

# Nara Women's University

[平成22年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書 第1年次: III 実施報告書 第3章  
研究内容とその評価]

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 奈良女子大学附属中等教育学校 公開日: 2012-05-23 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 奈良女子大学附属中等教育学校 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10935/3011">http://hdl.handle.net/10935/3011</a>

### 第3章 研究内容とその評価

#### 第1節 数学的リテラシーの育成

研究の内容

##### 1. 第I期SSHでの研究について

###### (1) 数学的リテラシーの育成

数学科では、第I期SSHでの研究テーマとして「数学的リテラシーの育成」を重点に研究を進めた。数学的リテラシーの定義はいろいろとあるが、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した。その理由は次のような内容からであった。

- 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。

###### (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、次である。

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

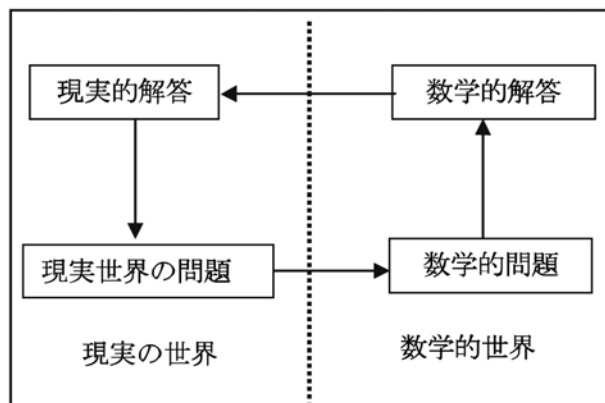
###### ② 数学的リテラシーの3つの側面

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。

- ・ 数学的な内容
- ・ 数学的プロセス
- ・ 数学が用いられる状況

###### ③ 数学化サイクル

PISAが示す数学的リテラシーについて、数学化サイクルとして次の図が示されている。



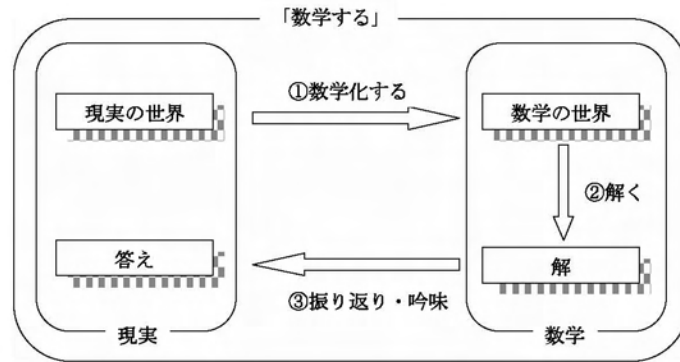
(図1)数学化サイクル

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。

###### (3) 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、この定義をもう少し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2)「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2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様の考えである。

以上のような数学的リテラシーの考えは、Ⅱ期SSHでも継続して研究するものである。

## 2. 2期SSHでの研究について

### (1) 数学的リテラシーの評価について

1期SSHでは、PISA調査の問題を毎年使って経年変化を見て、本校の数学的リテラシーの育成についての評価をしようとした。しかし、3回(3年間)実施したが、毎回の結果が高得点となり、その結果では生徒の数学的リテラシーが育成されているかを判断することができない、という結論になった。そこで、本校独自のリテラシーテストを作成し実施している。毎回の問題点や傾向を見ることにしているが、その分析や経年変化としての使い方には課題がある。

Ⅱ期SSHになり、新たに数学的リテラシーの評価について、定期考査の中に数学的リテラシーを問う問題を1問入れることにした。その結果の分析、考察を今年度は実施した。

### (2) リベラルアーツの育成

本校の数学的リテラシーを「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」と捉えると、低学年(1、2年)及び中学年(3、4年)までは数学の内容および生徒の興味や関心に合致しているように思える。しかし、高学年(5、6年)になると、身近な課題に帰着するだけでなく学問として数学の専門性にも興味や関心を示す生徒も多くなる。そこで、育成すべき能力として次のことを考えた。

「中・高学年においては、その学習内容が大学での学びにつながるような、専門性に裏付けられた深みや広がりのあるものになっていくべきである。自然科学についての専門性も深めつつ、多面的な見方や考え方ができることが、真の科学的な思考力を育む。」以上の力をリベラルアーツというキーワードで、育成しようとするものである。数学的リテラシーとリベラルアーツとの関係を明らかにしながら教材開発を考えていきたい。

### 3-1-1 教材開発と授業研究

数学的リテラシーの育成を重視した教材開発および研究授業を実施した。本校の数学的リテラシーの定義である「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」を育成することをねらいとした授業である。また、PISAの数学化サイクル、本校の「数学する」数学的活動を重視した授業展開を考えた。5年での学習内容は、身近な課題から離れている場合が多いが、年間計画の中での微分の応用の授業を提案するものである。

#### ■ 実施概要

講座	解析Ⅲ（3単位）・微分と積分
日時	平成23年2月18日（金）
場所	本校 5年D組教室
授業者	横弥直浩
学級	5年D組の解析Ⅲ選択者29名（男子15名、女子14名）

#### ■ 単元目標（微分について）

- ① 身近な事象に微分の考えが使えることに興味や関心を持つ（関心・意欲・態度）
- ② 微分を用いてグラフをかいたり、最大値・最小値を求めることができる（表現・処理）
- ③ 事象を関数として捉え、その関数を微分して考えることができる（数学的な見方・考え方）
- ④ 微分係数や導関数の意味を理解している（知識・理解）

#### ■ 題材観

微分・積分の概念は、いろいろな事象を数理的に扱うのに有用である。この章では、まず微分の考えについて扱う。

自動車に乗っているとき、スピードメーターが60km/hを示しているとする。その速さは、体感的には予想できる。しかしどうしてそのスピードが60km/hであるとわかるのだろうか。微分の単元の最初に、このような問いを生徒にする。ある区間の平均の速さは計算すれば求められる。しかし、その瞬間の速さは、計算のしようがないことに生徒は気づく。あたり前のようにスピードメーターを見ているが、どのようにしてその測定をしているのかは、生徒は簡単に答えられない。そこで、微分の考えを説明すると、生徒は納得する。

微分は、瞬間の速さなどの具体的な事象や、グラフをかくときの有効な手段となり、微分方程式は社会の現象を解析するときの理論（あるいは道具）として、有用な内容である。

また「数学Ⅱ」での微分の学習は、「数学Ⅲ」での微分の学習の基礎・基本となり、積分の学習とも切り離せない。

そのような微分の考えを、生徒が難しいと感じるのではなく、また単なる計算問題と捉えるのではなく事象を考察するときに活用できるようにしたい。

#### ■ 生徒の実態

本校の「解析Ⅲ」の内容は、教科書「数学Ⅱ」と「数学B」の解析分野の内容を組み合わせ学習するものである。選択必修科目として、5年133名のうち120名が選択している。5年D組は、33名のクラスであるが、そのうち29名が「解析Ⅲ」の選択者である。またそのうちの15名は理

系希望者である。授業の雰囲気は、いつもおとなしく数学が不得意な生徒も多い。しかし自然科学に強い興味・関心を持ち、能力も高い生徒も 3、4 名いる。生徒同士も仲が良く、互いに助け合いながら課題を解決する様子が見られる。

## ■ 数学的リテラシーの育成について

身近にある厚紙を利用して、ふたのない容器を作ること考えた。どんな形でもよいが、厚紙を無駄なくできるだけ大きい（容積最大）ものを作りたい。

身のまわりで起こる問題を数学の世界に持ち込んで試行錯誤する。出た答えが最良のものであるかを検討する。そのような数学的リテラシーを育成したい。

PISA が示す数学的リテラシーの 3 つの側面から課題を捉えると次のようになる。

- ・ 数学的な内容                      変化と関係
- ・ 数学のプロセス                   熟考クラスター
- ・ 数学が用いられる状況          私的（限られた材料で、最良の物を作る）

## ■ 指導計画（微分の内容）

- (1) 微分係数…………… 3 時間
- (2) 導関数…………… 3 時間
- (3) 接線の方程式…………… 2 時間
- (4) 関数の増減と極大・極小…………… 2 時間
- (5) 関数の最大最小…………… 2 時間（本時はその第 2 時）
- (6) 方程式・不等式への応用…………… 2 時間

## ■ 本時の学習指導

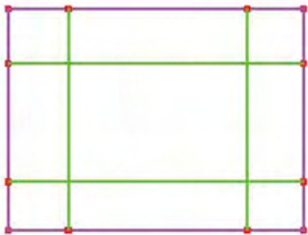
### （1）授業内容

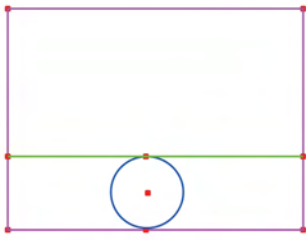
厚紙で容積が最大となるようなふたのない容器を作成する。この課題を解決するために関数を用いて微分の考えを使うことにより、グラフ化でき最大値を求めることができる。また容器の形は自由なので、別の形の場合も調べようとする。

### （2）目標

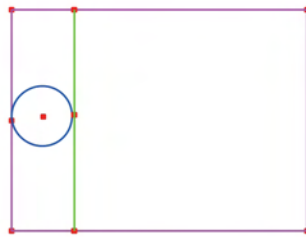
- ①容積が最大となる容器の形を求めるときに微分の考えが使えることに興味・関心を持つ（関心・意欲・態度）
- ②微分を使って最大値を求めることができる（表現・処理）
- ③容積が最大となる容器をいろいろな形で考えてみる（数学的な見方・考え方）

### （3）授業展開（概要）

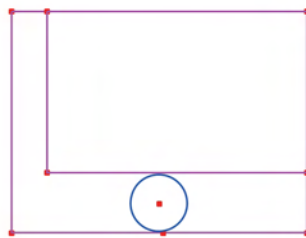
	生徒の学習活動 ○予想される生徒の反応	指導上の留意点 ◆教師の支援 ☆主な発問	■評価の観点
課題提示	<p>1. 食塩を入れる容器を作ることになった。渡されたのは、厚紙と強力なガムテープ、はさみである。</p> <p>厚紙を利用して食塩を入れる容器を作ることにした。厚紙のサイズは、たて 27 cm、横 36 cm である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・容器のふたは、必要ない</li> <li>・底面があり、安定して置ける容器にする</li> </ul> <p>・できるだけ容積は大きいものにした たい</p> <p>・のりしろ部分は取らず、ガムテープで組み立てる</p>	<p>◆教科書の例題にあった正方形の四隅を切り取って作った直方体を思い出させる。</p> <p>☆課題から条件を共通理解しよう。</p>	<p>・課題の把握ができる</p>
数 学 化	<p>○四角柱（直方体）で考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・長方形の四隅を 1 辺が <math>x</math> cm の正方形で切る</li> <li>・<math>x</math> の 3 次関数になる</li> <li>・容積最大は、微分して求める</li> <li>・グラフにするとわかりやすい</li> <li>・<math>x</math> のとり得る範囲に注意する</li> </ul> 	<p>☆教科書では、底面の形が正方形であったが、長方形になった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・直方体での最大値を確認する</li> </ul> $y = x(27 - 2x)(36 - 2x)$ $= 4x^3 - 126x^2 + 972x$ <p><math>x</math> の範囲は、<math>0 &lt; x &lt; 13.5</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<math>\sqrt{117} = 10.8</math> として計算する</li> </ul> <p><math>x \approx 5.1</math> のとき、最大値 <math>2210.5 \text{ cm}^3</math> となる</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・教科書では正方形であったが、長方形になっても同様に考えられる [関]</li> <li>・微分を使って最大値を求めることができる。[表]</li> </ul>
探 究 活 動	<p>○円柱の方が、容積が大きいかもしれない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・作図の仕方は、2 種類できる</li> </ul> <p>①底面を下方にとる 厚紙の横の長さを側面として底面を決める</p>	<p>☆直方体が容積最大になるのだろうか。</p> <p>☆課題では、形の条件がない。別の形で考えて見よう。</p> <p>☆いろいろ考えられるが、まず円柱ではどうなるだろうか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・円柱は容積が大きくなりそうだと予想する。[数]</li> </ul>



②底面を横にとる  
厚紙の縦の長さを側面として底面を決める



③上記①のときが円柱では容積最大だろうか



○円柱の側面の長さや底面の半径を変えてみる

- ・三次関数になる
- ・微分して最大値を求める
- ・半径  $r$  の範囲に注意する

○円柱は、直方体よりも容積が小さい

- ・厚紙の無駄も大きい
- ・次のように作図すると、円柱での容積最大になる

①のとき  
底面半径  $r = 18/\pi$  となり  
容積  $V = \pi r^2(27 - 2r)$   
 $\approx 1602.0$  となる

②のとき  
底面半径  $r = 27/(2\pi)$  となり  
容積  $V = \pi r^2(36 - 2r)$   
 $\approx 1590.8$  となる

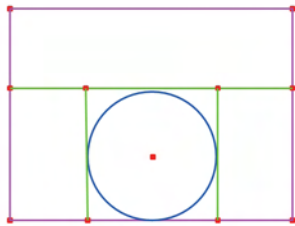
③より  
容積を  $y$  とすると  
 $y = \pi r^2(27 - 2r)$   
 $= -2\pi r^3 + 27\pi r^2$   
微分して最大値を求めると  
 $r = 9$  のとき、  
最大値  $729\pi$  (約 2289.1) になる  
しかし、 $r$  の範囲は  
 $0 < r < 18/\pi$  ( $\approx 5.7$ )  
①のときが、最大値となることがわかる

☆厚紙の無駄をなくして、切り方を工夫できるかな。

- ・上記で求めた  $r = 9$  のとき最大値となることを再考する
- ・展開図を作図条件にするか、厚紙の無駄を作らないことを条件にするかで答えは変わる

・微分を使って最大値を求めることができる。[表]

・円柱での容積最大を現実の問題として作成できるかを考える [数]

	 <p>※次の場合も考えられる ○三角柱（底面は直角二等辺三角形） ○三角柱（底面は正三角形）</p>		
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最大値は、微分を使ってグラフをかくことで確かめることができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☆今回、考えた容器での容積最大はわかった。</li> <li>☆他の形で考えられるか。</li> <li>☆条件をかえてみるかな。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・容積が最大となる容器をいろいろな形で考えてみる [数]</li> </ul>

備考：上記の記号は、[関] 関心・意欲・態度、[数] 数学的な見方・考え方、[表] 表現・処理、[知] 知識・理解である。

#### ■ 本時授業の反省点

- ・教科書の例題では、「1 辺が 18 cm の正方形の四隅を正方形で切って直方体を作り、その体積が最大になるときの切り方を求める。」という問題であった。その問題では、生徒は長い時間を必要とすることなく解けたが、今回のように長方形の厚紙に変更したところ、扱う数値が整数ではなくなり、計算するときの時間がかかり必要となった。この 1 時間の計画として、生徒のメインの数学的活動である「いろいろな発想で、容器の形を考える」まで至らなかったことが残念であり、どうしてそんなに計算する時間が必要となったのかを考える必要がある。
- ・時間(展開)の都合もあり、また生徒の発想が円柱であることが多かったこともあり、直方体の次に円柱で考えるように指示した。しかし、いろいろな発想を取り上げられるような展開にするともっと生徒の発想が広がったと思う。
- ・1 時間の予定で授業(学習指導案)を計画したが、内容的には 2 時間の内容であったと感じた。
- ・現実の問題から始まり、数学の世界での探究活動をさせたかったが、十分な時間が取れず、微分のよさを伝えることができなかった。

#### ■ 研究協議(主な質問)

Q：どうして、市販されているそのままの大きさの厚紙を使わなかったのか。本当に実世界での数学的リテラシーを育成したいのなら、厚紙を加工しない方がよいのではないか。

A：あくまで、本当の大きさの厚紙を使おうとしたが、そうすると計算をする数値がかなり煩雑になり、電卓・PC等を駆使することも考えたが、学習目標が変わってしまうと考えた。また、生徒の計算力等の実態を考えると、厚紙を少し加工することは 50 分の授業をするうえでは必要だと判断した。しかし、できるだけ実物を使うことを考えて、横の長さを 4 cm 切っただけにした。

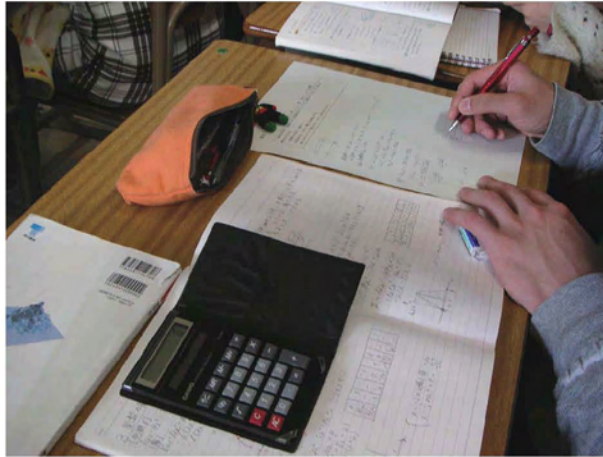
Q：高校の数学は、身近な事象に依拠することなく、学問としての数学を追究するのがよいのではな



いか。

A：本校の数学的リテラシーの捉え方が、身近な課題を取り上げるところから始まるので、そのような扱いになった。しかし、身近な課題から取り扱っても数学的には高度な考察を必要とするので、これも教材の提案である。

### ■授業の様子



### ■ 運営指導委員の意見等

- ・ PISA がいう数学的リテラシーを、生徒は身につけていると考えるているか。まず、教師は、数学的リテラシーをどのように受け止めているのか。
- ・ 数学を活用する。その学びを意識させることが大切である。生徒自身に問題意識を持たせることが大切である。

### ■ 使用プリント(一部)

#### 解析 探究プリント

5年( )組( )番 名前( )

厚紙を利用して食塩を入れる容器を作ることにした。厚紙のサイズは、たて 27 cm、横 36 cm である。

- ・ 容器のふたは、必要ない。
- ・ 底面があり、安定して置ける容器にする。
- ・ 強力なガムテープで貼るので、のりしろ部分はとらない。

### 3-1-2 テクノロジーの利用

#### 数式処理ソフト Mathematica の活用

##### ■内容

6年次の「数理科学」(本年度の選択 20名)は今年で5年目である。

- 第1章 ゲームと確率
- 第2章 生態系の数理とカオス
- 第3章 飛行曲線のシミュレーション
- 第4章 過去と未来を見通そう
- 第5章 音(波)を解析する
- 第6章 自由課題

今年度はⅡ期に行う入試演習を省き、一年間テキストに沿って授業を行った。特に、第4章「微分方程式」に時間を割いた。「インフルエンザの流行」、「犯行時刻の推定」、「ペットボトルの水位の変化」など具体的な現象を通して、微分方程式を使ってモデルの考察をし、実験データの取得、数式処理ソフトでデータ分析、そしてレポートをまとめた。水位変化の課題は物理の知識が必要で、生物選択者には関数を見つけることはできても、その原理を考察するのが難しく、適当な微分方程式の課題が必要であると感じた。

また、各章の終わりごとに問いを立てるようにして、最後にはその中から各自の課題に取り組んだ。



流行予測の発表

音声の分析

ドーナツの完成

他に、6年次に行っている「解析Ⅳ」(選択 56名)や「解析Ⅳ特論」(選択 50名)でも Mathematica を活用した。増減表に頼らないグラフのイメージ化、極限の観察、自然対数の底、区分求積などでシミュレーションしたり、媒介変数を用いてさまざまな曲面で立体を構成したり、マンデルブロ集合やジュリア集合の観察を行った。

特に、媒介変数での作品作りは、3D で立体を自由に動かすことができることもあり、生徒の興味・関心は非常に高く、中にはメビウスの輪の媒介変数表示を考えだした者もいた。問題演習とは異なり能動的に媒介変数に向き合うことで、媒介変数や空間図形のイメージを豊かにすることができた。

##### ■作品・レポート

<数理科学の自由課題のテーマの一部>

- 2チームの戦いで、戦力 K:1 としたとき人数比がどうなれば五分五分になるのか
- 日本の血液型の割合は、将来 A 型の割合が増えていったり、O 型の割合が 0% に収束したりすることはないか?
- 主催者側に利益が大きくなるゲームの作成

- インフルエンザの感染者数の増加の仕方の関係を、感染者数と感染していない人だけでなく、ほか事象との関係性まで考慮して分析する
  - 「犯行時刻」の課題で本当に温度変化がそのときの温度と室温の差に比例しているかの検証を行う
  - 波の解析を用いて採取した音と逆位相の波を作り出し、ノイズキャンセルの仕組みを探る
- <ペットボトルの水位のレポートの一部>

$$\frac{dy}{dt} = -k\sqrt{y}$$

$$\int \frac{1}{\sqrt{y}} dy = \int -k dt$$

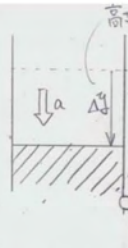
$$2\sqrt{y} = -kt + C$$

$$y = \left(\frac{-kt + C}{2}\right)^2$$

モデル2

このモデル2を用いて再度データを検証してみた。

結果: ほぼデータに一致した。



水が  $\Delta t$  秒で  $\Delta y$  だけ減ったとすると、

$$\frac{1}{2} a \Delta t^2 = \Delta y$$

[高<sup>2</sup>/t<sup>2</sup>] .. 加速度  
(減る量は高<sup>2</sup>に比例するので、加速度的な変化になる)

求めたいのは、 $\frac{dy}{dt}$  (速度 $v$ )と高 $y$ の関係なので、

$$v = at \iff v^2 = a^2 t^2$$

$$= 2a \cdot \frac{1}{2} at^2$$

$$= 2ay$$

ここで、 $a$ が定数になると仮定すると

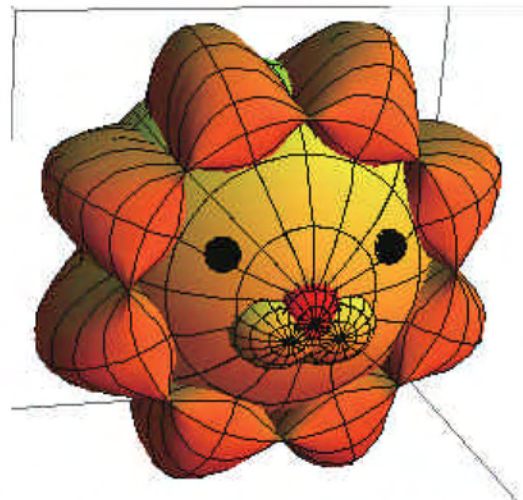
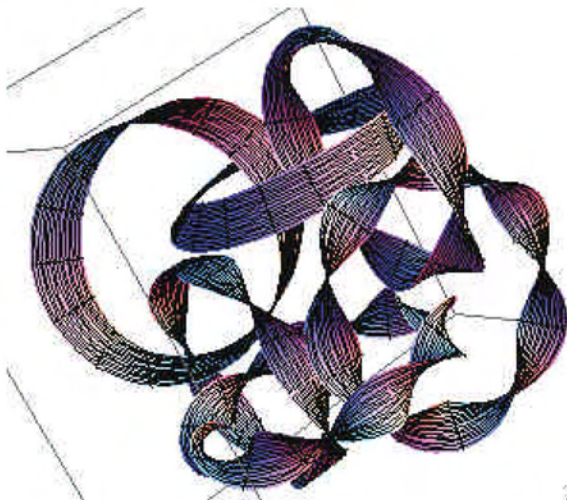
$$\frac{dy}{dt} = -k\sqrt{y}$$
 と表すことが出来る  
( $a$ の符号は水の減り方から負と推測できるので、 $\sqrt{2a} = -k$ とあいた)

<考察>

今回のケースでは、モデルは指数関数ではなく、2次関数のほうがうまくいった。よって、モデル設定時の仮定より、高<sup>2</sup>は加速度的に変化し、その加速度 $a$ は定数で表すことができるので、 $v = at$ の式より、速度 $v = \frac{dy}{dt}$ は高<sup>2</sup>ではなく $t$ に比例する関数であることがわかる。

プリントにグラフをのせることはできなかったが、初期値が異なる③④で共にデータとグラフが一致したので、このモデルは成功したといえるだろう。

<媒介変数での作品作り>



メビウスの輪...ParametricPlot3D[{u Cos [t]\*Sin[t/2] + Cos[t], u Sin [t]\*Sin[t/2] + Sin[t], u Cos[t/2]}, {t, 0, 2 Pi}, {u, -0.2, 0.2}]

ライオンのたてがみ...ParametricPlot3D[{(Sin[4 s] Cos[t] + 2) Cos[s], (Sin[4 s] Cos[t] + 2) Sin[s], Sin[t] + 0.5}, {t, 0, 2 Pi}, {s, 0, 2 Pi},]

### 3-1-3 数学的リテラシーの評価問題

数学的リテラシーを計ることは、定期考査においても行うことができる。考査は、生徒の数学的リテラシー育成がどの程度達成されているかを、授業者が考査するよい機会であると考え、数学科では作問にリテラシーの観点から考慮して出題している。以下に、2010年度Ⅰ期中間考査(5/31～6/4)における各学年の考査問題例を挙げ、教科で行った考査を示す。

#### ■ 1年 基礎数学Ⅰ(代数的分野)

下の表は、生徒A～Fのそれぞれの体重とBの体重との違いを表したものである。

- (1) 一番重い人は、一番軽い人より何kg重いかなさい。
- (2) 6人の体重の平均が56kgのとき、Fの体重は何kgかなさい。

生徒	A	B	C	D	E	F
Bとの違い(kg)	+4.5	0	-2.7	+10.5	-9.3	+9

<ねらいと結果・考査>

「平均値の簡単な計算の方法」は、数学を日常生活で利用することのできるテーマである。数学的な世界で考査し、仮平均を定めて処理することにより、実際の平均体重や個人の体重を容易に求めることができる。授業では、仮平均と実際の平均値との間に数量的な関係を見出し、解を導くことを学習した。仮平均をどんな値に設定しても結果は同じように得られることを、授業では確認できているが、各自が自由に仮平均を設定するのではなく、Bの体重を仮平均とする条件下の問いであり、応用できなかった生徒が見られた。(2)の正答例は、

各人の体重のBの体重との違いの平均が、  
 $\{(+4.5)+0+(-2.7)+(+10.5)+(-9.3)+(+9)\}=12 \quad 12 \div 6=2 \quad (\dots \textcircled{1})$   
 よって6人の体重の平均値は、Bの体重よりも2kg重いから、Bの体重は $56-2=54\text{kg}$

Fの体重は $54+9=63\text{kg}$ であるが、①より後を間違えた生徒は41名と、学年の1/3程度であり、誤答のうち $67\text{kg}(56+2+9)$ とした者が44%、 $54\text{kg}(56-2)$ とした者が12%、 $53\text{kg}(56-12+9)$ とした者が10%であった。

この設問により、数学的リテラシーのうち再現クラスター(Bの体重との違いをもとに実際の平均値との差を求める)、関連付けクラスター(仮平均と実際の平均値との違いをもとにBやFの体重を求める)を計ることができると考えられる。

#### ■ 2年 基礎数学Ⅱ(幾何的分野)

7. 仲良しの河合君と川口君は、幾何の授業で吉田先生から出された平行四辺形の作図に関する宿題を一緒にしています。彼らの作図の様子は以下の通りです。あとの問いに答えなさい。

【河合君の作図】

- ① 線分ABと線分ADを適当に引く。
- ② コンパスで線分(ア)の長さをとり、Dを中心としてその長さを半径とする円をかく。
- ③ コンパスで線分(イ)の長さをとり、Bを中心としてその長さを半径とする円をかく。
- ④ ②と③の円の交点をCとして、四角形ABCDをかく。

【川口君の作図】

- ① 線分ABと線分ADを適当に引く。
- ② 線分BDの(ウ)Eを作図する。
- ③ Eを中心として、(エ)を半径とする円をかく。
- ④ 半直線AEと③の円の交点をCとして、四角形ABCDをかく。

(1) 作図の説明文中の(ア)から(エ)に適する語句または記号を答えなさい。(各3点×4=12点)

ア	AB	イ	AD
ウ	中点	エ	(線分)AE

- (2) 河合君は平行四辺形になるためのどのような条件を用いて作図をしていますか。(4点)

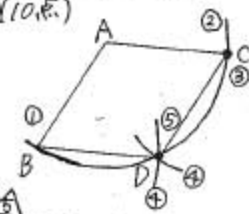
2組の対辺の長さがそれぞれ  
等しい

- (3) 川口君は平行四辺形になるためのどのような条件を用いて作図をしていますか。(4点)

対角線が互いの中点で交わる

- (4) 翌日、宿題を提出した2人に吉田先生は、「この考え方を利用すれば、ひし形の作図もできるはずだよ」と言い、新しい課題を出しました。そこで、河合君が川口君のどちらか一方の考え方を利用して、ひし形の作図方法を説明しなさい。ただし、作図の順序がわかるように、図と文章を用いて説明すること。(10点)

- ① 線分ABを適当に引く。
- ② Aを中心に線分ABを半径とする円をかく。
- ③ ②の円上に点Cをとる。
- ④ B,Cを中心として②と同じ半径の円をかく。
- ⑤ ④の2つの円の交点をDとして、四角形ABCDをかく。



※これは河合君のアイデアを利用して作図方法、①～④までにより、 $AB=AC$ となるので、あとは平行四辺形ABCDを作図すればひし形となる。

の説明や用いられている平行四辺形の成立条件を見出す過程には、作図をしている者(河合君・川口君)の意図を推し量ることが不可欠であるため、「思考と推論」の力も見ることができる。

正答率は(1)の満点が82%、(2)・(3)が74%、(4)が68%である。(1)では半径をどのように選んだらよいか分かっていない答案が目立ち、(4)では隣接2辺が等しければよいことに気づかず、たこ形になっているものも多かった。

### ■ 3年 数学探究IA(代数的分野)

$x=3$  は、2次方程式  $x^2 + (2a-3)x - 6a = 0$  …① の解である。

- (1)理由を述べよ。(4点) (2)さらに、①の解が  $x=3$  だけとなるように  $a$  の値を決めなさい。(6点)

<ねらいと結果・考察>

授業では(1)「方程式の解」とは何か、(2)2次方程式を、因数分解・平方完成・解の公式の3つの方法で解くことを主に学習してきた。方程式の解となるものは、① 代入して与式が成立するもの ② 因数として式変形に現れるものであり、どのように因数分解できればよいのか、解の形がどのようになればよいのか(「思考と推論」、「モデル化」、「表現」)を考えさせることを目標としている。上記の設問では、(1)で再現クラスター、(2)で関連付けクラスターが計られる。

(1)の解答は、「 $x=3$ を①に代入すると  $3^2 + (2a-3) \cdot 3 - 6a = 9 + 6a - 9 - 6a = 0$  が成立するから」であるが、(2)の解答には、大きく3通りのものが見られた。

<ねらいと結果・考察>

作図の過程を数学的に捉える見方・考え方を問う問題を出題した。この問題では、単に作図をさせたり平行四辺形の成立条件を問うだけではなく、作図の過程のどこに、どのような平行四辺形の成立条件を応用して作図をしているのか、という2つの知識を結合させなくては正解を得ることができない。この意味では、作図の再現や成立条件の(公式的な)運用では解決できない問題ということができる。このような設定により、単純に作図や成立条件を問う問題から拡張されたものであると見ることができると、「関連付けクラスター」をはかることが可能である。

数学的リテラシーの8つの能力については、まず(4)の設問により、平行四辺形の作図方法を利用・発展させて、自分の言葉や図で説明させる力をみることができる。したがって、「表現」が当てはまる。また、幾何の問題にはその根底に「論証」の力を求めているものと考えてよい。この問題自体には論理的に証明することを求めているわけではないが、作図方法に関する妥当性の検証や説明を記述する際の論理には、「論証」の力を必要としている。さらに、作図

**解法 1**  $(x-3)^2=0$  となるはずなので、 $(x-3)^2=x^2-6x+9=0$  を与式と比較して、  
 $2a-3=-6$ 、 $-6a=9$  これを解いて、 $a=-\frac{3}{2}$

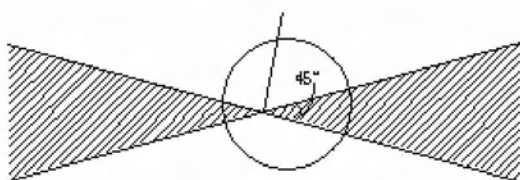
**解法 2**  $x^2+(2a-3)x-6a=(x-3)(x+2a)=0$  より、 $x=3, -2a$ .  $-2a=3$  だから、 $a=-\frac{3}{2}$

**解法 3** 判別式が 0 のとき(判別式という表現がなく、「解の公式の $\sqrt{\quad}$ の項が 0 だから」でよい)、  
 $D=(2a-3)^2-4\cdot(-6a)=4a^2+12a+9=(2a+3)^2=0$  より、 $2a+3=0$  よって、 $a=-\frac{3}{2}$

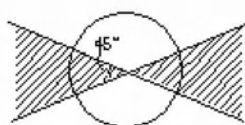
結果は、10 点満点が 13%、8 点が 11%、7・6 点が 14%、4 点が 49%、3・2 点が 11%、1・0 点が 16%となっており、あまり達成度は高くない。解法 1 では、 $a$  を計算した後、検算をしている者が半数くらいおり、 $(x-3)^2=x^2-6x+9=0$  までで止まってしまっている者も多かった。

### ■ 3 年 数学探究 I B(幾何的分野)

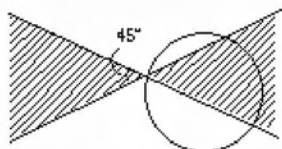
下図のように、模造紙に 2 直線を引き、その 2 直線によってできる角を  $45^\circ$  とする。この模造紙上で輪投げをし、図のような斜線部分にかかる弧の長さによって勝敗を決めることにした。輪の半径を 4 cm とし、次の問に答えなさい。(2 直線の交点に支柱を立てて、輪が支柱にかかったときのみを考えることにする。)



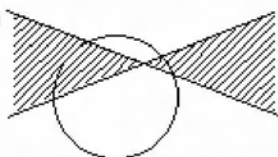
- (1) (i) および (ii) のとき、斜線部分にかかる弧の長さを求めなさい。  
 (i) 円の中心と 2 直線の交点が一致するとき



- (ii) 2 直線の交点が円周上にあるとき



- (2) 下図のように、輪が適当な位置にあったときの弧の長さを求めたい。あなたならこの問題をどのように解決するか。(1)を参考に、わかることや求め方を自由に説明しなさい。(実際に弧の長さは求めなくてもよい)



#### <ねらいと結果・考察>

この輪投げの問題は、本年度最初の授業で投げかけた問いである。これから始まる円の学習を経て解けるようになる、という説明をして授業を始めた。そこでは、現実の問題を数学化するところまでを全員で考えた。試験では、その続きとして数学の世界での問題解決を試みた。問(2)に関する採点基準は以下の通りである。

#### ● 6 点(満点)

##### 【答えを求めているもの】

- ・ 弧に対する中心角が一定( $90^\circ$ )であること、弧も一定であることを式で示す(A1)

##### 【予想を記述したもの】

- ・ 輪投げが成立する限り、弧は一定であると考える(A3)
- ・ 中心角がわかれば、弧が求められる(A2)

#### ● 3 点

- ・ 中心角を求めるも、説明不足(B1)
- ・ コンピュータで作図し、長さを測る(B2)
- ・ 糸で長さを測る(B6)
- ・ 円周角の定理を使うのではないか(B4)
- ・ 三角形の相似を用いる(B3)
- ・ 円周上に等間隔で点をとって考える(B5)

#### ● 0 点

- ・ 無回答(G1)
- ・ 求められない(G2)
- ・ 判読不能(G3)
- ・ 説明が見当違い(G4)

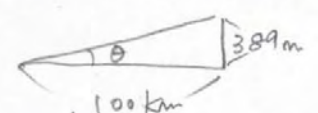
無回答が目立つが、思った以上に正答率はよかった。計算などがよくでき、これまで定期考査で高得点をとっていた生徒の正答率が低く、逆に基礎的な計算は得意でない生徒の正答率は高かった。じっくり考えて解答を導くことが得意な生徒の力を把握するために、有意義な問題であったと考える。

以下は得点の分布である。

分類	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	B6	G1	G2	G3	G4
人数(人)	21	7	14	10	1	2	2	3	5	47	1	1	8
割合(%)	17.2	5.74	11.5	8.2	0.82	1.64	1.64	2.46	4.1	38.5	0.82	0.82	6.56

■ 6年 解析IV(微分) (理科系：56名選択)

③ 建設中の東京スカイツリー。完成すれば、高さは634mになる。 33%  
 5月22日現在、高さ389m。100km離れた地点からも見えたらしい。このとき、塔の全体が見えたとしたら、塔の頂上から下までの見込む角は何度か。有効数字2桁で答えよ。④



見込む角を $\theta$ とすると、  
 $\tan \theta = \frac{0.389}{100} = 3.89 \times 10^{-3}$

$\lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{\tan \theta}{\theta} = \lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{\sin \theta}{\theta \cos \theta} = 1$  より  
 $\theta$  が十分小さいとき  $\tan \theta \approx \theta$  である  
 よって求める角  $\theta = 3.89 \times 10^{-3} \times \frac{180}{\pi} \approx 2.2 \times 10^{-1}$

④ 次の関数を微分せよ。③\*8 5.5(1)  
 (1)  $y = 3x^4 - 2x^3 + x^2 + 3x + 5$  Aus  $2.2 \times 10^{-1}$  度 4

<ねらいと結果・考察>

・変化と関係 ・関連付けクラスター ・モデル化

授業でこの関係( $\theta \rightarrow 0$  のとき、 $\sin \theta \approx \theta$ 、また、 $\theta$  は単位円の弧の長さを表す)を解説し、授業プリントでも同様の課題を提示し(解答していない)、定期考査前に行ったテストでも同様の問題を示していた。したがって、出来は良いと予想していた。

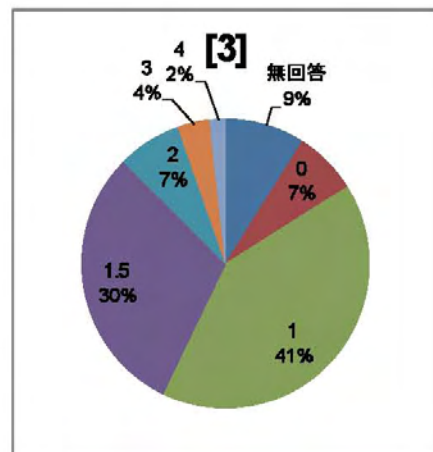
しかし、最後まで正解に至る生徒がほとんどいなかった。唯一の正解者も小数の計算が若干違っている。無回答や0点は20%弱だが、分布の1点は図を描いていたための1点で、上記の基準よりも低いものである。

つまり、半数以上がほとんど手をつけられない状態であった。

できなかった理由として、以下のことが考えられる。

- ・授業で1回提示だけでは、生徒は理解できていないこと
- ・再三問題を提示しているが、解決してやろうという気が見られなかったこと
- ・極限の計算はできても、その意味を理解しようとしていないこと
- ・このような特徴を有する彼らに対する指導が甘かったこと

表面的な計算力(リテラシー)は身につけても、本質を理解させなければ、本当の(本校が目指す)リテラシーは身につかないことがわかった。



<部分点と解答者の割合>

## 第2節 科学的リテラシーの育成

### 研究の内容

#### 1. 第Ⅰ期 SSH 研究における課題

第Ⅰ期 SSH の研究において、本校では OECD が進めている国際的な学習到達度調査「PISA」の教育学的な理論を議論し、これをバックボーンとする理科カリキュラムを開発した。本校が開発した理科カリキュラムの最大のポイントは、生徒の科学的思考力育成の観点からみて、日頃の理科授業の改善につながる点にあり、「生徒が考える」・「生徒に考えさせる」理科授業の構築を目指したことにある。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。そして、カリキュラムの評価方法の1つとして、本校の理科が作成したリテラシーテストを4年生に実施し、教師が身に付けさせたいと考える科学的リテラシーが生徒にどれくらい身につけているのか調べることにした。これらの研究を通して見えてきた課題は大きく分けて次の2点であった。

課題1：新単元「課題研究入門」の時間確保の難しさと、外部評価の得難さ

課題2：PISA では調べられない科学的リテラシーの評価方法の検討

以上の2点の課題を中心に、もう一度理科カリキュラムを再検討することから、第Ⅱ期 SSH 研究を進めることにした。

#### 2. 第Ⅱ期 SSH 研究の内容

科学的論拠をよりどころとして、「question（問い）」から「answer（答え）」に至る思考力を養うために「課題研究入門」を設置した。その結果、生徒の思考力は大変向上したことがリテラシーテストの結果分析から浮き彫りになった。その一方で、運営上「課題研究入門」に取り組む時間確保が難しく、他の単元の内容を習得させる時間を圧迫してしまい、生徒の科学的知識の定着が不十分になりかねないという面が出てきた。そこで第Ⅱ期 SSH 研究では、「課題研究入門」を廃止し、通常授業の内容に思考力育成を図る課題を組み込むことを目的とし、教材の開発を行うことにした。ある期間において集中的に思考力を身に付けさせるプログラムを実施するのではなく、通常授業内での取り組みの方が、外部の方から教材に対する意見が得やすく、課題となっている「外部からの評価の得難さ」が解消できることが期待される。外部評価は教材開発の研究を進める上でも、効果的に働くのではないかと考えられる。また教材を考える上では、第Ⅰ期 SSH 研究の際に作成した教え方を伴うワークシートをベースに、1年～6年の物理、化学、生物、地学の各分野において教材を開発して行く予定である。今年度はまず、5年の生物分野における教材を後述しているので参照されたい。

PISA の科学的リテラシーは、「科学的知識・概念」、「科学的プロセス」、「科学的状況・文脈」の3つの柱で構成されている。科学的思考力の育成に力点を置いてきた本校理科のカリキュラムにおいて、この理念には同意しやすく、理科カリキュラムの再構築をする上で大変役立つものであった。しかし、実際に科学的リテラシーの習熟度を調べるために PISA の問題を利用したところ、公開している問題数が少なかったこと、そして出題範囲が偏っていた(本校の4年生までに習得する学習内容とはかけ離れたものであった)ため、本校の科学的リテラシーの習熟度調査にはあまり適していなかった。そのため、本校の理科カリキュラムにあったリテラシーテストを独自に作成し、評価に使うことを試みた。このリテラシーテスト問題を考えることが、開発した理科カリキュラムをもう一度振り返ることとなった。リテラシーテストを作問する中で、特に困難を強いられたものは、「科学的状況・文脈」を調べるための問題であった。これは、「科学的知識・概念」と「科学的プロセス」の習得を目的とした教材



は多く開発してきたが、「科学的状況・文脈」についての内容の取り扱いが少ないことを示している。

「科学的状況・文脈」とは、日常生活にどのように自然科学が関わっているのか意識させる観点や、科学・技術が今後、社会でどう扱われていくべきなのかを、考えさせる観点を含んでいる。理科カリキュラムの開発において、「科学的状況・文脈」を生徒に意識付けるための教材開発と、教材を扱う時期を考える必要性が見えてきた。そこで、今後はどの時期に、どのような教材を扱うのが適しているのかを考慮しながら、現代科学がおかれている状況や文脈を理解させることのできる授業展開・方法を研究していく予定である。今年度は、PISA による調査でわかることと、わからないことを明確にし、第 I 期 SSH 研究後の本校生徒の現状を把握するために、リテラシーテストに改良を加え 4 年生で実施した。この結果を、第 2 期 SSH の本校理科カリキュラムの改善に反映させる基礎データにすることとした。今年度取り組んだリテラシーテストの内容は「3-2-2 節科学的リテラシーの評価問題」で、結果の分析は「5-1 節リテラシーテスト」で述べている。

今年の科学的リテラシー研究は、第 I 期 SSH 研究で見出された課題をもとに、生徒の現状を調査し、これからのカリキュラム開発のための基礎データを得ること、そして第 I 期 SSH 時には公表されていなかった PISA2006 年調査における科学的リテラシーの定義について研究し、もう一度理科カリキュラムを見直すことが主な取り組みとなった。今後は今年度得られたデータをもとに、本校生徒に必要と考えられる科学的リテラシーを育成できるような理科カリキュラムの改善を行っていきたいと考えている。

<参考資料：2003 年 OECD が定義した科学的リテラシーの構成要素>

<p>科学的知識・概念 Scientific knowledge or concepts</p>	<p>科学的リテラシーに該当する知識・概念を、日常生活に関わること、様々な社会的な問題の理解に関わること、科学的过程（後述）に必要であること、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。</p>
<p>科学的文脈 Situations or context</p>	<p>日常生活や地球環境、科学技術などに関わる中で、身につけた科学的な知識・概念や科学的过程を使えることは、科学的リテラシーの中に含まれるとしている。つまり、学習した内容を身の回りの様々な現象や諸問題と結びつけて考えることのできる能力である。</p>
<p>科学的过程 Scientific processes</p>	<p>科学的論拠をよりどころとして、「question（問い）」から「answer（答え）」に至る思考過程を科学的过程と定義する。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。この科学的过程は、思考過程の違いから次の 3 つに分類される。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

### 3-2-1 教材開発と授業研究

講座	生物 I
日時	平成 23 年 2 月 18 日 (金)
場所	奈良女子大学附属中等教育学校 生物教室
授業者	矢野 幸洋
学級	5 年 A, C 組の生物選択者 32 名 (男子 11 名、女子 21 名)

#### ■ 単元目標

植物の生活が外部の環境条件に影響を受けていることや、植物に見られる反応と調節の仕組みを環境と関連させて理解させる。

#### ■ 教材観

「光合成」については様々なアプローチが考えられる。光合成を行う葉緑体や色素などの構造や、酵素を中心とした反応過程や、植物たちがどのような環境で生活し、人間生活にどんな影響を与えているかなどである。一方で、光合成の研究史を学ばせることによって、科学の面白さ不思議さや先人の工夫と苦労を学ばせることができる。今回は、植物たちがどのような環境要因のもとで、どのような生活をしているかを中心に学ばせたいと考えている。そのキーワードが補償点であり、その具体例が、陽生植物と陰生植物であり、1 本の樹木で観察できる陽葉や陰葉である。これらは、主に光要因による影響を反映したものである。これらを理解させることによってサイエンスリテラシーを身につけさせたいと考えている。

一方で、リベラルアーツの視点としては、光要因によって住みわける生物の共存や森林内の多様性などを考えさせ、森林内の遷移などをヒントに森を守り育てるためにはどんな視点が重要で何をすべきかを考えさせたい。さらに、世界の群系の分布と地球レベルでの CO<sub>2</sub> の吸収や放出などを比較しながら地球環境の現状をとらえさせ、未来へ残す地球環境のための人間としての責任も考えさせたい。

#### ■ 生徒観

5 年生の選択必修科目であり、文系と理系の生徒が混在して授業を受けている。実験に対しては積極的でまじめに取り組んでいる。

生物全般に対して興味関心の高い生徒が多いが、教師からの問いかけに対しては正しい答えを待っている感が強く、自ら進んで答えを見出そうとする生徒は少ない。

#### ■ 授業計画

光合成と環境 (7 時間)

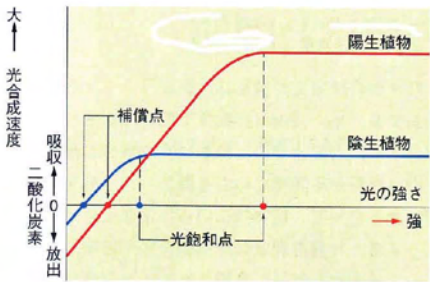
- ①地球上の緑と光合成の研究史
- ②光合成の研究史と環境要因
- ③実験：光合成と環境要因
- ④光—光合成曲線
- ⑤実験：呼吸と光合成—補償点を調べる—
- ⑥陽生植物と陰生植物 (本時)
- ⑦森林の遷移と環境保全

■ 本時の目標

植物の生育は主に光要因によって影響を受けており、その一つの例として陽生植物と陰生植物をとりあげ、それらの特性を学ばせる。それをもとに、光要因によってすみわける生物の共存や森林内の多様性などに気づかせる。さらに、世界の群系の分布と地球全体の月別CO<sub>2</sub>の吸収と排出を比較することにより、地球環境の保全について考える手がかりをつかむ。

■ 本時の展開

「補償点を手がかりに森を観る」

	学習内容	指導内容
導入	前時の実験方法と結果を整理する。	キーワード（補償点）の確認
展開	<p>①各班から実験結果の報告</p> <p>②光—光合成曲線について考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・弱光下でのグラフの傾きを考える。</li> <li>・与えられたデータからは何が分かるか、傾きを考える上で有効なデータは何かを班で考え、発表する。</li> </ul> <p>③陽生植物と陰生植物を知る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・光補償点と光飽和点がともに高い植物を陽生植物、ともに低い植物を陰生植物ということを学ぶ。</li> </ul>  <p>③森林内の植物を陽生植物と陰生植物に分けて考え、森林構造を学ぶ。</p> <p>④世界の群系分布と地球レベルのCO<sub>2</sub>の吸収と放出を比較し、森林保護について考えるポイントに気づく。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定性的な測定結果の発表</li> <li>・いろいろな植物の補償点を確認させ、その生育環境との関連を考えさせる。</li> <li>・必要な実験データは何かを考えさせたうえで、教師側からいくつかのデータを提示し考えさせる。</li> </ul> <p>《データの例》</p> <p>2種の植物の酸素の吸収量と排出量。</p> <p>いろいろな植物の光—光合成曲線等。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・光—光合成曲線の最初の立ち上がり角度は光化学反応系の能力を示し、陰葉はこの能力は高く、グラフでは上にくる。強光下ではCO<sub>2</sub>固定反応系の能力を示し、陽葉はグラフでは上にくる。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・森林内の垂直構造における多様性（階層構造）および植物の共存に気づかせる。</li> <li>・光合成によるCO<sub>2</sub>吸収の季節による変動を確認し、北半球の冬はCO<sub>2</sub>放出の事実を確認させる。</li> </ul>
まとめ	陽生植物と陰生植物の特性を整理し、次時の予告を行う	・環境への適応、多様性、共存などのキーワードを確認する。

■ 評価の方法

(1) 学習指導要領による観点

知識・理解	・補償点を知り、陽生植物と陰生植物の特性を知る。
実験観察技能	・指示薬の変化の意味を理解し、必要なデータを読み取ることができる。
科学的思考力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・仮説の検証に必要なデータを収集し、仮説を検証する。</li> <li>・科学的知識をもとに森林の保護について考えようとする。</li> </ul>

(2) PISAによる科学的リテラシーにおけるプロセス1～3による分類 (2003)

プロセス1	プロセス2	プロセス3
<ul style="list-style-type: none"> <li>・補償点と光合成曲線について学ぶ。</li> <li>・陽生植物と陰生植物について学ぶ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・班ごとに実験結果をまとめ、発表する。</li> <li>・データをもとに分析する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・結果を考察し、議論する。</li> </ul>

※備考

科学的プロセスについては、本校 SSH 指定期間（2005 年度～2009 年度）に理科内で検討して独自に以下のように「教え方」としてまとめたものである。

- ・プロセス1…科学的知識による現象の記述・説明、変化の予測
- ・プロセス2…科学的に探究できる課題の発見、必要な証拠を特定・認識
- ・プロセス3…科学的に見出された事柄を解釈、データから導いた結論の理由を示し発表する

■ 本校理科が考えるリベラルアーツとESD

本校では、最近5年間は科学的リテラシーの育成を目標に研究を進めてきた。よりどころとしたのは、「OECDの生徒の学習到達度調査(PISA)」の科学的リテラシーの定義であり、その定義に基づく能力の育成をめざした。その定義を次に示す。

「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」

今年度からは新たに、科学的リテラシーを基盤としたリベラルアーツの育成を目標に研究を進めている。今回公開授業でみていただく授業の一部にESDという視点を取り入れている。

さて、ESDと科学的リテラシーおよびリベラルアーツの関係であるが、理科内でも議論の途中である。科学的リテラシーは基盤となるものであって、その基盤の上にくるものがリベラルアーツであり、ESDである。一つの考え方として、リベラルアーツはリーダーとしての教養といえるし、ESDは目的達成のために設定されるさまざまな教育活動のテーマといえるであろう。それら具体的なものは今後研究を進める中で提示していきたいと考えている。

■ 様子



■ 授業者コメント

この授業のねらいは、実験結果の考察から補償点に基づいて植物を2つのグループに分け、光-光合成曲線を考えるものである。その際、陽生植物と陰生植物に分けて、データをもとに考える中から

二者の特性をとらえさせようとしたものである。本来はここまで時間をかけてやるものであるが、ESDの視点も取り入れたために、地球全体のCO<sub>2</sub>吸収と放出まで進もうと詰め込んでしまった。授業参観者の方の指摘どおり、限られた時間内に収めるためには資料について細部までの検討が必要であった。いろいろな資料を用意した意図は、必要なものと不必要なものを取捨選択し、必要なものでも不明な点に疑問をもつことによって内容を深めることを意図した。しかし、前半に時間を取りすぎたこと、生徒たちが基本的なことを十分に理解していなかったことなどが重なり合って、授業のねらいのわかりにくいものとなってしまった。

生徒たち中心の授業構成をするために時間を十分確保して最小限度の内容をこなし、班での議論の内容を発表させるなど授業の原点をもっと大切にすべきであった。

しかし、従来の授業構成ではほとんど関連して考えることがなかった植物群系や植物の遷移などを取り込んで補償点を多面的に捉えることができたのは収穫であった。1つの話題をいろいろな角度から考えて内容をより深くかつ分かりやすくする手法はこれからも取り入れていきたいと考えている。

#### ■ 指導助言

○田代直幸氏（文部科学省 教科調査官）

指導技術について、生徒が発表する時には全員に向かって発表するようにさせたり、大事な用語は教師が復習するなどするとよい。プリントの記載と教師が発言する用語のずれがあり統一すべきである。視聴覚機器の使い方はよかった。光合成から森林の構造を考えさせる流れは参考になり、生態を考える取り組みとして前向きでよい。ただし、モデルをつかませようとしているなら、資料プリントのBやCなどの要らない情報はカットすべきであろう。

○森本弘一氏（奈良教育大学教育学部 理科教育）

本日の内容について、海外ではどのように教えているのかを調べたが、アメリカの教科書には載っていなかった。カンボジアで授業研究をしており、問題解決型の取り組みをしているが、海外の教師は机間指導ができない。矢野先生は、机間指導をして方向性を変えた点はよかった。グラフの軸の確認がなかったが、生徒からも指摘がなかったのはなぜだろうか。サイエンスリテラシーに関して、黄熱病の解決過程が紹介されており、それは、まず問題点が提示され、科学者がどのように解決していたかについてかかれたものであり、このテキストを使った授業展開が最近は取り上げられている。その具体的な内容として、科学は多数決ではないこと、コントロール実験が必要なこと、実験をしなくても思考力が身に付くこと、黄熱病は細菌ではなくウィルスなのでこの時代には解決できないことなどがあげられる。

### 3-2-2 科学的リテラシーの評価問題

第Ⅰ期 SSH 研究において、生徒の科学的リテラシーの習熟度を調査するため、科学的リテラシーテストを本校4年生に実施してきた。SSH 指定1年目～3年目は、公開されていた PISA2003 年調査の科学的リテラシーの問題を生徒に解答させ、公開されている各国との正答率と比較することで、本校生徒の習熟度を分析しようと試みた。継続調査をしなければ正確な変化を見ることができないと考え、3年間継続実施したが、公開されている問題が少なく、偏った範囲での出題になってしまい、生徒の実態を的確に知ることができなかった。そこで、本校理科カリキュラムに即した科学的リテラシー問題を作成できないかと試み、SSH 指定4年目には、本校独自の科学的リテラシー問題を生徒に解答させ、本校教師の予想正答率と比較することで、習熟度を分析した。これらの問題は、PISA2003の科学的リテラシーをもとに作問したテストであり、調査する観点をプロセス1、プロセス2、プロセス3とし、どのプロセスのリテラシーがどれくらい身についているか、開発したカリキュラムによってどれくらい育成できているかを調べた(表1)。

	科学的リテラシーの観点
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。
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、又は法則性を発見したりできること。
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。例えば、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。

表1 PISA2003をもとに作成した本校の科学的リテラシーの観点

その結果、プロセス2では教師の予想正答率を上回り、教師が予想している以上にしっかりと身につけていることが分かった。しかし、プロセス1とプロセス3においては、教師の予想正答率を大きく下回り、未習熟であることが明らかとなった。そこで、低学年(1,2年)において「科学的知識・概念」の指導の見直しや、中学年(3,4年)において「課題研究入門」を軸にプロセス3を意識した指導を行った。そしてSSH 指定5年目には、4年目と同様の本校独自のリテラシーテストを継続実施した。結果分析からは、4年目と同じような傾向が見られ、開発したカリキュラムの不足点が浮き彫りとなった。リテラシーテストを継続実施することによって、生徒の実態がある程度調べられることが明らかになった。しかし、このリテラシーテストが示す結果だけでは見えてこない部分もある。そこで第Ⅱ期 SSH 研究においては、より詳細に生徒の実態を調べることができるよう、リテラシーテストの改良を試みた。

第Ⅰ期 SSH 研究で作成した本校独自のリテラシーテストでは、科学的リテラシーの観点として「科学的プロセス」の観点到重点を置きすぎたあまり、PISA が唱える構成の三要素の残りの要素である「科学的知識・概念」と「科学的状況・文脈」を十分に調査できていない。また、なぜ生徒が間違えた解答をしてしまうのか、分析できないような問題が多く、実際の授業改善には生かすににくいという難点が浮かび上がってきた。また、科学的リテラシーを身に付ける上では、まず自然科学への興味・関心を持つことが必要と考えられる。生徒の意欲を引きだせるようなカリキュラムを開発しなければ、期待するほどの科学的リテラシーが生徒に身に付かないと考えられる。そこで、今年度のリテラシーテストには次のような改良を加えることにした。

改良点 1：PISA2006 年の調査問題を取り入れ、原点に回帰する。

改良点 2：記述問題を増やし、分析が詳細に行えるようにする。

改良点 3：生徒の自然科学に対する興味・関心を調査できるようにする。

2010 年現在、PISA の問題は実際に使用された問題に加え予備調査問題を合わせて、34 問公開されている。また、2006 年に実施された PISA の科学的リテラシーの定義には、以前の「知識」「能力」「文脈」の三要素に加え、「態度」という観点が含まれている。「態度」とは、a)科学への興味・関心、b)科学的探求の支持、c)科学の学習者の信念、d)資源と環境に対する責任の 4 つの側面を調査するための要素としている(国立教育政策研究所,2010)。この観点は改良点にあげていた、「自然科学に対する意識調査」に通じるものである。そこで今年度のリテラシーテストには、2006 年に実施された PISA の問題を取り入れることで、改良点 1 と改良点 3 を意識した。今回新たに取り入れた PISA の問題は、「グランドキャニオン」と「日焼け止め」の 2 つの問題である。「グランドキャニオン」の問題を選択した根拠は、科学的状況・文脈において「環境」がキーワードとして取り上げられており、これは本校理科のカリキュラムに沿った内容であり、「態度」を調査する設問があったからである。「日焼け止め」の問題を選択した根拠は、選択問題にそれを選んだ「理由」も解答させる問題が含まれており、生徒の解答をより詳細に分析できると考えたためである。

改良点 2 については、リテラシーテストを継続実施することで見えてくる生徒の経年変化が調べられるように、今までに出題している問題を利用することにした。設問形式を変更することにより、正答率の比較と、生徒のつまづきの分析の両方ができるようにと考えた。実際に改良した問題は、2009 年度(SSH 指定 5 年目)に正答率が非常に低かったものにした。この問題は結果だけを書かせる設問形式であったため、生徒がどこで行き詰っているのかを分析することが難しかった。そこで、出題形式をそれぞれの小問に分けることで、どの段階で行き詰っているのか分析できるようにした。例えば、電圧と電流の概念を問う問題において、回路図記号が書けないために回路図が描けないのか、回路図という概念が理解できていないのかを分析するために、回路図記号を問題文中に図示するように変更した。これにより、生徒の誤答の原因をより詳細に分析できることを期待した。また、電流と電圧の概念の取得度合いを別々に分析できるようにするために、電圧と電流を同時に測定する回路図を書かせるだけでなく、まずは電圧のみを測定する回路図を書かせるといった導入問題(小問)を設けるようにした。

上記のような改良を加え、今年度も 4 年生にリテラシーテストを実施した。その結果と分析は、「5・1 リテラシーテスト」で述べている。次年度は今年度得られた分析結果をもとに、科学的リテラシーを育成する授業研究を行っていく予定である。

### 第3節 リベラルアーツ教育

#### 研究の内容

##### 現状の分析と研究

一般に「理数離れ」といわれるが、6年一貫教育を柱とする本校においては、実験や観察、実習を中心に、リテラシー教育に力を入れてきた。また平成21年度まで5年間のSSH指定を受け、自己学習力を育む指導を多くのプログラムにおいて推進してきた。前回のSSH研究において課題となったことに次のようなことがある。「理系の特定分野の研究には興味を示し行動するが、それを通して社会全体のあり方や人文系の世界までを考え理解するということまでおよばない。」しかし、21世紀の社会における課題は、全世界的規模のものであり、かつ、ある学問の一領域で解決できるものではなくなっている。たとえば、ユネスコの提唱するESD(Education for Sustainable Development: 持続可能な開発のための教育)では、自らの考えを持って、新しい社会秩序を作り上げていく、地球的な視野を持つ市民を育成するための教育が期待されており、その担い手づくりのために、他人や社会、また自然環境との関係性などを認識し、「関わり」、「つながり」を尊重できる個人を育むことが強調されている。

そこで21世紀に生きる人にとって大切であることは、自然科学の深い専門性を持ち、なおかつ幅広い視野で社会全体の問題を捉えられるということと考え、そんな生徒を育成するために、今回「リベラルアーツ教育」を設定した。中等教育段階におけるリベラルアーツ教育を、(学問的であるかどうか、問わず)個々の知識や技能、解決方法や科学的思考力(=合理的判断力)、HR運営や生徒会活動、クラブ活動などの諸活動、ほか校内での全ての活動を自分のものとし、それらを状況や目的に応じて、1つに組み上げていく能力や意欲=世界で主導的立場にたち活躍していける資質や能力を育む基礎教育(グローバルリーダー育成のための教育)として次のように目標をおいた。

- a) リテラシーの積み上げによる社会への視点育成のため、1~4年生においては、理数に偏らない総合的な考え方のカリキュラムの基で、全生徒に「自然科学リテラシー」を軸とした育成を行う。その後、5、6年生では、獲得した自然科学(理数)への興味や関心、技術、科学的思考力、判断力などを基に、多様な価値観、文明観を背景に世界中の人々と協調、共生し、自ら課題を探究し、的確に行動できる能力の育成をめざす。
- b) 3~6年生においては、学習面での高大接続を目指したテーマの、少人数の討論型授業を設置することにより、専門性を背景に、文理に捉われない幅広い視野と、より高い科学観を持った自然科学に強い生徒を育成する。
- c) 国家的、文化的背景の異なる人々の受容・理解・尊重と自文化への誇り、自然・生命に対する畏敬の念から生まれてくる環境への配慮と地球的視野、平和と正義への意志決定が育成されるよう、国際理解に関する教育を科学的な問題解決能力やコミュニケーション能力を基に行う。

a) については、理科および数学の教科において、科学的な概念や思考力など自然科学リテラシーを用いて、その歴史的背景や哲学的背景を概観し、現在の社会や生活にどのように結びつのか、また様々な諸問題に対してどのように対処していけばよいのかなど、高学年において21世紀の人材にとって必要な素養の獲得をめざした授業研究や教材開発、カリキュラム研究を行う。

b) については、5年生で少人数の必修科目として、学校設定科目「コロキウム」を設定し、文理の枠に捉われない、専門性に裏付けられた深みや広がりのある様々なテーマについて、討論型



授業展開による小人数講座(ゼミ形式)を開設する。ここでは、各教科の専門性を背景に持ちつつ、従来の教科の枠組みにとらわれない様々な社会的諸問題や事象、現象のとらえ方、考え方などに科学的なアプローチを試みる。

c) 台湾の高瞻計画(台湾版 SSH)指定校の高雄女子高級中学、または韓国の高校(忠南科学高校など)など他国の生徒たちとワークショップや研究活動を通じ、科学的な能力の相互研鑽や自然科学を通じた社会問題に対する共通理解と、異文化の受容と尊重を目的とした宿泊活動を行う。(ASTY Camp)

当面の研究行程について以下のように考えている。

2010年4月 SSH 専門部会議においてリベラルアーツ教育に関する体制を確認した。理数の各教員が個々で授業および理論について研究していきながら、理数各教科内で随時教科内学習会を開催し研究していくこととした。

2010年7月 理数合同研究会において、各教科からリベラルアーツ教育を目的とした授業展開の例を示しながら、互いにより良い方法について討論した。

2010年8月 ASTY Camp の実施。ESD の観点を含むワークショップも行われた。

2010年11月 リベラルアーツ教育を目標にした教科の視点からの授業を理科および数学として校内公開し研究を行った。

2010年11月～2月 校内公開授業をうけて、再び理数の各教員が個々で授業および理論について研究し、理数各教科内で検討した。

2011年2月 奈良女子大学附属中等教育学校公開研究会「リテラシーを基盤とするリベラルアーツの育成をめざして—SSH カリキュラムの深化—」において、理科では「ESD とリベラルアーツを考える」というテーマで、また数学では「数学的リテラシーの観点からリベラルアーツをいかに捉えるか」というテーマで公開授業を実施した。リベラルアーツに関する研究協議も同じく実施した。

2011年2月 公開研究会の授業を基に、教科における授業の展開方法についての検討会を開催した。

次年度以降についての行程は次のように予定している。

2011年5月 SSH 専門部会議および理数各教科において、「コロキウム」のあり方について検討する。以降、教科及び理数会議において検討、協議する。

2011年7月 2010年度から継続してきた理数各教科における授業展開の研究に関して指導案をもとに検討する。

2011年8月 サイエンスによる国際的ワークショップの実施

2011年11月 奈良女子大学附属中等教育学校公開研究会にて、授業公開と研究協議を行う。

2011年11月 理数および校内での「コロキウム」のあり方の検討をうけて、理数での担当者を決定する。

2012年1月 「コロキウム」担当者会議

2012年4月 「コロキウム」開始

次に今年度実施した理論研究および理科、数学の教科における授業研究について報告する。

### 3-3-1 理論的研究

#### 1. はじめに

近年、流行りとも言うか、大学を中心にリベラルアーツ（教育）という言葉をよく耳にするようになった。例えば、「リベラルアーツを端的に語れば『文理にとらわれず広く知識を身につけながら、創造的な発想法を訓練する教育システム』となる」（国際基督教大学）。「『広さと深さ』を求めなのがリベラルアーツ教育。人文科学から社会科学、自然科学にいたる学問を『広く』学際的に学び、特定専門領域を多角的な視点から『深く』追求する。」（玉川大学）などである。この2校で共通することは、「幅の広さ」ということになるのであろうが、他のリベラルアーツの言葉の解釈もみてみると、それぞれでニュアンスが違う。一番多い解釈は「リベラルアーツ=教養」だという説明である。学問の境界にとらわれずに様々なことを学ぶのだとの主旨の書き方のものもある。「リベラルアーツとは教養のことである」とすると、教養という言葉自身が広い意味をもつものであるので、さらに「教養」の定義が必要になってくるようにも思われる。

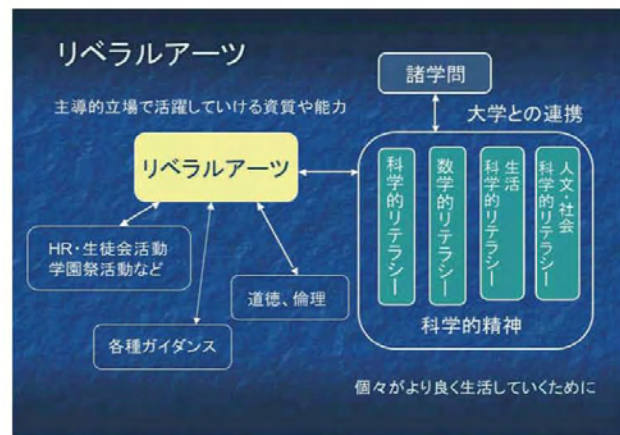
本校は第Ⅰ期 SSH 研究において、人が生きていく上で身につけておくべき必要最低限の素養としての「リテラシーの育成」を目標に上げた。PISA 調査の評価の方法も参考にして研究を進めた。生活のいろいろな場面で問題や課題に遭遇したとき、科学的知識は大いに役に立つし、科学的な方法・考え方で、より良い解決をすることができる。科学的な思考力や判断力も問題解決の方法として非常に有用な手段となりうる。より良く生活していくための手段となりうるもの＝子供たちが学問的あるいは知的な関心を持って問題を真剣に考える姿勢である。これらのことに気づかせるという目的も持っていた。第Ⅱ期 SSH 研究では、新たなリベラルアーツ教育だけではなく、そのリテラシーの育成も継続して研究することになっている。両者ともに、「教養」や「素養」といった言葉で表現されがちであるが、2つの意味合いや目的の違いを理解しつつ、中等教育段階における教育の目標として研究の対象としたいと思う。

#### 2. リベラルアーツ教育とは

「アメリカ大陸上陸からわずか 16 年後の 1636 年にハーバード・カレッジ（ハーバード大学）が設立された。何もない土地にゼロから町を作り、宗教の拠点を立ち上げ、自分たちの生活基盤を構築していったピューリタンにとって喫緊の課題だったのは、リーダーの養成で、当時のリーダーとしての資質は、あらゆる問題を総合的に判断でき、狭い視点にとらわれず、幅広い視野で議論し決断できるというものだった。その養成のためのカリキュラムとして古代ギリシア・ローマの学術機関で教えられていた「自由七科」（文法・修辞学・弁証法・算術・幾何・天文・音楽）の発想をもとにした、リベラルアーツ教育が考えられた。」という。

中等教育段階におけるリベラルアーツ教育として、次のように考えた。

（学問的かどうか、問わず）個々の知識や技能、解決方法や科学的思考力（＝合理的判断力）、校内での諸活動、全てを自分のものとし、それらを状況や目的に応じて、1つに組み上げていく能力や意欲＝世界で主導的立場にたち活躍していきける資質や能力を育む基礎教育（グローバ



ルリーダー育成のための教育) である。

個人の生活レベルでの生き方をより良いものというよりは、社会全体をより良いものにしていくことのできる能力を備えた人材の育成と考えたい。生徒個々が、将来、進んだ様々な分野で活躍できるように、研究開発者、気象観測者、行政担当者、職人、ボランティアスタッフ、通訳、専門的な職業だけではなく、その他、全ての立場において、あらゆる問題を総合的に判断でき、狭い視点にとらわれず、幅広い視野で議論し決断できる人物に育てたい。

これを本校の学園祭において無くてはならない「アーチ作り」で考えてみる。どのような材質を用いるか。金属か木材か、それとも合成樹脂か。これらは、強度の関係を考える必要がある。木材であれば、どんな種類の木材を用いるのか。強さ、重さ、扱いやすさ、値段など関係してくる。次に、設計図を考える。このとき考えなければならないのは、デザインもそうであるが、重心の位置や強度、風の影響、また解体のしやすさ(=環境への配慮)などもあろう。

加工の仕方はどうでしょうか。のこぎり?それは電動がよいか、手動がよいか。カンナ、釘打ち?ドリル?やすり?金属磨き?接着剤は?など、どれをとってみても、様々な要因を総合して考えていく必要がある。このようなときには、理科や数学で身につけたリテラシーが大きく生かされるだろう。しかし、どのようなテーマでつくるか。テーマとの関わりをどのように表現するかといった場面では、華やかで目立つものにしようだとか、自然との調和を考え周りにとけ込むものにしようだとか、美的感覚がものを言うだろうし、アーチをくぐるという動作で、日常と非日常との境目としての役割を持たせ、感じさせたい。ここを境にして気分の盛り上げをはかろうと考えるならば、心理的効果に関する素養が必要となる。他に、コスト感覚(経済的考慮)や作業期間の制約(スケジュール管理)、生徒間での連携方法(協力すること、考え出すこと、交渉技術、議論をする力)など、身につけておくべき能力は数多い。何が問題で、何が解決しなければならないことか、その手段としては何が適当なのか。様々なファクターを考えながら幅広い視点で議論し、総合的に判断し、決断しなければならない。そうして、それらが1つのものに統合され、アーチが完成する。

これを自然科学の領域で捉えると、科学的な知識、技能、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力を得て、それを元に、社会でのその他の状況も見渡し、自分はどのように関わっていけばよいかを考えていく姿勢を育む(地球的視野をもつ人材を育む)ということになる。そのためには何が必要か。

- 1) 探求心・研究力      ・・興味・関心、基礎知識、実験技能など
- 2) 問題解決力      ・・科学的思考力、調査能力など
- 3) 客観的(批判的)理解力      ・・考察、自己評価など
- 4) 自己表現力      ・・伝達、交渉、指導など

といった、力の育成が考えられる。「21世紀における教養」とは「21世紀における地球規模での社会の問題を考えていく能力」とも言えよう。自分の日常を考えながらも、それを超えた世界のこととも考え、合理的で正しい判断により行動できる人になる必要がある。また、21世紀における社会の問題とは、地球規模で人類が直面している当面の課題と考えられ、それには、環境、社会、経済などがあり、その解決へと向けた教育を行うことは、「21世紀における教養教育」とするリベラルアーツ教育と重なる部分である。そのあたりに、リベラルアーツと「持続可能な開発のための教育(ESD)」の関係性があると考えられる。次に、具体的に行った授業に関する報告をする。

### 3-3-2 教材開発と授業研究（理科）

テーマ	「物質量」
日時	平成22年11月24日（水）
場所	奈良女子大学附属中等教育学校物理教室
授業者	越野 省三（本校理科教諭）
学級	4年A組41名（男子19名、女子22名）
単元目標	物理量の一つである物質量を学び、物質を物質量という単位で考えることにより、化学変化を量的に捉えられるだけでなく、我々が日常生活、またこれからの社会全体のなかで、リーダーとして行動するには、どのようにすればよいかを科学的に考える姿勢を育む

#### ■教材観

リベラルアーツという言葉は、18世紀には、大学における教養という意味で使われ、当時は、大学で教育を受け、研究を志す者は、社会でのリーダーとしても役割を果たす使命があった。その考えは、カリキュラムとして古代ギリシア・ローマの学術機関で教えられていた「自由七科」（文法・修辞学・弁証法・算術・幾何・天文・音楽）の発想をもとにしたもので、その目標は、あらゆる問題を総合的に判断し、幅広い視野で議論し、決断できる人物の育成であった。

中等教育の段階においては、個々の知識や技能、解決方法や科学的思考力（合理的判断力）、全てを自分のものとし、それらを状況や目的に応じて、1つに組み上げていく能力や意欲の育成と考え、さらに科学的領域の教育においては、科学的な知識、技能、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力を得て、それらを元に、社会でのその他の状況を見渡し、自分はどうのように関わっていけばよいかを考えていく姿勢を育む（地球的視野をもつ市民を育む）ということになるだろうと思う。

ここでは、「分子レベルで見た日々の呼吸」というテーマで空気について考えていく。自分の呼吸量を測定し、それを分子の数で表すことで、その数が人類と比較して膨大な数になることに気づかせることで、空気中の酸素、微粒子と大気汚染、オゾンなどを扱い、これまでの人類の活動とこれからの社会での行動についても科学的な問題解決の方法を持って対処する能力を身につけられるのではないかと考える。また、気体の体積と物質量との関係を身近な題材で考えることで、化学は生活に有用なものであることに気づかせる。

#### ■生徒観

比較的落ち着いて物事を考え、まじめにこつこつと取り組むタイプの生徒が多いクラスである。知識量や考察力もあり、みなで協力して実験活動などをする、比較的明るいクラスである。

#### ■授業計画

- ① 原子量と分子量 ……3時間
- ② 物質量 ……4時間
- ③ アボガドロの法則 ……1時間
- ④ 気体の物質量 ……2時間
- ⑤ 日常生活と物質量 ……4時間（本時 1時間目）

#### ■本時

分子レベルで見た日々の呼吸

#### ■本時の目標

空気を分子のレベルで考える。

■指導過程

	学習活動	指導内容
導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>地球の衛星写真を眺め、呼吸について考える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地球上の雲の流れる様子を見て、ここから何かわかることがないか問いかける。 →大気は一定の場所に留まっているのではなく、大気循環が起こっていて、日本の空気、隣の国の空気、アメリカの空気と区別があるわけではないことに気づかせる。</li> <li>地球に存在する大気のおかげで生きていられることを意識しながら、私たちが、通常一日の間に吸い込む空気の体積はどれぐらいか考える。</li> </ul>
展開1	<ul style="list-style-type: none"> <li>班ごとに1日の呼吸量を測定する方法を考え、実際に行う。(実験) 空気は水に溶けにくいことから、水上置換法などを考える。その気体収集法に必要な器具などは何か考え、手順を考える。</li> <li>生徒どうしで、お互いに説明や意見を出し合い、考察する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>空気の性質を思い出させ、気体の体積のはかり方を気づかせる。 →水上置換法 必要な器具などを準備する。</li> <li>人、ひとりの1日の呼吸量の一般的なデータは最後に示す。</li> </ul>
展開2	<ul style="list-style-type: none"> <li>乾燥空気の組成から、1日の呼吸量は分子の数で表すといくらになるか考える。</li> <li>地球上の人口と比較し、とてつもなく大きな数であることを理解する。</li> <li>常温常圧における窒素分子の速度を300m/s、地球の赤道1週の距離を約4万kmとして地球の反対側に住む人まで呼吸の分子が届く時間を計算する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>標準状態における気体の体積と物質質量、アボガドロ数との関係を確認させる。</li> <li>1日もかからないことに気づかせ、拡散についても考える。</li> </ul>
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>気体は絶えず飛び回っていることと、地球上の空気の動きについて考える。</li> <li>私たちが呼吸している空気はどこからきたどのようなものであるか考える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>我々が呼吸の時に吸い込む酸素は、地球上全ての生命で共有しているもので、人類の活動と大気の変化(環境汚染)は大きく関係しているということを理解する。</li> <li>次回に向けての次のような問いを出す。「坂本龍馬が息を引き取った時の肺の中にあつた空気の分子1個が、今、自分の肺の中に入っているという意見は正しいかどうか、考察せよ。」</li> <li>これから私たちが考えていかなければならないことは、感情や感覚に頼ることなく、科学的な視点でより正しい技術開発、グリーンケミストリーなどを実践すること、また、世界全体で</li> </ul>

	の人間の活動を支えていく必要があるということ意識させる。
--	------------------------------

■指導過程

レポートや説明や質疑応答に重点をおいて、科学的な思考力や態度について評価する。

■授業者コメント

授業の展開について

今回のテーマは「物質量」で、本来は高校で学習する範囲のものであるが本校では3年生で行った。本校は今年度から新カリキュラムに沿って授業が行われており、現3年生は、4年生で化学を学習しないこととなったため、4年生で学習する範囲を含んだカリキュラムとしたためである。少し高度な内容のものを学習するため、十分な時間をとって「物質量」についての学習をしてきた。そのため量的概念や数学的な扱い方は比較的良好に獲得されていたように思う。しかし、中学段階では、そのことだけでも

高度な要求をしていることもあり、本時の目標の一つである世界全体の中の一人として、またリーダーとして地球のことを科学的に考えていこうというところまでは、少し到達できなかったように思う。それは、物質量の概念を獲得するだけでも十分かと思われるところへ、今回は、それを踏まえて、自分の周りの手の届く体験から離れた事象について、より客観的に考えねばならず、その意味するところが地球規模での環境の変化と関わっていることにあると理解するには、15才という発達段階では、やはり難しかったように思われる。またこの時期は自分が直面している問題について考えながら、どう生きていくか考える時であり、これ以外の他者の関わる世界について思考を巡らすには、未熟な面が多く、高度な取り組みであったのであろう。もちろんだからこそ、この時期に授業を展開して、思考の鍛錬をしていく意味も大いにあると考える。本校の6年間のカリキュラムに

資料 1

**展開問題** 3年 組 番 \_\_\_\_\_  
氏名 \_\_\_\_\_

**自分の呼吸を測ってみよう！**

私たちが1日の間に吸い込む空気の体積はどれぐらいだろうか。簡単な実験によって考えてみよう。例えば、1回の普通の呼吸で吐き出す空気の体積と、普通の状態で行っている1分間あたりの呼吸回数調べ、この2つから1日の間（24時間）に吸い込む空気の体積を求めてみよう！  
そして次の3つのことに関する考察をせよ。

(1) 実際に行った測定の方法  
(2) 得られたデータ  
(3) 結果の正確さ（正しい呼吸量からのずれ）を左右する項目

**実際にを行った測定方法**



**得られたデータ**

1回に吐き出す量	
1分間の呼吸回数	
1日の呼吸の体積	

**結果の正確さ**

おけるリベラルアーツ教育は、前期課程から行う教育で、リテラシーを身につけさせながら、徐々に後期課程に進むにしたがって、リベラルアーツ教育を行うという図を構想するもので、元々、後期課程の段階に視点を置いて考えている。その点で3年生の段階では少し時期としても早かったと考えられる。しかし、今回の取り組みは逆の形で初期に想定していた教育の時期の妥当さを示した一例になったように思われる。また、気体の発生方法と水上置換による気体収集の実験操作についても、1年時に学習済みであるにも関わらず、自分たちで、今回のテーマに沿った実験方法を考えるには、おぼつかない班が僅かではあるがあった。また、基本操作に関してはなかなか身に付いていない生徒が多かった。このあ

たりは、理科では基礎技術ということになり、1年2年で基礎基本をしっかりと身につけさせておくべきことである。まだまだリテラシーの範囲の教育が大部分を占めると考えられ、この点からも、やはりリベラルアーツ教育のタイミングとしては少し早かったかもしれない。

### ■指導に対するコメント

生徒自身が「地球的視野をもつ市民」という視点を身につけるべきだと気づくための授業となっていた。授業者のゆったりとした口調が、生徒の深い思考を引き出すための雰囲気を作り出していた。

導入段階で、地球全体の写真を見、地球全体の雲の流れを見たのは、一地域の空気が地球全体で共有されていることを感じさせる良いものであった。

題材としてのアボガドロ数は実感することが困難な数である。しかし、事前に行われたようである「ごまの数を数える」授業を導入として、今日の授業によって、アボガドロ数をより実感しやすいものに近づける工夫がされていた。

気体の体積を測る実験は、1年生で学習済みなので、ここでは実験方法を指示せず、器具の使い方、測定方法を生徒たちが協働で考え、工夫する時間を十分とっていた。

分子の速度と拡散に関して、条件の設定を単純化しているので、大学程度の理解度を持った、

#### 資料 2

1日の呼吸量を分子の数で表すとどうなるか？（何個になるか？）

・物質と気体の体積と粒子数の関係を思い出そう！

1日の呼吸量（分子の数）を世界の人口で割ると？

・世界の人口を60億人として考えよう！

地球上で我々の反対側に住む人まで呼吸の分子が届く時間は？

・常温・常圧における酸素分子の速度を300m/s、地球の赤道1週距離を約4万kmとして計算せよ。

私たちが呼吸している空気はどこからきたどのようなものであるのだろうか？

より正しい結果を導き出せるであろう生徒が、逆に興味をなくしてしまうのではないか。そうならないようにすべきである。などの意見があった。

### ■評価について

授業の約3ヶ月後に、以下のような項目のアンケートを実施し、授業の意図するところがどの程度伝わり、定着しているかを調査した。現在は未分析の状態、次年度以降、他の活動の結果も合わせた上で考察をしていく予定である。

(1) 一人一日に呼吸している気体の量を分子の数にするとどれぐらいになるでしょう。

- ① 約  $3.8 \times 10^8$  個    ② 約  $3.8 \times 10^{14}$  個    ③ 約  $3.8 \times 10^{20}$  個    ④ 約  $3.8 \times 10^{26}$  個

(2) 坂本龍馬が息を引き取った時の肺の中にあつた空気分子1個が、今、自分の肺の中に入っているという意見は正しいかどうか、考察せよ。

- ① 正しい    ② 正しくない

理由

(3) 呼吸の際に吸い込む空気に含まれる二酸化炭素の比率は、吐き出す空気に含まれるものより低い。

しかし、吸い込む空気に含まれる酸素の比率は、吐き出す空気より高い。なぜこのようになるのでしょうか。

(4) 中国の北京では、若者が新鮮な空気を吸うためにバーに出かけていく。この「酸素バー」では30分間の呼吸がおよそ500円相当で売られている。このことについてどう思いますか。

### 3-3-3 教材開発と授業研究（数学科）

#### ■リベラルアーツ育成のための教材開発

数学科では、各教員がリベラルアーツの観点から、これまでの授業実践の事例を検討し、事例を積み上げていく中から本校の目指すべき「リベラルアーツ」が規定されるのではないかという方向で、教材開発とリベラルアーツに関する検討会を行ってきた。その中で、数学の具体事例を通じた有用性という方向と、学際的な広がりという方向の一方のみではなく、双方がリベラルアーツの育成には欠かせないのではないかと考えるに至った。そこで今年度の実践では、数学の授業にどのような広がりを持たせ、幅広い見方や考え方を育成できるかという観点から、授業研究を行った。

#### ■授業研究

講座	5年「総合数学」
場所	本校 PC2 教室
日時	2010年11月30日(火)6限および12月1日(水)5限
授業者	川口 慎二(本校数学科教諭)
学級	5年総合数学選択者 13名(男子7名、女子6名)

#### ■科目・単元 「第5章 数えるって難しい」

#### ■単元目標

数えるという活動が数学的にどのような意味をもつのか理解するとともに、数や量に関する概念の獲得、無限という考え方の理解、数の発展の理解などを旨とする。また、数の発展の裏側にある歴史的背景や哲学的背景を概観し、現在の社会や生活にどのように結びつくのかを俯瞰する。

#### ■題材観

今回はテーマを「数を数える」とした。「数える」という活動は一見単純で簡単のように見えるが、その数学的な意味は実に奥深い。数を数えるという作業をきちんと規定しようとすると、数概念と量概念の区別、離散量と連続量の区別、記数法や命数法、対応の概念、集合と濃度の概念、数そのものの記号的な概念などさまざまな概念理解を避けることはできない。これらの概念は、人類が長い年月をかけて発展させてきたさまざまな経験や思考が結合したものであり、時間や重さ、体積や面積という量概念の発展の流れにも沿うところである。また、そこには、狩猟から農耕へと生活様式を変化させていく人類の歴史的变化や、0の発明や無理数の受容などという数に対する哲学的変化を併せて読み取ることができる。さらには、デジタル化が進む現代社会における数の在り方にも触れ、その意味を考えることもできる。

今回の授業では、このような概念を細かく取り上げ、理解することが目標ではない。「数える」という簡単と思える活動の背後にある奥深さと、そこから派生する無限の概念の不思議さを体験することにより、生徒に抽象的な思考をする機会を与えると同時に、数学の話にとどまらず幅広い視野と考え方をする練習を行うことにある。そのためには、まず各自がよく考え、自分の考えを表現することと、他者の意見と照らし合わせて、自分の中で解釈や理解を深めていくという活動が必要になる。

このような点から、題材的にも学習様式としても、リベラルアーツ育成を目指した授業の試行にふ



さわしいと考える。

■指導計画

全8時間

- (1)数概念と量概念の区別を行い、数えるという活動の意味を把握する。・・・2時間（公開授業）
- (2)数詞や数の記号としての意味と発展を概観する。・・・3時間
- (3)無限の考え方に触れ、その不思議を体感する。・・・2時間
- (4)無限に対する人類の歩みについて、大まかに把握する。・・・1時間
- (5)2進数を復習し、その哲学的意味を考える。・・・1時間

■本時（2時間分）の学習指導

「数える」という活動を考える手掛かりとして、数概念の歴史的展開の把握を目指す。さらには、歴史的展開を俯瞰する中から、数詞の概念や対応の概念を見出し、抽象化されていく過程を理解する。

■本時の目標および評価

- ア 課題に対して積極的に取り組み、自分の意見をまとめ、議論に参加する。
- イ 自らの考えを、文章や発言のかたちで表現する。
- ウ 他者の意見に触れ、自らの意見を補足、修正する。
- エ 多様な視点から課題を捉えて考察する。

「十分満足であると判断される」状況(a)と評価する具体例

- ア 議論に参加し、自分の意見をいうことができる。
- イ 自分の考えを文章として表現し、発表することができる。
- ウ 他者の意見を聞き、自分の意見の変容を記録できる。
- エ 様々な視点から課題に対して考察を行う。

「努力を要すると判断される」状況(c)と評価される生徒への手立て

- ア 議論の仲立ちをして、生徒の意見を引き出す。
- イ 意見をまとめる援助を行い、指名して意見を聞く。
- ウ 他者の意見をメモするように助言する。
- エ 議論しながら、どのような方向へ考察が展開できそうかを示唆する。

■展開（大まかな授業の流れ）

	学習活動	指導上の留意点	リベラルアーツの観点
前回の補足	0. 前回の補足 ・前回（空港の滑走路の秘密）に関する補足事項を説明する。進入角指示灯の仕組みについて説明する。		

<p><b>導入</b></p>	<p><b>1. テーマ設定</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・今回のテーマが「数」と「数える」ことであることを紹介する。</li> <li>・数と数字の違いに触れる。</li> <li>・人間の視覚がある程度以上のものを把握することが難しい点に注目する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・何を考えるのか、課題提示を明確に行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●数学に留まらず、様々な視点から、数の成り立ちと発展の歴史を考察する。</li> </ul>
<p><b>活動①</b></p>	<p><b>2. 考察と議論</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・次の問いに対し、自分の考えをまとめる。その後、全体で検討する。</li> <li>①太古の人々はなぜ「数える」という行為を始めたのか</li> <li>②どのようにものの数を捉えていたのか</li> <li>③「数える」という行為のどこが革新的だったのか</li> <li>④「数字」が生まれる前にはどのように数を表していたのか。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・解答があるわけではないため、各自が自分の意見をしっかりと表現できることを重視する。</li> <li>・どこに数学的な視点があるのか、意識させる。</li> <li>・数の概念が抽象的であることを意識する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●「なぜ？」を問うことを続けることにより、自ら「問いを立てる」ことができるようになる。</li> </ul>
<p><b>活動②</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・古代の数の表し方に関して、いくつかの点について議論する。</li> <li>・指を用いた数の表し方では、指1本ごとにこめられた意味をヒントに数の表し方の意味や規則性を考える。</li> <li>・数字（記数法）の確立以前に、どのように数を数え、表していたのか想像する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・与えられた資料から、論理的に自分の考えを組み立てるように支援する。</li> <li>・数字という道具を持たない時代にどのように数を理解したのか考え、その方法のメリットとデメリットを考える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●議論や検討を通して、自分の考えを再構築する。</li> <li>●限られた資料から予測や仮説を立て、何を調べたらよいかを認識する。</li> </ul>
<p><b>活動③</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動物の数の認識について考察し、人間の数の認識との違いを考える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動物の数の認識は曖昧であることをつかませる。</li> <li>・人間は「対応」の概念を理解できたことが大きな差異であることに触れる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●一見、関連のなさそうな話題でも、見方を変えることにより、自分の課題に直結することを体感する。</li> </ul>

活動 ④	<ul style="list-style-type: none"> <li>数の表し方について、歴史を概観し、どのような思想や哲学が数の発展に寄与したかを考察する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>記数法に関する歴史と零の発見に関する歴史を概観し、人類がどのように数概念を広げていったのかをつかむ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●普段、当たり前にする数の背景にある歴史と思想を概観することにより、数に対する考え方が深まる。</li> </ul>
---------	--	--	---

### ■授業者コメント

数がどのように生まれ、どのようにして現在の数体系を獲得したのか考える機会は少ない。今回、総合数学における実践を通して、生徒たちは当時の生活スタイルや社会状況に思いをはせながら、数が社会の形成にどのような役割を果たしたのか、数という記号が思考とコミュニケーションのあり方をどのように変えたのかという問題を考え議論することにより、現代の社会やコミュニケーションのあり方、数学の授業では見えてこなかった数の文化を意識することに繋がったのではないと思う。

### ■授業観察者のコメント

- ・人類が数学を発展させてきたのはなぜか、数学は人類にとってどういう意味を持つのか。数学はリベラルアーツそのものだと思わせるような授業でした。
- ・具体的には、「数える」ということをヒトが始めた背景から入り、いくつかの民族の「教え方」を体験しながら、数学を芯としながらも、思考が広範囲ににじみ出ていく体験をすることができました。
- ・生徒の発想が柔らかくて驚きました。

### ■今後の課題


今後は、「リベラルアーツ」とは何かという点について教科内あるいは学校全体での議論を深めていく必要がある。また、「数学的リテラシー」と「リベラルアーツ」の関係性についても議論を行う。理論的側面だけでなく、授業実践を行いながら、教材開発や指導法の確立などに努めていきたい。

### 資料 授業プリント（一部）

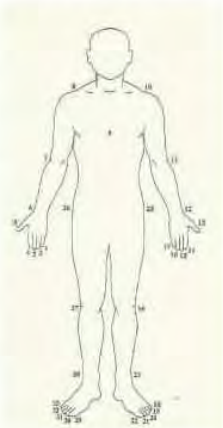
5年 総合数学      5年(      )組(      )番 氏名(      )

■実際に、古代の人々がどのように数を記録していたのか見てみよう。


【資料①】 マサイ族の数の表示方法（1から10まで）




【資料②】 トーレス海峡の先住民の数の表示方法



【資料③】 15世紀の「指計算」の手引書



【資料④】 トナカイの角に彫られた線と点



73

## 第4節 サイエンス研究会

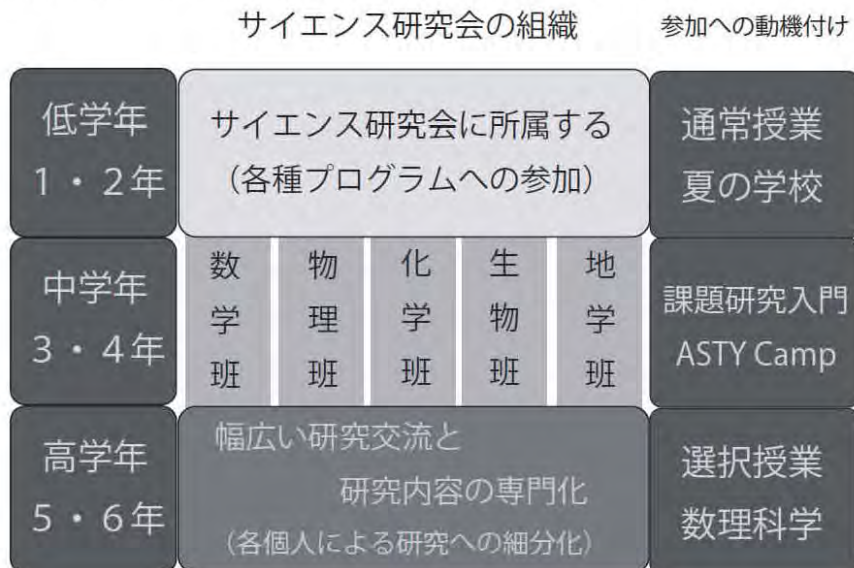
### 研究の内容

#### 1. 「サイエンス研究会」とは

サイエンス研究会は、本校がI期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理数系クラブである。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、物理、化学、生物、地学、数学の5つの研究班に分かれて、各自の興味や関心に応じた内容について研究活動を行っている。その活動形態は個人またはグループ単位であり、各班を理科または数学科の教師が顧問として担当して、研究上の指導や活動への支援を行っている。

サイエンス研究会に所属する生徒たちはそれぞれの研究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。また、日頃の研究活動以外にも、「サイエンス夏の学校」などのように、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」、「ASTY Camp」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。

サイエンス研究会に対して、本校教育課程の基本的な方針である「2-2-2制」に従い、3つの段階に分けて指導方針を設定している。低学年(1・2年)において各種のプログラムに参加しながら所属班と研究テーマを決めていく段階、中学年(3・4年)において5つの班に分かれて研究活動や発表活動を行う段階、高学年(5・6年)において個人へと研究主体が細分化され、幅広い仲間との研究交流を通して自らの専門性を深める段階である。下図はその模式図であり、各段階での活動がどのようなSSH事業や授業内容により動機付けられているかを表すものである。



本節では、サイエンス研究会全体として、2010年度の活動内容を総括する。また、次節以降では、各班による研究活動および発表活動について報告する。

#### 2. 2010年度の主な活動

2010年度もI期SSHの活動内容の大半を継続して実施してきた。主なものについて報告する。

## ■各班の研究内容

2010年度は前期課程生 39名、後期課程生 32名、合計 71名が在籍した。各班の主な研究内容は以下の通りである(生徒研究論文集参照)。

数学班 9名 (顧問 1名)	「ピタゴラス三角形」、「グラフ理論」、「黄金分割」 「結び目理論」、「フラクタル」
物理班 23名 (顧問 2名)	「次世代型モーションキャプチャシステム」、「マイクロ波の性質」 「バーサタイルコントローラーの開発」、「リニアモーターの研究」 「抵抗ブラックボックスの法則性」、「太陽電池による距離の測定」
生物班 25名 (顧問 2名)	「猿沢池の水質」 「プロトプラストの作成と細胞融合」 「音波と植物の成長の関連性」
化学班 5名 (顧問 2名)	「金属陽イオン水溶液の分離操作」
地学班 11名 (顧問 1名)	「立体星座模型の作成」、「火山調査」

## ■研究・発表活動

今年度も、従来と同様にそれぞれの班による研究成果の発表を、校内研究発表会、奈良高校との合同発表会、SSH 全国生徒研究発表会、本校公開研究会でのポスターセッションなどにおいて、ポスター発表または口頭発表の形で実施した。この詳細については 3-4-6 節にて詳細に報告する。また、奈良 SSH コンソーシアムへ参加して、研究発表及び研究交流を行った。

さらに、JSEC(Japan Science & Engineering Challenge)や日本学生科学賞をはじめとする各種コンクール、コンテストへも参加した。そして、1年間の研究成果を「生徒研究論文集」にまとめた。

## ■国際交流

今年度からスタートした ASTY Camp にもサイエンス研究会の生徒の一部が参加している。台湾、韓国の中高生とともに、ワークショップを行い、グループにおいて先導的な役割を果たした生徒もいた。さらに、韓国 ISSS において、数学班と生物班が韓国の公州大学校英才教育院や忠南科学高校を訪問して、研究発表や共同研究を行うことを通して、国際的な研究交流を経験した。

## ■サイエンスミーティング

サイエンス研究会に関する I 期 SSH の課題として、校内の一般生徒への広報活動の不足が挙げられた。そこで、2010年度では新たに、新入生を対象とした「サイエンスミーティング」の開催を試みた。これは、教員によるサイエンス研究会の紹介だけではなく、2年生が実際に活動を紹介しながら科学の楽しさを伝えようという試みである。今年度の1年生が多く入会したことから、効果があったと判断できる。



### 3-4-1 物理班

物理班は 23 名が所属しており、内 13 名は年度末に下記のテーマで校内論文集に論文を発表した。顧問は物理の教員 2 名である。現在、物理班は大きく 2 つのグループに分かれている。一つはこれまでの伝統を引き継ぐグループで、コンピュータ、マイコン、電子回路を使いこなす応用物理的・工学的側面の強いテーマを探究する 1 年生と 4 年生の生徒たちである。活動場所は普通教室の半分の広さの理科講義室であり、サイエンス研究会の生徒たちの研究室として開放されている。コンピュータ関連機器、小型 CNC 旋盤を初めとする工作機械などもある。生徒たちは、始業前、昼休み、放課後、土曜日とほぼ毎日この部屋に集まって研究活動を行っている。この部屋では、物理班と数学班が活動しており、1 年生から 4 年生の生徒が学年を超え、追究するテーマの違いを超えて、研究のムードを共有し、毎日緩やかに結合しながら自分のテーマを楽しんでいる。もう一つのグループは基礎物理班で、物理の授業に関連する実験的、理論的基礎研究をしている 2 年生の生徒たちである。他のクラブにも所属している生徒が多く、活動は不定期である。活動場所は理科講義室の隣の物理実験室である。

#### ■ 2010 年度における物理班の研究テーマと概要

テーマ	概要	メンバー
マイコン制御	H8 マイコンによるマトリックス LED の制御 H8 マイコンによる LED の制御 PIC マイコンによる LED の制御	1 年生 4 名
シミュレーション	交通渋滞のシミュレーション	1 年生 1 名
基礎物理実験	電磁波の性質の研究 LED 発電の研究 太陽電池による距離の測定 抵抗ブラックボックスの解読法 リニアモーターの研究	2 年生 6 名
システム開発	次世代型モーションキャプチャシステムの製作とその応用 バーサタイルコントローラーの開発に向けた研究材料の検証	4 年生 2 名

#### ■ 1 年生の活動内容とその指導

物理班 1 年生の大半は、サイエンス研究会に入ることを目的として本校に入学している。ほとんどの生徒は、本校入学後に半田付けの練習やマイコン制御、プログラミングの学習を始めた。入門書の見本回路の製作やプログラミングの本の例文を実際に入力しながら、少しずつ学んでいった。1 年生に対する日々の指導には 4 年生が当たっており、部屋の使い方から、ネットワークやマイコンの扱い方に関する助言などを行っている。秋の初め頃までは基本的なことをのんびりと学んでいたが、秋の後半になって、急速に「進化」しだしたといえる。とくに、1 月末の校内論文集への論文提出に向けて年末の 1 日 1 日は、日に日に実力がついてきたと言える。

##### ・マイコン制御のグループ

PIC マイコンあるいは H8 マイコンによってマトリックス LED の制御を目指している。電子回路の知識、パソコンとマイコンとの通信の知識、マイコンで実行させるための C 言語の知識、マトリックス LED を制御するためのプログラミングの論理部分で 2 進数の知識などが必要である。1 年近くをかけて、半田付けから 2 進数を使いこなすまでたどり着いている。知識や技術の習得に関しては、誰かの指導を待っているのではなく、自分から次々と課題を見つけ、それを解決するため

に書籍やインターネット上の文献資料、技術資料などを独力で調べ、日々努力している。壁にぶつかったときは、どのようなアドバイスが必要かをしっかり認識した上で、先輩の助言を得たり、顧問にアドバイスを求めている。このような研究スタイルは、日々の先輩たちの研究姿勢から学んでいる部分が多い。

#### ・シミュレーション

1年生の1名は入学後 Java 言語を始めた。最初 Java 言語のゲーム用の見本プログラムを入力して、画像の動きを少しずつ自分なりに変化させながら言語自体を学んでいた。ある日、信号と交通量の関係を調べ、交通渋滞のシミュレーションをやってみないかと顧問から助言をしたところ、10日位すると、画面上の交差した道路を小さな自動車の点が互いに一方通行だが、走っていた。その後、さまざまな条件判断の階層を深めながら交通シミュレーションらしくなっていた。授業では学習していないはずなのに、加速度の概念もプログラムに組み込んでいるのには驚かされた。

#### ■2年生の活動内容とその指導

2年生は、1年生のとき、理科の授業の中で実験や考えることのおもしろさを体験し、夏休みにはサイエンス研究会とは別の理科同好会として活動し、9月の学園祭で来場者を前にしてポスタープレゼンテーションや実験の演示を行った。また、昨年3月にNAISTで行われた奈良コンソーシアムでポスタープレゼンテーションを行った。その活動の延長でサイエンス研究会物理班に入り、1年生のときに始めた内容を研究テーマに選んで研究を進めている。のんびりと研究を続けているグループである。

#### ■4年生の活動内容とその指導

1期SSHで大きな成果を上げたサイエンス研究会の先輩たちが卒業し、5・6年生が引退したあと、物理班の伝統を引き継いでいるのが現在の4年生である。1・2年生の段階は、顧問が課題を与えたり、内容に関する助言を与えたりして生徒を引っ張る必要がある。しかし、4年生にもなると研究のスタイルが確立され、日々の行動に力強いものを感じる。ときに持ちかけてくる質問は非常に高度である。その分、研究内容が行き詰まり、テーマに先の見通しが見つからない状況にしばしば陥り、お互いに苦勞することが多い。そんなとき、研究者の方々によるアドバイスが得られることは非常にありがたい。

研究内容は、筋電位、音声、体の動きなどを入力情報とし、それを解析して、コンピュータ自体や家電製品などを制御しようという研究である。

#### ■研究者による支援

7月末に生徒たちはATR(国際電気通信基礎技術研究所)を見学した。12月初めにはATRのオープンハウスに出かけ、また、12月末にはATRの研究者の方々から本校に来ていただき、生徒たちのプレゼンテーションに対してアドバイスをいただいた。とくに7月のATR見学では、ATRで研究中の運転技術評価システムの研究について詳しい説明を受けた。LRF(レーザーレンジファインダー)やGPS.IMU(慣性計測センサ)、PSD(距離センサ)カメラなど多数のセンサやビューを用いた多様な視点から実験を行うことやノウハウについて学び、4年生はセンサ関連技術を大きく飛躍させることができた。また、ATRのご紹介で、京都の株式会社たけびしを見学することができた。そこでは、HEW(ルネサス社製マイコン用統合開発環境 High performance Embedded Workshop)とEIOA-USBデバッグなど、本格的な開発環境を使ってマイコンを開発していく方法を学ぶことができた。

奈良女子大学理学部の先生方には、筋電位研究や立体幾何学基礎についてご教示をいただいた。生徒が研究に行き詰まったとき、研究者の方々からのアドバイスが得られる環境は、非常に重要である。

### 3-4-2 化学班

化学班には、1年生3名、2年生2名の計5名が所属している。学年別に化学教室で活動しており、教員2名で指導している。

#### ■活動内容とその指導

前期課程生において「研究テーマ探し」が目標であるが、研究をするためには基本的な実験操作が不可欠である。したがって、短時間でできるいろんな実験を行うことで、さまざまな化学的な現象を知るとともに、基本的な実験操作を習得することを目指している。

1年生は、7月から活動を始めた。9月中旬までは「入浴剤作り」の実験を行い、その成果を学園祭で発表した。60名ほどの子どもに対して入浴剤について説明し、実際に入浴剤を作る体験をしてもらうことができた。しばらく活動を中断していたが、1月から活動を再開して「シャボン玉作り」の実験をしている。



2年生は、下表に示すように、これまでに5つの実験を実施している。

実験	時期	内容
あぶり出し	6月中旬	10%の希塩酸を筆につけて紙に文字を書き、乾燥後、火であぶる。文字を書いた部分が赤黒く、灰色がかってきて段々と黒くなる。
メチルオレンジの反応	6月中旬	水、酢酸、塩酸、水酸化ナトリウム水溶液、石鹼水溶液、炭酸ナトリウム水溶液にメチルオレンジを加え、色の変化を見る。酸性のものは赤、中性のものはオレンジ色、アルカリ性のものが黄色と、濃度によって濃さが変化した。
スーパーボール (学園祭用)	7, 8月	PVA洗濯糊に食塩水を加えて作成した。これは完成したものから塩がぼろぼろ出てくるうえに、がちがちの状態になり全く跳ねなかった。次に、PVA洗濯糊にホウ酸を加えたものを作った。これも跳ねなかったうえに数日経つとプラスチックのように硬くなった。最後に、生ゴムに酢酸を加えたもの、クエン酸を加えたものを作った。酢酸で作ったものよりクエン酸でのものの方がよく跳ねた。
炎色反応	7月	塩化リチウム水溶液、塩化銅水溶液、塩化ナトリウム水溶液、塩化ストロンチウム水溶液、塩化カリウム水溶液、各水溶液と少量のメタノールを時計皿に入れ、それに点火し炎色反応をみた。
Ca(OH) <sub>2</sub> 水溶液とAlとの反応	現在	水酸化カルシウム水溶液とアルミニウムの反応について、水溶液の濃度や反応温度などの反応条件を変え、調べている。

スポーツ系の部活動と掛け持ちをしている生徒がおり、また顧問の都合との調整がうまくいかず、なかなか定期的な活動ができないが、不定期でも引き続き活動を続けていきたい。



### 3-4-3 生物班

生物班は全員で22名おり、そのうち前期課程生は11名で、1年生9名、3年生2名である。後期課程生は13名であり、4年生7名、5年生6名、6年生1名である。これらの生徒を生物科の顧問2名で指導している。活動場所は、主に生物教室と生物器具室であり、活動は不定期であるが、概ね1週間に1~2回班ごとにメンバーが集まって活動している。活動内容が異なるので全員が集まって情報交換したり議論したりすることはほとんどなく、せいぜい校内発表会等の前の練習の時にお互いアドバイスする程度である。

また、5年生の2名は活動場所が本学の研究室であり、先輩の活動を見る機会も少ないのが実情である。3年生は入会の意味は伝えたが運動部の活動が忙しくサイエンス研究会の活動はできていない。

6年生の生徒はシカの糞の研究で全国大会等で数々の賞を受賞したが、その研究が後輩に引き継がれていない点は大変残念である。また、プレファリズムの研究は途切れ途切れではあるが引き継がれており生物班の財産となりつつある。さらに、猿沢池の調査も3年目を迎え、今後も継続して研究が進められるように低学年の指導にも力も入れているところである。



#### ■前期課程生の活動内容とその指導

前期課程生において、「研究テーマ探し」が大きな目標である。そのため、興味ある生物について調べたり、培養したりと、実験を体験することが主な活動内容となっている。今年度の取り組みは以下の通りである。1年生女子6名のグループ実験という形態をとり、実験サンプルの担当を決め、それぞれが責任を持って最後まで実験を行うように指導した。

##### ・校内の細菌量の観測

「テレビで見るような生物実験をしてみたい。」この言葉から始まった実験が、「細菌の培養」である。一般的に知られている細菌培地(LB培地)を複数作製し、校内の細菌が多いところなどに1分間放置し、その後、42度で培養し、1日ごとにコロニー数を数えることで、結果を得るというものである。この実験の目的は、「仮説の立て方」と「比較実験の方法」を学ぶことにある。生徒に予想を立てさせ、その予想の根拠を考えさせることで仮説の立て方を学ぶ練習になると考えた。また、数箇所調べることで比較実験の方法を体験させた。

##### ・キノコの培養

「病気を治すような新しい成分を探したい。」という漠然とした生徒の希望から、何度もディスカッションを繰り返し、「キノコ」を一から培養できるようになることを目的とした、「キノコ培養」に取り組んだ。実験書を購入し、そこに書いてある通りにまずは培養を開始し、上手く菌糸が増えないのがなぜなのか、試行錯誤を繰り返しながら、生徒自ら実験計画を立て、その計画を教師と点検し、生徒主導型で実験を進めていく方針で行なった。

上記2つの取り組みからは、何か新しい事実が発見されるというものではなかったが、生徒が研究手法を学ぶ上では、大変効果的であったといえる。それは、生徒たちが希望していることと、現実に行えることとのギャップを認識し、今の自分たちにどんな知識が必要なのか生徒同士で話し合うようになったことから窺える。今後は、生徒がより具体的な研究テーマを見つけるためのサポートをし、自主的に研究に取り組めるような環境を整えていきたいと考えている。

## ■ 後期課程生の活動内容とその指導

後期課程生のテーマとメンバーを以下の表に示す。

テーマ	概要	メンバー
猿沢池	猿沢池の水質調査、プランクトンの調査と培養	4年女子3名 (1年女子3名)
細胞融合	異種の植物のプロトプラストの作成と融合	4年女子4名
鯉節菌の研究	菌の単離法とその培養法の実習(本学元校長研究室)	5年男子2名
納豆菌の研究	適した培地作成までで休止中	5年男子2名
膜研究	ブレファリズマの染色液を用いた膜形成の研究	5年女子1名
※成長の実験	音波と植物の成長の関連性	5年女子1名
シカの糞の研究	シバの生育とシカの糞の関係	6年女子1名

※成長の実験は、本来は地学班の生徒であるが、生物にも興味を持ち、生物をテーマに論文を作成した。

この中から特に、4年生の猿沢池班と細胞融合班の活動内容とその指導について述べる。

猿沢池班は2年生から研究を始めている。当初は、鳥の羽根の構造はどうなっているかという自分たちの身近な疑問を研究していた。その時点では研究の方法を学ぶことに重点を置いていた。しかし、2年生の終わりに研究の発展性や独自性を考えて、自分たちで継続してできる調査をするように指示した。それを受けて、通学途上にある猿沢池の七不思議を知り、研究調査を始めることとなった。3年生から始めて、2年間調査を継続している。その間、SSH指定校でもある大阪府の高津高校の生物部と研究交流をもった。高津高校は大阪城のプランクトンを中心に長年研究を続けており、賞も受賞している伝統校である。この学校との交流で、プランクトンの本格的な調査方法を学ぶとともに、葉緑素の定量的調査方法を学び、現在も実践している。また、2010年4月からは新たに1年生が加わり、水質調査とプランクトン調査に加え、プランクトンの培養研究も始めたところである。研究熱心な生徒に恵まれ、必要な器具を十分に揃えることができたことで研究を継続することが可能となっている。

細胞融合の班は3年生から研究を始めている。始めは自分たちが疑問に思っていた「3秒ルール」を調べていた。それは、食べ物を床に落としても3秒以内であればそれほど雑菌がつかないという俗説である。培養を中心に研究をしたが、食べ物自体に雑菌が多すぎて顕著な差を見出すことができず、しばらくテーマ探しに悩んでいた。4年生になり、それまでの3名に1名が加わり、細胞融合に挑戦することになる。細胞融合の実験自体は教科書に掲載されるほど一般的なものである。まず、自分たちで教科書どおりに実験させ、改良点を見出すように指示を行う。自分たちが行う実験に必要な薬品の量がどれくらい分からず、作りすぎて菌類が生える失敗をしながら、自分たちなりの方法を見つけていった。材料を変えたり酵素処理の時間を変えたりしていたが、典型的なプロトプラストを作ることができなかった。観察する回数を増やすように指示すると、その結果、典型的なプロトプラストを作ることができるようになり、細胞融合も成功させることができた。生徒たちは一つの壁を乗り越え、実験観察を楽しんでいる様子がよく分かった。細胞融合に使用する酵素類は高価なもので生徒が自由に使って実験できるものではないが、SSHの指定を受けたからこそできた実験であるといえる。

なお、5年生の本学で研究している生徒の指導の分担であるが、実験自体は本学の学生や教師にお願いし、本校の教員は実習の進行状況の確認とポスター発表の作成と発表の指導などを行っている。

### 3-4-4 地学班

地学班には、1年生2名、2年生5名、5年生4名の計11名が所属している。主に放課後を利用して地学教室で活動しており、教員1名で指導を行っている。

#### ■ 活動内容とその指導

現在の地学班は2年生が中心となって活動しており、班ごとに1~2週間に1回の研究活動を行っている。全ての生徒が運動部や文化系クラブにも所属しているため、空いた時間を利用して研究活動を行っている。ほとんどの2年生が今年度から研究をスタートさせ、まだまだ駆け出しの状態である。

研究内容は天文分野と地質分野に分かれており、天文分野に取り組んでいる班は、普段から眺めている星の美しさへの興味を持ち、その性質を少しでも科学的に考察してみたいという考えが研究の動機となっている。現在は、夜空に一様に張り付いてみえる星までの距離を求める研究を行っている。実際に手に届かない天体までの距離を測定する方法を学習し、最終的には、星座の立体模型を作りたいと考えている。

地質分野の研究に取り組んでいる班は、今年大噴火を起こして話題となったアイスランドの火山に興味を持ったことがはじまりである。火山の噴火によって、なぜあれほど大きな被害が起こるのか、またその要因となるものは火山のどのような性質に起因しているのかを調べるため、火山から噴出した火山灰の調査を行っている。一見、ただの灰にしか見えない火山灰を実際に洗浄して、実体顕微鏡で見ると、様々な色の鉱物が含まれていることがわかる。テレビでは煙のようにしか見えていなかった火山灰にいかにも多くの成分が含まれているかを知り、火山灰に対する認識が変わったようである。今後は様々な地域で採集された火山灰を分析し、その情報から火山の形や噴火の様式などを特定していくことが目標である。

テーマ	概要	メンバー
立体星座模型の作成	星座を形成しているそれぞれの星までの距離を求め、立体的な星座模型を作成する。	2年生 女子3名
火山調査	火山灰の分析を通して、火山の性質を調べ、火山噴火の様式を特定する。	2年生 女子2名

これらの生徒は、サイエンスへの興味が著しく高い生徒が多いわけではない。しかし、普段の生活で見つけた小さな疑問に興味・関心を持ち、自分達のペースで研究活動を行っているという特徴がある。一見すると地味な印象を持つ地学分野の研究だが、私達の日常に地球規模で関わる現象が多い。日常的な現象に興味を持ち、それらを科学的に考察することで、科学への興味・関心を高めるとともに、身近な問いを発見して解決の糸口を探っていく力を身につけてほしいと思う。地学を専門とする教員が不在であるため、奈良教育大学等の地学分野を専門とする研究室と連携しながら今後の指導を行う予定である。

### 3-4-5 数学班

数学班は3年生2名と4年生7名の合計9名が所属しており、数学の教員1名が顧問を担当している。現在、数学班は4名による「ピタゴラス三角形」の共同研究と、4つのテーマにわたる個人研究を行っている。数学班では、基本的に個人の興味に基づくテーマ設定を行っており、書籍を読んで考えたり、実際に検証したりするという活動が中心である。これまでは、書籍の内容を理解することに大きく時間を取られていたが、今年度からは書籍を離れ、派生する問題について検討しあう姿が多くみられた。数学班に所属する生徒の中には、学園祭やクラブ活動など他の活動を兼ねている者が多く、放課後および土曜日を主に活動時間としているものの、実際の活動は不定期に行われている。また、通常の授業期間では十分な時間をかけることが困難であるため、長期休暇中に時間をかけて活動することも多い。活動場所は主に4年普通教室および理科講義室である。

#### ■2010年度における数学班の研究テーマ

テーマ	概要	メンバー
ピタゴラス三角形	特殊な条件を満たすピタゴラス三角形の辺の長さに関する性質およびピタゴラス数の代数的性質	4年生4名
結び目理論	結び目理論の生物学（特に遺伝子工学）への応用	4年生1名
黄金分割	黄金比や黄金分割の代数的側面と幾何的側面の融合	4年生1名
フラクタル	フラクタル図形の代数的特徴づけとフラクタル次元	4年生1名
グラフ理論	グラフ理論の基本理論と四色定理	3年生2名

#### ■研究活動

数学班は各グループまたは個人が関連書籍を輪読し、理解しようという活動が中心となっている。これまでは、輪読することに精一杯である印象が否めなかったが、今年度になると、輪読を通して必要な知識を獲得しながら、そこから問題を派生させて考えるようになった。つまり、書籍から離れて自分たちなりに「問いを立てて」から考察するという活動がみられるようになった。またその際に、コンピュータによる施行やシミュレーションを利用しながら仮説を立て、一般化を試みる姿勢が身についてきた。今後は、輪読を継続しながら、生まれた疑問や新たな課題にじっくり取り組む時間を確保することが大切である。



#### ■研究環境の充実

従来数学班は予算の大部分を書籍の購入に充ててきた。今年度は上記のように、書籍を輪読するだけでなく、生じた疑問を議論しあう活動が盛んになってきた。これまで机と書籍以外には、記録やプレゼンテーション用のコンピュータのみを用いて研究していたが、このような活動内容の変化に伴い、コミュニケーションの取りやすい環境を設定する必要が生じた。そのため、今年度は備品としてホワイトボードを購入し、自由に議論できるよう配慮した。その結果、生徒は思いついたアイデアをメモしたり、計算したり、言葉では伝えにくいイメージや式を伝えたりすることが容易になり、より

活発な議論を生み出すことにつながっている。

#### ■SSH 全国コンソーシアム（数学研究会）への参加

数学班の今年度の活動において、最も大きな活動は、福岡県立小倉高校で開催された明治学園中学・高等学校主催の「SSH 全国コンソーシアム（数学研究会）」に参加したことである。このコンソーシアムは8月と12月の2回開催され、数学班から1回目には6名、2回目には3名が参加し、懇親会や研究発表会、講演会に参加した。

これまで、校内発表会や奈良高校との合同発表会などには参加してきたが、これだけ規模の大きなコンソーシアムにおいて発表したことはなかった。自分たちと同じように数学に興味を持って研究している同世代の生徒同士の交流は、数学班の生徒たちにとって大きな刺激となったと同時に、自分たちの研究の拙さにも気づき悔しい思いを経験する機会となったようであった。

加えて、このコンソーシアムへの参加は、いわば数学班の合宿のような意味合いもあり、宿舎では互いの研究の進捗状況を報告しあったり、事前に出題されていた数学の問題を全員で考えたりと、普段の研究活動ではできない活動を行うことができた。今後も機会があるようであれば、積極的にコンソーシアムや発表会に参加し、研究内容を深めていくだけでなく、他校の数学研究会との交流や本校数学班の結束を強めることも図っていきたい。



#### ■数学オリンピックへの参加

I期 SSH から、本校では数学オリンピックに参加する生徒の参加費を補助してきた。この援助はサイエンス研究会数学班に限ったものではなく、広く参加希望生徒を募集し、応募してきた。そのなかで、数学班ももちろん数学オリンピック予選に毎年参加してきたが、これまでは参加するだけという印象が強かった。しかし、今年度は問題の検討や講習を希望するようになった。当初は計画的に行う予定であったが、実際に開催した回数は少なかつたため、次年度の課題の1つとして挙げられる。普段はそれぞれのテーマに分かれて研究している生徒たちが定期的に集まり、共通の問題について議論することも重要であり、ぜひ次年度は回数を増やして実行したいと考えている。

#### ■下級生への普及活動

現在のところ、数学班は3年生と4年生の生徒から構成されている。これから数学班がさらに発展していくためには、下級生の加入が重要になる。下級生に数学の楽しさや美しさを伝え広める活動を行うことも次年度は視野に入れていきたい。

### 3-4-6 発表活動

#### ■各種発表活動

今年度もサイエンス研究会では、日々の研究の成果を発表する機会を設定した。主な日程を挙げると以下の通りである。

2010年	6/26	SSH 校内研究発表会
	7/3	オープンスクールにおけるデモンストレーション
	7/12	奈良高校（SSH 指定校）との合同研究発表会
	8/7,8	SSH 全国大会におけるポスターセッション
	9/18,19	本校学園祭でデモンストレーション
2011年	2/19	本校公開研究会におけるポスターセッション

上記のほかに、関西中学生研究発表コンクール、日本生体医工学会高校生科学コンクール、日本学生科学賞、JSEC2010 などにおいて、口頭発表またはポスター発表を行った。

#### ■SSH 校内研究発表会

今年度も校内への活動成果の発信を目的として、校内研究発表会を行った。物理班と数学班、生物班による口頭発表4本と各班によるポスターセッションを行った。

名 称	SSH 校内研究発表会
場 所	本校多目的ホール
日 時	平成 22 年 6 月 26 日 13:00～16:00
本校参加生徒	研究発表者 8 名・聴講者 40 名
本校発表テーマ	「加速度センサを用いたロボットの製作」 「ピタゴラス三角形の代数的性質」、「猿沢池」 「ウェアラブル・コントローラーの開発」 数学班、物理班、生物班によるポスターセッション

この校内研究発表会は毎年度の6月～7月に年1回のペースで開催されており、今年度で5回目を数える。多くのサイエンス研究会のメンバーにとって、この校内研究発表会で初めての口頭発表を行い、運営指導委員の先生方や校内の教員、生徒および保護者の前で自分の研究内容と成果や課題について発表を行う。そして、研究内容やプレゼンテーションに関するコメントを受ける機会としている。





また、低学年の生徒にとって、先輩の研究内容や発表の様子に触れることにより、興味や関心はもちろん自らの研究につなげようとする意欲、発表の技術など得るものが多いようである。

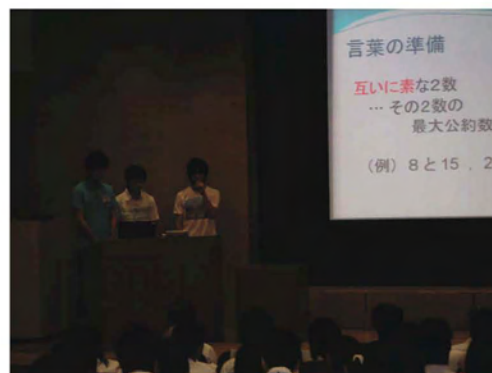
#### ■奈良高校（SSH 指定校）との合同研究発表会の実施

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

名 称	SSH 合同研究発表会（奈良県立奈良高校と本校との合同開催）
場 所	関西光科学研究所多目的ホール
日 時	平成 22 年 7 月 14 日 13:00～15:00
本校参加生徒	研究発表者 4 名・聴講者 9 名
本校発表テーマ	「ピタゴラス三角形の性質」 「表面筋電位取得デバイスの開発」

2006 年度には、本校の校内研究発表会に奈良高校の生物部を招待して口頭発表をしてもらった。2007 年度からは、奈良高校の研究発表会に毎年参加しており、今年度は本校のサイエンス研究会を代表して、物理班と数学班からそれぞれ 1 本ずつの口頭発表を行った。

この合同発表会を通じて、両校が研究内容を発表しあうことにより、同世代の仲間がどのように考え、どのように努力したのかを知ることができ、互いに良い刺激を受けた。この実績をふまえ、今後も奈良高校との合同研究発表会を行っていききたい。



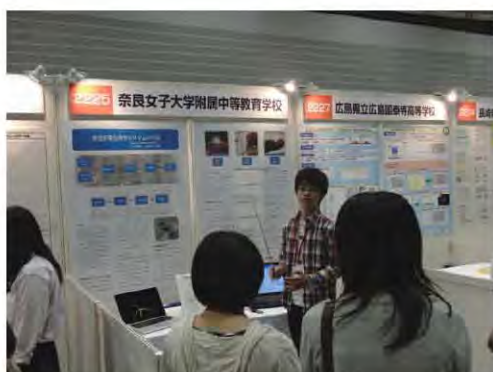
## ■スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会

サイエンス研究会の大きな活動目標のひとつに、毎年開催されるスーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会での発表活動がある。今年度は8月2日・3日に開催されたパシフィコ横浜での全国大会でポスターセッションを行った。口頭発表は平成18年度指定校の13校、ポスターセッションは128校であった。

名 称	SSH 生徒研究発表会
場 所	パシフィコ横浜
日 時	2010年8月2日～8月3日
本校参加生徒	研究発表者1名・聴講者10名
本校発表テーマ	「表面筋電位取得システムの開発」

発表は2日間にわたって行われた。会場には開始時間前から多くの生徒や関係者が訪れ、この発表会に高い評価と関心が集まっていることが感じられた。本校生徒にも説明を熱心に求める人が多かった。本校からは、物理班が「筋電位取得システムの作成」についてポスター発表を行った。この内容は、卒業した先輩の研究成果を追いかけるもので、すべてを自分で設計して、先輩の研究内容である筋電位の分析手法について、新たな方法に挑戦するものである。また、データ処理を行うソフトウェアは、筋電位だけでなくあらゆるセンサによるデータを処理できる優れたものを作成した。来場者からは、このソフトウェアの部分が特に評価された。これ以降は先輩の研究内容との差異化を図るべく努力していくことが課題として挙げられる。

また、大会全体の様子として、これまでに比べるとテーマの種類が多かったこと、研究の質の高い発表が多かったこと、大学との連携で研究が深められている発表が多く見られたこと、口頭発表やポスター発表でのプレゼンテーションが優れていたこと、去年より広い場所がポスター発表の会場であり、各ブースとも活発であったことなどの特徴が挙げられる。



## ■研究会への参加（数学班）

今年度における数学班の活動として、他校主催の数学コンソーシアムへの参加が特徴的であった。数学班は4年生を中心としてこれまで研究活動を行ってきたが、校内研究発表会や公開研究会など校内での発表が主であった。そこで、

今年度からは外に向けた成果の発表を重点目標とした。新しい取り組みとして、明治学園中学校・



高等学校が主催する「SSH 全国数学コンソーシアム」への参加を決め、夏と冬の2回にわたり、研究発表を行った。本校からは4年生の数学班6名が参加した。

名 称	「SSH 全国数学コンソーシアム」
場 所	福岡県立小倉高等学校
日 時	2010年8月9日～8月10日、12月12日
本校参加生徒	参加者6名

今回のコンソーシアムは、全国の数学を研究する高校生が結集し、それぞれの研究成果を発表しあったり、いくつかの問題を全員で解きあったりする内容であった。研究成果を広めることで、さらなる研究の課題を発見したり、専門の先生方から貴重な意見を受けたりすることにより、研究内容はもちろん、研究の進め方や課題の見つけ方、既知の内容と自らの成果を区別し強調することの重要性など、多くのヒントを得ることができたようである。同時に、生徒間の交流のみではなく、担当教員間の交流の機会ともなり、指導法に関する意見交換や情報交換を行うとても貴重な機会となった。



■オープンスクール、学園祭での発表

今年度も7月に行われたオープンスクールでは、小学生や一般の方を対象として、研究内容をポスターや実物を用いて紹介するブースや、数学パズルで楽しんでもらうブースなどの展示を行った。また、9月の学園祭においても、各班が実験を公開したり、ポスター発表したりする展示を行った。自分の研究内容をいかに専門でない人に伝えるかという、普及に向けた課題を意識した展示活動を行うことができ、多くの来場者に来ていただき、好評を得た。今後も、研究発表のみならず、多くの人たちに科学の楽しさを伝える啓蒙活動にも努めていきたい。



## 第5節 国際交流

### 研究の内容とその評価

第Ⅰ期 SSH では、「国際交流」についての重点枠指定を受けて研究を進めてきた。今年度は、新たに第Ⅱ期 SSH の指定を受け、「国際交流」を大きな研究テーマとして位置づけている。また、コア SSH の指定も受けることになり、その研究も強化したといえる。本節では、今年度の取り組みについてその内容と評価をまとめる。

#### 1. 第Ⅰ期 SSH 研究における成果と課題

本校の理数教育分野における国際連携は、SSH 第Ⅰ期指定時から継続されているものである。生徒の「問いをたてる力」や「課題解決能力」の育成を目的とし、生徒の研究交流および教員研修の2つを主軸とした様々なプログラムを実施してきた。生徒の研究交流においては、主に理数系の研究活動を行っているサイエンス研究会の生徒を対象とした研究発表交流等を実施し、様々な成果をあげた。その一方で、理数教育における国際交流のポイントとして、以下のようなことが明らかになった。

- ・互いの研究発表だけでなく、十分な時間をかけて協働研究を行うことを生徒自身が望んでおり、これらの活動を通して生徒の「問いをたてる力」や「課題解決能力」の育成がより一層期待される。
- ・理数の知識・概念のみでなく、英語の能力やコミュニケーション能力、プレゼンテーション能力が重要となる。
- ・上記の諸能力の育成には、教員の指導力が大きな比重を占める。
- ・サイエンス研究会に所属しない一般生徒には、このような国際交流への参加の機会が少ない。サイエンス研究会に所属しない生徒からの参加要望が多数寄せられている。

これらの成果と課題に基づき、今年度の取り組みを決定した。詳細については本節にて記載する。

#### 2. 今年度の取り組み

##### ① 一般生徒を視野に入れたプログラム

###### ■ ASTY Camp

これまでの国際交流事業において、サイエンス研究会に所属しない生徒に対する参加機会の拡大が1つの課題として挙がっていた。

そこで、今年度の大きな取り組みの1つとして、すべての生徒の参加を視野に入れたサイエンスキャンプ ASTY Camp(Asia Science and Technology Youth Camp)を本校で実施し、本校からは3、4年生の希望者が参加した。このキャンプでは、韓国・台湾の生徒と本校の生徒が協働で行う活動の充実をはかり、生徒同士のコミュニケーションを重視した。本校および韓国の教員が5つのワークショップの企画と運営にあたり、本校からは理科・数学科のみならず、英語科の教員とも連携した指導が行われた。

##### ②サイエンス研究会の生徒を対象としたプログラム

昨年度までの研究活動において、サイエンス研究会の生徒に対する国際連携を通じた指導を積極的に実施してきた。サイエンス研究会の生徒は、普段から各自の研究活動に取り組んでおり、校内外を問わず様々な場面で研究交流を行っている。このような生徒が、同じような活動を行っている海外生徒との交流を通してその実態に触れることで、生徒の視野が広がり、より良い研究活動を進めていく動機付けとなると考え、今年度もサイエンス研究会の生徒を対象とした各種交流事業を展開した。

###### ■ 韓国 ISSS 研修

ISSS(International Salon of Super Science students)研修は、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 2008 年度より実施されているものである。これまでに台湾、韓国およびアメリカのマサチューセッツ工科大学等での研究交流を実施している。今年度は本校のサイエンス研究会に所属している 4 年生（高校 1 年生）が、韓国・公州大学校の理数英才教育院に通う生徒と研究交流を行った。

#### ■ 韓国中学生との交流会

この交流会は、昨年度から継続実施されているもので、主に韓国の公州大学校の理数英才教育院に通う生徒と本校生徒が、協働型のワークショップを通じて交流を行っているものである。この事業の大きな特徴は、両国ともに中学校の低学年の生徒を参加対象としている点である。1 日という短いプログラムの中で、低学年の生徒に実りある国際交流を実施することは困難であるように思えるが、そのようなプログラムを企画することが、双方の教員にとっても貴重な研修機会となっている。また、低学年の頃からこのような経験を積むことで、生徒の国際感覚が大きく変化し、その後の国際交流や自身の研究活動に対してより意欲的な姿勢を見せる場合が多い。今年度は、韓国の中学 2 年生と本校のサイエンス研究会所属の 1、2 年生を対象としてこの交流会を実施した。

### ③ 教員研修

これまでの国際交流事業の実践を通して、教員の指導力がこれらの活動に大きく影響することは明らかである。国際交流を通じてより良い指導を行うためには、指導者である教員自身が国際的な視野を持ち、海外の教育理念やその実態に触れるとともに、海外の教員と連携して指導にあたる必要がある。この観点から、本校では昨年度までの研修をさらに発展させ、以下のような教員研修を実施した。

#### ■ 韓国教員研修

この研修は、本校の理科・数学科・情報科・英語科の教員 5 名が韓国の先進校にて授業観察や研究協議などを行ったものである。1 週間という研修期間を利用して、釜山国際高校、Korea Science Academy(KSA)、忠南科学高校、公州大学校等を訪問した。これらの学校には、それぞれの目的に応じた教育理念があり、その理念にあわせた特色ある教育カリキュラムの実践や教育環境の整備がなされている。実地研修を通して、韓国の教育実態を研究するとともに、海外教員との議論を通じて本校のカリキュラムや指導法の分析・考察を行った。

#### ■ 韓国教員の本校での教員研修

本年度の新たな取り組みの 1 つとして、海外教員の本校での教員研修があげられる。韓国の公立中学校の現職教員を招き、授業観察や研究協議、ワークショップの共同開発等を行った。ワークショップの共同開発では、既に記載している韓国の中学生との交流会でのワークショップの立案を行った。日韓の教員が両国のカリキュラムや生徒の実態を踏まえながら協議を行い、指導内容を決定した。交流会当日には、ティームティーチングの形で連携型の指導を実践した。

### 3. 評価

今年度の国際交流事業では、より幅広い生徒を対象としたプログラムの実施を試みた。参加生徒に対する事後アンケート等より、生徒の満足度の高い内容を実施できたといえる。その一方で、各種プログラムの対象学年や、評価方法の検討など、課題も多く残った。参加生徒の実態に合わせたプログラムの研究開発を継続するとともに、本校のみに留まらず、大学や研究機関と連携した指導方法の研究も行っていきたい。

### 3-5-1 韓国 ISSS

#### ■ 目的

本校では、「サイエンス研究会」の生徒の「発見する力」や「課題解決能力」をより一層伸ばすため、国際交流を通じた指導を積極的に実施している。科学をテーマに同世代の生徒が国を超えて語りあい、それぞれの研究内容について学びあうことは、生徒の研究活動をより一層促進するきっかけとなる。今回は、公州大学の理数英才教育院に通う中学生との交流を目的とし、以下のような研修を行った。

#### ■ 実施概要

日時	平成 22 年 3 月 25 日(金)～28 日(月)
場所	韓国(公州大学校、公州市内)
講師	Sang Tae Park 教授(公州大学校・物理教育)他
参加人数	生徒 6 名、引率教員 3 名
構成	1.研究発表交流会(口頭発表) 2.実地研修(フィールドワーク) 3.英才教育院での授業への参加

#### ■ 日程

平成 22 年 3 月

25 日(金) 午前：関西空港発－仁川空港着、大田へ移動

26 日(土) 公州大学校英才教育院訪問

午前：授業参加、 午後：研究発表会、公州大学校関係者と交流

27 日(日) 終日：フィールドワーク、 夕方：ソウルへ移動

28 日(月) 午前：ソウル市内研修、 午後：仁川空港発－関西空港着

#### ■ 実施内容

ISSS(International Salon of Super Science students)研修は、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 2008 年度より実施されているものである。今回の訪問先である韓国では、2000 年の英才教育振興法の制定により、国家レベルでの英才教育が行われている。その政策の 1 つに、大学や各市道教育庁などが運営する英才教育院での指導があり、ここでは主に週末等を利用して、小中高生を対象とした特別カリキュラムによる指導が行われている。今回の韓国 ISSS 研修では、本校のサイエンス研究会に所属している高校 1 年生が、公州大学の理数英才教育院に通う生徒と研究発表交流やフィールドワークによる共同調査を実施する。

### 3-5-2 韓国中学生との交流会

#### ■ 目的

本校では、これまでの国際連携の経験から前期課程生(中学生)の国際交流への積極的な参加を促している。今年度の取り組みとして、本校のサイエンス研究会に所属する中学 1、2 年生と公州大学校の理数英才教育院に通う中学 2 年生を対象として、協働活動を主眼においた以下のような研修を実施した。

#### ■ 実施概要

日時	平成 22 年 2 月 24 日 (木) 9:30~17:00
場所	本校 (大教室)
講師	Kwon Jinyoung (Daejeon jijok middle school) 藤野 智美(本校理科教諭)
参加人数	本校生徒 26 名(1 年生 17 名、2 年生 9 名)、韓国生徒 20 名(中学 2 年生) 本校教員 10 名、TA 2 名 韓国関係者 9 名(大学関係者 3 名、中高教員 3 名、教育委員 1 名、TA 2 名)
構成	1.オープニングセレモニー 2.アイスブレイキング 3.ワークショップ(基礎編) 4.昼食会および学校案内 5.ワークショップ(応用編) 6.Closing ceremony

#### ■ 実施内容

今回の交流では、日本と韓国の生徒が混合で 4~5 名の班を作り、「アナモルフォーズ (歪像画)」の解明に取り組んだ。アナモルフォーズとは、円筒鏡に写すことで初めて鑑賞できる「だまし絵」の一種である。今回のワークショップでは、この絵の作図方法を科学的かつ階層的に思考できるように留意し、本校教員と韓国の教員が共同で作成したワークシートに基づいて指導を行った。

<ワークショップの内容>

##### ・アイスブレイキング活動

名札の作成と自己紹介、アナモルフォーズのクイズの実施。

##### ・ワークショップ (基礎編)

円筒鏡を用いたアナモルフォーズの作図方法の基礎分析。直線や四角形など、様々な図形を円筒鏡に作図する手法を分析させ、座標変換の規則性を発見させる。

##### ・ワークショップ (応用編)

凹面鏡を用いたアナモルフォーズの作図方法を考察させる。その後、これまでの分析により判明した円筒鏡や凹面鏡の性質を普段の生活の中で利用する方法を班ごとに考察した。

#### ■ 担当者所見

1 日という短い期間ではあったが、目的としていた交流内容をほぼ実施することができた。今回の研修では、仮説をたて、実験による検証を経て、最後にその応用方法を考えるという、一連の流れを意識して内容を構成した。生徒同士のやりとりも、科学を 1 つの共通言語として議論を活発化させていく様子が見られた。両国の生徒の事後アンケートからも、「科学が世界共通の言語であることがわかった」、「難しい課題も、1 つ 1 つのステップに分けることで解決できることが実感できた」という意見が見られ、当初の目的を概ね達成できたといえる。加えて、三角関数の利用を試みるなど予想していた以上の思考活動を見せる生徒がおり、生徒の発想力の高さを垣間見る研修となった。



### 3-5-3 韓国・台湾高校との交流会

#### ■ 実施要項（韓国・忠南科学高等学校との交流）

日時	平成 22 年 5 月 12 日（水）
場所	本校（多目的ホール、各教室ほか）
引率	忠南科学高校 5 名
参加人数	本校生徒（5 年）20 名、本校教員 4 名 韓国生徒 59 名
構成	1. 歓迎会 2. 授業見学 3. 学校見学 4. 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 日に修学旅行の一環として来校し、本校 5 年生徒有志 30 名と交流を行った。午後 2 時から 5 時までの 3 時間の交流であったが意義深い交流ができた。

まず本校多目的ホールにて吉田副校長から歓迎のあいさつがあった。続いて 6 時間目の授業を見学した。

韓国の生徒達は 5 つのグループに分かれ、3 年生の「自然探究」（2 クラス）、4 年生の「代数・幾何」、5 年生の「化学」、「生物」の授業を見学した。クラスによっては実験を一緒に行うなど、積極的に授業参加できるよう配慮がなされた。

授業見学の後、多目的ホールにて 5 年生有志による交流会が実施された。本校からの学校紹介プレゼンテーションの後、サイエンス研究会所属の 5 年生が、それぞれの研究内容を発表した。かなり専門的な内容であったが、韓国の生徒達はサイエンス英才教育を受けている生徒達であったので、非常に興味深く発表を聞いている姿が印象的であった。続いて本校から歌とダンスの披露があり、その返礼として韓国生徒による学校紹介とダンスの発表があった。日本、韓国とも伝統的なダンスや歌に加えて、現在流行っているダンスや歌等互いに知っているグループや歌手であったこともあり、非常に盛り上がる場となった。本校生徒はその他日本の伝統的な遊びの紹介ということで、坊主めくりを企画していた。しかしながら、こちらは時間の都合上実施できなかった。その後は校舎内を 5 年生徒引率のもと見学し、学校をあとにした。

#### ■ 担当者所見

本交流会は、研究発表だけでなく歌やダンスもあり非常に盛り上がる形で最後締めくくられた。短い滞在時間の中、中身の濃い交流であったと言える。

忠南科学高校との交流会は今年度で 2 回目となる。昨年度から始まったこの交流会は、単に本校が学校訪問の形で受け入れるだけにとどまらず、11 月には教員研修の一環として本校理数教員が訪問する形でその交流の幅を広げてきた。今後はできる限りこういった交流会を継続するとともに、本校生徒による訪問の可能性も模索していくことで双方向の交流が実現できると考える。



■ 実施要項（台湾・高雄女子高級中学、高雄市中正国防幹部予備学校との交流）

日時	平成 22 年 9 月 6 日（月）
場所	本校（多目的ホール、第 2 体育館、教室ほか）
引率	高雄女子高級中学教員 6 名、通訳 5 名
参加人数	本校生徒（3～5 年）36 名、本校教員 5 名、本学実習生 24 名 台湾生徒 80 名（高雄女子 70 名、国防幹部予備学校 10 名） 通訳 5 名
構成	1. 歓迎会 2. 授業見学 3. 学校見学 4. 交流会

■ 実施内容・プログラムの様子

高雄女子高級中学及び高雄市中正国防幹部予備学校は、9月6日（月）に修学旅行の一環として本校に來校し、授業見学、交流会を行った。修学旅行スケジュールの都合もあり、3時間程の短い交流であったが、参加生徒総数 100 名を超える非常に大規模な交流会となった。

まず本校多目的ホールにて歓迎会を開き、本校塚本校長の挨拶、次いで高雄女子高級中学校長林先生より挨拶があった。その後、参加生徒の紹介を行い、グループごとに分かれ、授業見学及び学校施設見学を行った。

授業見学では、12 の小グループに分かれ、1、2 年生の総合学習「探究奈良」が行われている様子を見学した。これは、本校低学年生徒の調べ学習の様子であった。また、4、5 年生対象の本学教員による短期集中講座「アカデミックガイダンス」にも参加した。

施設見学、授業見学の後、第 2 体育館に移動し、高雄女子高級中学の選抜された生徒によるカラーガードパフォーマンスの披露が行われ、本校生徒 140 名ほどが見学した。大半の本校生徒にとってはこのようなパフ



フォーマンスが同年代の高校生によって、また目の前で繰り上げられるパフォーマンスが初めてだったこともあり、大変好評であった。その後、本校生協食堂に場を移し、昼食を兼ねた交流会を行った。授業見学時の小グループになり、各テーブルに分かれそこに本校生徒が参加し歓談した。短時間の歓談時間ではあったが、メールアドレスを交換したり、記念写真を一緒に撮ったりするなど、参加生徒にとっては有意義な交流となった。

■ 担当者所見

本交流会は、様々な学校行事が実施されている中で行ったものではあるが非常に充実したものであった。一つは短い滞在時間ではあったものの、交流会の様子を見ていると、同世代の生徒達は本当に積極的に交流していた。学校行事の集中期間中であったため、対応できる教員、生徒の人数に限りがあった。普段の授業ではない一面（総合学習等）を見ていただくことができたのはよかったのかもしれない。こうした特定の希望生徒だけではない、すべての生徒を対象にした交流プログラムにより、異文化との出会いの場を恒常的に行うことが、生徒たちの国際感覚を広げ、結果として文理の枠にとらわれないすぐれた国際感覚を身につけた生徒を生み出すことになると考える。

## 第6節 高大接続

### 研究の内容とその評価

「高大接続」は、第Ⅱ期 SSH 指定において一つの大きな柱として位置づけられている。第Ⅰ期指定時から、大学や研究機関との連携を意識して事業展開が行われてきたが、今期は明確に研究開発計画のテーマとして設定し、より多くの場面や教育活動の文脈の中で、いかに有効なプログラムたりうるか、どのような成果が得られるのか、研究の対象として大きく取りあげている。関連して、学内・学外からの幅広い協力体制が、従来よりもさらに学習内容・研究活動の中身にまで突っ込んだものに内面化していき、中等教育段階から大学に至る学びが継続することを期待し、「連携」よりも密接さを求める意をこめて「接続」という表現に改めた。以下、各種事業を実施するなかで、接続がどのように意識されているか、またその評価は現在のところどのようにとらえられるか、簡単にまとめることとしたい。

#### 1. サイエンス基礎講座・サイエンス先端講座の実施

事業報告は第4章にある。いずれも学者による講演会であるが、基礎講座では①主として新入生や保護者を対象とした講義(希望参加)、②特定の学年(本年度は前期課程生全員)を対象とした講義の2種類の形式をとっており、そのねらいには名称の通り、科学の入門講座のような内容で実施することにより、科学的思考の裾野を広げようという、啓蒙的な側面がある。講師の力によるところが大きいですが、今年度も参加生徒の満足度は高く、講座に臨む姿勢も意欲的であった。一方、先端講座では「理数の最先端のテーマ」を扱い、参加希望者を広く募って開催するのが基本的な形であり、そのうちの1回は、このところ例年 ATR 脳情報研究所の協力を得て実施している。こちらは、どちらかというが高学年向けであり、大学で研究したい内容をいくぶん意識して参加する生徒も多いと考えられる。アンケートでは「理解度」よりも「満足度」がかなり上回り、良い刺激を受けたことが伺えた。

これらの講演会の開催には、接続という観点から見ると、①低学年から専門的な「本物の学問」の一端に触れ、現在の学びが自然科学に限らず遠く大学での研究につながることを知らせる、②高学年では目前に迫った大学での学びが具体的にイメージできる、という意図がある。

#### 2. 奈良女子大学研究室への訪問

本節では研究室訪問の形態による「高大接続」をまとめている。実施の詳細は以下の項目を見られたい。大学や研究機関からの出張講義にも大きな意義が認められるのは前述のとおりであるが、研究の現場に実際に足を踏み入れることは、何といっても強烈な印象を生徒たちに与える。敢えて1,2年生という低学年にそれを体験させるという点が、このプログラムの大きな特徴であろう。低学年であっても、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、教授や大学院生から話を聴くことで、理数・生活環境に関係する研究の面白さを実感することは十分できる。本年度もアンケート結果は非常に好評で、理数に興味を持たせるきっかけとしてたいへん効果的な取り組みであることが伺えた。またその感想から、本プログラムが女子生徒にとっては本学への進学も含めて、進路選択の一端を担っていることもわかった。

#### 3. 京都大学宇治キャンパス研究室訪問

このプログラムも、第Ⅰ期 SSH 指定の一年目からずっと継続しているものである。受講対象者は6年生の希望者であり、進学を考える際の強い動機づけとなっている。宇治キャンパスには4つの研究所があるが、学部はない。大学を飛び越えたその先の、博士課程における研究生活に触れることで、より深く学問に向かう好奇心・意欲を掻きたてられる効果がある。また、宇治キャンパス全体が、「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いることから、将来の科学者の



態度といったことを学びとる機会にもなっている。そして例年参加者から京都大学への進学があり、この訪問で興味を強め、大学の魅力を感じていることもわかる。

#### 4. アカデミック・ガイダンス(AG)とキャリア・ガイダンス(CG)

AGは、4・5年生全員を対象として、本学の全学部の協力のもと、9月第1週に行われる集中講義であり、「自分自身の将来を考えて進路を選択していく際の援助となるように、大学の先生の講義・実習・フィールドワーク等を通じて、学問の楽しさやすばらしさを直接学ぶこと」を目的としている。またCGは、5年生全員が対象であり、生徒が進学したい「分野・学部・学科」への具体的なイメージをつくり出すため、大学の先生等から専門的な講義を受け、自分の目指す学問への興味・関心を探り、確かめるものである(本学以外の大学からも出張講義を依頼する)。

いずれも、学問分野は自然科学に限らず、SSH 部署が差配を担当しているわけではない。前者はカリキュラムに組み込まれて単位認定も行われる「授業」であり、後者は進路指導部の企画である。しかし、これらも「高大接続」の重要な取り組みの一端である。また、昨年度から「奈良女子大学との高大連携特別教育プログラム」がスタートしたが、AG・CGの受講はその応募条件でもあり、逆にこれらを受講したことで学問への興味・関心が深まり、本学への進学を強く希望するきっかけになった生徒も多い。

#### 5. NAIST(奈良先端科学技術大学院大学)との関係

第1期SSHの時から、NAISTと奈良県内のSSH指定3校で「奈良コンソーシアム」を立ち上げ、2008年からは本校主催で「科学英語講座」を実施している。これは、NAISTの英語講師を招聘して指導を仰ぐもので、奈良高校と西大和高校の生徒たちも希望参加できる。テーマは「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」であり、従来はNAISTにおいて少人数で開催されていたが、今年度は多文化圏(韓国・台湾)の中高生と一週間かけて協働研究を行うASTY Campを実施した関係から、会場を本校の多目的ホールに移し、Campに参加する30名程度の生徒全員を対象に行った。この講座の意義は以前から評価が高く、理想的なプレゼンテーションのヒントを体得する絶好の機会となっている。国際交流のプロジェクトを拡大していく上で、たいへん重要な指導内容であり、本年度から本校英語科教員による科学英語講座も並行して行われている。以前はNAIST主催で高校生向けに開講される、先端科学技術を扱った講座にも本校から数名が参加し、理数の研究内容で連携してきたが、今年度はキャンプの実施など行事の変更にも伴い実現しなかった。今後は、コンソーシアム等を通じて機会を生かしていきたい。

#### 6. その他

昨年度は、テレビ会議システムを利用して遠隔授業を行った。授業を行った専門家は、国立天文台ハワイ観測所、高エネルギー加速器研究機構(KEK)の研究者である。こういった形での研究所との連携も、直接対話することによって「発見する力」を育む観点から意義深い。今年度、遠隔授業は行われなかったがKEKからは研究員が本校に訪れ、放課後低学年の希望者を対象にワークショップを行っていただいた。研究所との連携も、広い意味で高大接続につながる事業であり、今後もできるだけ追求する価値はある。

またサイエンス研究会の活動においては、研究が高度な内容や実験機器を必要とする場合も多く、研究の助言や実験そのものが、本校教諭の支援できる範囲に収まらないことが生じてくる。そういった場合、本学理学部や生活環境学部の先生の研究室を訪れ、助言を得たり実験をさせてもらったりすることは多い。物理班の生徒は研究に役立てるため、夏休みにATRの研究所で研修を受けている。こういった個々の研究活動においても、高大接続は有効かつ密接に行われている。

### 3-6-1 奈良女子大学研究室訪問

#### ■ 実施概要

日時	平成 22 年 12 月 21 日(火) 9:30 ~ 12:00		
場所	奈良女子大学 理学部・生活環境学部		
指導者	小林 毅 (理学部数学科)	林井 久樹 (理学部物理科学科)	
	狐崎 創 (理学部物理科学科)	中沢 隆 (理学部化学科)	
	岩井 薫 (理学部化学科)	鈴木 孝仁 (理学部生物科学科)	
	和田 恵次 (理学部生物科学科)	西岡 弘明 (理学部情報科学科)	
	高須 夫悟 (理学部情報科学科)		
	大塚 浩 (生活環境学部生活文化学科)		
	塚本 幾代 (生活環境学部食物栄養学科)		
	久保 博子 (生活環境学部生活健康学専攻)		
	今岡 春樹 (生活環境学部衣環境学専攻)		
	長野 和雄 (生活環境学部住環境学科)		
参加人数	1年 31名	2年 16名	生徒合計 47名 引率教員 5名
構成	1. 全体会(奈良女子大学附属中等教育学校長挨拶) 2. 1時間目(50分)の研究室訪問 3. 2時間目(50分)の研究室訪問		

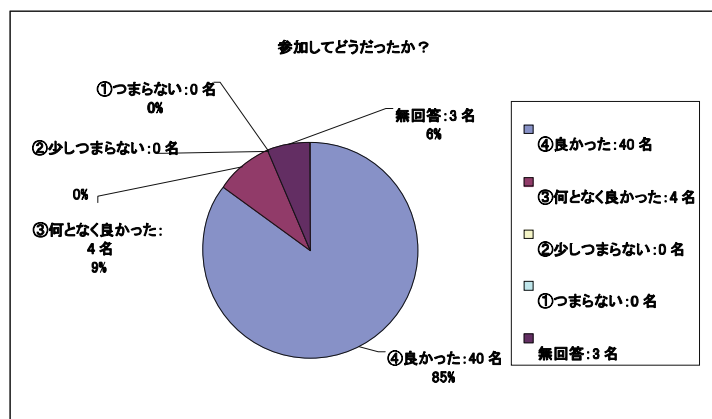
#### ■ 実施内容

学部	学科・専攻	研究室	10:00~10:50	11:00~11:50
理学部	数学科	小林研究室	3名	7名
		林井研究室	6名	
	物理科学科	狐崎研究室		9名
		中沢研究室	6名	6名
	化学科	岩井研究室		
		鈴木研究室	8名	
	生物科学科	和田研究室		5名
高須研究室		5名		
情報科学科	西岡研究室		6名	
	生活環境学部	塚本研究室		7名
生活健康学専攻		久保研究室		7名
衣環境学専攻		今岡研究室	7名	
住環境学科		長野研究室	8名	
生活文化学科		大塚研究室	5名	

中等教育の初期段階の生徒たちが、本学理学部および生活環境学部の研究室訪問を行い大学の雰囲気を知ること、理数の学習への動機付けを行うことが目的である。当然のことながら、研究室訪問で説明を受ける内容については、生徒たちにとっては難解な事柄が多い。しかし、大学の教員から直接説明を受けることで、自分も大学に進学すればこのような研究をすることができるという希望を持たせた。さらに、本プログラムを経験した生徒たちは、その後、SSH サイエンス先端講座や4、5年のアカデミックガイダンスなどでも、大学での研究を目の当たりにすることとなり、本プログラムで得た知識をさらに深めることが可能となる。

今回は本学理学部および生活環境学部から 14 名の大学教員に協力いただき、本校の 1、2 年生 47 名が参加した。例年通り、生徒は見学を希望する研究室を 2 つ選択し、1 回 50 分の日程で大学教員から研究内容の説明を受け、研究設備の見学を行った。

## ■ 生徒アンケートの結果



左図は「参加してどうだったか？」という問いに対する生徒の回答結果である。参加者 47 名中 40 名が「良かった」と回答しており、良好な結果が得られている。生徒の自由記述を参照すると、その様子がうかがえる。

・今までは理科的な事にあまり興味が無かったけれど、色々な事を研究する事は面白そうだと思います。これからは理科に積極的に興味を持っていきたい。(1

年女子)

・少し難しかったので、あまり理解できなかった点もあったが、これから勉強して今日学んだ事を理解できるようになりたいと思った。(1年男子)

・今まであまり実感の無かった大学が現実味を帯びてきた。SSHの一つとしても進路的にもとても重要なイベントだと思った。(2年女子)

・楽しく、知らなかった事もたくさん聞けたので、このような取り組みがあって良かったと思う。もし機会があればまた参加したい。(1年女子)

・大学の研究室の設備はすごいと思った。(1年女子)

## ■ 担当者所見

上記の生徒アンケートの自由記述をみると、本プログラムの実施目的をおおむね達成していることがわかる。研究内容の説明は難しい内容も多かったが、その内容を理解するためにこれからの学習を頑張りたいという意見が多かった。生徒の理数に対する興味付けを行う機会として、十分にその役割を果たしたといえる。また、アンケートの1年女子の意見のように、これまでSSHや理数に興味がなかった生徒が、理数に興味を持つきっかけとして、本プログラムが有効だったといえる。来年度以降、サイエンス研究会に所属する生徒だけでなく、それ以外の生徒へも積極的な参加を促したい。同様に2年女子の意見のように、進路という観点で本プログラムを評価する生徒も存在することがわかった。本プログラムはSSH事業の一つの柱である「高大接続」に位置づけられており、本プログラムが女子生徒にとっては本学への進学も含め進路選択の一端を担っていることもわかる。また生徒を受け入れる側の本学教員についても、毎年交代でその業務に携わっていただいております。本校のSSH事業を本学教員に知っていただき、協力や指導を仰ぐ機会として機能していることがわかる。これをもとに、今後、より多くの本学教員との連携を図っていきたい。

2年の参加生徒の中には、昨年度に続き今年度も参加を希望した生徒がいた。今回の1年生徒の中にも、来年も参加したいという意見を寄せた生徒がおり、そのような生徒を増やしていくことも必要だろう。

平成17年度指定のSSH事業を経て、本校のSSHに関する取り組みはここ数年で大きく周知されるようになった。その結果、SSHに関心を持って本校に入学する生徒が増えただけでなく、その保護者の間にも子どもをSSHプログラムへ積極的に参加させたいという思いが浸透し始めている。本プログラムにおいても、参加するきっかけとして家族にすすめられたことを挙げる生徒が3割強を占めた。研究室訪問の風景をWebページへ掲載するなど、広報活動も行っていくことが必要である。

### 3-6-2 京都大学宇治キャンパス研究室訪問

#### ■ 実施概要

日 時	平成 22 年 8 月 2 日(月) 10:00~15:00
場 所	京都大学宇治キャンパス エネルギー理工学研究所・生存圏研究所
指導者	片平 正人 教授 (エネルギー理工学研究所・エネルギー利用過程部門・生体エネルギー分野) 大村 善治 教授 (生存圏研究所・生存圏開発創成研究系・生存科学計算機実験分野)
参加人数	6年生 5名
構 成	1. 概要講義・NMR 見学・研究室見学・実験室案内 1・実験室案内 2・Q&A 2. 概要講義・研究室見学・実験室案内

#### ■ 実施内容

##### 1. 生体エネルギー科学研究分野 概要講義(片平教授)(写真 1)

###### ①病気に関連したタンパク質・核酸(DNA,RNA)

- ・生物学的な機能発現メカニズム・動作メカニズムを解明する
- ・NMR による立体構造決定から、分子生物学的・細胞生物学的アプローチを行う
- ・機能性タンパク質・機能性核酸の創製から、創薬へと展開する
- ・今後の展望は、細胞外では活性がなく細胞内で活性が働く核酸酵素およびアプタマー(特定の物質に高い特異性と親和性で結合する分子)の創製である
- ・細胞外で副作用を及ぼすことがなく、働くべき場所である細胞内でのみ活性を発揮する自律的機能性核酸を創薬に生かす

###### ②バイオマス(生物資源)の有効利用法の開発

- ・難分解性非食木質バイオマスからの、多角的なバイオエネルギー・有用物質の取得

##### 2. NMR 装置の見学(写真 2)

超高感度検出器を装着した高磁場 NMR 装置が 3 台設置されている。

NMR とは、物理・化学のバックグラウンドを生かして生体分子を解析できる手法である。

##### 3. 研究室見学・実験室案内(写真 3)

実際にディスカッション中の研究室を見学、ジョージア大学からの留学研究者とも交流した。2 つの実験室を案内され、1 つめでは DNA を解析する化学的な実験装置の数々、2 つめでは Folding DNA と呼ばれる DNA の自由な折りたたみ方について、コンピュータでの解析と顕微鏡での映像を見ることができた。

##### 4. Q&A(写真 4)

教授と大学院生を交えて、自由に質疑の時間をとっていただいた。研究内容に関するだけでなく、大学院生が現在の進路を決めたきっかけや、高校生・大学生の頃や受験の際に、どのような勉強・生活をしていたのかなど、身近で参考になる経験談が、参加した生徒たちに興味深かったようである。

##### 5. 昼食休憩(大学生協のカフェテリア)

## 6. 生存科学計算機シミュレーション分野 概要講義（大村教授）（写真 5）

「宇宙の音、コーラスの謎を解く」と題し、宇宙空間の研究について紹介された。宇宙から聞こえてくるコーラスと呼ばれる音(電波)の発生機構と、それに関連する宇宙環境の問題を解説していただいた。コーラスは、地球を取り巻く宇宙空間(ジオスペース)を利用する上で大きな障害となる放射線帯の形成にも関与していることが判った。放射線帯の電子フラックスの変動を定量的に推定するために、現在、人工衛星による観測計画や理論・シミュレーション研究が盛んに行われている。

## 7. 研究室見学

研究室を訪れ、小嶋浩嗣准教授から以下の3つの研究テーマについて説明を受けた。

- ①高速惑星間航行を実現する磁気セイル宇宙機の研究
- ②非線形力学・軌道ダイナミクスに関する研究
- ③科学衛星による地球・惑星電磁環境の観測研究

## 8. 実験室案内(写真 6)

生存圏電波応用分野(篠原研究室)の実験室を見学した。この実験室では、マイクロ波(電磁波)に関連する宇宙利用・産業応用向けのテーマ研究に対し、回路設計(理論解析・シミュレーション)から試作・実測までを行っている。テーマとしては、宇宙太陽発電所・地上マイクロ波無線電力伝送・大電力マイクロ波技術を用いた新材料創生などがある。

## ■ 研究室訪問の様子



写真 1



写真 2



写真 3



写真 4



写真 5



写真 6

## ■ 担当者所見

午前中のエネルギー工学研究所の研究室では病気やバイオマス(生物学)を扱っており、午後の生存圏研究所の研究室では宇宙空間(物理学)の研究をしていた。宇治キャンパスにおいては理学部・工学部・農学部を横断する多くの自然科学分野が関係し合い、自然と共存しあえる持続可能な人類の生活を目指して、高度な研究が行われていることが、生徒たちにもつぶさに感じとられたと思われる。

### 3-6-3 アカデミックガイダンス・キャリアガイダンスによる高大連携

#### (1) アカデミック・ガイダンス(AG)

アカデミック・ガイダンス(AG)は、SSHの研究指定を受ける前から本学との高大連携プログラムの1つであった。4、5年生全員を対象として、本学の全学部の協力のもと、9月初旬の5日間に行われる集中講義である。目的は「自分自身の将来を考えて進路を選択していく際の援助となるように、大学の先生の講義・実習・フィールドワーク等を通じて、学問の楽しさやすばらしさを直接学ぶこと」である。このAGの事業を基にSSH事業についても、高大連携が進んだ。

#### ■実施概要

日時	平成22年9月2日(木)～9月7日(火) 8:30～12:00
場所	本校および奈良女子大学
指導者	奈良女子大学教員 文学部18名、理学部12名、生活環境学部12名
参加人数	4年119名、5年131名、6年6名
構成	5日間、午前中の集中講義

#### ■理数に関する講座のテーマ

学部	講座テーマ	担当講師(奈良女子大学教授等)
理	数学の散歩道	松澤淳一、片桐民陽
理	物理学の世界	上江洵達也、山本一樹、山内茂雄、寺尾治彦
理	考える化学	片岡靖隆、ほか化学科教員
理	動物のからだ作りと器官の働き	荒木正介、保智己
理	サイエンスにおける情報科学	森井藤樹、鴨浩靖、高須夫悟
生環	衣の生活学	今岡春樹、才脇直樹、前川昌子、後藤景子
生環	奈良の街をデザインする	宮城俊作、牧野唯
生環	食の世界を探る	中田理恵子、高村仁知
生環	家族の法的問題	大塚浩、安藤香織
生環	生活の中の健康：自分の体の働きを知る	芝崎学、鷹股亮

#### (2) キャリア・ガイダンス(CG)

キャリア・ガイダンス(CG)は、5年生全員が対象であり、生徒が進学したい「分野・学部・学科」について、大学の先生等から専門的な講義を受け、自分の目指す学問への興味・関心を探り、進路を確かめるものである(本学以外の大学からも出張講義を依頼する)。

進路指導にも関わるガイダンスであるが、SSHのプログラムとしてSSH連携校に特別講義および研究室訪問という形で組み込んでいる。

#### ■実施内容

この研究室訪問は、5年生(高校2年)対象で、理工学部の内容に興味のある生徒を集めて、キャリア教育の視点や将来の仕事としての研究に関わって学科説明や研究室訪問をしたものである。

内容としては、次の講義、実験・実習見学、研究成果のプレゼンテーション等があった。

## ■実施概要

日時	平成 22 年 11 月 4 日 (金) 14 : 00 ~ 16 : 30
場所	同志社大学理工学部 (田辺キャンパス)
指導者	大窪 和也教授 (機械システム工学科) 大谷 直毅准教授 (電気工学科) 下原 勝憲教授 (情報システムデザイン学科)
参加人数	5 年 18 名 引率教員 1 名
構成	1. 機械システム工学科とエネルギー機械工学科の違いについて 2. 電気工学科研究室訪問 3. 情報システムデザイン学科研究室訪問

### ① 模擬講義

大窪和也教授 (機械システム工学科) による理工学部でどんな研究がなされているか、模擬講義形式での説明および質疑応答を実施した。

### ② 研究室訪問

- ・情報システムデザイン学科 下原勝憲 教授研究室
- ・電気工学科 大谷直毅 准教授研究室

## ■研究室訪問の様子



模擬講義

研究室訪問

## ■生徒の感想より

- ・自分の中で曖昧であった電気工学、電子工学やシステム工学というものが、どのようなものであるのかわかった。
- ・理工学部でも学科が多くあり、例えば機械の研究でも介護ロボットのように医学と深く結びついていることもわかった。漠然と機械が好きであると思っていたが、その内容は深いとわかった。

## ■担当者所見

本校における高大連携は、SSH から始まったのではなく、アカデミックガイダンスやキャリアガイダンスにおいて本学との太いパイプがあり、そこに SSH において研究に関する連携が理学部、生活環境学部と日常的に出来上がってきた。今期 SSH では、高大連携から高大接続に発展する内容・方法を考えていこうとしている。