り「自分で考え、Mathematica で実験し、その結果からまた考える」という授業が必要であると考え、プリントや板書も最低限の内容しか書かず、発問についてもできるだけオープンな問いをするよう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、1年間の授業の振り返りレポートを書かせた。その項目と今年度の代表的な意見・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?

- ・微分方程式を使って事象の条件を考えて理論化したこと。慣れるまではすごく大変だったし、何よ り自分で理論的な条件を考慮して微分方程式を解くこと。
- ・実際学んでみても、過去からのさまざまな人物の作ってきたモデルを考えるだけでなく、課題学習 などを通して、自分でモデルを作るということにチャレンジできて良かった。

○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?

- ・事象を自分自身で深く考えること、また、それに対し疑問を抱くこと。
- ・太陽光発電量や水の減る速さの実験など、0 から考える機会があり、柔軟な発想を数学的な考え方

に直すことを学びました。いろいろな事象をその要素から考えていくということはその事象をさらに深く考えていくことにつながると思います。また、数理科学の魅力とも感じているのですが、初期値などを変えるだけで様々なタイプに応用できる、未来の値を予測することができる点において、改めて感動しました。

・二次試験で難しそうな微分方程式など出されそうであったとしても、まず物怖じしないと思う。解き方を"覚える"のではなくて、"理解する"といった形で身につけるような学習を続けてきたからであると思う。

〇授業方法で良かった点、悪かった点、また、その理由は?

- ・難しいことを学んでいるにもかかわらず、そのような感覚は全くなく、知らず知らずのうちに、さまざまな事柄を学ぶことができていた。難度が上がれば上がるほど、それを学ぶときにいかに楽しみながら、もしくは興味を持って学べるかが重要だと改めて感じた。
- ・積極的に高度な内容に取り組んだところはいいと思うが、もう少し手計算の練習があったほうが実 用性があると思う。
- ・生徒個人個人で取り組む時間が多かったのは非常によかったと思う。

〇この点は良かった、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つ1つの課題に対してもう少し時間を増やしてほしい。
- •1 時間で分けるのはよくないと思う。下手をすると中途半端に終わってしまうと思うし、まとまっているほうが一気にできると思う。

4. 成果と課題

授業アンケートや生徒の振り返りレポートから、「数理科学」の目標は概ね達成されたといえる。従来の数学の授業ではなかなか扱えない自然現象や現実世界の問題を、じっくり考え、楽しみながら取り組むことができたと思われる。また、具体的な課題を用いて、微分方程式やフーリエ解析など高度な数学を学ぶ方法は、生徒の興味・関心を高めることができた。Mathematicaの活用については、若干使いすぎたところはあるが、「現地調達方式」でいつの間にか使えるようになっており、「課題学習」では、教師に頼ることなく生徒たちだけで Mathematica を活用している姿が見られた。

さらに、2007 年度より使用しているテキストに、この 3 年間の実践で新たな教材を作成したものを付け加えて改訂する予定である。

今後の課題としては、教材が物理的な内容に偏っているので、生物的・社会科学的な教材を積極的に探す必要があるということと、今年度初めて実施した「課題学習」の教材および授業方法と評価について、引き続き研究する必要があると思われる。

第5節 サイエンス研究会の活動と指導

4-5-1 5年間の活動内容の評価と課題

■経緯

サイエンス研究会は、本校が SSH に指定されたことに伴い、理数系の課外活動を充実させる目的で 2005 年度より新たに設立された科学クラブである。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を中心に活動している。また、各班を教師が顧問として担当し、それぞれの専門性や特性を生かして、研究上の指導や支援を行っている。それぞれの興味・関心に応じて、個人またはグループで研究活動を行い、その成果を学園祭や公開研究会のポスターセッションなどで発表している。日頃の研究以外にも、「サイエンス夏の学校」や「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。加えて、2008 年度より、国際交流の一環として、海外の科学技術を研究する中高生との研究交流を目的とした「台湾 ISSS」や「韓国 ISSS」などにも参加し、グローバルな視野の育成も行われている。

発足当初は数学、物理、宇宙、化学、生物の各班に分かれ、物理班はさらにロボット、シミュレーションなどに細分化されていた。2006年度になると、班の構成を再編し、数学、ロボット、シミュレーション、化学、生物、天文の6班体制になった。2007年度には、ロボット班とシミュレーション班が合併し「物理班」に、天文班は天文部を吸収し「地学班」として、物理、化学、生物、地学、数学の5つの研究班に分かれることとなり、現在に至る。

■サイエンス研究会の変遷

2005年度は、前期課程生51名、後期課程生19名、合計74名が在籍していた。

2006 年度は、前期課程生 56 名、後期課程生 23 名、合計 79 名が在籍していた。各班の研究内容は 以下の通りである。

数学班 5 名 (顧問 2 名)	「結び目理論」、「グラフ理論」
ロボット班 20 名 (顧問 1 名)	「0からつくる モーションキャプチャを利用したロボットの開発」 「ホバークラフトの開発」 「ペルチェ素子を利用した半導体レーザーの冷却実験」
シミュレーション班 15名(顧問1名)	「0からつくる 新しい多次元マウスの開発」 「0からつくる 3D グラフィックスエンジンの開発と応用」 「粗密波の発生シミュレーション」
化学班 3 名 (顧問 1 名)	「セルロースの加水分解について」
生物班 30 名 (顧問 2 名)	「外環境における細胞サイズの変化」 「モリアオガエルの成長と環境条件」 「磯の生物の研究」 「プラナリアの外環境と再生の関係」
天文班 10 名 (顧問 1 名)	「太陽光のスペクトル」

2007年度は、前期課程生 51名、後期課程生 20名、合計 71名が在籍していた。各班の研究内容は 以下の通りである。

研究班	研究テーマ
物理班 13 名	「人搭載型カートの開発」、「レーザー波長の温度依存性」
(顧問1名)	「Cubic Control の開発」、「自動追尾型買い物カートの開発」
	「モーションキャプチャアルゴリズムの開発」
	「筋肉電位コントローラ」、「分子衝突シミュレーション」
	「LED の PIC 制御」
化学班5名	「おいっ、フの加大人物ファーンブ」
(顧問2名)	「セルロースの加水分解について」
生物班 18名	「ブレファリズマの巨大化メカニズムの解明に向けて」
(顧問2名)	「プロトプラスト(細胞融合)による新植物開発過程」
	「奈良公園の生態-シカの糞とシバの関係-」、「ウニの人工授精」
	「"万能乳酸菌"誕生への過程と課題」、「チョウの翅の模様の構成」
	「光なしの光合成の第4過程の可能性」
	「シバ種子の発芽とシカ糞中のシバ種子の発芽」
地学班2名	「十四半のコペカトル」
(顧問1名)	「太陽光のスペクトル」
数学班6名	「結び目理論」、「グラフ理論」
(顧問2名)	「怕い日程哺」、「ソノノ経哺」

2008 年度は、前期課程生 26 名、後期課程生 19 名、合計 45 名が在籍していた。各班の研究内容は以下の通りである。

数学班 3 名 (顧問 1 名)	「暗号の数理」
	「筋電位計測システムの開発とその応用」
物理班8名	「惑星運動シミュレータの開発」、「電動車いすの開発」
(顧問1名)	「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 2 名	「セルロ、フの加水八部ファヘンブ」
(顧問2名)	「セルロースの加水分解について」
	「シカのフンを用いた除草剤の開発」
生粉蛋 91 友	「プラナリアの白色化死について」、「乳酸菌と植物の共生」
生物班 21 名	「カルスの基本的研究」、「ベンソンの実験と ATP」
(顧問2名)	「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」
	「高々度発光現象(スプライト)の観測」
地学班 11 名	「ハイスピードカメラによる事象の撮影」
(顧問1名)	「黄鉄鉱の秘密を探る」、「ダイラタンシー現象」

2009 年度は、前期課程生 25 名、後期課程生 28 名、合計 53 名が在籍していた。各班の研究内容は以下の通りである。

数学班 8 名 (顧問 1 名)	「暗号の数理」、「ピタゴラス三角形」、「グラフ理論」
	「筋電位計測システムの開発とその応用」、「加速器センサの研究」
物理班 12 名	「粒子衝突シミュレータの制作とその応用」
(顧問1名)	「ウェアラブル・コントローラーの開発」
	「VB を用いた波形観測システムとその応用」
化学班 3 名	「カンノップ 月 555 八 名刀平仏 主 ファ ヘエング
(顧問2名)	「タンパク質分解酵素について」
	「シカのフンを用いた除草剤の開発」、「ブレファリズマの膜形成」
	「プラナリアの白色化死について」、「細胞サイズの変化の過程」
生物班 20 名	「抗生物質を利用したカツオブシ菌の培養」、「ベンソンの実験と ATP」
(顧問2名)	「ブレファリズマの脱シスト化」、「ブレファリズマのシスト形態」
	「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」
	「納豆菌の水質浄化作用について」、「食品の細菌数」
地学班 10 名	「高々度発光現象の観測に向けて」
(顧問1名)	「レーザー波長の変化と温度の相関性」

サイエンス研究会のメンバー数の変遷を調べると、低学年の生徒(1・2年生)の出入りが激しく、中学年と高学年の生徒(3~6年生)は、ほぼ継続して研究活動を続けていることが分かる。このことから、低学年の生徒は興味が移りやすく、中学年以上の生徒は、比較的興味が絞られ、安定してくることが見て取れる。いかに、継続した研究活動を支援できるかが求められている。

■サイエンス研究会への具体的支援

サイエンス研究会の指導は、発足時からいくつかの段階を経て行われてきた。発足当初は、メンバーの募集と研究テーマの設定が大きな課題であった。やがて一定数のメンバーが集まるようになると、個々の研究内容に関する指導が中心となり、2006年度や2007年度では、各種コンクールや全国大会での研究発表への指導に重点が置かれた。2008年度以降は、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および新規メンバーの育成を活動目標とした。このような変遷の過程において、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) サイエンス研究会全体会および顧問会

サイエンス研究会の全体会を随時開催し、連絡および班ごとの研究に関する情報交換の場を設けた。 また、サイエンス研究会の顧問会議を年5回程度開催し、サイエンス研究会の活動計画の確認や指導 方針の協議を行い、各班の活動状況や研究内容に関する情報の共有を図った。

(2) 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。電気配線などを行い、SSH 予算な どを利用して、10 台の PC を配置した。ドメインサーバを立ち上げ、サイエンス研究会に所属する生 徒であれば、いつでもこれらの PC が利用できるようにした。また、SSH 予算により、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した。これにより、サイエンス研究会に所属する生徒の研究・研修環境を順次整備することができ、研究効率を飛躍的に上げるとともに、PCR などの比較的高額な機器を購入することができたため、これまで高校現場では難しかった研究が可能となった。これらの機器は、サイエンス研究会の活動だけでなく、日頃の授業でも活用している。

(3) 研究発表会の実施と研究論文集の刊行

2007 年度から、定期的に校内発表会を催すことによって、生徒研究が加速するとともに、プレゼンテーション能力が育成される。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い効果が生まれた。また、研究内容を論文形式でまとめた研究冊子を 2006 年度以降毎年度刊行し、校外に向けて研究内容や成果を発信したり、各種科学コンテストなどに論文投稿したりした。

(4) 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、サイエンスツアーを催したりした。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。2008 年度以降は、重点枠において「台湾 ISSS(International Salon of Super Science Students)」と「韓国 ISSS」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)や韓国の忠南科学高校を訪問し、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。

■指導内容とその成果

一般的に科学研究は、「研究の動機付けと研究テーマ決定」、「研究活動」、「研究発表」が循環する知的活動である。これらの3つのステップは全て密接につながっている。サイエンス研究会の活動を活発にするためのしかけとして、これら3点を計画的に実施した。

設立から5年目を迎え、サイエンス研究会は、今まで蓄えた知識や経験を土台にして、成熟の段階に移行しつつある。これは、研究内容の深化もさることながら、後期課程生(高校生)が前期課程生(中学生)にアドバイスするなど、人間関係の深まりにも読み取ることができる。このように、日々の活動風景に中高一貫校である本校の特色がはっきりと現れるようになり、そういった背景が、さらに研究を充実させ、様々な研究発表会における高い評価につながるようになったと思われる。自分のアイデアを実現する知識と技術を身につけ、他人と協同することで、研究を深化させることを体験した。サイエンス研究会で活躍する生徒は、この5年間で大きく成長した。また、生徒らの継続した成功と失敗の積み重ねは自信につながり、彼らのプレゼンテーションにもはっきりと現れるようになった。つまり、自分の言葉で自分の研究を語れるようになったのである。

そこで、この5年間の取り組みと、サイエンス研究会に関する指導内容とその成果について、実践 をもとに整理してみる。

(1) 日常的な研究活動の確保

活動の場を保証し、環境整備を行うことによって、日常的に活動を行う生徒が増加した。生徒に対するアンケートからは、「PCが自由に使える」、「研究する仲間がいる」、「自由な雰囲気がある」こと

などが、活動の原動力になっていることが伺えた。

(2) 研究テーマの設定

サイエンス研究会に所属する3年生以上の生徒は、個人あるいはグループで研究テーマをもつように指導している。一人の生徒が複数のテーマを掛け持ちする場合もある。なかには、奈良女子大学をはじめとする外部スタッフと共同で行う研究もあったりする。

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

研究テーマを決定するまでに至る指導は、いわば、生徒を研究の入口に立たせる指導である。そのためには、生徒を科学の世界に誘うために顧問が強制的に引っ張る時期を経て、持続する研究姿勢をつくるために顧問が引っ張りながら一緒に走る時期へと至る。その後、研究の方向性を具体化させ、理解させるという顧問が背中を押す時期という段階を指導者が意識する必要がある。研究テーマの決定は、当然、研究活動に不可欠である。しかし、大きな労力が要求されることを生徒と教師双方が理解する必要があろう。

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

普段の授業でも、目標と現実があり、その間に階段をつくって目標に向かって登らせるのが指導する者の役割であろう。生徒研究の指導も全く同じで、研究の契機や方向性について、見通しを持って顧問が設定する必要がある。授業と異なるのは、教科書が存在せず、生徒達の議論と試行錯誤が活動のベースにある点であろう。

(3) 評価システムの構築

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

サイエンス研究会における生徒の研究は、校外においては、科学コンクールなどで評価を受けることができる。しかし、学校としてサイエンス研究会の活動や研究成果を評価する必要があろうと考えた。そこで、下表に示すように、本校では 2007 年度より、サイエンス研究会に所属する後期課程生に対して、1単位の自由選択科目「SSHテーマ研究」を設置し、研究活動に対する評価システムを構築した。

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

この「SSH テーマ研究」の設置により、単位修得という具体的な評価が生徒のモチベーション向上の一端を担っている。

(4) 研究チームの構築

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

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により、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。

(5) 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。そして、「聴衆に何を訴えたいか」「訴えるにはどのような物語をつくればよいか」という、プレゼンテーションの技術指導の中で何度も繰り返した問いを持つようになった。プレゼンテーションをつくる上で発生したこの問いは、研究活動を自らがデザインする力となった。「プレゼン技術よりも、まず中身」という単純な指導スタンスからステップアップし、「プレゼン技術と中身は両輪」という見方を全体で共有することへと至った。

実際に年度を経るごとに発表回数は増大していった。各発表の機会を通して、レジュメを作成し、 発表し、様々な質問や意見に答える中で、生徒らのプレゼンテーション能力を育成することができた と考える。前年度、「研究内容は立派だが、発表の仕方に問題がある」と大学の研究者に指摘されたあ る生徒は、全国大会を含めて多くの場で研究発表を行い、「プレゼンテーションがすばらしい」と評さ れるまでに成長した。

■各種活動

(1) 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。

- ○2005年度 サイエンス研究会のメンバーによる見学
- ○2006年度 ポスターセッションに参加
- ○2007年度 口頭発表に参加

文部科学大臣奨励賞(最優秀賞) 物理班「モーションキャプチャシステムの開発とその応用」

○2008 年度 ポスターセッションに参加

ポスターセッション賞 物理班「Cubic Controller の開発」、「筋電位計測システムの開発」 生物班「奈良公園のシカの糞」 ○2009 年度 ポスターセッションに参加

ポスターセッション賞 生物班「シカのフンを用いた除草剤の開発に向けて」

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。

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。

(2) 校内 SSH 研究発表会

2007 年度より、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。各班による口頭 発表とポスターセッションを行った。

- ○2005 年度(2005 年 10 月 20 日、本校多目的ホール) 各班によるポスターセッション
- ○2006年度(2007年2月16日、奈良女子大学講堂)

「モーションキャプチャを利用したロボットの開発」、「結び目理論」 「セルロースの加水分解」、「外環境における細胞サイズの変化」 「太陽光のスペクトル」、「3Dグラフィックスエンジンの開発と応用」

- ○2007年度(2007年7月3日、奈良県文化会館国際ホール) 「シカの糞の研究」、「結び目と DNA」、「外環境と細胞サイズ」 「モーションキャプチャを用いたデバイスの研究」
- ○2008 年度(2008 年 7 月 5 日、本校多目的ホール) 「粒子衝突シミュレータからみる自然法則」、「シカの糞とシバの発芽率に関する調査」 数学班、物理班、生物班、地学班によるポスターセッション
- ○2009 年度(2008年7月5日、本校多目的ホール)
 「PICマイコンを用いた二足歩行ロボットの製作」、「レーザーの波長と温度変化」
 「H8マイコンを用いた母音認識デバイスの研究」、「ブレファリズマの膜形成」

「モーションキャプチャを利用した新しいマウスシステムの開発」

数学班、物理班、化学班、生物班、地学班によるポスターセッション

(3) かがくの広場

2006 年度から 2008 年度にかけて、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」の一環として、「かがくの広場」を開催した。これは、附属小学校や附属幼稚園へサイエンス研究会の代表が訪問し、実験や実習などの活動を通じて、科学の面白さを伝える啓蒙活動である。活動の記録は次の通りである。

○2006年度(2006年7月11日)

化学班「スーパーボールをつくろう」(附属幼稚園)、「線香花火を作ろう」(附属小学校) 物理班「ロボット」、「ラジコン」、「ゲーム」(附属小学校)

○2007年度(2007年7月3日)

生物班「奈良公園の鹿と糞」、「遺伝子(DNA)とその抽出」(附属小学校)数学班「壺の中」(附属小学校)、「折って切ってみよう」(附属幼稚園)

○2008年度(2008年7月14日)

化学班「酵素の不思議」(附属小学校)

数学班「ならべてなにができるかな?」(附属幼稚園)

「かがくの広場」により、本校への進学を決め、入学後サイエンス研究会で活動している生徒も存在することから、大変大きな影響力を与えていることがわかる。さらに、幼稚園児や小学生に伝えるという困難に直面することで、生徒の表現力やプレゼンテーション能力の向上という効果もみられた。

(4) 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、2006 年度から、奈良 高校(SSH 指定校)と合同研究発表会を毎年度催した。本校からは、以下の発表を行った。

- ○2006 年度(2006 年 7 月 11 日、奈良市北部会館市民文化ホール) 「粗密波は起きるのか」、「0からつくるロボット」
- ○2007年度(2007年3月11日、奈良県文化会館国際ホール) 「結び目理論とDNA」、「細胞サイズの変化と外環境の関係」
- ○2008年度(2008年7月14日、関西光科学研究所多目的ホール) 「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」
- ○2009 年度(2009 年 7 月 14 日、奈良市北部会館市民文化ホール)

「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」

発表会後の生徒に対するアンケート(自由記述)から、「他校の研究が分かり、議論できて良かった」「プレゼンテーションのしかたに学ぶところが多かった」「(発表会後も)奈良高校の生徒と研究についてメールのやりとりをしている」など、合同で発表会を行ったことによって、互いに良い刺激を受けたことが明らかになった。

(5) 外部のコンソーシアムへの参加

2008年度から、地学班は他校との合同研究会への参加を開始した。具体的には、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に参加した。また、奈良県内のSSH指定校が共同で開催する「奈良SSHコンソーシアム」にも2006年度から参加して、科学英語講座や合同発表会への参加を行っている。

(6) 外部コンクール

2006 年度から、サイエンス研究会のメンバーは、日々の研究成果を、全国生徒研究発表会や日本学生科学賞、JSEC(Japan Science & Engineering Challenge)をはじめとする様々な学会やコンクールに応募し、高い評価を受けてきた。具体的な成果については、次の項目を参照のこと。

(7) 校内行事における発表活動

例年本校で開催される学園祭ではポスター発表を行っており、公開研究会では口頭発表やポスター発表を行っている。また、オープンスクールでは小学生に科学の面白さを伝えるため、実験や展示を行ってきた。

■受賞歴

2006年9月 日本物理学会物理チャレンジ 銀賞、優良賞2007年3月 日本物理学会 2007年春季大会ジュニアセッション 最優秀賞

物理班「みかんでうごく新しいロボットの開発」

2007 年 4 月 第 46 回日本生体医工学会高校生科学コンクール 最優秀賞 物理班「モーションキャプチャシステムを利用した新しいマウスシステムの開発」

2007年8月 SSH 全国生徒研究発表会 文部科学大臣奨励賞(最優秀賞) 物理班「モーションキャプチャシステムの開発とその応用」

2007年9月 日本動物学会 高校生ポスターセッション 優秀賞 生物班「ブレファリズマの巨大化メカニズムの解明に向けて」

2007 年 11 月 第 51 回日本学生科学賞 奈良県予選佳作 生物班「ジャイアントブレファリズマの研究」

2007 年 12 月 JSEC2007 JFE スチール賞 (アメリカ ISEF 見学参加) 物理班「自動追尾型買い物カートの開発」

2007 年 12 月 第 51 回日本学生科学賞 科学技術施策担当大臣賞 物理班「Cubic Control の開発」

2008年4月 第10回関西中学生研究発表コンクール 最優秀賞 生物班「シカの糞 緑化に貢献?」

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 優秀賞 物理班「粒子モデルを用いた気体シミュレータの作成」

2008 年 8 月 SSH 全国生徒研究発表会 ポスターセッション賞 物理班「Cubic Controller の開発」、「筋電位計測システムの開発」、 生物班「奈良公園のシカの糞」

2008 年 11 月 第 52 回日本学生科学賞奈良県予選 優秀賞 物理班「Cubic Control の開発 2」

2008年12月 JSEC2008

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

物理班「筋電位計測システムの開発とその応用」

アジレント・テクノロジー賞 アメリカ ISEF 見学参加

生物班「シカのフンを用いた除草剤の開発」

2009年1月 日本生物教育学会 高校生ポスターセッション 優秀賞 生物班「プラナリアの白色化死について」、「乳酸菌と植物の共生」

2009 年 8 月 SSH 全国生徒研究発表会 ポスターセッション賞 生物班「シカのフンを用いた除草剤の開発に向けて」

2009 年 11 月 テクノ愛 09 高校生の部 準グランプリ

物理班「触れずに動かすタッチパネル~グーパーマウスの開発~」

2009年12月 JSEC2008

グランドアワード(内、科学技術政策担当大臣賞)アメリカ ISEF 発表参加<日本代表> 物理班「筋電位計測システムの開発とその応用 2」

審查委員奨励賞

生物班「"草薙剣 仮説"実証 ―シカのフンが作る生態系―」

2009年12月 第52回日本学生科学賞

中学生の部 文部科学大臣賞

物理班「ウェアラブル・コントローラーの開発」

高校生の部 入選2等

物理班「触れずに動かすタッチパネル」

2010年1月 日本生物教育学会 高校生ポスターセッション 優秀賞

生物班「抗生物質を用いたカツオブシ菌の純粋培養」

■ まとめと今後の課題

5年間のサイエンス研究会の活動は充実したものとなり、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、加えて、日頃の研究指導により、理数の力を伸ばすという目標は概ね達成できた。サイエンス研究会によって、これまで各学年に一定数存在した「理数が大好きな生徒」の活躍の場が提供できたことは、学校教育上非常に意義深いといえよう。サイエンス研究会では、教科教育では得られない、大きな学びが存在するように感じられる。大学の研究者顔負けの研究成果を出し、議論する力を持って、世界に目を向ける生徒たちの姿は、これまでの学校教育ではなかなか見ることがなかったものである。この意味で、生徒研究は価値のある教育活動として、今後も推進していきたい。

一時期には、サイエンス研究会の活動が、生徒全体に認知されているかどうかという疑問が浮上した。この点については、ポスターの恒常的な掲示や研究成果の広報に力点を置くことで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だろうか。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。

一方、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。本校のあらゆる教育活動は、「自由・自主・自立」という校是が根底に流れている。生徒研究もまた

例外ではない。しかし、一朝一夕に生徒のこの状態が実現できるわけでなく、これまで述べてきたような様々な「しかけ」を用意し、それらが有効に働くように教員集団が力を合わせることが今後も大切になるであろう。

4-5-2 かがくのひろば

■ 実施概要

2006年度から2008年度までの毎年1回ずつ、計3回の「かがくのひろば」を実施した。

実施年月	奈良女子大学附属幼稚園	奈良女子大学附属小学校
2006年7月	「スーパーボールをつくろう」(化学班)	「ロボット」「ラジコン」「ゲーム」(物理班)
		「線香花火をつくろう」(化学班)
	生徒 20 名(サイエンス研究会メンバー:24	年3名・3年3名・4年4名・5年2名、
	5 年希望者:8名)	
2007年10月	「折って切ってみよう」(数学班)	「壷の中」「切り絵の不思議」(数学班)
		「奈良公園の鹿と糞」「DNA 抽出」(生物班)
	生徒7名(サイエンス研究会:数学班1年	4名、生物班3年3名)
2008年11月	「ならべてなにができるかな?」(数学班)	「酵素の不思議」(化学班)
	生徒8名(サイエンス研究会:化学班2年4	4名、数学班2年5名)

■ 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し、園児・児童に物理や化学、数学の 発表をしたり、実験指導をした。2008年度の「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。

《2006年度》

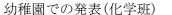
午前中は化学班が附属幼稚園での発表を行い、午後は物理班と化学班が附属小学校で発表した。小 学校では下記のタイムテーブルのように2部制をとり、6年生2クラスに発表した。

☆小学校でのタイムテーブル

	物理班 (集会室にて)	化学班 (理科室にて)	
第1部(13:40~14:30)	6年月組に発表	6年星組に発表	
第2部(14:40~15:30)	6 年星組に発表	6年月組に発表	

発表時期や発表内容に課題が残ったが、小学校でのタイムテーブルなど、次年度以降に引き継がれ るものもあった。









小学校での発表 1(物理班) 小学校での発表 2(化学班)

《2007年度》

午前中だけで幼稚園・小学校での発表を行った。数学班は幼稚園で発表後、引き続き小学校で発表 をした。生物班は小学校で数学班に合流し、2種類の発表を行った。



幼稚園での発表(数学班)



小学校での発表 1 (数学班)



小学校での発表 2 (生物班)



小学校での発表3(生物班)

《2008年度》

下記のタイムテーブルで、附属三校園研究開発公開研究会の公開授業の1つとして公開した。 ☆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(数学班)



小学校での発表(化学班)

■ 担当者所見

「かがくのひろば」を実施するにあたり準備や打ち合わせなど苦労することもあったが、達成感や新たな発見など多くのものを得ることができた。また、「かがくのひろば」は低学年のサイエンス研究会員が初めて人前で発表する場にもなり、その後の学会等での研究発表にもつなげることができた。

4-5-3 サイエンス夏の学校

■ 実施概要

(1) 夏の学校概要

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

目的	(1)自然に恵まれた南紀白浜の地で、自然科学を研究する方法を専門家より学ぶ。
	(2)各班で考えたテーマを各自で責任をもって研究し、その成果をまとめ発表する。
	(3)仲間と協力し、交流を深める。
日時	夏休み中の3日間で実施し、事前学習および事後学習を各1日行う。
場所	和歌山県西牟婁郡白浜町周辺
講師	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)
生徒数	1,2年の希望者 合計40名 (男女の人数制限は設けない)
引率者	教師 5 名 (2008 年度からは 4 名)、TA2 名、看護師 1 名
内容構成	1日目(午後実習)
	学校から現地へ移動後、A, B班に分かれて実習
	A班:臨海実習、B班:地質観察、数学実習
	2 日目 (終日実習)
	水族館見学
	A班:地質観察、数学実習、B班:臨海実習
	3 日目(午前実習)
	A, B班ともに実習のまとめ、その後学校へ移動
宿泊所	実験所1泊、ホテル1泊

(2) 事前および事後の日程

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

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

(3) 組織

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

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

■ 内容(過去5年間の実施内容と留意点)

	2005年	2006年	2007 年度	2008 年度	2009 年度
月日	8/23~25	8/24~26	7/26~28	8/22~24	7/26~28
参加希望者	61 名	37名(二次募集	71 名	32 名	41 名
		を行う)			
参加者	38名	39 名	41 名	32 名	41 名 1,2 年
	1年~4年	1,2 年のみ	1,2 年	1,2 年	4,5 年参加
引率者	8名	8名	8名	7名	7名
特徴	本学の先生の講	ウニの発生実験	2 年の生徒によ	実験所の裏側	ウニの発生実験
	義・院生の発表	とナマコの解剖	るウニの発生実	(飼育の様子)	専門の生徒2名
	なども実施	実験を扱う	験の説明・指導	の見学	が参加
備考	ホテル宿泊料は	ホテル宿泊料は	ホテル宿泊料は	ホテル宿泊料は	ホテル宿泊料は
	生徒負担	SSH 予算から	SSH 予算から	生徒負担	生徒負担
		支出	支出		

○2005 年度

初めての実施で時間配分などを心配したが、予定どおり実施することができた。ただし、台風のために予定を早めたため、現地で行う予定のミニ発表会はできなかった。生徒たちの感想は「参加してよかった」71%、「参加して何となくよかった」29%で、満足した評価をしている。一方で、生徒たちはよく頑張っていたが、全体として内容が多すぎたために、グループや個人でじっくり考えてまとめる時間が少なかったようだ。

○2006 年度

1回目の募集の応募者が37名で、応募者全員が参加できた。その中には2回目の参加者が7名もおり、2005年度に較べやや緊張感に欠ける実習となった。しかも天気は晴天続きで、体調を崩しかけた生徒もいた。実習時間も余裕をもたせたため、行動がルーズになりがちであった。

○2007 年度

事前学習を充実させるために、事前学習小冊子を作成しミニ発表会を行った。

アオスジガンガゼ (棘皮動物)、カタベガイ (軟体動物)、タコノマクラ (棘皮動物)、ケヤリムシ (環形動物) などを採集した。ウニの発生実験については、生徒の中から専門の観察者を 2 名決め、発生の様子を時間の経過とともに記録させた。さらに、別のグループの生徒に対してウニの発生実験の説明と実習の指導も行わせた。

○2008 年度

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。その 結果、現地での実習では積極性を欠く生徒も見られた。

○2009 年度

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だ。昨年に引き続き、 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。また、以前に参加した生徒の中から 2名を選び、ウニ発生の連続記録を撮らせた。

■ 講座の様子

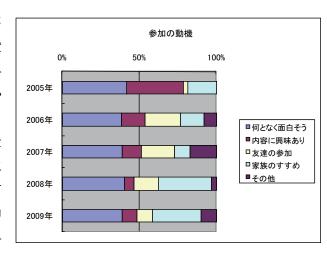


上段左から ウニの発生実験の生徒による説明、ウニの発生実験、磯の観察・調査 下段左から 水族館の裏側見学、地層の観察、数学実習

■ 生徒の評価 (アンケートの結果より)

(1) 参加の動機

どの年度も「何となく面白そうだと思ったから」が 1位で、科学に対して少しだけ興味があるという一般 的な生徒を取り込むことができた。一方で、内容に興 味がもてたからという積極的な生徒が初年度は多か ったが、2年目以降は10%あまりで減る傾向にある。 また、2,3年目の特徴は、友達の影響で参加する生徒 が例年より多く、4,5年目は家族の勧めで参加する生 徒が多く、20%を超えている。友達の影響で参加す る場合はお互いに興味関心が分かっているので活動 に支障はないが、家族の勧めで参加の場合は本人が興



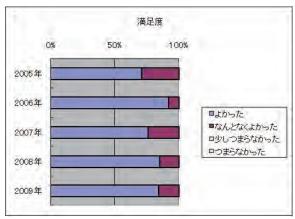
味関心を持っていない場合もあり、参加希望を出したが、集会には一切参加せずに参加を辞めるという生徒も 2009 年は数人いた。

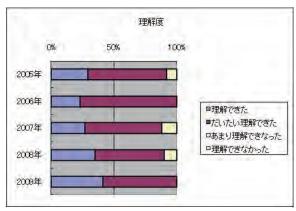
(2) 夏の学校の満足度と理解度

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

満足度については、初年度はやや低いが、他は高い傾向である。これは、初年度は本学の先生の講義や大学院生の修士論文の発表など盛りだくさんでやや詰め込みすぎたからであろう。反対に、2008年度と2009年度は満足度も高くなっている。これは天候に恵まれたことと、水族館の裏側の飼育水槽など普段見ることができない裏方を見せてもらったことなどがその理由として考えられる。

理解度については、2006年度と2009年度が高い値を示している。時間に余裕を見て、じっくり観察する時間をとったからであろう。また、ウニの発生実験を2006年度から行っているが、2009年度は4,5年生を各1名ずつ参加させ、時間をかけてデータを集め、それをもとに説明したので理解度も高くなったと推定される。



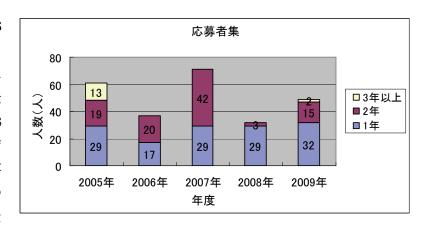


- (3) 生徒は「夏の学校」から何を学んだのか 実習の最後に生徒にかかせた感想を次に示す。
- ・最初は安くて友達と2泊3日旅行が出来るという事で参加を決めましたが参加してみると、興味深いことをたくさん学べ、自然を今までより大切に身近なものだと思えるようになりました。今回体験できた事を活かし、このような体験ができるチャンスがあれば良いなと思いました。
- ・ウニがどんどん成長していって最後にプルテウス幼生になる。細胞が分裂していくところを目の当たりにして、少し感動した。生命の不思議だ。
- ・「理科嫌い」「意味わからない」などと決めてその教科はしないというのは考え方が違っているという事に気付きました。私は今まで理科や数学は得意ではなかったけれど、今回参加して「理科って奥が深くて楽しいな」「数学はひらめくのが気持ちいいな」と思いました。とっても楽しい3日間でした。
- ・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。
- ・ウニなど殻を持った生物は、二酸化炭素が増えて海に溶けると殻が溶ける事がわかった。
- ・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 見られたりしたので、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。
- ・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ならないと思った。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で残念だった。

■ 担当者所見(5年間の教師の評価)

(1) 生徒の応募状況の変遷

生徒の応募状況を右図に示す。2006年は40人に達せず追加募集を行った。その反動か2007年は応募者が大幅に増えた。夏の学校の魅力が徐々に生徒達に浸透したためと推測したが、2008年で再び定員割れとなった。ホテル宿泊代金を生徒負担としたことがその要因であろう。これは、2007年度に夏の学校に遊び感覚で参加する生徒が見受



けられたためで、ある程度の自己負担をしてでも参加したいという意欲のある生徒を集めたかったからである。よって、2008年度には定員割れになったが追加募集はしなかった。2009年度は、50名近い希望者があったが、その中には保護者に勝手に申し込まれた生徒や友達関係で取りやめた生徒がいたため実際の参加者は39名となった。

始めた当初と異なり、ここ 2,3 年の参加者には目的意識の低い生徒が増えつつある。それは、事前 学習の時点でもうかがえ、その生徒たちの意識をどう高めていくかは今度の課題である。

(2) 総論

夏の学校は、事前学習・現地実習・事後学習・成果の発表で1つの完結をみる。初めは「しおり」をもとにグループごとにテーマを決める程度であったが、2年目には調査レポートを提出させ、3年目以降は調査レポートをもとにミニ発表会を行った。現地での実習や事後学習は初年度から比較的スムーズに行うことができた。これは、現地での京都大学の先生の指導に負うところが大変大きい。事前学習の充実、現地実習の充実および安全確保の3点については3年目にほぼ確立された。また、実習の直後に実習の成果を模造紙1枚にまとめさせたが、概ね工夫して自分たちの成果をまとめることができた。一方で、各個人に注目すると意欲の低い生徒もわずかであるが増える傾向にある。<

5年間とも宮崎先生にお世話になり、受け入れることが少ない中学生相手に分かり易く解説していただいた。採集したもので特徴的なものは標本として本校で保存している。2007年度と2009年度はウニの発生を中心に行う生徒を別枠で募集し、ウニの発生実験の生徒への説明および継続観察を行わせた。手助けはあったが、生徒たちにウニの受精を行う方法を手際よく説明し、発生記録を撮っていた。

参加したほとんどの生徒は、普段は海の生物に触れる機会が全くなく、現地では生き生きと観察し調査していた。実験室へ戻ってからのまとめや片付けはしっかりできる生徒もいたが、消極的な生徒も少し見られた。また、充実した水族館も併設しており観察地としては最適な場所であった。

<地質観察>

地層観察は「瀬戸の海岸」と「千畳敷」の二カ所で行った。ほとんどの生徒が野外での地層観察は 初めてであり、地層の簡単な知識がある程度である。そこで、観察前の事前学習では、地層のしくみ や、今回観察できる地層の特徴、観察のポイントについて、できるだけ基礎的な内容を重視して指導 した。特に断層や級化構造などは、簡単な実験道具を用いて説明を行い、生徒達がイメージをつかん でから実習を行えるように心がけた。しかし、様々な内容を短時間に盛り込んだ印象もあり、生徒が じっくり自分の思考を巡らす時間を確保できなかったという課題も残った。

実際の観察では、生徒達は熱心に観察を行い、生徒間で疑問を投げかけあったり、教師に対して積極的に質問する姿が見られた。今回観察を実施した場所には特徴的な地層が多く、瀬戸の海岸では、地層の積み重なっている様子と小断層、泥岩岩脈等を観察し、千畳敷では地層の様子や斜交葉理、級化層理、蓮痕等を観察することができた。今回新たに観察後に提出させるプリントを作成したところ、とても詳しくまとめられていた。レポートを自分の言葉で伝える練習にもなり、今後も継続したい。

今後の課題として、事前学習で取り扱う内容の精選と観察後のまとめさせ方がある。さらに、今年 度は観察地点で小さな崖崩れがあり、安全性の面から観察場所の検討も求められる。

<数学実習>

数学実習は、頭の体操として2泊3日のうちの夜90分間を利用して1回実施している実習である。 また、この数学実習は臨海実習を中止した場合の代替プログラムとしても位置づけられている。

内容は、1年次は「ガウス」「秤」、2年次は「ガウス」、3年次は「橋」「数列」、4年次「ガウス」、5年次「幾何」「チェス」であった。

終了後の感想に「数学の規則性の問題の一部に心残りがあった」「数学では、少し観察して頭をひねってみると新しい色々なことがわかると知ることができた」「数学の橋の問題で少し難しかったが、やるのにコツがあってどこをやるのが得か考えることができた」「数学はひらめくのが気持ちいいいと思った」「補助線の引き方と先の読みかたがわかった」といったものがあった。また、実習終了後も、なかなか部屋に戻らずに、教員に自分たちの考えを熱心に語る姿が見られた。それほど興味が持てる体験だったと推測できる。

実際に自然に触れ実験・観察することは、現地に行ったときにしかできない。したがって、白浜で行う夏の学校は磯の生物や岩石の実験・観察を中心に取り組むべきである。そこで、理科の実習で疲れが残る夜の数学実習は、時間の短縮(例えば 45 分)などの見直しが必要であろう。一方で、雨天時でも実施可能なこの数学実習は代替プログラムとしては重要である。

(3) 今後の課題

① 実習内容の充実

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

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

② 夏の学校に参加した生徒のその後の検証

夏の学校に参加した生徒は、その学びの経験を生かしてどのように役立てていったのかを検証する必要がある。これまでにも検証はインタビューという形で一部の 5,6 年生に実施しているが、夏の学校がどう影響を与えているのかという視点も加えてデータを収集したいと考えている。それらの資料は本校の今後の科学教育のあり方を考える手がかりの一つになると思われる。

第6節 大学・研究機関・他校との連携

4-6-1 京都大学宇治キャンパス研究室訪問

■実施概要

日時	2009年8月7日(金)10:00~15:00
場所	京都大学宇治キャンパス
指導者	渡辺 隆司 教授(京都大学生存圏研究所 バイオマス変換分野)
	水内 亨 教授(京都大学エネルギー理工学研究所 プラズマエネルギー分野)
参加人数	6年4名 引率教員1名
構成	1. バイオマス変換分野研究室訪問 2. プラズマエネルギー分野研究室訪問
	3. 核融合プラズマ閉じ込め磁場装置(ヘリオトロン J)見学

■実施内容

- 1. バイオマス変換分野研究室訪問(写真1・2)
- ・化石資源を使用すると、二酸化炭素が発生し、地球温暖化の原因となる。
- ・バイオマス (bio-mass) とは、再生可能な生物由来の有機性資源(化石資源以外)を指し、使用しても大気中の二酸化炭素が増えることはない。
- ・蓄積量は1.8兆トンにも及ぶ。
- ・バイオマスの研究はアメリカやブラジルでさかんである。 リグノセルロース(植物細胞壁の主成分)からエタノール・プラスチックなどを生産する。 アメリカのガソリンの 50~70%を代替している。
- ・渡辺研究室では、植物からバイオエタノールを生産するため、キノコを利用してセルロースの表面 を覆うリグニンを分解する研究を行っている。
- 2. プラズマエネルギー分野研究室訪問
- ・プラズマとは、物質が気体の状態からさらに高温となり、原子や分子の中から電子がはぎ取られ、 イオンと電子がバラバラになって飛び交う、電荷をもった超高温気体の状態である。
- ・プラズマは、光 (ディスプレイ)、電気的性質 (マイナスイオン)、エネルギー生成 (核融合炉) など、新しい環境や物質、エネルギーを創生する「魔法の道具」である。
- ・核融合を利用すれば、ポリタンク1本の海水の中に含まれる重水素から、石油250本分のエネルギーが得られる。核融合反応を制御するには、プラズマを扱わなくてはならない。
- ・水内研究室では、核融合プラズマの磁場閉じ込めの研究を行っている。
- 3. 核融合プラズマ閉じ込め磁場装置(ヘリオトロンJ)見学(写真3)

■研究室訪問の様子







写真 2 写真 3

■生徒のレポートより

- ・研究室や実験装置を見せていただいて、驚かされることがたくさんあり、本当に貴重な体験をする ことができました。自分もいつかこのような場所で研究したいと思い、そのために頑張ろうと思い ます。
- ・もともとバイオ分野に憧れて理系を志望したため、生存圏研究所で行われている研究にはとても興味があり、今回の研究室訪問を希望しました。今回の訪問が自分の進路希望を決めるうえで非常に参考になりました。

■担当者所見

今回は、エネルギーに関する研究を行っている研究室を訪問した。エネルギー問題は 21 世紀に生きる私たちのもっとも重要な課題であり、今回参加した生徒も大変興味があるテーマである。「バイオマス」や「プラズマ」など、最先端の研究を分かりやすく説明していただき、生徒たちも理解が深まったと思われる。また、ヘリオトロン J などの巨大な実験装置や実際に研究しているようすなどを見せていただき、研究の雰囲気を感じ取ることができた。進路選択を考える 6 年生にとって、今回の研究室訪問は、大変参考になったと思われる。

■ 5 年間の総括

過去4年間継続して行ってきた研究室訪問では、以下の方々にお世話になった。

05年度 松本 紘 所長(生存圏研究所) 吉川 潔 所長(エネルギー理工学研究所)

渡辺邦彦 助教授(防災研究所) 増田 開 助教授(エネルギー理工学研究所)

06 年度 梅田眞郷 教授(化学研究所) 竹内研一 助手(化学研究所)

坂田完三 教授(化学研究所) 平竹 潤 助教授(化学研究所)

07年度 森 拓郎 助教(生存圈研究所) 反町 始 技術職員(生存圏研究所)

吉村 剛 准教授(生存圈研究所) 矢野浩之 教授(生存圈研究所)

松林伸幸 准教授(化学研究所)

08 年度 吉村 剛 准教授(生存圈研究所) 杉山敦司 教授(生存圏研究所)

吉川 暹 教授(エネルギー理工学研究所) 大野工司 助教授(化学研究所)

岡田憲夫 教授(防災研究所)

いずれの年度も、実際に研究室や実験のようすを見させていただき、生徒も大変興味をもって聞いていた。少人数の生徒を相手に、大学の研究者が専門について詳しく、楽しそうに説明していただけるので、生徒へのインパクトは強い。また、高校までの学習とは違って、大学での研究は未知のものに挑戦して探究することが主眼であり、分からないものを大切にしなければならないことを指導していただいた。このような大学研究者の姿勢を通じて、学問を学び、研究を行うための能力や姿勢として何が重要であるかが感じ取れる。

大学で何を学ぶか、進路を決める上での柔軟な考え方や、職業としての研究者の一日の仕事の流れなどを気さくに話していただいたり、実験観察では多くの大学院生に対応してもらったりして、生き生きとした現場の雰囲気が感じ取られた。何よりも研究環境の規模の大きさが印象的で、宇治キャンパスは全体が、「社会の持続的発展を目指した先端科学の融合」を大きなテーマにすえて研究を進めている。21世紀に生きる科学者の立場を生徒たちはつぶさに理解でき、好奇心に火をつけられ、よい学習刺激となった。

現在本プログラムの受講対象者は6年生となっている。そのため、進学を考える際の強い動機づけにもなる。宇治キャンパスはたいへんSSH事業に好意的であり、今後もこの訪問は続けていきたい。

4-6-2 奈良女子大学の研究室訪問

4-6-2-1 本年度実施内容

■ 実施概要

日時	2009年12月21日(月) 9:30 ~ 12:00			
場 所	奈良女子大学 理学部·生活環境学部			
	小林 毅	(理学部数学科)	小川	英巳 (理学部物理科学科)
	石井 邦	邓 (理学部物理科学科)	山本	一樹 (理学部物理科学科)
	松岡 由	貴 (理学部物理科学科)	棚瀬	知明 (理学部化学科)
	中島 隆	行 (理学部化学科)	久禮	文章 (理学部化学科)
	飯田 雅	康(理学部化学科)	佐伯	和彦 (理学部生物科学科)
指導者	荒木 正	(理学部生物科学科)	林田	佐智子(理学部情報科学科)
	久慈 誠	(理学部情報科学科)	山下	靖(理学部情報科学科)
	山本 直	意(生活環境学部住環境学科	.) 大塚	浩 (生活環境学部生活文化学科)
	植野 洋	志 (生活環境学部食物栄養	学科)	
	鷹股 亮	生活環境学部生活健康学	学専攻)	
	米田 守	宏 (生活環境学部衣環境学	専攻)	
参加人数	1年 22	名 2年 19名 生徒合	計 41名	引率教員 5 名
構成	1. 全体会	会(奈良女子大学附属中等教育等	学校校長挨	※拶)
(特) 以	2. 1時間	間目(50分)の研究室訪問	3. 2時間	引目(50分)の研究室訪問

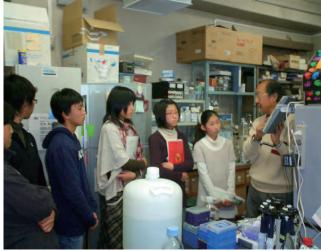
■ 実施内容

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(小林研究室)	7名	
物理科学科(小川·石井研究室)	10名	
物理科学科(山本・松岡研究室)		10名
化学科(棚瀬・中島・久禮研究室)	2名	
化学科(飯田研究室)		4名
生物科学科(佐伯研究室)	4名	
生物科学科(荒木研究室)		6名
情報科学科(林田· 久慈研究室)	6名	
情報科学科(山下研究室)		6名
食物栄養学科(植野研究室)		8名
生活健康学(鷹股研究室)	3名	
衣環境学専攻(米田研究室)	3名	
住環境学科(山本研究室)	6名	
生活文化学科(大塚研究室)		7名

■ 研究室訪問の様子





全体会(校長先生より挨拶)

生活環境学部食物栄養学科(植野研究室)

- 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	13名
② 先生に勧められたから	3名
③ 友達が参加するから	5名
④ 何となく面白そうだと思ったから	13名
⑤ ポスターや案内プリント等から、内容に興味が持てたから	6名
⑥ その他	1 名

(2) 今回この基礎講座に、参加してよかったですか。

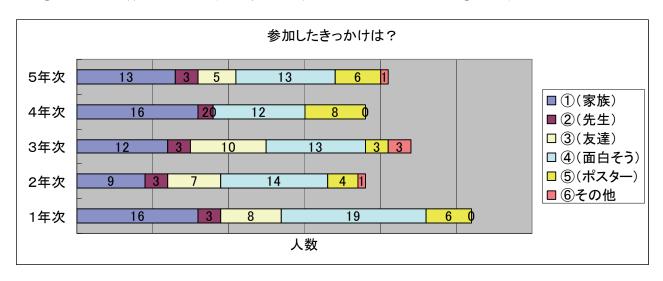
よかった	なんとなくよかった	少しつまらなかった	つまらなかった	無回答
31	9	0	0	1

- (3) 参加してどのようなことを考えましたか。感想や意見を書いてください。
 - ・私たちの生活全てに、研究するべきことがあるんだなぁと思った。様々な知識を教えてもらえてよかった。(1年女子)
 - ・大学は自分が想像しているよりももっと凄いことをやっていた。すごい!しかもその内容が身近だったのが意外でまたまたびっくりした。(1年女子)
 - ・大学の研究室ではすごく高価な精度の高い機械の数々を使えるのが良いなぁと思いました。いろんな 実験もできるのが良いなと思いました。最先端のことができるんだなと思いました。(1年女子)
 - ・金属にも色々な種類、特徴があり不思議な物ばかりだったので、また見に行きたい。(1年女子)
 - ・理科がもっと面白くなってきた。大きな機械やいろいろな実験などができて、とても面白かった。また見に来たいと思った。(1 年男子)
 - ・サイエンス研究会での研究テーマがまとまったので良かった。(1年男子)
 - ・大学の設備がとても整っていて驚きました。実験もいつかやってみたいです。(難しそうだけど) TV とかでよく見る本格的な感じで驚きました。(1 年男子)
 - ・大学は分からない事を研究するので面白そうだと思いました。大変だと思いますが新しいことを見つけていくのは楽しそうです。3年生も参加できるようにしてほしいです。(2年女子)
 - ・1つめの研究室がとても楽しかった。実物などもあって分かりやすかった。去年も行けば良かったと思った。文系の研究室訪問も増やして欲しい。(2年女子)

4-6-2-2 5年間の実施総括

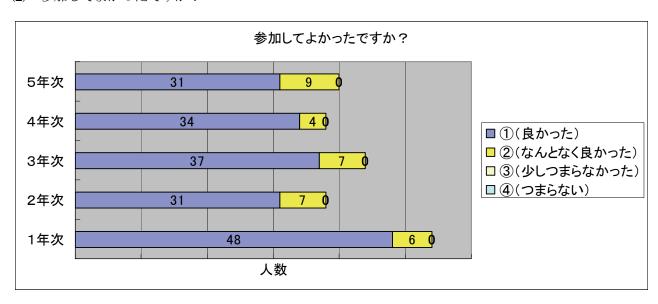
- 5年間の生徒のアンケート結果
- (1) 今回、この研究室訪問に参加したきっかけは何ですか?
 - ① 家族に勧められたから ② 先生に勧められたから
- ③ 友達が参加するから

- ④ 何となく面白そうだと思ったから
- ⑤ ポスターや案内プリント等から、内容に興味が持てたから
- ⑥ その他



例年「なんとなく面白そうだと思った」や「案内等から内容に興味が持てた」という主体的な理由が 50%程である。

(2) 参加してよかったですか?



5年間を通じて参加して「つまらない」や「少しつまらなかった」と否定的に答える生徒はおらず、 全員が「良かった」や「なんとなく良かった」という肯定的な感想である。

- (3) 参加してどのようなことを考えましたか。感想や意見を書いて下さい。
 - ・今まで大学は遠いものだったけど、場所だけでなく内容も身近になった気がした。大学生の人が楽し そうだったので自分も、楽しく研究できるものを早く見つけたいです。(1年女子)

- ・自分たちが気にしていないものを快適に使うための技術を開発している人が自分の周りにいるということがわかった。(1年男子)
- ・大学は、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回生になっての研究が楽しそうだと思いました。(1年男子・女子)
- ・大学というと、とても難しいことばかりやっているのかと思ったけど、分かりやすい実験でおもしろかったです。衣環境学ではデザインをしていることに興味を持ちました。(1年女子)
- ・大学に行ったらこんなにおもしろいことを勉強できるのかと思うとワクワクした。難しかったけどい ろいろな事に興味を持てた。(1年女子)
- ・今まで知らなかったことを得たり、まだ発展途上のことを聞き、興味が湧いてきました。分からないことがあればまた質問をしたり調べていきたいです。(2年男子)
- ・さすがに難しいところも多かったけど、分からなくても興味がもててよかった。今まで難しいことは全く分からないと思っていたけど、基本は簡単で、まず興味を持つことが大切だと思った。(2年女子)
- ・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 白そうだと思いました。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、自分たち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)
- ・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れ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)
- ・今、中学生の私達はいろいろな勉強を一生懸命して自分が好きなことを見つけたい。そして大学で好きな事を勉強したい。大学は就職する為じゃないと教えてもらい、そうだなぁと思いました。(1年女子)
- ・本格的な研究ができる設備ですごい!今やっている観察がこんなふう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)
- ・第一希望を優先させてほしかった。(1年女子)

遠い存在だった大学を、身近に感じることができたという感想が多かった。「また参加したい」や「もともと興味はあったが、より積極的に調べたい」という意欲的な意見も多く見られた。また、本校より設備が充実していると感じた生徒も多くいた。

■ 担当者所見

小学生のときに算数・理科が好きだった生徒の興味・関心をさらに強め、中等教育 6 年間における理数 への学習の動機づけとなり、将来への展望を与えるという低学年の奈良女子大学研究室訪問の目的が達成 されたことは、上記のアンケート結果からうかがえる。

1,2 年生にとって、大学は遠い存在であり、研究は難しいものであると考えている。しかし大学の研究室を訪問し、研究内容を大学の先生や大学院生に説明してもらうことで、難しいと感じながらも生徒には大学という存在や研究することが身近なものとなった。第一希望の研究室に訪問できなかったという不満の意見も出ていたが、研究室によって希望人数に開きがあるため事前に調整をし、第三希望などの研究室へ訪問することになる場合がやむを得ず出てしまう。また、家族に勧められて参加した生徒もいるが、実際に参加して実験設備を見たり、研究する大学生の姿勢を見ることは将来を考えるうえでよい参考となったようである。

このプログラムは、6年では「京都大学宇治キャンパス訪問」というプログラムへとつながっている。 3年生でも参加したいと思う生徒がいたが、4,5年のアカデミック・ガイダンスを受講し、さらに興味を 持った生徒は6年になってこのプログラムに参加することができる。

4-6-3 奈良高校との合同発表会

■ 実施概要

(1) 2005 年度 (講義の受講)

	1	2	3	4
テーマ	光と私達の世界	脳と食欲のお話	ペプチドのお話	情報学と数学のお話
日時	10月25日	11月2日	11月9日	11月16日
	13:00~14:00	16:00~17:00	16:00~17:00	16:00~17:00
場所	奈良高校視聴覚教室	奈良高校視聴覚教室	奈良高校視聴覚教室	奈良高校視聴覚教室
講師	唐沢 力(大阪市立	矢野 史子(近畿大	西内 裕二(株式会	長田 典子(関西学
	大学理学部教授)	学 生物理工学部教	社ペプチド研究所研	院大学理工学部助教
		授)	究部長)	授)
参加	生徒2名、教員1名	生徒4名、教員1名	生徒1名、教員1名	生徒3名、教員1名
人数				
構成	1. 講義	1. 講義	1. 講義	1. 講義
	2. 質疑応答	2. 質疑応答	2. 質疑応答	2. 質疑応答

(2) 2006年度~2009年度(研究発表)

日	時	2006年7月12日(水)	2007年2月16日(金)	2008年7月14日(月)	2009年7月10日(金)
		9:30~12:30	13:00~16:30	13:00~14:50	10:00~12:40
場	所	奈良市北部会館	奈良女子大学講堂	関西光科学研究所	奈良市北部会館
		市民文化ホール		多目的ホール	市民文化ホール
構	成	研究発表	研究発表	研究発表	研究発表と講演

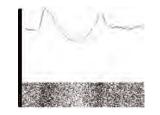
■ 発表内容と様子

(1) 2006年

- ・奈良高校の発表は SS 物理、SS 化学、SS 生物、SS 奈良、SS 英語、化学部、生物部、SS 数学の発表であった。
- ・本校の発表は次の2本である。物理班「疎密波は起きるのか」物理班「0から作るロボット」

(2)2007年

・本校の発表は次の6本である。





物理班1「モーションキャプチャーを利用したロボットの開発」、

数学班「結び目理論と DNA」

化学班「セルロースの加水分解について」

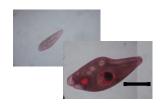
生物班「細胞サイズの変化と外環境の関係」

地学班「太陽光のスペクトル」

物理班2「3Dグラフィックスエンジンの開発と応用」

・奈良高校の発表は次の1本である。

生物部「トビムシと環境との相関関係について」



(3)2008年

・奈良高校の発表は次の8本である。

SS 物理「蝙蝠のエコーロケーション」

SS化学「モレキュラーアーキテクチャー」

SS 数学「文様の幾何学」

奈良 SSH コンソーシアムラボステイの報告、

ISS2007 · ASC2007 参加報告

ロボット研究会「ロボコンへの取組」

数学研究会「三角形の垂心」

生物部「貝の螺旋構造の解析」

・本校の発表は次の2本である。

「シカの糞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」

(4)2009年度

・奈良高校の発表は次の9本である。

SSP物理「グラスの振動」、SSP化学「色素増感太陽電池の改良」等、SSP地学「太陽〜母なる恒星〜」、SSP数学「ヨセフスの問題 花占いから群数列へ」、SSP奈良「タマムシの翅が伝える思想」、物理部「紙と摩擦力」、化学部「リモネンパワー」、地学部「珪藻を使った水質調査方法と古環境調査への応用」、ロボット研究会「大会用ロボットの開発とその応用」

・本校の発表は次の2本である。

物理班「H8マイコンを用いた音声認識デバイスの研究」

物理班「モーションキャプチャーを利用した新しいマウスシステムの開発」





・「レバノンの壁画地下墓の修復と保存科学の研究」と題する奈良大学教授西山要一先生の講演もあった。

■ 担当者所見

奈良高校はすでに 2004 年度に SSH 指定となっており、生徒間の交流および教員間の連携を深めることを目的として、本校が SSH の指定を受けた 2005 年度から交流を始めた。2005 年度は、奈良高校主催の SSP 講座に本校の生徒および教員が参加した。2006 年度からは、両校の生徒の合同研究発表会を行い、研究方法や研究成果、また、プレゼンテーションの技術などを互いに学び合うことができた。また、奈良高校の運営指導委員の先生方から貴重なご助言をいただいた。

生徒間の研究交流は非常に有意義である。今後、生徒間の交流をさらに深めるために、たとえば、 ポスターセッションやワークショップなどの実施を考えていきたい。





4-6-4 奈良コンソーシアムへの参加

■ 経緯

2006年以降、不定期ではあるが奈良先端科学技術大学院大学 (NAIST) の真木教授と奈良県内 SSH 3校は「奈良コンソーシアム」構想について会議を何回か持ち、具体化を進めた。

NAIST はこれまで西大和学園と連携して「ラボステイ」を行っているという実績があり、奈良コンソーシアムはその実績をもとに次の2つの目的をもって実施された。

- (1) SSH 3 校が共同で発表会や討論会などを実施し、交流を図る。
- (2) 奈良県内の高校にもその案内を出して、SSH 3 校の成果を発信し、科学に興味関心のある 生徒を広く育てる。

本校は 2007 年から西大和学園主催の「ラボステイ」にサイエンス研究会の一部の生徒が参加し、 その後、毎年数名が参加している。一方、2008 年からは本校主催で科学英語講座を NAIST の先生を 講師に迎えてラボステイと同時期に実施し、奈良高校や西大和学園の生徒が参加している。

2009 年 3 月 14 日には「第 1 回 SSH 奈良コンソーシアム」を NAIST で行った。この行事については今後も継続される予定である。

■ 実施概要

(1) ラボステイ(すべて NAIST で実施し、指導は NAIST の教員が行う。)

日時	2007年	2008年	2009年
本校生徒の	•細胞内情報学講座	• 動物遺伝子機能学講座	・コンピュータアーキテクチャ
参加講座	• 細胞機能学講座	・コンピュータアーキテクチャ	• 動物細胞工学講座
		• 生命機能計測学講座	• 生命機能計測学講座
		• 情報基礎学講座	
本校生徒の	2名(3年2名)	4名(4年2名、5年2名)	3名(4年2名、5年1名)
参加人数			
構成	実習とまとめ	実習とまとめ	実習とまとめ

(2) 奈良コンソーシアム

日時	2009年3月14日 9:00~12:00
場所	奈良先端科学技術大学院大学
講師	NAIST の教員ならびに渡辺政隆氏 (JST)
参加人数	本校生徒29名(1年1名、2年10名、3年9名、4年5名、5年4名)
	本校教員 4 名
構成	研究成果発表、特別講演、ジュニアサイエンスカフェ

■ 内容

(1) ラボステイ

- 1日目 開校式、各講座にて実習 (懇談や授業含む)、研究科施設見学
- 2日目 各講座にて実習 各講座にて実習
- 3日目 各講座にて実習、一部講座は「バイオ科学者への道」パネルディスカッション 研究室体験の報告会、閉校式、写真撮影

(2) 奈良コンソーシアム

開会式の後、以下の研究発表があった。

題目	氏名	所属
発電効率向上を目指したシリコン型太陽電池研究	高雄惇英、木村厚思	西大和学園高校
タバコが蓄積する防虫性アルカロイド	真辺諄、北中淳史	西大和学園高校
Molecular Architecture	上村星河	奈良高校
ロボコンへの取組	櫛田貴弘	奈良高校
筋電位を利用したデバイスの開発	西田 惇	本校
SSH 4 校によるサイエンスワークショップ in 筑波 2008	行松和輝	本校
の報告		

続いて、特別講演「ダーウィンの遺産」渡辺政隆氏(JST)があった。

さらに、場所を変えて、ジュニアサイエンスカフェを行う。ジュニアサイエンスカフェは、3 校の生徒が合同で一班の人数が 11 名~12 名の 12 班に分かれ、それぞれのテーブルに教師がファシリテーターとしてついた。現在行っている研究テーマ、または興味のある研究テーマについて生徒各自が語った。

■ 講座の様子



ラボステイ



奈良コンソーシアム

■ 担当者所見

県内 3 校の SSH 指定校が集まって情報交換を行い、互いに切磋琢磨することは大変意義のあることである。これまでは幸いなことに、NAIST の真木教授が中心にコーディネーターを務められ、その中に西大和学園、奈良高校、そして本校が参加する形で「奈良コンソーシアム」が形成された。第 1回目は各校の発表会と情報交換にとどまったが、今後は討論会や共同研究に広がっていく予定である。NAIST は、研究内容の助言や実験の指導を受けるには、スタッフは揃っており、大変恵まれた環境であるといえる。しかし、その日程調整や各校独自の取り組みを優先させると、継続的な共同研究は難しくなる。

奈良コンソーシアムは始まったばかりであり、交流をしていく中で各種の問題も少しずつ解決されるものと思う。SSH 指定校にとどまらず、奈良県内の科学に興味ある生徒が結集できれば、よいよい「奈良コンソーシアム」になると考える。

第7節 教員研修

4-7-1 校内教員研修

本校では、2005 年度に SSH の指定を受けて以降、理科と数学科の教員による理数会議を定期的に開催してきた。ここでは、SSH 事業に関する議論をはじめ、カリキュラム開発、本校独自のリテラシー問題の作成など、様々な面において 2 教科間の連携をはかってきた。

本年度も放課後17時以降に毎月一回会議を開催した。参加者は理科・数学科の全教員である。

第一回:4月13日(月)・第二回:5月18日(月)・第三回:6月15日(月)・第四回:7月13日(月)

第五回:9月28日(水)・第六回:10月19日(月)・第七回:11月16日(月)・第八回:1月19日(火)

第九回:2月16日(火)・第十回:3月8日(月)

■ 理数会議での協議内容

理数会議で協議された内容について、いくつかの項目に分けて説明する。

<各種講座関連>

理数講義プログラム、NSL 講座、夏の学校をはじめとする各種講座をこれまでに引き続いて実施した。実施形態は定着化し、理数会議では主に講師および参加生徒の選定について協議した。

(Ⅲ実施報告書 第4章 参照)

<サイエンス研究会関連>

サイエンス研究会の生徒が参加するプログラムの内容の決定やその方針を中心に協議した。本校では、この研究会の生徒を対象に行われるプログラムも多く、どの内容にどの生徒を割り当てるかなど生徒の選定を中心に協議を行った。また、生徒の選定に関連して、各顧問から担当する班に関する情報公開が行われ、理数の教員全体で生徒の実態を把握することができた。本年度は各班で新しい世代の活躍が目立ち、それらの生徒の研究発表におけるポスター指導およびプレゼンテーション指導にも力を入れた。担当教員のみでなく、理数の教員全体で練習会を実施するなど、理数全体での指導が目立った。

(Ⅲ実施報告書 第4章 第5節 参照)

<大学・他機関との連携>

昨年度に引き続き、奈良女子大学への研究室訪問、NAISTによる英語講座、テレビ会議システムの利用、国際交流など、様々な形で大学や他機関との連携が図られた。理数会議では、その内容の協議や生徒の選定が行われた。テレビ会議システムの利用にあたっては、平素の授業の中に組み込まれたり、参加者を生徒全体に募集したりするなど、昨年とは異なる新しい取り組みが行われた。

加えて、韓国 ISSS など国際交流に関する協議も積極的に行われた。サイエンス研究会での世代交 代が著しい中での生徒の選定は困難なものであったが、生徒の実態をふまえての選定を行い、さらに 実施内容の決定を行った。事後報告による成果と課題の共有も行われた。

(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)

<公開研究会関連>

本年度はSSH 指定の最終年でもあることをふまえ、公開研究会ではSSH の特色を強く打ち出したプログラムを行った。理数会議では、公開研究会の全体テーマの設定および実施内容の協議、公開授業の担当者の決定などが行われた。全体で行われるシンポジウムにおいては、「教師が語るSSH」、「生徒が語るSSH」、「研究者に聞く公開インタビュー」というようなテーマ設定を行い、理数会議ではそ

の進行について議論がなされ、特色ある公開研究会を実施することができた。

(Ⅲ実施報告書 第3章 第1節 参照)

<次期 SSH 申請関連>

本年度の理数会議での大きな取り組みとして、次期 SSH 申請に向けた協議が挙げられる。本校では次年度以降も SSH 指定を希望しており、新たな 5 年に向けての計画の立案を行った。個人または少人数の団体で意見をまとめ、それを理数会議の場で全体共有するというスタイルをとった。この方法により、理数の教員一人ひとりの考えが明示され、有意義な意見交換が行われた。

また、次期 SSH 申請に関連する新たな取り組みとして、理数の若手教員で開催された「理数若手の会」がある。この会では、次期 SSH の主たる活動を担っていく理数の若手教員が各々で構想を打ち出し、意見交換をした。「自分ならば次の 5 年間でこんな研究・事業を行いたい」というそれぞれの想いが詰まった案が提案された。この会の最大のメリットは、今まで以上に理数の若手間の関係性が親密になったことである。普段はなかなか話すことのない教員の意見を聞き、考えを共有することで、気軽に相談しあえる関係性が高まり、進行中の SSH 事業にもよい影響を与えた印象がある。

さらに、他教科の教員を迎えての若手の会が 2 回開かれ、理数とは異なる視点から見た SSH に対する評価や意見を聞くことができた。理数のみでなく、教科の枠を超えた同僚性づくりは次の 5 年間に必須であると感じる。その意味でも、非常に有効な手段となった。

■ 理数会議を振り返って ~その成果と今後の展望~

<成果>

上記したように、理数会議が各種のプログラムを円滑に実施するための重要な役割を果たしてきたことは言うまでもない。しかしこれを支える大きな成果は、理科・数学科の教員間の同僚性の育成だと考える。普段別々の教科に所属している教員同士が、共通の話題について定期的に議論したり、同じプログラムを担当したりすることは、両者の関係づくりに大きな役割を果たした。さらに、今年度は数学の授業で理科の教員が授業をしたり、数学の公式を教えるために科学的な事象との関連づけを理数の教員が相談しあうなど、その関係性が平素の教育活動にも広がっている。

また、理科と数学科という異なる立場から互いの組織を客観的に眺められたことも大きい。自身の取り組みや教科としての方向性の模索に互いの関係性が生かされ、異なる立場から意見を言い合えることは非常に重要である。このような同僚性の育成は理数会議の大きな成果であり、本校の SSH 事業を支える基盤となっていることは間違いないだろう。

<今後の展望>

理数会議では、各事業の検討に費やされる時間が非常に大きく、会議のスタイルはこの5年間で確立されたと感じる。しかし、評価に関する取り組みはまだまだ検討の余地があるように感じる。各担当者が自身のプログラムを行って感じた成果と課題について積極的に報告を行い、他者がそれに対して意見をする関係性がより深まれば、さらなるSSH事業の飛躍につながるであろう。

さらに、他教科の教員との意見交換も重要である。本年度は SSH を全教科の教員で語り合う研修を行った。その際に出された意見は実に多様である。理数の教員から他教科へのはたらきかけを行い、連携を密にしていくことが望まれる。

4-7-2 公開講座

■ 実施概要

テーマ:遺伝子解析の方法を体験しよう

日時	2006年7月25-26日	2007年8月7-8日	2008年8月5日	2009年8月4日
	$10:00\sim15:00$	$10:00\sim15:00$	$9:00\sim17:00$	9:00~16:30
場所	本校生物教室	本校生物教室	本校生物教室	本校生物教室
講師(主担当)	櫻井 昭	矢野幸洋	櫻井 昭	矢野幸洋
参加人数	8名	5名	4名	1名

この講座は本学と奈良県立教育研究所が共催で実施しているものである。また、2007年と2008年は、科学技術振興機構の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。2006年と2007年は2日間で行ったが、参加者からのアンケートをもとに受講しやすさを考慮して、2008年と2009年は1日で実施することとした。

■ 講座内容

○2006年

DNA の特徴や DNA の塩基配列を解読する方法についての講義をした後、シーケンサーを使った DNA の塩基配列の解析実習を、繊毛虫を材料に行う。PCR 法の利用やシークエンス反応およびデータ解析と大学で一般的に行われている方法を紹介し、実習を行う。

○2007年

DNA 鑑定の体験と DNA 抽出の2つの実習を行う。DNA 鑑定は、バイオラッド社の「Crime Scene Investigator」のキットを使用し、PCR 反応後、電気泳動によりバンドの位置から犯人を推定するものである。家庭にある身近な薬品や材料で DNA 抽出を行う。

○2008年

DNA の特徴や PCR 法および DNA 鑑定の歴史と応用についての講義と、DNA 鑑定に関する実験 (「PV92 PCR/Informatics Kit」を使用) およびヒトの頬から DNA を抽出する実験を行う。サブテーマとして「バイオインフォマティクス」を掲げ、考察する予定であったが十分議論できなかった。

○2009 年

ヒトの頬細胞から DNA を抽出し、その DNA を PCR 法で増幅し、PCR 産物を電気泳動にかけて、 特定の塩基配列が存在するかどうかを確認する。あわせて、頬細胞の DNA を別の方法で抽出し、ボ トルに入れて持ち帰ってもらう。

■ 講座の様子



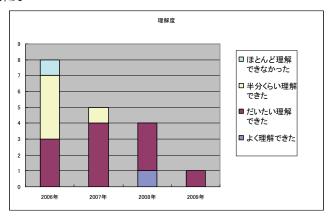




■ 受講者の感想

(1) この公開講座に参加しての総括的な感想と理解度



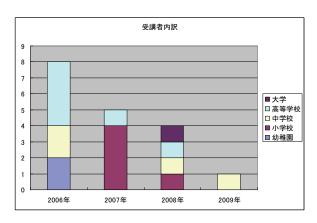


(2) 感想·意見

- ・近頃 DNA に関する情報をよく耳にすることがあり、専門的で難しいと思うばかりだったが、今回 の講義を受けて、専門用語や実験器具に直接触れることができ、DNA を身近に感じることができた。
- ・基礎知識があまりなく理解しにくいところもあったが、知れば知るほど、人間や生物の不思議を感じて、自分の身体の中にあるたくさんの細胞や DNA についても、進化や歴史を感じ神秘的に思った。
- ・実際に実験・実習をしたことについてはよく分かりましたが、初めての分野のため基本的な部分はや や難しかったです。レジュメをもとに学習したいと思います。意欲をかきたててくれる講座でした。
- ・何も分からない者にもていねいに詳しく、そして暖かくお教え頂き大変有難かったです。未知の世界 に一歩足を踏み入れることができたという気がします。先生方の人柄のすばらしさにも感動しました。
- ・今回のように小学校現場ではあまり経験できないような講座を、今後も希望します。
- ・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。
- ・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

幼稚園教員から大学教員まで 4 年間で合計 18 名の方が受講された (右図)。受講者は年々減る傾向ではあるが、この講座が目指した SSH の知的財産の地域への発信、ならびに教師同士の学び合いはほぼ達成できたといえる。ただし、受講者層の幅が広く、受講者は何を求めて、私たちは何を提供するとよいか、どこに重点を置くかは今後検討していかなければならない。



また、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、実験検討的な部分や、最新の話題について議論するなど様々な場を取り入れていくことも今後 考えていかなければならないであろう。

平成 21 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

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行った「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研究。

② 研究開発の概要

- 平成 20 年度の SSH 重点枠における国際交流の経験をもとに、「ユネスコ協同学校プロジェクトネットワーク(ASPnet: Associated School Project Network)」を活用して、アジア・オセアニア地区の学校を中心に交流を行う
- 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切り込む
- ISSS(International Salon of Super Science student:アイトリプルエス)を中心に、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、科学的研究を指向した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」の各種講座の活用を含めて、英語プレゼンテーション能力の育成プログラムを研究開発する
- 教員の研修交流を行い、SSHの成果普及と教員の力量の向上を図る

③ 平成21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280人)

④ 研究開発内容

○ 研究計画

2009 年 5 月 国際科学コンクール(ISEF)参加

2009年7月 科学英語講座(奈良 SSH コンソーシアムと連動)

2009 年 8 月 韓国忠南科学高校との ISSS

2009年10月 フィンランド研修交流

2009年11月 サイエンスカフェ実施

2009年11月、2010年1~2月 テレビ会議(不定期に複数回実施)

2009年12月、2010年1月 奈良 SSH コンソーシアム研究発表会

- 具体的な研究事項・活動内容
 - ① 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、共同研究や研究交流を行う。そのために、前期課程生(中

学生)も視野に入れた、英語によるプレゼンテーション能力の育成講座を実施する。また、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。

② テレビ会議の実施

テレビ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。そのことで、 ISSS で実施する共同研究や研究交流の素地をつくり、英語によるプレゼンテーションの実地研 修の場とする。

③ サイエンスカフェの実施

本校でサイエンスカフェを行うとともに、海外の高校ともテレビ会議システムを活用してサイエンスカフェを実施し、科学技術と人のつながりのあり方を考えさせる。また、講師と生徒がクリーンエネルギーについて研究し、議論する。

④ 教員同士の研修交流の実施

国内の SSH 校や SSH 以外の高校と、研究発表会や授業研究会を開催する。また、海外のリテラシー教育の先進国と研修交流を行う。

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

韓国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、韓国などにおける研究発表の中で、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。

京都大学の協力を得て、有機薄膜太陽電池についてのサイエンスカフェを実施した。実物を提示し、ワークショップを挟みながら実際に製作・測定を行い、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。

フィンランド研修により、PISA調査で優秀な成績を収めているフィンランドの小・中学校では問題解決型(PISA型)の授業を重視し、高校では専門性を重視する教え方であることがわかった。理科・数学科の教員だけではなく学校全体に還元し、問題解決型の授業を推進するため、フィンランドの教科書分析やビデオ記録による授業分析を通して、指導内容と指導方法の検討を行う必要があることが認識できた。

○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継続性が求められる。これまで台湾・韓国・アメリカ・フィンランド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、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。今後はさらに、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る。

21

平成 21 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月下旬に4泊5日のスケジュールで、韓国の忠南科学高校との研究交流を行った。これは、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。昨年度の国際交流への参加者に比べ、研究のレベルやコミュニケーション能力がまだそれほど高くない生徒たちであったが、一人ひとりが初めての経験を経て自分なりの国際感覚を養って帰ってきた。この経験は研修後の生徒の日常生活にも大きな影響を与えており、その重要性を実感させられるものである。また事業実施後、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、韓国などにおける研究発表の中で、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。

8月に先立ち、5月には忠南科学高校の生徒たちが本校を訪問し、また、2月には韓国の中学生たちと教師団が交流に訪れた。海外に研修に赴くだけでなく、逆にホストとしての立場で研究を行う契機を得られた。

■ サイエンスカフェの実施について

京都大学の協力を得て、有機薄膜太陽電池に関するサイエンスカフェを実施した。生徒は現在 持っている太陽電池に対するイメージとは違う、着色可能で曲げることのできる有機薄膜太陽電 池に、新しい用途の着眼点を持ってゲストと語り合った。

実際に製作・測定を行いながら、新たな課題発見や代替エネルギーへの可能性について生徒 自らが深化させていくテーマを設定することができた。

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 しみながら、高度な技術をわかりやすく紹介し生徒と議論するなど、教育的にも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作る事業も、生徒にとって大きな 影響を与えた。

テレビ会議は、国立天文台ハワイ観測所との遠隔授業および、南小国中学校・高エネルギー加速器研究機構(KEK)との素粒子遠隔授業という形で行った。前者は、5年生の生物 I を選択している生徒対象で、生物学と宇宙のつながりを、研究者と生徒との対話を通して発見させる授業である。後者は、本校と熊本県南小国中学校および茨城県つくば市にあるKEKの3地点を結び

超鏡システム(ハイパーミラー)を利用して遠隔授業を行い、素粒子研究を研究者の指導のもと他校の生徒とともに共同で学習するものである。テレビ会議システムを利用した授業では、双方向のコミュニケーションが可能である。直接会って講義をしてもらい難い研究者と、色々な質問を直接しながら時間を共有できることに大きな利点があった。今後、国際交流の手段の一つとしても大いに活用していく下地になった。

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有効で興味深いものであった。このときに学んだことは、その後の韓国ISSSに限らず、SSH生徒研究発表会(横浜)やJSEC2009、あるいは本校の公開研究会における研究発表でも十分に生かされた。特にポスターセッションにおける、生徒の質的変化には特筆すべきものがある。

■ フィンランド研修の実施について

生徒の育成にあたる教員自身の自然科学リテラシーに対する理解を深めることを目的として、PISA型学力が高いとされているフィンランドに赴き、教員研修を行った。公共教育施設を見学し、また、数学的リテラシー・科学的リテラシーをキーワードとして、フィンランドの授業研究を行い、本校でなされている授業との比較をした。フィンランドで理科や数学は、「役に立つ教科」として社会的に高く評価される傾向にあり、日本と比べ社会全体の理数に対する認識の差の大きさが感じられる。問題解決型の授業を推進するため、さらに指導内容と指導方法の検討を行う必要があることを強く認識できた。

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。

韓国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、研究発表や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。ワークショップの成否は、使われる教材や研究材料の質がポイントとなる。その特性や研究対象としての発展性を検討し、今後に生かしていく必要がある。

また、科学英語講座は、韓国ISSSに参加する生徒を主に対象とした。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。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であろう。

今年度テレビ会議システムは、遠隔授業の形態で貴重な取り組みが行えた。しかし、国際 交流の相手校とたやすく頻繁にやりとりができる環境はまだ整備されていない。先方の事情に よる部分も大きいが、研究交流や国際的なコミュニケーションのツールとして非常に有効であ り、今後さらなる利用を推進したい。

教員の海外研修については学校全体の取り組みとして、得られた研修内容の分析と全体への還元を、より浸透させる必要がある。

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

- ・平成 20 年度の SSH 重点枠における国際交流の経験をもとに、「ユネスコ協同学校プロジェクトネ ットワーク(ASPnet: Associated School Project Network)」を活用して、アジア・オセアニア地区の 学校を中心に交流を行う
- ・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切り込む
- ・ISSS(International Salon of Super Science student:アイトリプルエス)を中心に、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
- ・ビデオ会議システム等の 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、科学的研 究を指向した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」の各種講座の活用を 含めて、英語プレゼンテーション能力の育成プログラムを研究開発する
- ・教員の研修交流を行い、SSH の成果普及と教員の力量の向上を図る

2. 研究計画

2-1 現状の分析と研究の仮説

(1) 本校 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、学校全体で継続的に取り組む姿勢が評価され、2007 年度には、 権威ある「第 18 回国際理解教育奨励賞 馬場賞」を受賞した。この GC の 経験と、2006 年度に加盟したユネスコ協同学校プロジェクトネットワーク (ASPnet)を活用して、2008年度 SSH 重点枠では、下記のような国際連携プ ログラムを実践した。



- ■韓国の高校 Korea Science Academy(KSA)とのビデオ会議を利用した交流
- ■台湾の高瞻計画(台湾版 SSH)指定校の高雄女子高級中学との生徒研究交流 (ISSS:5日間)
- ■台湾の高瞻計画指定校の高校教員・大学教員訪問団との教員研修交流
- ■韓国の理数教育に重点を置く高校の教員・大学教員訪問団との研修交流
- ■アメリカのマサチューセッツ工科大学(MIT)教員のビデオ会議による指 導、および MIT における研究発表交流(ISSS:7日間)
 - この SSH 重点枠における研究成果として、次のことが明らかになった。
- ① 生徒の国際感覚は、お互いの話し合いや議論などのコミュニケーション を通じて養われる
- ② 国際交流では、英語の能力と同じくらいプレゼンテーション能力が重要である
- ③ 国際交流では、「何が語れるか」が重要である
- ④ 国際交流で得たものは、日頃の学習の強力な動機付けとなる SSH 本体枠では、数学科・理科だけではなく、学校全体でカリキュラム開発を中心に研究を進め、





その成果は後期課程生(高校生)だけではなく、前期課程生(中学生)にもおよんでいる。また、2006 年度、2007 年度に指定された SSH 特別枠研究では、「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を行い、現在も実践を続けている。特に「科学と技術」のカリキュラムと実践は、2008 年度の SSH 重点枠研究においてさらに深められている。

(2) 研究の仮説

(1)で述べた SSH 研究(本体枠・重点枠・特別枠)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した。

■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行った「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、科学の3つの視点から具体化すると以下のようになる。

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のコミュニケーションを深め、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、的確な価値判断ができて国際的に活躍する科学技術者の基礎的な力を育成できる。

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。その方針に基づいた 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ことができる。この際、カリキュラム開発、指導方法の研究における教員の力量向上が、1つの重要な要素である。

2-2 研究内容・方法

(1) 「サイエンス研究会」と ASPnet (仮説 A)

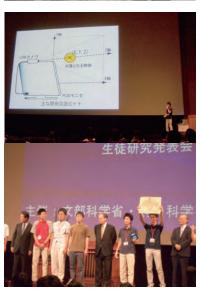
自然科学リテラシーを身につけた SSH「サイエンス研究会」の生徒たちは、4年間で下記のような各種の学会・科学コンテストで素晴らしい成果を上げることができた。これは、本校 SSH が「発見する方法としての科学」の力を育成できたことを示すものである。

- ●「JSEC(Japan Science & Engineering Challenge)2008」 グランドアワード(科学技術振興機構賞)(物理班)(08/12/06)
- 「JSEC(Japan Science & Engineering Challenge)2008」 アジレントテクノロジー特別賞(物理班)(08/12/06)
- 「JSEC(Japan Science & Engineering Challenge)2008」 協賛社賞(アジレントテクノロジー賞)(生物班)(08/12/06)
- ●「第52回日本学生科学賞」奈良県予選 優秀賞(物理班)(08/10/04)
- ●「SSH 生徒研究発表会」 ポスターセッション賞(物理班)(08/08/07-08)
- ●「第 47 回日本生体医工学会大会・高校生科学コンテスト」 優秀賞(物理班)(08/05/09)
- ●「第 10 回関西中学生研究発表コンクール」 最優秀賞(生物班)(08/03/27)
- ●「日本学生科学賞(ICT 部門)」最終選考 科学技術政策担当大臣賞(物理班)(07/12/25)
- •「JSEC(Japan Science & Engineering Challenge)2007」 JFE スチール賞(物理班)(07/12/02)
- ●「第 51 回日本学生科学賞」奈良県予選 地方審査佳作(生物班)(07/10/04)
- ●「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)
- ●「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)
- ●「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)
- ●「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)
- ●「物理チャレンジ 2006」 銀賞・優良賞(物理班)(06/07/30-08/02)









4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。

また、2008 年度の重点枠での研究から、前期課程生(中学生)からの国際交流の経験が生徒の視野を 広め、研究や学習の大きな動機づけとなることが見えてきた。そして、語るべき研究内容をもった前 期課程の生徒が、英語でのプレゼンテーションに挑戦することでさらに力を伸ばすであろうことが予 想できた。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
- ■英語によるプレゼンテーション能力の育成方法を研究開発する

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、共同研究や研究交流を行う
- ・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
- ・前期課程生(中学生)も視野に入れた、英語によるプレゼンテーション能力の育成講座を実施する
- ■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や研究交流の素地をつくる
- ・英語によるプレゼンテーションの実地研修の場とする

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る。そこで、2008年度に交流を行った台湾の高雄女子高級中学(日本の高校にあたる)や、韓国の理数系教育に力を入れている忠南科学高校(および公州大学校)と交流を行う計画である。その際、まずはビデオ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。このようなビデオ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月までビデオ会議システムでの交流を行い、夏休み中に高雄女子高級中学または韓国の高校を訪問し、研究のプレゼンテーションや議論、実験を含んだ研究交流を5日間程度行う。このための基礎として、奈良先端科学技術大学院大学(NAIST)外国人英語教員の方に、科学英語の講座を複数回、集中講義的に開講していただき、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。また、大学教員や研究者による理数系の実践的なプレゼンテーション講座のカリキュラムを研究開発し、実施する予定である。

9月以降、再びビデオ会議システムで交流を行いつつ、それぞれの研究内容

The state of the s



を深めていく。9月頃には高雄女子高級中学が本校を訪れ、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る。そして、普段から高校生どうしで自分たちの興味・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 (仮説 B)

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「ものつくり」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行う

4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。

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他)
- ・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
- ・クリーンエネルギーについて研究し、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て、講師と生徒が人とロボットの関係やクリーンエネルギーについて議論 することを通じて、科学技術と人のつながりのあり方を考えさせる
- ・本校でサイエンスカフェを行うとともに、海外の高校ともビデオ会議システムを活用してサイエ ンスカフェを実施する

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。すな社会わち、「持続可能な開発のための教育(ESD)」の視点からの教育が必



ESD=未来をつくる教育

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と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、道徳教育に陥りがちである。初等教育段階ではそのような視点も大切ではあるが、中等教育においてはこれでは不十分であり、科学技術や人文社会科学からの視点も重要となってくる。そこで、「科学と技術」でエネルギー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。未来のエネルギーであるクリーン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、ビデオ会議で高雄女子高級中学や韓国の高校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。ビデオ会議システムを活用して、このサイエンスカフェを高雄女子高級中学や韓国の高校と共同体験することで、テーマと議論に国際的な広がりと深まりをもたらすことができる。









さらに、「サイエンス研究会」のメンバーが指導を受けている大学教員・研究者のネットワークを活用して、マサチューセッツ工科大学(MIT)をはじめとする欧米の研究者にも、ビデオ会議システムを利用しての指導や、実際に現地に赴いての指導を受ける予定である。

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。

(3) 教員の研修交流と SSH カリキュラム (仮説 C)

本校では、国際的に活躍する理数に強い生徒を育てるために、知識・文化としての科学を身につけさせ、自然科学的リテラシーを育成するための SSH カリキュラム編成と指導方法の研究開発を行っている。その研究成果を海外に広めると同時に、研究をより深めるために、海外の教員とカリキュラ

ムや指導方法等について研修交流を行う。そこで、研究内容を次のように設定する。

① 目標

- ■本校の SSH カリキュラムと指導方法についての研究内容を普及させる
- ■海外の理数カリキュラムと先進的な指導方法を研究し、より良い SSH カリキュラムの開発と指導方法の向上を目指す

② プログラム

- ■教員同士の研修交流の実施
- ・国内の SSH 校や SSH 以外の高校と、研究発表会や授業研究会を開催する
- ・海外のリテラシー教育の先進国と研修交流を行う

③ 詳細

一般に日本の教員の授業は優れていると言われている。国内や海外の学校と研究発表会や授業研究会、研究交流を実施することで、本校で開発した SSH カリキュラムと指導方法を実践的に検証・評価し、より良いカリキュラムの開発を目指す。

国内では、SSH 指定校や中高一貫教育を実施している学校との交流を通じて、SSH の成果を普及させる。このことを通じて、本校教員の力量を高めることができ、生徒の数学的リテラシー・科学的リテラシーの能力をより伸ばすことができると考える。



海外との交流では、PISA の結果からみて数学的リテラシー・科学的リテラシーの育成に優れた実績をあげているフィンランド等の欧米諸国、あるいは TIMSS で優れた成績をあげているシンガポール等の東アジア諸国を訪問し、授業研究・カリキュラム研究において教員の研修交流を行う。また、本校は下記のアジア 7 校の間で「共同学校宣言に関する覚書」を交わし、学校間での交流の実施を計画している。教員間でもカリキュラムや指導方法に関して研修交流を行えないか検討中である。

Daejeon Noeun High School (Korea) Busan International High School (Korea)

Mattayom Wat Makutkasat School (Thailand) Yothin Burana School (Thailand)

Divine Word College of Calapan (The Philippines) City College of Calapan (The Philippines)

Nara Women's University Secondary School (Japan)

2-3 スケジュール(重点枠関連のみ)

計画時点のものであり、実施できなかったものがある。実施状況については「成果と課題」に示す。

■2009 年

- 4月 科学英語講座
- 5月 国際科学コンクール(ISEF)参加
- 6月 ビデオ会議
- 7月 ビデオ会議、科学英語講座
- 8月 全国 SSH 生徒研究発表会でのポスターセッション 高雄女子高級中学との研究交流(台湾にて)
- 9月 学園祭発表
- 10月 フィンランド教員研修
- 11月 サイエンスカフェ、ビデオ会議

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

■2010年

- 1月 奈良 SSH コンソーシアム研究発表会
- 2月 ビデオ会議、SSH 指定校・中高一貫教育校との研究交流
- 3月 報告書作成

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、英語によるプレゼンテーション能力育成プログラムの開発において、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、ビデオ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、国際的な交流における生徒のネットワーク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。

さらに、本校教員が国内や海外の高校教員と研究交流をすることで、 SSH カリキュラムと指導方法の研究成果の普及を図る。

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。





【2008 年 8 月 台湾 ISSS の様子の一部】







第2章 研究開発の内容

第1節 MIT研修

■ 実施概要

日時	2009年3月2日(月)~8日(日)
	アメリカ・マサチューセッツ州
場 所	マサチューセッツ工科大学(MIT)、ハーバード大学
	ウッズホール海洋生物学研究所(MBL)他
講師	MIT Robotics 研究室 松下光次郎 他
参加人数	生徒 4 名、引率教員 3 名
	1.研究発表(口頭発表・ポスター発表)
構成	2.大学および博物館見学
	3.若手日本人研究者との懇談会

■ 目的

アメリカ・MIT での研究発表や大学の見学を通じて、国際的なロボット研究の最前線を学ぶ。そこで研究に携わる若手研究者との交流を通して、研究意欲の向上および国際性の育成を目指す。

■ 日程

2009年3月

- 2日(月)関西空港発-(サン・フランシスコ経由)ーボストン空港着
- 3日(火) MBL 見学、リバー・フロント地区見学、若手研究者懇親会参加
- 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、ボストン美術館見学
- 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 若手日本人研究者との交流会
- 7日(土)ボストン空港発-(サン・フランシスコ経由)
- 8日(日)関西空港着

■ 背景

本校のサイエンス研究会物理班の研究の1つに、生体ロボットの研究がある。生体ロボットの研究は近年急速に加速しており、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る。その種類や内容は多岐に及んでおり、アメリカではすでに軍事利用まで検討されている。

本校生徒の研究内容は、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ものである。しかし、高校の生徒にとって数 μ V 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、指導する本校教員にとっても至難であった。そこで、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、同氏とのつきあいが始まった。

松下光次郎氏はマサチューセッツ工科大学(以下 MIT)の研究員として活躍しており、活動の一環として「若手研究者ワークショップ」を毎年開催している。このワークショップには、生体ロボット

研究に携わっている各国の若手研究員が参加しており、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が行われている。日本からは東京大学や早稲田大学が参加しており、海外で活 躍している日本人研究者も積極的にこの会に参加している。

現在、ロボット研究は国内外を問わず盛んに行われており、国際的なコミュニケーションが必須条件となっている。研究者の国際性の向上が望まれる一方で、どのように国際的な連携に関わる機会を確保するかどうかは研究活動において重要な項目となる。英語技術を磨くことはもちろんであるが、各国の研究開発に対する考え方・姿勢を理解することが国際的な研究においては必須となる。その意味で、松下氏による「若手研究者ワークショップ」の担う役割は非常に大きい。この会では情報交換に力を入れており、通常の口頭発表に加え、フリーランチを利用したポスター発表など気軽に情報交換を行える催しが組み込まれている。この会には、松下氏の国際性への高い認識が反映されている。

このような松下氏の指導を受け、本校生徒が生体信号の増幅装置を利用したアプリケーションの開発を行い、高校生の研究においてトップレベルの研究成果を挙げることができた。今回は MIT における「若手研究者ワークショップ」でこれらの成果を発表することを目的としてこの研修が行われた。

発表者の研究内容および発表姿勢の向上はもちろんであるが、発表者以外のサイエンス研究会の生徒も参加させることで、より多くの生徒の国際性の育成および研究意欲の向上を目指した。

■ 研修記録

(1) ウッズホール海洋生物学研究所(MBL)見学

MBL は、アメリカのマサチューセッツ州ウッズホールにある全米最古の海洋生物学研究所である。気候的な条件から、夏季には世界中から科学者や学生が訪れ、様々なセミナーが開催される。 単一の研究所としては、最多のノーベル賞を輩出している研究所でもある。日本人の研究者もこれまでに多数在籍しており、近年ノーベル賞を受賞した下村脩氏もその一人である。

今回はこの研究所に在籍する研究者の方に MBL の施設紹介を行っていただいた。様々な海洋生物を実際に見せていただき、その生体について説明を受けた。ロブスターやヒトデなどの突然変異の話を実物を使って説明していただき、非常に理解しやすかった。説明の仕方も大変ユーモアに溢れており、聞くものを飽きさせない。加えて、MBL の書庫には非常に貴重な文献が保管されており、昔の図鑑やニュートンの著書など、貴重な資料を見せていただいた。昔の図鑑には、想像上の生物が描かれていたり、使用されているインクが今よりもはるかに古典的であるにも関わらず非常に繊細な絵が描かれており、歴史的な書物の持つ重みと完成度の高さを実感させられる瞬間であった。生徒達も熱心に書物を眺めており、大変有意義な経験となった。





(2) 若手研究者懇親会

ワークショップの前日の夜に懇親会が開かれ、本校からは口頭発表を行う本校生徒 1 名と教諭 1 名がこの会に参加した。立食形式のカジュアルなスタイルの会であり、若手の日本人研究者が 30 名程度参加していた。日本の大学からの参加者と MIT からの参加者が同数程度であり、残りは他の国の大学またはアメリカの別の大学からの参加者であった。まず何よりも驚いた点は、参加している研究者の年齢が非常に若いということであった。20 代後半の研究者がかなりの割合を占めており、これほど若手の研究者のみで大規模なワークショップが開かれていることに驚きを感じた。

加えて、大変雰囲気が明るく、オープンマインドである点が印象的であった。中でも MIT をはじめとするアメリカの大学に所属する研究者は自分と異なる文化のものを受け入れる柔軟性が非常に高い印象があった。コミュニケーション能力に長けており、積極的に話をしてくれる研究者が多かった。懇親会の中では本校生徒と教員のみが大学以外からの参加者であったが、熱心に質問をしてくれたり、逆にこちらの質問に非常にわかりやすく返答してくれた。本校から持参した生徒の研究論文集などにも熱心に目を通し、多くのコメントをしてくれた。彼らの発言の1つ1つにはかなりの具体性と説得力がある。卓越した専門性はもちろん、MITの目指す精神の高さとその視野の広さを実感せずにはいられなかった。また、今回のワークショップの内容とは異なる分野を専門領域とする研究者も懇親会に参加していた。文系の領域を専門に扱っている学生もいた。彼らに参加理由を聞いたところ、「現在世界のどの分野でどの程度の研究が進められているかを知ることは、非常に重要であり、情報の流通する場所に自ら積極的に参加することは研究者に必須である。」という回答を得た。このような会が情報交換の場としていかに大きなものかを実感する瞬間であった。





(3) 第二回若手研究者ワークショップ①<口頭発表>

今回の研修においてメインとなるワークショップである。40名程度の若手研究者がこのワークショップに参加しており、一日をかけて口頭発表が行われた。午前と午後の口頭発表の間には昼食を兼ねたポスターセッションが行われた。口頭発表は英語で行われ、本校からも生徒1名が口頭発表を行った。このワークショップには、日本人研究者のみではなく、アメリカやヨーロッパからの参加者が多かった。口頭発表を聞いてまず感じたことは、ひと言で生体ロボットといっても、内容が多岐にわたる点ということであった。1つ1つの内容は大変高度であり、ほとんどがある程度大規模な集団で行われている研究であった。

また、海外の研究者のプレゼンテーションの方法も印象的であった。海外の研究者は、声が大きい。さらに、パソコンの前を離れてスクリーンの前で大きな身振り手振りでプレゼンテーションを行う。この発表形式は、日本人のものとは大きく異なっており、躍動感がある。聴衆の立場からしても起伏に富んだ発表のテンポは非常に聞きやすく、理解を助けるものであった。生徒のアンケー

トにもこの相違が多く語られており、プレゼンテーションに関するよい学習の場となったことが何える。

そのような中で、本校生徒の発表は非常に堂々としたものであった。生徒自身、国内での数々の発表経験を持っており、加えてかなりの事前準備を行っていたため、発表には安定感があった。英語による質疑応答にも臆することなく返答しており、唯一の高校生参加者ということもあり、会場でも注目を浴びていた。その一方で、非常に緊張している様子も伺え、目線が下向きであった点も印象深かった。発表後、当人に感想を聞いたところ、「聴衆のレベルの高さに、目線をあげることができなかった。」というコメントをしていた。高校生の中では卓越した能力を持つ生徒にとって、いかにこの機会が貴重なものであり重みのあるものであるかということを認識させられた。加えて、このような機会に参加するチャンスを自ら作り得た生徒の能力にも脱帽させられた。





(4) 第二回若手研究者ワークショップ②<ポスター発表>

昼食を兼ねたポスターセッションは、立食形式の非常にカジュアルなものであった。主催者の松下氏に理由を伺ったところ、できるだけ多くの人が情報の交換を行うために、この形式をとったとのことである。実際に参加してみると、多くの研究者が気軽に情報交換を行うことができており、口頭発表の間に開催されるものとして重要な意義があるように感じた。本校からもポスターを2枚持参しており、多くの研究者がその完成度の高さを賛辞するとともに、多くの観点からアドバイスを行ってくれた。ここでも彼ら若手研究者のコミュニケーション能力の高さを感じずにはいられなかった。「相手に合わせて話をする」ということに非常に長けている。本校生徒も英語でのセッションにも関わらず、果敢に質問をしていた。印象的であったのは、生徒が自分達なりにコミュニケーションの方法を模索していく過程であった。参加生徒の一人は、最初、この発表会の間、会場の隅のほうでじっと待っているだけであった。しかし、教師が助言を行うと、通訳の方を連れて自分から質問に行くようになった。今回通訳をして下さった方は、状況判断能力が非常に高く、どのタイミングでどの程度の通訳をすべきかを生徒に合わせて判断してくれる方であった。今回のような研究内容の難易度の高い研修において、通訳の存在は非常に大きい。このような通訳のシステムは今後の国際交流においても十分に検討されるべきものである。





(5) MIT 研究室訪問

生体ロボットの研究を行う研究室を中心に、MIT の様々な研究室を訪問した。高い技術はもちろんであるが、世界各国から研究者が集まっていることを実感する場であった。また、各研究室は非常に明るい雰囲気があり、色合いも美しい。MIT の建物そのものにも同じことが言える。無機質なものではなく、サイエンスとアートが一体化したような世界観を感じる研究室が多かった。さらに、アジア圏からの学生が多いことも印象的であった。特に中国および韓国からの学生が多く、両国における近年の急速な技術の発展と大きく関連しているように感じられた。また、各研究室の目標が非常に明確で、社会的な役割を十分視野に入れた研究内容が多かった。そして何よりも創造性に富んでおり、MIT の特徴を強く表していた。





(6) ボストン美術館、ハーバード大学、ボストン科学博物館見学

アメリカを代表する上記の3つの施設を見学した。ボストン美術館では、17歳以下は無料という制度を導入しており、多くの中高生が見学に訪れていた。驚いたことに、モネの作品などかなり希少価値の高い美術品が何のケースにも入れられることなく展示されていた。加えて施設内では自由に写生を行うことができる。このように、アメリカでは小さな子供が芸術や科学の世界に触れやすい環境がいたるところで整っている。小さい頃から本物に触れる機会を尊重しており、美術館だけでなく科学博物館においても小さな子供が多く見られた。このような風潮は、日本とは異なる文化および環境の産物であるように感じた。

(7) 日本人研究者との交流

今回の研修の中で、格別に印象的であった研修が最後に行われた若手日本人研究者との交流会であった。彼らは MIT で活躍する大学院生で研究分野はそれぞれ異なる。彼らは自分達がなぜアメリカおよび MIT に来たのか、また研究の魅力とは何か、MIT の魅力は何かなど、自身に関する話を等身大の言葉で語ってくれた。このときほど彼らの能力の高さを実感する瞬間はなかったように思う。創造性を重視する MIT およびアメリカならではの学生達であった。科学者は、科学のみに精通していればよいわけではない。数々の分野の情報を収集し、多くの専門家と話ができなくてはいけない。どんな人とも話ができなくてはいけない。このことを体現しているのが彼らであった。コミュニケーション能力が非常に高く、またユーモアを抜群に兼ね備えた専門家集団である。生徒は彼らの話に真剣に耳を傾け、終始笑顔を絶やさなかった。

その後の夕食会では、生徒や教員と MIT の学生の間で自由な会話が行われた。生徒のアンケートでも、最も印象的であった研修として全ての生徒がこの交流会を挙げていた。ここで注目したいのは、同じ日本人から学ぶことができること、また共通の言語があるという 2 つの特徴である。交流した研究者はアメリカで活躍する日本人である。自分達と同じ日本人、しかも年齢が近いという

ことは、予想以上に生徒に与える影響が大きかった。生徒の感想には、「言語を気にせず、直感的に聞きたいことを聞くことができる」、「ためらわずに思いを伝えることができる」、「若い日本人があれほどしっかりとしたビジョンを持っていることに驚いた」という記載があった。また、彼らを通してアメリカの文化をより深く知ることもできた。このような研修内容はこれまでの SSH にはあまり見られなかったものであるが、非常に大きな可能性を秘めている。今後の国際交流の1つの可能性として大変魅力的であった。





■ 研修を振り返って

今回の研修は、今後の国際交流の可能性を大きく広げるものであった。MIT に関わる人を通してありとあらゆることを学んだ印象がある。と同時に、何故 MIT が世界最高峰の理系と呼ばれるのかも納得がいくものであった。彼らは、本当の意味での専門家であり、SSH および学校教育全体が目指していくべき人物像に重なる部分がある。生徒のみではなく、教員にとっても学ぶべき内容の多い研修であった。今回の研修後、多くの参加生徒がこの研修の話をしていた。ひと言で国際交流と言っても、その内容は様々なバリエーションを持つことが可能である。出向く国の特性を踏まえ、さらに参加する生徒の実態を踏まえた上で、本物に触れる機会を作ってやりたいと強く感じる研修であった。

第2節 韓国ISSS

2-2-1 韓国 ISSS

■ 研究目的

「サイエンス研究会」の生徒の新しいものを創り出す力、「発見する力」を伸ばすためには、海外の同世代の生徒と科学を共通テーマに交流し、その中で刺激を受けることが有効であると考える。特にその刺激とは、合同研究発表会を実施する中での生徒同士の意見交換や、共同調査を行なう中でのアイディア交換で得られるものと考えている。上記のような活動を行うためには、確実な交流相手校の確保と、単発的な取り組みではなく継続的な取り組みへと発展させることが重要であると考える。

■ 交流相手の模索

今回の ISSS プログラムは、韓国の忠南科学高校と行った。韓国では英才教育が盛んに行われており、特に芸術高校・科学高校・国際高校といった特殊目的高校が設置されている。科学・技術におけるスーパーな生徒を育てる取り組みである SSH 事業に参加している本校の生徒と、英才教育を受けている韓国の科学高校の生徒が交流することは、今回の ISSS プログラムの目的に適していると考えた。

■ 実施までの流れ

相手校の忠南科学高校の修学旅行が 5 月にあり、本校が訪問先の 1 つになったため、生徒交流の第一段階として受け入れを行った。これを、忠南科学高校の生徒の様子を知るてがかりとした。そして、韓国 ISSS の実施が 8 月下旬であったので、参加生徒の募集を 7 月に始めた。7 月中旬までに参加生徒を決定し、研究発表会の指導を始めた。研究内容の検討と英語での発表指導をメインとし、7 月下旬には英語基礎講座に参加させ、英語でのプレゼン指導を受けさせた。8 月上旬に再度研究内容の検討を行い、8 月中旬に本校英語科の教員による最終指導を行なった。

■ 実施概要

日時	平成 21 年 8 月 24 日(月)~28 日(金)		
場 所	韓国(忠南科学高校、公州大学校、忠南科学臨海修練院)		
講師	Lee Hee Bok 教授(公州大学・物理教育)		
	Lee Myoung Hee 教授(公州大学・歴史教育)		
参加人数	本校生徒 6名(4年 女子4名、男子2名)、引率教員3名		
	相手生徒 40 名(高校 2 年 2 名、1 年 38 名)		
構成	1.研究発表交流会 2.研究交流(干潟探索)3.特別講義 4.その他		

■ 研修日程

日程	内 容
8月24日(月)	出国、研究発表交流会(忠南臨海修練院 泊)
8月25日(火)	研究交流「干潟探索」(大学関係者宅へホームステイ)
8月26日(水)	特別講義、忠南科学高校施設見学(韓国大田市 ホテル泊)
8月27日(木)	国立科学館見学 (韓国ソウル ホテル泊)
8月28日(金)	帰国

■ 実施内容・プログラムの様子

(1) 研究発表交流会

口頭発表とポスター発表の2部構成で行った。先に口頭発表を行い、次に質疑応答を兼ねてポスター発表(口頭発表と同様の内容)を行った。発表テーマは下記の通りであった。 本校生徒の研究発表テーマ(4本)

- · The Formation of Membrane by Blepharisma
- · About Natto Bacteria's Action of Purifying the Water Quality
- · Axenic Culture Method of Katsuobushi Mold
- The Relation Between the Wavelength of a Laser and Temperature 忠南科学高校の研究発表テーマ(2本)
- Save Our Silver by Neo Technology
 (The Development of New System Size Selective Separation System of Silver Nano Particle Using Porous Materials)
- Find Cancer Cells
 (The Development of Analytical Method of MDA in Urine as A Cancer Marker)

(2) 研究交流

忠南臨海修練院(韓国保寧市大川)には広大な干潟が広がっている。そこで、忠南科学高校の生徒と本校生徒混合の小グループをつくり、干潟に生息する生物探査を行なった。干潟の生物については事前に韓国の干潟研究者から講義をしていただいた。干潟には靴下だけを履いて入り、それぞれが自由に生物探査を行なった。中には、講義をしていただいた先生と干潟に生息するカニの巣穴の形を探るために、樹脂を流し込んで固めている生徒もいた。韓国の生徒と日本の生徒がそれぞれ協力して、たくさんの生物を観察することができた。

(3) 特別講義

公州大学校(韓国公州市)にて、本校の生徒のためだけの特別講義をしていただいた。講義は英語で行なわれたが、生徒が興味を持つようなテーマ設定で、多くの映像を用いた工夫されたものであり、生徒は終始集中して受講していた。

講義テーマ

- ・ 公州(扶余)と奈良(飛鳥)のつながりと食文化について
- ・ 先端科学技術を用いた建築について

(4) その他

忠南臨海修練院では、忠南科学高校の生徒と本校生徒が共同





干潟探索の様子



特別講義の様子

生活を行い、朝の体操や夜のレクリエーションなどで、韓国の文化と触れることができた。また、公 州大学関係者のご自宅に一泊ホームステイさせていただき、韓国の生活を肌で感じることができた。

2-2-2 韓国 ISSS 評価

韓国 ISSS (International Salon of Super Science students) は、本校生徒が海外先進校を訪問し、互いの研究活動に関する議論や共同研究を行うことで、国際的な視野の育成と研究レベルの向上を図ることを目的として実施された。ここでは、研修後の生徒のレポートを利用して本事業の目標の達成度を評価する。

■ 生徒の感想

本事業の実施後、研修に参加した生徒全員に個別にレポートを作成させた。形式は自由とし、必須の記載事項として以下の点を含むように指示した。

① 研究発表会について ② 韓国の生徒の発表について ③ 各日程について 以下に生徒のレポート内容をいくつかのカテゴリーごとに記載し、研修の分析および評価を行う。

① 研究発表会について

- 感想1:口頭発表では、自分なりの英語を使って文章を組み立てることができてとてもよかったと思う。しっかり事前準備をしておいてよかった。ただ、研究発表会は時間的に非常にタイトで、互いに発表はしたものの、その後1つ1つ議論する機会があまりなかった。もう少し互いの研究についてコメントしあう機会が欲しかった。
- 感想2:とにかく分かりやすいプレゼンテーションをしたいという目標をたてていた。結果的にい うとわかりやすいプレゼンテーションができたかはわからない。理由は恥ずかしいからか、 忠南科学高校の生徒とあまりしゃべることができず、こちらから喋る形式の発表になってし まったからである。また、自身の研究内容も未熟であった。
- 感想3:ポスターセッションについては反省点がある。まだ私は初対面の人と、しかも英語で会話 をするのに戸惑いがあったようで、質問がほとんどできなかったという点だ。もう少し積極 的に質問をできれば良かったと思う。

≪ 分析と評価 ≫

各生徒が今回の研修の大きな目標の1つに自身の研究発表を挙げていた。どの生徒も事前準備にはかなりの時間を割いており、わかりやすく楽しめるプレゼンテーションの作成を心がけていた。 実際の発表では、英語で発表することはそれほど大きな課題とはならなかった印象があり、ほとんどの生徒が初めての口頭発表であったにも関わらず、工夫された発表を行っていた。一方で、生徒からの課題の提示も見られる。

[1] コミュニケーションの面での課題

特にポスターセッションについては、見ず知らずの相手と互いに母国語でない英語を使って 研究に関する議論をするということが、予想以上に困難であったことが述べられている。

[2] スケジュール面の課題

今回の研修の最も大きな目的である研究発表会の時間が非常にタイトであったことの指摘がある。十分に語り合う関係性が無い状態にも関わらず、研究発表会の時間が短かったことはスケジュール面での大きな課題であり、生徒の実態とも照らしあわせて検討する必要がある。

② 韓国の学生の研究発表について

感想1:発表が英語であることもあって、おおざっぱな流れがかろうじて理解できるかできないかだったが、プレゼンテーションから伺える研究の内容は、かなり高度だったように思う。なにより My Goal の部分がしっかりしていて、「研究の成果がこんなふうに生かせる」と

いったところがはっきり見えているのがすごいと思った。私も、自分の研究の先を見つけていかねばならない。

感想 2: 文字がかなり多く、さらに英語が単調で速いので理解するのに苦労した。発表のわかりや すさからいえば、日本の発表の方がわかりやすかったし、面白さがあったといえる。

≪ 分析と評価 ≫

生徒の意見にもあるように、交流先の生徒の研究はかなりレベルの高い内容であった。目的、手段、成果、課題などの研究の各ステップが明確であること、さらに社会への普及を目指した視点が意識されていた点が教員から見ても印象的であった。プレゼンテーションの方法についても両校の相違は顕著であり、この相違は、相手の手法から自分の発表方法を見つめなおすきっかけともなった。その後の教員交流でもこの点が話題となっており、両校にとってとてもよい情報交換ができたといえる。一方、ここでも大きな課題が明示されている。相手の研究レベルと本校の研究レベルに大きな差があることに加え、言語の問題が重なることで相手の研究を理解する糸口を見出せていない様子が伺える。生徒の理解を助けるような環境設定について検討が必要である。

③ 研究発表会以外の日程について

感想1:干潟体験がとても楽しかった。この研修を通してたくさんの生徒と仲良くなることができ、前日のポスターセッション時よりは成長した自分を感じた。相手校の生徒と半日ほど一緒に過ごしたので、コミュニケーションをとる時間が十分にあり、ようやく英語での会話のコツをつかむことができた。

感想2:一番印象に残っているのはホームステイだった。相手と話をすることで、韓国の文化を一番知ることができたのはこの時かもしれない。また、会話はすべて英語で、物怖じすることなく自分の思ったことをなんとか伝えようとする努力ができるようになったのは、このホームステイのおかげだと思う。

感想3:韓国の学校や各施設の訪問では、韓国の文化や実態を学ぶことができ、日本との違いなどもよく理解できた。特に、韓国でも有数のエリート校の実態を知ることができたことは貴重な体験であった。いいな、と思ったのが廊下に研究の成果と思われるポスターが貼ってあったことだ。学校にも、そんなスペースがあると良いのではないかと感じた。

≪ 分析と評価 ≫

研究発表会以外の活動で最も記載の多かったものがホームステイや干潟体験であった。生徒の意見の中で注目したいのが、「自分の思ったことをなんとか伝えようとする努力ができたのは、このホームステイのおかげである」というものである。一緒に生活する中で、コミュニケーションは必須であり、自分の意思疎通のために懸命に努力する。人との長時間の関わりがコミュニケーション能力を高め、さらにはこの研修への積極性を引き出す要因となっていることに注目したい。

■ 担当者所見

今回の参加生徒は、サイエンス研究会の中でもこれからの成長を期待したい新世代の生徒達であった。昨年度の国際交流への参加者に比べて研究のレベルやコミュニケーション能力はまだそれほど高くないが、一人ひとりが初めての経験を経て自分なりの国際感覚を養って帰ってきている。このような経験は研修後の生徒の日常生活にも大きな影響を与えており、その重要性を実感させられるものだった。一方、対象生徒が変わることで、前回までとは異なる課題も見つかっている。今回課題としてあがった内容を検討し、生徒の実態にあったプログラムを計画することが必要である。

2-2-3 忠南科学高校の来校

■ 実施概要

日時	平成 21 年 5 月 13 日(水) 13:00~17:00		
場 所	本校(多目的ホール、ほか)		
引率	安 鍾善・朴 義賢(忠南科学高校)		
参加人数	本校生徒 121 名(5 年全員)、本校教師 8 名、通訳 2 名(奈良女子大学)		
	韓国生徒61名、韓国教師6名		
構成	1.学年集会 2.授業参観・参加 3.交流会		

■ 実施内容・プログラムの様子

忠南科学高校は、5月12日~15日に日本海外体験学習 を実施し、その一環として5月13日の午後、本校を訪問 し交流活動を行った。これを契機として、夏休みに本校の SSH 事業「韓国 ISSS」における研究交流が円滑に進めら れることにもなった。

まず5限に5年生の学年集会を行い、全員で歓迎した。 副校長の挨拶の後、お互いの学校紹介をパワーポイント (PP)で行い、サイエンス研究会の生徒はその活動の様子を 別途プレゼンテーションした。

6限は正規の時間割で行われている自然科学系の授業「4 年自然探究Ⅱ-物質とエネルギー」「同-生命科学」「4年 科学と技術」「5年生物 I」「6年解析IV」の5講座に、生 徒は約 12 名ずつ入ってもらって、授業参観をさせた。予 め授業担当者には、作業を取り入れるなど、参加しやすい 授業展開を考えてもらっている。

よる実験、調理教室ではたこ焼き作り体験などが行われた。

7 限は交流会を、生徒会執行部・ホームルーム委員会・ 10 月豪州に研修に行く生徒・サイエンス研究会の生徒らに運営させた。内容は、日本文化の紹介(歌 と踊り、ポスターや展示物、伝統遊戯の実演など)、並行して化学教室ではサイエンス研究会の生徒に

7限後には再び学年全員が集まり、今度は韓国側から文化の紹介(歌と踊り、楽器演奏)、伝統遊戯の プレゼンテーションなどが行われ、交流を深めた。

短時間に多岐にわたる交流を行ったが、授業以外のほとんどが生徒主体で組み立てられただけあっ て、自主性と一体感が感じられる活動となった。

■ 担当者所見

PP はお互いに英語で作成し、説明にも英語を使うなど、発表・運営に当たった生徒たちは準備段 階からコミュニケーションの能力を高めて臨もうとした。今回の交流は学年全体で受けたもので、必 ずしも SSH の事業として行ったわけではない。しかし相手校が科学高校ということもあって、単な る文化交流に留まらず、授業内容やサイエンス研究会の活動を知ってもらったことが、大きなポイン トになったのではないかと思われる。また、韓国は隣国であり、英語を介さずに直接日韓通訳のでき る大学院生や教員も多い。今後も交流校の一つとして、交流の質をより高めていけたらと思う。





2-2-4 韓国中学生との交流

■ 実施概要

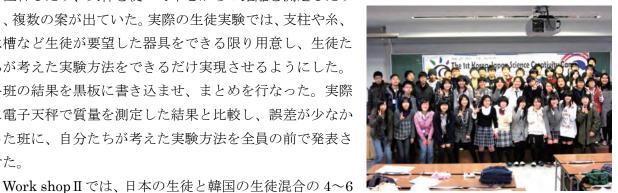
日時	平成 22 年 2 月 22 日(月) 9:30~17:00		
場所	本校(大教室、物理教室)		
講師	Lee Hee Bok 教授(公州大学・物理教育)		
	Lee Myoung Hee 教授(公州大学・歴史教育)		
参加人数	本校生徒 25名(2年8名、3年17名)、本校教師10名		
	韓国生徒20名(中学3年2名、中学2年18名)、		
	韓国教師 13名(大学関係 5名、高校 3名、中学校 3名、小学校 2名)		
構成	1.Opening ceremony 2.Work shop I (実験交流) 3.昼食会		
	4.Work shop II (ポスター作成) 5.学校案内 6.Closing ceremony		

■ 実施内容・プログラムの様子

Work shop I は、物理教室で実験交流を行なった。韓国の生徒と本校生徒がペアになって 20 班に分かれ、問題解決に取り組んだ。課題は次の通りである。『材質と長さが同じ 3 本のパイプの質量を測定する方法を考える。ただし、電子天秤を使って調べることができるのは1本のパイプだけである。』 韓国語と日本語のそれぞれの言語で書かれたワークシートをそれぞれの生徒に配布した。パイプの体積に注目したり、天秤を使って中心からの距離を測定したりと、複数の案が出ていた。実際の生徒実験では、支柱や糸、水槽など生徒が要望した器具をできる限り用意し、生徒たちが考えた実験方法をできるだけ実現させるようにした。各班の結果を黒板に書き込ませ、まとめを行なった。実際に電子天秤で質量を測定した結果と比較し、誤差が少なかった班に、自分たちが考えた実験方法を全員の前で発表させた。

ラフルなポスター(模造紙)を完成させることができた。





名の班をつくり、「環境を守る方法」というテーマで、ポスター作りに挑んだ。事前に日本の生徒には、自分たちが考える「環境を守る方法」を紙(A3)にまとめさせておき、それをたたき台にして韓国の生徒から意見をもらい、ポスターへと仕上げるという手順で行なった。ディスカッションするための題材があったため、短時間(約一時間半)でも意見交換し合い役割分担を決め、マジックペンを使ってカ

■ 担当者所見

実験をしたり、ポスターを作ったりと、共同作業を繰り返していたため、最後の学校案内の時には、コミュニケーションが随分とれており楽しそうに校内を巡っていた。英語でのコミュニケーションは難しそうだと最初心配している生徒がいたが、交流を終えて「数字や数式は万国共通であり、言葉が多少通じなくても、一緒に実験を考えることができて楽しかった」と感想を述べている生徒も見られた。このような交流を継続的に続けていくことが、視野の広い生徒の育成に繋がるように思われる。

第3節 テレビ会議システムを利用した遠隔授業

1. 研究目的

国際的に活躍する理数に強い生徒を育てるためには、生徒に幅広い視野を養わせることが重要であり、実際に交流などの体験をしながら生徒が自ら「発見する」ことが大切であると考えている。そこで、テレビ会議システムを利用して、直接会うことが難しい相手と直接対話し、「発見する力」を育てるプログラムを研究した。

具体的には、以下2つの場を設定し、研究者や同年代の生徒と対話をし、自らの発見を促した。

プログラム1:国立天文台ハワイ観測所との宇宙生物学遠隔授業

後期課程生において、実際に最先端で研究している「専門家」との対話を通して、通常の授 業内で学んでいる内容がどのように応用されているのか、生徒に自ら発見させる。

プログラム2:南小国中学校・高エネルギー加速器研究機構(KEK)との素粒子遠隔授業

前期課程生において、日本国内でも異なる地域に住む同年代の生徒と科学を通して、対話しながら学んでいくことで、新しいものの見方を発見させる。

2. 国立天文台ハワイ観測所の研究者との遠隔授業

後期課程生では、専門性に絞り込み1つの分野をより深く学ぶカリキュラムになっている。しかし、現在の科学・技術の研究では、複数の分野が協力し合い自然現象を複数の観点から調べる手法が多くとられている。そこで、5年生の生物Iを選択している生徒対象に、宇宙を研究されている専門家が対話し、生徒に生物学と宇宙のつながりを発見させる授業を行なった。

■事前の打ち合わせ

今回の遠隔授業は、国立天文台ハワイ観測所 林 左絵子 准教授と、事前やり取りを繰り返し、通常授業枠内で 11 月に実施した。打ち合わせ手段は、メールが主であったが、テレビ会議システムを利用した打ち合わせも2回行なった。

6月24日 第1回打ち合わせ (テレビ会議システム)

10月15日 第2回打ち合わせ(本校にて)

11月10日 第3回打ち合わせ (テレビ会議システム)

11月11日 遠隔授業の実施

■事前学習

生物学と宇宙との関連性を生徒に身近に感じてもらうため、遠隔授業をする前に事前学習を行なった。本校の5年生物 I 選択者は、II 期初めごろに「発生」の分野を学んでいる。そこで、動物の発生(受精卵からの発生)を学ぶための導入として、生命の誕生について学ぶ授業を行なった。これは生物の進化とも関連する分野であり、生徒に生物について考えさせるために適した教材と考えた。生命の誕生は地球の物質から生じているはずであり、地球は宇宙に存在する物質からできている。宇宙を研究することは、生命を研究することに繋がるという観点から、事前に3時間学習させた。

1時間目 生命の起源について

ギリシャ時代の自然発生説と、それに対する反論(パスツールの実験)。化学進化について。

2時間目 最近のトピックスを用いて

「銀河系でのギ酸メチルの発見」と「隕石中で発見された生物らしき痕跡」についての紹介。 3時間目 宇宙生物学とは

宇宙生物学という新しい学問分野の紹介と、質問の検討。

■実施概要

テーマ:宇宙生物学とは

日時	平成 20 年 11 月 11 日(水) 10:35~12:15 (講義 1)、14:20~16:00 (講義 2)			
場所	本校 生物教室			
講師	林 左絵子 准教授(国立天文台 ハワイ観測所・理学博士)			
参加人数	講義 1:5 年生物選択者 39 名(男子 11 名、女子 28 名)			
	講義 2:5 年生物選択者 20 名(男子 9 名、女子 11 名)			
構成	1.自己紹介 2.特別講義 3.質疑応答			

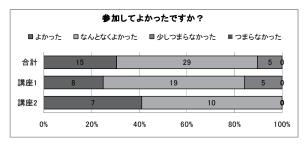
■授業内容

- 1. 自己紹介
- 2. 特別講義 (講義中、質疑応答を適宜行なった。)
 - ① 生命体を構成する物質は宇宙にある
 - ・ 宇宙で観測されている有機物について
 - ・ 宇宙における水(氷)の存在について
 - ② 宇宙での物質の探し方
 - ・ 直視分光計を用いた実験(地球上にいる生物 が利用している波長の確認)
 - ・ 光 (波長) によって物質を探す方法を考える→ 現在行なわれている方法の紹介
 - ③ 国立天文台ハワイ観測所について
 - ・ 天体望遠鏡「すばる」の紹介
 - ・ 天体観測所で働く人々の紹介
- 3. 質疑応答
- ■実験・講義の様子

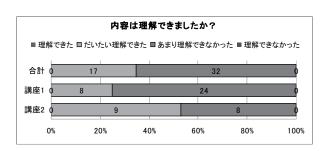




■生徒の感想(アンケート集計は、回収数である)







- ・講義を聞く前は、「宇宙生物学」が何か分からなかったけど、講義を聴いて、話は私にとって難しかったけど、なんとなく「宇宙生物学」というのがどういうものなのか分かった気がする。
- ・「生命はいると思う」という先生の回答をお聞きして、改めて本当にいるのかなと考えてみた。私 は何かの生命は存在すると思う。先生も言われていたように私たちも宇宙人なわけだし。
- ・最近よく思うのが、科学者って人間の生活のために本当に研究しているのかなあって感じる。結局 科学者は自分のために研究しているだけ?とかって思う。でも、宇宙のことはやっぱり人間に関係 しているんだと思った。
- ・自分のぜんぜん知らない世界を教えてもらって面白かった。宇宙の生物のことをもっと知りたいと 思いました。でも、何億光年という距離はスケールが大きすぎて想像するのが難しかった。
- ・地球の進化と宇宙の進化の深さを考えた。
- ・地球に生命が誕生して、今まで存在し続けていることは、珍しいことなのかと感じた。さらに、人 類がそこに加わって、文明を作っていることが面白いと思う。
- ・ビデオを見ているのとは異なり、その場で質問できるので良かった。
- ・あまり、講義を聞いている感じではなかったけど、遠いところの人とかに講義をしてもらえるのは すごいと思った。
- ・リアルタイムで専門家に質問できたり、講義を受けることができたりするのは良いと思った。
- ・テレビ会議システムはとても良いと思いました。海外と繋がるといろいろな可能性が広がると思う。 国際問題について、他国の人と話してみたい。文化の共有をしてみたい。

■担当者所見

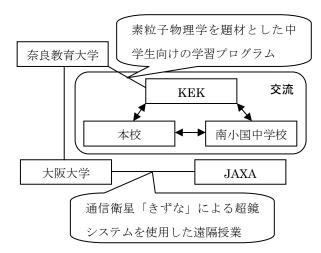
遠隔授業実施に至るまで、メールやテレビ会議システムを使い、講演者の先生と対話しながら何回 も打ち合わせを重ねた。テレビ会議システムを利用した打ち合わせでは、講義する場所の様子を実際 に見ていただいたり、打ち合わせ中に通りかかった生徒が直接林先生と話す場面もあったりと、メー ルだけでは無理な学校の様子を伝えることができ、本校生徒向きの講演をしていただけたように思う。 しかし、遠隔授業後の生徒アンケートでは、内容が難しく理解するのが大変だったという意見が大半 であった。生物選択者であるため、物理的な用語が登場するだけで、自分には分からないと思い込ん でしまう生徒が見受けられた。講座 1 が講座 2 に比べて、「分からなかった」と答えた生徒が多いの も、講座1は文科系進学希望生徒からなっているため(講座2は理科系進学希望生徒)、この拒否反 応が多く見られたのかもしれない。授業内容について、生徒の実態(学力の程度)について詳細に講 師へ伝え、また生徒の身近なものを例に宇宙を想像させるような「実験」をもっと取り入れるなど、 改善の必要性を強く感じた。事後学習で、講師の先生がおっしゃっていた内容やポイントを丁寧に解 説すると、生徒は一様に納得した顔を示し、「遠隔授業のときにそのような解説を入れて欲しかった。」 という意見がでた。遠隔授業での講義の方法として、遠隔授業を受けている生徒とスクリーンに映し 出されている講師が同じ実験をし、実験の方法説明や生徒への指導は担当者が行い、講師はその様子 を見ながら適宜アドバイスを入れる。そして、実験の考察のときに詳しい解説やこの実験が現代科学 においてどのように利用されているか、生徒の生活とどのように関わっているか語ってもらうなど、 講師と担当者がともに生徒に講義する形式が有効なのかもしれない。

3. 南小国中学校・高エネルギー加速器研究機構(KEK)との素粒子遠隔授業

近年、日本では南部陽一郎氏、小林誠氏、益川敏英氏がノーベル物理学賞を受賞するなど素粒子研究が注目を集めている。素粒子研究は、宇宙の謎を解明する大きな鍵となるもので、この研究の拠点となった日本の研究機関が KEK である。

今回、本校と熊本県南小国町立南小国中学校および茨城県つくば市にある KEK の 3 地点を結び、超鏡システム (ハイパーミラー) を利用して遠隔授業を行い、素粒子研究を研究者の指導のもと他校の生徒とともに共同で学習した。

素粒子研究の教材開発は奈良教育大学の協力のもと、本校の教員が行った。前期課程生であることを重視し、難解な内容をできるだけわかりやすく理解できるように工夫した。普段の生徒のようすを知っている教員が生徒の目線で教材に手を加えていった。なお、ハイパーミラーによる通信については、大阪大学および宇宙航空研究開発機構(JAXA)に協



■実施概要

力していただいた。

テーマ:見えない世界を見る -ノーベル賞を読み解く-

日時	場所	参加生徒	交流先	内容
1月28日(木)	奈良教育大学	3年9名	南小国中学校	1. 学校紹介
13:00~16:00		2年2名	KEK	2. 講義(ミクロの世界の導入)
		1年18名		3. 実習 (霧箱)
				4.講義(小林益川理論と Belle 実験)
				5. 川柳大会
2月20日(土)	奈良女子大学	3年9名	特になし	ワイヤーチェンバーの製作
13:30~18:00		2年2名		
2月24日(水)	本校	3年9名	南小国中学校	課題発表・実習の報告
16:00~18:00		2年2名	KEK	
		1年18名		

■講座内容

第1回

- 1. 学校紹介
- 2. 講義(ミクロの世界の導入)
- ①人間が考えてきたこと

大きいこと(宇宙・時間)…この世や我々はどうして生まれてきたか? 小さいこと…物をどんどん分けていくと何になるか? ②我々は何からできているか

細胞→分子→原子→原子核(と電子)→陽子と中性子→クォーク これ以上分けられない

3. 実習 (霧箱)

霧箱をライトで横から照らすと、霧の線が見える

- 4. 講義 (小林益川理論と Belle 実験)
- ①霧箱で見えた霧の線の正体はアルファ線である
- ②もっとも大きなこと(宇宙)ともっとも小さなこと(素粒子)が密接に結びついている
- ③1964年にエネルギーから物質を作る素粒子反応(CP 不変性の破れ)が実験的に発見された
- ④1974年に小林益川理論を発表

3つしか見つかっていなかったクォークには、他に3つの未発見のクォークがあると予想

- ⑤1974年にcクォーク、1977年にbクォーク、1990年にtクォークを発見する
- ⑥b クォークは、どのクォークとも親密な関係がある→b クォークで小林益川理論が検証できる
- ⑦1990 年頃、b クォークを含む B 中間子を発生させ、そのふるまいを測定する実験の準備が始まる → KEK B ファクトリ (B 工場) 直径 1km 1 秒に 100 個もの B 中間子の現象を発生
- ⑧まだ分かっていないこと→宇宙にある物質の4%しか観測していない
- 5. 川柳大会

本日の講義の感想を川柳で表現する

第2回

ワイヤーチェンバーの製作

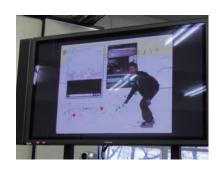
ワイヤーチェンバーを製作し、粒子の飛跡を観測する。

第3回

課題発表・実習の報告

第2回の実習に参加した生徒は、観測結果を発表する。第1回のみに参加した生徒は、第1回の 講義を受けて、自分なりに調べたことについて発表する。

■実験・講義の様子(第1回)







■生徒の感想

- ・KEK の方にハイパーミラーを使って、実験器具を指差しながら説明してもらえたことがとても分かりやすかった。
- ・日本にあんなにすごい研究所があることを知れてよかった。
- ・熊本の生徒さんと交流しながら授業ができて楽しかった。学校交流はまたやってほしい。もっと熊本の人と話がしてみたい。

■担当者所見

素粒子物理学という難しい内容を、霧箱を使って分かりやすく説明していただき、生徒たちも興味をもって取り組むことができた。特に霧箱の実習は生徒の関心が高く、またやってみたいという声も多数あった。さらにハイパーミラーで3地点の映像や事前に準備した背景が合成できるなど、今までに体験したことのない画期的なシステムに生徒は大変驚き、興味を示していた。

この遠隔授業を行うにあたり、教材開発というソフト面とハイパーミラーや衛星通信というハード面において多くの時間と労力を費やした。まずソフト面では、前期課程生に素粒子物理学を教えるために、どのような教材がよいのかなど、本校教員と奈良教育大学の関係者で何度も話し合いながら教材開発を進めていった。ハード面では、機材の設置に予想以上に大掛かりな準備が必要となり、大阪大学やJAXAの関係者が何日もかかって設置しなければならなかった。

4. 成果と今後の課題

今年度は、遠隔授業を前述したものをあわせて合計 6 回実施することができた。 テレビ会議システムを利用した遠隔授業は下記の 4 回である。

2009年7月7日(火) (8:45~10:25) 対象;5年地学選択者22名(男子11名、女子11名)

2009年11月11日(水)(10:35~12:15) 対象;5年生物選択者39名(男子11名、女子28名)

2009年11月11日(水)(14:20~16:00) 対象;5年生物選択者21名(男子9名、女子12名)

2009年12月22日(火)(10:00~12:00) 対象; 3, 4年NSL講座受講者9名(3年6名、4年3名)

今回は初めての試みであり、テレビ会議システムが常に稼動しているスバル天文台の良好な環境であったため、すべての講義において同じ講師に授業をお願いした。第1回目の授業では、通常授業とは関係なく、天文台の仕事や研究(天文学)について紹介してもらう、いわゆる投げ込み授業とよばれる形式で講義していただいた。生徒たちが実際に行くことができないようなハワイの天文台からの研究者による講義は、生徒たちの学問への興味関心を高める機会となった。第2回目と3回目の講義は前述したとおりである。そして第4回目の授業は、今までの講義とは異なり希望者対象の少人数による遠隔授業を行なった。講師と生徒の距離が最も近く感じられる遠隔授業であった。

遠隔授業を実施するに当たって、テレビ会議システムの形態上、先生は画面から出てこない。そのため、スクリーンに映し出された映像(人物)が語っているといった、ビデオのような授業になってしまうのではないかと危惧していた。実際授業を実施してみると、生徒の感想にもあるように、一方的な講義ではなく、その場で直接先生に質問をすることができ、生徒は授業を楽しんでいるようであった。しかし、先生1人に対して多数の生徒という形態については問題点が見つかった。テレビ会議システムのビデオカメラが写すことのできる範囲は限られており、20人を越えてしまうと、生徒一人ひとりの表情を講師の先生が捉えることはできず、授業に参加しているという実感が少なかった生徒もいた。テレビ会議システムを利用した遠隔授業の場合、少人数の生徒対象(最多でも12人まで)に行ったほうが効果的であると思われる。特に今回の遠隔授業が、研究者と対話しながら生徒に発見させることが目的であったため、より講師の先生を身近に感じて対話しやすい雰囲気を作るためにも、少人数で行なう必要があった。そして、画面上の相手と画面前の聴衆との距離感を縮め、より円滑にコミュニケーションをとるためには、今回実施した超鏡システムは有効である。

テレビ会議システムを利用した授業は、講義をしてもらい難い研究者と、色々な質問を直接しながら時間を共有できるところに大きな利点があるのだと再確認した。この利点を有効に働かせるような講義形態を今後も検討していきたい。

第4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21年7月22日午前、23日午前、24日午後		
場 所	奈良先端科学技術大学院大学(NAIST)		
講 師	Steven Nishida(物質創成科学研究科英語教授)		
	本校生徒7名(4年)		
参加人数	他校生徒3名(奈良高校1年1名、西大和学園高校2年2名)		
	本校引率教員1名		
構成	ワークショップ		

■ 講座内容

<1 目目>

OWarming up

緊張を解きほぐし、良いスピーチをするための準備体操を行なった。相手に名前を覚えてもらう ための工夫として、自分の名前にイニシャルで始まる形容詞をつけて自己紹介を行なった。

OPosture and Eye contact

良いプレゼンをするための姿勢の基本について、プレゼン中の eye contact の重要性について、 講義を受けた。

- ・ 基本姿勢の作り方
 - ① リズムをつけて、1,2で両足を肩幅ほどに開いて位置を決める。
 - ② 3,4で背筋を伸ばし、両手を前で組む。
 - ③ 両肩を後に引いて胸を張る。
 - ④ あごを引き、息をすべて吐き出し、息を深く吸い込む。
- ・ 手は前で組むのがよい。手をポケットに入れたり、ボタンをさわったりするのは非常に目 障りである。
- ・ 笑顔をつくり、eye contact を聴衆ととることで、過度の緊張を防ぐことができる。
- ・ Eye contact は、左右、中央の聴衆とランダムにとり、1 人を見つめる時間は $2\sim3$ 秒(相手が自分を確認できるくらいの時間)をとる。
- ・ 笑顔をもって見つめれば、たいていの人は笑顔で返してくれる。 聴衆の笑顔を見れば自分 の緊張もほぐれる。
- ・ 話すことを忘れてもきょろきょろしたり、苦しい顔をしたりせず、笑顔で聴衆を見て落ち着くこと。
- ・ 間違えたら、落ち着いて言い直せばよい。

OExamples of *good and not so good* presentation

実際にプレゼンテーションをビデオで鑑賞し、良い点や悪い点を指摘しあった。ビデオは、「www.jagamache.com」、「Steve Jobs の iphone 発表」、そして「TED(Technology Entertainment Design)のホームページから、Larry Lessig、 Hans Rosling のプレゼン」を視聴した。プレゼンテーションでのスライドの役割は、聴衆の理解を助けることであり、スライドは文字を少なくし、グラフや図は見やすくすること。そして、アニメーションも有効であると説明があった。また、スラ

イドから発表者に注意を戻すことを忘れてはいけないと指摘があった。

OPut in practice

Posture と Eye-contact を取り入れて、一人ひとり自己紹介をした。

<2 日目>

- OWarming up
- OThe importance of all the three presentation areas

メッセージには、「Physical Message」「Visual Message」「Story Message」の3つの要素がある。今回の講座では、Physical Message を主に学んだ。Physical Message には「Posture」、「Eye Contact」、「Gestures」、そして「Voice Inflection」と重要な要素が4つある。口頭発表では特に、「数を示すとき」や「強調するところ」、「形や動きを示す」、そして「比較を示す」ところでGesturesを入れることが有効である。また単語を強く発音したり、単語をのばしたり、単語の前に一服おいたりする Voice Inflection は発表にリズムをつける点で有効である。

OLunch time (All English)

12 時~13 時までの 1 時間、食堂 2 階カフェテリアで毎週木曜日に行われている昼食会に参加した。NAIST の研究者は、ここで英語のみの世界を体験する。

<3 日目>

- OWarming up
- OPut in practice

2日間学んだことを取り入れて、一人5分くらいのスピーチをした。

■ 講義の様子



まずは準備運動から



英語だけの昼食



図を指すときも前を向いて



プレゼンテーション

■ 担当者所見

プレゼンテーションはこうあるべきだということを、体で習得できる素晴らしい講座であった。今回は、参加者を英語でのプレゼンテーションを予定している生徒に限定した。しかし、英語、日本語に関わらず、プレゼンテーションをする予定の生徒、すべてが一度は受講するとよいと思われる。

第5節 サイエンスカフェ

■ 実施概要

テーマ:有機薄膜太陽電池

日時	平成 21 年 11 月 21 日(土) 9:30~12:00		
場 所	奈良女子大学附属中等教育学校 食堂		
ゲスト	佐川 尚(京都大学エネルギー理工学研究所 准教授・工学博士)		
参加人数	本校生徒 21 名(4 年「科学と技術」選択生)		
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		
	④ 全体のまとめ		

■ 実施内容

佐川尚先生をゲストとしてお迎えし、有機薄膜太陽電池についての研究の様子をお話しいただいた。生徒が気軽に発言できる場の雰囲気作りから始め、科学者と向き合い、科学について語り合うサイエンスカフェという形態で実施した。講演をもとに、生徒はゲストの他、他校教員を交えてこれからの太陽電池について語り合った。生徒は現在持っている黒くて四角いパネルといった太陽電池に対するイメージとは違う、着色可能で曲げることのできる有機薄膜太陽電池に、新しい用途の着眼点を持って、ゲストと語り合った。

ゲストから提供された話題は以下の通りである。

○「太陽からのエネルギーの大きさ」

太陽からのエネルギーの大きさと、太陽電池の現状などについて、最新の研究事例を紹介していただいた。生徒は太陽電池の普及状況や普及しているシリコンパネルタイプの発電の仕組みなどについて学んだ。

○「世界の動向と日本の目標 P V 2030」

太陽電池の課題となっている電気への変換効率の研究の様子や、2030年を目標とした普及計画について、国際的な視野で太陽電池研究を語っていただいた。

○「いろいろな太陽電池」

有機薄膜太陽電池についてセル構造と発電の仕組みに触れ、これからの太陽電池としての展望について学んだ。生徒には黒いパネル形状のシリコン太陽光発電のイメージしかなく、着色が可能で形状もフレキシブルな新しい太陽光発電にこれからの可能性をみた。

次にゲストから与えられたテーブルトークのテーマは以下の通りである。

- 〇「 CO_2 (温室効果ガス) の排出削減目標 25% (2020 年まで) について、支持する理由と反対 する理由のリストをそれぞれ作ってみましょう。
- ○「それを解決する方法の一つとして、新しい太陽電池をどのように利用すればよいですか?」

■ サイエンスカフェの様子









■ 担当者所見

高校生自らコーディネートするサイエンスカフェを実施した。サイエンスカフェとは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を設定するものである。生徒はゲストとして招く研究者とのテーマの交渉から会場設営企画までを分担した。ゲストとの交渉では、サイエンスカフェの実施形態や、講演を聞いた後に自分たちで話し合うことの重要性など、サイエンスカフェの目指すところをゲストに丁寧に伝えようとする姿が印象的であった。会場設営企画では話しやすい雰囲気作りのために、食堂という場所の選定や、気軽に話せる雰囲気作りの中にも、食べる音が講演の邪魔にならないお茶菓子の選定など、細かな気配りの話し合いができていた。

今回実施した有機薄膜太陽電池というテーマは、一般に広く普及の始まったシリコンパネルタイプの太陽電池ではなく、安価で製作時のエネルギー消費の少ない太陽電池である。生徒はその研究の存在を知ることから、自らの考えを述べ、また研究者やサイエンスカフェに参加した全く違う立場の大人から発せられる発言を受け止める。そういった双方向の取り組みが、知識をより深めながら、豊かな科学的発想へとつながっていった。有機薄膜太陽電池は生徒自ら試作することが可能であり、今回のサイエンスカフェを受け、生徒は実際に製作・測定を行い、新たな課題発見や代替エネルギーへの可能性について深化させていくテーマを設定することができた。

第6節 フィンランド教員研修

■実施概要

本年度は、自然科学リテラシーの育成にあたる教員自身の自然科学リテラシーに対する理解を深めることを目的として、PISA 型学力が高いとされているフィンランドにて教員研修を行うこととなった。本節では、その過程と成果について報告する。

目的	ESD の精神を重視した授業を研究・実施するにあたり、PISA 調査での成績がトップ			
	であり環境教育を重視しているフィンランドの授業および公共教育施設を研究する。			
	また、数学的リテラシー・科学的リテラシーをキーワードとして、フィンランドの授			
	業研究をし、本校が実施する授業との比較研究をする。			
日程	2009年10月3日(土)~10月9日(金)			
場所	フィンランド共和国 ヘルシンキおよびタンペレ			
参加者	教員3名(数学科2名、理科1名)			
内容構成	1日目 関西国際空港からヘルシンキ国際空港へ移動(機中泊)			
	2日目 ヘウレカ科学センター訪問、ヘルシンキ市内視察			
	3日目 サンモン高等学校訪問および授業見学、研究協議、ヘルシンキ市内視察			
	4日目 プーニキ中学校訪問および授業見学、研究協議、タンペレ市内視察			
	5日目 アレキサンチェリン小学校訪問および授業見学、研究協議			
	6日目 (午前)タンペレ大学訪問および研究協議			
	(午後) ヘルシンキ市内で理科・数学の教科書購入			
	7日目 ヘルシンキ国際空港から関西国際空港へ移動(機中泊)			

■研修記録

(1) ヘウレカ科学センター訪問

ヘウレカ科学センターは、ヘルシンキ郊外にある体験型の科学博物館である。設立までに、移動展示やリサーチを十分した後の 1989 年設立された。スタート時は、人口 520 万人に対して年間 43 万人の入場者であった。入場料は大人 20 ユーロ、小人 13.50 ユーロである。実験講座ツアー、科学劇場(学年別)、常設展の見学ツアーの3つのツアーが用意されており、小学校5・6年生が遠足や合宿に利用することが多い。職員は、教育学部出身者が多く、一部は元教員である。展示内容は物理系のものが多く、日本の展示方法に似ていた。ただし、自国の科学に関する歴史の展示は少なく、テーマや展示内容の脈絡はあまり見られなかった。子どもたちが楽しんでいるだけでなく、一緒に来ている親も楽しんでいる様子が見られた。今まで見たことのない展示内容は、授業に応用可能なものがあった。



(2) サンモン高等学校訪問

サンモン高等学校は、ヘルシンキ市立の高等学校である。フィンランドでは、高等学校は基本的に進学校である。全校生徒数はおよそ 700 名である。この学校は特にスポーツに力を入れている。 1 コマ 75 分授業であり、卒業要件は 72 単位である。必修科目と選択科目があり、1 年を 5 期(1 期 18 時間)のピリオドに分け、ピリオドごとに自由科目を選択履修する。施設の特徴としては、市立図書館の分館が併設され、学校図書館を兼ねている。

まず、2年物理の授業を観察した。内容は運動学の導入(平均の速さなどの基本概念の習得)であった。この授業は選択授業であり、22 名(うち女子4名)で構成されている。生徒はノートをとり、プリントを用いない。練習問題も教科書にあり、宿題もその中から出される。また、生徒実験はなく、全体で代表者または教師が実験を行う。その結果をもとに、平均の速さや速度などの概念を定着させようとした。生徒の理解度の把握と内容の定着のために、教師は常に発問していた。それに対して、生徒は積極的に挙手をする。パソコンにより実験データをすぐに授業に取り入れて、生徒に配布していた。パソコン、パワーポイント、OCRを有効に活用しながら授業をしていた。

次に2年数学の授業を観察した。内容は累乗根、指数・対数に関する章の導入であった。導入は身近な問題ではなく、演算の拡張としての数学的な内容を用いていた。全体として、この授業は日本の公立学校における数学の授業と大差は見られず、導入にも工夫が感じられなかった。また、生徒が全員グラフ電卓を所持しており、机上に準備していた。ゆえに、グラフ電卓をよく利用している様子が窺われ、グラフ電卓の操作も慣れている様子であった。しかし、論理的な説明や証明より、電卓で求められたものは正しいという確認方法が採られていたことには疑問を感じた。授業における電卓のウエイトがすごく高いように思われる。

協議において、小中学校では問題解決を重視した授業をおこなっているが、高校では専門性を取りいれた授業が多いという状況を説明していただいた。フィンランドは小学校から中学校にかけて問題解決を重視している。反面、数学の専門性に対する意識や能力が低くなってしまう。さらに、問題解決の重視といいながら、文脈を理解せず解決することが可能になる生徒も存在してしまうという課題もあることがわかった。





(3) プーニキ中学校訪問

プーニキ中学校はタンペレ市立の公立中学校であり、390 名の生徒と 40 名の教師が在籍する。特徴は音楽クラスがあること、およびフランス語で授業をする 40%のクラスがあることで、となりの小学校からの小中一貫校であるが校舎は分かれている。小学校から中学校へ上がることの弊害はない。高い進学率を誇り、PISS 調査でも良い成績であったそうである。

まず、7年生(中学1年)の生物の授業を観察した。2時間連続の貝の構造に関する授業であった。

はじめに紙に書いてある貝の図に色を塗り、組み立てていた。その間に生徒は貝に関するさまざまな質問をし、教師はそれに答えていた。途中で実物を回覧したり、スクリーンに貝の図を映し、部分の名称を説明したりしていた。模型を組み立てながら貝の部分に興味を十分持たせたうえで、貝の部分の名称や働きを説明しているので、生徒は、強い関心を最後まで示していた。質問内容も多方面にわたり面白いものであった。

次に8年生(中学2年)の化学の授業を観察した。内容はイオン結晶の化学式のまとめである。まず実験を行い、その後塩の化学式の作り方を日本の高校と同じように説明した。授業に集中していない生徒もいた。難しい内容のところだったが、そこを工夫しているのを観察したかった。問題解決を重視している授業ではないように思われたが、それは先生の個性によるのであろう。1クラスの生徒数は19人であった。これでもまだ多い方であり、国の標準は16人くらいということである。

最後に8年生の数学の授業を観察した。内容はべき乗の計算である。OHPで記号の説明を映し、生徒はそれをノートに一生懸命に写していた。負の数のべき乗の指数が偶数か奇数かによってどうなるか考え、奇数の場合について特徴付けることを強調していた。普通の授業であったが、説明のあとに一つ一つ例を挙げながら定着を図り、誤答例も多く出しながら説明していた。

フィンランドにおいても、教師によって授業の個人差が大きいようである。問題解決型の授業ばかりではなく、知識の定着を主眼とする授業も多く行われている。









(4) アレキサンチェリン小学校訪問

アレキサンチェリン小学校はタンペレ市立の公立小学校であり、前日に訪問したプーニキ中学校に接続される小中一貫の基礎学校の小学校の部分に相当する。音楽クラスとフランス語の授業がある。

まず、音楽クラスでの生物の授業を観察した。宿題の確認から始まるが、やり忘れが多いので注意されていた。教師は板書をせず、生徒は一生懸命教師の話を聞く習慣が3年生からつけられていたようで、大切なところをノートにメモしていた。内容は、一週間ほどの自然観察の遠足の後の理

論的補足の時間である。授業中も公園へ行って観察することが多いようであり、登下校時や休憩時間にも自然観察をするように推奨しているそうである。発問は、「なぜ」の形の問いが多かったため、板書していないのに、生徒は最後まで集中して、自分の意見をどんどん発表していた。教師がそれぞれ目標を持ち、個々のキャラクターによって授業を行う自由を国が補償しているという。最後に、教室の外のオープンスペースに集合し、合唱をしてくれた。

次に、算数の授業を観察した。内容は割り算の筆算の導入である。こちらの授業は板書が意識されて書かれていた。定規を使って線を引き、字もはっきり読みやすく書かれていた。筆算の手順もきっちり明記されていた。机間指導を丁寧に行い、基礎問題は全員解答し、余裕のある生徒は発展問題を自主的にするよう指示を出していた。また、欠席者用のテキストがあり、週に2回休むと別室で別の先生が補習授業してくれるそうである。ただし、この授業も問題解決型の授業ではなく、解き方重視の進め方であり、授業中に筆算の必要性が述べられていなかった。他人の授業は見たことはないという点が協議で話題になった。生徒のテスト結果で自分の教え方を評価して改善するということである。教科書は、学校の中でも同じではなく、教師ごとに選んでいて、基本は最初に教えて、応用は後で教えるという指導方針であった。









(5) タンペレ大学訪問

4日目はタンペレ大学を訪問して、数学教育が専門である Päivi Portaankorva-Koivisto 先生からお話をうかがった。フィンランドでは、就学前教育をおよそ 95%が受けている。小中学校は「基礎教育学校」として1年から9年生まであり、進学できなかったまたは進学しない生徒のために 10 年目が用意されている。

はじめに、フィンランドの教育システムについて説明していただいた。まず、就学前教育があり、初等教育として9年間の基礎学校課程がある。基礎学校から中等教育段階への進学は、高等学校と職業学校の2通りの教育課程がある。それぞれに間で移動することや両方で並行して学習することも可能である。また、高等教育としては大学と高等専門学校がある。もちろん職業学校から大学へ入るこ

とも可能であるが、いくらかの制限があるということである。

次に、フィンランドにおける教員養成を中心にお話を伺った。フィンランドでは、就学前教育や幼児教育の教員は学士の資格があればよく、他の種別の教員は修士であることが必要である。小学校教員(クラス担任)はすべての科目を教えなければならないため、別の教員養成課程がある。教員養成について、幼児教育は3年間、他の種別の教員は5年間最低でも教員養成課程で学習しなくてはならず、小学校のクラス担任志望者は教育学で論文を書き、教科指導を希望する教師は専攻ごとに論文を書かなくてはならない。教員の資格をとれば7年生以上で教えることができ、高校でも職業学校でも可能である。大学で数学を教えるためには最優秀の成績でなければならず、数学教育を教えるためには教員としての経歴が必要である。また、職業学校で教えるためには教員にも(職業)資格が求められる。フィンランドでは、学士だけでは社会的な意味があまりない。ほとんどの学生は修士課程まで勉強している。学位は一旦教員や仕事に就き、その後仕事をしながら取得することが多い。修士と博士に分かれたのは2002年からである。

中高の教員養成課程での教育はそれぞれの専攻を勉強した後に行われ、専門の修士号と教育学に関する知識の習得および教育実習の3つの要素が必要である。教育に関する内容は 60 単位分であり、修士までの習得単位は 300 単位である。教育学の 60 単位には、教育学の基礎 (歴史、教育哲学、社会との関連、生涯学習、授業観察など)、教科教育法 (教授法、授業実習など)、教育実習 (総合実習)がある。教育実習は、少しずつの実習を積み上げ合計1年間の実習になり、授業時間は 30 時間分である。なかでも、経験ある教師の授業を観察することが重視されている。加えて、選択科目として最近の教育での問題点を扱うものが多い。例えば、基礎教育学校の問題点、特別教育、メディア教育、多文化理解などに関するものである。小学校教員の場合は美術、音楽、裁縫、体育などについての学習も行わなくてはならない。物理や化学の専門的な実験は、教育学部ではなく各専攻の設備を利用している。このように、副専攻を勉強して複数の教科の免許を持つことで、科目間の関連や応用についての視野が広くなるという考え方が国全体で共有されている。

最後に、本校側から日本の理数教育の現状を説明し、フィンランドの状況と比較しながら、Päivi Portaankorva-Koivisto 先生の見解をうかがった。まず本校から、生徒の理数嫌いをなくすためには PISA 型の授業が有効であるという考えに基づき、授業研究をしていることを報告した。そして、日本では調査のたびに成績が低下しているという状況を説明した。また、日本の理数に関する成績は良く問題を解くことができるが、理数が好きであるという生徒は少なく、社会的にも文系傾向が強い。このような状況は理系を専攻すると勉強が難しい、あるいは社会のトップに文系出身者が多いなどという社会的背景も影響していると考えられる、という内容を説明した。

これに対して、Päivi Portaankorva-Koivisto 先生から、日本は、PISA では成功していないが、TIMSS では成功しているという事実と、フィンランドでは、逆に TIMSS で成功していないという事実が指摘された。これは、各テストの出発点が違うからであり、PISA では数学の応用を出発点としている。フィンランドでは、数学の応用面が重視され、数学は役に立つ学問として、生活に密着した内容を学習しているからよい結果を得た。これに対して、TIMSS では数学的な考え方が出発点であり、フィンランドではそこまで数学的な考え方を求めていないからと考えられる。さらに、理数に興味を持ち続けるための方策について、いくつかの要因が考えられると解説された。1つ目に、教員に高い教養があり、専門知識が豊富で面白く生徒に伝えることができる。2つ目に、教科書が大変工夫されている。教科書自体が興味を引く問題・課題設定に作られている。3つ目に、社会の中で理数が高く評価されることである。実際に、社会的にも数学の実力が求められる場面が多い。例えば、高等

学校では難しいコースの悪い成績でも、簡単なコースの良好な成績よりは評価される。社会的な成功のためには、数学の成績が良くなければならないことが広く認知されている。また、フィンランドでは数学や理科を学習することに対して、大変尊敬を集めている。社会のトップにも理系出身者が多いそうである。

一方、ある調査によると、フィンランドでは言葉で数学の問題を出した場合と式で問題を出した場合の正答率を比較すると、言葉で出題した方の正答率が高いということである。式表現から機械的に処理することを重視していないためであり、日本とは正反対である。フィンランドの子どもたちは、規則を覚えることは苦手であるが、問題を読んでどのように解こうかと考える姿勢が身についている。具体的には、「テーブルの飴を3人で分けましょう」というとすぐに解決できるが、「この数を3分の1にしましょう」といわれると、何をしているのかを見失いがちになるとの報告があった。

フィンランドでも、教員になってから協同で授業を作り上げることは求められるが、このような教 員間の協同活動は勤務時間の中には含まれていないため、自由時間内に行うことになり、興味のある 者だけが行うことになるということであった。





■研修の成果

この研修により、PISA 調査で優秀な成績を収めているフィンランドの小・中学校では問題解決型 (PISA型)の授業を重視し、高校では専門性を重視する教え方であることがわかった。しかし、小・中学校ではすべての授業が問題解決重視かというと、決してそうではない。大きな特徴として、教師の教科書への信頼が深く、教科書の記述は豊かであることが挙げられる。執筆者のグループが構成した授業内容や授業の進め方などがそのまま教科書に反映されているので、使う側は安心して活用できている。また、教員の資質が高いのは確かであり、教師の自覚と責任感が非常に強いことも特徴的である。教えるべき内容について大枠は決めているが、それ以外の部分は自由度を与えるという国の方針が明確であり、教育現場にも徹底されている。本校でもフィンランドの教科書を購入しているので、教科書の内容を研究する予定である。

また、日本と大きく違う側面として、教員の自主研究に対する支援体制が充実していることと教員 養成の充実した体制がある。加えて、教育実習の期間が長く、授業観察や実地実習の機会が非常に多い。教員は専門性を伸ばすためにも副専攻を履修する必要があり、修士号を取得する。1年間をかけて教育実習を行うことは我々にとって大きな驚きであった。さらに、理科や数学が「役に立つ教科」として、社会的に高く評価される風潮であることを聞き、社会全体の理数に対する認識の差の大きさを感じた。今回のフィンランド研修を、理科・数学科の教員だけではなく、学校全体に還元し、問題解決型の授業を推進するために、フィンランドの教科書分析やビデオ記録による授業分析を通して、指導内容と指導方法の検討を行う必要性を再認識した。

運営指導委員会 記録

運営指導委員会は、大学教授・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。今年度は第1回を7月23日に実施し、第2回は公開研究会と共に行い貴重なご意見を多く頂いた。下記は第1回における記録である。

■ 第1回運営指導委員会実施概要

日 時	2009年7月23日(木) 14:00~17:00						
場所	本校会議室						
参加者	本校;管理職、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(敬称略);森本弘一(奈良教育大学)、上野健爾(四日市大学)、 三村徹郎(神戸大学)、松田 覚(奈良女子大学)						
構成	1 本年度の概要説明						
	2 SSH5 年間の総括						
	3 自然科学リテラシーの総括と課題						
	4 次年度以降の SSH 研究について意見交換						
	5 運営指導委員からの助言						

今年度は最終年次の5年目であり、5年間の総括と評価および課題について報告が行われた。SSH 全体の成果を報告したのち、理科から科学的リテラシーに関する評価と課題、数学から数学的リテラ シー育成のための取り組みと評価などが報告された。

さらには次年度以降、SSH 研究をどのように進めるかについて意見交換が行われた。次期 SSH 申請については、昨年度末から若手教員を中心に議論してきた。さらに理数会議で全員の意見を集約し、運営指導委員会で次期 SSH 案を示す運びとなった。その結果、ESD・授業研究・国際交流・高大連携などを研究課題として取り組み、事業内容の一つとして対話型授業等を行うことで、生徒の科学的思考力を育成したいという提案を行った。この提案を受けて、今後どのような方向で SSH 事業を推進すべきかについて意見交換が進められた。

■ SSH5年間の総括に関する質疑応答

(質問) SSH カリキュラムで育ち、卒業していった生徒たちはその後どういう道へ進んでいるか? (答) SSH カリキュラムを受けて卒業していった生徒たちは今、大学生である。主に、サイエンス研究会で活躍した生徒たちは理工学部へ進み、ロボット・コンピュータ・物理などを専攻している生徒が多い。ごくわずかだが、サイエンス研究会に所属し活躍した生徒の中に文系学部へ進む生徒もいる。 (質問) サイエンス研究会の生徒で、各種コンクールで入賞する生徒は理科の生徒が多いようだが、数学はないのか。

- (答) サイエンス研究会の数学班も活動を行っている。数学というのは、知識を体系的に積み上げているであり、そこまでたどり着くことはなかなか難しい。
- 自然科学リテラシーの総括と課題に関する意見および質疑応答
- (意見) 自然科学リテラシーを、さらに数学的リテラシーと科学的リテラシーにわけるのは疑問である。数学的活動にしても、数学的リテラシーおよび科学的リテラシーの双方を育成できるものであることが挙げられる。
- (質問) 科学的リテラシーのプロセス 1,2,3 の、授業ではどのプロセスが多く取り入れられているのか。

- (答) プロセス1と2がほとんどである。多い順に、プロセス1,2,3となっている。
- SSH 運営指導委員からの指導助言および質疑応答

【現在の SSH に関する指導助言】

- ・ SSH の成果をどこへ位置づけるかがあいまいである。入学者数の増加、"スーパー"な生徒の育成、サイエンスに興味がある生徒を増やす、拠点校として情報発信すること…など位置づけ方はさまざまである。
- ・ 今回のSSHのテーマである「自己学習力」について、それをどう評価するのかがポイントである。
- ・ 保護者に対して、高度な取り組みを行っているということをもっとアピールしてもよいのではないか。
- ・ サイエンス研究会の生徒の一部が大きく取り上げられる傾向があるので、裾野を広くするという 意味でもバランスが必要である。

【次期 SSH 案に関する指導助言】

- ・ 2-2-2 制のカリキュラムは、あまり意味がないのではないか。早い段階で、高度な科学に接する機会を与えていくことが大事であり、スパイラルに知識を積み上げていくことが必要である。
- ・ "スーパー"とは何なのか?よい意味で、スーパーなオタクを作ることか?科学的な人間を多く 育てることが目的なのか?次期 SSH ではそこを明確にすべきではないか。
- ・ 文理系問わず、論理的に思考する力が大切である。そこを体系的に積み上げることが、今後の課題ではないか。
- ・ 英語教育について、もっと大学を活用してほしい。高大連携をうまく行うことが必要である。
- ・ 理数に長けた生徒を育てることも大事だが、「教師のための SSH」を強く押し出したらどうか。 提案があった授業研究はまさにそれに当たるのではないか。人生を決める上で、中高の教師の影響は大きい。授業を工夫することで生徒も伸びる。
- ・ 対話型授業はおもしろい。一年かけて教師と生徒が学びあう場になるとよい。
- 教材集のような冊子を作るのはどうか。研究を外部へ還元することができる。
- ・ 後期課程生が前期課程生を教える時間を設けるのはどうか。

【本校教員から運営指導委員への質問事項】

- (質問) 次期 SSH のテーマについて、今のところ「ESD」や「リベラルアーツ」が挙げられているが、 それらが現在のテーマである「自己学習力」にとってかわることができるのか。
- (答) 本質的には「ESD」や「リベラルアーツ」で十分問題ないのではないか。
- (質問) 本校教員の中には、国際交流は負担であると考える者もいる。国際交流の是非について伺いたい。
- (答) SSH で国際交流を行うことで、何がプラスになるかを考えなければならない。文部科学省は、英語で発表でき、海外でも通用する生徒を育成したいと考えている。国際交流は、すべて校内で解決するのは難しいので、もっと外部と連携してみるとよいのでは。次期予算で、SSH コーディネータを雇うのはどうか。
- (質問) 次期 SSH の研究課題として授業研究が取り上げられているが、研究課題となりうるのだろうか。申請したら通るのか。
- (答) 教師が研修した結果を生徒へおろす。そこから実験・教材開発することが大事。授業研究は教師であれば必ず行わなければならないことであるが、申請するのであれば文章を工夫しなければならない。

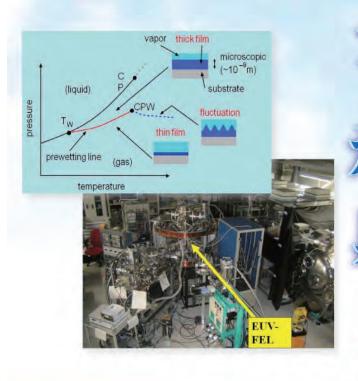
2009年度教育課程

奈良女子大学附属中等教育学校

学年	1年	2年	3年	4年	5年		6年		
時間	共通	共通	共通	共通	文系	理系	文系	理系	
1 2	国語基礎(4)	国語基礎(4)	国語総合(3)	国訊 巛△/౯\	現代文(2)		現代文(2)		
3 4		情報と表現(1)	表現(1)	国語総合(5)	古典	古典(2)		古典(2)	
5		旧報と衣切(1)	衣切(1)		古典記	古典講読(1)		日本史B(3)	
6	社会・地理(3)	型(3) 社会·歴史(3)	現代社会(2)			HIDE(17	日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) *(3)	世界史B(3) 地理B(3) 政治·経済(3) *(3)	
7	122 20-2(0)			現代社会(2)	化学 I (3) 生物 I (3) 地学 I (3)	化学 I (3)			
8			現代史(2)		地字 1 (3) *(3)	*(3)			
9	基礎数学 I (4)	基礎数学Ⅱ(4)		現代史(2)	日本史B(3)	日本史B(3)	世界史B(3) 政治·経済(3)	化学Ⅱ(4)	
10	·代数 ·幾何	·代数 ·幾何	解析 I (3)		世界史B(3) 地理B(3)	世界史B(3) 地理B(3)	Δ (0)or(3)	$\Delta(0)$ or(4)	
11				代数•幾何Ⅱ(3)	*(3)	*(3)	化学 I (3)		
12	探究数学(1) TT	探究数学(1) TT	代数·幾何 I (2)		世界史B(3)	生物 I (3)	生物 I (3) 地学 I (3)		
13			10数	解析Ⅱ(2)	で発送(3) 文化と社会(3) ム(0)or(3)	生物 I (3) 物理 I (3) *(3)	△(0)or(3)	物理Ⅱ(4) 生物Ⅱ(4)	
14	基礎理科 I (3) TA	基礎理科Ⅱ(4)		η + 1/1 π (2)			基礎理科(2) 発展現代文(2)	至初 II (4) △(0)or(4) - 代数·幾何 IV /	
15		全版空 门 亚(1)	自然探究 I ·地球環境	自然探究 II ・物質とエネル ギー	解析Ⅲ(3) 総合数学 I (3) *(3)	解析皿(3) *(3)	選択漢文(2) △(0)or(2)		
16	音楽(2)		(4)				古典講読(1)		
17		音楽(2)	音楽(2)	·生命科学 (4)	代数·幾何 川 (3)		日本史特講(2) 世界史特講(2) 地理特講(2)	特論(3) △(0)or(3)	
18	美術(2)		日末(2) 美術(2) 生活デザイン(2) *(2) 技術総合 家庭総合 (2)	音楽 I (2)	音楽Ⅱ(2)	(2) (2) 代数·幾何皿(3)	地理符誦(2) △(0)or(2) <u>倫理(3)</u>	解析IV/特論(5)	
19		美術(2)		美術 I (2) 生活デザイン I (2)	生活デザインⅡ (2)		音楽Ⅲ(2) 美術Ⅲ(2)		
20	工創基礎1 生活基礎1	工創基礎2		科学と技術(2) *(2)	\triangle (0)or(2)or(3)		失刑 単位/ 生活デザインⅢ (2)		
21	(3) 4講座	生活基礎2 (2)		家庭総合(2)	Reading(2) $\Delta(0)$ or(2)		数学特論ⅢⅣ(2)		
22	- HI 7	4講座	- 体育(3) 4講座一斉展開	体育(2) 4講座一斉展開	情報B(2)		Reading(2) $\triangle(0)$ or(2)		
24	体育(3)	体育(2) 4講座							
25	4講座	保健(1)	 保健(1)	 保健(1)			体育(3) 4講座一斉展開		
26		PICIO	Integrated	PRIZECTY	体育(3) 4講座一斉展開				
27	Introductry English(3)	Introductry English(3)	English (3)	IE(Reading)(3)			Topic Studies II(3)		
28	少人数	少人数	IE(1) 少人数	1	生活科学(2) 4講座一斉展開				
29	Basic English(1)	Basic English(1)	Basic English(1)	IE(Writing)(1) 少人数					
30	NET(1) 少人数	NET(1) 少人数	NET(1) 少人数	NET(Speaking) (1)	Topic Studies I(3)		Writing(2) △(0)or(2)	Writing(2) 生物 I (2) ム(0)or(2)	
31	道徳(1)	道徳(1)	環境学(2)	世界学(2)					
32	HR(1)	HR(1)	4講座一斉展開	正3下 了 (2)			数学特論 I Ⅱ (2)	数理科学(2) 倫理(2)	
33			HR(1)	HR(1)	Writing(0.5) NET(0.5) *(1)		$\Delta(0)$ or(2)	数学特論 I Ⅱ (2)	
34			道徳(0.5) NSL講座(1)	道徳(0.5) NSL講座(1)	HR(1)		HR(1)		
35	$\Delta(0)$		$\Delta(0)$ or(1)		※テーマ研究(0.5) △(0)or(1) SSHテーマ研究(1)		※テーマ研究(0.5) △(0)or(1) SSHテーマ研究(1)		
36		(1) △(0)or(1)				Δ(0)	or(1)		
短期集中	総合学習探究	総合学習探究	補講	アカテ゛ミックカ゛イタ゛ンス	アカテ゛ミックカ゛イタ゛ンス	アカテ゛ミックカ゛イタ゛ンス	補講	補講	

^{*}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に標記の科目から選択する ※テーマ研究は5年 II 期~6年 I 期

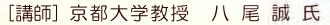
理数講義プログラムI





京都大学 大学院理学研究科 物理学·宇宙物理学専攻 八尾誠教授

1971年奈良女子大学附属高校卒 京都大学理学部入学。同大学院修士課程、 博士課程を経て、1982年京大理博。 ドイツ留学の後、1985年京都大学理学部助手。 講師、助教授を経て2003年京大教授。 2009年より高等教育推進機構副機構長兼務。



[対象]本校生・教職員・保護者・一般

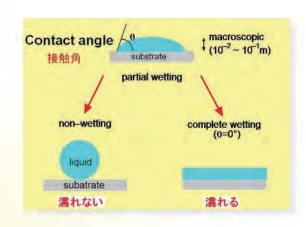
[日時] 2009年7月18日(土)

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







−ミクロ世界とマクロ世界の架け橋−

不規則系とは、液体に代表される乱れた構造を有する物質である。講演ではまず、経済学や生物学を例にとって、ミクロとマクロの違いを述べる。現代物理学の大枠を示した後に、物理学におけるミクロ世界とマクロ世界について説明し、液体研究がその両者をつなぐ一般的な可能性に言及する。次に、具体的な液体研究として「濡れ現象」を取り上げる。濡れは液体が固体基板に広がる身近な現象であるが、現代物理学のフロンティアとして新たな注目を浴びている。まず、マクロの視点から、濡れの度合いを示す接触角について説明し、次いでミクロの視点から濡れ易さに触れる。さらに相転移としての濡れ現象、特にその特異点近傍での振舞へと話を進めていく。そして最後にどんでん返しが待っている。...



奈良女子大学附属中等教育学校 SSH サイエンス基礎講座 2



















どんな話?

タンパク質や酵素が細胞内で合成され、そ の生理機能を発揮し、さらにその運命を終結 するまでの過程は未だに謎だらけです。古典 的なタンパク質化学や遺伝子工学的手法を基 に、これらの謎解きに挑戦しましょう。

どんな先生?

奈良女子大学生活環境学部教授。そして、 附属中等教育学校の元校長先生。集会のとき には、欠かさず「タンパク質」の話を語って くれた。

最近の研究の成果は、

- ・減塩食品をおいしくする概念
- ・ヒスタミン合成酵素の活性阻害剤
- ・動物・微生物由来の GABA 合成酵素(GAD) とヒスタミン合成酵素 (HDC)の発現系

謎解きタンパク質

講演 植野洋志 教授(奈良女子大学)

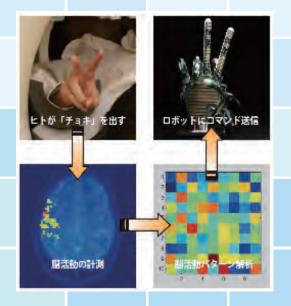
2009/11/17(火) 午後 本校 新体育館

私も聞けるの?

本校生徒全員で講演を聞きます。座席の余 裕がありますので、保護者の方も参加可能で す。11/13 までに申し込んでください。

SSH理数講義プログラム II (脳週間関連行事)

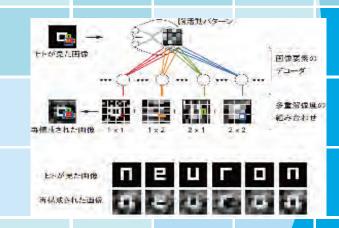
脳から心を読む技術の可能性



「心を読む機械」は古くからフィクションに登場しますが、その可能性が科学の世界で議論の対象となったのは、ごく最近のことです。

脳から心を読むには、脳信号を解析して心や身体の状態を推定する手続きが必要となります。私の研究室では、脳信号を、心や身体の状態を表現する暗号 (=コード)と見なし、その暗号を解読(デコード)する数理的方法について研究しています。

今回の講演では、脳情報デコーディングの原理を解説した後、fMRI(機能的磁気共鳴画像)で計測される脳活動を使ったロボット制御や、脳活動パターンから見ている図形を再構成する方法を紹介します。この技術の将来の展望と今後生じうる社会的・倫理的問題についても議論したいと思います。



■講師

神谷 之康 氏

ATR脳情報研究所 神経情報学研究室 室長

■略歴

東京大学大学院理学系研究科修士課程修了. カリフォルニア工科大学大学院修了(Ph.D.). ATR脳情報研究所に勤務. 奈良先端科学技術大学院大学客員准教授(兼任).

専門は、認知・計算神経科学、「科学技術に貢献した50人」の一人に選出される。

[日時」2010年3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]中学生・高校生・保護者・教職員・科学に興味のある一般の方

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

Nara Women's University Secondary School

トします。

今年度前半に行われたSSH関連行事について、レポ・ 生徒たちの活躍・活動の様子をご覧下さい。

発表質」受賞! SSH全国生徒研究発表会にて「ポスター

8月6日、7日にパシフィコ横浜で行われたSSH全国生徒研究 7 発表会に、サイエンス研究会メンバー11名が参加

代表して、生物班5年林由香里さんが

と題し 「シカのフンを用いた除草剤の開発に向けて ポスター発表を行い、みごと

ポスター発表賞

)集まりました。 となりました。 ち13校が受賞 て招待され、 を受賞しました!ポスター発表参加の約100校のう。 という快挙でした。これで、本校は3年連続の受賞 林さんの工夫を凝らした発表には、多くの参加者が







しました。本校からはサイエンス研究会に所属する4年生6名が参加し、忠南科学高校や公州大学校にて研究交流等を行いました。 8月24日~28日にSSH重点枠プログラム「韓国ISSS」を開催

8月24日

関西国際空港から韓国〜 本校生徒の研究発表および学術交流

忠南臨海修練院にて干潟体験学習 タ方に公州大学校へ

夜は公州大学校の先生宅にてホームステイ

公州大学校の先生による講義 忠南科学高校の見学 8月26日

8月27日 博物館・百済文化圏の見学

8月28日

ソウル市内観光のあと、帰国





サイエンス夏の学校

2009

No.10

、13/24/2 / タバナ収」がよります。
京大瀬戸臨海実験所において臨海実習や 白浜で行われた「夏の学校」のようすです。 地質調査に取り組みました。 1・2年生の希望者40名が、 7月26日~28日亿、







過糖TSN

藤野先生の講義 理科:米田先生、 ージョン オリエンテ 8月25日 8月26日 (日程)

きっづ光科学館ふおとん」にて講義および実験 8月27日

奈良女子大学 小林毅先生による講義「宇宙の形を見る」 奈良女子大学 山内茂雄先生による講義「X線からみた宇宙」

ハワイのすばる天文台による遠隔講義 12月21日 12月22日

3・4年生の希望者によるNSL講座が行われました。今年度は、「宇宙」をテーマにして、さまざまな講師の先生による講義が行われています。夏休み中の3日間で、「きっづ光科学館ふおとん」に出向いたり、奈良女子大の先生の講義を聞いたりという内容が実施されました。電子工作をしたり、宇宙の形について理解を深みました。

冬休み中に実施予定です。 されました。 92日間は、



サイエンス基礎講座 & 理数講義プログラム

(5/16)サイエンス基礎講座

「信長と秀吉の実像を科学する」

(講師)

(京都府埋蔵文化財研究センター) (滋賀県教育委員会) 出 出 康雄 茫 松下 茶馬



(7/18) 理数講義プログラム

「不規則性物理学一ミクロ世界とマクロ世界の架け橋一」

(講師)

(京都大学) 出 點 八尾

多数の生徒や保護者の皆様に 両事業ともに、多数の5 ご参加いただきました。



2009 年度 取材記録

朝日新聞

2009年12月24日

第7回JSEC

で来の扉開 〈若き科

認識もほぼなくなった。 を使わずに文章のコピー・張 読み取る。パソコンでマウス 気信号を測り、筋肉の動きを この大きさの装置で微弱な電 たたくしぐさで音が出たり。 行きに近づいた。 へ、装置の体積は半分に。誤 り付けができたり、ドラムを 能の数は昨年の倍以上に増 腕に取り付けた消しゴムほ

2007年のJFEスチー

1週間たって、何もしない

構賞に続き、3年連続の米国 ル賞、昨年の科学技術振興機

わないから、審査員が納得す で半年。新しい研究は間に合 もう一度挑戦しよう。大会ま ようやく気力が戻ってきた。 ことに耐えきれなくなると、

信号測 0

> は、技術の進化と完成度が高 ようと決意した。最終審査で るほどに今の研究を発展させ

たいと考えている。 やパソコンを使えるようにし く評価された。 ら、この分野をさらに研究し たい。来春、大学に入った は障害者でも自由自在に家電 かなくても流れる。ゆくゆく 筋肉の電気信号は、手が動

07年は見学者としての渡米

西田惇君(3年 (奈良市) =奈良女子大学付属中等教育学校 いこう」と考えるまで落ち込 ずっと寝ていた」という。 い込み、大型連休は「一日中 具や装置を段ボール箱にしま んだ。机の上に広げていた工

「明日から何をして生きて

▼筋電位計測システムの開発とその 際大会で発表したかった」

の発表や想定問答も猛練習 インフルエンザの大流行を受 し、現地で配る名刺もできて なったと連絡を受けた。英語 ち取り、渡米を10日後に控え けて日本からの派遣が中止に た今年4月末、米国での新型 昨年の大会でその権利を勝

でどう評価されるのかを知り たった。「自分の研究が世界 にい。だから、どうしても国

科学技術政策担当大臣賞

読売新聞 2010年1月31日 第53回日本学生科学賞

奈女子大付の 2人

かし、昨年10月末にできた最初 たが、加速度を解析するセンサ 度がかかることに着目。角の有 品発表まで約1か月しかなかっ 認識をしていた。中央審査の作 できる仕組みを取り入れた。し 無と数をセンサーで調べ、識別 反応するため、誤った図形の 試作品は、指の微妙な動きに 図形の角を描く際、指に加速

を分析しながら、プログラムを

10時間以上を費やした日も。「完 も、作品発表の3日前に仕上げ 押しつぶされそうになりながら 成しないのでは……」。不安で 微調整する作業が続いた。1日

を認識する改良に取り組んでい ラーがある。 ために、これからもいろいろか 現在は、指の動きに加え、 「誰でも使える機械を作る

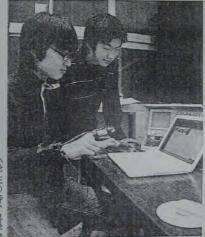
を始めた。

指で描くコント 口

描き、センサーから伝わる信号 ーのプログラムを最初から作り 空中に自分で図形を繰り返し

延長に今回受賞したコントロー 型の作品を中心に手がけてきた 器のテルミンなど、これまで小 た線をたどって自走する車や高 研究会に入った。地面に書かれ 動く機械の構造に興味を持ち、 の部品で初めてロボットを製 作。中学では小さくても正確に 小学生の時、科学雑誌の付録 学生科学賞中央審査

昨年10月、そんな思いから研究 簡単に操作できたらいいのに」。 表示される―― などと各図形を認識し、単語が 手に装着し、空中に三角、四角 ーボードやマウスに代わる入力 と、パソコンの画面に「TRI 円の3種類の図形を指で描く ANGLE (トライアングル) 開発したのは、パソコンの手 自作の小型コントローラーを 「お年寄りや子どもでも



製作したコントローラーを手に取り付け、図形を描く羽庭さん(左)と機能を確認する庄野さん(奈良女子大付属中等教育学校の研究室で)

所属する?人に喜びの声を聞いた。 れ選ばれた。同校のサイエンス研究会に ーマウスの開発~」が入選を等にそれぞ 学大臣賞、同4年の庄野裕貴さん(15)の る)・コントローラーの開発」が文部科 女子大付属中等教育学校3年の羽鹿諒さ ん(15)の「ウェアラブル(身に着けられ など主催)の中央審査で、県内では奈良 触れずに動かすタッチパネルーグーパ 第53回日本学生科学賞」(読売新聞社 中高生の優れた科学研究に贈られる

画面に手かざ

駅の券売機や銀行のATM(現金自動預 け払い機) などで誰もが利用するタッチパ ネル画面が研究作品のテー のような」未来のモデルを考えた

画面上にかざした手で、クリックしたい時には握るしぐさを、ドラッグして移動させたい時にはつかむしぐさをすることで、画面に触れなくても、パソコンのマウスと

同じ機能をもつ装置を作った。 遠隔操作で動くアームロボットに関心が あり、研究にのめり込んだ。処理能力の高 速化など課題はあるが、「もし、製品化す ることができて、街のあちこちで使われる ようになれば……」と夢は膨らむ。

読売新聞

2010年2月12日 第53回日本学生科学賞

出力信号波形をソフトを使っ と、搭載したセンサーが速度 をつくった。 ライアングル」、円形なら「サ て解析し、三角形を描くと、ト の変化(加速度)を認識する。 押しながら空中で図形を描く トローラーは、指でボタンを モニターに単語が出る仕組み ークル」と、形状を認識して 手に装着して使う自作コン 入力装置の開発 に挑戦した。

◇ウェアラブル・コントロー フーの開発 奈良女大付属中3年 又部科学大臣賞

感的に操作する

パソコンを直

中学・高校生の優れた科学 研究を顕彰する第53回日本学 生科学賞の入賞・入選作品が 決まった。過去最多1万949 点の応募作品の中から選ばれ た入賞24点の概要と、入選作品・入選者名、審査講評を紹 介する。 (敬称略)

T

第53回 日本学生科学管

平成21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5年次

2010年(平成22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 塚 本 幾 代

〒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/

