

ISSN 1340-461X

附属天王寺中・高

研究集録

第46集 (平成15年度)

*Bulletin of the
Tennoji Junior & Senior High School
Attached to Osaka Kyoiku University*

No.46

(March, 2004)

大阪教育大学教育学部附属天王寺中学校
大阪教育大学教育学部附属高等学校天王寺校舎

研究集録 執筆規定

1. 本誌は、研究集録という。
本誌の英語名は、Bulletin of the Tennoji Junior & Senior High School Attached to Osaka Kyoiku Universityとする。
2. 本誌の執筆資格者は、附属天王寺中学校、および附属高等学校天王寺校舎の現役教官を原則とする。
3. 本誌は年刊とする。発行は毎年3月とし、執筆者には50部の別刷を提供する。
4. 本誌の原稿締切は毎年1月中旬とする。
5. 本誌の原稿用紙は、40字×40行詰めとし、横書きのみとする。英文論文の場合は、70～80字×40行とする。第一頁は21行目から本文を書き始める。論文は25頁以内とする。
和文表題・執筆者→抄録→キーワードの順に書き、その後本文をはじめる。和文論文の場合は、英文表題・執筆者・英文要旨・キーワードをつけることを原則とする。(英文論文の場合は、日本語要旨をつける。)
6. 本誌の内容は、まえがき・目次・論文・教科個人研究テーマ一覧により構成される。

まえがき

平成16年の1月と2月に本校でも中学校、高等学校の学力調査が行われた。これは数年前から問題になっている学力低下と教育課程実施状況の調査も兼ねてのことである。また、前年に行われた中・高校生の学力調査の結果が発表され、国語は向上しているが、数学、理科に関しては10ポイント近くの低下が見られたとして、生徒の理数系の学力不足が現実の問題として証明されることになった。このような調査結果は、ここ1、2年の問題ではなく、10年近く前から生じていた現象であり、今日、表面化してきたものである。それは、「ゆとり教育」を含む教育改革の議論が盛んに行われた時期と符合する。

教育は、日々の積み重ねによって人間に働きかける営みであることを考えれば、今の教育が生徒の将来に対してどのような影響を与えるのか、今後の生徒の学習環境や学習状況を注意深く観察しておく必要があるであろう。

学力の低下は、生徒の力の弱まりを示すものであるが、教師の指導力の低下、特に教科における指導力不足がその原因のひとつになっているとの指摘もある。今日の教育が「生きる力」の育成を目指し、知識偏重教育から「自ら学び、自ら考える力」を育成する教育へとシフトする中で、知識を教え込む教育が古い教育として批判され、生徒の自主性・自発性に任せ、教師は見守るだけといった風潮も生まれた。その安易な学習指導の考え方が教師の指導力低下を生じさせたことも事実である。

文科省は今年度から「生きる力」の中の「自ら学び、自ら考える力」を「確かな学力」という言葉に変更した。そこでは「知識や技能はもちろんのこと、これに加えて、学ぶ意欲や自分で課題を見付け、自ら学び、主体的に判断し、行動し、よりよく問題解決する資質や能力等まで含めたもの」と説明している。この「確かな学力」と言う言葉が使われる背景には、今日の学力低下を問題にしていることは明らかであり、知識や技能が教科指導の充実なくしては成り立たないことを再確認することになった。

学校における教育活動は、教科指導を中心に教育課程が構成されていることを考えれば、教師と生徒の間での「教える－教わる」の関係を今後とも重視し、個に応じた教科指導の充実を図る必要がある。そのためにも教師の大切な仕事として教科の専門性を深めることと同時に教材開発への研究を行う努力が求められてくることになる。

16年4月から附属天王寺中・高等学校は大学の国立大学法人化に伴い、その組織運営の中で経営される。そこでは教員養成大学としての教育実習校としての役目はもちろんのこと、今日、問題になっている学力低下に対して本当の学力は何かを問いながら、質の高い教育の実践を提供することも本校の大きな責務になる。そのためには、長年にわたって積み上げてきた研究の実績を生かし、今後もよりよい研究を継続していくことが重要になる。

研究集録第46集は、法人化後に附属学校に求められる使命と本校が目指す中・高一貫教育のさらなる充実に向けて、日頃の先生方の研究の成果を実践によって検証し、まとめたものである。各方面からのご批判を頂ければ幸いである。

大阪教育大学教育学部附属天王寺中学校校長
大阪教育大学教育学部附属高等学校天王寺校舎校舎主任

三木四郎



目次 (Contents)

桑名 智寛(KUWANA Tomohiro): 地形図から何を読み取るのかー地形図から三次元空間へのイメージー (What to Read through a Topographical Map. – The Image of 3-Dimensional Space from a Topographical Map. –)	1
笹川 裕史(SASAGAWA Hiroshi): 「天王寺は厳しかった？」ー世界史の教育実習生の指導をめぐる(2)ー ("Hard Days at Tennoji?" : A Note of the Instruction to the Student Teachers(II))	13
笹川 裕史(SASAGAWA Hiroshi): 魔女の社会史(Witch Hunting)	33
瀬尾 祐貴(SEO Yuki): RUBY を用いた初等整数論と暗号 (Elementary Number Theory and Code Theory using RUBY)	57
森中 敏行(MORINAKA Toshiyuki): 遺伝子工学実習の取り組み(II)ースーパーサタデー「分子生物学への誘い」ー (Trial of Laboratory Experiment on Gene Engineering for High School Students (II) The Super Saturday "Invitation by molecular biology.")	73
岡 博昭・杉井 信夫・井野口 弘治(OKA Hiroaki・SUGII Nobuo・INOBUCHI Koji): MOPAC でつくる分子モデルー分子モデルのデータベース化ー (Molecular Compounds Using WinMOPAC)	89
岡 博昭・杉井 信夫・井野口 弘治(OKA Hiroaki・SUGII Nobuo・INOBUCHI Koji): インターネット授業ー高Ⅲ,高Ⅱ化学を中心にー (Internet Classes)	109
井上 広文・岡 博昭・岡本 義雄・杉井 信夫 柴山 元彦・西 庸扶・廣瀬 明浩・森中 敏行 (INOUE Hirohumi・OKA Hiroaki・OKAMOTO Yoshio・SUGII Nobuo・SHIBAYAMA Motohiko・NISHI Nobusuke・HIROSE Akihiro・MORINAKA Toshiyuki): SS 研究者招へい講座ー2003 年の実践を中心にー (SS Researcher Invitation Lecture)	131

諸石 孝文(MOROISHI Takahumi):	
創作領域でのコンピュータの活用 第Ⅱ報	
ーコンピュータ・ミュージックに関する12年間の授業実践を通してー	
(The Objective of Computer in The Part of Creative Composition (Ⅱ) –Through	
Educational Practice about the computer music for 12 years–)	151
井畑 公男(IBATA Kimio):	
翻訳ということーあるいは「読むこと」ー	
(On translation –A way of reading–)	163
市道 和豊・伊藤 洋一・澁口 修司・東元 邦夫・山田 時比古	
(ICHIMICHI Kazutoyo・ITO Yoichi・TAKIGUCHI Shuji・HIGASHIMOTO Kunio・	
YAMADA tokihiko):	
新講座“ユリイカ”の実践報告ー2003年度前期の実践を中心にー	
(The practical report of the new course“EUREKA”)	167
大石 明德・岡 博昭・岡本 義雄・柴山 元彦・瀬尾 祐貴・森中 敏行	
(OISHI Akinori・OKA Hiroaki・OKAMOTO Yoshio・SHIBAYAMA Motohiko・	
SEO Yuki・MORINAKA Toshiyuki):	
新たな“プルーフ”の実践報告ー2003年度前期の実践を中心にー	
(The practical report of the new Proof)	177

地形図から何を読み取るのか

－ 地形図から三次元空間へのイメージ －

くわ な とも ひろ
桑 名 智 寛

What to Read through a Topographical Map.

・ The Image of 3-Dimensional Space from a Topographical Map. ・

KUWANA Tomohiro

抄録：地形図には様々な情報が書かれており、そこからより多くのことを読み取ることが大切である。地形図では立体を表すのに等高線が用いられるが、中学生にとっては地形図の等高線の理解は難しい。特に、等高線から3次元空間への理解には時間がかかるようである。そこで、航空写真や3Dグラフィックスなどを使い、等高線から地形図を立体的にイメージする方法を提示する。

キーワード：実体視 3Dグラフィックス 地形図学習 等高線

I. はじめに

最近では地図を読めないものが多くなったといわれる。特に、最近ではカーナビゲーションの発達など、地図もコンピュータが読んでくれる時代であるから、その気にならないと地図を読む機会は少ないのかもしれない。現在地すらわからない、また現在地がわかっても自分が向いている方角がわからないということもあるようである。現在地と目的地がはっきりわかっておれば地図ほど便利なものはない。しかし、便利な地図を持っていても有効に活用する術を知らなければ地図を持っていても無意味なのである。

地理教育の中で地図を読むということは欠かすことのできない重要なものとされている。いくらたくさんの言葉で巧みに説明しても、一枚の地図のほうがその何十万倍もわかりやすい。そして、地理で最も重要な概念は『様々な事象がどの空間に属するのか』という概念である。一次元（道路の長さやその幅など）、二次元（田畑の面積など）、三次元（田畑の起伏など）さらに、それらの時間的変化というものを理解していくのが地理の理解へとつながっていく。これらのことを説明するために、空間的属性の全体を文章で表現するの

はほぼ不可能といっても良い。一枚の地図を使えば簡単に説明できるし、時間の経過による全体像の変化を見なければ、何枚かの地図を用意すればよいのである。

中学校の地理の授業ではより細かい事象を読み取るために 25000 分の 1 の地形図が用いられる。地形図に描かれた諸事象を読み取ることを読図というが、中学生にとっては一次元、二次元の広がりには理解しやすいが、三次元の広がりになると理解がなかなか難しいようである。これは、我々の行動が基本的に平面的な広がりの中で生活しているからであり、鳥のように高さが加わる空間的な広がりでの行動範囲は普段の生活でなかなか経験しないからであろう。

今回の授業では地形図から多くのことを読み取ることができること、そして、最終的な目標として、等高線から立体的な地形を読み取り、イメージするというようにした。

Ⅱ. 地形図に関する指導計画

地形図の授業は中学一年生の二学期の授業の中で行った。生徒一人一人に、図幅『海津』の 25000 分の 1 の地形図を配布し、そこに様々な作業をさせ、実際の地形をイメージさせることにした。

また、近年はコンピュータの発達により、カーナビゲーションを代表とするデジタル地図の活用が進んでいる。地形図も数値化の世界に入っており、今回はパソコンを使った地図の利用や等高線だけの処理、そして 3D グラフィックスの利用も行った。

(1) 地形図について知る

- 地形図を発行している所、作り方、図法。
- 地形図に描かれている内容（地図記号など）
- 地形図の縮尺、距離を測る。面積を求める。
- 等高線の読み方。書き方。3次元の立体をイメージする。

(2) 地形図を使つての作業

- 地形図に谷線・尾根線を記入する。
- 谷線・尾根線から等高線を読み立体的な地形をとらえる。
- 段彩図を作り、高低を一目でわかるようにする。
- 土地利用図を作り、土地利用ごとに色分けする。

(3) 地形図の読図

- 地形図が描かれている場所を調べる。（位置、文化、産業など）
- 百瀬川の扇状地について

(4) その他の河川が作り出す地形

- 河岸段丘、三角州のでき方とその土地利用

Ⅲ 1次元、2次元の読図

(1) 距離の読図（屈曲したルートの実際の距離をはかる）

①コンパスを使っておおよその距離を計測する方法。

道路の屈曲の割合によってコンパスの半径の長さを決める。屈曲の割合が小さい場合は半径を長く、屈曲の割合が大きい場合は半径を短くする。

②簡易計測器（キルビメーター）を使用する方法

下に歯車がついた回転式のメジャーを使用し、測定したいルートをなぞる。（写真1）



写真1 キルビメーター

今回は使用する図幅『海津』の国道の一部を利用し距離を測定した。生徒にとってコンパスは数学の時間等で使い慣れており、この方法では比較的容易に生徒たちは理解を示すことができる。また、コンパスによる方法では折れ線的な距離の測定になるため、キルビメーターによる方法では、実際に近い形で曲

線の計測を行う。写真1のような登山用のキルビメーター（東京磁石工業社製）を使用した。比較的安価なものであるが、ほぼ正確に測ることができる。この方法も生徒たちの理解は早かった。どちらの方法も求めた長さに対して縮尺の分母をかけ、実際の距離を計算する。距離の測定は1次的な空間の概念に属するため、生徒達はすぐに理解を示すことができた。



図1 地形図より簡単な面積を求める
(25000分の1『喜入』を縮小)

(2) 面積の読図

①石油基地の面積を測定する。

まずは、簡単な面積の測定を行う。地形図から面積を求める場合、地形図で計測した長さをそのまま面積を求める計算に使用すると、後で縮尺の分母を二乗した数値をかけて実際の面積を求める必要がある。そのため、測定した数値を先に実際の距離に換算しておく方が理解が早い。

②複雑な面積を求める。（図2、図3）

方眼法 …トレーシングペーパーなどに方眼を書き、これに面積を計測しようとする部分を乗せ、その方眼の数から面積の近似値を求める。（なお、方眼の一边を4mmにすると、一つの方眼の面積が1haになり、面積が求めやすい。）

求めたい面積の中に完全に含まれたマス目の個数を数え、それ以外はだいたい何分の1が含まれているか目分量ではかる。

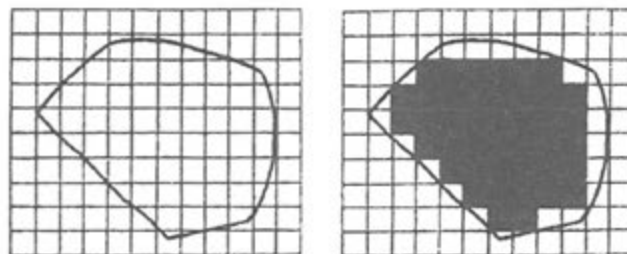


図2 方眼法の例題

長方形法 …右図のように計測したい部分に等間隔の平行線を引き、目分量で面積が等しくなるように長方形を作り、それぞれの長方形の底辺の全ての総計に高さをかけて、長方形の面積の総和を求める。

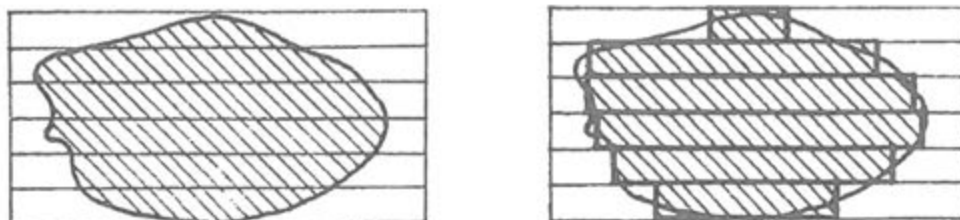


図3 長方形法の例題

複雑な面積を求める方法は方眼法、長方形法、三角形法などいろいろあるが、授業の中では、方眼法と長方形について行った。当然、生徒1人1人がどう読むかによって、誤差が生じる。方眼法は図2、長方形法は図3の例題を行った後、身近な面積を求めるということで今回の授業では25000分の1の地形図の『大仙古墳（仁徳陵）（図4）』の面積を求めたが、少し小さ過ぎたようである。実際にあるものの面積を地形図から求める場合、方眼の1辺を4mmに設定した方が便利であるため、例えば、池や湖のように『大仙古墳（仁徳陵）』よりは大きなもののほうが求めやすいであろう。（今回使用した『大仙古墳』面積が小さすぎたため、方眼法で面積を求めるとき、1辺2mmとした。）



図4 仁徳天皇陵の面積を求める（作業例）

③ パソコンソフトの利用

今回の授業では、『カシミール3D』（杉本智彦作）を使用した。このソフトはフリーソフトで、本来は地図上から地点と高さを設定し、そこから見た風景を立体的に描くことを主な目的としている。しかし、それ以外にも距離を測定したり、面積を測定したり（写真2）、断面図を描いたり（図5）することもでき、地形図からの様々な事象の読み取りを瞬時にこなしてくれるソフトである。また、段彩図も標高と色を設定すれば簡単に作ることも可能である（図6）。今回の授業では、実際に求めた距離や面積をパソコンソフトを使って求めるとどれくらい違うのかを実証した。



写真2 パソコンで距離と面積を求める



図6 パソコンによる段彩図

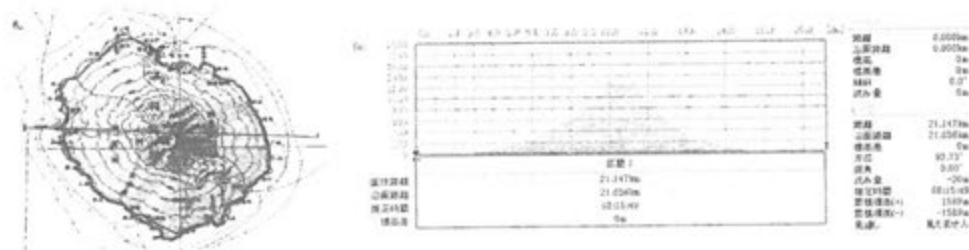


図5 利尻山（北海道）の断面図を描く

IV 3次元をイメージする

国土地理院発行の地形図では高さや起伏をあらわすために等高線が用いられているが、この等高線の理解が中学生にとって最初で、かつ最大の難関であると考えている。これは先ほども述べたように、実際には我々が足で歩くということは2次元的な行動であり、垂直の空間への意識が日常の中で発達していないからだと思われる。ましてや、中学生には平面の地形図から、立体的な地形を連想するという事は、なかなか理解しがたいものなのであろう。

(1) 航空写真からの実体視

国土地理院の地形図の作成は航空写真を実体視したものを元に現地調査での情報が加えられたものとなっている。そこで、まず地形図の作り方は航空写真の実体視から始まるということを理解させ、実際に平面の2枚の写真から立体的に見るという訓練を行った。まずは、簡単な実体視を行い、続けて、実際の地形を読み取るような写真を見せる。(写真3、写真4)。時間をかけ、慣れてくれば、器具を使わずに実体視が可能なのであるが、今回の授業では簡易実体鏡を用いた。これは、後に行う航空写真の実体視から土地利用を読み取るという作業においても有効であると考えた。

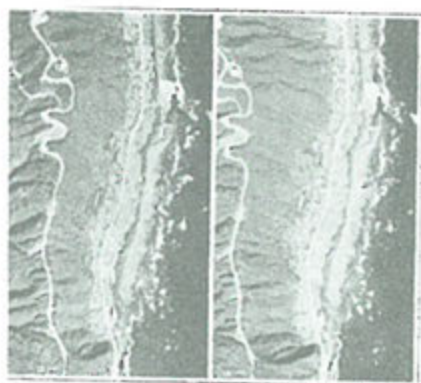


写真3 河岸段丘の実体視



写真4 天井川の実体視

(2) アナグリフ方式により3次元をイメージする

また、最近ではテーマパークのアトラクションでも使用されている、アナグリフ方式による実体視にも取り組んだ。アナグリフ方式とは日本語では余色立体視と訳され、いわゆる「赤青メガネ」を用いて画像を立体的に見せる方法である。この方法は、色合いは実際とは異なった様に見えるという欠点はあるものの、簡易実体鏡を用いた実体視の方法よりも簡単に実体視することが可能である。

等高線が高さをあらわすものだとということを実感させるため、アナグリフ方式を等高線に応用した地図を用いた。今回は、長野県の松本市から乗鞍岳付近の地形図を元に作成したものとしたアナグリフ方式の地図(図6『アクトオン社製、飛び出す山岳地図』)を用意し、「赤青メガネ」を使って実体視を行った。松本盆地付近の谷地形や、上高地付近の谷と尾根の高低差が大きい所は特によく立体的に見えたようである。この地図は生徒たちにとっても、反応が大きく、標高が高い等高線は高く見え、谷や尾根、斜面の緩急もはっきりと見ることができる。という意見が多かった。等高線とともに高低が立体的に見え、等高線がどのように描かれているのかがよくわかる教材であると思う。

(3) 地形図による作業

図幅『海津』の中に段彩図、谷線・尾根線の記入の作業をさせ、等高線からの立体的空間のイメージをとらえさせる。段彩図については色合いの違いから比較的、3次元の広がりを感じやすかったのではないかと考える。谷線・尾根線については谷と尾根がどのような地形なのかがなかなか理解できないようであった。このため、谷と尾根の理解については作業を行った場所の3Dグラフィックス(図7)を利用し、この中で谷と尾根の地形について大まかに理解させた。このソフトは様々な高度や角度で同じ地点を眺めることができるという利点があり、谷や尾根についても、あたかも上空から見たかのように地形を提示できる。立体的な視点から谷、尾根の地形を理解させるには有効な手法であると思う。



図6 図幅『船津』より作成したアナグリフ方式による地図
(アクトオン社製 飛び出す地図より)



図7 図幅『海津』より作成した3Dグラフィックス

(4) パソコンソフトによる3Dグラフィックス画面

次に、『カシミール3D』を使用し、地形図と照らし合わせながらその地形がどのようなものなのかを立体的に見てみる。最近では一部の地域であるが、航空写真の配信も行われており、これをソフトの地図と組み合わせることや、3Dグラフィックスと航空写真を合成することもできる。今回は、図幅『海津』の地域がまだ航空写真の配信が行われていないため、同じく琵琶湖西岸の図幅『比良山』より、比良川が作る扇状地を教材として用いた(図8)。3Dグラフィックスと航空写真を合成しているため、より実際に近い景色を見ることができる。



図8 航空写真と合成した3Dグラフィックス

(6) 航空写真の実体視による土地利用の読み取り

今回生徒たちに配布した図幅『海津』の航空写真を国土地理院より手に入れ、実体視を行った(写真4)。今回、授業を行った中学1年生の授業であったため、実体視から読み取れるものについては、「ここが周りよりも高い地形である」ということや、「土地利用についてはこのあたりが農地として利用されているのではないか」ということ程度しか読み取ることができなかった。もう少し、地形の成因などの学習が終了しておれば詳しい読み取りができるのではないと思われる。

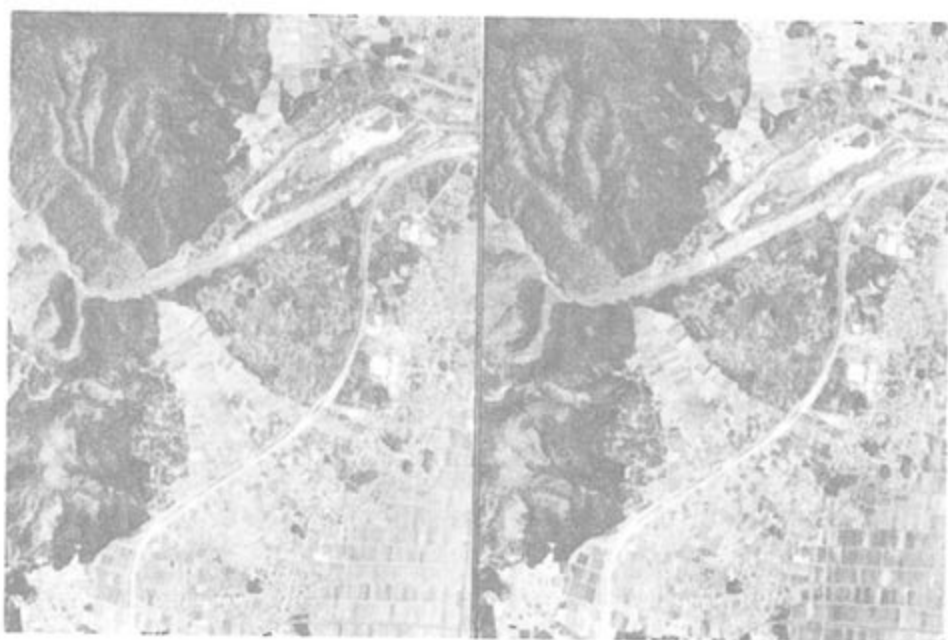


写真5 実体視用航空写真(図幅『海津』より) -百瀬川が作る扇状地-

V 等高線から地形を読む

実際の地形図では、地図記号や植生記号、その他様々な情報が邪魔をし、等高線を見えにくくしている。今回の授業で使用した『カシミール3D』は、地図の情報の中から有効な情報だけを表示し、それ以外のものについては表示しない、という機能をつけ加えることができる。これを利用し、等高線だけを表示することによって、等高線のみで様々な地形を読み取る、という作業を行った。

特に今回は、扇状地に重点を置いて、その地形と成因について学習したので扇状地の等高線の様子について触れた。しかし、琵琶湖西岸は読図しやすい扇状地が多い地域ではあるのだが、規模があまり大きくない。そこで、有名な扇状地がたくさんある甲府盆地の等高線を示し(図9)、典型的な扇状地の等高線を学習した。山に囲まれた甲府盆地の広がり、甲府盆地と山地との境界には扇状地が広がり、扇状地という言葉通り、等高線も扇形になっている様子が読み取れる。また、等高線の拡がりの様子からも扇状地が山地と平地の間に土砂が流され堆積した地形であるということが一目で読み取れる。

その他、補足として河岸段丘についても触れ、長野県から静岡県にかけて南流する天竜川流域の河岸段丘がどのように等高線で描かれるのかを学習した(図10)。この地図は中流域の長野県飯田市付近のものである。左岸に比較的狭い段丘面を2~3面、右岸にも広い段丘面を2~3面確認することができる。等高線が密になり黒くなっているところは、段丘崖である。

また、新潟県の佐渡島にある相川町付近の海岸段丘の様子も示した(図11)。これも海岸に2面の段丘面を確認することができる。また、海岸沿いは等高線が密になったところが多く、段丘崖があることが確認できる。

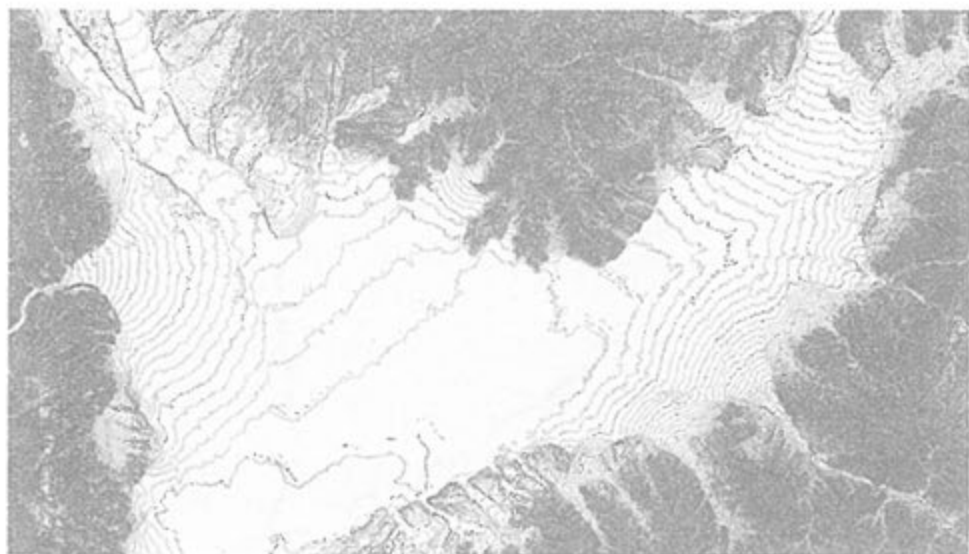


図9 等高線のみを表示した地図(甲府盆地の扇状地の等高線を10mごとに表示)



図10 等高線のみ地図
(天竜川の河岸段丘、長野県飯田市付近の等高線を10mごとに表示)



図11 等高線のみ地形図
(佐渡島の海岸段丘、相川町の等高線を10mごとに表示)

VI おわりに

高さという普段経験しない要素が加わると、3次元的な目で実際の土地を見ることができ。だから、同じ運賃を払うのなら、飛行機の乗るときは窓際がいいと思っている。窓から下を見下ろすことができるからである。飛行機から下を見下ろすと、日本が山国であることが実感できる。また、夜間に飛行機に乗れば、人間が住んでいる地域には電気がともし、ごく狭い平野部に人口が集中していることがわかる。飛行機に乗ったとき、地図を見ながら飛行機の窓から下を見ると、立体的にそびえる山々が見え、その標高がどれくらいかわかる。谷がどういう地形で尾根がどういう地形かも一目瞭然である。

今回の授業ではいかに2次元から3次元をイメージできるのかということに重点を置き、飛行機から下を見下ろしたと見える風景を想像するということから、地形図の理解を進めた。しかし、地形図で使用されている等高線法から実際の立体的な地形をイメージするのは中学生には時間がかかるようである。よって、様々な3次元的に見える教材を工夫し使用することによって、等高線の理解にかかる時間が短くなっていくのではないかと考え

ている。

今後の課題としては、今回は等高線からの形の想像にとどまり、等高線から実際の形を作ったりする機会を持つことができなかった。また、パソコンを使って3Dグラフィックスを作ったが、ほとんどこちらで作ってしまい、生徒たちが作業する時間を取ることができなかった。実際に生徒たちに作らせることができれば、もっとたやすく地図から立体を連想することが可能になったように思う。

【参考・引用文献】

- 1) 五百沢智也『2万5千分の1による最新地形図入門』, 山と溪谷社, 1989, pp.68-83
pp.140-147
- 2) 杉本智彦『カシミール3D入門』, 実業之日本社, 2002.
- 3) 杉本智彦『カシミール3Dパーフェクトマスター編』, 実業之日本社, 2002, pp.24-109
- 4) 日本地図センター『楽しい地図入門』, 2001, pp.1-47
- 5) 日本地図センター『空中写真の知識』, 1993, pp.29-50
- 6) 日本地図センター『地図と測量のQ&A』, 2003, pp.63-69
- 7) 日本地図センター『カラー空中写真 判読カード集』, 1978, pp.34,42
- 8) 鈴木隆介『地形図読図の学習法』, 地理 46-1, 2001, pp.7-13
- 9) ト部勝彦『地図読解入門に学ぶ読図』, 地理 46-1, 2001, pp.14-19
- 10) 市南文一『読図を楽しむには』, 地理 46-1, 2001, pp.20-25
- 11) 富田健治『中学校の地形図指導の一方法』, 大阪教育大学教育学部附属天王寺中学校・同高等学校天王寺校舎研究集録第24集, 1981, pp.15-35
- 12) 吉水裕也『地形図指導の一方法』, 大阪教育大学教育学部附属天王寺中学校・同高等学校天王寺校舎研究集録第36集, 1993, pp.65-75

Summary :

Topographical maps tell us a lot of information, it is very important to read more things through it. Although a contour line is used for expressing real geographical features in a topographical map, it is very difficult for junior high school students to understand the contour line of a topographical map. When they see paper map they need a lot of time to grasp geographical features. This paper shows the method of reading contour lines in a topographical map and imagining geographical features through aerial photograph or 3D graphics.

「天王寺は厳しかった？」

— 世界史の教育実習生の指導をめぐって (2) —

ささ がわ ひろ し
笹 川 裕 史

“Hard Days at Tennoji?”

: A Note of the Instruction to the Student Teachers (II)

SASAGAWA Hiroshi

抄録：教育職員免許法の改正にともなって、中学校免許を希望する者は、高校で教育実習をする場合でも、4週間の実習が必要となった。従来の2週間と比較すれば、より充実した実習指導が可能となった一方で、新たな課題も生じている。本稿は、2003年度の世界史の教育実習生二名に対する教科指導の記録およびそれにもとづく考察である。

キーワード：教育実習、教科指導、世界史、大航海時代

1. はじめに

教育職員免許法の改正にともなって、中学校免許を希望する者は、高校で教育実習をする場合でも4週間の実習が必要となった。本校でも2003年度から4週間の教育実習が本格的に始まった。期間の変更が、実習日数の増加という量的な変化にとどまらず、実習生に、内容面でより充実した教育実習を求める意図があることは言うまでもない。では、実習生を受け入れ指導する側には、どのような取り組みが必要となるのだろうか。

2003年度、筆者は、教育実地部という教育実習を担当する分掌に所属し、実習全般に対する視野を広げる機会に恵まれた。さらに教科(世界史)指導者として教育学部教養学科の実習生2人を担当することとなった。2週間という短期の実習指導については、ある程度のノウハウの蓄積がある。かつて筆者は“歴史学を専攻していない実習生”の教科指導の記録『私は世界史で受験をしました』(以後『私は世界史で』と略)を著わした¹⁾。しかし4週間の実習は初めてである。従来の指導法を基本としながらも、新たにどのような指導が可能となるのか、筆者なりにいろいろと試みようと考えた。

本稿は、教科指導における試行錯誤の記録と、それにもとづいた考察である。さらに今年度の32名の4週間(と同時にこなされた7名の2週間)にわたる教育実習の過程で生

じたいくつかの問題点も指摘しておく。

なお本年度、筆者のもとで実習を行なった藤森優子さんと吉岡礼子さんには、実習期間を通じて随時、率直で具体的な感想等を記してもらった^{註2}。謝意を表したい。

2. 4週間の教育実習に向けて（“事前打ち合せ”まで）

教育実習の期間が従来の2週間から4週間に変更されたことによって、附属天王寺では少なからぬ課題が生まれた。

まず問題となったのは、実習生控室の確保であった。多人数でも短期間であれば、あるいは長期間でも小人数であれば都合をつけやすい。しかし30名を越える実習生が4週間、常時滞在する場所となると、なかなか大変である。もともと本校舎は部屋数が少ないこともあり、この時点では3部屋を確保するのが精一杯だった。しかも部屋が小さいので、各部屋とも長机を4脚、パイプ椅子を10脚ほど運び入れると満杯になった。後日、ある実習生が、つぎのような感想を寄せてくれた。「とりあえず与えられた条件のなかで、出来ることから始めるしかない、という先生の言葉が実感できました。教育が大切だと言いつつ、設備などの基本的なところにお金をかけていないという実態もよくわかりました」。

実習生の教科・学級配当でも大きな支障が生じた。教育実習を附属高校だけでまかなうという方針のため、数学科や芸術科など特定の教科においては、きわめて多数の実習生を受け入れなければならなくなった。附属天王寺では、音楽科では1人の教員が4名を、数学科にいたっては（2003年度の校内事情も重なって）、2人の教員が11名の実習生を指導するという状況が生じたのである。教育大学の附属学校という性格上、本学の実習生を積極的に受け入れることは当然だが、やはり適正人数というものがあるはずである。今回、教育実習係として筆者は、実習生の具体的な教科と学級への所属を決めていったが、実習期間中に、様々な問題が各方面で生じてくることが予期され、憂鬱であった。

教育実習のハード面について附属高校が（大学の協力を得て）今後に解決しなければならない課題はまだ多数あるが、つぎに実習生の教科指導のあり方について記していく。

他校の教員と話をする、「教育実習生に担当させる授業は1～2回にして、なるべく生徒に“被害”が及ばないようにしないと…」といった発言をしばしば耳にする。確かに実習生の授業には拙いところが多々あるし、上出来の場合でも実習後の補足説明等は不可欠である。しかし、教育実習とは、そのようなものだとは筆者は思っている。生徒には多少目をつぶってもらっても、数多くの授業を担当するなかで、実習生には「実際に教壇に立つというのは、こういうことなのだ」という緊張感を体験させたいのである。

「教師の技量は、一朝一夕では身につかない。実際に教師になってから、様々な生徒や先輩・同僚教師との出会いのなかで、教師として成長していく。だから教育実習では最低限のことが出来れば充分」という意見もある。筆者もそれは承知しているつもりである。しかし実習生の中には、教員採用試験の厳しい現実のなかで結果として他の職業を選択せざるを得ない者や、教職は志望していないが教鞭を一度は執ってみたかったという者も多いただろう。そのような彼らが「授業をするって、この程度のことなのだ」という軽い達成感で実習を終えて、教育を侮るようになることが筆者には恐ろしい。

他校の教員から「2週間でも大変なのに、今年からは4週間も！ 附高はどうするの？」と訊かれたこともある。「とりあえず従来の実習スタイルをつづけながら、徐々に

変更していくのかな」と応じたが、各高校で実習の方法というのは異なっている。実は同じ大阪教育大学の附属高校でも、三校舎で実習生の指導形態は異なっているようである。そこで参考までに附属天王寺校舎の2003年度の実習日程を簡潔に示しておく。

5月13日(火)	指導講話および事前打ち合せ	(実習生は全員参加)	
8時30分	集合	(会議室)	
8時40分	実習全般に関する心得	(会議室)	教育実習係
9時40分	講義 生徒指導	(視聴覚教室)	生徒指導部長
10時40分	講義 学級経営	(会議室)	学年主任
11時40分	講義 学校経営	(会議室)	副校長
12時50分	教科指導教員との打ち合せ	(教官室)	各教科担当教員
14時20分	講義 学校保健管理	(会議室)	養護教諭
5月30日(金)	実習開始		
12時35分	実習生紹介式	(グリーンコートで実習生全員参加)	
その後	学級指導教員との打ち合せ	(教官室)	各学級担任
終礼時	配当学級での紹介	(各教室)	
6月26日(木)	実習終了		
15時15分	実習生送別式	(グリーンコートで実習生全員参加)	
16時	反省会	(視聴覚教室)	教育実習係
7月 3日(木)	諸課題の提出期日	(17時まで)	
実習期間は、5月30日(金)～6月26日(木)の4週間。			
2週間の実習生は、その間の指定された2週間。			

3. 教科指導の事前打ち合せ

5月13日の昼休みに、初めて二名の実習生と顔を合わせた。本校では、実習生1人に教科指導と学級指導の計2名の教員がつく。実習生は高校3年の学級には担当しないことになっている。そこで実習生の急増した今年度は、1年と2年の学級担任の大半が、教科指導の他に、各自4～5人の実習生を学級指導のために受け持った(筆者は3年の担任だったので、教科指導に専念することができた)。

事前打ち合せの日に指導教員が行なうことは、大きく3つある。①実習授業の打ち合せ ②実習生の様子を知る ③事務的連絡や細かな諸事の確認 である。

つぎに①と②について記していく。

① 実習授業の打ち合せ

本校では、実習生には基本的に1・2年生の授業を担当させることとなっている。世界史の場合、2年次で4クラス2単位(必修)である。これまで筆者は、実習生が1人なら

ば16コマ(4クラス2単位で2週間)を、2人であれば各8コマ(2クラス2単位で2週間)の授業を担当させてきた。ほとんどの実習生は、授業数が多いという感想を持つようだ。しかし筆者は、「単発1回の授業ならば誰でも出来る。数回の授業をシリーズで行なって、初めて“授業力”が身につく」と告げて、実習生には、出来るだけ一単元全体の授業を任せるようにしてきた。実習生を半人前扱いせず、責任を持たせることが、実習に対するより一層の自覚を促すと考えているからである。

今年度は、1学期後半の授業は9回で(年度当初の計画では、ルネサンス4回・大航海時代5回をあてていた)、うち最初の7回が実習期間と重なっていた。計画通りならば、ルネサンス4回・大航海時代3回となる。“一単元全体の授業を任せる”方針を愚直に貫けば、実習期間の前半にルネサンス4回の実習授業を行なって、残りの期間は授業見学といういびつなことになってしまう。またせっかく実習期間が長くなったのに、実習授業数が、従来のように4回のみであるのも面白くなかった。考えあぐねた筆者は原案を持ちつつ、事前打ち合せ当日に、二名に様々な実習授業の可能なバリエーションを示し、その場で決定することにした。

	月 日	内 容
結論からいえば、筆者の原案が採用された。ルネサンスの前半2回の授業を筆者が行ない、実習生は見学をする。その後、大航海時代5回の授業を実習生が2クラスずつ担当し、実習終了後に、ルネサンスの後半2回の授業を筆者が行なうという形態である。後述するが、結果としては、い	5月30日(金)	ルネサンス①
ばん好ましいパターンであった。	6月 2日(月)	ルネサンス②
	6月 9日(月)	大航海時代①
	6月13日(金)	大航海時代②
	6月16日(月)	大航海時代③
	6月20日(金)	大航海時代④
	6月23日(月)	大航海時代⑤

実習授業の形態に関して「2人でチーム=ティーチングのようなものをしてみますか」という提案もしてみた。二名とも当惑した様子で、「高校時代にそのような授業は受けていないし、大学でもやっていません。まずオーソドックスな授業をしたいです」と答えた。後から考えれば、これは賢明な回答であった。もしも「指導教官が言うのだから…」という変な遠慮から、チーム=ティーチングを承諾していたら(それはそれで面白かったかもしれないが)、かなり困難な状況を招いていただろう。

チーム=ティーチングという、ある意味では無謀な提案をした理由について、少し触れておく。実習生が2人の場合でも、筆者は「授業の最後だけはそろえて下さい」とだけ言い、授業の構成・内容は思うようにさせてきた。歴史の授業は、授業者によって進め方や、強調する部分に相違が生じて当然だと思っているからである(もちろん実習終了後は、各クラスの実習授業の個性を“ならししながら”授業をする)。今回は、実習授業のコマ数が多くて“ならず”のが少し大変かなと思ったこと、そして授業実習が実習期間の中頃から始まるので、二名で協力して教材研究をする余裕がありそうだったことから、普段とは異なった形態の授業に思い切って挑戦してみるのもいいかなあと考えたのである。

教科書(『新編高等世界史B』帝国書院)・副教材(『最新世界史図説タペストリー』帝国書院)を手渡し、高校時代に実習生が使用していた教科書を尋ねてみた。予想通り、山川出版の『詳説世界史』であった。この相違が、実習生を刺激したことは後述する。

まれに「教科書準拠の指導書は貸して頂けないのですか?」という実習生がいる(本校

ではないが、指導書を貸す教師もいる)。当然、筆者は貸さない。あまりにも安直すぎる。

実習までに読んでおく参考文献を実習生に紹介するのは重要である。しかしこれがなかなか悩ましい。まず、打ち合せから実習までの“読書期間”の長さを考慮しなければならない(今年度は、打ち合せが5月13日で、実習開始が5月30日、さらに実習授業開始は6月9日と余裕があったが、過去には打ち合せの1週間後に実習授業ということもあった)。さらに実習生にとってどのような参考文献が最も適切か考える必要がある。あくまでも一般論だが、歴史学が専門ではない教養学科の実習生には、やはり実習授業の範囲を含んだ概説書がいちばん有益である。しかし残念ながら、これまで教養学科の実習生で紹介した参考文献をきっちりと読んできた者は少数であった(今年度は、二名とも読んできた方である)。

大航海時代に限っていえば、増田義郎『大航海時代』(「ビジュアル版 世界の歴史13」講談社 1984年)が手頃である。しかし実習の前半で彼女たちはルネサンスの授業を見学するし、大航海時代と重なるルネサンス後半のヨーロッパ社会の様相を理解しておくことは貴重である。そこで今年度は、樺山紘一『ルネサンスと地中海』(「世界の歴史16」中央公論社 1996年)を薦めた。「とりあえずこの1冊は必ず読んで、必要に応じて専門書にも各自で目を通しておくように」と指示をした。

最後に、5回分の授業の単元構成(割り当て)を考えて、実習初日(5月30日)に計画案を提出するように告げた。5回の授業をどのように組み立てるのか、実習生にとってはなかなか困難である。従来は(あくまでも参考として)筆者の過去の単元構成を示したりしたが、今回は、ほぼ完全に実習生に任せることにした。

② 実習生の様子を知る

実習授業の打ち合せだけで、昼休みが終わったので、放課後につづきをするようにした。そして、そのときまでに、以下の項目からなる「実習アンケート」(B5版)を書いてくるように告げた。

1. 高校での世界史の授業について

単位数：1年・2年・3年

どのような授業でしたか？(授業の形態・感想など)

2. 大学での歴史関係の授業について、どのような授業を履修したのか書いてください

3. 世界史で教育実習を希望した理由

「実習アンケート」の目的の一つは、高校でどのような世界史の授業を実習生が経験してきたのか知ることであった。従来は実習生との会話のなかで探ってきたことを、あらかじめ書いてもらったのである。放課後に、アンケートの回答をもとに、さらに“聞きとり”をして、実習生の大まかな状況をつかもうとした。

一名は高校時代に世界史を1年から3年まで各学年4単位ずつ計12単位を、もう一名は2年と3年の2年間で4単位ずつ計8単位を履修していた。現在、世界史は高校での必修科目となっている。地学の教師が「高校で『地学』を学んでいないのに、実習で『地学』を教えようとするため、基礎となる専門知識が極めて乏しいのを痛感する」といった

事態は、世界史では起こらない。むしろ今年度の二名の場合は、「高校でかなり世界史の授業を受けてきたのだなあ」と感じた。本校では、3年次で世界史(4単位)を選択しても6単位だからである。ただし、高校時代に世界史の授業をたくさん受けたから、高校生相手に授業が出来るとは限らない。

授業の形態に関しては、二名とも、「プリントを使い、穴埋めを授業中にしていく形式。ワークシートのような感じ」と言うことであった。筆者自身も授業ではプリントを使用している。彼女たちも、各自でプリントを作成して授業を行なうことを希望した。

さて二名が世界史を希望した理由は、「地歴・公民の中で最も好きだから(歴史は全般に大好きですが、とくにヨーロッパ史は好きです)」「中学生の時から世界史に最も興味があったから(フランス史に特に興味があります)」。「こういった言葉には、ほっとする。いい授業が出来る必要条件是、担当する教科が好きなことである。言いにくいことだが、これまで世界史で実習をした教養学科の実習生は、必ずしも世界史好きの者ばかりではなかった。希望がかなわず、世界史に振り分けられた場合は仕方ないが、世界史を希望した実習生でも、よくよく話を聞いてみると「世界史で大学を受験したので」とか「社会科のなかでは、成績がいちばん良かったから」という回答が結構多かった。こういった志望動機の実習生は、筆者の経験上、非常に苦勞することになる。好きなことなら、多少辛くても努力できるし、自分の好きなことを他人にも伝えたいと頑張れる。好きでもないことを、教師だからという義務感だけでは、生徒に教えることは出来ない。

以下、実習生二名の「教育実習に参加するに当たって」という事前レポート課題の一項目「教科指導における目標」の一部を示しておく。

「現段階での目標は、『自分が生徒ならどう思うかを常に念頭にしておくこと』です。どの教科においてもいえることですが、自分にしか理解できない授業や、自分のやりやすいものでも生徒の興味をひかないような授業にならないことを一番気をつけたいと思います。本校の学生は多くの実習生の授業を受けなければならないし、特に私が担当する社会科というのは、暗記科目、板書を写すだけになりやすいので、多くの文献を読み、生徒たちが興味をもてる内容、理解しやすい内容になるように努力したいと思います」
「私は世界史を担当することになった。というのは世界史が一番好きであったためにそう希望を出したためである。もともと勉強は好きな人間である。生徒指導にも関するかもしれないが、私は勉強というものが面白いことだということを教科指導においても伝えられたらと思っている。だからこそ、一番好きだからと世界史を選んだ。ただし、自分もこえてきたことであるし一応受験という現実が生徒たちの前にあることも理解しているつもりである。好きだからこそできるだけいい授業をしたいとも考えるが、同時に自分勝手に突き進みすぎず生徒の前にある現実も踏まえて授業をしなければならないとも考える。このバランスをいかにとることができるかが教科指導に関しての目標である」

学習塾などで教えた経験の有無を尋ねると、二名とも首を横に振った。塾講師や家庭教師の経験は、「あればあるでよいし、なければそれもよし」というのが筆者の考えである。塾講師をしていても近年は小人数学習が主流で、1クラス40人という生徒集団での授業は未経験の者が多いし、「塾講師を経験しているから、実習授業は大丈夫」と多寡をくく

られても困る。授業での話し方が、普段の友人間での話し方と異なるのは当然だが、そう
いったことは、実習授業を重ねるなかでおいおい身につけていけばいいことだと思う。

彼女たちの人間関係を尋ねると、とくに親しかったわけでもないが、同じ講義を受講し
たりして以前から顔見知り、とのことであった。

結局、実習生との初顔合わせのときの、ポイントは（多くの教師が意識せずに行なって
いることだが）2つにまとめられる。第一は、実習までにどのような準備が必要なのか、
具体的な作業目標を実習生に示すこと。第二は、担当科目に関する興味関心のあり方を探
りながら、実習生の“覚悟のほど”を見極めること。

4. 実習期間中の教科指導

教科指導について、こと細かに書いていくと大変な量になってしまう（筆者の指導法の
アウトラインについては拙稿『私は世界史で』を参照していただきたい）。本稿では、
今年度の二名の実習生指導で筆者が試みたこと、その結果として新たに（あるいは、今さ
らながらに）気づいたことを中心に記していきたい。

【1】授業見学

これまでの2週間の実習生は、2年生の実習授業数を確保するために、3年生の選択世
界史の授業しか見学できなかった。ところが今年度は、まず担当学年の授業を2回見学し
た。筆者の次に自分たちが授業をするということもあり、後に行なった3年生の授業見学
とは真剣さが異なっていたようである。実習生の一名は、つぎのように記している。

「実習初日、早速笹川先生の授業を見学させて頂いた時、私の世界史の授業に対する考え
は一転しました」

彼女の“授業観”はなぜ一転したのか。もう一名は、こう述べている。

「実習が始まる前は不安で一杯であった（略）『受験勉強が嫌い』だからであった。よっ
て受験態勢に入っているであろう高校生に対して、しかも暗記科目と思い込んでいた世
界史を教えるというのは楽しくなさそうで不安であったのだ。しかし、授業に関しては
自分が予想していたやり方と全く違って、むしろ自分も受けたいと思えるような授業を
作ることができた」

実習生は自分が受けた高校時代の授業を原体験として持っている。そして、あからさま
に言えば、本学に入学する学生の母校は、それなりの進学校である。実習生二名の出身高
校は異なるが、両者が経験した世界史の授業は、受験をかなり意識した授業だったよう
である。しかも教科書に則した授業を受けてきたようだった（もっとも、彼女たちの思い出
の中にある授業と、実際に受けた授業とが異なっていることもあるので、こう決めつけて
はならないが）。「授業を参観して驚いたことの一つに内職をしている生徒がほとんどい
ないことがある…」と記した一名は、高校2年次に世界史の先生があまり教科書にそわない
授業をしたので授業中は内職している生徒が多かったと話してくれた。

また彼女たちは、実習校となった附属高校をエリート進学校と思っていた。そのために

“附属高校では、とにかく受験に役立つ授業をしなければ、生徒から見向きもされない”という、ちょっとした悲壮感を抱いていた。そもそも二名が受験を相当意識していたことは「暗記科目と思い込んでいた世界史」という文言からうかがえる。少なくとも筆者は、(英語や古文や化学と同程度に暗記事項もあるが)歴史を暗記科目だと思って授業はしない。このあたりの感覚が、史学科の実習生との相違のように思われる。そして、そういった彼女たちの“授業観”・“教科観”が、授業見学で崩れたのである。

「グループで何かをするといった特別な活動が導入されているわけではありません。普段されている授業です。教科書は全く用いることはないのですが、生徒はプリントへの記入と先生の解説を真剣にやっているのです(略)先生が話される内容は教科書に記述されているものよりもはるかに深いものです。それでいて、一つの物語として成り立っているのです(略)私は初めて授業を見学した時、まるでクラスの生徒の一人であるかのように、授業に聞き入ってしまいました」

このような感想を引用するのは、かなり気恥ずかしいが、“世界史は好きだったけれども、世界史の授業は好きではなかった(面白くなかった)”と語った彼女たちは、受験指導から離れて自由に世界史の授業をしても構わないということを実感したのである。

「最初の授業見学で私の目標に対する姿勢は変わりました。私が、自分が楽しい、理解しやすいと思う授業をすることができれば、生徒達は聞いてくれるのだと、目標がより具体化されました。翌日から教材研究に必死でとりかかりました。何をしなければならぬかがわかった時、急に忙しくなりました」

実習先の高校で、自分の授業が通用するのかという不安は(とくに実習先が母校でない場合は)大きくなる。無用の心配を軽減すると同時に、「まず自分のやりたい授業を思う存分やりなさい」というメッセージを伝えることが重要であることに気づいた。

【2】『私は世界史で』

1回目の授業見学の後、拙稿『私は世界史で』を渡し、週末に読んでおくように告げた。『私は世界史で』は2部構成となっている。前半には、筆者の日常の授業での工夫や心構えなどを、後半には、実習生への教科指導の概要が記されている。

拙稿を読ませることには、少し抵抗感があった。これまでは実習のなかで伝えてきたことを最初に、いわば“種明かし”することになるからである。しかし結果は好ましいものとなった。

まず、見学したばかりの授業(ルネサンス①)を思い起こしながら、拙稿に記されていた“授業での工夫”が、どのようになされていたかを具体的に確認できたこと。またそれは同時に、週明けすぐの授業(ルネサンス②)を、どのような視角から見学すればいいのかという授業分析(という大げさだが)のポイントを知ることにもなったからである。

つぎに、筆者の教科指導の流れをあらかじめ知っておくことで、彼女たちはこれから経験することになる様々なことに対して、ある程度の心積もりが出来たからである。

後で知ったことだが、実習生の一名は、『私は世界史で』に登場する実習生の、サークルの後輩であった。そのために、より親近感を持って拙稿を読んでもらえたようである。

【3】教科書の変更

山川出版の『詳説世界史』は、きわめて採択数の多い教科書であり、筆者も高校時代にお世話になった。しかし現在、本校では帝国書院の『新編高等世界史B』を使用している。実習生は、自分たちが使用しなかった教科書で授業をすることに、少し戸惑ったようだが、新鮮味もあったはずである。

『新編高等世界史B』の特色のひとつは、ウォーラステインの“近代世界システム論”を軸に体系的な記述がなされている点である。筆者の学生時代（1980年代前半）に近代世界システム論の本格的な日本への紹介が始まった。今では、歴史学の分野はもちろん、高校の世界史教育の現場でもかなり一般的になったと思っていたが、彼女たちには初耳であった。高校で“古典的な”『詳説世界史』に則した授業を受け、大学でもウォーラステインと無関係な講義を受講してきたのなら、それも無理はない。そして「卒業後わずか3～4年で、高校で教える歴史はこんなに変化した」と思ったようだった。しかし、その“錯覚”のおかげで、彼女たちは「高校の授業の焼き直しではダメだ。しっかりと教材研究をしなければならない」と気を引き締めたいらしい。瓢箪から駒であった。

副教材も、彼女たちが使用したことのない図説であった。二名の間で「この図説で、何をどう教えたらいいいかなあ…」といった“教師の”会話がやがて始まっていった。

【4】“徒弟関係”

実習生は、指導教員の指示を仰ぎながら、授業を初めとする教育活動に携わる。いくら自由度を高めても、つまるところは一種の“徒弟関係”である。筆者が、チーム＝ティーチングを提案したもう一つの理由は、「指導する者 — 指導を受ける者」という、（実際はそうでもないのだが）硬直した関係を崩し、実習生と授業を“コラボレーション”することが可能かもしれないと考えたからであった。

さて今回は、“徒弟”として、筆者の世界史教育の“一部始終”を経験させよう決心した。これまでは時間がない、という理由もあって課してこなかった「教科通信の作成」と「試験問題作成」を担当させることにした。事前打ち合わせの日に、その旨を告げた。

筆者の教科通信は、生徒の授業感想を中心に構成している。毎回の授業後に、数人の生徒を指名して感想や質問を書かせる。生徒の感想文を編集し（質問には回答を付し）、次の授業時に配布する。言うまでもなく「教科通信」を作成させるのは、生徒の率直な授業感想を実習生に知らせて、以後の授業準備にフィードバックさせるためであった。ただし、通信の作成に手間取って、授業の準備に支障が生じては本末転倒である。そこで、生徒には各授業の感想を書かせるが、配布する通信は、大航海時代①～③と④～⑤の授業で1回ずつの計2回分とし、二名の共同で編集・作成させることにした。

試験問題は50点分を各自で作成し、解答例を付して7月3日に提出するように告げた。

【5】実習授業前半（実習授業の記録より）

今回、初めての試みとして、実習授業後に「実習ノート」と題した記録用紙（A4版1枚）を渡した。実習生には自分の授業を分析しながら反省する手段となり、筆者には彼女たちの状態を把握して以後の指導をすすめていく材料になると考えたのである。

つぎに「実習ノート」①～③を通して、二名の“奮闘ぶり”を見ていくことにする。

(a) 実習ノート①・・・大航海時代①の授業をして

(1)：模擬授業を行なう前と行なった後で、授業への取り組み方（準備）は何か変化しましたか？ 板書事項・説明の仕方・プリントの作り方など

(2)：1回目の授業を行なってみて、

- ① 予定通りそこそこ出来たこと、
- ② 恐れていた通り不出来だったこと、
- ③ 予想外にうまく出来た部分、
- ④ 予想外のことで困ったこと、を記して下さい。模擬授業との関連も含めて記して下さい。

(3)：1回目の授業直後の、指導教員のアドバイスは、意味のあるものでしたか？ また、どのようなアドバイスがほしかったですか？

(4)：2回目の授業は、1回目と、どのような部分が同じで、どのような部分が異なっていましたか？ 板書事項・説明の仕方・プリントの作り方など

(1)：実習生には最低でも授業2回分の模擬授業を教室でさせている。実習生が二人だと要する時間は2倍以上になるが、省くことはできない。「自分の知識のあいまいな部分は、実際に授業として話をする、うまく説明できないということがわかり、さらに詳しく確実な教材研究をすすめた」「模擬授業を行なう前は調べたこと、知っていることを、全て言おうとしていたのが、当然時間も足りないし、本当に伝えたいことがぼやけるので整理の必要を感じた」というのが、二名の感想の一部。

彼女たちは、これ以外に「板書も慌てず丁寧にするように…」「板書の字は大きく…」と、模擬授業で教室の黒板を実際に使用できたことが良かったと記していた。

(2)：②は、「最後までプリントをうめて、まとめをする時間がなかったこと」「板書と、諸々のことに気を散らしてしまい、おそらくそのためにテンポが悪くなった…」となっている。まあ、なんといっても最初の授業である。この段階で、実習生がテンポ良く時間内で授業を終わらせたりしたら、指導教員の出る幕はなくなってしまう。

意外だったのは④。「チャイム後すぐ静かに授業がはじめられるわけではない」「出欠確認であれば手間取るとは正直考えていなかった」と、授業開始までの“ロスタイム”をあげたことである。「出欠確認やプリント配布で時間を食うな。遅くても5分以内に授業を始めて！」という注意が印象に残ったことと、授業は案外スムーズには始められない…始めるためには教師側の働きかけが必要だということに気づいたからであろうか。

(3)：1クラス目の“不出来な部分”を、実習生は結構自覚しているように思う。したがって、その部分を確認して、2クラス目の授業に落ち着いて臨ませれば充分である。

(4)：「無意識に、言いたいことがまとまって、早く進んだ」「自分の感覚では相当速くし、情報量をやや減らした。おかげで思っていた範囲は出来たが、今ひとつ味気ない内容になってしまった」といった感想。そこで「1クラス目と異なり、2クラス目の授業では話す内容も整理されて、あれこれ工夫したくなるでしょう」と筆者は言葉をかけた。

(b) 実習ノート②・・・大航海時代②の授業をして

- (1)：生徒の感想文を読んで、考えたこと・感じたことを記して下さい。
- (2)：2限目の「最初の授業案」に関して。指摘された箇所も含めて、どのような点で不都合があり、どのような修正をして「実際の授業案」を作成しましたか。
- (3)：実際に2限目の授業を行なってみて。
 - ① 予定通りそこそこ出来たこと、
 - ② 恐れていた通り出来なかったこと、
 - ③ 予想外にうまく出来た部分、
 - ④ 予想外のことで困ったこと、を自分で分析しながら記して下さい。
- (4)：現時点で「大航海時代」に対して、これまで有していた“知識や印象”は、授業の準備をする過程で変化しましたか？ 変化したとしたら、どの部分ですか。
- (5)：授業での「史料・資料」の扱い方に関して、どのような点に留意しなければならないと思いますか。

(1)：「同じ授業をうけていても注目する点はずい分違うのだと思う（略）ともすればそのまま進んでしまいそうな点も質問されることで引きとめられ、補足することができる」「まず一番に思うのは、次回の授業はもっとがんばろうという気持ちです。さらに、どんな所が印象に残ったのか、理解しにくかったのが多くの生徒が同じようなことを書いているのでわかりやすい。それを次回の授業にいかしたいし、世界史通信の中で補足説明していきたい」と、受けとめ方に多少の違いはあるが、生徒の授業感想に実習生が目を通したことは、やはり非常に良かった。

指導教員、生徒、あるいは授業見学の実習生など、様々な立場の人間から授業の感想・評価をもらうことは、自分の授業を“立体的に”把握するよい機会である。「生徒がどのような箇所で誤解をするのか、誤解をさせないためには、説明をどのように工夫すればいいのか」など、考える材料がいっぱい出てくる。

授業感想は、生徒との授業の中でのコミュニケーションを短期間で進めていかなければならない実習生には格好の手だてでもあった。「『生徒の授業感想が読めるなんて、いいなあ』と、他の実習生から羨ましがられています」と、実習生の一名が嬉しそうに言ったこともあった。実習生は、生徒の感想に餓えているのだと痛感した。

(2)：初めての授業後、自分の知識不足を痛感した実習生は、次の授業にむけて懸命に下調べをする。その結果、模擬授業では詰め込みすぎで時間が足りなくなり、説明事項の取捨選択を余儀なくされる。この過程がつぎの感想から窺える。「情報量もそれ程多くないと考えていたのが模擬授業をすると想像よりはるかに多く、結果、実際の授業はその半分くらいの内容にした」「それぞれの内容を関連づけて話せるように努力した。最初の授業案では、細かい内容を含みすぎて、何が大切なかがわかりにくくなっていったから」。

(3)：実習生による、そして個々の授業における相違が生じてくる。たとえば④では、一名は、生徒を指名して文章を読ませることの難しさ、もう一名は、板書をうまく利用すれば、もっとスムーズな説明ができたのではないかと、いうように。

(c) 実習ノート③・・・大航海時代③の授業をして

(1)：「3種類×2クラス」の授業を終えた現時点で。

- ① これまでの感想。当初から授業の際に留意してきたこと。あるいは授業を行なうなかで見えてきた「課題」なども含めて記して下さい。
- ② 授業を行なう上での、教師の基本的な「身体能力」とは何だと思えますか。
- ③ 「世界史」の授業を行なう上での、教師の基本的な「教養」とは何だと思えますか。
- ④ 残りの「3種類×2クラス」の授業では、どのようなことに留意したいですか。

(2)：現時点で、「大航海時代」の授業を通じて、生徒に伝えたい大切なことは何ですか。3項目あげて、その理由も記して下さい。

(1)：実習授業も後半に入った段階で、実習生は自分の授業で、何を課題とみなし、それをどのように乗り越えようとしたのか。①と④を併せてみていきたい。

実習生の一名は、つぎのように記している。「授業50分間のストーリーというものが、自分の頭の中ではできているつもりだが、やはり実際に授業をしてみると、説明の中にたくさんミスがあったり、大切な内容の説明があいまいだったりしている」「今日の3回目の授業の時点で1つ目のクラスでミスがないようにしたいというのが目標だった。しかし3回目の授業でもそれがうまくできなかった。いつも最初のクラスでのミスが多いので、準備をさらに入念にして、ミスなく、2クラスで平等な授業をすることを気をつけたい」。

彼女は、模擬授業の後に、授業構成を大幅に組みかえることがあった。そのために極端に言えば1クラス目の授業が2度目の模擬授業と化し、2クラス目の授業との差違が目についた。「クラスによって説明内容や説明順序が、違ったらダメだ」という筆者の言葉が印象に残ったこともあって、「平等な授業をする」という言葉が出てきたのだろう。

もう一名は時間配分をあげていた。「慣れて少し余裕が出ると、しまっておいたネタを出したくなり、結果、時間が延びてしまう。時間配分をもう少し緊張をもってすべきと考える(略)当初から留意していたのは、ハッキリものを言うことだが、持っている知識があやふやなままの場合、言い淀んだり注意できなくなる」「時間配分(略)に留意したい。加えて教えることがらについて、はっきりと話せるようにきちんと勉強しておく」。

②の項目は、実際に教壇に立ってみた実習生が教師の“身体性”というものをどう感じたか、という素朴な疑問から生まれた。二名とも戸惑ったかもしれない。筆者も、回答する立場であったら、やはり戸惑っただろう。どのような回答が返ってくるのか見当もつかなかった。しかし二名とも、自分の体験に則した、借り物ではない返答をしてくれた。

まず一名は「重要なところを『大切です』と言わなくても声や身ぶり、熱意などで伝えられることだと思う(略)教師の意識や熱意が声や身ぶりに出てくると思う。うまく言葉に表わせないが、教師の五感で伝えたいことを伝える能力は基本だと思います」。教壇上のメッセンジャーとしてのイメージが浮かんでくる。

もう一名は「しゃべり方という意味での話術、話す内容という意味での話術。視野の広さ。複数の判断を同時にさばける力。複数の行動をできる力」。教室では授業の他にも様々な“事件”が起こる。それを適切に処理しつつ授業を進める必要がある。アメリカの数学者ランバートの“教師は教室のディレンマ＝マネージャー”という言葉思い出した。

【6】実習授業後半（とその後）

実習授業も半ばになると、公開授業の日程を決めなければならない。実習生と相談のうえ、一名は大航海時代④を、もう一名は大航海時代⑤を公開授業に当てることとした。

今年度は実習授業が5回であったので、最初の3回だけ模擬授業を行ない、残りの2回は“独力で”授業に臨むようにあらかじめ告げておいた。「最後は、一人立ちしないとね」というのが筆者の決まり文句である。「実習ノート」も3回で終えた。「『実習ノート』は、もう書かなくてもいいのですか」と尋ねてきた実習生には、「残りの2回の実習授業の出来具合は、もう自分で判断できるでしょう」と返答した。実習授業の前半は、かなり手厚く指導したので、後半は少し距離をおこうと考えた。しかし「実習ノート」は最後の授業まで継続した方が良かったかもしれない。また今では、授業見学の記録用紙も作るとう意義だっただと思っている。

公開授業は、二名ともかなり緊張したようだった。筆者も、授業の大きな流れ、授業プリントの構成や学習指導案の作成などの助言はしていても、模擬授業を行なっていないので、やはり緊張しながら参観することになる。授業は、思い通りに出来たり、出来なかったり、結果は様々だが、あまりくどくどと講評しないようにしている。実習生が自分自身で反省点を見つけることが重要だからである。よほどの場合を除いて、筆者は、実習生の反省のポイントがずれてないかどうかチェックする程度である。

教科通信についても少し記しておく。生徒の授業感想が実習生にとって大きな励みになったことは前述した。授業感想をもとに二名で教科通信を作成させたのも有益であった。生徒の質問に答えるために様々なことも調べなければならない。その過程で、済んだ授業で可能だった工夫に気づいたり、次回の準備へのヒントを得たはずである。彼女たちは、作成した二枚目の教科通信の末尾につきのようなコメントを手書きで載せていた。

「色々ミスを教えてくれたみんな、ありがとう！！ 感想もとても参考になりました。期末がんばって下さい」

「感想や質問をもらって色んなことを考えるんだな、と思いました。面白かったです。ありがとう」

ある人物が授業を行ない、試験問題を作成するという一連の経過を、第三者が見ることはほとんどない。そう言う意味でも、今年度、実習生に初めて試験問題を作成させることには非常に興味があった。また言うまでもないが、筆者とはテストの内容・形式が大きく異なるのも（その出来映えとは無関係に）新鮮であった。

作成された試験問題の講評は略し、作成後の二名の感想をあげておく。

「取り掛かる前は（略）苦痛でした。しかし実際に作成し始めると、大変やりがいがあったて楽しく感じました。自分がテストを受けている側だったときには気にもとめなかった、形式や、設問の仕方には戸惑いました。わずか五十点分のテスト作成なので、楽しく感じたのかもしれませんが。実際に採用されるテストを作るとなったら、もっと大変だったと思います。その理由を具体的に述べると（略）まず一つは、表現の仕方です。前述したようにテストを受ける側の時には気にもとめなかった設問の表現です。設問の表現が曖昧なものであれば、生徒によっては設問の意味をとり間違えるかもしれません（略）もう一つは、授業における表現の仕方まで振り返らなければならなかったということ

す。つまり同じ内容を同じ表現で伝えることは難しいということです。私の場合、二クラス担当していましたが（略）明らかに二回目のクラス（略）の方がまとまりのある授業ができるのです。もしこのようなことを、テストを作成する立場になってもしていたら、どのクラスにも平等なテストを作成するのは、困難だと思いました」

「作ってみて思ったことは、〇〇さんと私で言っている事が違ったりする場合の折り合いのつけ方だ。しかもお互い全く言っていないこともあるので、そもそも授業する段階で試験のことを考えると打ち合わせてある程度合わせておいたほうが良かったかと今更思う。試験を作るとなると自分の授業の荒さが目に付く。強調したいと思っていたことでも実際の授業では言えていなかったりすることもあった。それにプリントの空欄語句と試験の答えにするのと全く同じは芸がない、と思うのだが、ほとんどそうなくなってしまった。何というか、つまらない試験になってしまったような気がする」

5. 実習生と“世界史”

【1】受験勉強から教材研究へ

筆者は、実習生に「教材研究は、受験勉強とはまったく異なる」と実感させることが重要だと考えている。彼女たちは、この点をどうとらえただろうか。まず「実習ノート②」の（4）の感想である。

「情けないほど無知だと感じています。世界史は好きでしたが、フランス史・第二次世界大戦など自分の興味のある範囲しか、詳しく勉強できていなかったことを痛感した。大航海時代に関しては、テスト勉強としてしか知識をつけていなかったもので、イスラムがどれほどの力をおよぼしていたか、や、資料（日記など）に含まれる真意によって変化しました」

「印象に関しては自分が世界史好きでそれなりに勉強していたせいかほぼ変化していない。ただし知識は全く新しいことを勉強しているかのごとく『変化』というよりは『増加』している。例えば、2回目の授業でいえば航海日誌のこと、その日誌の持つ意味は知らなかった。またその内容にあふれている『ヨーロッパ的先入観』も知らなかった。逆にそれで奴隷貿易など大した違和感もなくヨーロッパの人々はやっていたのかと納得したくらいである」

たとえ史学科の実習生であっても、専門外の分野はあまり知識がないものだと思う。だから現時点での知識量に関しては、とりあえず不問にしておこう。それよりも今回の実習で痛感したのは、（もちろん過度の一般化は危険であるが）教養学科生の資料（史料）の読み方の甘さである。“生きた歴史”の面白さは、資料を通じて、初めて生徒に伝わっていく。教師自らが史料の行間を読み取る力がなければ、生徒に資料を読み取らせることは出来ない。史料講読の授業などを受講していなくて、資料（史料）を扱う訓練を受けずきたのなら、その不足分は自分の努力で補わなければならない。

つづいて「実習ノート③」の（1）の③の感想である。

「暗記科目にならない、ストーリー性があるような授業ができるような知識を身につけることが必要だと、今回の先生の話や授業から実感した。細かいことを教えるためではな

く、生徒の頭に1つのストーリーとして入っていくような知識を身につけるために多くの本を読み、歴史には何種類か説がある時もあるということを教師が知る必要がある」「『世界史』だけに限らず、ものを知っている方が知らないより良いと考えられること。『世界史』に限らず知識をもっていること。現代のことにも関心があること」

筆者の、実習生への口癖は「授業で大切なのは、説明（解説）ではなく、イメージを伝えること。説明なら、事典を読ませればよい」「比喩の限界をふまえつつ、それを巧く用いて抽象的な話にも具体性をもたせること」「その社会や出来事を鮮明にイメージさせる言葉を生徒に伝えること」などである。授業では、細々とした用語の説明や、単語の羅列にのめり込まないように注意したい。生徒は「暗記事項ばかりだ」とうんざりしてしまう。

筆者は「世界史への語り口」を大切にしたい。言い換えれば「世界史について語ることでできる言葉」である。それは、必ずしも教科書で太字になっている、あるいは世界史用語集等で頻度の高い語句ではない。しかしそれを窓口として、時代や社会が見えてくる言葉である。たとえば、大航海時代では「喜望峯から東に良心はない」などである。ポルトガルで当時の人々が口にしたこの言葉からは、ヨーロッパ人のアジア進出が友好的なものではなかったことが端的に示される。

また雑学も重要だと思う。“神々は細部に宿る”という言葉のように、ちょっとした豆知識が“物語り”にリアリティを与えてくれるからである。もちろん雑学のための雑学であってはならない。日常生活の中の一見ありふれたことが、歴史上の出来事と深く結ばれていたことを示せるものがベストである。

【2】実習生の大航海時代

今回、大航海時代を実習授業の範囲としたことは適切であったか、教科指導のまとめとして考察してみたい。

大航海時代というのは、コロンブスやマガリャンイス（マゼラン）などの“冒険者たち”が活躍する華やかなイメージがあり、世界史でも“人気の高い”単元である。したがって二名の実習生も、興味をもって実習授業ができるのではないかと筆者は考えていた。

筆者は、事前打ち合わせの時に「大航海時代の範囲を5回で」と告げたが、後で聞くと二名とも少し驚いたらしい。大航海時代に5時間もかけるとは思っていなかったのである。指摘されれば、その通りである。数冊の指導書では、大航海時代にあてる授業時数は、おおよそ3～4時間となっている。1時間多い分だけ「しっかり勉強して話題を豊富におかないと、授業中に立ち往生してしまう」という思いが頭をよぎったようだ。

彼女たちが、大航海時代に興味をもって取り組んでくれることは期待していた。しかし、授業の下調べを進めると、これがとてつもなく大きなテーマであることがわかってきて、途方にくれるかもしれないと思っていた（どのようなテーマでもそういった面はあるが）。

大航海時代というと、ヨーロッパ人が未知の世界に積極的に出かけていって…というイメージが強く、ヨーロッパ中心の視角からとらえがちである。たしかにヨーロッパ人の果たした役割は大きい。しかし、その全体像は、アジア・アフリカ・アメリカとの関わりの中で、はじめて把握することが可能となる。つまり非ヨーロッパ地域の知識が必要ということである。また大航海時代におこった様々な出来事を、その前後の時代と比較・対照

しながら説明しなければならぬ場合もある。当然、中世や近代の知識も必要となる。

出来事を縦軸（時間）と横軸（空間）の“広がり”のなかでとらえようとするのは歴史学における一つの基本的態度であろう。実習生には、そういった思考方法に慣れ親しんで欲しい。そういう意味では、大航海時代の実習授業は適切な場を提供したと思う。つぎの文章は、実習後の感想の一部である。

「私が担当した範囲は大航海時代でした。しかし、イスラム、中国、さらには日本まで関連していて、それらの国とのつながりや背景についてももしっかり理解していなければ授業を成り立たせることはできませんでした。つまり、世界史の教師を目指すものとして歴史のすべての範囲を把握しなければ、部分的に詳しいだけでは意味がないということです」

大航海時代③の授業を終えた時点で、彼女たちはこの単元を通じて生徒に何を伝えたいと思ったか、3点あげさせてみた。「実習ノート③」の（2）の回答の一部をあげておく。

まず一名は、「ヨーロッパ文化とそれ以外の文化が遭遇し、どうなったか」「当時の冒険航海を志した理由」「当時の世界観・・・世界についての考え方」の3つであった。

もう一名は、3つのところを4つあげていた。「キリスト教を広めること、香辛料・金を手に入れるために、ヨーロッパの人々がどれだけ労力を費やしていたか」「『発見』と括弧がつけられるように、『発見』された側の人々がどのような気持ちであり、どのような態度をとったか」「大航海時代は、開拓した側と『発見』された側の異文化が初めて接触した時代であること」「大航海、発見というと、ヨーロッパ人が初めて海に乗り出したかのように思えるが、実際、アジア・イスラムへのあこがれからの仲間入りであったこと」。

筆者なら、①異文化衝突 ②試行錯誤の航海と植民地経営 ③近代世界システムの成立の3つをあげるだろうか。①に関しては、「残念ながら異文化理解の前段階として異文化衝突がある。その衝突がどの程度、穏やかであるかが、その文化の成熟度（寛容度）を示している」といった筆者の言葉の影響を、二名の回答からうかがうことが出来る。

③に関する言及はなかった。単元構成からいうと、大航海時代⑤で近代世界システムについて初めて説明をすることとなっていた。そして授業（二名の間での相違はあったが）を参観して重要なことに気がついた。彼女たちは、近代世界システム論の重要性を基本的には理解していたが、授業の際にどう具体化すればいいのか困惑気味だったのである。

そこで大航海時代⑤の授業例として、授業後ではあったが、筆者の過去の記録を示すことにした^{註3}。さらに大航海時代を3回でまとめるなら、どのような単元構成が可能か、前任校での筆者の授業採録も渡した。つぎに採録の読後感想の一部を示しておく。

「大航海時代のまとめにはこれからやはり『近代世界システム』、あるいはそれに似た話をしてまとめる時代になったと思います。私が授業を受けていた時代はただ、大航海の華やかな話で終わってもそれほど違和感もなく、おそらく問題もさほどなかったでしょう。（略）『近代世界システム』を説明することで現代までつながっているのだと考える糸口が出来たと思います（波線は引用者）」

実習生が高校生として世界史の授業を受けたのは5年ほど前のことである。彼女が受け

た世界史教育をあげつらいたくはないし、もしかしたら彼女の思い違いかもしれないが、結果として波線のような“現代とは関わりのない、遠い昔の華やかな冒険の時代”という通俗的な大航海時代像を抱かせたとしたら、やはり残念に思う。近代世界システムの成立にふれておけば、そのような誤解を防ぐことに少しは役立つのではないだろうか。いずれにせよ、大航海時代が現代の南北問題の起点であったという視点から、この時代をとらえ直すことが出来たことは、二名にとって大きな収穫であったと筆者は考えている。

6. 4週間の教育実習のあとで（実習終了後の教員用アンケートより）

初めての4週間実習は、(不十分な点もあったが)筆者にとっては一応納得できる“教科指導”ができた。しかし、それはいくつかの幸運が重なったおかげである。まず、実習生が二人という適切な人数であったこと。その二名が実習(とくに教科指導)に対して意欲的であったこと。さらに筆者が、(学級指導がなかったので)教科指導に専念できたことなどである。換言すれば、これらの条件がそろって初めて有意義な“教科指導”が可能になる。実習後、筆者は教育実習係として各教員にアンケートをとった。代表的な意見をいくつか紹介しつつ、今回の4週間実習で生じた課題の一部を記しておく。

まず教科指導に関して。1人の指導教員に(学年につき)3人以上の実習生が配当された場合、実習生の実習授業数に差が生じてしまうことがある。とくに数学科の場合は、実習生が、1種類の教案で1クラスしか授業が出来ないために、2クラス目以降で授業を改善していく経験が全く出来なかった。なによりも1人の教員が5ないし6名を担当したことで、個々の実習生への細やかな指導が不可能となってしまった(言うまでもないが、教員の通常の職務が軽減されているわけではなく、実習生を指導する時間は限られている)。

指導教員はもちろん、実習生の間でも、こういった実習環境への不満は大きい。前述したように、附属学校として、本学の実習生を受け入れることは当然だが、やはり適正な人数というものがあるはずである。実習生の実習校決定に際しては、原則を重んじつつも、実習協力校を確保して、ある程度柔軟に運用されることを切望する。そうしなければ、教育大学の実習生であるために、他大学よりも制約の多い教育実習しか経験できないという逆転現象がおこるのであろう。

実習生の学力不足を指摘する声は、例年多い。「実習生への指導を4月中に行ないたい。基礎知識の不足を補うため」、あるいは「意欲は感じるが、あまりに教科周辺の知識が少なすぎて、正直、生徒以下ではないかと思うところもある(今年に限らないが)」など。その結果として「4週間の実習生が授業すると、進度や授業レベルが維持できない」「実習が終わり、テストまでの期間が短く、授業のレベルを引き戻すには短いと感じた」という感想も出てくる。また「大学での基礎知識の習得をもっと強調して欲しい(今年は研究授業で大学教官の姿を多く見たように思うので、少し大学側も意識が変わってきているのを感じる)」といった、大学への要望の声も少なくない。

実習生の人数が多すぎたため、学級指導でも問題が生じた。ある学級担任はつぎのように記している。「仕方ないことだろうが、1クラス4~5名は多すぎます。2~3名ぐらいが適切かと」「終礼の運営などを継続的にさせられない。集団指導の実習はほとんど出来ない状況。教科指導の打ち合わせに時間がとられると思うので、1週に1日か2週に1日、全体同時に学級指導の打ち合わせ優先日を作ってみてはどうか」など。

また実習生の「心構えの徹底」を、教師だけでなく、高校生からも訴える声が寄せられた。ある生徒は「実習生は、やっぱり大学生やね。放課後、ホールでたむろしてダベっている内容や様子は、僕らと一緒にやで」と筆者に言ってきた。教員からも「寺田町～本校間での喫煙。放課後、シャツを出していることがある」という指摘があった。漱石の『坊っちゃん』ほどではないが、少なくとも勤務時間終了後でも学校周辺では、教師としての振る舞いが求められることぐらい、実習生でなくても、分かるはずである。もちろん、そのような実習生は一部である。しかし、実習生の多様化がすすむなか「事前指導は附属側だけでなく、大学側も従来と異なった形式でいねいに行なう必要がある（例：全体⇒専攻別⇒附属⇒各クラスなど）」といった提案を大学側は受け止めて欲しいと思う。

実習態度と関連して、つぎのような意見も散見された。「私立では、実習を受けさせてもらうマナーの一つとして、実習校に行く場合は、採用試験を必ず受けさせるという指導をしている大学もある（略）しかるに本大学では、受ける気の無い学生が、資格として取っておけるものなら取っておこうという軽い気持ちで、実習を受けに来る子がほとんどではないか。試験を受けるか否か、実習を受ける前に大学で調べて、指導してもらうよう、要望すべきではないか。

実習生の控室が狭かったことは前述した通りである。「窮屈で大変だったでしょう」と言うと、ある実習生は「部屋を使い分けていました。手前が談話室、真中が勉強部屋、そして小さな黒板のあった奥の部屋が模擬教室です」と応じた。なるほど自分たちで工夫するものだな、と感心した一方で、談笑する余裕があったのかとも思った。

実習最終日に行なった反省会では、2週間の実習生が「4週間実習生は、余裕があつてうらやましかった」と発言し、4週間実習生も肯いていた。しかし教科によっては、前半の2週間で授業を担当し後半は見学だけという実習生が出てくる。結果として「2週間目に公開授業が終わった生徒は、後の2週間が余分である。最低1週間は、余っているという感じがする（略）3週間で十分」という意見が指導教員から述べられる。4週間に有意義に過ごさせるためには、どう工夫すればいいのだろうか？

最後に、実習生の健康上の問題について記しておく。実習授業が終了した後、一名の実習生が「これで睡眠時間を増やすことができます。ほとんど徹夜の毎日でしたから…」と語った。多くの実習生が、睡眠時間を削って授業の準備をしている（筆者自身も、かつてはそうであった）。これまでは実習期間が2週間であったから、多少の無理も大丈夫だったが、4週間でそのようなことをしては身体がもたない。早い段階から計画的に授業の準備をさせる必要がある。保健室を生徒と同じ感覚で利用し、自分で応急処置もできない状況に驚いた養護教諭からは、実習生は自分を生徒と同じと思っているのではないかといったコメントもあった。生徒のベッドを実習生が“占拠”している状態は異様である。体調が悪ければ、充実した実習など不可能である。体調管理の重要性を実習生には周知徹底させなければならない。

7. おわりに

実習生は、様々な期待と不安を抱いて教育実習に臨む。そして実習を終えたときに感じることも、人それぞれであろう。しかし、少なくとも「実習をやり遂げた」という達成感・充実感がなければ不幸である。指導する教員は甲斐がないし、授業をうけた高校生に

も失礼である。そしてその達成感や充実感が、実習生の以後の生活に、好ましい変化を与えるものであってほしいと思う（これに関しては、教職に就く、就かないかは関係ない）。「私は高校時代から世界史が好きでした。しかし自分で本を選択して読むということを怠り、先生から与えられたものを読むという甘えた勉強の仕方をしていました（略）このような学生生活から抜け出し、今回の実習中に行っていたような教材研究を、その延長として続けていきたいと思います（略）これを機に、けじめをつけなければなりません。教師としての第一歩として、また人間的にも成長した四週間でした」

本学の教養学科の実習生は、池田・天王寺・平野の三校舎に配当される。他校舎で実習をしている友人と様々な情報交換をすることが当然であることに、うかつにも筆者は気づいていなかった。つぎの感想を読んで思わず微笑した。

「実習が始まる前は四週間など果てしなく長いように感じられていた。加えて五つの授業を作らねばならないなど物凄い重荷に感じられていた。しかし、終わってみて初めて言えることだが、ちょうど良い期間と授業回数だったのではないかと思う。他校に実習に行っていた友人からは『天王寺って厳しかったんやって?』と言われたが、終わった今では『いや、そうでもなかった』ということができる」

かつて筆者は『“世界史で”教育実習をしてよかった』という充実感を実習生が得られるように、今後も実習生への教科指導のあり方を考えていきたい」と述べたことがある。今も同じ思いだが、さらにもう一言つけくわえたい——“天王寺で”と。

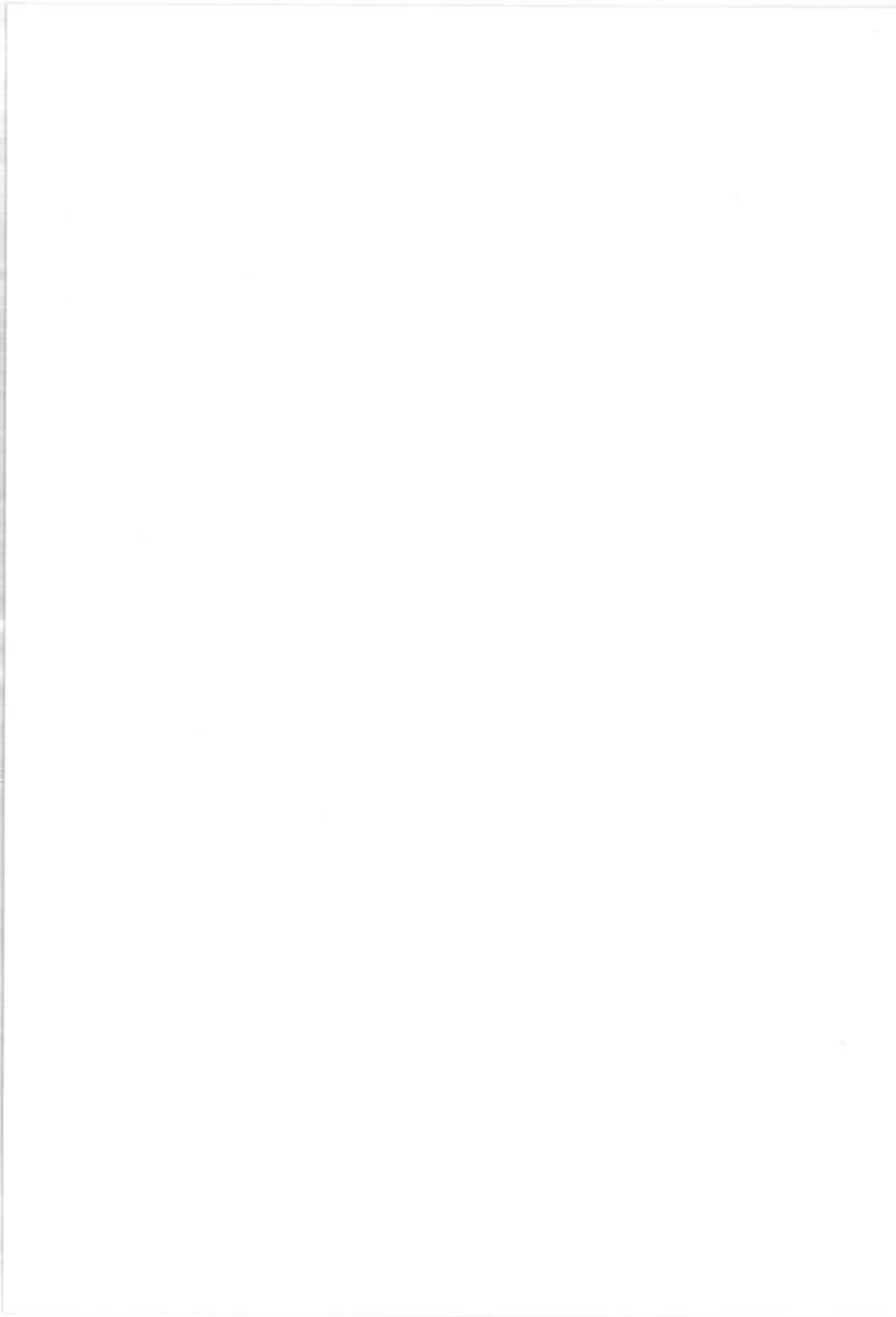
註1 笹川裕史「『私は世界史で受験をしました』」（『研究集録 第44集』大阪教育大学教育学部附属天王寺中高等学校 2002年 pp. 17-32）

註2 藤森さんと吉岡さんの感想等の引用順は、項目によってまちまちである。また引用文中の明らかな誤字・脱字等は筆者の責任において改めた。

註3 笹川裕史「大西洋三角貿易と近代世界システム」（『世界史のしおり 1998・2』帝国書院 1998年 pp. 11-13）

summary :

In the year 2003, the period of 'practice teaching' was changed from two weeks to four weeks. This enabled me to direct student teachers of World·History more deeply than before. On the other hand, not all teachers welcomed the change and many new problems happened throughout the whole school. This article is the record of the 'practice teaching' last year.



魔女の社会史

ささ がわ ひろ し
笹 川 裕 史

Witch Hunting

SASAGAWA Hiroshi

抄録：魔女狩りは、中世に頻発したという印象があるが、実際には初期近代に猖獗をきわめた。筆者は、毎年必ず授業のなかで魔女狩りを扱ってきたが、2003年度は「魔女の社会史」と題して1時間の授業を行なった。その結果、宗教改革期のヨーロッパ社会を学習するうえで、魔女狩りが有意義な教材であることを確認した。

キーワード：社会史、宗教改革、「17世紀の危機」、授業実践、世界史教育、魔女狩り

1. はじめに

2003年度、附属天王寺が近畿国立大学附属学校園連盟（以下、近附連と略）の研究分科会における中高部会社会科の当番校となった。研究授業を担当した筆者は、高校二年生の世界史で魔女狩りをテーマとする授業を行なった。

魔女狩りは、中世に頻発したという印象が一般には強い。しかし猖獗をきわめたのは初期近代であった。“無知蒙昧な”中世を抜け出し、“啓蒙の”近代のとば口にあったヨーロッパ社会で最盛期を迎えたのである。したがって魔女狩りは、当時のヨーロッパ社会の様相を生徒たちに具体的に理解・考察させることができる絶好のテーマであると筆者は考えてきた。これまでも筆者は、宗教改革の授業のまとめの段階で、必ず魔女狩りを扱ってきた。ただしその年度によって、この題材にあてる時間は10～30分とまちまちであった。そこで今回は、授業1時間分を魔女狩りだけに配してみた。

世界史の授業で魔女狩りを扱う教師はあまり多くないようである。たしかに魔術・拷問・火刑など、興味本位にはしりがちな話題も多く、授業で取り上げるのに抵抗感があっても不思議ではない。しかし数百年にわたってヨーロッパ各地で行なわれてきた魔女狩りは、その地域的な広がりや犠牲者数の多さなどを考慮すれば、「なぜこのような迫害が起こったのか」と、むしろ積極的に授業で取り上げてしかるべきテーマであるといえよう。

本稿は、「魔女の社会史」と題した授業に関する報告である。なお本稿の構成は、近附連での“研究授業”とその後の参会者による“意見交換”、そして授業を受けた“生徒の反応” — と実際の進行にそったものとなっていることを記しておく。

2. 研究授業

授業「魔女の社会史」の意図を明らかにするために、まず当日の学習指導案を示しておく。つづいて研究授業の詳細な（かつ読みやすさも勘案した）採録を掲載する。

授業で使用した自作プリントは縮小して、採録の後に掲載した。本来はB4版横向きで、左側はサブノートで空欄に世界史用語などを書き込ませるようにしている（空欄への記入語句には二重下線を施した）。右側には、授業で解説する図表や史料などを載せている。

授業を始める前に配布した教科通信は、本稿では省略した。

(1) 学習指導案

地 理 歴 史 科（世界史）指 導 案

指導者 笹川裕史

- 1 日時 2003年10月10日（金） 第4限（11時40分～12時30分）
- 2 場所 大阪教育大学教育学部附属天王寺中・高等学校 視聴覚教室
- 3 学級 大阪教育大学教育学部附属天王寺中・高等学校 II年D組 41人
(男子19人 女子22人)
- 4 主題 宗教改革・戦争の時代
- 5 目標 宗教改革と宗教戦争を通じて、中世の普遍国家にかわる主権国家が成立したことを理解させる。さらに民衆の生活の変化についても具体的に理解させる。

6 指導計画（全7時間）

区 分	学 習 内 容	時間配当
第1次	宗教改革の始まり	中世後期のカトリック教会 / ルターの改革① 1時間
		ルターの改革② / オスマン帝国の西方進出 1時間
第2次	宗教改革の展開	カルヴァンの改革 / イングランドの宗教改革 1時間
		16世紀後半のイングランド / 対抗宗教改革 1時間
第3次	宗教戦争の時代	ユグノー戦争 / エリザベス期のイングランド 1時間
		オランダの独立と繁栄 / 三十年戦争 1時間
第4次	宗教改革期の社会	魔女の社会史 1時間（本時）

7 本時の指導

- ①主題 「魔女狩り」の実態とその社会背景について理解させる。
- ②目標 ・宗教改革期に「魔女狩り」が激増した理由を理解させる。
 ・「17世紀の危機」と「魔女狩り」との関連について考察させる。
 ・フェミニズムの視点から「魔女狩り」の影響を考察させる。

③指導過程

段階	学習事項	生徒の活動	指導者の活動・評価
導入 (5分)	・本時の予定確認	・「魔女」「魔女狩り」のイメージを再確認する	・「魔女」「魔女狩り」のイメージを、数人の生徒に発言させる
展開 (40分) 並行的に行なう	・従来の「魔女」の社会的役割 ・宗教改革期のエリート層の「魔術」観 ・「魔女狩り」の実態 ・「17世紀の危機」	・「魔女」がたんなる空想の産物でないことを知る ・教会の霊的能力と民衆の呪術との類似に気づく ・「魔女狩り」の拡大について知る ・民衆の生活苦・社会不安について理解する	・人々の、「魔術」に関するアンビバレントな感情を説明する ・秘蹟（洗礼や聖餐）の具体例を示す ・裁判や処刑に関する資料を示す ・イングランドの例を示す
整理 (5分)	・「魔女」とされた人々の社会的出自 ・「魔女狩り」の後世への影響	・社会的弱者が「魔女」とされたことを知る ・「強者の論理」の成立を知る	・「魔女狩り」が終息した理由を紹介する ・男性性の強化（女性の地位低下・ヨーロッパの植民地獲得）について指摘する

④準備物

教科書 『新編 高等世界史B 最新版』 帝国書院 2003年
 副教材 『最新世界図説 タペストリー』 帝国書院 2003年
 自作プリント（B4版 2枚） / 世界史通信（B5版 1枚）

(2) 授業採録

【始業のチャイム 起立 礼】

体育の後で大変だと思ってくれるけども、授業を始めます。いまから話をするのは、宗教改革のまとめなのですが、魔女についての話でもあります。授業プリントのタイトルには“魔女の社会史”と書いてあって「なぜ魔女なのか」と思うでしょうが。

とりあえず魔女という人間はどういう人間なのか。みんなのようなイメージを持っているのか、ききたいと思います。【2人の生徒を指名する】

— (女子生徒) 黒い服を着ていて、箒にまたがっている。

— (男子生徒) 飛んでいるイメージ。

私には小学生の娘がおりまして、今年は番組がなくなってしまったけど、日曜日の朝、3年間「おジャ魔女どれみ」というTVマンガが大好きで観ていました。君たちのなかでこれを観ていた人はどれくらいいますか？ 手を挙げて。【数人が挙手】。このクラスは少ないね。「おジャ魔女どれみ」は観ていなくても、宮崎駿の映画「魔女の宅急便」を観たことのある人は？ 手を挙げて。【半数以上が挙手】。多いですね。

「おジャ魔女どれみ」や「魔女の宅急便」のなかに出てくる魔女は、可愛い女の子の魔女で、親しみがわく。でもグリム童話の「白雪姫」や「シンデレラ」に出てくる魔女は、鷲鼻で腰が曲がってヨボヨボで、先ほど言ってもらったように、箒に乗って空を飛ぶ。おどろおどろしい魔女ですね。我われは、そういった魔女はいるはずがないと考えているのですが、ヨーロッパでは古代から近代初めまで魔女と呼ばれる人がいるんだと、みんな信じていたのです。というわけで、今日はその魔女についての話です。

英語ではウィッチ(witch)という単語が魔女にあたります。魔女というのはどういう存在だったのか。簡単に言うと魔術を使う人だった。キリスト教が生まれる前から、ヨーロッパの人々は、魔術を使う人間がいると考えていた。ただし、ここでいう魔術とは、いまの我われが考えているような超能力のようなものとは限らない。いまと違って科学技術が発達していない世の中でもありますので、ふつうの人間にはちょっと理解できないような特別な知識や特別な技術、そういうものをすべてひっくるめて魔術と呼んでいました。

その中には、たとえば民間療法があった。いま我われは、怪我をしたり病気になると、お医者さんのところに行く。そして医学部を出て医師免許を持っているお医者さんによって、科学的な技術によって治療してもらうのが当たり前だと思っている。でもそういう現代でも、難病が奇跡的に治ったという民間療法みたいなものはあるわけですね。そして、こういった民間療法が、前近代では主流だったわけですね。たとえば薬草。ある種の薬草の知識に詳しく、薬草をどのように組み合わせれば、痛みや症状が和らぐのかという特殊な知識を知っていた人。あるいは産婆さん。いまでは助産婦といいますが、出産のときに赤ん坊を取り上げる女性。これは普通の人間とは違う、ある特殊な行為が出来ることとされて、尊敬される一方で、普通の人間には出来ないことをするので敬遠されたりもしていた。

あるいは、ある種の農耕儀礼をする人間も魔術使いと考えられていた。(当時は)現在のような近代的な農業ではありません。品種改良などあまりなかったし、農業を使うわけでもない。村人は豊作になるように、種を播いた後、様々な農耕儀礼を行っていた。お祭騒ぎをして、そのあと、君たちはふしだらと思うかも知れませんが、古代の社会は大ら

かですから、仲のいい男女が草叢などで男女の営みをするのが頻繁にありました。農耕儀礼というのは、ある種の生殖に関連する儀礼でもあったわけです。

こういった民間療法や農耕儀礼といった魔術を取り行なう人間が、ウィッチと呼ばれていた。ですから、魔術には、いい魔術と悪い魔術があったのです。人間に害を及ぼす魔術は黒魔術、人間によいことをもたらす魔術は白魔術と呼んでいました。必ずしもウィッチは悪いことをするとは思われていなかったのです。

魔女狩りというと、多くの人は、中世のヨーロッパで非常に激しかったというイメージを抱いていると思います。何と云っても中世はキリスト教が深く信じられていた時代ですから。でも中世のキリスト教社会で多かったのは異端審問です。カトリック教会の考え方に批判的な人々、彼らは教会の教えに背いた異端である。神の教えを信じない輩であるというので厳しく罰せられた。中世は異端審問が中心で、魔女裁判は案外少ない。ところが近代初期、宗教改革の後に不思議なことに（異端審問もあるのですが）、異端審問よりもはるかに数が多く、全ヨーロッパ的な規模で魔女狩りが始まっていくのです。

いま魔女狩りと言いましたが、魔女だという告発を受けて裁判にかけられる場合もあれば、裁判になる前に、村人からあいつは魔女だということでリンチにあつて命を落としてしまう場合もありました。そこで、魔女裁判以外のものも含めて魔女狩りとしておきます。

では、なぜ宗教改革の時代以降に魔女狩りが激しくなったのか。カトリックの教えで重要なのは、人間が死後天国に行くためには、必ず教会の秘跡（ sacrament ）というものを経験しなくてはならないということです。前にも言いましたが、秘跡というのは、人生の節目節目に行なわれる宗教的儀式・儀礼で、それらを順番に経験して行って、最後に終油を受けた者は、無事に天国に行けるのでしたね。

秘跡の代表的なものを2つだけ紹介しておきます。一つは洗礼。覚えてますか？ 浄められた聖水を額にベタベタとたらすことで、この赤ん坊はキリスト教の信者として認められる。あるいは聖水の入った大きな桶にじゃぼんと身体全体をつけるという洗礼の方法もあるのです。なぜこんなことをするのか。胎児はお母さんの子宮のなかで羊水に浸かっていますね。つまり洗礼という儀式は、もう一回キリスト教の信者として生まれ直すという儀式なのです。ということは、赤ん坊がお母さんの身体の中で羊水に浸かっている、そこから生まれるということ、宗教的な儀式としてもう一度繰り返す — ある意味では、呪術的な儀式ともいえるのですね。

あるいは聖餐。日本で言うと七五三みたいなもので、だいたい5～6歳の子供が教会に行つて、正式にキリスト教の信者として一人前であると認めてもらう儀式です。その際に神父から祈りの言葉の後に赤ワインとパン（正式には聖餅。小麦でつくられた薄い食物）を与えられて、口にします。これが重要。なぜならば赤ワインとはイエスの血であり、パンとはイエスの肉である、こうみなされているからです。イエスの血と肉を口にすることによって、あなたは紛れもなくイエス＝キリストと一体となったという宗教儀式なのです。

洗礼や聖餐などの秘跡を節目節目に経験することで、はじめて人間は死後に天国に行ける — これがカトリック教会の教えだった。ですから中世以来こう言われてきましたね。「教会の外に救いなし」。教会を通じて初めて、神様から救いの手が差し伸べられるのだ。教会が主催する行事に参加しなければならない。これがカトリックの考え。ところがルターは違う。ルターは、秘跡には意味がない。重要なのは神を信じることだ。「信仰のみ」

と言ったのですね。はっきり言って、ルターの考え方は、中世ならば異端です。

授業でも言ったように、14～15世紀、イギリスのオックスフォード大学の神学教授だったウィクリフ。あるいはベーメン地方のプラハ大学の神学教授であったフス。彼らは、カトリック教会の教えを否定したために、異端審問によって（ウィクリフの場合はすでに死んでいましたが）、フスは火あぶりという酷い最期を遂げたのでしたね。

ルターも、当初、自分が異端として処刑される危険をすごく感じていたわけです。みな、ルターが宗教改革を始めて、成功したのを当然のように思っているかも知れないけれども、決してそうではなかった。ルター自身は「非常に運が良くて自分は助かった」と思っていたのです。ルターにとって幸運だったのは、ウィクリフやフスの時代と異なり、社会がルターを応援し、彼の考え方を認めてくれるような時代になっていたことです。

カトリックと、ルターに代表されるプロテスタントの、宗教改革における重要な対立点は、地上における人間の集まりである教会が、霊的能力を持つことを認めるかどうかなのです。霊的能力とは、神様から与えられた、人間を救う能力のことです。ルターは、人間を救うことができるのは神様だけだと言った。ローマ教皇やカトリック教会は、地上における人間集団のリーダーであり、神様ではない。神様でもない人間が、なぜ人間の魂を救うことができるのか？ そんなことはありえない、と。

ですからルターが、贖宥状を批判したのは、どういう理由でしたか？ 社会的にはこれで金儲けをしているカトリック教会への批判が宗教改革の始まりでした。でもルターはもともと贖宥状に関しては、神学的な批判をしていたのです。贖宥状を買うことで本当に罪が許されるのか？ 神の代理として、人間を救うことができるのか。霊的能力が教会にあるのかないのか、これをめぐって神学的に非常に激しい論争が始まったのです。

ところで、いま言ったようなことは、教会の偉いさんが言っていることです。このような論争は、一般の民衆にはよく分からない。それで、カトリックでも、プロテスタントでも、どちらでもいいけれども、本当に自分の魂は救われるのか。魂の救済 — これこそが民衆にとって最大の問題であったわけですね。

卑近な例をとると、君たちの大半は、大学を受験するわけですが、授業で勉強したことが大学入試に出るか出ないか。教会は「授業に出たことは絶対に入試で出る」と言っているのだけでも、ルターは「そんなもの関係ない」と言っているわけです。君たちにしてみれば、どちらを信じればいいのか迷うじゃないですか。努力をするのはやぶさかじゃないけれども、どちらを信じれば大学に合格するのか。もしも自分の信じたほうが間違っていたら、大学に行けない。大学どころか、天国に行けないという不安感。

そしてその一方でカトリックとプロテスタントは、猛烈な信者の奪い合いをするのです。その際にきわめて激烈な信仰確認をする。お前は、プロテスタントなのか、カトリックなのか。互いに、それを確認しあうわけです。それまでは中世のキリスト教の信者は、キリスト教を漠然と信じていたのです。キリスト教の確実な知識を持っていて、キリスト教を理解して、信じていたわけではないのです。例をあげてみると、君たちは、基本的には大半が仏教徒です（もちろんそうでない人もいますでしょうが）。では、君たちの中で、仏教の教えを事細かにちゃんと説明できる人はいますか？ たぶん、いませんよね。中世の人間も同じです。キリスト教を信じているけれども、完璧に理解して信じているわけではない。ところがいま、宗教改革の真っ只中で「おまえはカトリックか？ カトリックならば、

その教えを言ってみろ」「おまえは、プロテスタントか？ プロテスタントならば、その教えを言ってみろ」。言えないわけですね。でも、こういった激烈な信仰確認が行なわれていく。

そのなかで、とんでもないことが起こってきます。たとえば民間療法で、病気を治すとき、君たちが小さいときに怪我をして「痛い痛い飛んで行け」というおまじないをとなえて、痛みを和らげようとしたことがあるでしょう。薬草を用いて痛みをとろうとするときにも、おまじないをする。そのおまじないは一体何なのかということです。キリスト教では、神の名のもとにおいて、そのようなおまじないなどありえないのです。

あるいは農耕儀礼。ずっと雨がつついている。明日は晴れてほしい、お天道さまをお願いをした。またはテルテル坊主を吊してみる。これは異端なのです。なぜならばキリスト教では神が全知全能で、太陽といえども神が創ったものでしかない。その太陽を神様のようには扱ってはいけない。異端だということで厳しく否定されてしまうのです。

結局、激烈な信仰確認が行なわれていくなかで、農民の素朴な呪術的な世界が徹底的に否定されました。先ほど言いました農耕儀礼で、夜どんちゃん騒ぎをして、その後、好きな男女がまじわる。いままでは大目に見られていた、見てみぬふりをされていたのですが。キリスト教は、セックスに対しては非常に厳しい宗教です。マリアは処女懐妊でしょ？ マリアは、神の恩寵によって身籠もった。ですから結婚が秘跡とされているのも、それは、神の許しがあって初めて許されることだからなんですね。ですから農耕儀礼 — 生殖儀礼は、とんでもない異教の儀礼、魔術的なものとして、否定されるのです。

そもそも農民は英語でベザント(peasant)と言うけれども、この語源となっているのはペガン(pagan)で、異教という意味です。中世に農民の間にキリスト教が広まっていくけれども、農民はキリスト教を信じるようになったというけれども、それと並行して農民は従来信仰を守っていたのです。

もう一度君たちを例にとります。大部分の君たちは、仏教徒ですが、平気で神社にお参りしますよね。あるいは将来、キリスト教の教会で結婚式をあげる人もいるでしょう。日本ではごく当たり前、君たちも、まあそれでいいと思っている。中世ヨーロッパの農民も同じような感覚だった。けれども、一神教のキリスト教では、本当は許されない。カトリックとプロテスタントが信仰確認をしていく中で、キリスト教ではない要素をどんどん見つけていくことになる。そして、それらを、どんどん排除していかなければならないことになるのです。

そういった民衆社会の動きの中で、もう一つ注目しておきたいのが知識人の動向です。ルネサンスの時代は、合理的な考え方が芽生えてきた時代であると言いましたが、この合理的な思考というのがまだ未成熟でした。魔術的な思考と科学的な思考が入り交じっていた時代でした。コペルニクスが地動説を思いついた。でも彼は科学的な意図をもって地動説を主張したのではなく、神の栄光を讃えるために天文の研究をしていたのです。

天文学というのはアストロノミー(astrology)ですね。いま我われは天文学とまったく異なるものとしてアストロロジ(astrology)=占星術を知っている。星に関する法則がアストロノミーで、星に関する論理がアストロロジ。ルネサンスの時代の人々にはアストロノミーと、アストロロジの区別はないわけですね。なぜ星の動き方を厳格に調査したのかというと、星の動き方が自分たち人間社会に、人生にどのような影響を与えるのかを

知るためだった。魔術的な思考と科学的な思考が入り交じっていた時代なのです。

そういう、合理的思考が芽生えつつある知識人のなかで、はやったのが悪魔学です。悪魔学のポイントというのは信じられない説明の仕方になるのですが、「神の存在を信じる者は、悪魔の存在を信じなければいけない」。これが悪魔学の基本です。キリスト教において、神は全知全能であり、神がこの世界を作った。すべての善を作った。にもかかわらず、この世界には悪がはびこっている。なぜ善の源である神が悪を作ったのか。このことを解釈しなければならない。そこでキリスト教の聖職者はこう考えたのです。悪を作ることによって、より一層、善の有り難みが理解できるのだ。つまり神様はあえて悪魔を作ることによって、我われに善の喜び、善の有り難みを知らせようとしたのだ。だから「神を信じる者は、悪魔を信じなければいけない」。そして悪魔が存在する以上、先ほど言いました黒魔術を使うようなウィッチというのは悪魔の手下なのだ。こういう理論が、まことしやかに作られていくわけです。

プリントの右側の【図A】を見てください。魔女が牛に乗って空を飛んでいる、不思議な感じのする絵です。裸の魔女が髪を振り乱し、牛に後向きに乗って、空を飛んでいる版画ですが、下のところにマークがありますね。この版画を制作したのはアルブレヒト＝デューラーです。ルネサンスのところで話をしましたね。デューラーは、銅版画をたくさん制作して、初めて経済的に自立できた芸術家でしたね。デューラーは、魔女の絵をととてもたくさん残しています。なぜたくさん描いたのかというと、それが売れたからです。どんどん大量に版画を販売して金儲けが出来たのです。この絵は、デューラーが芸術家として、自分のセンスで描いた部分もあるでしょうが、当時の人々が素朴に信じていた魔女の姿をあらわしているわけですね。このような様子の魔女がいるのに違いないというふうには、デューラーは民衆の考えにもそいながら絵を描いたのでした。

【図C】は、代表的な悪魔学の本の表紙です。この本を書いた人物がジャン＝ボダンです。フランスの政治家で思想家としても非常に重要な人物です。表紙の真ん中に、ボダンの名前があります。BODINと書いてフランス語では、ボダンと発音するのでした。CALVINが、カルヴィンじゃなくて、カルヴァンだったのと同じです。

ボダンは、フランスの苛酷な宗教戦争であったユグノー戦争のさいに、「カトリックとユグノーは、互いに和解すべきである。これ以上宗教で殺しあいをすべきではない」と訴えた人物です。つまり宗教戦争の真っ只中で、宗教的な和解を主張した人物が、悪魔学の本の中では「悪魔は明確にこの世に存在する。だから我われは悪魔の企みを阻止しなければならない、悪魔を倒さなければいけない。悪魔の手下である魔女をやっつけなければならない」というようなことを言ったのです。

では、魔女狩りの具体的な様相を見ていきます。【2枚目のプリントを配布する】

魔女狩りが、いちばん激しかった時代は、だいたい16世紀の半ばから18世紀の半ばまで、1560年から1760年までです。16世紀後半が、どういう時代だったのかというと、ルネサンス末期ですね。印刷術が非常に発展した時代。宗教改革では印刷術が大きな役割を果たしたと言いましたが、魔女狩りでも同じなのです。先ほど紹介しましたデューラーのああいっただ版画は、文字が読めない人々の中でどんどんと広まっていく。色々な絵が描かれて、みんな「魔女はこんな格好だ。魔女はこんな格好をしているのだ」と信じてその絵を買い求めていく。文字が読める人は「悪魔学」の本をどんどん買いあさって読んでい

く。ですから印刷術によって悪魔や魔女に対する考えが、全ヨーロッパ的に、身分の上下を越えて広まっていく。

そしてこの時代は大航海時代の後半で、新大陸の影響が及んでいく。価格革命 — 新大陸からたくさんの金銀財宝がヨーロッパに運ばれて、ヨーロッパの物価が急速に上昇していくのです。100年間で、物価が4～5倍に上がった。過去にヨーロッパ社会が経験しなかったような物価上昇だった。結局この価格革命によって、貧富の差が拡大した。ここを押さえてほしい。1560年から1760年までの時代というのは、貧富の差が拡大して、全ての人間に豊かな生活が保障されていた時代ではないということです。それどころか、この時代の中にあたる1600年代は、ヨーロッパの歴史では「17世紀の危機」と呼ばれる時代なのです。

何が危機だったのかというと、16世紀、あるいはあとの18世紀とくらべて、気温が年平均して2～3度下がっている。非常にたくさん冷害が起こっているのです。いろいろなアルプスの山を描いた絵を見比べてみても、アルプスの氷河が大きくなっているのです。冷害が多いということは、当然、凶作が多いということですから、飢え死にをする、あるいは、疫病がはやるということで、人々の生活が非常に苦しくなるということですね。

もう一つ、研究体験旅行の前の授業で言いましたが、ドイツでは17世紀にたいへんな事件が起きましたね。三十年戦争です。とくにドイツの場合は、三十年にわたる戦争によって、町が焼き払われ、村が焼き払われ、多くの人が放浪しなければならなかった。そういう時代がつづいていたのが17世紀。

2枚目のプリントの【図4】のグラフを見てください。これは、魔女裁判が、あるいは魔女狩りがどれくらい行なわれたのかというグラフですが、このグラフの横軸の、三十年戦争にあたる時代（目盛りは5年刻みになっていますから）、1618～48年が含まれている部分に赤ペンで印をつけてください。何が分かるかな？ このグラフで魔女狩りが最も多い時期が、この三十年戦争の時期だということが分かりますか。

さらに【表11】を見てください。これは、西南ドイツの宗教地域別魔女処刑数ですが、やはり三十年戦争が含まれる1610年代・20年代・30年代・40年代の部分に同じように赤ペンで印をつけてください。どういことが見えてきますか？ カトリック地域はもとも魔女処刑数は多かったのですが、とくに1610年代・20年代に異様に多かったことが分かりますね。ところがカトリック地域の魔女狩りが終わったその直後、これまで少なかったプロテスタント地域で急速に魔女狩りが多くなっていることが分かりますね。カトリックとプロテスタントが互いに、自分たちの信仰をめぐる異端者を魔女としてつぎつぎと処刑していく様子が分かりますね。

今度は【表6】です。告訴された人の性別です。女性と男性、どれくらいの人間が魔女として告訴されたのか。多少のバラツキはありますが、女性が圧倒的に多いことが分かりますね。いままでウィッチというのを魔女と訳してきましたが、本来はこのウィッチという単語は魔術をおこなう者という意味しかないのです。必ずしもウィッチは女性ではない。でも実態としては大部分が女性である。だから日本語では魔女と訳したのです。

魔女とされた人間は、だいたい何歳くらいだったのか。これが【表8】です。各地域において、魔女として容疑を受けた人間の平均年齢は60歳。あるいは65歳。若くても55歳。

さらに【表9】。魔女は、大部分が女性だった。魔女として告訴された人間の結婚状況を、“寡婦（夫をなくした女性のことで）”“妻（夫のいる女性）”“独身（結婚しなかった女性）”の3つで区別してみる。ここで注意してほしいのですが、“寡婦”と“独身”を足してほしいのです。すると夫のいない女性、あるいは夫を失った女性が、妻よりも、より多く魔女として告発されていることが分かりますね。“寡婦”と“独身”のパーセントを合計すると“妻”のパーセントよりも多い。

そして最後は【表10】。これはイギリスのエセックスでの統計ですが、どういう人が魔女として訴えられたのか。その仕事を見ていくと、労働者、ハズバンドマンと呼ばれる農民、ヨーマン、ビール醸造業者、煉瓦職人など、職人さんが多かったのです。

いま言ったことを、ひっくるめて言うと、結局、魔女狩りの犠牲者はヨーロッパ全体で数十万人といわれるのですが、この数十万人のうち女性の比率はどうみても8割を越えている。男性の比率は2割くらい。圧倒的に女性が多いですね。平均年齢もだいたい60歳くらいです。人生50年の時代で、平均60歳というとかかなり高齢ですね。女性の地位を見てみると寡婦か、もしくは結婚しなかった独身の女性が魔女として扱われることが多かった。仕事を見ていくと、大多数は中下層です。【表10】でジェントルマン（地主）が1人いましたね。あとの大部分は職人や農民である。ここから、魔女とされた人間が、どういう人間なのか見えてきませんか？

年をとった女性で、寡婦もしくは未婚ということは、身寄りがないということです。そして職業も、中下層ということは、蓄えも少ない。身寄りがなく蓄えも少ない女性たちが、魔女であるという疑いをかけられた。その際、考えてほしいのですが、平均60歳の女性たちは長く生きていますから薬草の知識などがいっぱいあるのですね、あるいは近所で出産があると当然手伝いについて産婆さんとして子供を取り上げたりしています。彼女たちは、魔術的な要素の強い人間なんだという、ある種の思い込みが、そこに生じてくる。

そして魔女として捕まえられて「自分が魔女だ」と自白した人の、その内容は、ほとんど同じなのです。「魔女集会で悪魔と交わった」。みな判で押したように同じことを言うのです。なぜかという、非常に苛酷な拷問によって、無理やり自白させられた。その自白させられた内容というのは、悪魔学のなかで、知識人たちが「悪魔とはこのようなことをするのだ」と考えていたそのパターンが、そのまま自白として強要されるのです。「おまえたちは、悪魔の集会に出たはずだ」「そのようなものには出ていません」でも先ほど言ったように農耕儀礼で、夜にどんちゃん騒ぎをした後に、男女が自由に交わることが多かった。「そら見ろ、お前は気がつかなかっただけで、じつは悪魔と交わっていたのだ」と、拷問のさなかに決めつけられたら、もう否定できなくなっていく。あまりにも拷問がきついで、もう自分は死んだほうがましだという心境にどんどんと追い込まれていく。そういうことがあったのです。

魔女狩りは全ヨーロッパ的に広がりましたが、とくに苛酷な状況となったのはドイツです。ドイツ — なぜか分かりますね？ 三十年戦争で非常に国が荒れ果てた。自分たちの生活が苦しいのは、魔女の企みなのだ。魔女が呪いをかけて私たちの生活を苦しめているのだ。だれが魔女なのだと、互いに疑心暗鬼になっていくわけです。宗教改革がいちばん激しかったのもドイツですよ。プロテスタントとカトリックが信者の奪い合いをしていますからね。おまえの信仰は本当に正しい信仰なのか、間違った信仰なのか厳しくチェッ

クされるのですね。

逆に、この時代のヨーロッパで魔女狩りが非常に少なかった地域がある。どこか分かりますか？（授業プリントの空欄の）スペースの数が4コマなので、だいたい分かると思いますがー オランダなのです。17世紀は、「オランダの世紀」と言われるくらい栄えたのですね。ヨーロッパ全体が危機的状況だったこの時代に、オランダだけは東インド会社がアジアに行って、ぼろ儲けしていた。オランダでも魔女狩りはありましたが、かなり少なかったことははっきりしています。

中間のイギリスは？ イギリスも比較的魔女狩りは少なかった。ところがある地域では決定的に魔女狩りが多かった。イギリス（イングランド）で魔女狩りが多かった地域は、エンクロージャーがさかんに行なわれた地域です。思い出してくださいよ。エンクロージャーって、どんなのだった？ 【終業のチャイム】地主（ジェントリ）が羊を飼うために、農民を村から追い出していくのですね。農民が自分たちの畑や家を失って浮浪者になっていく。そういったエンクロージャーが行なわれた地域で魔女狩りが起こっている。

結局、魔女狩りはとはどういうものだったのか。いろいろな理由はありますが、戦争や凶作やエンクロージャーなどさまざまな社会の激変によって、村落共同体が崩壊していきました。中世以来、村人たちは苦しい生活のなかでもお互いに助けあって生きてきたわけです。村の中で恵まれない者や、貧しい者がいたら、お互いに助け合ってきたわけです。身寄りのないお年寄りを助ける代わりに、そういったお年寄りから、薬草の知識を得たり、（民間療法の）いろいろなノウハウなどを得たりしてきた。ところが身寄りのない、蓄えのないお年寄りが、村のお荷物になっていく。村落共同体が崩壊するなかで、社会的な弱者が、結果として魔女というレッテルを貼られてつぎつぎと抹殺されていった時代が始まったのです。

ですから、じつは魔女狩りは上流階級ではほとんどと言っていいくらい無いのです。村の貧しい人々が、自分たちの中で、あいつは魔女じゃないのかと告発して、お互いをいじめてしまう、そういう構造が出来てしまった。

では最後。魔女狩りでは、残念ながら圧倒的に女性が犠牲になりました。だって女性の方が平均寿命は高いでしょう？ 夫婦が普通に生活すると、まず女性の方が生き残るのです。だから魔女というのは年老いた女性なのです。そしてそういった女性がつぎつぎと広場で、公開処刑されていく、魔女として焼き殺されていく。公開処刑ですから、みな、それを見ているんですね。どうなるのか。女性たちには、自分たちは男性に比べて駄目な人間なんだという思い込みが生まれてくる。公開処刑で、魔女を処刑するぞ、魔女を処刑するぞ、というので行って見ると、その8割が女性なのです。女性は駄目な人間なのだという無言の刷り込みが行なわれていくのです。

近代において女性の地位が低下したのは、この魔女狩りの影響が大きいと言われていいます。男性は、弱者を踏み台にして、自分たちの権力を強めていくことが間違いではないと思うようになる。それが植民地支配につながっていく。弱肉強食の理論の原点だとも言われています。

かなり延長してしまいましたが、今日の授業はこれで終わります。

今日は、全員に感想文を書いてもらいます。今日中に集めるのは無理なので、来週の火曜日に集めます。出来るだけたくさん感想を書いてください。

03・47・2年 世界史ノート (21) 魔女の社会史

- (1) 魔女（魔術）を使用する者 → 民間療法・農耕儀礼など
 ・中世は、異端審問が主流 → 初期近代に、魔女狩りが激増
 (2) 宗教改革と魔女狩り

・カトリックは、秘蹟（洗礼・聖餐など）を重視
 → 「教会の外に救いなし」

- ・宗教改革での対立点……教会は、霊的能力を有するか否か
 → 信者のなかで、魂の救済への不安が増大
- ・新田両宗派による信者への激烈な信仰の確信が行なわれる
 → 民衆（農民）の素朴な**呪術的世界**を否定

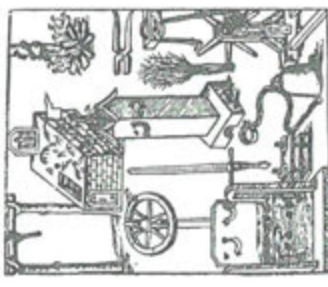
・知識人階層における合理的思考の未成熟

- (3) 魔女狩りの具体相
 ・時代……1560～1760年（とくに「17世紀の危機」→ 冷害・豊凶）
 → 印刷術の普及・価格革命
 ・犠牲者数……数十万人（女性：男性＝8：2）
 年齢：平均60歳 / 大半は寡婦か未婚で、中下層の者
 ・罪状……地域・時代に関わらず内容はほぼ同じ → 拷問による自白
 ・地域……ドイツで多発 ⇔ オランダは少数

cf: イングランド……エングロージャーの進展した農村
 ⇒ 村落共同体の崩壊による**社会的弱者**が犠牲に
 (4) 後世への影響……女性の地位の低下・「弱肉強食」の論理が強化



図A



図B
 1760年代の製綿器具



図C
 『魔術師の悪魔狂』（1580年）の表紙



図D
 三人の魔女の火刑地獄を語る1655年10月の挿絵

出典
 図A・図D；R=E=グイリー『魔女と魔術の事典』筑波大学出版部（1990年・原書）より
 図B・図C；萩原正夫・井上正英『魔女狩り』（1983年・教養社歴史新書）より

表10 エッセツス派同僚裁判所に告発された麗女の夫の職業と犠牲者の職業(1566-1610)

職業	麗女の夫の職業	犠牲者の職業	麗女の犠牲者
労働者	23	6	—
バスバインマン	11	4	—
ローマン	—	4	—
ジュントルマン	4	16	—
ベルン製造業者	—	1	—
仕立屋	4	—	—
織布工	1	1	—
靴屋	1	—	—
船乗り	2	5	—
石工	2	1	—
		計	49

表5 1542年同僚裁判所で管理された麗女にたいして送達された(原告行状の)動物

アショリー・トンプ	子供をこわらされた。 約金の支払いをこわらされた。 「麗女」(whore)のことで呼ばれた。 肉体的攻撃を受けた。 なまめられた。夫の表が足元のいく買のことで はななかった。 病気の夫のためのペニスをこわらされた。 呪いかけられ、さらに家畜が殺された。 夫が打たれ、突き刺された。 奪取して、麗女の娘が盗まれた。 麗女のカサゴウが個人の上から盗み出され、 つけられた。 麗女の髪が盗まれた。 麗女の髪が盗まれた。 一切の財産が盗まれた。 麗女が個人が麗女のために仕事をすることを こわらされた。 「ムード」(mood)を拒否された。 家の妻の退治を拒否された。 「鳥獣」(Gedingsood)を拒否された。 妻の非を拒否された。 罰金刑で十分な支持をこわらされた。 設備にいた小枝を盗まれた。 麗女は倒れた血を流すようにほし、とききや えられた。 約きた命の返済を拒否された。 倒れた命の返済を拒否された。 子供を盗んだと非難された。 「bayer」(買?)を拒否された。 加税物の原形を戻された。 他の人の「bayer」の原形を拒否された。 麗女の購入をこわらされた。 チーフをこわらされた。 麗女をこわらされた。 「麗女の言い」(at her own reckoning)の 高物にたいする支払いをこわらされた。
-----------	--

表6 告発された麗女の性別

地名	期間	女性(%)	男性(%)
バーゼル司教区	1571-1670	181 (95)	9 (5)
フランクフルト	1539-1660	153 (76)	49 (24)
フライブルグ	1607-1683	103 (64)	59 (30)
ジュネーヴ	1537-1662	240 (76)	74 (24)
	(1571-1600)		
モンテペリアール	1555-1660	62 (86)	10 (14)
モントペリエール	1568-1675	259 (81)	59 (19)
ジュネーヴ	1539-1670	62 (58)	45 (42)
カステル	1548-1685	324 (71)	132 (29)
	(宗教裁判所)		
モントペリエール	1569-1675	267 (92)	23 (8)
ジュネーヴ	1509-1646	337 (92)	29 (8)
ジュネーヴ	1542-1679	211 (81)	49 (18)
ジュネーヴ	1665-1684	119 (78)	33 (22)
ザールラント	1575-1632	316 (72)	123 (28)
ゾーロトホルン	1541-1720	111 (82)	26 (18)
	(スイス)		
西側ドイツ	1562-1684	1050 (82)	238 (18)
ベネチア	1552-1722	430 (78)	119 (22)
	(宗教裁判所)		

表7 麗女管理職の年齢

地名	期間	人数(男性)	平均年齢
バーゼル司教区	1609-1617	10 (0)	60(50歳以下1人)
フランクフルト	1607-1683	9 (1)	60(50歳以下2人)
ジュネーヴ	1537-1662	95 (24)	60(50歳以下24人)
	(1571-1600)		
モンテペリアール	1607-1666	9 (1)	65(50歳以下2人)
モントペリエール	1566-1660	18 (2)	60(50歳以下6人)
	(ワシントン)		
モントペリエール	1645	15 (0)	60(50歳以下2人)
ノール	1542-1676	39 (11)	55(50歳以下14人)

表8 告発された女性の結婚状況

地名	期間	結婚(%)	未嫁(%)
バーゼル司教区	1571-1670	60 (33)	119 (61)
ジュネーヴ	1537-1662	81 (35)	104 (44)
	(1571-1600)		
モンテペリアール	1555-1661	25 (40)	31 (50)
モントペリエール	1645	21 (41)	22 (43)
トリノ	1583-1639	29 (54)	12 (23)
スウェーデン	1546-1677	(27)	(39)

図4 左田和男『麗女裁判 魔術と民衆のドイツ史』(2000年・右川弘文館)より
表5・6・8・9・10・11; 浜林正夫・井上正美『麗女裁判』(1983年・教育社歴史新書)より

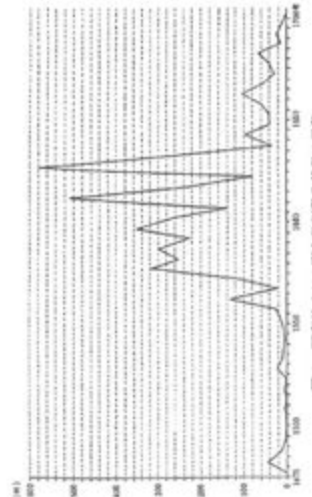


図4 西側ドイツの麗女裁判発生件数の推移
E. Midelfort, *Witchhunting in Southern Germany 1542-1684* (1972) のデータをもとにツツミの地域別の発生件数を加算して作成。ただし最も研究が進んでいる西側ドイツについても、すべての地域が調査されているわけではなく、また正確な年代推定ができていない事例も多いため、このグラフはあくまでもおおむねの傾向を示すものである。

表11 西側ドイツの麗女裁判発生件数

期間	プロテスタント地域		カトリック地域		合計
	裁判数	発生割合	裁判数	発生割合	
1541-1570	10	9.1	11	10	0.9
1571-1580	7	23	3.3	60	350
1581-1590	11	17	1.5	46	313
1591-1600	21	87	4.1	33	223
1601-1610	25	63	2.5	20	139
1611-1620	25	51	2.0	43	586
1621-1630	20	28	1.4	52	591
1631-1640	19	152	10.1	15	52
1641-1650	4	3	0.8	15	40
1651-1660	4	5	1.3	10	13
1661-1670	17	60	3.5	12	16
合計	163	620	3.8	317	2,333
割合	82	82	82	194	7.4
裁判総数		702			2,527

3. 研究協議

授業後に行なわれた研究協議（約 40 分）での“授業の意図”と“意見交換”を記しておく。“授業の意図”は、当日の筆者の発表をもとに文章化した。“意見交換”は、実際の経過を尊重しつつ、筆者の責任において再構成した（— は、意見や質問。S は、筆者）。

（1）授業の意図

① 魔女狩りについて

本校の世界史のカリキュラムは、二次次に必修で2単位、三次次に選択で4単位となっている。2003年度の二年生には、1学期前半にイスラーム史を、後半にルネサンスと大航海時代を割り振った。2学期に宗教改革からアメリカ独立革命までを扱い、3学期はフランス革命とウィーン体制の成立までを学習する予定である（この指導計画は、2002年度とほぼ同じである）。以前は、近現代史（産業革命からソ連崩壊まで）を二次次にあてることが多かったが、最近では、イスラーム関係（イスラームの成立からオスマン帝国の全盛期までの歴史とイスラームの生活文化）を二次次に学習するようにしている。

複数の教科書指導書（世界史B）の年間指導計画表を勘案すると、6単位の授業の場合、宗教改革関連には4～5時間を配当するのが標準となっていた。筆者は、この単元には例年5～6時間をあててきた。今年度は、近附連での発表の関係もあったので、学習指導案の指導計画に示したとおり、“中世後期のカトリック教会”から“三十年戦争”までに6時間を配し、最後の7時間目に単元のまとめも兼ねて魔女狩りをあてることにした。

これまで授業では必ず魔女狩りを扱ってきたが、その一方でこれは、授業進度の“調整”をかねた教材でもあった。したがって年度によって魔女狩りに言及する時間は10分～30分と様々であった（かつて一度だけ1時間分をあてたことはある）。今年度は、近附連での研究授業として、普段なかなか出来ないが、全くのよそ行きでもない授業—つまり日常の授業の延長として、魔女狩りをテーマとする1時間分の授業を計画してみた。

近年、魔法使いが登場する、オカルトやファンタジーの映画や小説が大ヒットしている。その関連で、魔女とは空想の産物で、世界史とはまったく無関係だと思込んでいる生徒（一般人）も少なからずいる。また魔女狩りという題材が、あまりに興味本位で、授業には相応しくないと考える人もいるかもしれない。しかし“魔女狩り”という言葉は立派な歴史用語である。

魔女狩りを授業で扱う際、これまで筆者はつぎの3点に留意してきた。すなわち（a）宗教改革との関わり、（b）「17世紀の危機」との関わり、そして（c）科学革命との関わりである。先ほど、魔女狩りに言及する時間は年度によってまちまちであったと記したが、時間の多少にかかわらず、必ずこの3点をふまえた説明をしている。

（a）宗教改革—宗教改革以降に魔女狩りは激化した。教会における霊的能力の有無をめぐってカトリックとプロテスタントは対立し、両派は徹底した信仰確認を行なった。

このために、土着信仰のなかで生きてきた民衆が徹底的に迫害されることとなった。

（b）「17世紀の危機」—17世紀は気温の低下により凶作と飢饉がたびたびおこった。

また戦争や内乱も数多く社会不安が高まった。共同体社会が崩壊し相互扶助が廃れるなかで、社会的弱者に魔女というレッテルをはって排除するシステムが出来上がった。

(c) 科学革命—ルネサンス以降、合理的（科学的）精神が芽生え始めたが、まだ呪術的（魔術的）思考との区分は不明確であった。そのような中で、魔女の實在に疑問を抱く知識人もいたが、魔女裁判を否定する論理的根拠を生み出すことは出来なかった。

手許にあった数冊の教科書では、魔女狩りの記述は基本的に (a) ~ (c) の3点をふまえていた^{註1}。おもに 1980 年代前半までの魔女狩り研究の動向に依拠した結果であろう。なお (c) に関しては、かつてはルネサンス期より近代科学が始まったという説明が一般的であった。しかし最近ではニュートンらが活躍した 17 世紀後半を科学革命の時代とする考えが主流となっており、筆者もそれに従っていることを付しておく。

研究授業の準備として 1990 年代以降の研究等に目を通すなかで、新しい知見を得ることができた。すなわち (d) フェミニズムの視点 (e) エリート文化との関わりである。

(d) フェミニズム—魔女狩りの犠牲者として女性が圧倒的に多いのは、女性抑圧の要素がキリスト教に内在していたことと密接に関連している。また処刑された者の大半が女性であったことは、女性に対する差別的意識を社会的に増大させることとなった。

(e) エリート文化—中世的な普遍国家が解体し、各地で主権国家が成立していく過程で、教会や国家は、民衆の生活に対する様々な管理・規制を始めていった。素朴で多様な民衆文化は、エリート階層からは粗野なものとして否定されるようになった。

魔女狩りは多角的にとらえることが可能だし、そうでなければならない。研究授業では、(d) の視点を意識した。また近附連当日は（5泊6日の研究体験旅行をはさんでの）11日ぶりの授業だったので、これまでの復習も加味した授業内容を考えることにした。

② 授業の進め方

筆者の日常の授業は、講義を中心とした一斉授業である。個々の生徒に発問をして、その回答に応じて授業を進めていくといった形態は得意ではない。ただしクラス全体に問かけられる話し方などの工夫はしているつもりである。今回は、生徒を指名して資料の読み取り作業を念入りにさせようと思ったが、研究授業に先立つ1・2時間目のクラスで「魔女の社会史」が時間内に全然収まらないことがわかったので、残念だが省略した。逆に今回のポイントだったフェミニズムの問題は、授業を延長して言及した。

授業プリントは、通常は1回の授業で1枚を配布しているが、今回は2枚となった。

今年度は、教科通信（B5版）を発行している。毎回、各クラス4名程を指名して、授業の感想や質問をB6版の紙片に書かせて回収する。なるべく次回の授業の開始時に通信を配布するように心がけている。前回の復習を兼ねた授業の導入としても利用できるからである。今回は全員に感想を課して、特別版（B4版）を編集・配布する予定である。

(2) 意見交換

— 魔女狩りのポイントは何か。

S：魔女狩りを、無知蒙昧な時代の愚行という一言では片付けたくない。様々な要因が重なって、社会的弱者が“魔女”として迫害・排除されるシステムは、現代でもありうる。そういった社会構造を見抜く力を生徒には身につけてほしかった。

— 魔女狩りは、ポピュラーな題材か。

S：各教師が授業で取り上げるかどうかは不明だが、世界史の教科書等での記述は昔に比べると増えていると思う^{註2}。図説などの副教材のレベルでは、さらに数多く取り上げられていると思う。

— 私は、魔女狩りを授業で扱ったことはない。宗教改革・宗教戦争の陰惨な時代のなか、最後にモンテーニュに代表される宗教的寛容の精神が生まれたという流れで授業をまとめている。希望を示したい。魔女狩りで宗教改革の単元が終わっては、救いがない。ネーデルラント（オランダ）で魔女狩りが少なかったのも、当時のネーデルラント社会における宗教的寛容・自由の精神の広がりとして、理解することが出来るのではないか。

— 共同体崩壊の中で女性の地位が貶められていったことは、世界的に共通の現象かも知れない。また、カトリックとプロテスタントでは女性への態度は異なっているが……。

S：魔女狩りが激化したヨーロッパの初期近代では、その一方で聖女崇拝が盛んになっています。女性の地位、女性に対する眼差しが二極分解していったと言えそうです。

— 各単元で社会史を取り上げていくと、授業時間数に関しては、通史が犠牲になってしまう。生徒は「先生が社会史を面白いと言えるのは、通史を知っているからだ」と言う。受験のことをある程度考えると、まず通史をきっちり押さえなければいけないと思う。

S：二年生は、世界史が必修なので、社会史的な要素などを加味した“冒険的な”授業を試みることが多いです。三年の選択世界史は、受験も関係してきますので、授業の進度を意識せざるを得ないですが。

— 後ろから見てみると、寝ている生徒もいたようだが。

S：研究体験旅行の代休後の最初の登校日が今日です。しかも体育の後の4時間目で、条件が良くなかったこともあります……。教壇から見ていると、顔は伏せているけれども、手は動いている生徒もいました。まあ、寝ている者もいたのですが。普段は、その場で注意したり、後で注意したり、対応は色々です。

— 中学では、世界史分野はほとんどなくなってしまった。生徒は、世界史をはじめて高校で勉強するという感覚だろう。中学生を教えているので、高校の世界史が新鮮だった。

— 一方的な講義で情報量が多く、しかも抽象度の高い話が多かった。生徒に考えさせる時間がなかったのは残念。授業プリントの資料に挙げられた図Dの、魔女の処刑を報道した新聞記事を授業の導入に用いるとか、裁判の様子を具体的に語れば、さらに生徒の興味関心を高めることが出来たのではないか。

4. 生徒の反応

(1) 概観

授業感想の提出状況は、女子が8割強で、男子は（手違いがあったようで）5割強。平常よりもかなり悪かったのが残念であったが、感想の内容は多岐にわたっていた。

典型的なあるいは個性的な感想を選択し、掲載順を考えながら教科通信を編集していくのは、手間だが楽しい作業である。今回の教科通信は後で紹介するが、その母体となった授業感想全体の傾向を概観しておきたい。

まず『魔女』なんてほんとうにいたと思ってなかった」と、現代人にとっては虚構の

存在である魔女が、かつては“実在”していたことに驚く生徒がいた。魔女の容姿については、「皆が思っているように一般的な『ほうきに乗っていて（うしろに黒い猫もいる）、魔法をかける。（ヒャッヒャッという不気味な笑い声とともに）』というものでした」という感想が多かったが、なかには『魔女の宅急便』の影響によって、メルヘンなイメージが強かった」というものも散見された。「魔女って女性だけだと思っていたのに、男性もいて結構びっくりした」というように、魔女とされた者の約2割が男性だったことには多くの生徒が驚いていた。魔女という訳語の影響であろう。

『魔女狩り』という言葉は知っていたが、こんなに一般人が大量に殺された、ということとは全然知らなかった」という感想にはじまり、きわめて多くの生徒が、社会的弱者が迫害された魔女狩りの実態に嫌悪を示していた。「魔女狩りといえば、“罪の無い人々が根拠もなく罰せられる”というイメージがあった。実際はそれ以上に深い背景があったのだなあ」「生活力のない寡婦の老人女性や未婚の女性が邪魔ものあつかいされ、魔女狩りの犠牲になるなんて残酷だと思った。村落共同体の崩壊でしょうがなかったのかなあ…。でも本来守られるべき存在の人々を犠牲にするのは、やっぱりまちがっている」「魔女の社会史だなんて…とタイトルからして妖しい雰囲気だと思っていたが、意外と村落共同体の崩壊など深刻な問題が発端であったことにおどろいた」など。

魔女狩りを扱う際に、いつも難しいと感じるのが、宗教（キリスト教）との関係である。宗教改革から宗教戦争を経て、寛容の精神が定着するまでに「神の存在一つでどれだけの人間が血を流したのだろうか…」という状況があり、その中での魔女狩りである。「魔女なんているはずなのに…思い込みというか、宗教というか…は怖いと思った」「魂の救済をそうまでして求めるのは、来世を信じていれば分からないこともないけど、それにしても悪魔の存在を信じこんだり、魔女をでっちあげてまで神を絶対者にしたがる心理が理解できない。苦しい現実には信仰があれども苦しかろうに」など。魔女狩りの推進力となった宗教を断罪するか、あるいは「宗教は信じる信じないは個人の自由だし、信じる人もそれぞれでいいと思う。でもこういうふうになってしまうのは、私が強く宗教に思いいれがないからなのか…」と、一定の理解を示しながらもある種の紋切型に落ち着いてしまうかである。現代の日本で、宗教（信仰）問題を、適度な距離をおいて理解することは、高校生には（そして大人にも）至難であると思う。つぎの感想などは、どう評価すればよいのだろうか？

「魔女狩りは実に興味深い現象だと思いました。人間も所詮生物の一種だという事が認識できてうれしいです。生活が苦しくなってくると無駄な個体を間引きしはじめるのは、実に合理的だと思います（でも当事者は大変やるせなかったでしょう。その点は大変胸が痛みます）。しかしこのような鬼畜な事を行うにあたってわざわざ大義名分を立ててしまう所に人間臭さを感じました。そこがまた鬼畜だなとも思いました。以上」

ある悲惨な歴史を学んだ際に、「この時代に生まれなくて良かったとつくづく思ってしまう」「当時は、本当にひどいことをしていたと思った」といった感想は必ず出てくる。たしかに魔女狩りは陰惨であり、“17世紀の危機”のなかで生活したいと思う生徒は、まづいないだろう。しかし筆者が生徒たちに気づいてほしかったのは、初期近代の魔女狩り

と同じような社会事象は、残念ながら過去から現代まで、どの時代にでも起こりうるという点であった。「人々の間に、余裕がなくなって、社会的弱者が犠牲になるのは、いつの時代もそうではないかと思った」「結局いつの時代も弱いものが追いやられていくのだなあと思った」。これらの感想に見られるように、異なった時代、異なった社会の、表面上は異なる出来事のなかに潜む類似性を見抜く力を、生徒には身につけてほしいと思う。

最後に、教科通信には掲載しなかったが、印象深かった感想を3つあげておく。

「魔女狩りが、人々の偏見や差別、残虐性によって起こったもの、という考えには違和感があったので、魔女狩りが様々な社会的要因が重なって起こったもの（当然、人々の偏見等も理由ではあるが、それらが全てではない）であると分かって、納得できた。魔女狩りは、肯定はできないし、もっと良い選択があったとも思うが、中世のうみを出す上で必要な出来事であったとも思う。逆に日本では、明治維新が政府レベルで終わり、魔女狩りの代わりに成り得なかったのが、まだムラ社会的な感覚が残っているのかもしれない」

「魔女狩りが行なわれるようになった時代背景を初めて知った。私はずーっと『なんで急に残酷な魔女狩りが行なわれるようになったんやろ？ その時代の人間は恐ろしいなあ』って思っていたけど、時代背景を知ると魔女狩りが行なわれるようになったのも結構納得しました。私もその時代に生きていたらあまり抵抗を感じなかったかも知れません。この時代の人間も同じ人間なんだなあと考えました。宗教の力はスゴイ」「人間って本当に弱くて、だからこそ恐ろしいなあと思います。約200年間も、普通の人が魔女として日常的に処刑されていたなんて、恐ろしすぎて初め信じられなかったです。犠牲者が社会的弱者というのが、さらにやりきれない…。戦争や魔女狩りを知って、キリスト教そのものに嫌悪感を抱いてしまいました。そして、今キリスト教を信じている人のことも、少し受け入れにくい感じがします。少しの知識でこういう感情を持つのはダメだとわかってるんですけど(>_<)」

(2) 教科通信

"Sometimes" と題した教科通信の中心は、前述したように、生徒の授業感想である。今回は、提出させた枚数の絶対数が多かったため、教科通信には、様々な意見や感想・質問を載せることが出来た。生徒の感想は、生徒名を伏せ、明白な誤字脱字の訂正以外は、文章を出来るだけさわりなく載せるようにしている（分量が多いときは途中省略等をせざるを得ないが）。

授業の本質に迫る質問や、他の多くの生徒も疑問に思っているであろう質問には、編集後記で答えるようにしている（もちろん、すべての質問に答えることは出来ないが）。研究授業は、普段より早口だったにもかかわらず、説明が不十分になってしまったところが多かった。生徒たちの質問に回答することが、結果としては授業の補足となった。

通信には、必ず見出しをつけている。生徒の授業感想の傾向をふまえたり、授業での説明事項の確認となるような惹句を心がけている。ちなみに「魔女の社会史」の前回は「オランダの独立と繁栄／三十年戦争」に関する授業であった。その教科通信（すなわち研究授業時に配布した）の見出しは、オランダとドイツ：17世紀の光と影とした。

最後に、「魔女の社会史」の授業にもとづく教科通信を掲載しておく。

魔女狩り：悪魔学に支えられた弱者虐待

- ①魔女狩りで「この人間は魔女だ」と告発する人は村人ですか？ それとも役人ですか？
「魔女」にされた人を守ってあげる人はいなかったんでしょうか？（女子）
- ②裁判所に訴えてるのは、どのような人か。訴えられても無実になるのはどのような時だったか。（男子）
- ③魔女狩りをしていた人々の心理は一体どういったものだったのだろう。「魔女狩り」という行為を通して、迫害していた人は団結していたように思う。そしてキリスト教に疑問を持つどころか、信仰を深めていったのではないだろうか？（女子）
- ④「魔女狩り」と言うのだから、犠牲者は女性だけだと思っていたのに、実際は男性も犠牲になっていたと知って驚いた。「弱肉強食」は明治政府のとった「富国強兵」や、世界諸国の「帝国主義」に通じるものがある。（略）弱者が虐げられるのは、やりきれない思いだ。（女子）
- ⑤現代の私たちが合理的思考を行なう事ができているかはわからないけど、16～17 世紀は本当に呪術的思考と科学的思考が混同していたんだなあと感じた。だからこそ、老婆を魔女と見なして、告訴することもできたんだろうなあと思った。今、老人を襲う少年事件が多発しているが、この時代の人々の心理は、今の加害者の少年たちに通じるものなのだろうか？（女子）
- ⑥魔術って言っても、民間療法や農耕儀礼などの「白」の部分を使う人たちも魔女狩りの犠牲になっていってしまうのがかわいそうだった。（女子）
- ⑦漫画『ぬーべー』で魔女の定義が書いてある段がありました。そこには“魔女とは、悪魔を召喚して、悪魔と契約し（肉体関係を持ち）魔力を手に入れたもの”と書いてありました。今回の授業と少しはつながっていると思いました。（女子）
- ⑧三十年戦争中が一番多いけど、戦争中なら戦うのに忙しいはずなのになぜそんな（注：魔女狩りのこと）時間があつたのか。（女子）
- ⑨「魔女」というイメージは『魔女の宅急便』の影響によって、メルヘンなイメージが強かった。そもそも英語で witch、直訳すると魔術を操る者という意味で、女性の割合があまりにも多いため、日本語訳で魔女となった、という話が印象深かった。（男子）
- ⑩魔女狩りは、村の崩壊と共に価値が低下した老人をまさに狙っていたということがわかった。日本でいう、姥捨て山と似たところがあつたのか？ とても厳しい社会現象だが、そのころの人々の不安が痛烈に形となって現われたように感じた。（女子）
- ⑪実際にあつたことなのかどうかはわからないけれど、日本にも姥捨て山という伝説がある。魔女狩りが戦争や凶作、疫病などによって人々に助け合いをする余裕がなくなった結果起こり、社会的弱者が犠牲になったと聞いて、似ているな、と思った。ただこちらは悪魔学という後ろ盾がついているため、魔女狩り＝正義のようになっているのが怖い。（女子）

- ⑫悪魔学というものがある理由にすごく納得(?)してしまった。(女子)
- ⑬生きたまま、火あぶりだなんて、とても辛い刑だ。(女子)
- ⑭授業で、魔女裁判をする知識人は、悪いことをしているとは思っていない、と聞いたが、「拷問」という行為に対する罪意識は、なかったのだろうか？(女子)
- ⑮日本において、老人化が進む上で、同時に社会的弱者が増え、人々の精神的な余裕がなくなっていったとしたら……老人狩りなんてものが起こり得るかもしれない。思想の後退なんてあり得るのだろうか？(女子)
- ⑯魔女狩りとは社会がシビアになった時「少しでも楽をしたい」というエゴが「弱者と助け合う」という理性をこえた瞬間に生まれた。エゴは本能と深く結びついているので、魔女狩りを行なったものが絶対悪とは言い切れない。それでも流された血はタダではないから、我々はこの事実から我々の今後の行動をより良き方向へと向けるための要素を見出すべきではなからうか？(男子)
- ⑰魔女を処刑したときに教会側はいちいち記録を残していたのか？(女子)
- ⑱実は先日テレビ番組『運命のダダダダーン』という番組で魔女狩りの特集というか、そんな番組をやっていたのを見ていたので、新鮮な驚きがなかったので少し残念であった。(男子)
- ⑲魔女狩りというものが貧しさが原因でおこるようになったというのは初めて知った。同じような貧しい人々の中から、さらに弱い者をつぶしていくという考えになるほど生活は追い込まれていたんだ。(女子)
- ⑳ヨーロッパ以外でキリスト教の伝わった国では魔女狩りはなかったのかな？(女子)

編集後記 ①：魔女裁判の被告は、家族からも見捨てられる場合が多かったようです。②：拷問に耐えて自白をしなければ、無罪放免となる例もありました。また有罪の場合でも、情状酌量の結果、死刑を免れて追放刑になることもありました。⑤：現代の“高齢者襲撃”事件が「魔女狩り」と通じ合っている点はないでしょう。⑧：一般庶民は戦闘に参加する兵士ではないので、戦うのに忙しいことなどありえない。⑬：魔術行為を“素直に”自白すれば、絞首刑後に火葬という“特典”もあった。⑭：異端審問では拷問を用いることは合法とされていました。これが魔女裁判にも援用されたのです。そして、拷問に耐えれば耐えるほど、魔力の強い危険な魔女とみなされました。⑰：ヨーロッパは、記録を残すことに非常に強い指向がある社会でした。⑱：独立前のアメリカ合衆国でもありました。

5. おわりに

キリスト教と民間信仰、カトリックとプロテスタント、科学と魔術、エリートと民衆、そして男性と女性など。様々な対立項が絡み合い解けなくなるなかで、魔女狩りは起こった。そして魔女狩りが横行した(中世から近代への過渡期の)ヨーロッパ社会と同様に、現代世界もまた価値観が多様化し、社会の枠組自体が流動化している。こういう“乱世”であるからこそ、我われは、“魔女狩り”を繰り返さぬように寛容の精神(異文化理解)を学ぶ必要があるのではないだろうか。

「魔女の社会史」は、少し“キツイ”内容だったと思う(とくに女子生徒にとっては)。

また授業のすすめ方にも、多くの課題を残してしまった。しかし後日、教室や廊下で「あんな授業をまたしてね」と話し掛けてくる生徒が多い授業であったことを、筆者は素直に受けとめて喜びたい。

最後になるが、参会していただいた近関連各校の先生方からは、拙い授業に対して多くの建設的なご意見をいただいた。今後に生かしたい。附属天王寺中高社会科の先生方には、当日の授業・協議の際、筆者のために様々な便宜をはかっていただいた。また授業を参観してくださった本校の数学科や英語科の先生方にも、他教科ならではの視角から授業へのコメントをいただいた。ここに記して感謝の意を表したい。

註1 手許にあった教科書数冊の魔女狩りに関する文章を、資料として最後に掲載した。またそれらの記述を筆者の判断で、5つの視点から整理してみた。教科書名の後ろに付した(a)～(e)は、本文中に記した魔女狩りに関する5つの視点(a)～(e)のことである。

註2 ちなみに、全国歴史教育研究協議会編『世界史B用語集 改訂新版』(2000年・山川出版社)では、「魔女狩り」は頻度7(19冊中)である。

おもな参考文献

- 池上俊一『魔女と聖女』(1992年・講談社現代新書)
上山安敏『魔女とキリスト教』(1998年・講談社学術文庫)
R=E=グイリー『魔女と魔術の事典』荒木正純他監訳(1996年・原書房)
高橋義人『魔女とヨーロッパ』(1995年・岩波書店)
二宮宏之他責任編集『魔女とシャリヴァリ』アナル論文選1(1982年・新評論)
A=L=バーストウ『魔女狩りという狂気』黒川正剛訳(2001年・創元社)
浜林正夫『魔女の社会史』(1978年・未来社)
浜林正夫・井上正美『魔女狩り』(1983年・教育社歴史新書)
J=ミシュレ『魔女』(上)・(下)篠田浩一郎訳(1983年・岩波文庫)
牟田和男『魔女裁判 魔術と民衆のドイツ史』(2000年・吉川弘文館)
森島恒雄『魔女狩り』(1970年・岩波新書)

Summary :

This article reports on how World-History was taught to 2nd grade Senior High school students in 2003. I taught the issue of witch hunting. Witch hunting became more serious after the Reformation. So it is very good material to help us understand about European societies in the early modern age. I reviewed this material from the viewpoint of feminism too.

「魔女狩り」に関する、教科書の記述（下線は旧課程・二重下線は世界史A）

・三省堂『世界史B 改訂版』 2000年・・・(a) & (c)

「また迷信にもとづく魔女裁判^②がさかんに行われていたことは、この時代の一面を物語っている。／ ②魔女は魔力によって異端をひろめると考えられ、教皇の命令やプロテスタントによってきびしく罰せられた。魔女とされた者は、火あぶりなどに処せられ、男子も含めて多くの人びとが犠牲となった。最終的にこれが廃止されたのは18世紀である。」(p161 小節「科学と技術の発達」の本文および注)

・三省堂『世界史B』 2003年・・・(b) & (c)

「17世紀のヨーロッパは凶作や飢饉がくりかえされ、魔女狩りもさかんであったが、一方では近代科学が誕生し、18世紀の時代にかけて「科学革命」の時代とよばれている。」(p169 小節「近代科学の成立」の本文)

・実教出版『世界史B』 2003年・・・(b)

「大航海時代ともいえる16世紀がヨーロッパの膨張期であるのに対し、17世紀は、ヨーロッパの気温がふたたび寒冷化に向かい、人口・物価も下降して、全般的危機の時代ともよばれる。この時代には社会不安のなかで魔女狩りが流行し、多くの戦争や内乱がおこった。」(p183 小節「17世紀の全般的危機と三十年戦争」の本文)

・清水書院『新世界史B 改訂版』 2002年・・・(a)

「しかし、反宗教改革の高まりとともに、新旧両派の対立はいつそう激化し、16・17世紀には、ヨーロッパ各地で宗教戦争がひきおこされ、またきびしい魔女狩り^⑥がさかんに行われた。／ ⑥魔女とは呪術を使うとされる女のこと。」(p113 小節「反宗教改革」の本文および注)

・帝国書院『新編 高等世界史B 最新版』 2000年・・・(a) & (b)

「・・・カトリックとプロテスタントの激しい対立がおこり、16～17世紀の西ヨーロッパは、宗教戦争の世紀となった。カトリックの宗教裁判所が行った異端審問やプロテスタントの間で多くみられた魔女裁判のような苛酷な側面もあったが、教会制度の束縛を離れ、信仰を個人の問題とみる近代的な立場に道がひらかれた。」(p188 小節「宗教改革の意義」の本文)

「『危機』の17世紀には、社会的・宗教的な混乱が続いたため、イギリスなどでは、不安をいだいた民衆による魔女狩りが復活した。」(p203 小節「16・17世紀の文化と社会」の本文)

・帝国書院『新編 高等世界史B 新訂版』 2002年・・・(a) & (b)

「・・・カトリックとプロテスタントの激しい対立がおこり、16～17世紀の西ヨーロッパは、宗教戦争の世紀となった。カトリックの宗教裁判所が行った異端審問や、プロテスタントの間で多くみられた魔女裁判のような苛酷な側面もあったが、教会制度の束縛を離れ、信仰を個人の問題とみる近代的な立場に道が開かれた。」(p180 小節「宗教改革の歴史的意義」の本文)

「17世紀には、民衆の間で魔女狩りが復活した。」(p199 コラム「17世紀ヨーロッパの民衆の生活文化」の本文。さらに「ニューイングランド地方における魔女裁

判」という挿絵とキャプションつき)

- ・東京書籍『世界史B』 2003年・・・(b) & (c) & (e)

「しかし、近代生理学を開いたハーヴェーが魔女裁判で女性の身体検査にあたったように、『危機の17世紀』は魔女狩りが頂点に達した時代でもあった。魔女狩りは中世末の異端審問でもみられたが、おびたしい犠牲者を出すようになったのは、むしろ16～17世紀の近世になってからである。もともと民衆の間では魔術や占星術が根づいていたが、宗教改革をきっかけにキリスト教の内面化や個人化がすすむと、教会や国家はこうした民衆の土俗的な文化への規制を強めるようになった。それが各地で魔女裁判をさかんにした一因であった。」(p228 コラム「科学革命と魔女裁判」の本文。さらに「魔女として焼かれる女性」という挿絵とキャプションつき)

- ・山川出版『詳説世界史 改訂版』 2001年・・・(a) & (c)

「なお、すでに中世からあらわれ、近代初期の宗派对立によって輪をかけられた妄信、つまり自然災害の原因を特定の人間に帰する、非科学的な『魔女狩り』が、17世紀まで各地にあればくったことも忘れてはならない。」(p161 小節「反宗教改革」の本文)

- ・山川出版『詳説世界史』 2003年・・・(a)

「対抗宗教改革によって旧教徒と新教徒の対立はいちだんと激しくなり、ヨーロッパ各地で宗教戦争がおこった。また、このような社会的緊張の高まりのなかで、17世紀に『魔女狩り』がさかんにおこなわれた地域もあった。」(p180 小節「対抗宗教改革」の本文)

- ・山川出版『新世界史』 2003年・・・(a) & (c) & (d)

「不安定できびしい生活環境のなかで、人びとは信心深い毎日をおくっていた。古い民間信仰は消えたわけではなく、病気や死・事故に出あうたびに、民衆男女はしばしば占いや魔術にたよった。宗教改革と宗教戦争の続いた16～17世紀のヨーロッパおよび北アメリカの各地では、異端に対する統制はきびしく、魔術を行使したとして、数十万といわれるほど多数の女性が、**魔女**として訴えられ、火あぶりに処せられた。^①

17世紀なかばから魔女や魔術への統制は弱くなり、また法律と裁判制度が整備されてくるが、(以下略)」(p207 小節「エリート文化と民衆文化」の本文)

- ・山川出版『現代の世界史』 2002年・・・(a) & (e)

「カトリック地域においてもプロテスタント地域においても、信仰心が高まると同時に、生活・文化に規律を求める動きもさかんにになった。民衆のなかの変わり者・障害者を、**魔女**・異分子として集団的に制裁することもあった。」(p52 小節「カトリックの改革」の註)

RUBY を用いた初等整数論と暗号

瀬 尾 祐 貴

Elementary Number Theory and Code Theory using RUBY

SEO Yuki

抄録：本実践では、Ruby を用いたプログラミング教育の利用の可能性について考察した。題材を「暗号論」にしたのは、内容的にも興味深いし、この現代の暗号を理解するために必要とされる知識が、初等整数論の知識で、その他の予備知識を余り必要としないからである。

キーワード：数学教育 教育用プログラム言語 初等整数論 暗号 RUBY

1. はじめに

平成15年より新科目「情報」が高等学校で実施されている。本校でも、「情報」科の取り組みの一環として、「ブルーフ・ユリイカ」の学校設定教科が新設された。ここでは、その中のひとつの取り組みである実践報告をしたい。『教育用プログラミング言語』に関して、大阪教育大学の藤井淳一先生が次のような提言を行っている。

『初等・中等教育において、ようやく日本でも情報教育が本格化し始めたが、コンピュータリテラシーという観点からは、まだまだ不十分といわざるを得ない。実際にコンピュータを良く理解するためには、プログラミングを理解・活用することが必要であろう。しかし最近さまざまな発展を見せている多くの優秀な言語に関する研究は、まだまだ遅れている。』

そのうえで、注目されているスクリプト言語として Ruby のプログラミング教育への利用の可能性について述べられている。

『新教科「情報」で求められているのは、専門的でなく、実用的で使いやすい言語が必要である。義務教育も含めた一般の初等中等教育において、万人のためのプログラミング、また適切な教育用言語として必要な視点として以下の4点を挙げる。

- ① 初心者に使いやすい言語であること
- ② 結果がすぐ出せるインタプリタが望ましい
- ③ フリーソフトであること
- ④ インストールが簡単なこと

この4点を十分クリアーしている言語として Ruby を提案する。Ruby の特徴を以下にまとめると

- ① シンプルな文法
- ② 日本製言語 作者：まつもとゆきひろ
- ③ メモリ内無限長整数が使えること
- ④ object の method 型 x.f に加え、従来の関数型 f(x) もサポートする
- ⑤ ハイレベルな多くの Ruby サポーターによる豊富なライブラリがある
- ⑥ Ruby 専用エディタ KMEditor の開発が同時に行われている

さらに、Ruby は、簡単なルーチンワークのプログラム化はお手の物で、apollo を使えば簡単な GUI アプリケーションにさえすぐ手が届く。Perl より完全に使いやすいので、CGI にも威力を発揮するし、ファイル操作・テキスト操作は得意中の得意。行頭コード指定 `#!/ruby -Ks` により日本語（正規表現）処理もプログラム本体をいじる必要なく行え、他のどの言語より楽と考えられる。』

そこで、本実践では、この Ruby を用いたプログラミング教育の利用の可能性について考察する。そのための題材を何にするか？プログラム教育では、ともすると高校数学と関係がなくなったり、またはまったく離れてしまう可能性がある。そんなときに、以下に挙げるような暗号関係の書物がたくさん出版されていることに気づいた。②以外は最近の出版物である。

- ①「素数入門」 芹沢正三 ブルーバックス
- ②「暗号の数理」 一松信 ブルーバックス
- ③「暗号の数学的基礎」 S.C.コウチーニョ シュプリンガー・フェアラーク
- ④「16歳のセアラが挑んだ世界最強の暗号」 セアラ・フラナリー NHK 出版
- ⑤「暗号解説」 サイモン・シン 新潮社

現在の暗号に整数論が必須の知識であることに特に①③④を読むことにより気づいた。現行の高校数学では、整数論の分野が余り重要視されていない、ほとんど扱われていないといってもよい。しかし、ガウスの事柄を持ち出すまでもなく、数学の中で整数論の内容は大変興味深い。この現代の暗号を理解するために必要とされる知識は初等整数論の知識で、その他の予備知識を余り必要としない事もわかった。特に実施学年が高校1年生であり、数学の基本的な知識がまだ十分とはいえない。グラフィック関係では必須の三角関数・指数・対数関数、また数列の基本的考え方、複素数の扱いはこの時点では未習である。それらを考え合わせて、題材を「暗号論」にすることにした。本稿は、この実践の報告である。

2. RUBY と KMEditor の準備

まず、Ruby の入手方法とマニュアルについて説明する。RUBY の参考文献としては、まつもとゆきひろのリファレンスマニュアルがあるが、これは初心者にはとても読みにくい。そこで、次の文献を参考にした。

- ⑥「たのしい Ruby—Ruby ではじめる気楽なプログラミング」 高橋征義+後藤裕蔵
ソフトバンク

極めて、丁寧に書かれた本で、初心者でも、十分理解できると思う。といっても、まったく初めてだとやはり敷居は高い。RUBY 本体については、この本に version1.6.6の

CD-ROM が添付されているが、インターネットから

<http://www.ruby-lang.org/>

が、RUBY のホームページで、ここからダウンロードできる。次に大切なエディター (KMEditor) のダウンロードであるが、それは、藤井淳一先生の大阪教育大学のホームページ

<http://www.is.osaka-kyoiku.ac.jp/~fujii/lhtml/index-j.html>

から、ダウンロードできる。生徒たちに、必要なファイルをコピーした CD-ROM を渡し、家でも使えるようにしたが、残念ながらうまくいくことは少ない。環境変数の設定やいろいろな問題が起こるようである。そのあたりがフリーソフトの欠点かもしれないが、なんとかこのあたりを克服しないとフリーソフトを利用することが難しくなる。そのせいもあって、各ホームページには、様々な Widows のバージョンに対応する説明が詳しく載っている。

KMEditor を無事インストールできれば、下のような画面が最初に立ち上がる。ここで、大切なのは、画面上方の『環境設定』である。ここを、クリックして、Ruby.exe の場所をきちんと指定してあげないとうまく動かない。

プログラムは、その下のところに打ち込めばよい。そして、画面右上の実行を押せば、下の画面に結果が出る。プログラムにミスがあれば、中央の画面でプログラムを訂正し、再び実行すれば、すぐに結果が導かれる。また、数値や文字を代入したいときは、画面右上の枠にそれを打ち込めばよい。昔の BASIC のような感じでプログラムを作成することができる。



```
include Math
sokuzai()
n = 10
i = 1
while i <= n
  sokuzai(i)
  i = i + 1
end
p sokuzai(10) #10の階乗
kpartin()
j = 1
i = 10
while i >= 1
  ba = []
  a = i
  while a > 0
    ba = [a % 10].concat(ba)
    a = a / 10
  end
  p ba
  sokuzai(sokuzai(ba))
  i = i - 1
end
p sokuzai(10) #10の階乗
main() #main()
ruby 1.6.4 (2001-12-04) [i386-mingw32]
```

※ 生徒の使用感については、そんなに違和感なく使っていた。生徒はストレスを感じることなく、プログラム作成に専念できた。注意すべきは、Ruby は、プログラム中に全角文字、文字ばかりでなく、全角スペースが入っても、エラーがでるので注意したい。勿論、“ ” の中にある文字はなんでもよい。最初に、このエラーが出たとき、原因がわからず、随分と時間がかかったことを覚えている。

3. 単元プランの概略

授業は、2時間連続の授業である。生徒は2人1組でノート型パソコン1台を利用した。NECのAileという現在では古いWindows95マシンではあるが、RUBYとKMEditorは遅いけれども、きちんと動く。教師は、同じパソコンをEPSONのプロジェクターで、黒板のスクリーンに投影させて、説明を行った。当初の目標は、RSA暗号であったが、時間の関係で、シーザー暗号までしか実践できなかった。以下は、各時間の内容である。

- 第1回 4月21日(月) 講座紹介
- 第2回 5月19日(月) Rubyの使い方講習
初等整数論の初歩と課題・宿題
- 第3回 6月9日(月) 素数の性質を調べる中でRUBYの使い方をマスターする
初等整数論 整数の合同式について
- 第4回 6月23日(月) さあ、シーザー暗号に挑戦しよう。
課題と発表課題
- 第5回 9月22日(月) 課題の完成。発表とレジメ作成について
- 第6回 9月29日(月) 課題発表会
生徒の感想

4. 授業実践

次に各講座の概要について述べる。特に、Rubyプログラムを中心にする。詳しい内容については、以下のホームページに各授業毎のプリントの内容がアップしてあるので、そちらを参考にしてください。

<http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/yukis/rubyindex.html>

第2回 5月19日(月) Rubyの使い方講習

ここでは、参考文献⑥をもとに、これから利用するRubyの文法について説明した。実際に生徒にプログラムを打ってもらい、実行させた。最初の混乱以外は概ねうまく作業が進んだのではないかと思う。Rubyの文法の実際を見もらうために、いくつか参考にあげる。

(1) 画面表示の方法

```
print("明日は晴れるでしょう。","\n")
```

注意 日本語入力の方法について。これでも、いいが、最初は()を使いましょう。

¥nは、改行命令です。

※ プログラム画面にこれを打ち込み、適当な名前で(例えば、test.rb)(後の拡張子rbは、自動的につく。)セーブして、実行すると、画面下に

```
明日は晴れるでしょう。
```

と表示される。以下は、同様なので、結果のみ記する。

(2) 四則演算について

```
print("1 + 1 =",1+1,"¥n")      ### 足し算
```

```
print("2 - 3 =",2-3,"¥n")      ### 引き算
```

```
print ("2 * 3 =", 2*3, "\n")      ### 掛け算
print ("6 / 2 =", 6/2, "\n")      ### 割り算
print ("2 8 % 5 =", 8%5, "\n")    ### 余りを求める。
print ("4 * * 5", 4**5, "\n")     ### べき乗
```

(3) 数学的な関数

include Math と言入れる。

```
例 print("sqrt(2)=", sqrt(2), "\n")
    print("sin(3.1415)=", sin(3.1415), "\n")
```

(4) 変数の使い方

```
例 alphabet = "abcdefg"
    number = 100
    print alphabet
    print number
```

(5) コメントの書き方

```
例 ##### "#以降はコメント文になる
x=10 # 横
y=20 # 縦
z=30 # 高さ
# 表面積と体積を計算する
area = (x*y+y*z+z*x)*2 # 変数名はわかりやすくする
volume = x*y*z # 英語名を使う
# 出力する
print ("表面積=", area, "\n")
print ("体積=", volume, "\n")
```

(6) 条件判断

```
例 if 文について
    if 条件 then
        実行したい処理
    else
        条件が成り立たなかったときに実行したい処理
    end
```

```
例 while 文について
    while 繰り返し続ける条件 do
        繰り返したい処理
    end
```

```
例1 ##### 1から10までの数を順番に表示する #####
i=1
while i <= 10
print (i, "\n")
i = i + 1
```

end

問題 1 から 10 までの和を求めるにはどうすればいいだろうか？

※ これは、生徒にとっては、とても難しい。これだけの説明から、このプログラムを完成させるのは無理であった。特に、 $i = i + 1$ というプログラム独特の考え方が難しいようだ。

(7) 配列について

```
sosuu=[ ] # 新しい配列です。
#### 配列から要素を取り出す。
sosuu=[2, 3, 5, 7, 11]
p sosuu[0] # => 2
p sosuu[1] # => 3
p sosuu.size # => 5
sosuu.each {|n| print n, "\n"} # sosuu という配列から要素をひとつ
                                ずつ取り出して表示します。

p sosuu.size #### 配列の要素の個数を求めます。
```

(8) コマンドラインからのデータの入力

ARGV という命令 文字列の代入をします。

例 1 name = ARGV[0]

```
print("Happy Birthday, ", name, "\n")
```

注意 始めに名前を打ち込んでおいてください。その後実行をしてください。

では、数値の場合はどうするのか。

例 2 num0=ARGV[0].to_i #### 数値に直す方法

```
num1=ARGV[1].to_i ###
```

```
print num0, "+", num1, "=", num0 + num1, "\n"
```

```
print num0, "·", num1, "=", num0 · num1, "\n"
```

```
print num0, "*", num1, "=", num0 * num1, "\n"
```

```
print num0, "/", num1, "=", num0 / num1, "\n"
```

第3回 6月 9日(月) 素数の性質を調べる中で RUBY の使い方をマスターする

ここでは、素数判定プログラムとエラトステネスの篩の原理を用いて2000以下の素数を求めるプログラムを考える。

定義 1より大きくて、1とそれ自身以外の約数を持たない整数を素数という。1より大きくて、素数でない整数を合成数という。1は、素数とは言わない。

(例1) ある数が素数であるかどうかを調べるにはどうすればいいのか？

(例2) 試し割り算をするとき、どのくらい割り算をしなければいけないか、わかりますか。例えば、149が素数か素数でないかを見分けるには何度くらい試し割り算をしなければいけないか？

(ヒント) 23が最初の素因数だとしたら次の素因数は最小でも23でなければいけない。

ところが、 $23 \times 23 = 529$ だから、149よりはるかに大きくなってしまいますね。という事は、149に最初の素因数があるとしたら、その素因数はもとの数の平方根より大きいことはありえないね。つまり、・・・

(例3) それでは、上の事柄をもとにして、復習としてある数が素数かどうか調べる判定プログラムを作ってみよう。

```
include Math          ##### 数学記号を使うときのおまじない
n=149                 ##### 調べたいある整数
i=2                   ### 2から割り算を始める
sw=0                  ##### 素数かどうかの判定するための flag
while i<n             ##### 繰り返し処理の命令
  if n % i == 0 then ##### = = が、2つです。余りが0かどうかを判断する
    sw == 1           ##### 余りが0なら素数でないので、sw = 1とする
    break             ##### while 文を抜ける
  else
    i=i+1             ##### 割れなければ、iに1をたして次の割る数にする
  end                 ### if-then-else-end の end
end                   ##### while に対応する end。ないと parse error (文法上のミス)
if sw == 0 then
  p "n=", n, " は、素数である。¥n" ##### sw == 0なら素数である
else
  p "n=", n, " は、素数でない。¥n" ##### sw == 1なら、合成数である。
end                   ### ここも同じ。end がないとエラーが出る
```

(注意)でも、このプログラムも少し数が大きくなると実用的でない。そこで、次の方法が役に立つ。

(例4) エラトステネスのふるい

やり方はとても簡単で、1を除く2から120までの数の中の全ての素数を見つけ出そう。まず、1から120までの数を表の中に書く。そして、2を残して、2の倍数を消していく。3を残して3の倍数を消していく。その手順を繰り返す。具体的にやってみよう。

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120

さて、120までの素数は全部でいくつあるだろうか？また、それだけの素数を篩うのに何回ですんだのか？

(例5)では、上の事柄をプログラミングしてみよう。

次からいろいろな考え方があるかもしれない。ここでは、一つ紹介するけれど、みんなもいろいろ考えてほしい。

```
include Math ##### 例によっておまじない
sosuu=[ ] ##### 配列を作る（これで、配列ができる）
n=120
i=2 ##### 2から120までの整数列を作る
while i<n
  sosuu << i ##### 整数列を配列にどんどん加えていく。
  i=i+1
end
p sosuu ##### これで2から120までの整数列ができた？
##### 本当は必要がないが試しに打ち出してみる
## さあ、次に、ここから、先程手作業をしたように、2を除く2の倍数
##### 新しい配列をつくる。
##### これで、2 * 2 = 4からの2の倍数を作る
##### 120までの整数よ
##### これで、倍数を計算している。
##### 最初は2 * 2 次は、2 * 3、そして 2 * 4となる。
```

```

bai << a          ##### 配列に加えていく
j=j+1            ##### 次の数を作る
end              ##### aが、120を超えたらおしまい。
p bai           ##### さあ、2を除く2の倍数ができたか？
sosuu = sosuu - bai ##### 集合の引き算です。
p sosuu         ##### 2の倍数が消えているか

```

あとは、同様に3を除く3の倍数を引けばいいね。

これがうまくいけば、このデータをFD(HDD)に保存しよう。次のように最後の行に付け加えよ。

```
open('c:\¥sosuuhyou.txt','w'){|f| f.puts sosuu}
```

これで、120までの素数表が保存できる。あとで利用できる。しかし、nの値を変えれば、もっと大きな素数表ができる。でも、n=2000ぐらいが限度かな。

問題 最後に、このプログラムを完成させてみよ。

第4回 6月23日(月) さあ、シーザー暗号に挑戦しよう。

シーザー暗号については、セアラ・フラナリーの④を参考にした。非常にわかり易く、丁寧に書いてあり、暗号の原理を理解することができた。この本がなければ、この実践はできなかった。説明は、この本をもとに行い、プログラム化した。

(1) シーザー暗号1型

まず、出発点として、アルファベットを数字に対応させておこう。しかし、対応の仕方は、一つではない。

a	b	c	d	e	f
0	1	2	3	4	5
g	h	i	j	k	l
6	7	8	9	10	11
m	n	o	p	q	r
12	13	14	15	16	17
s	t	u	v	w	x
18	19	20	21	22	23
y	z				
24	25				

後の暗号の構成によっては、aを10から始めた方がいい場合もある。RSA暗号では、10から始めた方がいいが、ここではまず原理の理解から始めたいのでaを0から始めることにしよう。

さて、シーザー暗号の復習をしよう。アルファベットを3文字ずらして暗号文を作るの

であった。例えば、realize（理解する）を暗号化してみよう。これを数字に直す。

realize \Rightarrow 17 4 0 11 8 25 4

3文字ずらすとは、3を足せばよい。しかし、zの数値的同値は25で、3を足すと28を超えてしまう。そこで、26で割った余りを考えることにすると $25+3=28$ これを26で割ると余りは2。確かに、zを3文字ずらすとcになるが、この数値的同値は2である。OKですね。

従って、17 4 0 11 8 25 4 \Rightarrow 20 7 3 14 11 2 7

これをアルファベットに直すと、上の表を見ながら

20 7 3 14 11 2 \Rightarrow u h d o l c h

つまり、(平文) realize は、(暗号文) uhdolch に暗号化されたことになる。式で表しておこう。平文文字の数値的同値をPとし、それに対応する暗号文文字の数値的同値をCとすると

$$C = (P+3) \bmod 26$$

となる。

次に、受け取った暗号文を平文に直さないと解読できないね。その操作を復号化という。この場合は3文字元に戻せばいいね。つまり、

$$P = (C-3) \bmod 26$$

それともどんな数字を足せば、同じ効果になるかな。例えば、uの数値的同値は20である。これから3を引けば、17で、もとのrがでてくるが、3を引く代わりに26をたせば、 $20+26=46$ で、26で割ると余りは当然20で、uはuのまま。そうすると、23をたせば $20+23=43$ で、26で割ると17となり、OKだね。

さて、以上をまとめておこう。シーザー暗号はずらす文字数を3に限る必要はないから、全部でずらす方法は26通りあることになりますね。従って、ずらす文字数をsとすれば、シーザー暗号の暗号化ルールは次の式で表される。

$$P = (C+s) \bmod 26$$

すぐにわかると思うけれど、復号化のルールは次の式で表されるね。

$$P = (C-s) \bmod 26$$

そして、この『s』を暗号化の鍵と言います。この暗号化の鍵を K_E とすれば、シーザー暗号の鍵は、

$$K_E = s$$

と表せる。

しかし、みなさんもすぐにとおり、これではシーザー暗号とわかった途端にすぐに解読されてしまいますね。最大26通り逆にずらしていけば、意味のある文に変換できるはず。

(2) シーザー暗号2型

そこで、1型暗号を少し改良してみよう。発想は簡単で、足す代わりに掛けてみようということ。P数に5を掛けてみよう。暗号化のルールは次の式である。

$$P = 5C \bmod 26$$

この式によって、P数がどのようにC数に変換されるか見てみよう。

P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C	0	5	10	15	20	25	4						
P	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
C													

あとは、自分で埋めてみよ。

重要なのは、P数の集合とC数の集合が「1対1」に対応していることである。これによって、復号化できることがわかる。例をやろう。

平文 right (正しい) => 17 8 6 7 19

=> 7 14 4 9 17 => hoejr (暗号文)

問題はこの暗号文をどうすれば復号化できるかである。実は、次の式がその復号化ルールである。

$$P = 21C \pmod{26}$$

なぜかわかりますか。

しかし、7に21をかけると147これを26で割ると17余るね。おお、見事にもとに戻った。さてその理由は。

(3) シーザー暗号の3型

そこで、掛け算と足し算を組み合わせれば、少しは暗号らしくなる。そのルールは次の式である。

$$P = (mC + s) \pmod{26}$$

これだと、少し解読が大変かな。

例えば、次のルールでやってみよう。

$$P = (5C + 13) \pmod{26}$$

平文 right (正しい) => 17 8 6 7 19

=> 20 1 17 22 4 => ubrwe (暗号文)

となる。

どうだろう。少しは雰囲気はわかってもらえたらうか。そこで、上の事実を RUBY でプログラミングしてみよう。

```
##### シーザー暗号1型 #####
```

その後、2型、3型に挑戦してみよう。

```
##### コード変換表 #####
```

```
alph="abcdefghijklmnopqrstu vwxyz"
```

```
hairtu=alph.split('') ##### 一文字ずつのアルファベット26文字の配列を作る
```

```
# p hairtu.index("b") ##### これでbの数値的同値が1とわかる
```

```
hei="ineedruby" ##### I need ruby を変換する
```

```

##### 平文を数値に変える #####
i=0
code=[]      ### 数値の配列
while i<hei.size      ### 平文から1文字ずつ取り出す
  # p hei[i].chr
  code << haretu.index(hei[i].chr)  ### 平文を数値に変える
  i=i+1          ### iに1を足して次の処理
end
##### うまくいったか確かめてみよう。####
print "最初の平文=", hei,"¥n"      ### 平文の打ち出し
print "コード化=", "¥n"
p code          ### コード化の打ち出し
p code.size     ### 平文の文字数の確認
##### 暗号文にする #####
cipe=[]        ### 数値の変換をする
a=0           ###
i=0
while i<code.size
  a=(haretu.index(hei[i].chr)+3)%26  ### 3つずつずらす。
  cipe << a                          ### ずらしたものを配列に入れる
  i=i+1                              ### 次の処理をする
end
p cipe          ### うまくいったか確認しよう
##### それを英文に翻訳する。暗号化した気になる？
cipe2=[]       ### 配列の確保
i=0
while i<cipe.size      ### 配列の個数まで処理をする
  cipe2 << haretu[cipe[i]]  ### 数値に対応した文字を代入する
  i=i+1
end
p cipe2         ### 確認
print "暗号文は=",cipe2   ### 少し雰囲気が出たかな
##### END #####

```

第5回 9月22日 課題の完成

最後の発表のための課題を生徒に出した。そのうちのいくつかをあげる。

1. RUBY の練習用プログラムの作成 (4)。与えられた正整数を素因数分解するプログラムを作れ。また、その素因数を表示するようにせよ。また、それを用いて次の数の素因数分解を実行せよ。このあたりは、情報 B の教科書にも、考え方が載っているから、

調べてみると面白いよ。

1 2 3 4 5 6 (2) 5 4 3 2 1 0 (3) 1 4 1 5 9 2

(生徒の解答の例)

```
####整数 a の素因数分解プログラム#####
```

```
a= 123456      #####素因数分解したい数字を入力
```

```
x=0
```

```
while a%2==0and sum=a / 2      ##a に素数 2 が x 回
```

```
  a=sum*(2**x)
```

```
  a=sum
```

```
  x=x+1
```

```
end
```

```
print("2^",x,"\\n")
```

```
##### 次の素数に移る。以下、これの繰り返し。
```

```
x=0
```

```
while a%3==0and sum=a / 3      ##a に素数 3 が x 回 という具合…。
```

```
  a=sum*(3**x)
```

```
  a=sum
```

```
  x=x+1
```

```
end
```

```
print("3^",x,"\\n")
```

これは、ものすごく長いプログラムであった。While 文の工夫が足りなかった。また、こちらも、プログラムを見て、それを訂正したり、アドヴァイスする時間がなかった。このあたりの指導方法はどのようにしていくべきか、考慮の余地がたくさんある。

2. シーザー暗号 3 型です。暗号化の鍵は $K_E = (19, s)$ で、2 つ目の鍵がわからなくなっていました。しかし、でも、いろいろと試行錯誤をして次の暗号文を解読してみてください。ヒントは、有名な英語のことわざです。

jkratdrlzybjaxtwlyrmjokhjov

(生徒の解答例) (変更分だけ)

```
while i<code.size
```

```
a= (hairetu.index(angou[i].chr)+13)*11%26      #####(19,s)で、
```

```
cipe << a      #####19 の逆数は 11 となり (19×11=26x+1)
```

```
i=i+1      #####s=13 としたとき、解読に成功
```

```
end
```

(結果は)

暗号文=jkratdrlzybjaxtwlyrmjokhjov

コード化=[9, 10, 9, 17, 0, 19, 3, 17, 11, 25, 24, 1, 9, 0, 23, 19, 22, 11, 24, 17, 12, 9, 14, 10, 7, 9, 14, 21]

復号化=[8, 19, 8, 18, 13, 14, 20, 18, 4, 2, 17, 24, 8, 13, 6, 14, 21, 4, 17, 18, 15, 8, 11, 19,

12, 8, 11, 10]

復号文=itisnousecryingoverspiltmilk (意味は、覆水盆に帰らず)

3. 2と同じです。解説に挑戦してください。

```
#### KE=(m,12)      mjyvjsmvmvyesmxxaqpvumjuv
#### KE=(11,s)      arguprfguxrfypsdpzlgjelwryluslxtylstupsla
#### KE=(m,s)      iuakxqayxiuakxqamxb
```

最後はなんと、シーザー暗号としかわかりません。君はできるかな？勿論、有名どころの英語のことわざです。ただ、スペースがないので気をつけてください。(解答略)

第6回 9月29日(月) 生徒の感想

- ・やはり RSA 暗号はしたかったです。しかし数学を用いて暗号が作れてしまうのは感動です。
- ・正直暗号解説は難しかった。けれど英文らしくなったときは感動した。ものすごく嬉しかった。やっぱりプログラムを覚えて「 $\bigcirc + \Delta = \square$ 」とかをやってるよりも、こういう暗号を解いたりの方が楽しかった。RSA 暗号というのがなんなのかすらわからないで終わってしまうのはやっぱり残念。
- ・if then end の繰り返ししかできなかったのが残念。時間があれば while 文を使ったプログラムを作ってみたかったです。でも、簡単な命令でも組み合わせたり繰り返したりすれば、いろいろなものを求められることがわかって面白かったです。
- ・数学って面白いとあらためて思いました。
- ・ものすごく楽しい授業でした。こんなにパソコンにむかったのは初めてです。シーザー暗号も結構なレベルだし、RSA 暗号はまだ未知の世界ですが、面白いと思います。数学を RUBY でプログラムとして作成するのも楽しかったです。家で暇があれば RUBY にむかう癖ができたので何かに使えればいいなと思いました。
- ・せっかく RUBY を習ったのに自分のものにできなかったのは残念だ。RUBY を理解できない人のために何か対処してほしいなあ。
- ・RUBY の方はお手上げですが、合同式などは理解が深まってよかったです。 $6^n \pmod{14} = \pm 6$ を発見したときは驚きでした。結局暗号を作ったり解説したりということはわからずしまいだったけれど、地道に計算や証明をするのも割と面白かったです。
- ・「暗号を作ろう」なんて、スパイみたいでかっこいいなあと思って、この講座を選びました。ひとつの規則を決めてパソコンでプログラミングをするのは、思っていたよりも難しくてこずりました。何回もエラーが出た後に答えが出たときは思わず「おおー」と感嘆してしまいました。シーザーの時代には、パソコンを使わずに暗号化復号化もやっていたのだから頭の回転のいい人だったんですね。
- ・暗号=スパイっぽい=かっこいい と思って受講しましたが実際とても難しく、本当に数学的で難しかったです。毎回毎回頭が痛くなってしまいました。その分、暗号化できたときは嬉しかったし、楽しかったです。普段の数学が暗号になるなんて少し不思議な感じがしました。
- ・なかなか面白かったです。でも機械クラッシャーの私にはつらいかも。

5. 今後の課題

半期での実践で、時間数が少なく、生徒にとってもかなりハードな内容になったが、KMEditor という統合型のインタプリタがあり、結果がすぐ出せ、数学の内容とこの実践レベルのプログラムだと、比較的使い易い言語ではないかと感じた。しかし、こちらの準備では、比較的簡単にインストールができたが、それと同じことを生徒が家に帰ってからやってみるとなかなかうまくいかなかった。98、Me、XP と Windows の種類が多岐に渡るのが、問題のようだ。同じ設定をすることができるようにインストールの工夫の必要を感じた。整数論の内容も、宿題という形になり、きちんと生徒に説明できなかった。また、生徒自身がプログラムを実際に作成するための時間確保や説明が十分でなかった。言語としては、確かに扱いやすいのではないかと思うが、今後更に深く学習していく時どのような問題が生じるかはこれからの課題である。ここには、生徒の作成したプログラムをほとんど掲載しなかったが、生徒の考えたプログラムをどう評価するのか。どういうプログラムを良しとするのか。駄目と判断するのか。大変難しいところである。これは今後の課題である。

謝辞

今回の研究において、大阪教育大学助教授藤井淳一先生には、大変貴重なご意見とご指導を賜り、ここに感謝いたします。

【参考・引用文献】

- [1] 芹沢正三 「素数入門」 ブルーボックス
- [2] 一松信 「暗号の数理」 ブルーボックス
- [3] S.C.コウチーニョ 「暗号の数学的基礎」 シュプリンガー・フェアラーク
- [4] セアラ・フラナリー 「16歳のセアラが挑んだ世界最強の暗号」 NHK出版
- [5] サイモン・シン 「暗号解説」 新潮社
- [6] 辻井重男 「暗号と情報社会」 文藝春秋
- [7] 高橋征義+後藤裕蔵 「たのしい Ruby-Ruby ではじめる気楽なプログラミング」 ソフトバンク
- [8] まつもとゆきひろ 「Ruby リファレンスマニュアル」
- [9] 芹沢正三 「Cによる初等整数論」 森北出版 1993年

Elementary Number Theory and Code Theory using RUBY

SEO Yuki

This practice considers the possibility of use of the programming education using Ruby. It is also interesting to change the subject matter into the "code theory". It is only the knowledge of the elementary integer theory that is needed in order to understand the code of this present age, because other preliminary knowledge is seldom needed.

遺伝子工学実習の取り組み (Ⅱ)

—スーパーサタデー「分子生物学への誘い」—

もり なか とし ゆき
森 中 敏 行

Trial of Laboratory Experiment on Gene Engineering For High School Students (Ⅱ)

The Super Saturday "Invitation by molecular biology."

MORINAKA Toshiyuki

抄録：本校では2002年度より土曜休業日の活用として、各教員がテーマを設定し、参加希望生徒を対象に講座を開講している。著者は、高校一年・二年生を対象に、「分子生物学への誘い」と称した講座で、遺伝子工学実習を中心に実施してきた。またこの講座の一環として、大阪教育大学での実習も行なった。本文は、これらの実施内容を報告すると共に、実践を通して、高大連携のあり方や、遺伝子工学や分子生物学の高等学校段階での扱いについても考察する。

キーワード：遺伝子工学、生物教育、高大連携、実践報告

1. 講座開設のきっかけ

二年前の夏(2001年)当時高一の担任であった私は、クラスの生徒と個人面談を行っていた。そのうちの一人の女子生徒から「先生『DNA』の勉強をしたいのですが、補講をしていただけませんか。興味のある友達も何人もいます。」ともちかけられ、「それじゃテキストや内容を考えておきます」という会話が、「分子生物学への誘い」を開講するきっかけであった。

おりしも、週休二日制の実施にともなって、学校全体の取り組みとして、2002年4月より土曜休業日の午前中にスーパーサタデーと称して、各教員が思い思いのテーマで講座を開講し、参加を希望する生徒が受講するシステムの導入を検討していた時期であった。

スーパーサタデーがスタートして今年で二年目であるが、私はこの二年間、二講座を開講している。1つは、「生物特講」で高三を対象に、授業の補填およびセンター用の問題演習であり、週休二日制に伴い授業時数の削減により授業時間内では十分な扱えない範囲

の解説と問題演習の解説を行っている。もう1つが、「分子生物学への誘い」である。一、二年生を対象に、遺伝子工学に関する基礎的な知識修得のための講義と Bio-Rad 社が販売している Explorer Kits を用いて実験実習を中心に進めた。

2. 講座概要

① 目的

「分子生物学への誘い」は、DNAに関する詳細な知識修得ではなく、遺伝子工学を体感し、興味関心を持たせ育てることを目的としている。そのため、できる限り、実習を行い、またできる限り本物をと考えている。しかし、実習がただの体験だけに終わってしまったのでは意味がないと考えたため、前半は必要最低限の知識を修得するための講義や初歩的な実習（例えば無菌操作や菌の培養など）を取り入れたカリキュラムを組み立てた。

② 参加生徒

「高一・高二で分子生物学に関心があり、通年の参加が可能である人。文系や理系、また生物の選択は問わない。」と募集案内に明記した。生徒にとってはまったく初めての特殊な器具を用いた慣れない実習を通年行い、また担当者は

	男子	女子	合計
一年生	3	8	11
二年生	4	22	26
	7	30	37

一名、加えて参加費も徴収したため 20 名程度で 4~5 グループでの実施を予想していた。しかし、参加希望者は右表のとおり、合計 37 名となった。参加者は申し込み時点で、分子生物学についてまったく学習したことがないことを考えると、この分野への関心がいかに強いを示している。さらに参加者のほぼ半数が、文系進学希望者であった。また圧倒的に女子の人数が多かった。この傾向は、本講座やスーパーサタデーだけに限定されることなく、さまざまな教育活動で見受けられる。好奇心や学習意欲、行動の積極性など女子のほうが卓越しているのが実情である。

③ 日程

基本的には月に2回の土曜日、10時30分~12時30分の2時間、ただし、実験内容によっては延長することがしばしばあった。2002年度は通年で全14回実施し、実施場所は、本校生物実験室であるが、最後の1回は大阪教育大学教養学科自然科学科生物実験室（3.大学での実習を参照）で行った。

④ 実施形態

当初、実験実習と文献による学習を並列し、文献学習は、グループによる発表形式で進める予定であったが、文献学習は、教師側からの一方的な講義に変更して実施した。

⑤ グループ編成

実験グループは4名程度とし、一・二年生の混合編成で固定することで、知識の格差を埋めようと予定していた。そのため案内にも二年生は一年生への知識の補填の義務を明記した。しかし、一・二年生の人数差、およびクラブ活動等で出欠が安定しないこと、さらには二年生もメンデル遺伝やDNAが未習であり、分子遺伝学に関する知識格差がないこと、さらに日常的に一・二年生間での交流があまりなく人間関係が希薄であるため、効率性を考えて同学年でのグループ編成とした。

実習内容と日程表（全14回）

一 学 期	1	5月1日	概要説明	
	2	5月18日	DNAの構造	
	3	6月8日	転写・翻訳とタンパク質 大腸菌の培養・コロニー観察 DNAの抽出実験	
	4	6月22日	制限酵素（シュミレーション） 遺伝子組換えの概要	
二 学 期	5	9月28日	制限酵素切断 電気泳動	DNA Fingerprinting (Kit 5)
	6	10月12日	電気泳動分析 形質転換実験解説	pGLO Baterial Transformation (Kit 1)
	7	11月2日	形質転換実験	
	8	12月14日	形質転換実験分析	
	9	12月21日	組換え大腸菌分離 液体培養	GFP Chromatography (Kit 2)
	10	12月26日	リゾチーム処理 凍結保存	
三 学 期	11	1月18日	GFP精製 クロマトグラフィーによるタンパク質精製	Secrets of Rainforest (Kit 6)
	12	2月15日	スクリーニング 大腸菌培養	
	13	2月22日	GFP精製 クロマトグラフィーによるタンパク質精製	
	14	4月5日	PCR実習 大阪教育大学にて	Chromosome 8 PCR Kit (Kit 8)

⑥ テキスト

ブルーボックス「分子遺伝学入門」（丸山工作）をテキストに指定したが、これもBio-Rad社の実験キットのテキストを中心に進め、また実施形態も発表形式から講義形式に変更したため、ほとんど参考書として用いることとなった。

⑦ 実施内容 DNAの構造～遺伝子工学

実習は、Bio-Rad 社のアメリカ高校生用に開発された Explorer Kit を中心に進めた。具体的な実習内容と日程は p.75 に示した。

またこのプログラムをスタートさせた 2002 年度から遺伝子組換え指針が変更され、高等学校でも教育目的に限定して特定の範囲内で遺伝子組換えが認められるようになった。そのため、GFP 遺伝子 (Green Fluorescent Protein Gene : オワンクラゲの DNA から取り出された蛍光タンパク質の遺伝子) の形質転換実験が可能となり、今回用いたこれらの Kit は、2002 年度から日本での販売を開始したことも幸いであり、「分子生物学への誘い」を実施する大きな要因でもあった。

⑧ 参加費用

通年で実費として 3500 円を徴収した。この費用で、用いた Bio-Rad の Kit

pGLO Bacterial Transformation (Kit 1)	GFP Chromatography (Kit 2)
DNA Fingerprinting (Kit 5)	Secrets of Rainforest (Kit 6)
Chromosome 8 PCR Kit (Kit 8)	

さらに、アガロースゲル、PCR で用いた試薬類、マイクロチューブやチップなどの消耗品、ディスプレイ用の白衣などを購入した。

3. 大学での実習

最後の実習 (第 14 回) は 2003 年 4 月 5 日、大阪教育大学柏原キャンパス教養学科自然科学生物実験室で、教養学科の片桐昌直先生 (生体物質化学研究室) をはじめ教員養成課程および教養学科の先生方の指導のもと、PCR の実験を行なった。

① 実習の概要

1) 御協力いただいた大学の先生方 (敬称略)

片桐 昌直	教養学科 (化学)	生体物質化学研究室
川村 三志夫	教員養成課程 (生物)	生物化学研究室
鶴沢 武俊	教養学科 (生物)	細胞構築学研究室
鈴木 剛	教養学科 (生物)	植物分子遺伝学研究室
生田 享介	教員養成課程 (生物)	無脊椎動物学研究室

片桐先生の研究室の学生さんも 1 名協力いただき、合計 6 名の先生方にお世話になった。引率は、附属天王寺中学校の西庸扶先生と私 (森中) の 2 名で行なった。

2) 参加生徒

	男子	女子	合計
一年生	2	2	4
二年生	1	9	10
	3	11	14

合計 14 名が参加した。春休み中でもあり、参加者が少なく、5 グループの分かれて実習を行なった。そのため、大学の先生方が、各グループに 1 名づつについて、懇切丁寧に指導していただいた。

3) 日 程

10 時～	実習の概要説明 (片桐先生) 大学スタッフ紹介
10 時 30 分～	Chromosome 8 PCR Kit (Kit 8) 実験説明 (片桐先生) 各自の頬の粘膜細胞を採取・DNAの抽出 PCR 試薬調製 D1S80 領域の DNA 鑑定 実験説明 (森中) PCR 試薬調製 PCR 反応 スタート アガロースゲル作成
12 時～	昼 食
13 時～	鈴木先生から研究室の研究内容の紹介 (コムギの染色体解析-FISH 法) 生田先生から研究室の研究内容の紹介 (無脊椎動物の系統-ウミホタルの発光) 片桐先生から PCR についての解説
14 時～	アガロース電気泳動 ウェルへのサンプル注入 電気泳動開始 片桐先生から実験説明 アガロースゲルの EtBr 染色・写真撮影 (川村先生に操作していただき、生徒は観察)
16 時～	写真分析および実験解説 (片桐先生) 質疑応答 (片桐先生)
17 時～	アンケート記入・記念写真撮影

4) 大学実習風景



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16

1. 片桐先生から実習の概要説明
2. 頬の粘膜細胞の採取
3. ヒートブロックを用いた熱処理
4. 生田先生によるグループ指導
5. 鶴沢先生によるグループ指導
6. 片桐研究室の学生さんによるグループ指導
7. 一年生、二年生も混じって実験中
8. 片桐先生によるPCR実習の解説
9. 真剣に講義を聴く参加者
10. アガロースゲルを製作中
11. 12. PCRの待ち時間に生田先生と鈴木先生から研究内容の講義を受ける
11. 無脊椎動物の分類の講義 (生田先生)
12. コムギの染色体の講義 (鈴木先生)
13. 14. アガロースゲルへのサンプル注入
15. 電気泳動の様子を観察
16. 最後に先生方と記念写真

5) 大学実習に参加して (生徒感想)

- 大学へ行くということ自体が初めてだったのでワクワクしました。今日の実験が一番楽しみにしていたことだったし、自分の遺伝子を使うということがすごく興味深かったです。今まで班で1つのことをしていたけれど、自分一人一人ですることができてよかったです。生物を専門にしている人の話も聞け、大きなものを得られたと思います。最後、写真を通して自分の遺伝子がどう現れ、どういうものなのかを自分の目で見ることができ、よく理解できました。今日はこの実験に参加して本当に良かったと思います。
- 大学の研究室に入るなんて初めてだったのですごくいい体験になりました。遺伝子、こういう分子生物学の奥深さや広域にわたる浸透性を改めて感じました。実験自体はマニュアル通りだったので特に驚きもなかったのですが、何人もの先生からいろいろなお話が聞けたことが興味深い内容だったので有意義な時間をすごせました。
- 大学へ来てみて、一年間やってきたことのまとめみたいな感じで実験ができてよかったです。大学の先生の話は、難しいこともいっぱいあったけれど、説明がていねいでとてもわかりやすかったのですごくよかったです。
- 日常でよく言われている「DNA鑑定」や「ゲノム」などといったことは、うっすらしか知らなかった。しかし質問などしてみるとわかりやすく答えていただいたのでよかった。「教育大学」と聞くと教育のことばかりしている雰囲気だったが、実際はずいぶん違った。いろいろな先生の話や聞くとまたいろいろとわかるし、疑問もたくさん出てくる。学校の授業では絶対しなさそうなことを学べてよかった。
- 朝早くからはじまり、けっこう長い時間をかけての実験で、かなり疲れた。残念だったことは電気泳動の結果がはっきりとした状態にならなかった事と、いきなり初めの段階でミスをしてしまったことだ。実験のマニュアルをよく読むことと、落ち着いてやるのがどれだけ重要かがよくわかった。この経験を胸に改めてPCRに挑戦して、はっきりとした結果を得られたらいいと思う。将来理系に進むのなら、もう少し手先が器用であればよかったと切実に思う今日でした。
- はじめこんなに親切に大学の先生方が付いて、実験を見てくださったり、助言をしてくださるとは思ってもいなかった。予想以上に充実した実験になりました。私の変な質問にもたくさん答えてくださって、本当によい授業を受けられたなあと思いました。
- 設備の良さに驚いたというのが第一印象だった。実験だけをして帰ると思っていたので、いろいろとお話をさせていただけたのはとても良い経験になった。今日大学の方に来て良かったと思うし、先生方にも大変お世話になり、有難く思っています。
- 機械や設備が本格的だったので、すごく良かったと思いました。私は文系なので、こんな実験ができるのも多分最初で最後です。いい経験になりました。先生方のお話も、専門的で難しかったけれど楽しくて、聞けてよかったなあと思います。
- 各分野のエキスパートの方々が集まっておられるので、濃くてよい講義が聞けて面白いと思いました。
- 内容はマニュアルや授業で一通り分かっているつもりでしたが、今回、こんなに丁寧にやっていたので更に身についた気がします。普段やれない実験をやらせていただいて有難かったです。個人的には実験が上手いかなかったのが心残りです。あと片桐先生は何を尋ねても答えてくださってすごいなあと思いました。〇〇さんがハイレベ

るな質問合戦を繰り返してカッコイイなと感じました。折角専門家がたくさんおられたのに、こちらから質問などできなかったのももったいないと思いました。

6) 大学実習を実施して

片桐先生をはじめ多くの先生にお世話いただき本当にありがとうございました。春休み中の土曜日まるまる一日をつぶしてご指導いただき感謝申し上げます。

大学への実習の目的は、PCRの実習のため Thermal Cycler やトランスイルミネーターなどの機材の利用であった。本校での実習でも5月から多くの実習を行ってきたがそれらはすべて大腸菌を材料にしたものであり、基礎的なDNAの原理の実習には最適である。しかし、大腸菌はあくまでもかけ離れた存在で、現実離れた空想のお話で終わってしまう。大腸菌からヒトまで含めてセントラルドグマが共通の原理であることの実感が伴わない。その点でPCRによるヒトDNAの実習教材は、大きな意味を持つものとする。しかし、PCRに必要な Thermal Cycler は高等学校には高価すぎて購入できない。そこで片桐先生にお願いして実習を受け入れていただいた。

PCRやその後の電気泳動には時間がかかるために、待ち時間が生じてくる。そのため片桐先生をはじめ大学の先生方の配慮で、今回の実習に関する内容で、鈴木先生と生田先生に研究室での研究をわかりやすく解説いただいた。生徒にとって内容的にはやや難しめではあったもの、写真や実物の生物を多く盛り込み、また噛み砕いてお話いただいたので概要は十分理解でき、楽しんで聞いていた。加えて、多くの先生方にご協力いただいたおかげで、各班にそれぞれの先生がついて指導いただけたので、生徒達は、気軽に何でも質問できる状態で実習が行なわれた。そのため生徒たちの感想から伺えるように、PCRの実習と同じ程度に講義や実習中の指導を通して、大学での研究内容や大学教官から学術的な雰囲気を感じたことを彼らはとても有意義に感じている。このことが、大学での実習における最大の収穫であると考えている。

一方、本校では本年度から本格的に、土曜休業日に「研究者招聘講座」を開講している。この講座は、大学や研究機関の研究者に本校へお越しいただき、専門分野の研究内容を約2時間、講義していただくものである。この「研究者招聘講座」と今回の大学実習を比較することで、今回の実習が成功した理由が見えてきた。

- ① 場の設定：同じ内容を行なっても、大学という場が効果的に働いた。これは施設面だけではなく、人的な環境も含めてのことであり、今回は、研究紹介や各グループごとに一名指導者など、特に人的環境面が十分に生かせる状況であった。
- ② レディネス：今回の実習は、5月以来、基本的な講義と実習を行ってきた延長線上の内容であり、生徒達にある程度の知識や技能が備わっていたこと。さらに実習マニュアルを事前に配布し、当日の内容を理解していた。
- ③ 大学側との意思疎通：事前の打ち合わせは、一回程度であったが、私が大学実習に希望した内容や用いた Kit を、片桐先生は以前に教員向け実習に使用しておられたため、互いに実習内容のイメージが共通であった。

以上の点がポイントであったと考える。最近、高大連携が叫ばれているが、いかなるプログラムにおいてもこの3点は重要であると思われる。

いずれにせよ、今回の実習は大学側の理解と労力なしには存在し得ない。できうることなら今後とも持続的なプログラムへと発展させていきたいと考えるが、大学教官の負担も

多大であるため、院生や学生などを巻き込む形態などを考え、無理なく継続できる方法を探っていきたい。

4. 「分子生物学への誘い」を実施して

1) 参加生徒の感想

- ・ 生物には前から興味があったのですが、授業だけではあまり実験もできないだろうと思い、この講座をとりました。期待通り、毎回実験があり、その結果を通して、目で見ることで自分も理解できたと思います。普段ではできないことを、このスーパーサタデーですることができて、本当に良かったと思います。今日の実験を含め一年間すごく楽しかったです。ありがとうございました。
- ・ 一年間スーパーサタデーを受けてきて、最後の方は少し休みがちなこともあったけれど、自分のためになる内容で、興味をもって楽しくできたことが何よりもよかったです。
- ・ いわゆる「受験勉強」ではなく、最近起こっているいろいろなことを知ることができてよかった。また普段学校で学んでいることが大切だということもわかった。英語は特に理解をする上で重要だと感じた。
- ・ 初回から忘れていたような気がするが、普通の授業とは全く違い、難しい故おもしろいので時間が過ぎるのも早かった。それでも基礎固めの授業がずっとあって、すごくじれったかったが、実験となるとその授業の中身がモロ関係していることが身にしみてわかった。
- ・ 一年間スーパーサタデーに参加して、とても楽しく充実した授業を受けることができました。普通の授業よりさらに生物への興味がでてきて、本当によかったです。来年もぜひ参加したいです。一年間ありがとうございました。
- ・ 初めの授業も含めて何度か休んでしまい、ただでさえ難しいのに、余計にわからないこともあったが、わかることもあるのが嬉しかったし、少しでも知識が増えたと思う。2年生からは生物を習うことは無いかもしれないが、この講座のために買った本や、実験のマニュアルなどをじっくり読んでみたいと思う。
- ・ DNAとかがって私たちにすごい関係があることだから、一年間かけてじっくり学べてよかったです。授業だけじゃなかなか理解は難しかったんじゃないかなと思います。思い切って申し込んでよかったなあというのが率直な感想です。また、DNAとか遺伝子とかの本も読んでみたいと思います。
- ・ 最初はメンデル遺伝くらいしか知らなかったのですが、人間の設計図を解析したりすることにすごく興味がありました。クラゲの光る遺伝子を入れる実験とか本当に楽しかったです。これからもこういう分野にかかわりたいと思います。

2) 実習風景



17



18



19



20



21



22



23



24



25



26



27



28

17. 全体の実験風景（本校生物実験室）

18～26. 大腸菌の形質転換実験（pGLO Bacterial Transformation）および分析の様子

1グループ4人で、実験を行った。ディスプレイの白衣を着用。マイクロピペットやスプレッターを用いて、寒天培地に形質転換処理後の大腸菌を植えている。雑菌が混入しないように、ガスバーナーのそばで操作を行う。オワンクラゲの蛍光タンパク質の遺伝子を組み込んだプラスミド（pGLO）を大腸菌に取り込ませると、大腸菌がその遺伝子から蛍光タンパク質（GFP）を作り、ブラックライトを照射すると大腸菌が緑色に発光する。

しかし、遺伝情報であるプラスミド（pGLO）は発光せず（25）、大腸菌内で転写・翻訳されてGFPができると発光する。ただ、このプラスミド（pGLO）には転写調節がされており、アルビノースがないと転写が開始されない。26の左はアルビノースが含まれており発光しているが、右には含まれていないため発光していない。

27～28. GFPのクロマトグラフィーによるタンパク質精製実験（GFP Chromatography）

形質転換実験により、pGLOを取り込んだ大腸菌の培地から、発光しているコロニーを取り出し（27）、液体培養後、クロマトグラフィーにより大腸菌内からGFPを抽出する。ブラックライトを照射すると、液体が発光する（28）。クロマトグラフィーの過程においても、蛍光よりGFPの存在が確認される。

3) 実施して

今回用いた、Bio-Rad 社の Explorer Kits は実習の試薬や器具だけでなく教師用と生徒用のテキストがつけられている極めて優れた製品であり、準備の手順から考察・発展さらに実験の背景が含まれている。また、それぞれの Kit にはストーリー性があり実験をしながら問題を解決する場面設定がされている。そのため、初心者には導入しやすい教材であるが、投げ込み式的色合いが強く感じられ、授業の中にそのまま取り入れるには、問題があるように思う。そのためやはり指導者が、基礎的や講義と組み合わせて一連のカリキュラムの中での利用が必要である。

また今後の課題点としては、

- ① 正規の授業内容との重複
 - ② 生徒の経済的負担
 - ③ 実施間隔
 - ④ 他行事（他のプログラム）との重なり の4点があげられる。
- ① 正規の授業内容との重複

二年生の選択生物の授業で分子生物学の講義と実習を行なっている。（森中 2002）一方、スーパーサタデー「分子生物学への誘い」においても基礎的な実験や初歩的な講義を行なう必要がある。もちろん、選択授業では、生命現象がいかにより明らかにされてきたかという科学的な論理性を重視して、一方「分子生物学への誘い」では解明された事実の解説と切り口を変えてはいるものの、かなりの部分で重複することは避けられない。カリキュラムの流れからは、選択授業を2年生で、「分子生物学への誘い」を3年生で実施すれば、基礎的な実験や初歩的な講義は扱う必要がなく重複しない。その場合、3年生で実施する「分子生物学への誘い」はより発展的内容を取り込むことができるが、理科系中心の専門家育成プログラムとしての位置付となる。

- ② 生徒の経済的負担

今回用いた Bio-Rad 社の Explorer Kits や消耗品の費用などは、参加者負担として、年間 3500 円徴収した。この金額はこの分野の参加費用としては破格ではあるものの、いかに参加費用を抑えるかは検討課題である。Bio-Rad 社以外にも同様の Kit は販売されているが、価格的には大差はない。また Kit の内容を考えると、試薬や器具を買い揃える方法よりは、はるかに安く済む。しかし、今回用いた Kit は 32 名で1セットの販売のため、参加人数によって大きく変動する可能性がある。

- ③ 実施間隔

実習内容と日程表 p.75 の通り、実施日の間隔が大きく空いている。そのため、講義では、復習を繰り返しながら進める必要があった。また実験では、培養など実験を行なった翌日に次の処理や分析をしなければならないことが多く困難であった。今後、長期休暇中に集中的に実施する方法も検討する必要がある。

- ④ 他行事（他のプログラム）との重なり

③と大きく関係しているが、隔週ではなく連続的な休業日や長期休暇中に集中的に実施する場合、クラブ活動や塾・予備校、学校行事や他のプログラムとの関係で、どうしても日程が大きく隔たってしまった。さらに、クラブの対外的な試合では日程の調節が困難であるため、参加者数は安定しなかった。メンバーが流動的であると、連続的な

実験においては実施が不可能であり、そのため前もって欠席者の分を準備しておく必要があった。また当日の参加者によって班を再構成するなど、やりにくい場面も見られた。

このように、土曜日が休業日になったが、生徒の活動を見ている限り、かなり多忙である。ゆとりの時間や家族との時間が確保されていないことへの疑問も感じながらもスーパーサタデーを実施している。生徒側にしっかりと取捨選択させる必要があると思う。

5. 最後に

高二選択生物・PTA 公開講座（森中 2002）・スーパーサタデー「分子生物学への誘い」での実践を紹介したが、これらはいずれも多くの人たちのご支援をいただきようやく展開できている。ご支援、ご協力いただいた方々に心からお礼を申し上げたい。

費用的および時間的な問題のため、実施不可能であった分子生物学実習が、実費負担および希望者による土曜休業日の活用で現在展開ができており、また参加者にはある程度充実した内容であると評価してもらっている。しかし、そもそも遺伝子工学実習を高2の選択生物の授業に組み込んだ目的は、一般国民の基礎教養としての「分子生物学」の修得であった。よって目指すべき指針は、特定の希望者のためではなく、一般国民の基礎教養としての「分子生物学」の修得を目指すべきであり、そのためには、新指導要領のように選択生が少ない生物Ⅱに分子生物学を位置付けるのではなく、より多くの生徒が受講する理科総合に組み込むか、または新教科としての位置付けをするべきである。

本校で生徒に実施した授業内容に関するアンケートにおいても、最も興味関心を抱いた分野は遺伝・DNAである。さらに、生物系・農学系への進路希望者がこの分野の授業終了後に確実に増加するのも事実である。また、社会の流れとして分子生物学の基礎知識やそれに基づいた判断能力が求められている。遺伝子組換えとは、どのような操作で行われるのか、種とは何か、種を超えるとはどういうことなのか、など倫理的観点も含めて考えるきっかけとして、ぜひ今後も、講義による知識だけでなく、実習をともなった展開が必要であると考え。この分野の実習には、多くの困難さがあることは事実であるが、より容易に高校生物教育での実践が可能となるような教材開発をさらに今後も続けていきたいと思う。

さらに、高等学校での導入内容が、大学教育での重複では意味がなく、また、今日の生命科学の流れを踏まえて、高等学校生物教育を「分子生物学」を基軸にした体系的なカリキュラムの再構成を行うべき時期だと考える。そのためには、少なくとも高等学校と大学教員による協調的な組織化が必要であると考え。

詳細は <http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/morinaka/index.htm> を
ご参照いただき、ぜひ御意見をお寄せ下さいませ。(morinaka@cc.osaka-kyoiku.ac.jp)

【参考文献】

- 片倉啓雄 2001 バイオ実験のつぼ 第13回 核酸の電気泳動化学
化学 第56巻 第7号 化学同人 pp.42-45
- 国際高等研究所 2003 生物教育と市民の理解 変革する社会への対応を目指して
財団法人 国際高等研究所 高等研報告書 0322
- 田村隆明 1998 遺伝子工学実験ノート(上) 羊土社
- 松田仁志 1982 大腸菌からの DNA 抽出とその性質についての実験
新しい生物実験の開発 pp.161-162 大阪府高等学校生物教育研究会
- 森中敏行 2002 遺伝子工学実習の取り組み
大阪教育大学附属天王寺中高等学校研究集録 第44集 pp.87-102
- 吉本和夫 1994 簡便な高校生物分子遺伝学実習の開発(2)
— 大腸菌形質転換簡便法の開発過程を中心に —
大阪教育大学附属高等学校平野校舎研究紀要 第5号 pp.31-40
- 吉本和夫・倉光成紀 分子生物学体験実習 Ver.7-29
遺伝子操作(クローニング)を体験しよう
大阪大学大学院理学研究科, 大阪教育大学附属高等学校平野校舎

Summary:

In our school, each teacher sets up a class as practical use of the Saturday from 2002, and the students who wish to participate received the class.

The author has carried out the class called "invitation by molecular biology" focusing on the laboratory experiments on genetic engineering for high school first and second grader. Moreover, experiment in Osaka Kyoiku University was also performed as part of this class. In this paper, the contents carried out by "invitation by molecular biology" and, the handling by the high school and the University about the way that should be, moreover, the genetic engineering and the molecular biology of cooperation of a university is also considered through these practices.

MOPACでつくる分子モデル

－ 分子モデルのデータベース化 －

おか ひろ あき すぎ い のぶ お いのくち こう じ
岡 博 昭・杉 井 信 夫・井野口 弘 治

Molecular Compounds Using WinMOPAC :

OKA Hiroaki · SUGII Nobuo · INOBUCHI Koji

抄録：富士通 WinMOPAC を用いると、有機化合物の分子モデルを容易に作成することができる。
IBM ホームページ・ビルダーを用いると、WinMOPAC で作った分子モデルをデータベース化することができる。このデータベースをホームページにのせれば、生徒が容易に分子モデルを検索することができ、有機化合物や高分子化合物の学習に有効である。

キーワード：化学教育、有機化合物、分子モデルの検索、コンピュータ、WinMOPAC、ホームページ・ビルダー

I はじめに

本校研究集録「WinMOPAC を用いた分子モデルの教材開発（第1報）」－有機化合物の異性体を中心に－（2002年）、「WinMOPAC を用いた分子モデルの教材開発（第2報）」－糖類を中心に－（2002年）、「WinMOPAC を用いた分子モデルの教材開発（第3報）」－アミノ酸・ペプチドを中心に－（2002年）、「WinMOPAC を用いた分子モデルの教材開発（第4報）」－合成繊維を中心に－（2003年）、「WinMOPAC を用いた分子モデルの教材開発（第5報）」－合成樹脂を中心に－（2003年）において、高等学校化学で学習する有機化合物は、富士通 WinMOPAC を用いてほとんどすべて作成できることを報告した。

富士通 WinMOPAC を用いて作成した有機化合物は、異性体を含め 200 種類ほどになった。したがって、分子モデルを検索する手段が必要になった。そこで、これらの有機化合物を必要に応じて検索し、そのモデルや性質などを調べることができる教材の作成を検討した。その結果、IBM ホームページ・ビルダーを用いると、比較的簡単にデータベース化できることがわかったので、それについて報告する。

使用したコンピュータは、ソニーバイオ（Pentium III プロセッサ 733MHz、メインメモリ 384MB）である。使用したソフトは、富士通 WinMOPAC3.0 と IBM ホームペ

ージビルダー7である。

II データベースの構成

異性体を含め 175 種類の有機化合物を、物質名、官能基、化学式の3種類の方法で検索できるように設計した。トップページから各サブページへのリンクは、次の図の通りである。



Ⅲ ページの作成

各ページの構成について述べる。

(1) トップページ

トップページは、次のような構成にした。物質名検索を material.htm に、官能基検索を functional group.htm に、化学式検索を chemical formula.htm にリンクした。

有機化合物データベース

1 物質名検索

2 官能基検索

3 化学式検索

(2) 物質名検索のページ

物質名検索では、アイウエオ順に物質名を並べ、化学式または単量体の化学式も示した。それぞれの物質名を、その物質の分子モデルと簡単な物性を記したページにリンクした。

物質名検索

	物質名	化学式または単量体
ア行	アクリル酸	$\text{CH}_2=\text{CH}\cdot\text{COOH}$
	アクリロニトリル・ブタジエンゴムNBR	$\text{CH}_2=\text{CHCN}+\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
	アジピン酸	$\text{HOOC}\cdot(\text{CH}_2)_4\cdot\text{COOH}$
	アスパラギン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{CO}\cdot\text{NH}_2)\cdot\text{COOH}$
	アスパラギン酸	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{COOH})\cdot\text{COOH}$
	アセチルサリチル酸	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{O}\cdot\text{COCH}_3)\text{COOH}$
	アセチレン	C_2H_2
	アセトアルデヒド	$\text{CH}_3\cdot\text{CHO}$
	アセトン	$\text{CH}_3\cdot\text{CO}\cdot\text{CH}_3$
	アニリン	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$
	アラニン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_3)\cdot\text{COOH}$
	アルギニン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{NH}\cdot\text{C}(\text{NH}_2)=\text{NH})\cdot\text{COOH}$
	安息香酸	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
	アントラセン	$\text{C}_{14}\text{H}_{10}$
	イソロイシン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}\{\text{CH}(\text{CH}_3)\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_3\}\cdot\text{COOH}$
	陰イオン交換樹脂	$\text{R}\cdot\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Cl}^-$

	エタノール	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$
	エタン	C_2H_6
	エチルメチルエーテル	$\text{CH}_3\text{-O-C}_2\text{H}_5$
	エチレン	C_2H_4
	エチレングリコール	$\text{HO-(CH}_2)_2\text{-OH}$
	オクタン	C_8H_{18}
	オレイン酸	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{-OH}$
カ行	ガラクトース	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
	ギ酸	H-COOH
	キシレン	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$
	グリシン	$\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COOH}$
	グリセリン	$\text{HO-CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_2\text{-OH}$
	グルコース (ブドウ糖)	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
	グルタチオン	$\text{H}_2\text{N-CH(COOH)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-NH-CH(CH}_2\text{-SH)-CO-NH-CH}_2\text{-COOH}$
	グルタミン	$\text{H}_2\text{N-CH(CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-NH}_2\text{)-COOH}$
	グルタミン酸	$\text{H}_2\text{N-CH(CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH)-COOH}$
	クレゾール	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)\text{OH}$
	クロロブレンゴムCR	$\text{H}_2\text{C=CCl-CH=CH}_2$
	クロロベンゼン	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$
サ行	酢酸	$\text{CH}_3\text{-COOH}$
	酢酸イソアミル	$\text{CH}_3\text{-CO-O-C}_5\text{H}_{11}$
	酢酸エチル	$\text{CH}_3\text{-CO-O-C}_2\text{H}_5$
	酢酸オクチル	$\text{CH}_3\text{-CO-O-C}_8\text{H}_{17}$
	サリチル酸	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$
	サリチル酸メチル	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CO-OCH}_3$
	ジエチルエーテル	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5$
	シクロヘキサン	C_6H_{12}
	シクロセキセン	C_6H_{10}
	シクロペンタン	C_5H_{10}
	シクロペンテン	C_5H_8
	システイン	$\text{H}_2\text{N-CH(CH}_2\text{-SH)-COOH}$
	ジメチルエーテル	$\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$
	シュウ酸	HOOC-COOH
	酒石酸	$\text{HOOC-CH(OH)-CH(OH)-COOH}$
	シリコーンゴムQ	$(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$
	シリコーン樹脂	$(\text{CH}_3)_{4-n}\text{SiCl}_n \text{ (} n=1, 2, 3 \text{)}$
	スクロース (ショ糖)	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
	スチレン	$\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_3$
	スチレンブタジエンゴムSBR	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2\text{+CH}_2\text{=CH-CH=CH}_2$

	プロピオン酸	$\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$
	プロピレン (プロペン)	C_3H_6
	プロピン	C_3H_4
	プロリン	$\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_2\text{N}$
	フェニルアラニン	$\text{H}_2\text{N} \cdot \text{CH}(\text{CH}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_5) \cdot \text{COOH}$
	フェノール	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
	フェノール樹脂	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{HCHO}$
	ヘキサン	C_6H_{14}
	ヘプタン	C_7H_{16}
	ベンズアルデヒド	$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CHO}$
	ベンゼン	C_6H_6
	ベンゼンスルホン酸	$\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H}$
	ペンタノール	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$
	ペンタン	C_5H_{12}
	ポリアクリロニトリル	$[\text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{CN})]_n$
	ポリイソプレン	$\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3) \cdot \text{CH}=\text{CH}_2$
	ポリエチレン	$[\text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2]_n$
	ポリエチレンテレフタレート	$\text{HO} \cdot [\text{CO} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CO} \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{O}]_n \cdot \text{H}$
	ポリ塩化ビニリデン	$[\text{CH}_2 \cdot \text{C}(\text{Cl})_2]_n$
	ポリ塩化ビニル	$[\text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{Cl})]_n$
	ポリ酢酸ビニル	$[\text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{OCOCH}_3)]_n$
	ポリスチレン	$[\text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)]_n$
	ポリプロピレン	$[\text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{CH}_3)]_n$
	ホルムアルデヒド	$\text{H} \cdot \text{CHO}$
マ行	マルトース (麦芽糖)	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
	マレイン酸	$\text{HOOC} \cdot \text{CH}=\text{CH} \cdot \text{COOH}$
	メタクリル酸	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3) \cdot \text{COOH}$
	メタクリル樹脂 (アクリル樹脂)	$[\text{CH}_2 \cdot \text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)]_n$
	メタノール	$\text{CH}_3 \cdot \text{OH}$
	メタン	CH_4
	メチオニン	$\text{H}_2\text{N} \cdot \text{CH}(\text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{S} \cdot \text{CH}_3) \cdot \text{COOH}$
	メチルオレンジ	$(\text{CH}_3)_2\text{N} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{N}=\text{N} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{SO}_3\text{Na}$
	メチルレッド	$(\text{CH}_3)_2\text{N} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{N}=\text{N} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{COOH}$
	メラミン樹脂	$\text{C}_3\text{N}_3(\text{NH}_2)_3 + \text{HCHO}$
ヤ行	陽イオン交換樹脂	$\text{R} \cdot \text{SO}_3^- \text{Na}^+$
ラ行	酪酸エチル	$\text{C}_3\text{H}_7 \cdot \text{CO} \cdot \text{O} \cdot \text{C}_2\text{H}_5$
	ラクトース (乳糖)	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
	リシン	$\text{H}_2\text{N} \cdot \text{CH}(\text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$
	リノール酸	$\text{C}_{17}\text{H}_{31} \cdot \text{COOH}$

リノレン酸	$C_{17}H_{29}\cdot COOH$
リンゴ酸	$HOOC\cdot CH(OH)\cdot CH_2\cdot COOH$
ロイシン	$H_2N\cdot CH\{CH_2\cdot CH(CH_3)\cdot CH_3\}\cdot COOH$

(3) 官能基検索のページ

官能基検索では、下に示したように、有機化合物を 18 のグループに分類した。これらを①～⑱に示すページにリンクした。

官能基検索

1	飽和炭化水素
2	不飽和炭化水素
3	アルコール
4	エーテル
5	アルデヒド
6	ケトン
7	カルボン酸
8	エステル
9	芳香族炭化水素
10	フェノール類
11	芳香族カルボン酸
12	芳香族窒素化合物
13	糖類
14	アミノ酸
15	ペプチド
16	合成繊維
17	合成樹脂
18	合成ゴム

① 飽和炭化水素

飽和炭化水素は次の通りである。ブタンには 2 種類、ペンタンには 3 種類、ヘキサンには 5 種類、ヘプタンには 9 種類、オクタンには 18 種類の構造異性体が存在する。構造異性体の分子モデルもすべて作成した。

これらの物質名を、それぞれの分子モデルと簡単な物性を記したページにリンクした。

飽和炭化水素

物質名	分子式
メタン	CH_4

エタン	C_2H_6
プロパン	C_3H_8
ブタン	C_4H_{10}
ペンタン	C_5H_{12}
ヘキサン	C_6H_{14}
ヘプタン	C_7H_{16}
オクタン	C_8H_{18}
シクロペンタン	C_5H_{10}
シクロヘキサン	C_6H_{12}

② 不飽和炭化水素

不飽和炭化水素は次の通りである。ブテンには4種類の構造異性体と幾何異性体が、ブチンには2種類の構造異性体が存在する。

不飽和炭化水素

物質名	分子式
エチレン (エテン)	C_2H_4
プロピレン (プロペン)	C_3H_6
ブテン	C_4H_8
シクロペンテン	C_5H_8
シクロセキセン	C_6H_{10}
アセチレン (エチン)	C_2H_2
プロピン	C_3H_4
ブチン	C_4H_6

③ アルコール

アルコールは次の通りである。プロパノールには2種類、ブタノールには4種類、ペンタノールには8種類の構造異性体のアルコールが存在する。

アルコール

物質名	分子式
メタノール (メチルアルコール)	CH_3O
エタノール (エチルアルコール)	C_2H_5O
プロパノール (プロピルアルコール)	C_3H_7O
ブタノール (ブチルアルコール)	C_4H_9O
ペンタノール (アミルアルコール)	$C_5H_{11}O$
エチレングリコール	$C_2H_6O_2$

グリセリン	$C_3H_8O_3$
-------	-------------

④ エーテル

エーテルは3種類作成した。高等学校の化学で扱うエーテルの種類は少ない。実験で使うのはジエチルエーテルだけである。

エーテル

物質名	示性式
ジメチルエーテル	$CH_3 \cdot O \cdot CH_3$
エチルメチルエーテル	$CH_3 \cdot O \cdot C_2H_5$
ジエチルエーテル	$C_2H_5 \cdot O \cdot C_2H_5$

⑤ アルデヒド

アルデヒドも3種類作成した。高等学校の化学で扱うアルデヒドの種類も少ない。実験ではホルムアルデヒドとアセトアルデヒドを使う。

アルデヒド

物質名	示性式
ホルムアルデヒド	$H \cdot CHO$
アセトアルデヒド	$CH_3 \cdot CHO$
ベンズアルデヒド	$C_6H_5 \cdot CHO$

⑥ ケトン

高等学校の化学で扱うケトンは1種類しかない。

ケトン

物質名	示性式
アセトン	$CH_3 \cdot CO \cdot CH_3$

⑦ カルボン酸

カルボン酸は次の通りである。乳酸とリンゴ酸には、それぞれ不斉炭素原子が1個ずつあり、D型とL型の光学異性体が存在する。また、酒石酸には2個の不斉炭素原子があり、D型とL型以外にメソ-酒石酸が存在する。

カルボン酸

物質名	示性式
ギ酸	$\text{H}\cdot\text{COOH}$
酢酸	$\text{CH}_3\cdot\text{COOH}$
プロピオン酸	$\text{CH}_3\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$
アクリル酸	$\text{CH}_2=\text{CH}\cdot\text{COOH}$
メタクリル酸	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\cdot\text{COOH}$
パルミチン酸	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\cdot\text{COOH}$
ステアリン酸	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\cdot\text{COOH}$
オレイン酸	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\cdot\text{COOH}$
リノール酸	$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\cdot\text{COOH}$
リノレン酸	$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\cdot\text{COOH}$
シュウ酸	$\text{HOOC}\cdot\text{COOH}$
マレイン酸	$\text{HOOC}\cdot\text{CH}=\text{CH}\cdot\text{COOH}$
フマル酸	$\text{HOOC}\cdot\text{CH}=\text{CH}\cdot\text{COOH}$
アジピン酸	$\text{HOOC}\cdot(\text{CH}_2)_4\cdot\text{COOH}$
乳酸	$\text{CH}_3\cdot\text{CH}(\text{OH})\cdot\text{COOH}$
リンゴ酸	$\text{HOOC}\cdot\text{CH}(\text{OH})\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$
酒石酸	$\text{HOOC}\cdot\text{CH}(\text{OH})\cdot\text{CH}(\text{OH})\cdot\text{COOH}$

⑧ エステル

エステルは4種類作成した。最もよく使うのは酢酸エチルである。

エステル

物質名	示性式
酢酸エチル	$\text{CH}_3\cdot\text{CO}\cdot\text{O}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$
酢酸イソアミル	$\text{CH}_3\cdot\text{CO}\cdot\text{O}\cdot\text{C}_5\text{H}_{11}$
酢酸オクチル	$\text{CH}_3\cdot\text{CO}\cdot\text{O}\cdot\text{C}_8\text{H}_{17}$
酪酸エチル	$\text{C}_3\text{H}_7\cdot\text{CO}\cdot\text{O}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$

⑨ 芳香族炭化水素

芳香族炭化水素は次の通りである。キシレンとニトロトルエンには *o*-, *m*-, *p*-の3種類の異性体が存在する。また、2, 4, 6-トリニトロトルエンもニトロトルエンのページに入れた。

芳香族炭化水素

物質名	示性式
ベンゼン	C_6H_6

ナフタレン	$C_{10}H_8$
アントラセン	$C_{14}H_{10}$
トルエン	$C_6H_5CH_3$
スチレン	$C_6H_5C_2H_3$
キシレン	$C_6H_4(CH_3)_2$
クロロベンゼン	C_6H_5Cl
ニトロベンゼン	$C_6H_5NO_2$
ニトロトルエン	$C_6H_4(CH_3)NO_2$
ベンゼンスルホン酸	$C_6H_5SO_3H$

⑩ フェノール類

フェノール類は次の通りである。クレゾールには *o*-、*m*-、*p*-の3種類、ナフトールには1-, 2-の2種類の異性体が存在する。

フェノール類

物質名	示性式
フェノール	C_6H_5OH
クレゾール	$C_6H_4(CH_3)OH$
ナフトール	$C_{10}H_7OH$
トリブロモフェノール	$C_6H_2Br_3(OH)$
ピクリン酸	$C_6H_2(OH)(NO_2)_3$

⑪ 芳香族カルボン酸

芳香族カルボン酸は次の通りである。フタル酸には *o*-、*m*-、*p*-の3種類の異性体が存在する。

芳香族カルボン酸

物質名	示性式
安息香酸	C_6H_5COOH
フタル酸	$C_6H_4(COOH)_2$
サリチル酸	$C_6H_4(OH)COOH$
アセチルサリチル酸	$C_6H_4(O\cdot COCH_3)COOH$
サリチル酸メチル	$C_6H_4(OH)CO\cdot OCH_3$

⑫ 芳香族窒素化合物

芳香族窒素化合物は次の通りである。ニトロベンゼン、ニトロトルエンは、芳香族炭化水素と重複している。

芳香族窒素化合物

物質名	示性式
ニトロベンゼン	$C_6H_5NO_2$
ニトロトルエン	$C_6H_4(CH_3)NO_2$
ピクリン酸	$C_6H_2(OH)(NO_2)_3$
アニリン	$C_6H_5NH_2$
<i>p</i> -ヒドロキシアゾベンゼン	$C_6H_5 \cdot N=N \cdot C_6H_4 \cdot OH$
メチルオレンジ	$(CH_3)_2N \cdot C_6H_4 \cdot N=N \cdot C_6H_4 \cdot SO_3Na$
メチルレッド	$(CH_3)_2N \cdot C_6H_4 \cdot N=N \cdot C_6H_4 \cdot COOH$

⑬ 糖類

糖類は次の通りである。単糖類のグルコース、フルクトース、ガラクトースには、それぞれ α 型と β 型の立体異性体が存在する。

糖類

物質名	分子式
グルコース (ブドウ糖)	$C_6H_{12}O_6$
フルクトース (果糖)	$C_6H_{12}O_6$
ガラクトース	$C_6H_{12}O_6$
マルトース (麦芽糖)	$C_{12}H_{22}O_{11}$
スクロース (ショ糖)	$C_{12}H_{22}O_{11}$
ラクトース (乳糖)	$C_{12}H_{22}O_{11}$
セロビオース	$C_{12}H_{22}O_{11}$
デンプン	$(C_6H_{10}O_5)_n$
セルロース	$(C_6H_{10}O_5)_n$
トリニトロセルロース	$\{C_6H_7O_2(ONO_2)_3\}_n$

⑭ アミノ酸

アミノ酸は次の通りである。グリシン以外のアミノ酸には、不斉炭素原子があり、それぞれD型とL型の光学異性体が存在する。

アミノ酸

物質名	示性式
グリシン	$H_2N \cdot CH_2 \cdot COOH$
アラニン	$H_2N \cdot CH(CH_3) \cdot COOH$

セリン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{OH})\cdot\text{COOH}$
システイン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{SH})\cdot\text{COOH}$
メチオニン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{S}\cdot\text{CH}_3)\cdot\text{COOH}$
グルタミン酸	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH})\cdot\text{COOH}$
リシン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{NH}_2)\cdot\text{COOH}$
フェニルアラニン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{C}_6\text{H}_5)\cdot\text{COOH}$
チロシン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{C}_6\text{H}_4\text{OH})\cdot\text{COOH}$
アスパラギン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{CO}\cdot\text{NH}_2)\cdot\text{COOH}$
アスパラギン酸	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{COOH})\cdot\text{COOH}$
アルギニン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}\{\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{NH}\cdot\text{C}(\text{NH}_2)=\text{NH}\}\cdot\text{COOH}$
イソロイシン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}\{\text{CH}(\text{CH}_3)\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_3\}\cdot\text{COOH}$
グルタミン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CO}\cdot\text{NH}_2)\cdot\text{COOH}$
トリプトファン	$\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_2$ (分子式)
トレオニン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}\{\text{CH}(\text{OH})\cdot\text{CH}_3\}\cdot\text{COOH}$
バリン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}\{\text{CH}(\text{CH}_3)\cdot\text{CH}_3\}\cdot\text{COOH}$
ヒスチジン	$\text{C}_6\text{H}_9\text{N}_3\text{O}_2$ (分子式)
プロリン	$\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_2\text{N}$ (分子式)
ロイシン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}\{\text{CH}_2\cdot\text{CH}(\text{CH}_3)\cdot\text{CH}_3\}\cdot\text{COOH}$

⑮ ペプチド

ペプチドは、アミノ酸が3個アミド結合したトリペプチドのグルタチオンを作成した。

ペプチド

物質名	示性式
グルタチオン	$\text{H}_2\text{N}\cdot\text{CH}(\text{COOH})\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CO}\cdot\text{NH}\cdot\text{CH}(\text{CH}_2\cdot\text{SH})\cdot\text{CO}\cdot\text{NH}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$

⑯ 合成繊維

合成繊維は次の通りである。ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ酢酸ビニル、ポリアクリロニトリルには、アイソタクチック構造とシンジオタクチック構造などがある。

合成繊維

物質名	示性式
6, 6-ナイロン	$\text{HO}\cdot\{\text{CO}\cdot(\text{CH}_2)_4\cdot\text{CO}\cdot\text{NH}\cdot(\text{CH}_2)_6\cdot\text{NH}\}_n\cdot\text{H}$
6-ナイロン	$\text{H}\cdot\{\text{NH}\cdot(\text{CH}_2)_5\cdot\text{CO}\}_n\cdot\text{OH}$
ポリエチレンテレフタレート	$\text{HO}\cdot\{\text{CO}\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{CO}\cdot\text{O}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{O}\}_n\cdot\text{H}$
ポリエチレン	$[\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2]_n$
ポリプロピレン	$[\text{CH}_2\cdot\text{CH}(\text{CH}_3)]_n$

ポリ塩化ビニル	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{Cl})-]_n$
ポリ酢酸ビニル	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OCOCH}_3)-]_n$
ポリアクリロニトリル	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CN})-]_n$
ビニロン	$\cdots\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\cdots$ $\qquad\qquad\qquad \qquad\qquad $ $\qquad\qquad\qquad \text{O}-\text{CH}_2-\text{O}$

⑩ 合成樹脂

合成樹脂は次の通りである。ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ酢酸ビニルは合成繊維と重複している。ポリスチレン、メタクリル樹脂には、アイソタクチック構造とシンジオタクチック構造などがある。

合成樹脂

物質名	示性式または単量体
ポリエチレン	$[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$
ポリプロピレン	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-]_n$
ポリスチレン	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-]_n$
ポリ塩化ビニル	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{Cl})-]_n$
ポリ塩化ビニリデン	$[-\text{CH}_2-\text{C}(\text{Cl})_2-]_n$
ポリ酢酸ビニル	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OCOCH}_3)-]_n$
メタクリル樹脂 (アクリル樹脂)	$[-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)-]_n$
フッ素樹脂	$[-\text{CF}_2-\text{CF}_2-]_n$
フェノール樹脂	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{HCHO}$
尿素樹脂	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{HCHO}$
メラミン樹脂	$\text{C}_3\text{N}_3(\text{NH}_2)_3 + \text{HCHO}$
シリコン樹脂	$(\text{CH}_3)_{3-n}\text{SiCl}_n \quad (n=1, 2, 3)$
陽イオン交換樹脂	$\text{R}\cdot\text{SO}_3^-\text{Na}^+$
陰イオン交換樹脂	$\text{R}\cdot\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Cl}^-$

⑪ 合成ゴム

合成ゴムは次の通りである。ポリイソプレンには、シス型とトランス型がある。トランス型のポリイソプレンはグタペルカとよばれている。

合成ゴム

物質名	単量体
ポリイソプレン	$\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$
ブタジエンゴムBR	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$

クロロブレンゴムCR	$H_2C=CCl \cdot CH=CH_2$
スチレン・ブタジエンゴムSBR	$C_6H_5 \cdot CH=CH_2 + CH_2=CH \cdot CH=CH_2$
アクリロニトリル・ブタジエンゴムNBR	$CH_2=CHCN + CH_2=CH \cdot CH=CH_2$
フッ素ゴムFKM	$CH_2=CF_2 + CF_2=CF \cdot CF_2$
シリコーンゴムQ	$(CH_3)_2SiCl_2$

(4) 化学式検索のページ

化学式検索では、炭素数で分類した。また、同一炭素数の化合物は、水素数の順に配列した。また、化学式だけではなく、物質名も記した。それぞれの化学式を、その物質の分子モデルと簡単な物性を記したページにリンクした。

化学式検索

	化学式	示性式
1	CH_2O CH_2O_2 CH_4 CH_4O	ホルムアルデヒド ギ酸 メタン メタノール
2	C_2H_2 $C_2H_2O_4$ C_2H_4 $C_2H_4O_2$ C_2H_4O $C_2H_5O_2N$ C_2H_6 C_2H_6O C_2H_6O C_2H_6O $C_2H_6O_2$	アセチレン シュウ酸 エチレン 酢酸 アセトアルデヒド グリシン エタン エタノール ジメチルエーテル エチレングリコール
3	C_3H_4 $C_3H_4O_2$ C_3H_6 C_3H_6O $C_3H_6O_2$ $C_3H_6O_3$ $C_3H_7O_2N$ $C_3H_7O_2NS$ $C_3H_7O_3N$ C_3H_8 C_3H_8O	プロピン アクリル酸 プロピレン (プロペン) アセトン プロピオン酸 乳酸 アラニン システイン セリン プロパン エチルメチルエーテル

	C_3H_8O	プロパノール
	$C_3H_8O_3$	グリセリン
4	$C_4H_4O_4$	フマル酸
	$C_4H_4O_3$	マレイン酸
	C_4H_6	ブチン
	$C_4H_6O_2$	メタクリル酸
	$C_4H_6O_5$	リンゴ酸
	$C_4H_6O_6$	酒石酸
	$C_4H_7O_3N$	アスパラギン酸
	C_4H_8	ブテン
	$C_4H_8O_2$	酢酸エチル
	$C_4H_8O_3N_2$	アスパラギン
	$C_4H_9O_3N$	トレオニン
	C_4H_{10}	ブタン
	$C_4H_{10}O$	ジエチルエーテル
	$C_4H_{10}O$	ブタノール
5	C_5H_8	シクロペンテン
	$C_5H_9O_2N$	プロリン
	$C_5H_9O_3N$	グルタミン酸
	C_5H_{10}	シクロペンタン
	$C_5H_{10}O_3N_2$	グルタミン
	$C_5H_{11}O_2N$	パリン
	$C_5H_{11}O_2NS$	メチオニン
	C_5H_{12}	ペンタン
	$C_5H_{12}O$	ペンタノール
	$C_5H_{12}O_2$	酪酸エチル
6	$C_6H_3OBr_3$	2, 4, 6-トリブロモフェノール
	$C_6H_3O_7N_3$	ピクリン酸
	$C_6H_5O_2N$	ニトロベンゼン
	C_6H_5Cl	クロロベンゼン
	C_6H_6	ベンゼン
	C_6H_6O	フェノール
	$C_6H_6O_3S$	ベンゼンスルホン酸
	C_6H_7N	アニリン
	$C_6H_9O_2N_3$	ヒスチジン
	C_6H_{10}	シクロヘキセン
	$C_6H_{10}O_4$	アジピン酸
	C_6H_{12}	シクロヘキサン
	$C_6H_{12}O_6$	グルコース (ブドウ糖)

	$C_6H_{12}O_6$ $C_6H_{12}O_6$ $C_6H_{13}O_2$ $C_6H_{13}O_2N$ C_6H_{14} $C_6H_{14}O_2N_2$ $C_6H_{14}O_2N_4$	ガラクトース フルクトース (果糖) イソロイシン ロイシン ヘキサン リシン アルギニン
7	$C_7H_5O_6N_3$ C_7H_6O $C_7H_6O_2$ $C_7H_6O_3$ $C_7H_7O_2N$ C_7H_8 C_7H_8O $C_7H_{14}O_2$ C_7H_{16}	2, 4, 6-トリニトロトルエン ベンズアルデヒド 安息香酸 サリチル酸 ニトロトルエン トルエン クレゾール 酢酸イソアミル ヘプタン
8	$C_8H_6O_4$ C_8H_8 $C_8H_8O_3$ C_8H_{10} C_8H_{18}	フタル酸 スチレン サリチル酸メチル キシレン オクタン
9	$C_9H_8O_4$ $C_9H_{11}O_2N$ $C_9H_{11}O_3$	アセチルサリチル酸 フェニルアラニン チロシン
10	$C_{10}H_8$ $C_{10}H_8O$ $C_{10}H_{17}O_6N_3S$ $C_{10}H_{19}O_2$	ナфтаレン ナフトール グルタチオン 酢酸オクチル
11	$C_{11}H_{12}O_2N_2$	トリプトファン
12	$C_{12}H_{10}ON_2$ $C_{12}H_{22}O_{11}$ $C_{12}H_{22}O_{11}$ $C_{12}H_{22}O_{11}$ $C_{12}H_{22}O_{11}$	<i>p</i> -ヒドロキシアゾベンゼン スクロース (ショ糖) セロビオース マルトース ラクトース
14	$C_{14}O_{10}$ $C_{14}H_{14}O_3N_3Na$	アントラセン メチルオレンジ
15	$C_{15}H_{15}O_2N_3$	メチルレッド
16	$C_{16}H_{32}O_2$	パルミチン酸
17	$C_{17}H_{34}O$	オレイン酸

18	$C_{18}H_{36}O_2$	リノレン酸
	$C_{18}H_{32}O_2$	リノール酸
	$C_{18}H_{38}O_2$	ステアリン酸
n	$CH_2=CHCN+CH_2=CH\cdot CH=CH_2$ アクリロニトリル・ブタジエンゴムNBR $R\cdot N^+(CH_3)_3Cl^-$ 陰イオン交換樹脂 $H_2C=CCl\cdot CH=CH_2$ クロロブレンゴムCR $(CH_3)_2SiCl_2$ シリコーンゴムQ $(CH_3)_{3-n}SiCl_n$ ($n=1, 2, 3$) シリコーン樹脂 $C_6H_5\cdot CH=CH_2+CH_2=CH\cdot CH=CH_2$ スチレンブタジエンゴムSBR $(C_6H_{10}O_5)_n$ セルロース $\{C_6H_7O_2(ONO_2)_3\}_n$ トリニトロセルロース $(C_6H_{10}O_5)_n$ デンプン $H\cdot [NH\cdot (CH_2)_5\cdot CO]_n\cdot OH$ 6-ナイロン $HO\cdot [CO\cdot (CH_2)_5\cdot CO\cdot NH\cdot (CH_2)_6\cdot NH]_n\cdot H$ 6, 6-ナイロン $CO(NH_2)_2+HCHO$ 尿素樹脂 $\cdots CH_2\cdot CH(OH)\cdot CH_2\cdot CH\cdot CH_2\cdot CH\cdots$ <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \quad \\ O-CH_2-O \end{array}$ </div> ビニロン $H_2C=CH\cdot CH=CH_2$ ブタジエンゴムBR $CH_2=CF_2+CF_2=CF\cdot CF_2$ フッ素ゴムFKM $[CF_2\cdot CF_2]_n$ フッ素樹脂 $C_6H_5OH+HCHO$ フェノール樹脂 $[CH_2\cdot CH(CN)]_n$ ポリアクリロニトリル $H_2C=CCH_3\cdot CH=CH_2$ ポリイソブレン $[CH_2\cdot CH_2]_n$ ポリエチレン $HO\cdot [CO\cdot C_6H_4\cdot CO\cdot O\cdot CH_2\cdot CH_2\cdot O]_n\cdot H$ ポリエチレンテレフタレート $[CH_2\cdot C(Cl)_2]_n$ ポリ塩化ビニリデン $[CH_2\cdot CH(Cl)]_n$ ポリ塩化ビニル $[CH_2\cdot CH(OCOCH_3)]_n$ ポリ酢酸ビニル $[CH_2\cdot CH(C_6H_5)]_n$ ポリスチレン $[CH_2\cdot CH(CH_3)]_n$ ポリプロピレン $[CH_2\cdot C(CH_3)(COOCH_3)]_n$ メタクリル樹脂 (アクリル樹脂) $C_3N_3(NH_2)_3+HCHO$ メラミン樹脂 $R\cdot SO_3^-Na^+$ 陽イオン交換樹脂	

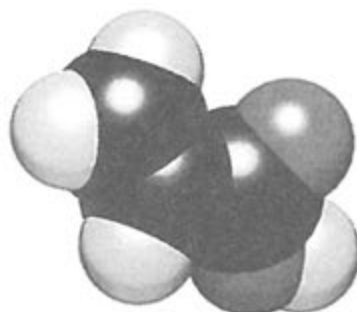
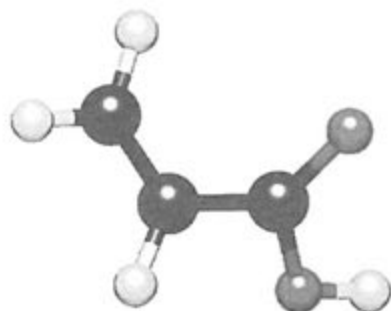
IV 検索例

物質名検索、官能基検索、化学式検索の具体的な手順とページの画面を紹介する。

(1) 物質名検索

物質名検索では、次のような操作になる。

[start.htm](#) をクリック → [1 物質名検索](#) をクリック → [アクリル酸](#) をクリック



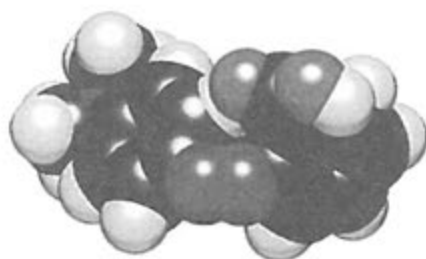
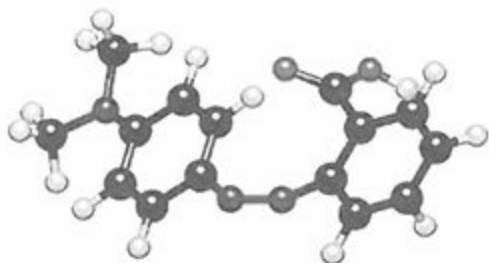
融点 13℃、沸点 141℃、比重 1.0511 (22℃)

水に可溶の刺激臭をもつ液体

(2) 官能基検索

官能基検索では、次のような操作になる。

[start.htm](#) をクリック → [2 官能基検索](#) をクリック → [12 芳香族窒素化合物](#) をクリック → [メチルレッド](#) をクリック



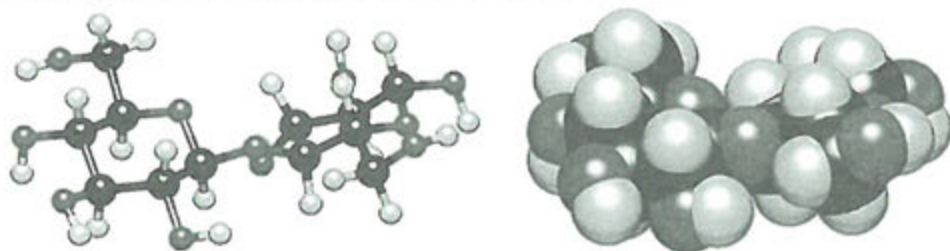
暗紫色の結晶、融点 183℃、水に不溶。

酸塩基の指示薬として用いられる。変色域 pH4.4~6.2 で酸性で赤色、塩基性では黄色になる。

(3) 化学式検索

化学式検索では、次のような操作になる。

[start.htm](#) をクリック → [3 化学式検索](#) をクリック → C₁₂H₂₂O₁₁ (セロビオース) をクリック



融点 225°C (β 型), 水に可溶, 甘みはない, 還元糖である。
希酸で加水分解され, 2分子の β -グルコースを生じる。

V おわりに

WinMOPAC を使って多くの分子モデルを作成したが, 教材として利用するには整理を行う必要があった。そこで, 本研究をはじめることになった訳であるが, インターネットを使って生徒が自由に利用できるものを目指してデータベース化を行った。

すでに 2001 年度の科学技術振興事業団がデジタル教材として「有機分子モデルデータベース」を作成している。この 3D 表現による有機分子モデルデータベースの完成度と比較すると, まったく足下にも及ばないものではあるが, 自作であるということだけが自慢である。また, 自作であるが故に, これから先, 発展させていくことも可能である。

この有機化合物データベースは, 生徒が使える環境になっていないので, 今のところ評価はできない。次年度, 筆者のホームページに掲載し, 生徒が自由に使えるようにした上で, 評価を行いたい。

summary:

When using Fujitsu WinMOPAC, the molecule model of the organic compounds can be made easily. When using IBM Homepage-Builder, the molecule model made by WinMOPAC can be made a data base. If this data base is put on the homepage, a student can look up a molecule model easily, and effective in learning of the organic compounds and the polymer compounds.

インターネット授業

－ 高Ⅲ、高Ⅱ化学を中心に －

おか ひろ あき すぎ い のぶ お いのぐち こう じ
岡 博 昭・杉 井 信 夫・井野口 弘 治

Internet Classes:

OKA Hiroaki · SUGII Nobuo · INOGUCHI Koji

抄録：本校の化学の授業は、実験を中心に展開している。そのために解説の時間が十分に確保できない。そこで、インターネットを利用して授業を公開すると、生徒の家庭学習の支援になるのではないかと考えた。

キーワード：化学教育、コンピュータ、インターネット、家庭学習

I はじめに

茨城県取手市にある私立江戸川学園取手中・高等学校では、ITを活用した教育の推進を実践している。具体的には、ホームページ上で「ネット課外」「ネット授業」などの学習システムに力を入れている。江戸取がホームページを立ち上げたのは1997年4月、「ネット課題」は2000年4月、「ネット授業」は2003年4月からスタートさせている。これらのページのコンテンツは、すべて教員の手作りである。

本校は、2000年度に「次世代ITを活用した未来型教育研究開発事業」実施校の指定を受け研究を進めた。また、2002年度から「週5日制における学びのかたち」をテーマに研究を続けている。

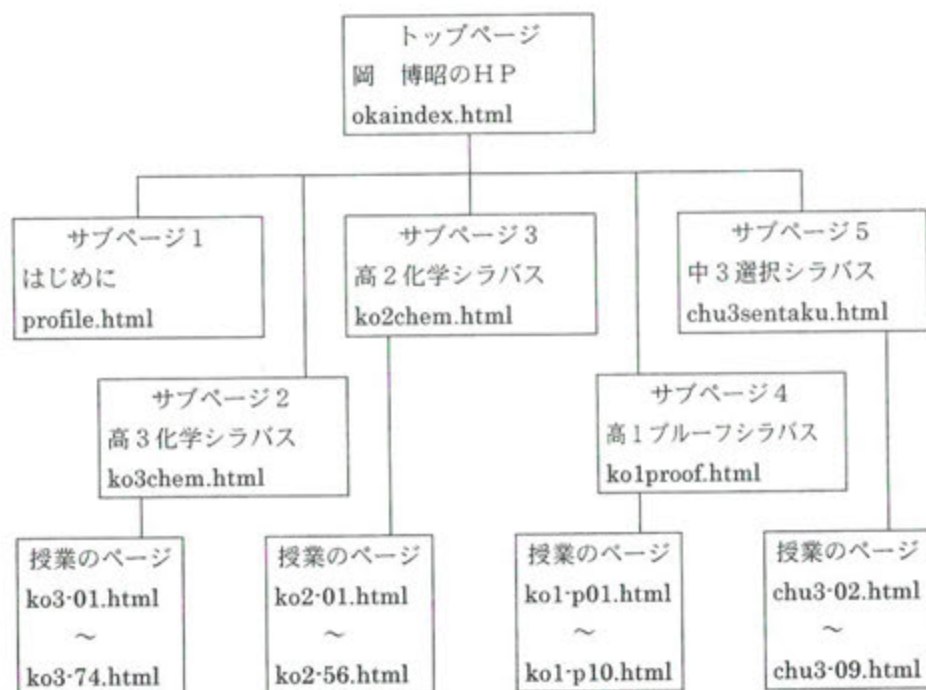
筆者は、週5日制における授業確保とITの活用という観点から、インターネット授業の実践を考えた。本校では高Ⅱ、高Ⅲの化学の授業は、生徒実験を中心に展開している。そのため、解説の時間が十分確保できず、レポートの作成でそれを補ってきた。そこで、インターネットを利用して授業を公開すると、生徒の家庭学習の支援になるのではないかと考えた。

ホームページを作成したことがなかったが、ホームページ作成ソフトを使えば簡単にできることがわかり、2003年4月から、すべての授業をホームページ上に公開した。また、12月に生徒がどの程度インターネット授業を活用しているか調査したので、それについても報告する。なお、使用したコンピュータは、ソニーバイオ（PentiumⅢプロセッサ

733MHz, メインメモリー384MB) である。使用したソフトは, IBM ホームページビルダー7である。

II ページの構成

筆者のページを次のように作成し, 本校のホームページにリンクした。



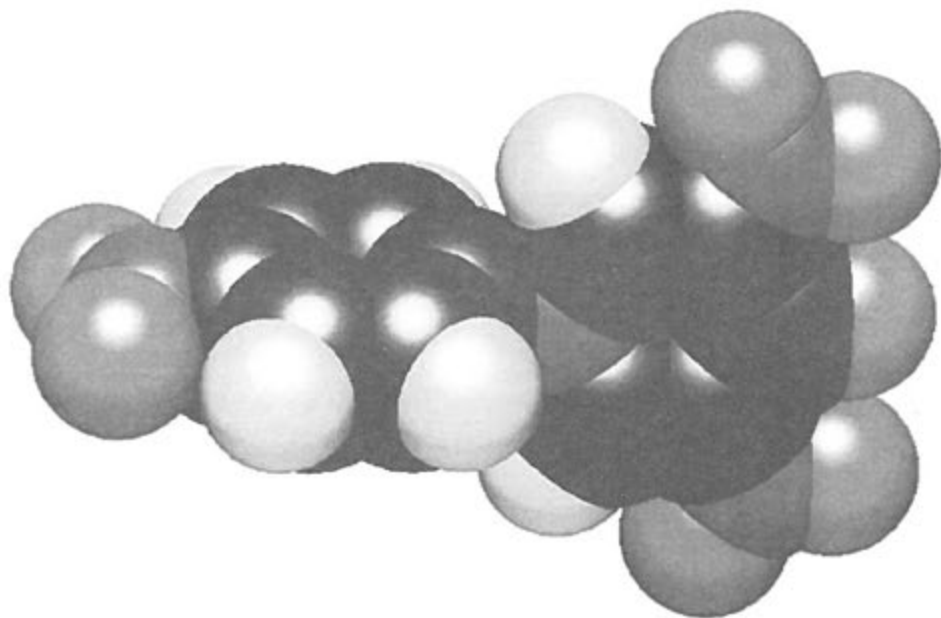
III ページの作成

ホームページを興味深いものにするためには, 文字だけではなく, 図や写真などが必要である。しかし, 著作権の問題があるため, それらを自分で作成する必要がある。そこで, マイクロソフトエクセルで作成したグラフ, 富士通 WinMOPAC で作成した分子モデル, ジャストシステム花子フォトタッチで作成した図, デジタルカメラで撮影した写真, フリーソフトの写真, イラスト, GIF アニメなどを利用することにした。

エクセルで作成したグラフは, 中和滴定におけるpH曲線をシュミレートするのに効果的である。富士通 WinMOPAC で作成した分子モデルを使うと, 高分子化合物のアイソタクチックとシンジオタクチックの違いやポリイソプレンのシス形, トランス形(グタペルカ)の違いなどを容易に示すことができる。花子フォトタッチは, 複雑な有機化合物の構造式や化学反応式を示すのに便利である。デジタルカメラを用いると, 生徒に示した演示実験の結果を, 家庭で何度も見ることができる。フリーソフトのイラストや GIF アニメは, 授業のページをやわらかくする効果がある。また, 場合によっては, 内容をより印象づける効果もある。

(1) トップページ

トップページの内容を紹介する。筆者が学生時代に合成した思い出の化合物 3,5-ジニトロ-N-(p-ニトロフェニル)-4-ピリドン を WinMOPAC で描いた分子モデルをテーマにした。以下にその内容を記す。



これは私が合成した化合物をMOPACで表示したものです。

岡 博昭 のページによるこそ

このページでは、化学のおもしろさを学びましょう。

1	はじめに	自己紹介を行います。
2	高1化学	
3	高2化学	高校2年生の化学を紹介します。
4	高3化学	高校3年生の化学を紹介します。
5	高1ブルーフ	高校1年生のブルーフ化学を紹介します。
6	高2ブルーフ	
7	高3ブルーフ	
8	中3選択	中学3年生の選択理科を紹介します。
9	業績	今までの研究成果を紹介します。

なお、今年度担当していない高Iの化学と、開講していない高II、高IIIのブルーフは空欄にしてある。

(2) シラバスのページ

各授業のシラバスを以下に示す。高Ⅲ化学は3単位（火曜日は2時間連続、金曜日は1時間）、高Ⅱ化学は2単位（木曜日2時間連続）、高Ⅰブルーは1単位（隔週月曜日2時間連続）、中3選択は前期（金曜日2時間連続）である。

シラバスにおいて数字や文字をゴシックで示している箇所を、それぞれの授業のページにリンクした。

① 高Ⅲ化学

高Ⅲ化学のシラバスのページを紹介する。高Ⅱのときに、化学ⅠBの有機化合物を済ませてあるので、無機物質のハロゲンからはじめることになる。無機物質が終わると、化学Ⅱの高分子化合物に進み、最後に反応速度と平衡を扱う計画である。

高Ⅲ化学

授業の予定（2003年度）です。

実験では、大阪府高等学校理化教育研究会編「化学ⅠB実験書、化学Ⅱ実験書」を使用します。

講義	実験
1 ハロゲンの単体と化合物 演示実験－水道水と塩素系漂白剤、演示実験－塩化水素の生成と性質（ⅠB実験20）	2 ⅠB実験19－塩素の生成と性質
3 酸素・硫黄の単体と化合物 酸素、オゾン、二酸化硫黄、硫化水素、演示実験－亜硫酸水素ナトリウムと硫酸の反応	4 ⅠB実験18－二酸化硫黄と硫酸の性質
6 窒素の単体と化合物 硝酸、アンモニア、ハーバー・ボッシュ法、硝酸、オストワルト法、窒素酸化物、演示実験－硝酸と窒素酸化物の性質（ⅠB実験16）	5 ⅠB実験17－硫化水素の生成と性質
7 リンの単体と化合物 演示実験－赤リンの燃焼	
8 炭素の単体と化合物 ダイヤモンド、黒鉛、フラーレン、炭素酸化物	
9 ケイ素の単体と化合物 ケイ酸ナトリウム、演示実験－ケイ酸のゲルの生成	
11 1族・2族の単体と化合物 演示実験－1族・2族元素の単体（ⅠB実験12）、アンモニアソーダ法	10 ⅠB実験13－1族・2族元素の化合物
13 アルミニウム・亜鉛とその化合物 アルミニウム、亜鉛、両性元素、スズ、鉛	12 ⅠB実験14－アルミニウムと亜鉛の性質
15 遷移元素と鉄 遷移元素、鉄、鉄の化合物	14 ⅠB実験22－鉄およびそのイオンの性質

17	銅と銀 銅, 演示実験-硫酸銅と硫酸銅五水和物, 銀	16	I B 実験21-銀イオンおよび銅・銅(II)の性質
18	クロムとマンガン クロム, 演示実験-クロム酸イオンとニクロム酸イオン, 演示実験-ニクロム酸カリウムとシュウ酸, マンガン, 演示実験-過マンガン酸カリウムとシュウ酸		
19	水溶液中のイオンの反応 塩化物イオン, 硫化物イオン, 水酸化物イオン, 炭酸イオン, 硫酸イオン 演示実験-金属イオンの反応 (I B 実験 23, 24)		
21	単糖類 グルコース, フルクトース, ガラクトース	20	II 実験6-糖類
22	二糖類 マルトース, スクロース, セロビオース, ラクトース		
23	多糖類 デンプン, グリコーゲン		
24	再生繊維 セルロース, 演示実験-コロジオン, レーヨン		
26	アミノ酸 アミノ酸, アミノ酸の光学異性体, 双性イオン, 等電点	25	II 実験8-アミノ酸
27	タンパク質の構造 ペプチド結合, 立体構造		
29	タンパク質の性質 変性, 呈色反応, 酵素	28	II 実験7-タンパク質
31	合成繊維 ナイロン, ポリエチレンテレフタレート, アクリロニトリル系合成繊維	30	II 実験9-合成高分子化合物 I
33	合成樹脂 熱可塑性樹脂, 熱硬化性樹脂	32	II 実験10-合成高分子化合物 II
34	イオン交換樹脂 陽イオン交換樹脂, 陰イオン交換樹脂, 演示実験-イオン交換樹脂		
35	ゴム 天然ゴム, 合成ゴム, ゴムの弾性 演示実験-ゴムの弾性と温度		
51	高分子化学工業		
37	反応の速さ はやい反応とおそい反応, 反応速度の表し方, 反応速度を変える要因	36	II 実験1-反応の速さ I
39	過酸化水素の分解速度 濃度と反応速度, 温度と反応速度	38	II 実験2-反応の速さ II
40	反応のしくみと触媒1 反応速度と粒子の運動, 反応速度とエネルギー, 触媒		
41	反応のしくみと触媒2 触媒のはたらき方, 触媒の応用		
42	可逆反応と化学平衡 不可逆反応, 可逆反応, 化学平衡, 平衡定数, 平衡定数と気体の分圧		
44	化学平衡の移動1 ルシャトリエの原理, 濃度変化と平衡移動		
45	化学平衡の移動2 圧力変化と平衡移動, 温度変化と平衡移動, 化学平衡と化学工業	43	II 実験3-化学平衡 I

47	電離平衡とその移動 強酸の電離とpH, 弱酸の電離とpH, 酢酸の電離とpH	46	II 実験 4 - 化学平衡 II
48	塩の加水分解と緩衝液 酢酸ナトリウムの加水分解, 緩衝液		
50	溶解度積 1 溶解度と溶解度積	49	II 実験 5 - 化学平衡 III
52	溶解度積 2 ハロゲン化銀, 硫化物		
53	課題研究 1 テーマ決定	54	課題研究 2 実験
		55	課題研究 3 実験
		56	課題研究 4 実験
		57	課題研究 5 実験
		58	課題研究 6 実験
60	課題研究 8 まとめ	59	課題研究 7 実験
61	問題演習 1		
62	問題演習 2		
63	問題演習 3		
64	問題演習 4		
65	問題演習 5		
66	問題演習 6		
67	問題演習 7		
68	問題演習 8		
69	問題演習まとめ		
70	有機反応機構 1 結合の切断と生成, 反応の分類, 反応種		
71	有機反応機構 2 電気陰性度, 求核置換反応, 求電子置換反応		
72	有機反応機構 3 付加反応		
73	有機反応機構 4 脱離反応, 付加と脱離		
74	有機反応機構 5 オルト・パラ配向, メタ配向		

② 高II化学

高II化学のシラバスのページを紹介する。高Iで化学IBの物質の構造すべてと、物質の状態の物質の状態変化、気体の性質、溶液の性質の一部を終えているので、希薄溶液の性質からはじめる計画である。例年ここからはじめると、有機化合物のアルデヒドかケトンで終わることになる。

高II化学

授業の予定(2003年度用)です。

実験では、大阪府高等学校理化学教育研究会編「化学IB実験書」を使用します。

講義	実験
2 沸点上昇と凝固点降下 蒸気圧降下, 沸点上昇, 凝固点降下, 電解質の凝固点降下度	1 I B 実験10-溶液の凝固点
4 浸透圧 ファントホッフの法則, 分子量の測定, 問題演習 溶液の性質	3 I B 実験11-浸透圧
6 コロイド溶液 チンダル現象, ブラウン運動, 透析, 電気泳動, 凝析, 塩析	5 I B 実験9-コロイドの生成と性質
7 反応熱と熱化学方程式 演示実験-発熱反応と吸熱反応, 反応熱, 熱化学方程式, いろいろな反応熱	
8 ヘスの法則	9 I B 実験39-反応熱の測定
10 生成熱と結合エネルギー 生成熱, 結合エネルギー	
12 酸と塩基 アレーニウスの酸・塩基, プレンステッドの酸・塩基, 演示実験-塩化水素とアンモニアの反応	11 I B 実験35-酸と塩基の性質
14 酸性・塩基性の強さ 水のイオン積, 水素イオン濃度と液性, pH	13 I B 実験37-pHの測定
16 中和反応 中和の量的関係, 中和滴定曲線	15 I B 実験36-中和滴定
18 塩の性質 塩の分類, 塩の加水分解, 酸・塩基と塩の反応	17 I B 実験38-塩の加水分解および酸塩基反応
19 酸化と還元 演示実験-塩化銅電池, 酸素の授受, 水素の授受, 電子の授受	
20 酸化数 酸化数, 酸化数と酸化還元	
22 酸化剤と還元剤 H_2O_2 とKI, $KMnO_4$ と, KI, $KMnO_4$ と H_2O ,	21 I B 実験40-酸化還元反応
24 イオン化傾向と標準電極電位 イオン化傾向, 演示実験-金属間の電位差, 標準電極電位	23 I B 実験41-金属のイオン化傾向と電池
25 電池 ダニエル電池, 鉛蓄電池, 演示実験-ダニエル電池と鉛蓄電池 (I B 実験 42)	
26 電気分解 演示実験-塩化ナトリウム水溶液の電気分解, 電解工業	
28 ファラデーの法則 電気量と変化量	27 I B 実験43-電気分解 (ファラデーの法則)
30 ハロゲンの単体と化合物 演示実験-水道水と塩素系漂白剤, 演示実験-塩化水素の生成と性質 (I B 実験 20)	29 I B 実験19-塩素の生成と性質
32 酸素・硫黄の単体と化合物 酸素, オゾン, 二酸化硫黄, 硫化水素, 演示実験-亜硫酸水素ナトリウムと硫酸の反応	31 I B 実験18-二酸化硫黄と硫酸の性質
	33 I B 実験17-硫化水素の生成と性質
34 窒素・リンの単体と化合物 硝酸, アンモニア, ハーバー・ボッシュ法, 硝酸, オストワルト法, 窒素酸化物, 演示実験-硝酸と窒素酸化物の性質 (I B 実験 16), リンの単体と化合物, 演示実験-赤リンの燃焼	

35	炭素の単体と化合物 ダイヤモンド、黒鉛、フラーレン、炭素酸化物		
36	ケイ素の単体と化合物 ケイ酸ナトリウム、演示実験－ケイ酸のゲルの生成		
38	1族・2族の単体と化合物 演示実験－1族・2族元素の単体（I B実験12）、アンモニアソーダ法	37	I B実験13－1族・2族元素の化合物
40	アルミニウム・亜鉛とその化合物 アルミニウム、亜鉛、両性元素、スズ、鉛	39	I B実験14－アルミニウムと亜鉛の性質
42	遷移元素と鉄 遷移元素、鉄、鉄の化合物	41	I B実験22－鉄およびそのイオンの性質
44	銅と銀 銅、演示実験－硫酸銅と硫酸銅五水和物、銀	43	I B実験21－銀イオンおよび銅・銅(II)の性質
45	クロムとマンガン クロム、演示実験－クロム酸イオンとニクロム酸イオン、演示実験－ニクロム酸カリウムとシュウ酸、マンガン、演示実験－過マンガン酸カリウムとシュウ酸		
46	水溶液中のイオンの反応 塩化物イオン、硫化物イオン、水酸化物イオン、炭酸イオン、硫酸イオン、演示実験－金属イオンの反応（I B実験23、24）		
48	脂肪族炭化水素 アルカン、アルケン、アルキン	47	I B実験25－炭化水素の生成
50	脂環式炭化水素と芳香族炭化水素 シクロアルカン、シクロアルケン、ベンゼン	49	I B実験26－液体炭化水素の性質
52	アルコールとエーテル 基と官能基、アルコールの性質、エーテル	51	I B実験27－アルコールの性質
54	アルデヒド 銀鏡反応、フェーリング液の還元	53	I B実験28－アルデヒド生成と性質
56	ケトン ヨードホルム反応	55	I B実験29－アセトンの性質と合成

③ 高Iブルーフ化学

高Iブルーフのシラバスのページを紹介する。ブルーフ化学では、目盛りの検定をテーマにし、ガラス器具の目盛りがどれも正しい体積を示しているのかどうかを調べることが目的の一つである。そして、その結果をもとに、いくつかの課題から一つ選び、課題研究を行ってその成果を発表することが二つ目の目的である。課題は、前期と後期で違うようにした。

高I プルーフ化学

授業の予定（2003年度用）です。

1	前期オリエンテーション 体積を正確に知るために 目盛りのついた器具には、どのようなものがあるだろうか？ それらの目盛りはすべて正しいだろうか？ どのようにすれば、目盛りの精度を知ることができるだろうか？
2	実験 目盛りの検定を行うには、どのような方法がよいでしょうか。自分達でいろいろ工夫してみましょう。
3	実験 水の体積と質量の関係を使って、目盛りの検定を行うことは出来ないでしょうか。
4	課題Ⅰ 市販の水酸化ナトリウムは、100%純粋なのだろうか？ 水酸化ナトリウムの純度を求めるには、どのようにすればよいのだろうか？ 課題Ⅱ 水 50cm^3 にアルコール 50cm^3 を混ぜると、混合物の体積はいくらになるだろうか？ アルコールの種類や割合を変えると、どうなるだろうか？ 課題Ⅲ 食酢の中には、どの程度酢酸が含まれているのだろうか？ 酢酸の濃度を知るには、どのようにすればよいのだろうか？ 課題Ⅳ 卵の殻には、どの程度炭酸カルシウムが含まれているのだろうか？ 炭酸カルシウムの割合を知るには、どのようにすればよいのだろうか？ 実験 課題を1つ選んで、実験を行いましょう。
5	実験 実験の続きを行いましょう。余力があれば、2つ目の課題を選んでもいいですよ。
6	研究発表会 今までの勉強したこと、調べたことなどをまとめて、研究発表会を行います。研究発表会では、発表資料を用意してもらいます。また、他の班の発表をよく聞いて、積極的に質問をしましょう。
7	後期オリエンテーション 体積を正確に知るために 目盛りのついた器具には、どのようなものがあるだろうか？ それらの目盛りはすべて正しいだろうか？ どのようにすれば、目盛りの精度を知ることができるだろうか？
8	実験 目盛りの検定を行うには、どのような方法がよいでしょうか。自分達でいろいろ工夫してみましょう。
9	実験 水の体積と質量の関係を使って、目盛りの検定を行うことは出来ないでしょうか。
10	課題Ⅰ フラスコ内の空気をアスピレーターで抜くと、全体の質量はどの程度減るだろうか。 また、どの程度の空気が残っているだろうか。

	<p>課題Ⅱ オキシドールには、どの程度の過酸化水素が含まれているだろうか。過酸化水素の濃度を知るには、どのようにすればよいだろうか。</p> <p>課題Ⅲ トイレ洗浄剤には、どの程度の塩酸が含まれているのだろうか。塩酸の濃度を知るには、どのようにすればよいのだろうか。</p> <p>課題Ⅳ 1gの卵の殻と反応する塩酸の量(物質質量)は何molだろうか。また、卵の殻にはどの程度の炭酸カルシウムが含まれているのだろうか？</p> <p>実験 課題を1つ選んで、実験を行いましょ。</p>
11	<p>実験 実験の続きを行いましょ。余力があれば、2つ目の課題を選んでもいいですよ。</p>
12	<p>研究発表会 今までの勉強したこと、調べたことなどをまとめて、研究発表会を行います。研究発表会では、発表資料を用意してもらいます。また、他の班の発表をよく聞いて、積極的に質問をしましょ。</p>

④ 中3選択理科

中3選択理科のシラバスのページを紹介する。中3の選択理科では、酸性雨をテーマにして展開する計画を立てた。まず、酸性雨の原因物質の実験を行い、夏休みには雨水のpH調査を実施する。次いで、pHについて理解させることなどが目的である。

中3選択理科(化学)

授業の予定(2003年度用)です。

1	<p>オリエンテーション</p> <p>酸性・中性・アルカリ性については知っていますね。身近なものとして、食酢や炭酸水は酸性、水道水は中性、セッケン水や虫さされ薬などはアルカリ性です。</p> <p>ところで、酸性の雨が降ることがあるということを知っていますかね。これを酸性雨と考えている人がいるかも知れませんが、実は酸性の雨イコール酸性雨ではないのです。</p> <p>この講座では、酸性雨について正しい知識を身につけ、地球規模の環境問題の認識を深め、私たちに何ができるかを一緒に考えてみたいと思います。</p>
2	<p>実験Ⅰ 空気中には、窒素、酸素、アルゴン、二酸化炭素などが含まれています。そのうち、比較的水に溶けやすいのが二酸化炭素です。二酸化炭素はどれくらい水に溶けるか調べてみましょう。また、その水溶液の性質についても調べてみましょう。</p>
3	<p>実験Ⅱ 石油や石炭などの化石燃料には、硫黄が含まれていることがあります。この硫黄が燃えてできるものが二酸化硫黄です。二酸化硫黄は亜硫酸ガスともよばれています。この二酸化硫黄は、水に溶けるのでしょうか。二酸化硫黄がどれくらい水に溶けるか調べてみましょう。また、その水溶液の性質についても調べてみましょう。</p>
4	<p>実験Ⅲ 空気中に最も多く含まれている窒素は、化学変化を起こしにくい気体で</p>

	す。しかし、何かきっかけがあれば、酸素と反応して一酸化窒素になります。一酸化窒素は、さらに空気中の酸素と反応して二酸化窒素になります。二酸化窒素は、水に溶けるのでしょうか。二酸化窒素がどれくらい水に溶けるか調べてみましょう。また、その水溶液の性質についても調べてみましょう。
5	これまでの実験Ⅰ～Ⅲの結果をまとめ、酸性雨の原因を考えてみましょう。
6	酸性雨の原因がわかったところで、酸性の雨と酸性雨の違いを考えてみましょう。 実験Ⅵ 酸性の原因は何でしょうか。実験によって調べてみましょう。 酸性の原因がわかれば、次は酸性の強さをどのように考えるかですね。ここでは、pH（ピーエイチ）という単位が登場します。少し難しいかも知れませんが、いま頑張っておくと高校の化学が少し楽になるかも知れませんよ。
7	夏休みに酸性の調査を行います。雨が降ったら、雨水を容器に集めてpHをはかります。バックテストを使うと、簡単にpHが測定できます。雨が降ると少し忙しくなりますが、頑張って多くのデータを残してください。 2学期の最初の授業では、雨水のpHについてまとめましょう。大阪周辺では、酸性雨は降っているのでしょうか。
8	実験Ⅴ pHについて、もう少し詳しく調べましょう。塩酸を水で10倍にうすめると、pHはどれだけ変化するのでしょうか。pHメーターを使って調べましょう。また、塩酸以外の酸についても調べましょう。
9	研究発表会 今までに勉強したこと、自分たちで調べたこと、調査の結果などをまとめて、研究発表会を行います。研究発表会では、発表資料を用意してもらいます。発表する人は、いろいろと工夫してください。また、他の人の発表をよく聞いて、積極的に質問をしましょう。

(3) 授業のページ

授業のページでは、筆者が語りかけるイメージの部分と、板書をイメージした部分からなる。それらは、イラストを用いて区別し、また、バックの色も変えている。語りかけるイメージの部分は水色、板書をイメージした部分は黄緑色である。それらを1時間あたり数回くり返す構成である。

① 高Ⅲ化学のページ

高Ⅲ化学7月14日の授業のページを紹介する。この日の授業のテーマは合成樹脂である。前半は熱可塑性合成樹脂で、ポリ塩化ビニルやポリプロピレンなどにはアイソタクチック構造とシンジオタクチック構造などがあることを紹介する。ふつう高等学校ではアイソタクチックやシンジオタクチックなどは扱わないが、本校では触れることにしている。自然はらせん構造を好むことに気づかせたいからである。後半は熱硬化性合成樹脂で、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラニン樹脂の合成と構造を中心に展開する。また、セルロイドの発明者ハイアット（米）、ポリエチレンの工業化に成功したチーグラー（独）、高分子化合物の立体規則性を研究したナッタ（伊）、フェノール樹脂の発明者ベークランド（米）達のエピソードを紹介する。尿素樹脂はすでに実験で合成した経

験があるので、それを踏まえて展開する計画を立てた。



高分子化合物を樹脂状にしたものを合成樹脂またはプラスチックといいます。プラスチックという言葉は、生活の中でよく使われますが、化学では合成樹脂のことだったのでですね。

1868年にアメリカのハイアットが発明したセルロイドが、世界初のプラスチックといわれています。彼は、たまたまコロジオンの瓶を倒し、中身をこぼしたのがきっかけであるといわれています。セルロイドは、現在でもギターのパICKやピンボンの球として使われています。

合成樹脂には、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂があります。加熱すると柔らかくなり、冷やすと堅くなるのが熱可塑性樹脂です。一般に、合成繊維と同じような線状構造をもつ高分子化合物からできているのが特徴です。

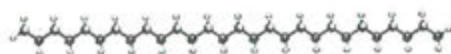
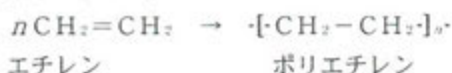
それに対して、加熱しても柔らかくならない合成樹脂を熱硬化性樹脂といいます。立体的網目構造をしているのが特徴です。



2.1 合成樹脂

(1) 熱可塑性樹脂

<ポリエチレン>



ポリエチレン



ポリエチレン



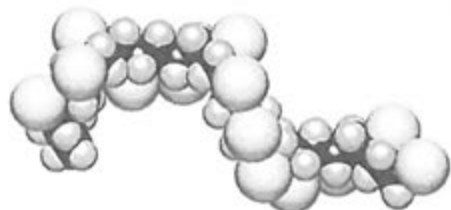
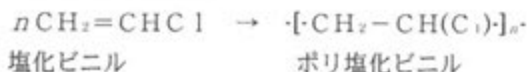
ポリエチレンの工業化に成功したのは、ドイツのチーグラーで、1953年のことです。チーグラーは1963年にノーベル賞を授与されています。彼はいわゆるチーグラー触媒を開発し、合成ゴムの開発にも大きく貢献しています。

秩序ある構造をアイソタクチック構造 (iso=同じ, tactikos=配列) といいます。たとえば、ポリ塩化ビニルの場合、塩素原子が常に同じ側に付いているのがアイソタクチック構造です。それに対して、互いに向きが変化する構造をシンジオタクチック

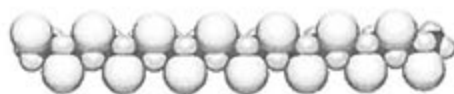
構造 (syndio=一つおき) といいます。ポリ塩化ビニルでは、塩素原子が互い違いに付いている構造です。アイソタクチック構造では、分子はらせん状になりますが、シンジオタクチック構造では直線になっています。



<ポリ塩化ビニル>



ポリ塩化ビニル (アイソタクチック)



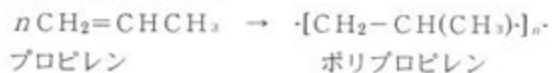
ポリ塩化ビニル (シンジオタクチック)



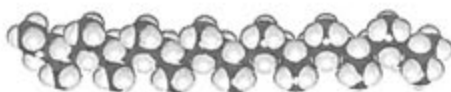
ポリプロピレンのアイソタクチック構造は、単量体が3個で1回転しているらせん構造であるといわれています。これは、イタリアのナッタが発見しています。ナッタも、1963年にチーグラととともにノーベル賞を受賞しています。ナッタの論文数は400を超えますが、そのうちの250篇は立体規則性ポリマーに関するものだそうです。



<ポリプロピレン>



ポリプロピレン (アイソタクチック)



ポリプロピレン (シンジオタクチック)



1909年にアメリカのベークランドがフェノール樹脂を発明しています。彼は、1909年に製造方法の特許をとり、1910年自分で会社(General Bakelite 社)を設立し、ベークライト(Bakelite)という商品名で工業化しています。

フェノール樹脂は、現在でも尿素樹脂について多く生産されています。耐熱、耐薬品性、電気絶縁性に優れており、電気器具や食器、塗料などに使われています。

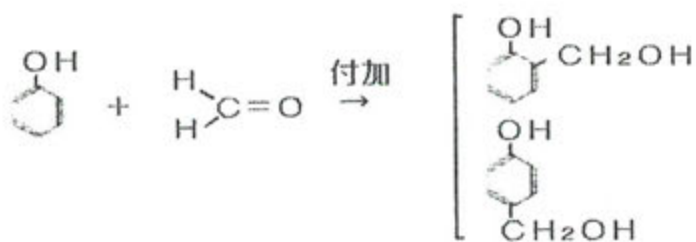


(2) 熱硬化性樹脂

<フェノール樹脂>

フェノールとホルムアルデヒドとを、酸または塩基を触媒として縮合重合

フェノール樹脂



フェノール樹脂



フェノール樹脂



アミノ基をもつ化合物をホルムアルデヒドと縮合重合させてつくる樹脂を、アミノ樹脂といいます。アミノ樹脂には、尿素樹脂やメラミンなどがあります。

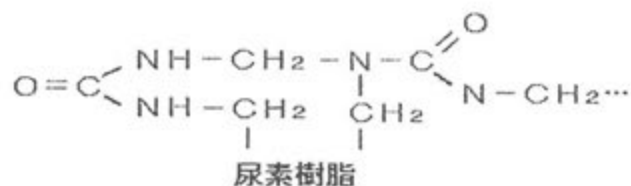
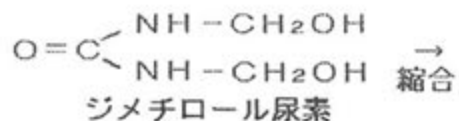
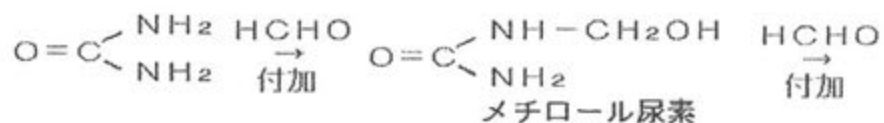
尿素樹脂は、透明で耐熱性、接着性に優れているため、食器、雑貨、接着剤などに使われています。また、メラニン樹脂は、透明で耐薬品性に優れ、光沢があるため、食器、家具、化粧板などに使われています。



<尿素樹脂>

尿素とホルムアルデヒドを、酸を触媒として縮合重合

尿素樹脂



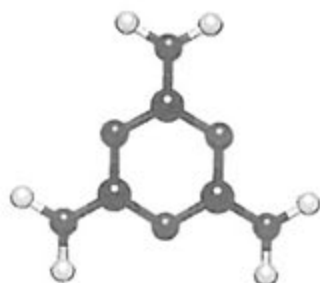
尿素樹脂



尿素樹脂

<メラミン樹脂>

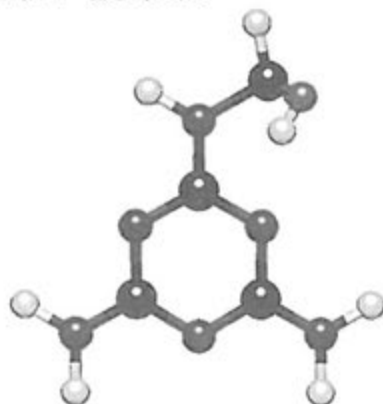
メラミンとホルムアルデヒドを、塩基性触媒を用いて縮合重合
メラミン + ホルムアルデヒド → モノメチロールメラミン
付加



メラミン

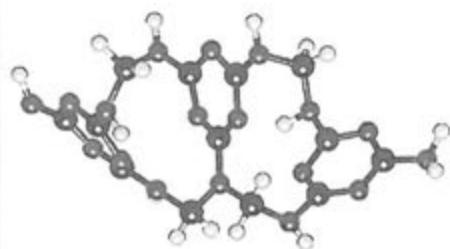


モノメチロールメラミン →
縮合

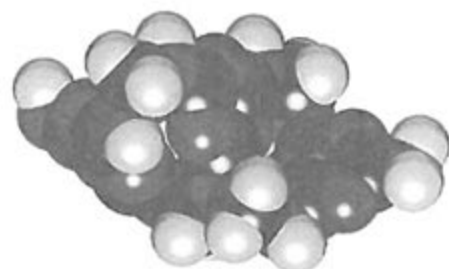


モノメチロールメラミン

メラミン樹脂



メラミン樹脂



メラミン樹脂



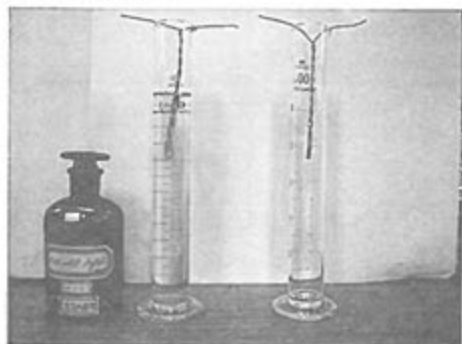
私たちはいろいろな合成樹脂を使っています。もう一度、身の回りの素材を眺めてみましょう。

② 高Ⅱ化学のページ

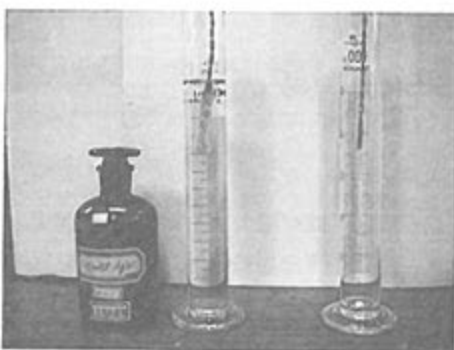
高Ⅱ化学9月11日の授業のページを紹介する。この日の授業のテーマはイオン化傾向と標準電極電位である。酸化還元反応の学習の一部であり、イオン化傾向から電池に展開する。銀樹を導入として用い、金属のイオン化傾向の実験結果を想起させながらイオン化傾向、イオン化列、標準電極電位に展開する計画である。標準電極電位は、ふつう高等学校では扱わない内容であるが、本校では触れることにしている。電池の起電力を考える上で有効だからである。



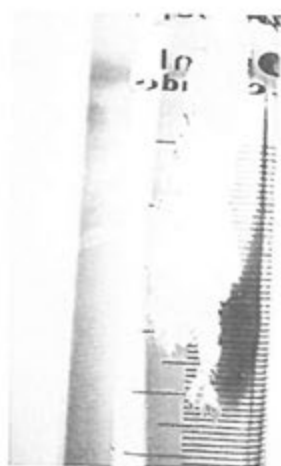
硫酸銅(Ⅱ)水溶液に亜鉛板を入れておくと、やがて亜鉛板の表面が赤色に変化します。これは、亜鉛板の表面に銅が付着したからです。また、硝酸銀水溶液を試験管に入れ、銅線を水溶液の中につるしておくと、やがて灰白色の結晶がキラキラ光り出します。これは、銅の表面に銀が付着したからです。どうして、このようなことが起こるのでしょうか。



硝酸銀水溶液に銅線をつけると…



銅線表面が変化します。



1日たつとこのようになりました。
水溶液が青く変化していることにも
注目してください。



14 イオン化傾向と標準電極電位

(1) イオン化傾向

硫酸銅(Ⅱ)水溶液に亜鉛板を入れる→亜鉛の表面に銅が付着



硝酸銀水溶液に銅板を入れる→銅の表面に銀が付着



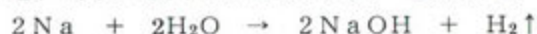
イオン化傾向…金属の単体が水溶液中で陽イオンになる性質の強さ

イオン化列…イオン化傾向の大きなものから順に並べたもの



<イオン化傾向の大きい金属>

電子を失って陽イオンになりやすい→酸化されやすい→還元作用が強い



<イオン化傾向の小さい金属>

電子を失いにくい

陽イオンは電子を得て金属になりやすい→還元されやすい



イオン化傾向を大きなものから 順に並べたものをイオン化列といいます。このイオン化列は、先ほどの実験のように、金属塩の水溶液に金属を入れたとき、変化があるかどうかで決まりますが、実際には標準電極電位の値の順で決まります。この機会に、標準電極電位を説明しておきましょう。




(2) 標準電極電位

単体を、そのイオンが1 mol/lで存在する溶液につけたとき、単体と溶液の間に生じる起電力

イオン化列の具体的な順序を示す

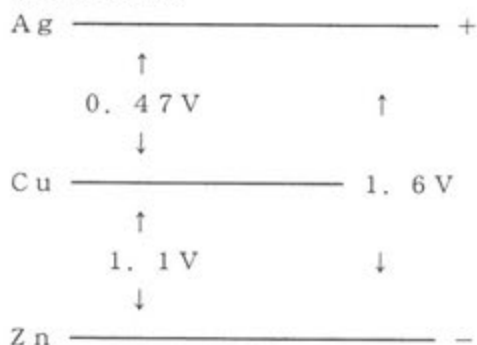


ここに、ビーカー  が3つあります。1つ目のビーカーには1 mol/lの硫酸亜鉛水溶液が入っており、その中に亜鉛板をつけています。2つ目のビーカーには1 mol/lの硫酸銅(II)水溶液が入っており、その中に銅板をつけています。3つ目のビーカーには1 mol/lの硝酸銅水溶液が入っており、その中に銀板をつけています。

さて、このうちの2枚の金属板を電圧計でつないで、電位差を測りたいと思います。しかし、このままでは、電位差は0Vです。そこで、2つのビーカーの水溶液にペーパークロマト用のろ紙を入れると、両方の水溶液がろ紙を伝わって出会ったときに電位差が発生します。それを測定すると、次のようになりました。



(3) 金属間の電位差



塩素と銅で電池ができましたね。そのときの電位差は約1Vです。銅の標準電極電位は+0.337V、塩素のそれは+1.360V、その差は1.023Vです。測定値と一致していませんか。では、先ほどの金属間の電位差と、標準電極電位の差が一致するかどうか確認して下さい。

今日は、電池の原理について学びました。次回は、実用電池のしくみに、ついて考えてみましょう。

IV 評価

12月に筆者が担当している高Ⅲと高Ⅱの生徒を対象に、アンケート調査を実施した。その質問内容は次の通りである。

インターネット授業に関する調査

大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎 化学科

この調査は、化学のインターネット授業の利用状況を把握し、次年度の授業の参考にするためのものです。次の質問に答えてください。

1. 学年を教えてください。

- ①中3 ②高Ⅰ ③高Ⅱ ④高Ⅲ

1	
---	--

2. あなたは、化学の授業（以下インターネット授業という）が、本校のホームページで公開されていることを知っていますか。 ①知っている ②知らない

2

3. あなたは、化学のインターネット授業を利用していますか。

- ①毎時間利用している ②ときどき利用している
③ほとんど利用していない ④まったく利用していない

3

化学のインターネット授業を利用している人に聞きます。

4. 特に参考になったページまたは内容は何ですか。（複数回答可）

--

化学のインターネット授業を利用していない人に聞きます。

5. どのようなページだったら利用すると思いますか。（複数回答可）

--

全員に聞きます。

6. 本校の化学の授業について、自由に意見を書いて下さい。

--

ご協力ありがとうございました。

アンケートの分析は次の通りである。

高Ⅲの回答者は 77 名で、2の化学のインターネット授業を知っていると答えた生徒は 76 名（99%）であった。3の化学のインターネット授業を利用しているかという質問に対して、毎時間利用していると答えた生徒が 2 名（3%）、ときどき利用していると答え

た生徒が 37 名 (48%) で、合計 51% の生徒が利用していたことになる。

高Ⅱの回答者は 63 名で、2 の化学のインターネット授業を知っていると答えた生徒は 57 名 (90%) であった。3 の化学のインターネット授業を利用しているかという質問に対して、毎時間利用していると答えた生徒が 12 名 (19%)、ときどき利用していると答えた生徒が 28 名 (44%) で、合計 63% の生徒が利用していたことになる。

4 の特に参考になったページに関しては、高Ⅲ、高Ⅱともに主に実験に関するページで、実験の解説や結果の確認、考察などが参考になったと答えている。講義に関するページの利用は、期待したほど高くなかった。高Ⅲでは有機化合物の分子モデル、高Ⅱでは無機物質のページを利用している生徒がいた。

5 のどのようなページだったら利用すると思いますかに関しては、わかりやすくまとめられているページなどという意見と、教科書に載っていない発展的な内容という意見があった。生徒の興味や学力によって、求めるものが異なる。

V おわりに

インターネットを利用して授業を公開すると、生徒の家庭学習の支援になるのではないかと考えてはじめたインターネット授業であるが、その利用率は高Ⅲで 51%、高Ⅱで 63% という結果であった。

今までに作成したページを振り返ってみると、あまりにも文字が多いことが気になる。ホームページ・ビルダーを使ってホームページを作成するとき、文字や化学式、化学反応式は容易に入力できる。しかし、図版や分子モデルは、他のソフトで作成したものを挿入しなければならない。

生徒には、文字をじっくりと読んでもらいたいという気持ちは変わらないが、それだけでは、家庭学習の支援という目的を達成することはできない。まず、全体的な要点が眺められ、さらに、その中で理解が不十分なところをクリックすればより詳しい解説が出てくるような構成にする必要があるのかもしれない。また、ページを眺めるだけで楽しく学習できるような工夫も必要かもしれない。

とりあえず、本年度はすべての授業のページをつくることを目標にはじめ、現時点でその目標はほぼ達成できる見通しがついた。次年度は内容をさらに充実させ、生徒の利用率が上がることを目標にしたい。

なお、化学のインターネット授業は、本校のホームページの各教科のページ理科→化学科→岡 博昭のページはここをクリックの順にクリックしていただくと入れます。また、本校のホームページの教官紹介高等学校→岡 博昭の順にクリックしても入れます。是非一度ご覧ください。

summary:

The chemical classes of my school is developed around the experiment. But, therefore the time of the commentary can't be secured fully. So, the Internet was used, and it thought whether it became the support of the student's homework when classes opening to the public was done.

SS 研究者招へい講座

—2003 年の実践を中心に—

いの うえ ひろ ふみ おか ひろ あき おか もと よし お
井 上 広 文・岡 博 昭・岡 本 義 雄
すぎ い のぶ お しば やま もと ひこ にし のぶ すけ
杉 井 信 夫・柴 山 元 彦・西 庸 扶
ひろ せ あき ひろ もり なか とし ゆき
廣 瀬 明 浩・森 中 敏 行

SS Researcher Invitation Lecture :

INOUE Hirohumi・OKA Hiroaki・OKAMOTO Yoshio
SUGII Nobuo・SIBAYAMA Motohiko・NISHI Nobusuke
HIROSE Akihiro・MORINAKA Toshiyuki

抄録：本物を体験させることは、教育の有効な方法である。最前線で活躍している各領域の専門家の話を聞く研究者招へい講座を実施した。主に土曜日（スーパーサタデー）に実施したので、SS 研究者招へい講座と命名した。

キーワード：研究者招へい講座

I はじめに

理科の学習において、創造性や独創性の育成が重要であることは言うまでもない。その創造性・独創性を育成するには、「科学の未知の領域に挑戦しようとする意欲」が不可欠であると考えられる。各領域の専門家の特別講義を受講する機会を設定することで、「科学の未知の領域に挑戦しようとする意欲」が高まることが期待できる。

今年は、主に土曜日にSS（スーパーサタデー）の時間帯を利用して、大阪市立大学の先生や本校の卒業生から、以下のテーマで研究者招へい講座（特別講義）を実施することができた。高Ⅰの生徒にとっては、次年度の理科選択の参考にもなるし、高Ⅱ、高Ⅲの生徒にとっては進路の参考にもなると思う。

II SS 研究者招へい講座のねらいと計画

今年度の、研究者招へい講座のねらいと計画について述べる。

(1) ねらい

現在、発展的内容が教科書でも認められ、その趣旨に基づいた検定が、Ⅱを付した科目で行われた。今後、中学校の平成 18 年度版教科書、その後の高等学校の教科書において、発展的内容の記述が充実していくことが予想される。

本校においても、理科の発展的教材の取扱いについて、研究を進めている。その結果の一端として、各領域の最先端の研究に係わっている大学や研究機関の研究者から、直接講義を受けることが有効であることがわかった。また、その講義を企画し、実践する中で、我々教員の研修にもなり、発展的内容研究に深みを与えることができる。さらに、高等学校における発展的内容を、進路指導の一環に位置づけたいと考える。

2002 年度の S P P 「特別講義」は生徒にとって概ね好評であった。特に、医学関係の講義では、自由参加にもかかわらず 1 年生と 2 年生あわせて 85 名の参加者があり、我々が驚くほどの人気であった。また、生徒がこのような講義に期待していることがわかった。

2003 年度の S S 「研究者招へい講座」においては、昨年度の経験を生かした講座を考えた。その一つは、講座の内容に偏りが生じないように計画したことである。さらに、医学だけでなく、薬学に関する内容を加えた。これは、化学Ⅱに「薬品の化学」が新設されることを考慮したからである。また、大学の施設を利用する講座を企画した。今までの講座でも、実験を見たり体験できる内容であったが、本校で行う実験では、当然限界があるためである。

以下、領域ごとに説明する。

① 物理領域

高等学校では、物理領域で「物性」に絞った学習をする機会がほとんど無い。今回、物性を物理的にアプローチする講義を企画した。その一つは、「金属」に関するもので、金属という物質について比較的マクロに追求するため、物理を学習する初期の生徒でも理解することが可能である。また、化学との関連で物理学を考えるきっかけになるであろう。

二つ目は、「量子力学」の内容に踏み込み、物質についてミクロな見方のみでなく、波動についての基礎的な内容に触れる。そのため、2、3 年生の物理選択者が対象になる。ただし、1、2 年生にとっては、これから学習する事柄に対しての動機付けを与え、次年度の理科選択の判断材料になるという点で有効であると考えられる。

② 化学領域

新学習指導要領において、「薬品の化学」が登場する。その具体的内容は、医薬品と肥料である。また、本校では近年、薬学部が人気学部の一つであり、本校生徒の薬学に対する興味・関心はきわめて高い。「薬品の化学」の発展的内容として、「薬品動態制御」と「脳内モルヒネ」に関する講義を企画した。

化学教育においても環境教育は、最重要課題の一つであり、グリーンケミストリーの研究も盛んに行われている。環境教育の一環として、地球温暖化に関する講義を企画した。地球温暖化について、化学的にアプローチする。

また、物理領域でも物性に関する講義を計画しているが、化学領域においても、ゼオライトとセラミックスに関する講義を企画した。

③ 生物領域

学習指導要領では、「環境と生物の反応」において、恒常性の維持のメカニズムとして心臓の拍動調節が扱われている。心臓の拍動は、自律神経系と内分泌系の両方のバランスによって調節されており、身近で恒常性を扱うよい教材である。また、「刺激の受容と反応」での作動器の教材としても扱われている。これらの理論が、具体的に手術の場面でいかに応用されているかを知ることにより、理解度が向上すると考える。そのような理由で、「環境と生物の反応」の発展的内容として、「心臓手術」に関する講義を企画した。

学習指導要領の「生物現象と物質」の項目で、生命を維持する共通の原理を理解させ、生命現象を分子レベルでとらえることができるようにすると目標が掲げられている。クローン技術の理論には、増殖→分化→脱分化→増殖→再分化 という生命の共通の原理が基本であり、また生命を維持する原理が全生物に共通していることを再認識させ、その基本的原理に基づいて、最先端の研究が行なわれ、応用されていることを実感させたい。さらに、生命現象を担う生体内物質として、酵素・核酸・ホルモン・フェロモンなどを扱うが、その抽出方法などについて実験はおろか講義ですら扱わない。また物質の働きについて直接的な部分でのみ学習するが、総合的な視野での扱いはしていない。そのような理由で、「生命現象と物質」の発展的内容として、「ES細胞とクローン技術」および「生命現象を理解するための有機化学」に関する講義を企画した。

学習指導要領では、「環境と生物の反応」において、本能行動や学習行動の事例が挙げられているが、教育現場でこの分野の実習を行うことは困難であり、講義やビデオ教材を用いて授業を行っている。観察や実験を通して動物の行動を理解する方法や、その行動の意味を知る機会をもたせたい。そのような理由で、「環境と生物の反応」の発展的内容として、「動物行動学」に関する講義を、また、光刺激に対する応答の取り扱い、植物題材に限定されており、動物での扱いがなく、また体内時計も削減されている。さらにこれらの扱いは、個々の項目の羅列的色合いが強い。そのため、外的刺激・体内調節・生活史が有機的に関連して生命現象が成立していることを認識する目的で「生き物が季節を知るしくみ」の講演を企画した。

学習指導要領では、「生命の連続性」で減数分裂、遺伝の法則を扱い、「生命現象と物質」ではDNAを扱い、さらに進化は「生物の分類と進化」で扱われている。しかし、これらの現象は密接な関連性があるにもかかわらず、断続的な認識になりがちである。そのため、これらを統合的に認識する内容として、「DNA 相同組み換え」に関する講義を企画した。

④ 地学領域

地層の成因は実験が難しく、従来露頭観察からその成因を推定する方法が多くとられている。しかし、水槽実験などにより、実験的に地層の成因を研究することもできる。このような実験を見学することにより、地層の成因の理解に大きな前進をもたらす、地学実習等の参考になると考える。そのような理由で、大学に場所を移して「地層の形成と地殻変動」に関する講義を企画した。

最近、大陸棚地域に眠るメタンハイドレートは資源として大きな価値があるだけでなく、地球全体の気候を支配する要因としても大変注目されている。その資源や環境、気

候と関連するホットな話題についての研究成果を知ることは、非常に有意義であると考えられる。そのような理由で、「地球の内部構造と構成物質」の発展的内容として「メタンハイドレート」に関する講義を企画した。

高圧鉱物は、ダイヤモンドやルビーなど宝石としての価値も大きい。地球の内部、特にマントルの状態や成因を研究する上で重要な意味を持つ。このような実験的研究に基づく鉱物の話は、宝石などに興味を持つ生徒を、さらに地球内部の興味へと導くよいきっかけになると考える。そのような理由で、「地球の内部構造と構成物質」の発展的内容として、「ダイヤモンドアンビル」に関する講義を企画した。

新聞にブラックホールに関する記事がしばしば登場するが、はたして生徒は、ブラックホールに関してどの程度の知識を持っているのだろうか。「銀河系と宇宙」の発展的内容として「ブラックホール」に関する講義を企画した。

(2) 計画

次のように、21の講座を計画した。

5月31日(土) 10時30分～12時30分

講師：大阪市立大学大学院理学研究科教授 畑 徹 先生

特別講義の概要：「絶対零度への挑戦」

6月7日(土) 10時30分～12時30分

講師：大阪市立大学医学部遺伝子制御教授 森田 隆 先生

特別講義の概要：「DNA相同組換え修復とは」

6月21日(土) 10時30分～12時30分

講師：大阪市立大学大学院理学研究科教授 沼田 英治 先生

特別講義の概要：「生きものが季節を知るしくみ」

7月12日(土) 10時30分～12時30分

講師：海洋科学技術センター固体地球統合フロンティア研究システム・地球内部物質循環研究領域長 巽 好幸 先生

特別講義の概要：「マグマ学入門」

7月19日(土) 10時30分～12時30分

講師：大阪市立大学大学院理学研究科講師 品田 哲郎 先生

特別講義の概要：「生命現象を理解するための有機化学」

8月16日(土) 10時30分～12時30分

講師：名古屋大学医学部胸部機能外科教授 上田 裕一 先生

特別講義の概要：「心臓外科：心臓の働きと手術の話」

8月16日(土) 13時30分～15時30分

講師：大阪市立大学大学院理学研究科教授 工位 武治 先生

特別講義の概要：分子の対称性と地球温暖化

8月18日(月) 10時30分～12時30分

講師：京都大学薬学部薬品動態制御学教授 橋田 充 先生

特別講義の概要：「薬品動態制御学とは」

8月23日(土) 10時30分～12時30分 場所：大阪市立大学理学部

講師：大阪市立大学大学院理学研究科教授 前島 渉 先生

特別講義の概要：「地層から地質時代の堆積環境と水の動きを知る」

9月13日(土) 10時30分～12時30分

講師：新日本製鐵技術開発企画部マネージャー 佐藤 満 先生

特別講義の概要：「金属工学入門」

10月11日(土) 10時30分～12時30分

講師：京都大学薬学部生体機能解析学助教授 南 雅文 先生

特別講義の概要：「薬の効くしくみを科学する－脳内モルヒネと鎮痛薬－」

10月25日(土) 10時30分～12時30分

講師：大阪市立大学大学院理学研究科助教授 中尾 憲一 先生

特別講義の概要：「ブラックホールの物理学」

11月15日(土) 10時30分～12時30分

講師：奈良先端科学技術大学院大学遺伝子教育研究センター教授 山中伸弥 先生

特別講義の概要：「ES細胞とクローン技術」

12月13日(土) 10時30分～12時30分

講師：産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門主任研究員 佐藤 幹夫 先生

特別講義の概要：「海底に眠る燃える氷メタンハイドレート」

12月20日(土) 10時30分～12時30分

講師：大阪市立大学大学院理学研究科教授 幸田 正典 先生

特別講義の概要：「観察と実験で調べる動物行動の仕組みと意味」

12月24日(水) 10時30分～12時30分

講師：大阪大学大学院医学系病態情報内科学教授 堀 正二 先生

特別講義の概要：「心臓移植の一例目の経験」

12月25日(木) 10時30分～12時30分

講師：大阪市立大学大学院理学研究科教授 村田 惠三 先生

特別講義の概要：「物質の性質と電子の波動性、粒子性」

1月10日(土) 10時30分～12時30分

講師：大阪大学大学院医学系法医学講師 黒木 尚長 先生

特別講義の概要：「法医学と係わる様々な科学」

1月17日(土) 10時30分～12時30分

講師：大阪市立大学大学院理学研究科講師 篠田 圭司 先生

特別講義の概要：「ダイヤモンドアンビルを用いた高圧下での鉱物の挙動について」

2月7日(土) 10時30分～12時30分

講師：大阪市立大学大学院理学研究科助教授 田所 誠 先生

特別講義の概要：「分子でつくるゼオライト」

2月21日(土) 10時30分～12時30分

講師：龍谷大学理工学部物質化学科教授 和田 隆博 先生

特別講義の概要：「地球環境問題と太陽電池」

Ⅲ SS研究者招へい講座の内容

1月17日までに実施した各講座の内容について報告する。

(1) 「絶対零度への挑戦」

大阪市立大学大学院理学研究科教授 畑 徹 先生

① 内容

- ・極低温(−271℃)の世界で起こる超流動について、アニメーションとビデオで紹介および説明を行った。
- ・マクスナー効果に関するビデオを用いた説明と、液体窒素を使用した演示実験。
- ・熱力学現象の演示実験。(水飲み鳥、水スターリングエンジン)
- ・超低温研究に関して、次の観点での講義を行った。宇宙創生からいま現在何度か。温度とは。温度を下げる意味はどこにあるのか。低温はどのようにして作られるか。温度はどのようにして測るか。超低温でどのような研究がなされているか。どこまで温度を下げるができるか。

② 結果

- ・超流動現象の紹介ビデオや液体窒素を用いた超伝導現象など、高等学校の普通の授業では経験することのできない実験等の演示があり、物理現象や物理学に対する興味関心を深めることができた。
- ・大学で行われている最先端研究の現状に接することができた。

(2) 「DNA相同組換え修復とは」

大阪市立大学医学部遺伝子制御教授 森田 隆 先生

① 内容

大腸菌で発見されていた RecA タンパク質は、DNA が紫外線などで切断されると、相同な DNA 配列を認識して、切断されていない箇所から写しとり、修復にかかわることが知られていた。この現象は DNA 相同組換え修復とよばれ、減数分裂時の染色体の組換えも同様の原理で行なわれている。DNA 相同組換え修復は、すべての生物で行なわれているため、ヒトやマウスで大腸菌の RecA タンパク質と類似なタンパク質を求めて PCR 法を行い、イーストやヒト、マウスでアミノ酸配列が 30% 類似している RAD51 遺伝子を発見した。さらに DNA 相同組換え修復ができないイーストに RAD51 遺伝子を組み込んだものでは、人工的に生じさせた DNA 切断が修復された。このことにより、RAD51 遺伝子が RecA タンパク質と同様に DNA 相同組換えに関与するタンパク質を発現する遺伝子であることが確認された。また、この RAD51 遺伝子は、サザンブロット法により、マウス、ヒト以外にカメ、ニワトリ、フグ、ヤツメウナギにも存在していることが確かめられた。さらに、マウスやヒトでは、RAD51 遺伝子類似の Dmc1 遺伝子も発見された。そのため、RAD51 遺伝子と Dmc1 遺伝子の差異を確かめるため、ノーザンブロット法をおよび抗体を用いた実験により、それぞれ発現している場所が異なり、RAD51 遺伝子は体細胞分裂が盛んな組織で広く認められたが、Dmc1 遺伝子は減数分裂を行なっている精巣のみでみられ、卵巣では確認されなかった。また RAD51 遺伝子は体細胞分裂の S 期(DNA 合成期)に特異的であった。

次に RAD51 遺伝子の発生時の影響を確認するため、この遺伝子を人工的に破壊したノックアウトマウスを用いて調べたところ、RAD51 遺伝子をホモで欠損している個体は出産されず、より初期の 4 細胞期や 8 細胞期でも存在しなかった。このことから体細胞分裂に大きく関与していることが確かめられた。

一方、減数分裂に関与すると考えられる Dmc1 遺伝子についても、ノックアウトマウスを用いて調べると、RAD51 遺伝子とは異なり、ホモで欠損している個体も野生型と変わらずに産まれ外部形態でも差は認められなかった。しかし、精巣や卵巣は野生型に比べてヘテロでは明らかに小さく、さらにホモで欠損している個体では確認が困難なほど極めて小さくなっていった。縮小した精巣では、精子が認められず、さらにアポトーシスも確認された。これらのことから、Dmc1 遺伝子は、減数分裂に関与していることが確かめられた。

さらに減数分裂時の染色体の様子を電子顕微鏡で確認すると、相同染色体どうしがそれぞれを認識して対になるが、Dmc1 遺伝子欠損個体では、対が認めなかったり、異常な対が認められた。このことより、Dmc1 タンパク質は、染色体を正確に認識することに関与していることが解明された。

Dmc1 遺伝子や RAD51 遺伝子による DNA 相同組換えは、修復による同一性と、また組換えによる多様性という相反する現象を保証しているメカニズムである。

② 感想

RecA というタンパク質から始まり、先生が進めてこられた研究に沿って、生じてきた疑問を解決されていく中で、次々と新しい発見が見出されていかれた過程を、わかり

やすくまた写真や図を多く取り入れて、壮大な生命現象のストーリーを解説いただいた。受講した生徒には十分に研究の醍醐味や楽しさやすばらしさが伝わったことと思う。また、減数分裂や DNA、セントラルドグマを未習の一年生にとっては、かなり困難な内容であったが、高校レベルの解説からいねいに始めていただいたので、理解が可能であったと思う。

教師の立場からは、日常の授業で扱っている内容が、個々の単独の事象の解説であり、さらに触れたとしてもトピックス的な内容で、生命現象を大きく捉えたドラマにはなっていないことを痛感させられた講義内容であった。

(3) 「生きものが季節を知るしくみ」

大阪市立大学大学院理学研究科教授 沼田 英治 先生

① 内容

変温動物の昆虫が休眠の時期を持つことによって、生育に不適切な季節を乗り越えることができる。休眠することで乾燥や寒さに耐えることができる。この休眠の時期の決定は、温度でも行なっているが、ほとんどの動物は光周性によって行なわれている。その理由は、気温よりも日長の方が変動が滑らかであり、さらに規則的で年変異がなく安定している。さらに日長変化が気温変化より先行しているために季節変化をすることができるため都合が良いからである。様々な日長が変化できる環境下で飼育し、産卵や解剖により卵巣を確認することで臨界日長を求めることができる。この臨界日長が1時間でもずれると、子孫の数が減少するか全滅にいたる。自然淘汰によって、厳格に決定されている。光周性は1920年タバコで発見され、動物では1924年にアブラムシで確認された。またほとんどの生物がおよそ1日単位の時計をもっておりこれを概日時計という。ヒトやマダガス(コウロギの仲間)では25時間の周期であり、これを外部刺激によって24時間に調節している。

では光周性のしくみは、どのようになっているのであろうか。概日時計と光受容体から外部刺激によって光周時計が働き、ここから内分泌系に命令が下されると考えられる。

また光受容体についてはアブラムシやサクサン(ガの一種)では目ではなく脳で光を感じているとの報告がされている。サクサンでは脳の移植によって確認された実験方法も紹介していただいた。これらのことから、昆虫はすべて脳で光を感じていると考えられた。そこで沼田先生は、ホソヘリカメムシを用いて実験を行ない、脳以外に複眼で光を感じている種類もあることを確認された。

今後さらに、光刺激をどのように利用して日長を感じているのか、概日時計をどのように利用しているのかを解明する必要がある。

② 結果

日長と生物の発生過程が連動する必要があること、さらには季節の変化を見誤ると絶滅にもつながる事をわかりやすく解説いただいた。さらに、光周性や概日時計さらに光受容体の場所の確認における実験方法を詳しく説明いただき、科学のすばらしさや楽しさを十分に感じる事ができた。特に、書物や定説になっていることを鵜呑みにせず、疑問をもって実証することが重要であるという科学的態度を再認識することができる内

容であった。

加えて、多くの昆虫について写真を用いて紹介いただき、形態だけでなく生活様式も様々であり、多様性の重要性を確認できた。

③ 留意点・課題等

イラストなどを交えてとてもわかりやすく解説いただいた。しかし、行動や刺激に対する反応は、三年生での扱いで、今回の参加者はほとんどが未習であるため、講師と事前の打ち合わせを密に行っておればより理解度が増したと思われる。また、様々な昆虫の生活様式は、ほとんど扱われておらず、生徒たちが多様性を認識するにはとても良い機会であったと考える。

(4) 「マグマ学入門」

海洋科学技術センター固体地球統合フロンティア研究システム・地球内部物質循環研究領域長 巽 好幸 先生

① 内容

・はじめに

医者と石屋は手法がよく似ている。マグマを分析するのは検便を見るようなもの。

・研究歴

ローカルとグローバルの行き来、これをグローバルと呼ぶ。小豆島の火山地質に始まり、瀬戸内火山岩類から東北日本など日本全域に及んだ。そして沈み込み帯の岩石を研究するようになった。ここでは質量保存がなり立つはずであり、沈み込んだ物質はどこかで出てくるはず。

・火山はどこにできる？

冷たいプレートが沈み込んで熱いマグマができるためには何かトリックが必要。昔摩擦熱で溶けるといったのはでたらめ。それではプレートは沈み込めない。そこでこの仕組みをサブダクションファクトリーと名づける。

・サブダクションファクトリー

原料は海洋物質（プレートとその上の堆積物、海山、海台）、製品はマグマ、火山、火山ガス、大陸地殻。

廃棄物は化学変化したプレート物質、デラミネートした反大陸物質。

沈み込み帯の玄武岩生成モデルでは水が触媒（脱水分解）の役割をする。プレートを握ると水がでる。そこで出発物質を水を含んだプレート物質として高温高圧実験を行う。

成熟した日本列島のような沈み込み帯では安山岩ができ、若い沈み込み帯では玄武岩ができる。マントルで発生する玄武岩質マグマが分化してデーサイトマグマを作るとき、大陸地殻となれなかったとけ残りは反大陸物質として廃棄物のデラミネーションが起こり、これはマントル深部に沈み証拠隠滅されてしまう。これが本当にホットスポットから出てくるのかを調べるため、たとえば同位体比などを用いて分析を行っている。TIMSの質量分析器などを用いている。穴あきカプセルで高温高圧実験を行うと、出てきた水からは残った物質の組成がわかる。これはグリコは1粒で2度おいしいのたとえ。

・大陸地殻はどこで作られているか？

それを調べるため伊豆マリアナ弧を調べている。

・地球システムの進化史

白亜紀の地球は現在より 20 度温度が高かった。白亜紀の温室と呼ぶ。この時期は火山活動がさかんで石油も多く作られた。しかし地球が自分で温度を上げて、この時期の終わりには自分で温度を下げています。このメカニズムが分からないと地球温暖化には対応できない。1つの解釈として地磁気の静穏期と重なり外核の運動がおかしかったというコアの異常説がある。あと核とマントルの境界の石は Pt を多く含む。スーパーブルームの検出などにこれを使う。

・深海底掘削船の話

付加体はごみため場である。そこをドレッジする目的で船を作った。7 km の海底下を掘れる。これでまた新たな発見が期待できる。

(5) 「生命現象を理解するための有機化学」

大阪市立大学大学院理学研究科講師 品田 哲郎 先生

① 内容

19 世紀ファーブルによって観察・実験であきらかにされた狩りバチの生態を、現在の科学技術を用いて有機化学的手法で明らかにしていく過程を解説された。

現在、ハチは 1 万種も数えられており、それらは体系・幼虫のエサ・生活様式（社会性または独居性）によって分類される。特に狩りバチについては、社会性と独居性で大きく区別され、社会性は毒を外敵から身を守るために用いられるのに対して、独居性ではエサとなる他昆虫の動きを止めるものとして使用される。講演ではこれらの数種類を、映像や動画さらには実物（生きている）を用いながら説明された。狩りバチの毒がエサを腐らせない防腐剤として働いていると考えられていたが、ファーブルの観察と実験によってエサを持続的に麻痺させるために用いられることが明らかにされた。

その後、めざましく分析技術が進歩したが、持続的な麻痺物質は検出されなかった。その理由は、独居性であるためサンプルが少なく、数ヶ月しか出現しない、毒液の量も微量などである。

そこで品田先生は、混合物のまま、NMR や MALDI などの分析機器にかけ、分子量 7000 程度の 3 種類のペプチドを分離された。これらのペプチドを、狩りバチのエサに注入すると持続的な麻痺が生じることにより効果が確認されている。更に今後は、分子遺伝学的な手法により解明が進められている。

その後、実験「蛍の光を化学で再現する」が行われた。ウミホタルやホタルイカ、ウズベンモウソウなどの発光生物の原理を解説された。実験では過シュウ酸エステル（四員環）のひずみが分解されることでエネルギーが放出され、そのエネルギーによって蛍光物質が励起することを用いて発光実験がおこなわれた。構造のことなる物質では、発する光が違ふことが確認できた。

② 結果

ハチの生態や分類、生活様式など、画像や実物を用いて解説いただいたので、よりよく理解できた。また参考資料としてファーブルの「昆虫記」の一部を紹介いただいたが、配布できたのが当日であり、事前の一読して受けさせればより効果的であったと反省している。しかし、参考資料があれば講義後でも十分に活用できるため、今後、利

用すべきである。

現在科学の分析能力のすばらしさは十分に感じ取ることができたが、NMR や MALDI の写真など紹介いただいたが、原理など難解であるため扱われなかった。そのため、やや現実離れた内容となってしまったのが残念である。

最後にいただいた実験は、十分に楽しんでいたようで、化学構造の違いが蛍光の違いに現れることは認識できたようであった。今後ともやはり実物の実験など体験型も取り込んでいただければありがたいと感じた。

③ 留意点・課題等

生命現象を科学的手法で解析する、生物領域と化学領域にわたる内容であった。生徒は学習内容が各領域に分断されているように錯覚しがちであるが、研究分野では癒合していることを強く感じることができたと思う。先端の科学を扱うと、特に分析手法においてはブラックボックス化せざるを得ず、この点が大きな課題であると思われた。

(6) 「心臓外科：心臓の働きと手術の話」

名古屋大学医学部胸部機能外科教授 上田 裕一 先生

① 内容

心臓の構造や機能さらに心疾患の病状、それを治療するための外科的手術やそれに用いられる器具の解説が行われた。また進路の決定や医師の倫理や心掛けに関する姿勢についても話された。心臓の構造はすでに 500 年前にダ・ヴィンチによって精密に観察・記載が行われている。

まず生徒各自に心臓の外形をかかせ、その後詳しく板書されながら、心房や心室、三尖弁や僧帽弁など構造と機能について解説された。この過程で「知らないことを知らない」という謙虚さや「手でかく（自分の頭にインプットしたものを再度アウトプットする）大切さ」を強調されておられた。その後、心臓が動くメカニズムと弁の働きや心拍中枢、さらに肺循環と体循環を解説された。

しかし、これらの構造に先天的または後天的に疾患が生じると大静脈血と大動脈血が混じり貧血など重症に陥る。そのため、冠動脈バイパス術や開心術などが行われる。また心臓内部を手術のために心臓を止める場合には、病変の箇所の確認、さらに止めると数分で脳障害が生じること、また脳だけではなく全身の臓器の保護が不可欠である。

1953 年、世界で初めて人工心肺を用いた開心術が行われた。この技術には多くの克服されるべき問題点があった。たとえば血液凝固防止や血流量の低下などである。さらに人工心肺回路に用いられる人工肺、ポンプ、送血管など多くの工学技術が用いられて、現在の医療が成立している。たとえば、送血管では 1 分間当たり 5 L の血液を送る必要があるため、きわめて高圧で体内に戻すが、血管壁に直接あたらないように、また乱流をおさえるための工夫が行われており、流体力学がふんだんに盛り込まれて 1 つの製品ができています。

最先端での医療に多くの分野の科学技術が関連し、取り入れられていることを、写真を用いながら詳しく解説させた。

また冒頭では、先生の医師になる動機やその後の経歴を話され、特に医の倫理について「医師になるのは生きるために医師になるのではなく、医師になることによって、こ

の人生を立派に生きるためである」という言葉を引用され、医師の志を強調された。

② 結果

卒業生ということもあり、高校時代の進路決定の動機も含め、医師の心構えを丁寧にお話いただいた。講義の内容と同程度、医師を目指す生徒にとっては、よい進路の指針となったと思う。講義については、医療にさまざまな科学技術が応用されていることを肌で直接感じることができるものであり、日々の学習活動の意義付けになったはずである。

③ 留意点・課題等

心臓に関する医療の話と医師をめざす心構えの二本の柱であった。また生徒との対話を交えながら熱のこもった講義であった。そのため、できればそれぞれについて2時間程度話して頂きたいと思う内容であり、時間的な制約を感じた。研究者招へい講座のテーマとして進路関係での内容があってもよいように思うが、いずれにせよ趣旨を明確にし、事前に講師との話し合いを密にする必要を感じた。

(7) 「分子の対称性と地球温暖化」

大阪市立大学大学院理学研究科教授 工位 武治 先生

① 内容

- ・地球温暖化と温室効果ガス 地球温暖化の危機的現状と科学的根拠。産業革命以来の大気中二酸化炭素濃度の増加と気温上昇の相関関係。二酸化炭素以外の温室効果ガスとしてのメタンの存在及びその重大性。
- ・温室効果ガスの化学 人工衛星ニバスによる、地球から発せられる赤外線吸収スペクトル測定。二酸化炭素は地球が発した熱エネルギーを吸収する。振動する二酸化炭素分子が、ある限られた波長の赤外線を吸収。
- ・分子の形と分子振動 群論について。対称性の高い分子ほど赤外線吸収のモードを多く持ち、温室効果能力が大きい。そのため、二酸化炭素よりもメタンの温室効果が大きい。
- ・氷河期及び今日の大気中での二酸化炭素、メタンの濃度と、気温との相関。
- ・次世代エネルギー資源としてのメタンハイドレートと地球温暖化促進の潜在的な危機。深海底からのメタンハイドレートの採掘と深海底への二酸化炭素貯蔵計画。

② 結果

科学者は地球環境の危機的状況について警告するだけでなく、科学がもたらす明るい未来も語る必要があるということを常に強調され、科学が持つ両方の側面をわかりやすい口調で語っていただいた。生徒にとってはたいへん元気付けられる講義であった。

地球温暖化の原因は二酸化炭素の温室効果であるとされ、温室効果という言葉は社会にも定着している。しかし、温室効果の科学的根拠は一般には知られておらず、二酸化炭素以外の温室効果ガスの存在についても同様である。まして、温室効果ガスの種類により、その効果の程度に大きな差があることを知る生徒は少なかったであろう。今回の講座を受講したことで、温室効果の原因が分子振動による物質の赤外線吸収であり、分子振動には分子構造が関係していることがわかると、二酸化炭素に類似する特徴を持つ物質は温室効果を持つことがわかり、地球温暖化の原因物質について幅広く理解するこ

とができるようになったことと思われる。

(8) 「薬品動態制御学とは」

京都大学薬学部薬品動態制御学教授 橋田 充 先生

① 内容

- ・京都大学の学部構成、薬学部、研究室の様子を紹介。研究室の雰囲気、設備面。
- ・薬学とは何か、薬学の歴史的背景。薬剤師の仕事は高度化してきている。処方、調剤のみならず患者に対する臨床的な対応が必要。薬学部6年制構想（H20年ごろから）
- ・新薬の開発方法。1つの新薬に必要なコストと時間（数百億円、20年）。1万ほどの候補化合物から1つに絞られていく。コンビナトリアルケミストリー、コンピュータスクリーニング、活性物質構造解析、ゲノム創薬。
- ・薬品動態制御＝薬品投与の精密化。DDS（ドラッグデリバリーシステム）。薬物の体内での動きを制御して、標的作用部位に望ましい時間、濃度で送り込む。1種のシステム工学。口だけに限らないさまざまな投与経路の工夫。コントロールドリリース（薬の放出部位、濃度、時間の制御）。ターゲティング（標的志向化、超微粒子や抗体を利用）。
- ・遺伝子治療にはDDSが不可欠。外から遺伝子を体内に入れ、特定の細胞で発現させ、タンパク質を製造させる。

② 結果

講師が本校卒業生であるということもあり、アットホームな雰囲気を作り出していたきながらの講義であった。

生徒が新鮮に受けとめたのは、以前の薬品開発や、生体への投与は、半分運に頼っていたところがあったということ、それが現在の科学技術の発展により、戦略的におこなうことが可能になってきているところであろう。また、物質の性質をよく知ることで、物質を薬として利用できること、さらには、物質の体内における動きを制御することができ、結果として多くの人の生命を救うことにつながるといったことは、今、化学を学習している意義を見出すうえで、重要なきっかけになったのではないかと。ただ、薬学の研究について、わかりやすいように、言葉を選びながら講義していただいたのであるが、最先端であるがためどうしても専門用語が多く、それが生徒の理解を妨げていたかもしれない。

生徒からの質問は活発におこなわれた。遺伝子治療の実態に関することや、薬品投与方法が多様化することによるデメリットについてといったものから、薬学部卒業後の進路や、薬学に物理は必要かといったものまでであった。このことから、薬学部を進路として考えている生徒が受講していたことがうかがえる。

生徒にとって薬は身近なものであるが、医師から処方されるがままに利用しており、その中身についてはブラックボックスであった。今回の講義を通し、一粒の薬にも綿密な計画と工夫がこめられていることを知り、薬に対する認識を新たなものとしたであろう。

(9) 「地層から地質時代の堆積環境と水の動きを知る」

大阪市立大学大学院理学研究科教授 前島 渉 先生

① 内容

- ・地層とはどのようなものかをまず知ってもらうために、各地の実際の地層をスライドで紹介された。それらを見ると地層には縞模様があることがわかる。
 - ・その縞模様はどのようにしてできるか。答えは「砂床地形」にある。そこで砂床地形と水の流れの関係をみる。水が流れると必ず砂床地形ができる。
 - ・砂床地形の種類を見てみると、リップル、砂堆、サンドウエーブ、平滑床などがある。この種類は、流速と粒径によって決まることがわかった。例えば、中粒の砂の場合は、流速が速くなるにしたがって、無移動からリップル、サンドウエーブ、砂堆、平滑床へと変化していく。このことから粒径がわかれば、流速がわかることになる。
 - ・次に流速と深さの関係をみてみると、流速が同じでも深さが深いと砂床地形の形に影響が現れにくくなる。また、砂床地形の高さや波長は、深くなるほど大きくなる。
- このように水底表面の地形がわかれば環境が読み取れるが、それが削られてその上に堆積していても、斜交層理が残るためリップルであることがわかる。
- ・このように地層に残された縞模様（斜交層理など）から、その地層が堆積したときの環境を知ることができる。その具体例の紹介があり、その後実験室に移動して、巨大水路を使った実験で、リップルなどができる様子を見せていただいた。

(10) 「金属工学入門」

新日本製鐵技術開発企画部マネージャー 佐藤 満 先生

① 内容

金属の構造と特徴について原子レベルでの説明をする。金属結晶の構造についての話のあと、結晶構造と物性との関係について述べる。各種の金属の性質に触れ、それがどのように説明できるか述べる。次の内容で話が続く。

- ・合金の作り方とその有用性について
- ・金属の精錬、製造についての話。
- ・金属の変形、破壊についての話から、強い金属を作る方法について考える。
- ・金属特に鉄鋼材料と社会との関わりについて

以上の学習のあと、金属材料の開発について説明したビデオを視聴し、次のような材料サンプルを用いた演示を経て全体のまとめとしている。

- ・製鉄材料のサンプルを見る。
- ・形状記憶合金の温度による変形の様子を実験する。
- ・防振構造の金属板をたたく実験

② 結果

学校の学習では、理論的な話に片寄りがちであるが、社会の中での鉄の役割や材料としての鉄の扱いといった、工学という実学的な面からの話が中心で、普段の学習を補完するという意味でよい内容であった。

OHPを用いた講義が中心で、初めは高校生に十分理解できる理論の話から入り、後半は図を多用して鉄の製造などについてわかりやすくまとめられていた。

③ 留意点・課題等

物理関係の講座は、理学部関係の講師を招いての基礎科学関係の話に片寄りがちな

るが、本校からは工学部への進学も多い。その一方で高校では応用科学としての工学の、多種多様な分野への紹介が、現状では十分であるとは言えず、生徒が工学部の志望学科を決める手助けが出来ていない。今後さらに実学的な専門分野の研究者の講座を通じて、科学と社会との関わりを認識させる機会を増やす必要がある。

(11) 「薬の効くしくみを科学するー脳内モルヒネと鎮痛薬ー」

京都大学薬学部生体機能解析学助教授 南 雅文 先生

① 内容

・薬理学とは 薬が効くしくみを明らかにすることと、生体のしくみを明らかにすること。

・生体内情報伝達と受容体 病気とは生体内の情報伝達が乱れること。薬はその情報を正常に戻すはたらきを持つ物質で、情報伝達物質の受容体に作用する。

・痛みの情報伝達 シナプスではグルタミン酸とサブスタンスPが情報伝達物質となる。

・痛みセンサー「カプサイシン受容体」 カプサイシン受容体は、43℃の熱と、カプサイシンに反応する。よって、辛いと熱いとは同じ種類の痛みである。冷たさのセンサー、メントール受容体は、5～25℃の熱とメントールに反応。

・鎮痛薬「モルヒネ」の作用のしくみ オピオイド受容体にモルヒネが作用すると、グルタミン酸やサブスタンスPが放出されなくなり、痛みの情報が神経間を伝わらなくなる。脳内モルヒネは本来体内にあって、痛みを和らげるはたらきをする物質。

・消炎鎮痛薬「アスピリン」の作用のしくみ 情報伝達物質を生合成するための酵素を制御するため、炎症、発痛を軽減する。同時に胃酸分泌抑制を阻害する働きが副作用になる。

② 結果

薬が効くしくみに対する生徒の認識は直接細菌を殺す消毒の延長のようなものであったのではなかろうか。今回の講義でその認識が拡大した。病気で体調が悪化するのは、生体内の情報伝達が正常でなくなったということ。その情報伝達は体内に存在するさまざまな物質が担っているということ。そして、人為的に情報伝達を制御するため、外から体内に投入する物質が薬であるということなどは、生徒にとって新鮮な驚きであり、生物体を分子レベルでとらえるきっかけになったことと思われる。

招へい講座において、1年生から3年生が同時に受講すると、その知識量の差からどうしても1年生には理解しにくい内容になってしまうことがある。今回は受講者の3分の2を1年生が占めていたため、1年生にも講義内容が理解できるように、進め方を工夫していただいた。内容は、大学で講義されている薬理学の導入部分で、基礎的なことから発展的な内容へと段階を踏んだ小テーマを設定し、講師自ら小テーマごとに生徒の理解をていねいに確認しながらの講義であった。講義後は生徒からの質問が活発におこなわれ、生徒は講義内容を十分理解するとともに薬理学に興味を持った様子であった。

(12) 「ブラックホールの物理学」

大阪市立大学大学院理学研究科助教授 中尾 憲一 先生

① 内容

OHPを用いてそれに従って話す。印刷資料はなし。

(ア) 星についての概観

(イ) 一般相対性理論について

(ウ) ブラックホールの誕生

(エ) ブラックホールの性質

(ア) では星の内部で起こっている反応について説明した後、星の終末状態について少し詳しく扱う。(イ) では一般相対論による時空の捉え方について簡単な説明。(ウ) ではブラックホールとは一体どういうものであるかということについて、光との関連で述べる。(エ) ではブラックホール付近で起こる現象について、具体的なイメージがもてるように説明。特に、質量の異なるブラックホール、つまり、普通の星がブラックホールになったものだけでなく、ミニブラックホールや銀河規模のブラックホールなど、大きさの違いが何をもたらすのか、またブラックホールは黒いのか、といったことについての話。最後に、時空の構造についての補足の話があった。

② 結果

数式等を用いない話であるために、レベル的には高1から十分に理解できる内容であったと思う。一方、力学等の知識があればさらに踏み込んだ理解が出来、自分なりの疑問をもてる余地があるなど、3年生にも十分対応する話であった。生徒によって物理学の学習段階が様々であるので、一般向けの話しになってしまうのは避けられない。今回はそれがマイナスにはならなかったのが幸いであった。ただ、OHP資料に図や写真が少なく、視覚的に目を引くという要素は弱かった。わかりやすく構成されていただけに、もう少し記憶に残りやすい資料、たとえばブラックホールの関係する現象の写真や、話の中で触れた諸現象のイラストなどが提示されるともっと効果的であったと思う。

(13) 「ES細胞とクローン技術」

奈良先端科学技術大学院大学遺伝子教育研究センター教授 山中 伸弥 先生

① 内容

高校生物における基本的な内容から、ES細胞研究の必要性や活用可能性まで、臨床医学の立場からの説明があった。また、クローン技術についても、遺伝と臓器移植における拒絶反応との関連性から説明があった。次世代の医療に対する期待感をもてる内容である。

② 結果

高校生物においては、発生や分化の学習対象の多くは、ヒト以外の生物であり、興味・関心をもたせることができないまま、授業を進めてしまうことも多いようである。今回の授業内容は、ヒト、それも病気の治療から、興味深く話が進められ、細胞の全能性や分化についても理解が深まった。また、クローン技術の話においては、例をあげることで誤解しやすい内容を理解しやすいものであった。

③ 留意点・課題等

生徒の興味関心のある事柄と高校生物における学習内容と最新の研究の方向性を同時に授業で展開することにより、当然のことながら、生徒の学習が積極的に進む。ES細胞やクローン技術は、新聞でも注目される内容であることから、新鮮みも高い。句とも

いべき内容を講義で扱うことで、効果的に学習を進めることができる一因となった。ただ、生命倫理に関して、生徒にはまだ未熟な面があり、ES細胞がヒトの受精卵であることを、生徒がどのように受け止めたのか疑問の残るところである。

(14) 「観察と実験で調べる動物行動の仕組みと意味」

大阪市立大学大学院理学研究科教授 幸田 正典 先生

① 内容

ご自身の大学の卒業研究でおこなったセダカスズメダイの研究を、視点、アプローチのしかた、苦労話などをまじえていねいに説明して頂いた。セダカスズメダイは、なわばりに進入した魚に対しては、同種だけでなく他種魚に対しても、激しく攻撃をくわえる。このことを、魚のモデルを使った実験によって調べ、セダカスズメダイの攻撃行動の元になる鍵刺激が、進入した魚の体高比であることや、藻食魚は体高比の大きい魚であることから、同じ藻食魚であるセダカスズメダイにとって非常に都合のいい鍵刺激であることの説明があった。

② 結果

通常、動物行動に関する学習は、高3において、ハチ等で簡単に学習する程度にとどまる。また、内容としても、その行動自体を学習する点にとどまることが多い。今回の講座では、動物行動の基本的な見方から説明があり、理解しやすい内容であった。また、研究の視点や苦労話は、単に動物の行動を研究するという枠を超え、興味や関心の深さを感じさせるものであり、研究の大変さと結果がでたときの喜び、動物への愛情を感じさせるものであった。1つの研究成果から新たな問題意識へと変化する気持ちの高まりなど、実際に研究にたずさわった人ならではの講演であった。

③ 留意点・課題等

体高比を自ら定義し研究を進めていくというアプローチは、定性から定量へという研究の方向性を説明する意味でも、生徒が今後研究活動を行っていく上で非常に重要な視点である。結果だけを呑み込みして理解を進める学習とは違い、実際に行った研究をもとに説明がある方が、生徒にはわかりやすいし、他の研究に転化しやすいと思われる。

(15) 「心臓移植の一例目の経験」

大阪大学大学院医学系病態情報内科学教授 堀 正二 先生

① 内容

実際に行われた臓器移植についての話が中心である。脳死判定から臓器の取り出し、搬送、移植まで詳しい説明があった。エピソードも多数紹介して頂いた。また、日本での臓器移植に関する歴史的背景や日本人の生命感に関する説明もあった。臓器提供意思表示カードについても、配布され、説明があった。

② 結果

臓器移植では、移植に関する知識や技量だけでなく、提供者や臓器移植のためのプロジェクトチームの活動や報道対策など様々な面での配慮が必要であることをよく理解できた。また、臓器提供意思表示カードの記載漏れにより、提供者の意思が確認できないことで、臓器移植できない例が後を絶たないことを残念に思う生徒も多かったと思われる。

る。

③ 留意点・課題等

プレゼンテーションが非常によくまとめられており、内容が多い割には、理解しやすいものであった。移植についても、写真等で切断や縫合のようすが簡潔に説明された。最後の質問の場面で、生徒から、患者や提供者のプライバシーの質問があったが、生徒には理解しがたいようであった。臓器売買における問題点などについても積極的に踏み込んで説明することにより、臓器提供の重要性がよりクローズアップされたかもしれない。

(16) 「物質の性質と電子の波動性、粒子性」

大阪市立大学大学院理学研究科教授 村田 恵三 先生

① 内容

構成は、講義と演示実験。パワーポイントのスライドをプロジェクターで映し、適宜黒板への板書を交えながら講義。全体を通し、高校生に対して文系、理系などと区切った狭い見方ではなく、国際人になるためにいろいろな知識と物の見方を身につけて欲しい、という願いが語られていた。

講義内容は、

- ・粒子性と波動性
- ・物質の階層構造について
- ・低温、高圧力、強磁場の世界について
- ・物質の中で何が起きているか

という項目であった。

途中、分子模型を用いて有機物質の伝導性について説明したり、高温超電導体の発見についての歴史的なエピソードなどがはさまれていた。

実験は、液体窒素を持参してそれを大量に用いたもの。ヘリウムと酸素の体積変化の様子がちがいで、液体酸素が磁石に引き寄せられること、液体窒素の雫が多角形になること、超電導物質に見られるマイスナー効果、その他、消しゴムを凍らせたり、液体酸素にマグネシウムを接触させたり、といった実験も行った。

② 結果

講義については、1つ1つのテーマへの踏み込みが浅かったので、生徒の理解が不十分なままに進行してしまったという点が残念であった。内容的に高校生がまだ学習していないことがたくさんあったため、構成が難しかったであろうと思われる。時間配分もやや難しい。自身の経験を元に、様々な実験の場での思い出やエピソードをたくさん話してもらえたことや、研究者になるとはどういうことなのかということについて、実感を伴った話がされたことはよかった。

実験については、参加者が比較的少なかったので、小さい現象でも間近で観察することができ、よくわかったと思われる。実験の時間を大幅に延長して、その場で思いついた材料を用いての実験も加えられた。興味を持って残った生徒には、長い時間説明や実験を続けてもらった。

(17) 「法医学と係わる様々な科学」

大阪大学大学院医学系法医学講師 黒木 尚長 先生

① 内容

本物の頭蓋骨の提示があった。頭蓋骨を詳しく調べることにより、性別や年齢の判定方法の具体的内容に始まり、指紋のパターンによる人の識別やそのデータベース、DNA鑑定、薬物鑑定、解剖による死因の判定例、飲酒と血中アルコール濃度の変化などが中心である。最近では、児童虐待についても、その所見を求められることが多いという話も印象的であった。また、大阪府警の科学捜査研究所の研究施設の紹介もあった。

② 結果

法医学に関する学問領域の広さと深さを同時に感じさせる内容であった。生徒にも、一つのことを詳しく調べていくことにより、多くのことがわかることが印象に残ったと思われる。特に、解剖による死因判定例に関しては、一見追突による交通事故死にも思える死因が、解剖により発作が原因であることを突きとめることなど、テレビの事件ドラマさながらの実例が説明され、ひきつけるものがあった。研究施設の紹介は、法医学を身近に感じさせるものであった。

③ 留意点・課題等

本物の頭蓋骨は、印象的であった。学校にはない実物をこのような機会に、提示して頂けるのは非常にありがたいことである。講義においては、写真スライド等も多数用意して下さり、いろいろな資料を見ることができたが、その中で、特に残酷とも思われるものは省略された。講義を受けている生徒にとっても、気になるところではなかったろうか。講義は、生徒が選択し受講しているもので、もう少し踏み込んだ内容を期待しているかもしれない。

(18) 「ダイヤモンドアンビルを用いた高圧下での鉱物の挙動について」

大阪市立大学大学院理学研究科講師 篠田 圭司 先生

① 内容

地震波を調べると、地球は層状構造をしている。それはある深さになると突然異なる物質に変化していることを示している。地球内部に行くにしたがって圧力や温度は徐々に高くなるが、物質の状態は急に変化する。なぜこのような物質の状態が突然変化するのかを高圧実験を元に研究している。

マントルを造っている物質としてかんらん石という鉱物がある。この鉱物は圧力を加えていくと、かんらん石からスピネルになりさらに高圧になるとペロブスカイトという鉱物に変化していく。このようなことを実験で確かめていく装置が高圧実験装置で、マルチアンビルやダイヤモンドアンビルといわれているものである。アンビルとは金とこのことで堅い鉄製の台である。この金とこのような台を二つ合わせえて両側から力を加えて高圧にし、その間に固いダイヤモンドを入れて、ダイヤとダイヤではさまれた間に試料をいれる。このダイヤにはさまれた部分で高圧実験を行うことができる。それがダイヤモンドアンビルという高圧発生装置である。この装置で10GhPa（上部マントル付近の圧力）くらいまで出せる。

この装置の実物をもってこられてデモ実験が行われた。装置には試料として水が入れ

られていて、この水に高圧をかけると固体に変化する様子がモニター画面で見ることができた。水の固体というのは氷であるが、今できている氷は、この部屋の温度で圧力を上げてできた氷であるため、普通私達が見るような水に浮くような冷たい氷ではない。部屋の温度が20℃くらいだったので、20℃の水に沈む氷ができています。

このような高圧実験は鉱物が高圧変成作用を受けるとどのように鉱物が変化して異なる鉱物ができていくのかなど、地球内部で起きている様々な現象を理解するのに役立つ。

IV 評価

各講座の参加希望人数は、次の通りである。畑先生 42 名、森田先生 89 名、沼田先生 64 名、巽先生 47 名、品田先生 74 名、上田先生 39 名、工位先生 45 名、橋田先生 39 名、前島先生 19 名、佐藤先生 24 名、南先生 26 名、中尾先生 23 名、山中先生 30 名、幸田先生 21 名、堀先生 31 名、村田先生 13 名、黒木先生 12 名であった。後半の参加希望人数が激減している。

年間 21 回も実施すると、生徒にとっては新鮮みがかけるのかもしれない。また、高校 1 年生は、最初に参加した講座の内容がよく理解できないため、次第に参加しなくなっている可能性がある。逆に、高校 3 年生は、大学受験が近づくと、参加する余裕がなくなるのであろう。

さらに、夏休みや冬休みのような長期休暇中に実施した講座の参加が少ない。塾や予備校を優先している可能性が高い。また、この時期の無断欠席も非常に多い。参加希望を提出したことを忘れていているからである。

V おわりに

2002 年度 S P P 研究者招へい講座の延長として、また S S H 申請のための予備研究としてこの S S 研究者招へい講座を実施したわけであるが、いろいろな課題を見いだすことができた。

今回の研究者招へい講座では、事前指導や事後指導は一切行っていないが、例えば高校 1 年生に対しては事前指導の必要性を感じる。また、土曜日に実施ということで、希望者だけの参加としたが、理科のそれぞれの科目の授業に組み込むことも考えられる。

幸い、本校の卒業生には、この研究者招へい講座の講師を積極的に申し出ているものが多く、また、本大学の理科教育講座や自然研究講座などから支援の意志が表明されている。今後も、理科好きの生徒を育てるために、また、高大連携の研究のためにも継続していきたいと考えている。

summary:

It is the effective method of the education to make it experience the real thing. Researcher invitation lecture was carried out that it listened to the story of the specialist of each territory which is active in the front. It was named with SS Researcher Invitation Lecture because it was carried out mainly on Saturday (Super Saturday).

創作領域でのコンピュータの活用 第Ⅱ報

— コンピュータ・ミュージックに関する12年間の授業実践を通して —

もろ いし たか ふみ
諸 石 孝 文

The Objective of Computer in the Part of Creative Composition (II)

— Through Educational Practice about the computer music for 12 years —

MOROISHI Takafumi

抄録：わらべ唄や唱歌を主題にして変奏曲を創作することにより、生徒が日本音楽を身近なものとして捉えなおし、イメージも作りやすいことが判明した。コンピュータによる創作が、日本音楽の響きを理解する一つ的手段として効果的であることを考察していく。

キーワード：創作、変奏曲、わらべ唄、日本音楽

1 はじめに

第Ⅰ報では、本研究の目的や8年目までの実践と考察等に関して述べた。ここでは、9年目以降の実践として、「わらべ唄・唱歌を題材にした創作学習」を取りあげたい。これは、それまでの実践と基本的には同じながら、内容的には実践方法をかなり改善したものである。そのことについて以下に詳しく述べていきたい。

2 わらべ唄・唱歌を主題にした創作学習

(1) わらべ唄・唱歌を題材にした理由

今までは、変奏曲を作る上で指導を簡単にするために、8小節の課題メロディーを3種類ほど与えておいて、その中から1つを選び、主題のメロディーとさせていた。しかしながら、そのメロディーは単純で簡単ではある一方で、イメージをわかせるには無味乾燥なものであるという短所があったと考えられる。結果的に、出来上がる作品が同じような感じに仕上がってしまうことがよく見受けられた。そのことには早くから気づいていたが、主題が何十種類も出てきて、そのすべてに対応して創作の指導をする時間的な余裕が無いとことも現実としてあったので、なかなかその方法を変えられなかった。しかし、ウィンドウズのノートパソコンになってから2年間授業を行ってみて、以前のように、よく

できていると思われるような曲が極端に減ったのである。全体的なレベルも下がったように感じられた。それは、ノートパソコンの出し入れの時間による実質的な授業時間の減少、ウィンドウズのソフトの操作が複雑で操作を覚えるのに時間がかかること等が原因かもしれない。原因はともかく、何か新しい方法で創作しやすい方法を考えなければいけない、と感じるようになったのである。そこで、生徒たちが幼い頃から慣れ親しんでいる曲を主題にしてはどうか、というように考えた。自分が一番よく知っている曲を選ばせたら、少しはイメージがわかりやすいのではなかろうか、と。この新しい方法で授業を行うには、何十種類も出てくるであろう主題に対応しなければならないという問題を克服する必要があった。その為に、創作の授業を行う時期を早めて、指導する時間を十分とってからコンピュータの授業にはいるように授業の行い方を改善した。

以上のような考えから、わらべ唄を選んだが、生徒たちに何を選ばせるか、と同時に、生徒が何を選ぶかは、わらべ唄を研究しアンケートをとる必要があると考えた。

(2) わらべ唄と唱歌の関連

わらべ唄は、わずか 4 小節しか持たない遊び唄なども含まれていて、単純である。また、幼い頃から自然と歌って身につけている唄が多いはずである。アンケートをとる中で、こちらが考えていた以上に、幼い頃から、わらべ唄を歌っていることがわかってきた。曲名を言ってわからなくても聴かせると聴いたことがある、歌ったことがあるということも多かった。聴かせた時に、思い出して口ずさんでいる姿もあった。多くは、遊び唄のなかのわらべ唄だが、感覚的には日本音階を感じているかもしれない。しかし、わらべ唄だけでは、主題が同じような曲に集中してしまい、また以前のように同じタイプの曲が多くできてしまうことを避けるために、唱歌や民謡等も加えることを考証した。

調べていくと、唱歌は、明治時代中期までは伴奏の部分無しで発表されたこと、後から伴奏がつけられたものが多いこと、五音音階（四七抜き長音階、四七抜き短音階）で作られているものもけっこうあること等がわかってきた。

そういう曲を選ばせることによって、わらべ唄と同様に日本音階の響きを感じ、日本音楽を理解する一助になると考えた。民謡については、曲の範囲が広すぎる、曲が長くて主題に向かない曲が多いこと等から、特に生徒の希望がある場合以外は、こちらからは提示しなかった。しかし、沖縄の民謡は、琉球音階を感じる上で非常に有効なものであると考えている。

平成 12 年度からこの方法で指導しているが、知っているわらべ唄の曲が年々変わっているようである。その為に、毎年アンケートをとって曲の動向を調べてみることにした。

(3) アンケートとその集計の考察

<資料>

わらべうた・唱歌に関するアンケート

中学 期生 組 男・女

以下の質問に答えて下さい。

①下の曲を、歌ったことのある人は()に◎を、聴いたことがある人は○を、聴いたことがない人は×を書いて下さい。また、歌ったり聴いたりしたことがある人は、それをしたのはいつ頃だったのか(誰から聴いたのか)、下の記号から選んで< >に書いて下さい。

a 小学校 b 幼稚園 c 幼稚園以下 d 家族から e テレビなどから

- | | | | |
|--------------|---------|-------------|---------|
| 1.かごめかごめ | () < > | 18.ほたるこい | () < > |
| 2.あんたがたどこさ | () < > | 19.村まつり | () < > |
| 3.通りゃんせ | () < > | 20.十五夜お月さん | () < > |
| 4.はないちもんめ | () < > | 21.もみじ | () < > |
| 5.ひらいた ひらいた | () < > | 22.春の小川 | () < > |
| 6.ずいずいずっころばし | () < > | 23.花 | () < > |
| 7.茶つみ | () < > | 24.かたつむり | () < > |
| 8.うれしいひなまつり | () < > | 25.証城寺の狸囃子 | () < > |
| 9.村のかじや | () < > | 26.たなばたさま | () < > |
| 10.おぼろぎよ | () < > | 27.メダカの学校 | () < > |
| 11.こもりうた | () < > | 28.靴が鳴る | () < > |
| 12.どじょっこふなっこ | () < > | 29.われは海の子 | () < > |
| 13.七つの子 | () < > | 30.どんぐりころころ | () < > |
| 14.夕やけ小やけ | () < > | 31.シャボン玉 | () < > |
| 15.さくらさくら | () < > | 32.春が来た | () < > |
| 16.たこのうた | () < > | 33.カモメの水兵さん | () < > |
| 17.お正月 | () < > | 34.虫のこえ | () < > |

② 以上の曲の中で、その曲を歌いながら、友達と遊んだ覚えのある人は、その曲の番号を下に書いて下さい。どんな遊びをしながら歌ったかも書いてください。何曲でもいいです。

③ 以上の曲の中で、思い出深い曲があれば、その思い出と共に、自由に書いて下さい。(何曲でも) →裏へもどうぞ

上記のアンケートは、①の 34 曲を聴かせながら書かせた。その集計を次にグラフで示す。

曲名の次に記した () 内は、いつ頃、誰から聴いたのかという問いで最も多かった記号を記している。ほぼ同数の場合、2つとも記した。

■ 歌ったことがある □ 聴いたことがある □ 聴いたことがない



②の中で友達と遊びながら歌った曲の中で多いのは以下の通りである。

1 かごめかごめ	53%
2 あんたがたどこさ	61%
3 通りゃんせ	8%
4 はないちもんめ	74%
7 茶つみ	16%

③についての「思い出」の中からいくつか書き出してみる。

- ・「はないちもんめ」は、幼稚園でいつもみんなと歌いながら遊んだので、よく覚えている。(男子)
- ・小学校3年ぐらいまで、4番(はないちもんめ)を友達とよくやっていた。その時、男子をよく引き込んで遊んでいた。(女子)
- ・わらべ唄は、小さい頃から家族に歌ってもらったり、友だちと遊びながら歌ったり、いい思い出がたくさんある。意識していないけど、欠かせないものだと思う。(女子)
- ・6,8,11,13,14,15,17,24番などは小さいときにおばあちゃんと一緒に歌った。(女子)
- ・「しゃぼん玉」は、本当はとても悲しい歌だと聞きました。(男子)

ここに見られるように、わらべ唄の場合は、幼稚園の影響が大きい。小学校でも、若干覚えたようだが、基本的に幼稚園で教わった唄を歌って遊んでいるようだ。

このアンケートをもとに、次年度聴かせる曲を考えていくのである。平成15年度の場合、事前に聴かせたわらべ唄と唱歌は、上記のアンケートの①の34曲である。

3 指導計画と実践方法

コンピュータの授業を行うまでの新しい授業計画について、下に記す。

(1) 準備

- ・2人で一つの班を作らせる(希望の相手と自主的に組ませる。人数の関係上、1人の班もある)
- ・フロッピーディスクを班に3枚配り、期・学年・組・班名・番号・名前を明記させる。1枚は音楽科提出用とする。他の2枚は個人用。→音楽科の分として提出させるのは、自分のフロッピーを忘れてきたときや、エラーを起こしたときのことを考えてのこと。

(2) 導入(約3時限)

- ・「変奏曲」というものを説明する。変奏曲の例をプリントにして配り、ピアノで実際に弾きながら説明し、イメージを持たせる。
- ・わらべ唄、唱歌を30曲ぐらい聴かせて、自分たちで曲を選ぶ場合の参考とさせる。
- ・わらべ唄、唱歌から曲を班で自由に選ばせて、(聴かせた曲以外の曲でもよいと指示している)そのメロディーを主題とすることを説明する。ただし、できるだけ単純な曲で、選んだ曲を2人ともよく知っていることと、その曲からイメージを持って作曲できるような曲であることを条件に、よく考えさせて選曲させる。
- ・わらべ唄、唱歌等のメロディーとコードネームは、音楽研究室に資料を用意しておき、

それを参考に主題を作成させる。

- ・主題プリントに、そのメロディーと、コードネームに合った伴奏をつけて、提出させる。長い曲の場合は、8～12小節に要約して主題とさせる。
 - ・主題プリントのチェックを徹底的に行う。小学校で記譜をしたことのない生徒も多いので、ここで記譜の基本を教え込む。2人で教え合い、相談させながら提出したものを添削し、何回も提出させ直す。
 - ・主題プリントが完成した後、主題をノートに写し、新たに第1変奏を作らせてくる。
 - ・コンピュータの基礎知識と「XGワークス」の操作方法のプリントを配り、テレビ画面で確認しながら次回行う操作について、簡単に説明しておく。
 - ・ノートを提出させ、プリントと同様に添削する。主題プリントは、回収する。
(コンピュータ教室で授業を行うまでに、ここまで指導しておく)
- コンピュータの授業の指導計画は、第1報に述べてあるので省略する。

(3) 授業時間

導入を入れて全体で約13時限の授業の予定。わらべ唄、唱歌を題材にした創作学習を行っているのですが、その事前指導に時間がかかってしまう。それで初期の頃の時間数8時限から、13時限へと増えてしまった。これは、主題の題材を変えたので仕方のないことだし、それだけの意味はあったと判断している。コンピュータを操作している時間は、以前とそれほど変わっていない。

実際問題として、創作意欲のある者にとっては、少し授業時間が足りない。また、授業中にミスを連続したりして遅れている者もいる。その為、放課後の時間を自由に使えるように、コンピュータ教室を希望者に開放している。しかし、コンピュータ教室だけだと、他の学年と重なって混乱するので、その学年が使う曜日を決めて、対応している。どうしても重なる場合は、ノートパソコンを別の教室で使用するように指導している。その場合は、内蔵音源を使ってセッティングが簡単にすむように音源の設定を工夫している。音楽室には常時、2台のノートパソコンを設置して、いつでも自由に使えるようにしてある。



授業風景



(4) 実際の指導方法

コンピュータの授業が始まる前に、まず、選曲・創作の指導を行う。選曲については、生徒たちが曲を選びやすいように曲集を用意し、コードネームがついていない曲は、こちらでつけておく。わらべ唄にコードネームをつけることには少し抵抗を感じたが、楽典の知識が皆無の生徒たちに楽典を教えるからコンピュータの創作に入るというのは今までの方針からも反するし、経験上その必要のないこともわかっている。実際には、わらべ唄より唱歌を選んでいる生徒の方が多いので、まずコードネームに合う和音を書くことから始めた。日本本来の音階を使った古謡やわらべ唄の場合はコンピュータの授業が始まった後、実際に音を聞きながら四七抜ききの五音音階に合うように指導していくことにした。あくまで日本音楽を感じさせるということが重要な目的の一つなので、日本の古い歌という条件を付けて選ばせた。よく知っている曲でも外国の民謡等は避けさせた。

結果として、よく選ばれた曲を下に記す。

「赤とんぼ」「メダカの学校」「どんぐりころころ」「夕焼けこやけ」「春が来た」「われは海の子」等である。

わらべ唄の中で選ばれた曲としては、「あんたがたどこさ」「はないちもんめ」「かごめかごめ」「ほたるこい」等である。その他では、日本古謡の「さくらさくら」も多い。これらは、幼稚園・小学校の体験に由来するところが大きいと考えられる。

(5) 技術的な問題

変奏曲を作っていく上で、第一変奏の作り方と第二変奏以降の作り方とは分けて考えている。段階を追って、単純なものから複雑なものへと展開していくように指導している。第一変奏では、単純で、8小節でもよしとしているが、第二変奏以降（もしくは第三変奏以降）は、主題のメロディーを「A」と考え、三部形式（A—B—A形式）にして、24小節以上の曲を作るように指導方法を変えた。以前は、生徒の自由に任せていたので8小節の変奏をつくる班が多かった。この「B」の部分を作るというのが、生徒たちにとっては、なかなか難しいからである。そういう場合、主題を短縮して作ったことが、ここで生きてくる。「B」の部分の正解がすでに元の曲の中にあるわけだから、そのメロディーを参考にして、全く同じにならないように工夫をして創っていくよう指導している。一度、そういう工夫が出来ると、その次の変奏は、自分たちで工夫出来るようになることが多い。これが、長い曲を選んだ場合の利点である。例を下に示す。

例「春の小川」



この曲は陽音階で作られている。aーa'をつなげて8小節にして主題「A」とするよう指示している。そうすると、「B」を作る場合には、元のbを参考にして、作ることができる。

4 コンピュータと使用ソフトについて

本校では、平成14年度からコンピュータ教室に21台のデスクトップ型パソコンが設置された。それまでのWindows98から、WindowsXPへと変わった。

(1) 授業で使用しているコンピュータとMIDI機器

バリュースターVT100/1 (NEC) (WindowsXP)(デスクトップ型)	21台
MIDIサウンド・キーボード CBX-K1XG (ヤマハ)	21台
USB-MIDIインターフェイス UX16 (ヤマハ)	21本

(2) ソフトとMIDIについての考察

ソフトは、Windows になってから「XGワークス」(ヤマハ)というシーケンス・ソフトを使用している。楽譜作成用ソフトではなく、シーケンス・ソフトを使ったのは良かったと考えている。元々、12年前、最初に使用した「ミュージ郎Jr」もシーケンス・ソフトであった。WindowsXPのコンピュータに対応させるためには、「XGワークス」のバージョン4を用意する必要がある。音源とコンピュータの接続コードも、XPウィンドウズになると変えなければならない。コンピュータにシリアルポートが無くなり、すべてUSB接続仕様になっているからである。コードはいろいろと考えられるが、USB-MIDIインターフェイスというコードにした。CBX-K1XG キーボード本来のシリアルコードをUSB変換するアダプター(エレコム)もあるが、両方試した結果、シリ

アル接続のアダプターは少し不安定であった。やはり直接、MIDI端子につなぐ方が安定している。それでも、ハブで分けられたUSB端子への接続では不安定になる。基本的にコンピュータ本体のUSB端子に直接、接続したほうが安定して使用できた。MIDI信号は、こういう点が案外弱い。

(3) ネットワークの利用

LANでシステムが構築されている場合、生徒のデータをサーバーネットワーク上のハードディスクの中に保存してフロッピー代わりに使い、ネットワークを通してデータを取り出すという方法は非常に便利である。生徒のデータを集めるときも、一括して処理ができる。今までは、フロッピーディスク1枚ずつからデータを集めていたが、その手間が無くなった。また、授業中にリアルタイムで、生徒のできあがった作品をマスターコンピュータに取り入れて聴いたり見たりすることができる。それによって、班を巡回しなくても、その場で即座に指導を入れることができるようになった。その為に、生徒には10分ごとに上書き保存するよう指示している。ただし、生徒の誤操作によってファイルが消えてしまうこともあり得るので、これまで通りフロッピーディスクに保存することも毎時間行わせている。

5 日本音楽と創作の関係

実際に日本音楽を教える時どのように扱えばよいのか、ということが問われている。例えば、わらべ唄は日本音階でできているが、遊び唄が多いので陽音階を使っている曲が多い。しかし、「通りゃんせ」のように陰音階でできている曲もある。また、陽音階と陰音階がまじって(転調して)いる「ずいずいずっころばし」のような唄もある。一方、箏や三味線の曲は、陰音階(いわゆる都節)で作られていることが多い。

創作の場合、どの音階を使えば、より日本音楽らしく聴こえるのかが大きな課題であった。例年、わらべ唄を選ぶ班はそれほど多くはなく、唱歌も五音音階で作られている曲は限られている。しかし、全員に日本音楽の感覚を思い出させ、その響きを体験させることは重要だと考えた。この場合の体験とは、自分で実際に五音音階で作られた曲を作ることである。そこで、平成15年度からは、第一変奏(できれば第二変奏も)は、すべての班に五音音階で作らせるように指導した。陽音階や陰音階で出来ていない唱歌を選んだ班も、あえて作るように指示した。まず、日本的な響きを意識して、創作することが重要であると考えたからである。そうすることによって、自発的に他の変奏も五音音階を使って創作する班が出てきた。

日本音楽の響きを作るための工夫としては、以下のことを指示している。

- ①四七抜き音階(五音音階)を使う。
- ②和音をできる限り使わない。使う場合は、真中の音を抜く。できれば、根音だけにする。
- ③4つ以上続く音階を出来る限り使わない。
- ④臨時記号を使わない。
- ⑤音色は民族音楽系のもを使用する。

出来るだけ簡単に単純な指示が望ましいので、以上のような点に絞ってはいるが、曲に

よっては以上の事柄に合わない場合もあるので個々に対応する必要がある。不十分ではあるが、一般的な工夫として生徒に示した上で、五音音階で創作させている。

生徒の頭の中では、音楽は和も洋もなく鳴り響いているはずである。しかし、わらべ唄や五音音階でできている唱歌を思い出し、その変奏曲を作っている間に、幼い頃に遊びながら歌い、慣れ親しんでいたはずの音階の感覚を呼び起こすことができるかもしれない。大切なのは、そういった感覚を思い出させ、感性として養っていくことであると考え。そういう思いを持って、和楽器を教えるのとは違ったアプローチから、日本音楽に迫っていきたいと考えている。しかし実際には、和洋折衷の音楽が巷にあふれているので、そういう音楽が彼らの血となり肉となってしまう場合もある。それはまたそれで、そういう音楽も認めながら、本来の日本音楽を思い出させていけばよいのではないかと。生徒には、日本的音楽（日本音楽も含まれているが、和洋折衷の音楽も含まれているものをこう呼ぶことにする）を求めていけばよいと考えている。伝統音楽を教えることは必要ではあるが、創作にそれを強要する必要はないし、その和洋折衷から、我々大人が想像もしない新鮮な響きが生まれてくるかもしれない。それも含めて新しい日本的音楽である、と考えていきたい。

6 コンピュータの授業についての生徒(中学1年生)の感想より

- ・コンピュータでの作曲は、とてもおもしろかった。楽譜に対する理解がより深まったと思う。音色の使い方などで同じ曲でも曲の感じが変わることを改めて実感した。(男子)
- ・楽譜の書き方もよくわかった。全然、音を数えられなかったのに数えられるようになって嬉しい。わらべ唄がこんなに変わるのかと思った。(女子)
- ・初めは「まだ中1なのに変奏曲を作るなんて無茶だ!」と思って、コンピュータミュージックは嫌でした。全く音楽がわからない私が、最初は、無茶苦茶に曲を作ってみました。そして、この音にはこの音が合わないとか、このリズムはイメージではない等が段々分かるようになっていったのです。そこで、中1で変奏曲を作る意味がわかりました。(女子)
- ・コンピュータを使って授業をすることでコンピュータの使い方や操作の仕方だけでなく、歌を歌っているだけでは養えないような特別な感覚・感性とかを養えたような気がします。(女子)
- ・強弱をつけたり、テンポ(リズム)をかえたり、ピアノでは上手に出来ないことを楽に出来て、コンピュータはすごいなあと感じました。相手の作った曲も聴けて視野が広がった。合作がおもしろかった。(女子)
- ・変奏曲は、音色とかを聴いているとその人の個性というものがわかるような気がした。他の班の曲を聴くということがかなり大事だと思う。(男子)
- ・曲を作るのと難しいパソコンの操作が重なって、大変としか言いようがないくらい混乱していました。でも、初めてのことで新鮮だし、慣れてくると今まで大変さは全部消えるくらい楽しかったです。(女子)
- ・音色を少し変えるだけで、曲そのものが変わったような感じになるのがおもしろく不思議でした。最後まであがったときには、前よりも音楽の表情というものについて理解、また関心が深まったと思いました。(女子)

以上のように、おおむねコンピュータの授業が楽しくて、満足しているという生徒が多かった。否定的な意見だったのは機械の苦手な子に多く、その子たちにしても「嫌だ」というより「使いこなせなくて悔しい」という感じの感想であった。その他では「歌う方が好きだ」等の意見もあった。

良かったという点をまとめてみると、

- ①記譜の仕方がよくわかるようになった。
- ②案外、変奏という創作が簡単で、ソフトの操作が慣れるにつれ、段々と楽しくなった。
- ③音色の組み合わせで、同じ曲が全く違う感じになることに驚いた。
- ④二人で創ることによって、お互いの曲作りが参考になったし、効率よく入力の分担ができて良かった。
- ⑤またコンピュータの創作の授業をしたい。大人になってから、また作曲をしたい。

等である。逆に問題点は、

- ①ソフトの操作が複雑で理解するのに時間がかかった。
- ②授業時間が足りなかった。
- ③二人の意見がくい違って、合わせるのに苦勞をした。

等であった。

日本音楽についての感想は、

- ・日本音楽は、聴いていると心がなごむ音楽だと、この音楽の授業でわかった。(男子)
- ・日本音楽は、ややこしくてあつかいにくいと思っていたけど、そうでもなくて、ゆっくりしていて、何回か聴くうちにいい歌だなと思った。しみじみとしていて、日本だな、昔の日本も悪くないなと思った。(女子)

他に、「今の音楽と違って、とっても新鮮」と感じている生徒も案外多かった。

また、こちらが考えていた以上に、わらべ唄・唱歌の変奏のイメージがわいてスムーズに作れたようだ。三部形式の「B」の作り方も含めて、従来の課題曲を与えていた方法よりも変奏しやすくなったという感じを受けた。又、わらべ唄や唱歌も生徒達に根付いており、曲の出来具合の良し悪しは別として、創作の題材として使うと効果的である。

7 おわりに

この第Ⅱ報を出すのが遅れたので、第Ⅰ報の副題の「10年間の実践」が第Ⅱ報では「12年間の実践」になってしまったことを、まず、お詫びしたい。今後は、五音音階を使っている唱歌とわらべ唄をもっと効果的な題材として使い、もう少し日本音楽的な音楽に近づけるような創作のあり方を研究していきたい。また、最初からコードネームを使わずに、日本本来の音階を考えて譜面を書かせる指導法の確立も要求されるであろう。生徒がどこまで日本音楽の響きを自分のものとして定着させることができたのかを考察しながら、創作に取り組んでいきたいと考えている。

参考文献

- (1) 諸井三郎「楽式の研究Ⅰ 基礎楽式」 音楽之友社
- (2) 小泉文夫「日本の音～世界のなかの日本音楽」 青土社

- (3) 同上 「日本伝統音の研究1—民謡研究の方法と音階の基本構造—」音楽之友社
(4) 町田嘉章・浅野健二編 「わらべうた～日本の伝承童謡」 岩波文庫
(5) 金田一春彦・安西愛子編 「日本の唱歌（上）明治編」 講談社文庫

注

- (1) 「日本の唱歌（上）明治編」 p 6

summary:

I had my students compose variations whose themes were based on children's songs. As a result, it turned out that they are able to rediscover Japanese traditional music as something familiar to them. In this study, I examine how effective the creative composition with computers is in order to appreciate the sound of Japanese traditional music.

Key Words: create, variation, children's song, Japanese traditional music

翻訳ということ

—あるいは「読むこと」—

い ばた きみ お
井 畑 公 男

On translation

—A way of reading—

IBATA Kimio

抄録：外来の文物を理解する場合、日本語を介してそうするのが一般である。コミュニケーション、グローバリゼーションの影に当然視されることを二、三触れる。

キーワード：意味、語、文

1. はじめに

アメリカの政治哲学者エリック・ホッファーの『現代という時代の気質』を読んでいると、彼が自著のアオリズムを引用しているところに出くわした。私はこの本を英語ではなく、訳本で30年振りに再読していたのであるが、すこぶる感興豊かに時間を過ごせたのと同時に問題のアオリズムの日本語訳が現在、2004年冬で都合三種類、三人の手になることを知った。以下に原文と三つの訳を掲げたい。少し長くなるかもしれないが、この断片がこの本に集められた論文の基調となるものであり、英語の特色、訳という作業の問題点を考えるに資するからである。

95

HISTORY is made by men who have the restlessness, impressionability, credulity, capacity for make-believe, ruthlessness and self-righteousness of children. It is made by men who set their hearts on toys. All leaders strive to turn their followers into children. (The Passionate State of Mind)

①歴史は幼児のもつ諸性質——落ち着きのなさ、感じやすさ、軽信性、ふりをする能力、仮借なさ、独善性などをもつ人びとによって作られる。つまり歴史は、おもちゃに熱中する人たちによって伝えられる。すべての指導者は、かれらに従う人たちを幼児に変えようと

つとめる。(永井陽之助編 現代人の思想 16『政治的人間』[平凡社])

②歴史は子供の不安、感受性、信じやすさ、フィクションの能力、残酷さ、独善をもった大人によってつくられる。玩具に望みを托す大人によってつくられる。あらゆる指導者は彼らに従う者たちを子供に変えようと努力するのだ。(柄谷行人・柄谷真佐子訳『現代という時代の気質』[晶文社])

③歴史は幼児のもつ性質——落ち着きのなさ、感受性の強さ、軽信性、何かのふりをする能力、残酷さ、偽善性をもつ人びとによって作られる。つまり歴史は玩具を欲しがめる者たちによって作られるのだ。指導者たちがみな、追隨者を幼児に変えようと躍起になるのは、このためである。(中本義彦訳『魂の錬金術』[作品社])

訳はほぼ 35 年の間に①～③の順に訳されたのだが、必ずしもよくなっているとは言えないところが翻訳の難しいところであり、おもしろいところである。作業が完結しても、継続の必要があると言えそうである。読む作業は現在の時点で行われるからである。また思いもよらない間違い、ズレがあるからである。ただ巧拙の点だけから見れば①が決定訳と言え、③は①を参照したと覚しく、ほとんど①と変わらないが、明快さ、的確さにおいて①に一步譲る。巧緻の差は名詞、動詞の訳語、事実、陳述の明快、的確さのところで如実に表れる。

さて一通り、95 の断片の英語を見てみたい。全体は三文からなり、最初の文と二番目の文はほぼ同じ構文で、men までは同一と言ってよい。who 以下の述部が違うのであって、列挙された子供の特徴・性格を別の子供の様態で説明している。三番目の文の主語 All leaders は初めの二文にある men の言い換えと言え、第一文が明快な陳述、二文がその言い換え、三文が二文の場を変えての部分的説明および結びと言え。誠に、包括的、象徴的とは言え、三文は緊密に結ばれ、明快な内容を示している。

英語を一応見た段階で三つの訳の日本語に戻ると、問題は名詞、動詞の訳語の的確さになるように思われる。当然のこと 95 の断片を書いているホフファーは彼の経験、知見の範囲で言葉を選んでいるのだが、これを読む場合、彼の経験をたどることはできないにしても、類似のものを想像することはできる。この場合、誰彼の子供を思い浮かべるのは理解の手がかりになる。

II. もう一つの例

ある英文の訳の巧拙という話になれば、誤訳なども含めて考え始めると具体例を挙げなくなり、枚挙に直ぐいとまがなくなるであろう。たとえば古典、名著の訳という仕事は大変な作業であり内容と語学の知識がなければできないと言うに留めて置こう。ここでも学生時代から比較的親しんでいるイギリスの美術評論家ケネス・クラークの代表的著作の中から日本語訳を一例として引いてみたい。

周知のようにルネッサンスに先立って、いくつか間違いの警報が発せられた。ヴィーナスの再出現の場合にも同じことが起った。(『ザ・ヌード』127)

The Renaissance, as we know, was preceded by several false alarms; and so it was with the re-emergence of Venus. (The Nude:87)

問題としたいのは英語の false alarm の訳語である。「間違いの警報」とは何のことであろうか。この書物はギリシャ・ローマ時代から現代まで主に西洋の主題別に裸体人物像

の特質を辿ったもので壮大かつ精緻な文明論である。アポロ、ヴィーナスと理想的裸体像を見ていくなか叙述がイタリア 14 世紀シエナにさしかかる所である。この語句の訳が不適切と感じたのかこの『ザ・ヌード』を大学教科書用に編集した人の注は「(いよいよ Renaissance が到来したかと思わせるような) 何度かの空騒ぎ」と付けられている。これも今一つ届いていないように思われる。驚いたことに原著の訳者が別のところ、「アポロ」の、章で同じ語句の訳として「仮りそめの夜明け」を使っている。こちらが正しいのではないか。やはり false は「嘘の」「本物でない」であり alarm は「目覚し」であろう。クラークは正統の系譜と歴史的叙述を念頭に置いていると考えられるのである。

Ⅲ. 当面の目標

広い意味での読書から筆者の関心のあるところから、日本語の訳というものを二つほどみたのであるが、いい翻訳の最大の要件は平明・明快な訳にはほぼ尽きるであろう。細かくは語・語句の的確な理解、次に場面における少し大きな視野が持てれば、文字にしる音声にしる 8、9 割方意志が疎通するであろう。同様のことが中学・高校レベルの英語についても言えると考えられる。この冬（平成 15 年）高校 1 年の課題から引用してみたい。

Twenty of thirty years ago, most volunteers were housewives. They volunteered time while their husbands were working. Today both men and women volunteer. There are volunteers from all social classes, all neighborhoods, and all ages. Most aren't rich or famous. They enjoy their volunteer work. People need them. Today, with problems such as AIDS and homelessness, the world needs volunteers more than ever before.

設問は最後の文を日本語にすることであるが、パラグラフは緊密に構成されて居り、この場合、一文一文積み上げて最後に言いたいことを持つてくると言った体裁である。

volunteer が名詞、動詞の形で繰り返し使われ、副詞（句）と動詞の時制で現在と過去の対比を行い、the world が people の言い換えと気付けば「今日ほど様々な人がするボランティアが求められていることはなかった。」という意味が簡単に理解される。

Ⅳ. 実際の技術

英語を読む場合、一番最初にすべきことはその意味を取ることと思われる。最近では、意味を取ることだけに終わってはいけなく指摘されることが多いが、この作業が回避できるわけではない。中学・高校レベルでは語、文というものを単位として学習するのが基本となるであろう。問題は語・文の意味がどのようにして決まってくるかということであろう。語・文どのように使われているかと言っても同じであるが、英語の中だけでの反復では理解されているかどうかは確認できない。やはり日本語による理解を通過せざるをえないと思われる。語・文を据えて英語と日本語の一对一の対応を措定し意味を考えるのである。人工的と考えられるかもしれないが、そうしないと取捨がつかないと言って差し支えない。あるいは語・文が基本的な部分単位と見なすのである。そして取り間違いを極力避けようとするなら、文法とこの単位を取り囲む様々な全体に沈めるが効果的であろう。ここ数年は筆者はパラグラフがやはり重要なまとまりと考えている。内容に関する色々な知識を援用するのは当然のことながら、英語の文・パラグラフの特色はどんなに観察して

も、しすぎることはないであろう。普通の文法にはっきりと叙述されない了解事項のようなものが暗黙の内に張り巡らされているように思われる。

語の選択、代名詞の使い方、主語の交替、対照表現の使い方などがまず想起される。そして名詞、動詞と言っても、あくまで英語、英文法の中での使われ方であって、日本語に似たものがあつたとしても、理解の助けになつても、語自体は英語のままである。

引用した高校1年の課題文のなかの *people* が *the world* の言い換えである場合でも、「人々」「人民」「社会」「世界」という語が連想されこの200年位の幅で考えられた言葉というわけで安定したイメージをつかむことがやさしいとは言えない。しかし英語自体はそれなりの包括的な独自の論理を持ちながら脈々と、連綿と持続しているのであろう。それは一つの文化でありそれなりの明晰さというものを持っていると思われる。ある小説家が言った言葉だが「日本にどのような外国のものを持ってきても、それは前衛になる。」とあるように英語も同じように考えるしかないであろう。

Summary:

It is inevitable that we, students of English should make mistakes in reading various English texts. However much communication or globalization might be focused, we have to interpret English materials by means of Japanese. It is good to remember that English grammar comes from the English language, which is quite different from the Japanese language.

key words:

meaning, vocabulary, sentence

新講座“ユリイカ”の実践報告

—2003年度前期の実践を中心に—

いち みち かず とよ い とう よう いち たき ぐち しゅう じ
市 道 和 豊・伊 藤 洋 一・涇 口 修 司

ひがし もと くに お やま だ ときひこ
東 元 邦 夫・山 田 時比古

The practical report of the new course “EUREKA”

ICHIMICHI Kazutoyo・ITO Yoichi・TAKIGUCHI Shuji
HIGASHIMOTO Kunio・YAMADA Tokihiko

キーワード：学校設定科目、ブルーフ、ユリイカ、国語、英語、地歴

I はじめに

平成7年度から、理科において始めた新しい教科としてブルーフ科の実践を行ってきた。その目的は、「もの」を科学的に把握・認識する時に必要な基礎的な科学の技法を、身につけさせるためにできるだけ系統立ててトレーニングをしようとするものであった。そのため理科の4分野でさまざまなテーマで実施してきた。

このブルーフ科の実践によって、科学の分析手法の一端を学んだ生徒達は、他分野の既存の教科学習においても高い興味と関心を示すことがわかってきくなど大きな成果を上げてきたのだが、学校の週5日制への移行などの理由により、いったん本校の教育課程からはずすことを余儀なくされた。しかし、今年度から、ブルーフを従来の理科だけではなく数学を含め新たに開講するにともなって、文化系の内容を中心として、同様の教科としてユリイカが開講されることになった。

II ユリイカの計画

(1) 目的

ユリイカの目標も、ブルーフと同様に、普通の授業では十分に学ぶことのできない「研究のスキルを身につけさせる。」ということが一つあげられる。しかし、まだ初年度の取り組みであり、ブルーフのように今までの蓄積もないところからの試みであるため、今年度は担当教員それぞれのテーマ設定を示し、生徒たちに従来の授業では味わえない、学問

の楽しさや広がりを実感させるということを主な目標においた。したがって、あるテーマに基づいた研究活動を基本とし、最後にレジメを作成し、研究発表会を実施させることとした。

(2) 細案

① 単位数

2003年入学高1の時間割に、ユリイカ・ブルーフ（EP）の時間を設定した。ユリイカ・ブルーフは1単位とした。

② 担当者

ユリイカは主に国語、地歴公民、英語の教員が担当した。ブルーフは主に数学と理科の教員が担当した。

2003年担当者：E（ユリイカ）…伊藤、東元、山田、袴口、市道（5名）

P（ブルーフ）…岡、岡本、森中、柴山、瀬尾、大石（6名）

③ 定員

きめの細かい指導をするには、少人数のクラスを編成した方が好ましい。そこで、1クラス40人を3人で担当することを原則とした。教員一人あたり平均すると13.3人の生徒数になる。

④ 期間

前後期制とし、出来るだけ多くのテーマに接するようにした。A、B組は前期ブルーフ、後期ユリイカを受けるようにした。逆に、C、D組は前期ユリイカ、後期ブルーフを受けるようにした。

⑤ クラス編成

最初の時間に、オリエンテーションとクラス編成を行った。クラス編成と人数調整に関しては、おもに学年の担当者が行った。

⑥ 日程

月曜日6、7限目に設定した。ただし、LHR（1単位）と交互に実施するように計画した。

前期 A、B組…ブルーフ C、D組…ユリイカ

後期 A、B組…ユリイカ C、D組…ブルーフ

4月14日（月） LHR①

4月21日（月） EP 前期① オリエンテーション…担当者全員
講座分け、班分け調整、名簿作成…伊藤

4月28日（月） LHR②

5月5日（月） 祝日

5月12日（月） 代休

5月19日(月)	EP 前期②
5月26日(月)	中間テスト
6月2日(月)	LHR③
6月9日(月)	EP 前期③
6月16日(月)	LHR④
6月23日(月)	EP 前期④
6月30日(月)	LHR⑤
7月7日(月)	期末テスト
9月8日(月)	LHR ⑥
9月15日(月)	祝日
9月22日(月)	EP 前期⑤
9月29日(月)	EP 前期⑥ 発表会(各講座ごと)
10月6日(月)	LHR⑦
10月13日(月)	祝日
10月20日(月)	EP 後期① オリエンテーション…担当者全員 講座分け, 班分け調整, 名簿作成…伊藤
10月27日(月)	LHR⑧
11月3日(月)	祝日
11月10日(月)	代休
11月17日(月)	EP 後期②
11月24日(月)	振替休日
12月1日(月)	LHR⑨
12月8日(月)	期末テスト
1月12日(月)	祝日
1月19日(月)	EP 後期③
1月26日(月)	LHR⑩
2月2日(月)	EP 後期④
2月9日(月)	LHR⑪
2月16日(月)	EP 後期⑤
2月23日(月)	EP 後期⑥ 発表会(各講座ごと)
3月1日(月)	代休
3月8日(月)	期末テスト

Ⅲ ユリイカの実践

以下, 各講座のねらい, シラバス, 授業記録などを報告する。

(1) 古典文学と文様(担当者 市道和豊)

1. 講座の目標——「文様」を手がかりにして、「古典文学」の世界を訪ねる。
3つの条件 ① 必ず、自分の身の回りから探し出す。
② 自分の力で、そのルーツを探し出す。(インターネットで調べるの

- はいいが、丸写しはダメ。自分でレポートを作成する)
③ できた人から次々に、みんなに発表する。(原典の学習も)

2. 活動の進捗

- 4月21日 全体のオリエンテーション 班の希望提出 班分け・調整
5月19日 班単位のオリエンテーション 担当教官の説明 メンバーの話し合い
伊勢物語を用いて、教官によるサンプル発表
6月9日 2人より発表 なかなか充実していた
6月23日 4人の発表 及び 1人の補充発表
9月22日 3人の発表 家紋にこだわる傾向 ユニークな発見も
9月29日 4人の発表 ついに発表できなかった1人 皆に謝る
冊子作りの打合せ、原稿の規格・制限などを話し合う。
10月某日 まとめの冊子、完成。
発表の当日にはまだまとまりきっていなかった人も、発表原稿はよく出来ていた。レクチャーと冊子という2段階の発表は、全員に充実をもたらしたと思う。ただ当日発表が出来なかった者が1人、発表はしたが冊子の原稿を出せなかった者が1人いたのが残念。

3. 冊子の出来具合

レクチャーの段階では、家紋など文様の種類(果ては、自分の家のルーツ探し)に偏る者もいたが、冊子の段階になるとほとんどの者は、古典文学との関連性を見いだしている。しかし限られた時間では、原典の文学作品に対する深い鑑賞にまでは、到達することはできない。そのきっかけをつかんでくれれば、この班の試みは成功したと思いたい。メンバーがふれた古典文学としては、

伊勢物語、竹取物語、三十六歌仙、古事記・日本書紀、近江八景(漢文)、能(菊慈童)、菅原道真、源氏物語、道成寺、歌舞伎、平家物語 などが上がった。

(2) Japan Explored (担当者 伊藤洋一・東元邦夫)

1. 授業のねらい

外国語を学ぶことは新しい価値観の存在を知ることである。そしてその存在の発見は既知のものを見直しへとつながる。外に目を向けるあまりに足元が暗くなっているのが今の日本人の傾向である。余りにも当然すぎて、つい疎かになりがちの自国の事物について再考・再発見し、自分たちの国についての基本的な事柄を、英語という多くの人々に通じる言語を媒介にして伝えられるようにするのがこの講座の目的である。

2. 授業計画

日本について説明するといってもトピックが多岐にわたるので、あらかじめ基本的なものをいくつか選び提示した。下の表は扱ったトピックとその内容である。

	トピック	内容
第1時	地理・位置、季節	日本の地形や位置の説明、四季についての会話練習
第2時	言語、伝統文化	日本語の特徴の説明と伝統文化としての俳句の紹介
第3時	大阪案内	大阪の年中行事の説明と名所案内
第4時	現代文化事情	現代の日本の文化を説明
第5時	日本紹介	第1～4時のトピックについてのグループでの発表

3. 評価

授業中に展開した様々な活動への参加意欲や、ほぼ毎回行った発表の内容を中心として評価した。発表をするための原稿を何度か書かせたが、授業中に所々書き直すように助言しただけで、きちんとした原稿作成のための指導が出来なかった。第5時の発表については事前にほぼ原稿を仕上げてくるように指示し、発表前にも時間を十分とって原稿を練りなおさせたので、その原稿は発表後に提出させて評価の対象とした。

4. 授業内容・記録

毎時トピックに関するウォーム・アップから始め、スキミングやスキニングを中心とした読解の活動、会話練習、発表のためのリピーティングや原稿作成、そして発表という手順で授業を行った。個人で行う作業、ペアで行う作業と作業の形態にも変化をもたせた。第4時の『現代文化事情』ではカタカナで表記される日本の現代文化を取り上げ、それぞれのトピックについて異なる活動を行った。以下が授業の手順である。

1. 3つのアニメの登場人物の写真を用いた英問英答。
2. カラオケについての会話を完成。それを用いた会話練習。
3. コンビニの説明文作成と、それを用いた発表。

当初はもっと多くの活動を細切れに行っていたが中途半端に終わることが多かったので、活動の数を減らして発表までの準備に時間を取り、発表で授業を締め括るようにした。発表練習を重ねることで、最後に長い発表ができるようになることがその目的であった。

(3) 古典の「学び方」「楽しみ方」開発プロジェクト（担当者 澁口修司）

1. ねらい

選択者をつくるオリエンテーションの場で、次のように告げた（宣伝用プリントより）。

- ◆独自の視点、切り口で古典の世界に入っていく
- ◆自分の趣味、興味のある分野・領域・テーマで古典を見つめる
- ◆おすすめの作品・文章の発掘
- ◆得意・不得意は、関係なし？
- ◆新しい「提案」として

例えば↓

スポーツ／相撲／笑い／恐怖／不思議／昔話／和歌／『源氏物語』／恋愛／旅／別れ／死
／医学／学問／言葉／ことわざ／歌謡／マンガ／近・現代文学とからめて／…？

生徒個々が発見・開発した「学び方」「楽しみ方」として、どのようなものが出現するのかを期待した。また、この取り組みを機に、それぞれが古典の世界へ分け入ることの楽しさを知ってくれればと願ったものである。

2. 授業の流れ

4/21 (月) 第1回「オリエンテーション」 選択者募集

受講者数20名(定員いっぱい)

5/19 (月) 第2回「本講座ガイダンス」

古典とは?/その楽しさ・苦しさ/テーマ探し①/図書館活用/

ワークシート記入・提出

6/9 (月) 第3回「テーマ決定①」

前回提出のワークシートの内容交流/授業者からのコメント・アドバイス/

テーマ探し②/図書館活用/「構想具体化」ワークシート記入・提出

6/23 (月) 第4回「テーマ決定②、夏休み中の活動計画」

授業者との問答、参考資料紹介/テーマ交流/夏休みの活動計画/各自の活動/

「テーマ決定」ワークシート記入・提出

9/22 (月) 第5回「活動進行状況報告、最終発表会準備」

発表会、レポートについて/各自準備

9/29 (月) 第6回「発表会」

一人5分/レジュメ・各自の資料を活用/講評・まとめ

3. 授業者としての評価・反省

集まった生徒は20名と、予想以上に多かった。選択した動機としては、「もともと古典が好きだから」「自分の興味のある『源氏物語』について、研究したい」などが多いのは当然だが、「どうも古典は苦手なので、攻略したい」「高校一年生になって、文法が苦しい。何とかしたい」「古典は嫌いだったが、好きになりたい」といったものもあった。授業者のねらいとしては、とりあえずは期待通りであった。

「ガイダンス」から「テーマ決定」にかけては、グループ討議・ブレインストーミング・ワークシート活用・図書館資料の活用など、短期間・短時間ながらもできるだけ多様な活動を用意した。この時期は結果として、生徒たちは楽しそうに取り組んでいるように見受けられ、生徒からもおおむね好評を得ていたようである。

ただ、受講者が多かったために当初想定していた、授業者との緊密なやりとり・積極的な意見交換が十分に行えなかったことが残念である。どうしても、回収したワークシートをもとに後日のコメント記入による指導が中心になってしまったことは、反省点の一つである。

さらに、夏休み中は結果として、各自の取り組みが積極的に進んだとは言えなかった。9月になって、追い込みのため緊急に「進行状況報告」を求めてみたが、効果はあまりなかった。授業者として、長期の空白を現実的に意識できていなかったことは、今後の課題としたい。

したがって、最終の発表会は、おざなりにすます者(そうせざるを得なかった)のであ

う) がいた。大いに反省するところである。

4. 生徒たちが取り組んだテーマ (おもなもの)

日本の言い伝え、教訓／囲碁の歴史／武士といくさ／古典にみる恋愛／昔の生活 1 日体験
昔と今の笑い話の違い／生霊 (いきりょう・いきすだま)／江戸時代の同性愛事情／
『解体新書』を読む／日本の吟遊詩人を探して／現代に甦る『源氏物語』／
初めて日本にやってきた象／『雨月物語』レポート／昔の学校

(4) 「地域を知ろう」—天王寺校舎周辺を知る— (担当者 山田時比古)

1. 地域研究の主旨

大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎の周辺をどのような地域であろうか？

鉄道関係の施設がいっぱい有る。

履物やさんがいっぱい有る。

自転車の不法駐車の名所である。

医療施設が整っている。

なぜですか？本当ですか？

こんなんを調べてみようというのがこの研究です。

寺田町と学校と三角公園しか知らないではさびしいではないですか

僅か 5 回ですが、学校を出て、地域をぶらぶらしましょう。地域のことを調べましょう！

フィールドワークがメインになります。調べたことを地図にしましょう。

全ての連絡は、ネットでやりましょう。IT の技術を駆使して、地図にしましょう。

2. 前期の生徒のテーマ

1 班 《天王寺の自然》 あわよくば隠れ家を作ろう→天王寺区の交通事故状況

2 班 天王寺区民が地元を抱く見解

3 班 お店のおじちゃん、おばちゃん

4 班 公園や道路の名前の由来

5 班 たこ焼き屋の分布

6 班 環状線内外による商店の分布の違い

7 班 自動販売機の分布図

3. 講座予定・実施

第 2 回 5 月 19 日 班分け・寺田町巡検 テーマ仮決定

5 月 23 日 班別テーマの FD 提出 (山田机上に)

第 3 回 6 月 9 日 文献調査・テーマ最終決定

(班員の一人が天王寺方面の地図を入手)

生野区の市役所に行き、縮尺の大きな地図をもらう

第 4 回 6 月 23 日 実地見学・調査

アンケートをとる範囲、対象 (年齢、性別 etc) を決める

アンケートの質問になりそうなネタを探す (決まらず)。

夏休み 調査（フィールドワーク）

班別に適宜相談

第5回 9月22日 発表概要提出・発表資料作成 地図化

アンケートの集計をする。

内容別にアンケートの集計結果の表し方（グラフ or 地図上）を決定し、実行する。

第6回 9月29日 発表会

4. 生徒の感想等

1班 調査で成功したこと：大通りの交差点に関する正確な事故件数がわかった。

警察署の交通課の人に話を聞くなど、貴重な経験ができた。

調査で失敗したこと：最終的なテーマ決定が遅れた

現地での調査（資料以外での調査）

こうすればよかったのに：危険度マップの利用（ネットの活用）

フィールドワーク

こうしたかったのに：小道の事故に関する調査、交差点以外の交通事故状況

写真の活用

2班 【調査・発表を終えて】

夏休みにあまりグループ内で話し合いが出来ず、9月に慌ただしくなっていました。特にアンケート調査が主なので、もっと早くに色々決めておくべきだったというのが反省点。だが、アンケートには意外と協力的に住民が対応してくれ、アンケート結果のまとめはスムーズに行うことができた。断られた件数も多かったが、快く対応して下さった住民にはこの場を借りてもう1度深く感謝したいと思う。

3班 全体の反省

写真を撮らせてくれなかったところがあった。

意外に自営業が少なかった。

しかも、雨が降っていたので大変だった。

発表の反省

地図の縮尺が小さく形が変で汚くなってしまった。

写真が白黒になってしまった。

地図としょうひんの写真がのせられなかった。

全体で上手くいった所

おじちゃん・おばちゃんと仲良くなれた。

新しい店を知れた。

4班<課題に取り組んだ感想>

今回のことはいい経験になった。しかし最も大きい失敗点は題材のえらびかただろう。地名の由来を調べようというのは一見 おもしろそうに見えたが、実際の調査では単調な作業に終わってしまった。次の課題ではもっと題材をしっかりと吟味したい。しかしまあ第1回目としては上出来だ。

題材はまあ良かったと思うが、調べ始めるのが遅すぎて調べた量が少なく、今

イチなものになってしまった。実際に地名の由来となった場所全てに行くことが出来ていたら、もう少し面白いものに出来たと思う。

調べるのは楽だった気がしました。調べた地名の所へ行って写真を撮れたらもっといいと思いましたが、無理でした。でも、この課題に取り組んだことで学校周辺の地名に馴染むことができたかなっと思いました。

<発表を終えて>

やはり、現地に行って調べることが出来なかったのが最大の反省点。

地名をクリックすると、その地名の由来が出てくるように出来たのは良かった。

5班 ☆反省☆

- ・思ったほどたこ焼き屋がなくてめっちゃめっちゃ遠くまで歩く羽目になった…それに対しお好み焼き屋が多くあったので、色んな種類の店をまぜて調査すべきだと思った。
- ・調査し始めたのが遅かったためあまり詳しく調査できなかった。もっと早くから計画的に調査すべきであった。
- ・たこ焼きの味は私達には批評できない。舌も肥えてないし…。
- ・アンケートの内容をもっと吟味すべきであった。「たこ焼き一日何個売れますか」の質問はみんな困ってみたいだった。

★感想★

- ・歩いているうちに、寺田町周辺の地理がだんだんわかってきた。もう3年半も通っているのに意外と知らないものだなあと思った。
- ・きっと太った。
- ・パソコンが使えないと困るな…今度からはちゃんと保存しよう。
- ・店の人はみーんない人ばかりだった☆普段は喋らない人と話すことができてとても楽しかった！！

6班

23日に地図に写す。活動を始めるのが遅かった。反省) 始業式間近になってめっちゃめっちゃ焦った。思ったより調べた範囲が狭くて、はっきりしたデータが得られなかった。

7班

お詫び：提出大幅に遅れてすいませんでした。

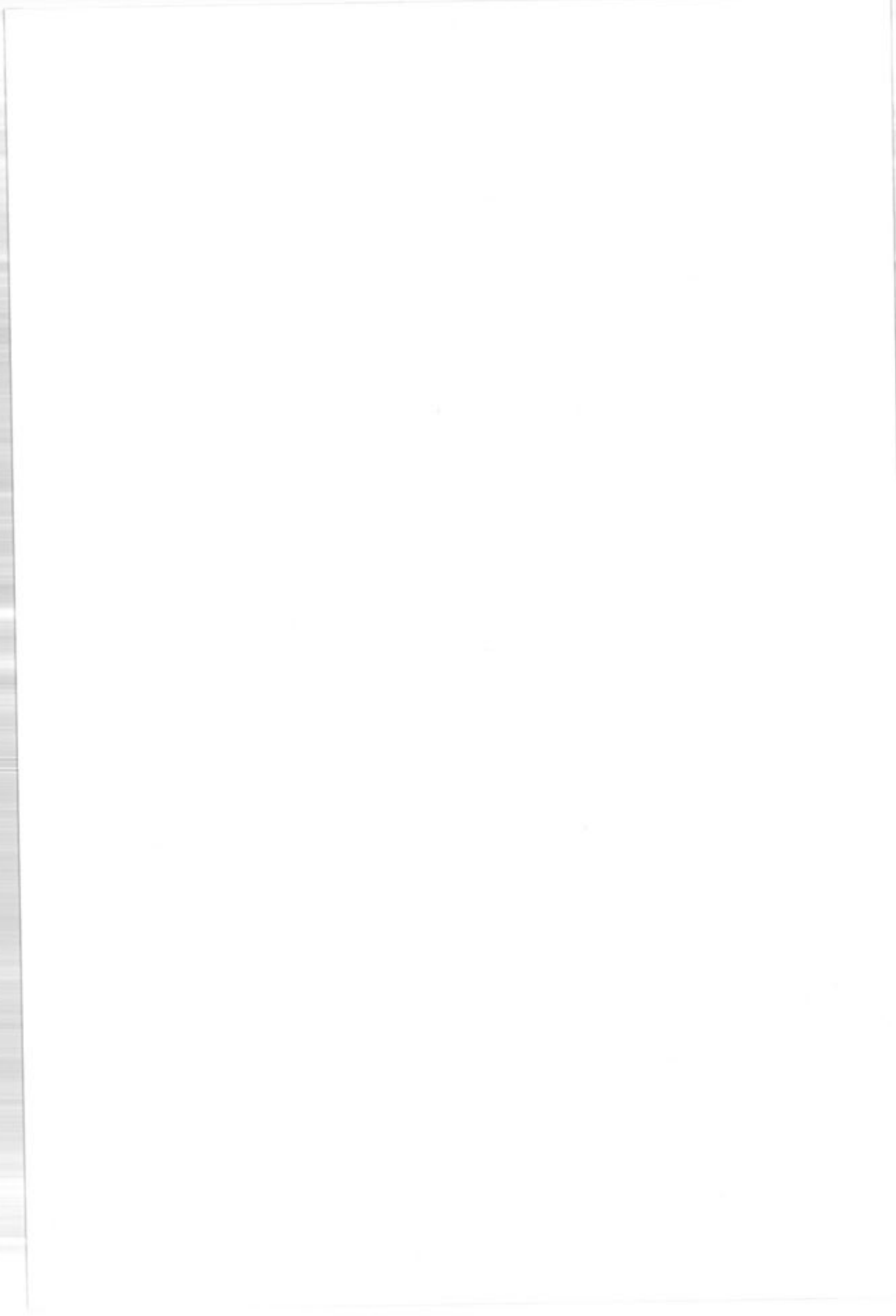
FD無くしてしまったので結果だけになってしまい申し訳ありません。

結論 自動販売機の分布に特に規則性はなかった。

ただし、大通りや商店街などにかたまる傾向がある。

疑問 なぜ公園や学校周辺に少ないのか？

感想 少しぐらい規則性があると思っていたが、ほぼばらばらだったのは以外だった。もっと広い範囲を調べていたら、規則性をみつけられたかもしれないので残念だった。後期のユリイカの人にひきつづき調べてもらいたいと思う。



新たなブルーフの実践報告

—2003年度前期の実践を中心に—

おお	いし	あき	のり	おか	ひろ	あき	おか	もと	よし	お
大	石	明	徳	岡	博	昭	岡	本	義	雄
しば	やま	もと	ひこ	せ	お	ゆう	き	もり	なか	とし
柴	山	元	彦	瀬	尾	祐	貴	森	中	敏
										行

The practical report of the new Proof

OISHI Akinori · OKA Hiroaki · OKAMOTO Yoshio
SIBAYAMA Motohiko · SEO Yuki · MORINAKA Toshiyuki

抄録：1995年度から理科ではじめたブルーフは、完全週5日制が実施された2002年度に中断された。

しかし本年度、数学も含めた新たなブルーフが復活した。

キーワード：学校設定科目、ブルーフ、理科、数学

I はじめに

ブルーフ科は、平成7年度から、理科において始めた新しい教科である。その目的は、「もの」を科学的に把握、認識するためには、基礎的な科学の技法が身につけていなければならないが、それをできるだけ系統立ててトレーニングすることにある。特に、見る、処理する、表現する、発表することに重点を置く。理科の4分野で実施したテーマの一端は次の通りである。

〔物理分野〕物体の落下によるクレーターのでき方、エタノールの爆発を用いた作用反作用、振り子の瞬間の速さ、シャーペンの芯の電圧と発光、表面張力の測定等

〔化学分野〕メスシリンダーの検定、気体の質量の測定、面積の測定、温度計の精度、ガラス器具の目盛りの精度、水和による体積変化等

〔生物分野〕カイワレのクロロフィル含有量、光の及ぼす植物への影響、校庭の樹木の葉の付き方、校庭の植生、ピオトープのメダカ等

〔地学分野〕校内の放射能、校内の γ 線量、紫外線と日焼け止め剤、チョークの粉はどこまで飛ぶか、木の年輪について、地震のメカニズム、イチヨウの木の生体電位、人口増加における必要条件等

このブルーフ科の実践を通じてあきらかになってきたのは、一般の生徒は科学の知識は

比較的豊富であるが、それが実生活や身近な現象とどう結びつくのか、またどのような方法で観察、実験、分析できるのかについては作業経験の不足が災いし、そのため、簡単な装置の自作や自由な分析手法の発見などには極めて貧弱な発想や経験しか持っていないことであった。一方ひとたび、教員のアドバイスにより、実験や分析の方向性が決まれば、その装置の操作やパソコンの操作等には極めて高い習熟性や応用性を示すことも解った。また、一旦理科ブルーフ科等で研究した事柄を通じて、科学の分析手法の一端を学んだ生徒達は、他分野の既存の教科学習においても高い興味と関心を示すことがわかってきた。

週5日制などの理由により、いったん本校の教育課程からはずすことを余儀なくされたが、今年度から、理科だけではなく数学も含めブルーフを開講することにした。また、文化系の内容を中心としたユリイカも開講した。ここでは、ブルーフの内容を中心に述べる。

II ブルーフの計画

ブルーフとユリイカの実施に際して、次のような実施計画を立てた。

(1) 目的

ブルーフとユリイカの目標を、必ずしも同じにする必要はないが、ブルーフの以前の目標をモデルとしてはじめた。すなわち、「研究のスキルを身につけさせる。」とした。したがって、あるテーマに基づいた研究活動を基本とし、最後にレジュメを作成し、研究発表会を実施させることとした。

(2) 細案

① 単位数

2003年入学高Iの時間割に、ユリイカ・ブルーフ（EP）の時間を設定した。ユリイカ・ブルーフは1単位とした。

② 担当者

ユリイカは主に国語、地歴公民、英語の教員が担当した。ブルーフは主に数学と理科の教員が担当した。

2003年担当者：E（ユリイカ）…伊藤、東元、山田、湊口、市道（5名）

P（ブルーフ）…岡、岡本、森中、柴山、瀬尾、大石（6名）

③ 定員

きめの細かい指導をするには、少人数のクラスを編成した方が好ましい。そこで、1クラス40人を3人で担当することを原則とした。教員一人あたり平均すると13.3人の生徒数になる。

④ 期間

前後期制とし、出来るだけ多くのテーマに接するようにした。A、B組は前期ブルーフ、後期ユリイカを受けるようにした。逆に、C、D組は前期ユリイカ、後期ブルーフを受けるようにした。

⑤ クラス編成

最初の時間に、オリエンテーションとクラス編成を行った。クラス編成と人数調整に関しては、おもに学年の担当者が行った。

⑥ 日程

月曜日6、7限目に設定した。ただし、LHR（1単位）と交互に実施するように計画した。

前期 A、B組…ブルーフ C、D組…ユリイカ

後期 A、B組…ユリイカ C、D組…ブルーフ

4月14日（月） LHR①

4月21日（月） EP 前期① オリエンテーション…担当者全員
講座分け、班分け調整、名簿作成…伊藤

4月28日（月） LHR②

5月5日（月） 祝日

5月12日（月） 代休

5月19日（月） EP 前期②

5月26日（月） 中間テスト

6月2日（月） LHR③

6月9日（月） EP 前期③

6月16日（月） LHR④

6月23日（月） EP 前期④

6月30日（月） LHR⑤

7月7日（月） 期末テスト

9月8日（月） LHR⑥

9月15日（月） 祝日

9月22日（月） EP 前期⑤

9月29日（月） EP 前期⑥ 発表会（各講座ごと）

10月6日（月） LHR⑦

10月13日（月） 祝日

10月20日（月） EP 後期① オリエンテーション…担当者全員
講座分け、班分け調整、名簿作成…伊藤

10月27日（月） LHR⑧

11月3日（月） 祝日

11月10日（月） 代休

11月17日（月） EP 後期②

11月24日（月） 振替休日

12月1日（月） LHR⑨

12月8日（月） 期末テスト

1月12日（月） 祝日

1月19日(月)	EP 後期③
1月26日(月)	LHR⑩
2月2日(月)	EP 後期④
2月9日(月)	LHR⑪
2月16日(月)	EP 後期⑤
2月23日(月)	EP 後期⑥ 発表会(各講座ごと)
3月1日(月)	代休
3月8日(月)	期末テスト

Ⅲ ブルーフの実践

以下、前期の各講座のねらい、シラバス、授業記録などを報告する。

(1) 目盛りの検定と定量実験(担当者 岡博昭)

① ねらい

実験器具の多くには目盛りがついている。しかし、それらの目盛りは、すべて正しい体積を示している訳ではない。そのことに気づかせ、定量実験において、注意すべきことがらを学ばせる。また、そのことを利用して実際に定量実験を行わせ、量の測定がいかに難しいかを経験させる。また、与えられた課題を解決することによって、創意・工夫を養う。

② シラバス

課題Ⅰ 目盛りのついた器具には、どのようなものがあるだろうか？それらの目盛りはすべて正しいのだろうか？どのようにすれば、目盛りの精度を知ることができるだろうか？

課題Ⅱ 次のa～dのうちから1つ選び、その課題を解決しよう。

(a) 市販の水酸化ナトリウムは、100%純粋なのだろうか？水酸化ナトリウムの純度を求めるには、どのようにすればよいのだろうか？

(b) 水50cm³にアルコール50cm³を混ぜると、混合物の体積はいくらになるだろうか？アルコールの種類や割合を変えると、どうなるだろうか？

(c) 食酢の中には、どの程度の酢酸が含まれているのだろうか？酢酸の濃度を知るには、どのようにすればよいのだろうか？

(d) 卵の殻には、どの程度炭酸カルシウムが含まれているのだろうか？炭酸カルシウムの割合を知るには、どのようにすればよいのだろうか？

2～3人で班をつくり、課題Ⅰおよび課題Ⅱを解決する。最後の授業では、研究発表会を実施する。研究発表会では、発表資料を用意する。また、他の班の発表をよく聞いて、積極的に質問すること。

評価は、研究発表会におけるレジュメ、発表の内容、発表の工夫、個人で提出するレポートの内容等を総合的に判断する。

4月21日(月) EP 前期① オリエンテーション、クラス分け、班分け

5月19日(月) EP 前期② 目盛りのついた器具の検定

- 6月9日(月) EP 前期③ 目盛りのついた器具の検定
 6月23日(月) EP 前期④ 課題
 9月22日(月) EP 前期⑤ 課題
 9月29日(月) EP 前期⑥ 発表会(各班ごと)

③ 授業記録

第1回 4月21日(月) ブルーフ化学の紹介

第2回 5月19日(月) 目盛りのついた器具の検定1

・次の課題を与えて、各班ごとに自由に実験させた。

<課題>次の器具の目盛りが同じ体積を示しているかどうか調べる。メスシリンダー(10ml)、目盛り付き試験管(18mm)、駒込ピペット(5ml)、ホールピペット(10ml)、メスピペット(10ml)、ビュレット(25ml)、メスフラスコ(50ml)

・計量容器はそこまで入っている内容積を示す器具(受用量器)と、別の容器に溶液を移したときの流出量を示す容器(出用量器)とがあることを伝えた。

受用量器…メスシリンダー、メスフラスコ

出用量器…ピペット、ビュレット

メスシリンダーは以前は出用量器であった。

<http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/oka/ko1-p01.htm> 参照

第3回 6月9日(月) 目盛りのついた器具の検定2

・次のヒントを与え、実験に工夫をさせた。

<ヒント>天秤と水を使って、次の器具の目盛りが正しいかどうか調べる。

・水の密度を提示した。

<http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/oka/ko1-p02.htm> 参照

第4回 6月23日(月) 課題1

・化学の授業で物質量をまだ学んでいなかったのので、講義した。

物質量…同じ種類の粒子 6.02×10^{23} 個の集団を1 mol(モル)とする。molを単位にした量を物質量という。

モル濃度…溶液1 l中に含まれる物質の物質量。単位はmol/l

・物質1 molの計算方法を示した。

水酸化ナトリウムNaOH 1 molの質量 $=22.99+16.00+1.008=40.00$ [g/mol]

シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1 molの質量 $= (12.01+16.00 \times 2 + 1.008) \times 2 + (1.008 \times 2 + 16.00) \times 2 \approx 126.07$ [g/mol]

メタノール CH_3OH 1 molの質量 $=12.01+1.008 \times 4 + 16.00 \approx 32.04$ [g/mol]

エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 1 molの質量 $=12.01 \times 2 + 1.008 \times 6 + 16.00 \approx 46.07$ [g/mol]

酢酸 CH_3COOH 1 molの質量 $=12.01+1.08 \times 4 + 16.00 \times 2 \approx 48.04$ [g/mol]

炭酸カルシウム CaCO_3 1 molの質量 $=40.08+12.01+16.00 \times 3 \approx 100.09$ [g/mol]

<http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/oka/ko1-p03.htm> 参照

第5回 9月22日(月) 課題2

<課題(a)のヒント>

まず、シュウ酸と水酸化ナトリウム水溶液を使って中和滴定を行い、水酸化ナトリウ

ム水溶液の濃度を決定する。シュウ酸二水和物0.63 gを100mlのメスフラスコを使って水に溶かし、水溶液を100mlつくる。このとき、シュウ酸水溶液の濃度は 5.00×10^{-2} mol/lになる。このシュウ酸水溶液をホールピペットで正確に10mlとり、コニカルビーカーに移す。指示薬はフェノールフタレイン溶液を使う。このシュウ酸水溶液に、濃度の分からない水酸化ナトリウム水溶液を滴下し、水溶液がかすかに赤色になるまで滴下を続ける。このときに滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積を v mlとすると、水酸化ナトリウム水溶液の濃度 $= 2 \times 5.00 \times 10^{-2} \times 10.0 / v$ で求めることができる。

次にシュウ酸の代わりに食酢を用いて、同じ操作を行えばよい。水酸化ナトリウム水溶液の濃度を c mol/l、滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積を v mlとすると、酢酸の濃度 $= 1 \times c \times v / 10.0$ で求めることができる。

<課題 (b) のヒント>

10mlのメスシリンダー2本と活栓付きの10mlのメスシリンダーを使うと便利である。アルコールと水の割合を変えて、合計が10.0mlになるようにアルコールと水の体積を決める。それぞれメスシリンダーで体積をはかり、活栓付きメスシリンダーに移してよく攪拌する。

水とアルコールの密度と、モル質量 (物質 1 molの質量) から、物質量の比を求める。そうすると、分子の数の比が分かる。実験後、水素結合の勉強も必要である。

<課題 (c) のヒント>

課題 (a) と方法は同じであるが、固体の水酸化ナトリウムを正確に測って水溶液をつくる。水酸化ナトリウムのモル質量 $= 23.0 + 16.0 + 1.00 \approx 40.0$ [g/mol] である。したがって、4.00 gの水酸化ナトリウムが100%純粋だとしたら、0.100molということになる。これを水に溶かして100mlの水溶液をつくれれば、1.00mol/lである。この濃度を、 5.00×10^{-2} mol/lのシュウ酸水溶液で滴定する。ただし、水酸化ナトリウムは粒状で、かつ潮解性がある。よほど運が良くなければ4.00 gをはかり取ることはできない。さて、どうすれば良いか。考えてください。

<課題 (d) のヒント>

卵の殻を細かく砕く。そして、その質量を正確に測る。ただし、乾いていなければいけない。これに塩酸を十分加える。もし、炭酸カルシウムが100%なら、すべて溶けるはずである。したがって、溶け残った物質の質量をはかるとよい。しかし、炭酸カルシウム以外に塩酸に溶ける物質が含まれていたら困る。卵の殻は、一度ボイルした方が、実験がやりやすくなるようである。

<http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/oka/ko1-p04.htm> 参照

第6回 9月29日 (月) 発表会 (各班ごと)

各班ごとに、レジュメを作成し、研究発表会を行なった。

<http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/oka/ko1-p05.htm> 参照 (各班のレジュメの内容も掲載している)

④ 評価

レポートの感想を紹介する。

- ・ブルーフという授業は、人生で初めてでした。短い時間だったけど、色々と経験でき

て良かったです。今まで、空気などはあまり考えずに測定とかしてきたけれど、実験でわかったように、空気にも質量があり、また、少しでも目盛りを真面目に読むことを怠るだけで、結果が全然かわるということにおどろきました。

・苦戦でした。実験の結果も中途半端でちょっと悔しいです。どこかではかりまちがったのかも知れませんが、自分たちですべてを考えてする実験、楽しかったです。たくさん知識を得ることができました。

・目盛りの検定で、かなり神経質になりました。今まで、「まあいいか」でやってきたときがあった私は、深く反省させられるものがありました。実験は好きなので楽しかったです。

・私たちが今まで正しいと信じきっていた目盛りも、あいまいなものがあって、びっくりしました。実験によって適した器具を使い分けことが大事だと思いました。この授業のあとに、化学の授業で駒込ビベットではかりとるのが嫌でした(笑)。食酢の実験では、1滴の大切さを知りました。中和滴定は、1滴でも多く落としてしまうと値が変わってしまうので、何度もやり直して大変でした。でも、それだけ細かい実験のやり方が身についたと思います。普通、授業で実験というものをあまりしないので、このブルーフはすごくいい経験になりました。自分で考えることが多く、そこから得る発見はとて嬉しかったです。ブルーフ化学、楽しかったです。

・今回、このブルーフを受けるまで、本当に目盛りを疑ったことなんて一度もなかった。水 50cm^3 とアルコール 50cm^3 をたしたら 100cm^3 になると思っていた。また、そのようなことに正直全然関心をもっていなかった。しかし、今回のブルーフを受けてから、「本当にこの目盛りはあっているのか?」「このはかり方でよいのか?」「この数値は正しいのか?」と疑うようになり、「何故このような結果になるのか?」と疑問をもつようになった。だから、これからは正しい実験結果を得ることができ、事実を知ることができだろう。また、より深い理解につながるだろう。少しではあるけれど、事実の化学に近づいてきた気がして、嬉しいです。正直、途中一人になったときは、実験もレジュメ作成も大変だったけど、それによって、自分の理解はより深まったと思うし、実験を一人ですることの楽しさも知れた。「化学では事実一つである」という名言と、ブルーフで得たたくさんの方の知識を利用し、これからは化学を学び、楽しんでいこうと思います。

・最初、課題実験と聞いて、ほんとうにできるのかすごく不安でした。でも、先生が助言してくださるうちにだんだん実験のミスもみえてきたりしつつ、なんとか結果を出すことができほっとしています。でも、値は調べた文献とは違っててびっくりでした。3回おこなったうち、誤差が全然でなかったことにはおどろきました。次は、この誤差のなさで90%以上含まれるというのを証明できたらなと思います。本当は実験はこの方法ではなく、塩酸と反応させて、気体(二酸化炭素)を集めて、その体積をはかり...と考えていたのですが、もっと簡単に、重さをはかるだけでよかったことに驚きつつ、まだまだ全然だめだなあと感じさせられました。課題が与えられて、それを自分たちで実験を行うことで証明するというのは、とても大変であると同時に、すごく楽しいものでもありました。今、レポートを書くにあたって、文献を調べていますが、調べてみるとはっとする実験がのっていたので、のせておきました。もっともっと、実験前に文献

調査をしておけばよかったと思います。

・最初は、もう訳分らない事だらけでおどろきましたが、先生の出してくださったヒントをもとに、調べたりして、なんとか中和滴定などできました。最初の方は、自分が何をしたら良いかよくわからなかったけど、途中からやっとわかってきて（内容が、笑）苦痛が楽しみに変わりました。4.2%（食酢の本当の酢酸濃度）に近かったのが、うれしかったです。（たぶん、いろんなまちがいがあいまいにまざって…笑い）化学大嫌いだったけど、少しだけ進歩した気がします。ご指導、ありがとうございました。

・今回の実験で一番学んだことは、実験は慎重にやらなければ正確な数値が出せないということです。そういうことは今まで頭の隅にあったけど、今回ほど気にしたことはありませんでした。「水滴がはねた」などで何度もやり直しをしたし、そうこうしているうちに実験器具も一度洗ったら乾くまで使わないようになりました。薬品の入ったビンの表示が正しいか確認をする実験をしたのも初めてです。そこまではじめて「正確な数値」が導けるのだとわかりました。これからの授業の実験でも、一人でやったりきってしまいそうです。食酢のビンの表示を見たときは本当に驚きました。いくら自分なりに気をつけまくっても、やっぱりあいまいなところとかあるだろうに、ここまで近い結果が出せたとは思いませんでした。これが偶然じゃないといいなと思います。

・課題1の実験でも思ったが、今まで何も疑わずに使用していた器具や薬品が実際ではすべてが正しいとは限らないことに驚きました。また、器具の中には扱いにくいものもあり、何度も失敗しては何度もやり直しました。いい加減に実験をすると、出てくる値もいい加減なものになってしまいます。より正確な値を出すために、小さなことにも気を配らなくてはいけないことが、今回の課題実験をやった今、身にしみて思います。今回は、正確な値が出なかったのが残念だったが、実験の手順がわかり、値もいちおう出たのでまずまずだったと思います。

・分子量の計算の意味が分かって良かったです。今回は2種類のアルコールでしか実験できなかったのですが、また機会があれば他のアルコールでもいっぱい実験してみたいです。

(2) RUBYを用いた初等整数論とRSA暗号（担当者 瀬尾祐貴）

① 教材の概要およびねらい

平成15年より新科目「情報」が新しく高等学校で実施されることになった。各校でいろいろな取り組みがなされている。本校でも、「情報」科の取り組みの一環として、「ブルー・ユリイカ」の学校設定教科が新設された。ここでは、その中のひとつの取り組みである実践報告をしたい。「教育用プログラミング言語」に関して、大阪教育大学の藤井淳一先生が次のような提言を行っている。

『初等・中等教育において、ようやく日本でも情報教育が本格化し始めたが、コンピュータリテラシーという観点からは、まだまだ不十分といわざるを得ない。実際にコンピュータを良く理解するためには、プログラミングを理解・活用することが必要であろう。しかし最近さまざまな発展を見せている多くの優秀な言語に関する研究は、まだまだ遅れている。』

そのうえで、注目されているスクリプト言語としてRubyのプログラミング教育への利用の可能性について述べられている。

『新教科「情報」で求められているのは、専門的でなく、実用的で使いやすい言語が必要である。義務教育も含めた一般の初等中等教育において、万人のためのプログラミング、また適切な教育用言語として必要な視点として以下の4点を挙げる。

- ・初心者を使いやすい言語であること
- ・結果がすぐ出せるインタプリタが望ましい
- ・フリーソフトであること
- ・インストールが簡単なこと

この4点を十分クリアーしている言語としてRubyを提案する。Rubyの特徴を以下にまとめると

- ・シンプルな文法
- ・日本製言語 作者：まつもとゆきひろ
- ・メモリ内無限長整数が使えること
- ・objectのmethod型x.fiに加え、従来の関数型f(x)もサポートする
- ・ハイレベルな多くのRubyサポーターによる豊富なライブラリがある
- ・Ruby専用エディタKMEditorの開発が同時に行われている

さらに、Rubyは、簡単なルーチンワークのプログラム化はお手の物で、apolloを使えば簡単なGUIアプリケーションにさえすぐ手が届く。Perlより完全に使いやすいので、CGIにも威力を発揮するし、ファイル操作・テキスト操作は得意中の得意。行頭コード指定 #!ruby -Ks により日本語（正規表現）処理もプログラム本体をいじる必要なく行え、他のどの言語より楽と考えられる。』

そこで、本実践では、このRubyを用いたプログラミング教育の利用の可能性について考察する。

暗号理論に的を絞ったのは、内容的にも興味深いし、この現代の暗号を理解するために必要とされる知識は初等整数論の知識で、その他の予備知識を余り必要としない。特に実施学年が高校1年生であり、数学の基本的な知識がまだ十分とはいえない。グラフィック関係では必須の三角関数・指数・対数関数、また数列の基本的考え方、複素数の扱いはこの時点では未習である。それらを考え合わせて、題材を「暗号論」にすることにした。表題は大きく「Rubyを用いた初等整数論とRSA暗号」としたが、時間の関係で、シーザー暗号までしか実践できなかった。

② シラバス

授業は、2時間連続の授業である。

- | | | |
|-----|----------|--|
| 第1回 | 4月21日（月） | 講座紹介 |
| 第2回 | 5月19日（月） | Rubyの使い方講習
初等整数論の初歩と課題・宿題 |
| 第3回 | 6月9日（月） | 素数の性質を調べる中でRUBYの使い方をマスターする
初等整数論 整数の合同式について |
| 第4回 | 6月23日（月） | さあ、シーザー暗号に挑戦しよう。
課題と発表課題 |

- 第5回 9月22日(月) 課題の完成。発表とレジメ作成について
 第6回 9月29日(月) 課題発表会 生徒の感想

③ 授業記録

- 第1回 4月21日(月) 講座紹介
http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/yukis/ruby_1.html 参照
- 第2回 5月19日(月) Rubyの使い方講習
http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/yukis/ruby_2.html 参照
 初等整数論の初歩と課題・宿題
http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/yukis/ruby_2homework.html 参照
- 第3回 6月9日(月) 素数の性質を調べる中でRUBYの使い方をマスターする
http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/yukis/ruby_3.html 参照
 初等整数論 整数の合同式について
http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/yukis/ruby_4homework.html 参照
- 第4回 6月23日(月) さあ、シーザー暗号に挑戦しよう。
http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/yukis/ruby_5.html 参照
 課題と発表課題
http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/yukis/ruby_5homework.html 参照
- 第5回 9月22日(月) 課題の完成。発表とレジメ作成について
 第6回 9月29日(月) 課題発表会 生徒の感想

④ 評価(生徒の感想より)

- ・やはりRSA暗号はしたかったです。しかし数学を用いて暗号が作れてしまうのは感動です。
- ・正直暗号解読は難しかった。けれど英文らしくなったときは感動した。ものすごく嬉しかった。やっぱりプログラムを覚えて「 $\bigcirc + \Delta = \square$ 」とかをやってるよりも、こういう暗号を解いたりの方が楽しかった。RSA暗号というのがなんなのかすらわからないで終わってしまうのはやっぱり残念。
- ・if then endの繰り返ししかできなかったのが残念。時間があればwhile文を使ったプログラムを作ってみたかったです。でも、簡単な命令でも組み合わせたり繰り返したりすれば、いろいろなものを求められることがわかって面白かったです。
- ・数学って面白いとあらためて思いました。
- ・ものすごく楽しい授業でした。こんなにパソコンにむかったのは初めてです。シーザー暗号も結構なレベルだし、RSA暗号はまだ未知の世界ですが、面白いと思います。数学をRUBYでプログラムとして作成するのも楽しかったです。家で暇があればRUBYにむかう癖ができたので何かに使えればいいなと思いました。
- ・せっかくRUBYを習ったのに自分のものにできなかったのは残念だ。RUBYを理解できない人のために何か対処してほしいなあ。
- ・RUBYの方はお手上げですが、合同式などは理解が深まってよかったです。 $6^n \pmod{4} = \pm 6$ を発見したときは驚きでした。結局暗号を作ったり解読したりとい

うことはわからずしまいだっただけで、地道に計算や証明をするのも割と面白かったです。

・「暗号を作ろう」なんて、スパイみたいでかっこいいなあと思って、この講座を選びました。ひとつの規則を決めてパソコンでプログラミングをするのは、思っていたよりも難しくてこずりました。何回もエラーが出た後に答えが出たときは思わず「おおー」と感嘆してしまいました。シーザーの時代には、パソコンを使わずに暗号化復号化もやっていたのだから頭の回転のいい人だったんですね。

・暗号=スパイっぽい=かっこいい と思って受講しましたが実際とても難しく、本当に数学的で難しかったです。毎回毎回頭が痛くなってしまいました。その分、暗号化できたときは嬉しかったし、楽しかったです。普段の数学が暗号になるなんて少し不思議な感じがしました。

・なかなか面白かったです。でも機械クラッシャーの私にはつらいかも。

(3) 自然度を測る (担当者 森中敏行)

① わらい

2つの目的を設定した。

・グループで議論し、検証を進める中で、豊かな自然とはどういう状態であるのかを検討し、量的な多さではなく質的な多様性が重要であることを認識する。

・多様な条件が複雑に絡みあっている自然を分析するには、多くの要因から、特定の変数を取り出し、設定した条件下で測定する必要がある。この過程を通して、克服すべき問題点を見出し、解決する

② シラバス

自分たちで「自然度」の基準を定め、本校中庭のピオトープを測定する。

まず、自然が豊かな場所と乏しい場所を比較することにより、豊かな自然とはどのような状態かを議論し、自然度を表すと考えられる変数を仮定する。

次に、その変数を測定する方法を考案して、自然が豊かな場所と乏しい場所で測定して、基準を作成する。

さらに、その基準にもとづいて、ピオトープを測定し、自然度を確定する。

③ 授業記録

第1回のみ個人で、それ以降はすべてグループ活動で行なった。

第1回 ・内容および日程の説明

・個人で、「豊かさ」を定義し、それにもとづいて3～4名のグループを設定

・グループごとに、実験方法を検討

第2回 ・実験方法の検討

・実験装置の作成、予備実験

第3回 ・実験および測定

第4回 ・実験および測定

第5回 ・実験および測定

- ・データ整理および発表準備
- 第6回 ・成果発表会および評価

④ 評価

2つのグループについて紹介する。

最初のグループは、生物量を豊かさの基準に設定した。具体的な測定方法は、一定の面積内の植物草本をすべて取り除いた調査区域を数ヶ所設定し、時間経過に伴う草本の生体量と丈を測定した。

次のグループは、物質の循環量を基準とし、特に分解者による分解量を測定した。具体的な方法は、現像されたスライドフィルムや肉片を一定期間土壌中や水中に放置し、その減少量を測定した。

まず、課題に設定に問題があった。豊かさという抽象的なものをテーマにしたことで、各グループの議論は活発に行なわれたが、具体的な測定方法を見出すまでに多くの時間を要した。そのため予備実験を含め2回程度の測定しか実施することができなかった。しかし、方針が決定されると、具体的な測定方法については多くの工夫がみられた。

グループでの議論の活性化には、抽象度の高いテーマ設定がふさわしいことを改めて実感した。また、どのグループにおいても、豊かさは生物量の多さを基準とし、実験中も修正されることなく、多様性に気づくことができなかった。これは、中学校での生物の学習内容が、生物の共通性ばかり扱われている状況を考えると、生徒の思考だけでは多様性に気づくことが困難であったのも無理はない。教師側である程度方向性を定めて実施するプログラムを開発できれば、今回のテーマは多様性を認識させるには良い教材になると思われる。

(4) 地下水を調べる (担当 柴山元彦)

① ねらい

地面の下には、土とともに水がある。この水がどのような状態で地下に含まれているのかなど土の中の水と、いわゆる地下水として見られる水など、地下水について調べることを試みた。大阪市は今地下水位が上昇しすぎて困っている。地下鉄工事やビルの地下部分の工事などで地下水対策に多くの費用がかかるとともに、地下構造部分の浮力による抜け上がりなどの現象が生じている。このように地下水が浅くなっているため、本校でも1m前後掘ると地下水が湧き出てくる。

本校敷地内にはこのような地下水が観測できる井戸を5本掘ってある。これらの井戸を利用するなどして地下水の研究を進めることにした。

② シラバス

具体的には以下のようなテーマが考えられる。

- ・本校の地下水の3ヶ月の水面変化を調べる。
- ・本校の地下水の3ヶ月の水溫変化を調べる。
- ・本校の地下水の3ヶ月の水質変化を調べる。
- ・本校の土の中の水分量を調べる。

- ・土や石がどれくらい水を含むことができるか、実験する。
- ・大阪市の地下水面の現状を調べる。
- ・地下水を利用するにはどのようにすればよいか調べる。
- ・学校周辺の地下水と本校の地下水を比較する。

③ 授業記録

前期の研究テーマは、次の通りである。地下水DE地盤沈下、地下水とミネラルウォーターと水道水の違い、地下水と雨水の違い、地下水の水温の変化、地下水って？、地下水温の変化、地下水と水道水とミネラルウォーターを調べたぞ、地下水の水質報告書の作成については、各班で作成したものをあわせて1冊の冊子にした。前期報告書は30ページであった。書式は表題、研究者名、動機、研究方法（測定場所、測定器具について、測定方法について）、測定データ一覧、測定結果のグラフ化、考察、まとめ、参考文献、感想の順で記述し、B5レポート用紙3～4枚にまとめて作成し提出させたものを冊子にして選択者全員に配布した。

発表は、前期の最終日に出来上がった冊子を見ながら、各担当者が説明する形式でおこなった。

④ 評価

測定方法などの工夫の度合いと提出された報告書から評価をおこなった。

(5) 自然のリズムについて調べる（担当者 岡本義雄）

① ねらい

現在、地球科学の最先端の研究テーマに縞々学（川上、1994）というのがある。地層に残された様々な縞模様をもとに、地球史を再構築しようという壮大な試みである。これにならって、身近な自然に残された縞模様をこれらの新たな視点で研究してみようというのが、この研究のテーマを決めたきっかけである。生徒用のパンフには、「身のまわりを見渡すと繰り返し起こる現象や模様がたくさんみつかります。例えば人間の脈拍はこの典型例です。また年輪や藤の花のつぼみのつき方や葉の間隔にもあるリズムがあります。なぜ身の周りにはこんなに縞模様やリズムがあふれているのでしょうか？またそのリズムには狂いやずれはないのでしょうか？そんなことを一緒に調べていくのがこのブルーの時間です。とりあえず年輪を例にとり、その調べ方を見ていきましょう。」

② シラバス

最初の3週は、1時間はリズムの解析方法の講義ともう1時間で個人のテーマ探しを行った。

次の2週で結果を解析し、レポートをまとめる。

最終週が発表

成績評価は次の3点を平等に加点してA～Cで評価する。

- ・日ごろの研究に取り組む姿勢

- ・レポート内容
- ・発表プレゼンテーションの内容と姿勢

③ 授業記録

リズムの解析について、

- ・リズムの間隔の分析方法
- ・度数分布、平均、標準偏差などの統計量の説明。
- ・エクセルを用いたグラフ分析
- ・簡単なフーリエ解析のしくみの解説

などを講義した。あとは各自のテーマをみつけてそれを個人で研究する形をとった。必要に応じて、エクセルが使える古いノートパソコンを班の数(4~5台)準備した。また、各自の研究成果は毎回ファイルで集めて評価の参考にした。

レポートおよび、発表のスタイルは各自の自由とした。

生徒個人テーマは、次の通りである。「人参の模様」、「ホシガメの甲羅の模様」、「指紋の模様の縞々について」、「周期表から読み取れること」、「雪の結晶の謎」、「絹積雲の模様」、「紫苑(しおん)のしましま」、「巻貝の縞々について」、「しまうまのしまについて」、「雲のリズム」、「湾に流れ込むしましま」、「雪の結晶の謎」

④ 評価(生徒の感想より)

男子:統計をとるのは大変だった。自分の出そうとしている数値は何だろう。結論は何かか思えてきた。まだ不十分だが「河口間隔度」、「河川距離度」に結構頭を注いだ。自分でこのような単位を作るのが結構楽しかった。後期も縞々学があればいいなと思った。

女子:人参の筋は結局、私の仮説もあまり当たっておらず、はっきりした結論もだせなかった。でも一生懸命に人参と向き合って研究できたのはとても満足でした。とても楽しかったです。ちなみに測定に使った人参はとてもおいしくいただきました。

(6) コンピュータでアーティストになろう(担当者 大石明德)

① ねらいとシラバス

・文様と変換

文様から変換を抽出。文様の多くは、1次変換と平行移動の組み合わせで構成されていることを知らせる。

・1次変換と図形

行列の積計算と手作業とを用いて、図形を回転移動、対称移動、等させる。

・曲線の平行移動

「曲線 $y=f(x)$ をx軸方向にp、y軸方向にqだけ平行移動して得られる曲線の方程式は $y=f(x-p)+q$ となる」ことを理解させる。

・プログラミング(その1)

画面上で放物線を平行移動させることを通して、for~next文、

2時間

- pset命令, cls命令, end命令, 変数=の使い方を理解させる。
- ・弧度法
 - $180^\circ = \pi \text{ rad}$ となることを理解させる。
- ・円の媒介変数表示
 - 媒介変数表示が $x=r \cos \theta, y=r \sin \theta$ となることを理解させる。
- ・プログラミング (その2)
 - 画面上に円を出力し, それに着色することを通して, paint命令の使い方を理解させる。
- ・プログラミング (その3)
 - 画面上にエピトロコイド, ヒポトロコイド, トロコイドを出力し, その特徴を理解させる。
- ・プログラミング (その4)
 - 画面上でヒポトロコイドを回転移動, 対称移動, 等させる。これは, 「1次変換と図形」での作業のコンピュータ化である。
- ・文様作品の制作
 - 各生徒に, オリジナルの文様作品を制作させる。



② 評価

(a) 数学観の調査

授業終了後(文様作品完成後), 次の質問文による数学観の調査を行った。

現在のあなたの“数学観”について教えて下さい。即ち, 次のような事柄についてまとめて下さい。

“学校(小・中・高)で学んできた 教科書・参考書・問題集を中心とした算数・数学”, “塾・予備校で学んできた算数・数学”, “ブルーフ数学で学んだ数学”の3者を比較・分析し, 現在のあなたの“数学に対する思い・考え”をまとめて下さい。また, ブルーフ数学を通して, それまでの“数学に対する思い・考え”に何らかの変化が生じたならば, それについても教えて下さい。さらに, “数学“教育”は…であるべきだ”といったあなたの主張のようなものがあるならば, それについても教えて下さい。

(b) 文様作品

生徒の文様作品の1つを紹介する。〈1〉のプログラムの実行結果が, 〈2〉である。

〈1〉プログラム

```

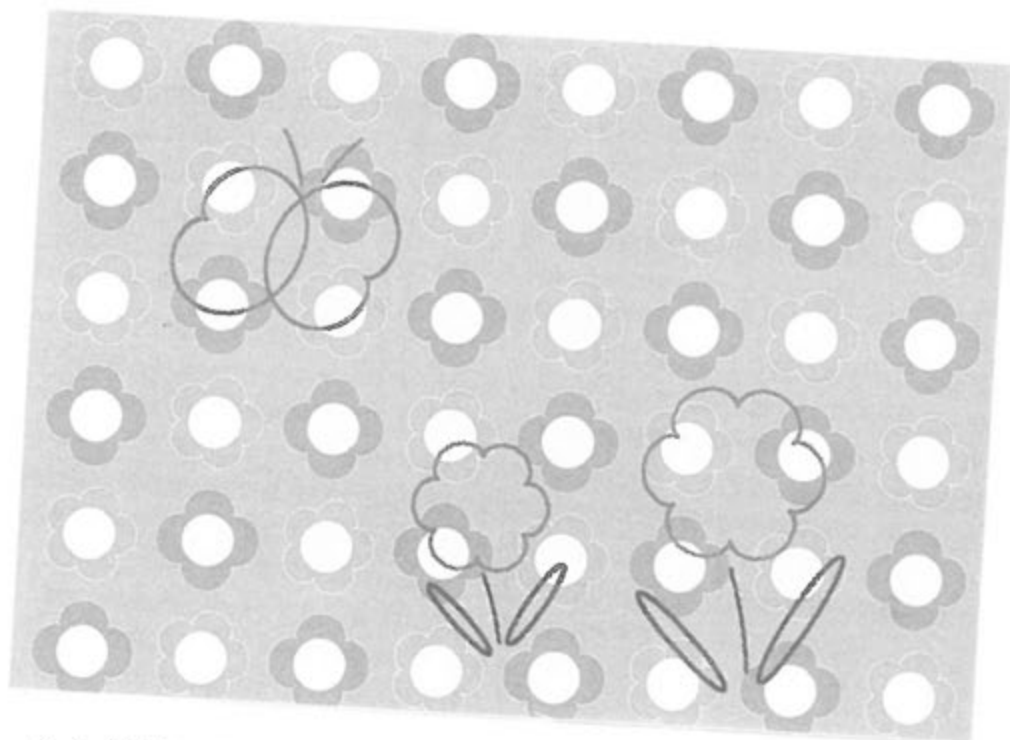
100 cls 3
110 color,...,2
120 color=(8,&hf99)
130 color=(9,&h9fc)
140 color=(10,&haf6)
150 color=(11,&h7f0)
160 color=(12,&h600)
170 color=(13,&h070)
180 color=(14,&h580)
190 color=(15,&h777)
200 pai=3.14159
210 paint(0,0),10
220 for x2=0 to 1000 step 250
  
```

```

230 for t=0 to 2*pai step pai/300
240 x=(120+30)*cos(t)+30*cos(((120+30)
/30)*t)
250 y=(120+30)*sin(t)+30*sin(((120+30)
/30)*t)
260 x1=0.3*x
270 y1=0.3*y
280 pset(x1+200+x2,y1+53),7
290 next t
300 paint(200+x2,53),11,7
310 next x2
320 for x2=0 to 1000 step 250
330 for t=0 to 2*pai step pai/300
340 x=(120+24)*cos(t)+24*cos(((120+24)
/24)*t)
350 y=(120+24)*sin(t)+24*sin(((120+24)
/24)*t)
360 x1=0.3*x
370 y1=0.3*y
380 pset(x1+75+x2,y1+53),7
390 next t
400 paint(75+x2,53),9,7
410 next x2
... 途中略 ...
2620 y1=1.18*y
2630 pset(x1+450+x2,y1+253+y2),14
2640 next t
2650 next x2
2660 next y2
2670 for y2=0 to 3 step 1
2680 for x2=0 to 3 step 1
2690 for t=0 to 2*pai step pai/200
2700 x=(60+60)*cos(t)-60*cos(((60+60)
/60)*t)
2710 y=(60+60)*sin(t)-60*sin(((60+60)
/60)*t)
2720 x1=0.45*cos(30/180*pai)*x-0.525
*sin(30/180*pai)*y
2730 y1=0.45*sin(30/180*pai)*x+0.525
*cos(30/180*pai)*y
2740 pset(x1+325+x2,y1+250+y2),14
2750 next t
2760 next x2
2770 next y2
2780 for y2=0 to 3 step 1
2790 for x2=0 to 3 step 1
2800 for t=0 to 2*pai step pai/200
2810 x=(60+60)*cos(t)-60*cos(((60+60)
/60)*t)
2820 y=(60+60)*sin(t)-60*sin(((60+60)
/60)*t)
2830 x1=-0.45*cos(30/180*pai)*x-0.525
*sin(30/180*pai)*y
2840 y1=-0.45*sin(30/180*pai)*x+0.525
*cos(30/180*pai)*y
2850 pset(x1+200+x2,y1+225+y2),14
2860 next t
2870 next x2
2880 next y2
2890 end

```

〈2〉実行結果



(c) “数学観の調査”から

(a) に示した質問文による 数学観の調査結果の1つを紹介する。これは、(b) の作品を制作した生徒のものである。

ブルーは、今まで 数学は数学だけだったのが、数学&美術みたいな感じで、世界が広がりました。私は数学も美術も両方好きなのでうれしい話です。

数学“教育”についてですが、私は教科書が3割減ってとても悲しいです。内容が少なくなり、うすくなり、かんたんになり…。勉強は楽しんでやった方がおもしろいのに、公式をならって、それに数字をあてはめるだけで、応用問題がなかったら、楽しさや達成感は激減してしまうと思います。… 途中略 …

私は数学という教科は好きです。普段の生活に自分で役立てることが出来ないのも多くあるけど、ブルーで絵をつくったから分かったんですけど、いろんな模様もプログラムで作られたものかもしれないと思うと、自分の周りには実はたくさん数学がひそんでいるのかも知れない、みたいな発見をしました。いろんなところで、役立ってるんでしょね。

IV おわりに

本校の卒業生（大阪大学基礎工学部博士課程）から、本校の理科の授業に関して、次のような感想が寄せられている。

「大学に入り、他のいろいろな高校から来た人と会話を交わしている際、まず大きくキ

ヤップを感じたのは、理科の実験に対することでした。特に、僕の周りにいる人はほとんど理数系のクラスにいたにもかかわらずです。中には、やったとしても先生の演示実験が大半で、自分たちで実際にものを触ったことは全くといっていいほどない、という人もいました。レポートについても同様です。中高時代、度重なるレポートの提出に当時は、『しんどいな〜』など思っていました。大学で指導されるレポートの書き方は、中高時代にたびたび先生方が口にされていたことと全く同じで、大学にもなつていさら何を言っているのだろうと物足りなさを感じたこともありました。このレポートに対する姿勢は、現在でも論文を書くときに大いなる糧となっていることと思います。残念ながら今は実験することがないのですが、やはり僕も理科に対する興味は実験を通して得られるのだと思っています。特に、先生の授業だったと思いますが、中和滴定の実験でpH値の値が徐々に変化していく様を画面で見たことは今でもはっきり印象に残っています。実験の結果やその原理は教科書や参考書を読めばすぐわかることですが、実際に目の当たりにして理屈抜きの感動を得られたことは何事にもかえられない体験だったと思います。しかし逆に、どうしても1時間で終わらなくてはいけないということがあるのでしょうか、長い間いろいろ考えて答えを導き出すという体験が少なかったように思えます。1時間で説明と実験と解説というのでは、とんとん拍子に進んでしまい、自分の頭で考えるということ、さらには実験方法すらも自分で考え出すということがなく、中高を終えた感があります。もちろんそれは自分の怠慢で、本来ならそういうことを授業中にすることを求められているのかもしれませんが、それができない・しない生徒も多いことかと思えます。大学で実際に自分で研究をすることとなり、ああでもないこうでもない、自分の頭で毎日考える体験というのは、大変新鮮なものに感じられました。そしてその感動は、やはり、実験と同じく理屈抜きに科学にたいして興味をもつ体験だったと思います。附属のホームページを拝見すれば、理科ブルーフという時間が最近ではあるらしく、その時間ではおそらく、僕が大学4年になって味わえたその感動を早くも高校で味わえることができるようで、いまの附属生が大変うらやましく、どうしてそれを僕らのときにしてくれなかったのかと先方を恨めしくも思えます。同じような試みが、実はうちの学科でも2年程前から取り入れられています。これも僕は受けられなかったわけですが、理科ブルーフの時間は、ホームページを見るだけでもその楽しさが伝え、ぜひ全国的に広めていって頂きたいと思えます。」

この卒業生は、ブルーフを経験していないが、その有効性を指摘している。本校の特色の1つとしてproofを全国的に広めたい。

Summary :

Proof begun in 1995 was stopped in 2002 when perfect 5-day workweek was

国語科 書くことを核にした授業		杉井信夫	理科離れをなくすための教材開発
市道和豊	古文の読解内容把握から表現へ	柴山元彦	食材などを利用した地学実験例の開発と収集
浜口修司	中世期・擬古物語の教材化	西庸扶	磯観察実習での生徒の生物認識についての研究
琢磨昌一	表現(書くこと)指導の工夫	廣瀬明浩	エネルギー環境教育に重点を置いた物理教材の開発
谷周平	「話す」ために「書く」授業	森中敏行	遺伝子工学分野の実習教材の開発
中西一彦	「継ぐ・読む・書く・聞く・話す」	保健体育科 運動の理解を深める学習	
平田達彦	「時」を超えた作品群への思いを書く	鎌田剛史	柔道授業の方向性について-映像遅延装置導入の試み-
藤本一栄	古典の世界を現実化する読解を試みる	武井浩平	UDスポーツの可能性について-車椅子バスケットボールを通して-
社会科 中高連携の上に立った6年間カリキュラムの開発		田中譲	球技の特性に迫る-わかるとできるの統一を目指し-
生川年雄	近・現代の日本と朝鮮	松田光弘	ITを活用した陸上競技の授業
桑名智寛	地形図をいかに立体的にとらえさせるか	養護 中高6年一貫の生徒の健康教育	
笹川裕史	イスラームをどう教えるか	林照子	中学・高校生に対する健康相談活動
出原真哉	公民・経済の授業をいかに近現代史の授業につなげるか	舛谷田津子	附中生の心と体を見つめて-実態把握を中心に-
堀一人	生命倫理に関わる教授法・教材の開発	音楽科 合唱と創作の指導	
松尾裕文	自ら調べ学習する力をどのように育成していくか	諸石孝文	創作領域でのコンピューターの活用
山田時比古	地理的技能をみがく地理写真をいかに見るか	美術科	美術を自己表現の手段とし、方法と技能を身につけ、表現の楽しさ、他者理解・表現について知る
数学科 教育内容の構築・指導法の開発		廣森眞一	美術における自己表現のあり方について
岩瀬謙一	総合学習的教育内容の構築	技術家庭科 新しい領域における教材開発	
大石明德	総合学習的教育内容の構築	上田学	バリアフリーをテーマとした融合教材の開発
澤田耕治	図形認識に基づく指導法の開発	良千恵子	中・高6ヶ年における教材の開発
芝本裕司	総合学習的教育内容の構築	英語科 実践的コミュニケーション能力の育成を目指して	
瀬尾祐貴	図形認識に基づく指導法の開発	伊藤洋一	読解教材の活用
藤田幸久	図形認識に基づく指導法の開発	井畑公男	効果的なリスニング
柳本哲	総合学習的教育内容の構築	金井友厚	中学校における英語入門期の効果的な指導について
吉村昇	図形認識に基づく指導法の開発	楠井啓之	生徒が生き生きする多読指導について
理科 スーパーサイエンスを目指す理科教育		佐藤尚美	ライティング添削指導について
井上広文	新課程物理に対応した演示実験の工夫	徳永京子	生徒の発話量を増やす音読指導について
井野口弘治	自ら学ぶ化学の創造	東元邦夫	スローラーナーの鋭い質問
岡博昭	科学教材のデジタル化	日根野敬也	リーディングの様々な技法
岡本義雄	キッチン地球科学実験教材の開発		

研究集録 第46集

平成16年3月20日印刷
平成16年3月25日発行

編集発行者 大阪市天王寺区南河堀町4-88
大阪教育大学教育学部附属天王寺中学校
大阪教育大学教育学部附属高等学校天王寺校舎
代表者 三木 四郎

印刷所 株式会社 ヒカリプランニング