

文部科学省研究開発学校  
スーパーサイエンスハイスクール

# 研究開発実施報告書

平成 14 年度 第 3 年次

## 資 料 編

研究開発課題

科学技術研究・開発に意欲的・創造的に取り組む  
人間の基礎をつくる理数教育の研究開発

平成 17 年 3 月

京都教育大学附属高等学校

〒 612-8431 京都市伏見区深草越後屋敷町 111 番地  
TEL 075-641-9195

本報告書に記載されている内容は、文部科学大臣の指定を受けて学校教育法施行規則第 57 条の 3 (第 65 条の 5 第 2 項で準用する場合も含む。) 並びに第 55 条及び第 65 条の 5 第 1 項で準用する第 26 条の 2 に基づき、理数系教育を重点的に実施し、これに関する教課程等の改善に資する実証的資料を得るために行ったものです。

## 研究開発第3年次（最終年度）実施報告書発刊にあたって

京都教育大学附属高等学校

校長 武蔵野 實

本校はスーパーサイエンスハイスクール指定校の3年目として、最終年度のまとめを行うこととなりました。今年は数学・理科の教科における新たな3年次における取り組みとともに、特筆できるいくつかの新しい取り組みを行うことができました。

京都大学VBLが主催する関西テクノアイデアコンテスト'04では生徒諸君の努力で昨年以上の成績を収めることができ、グランプリ、優秀賞、京都大学総長賞と3つの大賞を得ました。このことは生徒の実践的な応用面を評価されたことになり、より生徒への励みとなりました。

また京都におけるスーパーサイエンスハイスクール指定校4校（本校、立命館高等学校、京都市立堀川高等学校、京都府立洛北高等学校）はその連携した活動が必要であり、かつ強く要望されていたことですが、これが国際的な取組として実現できたことがあげられます。具体的には「日英サイエンスワークショップ」が昨年夏開催され、本校が事務局校となり立命館大学びわこ・くさつキャンパスを利用させていただき、4校の生徒と英国2つの高等学校の生徒とが、日英の大学教員の指導によって共通の実験に取り組みました。これは個々の高等学校の枠を超えた英国との理科数学教育に関するパートナーシップの新たな構築であり、これに参加する生徒への多大な影響を与えた点でも特筆できるものとなりました。

こうした3年間の取り組みの過程で、研究の成果をより客観的に評価するため、評価法について検討を加え、従来にないアンケートや評価を進めました。ここではスーパーサイエンスとしての指定コース「自然科学コース」クラスの実態がより明らかとなりましたが、他のクラスとの比較研究が不十分で今後の比較検討が必要とされます。

本研究の目的は先進的な科学者・技術者養成のためのカリキュラム等の開発ですから、その本来の成果は、今後の生徒諸君の成長と研究現場での活躍に待つこととはなりますが、実際に生徒諸君の理数科の勉学に関する意欲の高さも特筆すべきものがあります。

振り返って、この3年間にわたる実践により、本校の今後のあるべき方向にも得るものがありました。それはスーパーサイエンスハイスクールの取り組みを、教員養成系大学にある附属高等学校としての特徴を生かしながら今後も進めることであり、教育内容の充実に関する実践上の成果を、理数科に限らず全教科について広げ高校全体の取り組みとしていくことであります。

本年も運営指導委員の皆様のご指導とご援助、京都大学、京都工芸繊維大学、京都教育大学をはじめとする多くの先生方のご協力、そして神戸製鋼、大阪ガス、日本電池などの企業にもご協力を得ながら本研究の実践を行うことができたことを感謝し、厚く御礼申し上げます。また科学技術振興機構の各位には、新たな取り組みに対するあたたかいご協力とご助言をいただきましたこともあわせて御礼申し上げます。

## 資料編 目 次

第 部	学校設定科目「生命科学」	
1 章	生命科学	1
2 章	生命科学	1 2
第 部	学校設定科目「物質科学」	
1 章	物質科学	1 8
2 章	物質科学	2 8
第 部	学校設定科目「エネルギー科学」	
1 章	エネルギー科学	3 8
2 章	エネルギー科学	4 8
第 部	学校設定科目「科学技術」	5 6
第 部	日英サイエンスワークショップ アンケート記録	6 5

京都教育大学附属高等学校は SSH の研究開発に際して、理科では学校設定科目を設置し授業実践を行ってまいりました。本冊子には SSH の取り組みのうち、理科の平常の各科目の授業内容を収録しました。本文編の理科の各科目の活動と併せてお読み下さい。

また、日英サイエンスワークショップに本校から参加した生徒、および英国側参加者のアンケート結果も収録しました。本校生徒の英文による回答も生徒自身によるものです。

なお、研究開発の成果や評価などは本文編をご覧下さい。

## 第 部 学校設定科目「生命科学」

### 1 章 生命科学

< 授業内容詳細 >

#### イントロダクション

##### 1. 目標

- (1) 生物のもつ特徴を理解する。
- (2) 生物の共通性と多様性を理解する。
- (3) 生物の関わりや自然のしくみに興味を持たせる。

##### 2. 配当時間 2 時間

諸注意・ファイルの使い方・実体顕微鏡の使い方	1 時間
生命科学を学ぶにあたって	1 時間

##### 3. 意図

実験・実習レポートは、ファイルに綴じて提出する。3 年間の生命科学の実験・実習がまとめられているようにする。

生命科学の教科書は、旧課程の生物 I B の教科書を利用している。序章として『探究の方法』の紹介から始まっている。『探究の方法』は、課題の把握、仮説の設定、仮説の検証（実験・観察）、結果のまとめ、考察、結論の各段階からなっている。『探究の方法』は、これらの段階のいずれかにスポットを当てた様々な授業の場面を通して身につけていくものとする。教科書における序章の取り扱いを決して否定するものではないが、これから 1 年間学んでゆく対象となる『生物』の持つ共通点（生殖すること、物質代謝しエネルギー代謝をおこなうこと、刺激に反応すること、成長することなど）を確実に取り扱うことがより重要であろう。それがまた、生物の持つ多様性に気づかせることにつながる、はじめに取り扱う『細胞』において、細胞が生命の最小単位といわれる意味や、これから出てくる多くの生命現象を理解する手助けになろう。

##### 4. 旧課程生物 B にない事項

生物を生命をもつもの、無生物を生命を持たないものとするのではなく、生物の持つ特徴をより多く備えるものがより生物らしい、と相対的に捉える考え方を取り扱っている。生物に共通する部分を理解させることは、生物の多様性を考える上での土台となり、最終的には遺伝子の働きにスムーズにつながっていくと考える。そして、1 年次で豊かな生命観・自然観を培うことは、最終的に分子生物学や生命倫理に関わる話題などにも触れていく上で重要なことと考える。

##### 5. 生徒の様子

さまざまな環境に適応しながら生活する生物の話題や生物の関わり合いについて興味を持って聞いていた。また、多様な哺乳類類も一生に打つ心拍数は変わらないことや、ヒトはその法則から外れていることに、多くの生徒は驚きを持っていた。

##### 6. 評価

目標(1)～(3)ともに達成できた。

##### 7. 課題

生物の多様性や生物の関わり合いは興味深い内容であり、生徒の反応は良好であった。分子生物学や生命倫理とどのようにつながっていくのか、今の段階では生徒に分かりにくかったであろう。今後の展開の中でどのようにつながるのかを、順を追って気づかせていくような展開が必要である。

## 第 1 部 生命体の構造と機能

### 第 1 章 細胞の構造

#### 1. 目標

- (1) 細胞が生命の最小単位であるといわれている理由を理解させる。
- (2) 細胞小器官（細胞膜を含む）の働きを動的に捉えさせる。
  - a. 核の働き
  - b. 葉緑体，細胞質基質，ミトコンドリアの働き
  - c. リボソーム，小胞体，ゴルジ体の働き

#### d. 細胞膜の働き

### 2. 配当時間 10時間

細胞の構造, 細胞小器官, 細胞研究	2時間
細胞膜のはたらき	2時間
実習 顕微鏡の使い方	2時間
実習 ミクロメーターの使い方・原形質流動の観察	2時間
実習 原形質分離	2時間

### 3. 意図

様々な細胞小器官の働きが、イントロダクションで扱った生物の持つ特徴のいずれかに当てはまり、細胞というまとまりとなってそれらの特徴がそろふことを理解させたい。細胞小器官の働きにおいて、教科書ではミトコンドリアは好気呼吸に関係している、という記載がある。しかしながら好気呼吸が何であるかを生徒は知らない。すべての細胞小器官についてよく似たことがいえる。そこでここでは、光合成とそれに関わる物質や呼吸とそれに関わる物質を細胞外からの取り込みも含めて関連づけて扱うことで対応し、細胞膜が半透性や選択透過性という性質を持っていることのみならず食作用などにも関係していることにも触れながら、細胞小器官の働きを動的に捉えるようにする。

細胞膜の性質の一つの半透性に関わって浸透現象を取り扱う。単に水が移動する現象としてではなく、分子レベルで考え、分子が移動すと捉えさせる。その際、トラウベの人口細胞を観察させ、その成長の原理を考察させる。また、授業者の血液をその場で採取し、顕微鏡像を見せながら赤血球の収縮や溶血の様子を見せる。

顕微鏡の使い方の実習では、取り扱い上の注意や基本操作の他に顕微鏡の分解、組立、レンズの清掃、接眼レンズの構造についても取り扱う。

### 4. 旧課程生物 Bにない事項

遺伝子の働きについて簡単に扱ったが、遺伝情報をもとにしてタンパク質が作られることにはここでは触れていない。遺伝のところでも扱う予定である。

生体物質の中で、炭水化物やタンパク質とその構成単位、ATPによるエネルギーの請け渡しについても扱った。

### 5. 生徒の様子

顕微鏡を取り扱う実習時間が多かったので、顕微鏡の取り扱いや操作は問題なく行えるようになった。レポートの書き方についても回を重ねるごとに良くまとまってきた。

### 6. 評価

新たな知識をあまり与えずに、中学校での学習範囲にできるだけ基づいて細胞の生命活動についての展開に配慮した。同化、異化およびタンパク質の生産について分子レベルで理解する糸口として理解ができたと考えられる。

### 7. 課題

顕微鏡を使用して観察することと細胞の生命活動の講義では、取り扱っている内容に大きな隔りがある。各々の細胞小器官が関わる各単元において、あらためて細胞小器官に焦点を当てた観察実習が必要である。ナトリウム・カリウムポンプも取り扱ったが、イオンについては若干の補足が必要である。

## 第1部 生命体の構造と機能

### 第2章 細胞の増殖

#### 1. 目標

- (1) 細胞分裂の意義を考察させる。
- (2) 細胞分裂のしくみを理解させる。
- (3) 細胞分裂を遺伝情報の分配という観点からとらえさせる。
- (4) 核型について理解させる。
- (5) 細胞認識について理解させる。

#### 2. 配当時間 6時間

細胞分裂の意義	1時間
体細胞分裂のしくみ	3時間
実習 体細胞分裂の観察	2時間

### 3. 意図

前章において、生命の基本単位である細胞の構造について学んだ。本章では、生命現象の1つである生殖という観点から細胞を捉えさせる。使用教科書では、細胞分裂の意義については取り扱っていないが、単細胞生物においては生殖となり、分裂・増殖することによって細胞の分化が可能となることに気づかせる。中学生でも遺伝子やDNAという言葉は知っているが、遺伝子というものがあたかも粒子のごとく存在するかのように捉えており、遺伝子とDNAを全く同義に捉えていたりする。染色体はDNAという物質に生物の作り方の情報が記録されているもの、遺伝情報が娘細胞に均等に分配されるということを理解できるよう配慮した。

細胞分裂の観察実習においては、観察のみとなり、固定・解離といった事前準備については、資料で触れるにとどまった。

遺伝情報を均等に分配された細胞の、どの遺伝情報が利用されるかによって細胞の分化が起こること、その結果細胞どうしの集合という形で細胞認識が確認できることも簡単に扱った。

### 4. 旧課程生物 B にない事項

DNA・ヒストンという用語を使い、DNAと染色体の関係を扱った。

核型に関わり、3倍体のアユについてはトピック的に扱った。遺伝(変異)のところでも再度補足したい。

細胞分裂のしくみを学習するにあたり、単に染色体の分配のされ方のみ注目させるのではなく、DNAと染色体の関係について理解させる必要がある。そのため、遺伝のところでもグラフを用いて扱いたい。

ビデオ映像を用い、細胞分裂が遺伝情報を分配するしくみでもあることが理解しやすいよう配慮した。

### 5. 生徒の様子

顕微鏡の扱いにも慣れ、体細胞分裂の観察を熱心行っていた。ただ、スケッチについては不十分なものが若干見られた。

### 6. 評価

目標(1)~(5)は、概ね達成できたと考える。

## 第1部 生命体の構造と機能

### 第3章 単細胞生物から多細胞生物へ

#### 1. 目標

(1) 単細胞生物の細胞小器官と相同な多細胞生物の器官を理解させる。

(2) 単細胞生物、細胞群体、多細胞生物のおおよその違いを細胞の分化の程度から理解させる。

#### 2. 配当時間 2時間

単細胞生物から多細胞生物へ 2時間

組織 2時間

実習 ゾウリムシの観察 2時間

#### 3. 意図

細胞の増殖、細胞認識・分化、形態形成の結果組織・器官を生じ、多細胞生物が形作られることを理解させる。細胞が分化することによってより高度な機能を有し、細胞どうしの情報交換がなければ機能できないことに気づかせる。

植物体の構成、動物体の構成については、プリントを配布して簡単に触れるにとどめた。

ゾウリムシの観察では、単細胞生物では細胞小器官が発達し、1個の細胞で生命活動を行っている点を理解させることに重点を置いた。

組織の例として、身近なマグロの油漬けを観察し、組織を実感させる。

#### 4. 旧課程生物 B にない事項

細胞間の認識に関わるカドヘリンについて簡単に触れた。

細胞本来の性質を失ったガン細胞についてもトピック的に解説を加えた。

#### 5. 生徒の様子

ゾウリムシの観察では多くの生徒が興味を持った。

多細胞生物の成り立ちを、組織や器官形成と関連づけて理解を深めた。

マグロの油漬けで筋肉組織の観察ができることに驚いたようである。

#### 6. 評価

目標(1)、(2)は達成できたと考える。

細胞群体の観察が行えなかったので、今後実験材料をそろえて実施したい。

#### 7. 課題

単細胞生物、細胞群体、多細胞生物と進めていく中で、実験材料（ゾウリムシ・ボルボックス等）を培養し、そろえておく必要がある。

## 第2部 生体内の化学反応

### 第1章 化学反応と酵素

#### 1. 目標

- (1) 生体構成物質について理解させる。
- (2) 代謝とエネルギー代謝について理解させる。
- (3) 酵素のはたらきと性質について理解させる。

#### 2. 配当時間 7時間

物質代謝とエネルギー代謝	1時間
酵素の働きと性質	4時間
実習 カタラーゼの働きと性質	2時間

#### 3. 意図

生命活動を神秘的なものにとらえるのではなく、できる限り分子レベルでの説明を試みることを考えたい。物質の変化である物質代謝、物質代謝に伴うエネルギーの出入りをできる限りイメージできるよう配慮する。また、自然界は乱雑さが増大する方向に動くが、分子からなる細胞がそのまとまりを維持するためには、エネルギーが必要であることにも気づかせたい。エネルギーを得る働きと物質代謝が進行しており、その化学反応を進めるために酵素が関係している。

酵素の性質については、タンパク質の性質と関連させておおむね定性的に扱うにとどめた。酵素が反応速度を早くする点については、活性化エネルギーが低下するという説明にとどめている。二酸化マンガンをカタラーゼの働きを演示する事で、無機触媒と生体触媒の違いを考察させる。

また、ウミホタルの発光を実際に行うことで、酵素反応への興味・関心を引き出すとともに、反応の前後で酵素は変化しないことを示しておく。

#### 4. 旧課程生物 Bにない事項

活性化エネルギーについて

酵素反応の調節（活性中心の争奪による調節・アロステリック酵素による調節）

基質濃度と酵素反応速度、および酵素濃度と酵素反応速度の関係については触れていない。

#### 5. 生徒の様子

ATPの構造を模式的に示したことで、どのような物質化はおおよそ理解されていた。しかし、ATPに関わるエネルギーの出入りについては難解であった。

酵素の性質については十分な理解がなされていた。

ウミホタルでは生物の発光と酵素の関わりを理解するとともに、興味を示した。

#### 6. 評価

酵素の性質に焦点を絞って取り扱うことにより、こちらが意図した点については十分な理解が得られた。酵素の主成分はタンパク質であり、タンパク質の性質についても触れた。酵素の失活がタンパク質の立体構造の変化によるものである点についても理解がなされていた。

カタラーゼの実験では、多くの観測データの記録、整理する手順や対照実験の意味を考える上でよい機会となった。

#### 7. 課題

タンパク質については3次構造まで扱ったが、模型を使うなど提示の工夫を考える必要がある。材料の手配に手間取り、モーリッシュの死環を実施できなかった。生命科学 で扱いたい。

## 第2部 生体内の化学反応

### 第2章 異化

#### 1. 目標

(1) 呼吸は、生命活動に必要なエネルギーを取り出すための反応で、異化の中心をなす化学反応であることを中心に、呼吸の本質的な意義について理解させる。



- (2) 嫌気呼吸と好気呼吸のしくみについて理解させる。
- (3) 呼吸におけるエネルギー効率について考察させる。

2. 配当時間 6時間

外呼吸と細胞呼吸	1時間
好気呼吸のしくみ	2時間
異化, 呼吸, アルコール発酵, 乳酸発酵	2時間
その他の呼吸基質	1時間

3. 意図

好気呼吸を行う生物では、外界から酸素を効率よく取り入れるための呼吸器を発達させていることに気づかせる。

前章で学習した酵素の働きにより生体内でこのようなエネルギーを取り出す反応が行われていることを理解させる。呼吸のしくみについては、化学式まで踏み込んで理解できるようにするが、呼吸の化学式を単に暗記することでは終わらないよう配慮が必要となる。また、筋肉中で行われる解糖では、身近な例を挙げたり、速筋や遅筋などの話題をトピックとして取り上げ、とっつきにくい単元であるが、興味を持ちやすく進めていく。

炭水化物以外の呼吸基質については、煩雑にならないよう簡単に触れるにとどめておくが、窒素同化や肝臓、腎臓の働きを学ぶ上での伏線となるよう配慮する。

4. 旧課程生物 Bにない事項

呼吸における物質の変化を化学式で表記した。トピック的に速筋と遅筋の違いを解説した。また、好気呼吸や嫌気呼吸(アルコール発酵, 乳酸発酵)におけるエネルギー効率の違いをATPの産生量から比較することまで行った。

5. 生徒の様子

反応の前後でどのような物質の出入りがあるかが示されていれば、化学式を書くことができた。この単元では実験を行わず、講義中心で進めたが、速筋や遅筋の話題は興味を持ったようである。

6. 評価

目標の(1)~(3)は達成できた。

7. 課題

この単元では実験・実習を十分に行うと、目に触れにくい化学反応をイメージしやすく、興味・関心も高まると思われるが、まったく行えなかった。導入ではピーナッツの燃焼によるエネルギーの放出、呼吸のしくみではアルコール発酵やヨーグルトづくり(乳酸菌の観察も含めて)などを取り入れていきたい。

## 第2部 生体内の化学反応

### 第3章 同化

1. 目標

- (1) 植物は、エネルギーを利用して無機物から有機物を合成し、そのエネルギーは同化産物の中に化学エネルギーとして貯えられる。この同化の主なものには炭素同化と窒素同化とがあり、そのしくみについて理解させる。
- (2) 炭素同化には、光エネルギーを利用する光合成と、無機物の酸化エネルギーを利用する化学合成があることを知り、光合成では葉緑体中にある同化色素が吸収した光を同化に利用することを知る。
- (3) 光合成には光の影響を受ける反応と、二酸化炭素や温度の影響を受ける反応とがあり、それぞれの反応のしくみを知った上で、各々の環境要因がどのように影響を与えるのかを理解させる。
- (4) 窒素同化のしくみを理解させ、あわせて自然界における窒素の循環についても考察させる。

2. 配当時間 10時間

光合成研究の歴史	2時間
光合成と環境条件	2時間
光合成のしくみ	2時間
細菌の光合成・化学合成・窒素同化	2時間
実習 光合成色素の分離(ペーパークロマトグラフィー)	2時間

3. 意図

中学校において、光合成では、光・水・二酸化炭素が必要であり、酸素が発生し、デンプン(グルコース)

ができることを学んでいる。ここでは歴史的なアプローチから、時代背景やどのような実験が行われたかを理解させたい。光合成の研究の歴史から研究方法に触れ、また、植物が何を行っているのか（二酸化炭素が水素によって還元されるとグルコースができる）を理解させ、光合成のしくみを理解する際の一助とする。

光合成の場として、葉緑体の構造が教科書では扱われるが、藻類・コケ植物・シダ植物・種子植物の葉緑体の構造を比較させ、その進化を考える上での手がかりになるようにしたい。3年次の生命科学では薄層クロマトグラフィーによる色素の分離を行い、実際に比較する予定である。

光合成色素の分離は、ペーパークロマトグラフ法による分離であるが、単に色素の分離を行わせるだけでなく、クロロフィル a 抽出液に紫外線を当てて、その赤色蛍光を見るなどして、クロロフィルがエネルギーを吸収していることも示す。

光合成と環境条件は、環境要因の影響を知ることや限定要因について考察することはもちろん、これらの環境要因と光合成のグラフから光合成は光が関与する反応と二酸化炭素や温度が関与する2つの反応からなることを理解させたい。また、温度の変化による光合成速度の変化は、酵素の最適温度を示すグラフと同じものであることに気づかせたい。

光合成のしくみでは、ブラックマン・ヒル・ルーベン・ベンソン・カルビンの実験からどのような結論が導き出せるかを考察しながら進めていく。

窒素同化では、アミノ酸は一般構造式で理解させ、アミノ基転移によって各種有機酸が各種アミノ酸になることを通して、これまでに好気呼吸で学習したクエン酸回路などにおける物質が関連していることに気づかせる。

#### 4. 旧課程生物 B にない事項

葉緑体の進化について簡単に触れた。また、アミノ酸の一般構造式やアミノ基転移、アミノ基転移酵素について扱った。

#### 5. 生徒の様子

環境要因と光合成についてのモデルを製作し、環境要因と光合成のグラフやブラックマンの実験から光合成が2つの反応系からなることを予想できる生徒もいた。2つの反応系があると考えればうまく説明ができる、という理解は多くの生徒が可能であった。光合成のしくみにおいては、一部抽象的な説明になったが、歴史的実験から考察を進めることができ、知的好奇心を満足させていた。

#### 6. 評価

光合成については、知識内容を理解しながら進めることができた。化学合成については時間の都合もあったが、羅列的・説明的な進行となり、硝化細菌の働きが窒素同化のところで、うまくつながらなかったようである。

#### 7. 課題

ペーパークロマトグラフィー以外、有効な実験・実習を行うことができなかったため、理解を深めていく上で有効な実験を検討する必要がある。薄層クロマトグラフィーは3年次で行う予定をしているが、あわせて実施するほうが効果的であったかもしれない。

### 第3部 生命の連続性

#### 第1章 生殖

##### 1. 目標

- (1) 無性生殖，有性生殖の方法を知る。
- (2) 減数分裂のしくみを理解する。
- (3) 植物の生活環とその特徴を理解する。
- (4) 動物の生活環とその特徴を理解する。
- (5) 動物の配偶子の形成について理解する。

##### 2. 配当時間 10時間

無性生殖，有性生殖	2時間
減数分裂	2時間
植物の受精と生活環	2時間
動物の生活環，動物の配偶子形成	1時間
作業 減数分裂による配偶子の種類（プリント）	2時間

##### 3. 意図

有性生殖を単に性がある生殖（雄と雌子孫を残す）と捉えがちであるが、そのように捉えてしまうと、生活環で雌雄の区別が明確でない生物については、世代交代が理解できなくなる。有性生殖は配偶子による生殖、無性生殖はそうでない生殖と捉えたいが、単為生殖が有性生殖か無性生殖の判断がつかない生徒が少なからずいた。雄、雌の定義はどのような配偶子を作るかでやりたい。

減数分裂は、染色体の分配について注目させたい。2n = 4の母細胞からできる娘細胞の染色体の組み合わせにはどのようなものがあるかを理解させる。このことは、次章で扱うメンデル遺伝において、配偶子の遺伝子型を単に記号の組み合わせとするか、減数分裂における染色体の組み合わせの結果と考えるか、という大きな違いになってしまう。減数分裂では第一分裂前期に、相同染色体が対合し二価染色体を形成するが、その意味も考えさせたい。

生活環では、実際の植物や動物の一生を観察させることが不可能なので、その情報を与え、生活環の比較をすることによって進化の流れを考察させたり、異種生物間での相同器官を考察させることに重きを置く。また、植物と動物での世代交代と核相交代の時期の違いに気づかせたい。

動物の配偶子の形成においては、ヒトにおける始原生殖細胞の分化という観点から扱うが、臨海実習におけるウニの配偶子形成から受精に至る過程に十分に触れておきたい。

#### 4．旧課程生物 Bにない事項

二価染色体という用語は現在扱われていないが、あえて使った。単為生殖については自然界の不思議な例として教材に利用した。ミズクラゲの単為生殖から動物の生活環へ結びつけた。

#### 5．生徒の様子

減数分裂のしくみについては理解できていたが、体細胞分裂との違いが何に由来しているかという点については、つかみにくかったようである。有性生殖と無性生殖の有利な点・不利な点についてもおおむね理解されていた。単為生殖ではミツバチやミズクラゲの例を中心に扱ったが、非常に興味を持ったようである。しかしながら、単為生殖が有性生殖に含まれることが理解していない生徒が多かった。ミズクラゲは動物の生活環でも触れ、エチゼンクラゲなどの大量発生についても説明したところ関心を示した生徒がかなり見られた。

#### 6．評価

単為生殖の話に非常に興味を持ってくれたが、無性生殖に含まれると考える生徒が多く、有性生殖は配偶子による生殖、無性生殖はそうでない生殖という捉えかたが徹底できなかった。また、臨海実習にあわせて次章の発生に入ったため、植物の受精と生活環については未実施となった。植物の同化が終わった後に実施する予定である。

#### 7．課題

花粉管の発芽の観察が時期的な関係で実施できなかった。また、時間の関係上、減数分裂の観察も実施できなかった。

### 第3部 生命の連続性

#### 第2章 発生

##### 1．目標

- (1) 卵の種類と卵割の様式を知る。
- (2) ウニの発生過程を知る。
- (3) カエルの発生過程を知る。
- (4) 発生のしくみを理解する。
- (5) 再生のしくみを理解する。

##### 2．配当時間 6時間（8時間）

卵の種類と卵割の様式・ウニの発生	3時間
カエルの発生	2時間
発生のしくみ	3時間
再生のしくみ	1時間
作業 ウニの発生（プリント）	1時間

##### 3．意図

受精卵が卵割という体細胞分裂を繰り返し、分化・胚葉形成・器官形成が行われていく。各細胞に等しく遺伝子が分配されていくにも関わらず、特定の形態を持った生物体が形成されていく不思議さを感じさせた

い。卵の種類と卵割の様式、ウニの発生については、臨海実習の事前学習も兼ねて行っている。生きたウニ胚を実際に観察する際、卵黄に蓄えられた栄養で最低限の形態形成を行った後、採餌が始まることが実感できるようにしたい。カエルの発生を含め、発生のしくみを考えるための基礎知識として理解させることに重点を置く。

発生のしくみでは、フォークトやシュペーマンによる実験方法や実験の意義を正しく理解させ、正常発生の知識をもとに結果を科学的に考察し、結論が導き出せるようにしたい。

再生のしくみでは、再生が体の一部分についての発生と考えられることを意識させた上で、種々の再生に関する実験をもとに結果を科学的に考察し、結論が導き出せるようにしたい。

#### 4．旧課程生物 B にない事項

遺伝子のはたらきの調節について、簡単に扱った。遺伝現象から遺伝子を扱った上で、研究室訪問（京都工芸繊維大学）の事前学習としてタンパク質合成やオペロン説まで扱った。再生のしくみではプラナリアやイモリの再生と再生の場について触れ、再生における誘導のしくみを扱った。ゴキブリの肢の再生では体内に見られる極性についても触れた。

#### 5．生徒の様子

実験事実から科学的に考察し、結論を導き出せる生徒が多かった。

臨海実習で実際に発生の観察を行ったが、ほとんどの生徒がその規則性や生命の神秘性に感動し、興味・関心を持って観察していた。

#### 6．評価

目標（1）～（5）は達成できた。

#### 7．課題

実験事実とその結果に興味を持ち、考察する面白さを感じる生徒が多かったが、臨海実習のレポートを見ると、それを表現するための訓練が必要であると考ええる。

### 第3部 生命の連続性

#### 第3章 遺伝と変異

##### 1．目標

- （1）メンデルの法則を理解する。
- （2）連鎖・組換えを理解する。
- （3）性の決定と性染色体上の遺伝を理解する。
- （4）遺伝子の本体の解明の歴史を理解する。
- （5）変異について理解する。

##### 2．配当時間 23時間

遺伝の法則 4時間

いろいろな遺伝 3時間

性の決定・伴性遺伝 2時間

連鎖・組換え 2時間

遺伝子の本体 2時間

DNAの複製 2時間

DNAとタンパク質合成 2時間

オペロン説 2時間

変異 2時間

実習 唾液腺染色体の観察 2時間

実習 キイロショウジョウバエの各種突然変異体の観察 2時間

##### 3．意図

メンデルの法則そのものは、記号をの組み合わせで子孫の分離比などを出せれば理解できたと判断できるが、実際にエンドウを栽培することや、受粉後に現れる形質について考えることの難しさも感じさせたい。

生徒は、すでに染色体がDNAという物質でできており、遺伝子は情報であることを知っている。メンデルの法則では、それらの事実が未発見であった時代に遺伝子の存在や遺伝子の数、優劣関係などを仮定することで、遺伝の事実をうまく説明したメンデルの発想法に触れさせたい。

染色体やDNAについては知っているのので、減数分裂における遺伝子の分配について再度復習し、染色体

の分配とあわせて理解させたい。

性の決定・伴性遺伝 においては、性決定のしくみを理解させるだけでなく、その応用として、メス魚の養殖なども紹介したい。

遺伝子の本体では、グリフィス・アベリーの実験だけでなく、現在の研究についても触れていきたい。大腸菌の形質転換を行うにあたり、少し踏み込んで遺伝子がタンパク質合成に関わっていること、オペロン説にも触れておく。

変異については、遺伝子の持つ情報が発現されるしくみを簡単に押さえた上で、染色体変異や遺伝子突然変異を考えさせたい。また、3倍体アユなどの例についても本章で紹介したい。

#### 4．旧課程生物 Bにない事項

発生の進行とパフの位置の変化について扱った。縞模様が遺伝子に対応し、パフの位置が情報の転写が行われている場所であることに触れ、パフの位置の変化と発生の進行を関連付けて示した。

以下は研究室訪問（京都工芸繊維大学）に関わる場所である。

オペロン説・プラスミド・遺伝子組換え・電気泳動

#### 5．生徒の様子

一遺伝子雑種、二遺伝子雑種、検定交雑と一連の知識の積み上げを必要とする内容では、下位の内容を常に意識して進めることができ、理解しやすかったようである。遺伝子の本体、タンパク質合成、オペロン説については、大腸菌の形質転換実験に関連することなので興味深く学習できたようである。タンパク質の構造や塩基配列、タンパク質合成を扱っているので、遺伝子突然変異における「塩基配列の変化 アミノ酸配列の変化 タンパク質の変化 形質の変化」、というつながりが割合スムーズに理解できたようである。

#### 6．評価

目標は、ほぼ達成できたと考える。

#### 7．課題

座学中心になってしまい、生徒主体の授業展開が思ったように実施できなかった。体験的な実験・実習をもう少し取り入れる必要があると考える。すべては遺伝子組換え実験が生徒の興味・関心を牽引してくれたように思われる。来年度以降、エンドウを実際に栽培させることを通して、その手間と受粉後の形質の発現について体験的に理解させることを考えたい。

## 第4部 生体の反応と調節

### 第1章 刺激の受容と興奮

#### 1．目標

- (1) 神経細胞の構造について理解する。
- (2) 興奮の起こるしくみと伝わり方について理解する。
- (3) 受容体の働きと構造について理解する。
- (4) 神経系の進化、脳の働きを理解する。
- (5) 作働体の例と筋肉の働きについて理解する。

#### 2．配当時間 13時間

受容体 3時間

ニューロン 1時間（未実施）

興奮の起こるしくみと伝わり方 2時間（未実施）

神経系 1時間（未実施）

作働体 2時間（未実施）

実習 ブタ眼球の解剖 2時間（未実施）

実習 盲点の検出と測定 2時間（3月7日に実施予定）

#### 3．意図

個体レベルで生物を見ることを意識しながら、刺激を与えたときの個体の反応を見るとともに、個体内における経路について、化学的・物理的に理解させたい。

受容体は刺激を生体内で共通に扱う電気信号である興奮に変換する装置であることや神経が信号を伝える役割をしていること、作働体は、その信号によって制御されていることを理解させたい。電気・機械工学や情報処理分野、生物工学への興味・関心を引き出したい。神経の興奮が全か無かの法則に従うことから、話題をデジタル処理へ発展させることも可能である。

4. 旧課程生物 B にない事項

レセプターについて

イオンチャネル

電気・機械工学や情報処理分野、生物工学との関連

5. 生徒の様子

生物が刺激を受け取る受容器からこの単元に入った。ヒトの感覚とそれを受容するしくみを興味深く聞いていた。盲斑の存在を確認させると、『ある!』、『見えなくなる!』とあらためて感動していた。眼の構造、光を受け取るしくみなど、普段見過ごしがちな点に触れることで、生物に対する興味・関心が深まったようである。

最後に盲斑の検出実習を実施する予定である。

6. 評価

時間の関係上、受容器に入ったところで終了となった。盲斑の検出実習において、生徒がどのような動きをするのかを観察した上で、評価したい。

7. 課題

この単元では、実感する、体感するということが大切になる。盲斑の検出実習だけでなく、五感を通して興味・関心を引き出すような実験・実習をそろえていく必要があると考える。実際に触れるという点において、生命科学 ではブタの眼球の解剖実習はぜひ実施したい。また、神経や効果器については今年度行えなかったため、情報処理分野や生物工学との関連性を示すことができなかった。

〔参考〕今年度実施した生命科学 のアンケートの項目を示しておく

S S H 生命科学 アンケート

・次の特別授業について、下記の番号を使って[ ]内に印象を記入してください。また、何故そう思うのか、理由を書いてください。

5. 大変よかった 4. まあよかった 3. どちらともいえない

2. あまりよいとはいえない 1. よくない

[ ] 5月 京都大学生存圏研究所 シロアリ実習

[ ] 7月 京都大学麻舞鶴臨海実験所 臨海実習

[ ] 1月 京都工芸繊維大学 大腸菌の形質転換

・特別授業について、何かありましたら記入してください。

・生命科学の授業の中で行った実験を、下記の番号を使って[ ]内に評価を記入してください。

5. 大変よかった 4. まあよかった 3. どちらともいえない

2. あまりよいとはいえない 1. よくない

[ ] シロアリの腸内原虫の観察 [ ] ショウジョウバエの変異

[ ] 原形質分離の観察(ユキノシタ) [ ] 細胞の観察(ヒトの口腔上皮細胞、タマネギ)

[ ] ゴウリムシの観察 [ ] ミクロメーターの使い方

・生命科学の授業(実験・実習も含む)を通して、自分自身どのような力がついたと思いますか。以下の19の中から最大5つまで選んでください。

[ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

1. 自主性 2. 独創性 3. 好奇心 4. 探求心 5. やる気 6. 発想力

7. 問題解決力 8. 洞察力 9. 論理的思考力 10. 観察力 11. リーダーシップ

12. プレゼンテーション能力・表現力 13. コミュニケーション能力 14. 数学力

15. 英語力 16. 応用力 17. 国際感覚 18. 文章力・レポート作成能力

19. 考察力 その他( )

・生命科学を学んで、次の事柄は当てはまりますか。下記の番号を使って[ ]内に評価を記入してください。

5. かなり当てはまる 4. まあ当てはまる 3. どちらともいえない

2. あまり当てはまらない 1. まったく当てはまらない

[ ] 生物や自然のしくみに興味を持つようになった。

[ ] 生物や自然のしくみについて深く知りたいと思うようになった。

- [ ] 生物や自然のしくみを本で調べるようになった。
  - [ ] 生物や自然のしくみを実際に調べるようになった。
  - [ ] 生物や自然を遺伝子（DNA）との関わりで考えるようになった。
  - [ ] 遺伝子などの分子生物学に興味を持つようになった。
  - [ ] 動物の行動や生態に興味を持つようになった。
- ・ 生物 B , 生命科学の授業について、何でも結構です。感想を書いてください。
- .....

(文責 松浦直樹)

## 2章 生命科学

### < 授業内容 >

生物 B領域（1年次の続き）

#### 第4部 生体の反応と調節

第3章 内部環境とその恒常性

第4章 植物の反応と調節

#### 第5部 生物の集団

第1章 生物の集団とその変動

第2章 生態系と物質循環

第3章 地球生態系の保全

生物 領域

#### 第2部 生物の進化と系統

第1章 生物の進化

第2章 生物の多様性

#### 第1部 分子から見た生命現象

第1章 生物を特色づけるタンパク質

第2章 生体を防御するタンパク質

第3章 遺伝を担う核酸

### < 授業内容詳細 >

生物 B領域（1年次の続き）

#### 第4部 生体の反応と調節

#### 第3章 内部環境とその恒常性

##### 1. 目標

- (1) 体液の恒常性を維持する重要性について理解させる。
- (2) 血球，心臓，窒素排出を系統進化の観点からとらえさせる。
- (3) 肝臓，腎臓の構造・機能の理解を通して人体のつくりについても理解を進める。
- (4) 神経やホルモンによる調節の理解を通して，化学物質による情報伝達や分子レベルでの情報伝達の理解を進める。

##### 2. 配当時間 18時間

体液の調節	2時間
肝臓と腎臓の働き	5時間
ホルモンと自律神経による調節	4時間
実習 電子天秤の使い方（塩化ニッケル水溶液，生理食塩水の調整）	1時間
実習 生理食塩水中の赤血球，塗沫標本のギムザ染色による白血球の観察	2時間
実習 ゾウリムシの収縮胞，食胞の観察	2時間
実習 カイコの解剖	2時間

##### 3. 意図

医学部の志望者が比較的多い本講座では，人体を中心に興味を持って取り組ませたい。血管，血液の名称や解剖学における人体各部の名称のつけ方を紹介することも効果的であると考えている。また，血液凝固の仕組みを通して血液の構成を理解させる。酸素乖離曲線も扱うが，グラフを読むことを通してヘモグロビンの特性と組織，肺胞における環境との関連に気づかせたい。

魚類，両生類，爬虫類，鳥類，哺乳類の赤血球の大きさ，形態，核の有無を比較し酸素運搬効率について考察させる。また，心臓の進化についても考察させる。その際，両生類が2心房1心室であることは，心臓として未完成的な形態であるということではなく，両生類が皮膚呼吸をするという事実から考えると進化の結果適応した形態であることを強調したい。

肝臓は，さまざまな代謝を行っていることから，1年次に学習した生体構成物質や代謝，酵素についても触れたい。また，ヘモグロビン中のヘムの構造式とクロロフィルやビリルビンの構造式との比較もさせ



たい。また、血液検査の項目と肝機能の関係も知らせたい。

腎臓の機能ではイヌリンを利用したクリアランスの算出から各種物質の再吸収量が推測できることにも触れたい。肝臓、腎臓、内分泌器官それぞれを取り扱うたびに、等身大の人体模型を利用して内臓諸器官の位置関係を熟知させる。

自律神経による調節もホルモンによる調節も細胞から化学物質が分泌されることによって行われる個体内の情報伝達であることに気づかせたい。また、ホルモンの標的器官が存在することについては、レセプターの存在を紹介し、今後扱う膜タンパク質の伏線としたい。

電子天秤の使い方は、今後必要になるであろう精密天秤を用いてゾウリムシの繊毛運動を鈍らせるための塩化ニッケル水溶液を調整させる。また、マイクロピペットも利用し、使用法を思い出させておく。

カイコの解剖は昆虫のホルモンを扱った関連で実施する。

#### 4. 評価

目標は達成できたと考える。

#### 5. 課題

標準履修時間より大幅に時間をかけた。取り扱った内容に見合うものではあると考えるが、精選する必要もある。

### 第4部 生体の反応と調節

#### 第4章 植物の反応と調節

##### 1. 目標

- (1) 成長運動について知る。
- (2) 膨圧運動について知る。
- (3) 植物ホルモンについて知る。
- (4) 光周性について知る。
- (5) 光発芽について知る。

##### 2. 配当時間 8時間

成長の調節	4時間
植物の花芽の形成	4時間

##### 3. 意図

この単元は、植物生理学と呼ばれる学問領域であるが、応用的側面からも取り扱い農学部への進路にも関心を持たせたい。

また、全体を通して実験事実とその考察から仕組みを理解させるように心がける。

植物の運動は、時間を縮めて見ると動物の運動と似たものを感じさせる。ツル植物の中には、頂部を鞭のように振り回し、接触したところからみついたり、ツル状の葉をからみつかせ、コイルを作り体を引き上げるものもある。その様子を映像教材を使用することによって理解させたい。

植物ホルモンについては、老化についても取り扱う。1年生草本や落葉広葉樹はある時期に一斉に老化しているように見える。また、成長促進のホルモンも何らかの機構で老化を促進し、養分の回収をしている事実を実験データから読みとらせたい。

光発芽では、670nmの波長の光が最も発芽を促進、720nmの光が最も発芽を阻害するためのエネルギーが少なくすむことから、それらの波長の光を最もよく吸収するフィトクロームのような、構造をスイッチのように変化する分子が存在することや、分子の存在が発芽という生命現象につながっていることに気づかせ、興味を持たせたい。

##### 4. 評価

目標は達成できたと思われる。

##### 5. 課題

屈光性に関する実習や植物ホルモンの作用に関する実習を取り入れたい。

### 第5部 生物の集団

#### 第1章 生物の集団とその変動

##### 1. 目標

- (1) 個体群とその変動について知る。

(2) 種内関係や種間関係などの相互作用について知る。

2. 配当時間 22時間

個体群とその変動	8時間
生物群集とその変動	10時間
実習 琵琶湖のプランクトンの観察	2時間
実習 シロアリの腸内原虫の観察	2時間

3. 意図

密度効果について、環境の何に対する密度が増殖率に影響を及ぼしているのかを考察させたい。また、ヒツジキンバエの長期にわたる実験では、個体群密度の振動がみられたり、飼育条件がより厳しくなっているのに、比較的高密度で安定したりすることがある。産卵に対する影響やさなぎの成育に対する影響、成虫の卵巣の生育に対する影響など様々な段階が考えられる。それぞれの段階における共倒れを仮定して考察を進めさせたい。生存曲線では、環境条件によって型が変化することに気づかせたい。また、通常縦軸には、1000個体あたりの生存数をとるが、絶対数の対数をとることでどの型が成熟期に多数生存できるかということと進化に関連が見られるかについて触れたい。

群れについては、群れの利点と不利な点を比較させ、群れの形成を考察させたい。また、餌とする生物の密度が同じでも、その分布のしかたによって群れることの利点の有無が異なることを考察させたい。

種間関係については、数多くの例を映像教材を利用して紹介したい。植物群落の遷移は実態を目にするのは難しいが、映像教材で補いたい。

琵琶湖のプランクトンの観察は、学校横の疎水でプランクトンネットを使って採集させ、観察させる。滋賀県立衛生環境センター作成の約400のスケッチから観察できたものを列挙させる。7月のプランクトンの種類として記録を残させ、冬期のそれと比較させたいと考えている。

4. 評価

目標は達成できたと考える。

5. 課題

プランクトンの観察は、採集の時間を必要とするのでもう少し余裕が欲しいところである。

## 第5部 生物の集団

### 第2章 生態系と物質循環

1. 目標

(1) 生態系の成り立ちについて理解させる。

(2) 生態系の働きについて理解させる。

2. 配当時間 4時間

生態系の構成	0.5時間
物質生産	2.5時間
物質の循環とエネルギーの流れ	1時間

3. 意図

動物は植物に依存しており、物質生産とは植物の物質生産を考えることにつながる。最小受光量、葉面積指数、胸高直径と葉量などは教科書には出てこないが森林の物質生産を推定するためには必要な指標となる。これらの学習を通して環境問題に目を向けたときの基礎を築きたい。

4. 評価

定期考査の結果からは、目標を達成できたと考えられる。

5. 課題

前単元で、時間をかけすぎてしまい、層別刈り取り法による生産構造図の作成が実施できなかった。また今後、大学の林学科との連携をとって現地での物質生産に関わる実習を実施したり、データの提供を受けて生産量の推定をする実習を実施し、さらに理解を進めたい。

## 第5部 生物の集団

### 第3章 地球生態系の保全

1. 目標

(1) 安定した生態系とはどのようなことを指すのか理解する。

(2) 様々な環境問題とそれらに対する取り組みを知る。

2. 配当時間 2 時間

生態系の平衡 1 時間

環境問題 1 時間

3. 意図

安定した生態系とは、必ずしも緑豊かな田園地帯や植林された杉の森林とはかぎらないことに気づかせたい。そこでは、人がエネルギーを投入して平衡を保っていることに気づかせたい。安定した生態系とは捕食者と被食者の釣り合いが保たれているわけだが、量よりも多様性に大きく依存することを知らせたい。

環境問題では、様々な環境問題の原因とその影響、また問題解決のための取り組みを紹介し、特に物作りの観点から何ができるかということを経験させる基礎にしたいと考えている。

4. 評価

環境問題の解決について、どのような関わりが持てるか、という視点が不十分であった。

5. 課題

配当時間が少なく、十分な取り組みができなかった。また、他教科や他科目でのこれまでの取り組みを生かすようにして実施する必要がある。

生物 領域

## 第2部 生物の進化と系統

### 第1章 生物の進化

1. 目標

(1) 進化の証拠を知る。

(2) 生命の起源について知る。

(3) 地質時代の生物の変遷を知る。

(4) 人類の進化について知る。

(5) 進化のしくみについて知る。

2. 配当時間 8 時間

進化の証拠 1 時間

生命の起源 2 時間

地質時代の生物の変遷 1 時間

人類の進化 2 時間

進化のしくみ 2 時間

3. 意図

進化の証拠では、生物が進化してきたと考えられる様々な証拠を列挙し、なぜ進化したと考えられるのか、あるいは進化したと考えれば事実をうまく説明できる、という形式で進めたい。

生命の起源では、映像教材を利用して近年の研究の紹介も行いたい。

地質時代の生物の変遷では、生物の変遷と環境の変化に目を向けさせたい。また、大陸の移動が大規模な地球環境の変動に関わっていたことも紹介したい。1 年次に特別講義で恐竜の復元について触れられたことも想起させたい。

人類の進化では、恐竜絶滅後のほ乳類の進化についても触れたい。また、様々な種類の霊長類を紹介し、人類との類似点や相違点に気づかせたい。

進化のしくみでは、生物界あるいは生物種を遺伝子のプールとしてとらえ、遺伝子の頻度の変化が生物界あるいは生物種の変化と考えられることに気づかせたい。また、遺伝子の変異は偶然の結果であるから、生物界や生物種を遺伝子のプールとして見た場合、それら中に多様性がみられることは当然のことであることに気づかせたい。

4. 評価

定期考査の結果からは、目標は達成できたと考えられる。

5. 課題

生命の起源については、RNAの触媒作用などにも触れ、自己保存が可能な分子の可能性について触れるとより興味を持たせることができるのではないかと考える。

## 第2部 生物の進化と系統

### 第2章 生物の多様性

#### 1. 目標

- (1) 分類法について知る。
- (2) 5界説について知る。
- (3) 植物界にいたる系統について知る。
- (4) 動物界にいたる系統について知る。
- (5) 生体構成物質から見た生物の系統を考察する。

#### 2. 配当時間 6時間

分類法, 5界説	0.5時間
植物界にいたる系統	1.5時間
動物界にいたる系統	2.5時間
生体構成物質から見た生物の系統	0.5時間

#### 3. 意図

動物の系統分類については、様々なポイントがあるが、個体発生と対比した観点も扱いたい。また、進化との関連で、シダ種子類 裸子植物、扁形動物 線形動物 環形動物や環形動物 節足動物、原索動物 脊椎動物などは、興味を持って取り組ませたい。

生体構成物質から見た生物の系統では、フィブリノペプチド、グロビンタンパク質やシトクロムcの変異を例に挙げ、それらの物質の生命現象への関わりの程度とアミノ酸配列の変異の速度に関係があることに気づかせたい。また、DNAのGC%と体のつくりの複雑さとの関係にも着目させたい。

#### 4. 評価

目標は達成されたと考える。

## 第1部 分子から見た生命現象

### 第1章 生物を特色づけるタンパク質

#### 1. 目標

- (1) 生体構成物質について理解する。
- (2) タンパク質の構造と機能について理解する。
- (3) 酵素の機能について、タンパク質の構造と関連づけて理解する。
- (4) 代謝について、ATP生産の場として理解する。
- (5) ATPの構造
- (6) 筋収縮のしくみ

#### 2. 配当時間 8時間

タンパク質の構造と機能	2時間
酵素	2時間
代謝とエネルギー代謝	3時間
ATPの利用	1時間

#### 3. 意図

生徒は生体構成物質としての、水、炭水化物、脂質、タンパク質について、1年次に学習している。また、物質科学の授業においてもそれらの物質について学習している。生命科学では、これらの物質の生命現象におけるふるまいをその構造から説明できるように復習を行いたい。

タンパク質については、その構造や機能は、アミノ酸の側鎖の性質で大きく変わる。物質科学と重複するが、両性電解質としてのアミノ酸や等電点についても触れたい。また、一次構造から四次構造まで説明することにより、繊維であったり収縮性のあるネットを形成したり、ウィルスのように少ない遺伝子でカプセルを形成できることにも触れたい。また、インスリンを例にその変性が不可逆な理由について触れたい。

酵素として触媒作用を示すことについては、立体構造と側鎖の配置が深い関係にあり、基質の電子配置に影響をおよぼすことに触れたい。またアロステリック酵素にも触れ、生体内の代謝の調節に関わることに気づかせたい。

代謝について、生体内での物質の変化としての呼吸、光合成は1年次に実施している。生命科学では、ミト

コンドリアの内膜と葉緑体のチラコイドが類似の構造であることや電子伝達系がプロトンポンプとして働き、プロトンの濃度勾配によってATPが合成されるという共通点を中心に触れ、生徒の関心をひきたい。

ATPについても1年次に学習している。ここでは、ATPがヌクレオチドであることにも触れたい。筋収縮のしくみでは、近年明らかになった収縮のエネルギーは熱運動で、ATPのエネルギーがその方向を決めることに関与する考えにも触れたい。

#### 4. 評価

かなり高度な内容であったが、興味を持って取り組んだと考える。

#### 5. 課題

グリセリン筋の観察など実習を実施したい。

### 第1部 分子から見た生命現象

#### 第2章 生体を防御するタンパク質

##### 1. 目標

- (1) 免疫のしくみについて理解する
- (2) 免疫を利用した療法について知る。

##### 2. 配当時間 5時間

免疫 5時間

実習 血液の凝集の観察 1時間

##### 3. 意図

生体を防御するタンパク質というタイトルになっているが、広く免疫として取り扱う。細胞性免疫、体液性免疫ともに多様な抗原になぜ対応できるのかについても触れたい。

体液性免疫では、抗体にも様々な種類があり、胎盤を通過するものやアレルギーに関係するものがあることについて触れたい。

##### 4. 評価

定期考査の結果では目標は達成できたと考えられる。

##### 5. 課題

蛍光抗体法などの分析技術の紹介もしたい。

### 第1部 分子から見た生命現象

#### 第3章 遺伝を担う核酸

##### 1. 目標

- (1) 形質発現の調節について理解する。
- (2) 遺伝子操作について理解する。

##### 2. 配当時間 6時間

形質発現の調節 2時間

遺伝子操作 2時間

実習 プロトプラストの調整と細胞融合 2時間

実習 DNAの模型の作製 1時間

##### 3. 意図

本章、「遺伝を担う核酸」では、(1) 遺伝子の本体、(2) 核酸の構造、(3) 遺伝情報の発現(一遺伝子一酵素説)、(4) タンパク質の合成、(5) 遺伝情報の解読、(6) 形質発現の調節、(7) 遺伝子操作などの項目からなっている。また、生徒は1年次に大腸菌の形質転換を通して、オペロン説や遺伝子操作も含めておよそ学んでいる。ここでは形質発現の調節については、転写調節、RNAプロセシング調節、RNA輸送調節、翻訳調節、RNA分解調節などの概略を扱った。また、遺伝子操作については真核生物の遺伝子(ヒト成長ホルモン)を大腸菌に組み込むことや、DNAの塩基配列決定法について取り扱った。

プロトプラストの調整と細胞融合は、例年実施している内容であるが、今年度は甲南大学が開発したキットを使用した。例年20mlの遠沈管を使用して実施していたが、本キットは1.5mlエッペンを使用するのでかなりのスケールダウンができた。

##### 4. 評価

定期考査の結果，特別授業における生徒の理解から目標は達成できたと考えられる。

5．課題

社会とのかかわり，特に倫理的側面についての取り扱いを他教科との関係も含めて考える必要がある。

(文責 井上嘉夫)

## 第 部 学校設定科目「物質科学」

### 1 章 物質科学

< 授業内容詳細 >

【化学 分野】

#### 第 1 編 物質の構成

##### 1 章 物質の探究

###### 1. 目標

- (1) 混合物と純物質の概念を理解する。
- (2) 混合物の具体的な分離方法を理解する。
- (3) 単体・化合物・元素の概念を理解する。
- (4) 炎色反応など元素の具体的確認方法を理解する。

###### 2. 配当時間 7 時間

< 演示実験 >  $KIO_3$  , マロン酸等を使った振動反応

###### (1) 物質の分類 2 時間

< 演示実験 > 混合物の分離 ( 蒸留 , 昇華 , 抽出 , 再結晶 , クロマトグラフィー ) ( 0.5 時間 )

###### (2) 物質の成分 2 時間

< 演示実験 > 炎色反応 , 同素体 ( 黄リンの自然発火 , 赤リンの観察 ) ( 0.5 時間 )

< 生徒実験 > 化学実験の基本操作 ( 2 時間 )

###### 3. 意図

物質を化学的に調べる前には物質を分類することが必要である。この分野では物質は混合物と純物質に分類でき、さらに純物質は単体と化合物に分類できることを学ばせる。そして、それらの物質の具体的な分離や確認方法を実際に試すことで物質についての理解を深めさせる。最初の授業で、振動反応を生徒に示し化学反応の不思議さを感じさせる。そして、化学実験の基本操作を行い、化学に対する心構えを身につけさせる。

###### 4. 指導要領にない事項

特になし。

###### 5. 生徒の様子

高校に入って初めての化学ということもあり、最初に振動反応を用いて演示実験を行ったのは効果的であったようである。化学で扱われる多種多様な物質の性質を分類することによって理解できることを学ぶにはよい単元であったと思われる。化学実験の基本操作は生徒が自ら行い、時間的・物理的に難しいところは演示実験として可能な限り示したことも化学をより身近に感じさせたようである。

###### 6. 評価

目標 ( 1 ) ~ ( 4 ) については、生徒実験や演示実験をできるだけ多く行ったことで達成できた。

###### 7. 課題

化学実験の基本操作では硫酸銅五水和物に始まり、水酸化銅、酸化銅と主にイオン反応に基づく操作を取り入れたが、中学校でイオンを学んでいないこともあり、イオンに関する説明を特に時間をかけてあまりできなかった。後述するイオンの形成との連携をいかにして図るかが課題である。

#### 第 1 編 物質の構成

##### 2 章 物質の基本構成

【化学 分野】・・・先行的に実施した。

#### 第 1 編 物質の構造と化学平衡

##### 1 章 化学結合

###### 1. 目標

- (1) 原子・分子・イオンの概念を理解する。
- (2) 分子の具体的表示方法と構造式を理解する。
- (3) 原子の構造と電子配置およびイオンの生成と結合を理解する。
- (4) 元素の周期律および分子と金属における結合を理解する。

## 2. 配当時間 13時間

- (1) 物質の構成粒子 1時間
- (2) 原子・分子の構造 3時間
  - <生徒実験> 「はかるくん」による 線放射線量の測定(1時間)
  - <演示実験> Heガスによる変声(0.5時間)
- (3) イオン結合 2時間
  - <観察項目> エクセルを用いたカード形式による陽イオンと陰イオンの組み合わせ
  - <観察項目> NaCl, CuSO<sub>4</sub>, 方解石, カリミョウバン等の単結晶の観察  
PCシミュレーションによる様々な結晶構造の観察
- (4) 共有結合 2時間
- (5) 金属結合 2時間
- (6) 分子間の結合 1時間
  - <演示実験> ドライアイスの作成とヨウ素の昇華(0.5時間)

## 3. 意図

19世紀にドルトン(英)が原子説を提唱し、各元素に固有な微粒子の存在を考え、その粒子を原子(atom)と命名したことから近代の化学が始まることを理解させる。20世紀になって原子に関する研究は急速に進歩し、原子の内部構造が解明され、さらに、原子が結合して分子や多原子イオン、化合物が形成されるしくみを学ばせる。

化学では扱われていないイオン結合や金属結合、分子間の結合なども化学より抜粋し先行的に扱うことで、化学結合全般に対する統合的な理解を深めさせる。

さらに、原子の構造や結晶構造では、「TEM実習」や「EPMA実習」と連携させ、機器分析に関する理解と働きについても考えさせる。「はかるくん」による線放射線量の測定では目に見えない放射線の特性を考えさせる。その他、イオン単結晶など具体的に示せるものは生徒に示して観察させ、不可能なものはPCを用いたシミュレーションで構造をできる限り具体的に示したい。

## 4. 指導要領にない事項

パウリの排他律, フントの規則, スピン, <sup>14</sup>Cの半減期による地質年代測定

## 5. 生徒の様子

原子・分子・イオン及び化学結合に関する理論的な化学の単元であり、正確な理解が要求されるところである。化学のみならずの分野も扱ったので少し戸惑う部分もあったようである。原子に関するところでは「TEM実習」や「EPMA実習」など時間的な制約はあったもののより具体的に学習できたようである。

## 6. 評価

目標(1)~(4)については、概ね理解できたと思うが、やはり中学で未履修のイオンに関するところでは従来の履修してきた生徒よりも理解により時間がかかるように思われる。

## 7. 課題

今回は化学の化学結合に関する単元を先行的に扱った。化学結合を統合的に捉えさせるためである。波及効果は今後検討する必要がある。

# 第1編 物質の構成

## 3章 物質と化学反応式

### 1. 目標

- (1) 原子量の定義と分子量・式量への拡張を理解する。
- (2) アボガドロ数と物質質量, 気体の体積・モル濃度を理解する。
- (3) 化学反応式の書き方を理解する。
- (4) 化学反応式の示す量的関係を理解する。
- (5) 化学結合によるいろいろな結晶の種類と性質を理解する。

### 2. 配当時間 7時間

- (1) 原子量・分子量と物質質量 3時間
- (2) 化学反応式と量的関係 3.5時間
  - <演示実験> 圧電素子を用いたエタノールの爆発と量的関係(0.5時間)

### 3. 意図



我々が日常的に取り扱う物質は極めて質量の小さい多数の原子・分子・イオンの集まりであることを理解させる。また、化学反応で物質の量や反応を扱う際には、原子・分子・イオンの数に基づいて変化を知る必要があることも考えさせる。相対質量から原子量・分子量・式量を算出させ、物質量の考え方へと発展させる。化学反応式の表し方と量的関係も理解させる。

#### 4. 指導要領にない事項

特になし。

#### 5. 生徒の様子

<sup>12</sup>Cを基準にした原子の相対質量や物質量に対する理解が困難な生徒もいる。今までの目に見える具体的な物質に関する事柄とは異なり、目に見えない抽象的な概念であるので理解しにくいようであるが、量的関係を示す具体的な内容を示すことで克服したのではないかと思われた。

#### 6. 評価

理論的で抽象的な単元であり、理解を助ける具体的な演示実験があまりできていないが、できる限り丁寧に説明を行うことで目標は達成できたと思われる。

#### 7. 課題

単元内容が抽象的になってしまうので、より具体的に感じられるような実験・実習を開発したり実施する必要がある。今回は時間の関係で実施できなかったが、単分子膜法によるアボガドロ数の測定など、抽象的な内容であるが生徒が自ら思考することによって具体化することが考えられるからである。

## 第2編 物質の変化

### 1章 化学反応と熱

【化学 分野】・・・先行的に実施した。

## 第2編 物質の構造と化学平衡

### 1章 化学結合（結合エネルギー）

#### 1. 目標

- (1) 化学反応に伴う反応熱の存在を学び、それを実験的に確認する。
- (2) 反応熱と物質量の量的関係を熱化学方程式で表すことを学び、その活用について学習する。
- (3) 溶解熱など物理変化も含めて熱の出入りがあることを理解する。

#### 2. 配当時間 6時間

- (1) 反応熱と熱化学方程式 2時間
- (2) 生成熱とヘスの法則 2時間

<生徒実験> 濃硫酸と尿素の溶解熱，水酸化バリウムと塩化アンモニウムの吸熱反応による水が凍る反応 (1時間)

- (3) 結合エネルギー 1時間

#### 3. 意図

化学反応では、新しい物質が生成すると同時に熱の出入りが起こることを理解させる。すなわち、化学反応では、物質の変化の前後における物質のもつエネルギーの差が熱エネルギーとして放出されたり吸収されたりすることも考えさせる。熱化学方程式についても化学反応式との共通点や相違点を理解させる。化学では扱われていない結合エネルギーについても説明し、結合の組み替えに伴うエネルギーの出入りも考えさせる。発熱反応と吸熱反応の実験を行い、より具体的に熱の出入りを捉えさせる。

そして、「化学熱力学入門」の特別講義との連携を図り、エネルギーの一つの姿としての熱エネルギーに対する理解を深めさせる。

#### 4. 指導要領にない事項

エンタルピー，エネルギー変換，熱と仕事の等価性

#### 5. 生徒の様子

身の回りにある様々な発熱反応や吸熱反応については知っているようであったが、熱化学方程式で表したりエネルギー状態図で示したり、数量的に扱うことに慣れていないため時間がかかったようである。しかし、水をも凍らせるほどの吸熱反応の実験では非日常的な内容で驚きを感じているものもいた。

#### 6. 評価

目標(1)～(3)については、生徒実験も取り入れたこともあり達成できた。化学で扱っていない結合エネルギーについても他の内容と違和感無く扱うことができた。

## 7. 課題

「化学熱力学入門」との連携では熱エネルギーとしての理解は大いに深められたように思うが、熱と仕事の等価性など物理的な内容については未履修なため理解が完全ではなかったと思われる。エネルギー科学との連携も課題である。

## 第2編 物質の変化

### 2章 酸と塩基

#### 1. 目標

- (1) 酸と塩基の定義を理解する。
- (2) 放出する水素イオンや水酸化物イオンの数で酸・塩基の価数を決めることを理解する。
- (3) 酸・塩基の強弱を電離度と関連させて理解する。
- (4) 純粋な水もごくわずかに電離しているが、 $[H^+]$ と $[OH^-]$ は等しく、25℃ではそれらの値が $1.0 \times 10^{-7}$  (mol/l)であることを理解する。
- (5) 水のイオン積 $[H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$  (mol/l)<sup>2</sup>は常温付近では、どんな水溶液でも成立していることを理解する。
- (6) pHの意味を理解しpHメーターや指示薬を用いて測定できることを学習する。
- (7) 酸と塩基の中和によって塩ができることを理解する。
- (8) 塩が正塩、酸性塩、塩基性塩に分類できることを理解する。
- (9) 塩を生成する酸と塩基の強弱、塩の水溶液が実際に示す性質との関連を理解する。
- (10) 酸と塩基の完全中和する条件を理解する。
- (11) 中和滴定の原理を理解する。

#### 2. 配当時間 1 1.5 時間

- (1) 酸と塩基 2 時間
- (2) 水素イオンの濃度とpH 2 時間  
＜演示実験＞紫キャベツのアントシアニンによる呈色反応（三色焼きそば）（0.5 時間）
- (3) 中和反応と塩 2 時間
- (4) 中和滴定 3 時間  
＜生徒実験＞シュウ酸と水酸化ナトリウムの中和滴定、食酢と水酸化ナトリウムの中和滴定（2 時間）

#### 3. 意図

食酢や塩酸などの酸や、石灰水や灰汁などの塩基は人類が古くから知っている物質である。これらの物質は、現在でも化学的に重要な物質であり、我々の日常生活とも深く関わっていることを理解させる。酸と塩基の性質や中和反応などを具体的に学習させる。

身近なところに酸や塩基は存在するが、それらの強弱を表す指標となるpHについて理解させ、アントシアニンに代表される天然色素等の呈色により概ねのpH値を推定することができることを感じさせる。中和滴定では、食酢の酸度について定量的に求められることを学習させる。

#### 4. 指導要領にない事項

特になし。

#### 5. 生徒の様子

化学の中でも小中学校より比較的馴染みのある単元であることもあり理解しやすかったようである。特に、紫キャベツのアントシアニンと中華麺に含まれるかん水による呈色反応では、身近でありながらいかに驚きと新鮮味をもって観察していた。中和滴定では、厳密な定量実験の意味と、扱い慣れないガラス器具と奮闘しながらも自分たちなりに学習していた。

#### 6. 評価

ほとんどの目標についてはほぼ達成できたように思われる。ブレンステッドの酸・塩基の定義や中和滴定の計算等で理解しがたいものもいたようである。

#### 7. 課題

化学の範囲を超えた小数値のpHの求め方や考え方については、常用対数を学習した後で取り扱う方が効果的であると思われる。

## 第2編 物質の変化

### 3章 酸化還元反応

#### 1. 目標

- (1) 酸化・還元を酸素、水素および電子の授受、酸化数の増減として理解する。
- (2) 主な酸化剤・還元剤の特徴を理解する。
- (3) 金属の反応性をイオン化傾向をもとにして理解する。
- (4) 電池は酸化還元反応の化学エネルギーを電気エネルギーに変換する装置であることを理解する。
- (5) ダニエル電池などの構造と反応を理解する。
- (6) 実用電池である乾電池や鉛蓄電池などのしくみを理解する。
- (7) 電気分解は電気エネルギーによって酸化還元反応を起こさせる操作であることを理解する。
- (8) 電解質溶液の電解で起こる両極の反応について理解する。
- (9) ファラデーの電気分解の法則を理解する。

#### 2. 配当時間 15時間

- (1) 酸化と還元 5時間  
＜生徒実験＞テルミット反応(1時間)  
＜演示実験＞ドライアイスを使った二酸化炭素中でのマグネシウムの燃焼
- (2) 電池 3.5時間  
＜生徒実験＞ダニエル電池(0.5時間)  
＜演示実験＞鉛蓄電池、燃料電池および備長炭電池の観察(1時間)
- (3) 電気分解 3時間  
＜演示実験＞塩化銅( )、硝酸銀の電解(1時間)

#### 3. 意図

燃焼、金属の溶解や腐食、電池内の反応および電気分解など、身の回りの多くの反応では電子のやりとりが重要な役割を果たしていることを理解させる。このような酸化還元反応について具体例を示し、電子の授受や酸化数の増減で酸化還元反応を説明できることを学習させる。

できる限り身近な電池や電解槽を作成して示し、その原理を考えさせる。鉛蓄電池製造工場への見学を通して、構造や製造工程を観察し、ものづくりへの志向を強くさせさらに電池のリサイクルについても学習させる。

#### 4. 指導要領にない事項

特になし。

#### 5. 生徒の様子

燃焼や電池の働きなど、酸化還元に関わる事柄が身近に存在することにより、親しみやすい単元のようなのである。最新の燃料電池についても興味を示し、研究発表するものもいるなど扱いやすい。電池の原理を利用した備長炭電池についても電圧が発生し電気が流れることへの興味・関心は大きい。二次電池の代表例である鉛蓄電池についても構造と製造工程を観察することによって、より理解が深まったようである。電子の授受に基づく酸化剤・還元剤の反応については難解で理解しにくかったものもいた。

#### 6. 評価

ダニエル電池や鉛蓄電池、塩化銅( )水溶液の電解など、できる限りの演示実験を提示したことで目標の達成に近づけたと思われる。

#### 7. 課題

電池・電気分解の実験教材は充実しているが、電池の原理から電池として働くまでの流れを比較しながら生徒に提示できる教材(濃淡電池など)があればなおよいと思われる。

## 第3編 無機物質

### 1章 周期表と元素の性質

#### 1. 目標

- (1) 周期表と単体の性質について理解する。

#### 2. 配当時間 1時間

- (1) 周期表と元素の分類 0.5時間
- (2) 周期表と単体の性質 0.5時間

#### 3. 意図

メンデレーエフによって提唱された周期律を原型にして現在の周期表が出来上がったことを理解させる。化

学のバイブルとも言われる周期表には元素の様々な性質が周期的に現れることを学習させる。

#### 4. 指導要領にない事項

特になし。

#### 5. 生徒の様子

原子番号 109 までの現在の周期表については、教科書で扱う元素以外はほとんど馴染みがない。しかし、高温超伝導酸化物の作製実習で扱った Y や Gd は希土類系であり共通点があることなどを通して他の元素についても関心があるようである。最近、日本人によって存在が確認された原子番号 113 についての話題も出たことからもうかがえる。

#### 6. 評価

教科書で扱った元素の周期性や性質については、断片的な知識として残っている生徒も少なくないのではなからうか。

#### 7. 課題

現在の周期表を暗記的なものとして捉えるのではなく、周期性を理解した上で配置されていることを理解させるような教材を開発する必要がある。

### 第3編 無機物質

#### 2章 非金属元素の単体と化合物

##### 1. 目標

- (1) 水素の単体と、水素化物などの化合物の性質について学習する。
- (2) 希ガスの性質について学習する。
- (3) ハロゲンの単体とその化合物の性質について学習する。
- (4) 酸素や硫黄の単体とその化合物の性質について学習する。
- (5) 窒素やリンの単体とその化合物の性質について学習する。
- (6) 炭素やケイ素の単体とその化合物の性質について学習する。

##### 2. 配当時間 16 時間

- |                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| (1) 水素と希ガス                           | 1 時間 |
| (2) ハロゲンとその化合物                       | 2 時間 |
| ＜生徒実験＞ ハロゲンの性質 (1 時間)                |      |
| (3) 酸素・硫黄とその化合物                      | 2 時間 |
| ＜生徒実験＞ 液体酸素の生成と性質 (1 時間)             |      |
| ＜生徒実験＞ 硫酸の性質 (2 時間)                  |      |
| (4) 窒素・リンとその化合物                      | 2 時間 |
| ＜演示実験＞ 一酸化窒素、二酸化窒素の発生と硝酸の性質 (1 時間)   |      |
| ＜生徒実験＞ ガラス細工とアンモニアによる噴水実験 (2 時間)     |      |
| (5) 炭素・ケイ素とその化合物                     | 1 時間 |
| ＜演示実験＞ ケイ酸ナトリウム水溶液によるケミカルガーデン (1 時間) |      |

##### 3. 意図

非金属元素は、水素を除いて周期表では右上に位置している。これらの中には酸素のように化学的に活発でほとんどの元素と化合物を作る元素や、ヘリウムなどのように全く反応しない元素が含まれていることを価電子数や周期性に基づいて理解させる。さらに、生徒実験を多く取り入れ、五感を通して反応を体感させる。

#### 4. 指導要領にない事項

特になし。

#### 5. 生徒の様子

無機物質は我々の身近なところに多く存在する化学物質である。五感を通して、実体験でき、様々な物質の性質を理解できる単体であるという認識をしている。有臭・有毒な気体も多く、このような気体を扱うのが苦手な生徒もいた。ただ、机上の空論に終わらず、実際に実験を行うと教科書に書いていない反応も起こり新たな疑問も生まれることもある。

#### 6. 評価

時間的な制約の中で、実験を行うことで色々な元素の性質を比較することができた点では目標を達成できたと思われる。

## 7. 課題

羅列的に実験を行っているという感も否めない。実験前の予習，本時での確認，実験後のまとめをこまめに繰り返すことが理解の定着に必要である。

## 第3編 無機物質

### 3章 金属元素の単体と化合物

#### 1. 目標

- (1) アルカリ金属とその化合物について理解する。
- (2) アルカリ土類金属とその化合物について理解する。
- (3) アルミニウムや亜鉛など両性元素の単体とその化合物について理解する。
- (4) 遷移元素とその化合物について理解する。
- (5) 金属イオンの水溶液と試薬との反応について理解し，廃液の少量化による環境問題も意識する。
- (6) 各金属イオンの試薬に対する変化の違いを利用して，定性分析が行えることを理解する。

#### 2. 配当時間 14時間

- |                               |     |
|-------------------------------|-----|
| (1) アルカリ金属とその化合物              | 1時間 |
| ＜生徒実験＞NaとCaの反応(1時間)           |     |
| (2) 2族元素とその化合物                | 1時間 |
| (3) 1, 2族以外の典型元素とその化合物        | 2時間 |
| ＜生徒実験＞ZnとAlの反応(1時間)           |     |
| (4) 遷移元素とその化合物                | 2時間 |
| (5) 水溶液中のイオンの反応               | 2時間 |
| ＜生徒実験＞小容量PSセルによる金属イオンの反応(2時間) |     |
| ＜課題探求実験＞金属イオンの定性分析(2時間)       |     |

#### 3. 意図

周期表で左下に位置している金属元素について，典型元素と遷移元素ごとに共通する性質を考え，相違点についても考察させる。また，混合金属イオンの定性分析では各班ごとに分析方法を考えさせて実験し，合理性を理解させる。

#### 4. 指導要領にない事項

特になし。

#### 5. 生徒の様子

各分野ごとに多くの実験を取り入れたことにより，化学的性質の共通点や相違点などを理解しやすかったようである。廃液の少量化を考慮したスモールスケールのPSセル実験では，多くの生徒が効果的であったという結果であった。課題探求実験では各班が苦心しながら分析方法を考え，熱心に取り組んでいた。

#### 6. 評価

出来るだけ多くの観点を取り入れたことで様々な角度からの実験を行うことができた。廃液の少量化では環境問題を意識させたり，混合金属イオンの定性分析では自ら分析方法を考えることの重要性を生徒に認識させられたと思われる。

#### 7. 課題

金属イオンの定性分析で，生徒に渡した混合金属イオンに含まれるイオンの成分を事後に機器で分析できれば，結果に対する信憑性がより良くなると思われた。

## 第4編 有機化合物

### 1章 有機化合物の特徴と構造

#### 1. 目標

- (1) 有機化合物の歴史的な概念と現在の定義を理解する。
- (2) 炭素が作る結合の特徴を中心とした有機化合物について理解する。
- (3) 炭化水素の誘導体は官能基により分類されることを理解する。
- (4) 有機化合物の分子式，構造式，示性式の違いを理解する。
- (5) 有機化合物の異性体について理解する。

#### 2. 配当時間 5.5時間

- (1) 有機化合物の特徴 1 時間  
  - < 演示実験 > アルコールやエステルなど身近な有機化合物の性質 (0.5 時間)
- (2) 有機化合物の構造と分類 2 時間
- (3) 有機化合物の構造式の決定 2 時間

### 3. 意図

無機化合物と有機化合物の違いを特徴と構造の違いから理解させる。有機化合物の性質は官能基により決まることが示性式、構造式の表現法を身につけさせる。さらに、異性体についても区別できるようにさせる。

### 4. 指導要領にない事項

IUPAC 命名法, ラジカル反応, 求電子付加反応, マルコフニコフ則, ザイツェフ則

### 5. 生徒の様子

有機化合物は身近に存在するので比較的馴染みやすいようであるが、示性式や構造式の表現法や異性体の区別についてはやや混乱している生徒も見られた。

### 6. 評価

最初に、人工果実エッセンスやリモネンなどの有機化合物を示したこともあり、身近な化合物として捉えさせられたと思われる。異性体の区別については模型や PC でのソフトを多用したので立体的に違いを理解させられたと思われる。

### 7. 課題

異性体などの区別に必要な分子模型を一人 1 セット自由に使えるようになっているが、より効率よく使用できるように工夫する必要がある。

## 第 4 編 有機化合物

### 2 章 炭化水素

#### 1. 目標

- (1) アルカンの構造と異性体, 性質および反応性について理解する。
- (2) シクロアルカンの構造と性質について理解する。
- (3) アルケン, アルキンの構造と異性体, 性質および反応性について理解する。
- (4) シス - トランス異性体について理解する。

#### 2. 配当時間 5 時間

- (1) 飽和炭化水素 2 時間
- (2) 不飽和炭化水素 2 時間  
  - < 演示実験 > メタン, エチレン, アセチレンの製法と性質 1 時間

#### 3. 意図

炭化水素が有機化合物の構造上の基本骨格であることを理解させる。鎖式と環式の違い, 飽和と不飽和の違いを意識させ, 反応性にどのように反映するかを捉えさせる。二重結合が存在するがゆえの幾何異性体についても理解させる。

#### 4. 指導要領にない事項

$sp^3$  混成軌道,  $sp^2$  混成軌道,  $sp$  混成軌道

#### 5. 生徒の様子

初めて出てくる化合物やその名称にやや戸惑いも感じられるが, グループ毎に整理すれば理解しやすいようである。共通点や相違点をまとめ, 系統的理解をしなければならないと思っているようである。

#### 6. 評価

具体的な化合物を見せたり, 化学変化を示したりすることで, グループ毎の化合物の性質を理解しやすいように工夫した。異性体についても違いを明確に示せた。

#### 7. 課題

羅列的な説明だけでなく, 何か統一的な説明が出来ないか。

## 第 4 編 有機化合物

### 3 章 酸素を含む有機化合物

#### 1. 目標

- (1) アルコールの構造と性質, 反応性について理解する。

- (2) アルコールの異性体であるエーテルの構造や反応性を理解する。
- (3) アルデヒドの構造と性質，反応性について理解する。
- (4) アルデヒドの異性体であるケトンの構造や反応性を理解する。
- (5) カルボン酸の構造と性質，反応性について理解する。
- (6) カルボン酸の異性体であるエステルの構造や反応性を理解する。
- (7) セッケンの製法および構造と洗浄のしくみについて理解する。

2. 配当時間 9 時間

- (1) アルコールとエーテル 2 時間
- (2) アルデヒドとケトン 2 時間
- <生徒実験> アルデヒドの還元性を利用した鏡作り 1 時間
- (3) カルボン酸 2 時間
- (4) エステルと油脂 2 時間

3. 意図

炭化水素以外に，身の回りにある有機化合物としてのアルコールなどを互いに関連させて理解させる。その際に，具体的に化学反応を示し，体験的に理解させる。

4. 指導要領にない事項

けん化価，ヨウ素価

5. 生徒の様子

アルコールやセッケンなど身近な化合物についてはより理解しやすいようである。異性体の関係にあるアルコールとエーテル，アルデヒドとケトン，カルボン酸とエステルなど，構造上の特徴を捉えれば関連性が見いだせるようである。

6. 評価

銀鏡反応やフェーリング反応，ヨードホルム反応，エステル化，けん化など具体的に示すことでより理解が深まったと思われる。

7. 課題

羅列的な説明だけでなく，何か統一的な説明が出来ないか。

(文責 山口幸雄)

## 2章 物質科学

### < 授業内容 >

#### 【化学 B分野】

##### 第5編 有機化合物（4月～6月）

- 1章 有機化合物の特徴と構造
- 2章 脂肪族炭化水素
- 3章 酸素を含む有機化合物
- 4章 芳香族化合物

#### 【化学 分野】

##### 第2編 高分子化合物（6月，7月，9月）

- 1章 高分子化合物
- 2章 合成高分子
- 3章 天然高分子

#### 【化学 B分野】

##### 第4編 無機物質（9月～11月）

- 1章 周期表と物質の性質
- 2章 非金属元素の単体と化合物
- 3章 金属元素の単体と化合物

#### 【化学 分野】

##### 課題研究（11月，12月）

### < 授業内容詳細 >

#### 【化学 B分野】

##### 第5編 有機化合物

##### 1章 有機化合物の特徴と構造

###### 1. 目標

- (1) 有機化合物の特徴を理解する。
- (2) 有機化合物の構造と分類を理解する。

###### 2. 配当時間 1時間

- (1) 有機化合物の特徴 0.5時間
- (2) 有機化合物の構造と分類 0.5時間

###### 3. 意図

2年次の物質科学で理論化学を全て学習した。3年次では、その学習を生かしていわゆる各論について学習していく。有機化合物・無機物質の順に学習していくなかで、この単元は最初の単元となる。したがって、有機化合物の特徴では、まず身の回りの物質に目を向けさせ、無機・有機の区別をしてそれぞれを比較しながら特徴、特に多様性を中心に学習させたい。また、本単元は有機化合物を学習するはじめの単元でもあり、物質に興味ををもたせることも大切になってくる。身近な物質を図録等で提示しながら、授業を展開させていく必要がある。

有機化合物の構造と分類では、種類・官能基・表し方・異性体を学習するが、今後の学習につながるように展開していきたい。

###### 4. 指導要領にない事項

特になし。

###### 5. 生徒の様子

生徒は、これまでも無機・有機の区別については聞いたことがあり、導入の単元としてスムーズに理解していたと考えられる。ただ、なぜ種類が多いかなどは、生物を構成する物質の観点と化学的な構成元素の特性の観点とが結びつくまではいかなかったようである。

###### 6. 評価

目標(1),(2)については、おおむね達成できた。



## 7. 課題

特になし。

## 第5編 有機化合物

### 2章 脂肪族炭化水素

#### 1. 目標

- (1) アルカンの構造・性質・製法・反応について理解する。
- (2) アルケンの構造・性質・製法・反応について理解する。
- (3) アルキンの構造・性質・製法・反応について理解する。
- (4) シクロアルカン、シクロアルケンの構造・性質・反応について理解する。
- (5) 炭化水素としての石油・天然ガス等の化石燃料について理解する。

#### 2. 配当時間 11時間

- |                     |               |
|---------------------|---------------|
| (1) アルカン            | 5時間           |
| (実習)分子模型            | (演示)メタンの製法と性質 |
| (2) アルケン            | 2時間           |
| (演示)エチレンの製法と性質      |               |
| (3) アルキン            | 1時間           |
| (4) シクロアルカンとシクロアルケン | 0.5時間         |
| (5) 石油・天然ガス・石炭      | 2.5時間         |
| (実験)脂肪族炭化水素の製法と性質   |               |

#### 3. 意図

本単元は、有機化合物の基本となる炭化水素のうち、脂肪族炭化水素についてその性質や構造を学習する。その中でも、はじめに学習するアルカンは、構造・異性体・命名・物理的性質において、後の単元のあらゆる有機化合物の基礎となるので、十分に時間をかけて指導していきたい。そのためにも、構造については一人1個の分子模型セットを配布し、立体的な構造、異性体の確認を行う。命名については、IUPAC命名法についての補助的なプリントを配布し、詳しく指導していきたい。アルケンについては、立体的構造を分子模型で確認し、アルカンと比較しながら性質・反応等を理解させていきたい。重合反応による高分子については、後の高分子化合物分野につながる程度にとどめておく。アルキンについては、取り扱うのはアセチレン、プロピン程度のとどめ、反応性についてくわしく指導していく。特に、アルケンの付加反応との違いまで考えていかせたい。シクロアルカン、シクロアルケンについては、構造を理解させ、アルカン、アルケンと関連させて理解させていきたい。また、一般式による構造の可能性まで触れていきたい。石油・天然ガス・石炭については、原油の分留を中心に、身の回りの物質と関連させて指導していく。特に、天然ガスについては後の研修「大阪ガス工場・ガス科学館」の事前学習となるように指導していきたい。また、生徒実験は、脂肪族炭化水素の理解の確認もかねて、アルカン、シクロアルカン、シクロアルケン、アルキンの性質の検証実験を行う。

全体として、置換反応、付加反応等の反応については、単なる暗記にとどまらないように、どのようにして起こるのか、つまり反応機構をできるだけ説明していくように指導していきたい。

#### 4. 指導要領にない事項

ラジカル置換反応、コンフォメーション異性体、ケト・エノール互変異性、結合、結合、マルコフニコフ則、 $sp$ 混成、 $sp^2$ 混成、 $sp^3$ 混成

#### 5. 生徒の様子

構造や命名については、時間をかけたこともあって生徒はよく理解していたと考えられる。ただ、いろいろな物質が次から次へと出てくることで少々困惑する生徒もでてきている様子であった。授業を受けた時点での理解はよいが、復習をしていないとついていけないと感じる生徒も少なくない様子であった。

#### 6. 評価

目標(1)～(5)については、おおむね達成できた。

#### 7. 課題

理解したことを定着させるためにも、復習の行い方の工夫が必要である。

## 第5編 有機化合物

### 3章 酸素を含む有機化合物

## 1. 目標

- (1) アルコールとエーテルの構造・性質・製法・反応について理解する。
- (2) アルデヒドとケトンの構造・性質・製法・反応について理解する。
- (3) カルボン酸・エステル構造の構造・性質・製法・反応について理解する。
- (4) 油脂とセッケン・合成洗剤の構造・性質・製法・反応について理解する。
- (5) 成分元素の検出や元素分析により、有機化合物の構造決定を理解する。

## 2. 配当時間 15時間

- (1) アルコールとエーテル 3時間  
( 演示 ) アルコールの溶解性およびナトリウムとの反応
- (2) アルデヒドとケトン 4時間  
( 実験 ) アルデヒド・ケトンの性質と製法
- (3) カルボン酸とエステル 3時間  
( 実験 ) カルボン酸の性質, エステルの合成
- (4) 油脂とセッケン・合成洗剤 4時間  
( 実験 ) セッケン・合成洗剤の製法, 界面活性剤
- (5) 有機化合物の構造決定 1時間

## 3. 意図

酸素を含む有機化合物として、アルコール・エーテル・アルデヒド・ケトン・カルボン酸・エステル・アミド・油脂・セッケン・合成洗剤について学習する単元である。個々の物質の構造・性質・製法・反応について展開していくが、それぞれが系統的につながるように指導していきたい。そのためにも、官能基の変化の流れをまとめ、物質の反応性の理由を考えながら理解させていくように指導していきたい。また、学習したことの検証実験をできるだけ行い、理解の一助としたい。さらに、銀鏡反応を利用した鏡作り、セッケン・合成洗剤の作成等、生活に関わるものを作らせて、生徒がより興味を深めていく事も目標とする。セッケン・合成洗剤の単元は、研修「洗濯を科学する」の事前学習としての指導も行っていく。

有機化合物の構造決定では、元素分析の計算を中心に、異性体の区別をこれまで学習してきたことを駆使して考えていくように指導していきたい。

## 4. 指導要領にない事項

ザイツェフ則、ヘキストワッカー法、ケト-エノール互変異性体

## 5. 生徒の様子

前単元と同様、数多くの物質がでてきて、整理ができないまま授業にのぞんだ生徒も見かける。そのような生徒は、授業を聞いたときには理解しているつもりでも、その知識の定着をはかっていないため、少々混乱気味であった。ただ、単元ごとの検証実験やそのレポートでまとめることにより復習となっているのも事実である。

また、有機化合物の構造決定では一定レベルの理解度が得られた。この単元の問題演習をすることによって、前述の知識の定着がはかれた生徒も多かった。

## 6. 評価

(1) ~ (5) の目標はおおむね達成された。演示実験や生徒実験を取り入れるのは、知識の定着の観点からも効果的であると考えられる。

## 7. 課題

数多くの物質が整理できないまま取り組む生徒に対する指導の工夫が必要である。

## 第5編 有機化合物

### 4章 芳香族化合物

#### 1. 目標

- (1) 芳香族炭化水素の構造・性質・製法・反応について理解する。
- (2) フェノール類の構造・性質・製法・反応について理解する。
- (3) 芳香族アルデヒド・ケトン・カルボン酸の構造・性質・製法・反応について理解する。
- (4) 芳香族ニトロ化合物と芳香族アミンの構造・性質・製法・反応について理解する。

#### 2. 配当時間 8時間

- (1) 芳香族炭化水素 2.5時間

(実験)芳香族炭化水素の性質・反応

(2)フェノール類 1時間

(3)芳香族アルデヒド・ケトン・カルボン酸 2時間

(実験)フェノールとサリチル酸の性質と反応

(4)芳香族ニトロ化合物と芳香族アミン 2.5時間

(実験)ニトロベンゼンの合成, アニリンの性質・アゾ染料の合成

### 3. 意図

前單元までに、鎖式・脂環式炭化水素および酸素を含む有機化合物について学んだ。本單元は、ベンゼンを中心とした芳香族化合物について学ぶ。芳香族化合物を理解するには、まずベンゼンの構造・性質・反応をしっかりと理解しなければならない。付加反応より置換反応が起こりやすい理由等、ベンゼン環の電子分布に起因するところであり、つねに理由をを考えながら指導していきたい。物質に興味を持たせるためにも、身の回りのどのようなところにあるのかという話題を交えながら指導していく。また、教科書に出てくる物質をできる限り実験で取り上げ、色・臭い・状態・反応等を確認させて、物質の性質の理解の一助としたい。さらに、いろいろな芳香族化合物を合成させて、定性実験により確認を行うとともに、定量をどうすればよいかを考えさせるように指導していきたい。

### 4. 指導要領にない事項

共鳴, 電子雲, 求電子置換反応, 配向性, キレート錯体, コルベ反応

### 5. 生徒の様子

生徒によって個人差はあるが、全体としておおむね理解できていた。ベンゼンの構造について、指導要領にない事項で説明を行ったので、反応性については納得のいく理解ができていた様子である。実験については、スムーズな配置になっており、実験を行うことで知識の整理と考察ができたと考えられる。

### 6. 評価

(1)~(3)の目標はおおむね達成された。反応機構については、高等学校の範囲を超えて反応機構を説明したのはたいへん効果的であった。

### 7. 課題

今後は定量実験をどのように組み入れるかを検討する必要がある。

## 【化学 分野】

## 第2編 高分子化合物

### 1章 高分子化合物

#### 1. 目標

(1)高分子化合物の特徴を、低分子化合物と比較しながら理解する。

(2)高分子化合物の構造を、単量体のつながり方と三次元的構造から理解する。

#### 2. 配当時間 1時間

(1)高分子化合物の特徴 0.5時間

(2)高分子化合物の構造 0.5時間

(演示)PVAゲル作成

#### 3. 意図

化学 Bの有機化合物分野を終えた後に、化学 分野の高分子化合物の学習を設定した。同じ有機分野なのでつながりがよく、生徒も理解しやすいであろうと考えたからである。本單元は、その高分子を全般的な特徴と構造の概要をまとめたもので、個々の物質の物性については後の単元で取り上げることになる。したがって、高分子化合物の導入として、まず具体的な物質を提示しながら興味を持たせることが重要となる。さらに、低分子化合物のように決まった分子として捉えられないことをはじめに理解さなければならない。そのためにも、低分子化合物と比較しながらその特徴を整理して指導していきたい。また、構造については三次元的構造をよりイメージできるように、コンピュータソフトを利用して視覚的に説明してしていきたい。

#### 4. 指導要領にない事項

ミクロブラウン運動

#### 5. 生徒の様子

化学 Bの有機化合物分野を終えた直後なので、生徒もすんなりと高分子化合物に導入できた。単量体のつながり方は理解しやすいものの、分子の大きさが重合度により異なり、ひいては分子量も異なることが、理解

しつつもなかなかイメージすることができにくい生徒も見受けられた。構造については、コンピュータソフトを用いて立体構造を提示することにより、イメージがはっきりしてきた様子であった。

#### 6. 評価

(1),(2)の目標は、おおむね達成された。コンピュータソフトを用いて立体構造を提示することは効果的であった。

#### 7. 課題

特になし。

## 第2編 物質の状態

### 2章 合成高分子

#### 1. 目標

- (1) 合成高分子の分類を学習し、その構造から性質を理解する。
- (2) 合成樹脂について、性質・構造・製法・反応・用途を理解する。
- (3) 合成繊維について、性質・構造・製法・反応・用途を理解する。
- (4) ゴムについて、性質・構造・製法・反応・用途を理解する。
- (5) 特殊機能をもつ高分子材料およびプラスチック利用による環境問題を理解する。

#### 2. 配当時間 11時間

- (1) 合成高分子の分類と性質 0.5時間
- (2) 合成樹脂 2時間  
( 演示 ) イオン交換樹脂, ウレタン樹脂(ハード・ソフト)の作成
- (3) 合成繊維 4時間  
( 実験 ) 合成高分子
- (4) ゴム 3.5時間  
( 演示 ) ゴムボールの作成
- (5) プラスチックの利用と環境問題 1時間  
( 演示 ) アラミド繊維

#### 3. 意図

本単元は、さまざまな合成高分子について学習する。合成高分子を理解するには、まず合成樹脂と合成繊維のちがいを理解し、さらに合成樹脂には熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂があることを理解することが重要となる。個々の物質の物性に対して、単に暗記するのではなく、上記のことを踏まえた上で分類し、その構造から物性を理解していくように指導していきたい。また、ゴムについては他の高分子と異なる構造をしていることが、ゴムの特性を示す点に留意して指導していきたい。特殊な機能を持つ高分子材料では、できるだけ話題性に富んだ教材をたくさん取り上げ、興味・関心を引くように展開していきたい。ただ、こうして開発されて作られてきた物質がもたらす環境問題等も取り上げ、次世代での「ものづくり」の考え方の観点を話題として触れていきたい。

本単元では、生活関連物質が多く登場し、化学が身近に生かされていることを感じ取れる分野である。授業の中で教科書にあるなし関わらずたくさんの製品を提示し、より興味を持てるように展開していきたい。

#### 4. 指導要領にない事項

ウレタン樹脂、共役二重結合、1,4-付加、感光性高分子、導電性高分子

#### 5. 生徒の様子

生活関連物質が多く、物質を作成したり提示をしたりすることができたので、生徒が理解しやすかった単元であると考えられる。演示や実験で、そのような身の回りのものが作成できることがより興味・関心を引いた様子であった。特に、ウレタン樹脂の作成やゴムボールの作成は生徒の関心をひいた演示であった。また、特殊な機能をもつ高分子材料については、おもしろさを感じたのか、とても興味・関心を示す生徒が多かった。昨年度の研修「化学による夢の材料への挑戦」の話を思い出しながら話題とする生徒もいて、一連の取り組みの効果が出ている様子であった。

#### 6. 評価

(1)~(5)の目標は、おおむね達成された。昨年度の研修が効果的に生かされたことは評価できる。

#### 7. 課題

環境問題を考える時間があまりとれず、十分に行うことができなかった。環境問題については、物質科学の

授業だけでなく、他科目、他教科と連携した展開を考えていくことも必要である。

## 第2編 高分子化合物

### 3章 天然高分子

#### 1. 目標

- (1) 炭水化物の種類・構造・性質・反応について理解する。
- (2) アミノ酸、タンパク質の種類・構造・性質・反応について理解する。

#### 2. 配当時間 12時間

- (1) 炭水化物 5時間  
( 演示 ) グルコースの還元性, ショ糖の加水分解, ヨウ素デンプン反応, 硝化綿
- (2) タンパク質と関連物質 7時間  
( 実験 ) タンパク質の性質

#### 3. 意図

本単元では、炭水化物、アミノ酸およびタンパク質について学習する。教科書には、無機高分子化合物も取り上げているが、その分野は後の化学 B の無機物質分野で学習することとし、割愛した。多糖類やタンパク質の高分子化合物を理解するにあたっては、その単量体である単糖類、アミノ酸を理解することがまず重要となる。したがって、これらの構造や性質を分かりやすく指導していきたい。特に、単糖類の溶液中での平衡混合物やアミノ酸の溶液中での双性イオンについてはしっかり押さえていきたい。多糖類やタンパク質については、既習の合成高分子と構造を比較しながら説明し、理解を深めさせたい。また、これらの物質は生体物質としてのたらしき等を話題として、生物化学分野の興味・関心を引かせて指導していきたい。実験については、学習したことの検証実験を中心に行い、知識の定着と考察力・洞察力および実験操作の技術の向上をはかることを意図して設定し、指導していきたい。

#### 4. 指導要領にない事項

ショ糖の平衡混合物(5種)、ヘミアセタール構造

#### 5. 生徒の様子

これまでに見聞きした物質が多く、生徒はおおむね理解しやすかった様である。生物で学んだ物質の構造を化学的に詳しく知ること、興味・関心の深まった生徒も少なくなかった。特に、単糖類の平衡混合物から起る反応性、アミノ酸に起因するタンパク質の性質などは、これまでの学習をさらに深め、また理由のある説明に納得した様子であった。炭水化物については時間の都合上、生徒実験が行えなかった。タンパク質については、検証中心の生徒実験を行ったが、検証部分よりも、タンパク質の種類の違いによる反応の違い等の考察に興味を示す生徒も多かった。

#### 6. 評価

(1),(2)の目標は、おおむね達成された。タンパク質の実験については、考察を議論できる力、自分で論理的に考える力を付けるのに効果的であった。

#### 7. 課題

特になし。

### 【化学 B 分野】

## 第4編 無機物質

### 1章 周期表と物質の性質

#### 1. 目標

- (1) 周期表と元素の分類および周期表と単体の性質との関係について理解する。
- (2) 周期表と化合物の性質との関係について理解する。

#### 2. 配当時間 1時間

- (1) 元素の分類と周期表 0.5時間
- (2) 周期表と化合物 0.5時間

#### 3. 意図

無機物質を学習するにあたり、元素の周期律を理解して物質の性質を考えることはとても大切なことである。本単元は、周期表と元素の分類および周期表と単体の性質を学習し、さらに周期表と化合物に関して学習を進めていく。典型元素では、同じ族の元素どうしはよく似た性質を持ち、遷移元素では同じ周期の元素どうしが

よく似た性質を持つ。このことは、単なる知識にとどまらず、電子配置ひいては電子の軌道を考えることにより、より明確な説明がつくので、できる限り考えさせるようにして展開して生きたい。また、化合物の性質についても、個々の物質の性質を考えるのではなく、水素化物・酸化物・オキソ酸などに分類して、その周期的な変化を理解させるようにして指導していきたい。全体的には、今後さまざまな物質の個々の性質を学ぶ上で、できるだけ系統的に学習し、まとめていくような学習を行えるように指導していきたい。

#### 4. 指導要領にない事項

オービタルとその形状

#### 5. 生徒の様子

周期表と元素の分類については、これまでも学習しているので、全体的に生徒は理解しやすかったと考えられる。特に典型元素については、これまでの知識が定着しており理解しやすい。遷移元素については、電子配置において、内殻の電子が1個増えると元素が決まってくる。このことは理解しやすく、理由を考えることで生徒の理解はより深まっていた様子であった。また、単体の性質を理解するには理論化学の分野の知識がかなり必要で、よい復習になったようである。

#### 6. 評価

(1),(2)の目標は、おおむね達成された。

#### 7. 課題

特になし。

### 第4編 無機物質

#### 2章 非金属元素の単体と化合物

##### 1. 目標

- (1) 水素と希ガスの性質・製法・反応について理解する。
- (2) ハロゲンとその化合物の性質・製法・反応について理解する。
- (3) 酸素・硫黄とその化合物の性質・製法・反応について理解する。
- (4) 窒素・リンとその化合物の性質・製法・反応について理解する。
- (5) 炭素・ケイ素とその化合物の性質・製法・反応について理解する。

##### 2. 配当時間 17時間

- (1) 水素と希ガス 1.5時間  
( 演示 ) 水素の製法・性質
- (2) ハロゲンとその化合物 4.5時間  
( 演示 ) 塩素系洗剤 ( 実験 ) ハロゲンその製法と性質
- (3) 酸素・硫黄とその化合物 4.5時間  
( 演示 ) 酸素の製法と性質, 硫化水素の製法と性質, 二酸化硫黄の製法  
( 実験 ) 硫黄の単体および硫酸の性質, マッチの作成
- (4) 窒素・リンとその化合物 3.5時間  
( 演示 ) 二酸化窒素の製法, 褐輪反応  
( 実験 ) 一酸化窒素の製法と性質および硝酸の性質
- (5) 炭素・ケイ素とその化合物 3時間  
( 実習 ) フラーレン ( 演示 ) シリカゲル  
( 実験 ) ケイ酸の製法と性質, ケミカルガーデン

##### 3. 意図

本単元は、非金属元素の単体とその化合物の物性を学習していく単元である。希ガスは閉殻構造により安定で、化合物を作りにくいことから学習内容も多くない。しかし、17属のハロゲンは価電子が7であり、単体は反応性に富み化合物も多い。以下、16属、15属、14属の非金属元素について学習する。これらの項目を系統的に学習することによって、単なる暗記を排除し、考えることによる化学的な理解を促すことを意図して展開していく。そのために、価電子の数の変化による結合、反応性の違いおよび同じ属での周期による元素性質の違いを常に念頭において、各物質の物性を理解させていきたい。特に、同じ属の第2周期と第3周期の単体についての構造の違いをしっかりと学習させたい。

実験については、学習したことをできるだけ検証させていく。検証の中での操作や変化について、常に疑問を投げかけ、操作の意味を考え、また考察する力を付けていくように指導していきたい。

#### 4. 指導要領にない事項

褐色環反応，ケミカルガーデン，ネスラー試薬，フラーレン

#### 5. 生徒の様子

さまざまな物質の物性を，理由を考えながら理解しようとする姿勢も多く見られ，納得いくまで考える習慣が身に付いてきた生徒も増加した。そのため理解も深くなった様子であった。実験においても，指示したこと以外に行いたい事を申し出てくる生徒も出はじめ，より意欲的に取り組む姿勢が感じられた。ただ，細かい内容が多く，それが整理されていない生徒については，実験内容について理解しにくいと感じられる部分があった。

#### 6. 評価

評価(1)～(4)の目標は，おおむね達成された。演示実験，生徒実験がより興味関心をひいて，学習意欲が高まったことは評価できる。

#### 7. 課題

系統的に整理できていない生徒の対応について，さらに指導の検討が必要である。

### 第4編 無機物質

#### 3章 金属元素の単体と化合物

##### 1. 目標

- (1) アルカリ金属とその化合物の性質・製法・反応について理解する。
- (2) 2属元素とその化合物の性質・反応について理解する。
- (3) 1, 2属以外の典型元素とその化合物の性質・反応について理解する。
- (4) 遷移元素とその化合物の性質・反応について理解する。
- (5) さまざまなイオン反応を学習し，金属イオンの系統分析を理解する。

##### 2. 配当時間 13時間

- |   |       |
|---|-------|
| (1) アルカリ金属とその化合物  | 1.5時間 |
| (2) 2属元素とその化合物  | 1.5時間 |
| (実験) ナトリウム・カルシウムの性質   |       |
| (3) 1, 2属以外の典型元素とその化合物  | 2時間   |
| (演示) キップの装置   |       |
| (実験) アルミニウムイオン・亜鉛イオンの性質   |       |
| (4) 遷移元素とその化合物  | 5時間   |
| (演示) 鉄( )イオン・鉄( )イオンの性質，<br>ニッケルイオン・コバルトイオンの性質，銅( )イオンの性質，<br>銀イオンの性質，クロム・マンガンの化合物の性質 |       |
| (5) 水溶液中のイオンの反応   | 3時間   |
| (実験) 金属陽イオンの性質  |       |

##### 3. 意図

本単元は，アルカリ金属，2属元素，1・2属以外の典型元素，遷移元素について学習する。

アルカリ金属では，単体について学習し，ついで水酸化ナトリウム，炭酸ナトリウムについて学習する。単体は反応性に富み，さまざまな化合物に変化しやすいことを中心として理解させたい。さらに，ナトリウムの化合物は化学的にも重要であるので，その製法も指導していきたい。

2属元素では，Be, Mgと，アルカリ土類金属との違いを，電子殻の構造と関連させて指導していきたい。

1, 2属以外の典型元素では，Al, Znを中心に，Hg, Sn, Pbについて学習する。ここでは，特に両性元素としての性質を十分に理解できるように指導していきたい。

遷移元素では，Fe, Cu, Agを中心に，Co, Ni, Cr, Mnについて学習する。Feについては，昨年度の製鉄に関する講義や製鉄所見学の研修を生かしながら展開していきたい。必要ならば，d軌道やf軌道等についても触れながら理解を確かにさせていく工夫も取り入れたい。

水溶液の反応では，イオンの系統分析の理論をしっかりと理解させ，各イオンの反応を生徒実験で確認し，本単元のまとめとして整理させたい。

##### 4. 指導要領にない事項

遷移元素の電子軌道，製鉄に関する詳細，イオン系統分析論

## 5. 生徒の様子

非金属元素での学習と同様、金属元素をその性質からいくつかのグループに分け、そこでの性質が同じ部分、周期的に変化していく部分等の理由を考えることの理解が定着してきたようすである。生徒によっては、そのことにより覚えなければならぬという負担が軽減されたようすもうかがえる。製鉄に関しては、昨年度の研修を生かした説明ができかつ生徒の理解も深く、効果があったことを強く感じる。遷移元素の電子軌道も、昨年度の学習の成果があり、混乱無く理解ができたようすであった。最後に行った各イオン反応の実験では、これまで学んできた金属イオンの性質をうまくまとめることができたことが、生徒の感想からもうかがえる。

## 6. 評価

(1)～(5)の目標は、おおむね達成された。

## 7. 課題

特になし。

## 【化学 分野】

### 課題研究

#### 1. 目標

- (1) 2年間物質科学で学習した知識・技能を駆使して、1つの課題に取り組む。
- (2) 課題に取り組むにあたって、創意工夫し、科学の方法を学び、さらに考える力、問題解決能力およびプレゼンテーション能力を養う。

#### 2. 配当時間 14時間

- (1) 未知物質の推定 6時間  
(実験) 未知物質の推定
- (2) 薬品の科学 8時間  
(実験) アスピリンの合成、HPLCによるアスピリンの検出、  
HPLCによるアスピリンの定量、薬用ハンドクリームの調整他

#### 3. 意図

未知物質の推定は、自分たちが選んだ物質が、あらかじめ指定されたいくつかの物質のうちのどれであるかを推定する実験である。従来から行ってきた教材であり、これまで学習した知識・技能を駆使して自分たちで創意工夫して方法を考え、実験を実際に行い、考察していく。また、結果を発表し質疑応答に答える。科学的思考を養い、考察力・洞察力を養い、さらに問題解決能力、プレゼンテーション能力を養うことを意図して設定した。

薬品の化学については、新教育課程化学において、従来の指導要領にはなかった「薬品の化学」の分野が新たに加わったことを受けて、課題研究の題材として取り上げた。ある程度決まった教材を与えてすすめていくことについては、従来の課題研究の進め方とは異なる。しかし、実験・実習をすすめていく中で、薬という日常生活に関わるものの興味・関心さらに深めることで、身近な疑問を解決をしていくのに調査・研究する姿勢が身に付けられることを意図して設定した。また、医学・薬学分野への進学を希望する生徒が、より興味・関心を高めていくことも目標とする。

#### 4. 指導要領にない事項

HPLCによる定性・定量、薬品の化学

#### 5. 生徒の様子

未知物質の推定は、自分たちで計画・実行・考察を行うことがたいへん効果的であった。与えられた実験をこなすことでは学習できなかったことがあり、生徒が感じたこと・考えたことがすべて生徒の実力となっていくようすであった。結果発表については、これまであまりプレゼンテーションを授業で行ったことはなかったものの、他科目でのプレゼンテーション成果が感じられ、今回の学習をより深めることができる機会となった。また、結果がうまくいかなかった班や確認したいことがある班が、再実験を申し出ることもあり、これまでより積極的な姿勢も見られた。

薬品の化学については、まずはアスピリンを2つの合成法でつくり、定量によって純度を測定し比較することを目的とした。教科書に記載されていない合成法を行い、さらにHPLCは単に用いるだけでなく、原理・方法・条件設定、条件設定の前実験としての分光光度計の使用等の発展的学習に取り組んだ。時間の少なかったこともあり、決して生徒の理解が十分であるとはいえない様子であったが、生徒の熱心に理解しようとする姿勢が見られた。また、機器使用の待ち時間を利用して、いくつかの薬用ハンドクリームの調整実験も行った。



身近にあるものが、簡単に調合できるところが生徒の興味を引いたようであった。

#### 6. 評価

目標(1),(2)の目標はおおむね達成された。

#### 7. 課題

充実した取り組みができるように、課題研究にあてる時間数の増加を考える必要がある。

《参考》平成15年度 物質科学 の内容

#### <科目設定の意図>

物質科学 は、日常生活の中で活躍する材料に目を向けて、合成や分析を通して考察を深め反応のしくみを理解させ、これら一連の過程を通して「ものづくり」への指向へ結びつけることを意図して設定した科目である。特に、物質科学 では物質科学 につながることを念頭において、「身の回りのもの」の理解をめざした物質の構造・状態・変化についての理論的理解と実験操作の習得を意図として設定した。

#### <研修>

- ・特別講義 「電子の動きが色をつくる」(4月)
- ・実習 「X線マイクロアナライザーによる元素分析」(6月)
- ・研究室訪問 「京都府立大学石田研究室」(希望者)(8月)
- ・実習 「電子顕微鏡で原子をみる」(9月)
- ・特別講義 「君の部屋は誰が片付ける？  
- 自発的变化とエントロピー - 」(10月)
- ・実習 「フェライト磁石作製」(11月～2月)
- ・特別講義 「ハイテク製鉄と日本の産業構造」(12月)
- ・施設見学 「神戸製鋼所加古川製鉄所見学」(12月)
- ・施設見学 「日本電池鉛蓄電池工場見学」(1月)
- ・実習 「X線回折装置による結晶構造分析」(希望者)(2月)
- ・特別講義 「化学による夢の材料への挑戦」(3月)

詳細については、平成15年度「報告書」参照。

#### <授業>

##### 【化学 B分野】

- 第1編 物質の構造 (4月～6月)
  - 1章 物質の構成と原子
  - 2章 物質と化学反応式
  - 3章 化学結合
- 第2編 物質の状態 (7月, 9月～10月)
  - 1章 物質の三態
  - 2章 気体
  - 3章 溶液
- 第3編 物質の反応 (10月～1月)
  - 3章 化学反応と熱
    - 1章 酸と塩基
    - 2章 酸化・還元反応

##### 【化学 分野】

- 第1編 反応の速さと化学平衡 (2月～3月)
  - 1章 化学反応の速さ
  - 2章 化学平衡

詳細については、平成15年度「報告書」参照。

(文責 市田克利)

## 第 部 学校設定科目「エネルギー科学」

### 1 章 エネルギー科学

< 授業内容詳細 >

【物理 分野】

#### 1 編 電気

##### 1 章 生活を支える電気

##### 2 章 熱や光をうみ出す電気

##### 3 章 力をうみ出す電気

##### 4 章 情報を伝える電気

本編は各章が短いため、まとめて記述する。

#### 1. 目標

- (1) 物理の入門として身の回りにある電気機器や生活などを振り返り、物理が身近に感じられるようにする。
- (2) 電気についての基本法則を理解する。
- (3) 情報化社会と呼ばれる現代を支える電気について理解する。

#### 2. 配当時間 12 時間

- (1) 1 章 生活を支える電気 4 時間
- (2) 2 章 熱や光をうみ出す電気 4 時間
- (3) 3 章 力をうみ出す電気 2 時間
- (4) 4 章 情報を伝える電気 2 時間

#### 3. 意図

新学習指導要領において物理では電気から始まっている。これは旧課程の物理 A の流れを汲むものである。物理を学習する場合、従来初めは力学からであったが、電気分野から始めてみる。生活に欠かせない身近な電気製品などを例に挙げ、物理学習をスムーズにスタートさせようと意図したい。ただし、多くの事項は物理で体系的に学習することであり、内容を深く取り扱わないことにする。

また学習内容の一部は1年次の「科学技術」で実験したこともあり、理論的な背景を説明して、理解を深めることとする。

#### 4. 指導要領にない事項

半導体の構造

#### 5. 生徒の様子

物理の学習に対して、生徒達が持つ期待の大きさを当初はよく感じた。しかし内容が表面的でほとんど深入りせず、生徒の知的興味やなぜそうなるのかといった疑問に答える単元構成になっていない。指導者としてはSSHの生徒達には深く説明したいものの、ここで多くの時間を割いたり体系的に指導することは適切でない判断した。

「科学技術」で取り組んだ実験で、理論的側面の弱かった事項について触れる機会があり詳しく説明したところ、とても納得した様子であった。やはり理論と実験を両輪として体系的に学習する必要性を改めて感じた。

#### 6. 評価

電気が物理学習の第一歩としておかれ、物理を身近に感じることに成功したと思われる。また物理学は何を対象とした学問であるのかも、授業を通じて理解できたと思われる。この編では、学習内容の背後にある物理現象の説明の不十分さを、指導者および学習者ともに痛感した。

#### 7. 課題

SSHの持つ特性を考慮すると、次年度ではこの分野の扱いを再考する必要があると感じる。たとえば物理に完全吸収させるなどである。

#### 2 編 波動

##### 1 章 波の性質

#### 1. 目標

- (1) 単振動や正弦波、波の諸要素について理解する。

(2) 重ね合わせの原理や回折, 干渉, 位相, 反射, 屈折など波動特有の性質を理解する。

(3) 縦波と横波の相違点について理解する。

2. 配当時間 12時間

(1) 等速円運動と単振動の関係, 正弦波, 波の要素, 波の式 7時間

(2) 波動特有の性質 4時間

(3) 縦波・横波 1時間

実験: ガラスの屈折率

実習: 波の干渉公式を導出

3. 意図

波動学習の基本事項を学習するところである。後の音波や光波の基礎となるため, 十分な理解が必要となる。指導要領では深く扱わないことになっている等速円運動や単振動については, 初学者が理解できる範囲で説明を試み, 波源が単振動することによって生じる正弦波をきちんと理解させる。また回折と干渉については重要な物理現象であり, 理解の定着をねらった指導を行う。とりわけこれは後学の光の干渉を理解する際に必須である。波の式は新学習指導要領で扱いが小さくなった。しかし定量的な取り扱いには欠かせないため, 数学の学習進度に配慮しながら説明を行う。

波動一般の内容であり実験テーマが少ないため, 光の屈折を題材にガラスの屈折率測定の実験を前倒して行い, 屈折の法則を検証する。

また物理で学習する量子論での粒子・波動の二重性を意識し, 物質粒子とは決定的に異なる波動の性質を強調しながら, 波の性質についての授業を展開する。

4. 指導要領にない事項

等速円運動, 単振動の式, 波の式

5. 生徒の様子

等速円運動の説明において, ビデオカメラで撮影した円運動の様子をパソコンに取り込み, 運動解析ソフトでその様子を演示した。初学者には映像を用いた導入のわかりやすさをねらったところ, ねらい通りよく理解できたようであり, 単振動や正弦波の学習にスムーズに入れた。

波の式については新指導要領で削除されたが, 生徒の学習ニーズもあり, 取り扱うことにした。定常波までを数式で扱うには多少の困難もあったが, よく理解してくれた。

全体としては演示実験を多く行った結果, 波動の一般的な性質は十分学習できたと思われる。

6. 評価

(1)~(3)の目標についてはほぼ達成された。波の式の扱いは知的欲求をある程度満たし, 満足度も高かったようである。干渉の理解度は個人差があるようだが, 光波で再び深めるような指導が必要である。

7. 課題

波動一般に関する生徒実験の開発が不十分であり, 今後の課題である。

## 2章 音と音波

1. 目標

(1) 音波特有の性質を理解する。

(2) ドップラー効果について理解する。

(3) 弦の振動や気柱の振動と固有振動について理解する。

(4) 共鳴・共振とエネルギー伝達について理解する。

2. 配当時間 11時間

(1) 音の三要素, 音速, うなり, その他の諸性質 4時間

(2) ドップラー効果 2時間

(3) 弦の振動と気柱の振動 4.5時間

(4) 共鳴・共振 0.5時間

実験: 電動歯ブラシによる弦の定常波観察

気柱の共鳴と音叉の振動数測定

いろいろな音の振動数測定

3. 意図

音波に関連深いこととしてドップラー効果や弦楽器, 管楽器などが挙げられる。これらは子どもの頃からなじ

んでいるが、その仕組みを解き明かすことで、音の諸現象についての興味関心がわき起こり、さらには物理の学習意欲が高まるであろう。またオシロスコープを用いた演示実験を行い、音の三要素やうなりの波形観察を行い、理解を体験で裏付ける。

ドップラー効果については平面的な取り扱いや、マッハ波への言及なども行い、関心を高めたい。また気柱の振動については開口端補正を無視せず取り扱い、実験的にも存在を明らかにする。弦の振動においてはメルゼの実験も説明し、振動現象の深い理解を促す。共鳴・共振現象は波がエネルギーを伝達する手段であることを理解させるのに大切な単元である。単なる話だけでなく、共振の演示実験を行い、さらに同様の実験器を家庭で手作りするよう働きかけ、製作過程でものづくりにおける意欲や態度を育みたい。

いろいろな音の振動数測定の実験では、2学期に行うセンサープロジェクトの前段として位置づけた。それは未知のことがらを自分で調べ、研究するという探究実験のスタイルを取るからである。手段はパソコンとマイクを用いておんさや低周波発信器、自分の声などを取り込み、専用ソフトウェアで波形の観察や振動数測定などを行うものである。生徒達の取り組んでみたい方向をある程度認め、自由度のある探究を行う。ここでは発表やレポートは求めない。

#### 4. 指導要領にない事項

ドップラー効果の応用，開口端補正，弦を伝わる波の速度

#### 5. 生徒の様子

音波は親しみやすいせいか、とてもよく理解できたと思われる。ドップラー効果の定量的な扱いにやや困難を示す生徒もいたが、応用も含めて学習できた。定常波観察の実験は自分の手で力を加減しながら行うため、張力と腹の個数や波長の関係などの理解が実感を伴って進められた。気柱の共鳴実験はうまく測定を行えば、精度の高い結果が得られる実験である。しかし物理実験の経験不足から、やや粗い結果しか出ない生徒もあり、残念そうであった。開口端補正については意図した通り、その存在が理解できたようである。共振振り子の製作は2名の生徒が授業に持参し、全生徒の前で披露した。デザインも性能も良好で、後輩のための教材として物理科に寄贈してくれた。

いろいろな音の振動数測定実験では、普段見られない生き生きした姿を多く目にした。それは実験手順などがきちんと決められたものではなく、実験を行って生じた疑問の解決のため、次の実験を考案し計測する。そして疑問の解決につなげる活動を行ったからであったと思われる。

#### 6. 評価

(1)～(4)の目標についてはほぼ達成された。1章に比べ演示実験や生徒実験が多かったため、生徒の反応はよく、物理現象を把握できた生徒が多かった。

#### 7. 課題

共鳴・共振現象は波がエネルギーを伝達する手段であるということの理解度を測る方法が開発できなかった。

### 3章 光と光波

#### 1. 目標

- (1) 光速，屈折，全反射，光学距離について理解する。
- (2) 偏光，散乱，スペクトルについて理解する。
- (3) レンズの性質について理解する。
- (4) 光の回折，干渉に伴う諸現象について理解する。

#### 2. 配当時間 14時間

- (1) 光速，屈折，全反射，光学距離 3時間
- (2) 偏光，散乱，スペクトル 3時間
- (3) レンズ 4時間
- (4) 光の回折，干渉 4時間

実験：偏光

分光器の製作とスペクトル観察

#### 3. 意図

1章で屈折や反射について学んだが、光学における屈折率はとりわけ重要であるためもう一度学習する。特に全反射については光ファイバーへの応用を話し、実物を観察させる。また光学距離は難解に感じる生徒が多いため、丁寧な指導が必要である。

偏光では偏光板を用いて、観察を中心とした生徒実験を行う。このとき旋光現象も含めた実験をし、若干の解

説を行う。スペクトルについては、後学のバルマー系列、ラザフォードやボーアの原子模型を意識して、線スペクトルと吸収スペクトルを十分理解させる。そのために簡易分光器を自作させ、HgランプやNaランプを光源としたスペクトル観察を行う。

レンズは中学においても学習するため、凹レンズと凸レンズの特徴を再確認した後、焦点距離と像の関係を理解させる。レンズの組み合わせは問題演習を通じて学ばせる。

光の干渉は実験を多く見せるなどの工夫がないと実感がわからない。また後学の電子の波動性を理解するときは光の干渉を比較に用いることになる。従ってこの機会に干渉現象を理解し、定着させる必要がある。ヤングの実験、回折格子、薄膜の干渉が教科書に取り上げられているが、ニュートンリングや楔形ガラスについても演示実験を交えて言及する。

#### 4. 指導要領にない事項

旋光

#### 5. 生徒の様子

屈折や全反射はおおむね理解できた。光学距離は説明時には理解できた気になっていたが、問題演習で理解不十分な生徒が半数程度現れ、再度説明が必要となった。偏光やスペクトルは特に計算もなく、楽しみながら理解を深めてくれたようである。偏光板は全員に支給したところ、とても喜んでいたので印象的であった。レンズでは基本事項はすぐに理解できていたが、組み合わせレンズでは考えることが多かったようである。

干渉については演示実験を毎回行い、場合によっては生徒とともに測定し、理論式が実験値とよく合うことを定量的に示した。とりわけ近似を含む題材は難色を示す生徒も多かったが、実際に測定すると理解が進むようであった。

#### 6. 評価

(1)～(4)の目標についてはほぼ達成された。ただ光の干渉については多様な事例がありそのすべてを取り上げることはできない。これは生徒の家庭学習に頼らざるをえない。

#### 7. 課題

レンズの実験と干渉の実験は実験器具や機材の不足から、生徒自身で取り組ませることがほとんどできなかった。指導者としては大変残念である。

### 3 編 運動

#### 1 章 運動の表し方

##### 1. 目標

- (1) 変位，速度，加速度について理解する。
- (2) 重力加速度および落下運動や放物運動について理解する。

##### 2. 配当時間

- (1) 変位，速度，加速度 8 時間
- (2) 重力加速度，落下運動，放物運動 8 時間

実験：斜面の加速度

重力加速度の測定

水平投射

##### 3. 意図

物理の基礎は力学との認識から、加速度概念の獲得や放物運動の特徴の理解に重きをおいて指導する。数学の授業進度を考慮して、運動のベクトル表記や微積分を用いた解析も紹介する。

従来の運動に関する実験は記録タイマーなどを用いることが多かったが、速度測定器を活用した実験に切り替え、実験結果の速やかな理解を促進する。

実験では計測を多数行うが、そのデータ処理をまずは手や電卓によって計算し、有効数字や精度の理解をさせたい。ある程度理解した頃を見定めて、パソコンの表計算ソフトを使用したデータ処理に移行したいと考える。

#### 4. 指導要領にない事項

ベクトルによる運動の記述，微積分による運動の解析，偏微分を用いた誤差論，相対速度と斜方投射における2次元の運動の詳細な取り扱い(本来は物理で扱う)

#### 5. 生徒の様子

力学の学習を待っていたという様子の生徒も一定数存在する中でスタートした。生徒達は単純な直線運動よりも運動の合成や平面運動の方がおもしろさを感じたようで、少し考える課題にはよく頭を使っていた。モンキー

ハンティングの実演にも驚き、感嘆、感動を持って見入っていた。

ベクトルや微積分を用いた運動の記述や解析は、数学との親和性を感じ、物理が数学という言葉で考えを進めることを知りえた。決して難しいと敬遠するのではなく、理解しようとチャレンジする生徒が多く、今後も数学を用いた説明を求めていることがわかった。

実験はまだ何となく指示通り進めるといった様子だが、レポートの回を重ねるごとに、目的や結果を意識し、誤差を減らす工夫や注意をするようになりつつあった。タイミングを見て、実験によっては少々荒い測定をしてよい測定値と非常に細かく気をつけねばならない測定値があることを、偏微分を用いて説明してみた。偏微分という言葉は用いないが、数学に裏付けられた測定方法の存在に、実験の奥深さや技法について考えるきっかけとなった。

#### 6. 評価

(1) ~ (2) の目標については十分達成された。

#### 7. 課題

今後モンキーハンティングの実験装置を生徒が製作するようになると、放物運動についての理解がさらに促進されると期待される。

## 2章 力のはたらき

### 1. 目標

(1) 力の合成と分解や力のつりあいについて理解する。

(2) 弾性力、浮力について理解する。

(3) 剛体にはたらく力のつりあいおよび力のモーメントのつりあいについて理解する。

### 2. 配当時間 11時間

(1) 力の合成, 分解, つりあい 3時間

(2) 弾性力, 浮力 4時間

(3) 剛体のつりあい 4時間

実験: 3力による力のつりあい

剛体の重心測定

### 3. 意図

静力学はつりあいを中心に学習する。平面におけるつりあいの考え方や浮力は実験も含めた丁寧な指導が必要と考える。力の単位である[N]は教科書では早くに登場しているが、[kgw]との併用は避けられないのではないかと。やはり次章にある運動の第2法則のところできちんとした導入が望ましいだろう。

剛体の重心は数学でも学習済みだが、実際の物体において扱うのは初めての生徒が多いと予想される。実験を通して理論を裏付けたい。

### 4. 指導要領にない事項

身近な現象に見られる重心移動問題についての微積分を用いた解析

### 5. 生徒の様子

力の概念形成は物理教育の中でももっとも難しい部分の1つであるが、生徒の学習状況を見てみると比較的スムーズに形成されている印象を受ける。浮力については結果だけでなく気圧・水圧との関連で説明をおこなったところ、納得する生徒が多かったようである。

剛体の重心測定実験では4つの図形を例示し、理論と実験が一致するかどうかを確かめさせたところ、実感のわく理解しやすいものであることが明らかになった。8割程度の生徒は例示した中から選択したが、意欲ある生徒は複雑な形を考え、理論位置を予想し、検証していた。オリジナルな図形でも理論と実験があうことに驚きと喜びを感じたようである。発展課題として身近な現象に見られる重心移動問題について考えさせてみた。系に変数があり、その変化に伴って重心位置がどのように移動するかというテーマである。数人の生徒は数学で使用するグラフ電卓を駆使し、数値解析で解を求めたり、微分による一般解を求めるなど、意欲的に取り組んだ。

### 6. 評価

(1) ~ (3) の目標については十分達成された。

多くの高校では紙と鉛筆で事足りるといった授業展開が多い分野ではないだろうか。ある意味で単純な力のつり合い実験でさえ楽しみながら取り組む姿を見、レポートの中で「学習内容が本当であることがわかった」という記述を読むと、実感のわかない抽象概念は手足を動かすことにより、実感のわくつまり存在を信じられる概念に転じたのではないかと考える。

## 7. 課題

使用教科書には力の単位について次のような記述となっている。「力の単位にNを用いる理由は、171ページで明らかになる。この他に、kg重（記号kgw）という単位もある。」この注釈では初学者には難しいであろう。理論体系として整った説明を求める本校生徒の特質から考えて、この章で扱わないのはよかったと思われる。

## 3章 運動の法則

### 1. 目標

- (1) ニュートンの運動の3法則について理解する。
- (2) 特に運動方程式を使いこなせるようにする。
- (3) 摩擦力や流体の抵抗力について理解する。

### 2. 配当時間 10時間

- (1) 運動の3法則 2.5時間
- (2) 運動方程式の運用と応用 3時間
- (3) 摩擦力と流体の抵抗力 4.5時間

実験：摩擦係数の測定

### 3. 意図

ニュートンの運動の3法則は今後の物理学習の基礎となることから、完全理解が求められる。力の理解を確かにするには、素朴概念（ミス・コンセプト）によるつまずきを取り除くことが必要とされる。実験や推論を重ねることにより実現したいと考える。

運動方程式の理解を通して、古典力学の体系を感じ、物体の運動を習得してほしい。そのためには問題演習も必要であるだろう。

摩擦および流体の抵抗は現実の運動を考えると避けられない。特に抵抗については高校であまり詳細に扱わないのが通例であるが、速度に比例する抵抗力や速度の2乗に比例する抵抗力の存在についても触れたい。

### 4. 指導要領にない事項

ストークスの定理

### 5. 生徒の様子

事前調査では物体に加わる力の向きは、物体の進行方向と一致するという理解を示した生徒が3割程度存在した。よく理解している生徒にとっては退屈かも知れないが、力について高校にしてはやや懇切丁寧に指導したところ、理解に自信のなかった生徒も含めてよく聞いてくれた。定期テストにおける運動方程式の理解度は9割の生徒が満足できる域に達していた。

摩擦の生徒実験では器具の傷みから好ましくない結果も見られ、教育効果が減じた。しかしうまくいかないときこそ考察力を鍛えるチャンスとしてとらえ、期待する結果とならない理由を考えさせ、使用した道具や実験状況、測定方法や誤差、文献との比較など問題意識を持たせた。器具を変えると好ましい結果を得たことから、原因の追及方法や科学的思考などを少しは体験できたであろう。放課後まで残って取り組み、真理の探究に費やした時間は貴重である。

空気抵抗については、速度に比例する場合のストークスの定理について説明を行った。また微分方程式を用いて運動方程式を立て、初期条件を考慮した解を求めると教科書掲載のグラフになることを示した。このころになると物理学における微積分の使用には慣れてきたようで、心理抵抗は小さいように思える。ただ計算についていくだけで精一杯の者もいた。

### 6. 評価

- (1) ~ (3) の目標については十分達成された。

## 7. 課題

空気抵抗は速度に比例したり、速度の2乗に比例することを調べる実験を開発できなかった。次年度の課題としたい。

## 4編 エネルギー

### 1章 仕事とエネルギー

#### 1. 目標

- (1) 仕事の定義、仕事の原理、仕事率について理解する。
- (2) エネルギーの定義について理解する。

## 2. 配当時間 2 時間

(1) 仕事, 仕事の原理, 仕事率 1.5 時間

(2) エネルギーの定義 0.5 時間

### 3. 意図

日常使う言葉の「仕事」と物理用語としての「仕事」はその意味が異なる。従って定義を理解することが肝心である。すぐに続くエネルギーの定義の土台となっているからである。また仕事率も電気の分野と密接に関連しており, よく理解させたい。

エネルギーという言葉のイメージは高校生であれば何となく持っているものの, 明確になっていないことが多いだろうと思われる。後に出てくるエネルギーの変換や保存の理解につながる第一歩であるので, 確実に理解を図りたい。

### 4. 指導要領にない事項

仕事のベクトル的表現と積分的表現

### 5. 生徒の様子

概念形成に難しい「仕事」であるが, 定義された物理量であることを強調すると, すんなり理解できたように思われる。ただ, なぜそのように定義したのかは今後の学習を必要とする。

エネルギーの定義も同上であるが, しかし物理で扱うエネルギー概念は形態が多岐にわたっており, 本章で扱うのはそのごく一部である。定義が分かったからといって理解したことにはならないことを留意しながら授業を進めた。

### 6. 評価

この章だけで評価をするのは難しい。というもの次章とのつながりが大切だからである。従って次章の中に本章の評価を含むことにする。

### 7. 課題

課題についても次章を参照。

## 2章 力学的エネルギー

### 1. 目標

(1) 運動エネルギーについて理解する。

(2) 重力による位置エネルギーおよび弾性力による位置エネルギーについて理解する。

(3) 力学的エネルギー保存の法則について理解する。

(4) 力学的エネルギーが保存されない場合について理解する。

## 2. 配当時間 8 時間

(1) 運動エネルギー 2 時間

(2) 2つの位置エネルギー 2 時間

(3) 力学的エネルギー保存の法則 3 時間

(4) 摩擦力と力学的エネルギー保存の法則の関係 1 時間

実験: 運動エネルギーと仕事

弾性エネルギーから運動エネルギーへの変換・保存

力学的エネルギー保存の法則

実習: 力学的エネルギー保存の法則

### 3. 意図

教科書に沿った講義だけであればもっと短時間で終わられるところであるが, 概念獲得の難しさと重要性から, 実験を多めにして問題演習にも取り組み, 理解と定着を進めたい。特に力学的エネルギー保存の法則は実験の種類も複数行い, 多角的に理解させたい。

また波動分野で学習したエネルギー伝達について, 再び物質を用いたエネルギー伝達との違いを強調する。

### 4. 指導要領にない事項

特になし

### 5. 生徒の様子

中学では定性的にしか扱わない力学的エネルギーであるが, 定量的に扱ってこそ力学的エネルギー保存則の正しい理解につながることを強調して授業を始めた。公式の理論的な導出では, 前章の仕事やエネルギーの定義と



関係性の理解がベースとなっている。丁寧な指導の後に実験で裏付けするというスタイルを取った。また1つの項目について3種類の実験を行ったため、ずいぶん理解したようである。

実験については手法や手際が4月当初に比べ良くなるべき時期だと考えたが、生徒の実験を観察していると到達が低いように思えた。「考えるよりやってみよう」という考え方は物理実験では通用しないことが多い。実験前に実験の理屈や諸注意を指導するが、十分理解されないまま実験を開始するため、気をつけるべき点と気をつけなくてよい点の区別がつかない状況がある。また実験中の異変に気づかないなどの観察力の不足も多々ある。しかし反対に手法や手際が上達してきた生徒は、細かい異変を疑問に思い、さらにデータを取ったりやり直したりするタイミングがよい。さらにその異変を理論的に考察する態度も養われてきている。

## 6. 評価

1章および2章の目標については十分達成された。

エネルギーと仕事の関係性はエネルギー保存則と密接につながっており、丁寧な指導を心がけ、実験プログラムと共によく機能したと思われる。ただここでは力学分野に限るため、いろいろなエネルギー形態も含めた保存則成立については今後の学習を待たねばならない。

3編2章の「評価」の欄でも述べた、学習内容が実験によって実感を伴い、信じられる概念に転じる現象が今回も多く生徒に見られた。それは力学的エネルギー保存則の項目である。くどいほどの種類だが生徒実験を3種類行い、力学的エネルギー保存則の理解を感想として問うたところ、8割程度の生徒が肯定的に回答している。重要な法則については理論や問題演習に並行して、1つでなく複数の種類の実験に取り組みさせて確信を持たせることが有意義であろう。

## 7. 課題

「生徒の様子」の欄で述べた実験に関する生徒の実態は、指導方法の課題として現れたものと受け止めている。いくらSSH生徒であっても適切な指導なしに実験が上達するわけではない。実験手法に関する計画をたてる必要を感じる。

## 3章 熱とエネルギー

この章については、エネルギー科学 の熱力学分野に全項目を移動させるため、本年度は扱わない。

## 4章 電気とエネルギー

この章については、エネルギー科学 の電磁気分野に全項目を移動させるため、本年度は扱わない。

## 5章 エネルギーの変換と保存

### 1. 目標

- (1) エネルギーの種類は多様であることと相互に変換し、同時に保存則が成り立つことを理解する。
- (2) 可逆変化・不可逆変化と熱機関の熱効率について理解する。

### 2. 配当時間 2時間

- (1) エネルギーの種類, 変換, 保存則 1時間
- (2) 可逆変化・不可逆変化, 熱効率 1時間

### 3. 意図

現段階では波動エネルギーと力学的エネルギーしか学習していないため、目標(1)のテーマはあっさりした一般的説明にとどめる。エネルギー科学 の終盤で再確認するつもりである。目標(2)についてもエネルギー科学 の熱力学分野に含めて詳細を扱う予定である。

### 4. 指導要領にない事項

エントロピーおよびエントロピー増大の法則(熱力学第2法則)

### 5. 生徒の様子

力学的エネルギー保存の法則を一般的なエネルギー保存の法則に拡張したことは理解しやすかったようである。この段階で計算による納得まではできないため、残念に感じた生徒もいた。可逆変化・不可逆変化は熱力学第2法則として説明をしたが、物質科学 の特別授業でこのテーマの研修を受けているため、関連を意識できたようである。エントロピーについては言葉の紹介程度にとどめた。

### 6. 評価

基本的な理解は得られたであろう。しかし、配当時間が短いことと抽象的なテーマであることから、目標は十分に達成されたとは言えない。

## 7. 課題

エントロピーについて。日本の高校ではエントロピーの教材開発実績はあまり聞かない。統計力学の高校生向き教材を作成する必要がある。

### 【物理 分野】

## 1 編 力と運動

### 1 章 物体の運動

#### 1. 目標

- (1) 運動量と力積の関係および反発係数について理解する。
- (2) 運動量保存の法則について理解する。

#### 2. 配当時間 5 時間

- (1) 運動量と力積, 反発係数 3 時間
- (2) 運動量保存の法則 2 時間

実験: 反発係数の測定

運動量保存の法則

#### 3. 意図

中学では扱わない運動量と力積の概念形成をねらいとして授業を展開する。さらに反発係数の実験を通じた学習と運動量保存則の理論的理解を深めたい。また日常目にする現象で、運動量保存則から説明されることがらを挙げ、ものの見方が豊かになるよう指導したい。

#### 4. 指導要領にない事項

特になし

#### 5. 生徒の様子

運動量という言葉を知っている生徒は意外に存在している。運動量と力積との関係や、運動量保存則の導出は比較的理解しやすいようだが、問題演習とのギャップが大きいようであった。このギャップを埋めるために数値計算の多い実験に取り組ませたところ、問題を解く代わりになり、法則を納得できたとの感想がいくつか見られた。また運動量や反発係数の概念を用いて説明できる日常の現象が多いので、親近感が増したと思われる。

#### 6. 評価

(1) ~ (2) の目標についてはほぼ達成された。反発係数定実験は有名であり、多くの学校で取り組んでいるが、運動量保存則実験は手軽に精度よく成立する生徒実験があまり見あたらない現状であった。今回取り組んだ実験は実験理論が難しく数値計算も煩雑であるものの、それらを値解して行い、満足の得られる結果が出た。苦労の後に喜びを感じる実験になった。

## 7. 課題

運動量と運動エネルギーの違いは定義や数式の上で理解していても、なかなか実感としてはつかみにくい。この解決を図る教材や実験が課題である。

## 2 章 円運動と万有引力

#### 1. 目標

- (1) 円運動と慣性力について理解する。
- (2) 単振動について理解する。
- (3) ケプラーの法則と万有引力について理解する。

#### 2. 配当時間 12 時間

- (1) 円運動, 慣性力 4 時間
- (2) 単振動 4 時間
- (3) ケプラーの法則, 万有引力 4 時間

#### 3. 意図

円運動と単振動は波動分野でも少々出てきたが、ここでは体系的に学習し理解を図る。演示実験による諸公式と諸物理量の確認や、ビデオカメラで撮影した円運動や単振動の様子をパソコンに取り込み、運動解析ソフトでその様子を考察するなど、実際の運動を教材に用いて理解を深めたい。

ケプラーの3法則は話だけで終わらず、観測データをもとに実習を行って法則を実感させたい。またニュートンの考えた万有引力の法則に至る過程をできるだけ紹介し、興味を持たせながら指導する。さらに人工衛星や

ロケットの運動も考える。

4．指導要領にない事項

特になし

5．生徒の様子

本年度に取り組む予定であったが、実施できなかった。次年度に実施する。

6．評価

7．課題

(文責 萬處展正)

## 2章 エネルギー科学

<授業内容詳細>

【物理 B分野】

### 第4編 電流と電子

#### 第1章 静電気（第3節電位より開始）

##### 1. 目標

- (1) 電位および電位と電界の関係について理解する。
- (2) コンデンサーについて理解する。

##### 2. 配当時間 8時間

- (1) 電位, 等電位面, 静電遮蔽 4時間
- (2) コンデンサーと静電エネルギー 4時間

##### 3. 意図

電気分野は, 学習を進めるにつれて専門用語が難解になりやすい。抽象的な概念である電界や電位などをなるべくイメージを持って考えられるように指導する。また導体の電界や電位, 静電遮蔽について演示実験による具体例を示しながら理解させる。

電気回路の部品としても重要なコンデンサーの基本的な性質とエネルギーとの関わりを理解させる。また指導要領では詳しく扱わないようになっているが, 充放電における過渡現象は, 数学との境界領域の教材開発につながる部分である。

##### 4. 指導要領にない事項

コンデンサーの充放電における過渡現象

##### 5. 生徒の様子

授業スピードの高速化を望んでいた生徒達であったが, 重要なところは丁寧に指導した。静電遮蔽の実演や, コンデンサーの充放電時の電流の様子をわかりやすい実験として提示したところ, 熱心に聞き入る姿が印象的であった。しかし電位については数式として理解してはいるものの, イメージ化できたかどうか不安である。コンデンサーを含む回路の演習問題では理解が深まったと思われる。

過渡現象の定量的扱いについては講義による指導も考えたが, あえて1月に行う探究実験の題材として後回しにした。みずから微分方程式を立て, 解くことにより達成感がより大きくなると考えたからである。

##### 6. 評価

(1) ~ (2) の目標についてはほぼ達成された。コンデンサーについては生徒が取り組む実験が開発できなかったため, 親しみを持たなかったかどうか疑問が残る。

##### 7. 課題

生徒が班単位で取り組むコンデンサー実験を早期に開発する必要がある。

#### 第2章 電流

##### 1. 目標

- (1) 電流と電気抵抗について理解する。
- (2) 電気抵抗を微視的に考え理解する。
- (3) キルヒホッフの法則について理解する。
- (4) 半導体とダイオードについて理解する。
- (5) 計器類の特性について理解し, 操作を習得する。

##### 2. 配当時間 9時間

- (1) 電流, 電気抵抗, 抵抗率 3時間
- (2) 電気抵抗の微視的考察 1時間
- (3) キルヒホッフの法則, 非線形抵抗 3.5時間
- (4) 計器類(実習含む) 1.5時間

実験: 電球に流れる電流と電圧の特性

##### 3. 意図

電流の定義は電磁力の学習の後できちんとして行うが, ここでは初学者のために単位時間当たりの電気流量として

定義の指導をする。中学での電気抵抗の復習から始め、直列や並列回路での公式の導出、電気抵抗値は何で決まるのかといったことがらを説明しながら、理解を確固たるものにする。続いて導体中の電子の動きを古典力学的に考え、オームの法則の意味や電気抵抗が生まれる仕組みを納得させたい。そこから発展して、温度変化を無視できないとき電球などの抵抗は電流と電圧が比例しないことを理解させ、実験的に検証する。この実験を通して直流電圧計や直流電流計の基本的な操作法、端子選択の考え方、内部抵抗の存在からなるべく誤差を減らす配線の工夫などを習得させたい。

抵抗が0になる現象は温度との関連で話しをする。物質科学の授業で取り扱うため、あまり時間は割かず、期待される利用法の紹介などをする。ダイオードやトランジスタの内部構造や利用されている場面の話しをする。

乾電池の起電力や内部抵抗については誤解が多く見られるため、1つはマンガン乾電池の分解によって、もう1つは11月に行う探究実験によって正しい理解につながるよう指導する。

#### 4. 指導要領にない事項

超伝導，トランジスタ

#### 5. 生徒の様子

電流の単元は中学までの理科の学習で親しんでいるため、取っつきがよい。電気抵抗や抵抗率、キルヒホッフの法則の理解度も高かった。電気抵抗の微視的考察はこれまでの物理の知識を多く必要とするが、よく学習して理解できたようである。

講義のときでも電圧計や電流計，検流計，デジタルマルチメーターといった計器類は実物を触らせた。また端子の選択方法や操作方法，電気実験における安全上の注意などは実際的でありよく聞いてくれた。

#### 6. 評価

(1)～(4)の目標についてはほぼ達成された。(5)については十分とは言えないが、実験によって操作し、よい経験になったと思われる。

#### 7. 課題

抵抗率についてはなかなかイメージ豊かに指導できなかつたかも知れない。抵抗率を検証する実験開発が望まれる。

### 第3章 電子と原子

#### 1. 目標

(1) 陰極線および電子の比電荷・電荷・質量の測定について理解する。

(2) ラザフォード散乱と原子核の発見について理解する

(3) 放射線の種類や特徴について理解する。

(4) 放射性崩壊と半減期について理解する。

(5) 放射線の利用について理解する。

#### 2. 配当時間 4時間

(1) 陰極線，電子の比電荷・電荷・質量 1時間

(2) ラザフォード散乱 1時間

(3) 放射線，放射性崩壊，半減期 2時間

#### 3. 意図

原子や電子についての研究は現代物理にとっても近いことから、年代や当時の時代背景も加えて指導するのがよいと考える。トムソンやミリカンの実験における彼らの独創性も意識しつつ、その実験方法と測定結果について考察させたい。原子モデルは、高校では最終的にはボーアのモデルで終わり、10月下旬に学習するが、ここではトムソンや長岡半太郎のモデルも説明し、特に 粒子によるラザフォード散乱から原子核の発見に至る過程を理解させたい。

放射性崩壊と放射線の関係や半減期、また安全対策と放射線の利用法について、線源や実験器具の紹介も含めて扱う。7月14日の原子炉見学に向けた事前学習の位置づけもあり、生徒の動機付けとなるよう工夫する。

微分方程式を解くことにより半減期の公式を導く授業を行う。数学との境界領域の教材開発として取り組む。

#### 4. 指導要領にない事項

崩壊定数，微分方程式による半減期の公式導出

#### 5. 生徒の様子

トムソンやミリカンの実験方法の優れている点や苦勞を、授業者の実験体験も交えて説明したところ、とても興味を持って学習した。またラザフォードの原子モデルは中学理科で学ぶ原子の姿であるため、中学時代の疑問

がようやく解けた生徒もいたようである。

安全性に配慮しながら放射線源を見せたり霧箱の写真提示を行い、放射線を観察する方法を説明した。単に写真だけを見たり、あるいは講義だけで終わるのでなく、装置の使用法まで踏み込んだ授業となり、生徒の関心の高まりにつながった。半減期については微分方程式の解釈を話し、解法を1ステップずつ説明しながら半減期公式を導出した。初めはきょとんとした様子であったが、数学の得意な生徒が多いせいかすぐにノートに書き写しながら熱心に聞いていた。

#### 6. 評価

(1)～(5)の目標については7月の原子炉見学も含めると、ほぼ達成された。

#### 7. 課題

ラザフォード散乱について、定量的に扱った方が知的要求を満たすのではないかと感じた。次年度の教材開発の課題としたい。

### 【物理 分野】

## 第3編 原子と原子核

### 第2章 原子の構造と原子核・素粒子

#### 第2節原子核と第3節素粒子を抽出して授業

##### 1. 目標

(1) 原子核反応と質量欠損について理解する。

(2) 核力と素粒子、クォークについて理解する。

##### 2. 配当時間 4時間

(1) 核分裂, 核融合, 質量欠損, 質量・エネルギーの等価性 2.5時間

(2) 核力, 素粒子, クォーク 1.5時間

##### 3. 意図

7月に京都大学原子炉実験所を訪問するため、物理 Bの最終章と物理 の最終章を接続して、原子核に関する授業をまとめることにする。同時に事前学習の位置づけも併せ持つ。

物理学が原子の構造から原子核の構造へと研究を進めたように、よりミクロな粒子へと授業内容が進んでいく。このような世界では量子力学と相対論を無視するわけにはいかないが、ここでは特殊相対性理論から導き出される質量・エネルギーの等価性と原子核反応の関連を理解させたい。湯川秀樹博士の中間子論についても当時の日本のおかれた状況も含めて展開する。日本には理論物理学の伝統があることも紹介し、将来物理学に携わる者が輩出できればとの期待を込めたい。

##### 4. 指導要領にない事項

特殊相対性理論, 中間子論

##### 5. 生徒の様子

単元の配列変更に対して生徒の違和感はなく、むしろ原子炉実験所で多くのことを学びたいという意欲から、よく学習した。 $E = mc^2$ の式が天下りであるのはやむを得ないが、エネルギーと質量が等価であるということはやはり難しい概念であり、どのようにイメージし納得したのか気になる。

核力以降の学習内容はほとんど知識の羅列となりやすい。そこで切り口を変えて、湯川秀樹博士の業績を軸に授業を行い、学問に対する夢や高校・大学生活を送る上でのヒントを感じたのではないだろうか。

#### 6. 評価

(1)～(2)の目標についてはほぼ達成された。原子炉実験所への訪問もよい刺激となり、事前学習であるこの章の授業は進めやすかった。

#### 7. 課題

SSHクラスでは相対論から $E = mc^2$ を導く過程を解説してもよかったかも知れない。これは生徒の意見を聞きながら検討したい。

## 第1編 運動とエネルギー

### 第1章 円運動と万有引力

#### 1. 目標

(1) 円運動と慣性力について理解する。

(2) 単振動について理解する。

(3) ケプラーの法則と万有引力について理解する。

2. 配当時間 12時間

(1) 円運動, 慣性力 3時間

(2) 単振動 4時間

(3) ケプラーの法則, 万有引力 5時間

実験: 単振り子の周期測定と重力加速度

単振り子の最大速度

3. 意図

円運動と単振動は波動分野でも少々出てきたが, ここでは体系的に学習し理解を図る。演示実験による諸公式と諸物理量の確認や, ビデオカメラで撮影した円運動や単振動の様子をパソコンに取り込み, 運動解析ソフトでその様子を考察するなど, 実際の運動を教材に用いて理解を深めたい。なお円運動は等速だけでなく不等速の場合も扱う。

ケプラーの3法則はニュートンの万有引力の法則の基礎となるもので, 科学史としても意味がある。ニュートンの考えた万有引力の法則に至る過程をできるだけ紹介し, 興味を持たせながら指導する。さらに人工衛星やロケットの運動も考える。

4. 指導要領にない事項

特になし

5. 生徒の様子

円運動の授業を始めたとき, 久しぶりの力学ということで, 取っつきやすいようであった。しかし不等速円運動になるとやや高度になるため, すぐに理解というわけにはいかなかったが, 演習問題を通して理解していった。

単振動では, ばね振り子はビデオ解析から運動の様子を知り, 単振り子は2種類の実験で理解を深めていった。理論的に理解していても, 実験をするときは細かな気遣いや物体の運動の異変をリアルタイムで気づく能力などが求められる。結果が出てから精度が悪かった原因を考え始める生徒もあり, 事前指導の徹底がないと高精度な実験ができない状況がまだあることがわかった。

万有引力については意図の通り法則に至る過程も扱ったが, 生徒達は淡々と学習していた。しかし人工衛星や第2宇宙速度などを考えると, 興味に基づく質問が出されるようになり, よく考えているようであった。

6. 評価

(1) ~ (3) の目標についてはほぼ達成された。演示実験や生徒実験により理解しやすく指導できた。

7. 課題

非慣性系についてはあまり十分な時間が割けなかった。現象を観測する視点という意味で重要なので, 実験教材開発も含めて課題である。

## 第2章 気体の分子運動

1. 目標

(1) ボイル・シャルルの法則や状態方程式について理解する。

(2) 微視的な気体分子運動について理解する。

(3) 内部エネルギーや熱力学第1法則, 状態変化について理解する。

2. 配当時間 7時間

(1) ボイル・シャルルの法則, 状態方程式 0.5時間

(2) 気体分子運動論 2時間

(3) 内部エネルギー, 熱力学第1法則, 状態変化 2.5時間

(4) モル比熱, ボアソンの法則 2時間

3. 意図

この単元の学習時期には, 「物質科学」の授業でボイル・シャルルの法則や理想気体の状態方程式は学習済みであると思われる。従って用いる単位の違いなどは注釈するものの, 改めての指導は控えて基本事項の確認程度にとどめる。

気体分子運動論は分子レベルで運動を考え, 統計的にマクロな現象を説明することができるため, 理解するとおもしろさがあるのではないかと考え, 詳しく指導したい。状態変化やモル比熱は身近なものとの関連を説明することにより, 理解しやすくなるため, 具体例や演示実験を交える。なお対象生徒達は昨年度にエントロピー概念に関わる特別講義を受けているため, 熱力学第2法則は指導しやすいのではないかと考える。

#### 4. 指導要領にない事項

ポアソンの法則，エントロピー，2原子分子気体の比熱

#### 5. 生徒の様子

熱力学（統計力学）の部分であっても，考え方は力学のそれを多用しているため，スムーズな学習となった。定性実験ではあったが，意表をつく演示実験など楽しみながら学べたと思われる。比熱は単原子分子を中心に扱ったが，固体や液体のモル比熱という概念を導入し，気体との比較を行い理解を深めることができた。

ポアソンの法則の結果だけは入試問題でもよく取り上げられるが，証明は微分方程式を使うことになり，一般には高校で解説されない。しかし変数分離を用いて解いたところ，興味を持って数式を理解しようとしており，短時間ではあったが取り組んでよかったのではないだろうか。

#### 6. 評価

(1)～(3)の目標についてはほぼ達成された。

#### 7. 課題

内燃機関との関わりをもっと取り上げればよかったのではないか。

## 第2編 電流と磁気

### 第1章 磁界と電流

#### 1. 目標

(1) 電流の作る磁界について理解する。

(2) 電磁力，ローレンツ力について理解する。

#### 2. 配当時間 9時間

(1) 磁界，電流の作る磁界 4時間

(2) 電磁力，ローレンツ力，透磁率 5時間

実験：スピーカー製作

モーター製作

#### 3. 意図

電磁気の法則については身近な電気製品などに多く応用されているものがある。1年次で履修した「科学技術」を理論的に説明する場面もたくさんある。電磁気前半はいわゆる右ねじの法則やフレミングの左手則が中心で，定性的には中学で学んでいる。高校では定量的に扱うと同時に，SSHクラスは一段高度に解説を試みたい。すなわちビオ・サバールの法則とそこから導き出される各公式を生徒達に理解させたい。

電磁力はリニアモーターカーに代表されるように，動力としてよく利用されている。その原理を理解することは科学技術の理解に直結する。十分に理解させたいところである。ただしリニアモーターカーは演示実験にとどめ，授業ではスピーカーの製作や直流モーターの製作を生徒実験として取り組む。またローレンツ力は原子核物理や素粒子物理といった分野にも展開する基礎的な内容であるため，定着するよう指導したい。

#### 4. 指導要領にない事項

ビオ・サバールの法則

#### 5. 生徒の様子

磁気の基本事項は電気の場合とよく似ているため，最初はスムーズに進んだ。しかし透磁率や磁束密度，磁束といった概念の理解は十分かどうか見極めきれない。しかしこれらの物理量が活躍するのはむしろ次章の電磁誘導分野である。従って電磁誘導の指導の際に実験を重ねながらイメージを持ちつつ理解を図ることにする。

ビオ・サバールの法則を示した後にこれを用いて，直線電流の作る磁界，円形電流の作る中心における磁界，円形電流の作る離れた位置での磁界，ソレノイドコイルを流れる電流による磁界などを，微積分を用いながら公式を導いた。使った数学はこの時期にはすでに学習済みであったので，円滑に進んだ。生徒達も高度な内容のせいか，満足感があつたようである。

電磁力は中学から親しみがあつたため，定量的な説明に力を入れることにした。この力を微視的に解釈してローレンツ力を導入するところは大変おもしろい部分で，よく説明を聞き，電子の比電荷測定実験の演示の際も注目度は高く，理論の裏付けとして観察していた。

#### 6. 評価

(1)～(2)の目標についてはほぼ達成された。ビオ・サバールの法則による公式導出も理解が容易と考えられる。ただ，電磁誘導でよく用いる物理量については次章で概念理解を深めるとよい。



## 7. 課題

この部分での定量実験がなかなか開発できず残念である。

## 第2章 電磁誘導と電磁波

### 1. 目標

- (1) 電磁誘導について理解する。
- (2) 交流の発生原理と交流回路について理解する。
- (3) 電磁波について理解する。

### 2. 配当時間 10時間

- (1) 電磁誘導 5時間
- (2) 交流 4時間
- (3) 電磁波 1時間

実験：相互誘導実験と応用

### 3. 意図

レンツの法則とファラデーの電磁誘導の法則はとても重要であり、前章から送られた課題はこの部分で実験を重ねながら実感として理解させたい。

電磁誘導の法則をもとに交流発生メカニズムを学習するが、図や式だけではわかりにくい箇所であるため、モデルを用いて丁寧な説明を行う。モデルによる状況把握ができてから、式を用いた場合は理解しやすいのではないだろうか。50Hz や 60Hz という交流の周波数知識との結びつきや、家庭用電源の電圧表現と実効値や最大値の関係を知ったときの喜びは大きいと考える。抵抗やコンデンサー、コイルを接続した交流回路では、思い切って微分や積分を用いた式を書き表し、その方程式を解きながら電流と電圧の位相関係やリアクタンス、インピーダンスの導入を行いたい。位相や実効値については11月に探究実験を行い、確認させたいと考えている。

### 4. 指導要領にない事項

交流回路における微積分を用いた取り扱い

### 5. 生徒の様子

うず電流を初めとする諸実験では、電磁誘導の法則がよく理解できたようである。相互誘導の応用として取り組んだ実験では、応用の広さに感心したり、製品として結実したときの科学技術の力強さを悟ったりと大きい収穫であった。

交流に関する学習内容は、理論的に説明できるもののなかなか実験的に示すのは難しい部分である。従ってせめて理屈だけでもきちんと教えようと微積分を用いたところ、肯定的な意見は9割程度であった。

### 6. 評価

(1)～(3)の目標についてはほぼ達成された。交流回路の実験ではセンサーを用いた実験を行えば位相関係を示す実験が可能であることがわかった。また、交流回路における微積分を用いた取り扱いは有用であることがわかった。

### 7. 課題

来年度は時間をたっぷり取って、生徒実験をもっとたくさん行わせたい。

## 第3編 原子と原子核

### 第1章 波動性と粒子性

#### 1. 目標

- (1) X線の波動性と粒子性について理解する。
- (2) 光の粒子性について理解する。
- (3) 電子の波動性について理解する。

#### 2. 配当時間 8時間

- (1) X線 3時間
- (2) 光量子説 3時間
- (3) 物質波, 電子波 2時間

実験：光電効果

ビデオ：「電子波で見るミクロの世界」より

#### 3. 意図

19世紀から20世紀にかけての物理学の発展を扱う章である。X線の発見の経緯から波動性を表す現象と粒子性を表す現象を理解させる。ただしX線の粒子性は光量子説の学習後に扱う。またX線の波動性を利用した結晶構造解析の話も行う。

光が波だと考えると説明のつかない現象の発見から、粒子性の提唱に至る過程を指導する。具体的には、2年次に学習した波動についての基礎事項も復習しながら、生徒達を混沌とした状態に引き込み、光量子説がみごとに解決する点を理解させたい。その際、光電効果実験を行うと理解しやすいであろう。光量子説の後にコンプトン効果について解説を行う。

さらに次の混沌である電子の波動性は、かなり難解であるものの、視聴覚教材も用いながら繰り返し説明して理解を図りたい。

#### 4. 指導要領にない事項

プランクの量子仮説

#### 5. 生徒の様子

X線の発生の仕組みや波動性までは普通に授業を受けていた生徒も、光量子説のくだりになると困惑した表情が見られるようになった。当時の物理学者がそうであったように、現象を説明できない古典力学の限界を感じたようである。しかし光が粒子であることに難しいといった表情はあまり見られなかった。指導者としては少し肩すかしてあったが、教科書に書かれている内容程度は予習しているためであろうと思われる。

そして電子の波動性もこのまま深く考えずに知識を身につけるのはよくないと考え、誤解しそうな解釈をいくつか列挙した。するとどう考えてよいのか困った表情が現れだし、授業者の説明を求める雰囲気となった。そこで「電子波で見るミクロの世界」というビデオから約20分程度電子波に関する部分を見、粒子である電子が干渉性を表すことの意味を説明した。これくらいで完全理解できるものではないが、それまでの物理の常識（古典力学）が通用しないのが原子や電子の世界であることを感じ取ってくれたことは収穫だと考える。なおこれらの学習の後、生徒から「私は大学へ進学した後、どのようなテーマで研究するのがよいだろうか」という相談を受けた。先見性のあるテーマを選びたいという気持ちからであり、生徒の関心の高さを感じた瞬間であった。

#### 6. 評価

(1)～(3)の目標についてはほぼ達成された。ただ電子の波動性については本質の理解がどこまで得られたかは明らかにしにくいと思われる。

#### 7. 課題

量子力学の入り口である本章の理解は本当に難しいものである。その解決のためにも11月の講演会「量子力学と相対論の成り立ち」は大切な行事として実施したい。

## 第2章 原子の構造と原子核・素粒子

### 第1節 原子のモデルのみ

#### 1. 目標

- (1) 水素原子のスペクトルの波長について理解する。
- (2) ボーアの量子条件と振動数条件を理解する。
- (3) ボーアの水素原子モデルを理解する。

#### 2. 配当時間 4時間

- (1) バルマー系列, パッシェン系列, ライマン系列 1時間
- (2) ボーアの2つの仮説と水素原子モデル 3時間

#### 3. 意図

電子の波動性や光の粒子性をまとめ上げ、さらに原子から出される線スペクトルや吸収スペクトルを統合的に理解するのに欠かせないのがボーアの2つの仮説であるとして、本章を進めたい。ここまでの学習によって、「物質科学」における理解の基礎ができあがると考える。同時に物理学の発展の1つの方向として、よりミクロな世界の構造や法則の解明を求めるということも理解させたい。

原子核の周囲を電子がどのように存在しているかという問題について、生徒と若干の討論をしながら考えてみたい。教科書などでは紙の上に書かれているため、どうしても誤解が生じやすい。確率の波として存在していることを少しは感じられるように、講義の内容を検討したい。

#### 4. 指導要領にない事項

特になし

#### 5. 生徒の様子

バルマー系列などの波長の一般式発見の後に、光量子説や電子の波動性を学習し、そしてボーアの水素原子モデルによってバルマー系列などがうまく説明可能になる、という流れで授業を構成した。つまり年代に沿って授業を展開したところ、単元ごとに機械的に並べた順で学習するより劇的であり、学習者のワクワクした気持ちが持続されるように思われる。

ボーアの水素原子モデルも当然限界があるわけだが、生徒は敏感に察知し、電子雲について質問があった。従って電子の波が確率の波であり、観測者は波の収縮を観測して1点の電子を確認するという内容をなるべく平易な言葉で答えた。なかなかイメージが持てず、自信なげになってきたため、これらの考え方が提唱されたとき世界の物理学者できちんと理解できた人は少ないらしいから、安心するよう励ました。

#### 6. 評価

(1) ~ (3) の目標についてはほぼ達成された。原子核の周りの電子の姿については、誤解の姿を指摘できたものの、正しい姿を十分に理解させられたかは不明である。

第3編全体を通して、なるべく年代順に物理学の進歩や発展を扱う方が高校教育の場ではふさわしいことも明らかにできた。

#### 7. 課題

新教育課程においては、エネルギーバンドなどの考え方も教育内容として盛り込まれる。そのための教材開発が待たれる。

(文責 萬處展正)

## 第 部 学校設定科目「科学技術」

### < 授業内容詳細 >

#### 1 4月14日 オリエンテーション

1. 目標 科学・技術の科目のねらいをつかみ，授業への意欲と関心を持つ。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 年間の授業計画の概要を説明し，オリエンテーションとするとともに，現代の科学・技術の象徴である国際宇宙ステーションに関するビデオを視聴し，最新の科学・技術に関心を持たせる。
4. 指導要領にない事項 最新の科学・技術としての宇宙ステーション
5. 生徒の様子 年度当初でもあり，態度もよく，熱心にビデオを視聴し，授業計画の概要説明にも興味深げに聞いていた。
6. 評価 年間授業計画等のオリエンテーションをおこなえてよかった。
7. 課題 広くものづくりが社会を支えていることを示す適切な教材が必要。

#### 2 4月21日 ペットボトル顕微鏡

1. 目標 ペットボトルを利用したレーベンフック顕微鏡を自作して，ミクロの世界をのぞく
2. 配当時間 1時間
3. 意図 ペットボトルをリサイクルして，生徒に自作の顕微鏡を作らせ，身近なミクロの世界を体験させる。直径2mmのガラスビーズを利用して凸レンズとし，約70～100倍程度の倍率の顕微鏡を作らせる。試料としては，タマネギの細胞などを観察させる。自由に最初に与えた材料以外のものも利用して，いろいろな手作り顕微鏡を作製させる。
4. 指導要領にない事項 物理 Bに顕微鏡の原理は取り上げられているが，ガラスビーズ1個を利用したものではない。
5. 生徒の様子 科学・技術としてのものづくりの最初の時間なので，生徒たちは最初はどの程度自分たちの創意工夫が許されるのか少し心配しているようにも見受けられた。すなわち，ペットボトルの加工ひとつをとっても，顕微鏡本来の性能とは関係ない部分までどの程度正確に切らなければならないのかを神経質なくらい気にしている生徒もいた。
6. 評価 最初の工作としては身近な材料で適切かと思われる。
7. 課題 タマネギ以外の試料も観察できるとよい。

#### 3 5月12日 ペットボトルロケット

1. 目標 ペットボトルを再利用し，水ロケットを製作する  
断熱変化を体感的に理解する
2. 配当時間 1時間
3. 意図 水ロケットを製作するだけでなく，関連する断熱変化を体感させようとした。
4. 指導要領にない事項 物理 B，地学 Bには断熱変化は触れられている。
5. 生徒の様子 断熱変化の実験は生徒も参加して楽しくやれた。
6. 評価 断熱圧縮，断熱膨張の実験は今回のテーマとあわせて実施して「体感の物理学」の一環として効果的と受け止めた。
7. 課題 演示実験として体感できる人数が数名と少ないのが難点である。もっと多人数で体感できるよう工夫することが課題である。

#### 4 5月19日 燃料電池

1. 目標 燃料電池に関し，基礎的な実験を行い，その原理を理解する。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 今，社会的にも注目を集めている燃料電池について，フィルムケース程度の大きさで基礎的な原理を調べる実験を行い，電気分解と発電という燃料電池の原理を理解する。
4. 指導要領にない事項 物理 の電池の種類には取り上げられている。

5. 生徒の様子 簡単な装置で電気分解と発電が体感できて感動していたように見受けられた。うまく発電すると、フィルムケースをいくつか直列や並列に接続して実験していた。
6. 評価 簡便に、また多くの種類の液体にて実験が成功するという点でよい実験と思われる。
7. 課題 中学校でイオンを履修しないで入学してくる生徒たちにとっては理論的な背景を理解するのは困難かと思われる。化学科との連携をはかって行えばさらに効果的である。

## 5 6月2日 ペットボトルロケット

1. 目標 前回製作した水ロケットを打ち上げて、飛行に関係する物理量を調べる。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 前回製作した水ロケットを完成させて班ごとに打ち上げることにより、斜方投射の到達距離に関する物理量を気づかせる。
4. 指導要領にない事項
5. 生徒の様子 製作した水ロケットは取り扱いに案外不慣れなもので、時間がかかっていた。
6. 評価 距離は30メートル程度と今ひとつだったが安全には注意して実施できていたかと思う。
7. 課題 斜方投射の理論的な部分が説明できていないので、最大水平到達距離となる仰角や空気抵抗の話等をしてやる必要があるだろう。

## 6 6月9日 三態変化 低温の科学

1. 目標 液体窒素により得られる極低温の世界のさまざまな現象を理解する
2. 配当時間 1時間
3. 意図 気体の温度による体積変化、状態変化、液体酸素の生成、液体空気の生成、ドライアイスの生成、温度によるLEDの色変化
4. 指導要領にない事項 ドライアイスの生成等一部指導要領にある以外はほとんどがのっていない事項である。
5. 生徒の様子 指導要領にない事項がほとんどと思われるにもかかわらず意外と液体窒素を使った実験はポピュラーなようで見たことのある生徒が居るようだった。しかし、何度見ても飽きないのがこの実験のようで一種怖いもの見たさにも感じられた。
6. 評価 ものづくりからは少し離れるが、科学的な興味・関心という点ではこの実験は定番と思われる。
7. 課題 温度変化の理論に関してもう少し深められるとよいと思う。

## 7 6月16日 三態変化 ペットボトル再生繊維

1. 目標 ペットボトルを細かく切り、「綿菓子づくり実験器」を用いて、ペット繊維を作る実験を行い、環境問題への意識を高める。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 この実験を通して、フリース等の再生衣料品の原料を理解し、環境問題への意識を高める機会としてほしい。
4. 指導要領にない事項 三態変化は学習指導要領には取り上げられている。
5. 生徒の様子 演示実験であったが、興味のある生徒は自ら繊維を作るように実験に参加し、また、できたペット繊維を各自レポートに貼り付けていた。
6. 評価 ペットボトルのリサイクルや環境問題に関して関心を深めるよい機会となったようだ。
7. 課題 ペットボトル以外の資源ゴミのリサイクルにまで関心が広がるとよいのだが、現状はペットボトルほどの関心は高くないようだ。

## 8 6月23日 三態変化 綿菓子づくり実験

1. 目標 物質の三態変化のうち、固体から、液体への変化を綿菓子を題材として学ぶ。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 サイエンスE ネットで子どもたちのための科学実験教室用に開発された実験教材のうち、「大量に綿菓子を作ることができる綿菓子作り実験器」を利用して、物質の三態変化のうち、固体を熱すると液体になることを確認させる。
4. 指導要領にない事項 三態変化はあるが、この実験そのものはない。
5. 生徒の様子 今回は、ほぼ全員が綿菓子づくりを楽しんだ。ただし、あまり甘いものは好きでないのか、ま

たは食べ慣れないのか昨年度より口にする人数は少なかった。

6. 評価 ものづくりからは少し離れるが、科学的な興味・関心という点ではこの実験は定番と思われる。
7. 課題 完全に演示実験になってしまっている。今後生徒実験も検討すべきである。

## 9 6月30日 色と光

1. 目標 色と光に関する工作により、その性質を理解する。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 楽しみながら芸術的な雰囲気ですと色と光の性質(混色)を理解する。
4. 指導要領にない事項 すべて指導要領に含まれる
5. 生徒の様子 簡単な工作で科学と芸術が融合したような作品ができるので、各自工夫していた。
6. 評価 簡便に色と光の性質が体験できる。
7. 課題 定量的な課題設定が必要かもしれない。

## 10 9月15日 ペットボトル型箔検電器

1. 目標 静電気学習の基本として箔検電器を製作し、静電気実験を行う。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 箔検電器づくりを通してものづくりに必要な創意・工夫を大いにのばしてもらおうとした。
4. 指導要領にない事項 すべて指導要領に含まれる。
5. 生徒の様子 コンテスト出展を目指して創意・工夫する生徒もいて、活気があったと思われる。
6. 評価 身近な材料を使ったものづくりは創意・工夫を引き出す助けになりうると思われる。
7. 課題 生徒は様々な実験をしようとするが、工作するだけで時間が足りなくなってしまった。

## 11 9月22日 電気パンの実験

1. 目標 家庭用の電源の種類とその理論的背景を学び、その後、電気でパンを焼く
2. 配当時間 1時間
3. 意図 家庭の電源の性質とそのエネルギーの利用について考えさせたい。
4. 指導要領にない事項 この実験そのものは指導要領にはない
5. 生徒の様子 本当にこれだけの実験装置でパンが焼けるのという顔をしていた生徒もいざクッキーの焼けるような香ばしい香りがし始めると驚いていた。
6. 評価 電気エネルギーの利用の一例として貴重な実験と思われる。(生徒へのインパクトは強い)
7. 課題 安全面と衛生面の配慮

## 12 9月29日 簡易分光器の製作

1. 目標 分光シートを利用した簡易分光器を作成することにより、一般電球と省エネ電球の違いを観察によって認識する。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 省エネ電球の放射する光が連続スペクトルではなく、目に特徴的な3波長であることに気づかせる。
4. 指導要領にない事項 光のスペクトル等物理 にある実験である。
5. 生徒の様子 光は身近な教材であり、興味を持って製作していた。省エネ電球の光のスペクトルに関しては意外なようであった。
6. 評価 簡単に作成でき、芸術的でもあるので、生徒にはお土産として喜ばれる教材である。
7. 課題 光の回折や干渉等の性質を結びつけて解説するには少し時間不足であった。  
他のテーマとまとめて光のシリーズで扱ってもよかったかと思う。

## 13 10月13日 多目的分光放射計

1. 目標 多目的分光放射計による測定方法を理解する
2. 配当時間 1時間
3. 意図 今後の地球温暖化実験に備えて多目的分光放射計により各種光源を測定し、その放射スペクトルの差異を比較する。
4. 指導要領にない事項 地学 Bに太陽放射のスペクトル等はあるが分光放射計はふれられていない。

5. 生徒の様子 教科書に載っているのですが、理解しやすかったのではないかな。
6. 評価 理論と測定を分けて実施する事にしたのが正解と思う。
7. 課題 特になし。

#### 14 11月10日 多目的分光放射計

1. 目標 多目的分光放射計による測定方法を実施する
2. 配当時間 1時間
3. 意図 今後の地球温暖化実験に備えて多目的分光放射計により各種光源を測定し、その放射スペクトルの差異を比較する。
4. 指導要領にない事項 地学 Bに太陽放射のスペクトル等はあるが分光放射計はふれられていない。
5. 生徒の様子 平成15年度に続いて、2班体勢で分かれて測定することにした。
6. 評価 理論と測定を分けて実施する事にしたのが正解と思う。
7. 課題 特になし。

#### 15 11月17日 サボニウス型風力発電機

1. 目標 風力などの自然エネルギーに関心を持つと共に、様々な風力発電の方法について理解する。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 風力発電のみならず、広く自然エネルギー、地球環境問題に関心を持ってほしい。
4. 指導要領にない事項 風力発電の様々な方式についてはふれられていない。
5. 生徒の様子 通常目にするプロペラ型と異なりサボニウス型風力発電機は生徒達には珍しいもののようであった。
6. 評価 自分たちで発電機を組み立て、自然エネルギーに触れたという点で評価できる。
7. 課題 様々な風力発電機のモデルがやはり必要かと思われる。演示実験での比較をすると説得力あると思われる。

#### 16 11月24日 サボニウス型風力発電機

1. 目標 実際に風力発電を行い、エネルギーの大切さを学ぶ。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 サボニウス型風力発電機が低速域で本領を発揮し、また、全方向からの風に対して容易に対応出来ることを理解させる。
4. 指導要領にない事項 サボニウス型風力発電機については触れられていない。
5. 生徒の様子 ごみバケツと自転車の車輪などを使って組み立てたので身近に感じていたようだ。発電機の電氣的性能の測定には風が気まぐれで手こずっていたようだ。
6. 評価 風速と発電電圧、電流の関係から安定な発電が大変だと気づいていたようだ。
7. 課題 1クラスで2台しか用意できず、1台に20人が群がって工作しているのは安全上も、教育効果からももう少し少人数で製作させたいものである。

#### 17 12月1日 気体検知管

1. 目標 家電製品から排出されるガスについて学び、同時に環境問題へのアプローチとする。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 実験室内と屋外の空気中の二酸化炭素や酸素濃度などを気体検知管を使って実際に測定すること。
4. 指導要領にない事項 すでに指導要領に含まれ、小・中学校で使用経験のある生徒もいる。
5. 生徒の様子 屋外の空気と実験室内の空気についての検知管が数種類あったのでグループごとに注意して測定していた。
6. 評価 実際にこの実験を体験したことのある生徒は思っていたよりも少なかった。学習指導要領内ではあるが、化学領域の基礎を体験する意味でもこの実験を実施してよかったと思っている。
7. 課題 特になし。

#### 18 12月15日 エネルギーと地球環境問題

1. 目標 エネルギーと地球環境問題全般に関して広く関心を持つ。

2. 配当時間 1時間
3. 意図 酸性雨を初めとする様々な地球環境問題に関心を持ってもらうことを意図した。
4. 指導要領にない事項 指導要領に地球環境問題は取りあげられている。
5. 生徒の様子 ある程度中学校までで聞いてきているようで、特段普段と変わらない。
6. 評価 次回に大学の先生の特別講義を受けるので、一定の予備知識ということで評価している。
7. 課題 チェックテスト等でレベルの確認が必要かも知れない。

#### 19 1月12日 エネルギーと地球環境問題

1. 目標 エネルギーと地球環境問題に関して学ぶ
2. 配当時間 1時間
3. 意図 広域的な環境問題である酸性雨について大学の研究者から直接に最近の研究内容や研究方法についても講義を受けて、関心を深めてもらうことを意図した。
4. 指導要領にない事項 酸性雨については含まれている。
5. 生徒の様子 今年度としては初めて大学の研究者の先生を外部講師としてお迎えして、生徒も普段より静かに熱心に授業を受けているように思われた。
6. 評価 地球環境問題、酸性雨に関してPower Pointを使用してわかりやすく講義していただけたものと思う。京都大学の桂キャンパスや研究の進め方に関しても言及されたことは生徒にとり大いに参考になったと思う。
7. 課題 イオン等の化学分野に関する予備知識を生徒がある程度備えておくことが望ましい。

#### 20 1月19日 ライフサイクルアセスメント

1. 目標 製品の生産から廃棄までのライフサイクルにわたる環境負荷の評価に関心をもつ。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 ライフサイクルアセスメントという考え方を理解する。
4. 指導要領にない事項 理科としては触れられていない。
5. 生徒の様子 冷蔵庫や自動車の例などを見ながらライフサイクルアセスメントという言葉について少しずつ関心を持っているようだった。
6. 評価 やはり講義だけではわかりにくく、実際には演習が必要と思った。
7. 課題 生徒への意識付けに工夫が必要。

#### 21 2月2日 ライフサイクルアセスメント

1. 目標 ペットボトルやアルミ缶などの環境負荷の計算演習を行うことにより、ライフサイクルアセスメントへの理解を深める。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 身近な製品のライフサイクルアセスメントを行い、リサイクルについて考える。
4. 指導要領にない事項 環境負荷の計算
5. 生徒の様子 電卓を1人1台使用しながらも、細かい数値の取り扱いがあつたりして、結構大変そうであった。しかし、感想文などによれば生徒はライフサイクルアセスメントの趣旨を理解し、これを機会に環境問題に関心を深めたという声もあった。
6. 評価 5グループに分かれての計算は密度が濃く、演習の実が上がったと評価される。
7. 課題 計算方法(有効数字)の指示等の工夫が必要かと思われる。まとめの時間が十分とれず、報告、感想文が課題となってしまった。

#### 22 2月9日 鉱石ラジオ

1. 目標 電子回路学習の発展として鉱石ラジオの製作を行う。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 電気・電子系統のものづくりとしてキットではあるが、鉱石ラジオ作りで創意・工夫を刺激したい。
4. 指導要領にない事項 物理 に鉱石ラジオは取りあげられている。
5. 生徒の様子 組み立てやコイル巻きが済んだという段階で全体の約半分程度の進捗状況である。注意深さと大胆さが交錯しているようである。



6. 評価 2時間配当の1時間しかまだ終わっていないので何とも評価できない。
7. 課題 キットという中で創意・工夫をどう引き出すかが今後の課題である。

### 23 2月17日 鉱石ラジオ

1. 目標 電子回路学習の発展として鉱石ラジオの製作を行う。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 電気・電子系統のものづくりとしてキットではあるが、鉱石ラジオ作りで創意・工夫を刺激したい。
4. 指導要領にない事項 物理 に鉱石ラジオは取りあげられている。
5. 生徒の様子 前回コイルまではほとんどの生徒が巻いていたので、今回は内部の回路の組み立てとハンダ付けである。ハンダ付けで多少てこづっている生徒がいたがほとんどの生徒が自力で完成できた。
6. 評価 完成して実際にラジオ放送が受信出来たときの達成感や喜びは他の作品とはまた違った物があるようだ。
7. 課題 ハンダ付けの要領についてはもう少し工夫や細かい指導が必要かも知れない。

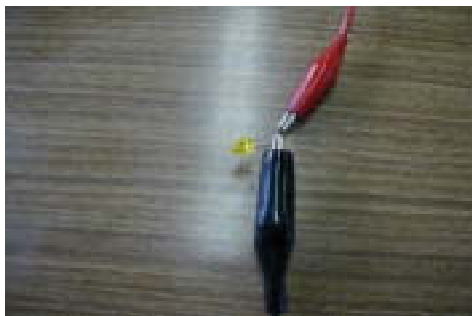
### 24 2月23日 最新ヒューマノイドロボット"morph3"解剖教習講座

1. 目標 最新のヒューマノイドロボットに触れてそのしくみや開発のコンセプトを聞き、ロボット工学への学習の動機付けとする。
2. 配当時間 1時間
3. 意図 最先端のロボット工学の成果の実物である"morph3"に実際にふれて強いインパクトを生徒達に受けてほしかった。
4. 指導要領にない事項 今回は指導要領にはない
5. 生徒の様子 最初は一体 3000万円と聞いて恐る恐る触っていた生徒達も講師の先生の熱意あるご指導により、後半からは積極的にドライバーを持って解体に参加したり、質問したりと大いに授業を楽しんでいたようである。
6. 評価 生徒の評価も高く動機付けとしてはとてもよかったのではないかは思う。
7. 課題 興味・関心の持続の方策が今後の課題である。

### 25 3月2日 サボニウス型風力発電機 (本報告書作成時点では未実施)

1. 目標
2. 配当時間 1時間
3. 意図
4. 指導要領にない事項 サボニウス型風力発電機については触れられていない。
5. 生徒の様子
6. 評価
7. 課題

以下に一部の授業の様子を示す写真を掲載する。



LEDを冷却する



燃料電池の実験



ペットボトルロケットの組み立て



マイスナー効果の実験



色と光



電気パンの実験



エネルギーと地球環境問題



ライフサイクルアセスメント

< 見学 >

第 8 回 びわこクルーズソーラーボート大会（先端技術部門）

1. 目的 ソーラーボートレース大会を見学することにより、ものづくりの成果や地球環境について考えさせる。
2. 意図・目標 GPS 制御などのハイテクを使用したソーラーボート大会を見学することにより、先端科学技術が社会にどのように貢献しているか、そのあり方を考えられる。

- (1) 特定の科学技術の実用化について考察できる
- (2) 科学技術の社会に及ぼす影響について考察できる

3. 概要

- (1) 期日 2004 年 8 月 21 日（土）
- (2) 場所 滋賀県マキノ町サニービーチ
- (3) その他 生徒 1 名見学

4. 評価 生徒のレポートを読む限りでは目標は達成されていると考えられる。

5. 課題 今年度は見学のみという条件であった。来年度以降の参加体制が課題である。

以下に見学生徒のレポートより感想を少し長くなるがそのまま引用する。

感想

コースが 20km もあると聞いてとても驚きました。それも、一番速いチームでは 2 時間強というタイムでゴールしているのです。帰りに 2 回ほど修理をしていたので、実際に走っていたのは 1 時間 30 分ぐらいのタイムだとも聞きました。でも、時速約 13km という、人が走るぐらいの速度ですが、GPS を使って自律操縦しているのを思うと驚きの速さです。

やはり一番難しいのは、プログラムだそうです。プログラムをひとつ間違えるだけで、まったく違う方向へ行ってしまいます。今回の大会でも、A 地点で動かしたとたんに、180° 反対向いて走りだしたり、くるくるその場で回りだしたりしたボートがありました。しかし、ボートがこのような変な動きをするのは、プログラムの失敗だけではなく、書き込んだ座標が間違っていることがあるのです。プログラムに A、B、C の地点の座標を書き込んで、ボートはそれを頼りに動くのですが、地図上の座標と GPS から送られてくる実際の座標がずれているかもしれないのです。プログラムが正確でも、なかなか実際に動かすととなると、それだけでは駄目なのだとこのことを知りました。それが、理論と総合的なものが問われるものづくりの決定的な違いだと感じました。

参加チーム一覧というものを会場でもらったのですが、それにソーラーパネルの面積と出力が書いてありました。今回の大会では、'パネルの大きさは 2 m<sup>2</sup>以下' と、定められていました。そのため、どのチームも 2 m<sup>2</sup>弱の大きさでほとんど変わりがなかったですが、

出力を見ると、20W、269.4W、100W ... と、ばらつきがありました。不思議に思い聞いてみると、出力の違いは、1、どのような条件下で測定したか、2、ソーラーパネルの種類、によって生じると分かりました。おまけに、実際の大会では、天候に左右されやすく、曇ってくると、晴れのときの 1/20 にまでなってしまうほどです。ソーラーパネルの種類は、出力の大きい順に、単結晶シリコン型、多結晶シリコン型、アモルファスシリコン型



先端技術部門会場（マキノ町）

などがあります。確かに、269.4W の東京大学のチームは単結晶シリコン型を使っていました。でも、性能が高いとやはり値が張って、2 m<sup>2</sup>で 40 万円はしたそうです。

ソーラーパネルの高さもあって、ボートを作るのには、結局 200 万弱はかかるようです。こんなことを聞くと、実用化にはまだまだ時間がかかりそうだ、という印象を受けました。

今回の大会に出ているボートは、胴が 2 つで長方形の形をしているものや、モーターのついた胴が 1 つとバランスをとるための胴が両脇についた三胴船、ロケットみたいな形をした船など、様々なものがありました。しかし、どのボートにも共通していたのが、小さなスクリューでした。大きいほうが速く進みそうなのに、と思ったのですが、船体もモーターもそんなに大きくもないし、水の抵抗を大きくして進むよりも、回転を速くして、その勢いで進むほうが、効率がいいそうです。止まっていると、見た目は細くてかわいらしいスクリューなので、意外でした。

マキノは遠くて行くのが大変でしたが、実際の大会を見たり、参加チームの人の話を聞いたり、貴重な体験ができたと思います。

2004/8/22

#### <見学> 第 8 回 びわこクルーレスソーラーボートレース大会 (普及部門)

1. 目的 ソーラーボートレース大会を見学することにより、ものづくりの成果や地球環境について考えさせる。

2. 意図・目標 単に具体物としての優れたソーラーボートを製作するのみならず、広く社会における科学技術のあり方を考えられる生徒を育てられたらと考えている。

#### 3. 概要

(1) 期日 2004 年 8 月 7 日 (土)

(2) 場所 滋賀大学教育学部附属中学校プール

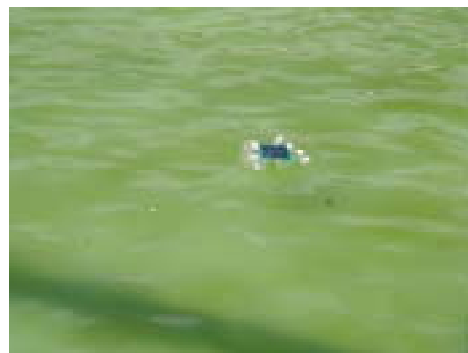
(3) その他 生徒 2 名見学

4. 評価 ソーラーパネルの面積ごとにクラスを分けてレースをしていた。またペットボトルを利用したソーラーボート等、ソーラーボートに親しみを持たせるための工夫がなされていた。さらに審判団の講評でもソーラーボートの性能を水泳の世界記録と比較したり、たまたま当日の曇天の日射量と発電量の関係に言及するなど、中学生にも親しみやすいように最新の科学技術を考えさせていた。

5. 課題 参加するにはそれなりの事前準備と研究が必要。ソーラーパネルやスクリューなど総合的な工作力が必要という感想を持った。



普及部門会場 (大津市)



(文責 松森弘治)

## 第 部 日英サイエンスワークショップのアンケート記録

日英サイエンスワークショップの終了後、参加者に対して英国側が用意したアンケートを実施した。ここでは本校生の回答、および英国側の参加者の回答を掲載する。日本語と英文の双方が表記されたものが本校生との回答である。英文のみで表記されたものが英国側の回答である。また、本校生徒の回答内容の英文も生徒自身によるものである。

2年女子 1

2年女子 2

2年女子 3

1年男子 1

1年男子 2

1.1	very valuable	very valuable	very valuable	very valuable	very valuable
1.2	quite interesting/enjoyable	very interesting/enjoyable	quite interesting/enjoyable	very interesting/enjoyable	quite interesting/enjoyable
1.3					
1.3a	日本語 自分の時計遺伝子を見ることができて感動した。英語でヒトゲノム計画についてディスカッションしたのは難しかったけど価値があることだと思う。	遺伝子タイプと行動は必ず一致しない。それどころか、全く異なることもある。と、いうことがおもしろかった。そして、遺伝子と行動の間に関係があるか、ということ进行调查するには、大変な調査が必要だということがわかった。	授業で体験できないレベルの高い実験でしたが、とても楽しくでき、遺伝子についてよりいっそう興味もてました。イギリスの生徒が討論で私が知らないようなことを例に出して話してくれたのでとても勉強になりました。	朝方の生活をしていても、遺伝子は夜型と分かった。このように、科学はひとつのものをいろいろな視点から眺めることが必要とわかった。科学にはいつも社会的な問題も付きまとうことが分かった。	遺伝子によって昼型の人間か夜型の人間かがわかったこと。
1.3a	英語 It was impressive that I looked at my own Clock Gene.And I think it was so hard but valuable that we discussed the human genome project in English.	People's genotypes don't accord with their behaviour always. Sometime, they are very different. This is very interesting for me. And, I realized to research the relation between gene and behaviours is difficult.	It is difficult for me to experiment this because I haven't study, but I enjoyed. I had interest in it.English students told us examination that I didn't know. So I learned it in discussion.	I found out that my genes are actually Night-Type although my lifestyle is Morning-Type. So I think we need to see a thing from various view-point in science.I come to know that "Science Is Always Social Problem".	We could find morning type or evening type from DNA.
1.3b	日本語 イギリス人と考えを伝え合いながら、作りあげられたことは価値があったし、楽しかった。	電気泳動の時間を自分たちでいろいろ試したかった。あと、マイクロピペットを使う練習もしたかった。	どんな薬品を使ったのかをくわしく知りたいです。		日本語の説明を増やしてほしい。
1.3b	英語 It was enjoyable and valuable that we created a spaghetti bridge as we communcated with British students.	I wish we could try to do electrophoresis in different time. And, I think we needed time to practice to using micropipette.	I wanted to know what chemical we used.	Nothing.	I want more Japanese explanation.
2.1	quite valuable		very valuable		
2.2	very interesting/enjoyable		very interesting/enjoyable		
2.3					
2.3a	日本語		日本語に訳してもらえず始めはとまどっていましたが、実験に参加するにつれて理解することができました。みんなで一つの事を考えて作り上げることはすばらしいことだと思います。		

2.3a	英語			I was very surprised at this class because the teacher told us only in English. But the more I joined the experiment, the more I understood it. I thought it is nice to consider and make each other in the group.		
2.3b	日本語			縦につないだスパゲッティー橋と横につないだスパゲッティー橋ではどちらが強いのかを知りたかったです。		
2.3b	英語			I wanted to know which is stronger lengthways bridge of two spaghetti or side one.		
3.1		quite valueable			no opinion	very valueable
3.2		very interesting/enjoyable			very interesting/enjoyable	very interesting/enjoyable
3.3						
3.3a	日本語		なにをウェブページにのせるか、どのようにデザインするかということを考えるのが楽しかった。		客をどうやってひきつけるかが難しかった。	文字や絵のプログラムの方法がわかったこと。
3.3a	英語		I enjoyed thinking what subject, how design about Web Page.		How we attract our guests was most difficult.	I knew how to program words and pictures.
3.3b	日本語		もっと時間がほしい!! 私の場合、時計遺伝子のプレゼンテーションの準備をしないとけなかつたので、ウェブページを完成させられなかつた。私は完成させたかつた。			
3.3b	英語		We needed more time! In my case, we couldn't complete our Web Page because we had to prepare for our presentation of clock gene. I wanted to complete it.		Nothing.	
4.1		quite valueable	very valueable	quite valueable	quite valueable	no opinion
4.2		quite interesting/enjoyable	very interesting/enjoyable	no opinion	quite interesting/enjoyable	rather difficult/dull
4.3						

4.3a	日本語	英語で数学の授業を教わるのは初めてで、理解するのが少し大変だったけれど、価値あることだったし、とてもおもしろかったと思います。	イギリスの男子の1人に驚いた。彼は、先生が説明している間に自力で解いてしまったから。あの問題の話題は有名なことだったので、知ってる人が何人かいるだろうと思っていたが、彼は全部自分でやってしまった。	数学の無限についての考え方が少しわかりました。	雲の動きのように難しく複雑な変化も解析を使えば解けていくのだろうかと思った。	ルートの計算の仕方がわかったこと。
4.3a	英語	I had never been taught mathematics in English, so it was a little hard work for me to understand. But I think it was so valuable and exciting!!	I was surprised at one of English boy. He solved the quiz of Mathematics while the teacher was explaining about it. I the subject of quiz is too famous, so some students would know about it. But he did it by himself.	I understood infinity of math a little.	We may understand difficult and complicated changes like moving of cloud by using analysis. I thought.	I knew how to calculate a route.
4.3b	日本語		生徒が挑戦する問題を選べたらもっとよかった。でも私はあれでかなりよかったと思う。	もう少し身近な数学の話題が聞きたかったです。	数学のように普段使い慣れないことを英語で速く言われたので、何をすればいいのか分からない時間があった。	内容が難しすぎた。
4.3b	英語		I think, it would be better if we could choose the quiz to solve. But, I think that was quiet good.	I wanted to hear math surrounded us.	I am not used to study mathematics in English, so his rapid English have not made me know what to do.	It was too difficult for me.
5.1	日本語	学校でやることと、今回行われたこと大きく違っていたと思います。スパゲティーブリッジを作ったりは学校でほとんどやらないことです。これはきっと役に立つと思います。	とても違っていた。そして、楽しくていい経験だった。	とてもレベルが高かったです。でも、私は理科が好きなので学校ではできない体験ができてうれしいです。	学校で習っていることがこんな風に役立っているというのが分かり励みになった。	普段と違う授業はとても役に立った。
5.1	英語	I think it was quite different from our school work. For example, we create few things like spaghetti bridge at school. But it will surely be useful in the future!	That was very different from usual. And, that was fan, and good experience.	Yes. This work shop is very difficult, but I like science so much that I'm happy to make experiences we can't do in the school.	To know how things I study in school serve has been stimulating.	It was different from usual school. It was useful.
5.2	日本語	科学は、国際理解に役立つものだと思った。	実験の中には、PCRのようなやったことあることもあったけど、それが実際の実験でどのように利用されているかわかった。	生物学の興味を持ちました。イギリス人の考え方と日本人の考え方で違いが見られとても勉強になりました。外国人の人と実験がもってしてみた		科学に興味を持つようになった。



5.2	英語	I found that science is useful to international understanding.	Yes. I have done some part of the experiments, like PCR, but now, I realized how to use in the real experiments.	I had interest in biology. There were differences of opinion between English students and Japanese. I learned a lot to hear the opinions. I want to experiment with student of foreigner.	Yes.	I became to be interested in science.
6.1		very rewarding	very rewarding	very rewarding	very rewarding	very rewarding
6.2		rather hard work	rather hard work	no opinion	no opinion	rather hard work
6.3						
6.3a	日本語	イギリス人と一緒に生活したこと、たくさんの友達ができただことが一番楽しかった。	イギリスの生徒と一緒にプレゼンをまとめたり、人前で英語でプレゼンしたことは、すばらしく価値がある経験でした。	17才という今だから学べたことがたくさんありました。	会話ができたことじたいが価値があり、楽しかった。UKと日本の生活様式の違いを知った。	ネイティブの英語が聞けた。
6.3a	英語	It was the most enjoyable that we lived with British students and that I made a lot of British or Japanese friends.	It was great valuable experience to make presentation with English students, and to do presentation in public in English.	I learned a lot of things I can't learn another time.	To talk with UK students in itself was valuable and fun. I found differences of lifestyles between UK and Japan. I met again overseas student from KOSEN Univ. Once I had seen him in Kyoto Univ. of education.	I was able to hear native English.
6.3b	日本語	初めの日、英語で会話するのがとても難しかったです。	ハイ!イギリス人とは話したことがなかったので、これは貴重でした。	授業での英語を理解することがとても難しかったですがとてもいい経験になりました。	英国の生徒たちは思ったより日本のお寺等に感動していませんでした。	英語が難しかったです。
6.3b	英語	It was so difficult that I talked with British students in English in the first day.	YES! I have never talked English people, so that was precious.	It was difficult for me to understand English in the class. But it is nice experiences.	UK-students were impressed less with Japanese traditions than I expected.	It was difficult for me to communicate in English.
6.3c	日本語	はい。	はい。お互いにコミュニケーションをとることがいかに大切に気がきました。	イギリスの生徒と交流ができたことです。	はい、確かに。	新しい経験でした。
6.3c	英語	Yes, it was.	Yes. I realized how important to communicate each other.	Yes, I'm very happy to communicate with English students.	Yes, certainly.	Yes, it was.
6.3d	日本語	お互いに(外国人とも)意思を伝え合うことは大切だとあらためて思いました。新たにできた友人との関係を長く継続したいと思います。	参加した生徒が2つの違う国の架け橋となること。	10年後にまた集まって実験がしたいです。	忍耐力が培われた。より積極的になった。(後半の質問に対して)はい、すでに電子メールを交換しています。	どんな人とでも友だちになれるとわかった。そう思う。

6.3d	英語	I found it so important to communicate with each other, again.I hope to maintain contact with the new friends.	Students that attend the Workshop would be a bridge between two different country.	Yes, I want to get together ten years later and experiment science again	My perseverance has grown up. I became be able to communicate more activity.(For latter question) Yes, we have already been exchanging e-mails.	I knew it is possible to become friends with anyone. Yes, I do.
6.3e	日本語	スパゲティーブリッジやウェブページ作成などの制作実験があつてほしいです。		ネットなどで今後どのような活動をしているのかを知りたいです。	今回のワークショップは、シャント先生の授業やHP作りのように、やらせでなく互いに自由な意見交換できる機会が多かった。このようなワークショップをぜひ続けてほしい。	スケジュールに余裕をもたせる。
6.3e	英語	I hope there would be some experiments of creating, such as spaghetti bridge and Web Page Construction in the Workshop.		I want to know what they do in work shop in internet and I'll think it in the future.インター	This workshop have had many chances which students can freely exchange their opinions, like Dr. Schanze's classes and Website making. So I hope	Making more free time.
7.1		good	no opinion	good	good	excellent
7.1	comment 日本語	外国の人と一緒に探訪すると、京都の印象が全然違った感じになりました。	でも、私、金閣寺にも竜安寺にも行った事なかったんで。清水はいかないほうがよかった。金閣から遠すぎた。	もう少し時間が欲しかったです。	私たちが訪れたところはずべて私が行ったことがあるところばかりだったが、イギリスの高校生は楽しんでくれた。それで私の評価は"良い"とした。ただ、私は疲れた。	時間をもっとほしい。
7.1	comment 英語	The visit Exploring Kyoto with British students changes my impression.	But I've never been to Kinkakuji and Ryoanji. I like Ryoanji. I think we shouldn't go to Kiyomizu-temple. It was too far from Kinkakuji.	I wanted to have more time to see.	I have been to everywhere we visited, but I think that was "good" because UK-students seem to have enjoyed. I got tired very	I want more time.
7.2		excellent	excellent	good	good	excellent
7.3	日本語	はい。	はい。「忘れられない経験になるよ。いっしょにいかない？」	理科のことだけでなく、イギリスの人と(外国人)交流ができるからです。		
7.3	英語	Yes, I would.	YES, "It would be unforgettable experience for you. Why don't you join us?"	Yes, because I learned not only science but also communication with English people.	Strongly YES.	

7.4 日本語	イギリス人とたくさん話せたこと！！	時計遺伝子についてのプレゼンテーション。内容もおもしろかったし、いい経験になりました。	英語ができないと何も始まらないと実感しました。	UKの子たちと生活をしたこと、とくにみんなでUNOをしたこと。
7.4 英語	To talk a lot with British students.	Presentation on Clock Genes in English. Subject is very interesting, and it was good experience for me.	I thought I should study English more and more.	Living with UK students is. Especially playing UNO is.
8 日本語	このような機会を準備してくださってありがとうございました。参加してとても楽しかったし、学校では学べない、たくさんの方が学べたと思います。サイエンス・ワークショップの試みをぜひ続けてほしいと思っています。	日英高校生ワークショップin京都2004に参加した皆様のおかげでいろいろなことができました。いつかすごい科学者になって見せますから！	このワークショップに参加できたことをとてもうれしく思います。また参加したいです。	男子は日英4人9つと少なかったけど、それでかえって日本人で固まらなくてよかった。これからもこの友達でい続けたい。すでに電子メールを交換している。英語が難しかったけど、どんどん話しかけていけばいいし、僕はそれ代わりと得意だということが分かった。
8 英語	Thank you very much for preparing this Science Workshop!!! I had a very good time and I think I learned many things which wouldn't learn in school. I hope to continue UK-Japan Young Scientist Workshop.	Thanks for everyone who joined UK-Japan Young Scientist Workshop in Kyoto 2004, I could experience many things. I'm going to be a great scientist one day!	Thank you very much for planning this project. I had a good time. I want to join again.	Numbers of boys (UK:4 JP:4) was small, but thanks of that, we could not gather with only Japanese students. So that was nice. I want to remain a friend of UK students. We already are exchanging e-mails. Communication in English is so difficult, but I found speaking activity is the shortcut to know each other. And I could do it! I think...

## UK-Japan Young Scientist Workshop Kyoto, 22-27 August 2004

### UK EVALUATION QUESTIONNAIRE RESPONSE

All twelve students from Drayton Manor High School, Hanwell and George Abbot School, Guildford completed the Questionnaire over the weekend following the Workshop. Student comments from the two schools are distinguished by the presence or absence of an asterisk. In addition all three UK teachers also completed the questionnaire. The following is a compilation of their responses (teacher response in red). The scores are determined by summing the responses (boxes score from 1, very negative to 5, very positive), and dividing by the number of people responding.

#### ----- THE SCIENCE

**1 CLOCK GENE EXPERIMENT** (All 12 students took part in this work over two sessions)

**1.1 Value to you; did you find the Clock Gene Experiment provided a valuable learning experience of real life science and its application?**

(please tick)	<input type="checkbox"/> 4	<b>3</b>	very valuable	score student	<b>4.3</b>
	<input type="checkbox"/> 8		quite valuable	<u>score teacher</u>	<u><b>5.0</b></u>
	<input type="checkbox"/> 0		no opinion		
	<input type="checkbox"/> 0		rather disappointing		
	<input type="checkbox"/> 0		very disappointing		

**1.2 Enjoyment; Did you find the Clock Gene Experiment interesting/enjoyable?**

(please tick)	<input type="checkbox"/> 3	<b>3</b>	very interesting/enjoyable	score student	<b>4.0</b>
	<input type="checkbox"/> 6		quite interesting/enjoyable	<u>score teacher</u>	<u><b>5.0</b></u>
	<input type="checkbox"/> 3		no opinion		
	<input type="checkbox"/> 0		rather difficult/dull		
	<input type="checkbox"/> 0		very difficult/dull		

**1.3 Please add any further comments about the Clock Gene Experiment; such as  
a) any aspects you found particularly valuable, enjoyable, stimulating**

- it was extremely rewarding to be able to take part in an activity that I am never likely to be able to do at school
- being able to carry out the experiments ourselves was very valuable because at school we have only read about the techniques we used, eg PCR and electrophoresis
- having done PCR theory in AS biology it was particularly good to see it first hand, although the other school hadn't covered it in their board's syllabus yet. Lectures also extremely good, clear and concise.
- to do something usually not possible at our age and experience
- I found it interesting to find out about your genes
- The practical was particularly good as we got to use new equipment \*
- using new equipment to carry out the experiment \*
- I found it valuable to learn how to use a micropipette \*
- hands on experiments \*
- it was great to see how our opinions of our sleeping patterns correlated with our actual genes \*
- circadian rhythms \*
- use of equipment that students would have only come across in theory lessons was particularly useful... the labs were exceptionally well equipped and the teaching assistants/technicians were very helpful. Dr von Shantz gave an excellent presentation and set the whole experiment in an accessible, real world context



- 2 quite valuable score teacher 5.0
- 0 no opinion
- 0 rather disappointing
- 0 very disappointing

- 3.2 Enjoyment; Did you find the Web Page Construction interesting/enjoyable?**  
(please tick)
- 2 **3** very interesting/enjoyable score student 4.3
  - 4 quite interesting/enjoyable score teacher 5.0
  - 0 no opinion
  - 0 rather difficult/dull
  - 0 very difficult/dull

**3.3 Please add any further comments about the Web Page Construction; such as**  
**a) any aspects you found particularly valuable, enjoyable, stimulating**

- being able to make a webpage is something I have never been taught and it is such a useful thing to know so I found the whole experience very valuable. I also found it enjoyable as it wasn't strictly science so it was nice to have a break from being in the lab!
- finding out all the codes at the beginning because now I can try it out at home myself
- it was interesting to see how easy and simple creating things can be, and how complex
- making our own webpage in our groups \*
- the whole part of project interesting \*
- I enjoyed creating a website \*
- I thought the students adapted very well to what was a totally new concept, albeit using tools they had gained from IT lessons at home. They were all, I think, surprised by what they could accomplish in such a short time and I'm sure a lot of them will be doing more of this work in their own time when they return home.
- Good, the kids haven't done anything like this before
- A good opportunity for students to construct and then present a very professional webpage with good guidance

**b) any aspects which could be improved**

- too much spare time \*
- topic of website \*
- more advanced programs could be used \*
- The Japanese characters on the keyboards took a little (or a lot) of thought to come to terms with... perhaps if a laptop with a UK version of the software was available to use as a primer, it might have made things a little easier

**4 MATHEMATICS EVENING**

- 4.1 Value to you; did you find the Mathematics Evening provided valuable?**  
(please tick)
- 1 very valuable score student 3.2
  - 4 **3** quite valuable score teacher 4.0
  - 4 no opinion
  - 2 rather disappointing
  - 1 very disappointing

- 4.2 Enjoyment; Did you find the Mathematics Evening interesting/enjoyable?**  
(please tick)
- 1 **1** very interesting/enjoyable score student 3.3
  - 4 **1** quite interesting/enjoyable score teacher 4.0
  - 4 **1** no opinion
  - 3 rather difficult/dull

□0 very difficult/dull

#### 4.3 Please add any further comments about the Mathematics Evening; such as

##### a) any aspects you found particularly valuable, enjoyable, stimulating

- interesting but maybe a little late in the evening for me since I was recovering from jet lag
- it was interesting and about the right level of difficulty, because if it was harder the language might have become more of a problem
- it was very clearly explained even for me and I don't do maths A-level
- it was quite interesting but there was not any work to do
- it gave me insight into some of the maths I will be studying next year in school \*
- looking at applications of mathematics (rather than just doing questions) \*
- some students did not find it too challenging; others more so; perhaps some differentiation necessary. Delivery was also a bit cumbersome as the instructions were already on the sheet given out. Some students (the more able) had the chance to race ahead

##### b) any aspects which could be improved

- although I understood what we had to do, I sometimes found it hard to understand how it worked or why we were doing it... I think an English explanation would have been useful
- many of the British students haven't studied maths to A-level and perhaps aren't keen on it, so this was a little too specific a subject and would have been time better spent in giving inspirational ideas for real world application of maths, eg use of fractals in compressing visual data, or mathematical predictions of crowd behaviour. The algorithms we worked on seemed irrelevant to non-maths people!
- I am not sure whether it should be compulsory for people who don't do maths A-level as it couldn't be used in many other circumstances
- making it more challenging
- make the work a bit more challenging \*
- very repetitive \*
- more detailed mathematical theory could have been explored \*
- the teaching style could perhaps have involved the students to a greater extent and the project could have been made up of rather more differentiated material to give the weaker maths students more of a foothold
- I think the students enjoyed it

## 5. OVERALL,

### 5.1 how did the science work you have done compare with/differ from/make use of/add to your usual school work?

- it has shown me a completely new side to science which helped me enjoy it more and have a better understanding
- it was great to have a higher emphasis on teamwork and also to try scientific projects that are expanding on or totally outside our curriculum in England
- more group work and room for collective creativity... being allowed to discover for ourselves through experimentation and trial and error allowed a greater depth of understanding esp in the spaghetti bridge work
- it was good to spend 9 hours block time working on one subject in depth because it gave plenty of time to understand it, also being with the Japanese students gave us an interesting difference to the work.
- it was taught in a different way, and it was sometimes a lot more individual
- we were able to use new equipment and do more teamwork \*
- it is similar but perhaps a little easier... never have used the equipment in the DNA experiment before which I thought was beneficial \*
- the actual work was not difficult... however we would not have been able to use the micropipette \*

- not something I have studied at school is website design, so learning this is valuable for future reference for both school and home \*
- it differed because it was much more practical instead of being just writing in class \*
- it was maybe more interesting and less tedious than usual school work \*
- there was far more use of advanced scientific tools than we are used to, but it fitted into the framework of lab work that we have experienced seamlessly
- good; very different
- excellent extension opportunities with gene work... like nothing they will do in school. Students responded well to the lecturing/teaching style and gained a lot from this

**5.2 how, if at all, has the Kyoto experience changed your attitude to science, and its applications?**

- increased my interest in science and also it has made me realize there is a lot more to the subject than we learn at school
- it was very helpful to see science applied to real life situations
- science more accessible
- there is still a great deal more for me to learn and expand my knowledge of science and to keep on pushing to discover new things
- it has not changed my attitude; just confirmed and expanded it
- no \*
- it gave me an aspect of what university would be like in biology and maths.... however as I have always wanted to do chemistry it has not changed my attitude towards it \*
- made me realise how much I like science \*
- it has helped me see how science can be studied in a different culture with students of other nationalities \*
- not changed my attitude to science \*
- it has given me a clearer impression of the Japanese attitude to science in terms of the place science has in the students' mind (not a "geeky" subject, but one to be proud of) and the importance given to it by the funding authorities and school managers
- very rewarding seeing students interact to get to know each other using science as their common ground. Also very interesting to see different ways of teaching, and ideas about teaching in England
- amazing to see different attitudes to science in another country

-----  
**WORKING/LIVING WITH PEOPLE FROM THE OTHER COUNTRY**

**6 Working/living with people from Japan (if your are from the UK)**

**Working/living with people from the UK (if you are from Japan)**

**6.1 Was it rewarding? Did you find working/living with people from the other culture**

- (please tick)
- |                          |           |          |                      |                      |                   |
|--------------------------|-----------|----------|----------------------|----------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | <b>10</b> | <b>3</b> | very rewarding       | score student        | <b>4.8</b>        |
| <input type="checkbox"/> | <b>2</b>  |          | quite rewarding      | <u>score teacher</u> | <u><b>5.0</b></u> |
| <input type="checkbox"/> | <b>0</b>  |          | no opinion           |                      |                   |
| <input type="checkbox"/> | <b>0</b>  |          | rather disappointing |                      |                   |
| <input type="checkbox"/> | <b>0</b>  |          | very disappointing   |                      |                   |

**6.2 Was it easy? Did you find working with people from the other culture**

- (please tick)
- |                          |          |          |                  |                      |                   |
|--------------------------|----------|----------|------------------|----------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | <b>4</b> | <b>1</b> | very easy        | score student        | <b>4.0</b>        |
| <input type="checkbox"/> | <b>6</b> | <b>2</b> | quite easy       | <u>score teacher</u> | <u><b>4.3</b></u> |
| <input type="checkbox"/> | <b>0</b> |          | no opinion       |                      |                   |
| <input type="checkbox"/> | <b>2</b> |          | rather hard work |                      |                   |
| <input type="checkbox"/> | <b>0</b> |          | very hard work   |                      |                   |



### 6.3 Please add any further comments you wish, in particular

#### a) any aspects which made the Kyoto science experience particularly valuable, enjoyable, rewarding

- being in such close contact with people of our age from a completely different culture
- the whole thing!
- living with the other students and being shown round town/shopping with them
- being put into groups of mixed nationality, it “forced” us to inquire about other cultures and about their own lives. Also being filmed because quite interesting towards the end, although I was unsure about it at the beginning
- once in a lifetime experience, working and socialising with the Japanese
- it was a chance to meet new people and look at a different way of learning
- spending time with the Japanese students outside the university allowed us to get to know each other well \*
- using new equipment, eg the micropipettes, and different programmes \*
- it is rewarding to know that I now have the ability to communicate with Japanese students \*
- friendly environment; hands on experiment with equipment we haven’t used before \*
- learning about a new culture and different lifestyles \*
- good accommodation facilities \*
- the hospitality of the Japanese students and teachers was fantastic. The chance students had to interact and learn about each other both through science and socially was an amazing experience for all involved

#### b) any aspects which made the experience particularly difficult, disappointing

- the only difficulty was the language at the beginning, but even that became a lot easier
- the lack of communication from some of the students, especially a few of the British... selecting for communication skills and interest in the other cultures would help this
- communication, but thanks to Dr Okano and Aiko
- the only issue was when some students were not as enthusiastic to communicate with us, sometimes due to the language problem or just shyness. However, I personally did not have any major problems.
- I could not speak Japanese
- food \*
- food \*
- it was disappointing that the work wasn’t very challenging \*
- food \*
- no \*
- food, lack of entertainment \*
- language obviously.. a little more cultural preparation would also have been an advantage for me
- not being able to stay longer! slight difficulties in legal aspect of English teachers’ duty of care to students and Japanese parties expectations/programme of events

#### c) was this a new experience for you?

- definitely!
- Yes, I have never been to Japan before, and lots of the material in the projects was also new to me, so I have experienced many new things
- Yes!
- yes \*
- yes \*
- yes, I have never been to Japan
- yes \*
- yes, having never been to Japan, it was a new and enjoyable experience \*
- yes \*

- yes \*
  - [very much so](#)
  - [yes](#)
  - [yes](#)
- d) **how, if at all, working/living with people from the other country has changed your attitudes; do you hope to maintain contact with any of the new friends you have made?**
- it has made me realise how similar can be even if they are part of completely different cultures. I do hope to remain in contact and have promised to send photos of my family and home
  - I have loved working with the Japanese students... it was much easier to communicate with them than I expected and I am definitely going to stay in contact with the friends I have made
  - to be even more forward in involving people by getting them to talk. We are already planning trips of Japanese students to visit us in England and will definitely stay in touch!
  - I have got lots of addresses from my new friends and I am planning emailing them all
  - yes, I am planning to remain in contact with many people I have met
  - yes, I plan to stay in touch
  - we have exchanged email addresses and hope to keep in contact \*
  - it hasn't changed my attitudes... I hope to keep in contact with my new friends \*
  - yes, I intend to keep in touch \*
  - it has opened my eyes to culture and teaching methods used out of the UK. Yes, I will keep in contact with the new friends I have made \*
  - it has helped me see how friendly Japanese people are... I have many email addresses of Japanese students to keep in contact \*
  - no \*
  - [see above. Yes, I am keen to maintain the established links](#)
  - [yes- exchanging emails and returning the fantastic hospitality/guided tours extended to us](#)
- e) **what advice you would give to enhance this aspect of any future Workshop**
- having one interpreter per group would add to exchange of ideas considerably; a student would be fantastic for this who was of a similar age group and lived in with the other students, one per room, as well as being present during projects
  - more translators if possible
  - more translators
  - make the work more challenging \*
  - it would be better if we did all three of the workshops \*
  - more challenging work \*
  - make the work more challenging \*
  - more evening activities \*
  - providing some entertainment (eg pool tables, etc) \*
  - [firm details of plans/timetable of events available to all before trip/exchange takes place](#)
  - [perhaps differentiating tasks to stretch more able/capable](#)

-----  
**OTHER THINGS**

Please comment on

**7.1 Your impression of the visit Exploring Kyoto**

(please tick)	<input type="checkbox"/> 7	<input checked="" type="checkbox"/> 3	excellent	score student	<b>4.6</b>
	<input type="checkbox"/> 5		good	<u>score teacher</u>	<b>5.0</b>
	<input type="checkbox"/> 0		no opinion		
	<input type="checkbox"/> 0		rather poor		
	<input type="checkbox"/> 0		very poor		

**Please add any further comment you wish**

- absolutely brilliant!
- there should have been more time to tour around the city \*
- it has been great to work and make new friends with Japanese people \*
- we found the students enjoyed shopping! If future trips do not include the extra days at students own expense, perhaps a little time could be worked into the schedule for this
- the guides/volunteers were great; we couldn't have done it without them!

**7.2 Overall Workshop Organisation/Accommodation/Meals, etc**

(please tick)	<input type="checkbox"/> 5	<u>2</u>	excellent	score student	<b>4.3</b>
	<input type="checkbox"/> 6	<u>1</u>	good	<u>score teacher</u>	<b>4.7</b>
	<input type="checkbox"/> 1		no opinion		
	<input type="checkbox"/> 0		rather poor		
	<input type="checkbox"/> 0		very poor		

**Please add any further comment you wish**

- I thought everything was extremely well organised... the accommodation was excellent and the arrangements with meals worked well, especially the meal cards as they enabled us to try the Japanese food we were interested in.
- Having Japanese food for every meal became a bit too much by the end of the week. I think some English food may have broken the trend a bit.
- good services, good meals, etc
- the food was mostly very nice and our rooms were also very nice \*
- Accommodation and food were both great; looked after really well from start to finish
- Accommodation excellent; very welcoming

**7.3 Would you encourage others to attend a future UK-Japan Young Scientist Workshop in Japan or in Britain?**

- |                        |                               |         |              |       |         |
|------------------------|-------------------------------|---------|--------------|-------|---------|
| • YES!                 | • Definitely                  | • yes   | • Japan *    | • yes | • yes * |
| • yes *                | • yes *                       | • yes * |              |       |         |
| • <u>very strongly</u> | • <u>yes, whole heartedly</u> |         | • <u>yes</u> |       |         |

**7.4 What is the single strongest impression of the Workshop?**

- such a fantastic experience
- just an absolutely fantastic experience... I feel so lucky to be one of the few people who could have this opportunity
- the single strongest impression of workshop was the people and their personalities
- visiting Kyoto \*
- EXCELLENT
- it gave us the chance not only to learn about science but also about Japanese culture at the same time
- the Japanese people
- thanks for the opportunities
- it was interesting to experience the culture and style of teaching but at times the workshop was not at all challenging \*
- not challenging \*
- interesting but basic \*
- being able to work and talk with Japanese students clearly \*
- working alongside Japanese students \*
- the energy and enthusiasm that the Japanese showed in being as welcoming and caring as they have been
- the friendships, understanding and rapport built up with limited language in the short time we were there

**8. PLEASE GIVE ANY OTHER COMMENTS YOU WISH**

- This has been an unbelievable experience that I will never forget. I have become good friends with the Japanese students I have met and have enjoyed working with them on the science projects. It has also been a great opportunity to experience Japanese culture first-hand and to see some of the beautiful sights of Kyoto. I am so grateful I had the chance to come to Japan and join in on this Workshop and I hope students can get involved in similar events in the future.
- many thanks to all who have put effort and time into making this trip possible
- thank you for allowing us to be part of this experience \*
- I am very grateful to everybody involved in the organisation of the trip and I hope that this program will carry on in the future \*
- thank you for organising this event and providing me with an incredible experience \*
- the presence of Dr Okano and the English speaking teaching assistants and students was invaluable.. and a very necessary part of the experience. I am sure the students will talk about this trip for a long time and will have only praise for the Japanese they have met and their wonderful country. I also think it has served to firm up the impressions of those students who are thinking of a scientific career
- I would recommend that any future participants stay for the extra two days as we did to explore Japanese culture further; an unforgettable experience for all involved; many thanks to all who made it happen

**(Four of the six students from one school and one of the six students from the other opted not to complete the questionnaires anonymously)**

-----

**Comment on the Workshop provided by Dr Malcolm von Schantz:**

“I have been very impressed with the incisive and insightful questions that I received. It has also been particularly gratifying to see how the Japanese students grew in their confidence to use English over the course of the week.

You cannot visit Japan without being touched by the kindness and hospitality you receive. The enthusiastic staff here have done a fantastic job with organising everything from start to finish, and made us feel very welcome. The quality of the facilities of the Super Science High School is extraordinary. Japan has certainly taken the lead in investing in the scientists of the future.”

研究開発学校実施報告書  
平成14年度（第3年次） 資料編

2005(平成 17)年 3 月 25 日発行

編集 研究部 自然科学コース推進室

発行者 京都教育大学附属高等学校

612-8431 京都市伏見区深草越後屋敷町 111 番地

TEL : 0 7 5 - 6 4 1 - 9 1 9 5

FAX : 0 7 5 - 6 4 1 - 3 8 7 1