

SCIENTIFIC EXPERIMENT



私立名城大学附属高等学校



目次

第1章 研究開発 4

- 第1節 研究開発の経緯
- 第2節 スーパーサイエンスIIのねらい
- 第3節 サイエンス実習
- 第4節 検証と考察
- 第5節 総括

第2章 指導教材 9



ロール紙の長さを測る	10
------------	----

数学的な考え方	16
---------	----

データの色々な見方	22
-----------	----

2次曲線の性質	26
---------	----

正多面体を折ろう！	30
-----------	----

単振子とばね振り子の周期について考える	36
---------------------	----

風力発電モデルを用いた羽根の形状と 回転数の関係性を考える	42
----------------------------------	----

カタラーゼのはたらき	46
------------	----

盲斑の形と大きさ	50
----------	----

体細胞分裂の観察	54
----------	----

酸化還元滴定によるオキシドール中の H_2O_2 の濃度測定	58
-------------------------------------	----

33円で電池を作ろう	62
------------	----



SCIENTIFIC EXPERIMENT



第1節 研究開発の経緯

本校のSSHに関する学校設定教科をスーパーサイエンス教科（SS教科）とよぶ。SS教科として7つの科目を設定し実施した。第1期のSSHで設定した科目である「先端科学」、「数理特論」、「バイオサイエンス（バイオサイエンス特論）」、「科学英語」、「SSラボ（課題研究）」は、第1期の研究開発課題であった「高大連携教育による早期の動機付けと探究力・問題解決能力の養成」に効果があり、体験的な学習活動を取り入れることを念頭に置き、改善を加えながら継続して実施した。

これらの科目の内容を体系的に精選しながら、学内への普及および外部への普及を念頭に置いて、第2期の指定から始めた「スーパーサイエンスⅠ（SSⅠ）」を普通科1年生全員（国際クラスを除く）に開講した。産業社会と人間の要素であるキャリア支援に加えて、アカデミックスキルの習得を目指し、マインドマップをベースに読解力、メディアリテラシー、プレゼンテーション能力、そして、メンタルリテラシーの養成を目指した取り組みを行った。また、「スーパーサイエンスⅡ（SSⅡ）」を2年普通科一般進学クラス理系（ライフ・バイオ・テクノサイエンスコース）に開講した。「SSⅡ」は第1期から継続して行っている学校設定科目群のエッセンスを融合し、「SSⅠ」の発展的な学習として、特に科学的な探究や説明に特徴的な「科学についての知識」を用いて、疑問の知識、現象の説明、証拠に基づき推理する等の「科学的な能力」の修得を目指した取り組みを行った。名城大学との協同による「名城大学連携講座」、各分野の研究者による「先端講義」、実験・実習による「サイエンス実習」を行った。本書では、「SSⅡ」でこれまでに展開した「サイエンス実習」の主な内容を掲載する。

第2節 SSⅡのねらい

SSⅠからの発展的な学習として、特に科学的な探究や説明に特徴的な「科学の知識」を用いて、疑問の認識、現象の説明、証拠に基づき推論する等の「科学リテラシー」を育成する。その際、名城大学理系学部との協同で、「先端講義」を行うことで学部や学科の理解も同時に深め「キャリア教育」の一端も担うことを目的とした。学校設定科目「数理特論」、「バイオサイエンス」のエッセンスを取り入れ、高校の教員による理科や数学の実験、実習「サイエンス実習」を行う。理科の生徒実験にありがちな実験結果を得て実験終了とするのではなく、結果よりも目的、方法、結果、考察といった一連の流れや実験計画の作成、得られた結果をグラフや表にまとめ、自ら考察する力の育成に主眼を置き実施する。

第3節 サイエンス実習

本校においては、普通科第2学年理系5～6クラスを対象に通年2単位で「SSⅡ」を履修する。年間指導計画は、普通科理系は3つのコースに分類されるが、テクノサイエンス・バイオサイエンスおよびライフサイエンスコースの2つの系統で計画し、実施した。下記にライフサイエンスコースのモデルプランを例示する。「サイエンス実習」は年に7回程度実施することになる。

回	内容	備考
1	ガイダンス・講義の聞き方など	
2	サイエンス実習①	細胞の成長と核の大きさ
3		
4	先端講義①	朝日大学歯学部
5	大学を知ろう①	農学部（生物資源・応用生物化学・生物環境科）
6	大学を知ろう②	薬学部 薬学科
7	大学を知ろう③	総合学術研究科
8	サイエンス実習②	自然にひそむ数学
9		
10	先端講義②	名城大学農学部生物資源学科
11	まとめ	1学期の学習成果発表
12	学部・学科を知ろう①	卒業生への質問会
13	学部・学科を知ろう②	名城大学研究室訪問
14	先端講義③	名城大学農学部応用生物化学科

15	学部・学科を知ろう③	レポート優秀者発表
16	サイエンス実習③	花粉管の伸長・植物の組織の観察
17		
18	先端講義④	名城大学農学部生物環境科
19	サイエンス実習④	身の回りの放射線を測ってみよう
20		
21	先端講義⑤	名城大学薬学部
22	サイエンス実習⑤	酵素と無機触媒の比較・盲斑の測定
23		
24	サイエンス実習⑥	放射線の特徴を知ろう
25		
26	サイエンス実習⑦	テスト
27	学習成果発表	1年間の学習成果発表
28		

第4節 検証と考察

サイエンス実習においては、第1期のSSHで開発した学校設定科目「数理特論」、「バイオサイエンス」のエッセンスを取り入れ、高校の教員による理科や数学の実験、実習を行った。これまで理科の授業において実験の機会は多いとは言えず、特に結果・考察を深める活動まで行うことは難しく、理科の探究活動に相当するものは授業時間内で行うことが困難であったが、「サイエンス実習」を取り入れたことで、実験や実習を通じた探究活動に多くの時間をあてることができた。平成25年度に対象となる生徒に実施したアンケートの結果（図1）より、38.4%が科学的理解が深まったと答えている。実験や実習によって実際に手を動かし、考えながら学習することで実験手法の習得のみならず、理科の授業内容を深く考えられるようになったと思われる。また、結果を表やグラフにまとめ、考察する時間を積極的に設けたことにより科学的な思考を養うことができたと考えられる。数学的な実習では、主に「数理特論」から取り入れ、試行錯誤を繰り返し、作業的、体系的活動を通じて自然科学を学べる内容を中心とした。「数学で学んだあの数式は物理学ではここで応用されているのか」「物理学で学

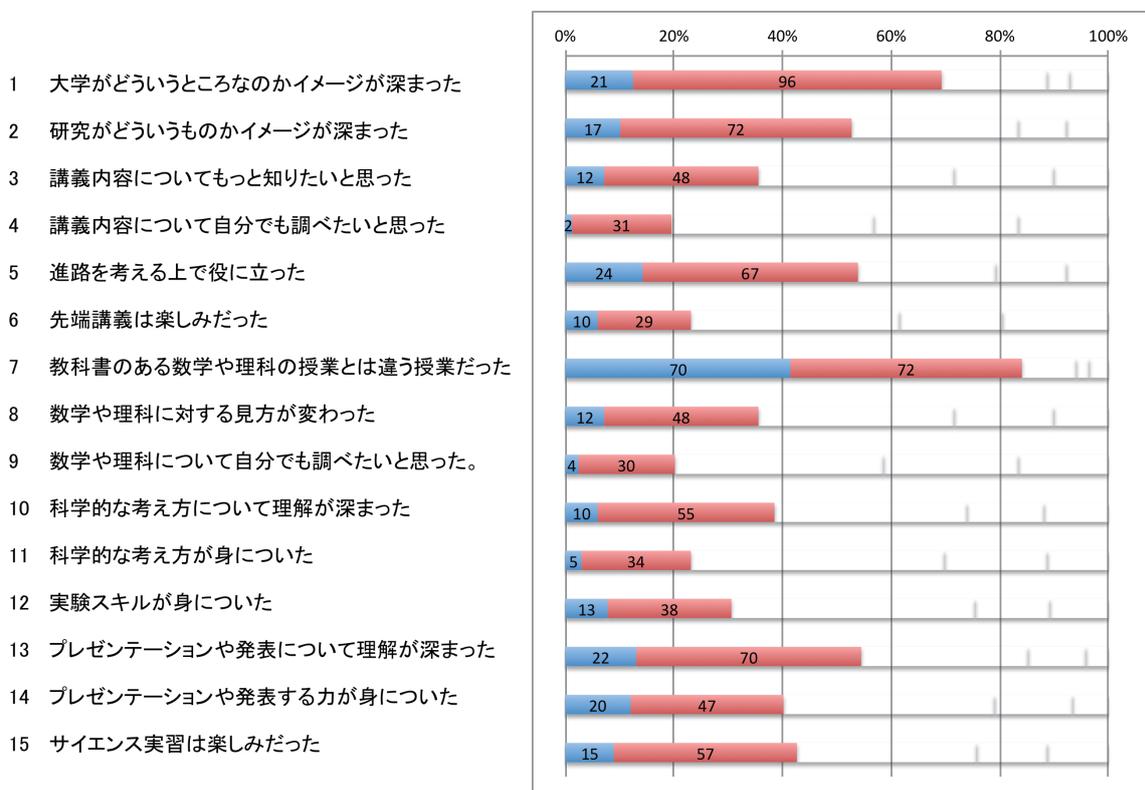


図1 SSIIのアンケート結果 5段階の順序尺度による N=169 青色：5 赤色：4

んだこの表現は数学ではこのように考えているのか」など、数学と物理学の思考の相互作用が進んだと思われる。この取り組みによりSS IIを実施する以前よりも実験や実習の時間を約14時間増やすことができた。また、SS IIを通して発表の機会を何度か設定していることからプレゼンテーションスキルを学ぶ内容を加えて実施した。生徒アンケートから84.0%の生徒が教科書のある数学や理科の授業とは違う授業だと感じており、プレゼンテーションの理解については理解が深まったと答えた生徒が54.5%だった。プレゼンテーションについては自由記述欄において前向きな記載が多く、今後も深めていきたい内容である。

「先端講義」、「サイエンス実習」で学んだ内容について、再度自分たちでその内容について付随する知識等を調べてまとめ、学習の成果発表を年度末に実施した。発表の評価は、生徒による評価とした。ルーブリックを作成し、あらかじめ観点を生徒と教師が共有した。SS IIの復習とともに、SS IIで学習した内容を題材にSS Iで育成したベーススキルを発揮させることができたと思われる。3～4名で構成されたグループ毎にテーマを割り振った。内容調べ、模造紙を使って、ポスター作成を行ったが、授業時間内で完成できるグループが多かったことに驚いた。特にSS Iで学んだマインドマップを用いてポスター作成したグループは特に早く、簡潔にまとめ発表することができた。一つの学習手法として生徒に定着し、効果的に利用できていることが分かった。また、ポスターの作成にあたり、何かあたらしい関連知識を盛り込むように推奨した。結果として、ほとんどのグループが情報を追加し、主体的に調査を加えたことがわかった。アンケート結果より、19.5%の生徒が「講義内容について自分でも調べたい」・「数学や理科についても自分で調べたい」回答していることから、グループに1人の割合で、発展的な学びをリードする存在がいたことが裏付けられる。また、継続的な学びにつながる効果があったこと推察する。さらには、発表の際にポスター以外の実物を持参し、理解を助ける工夫を行うグループもあった。グループ毎にテーマが異なるが、発表をすることにより全員で一年を通じて学んだことを共有し、復習し、理解することへつながったと思われる。

表1 SSIIの学習成果発表で用いたルーブリック

	4	3	2	1
内容の適切さ	授業内容はもちろん、自分たちの考えが十分に述べられており、新たに調べたことがまとめられている。	授業内容、自分たちの考えが述べられており、新たに調べたことがまとめられている。しかし、全体的に内容が薄い。	授業内容は述べられたが、自分たちの考え、新たに調べたことのどちらか1つが抜けている。	授業内容が十分に述べられていない。 自分たちの考え、新たに調べたことがまとめられていない。
情報の配列	情報は論理的に並べられている。 展開がわかりやすく、次に何が述べられるか予想しやすい。	大部分の情報は論理的に並べられている。 展開がわかりやすい。 しかし、情報の1つは場違いである。	いくつかの情報は論理的に並べられている。 しかし、情報の2つ以上は場違いである。	情報の並べ方に論理性が不足している。
記述の明確さと読みやすさ	文字の色、大きさは適切で読みやすい。 内容がわかりやすくなるよう明確にレイアウトされている。	文字の色、大きさはほぼ読みやすい。 内容に沿って明確にレイアウトされている。	文字の色、大きさはやや読みにくいところが目立つ。 内容に沿ってレイアウトされている。	文字の色、大きさが不適切で読みにくい。 内容に対してレイアウトが不明確である。
絵や図の使い方	すべての絵や図は、関心をひきつけ（大きさ、色など）、発表のテーマや内容を引き立たせている。	2, 3の絵や図は、関心をひきつけるようになっていない。 しかし、発表のテーマや内容をわかりやすくして	すべての絵や図は、関心をひきつけている。 しかし、発表のテーマや内容とは関連性が弱いものが多い。	いくつかの絵や図は、注意をひくようなものではなく、発表の内容との関連性も弱い。
発表の姿勢	姿勢がよく、落ち着いて堂々と発表している。発表中は、聴衆に視線をむけている。 発表全体を通じて、全ての聴衆が聞けるぐらい十分に音量がある。	姿勢がよく、発表中、聴衆に視線をむけている。 発表時間の少なくとも80%は、全ての聴衆が聞けるぐらい十分な音量がある。	発表中、半分は姿勢がよく、発表時間の半分以下は、聴衆に視線を向けていない。 発表時間の少なくとも60%は、全ての聴衆が聞けるぐらい十分な音量がある。	発表中、前かがみで姿勢が悪い。あるいは、発表中の聴衆に視線を向けていない。 しばしば音量が小さすぎて、全ての聴衆が聞き取れていない。

第5節 総括

平成23年度の第2期指定より構想をはじめ、平成24年度に初の実施、平成25年度からは、「大学を知ろう」から「研究室訪問」を除いたことでより内容を明確にして進めることができた。「研究室訪問」で目的にしていたことはオープンキャンパスの有効利用を生徒に伝えることで代替できた。平成26年度も『キャリア教育』は「大学を知ろう」、「学部・学科を知ろう」を通じて、『科学リテラシー』は「サイエンス実習」を通じて育成することができた。そして『キャリア教育』と『科学リテラシー』の両立を先端講義によって象徴し、学習成果発表でまとめることができた。引き続き、第1期のSSHで掲げた早期の動機づけは継続して達成することができたと考えられる。また、本科目では名城大学と協同し、年にのべ25名の先生方にご指導いただいた。一つの科目の中でこれだけ多くの大学教員と関わり、教育できたことは大きな成果だと言える。

アンケートを用いて検証したところ、「先端講義」が大学のイメージを深め、進学先の決定の一助になっていること、「サイエンス実習」におけるプレゼンテーションの学習は効果があるという結果が得られた。

本書は、校内でのさらなる展開ならびに校外への普及を目的に作成する。研究開発の成果を、授業で実践的に展開することが可能な指導書である。全国のSSHや関係教育機関に配付することで研究開発の成果が普及され、「サイエンス実習」の内容が多くの学校の物理や生物や化学、そして数学の横断的な学習に活かされることを期待する。





第2章 指導教材



-
- ロール紙の長さを測る
 - 数学的な考え方
 - データの色々な見方
 - 2次曲線の性質
 - 正多面体を折ろう！
 - 単振子とばね振り子の周期について考える
 - 風力発電モデルを用いた羽根の形状と回転数の関係性を考える
 - カタラーゼのはたらき
 - 盲斑の形と大きさ
 - 体細胞分裂の観察
 - 酸化還元滴定によるオキシドール中の H_2O_2 の濃度測定
 - 33円で電池を作ろう
-

学習指導要領とのつながり

高等学校 数学Ⅱ(5) 微分・積分の考え ア 微分の考え イ 積分の考え
数学B(2) 数列 ア 数列とその和

1 はじめに

高等学校数学科の目標は、「数学における基本的な概念や原理・法則の理解を深め、事象を数学的に考察し処理する能力を高め、数学的活動を通して創造性の基礎を培うとともに、数学的な見方や考え方の良さを認識し、それらを積極的に活用する態度を育てる」とある。しかし、実際には受験を意識した問題演習中心の授業が行われている場合が多い。小学校、中学校、高等学校と学年が進行するにつれて、「数学が嫌い」もしくは「数学が苦手」という児童生徒が増加する傾向にあるのは、ここに大きな原因があることは、周知の事実である。

今回のテーマは、身近な事象と数学との関連を知ること、その数学的な活動の「楽しさ」を実感し、通常の数学の授業に対する興味・関心の喚起を促すことを目的としている。

2 準備

- (1) トイレットペーパー（グループに1個）
- (2) 定規（各自）
- (3) 電卓（グループに1個）

班編成については、4～5人で班を編成する。

3 授業展開

(1) 導入

班編成をする前に、トイレットペーパーを提示し、この長さを測るにはどうしたら良いかを考えさせる。その内容は配布したプリントに記録するよう指示する。記録の方法は、図でも数式でも文章でも良いこととし、形式にはこだわらないとする。ただし、人に説明することを前提とすることをあらかじめ指示しておく。その際、ロール紙の長さを知るにあたって、どのようなデータが必要かを明確にすることを強調する。

(2) 活動1

班編成を行い、各班で個人のアイデアを発表し、グループでのアイデアを1つ決定する。そのアイデアを使って実際に計算をする前に、グループ内の全員でその考え方を共有させる。

(3) 活動2

各班に1個ずつトイレットペーパーを配布し、定

規と電卓を使って、実際に計算させる。その際、 $\pi = 3.14$ として計算させる。また、測り方によって誤差が生じることがあると予め断っておく。授業者は、各班を巡回し、必要であればヒントや助言を行う。長さを求めるには、以下の2つのアイデアが考えられる。

(ア) 同心円の円周の総和

(イ) トイレットペーパーの円の部分の面積

どちらも、紙1枚の厚さが必要となるが、これは定規では測れないので、必要な情報があれば他の班に内緒で提供するとアナウンスする。実際には、包装紙にも紙1枚の厚さは示されていないが、長さから逆算をすることで、あらかじめその値を用意しておく。

(4) 発表

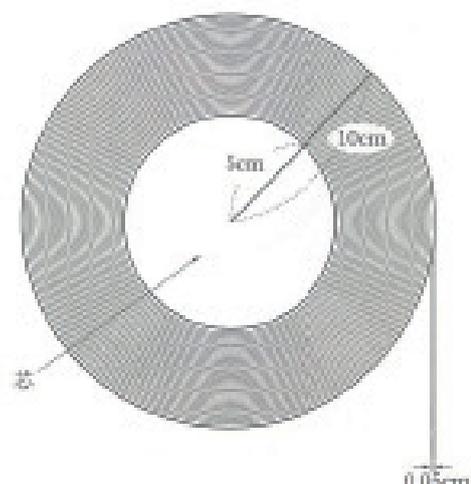
(ア)、(イ)のアイデアで解いた班をそれぞれ1班ずつ選び、代表者に黒板を使って発表させる。その際に、アイデアの素になる数学的な知識が何であるかを意識して説明するように指示する。

(5) 振り返り

2つのアイデアをプリントにまとめ、その背景にある数学的な知識を確認させる。

(6) 演習

「下図のような、紙の厚さが0.05cmで内径の半径が5cm、外径の半径が10cmのロール紙のおよその長さを求めよ」

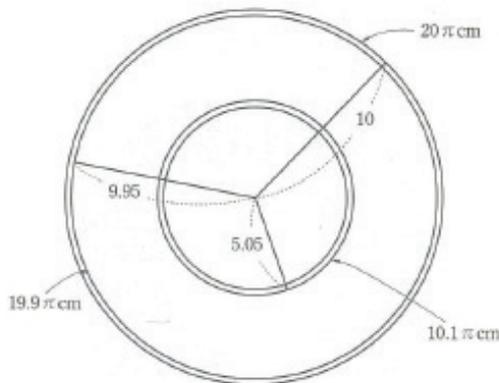


(創造性の基礎を培う「数学的活動実践事例集Ⅰ」P109)

「同心円の円周の総和」「円の斜線部分の面積」それぞれのアイデアで計算させる。その際、計算過程をしっかりと書くように指示する。

(7) 講義

同心円の円周の総和について、紙の厚さを加味した計算方法を説明する。



(創造性の基礎を培う「数学的活動実践事例集Ⅰ」P110)

整数の場合について、ガウスのエピソードを交えながら、計算の工夫を示す。実際のロール紙では、

$L = 20 + 19.9 + 19.8 + \dots + 10.1$ の計算をすることになるが、同様な考えで計算できることを気づかせる。この考えが、数学Bにおける「等差数列の和」につながっていくことを説明する。

また、面積を使った解法は、1枚1枚の紙の厚さの和が積分の考えがベースにあることを紹介する。

4 学習のポイント

実際にトイレトペーパーを生徒に見せて、「この紙の長さを測る」と問いかけたとき、本来なら実測するのが一番であるが、それが物理的に不可能な場合どうすべきかを考えさせたい。実際に生徒たちは、トイレトペーパーを手に取りながら、体積や面積をもとに考えたり、渦巻き状の形を同心円として考えたり、様々なアイデアを披露する。その度に授業者に同意を求めたりするが、授業者はできるだけとぼけ、まずはその考えで値を計算することを促すことが大切である。また、紙1枚の厚さを問われたとき、何故その値が必要なのかを確認し、その上で値を提示する。

定規と電卓だけで値を求めることは、現実の事象を抽象化して数学的に処理するという、数学の最も重要な概念を含んでいる。例えば、社会生活の中の生の素材の中から本質的に必要なものとそうでないものを見分けて、どの値が無視しうるのか、その結果をどう現実に適用させることが出来るかを生徒自ら考えるきっかけとしたい。

上記3の(7)の講義において、時間が許せば、円の面積公式 πr^2 から、円周の長さの公式 $2\pi r$ が微分の考えで導き出されることにも注目させた。1枚の紙の厚さの総和が面積を表すことが、積分的発想であるならば、1枚の円から1巻増えたと

きの面積の変化率から説明できることを示せば、より効果的である。

5 参考文献

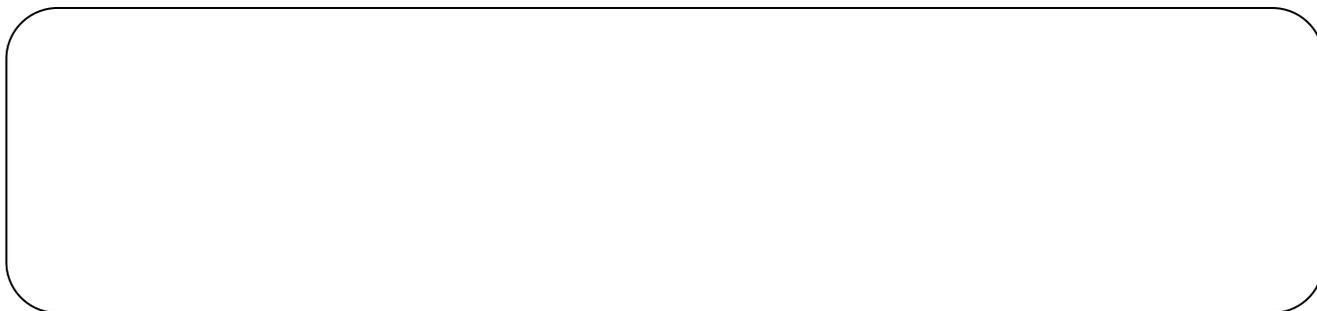
監修 吉田 明史. 創造性の基礎を培う「数学的活動実践事例集Ⅰ」. 学校図書.



テーマ「ロール紙の長さを測る」 ～トイレットペーパーの長さを測ろう～

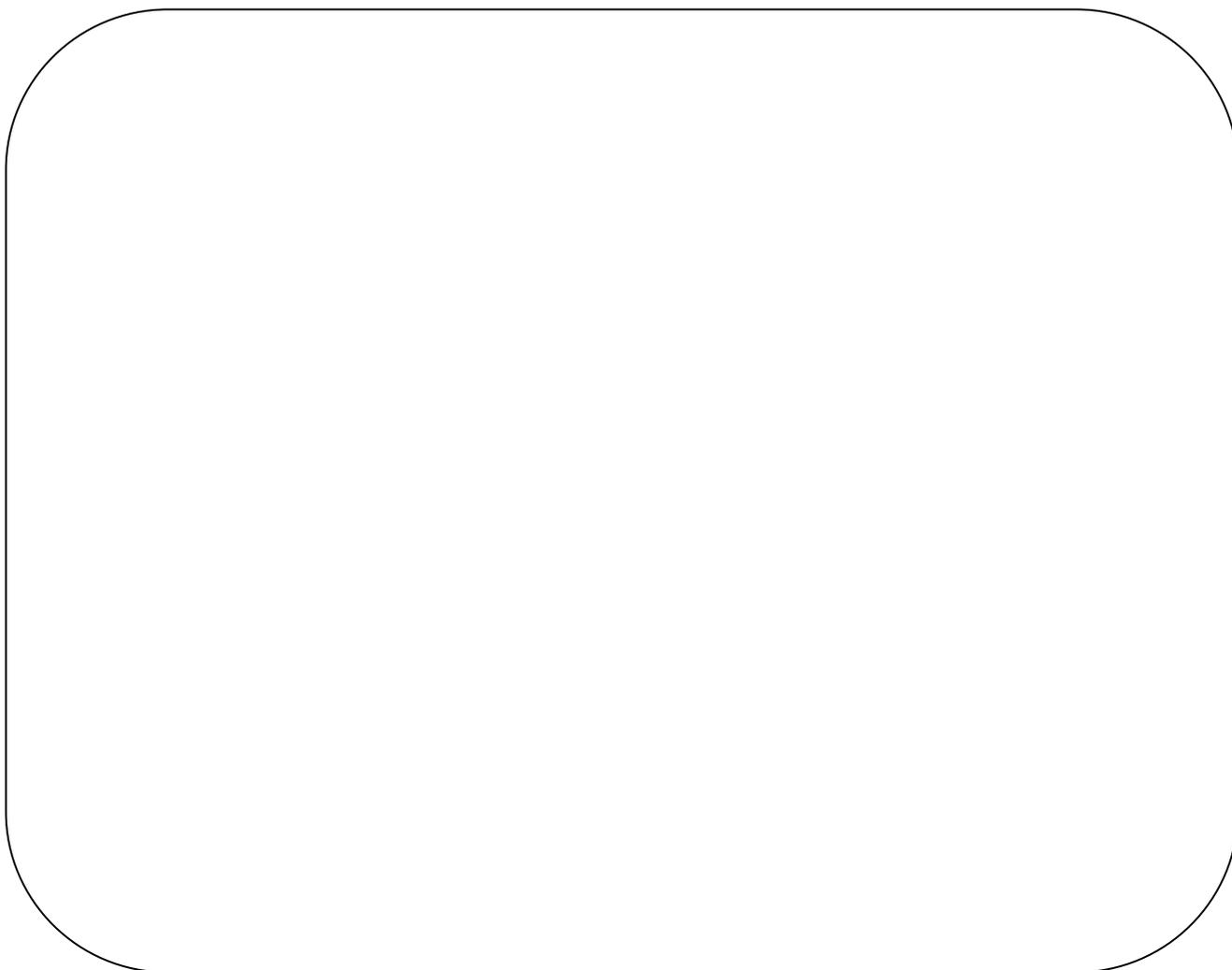
個人のアイデア 文章、図、数式などを使ってアイデアをまとめよう！

考えるポイント：必要なデータは何か？



グループのアイデア 文章、図、数式などを使ってアイデアをまとめよう！

グループメンバー氏名 _____



グループで決めたアイデアに基づいて計算しよう

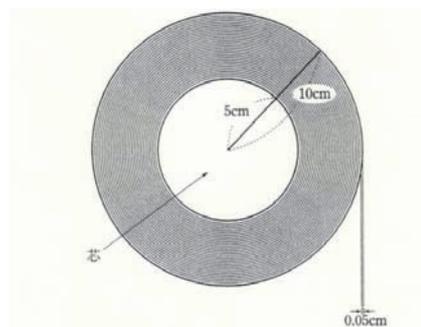
A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for students to perform calculations based on their group's ideas.

計算結果 **m**

テーマ「ロール紙の長さを測る」 ～理論編～

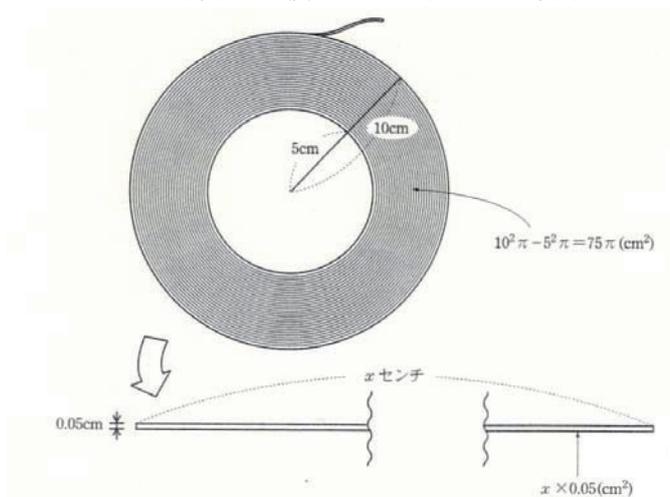
問題

右図のような、紙の厚さが 0.05 cm で内径の半径が 5 cm、外径の半径が 10 cm のロール紙のおよその長さを求めよ。



考え1

ロール紙の部分の面積を求めて長さを計算する

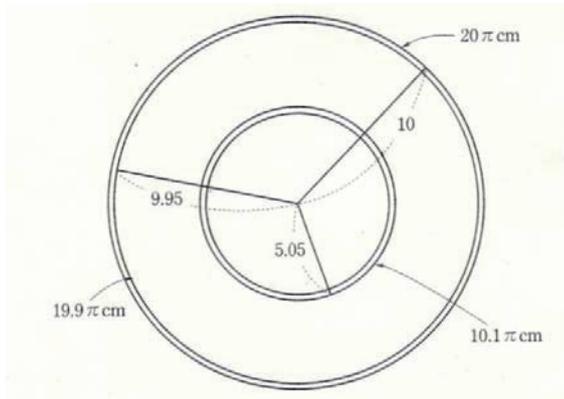


(創造性の基礎を培う「数学的活動実践事例集 I」P111)

講義メモ

考え2

紙が同心円状に巻いてあると考え、1枚ずつの紙の長さ（円周）の総和を求める。



講義メモ



学習指導要領とのつながり

高等学校 数学活用 (1) 数学と人間の活動 イ 遊びの中の数学

1 はじめに

数学を学ぶ意味は、数や図形の性質そのものを知るといよりも、数や図形の性質を知る上で使う考え方を身に付けるためにあると考える。そして、その考え方は自然科学や社会科学のみならず、広い分野で使うことができる考え方であるとする。

ここでは「数や図形の性質を知る上で使う考え方」を「数学的な考え方」と定義する。本時の授業を通して、生徒が様々な事柄を数学的な考え方をを用いて考察できることを期待する。

2 準備

「数学的な考え方を身に付けよう」
ワークシート

3 内容の解説

「1から9までの番号が書かれたカードが2枚ずつあります。次のルールを守って、すべてを横1列に並べることはできるでしょうか?」「ルール: 同じ番号のカードの間にはその番号の示す枚数のカードが並んでいる。」という問題を考えさせる。少人数のグループを作り、各グループで話し合いをさせる。次のステップを踏むことで、数学的な考え方を伝える。

ステップ1: 問題を理解する。

上の問題だが、ルールが分からないという生徒が少なからずいる。そこでグループの中で分かっている人が分からない人に説明するようにさせる。説明に困っていたら「1と1の間にはカードを1枚置かなければいけない。」「2と2の間にはカードを2枚置かなければいけない。」と説明するよう指示をする。そして、このことからある事柄を理解するためには、その事柄を具体化することが大切であることを伝える。そしてそれは数学的な考え方の一つであることを生徒に伝えることが大切である。

ステップ2: 少ない枚数から考える。

いきなり1~9までを考えることは難しい。そこで「1だけを並べることはできるか?」「1~2までを並べることはできるか?」という単純な問題から取り組ませるよう指示をする。その様になると生

徒は上手く結論を出すことができる。理由は1~9のときより単純だからだ。このことから複雑な事柄を考えるときに、まずは単純化した事柄から考えるという方法があることを伝える。これも数学的な考え方の一つであることを伝えることが大切である。

ステップ3: 場合を尽くして結論を出す。

出来るのであれば実際にやってみせ、出来ないのであれば出来ない理由を立証するよう指示をする。これは、数学の証明における基本である。

命題が間違っているのであれば反例を探し、正しいのであれば正しい理由を説明しなければいけない。

説明の仕方で一番シンプルな方法は、起こりうる全ての場合を考えることである。例えば、1~2は並べることが出来ないがその説明として、

1 1 2 2
1 2 1 2
1 2 2 1
2 1 2 1
2 1 1 2
2 2 1 1

の6通り全ての並べ方を提示することでルール通り並べられないことを示す方法である。

この方法を用いると、

1は×,
1~2も×,
1~3は3 1 2 1 3 2があるから○,
1~4の場合は4 1 3 1 2 4 3 2があるから○
となる。

ところが、1~5の場合はなかなか上手くいかない。色々な並べ方を考えるうちに「出来ないのではないか?」という推測が浮かぶのだが、先程の考え方で証明しようとする約11万通りの並べ方を挙げなければいけない。これは大変である。そこで効率の良い方法はないかと生徒に考えさせる。このようにより効率の良い方法を考えることも数学的な考え方の一つであり、大切な考え方であることを伝える。

ステップ4: 規則性(法則)を探す。

問題を解決するために規則性を見つけることも数

学的な考え方の一つである。例を挙げて説明をすると分かりやすいが、4 1 3 1 2 4 3 2 というルール通りの並べ方に対し、■□■□■□■□と色分けし、生徒に規則性を考えさせる。グループで考えさせた後、生徒に規則性を発表させる。以下の規則性を取り上げて、次のステップに展開させる。

・番号が奇数（偶数）

⇒その番号のカードは同じ色（違う色）

このような規則性を見つけることで結論を出せることを生徒に伝える。

ステップ5：背理法を使う。

規則性を見つけると背理法が使いやすくなる。「ルール通り並べられたとすると、規則性と矛盾するからルール通り並べられない。」という論証だ。出来ないことを示すために規則性を探す理由である。背理法も数学的な考え方の一つであることを伝える。

1～5の場合

- ・1, 3, 5はそれぞれ2枚ずつ同じ色
- ・2, 4はそれぞれ2枚が異なる色

というルールが成り立つはずである。□と■は5枚ずつある。そのうち2枚ずつが2と4に割り振られるので、残りの■3枚と□3枚を1, 3, 5に割り振らなければいけなくなるが、それは不可能である。よって1～5はルール通り並べられない。これらの推測を生徒から引き出させる。

ステップ6：抽象化（一般化）する。

与えられた問題は1～9までをルール通り並べることが出来るかということである。更には1～13や1～21のときなど、色々な場合を調べたくなるときもある。このときに、1～5の考え方を抽象化することが必要になることを生徒に伝える。抽象化した結論が以下になる。

「ルール通り並べられる⇒奇数は偶数個」

対偶を考えると、

「奇数が奇数個⇒ルール通り並べられない」

となる。1～9の場合、奇数は1, 3, 5, 7, 9の5個（奇数個）あるからルール通り並べられないという結論が出る。このように抽象化すれば、1～13, 1～21だけではなく、様々な場合に対応が出来ることを生徒に伝える。抽象化することも数学的な考え方の一つであることを生徒に伝える。

ステップ7：逆を考える。

ルール通り並べることが出来るとき、奇数は偶数個ということは言えたが、逆が成り立つとは限らない。命題の逆が成り立つかどうかを調べることも数学的な考え方の一つであることを生徒に伝える。その後で1～7, 1～8の場合並べられるかどうかをグループで考えさせる。1～7の場合も1～8の場合も並べられるので、並べることが出来たグループを取り上げて、全員の前で発表させる。そして1桁の

場合は逆も成り立つことを生徒に伝える。

ステップ8：自分で問題を探す。

数学を知る上で一番大切なことは問題を見つけることである。自分で問題を見つけるからこそ、数学的な考え方が必要になるのである。これらのことを生徒に伝える。ただ、いきなり問題を作ることは難しいため、こちらで結果の分からない問題（ワークシート ステップ8参照）を提示し、生徒に考えさせる。

4 学習のポイント

数学的な考え方を理解できるか。

5 参考文献

根上生地編・数学活用・啓林館。



数学的な考え方を身に付けよう

1から9までの番号が書かれたカードが2枚ずつあります。

次のルールを守って、すべてを横一列に並べることはできるでしょうか？

ルール：同じ番号のカードの間にはその番号の示す枚数のカードが並んでいる。

ステップ1：

ステップ2：

ステップ3 :

ステップ4 :

ヒント : 奇数番目と偶数番目の色を変えた下の表を使うと法則が見えやすくなるよ。



ステップ5 :

数学的な考え方を身に付けよう

ステップ6:

ステップ7:

・論証の方法

1.

2.

3.

・論証の注意点

1.

2.

3.

ステップ8：

問題 青、黄、赤のカメレオンがいます。異なる色のカメレオンが1匹ずつ出会ると、どちらも第三の色に変色してしまいます。上手く出会いを繰り返すことで、全てのカメレオンを同じ色に出来るでしょうか？

(1) 青1匹、黄3匹、赤6匹の場合

(2) 青2匹、黄4匹、赤6匹の場合



学習指導要領とのつながり

高等学校 数学 I (4) データの分析 ア データのちらばり

高等学校 数学 I (4) データの分析 イ データの相関

1 はじめに

我々は物事を考察するために、対象となる物事のデータをとることがある。そのデータから、対象となる物事の性質や特徴を考察することができるからだ。しかし、データの取り方やデータの見方を誤れば、対象となる物事に対して誤った理解をしてしまうことになる。本時ではデータの様々な見方や、注意すべき点などを学ぶ。更には、何かを決断したり判断したりするために、どのようなデータが必要であるのかを考察する。これから自然科学や社会科学において様々なデータにふれる生徒にとって、本時で学んだ考え方が生かされることを期待している。

2 準備

(1) 事前アンケート用紙

(2) プロ野球選手と生まれた月の関係を表したグラフ (子どもは早生まれだと損なの？スポーツが苦手になってしまう理由とは <http://aganism.com/life/undou-kodomo-hayaumare/> 参照)

p.25 資料①

(3) 50 m 走の記録と年収の関係を表した相関図

p.25 資料②

3 授業展開

(1) データができるまでの過程

本時の前日までアンケートを取る。アンケートに「自分は几帳面であるか？」という項目があり、選択肢は「はい」と「いいえ」の2つがある。授業者が集計した集計結果を「几帳面な人は A 型…人, B 型…人, O 型…人, AB 型…人」という形で生徒に伝える。結果を見て血液型と几帳面の関係性を考察させる。少人数のグループを作り、各グループで話し合いをさせる。各グループで代表者を一人決め、話し合いでまとめた結論を全体の前で発表させる。ただし、どうしてそのような推測をしたのかという問いには答えなければいけない。つまり、そのような推測をした根拠がなければいけないことを伝える。様々な意見が出ると予想されるが、「各血液型の人数の総数が一致しているかどうか分からないから結論が出せない」といった意見や「何を持って几帳面と言うのかが分からない」といった意見など、データや質

問自体に疑問を持つ声を拾って全体に投げかけるようにする。データを見るときはデータを鵜呑みにせず、データの取り方や質問の内容などデータができるまでの過程に注目させることが大切であることを伝える。なお、血液型と性格の関係性についてはデリケートな話である。きちんとした調査をした結果、血液型と性格には関係性が無いことが分かっているということを伝えることも大切である。

(2) 母集団の質

社会人を対象に 50 m 走の結果と年収の関係を散布図で表したものを生徒に見せる。正の相関関係が出ているのだが、50 m 走のタイムが遅いほど年収が高くなる理由について生徒に考察させる。少人数のグループを作り、各グループで話し合いをさせる。各グループで代表者を一人決め、話し合いでまとめた結論を全体の前で発表させる。血液型と几帳面の関係性のときに発表した生徒と異なる生徒を代表者として選ばせる。生徒は様々なことを考える。「50 m 走が速い選手はスポーツばかりやっていて勉強をやっていないから良いところに就職できなくなり年収が上がらない」といった意見や、「筋肉質な人は脳も筋肉質になっているから年収が上がらない」といった意見も出る。ただ、そのような意見では周りの人たちを納得させることができない。50 m 走のタイムが短くて賢い人はいくらでもいるからだ。周りを納得させるだけの根拠を見つけることが、正解に辿り着くために必要なことであることを伝えることが大切である。「大半の人は、年齢が上がれば上がるほど年収が上がり、50 m 走のタイムが遅くなるから正の相関関係が出る。」という説明が納得のいく説明の一つであるが、生徒は様々な考察をするため、納得のいく根拠を他にも見つけるかもしれない。そのような可能性があることを考えながら代表者の意見を聞くことが大切である。最後に、年収と 50 m 走の関係を知りたいのであれば、同年齢の人を対象にデータを取らなければならない。このことからデータを取るときには、母集団の質を考慮しなければいけないことを伝える。

(3) 思い込みの危険性

プロ野球選手の誕生日を月別に分けて、各月のプロ野球選手の人数を棒グラフにしたものを生徒に見せる。年度始めの誕生日の人ほどプロ野球選手が多く、年度終わりの誕生日の人ほどプロ野球選手が少ないということが読み取れる結果になっている。この理由について生徒に考察させる。少人数のグループを作り、各グループで話し合いをさせる。各グループで代表者を一人決め、話し合いでまとめた結論を全体の前で発表させる。生徒に限らず人は、対応することができないことで差をつけられることを嫌う。今回のことについても「生まれた月で能力に差が出るはずがない。」と思う生徒は多くいると思われる。そのような思いから、「血液型や50m走と年収のときと同じように、またトリックがあるのではないか？」という先入観を持つ生徒が多くいることが予想される。しかし、理由は「4月生まれの人と3月生まれの人は約1年間離れている。幼いときの1年間という差は大きい。身体的に発達している子の方がレギュラーに選ばれる可能性が高いから、小学生の野球チームでは年度始めに生まれた子の方がレギュラーになりやすい。レギュラーになって試合に出れば、今度は技術に差が出始める。そうなればどんどん差は開く。結果として、年度始めの人の方がレギュラーに選ばれる可能性が高く、そのことが更に実力に差をつくっている。故に、プロ野球選手は年度始めの人が多い」というもので、年度終わりに生まれた人が確実に不利になるという結果である。先入観や思い込みがあるとこのような考え方はできない。このような結果を通して、先入観や思い込みが良い考察を妨げていることを伝えることが大切である。

(4) 情報を元に決断する。

「ある会社が開発したインスタントラーメンを無作為に選んだ500人の人に食べてもらったところ、おいしいと答えた人が250人、おいしくないと答えた人が250人いた。あなたはこのラーメンを市場に出しますか？」という問題に取り組みさせる。データをもとに何かを決断することを学ばせることが目的の一つだ。少人数のグループを作り、各グループで話し合いをさせる。各グループで代表者を一人決め、話し合いでまとめた結論を全体の前で発表させる。様々な意見が出てくると思われるが、情報不足を指摘する声が挙がると思われる。そこで、どんな情報があれば決断できるのかを考えさせる。ちなみにこの情報には続きがあり、「普段ラーメンを買って食べている人だけを対象に食べてもらったところ、おいしいと答えた人が8割になったので、市場に出したところ見事にヒットした」という情報がある。

4 学習のポイント

- (1) 思い込みや先入観に囚われないで考察することができているか。
- (2) 結果だけでなく、母集団の数や質等まで考えることができるか。
- (3) 例えば「几帳面」や「大きい」といった言葉を見たとき、その基準や言葉の定義についてきちんと考えることができるか。



アンケート

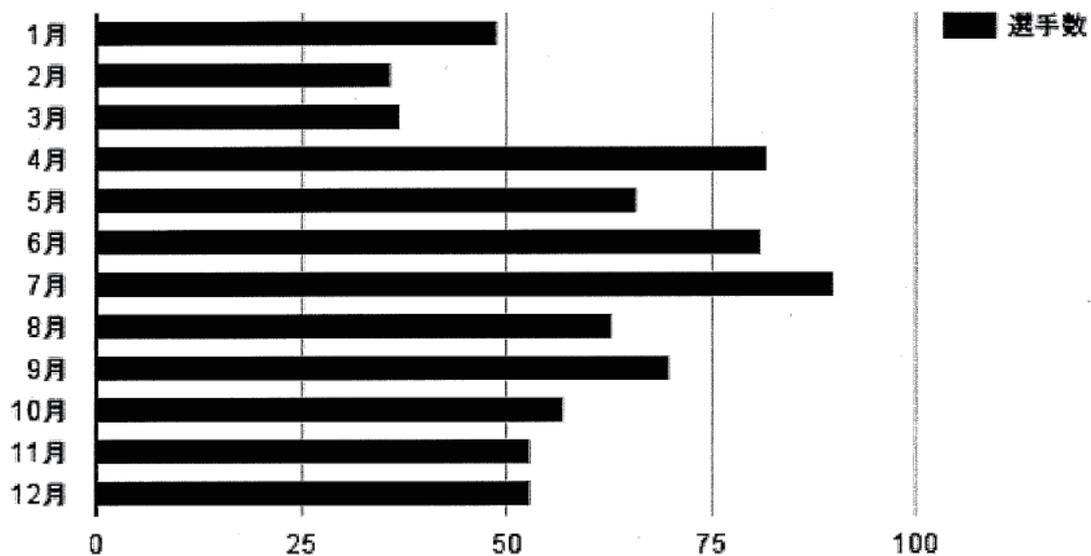
1. 自分の出席番号、身長、体重、性別、血液型を記入して下さい。

出席番号 _____ 身長 _____ cm 体重 _____ kg 性別 _____ 血液型 _____

2. 自分は几帳面だと思いますか？ 1. はい 2. いいえ

以上で質問は終わりです。ありがとうございました。

日本プロ野球選手の誕生日



資料①

統計を活用することで見える世の中②

○ 下の散布図は、20代から50代までのサラリーマンを対象に、50m走の記録と年収のデータを調べた結果をまとめたものです。

問: 足が速い人の方が年収が高くなっているのはどうしてでしょうか?

13

資料②

学習指導要領とのつながり

高等学校 数学Ⅱ (2) 図形と方程式 イ 軌跡と領域

高等学校 数学Ⅲ (1) 平面上の曲線と複素数平面 ア 平面上の曲線

1 はじめに

高等学校学習指導要領では、2次曲線の分野について「幾何的な定義に基づいて曲線の方程式を導き、それぞれの曲線の基本的な性質について理解させる。」と記載されている。しかし、数学Ⅱの「図形と方程式」では、曲線について解析幾何学的方法で学んでいるため、曲線を「幾何学的」に理解することに慣れない生徒も多い。そこで、曲線の定義に対する具体的なイメージの広がりが必要だと考えた。日常と関わりを感じやすい「紙」を用いて、幾何学的な定義からのアプローチを体験させることで2次曲線の性質の美しさを実感させたいと考えた。

2 準備

(1) 同心円と平行線プリント 1枚

2つの同心円プリント 2枚

授業実践記録 新興出版社啓林館

<http://shinko-keirin.co.jp/keirinkan/kosu/mathematics/jissen/jissen73.html>

からダウンロードできる。

(2) 四角い紙 1枚 円型の紙 1枚

円が描かれた四角い紙 1枚

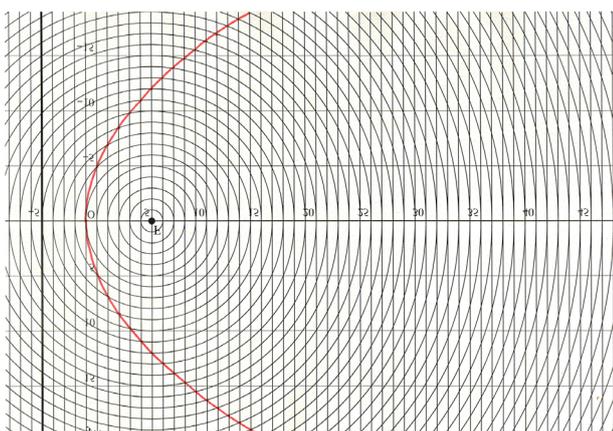
3 授業展開

(1) 2次曲線の定義から描く

ア 放物線

(ア) 同心円と平行線が描かれたプリントを準備する。

(イ) 準線 $x = -5$ からの距離と、焦点 $(5, 0)$ からの距離が等しい点をつなぐ。



イ 楕円

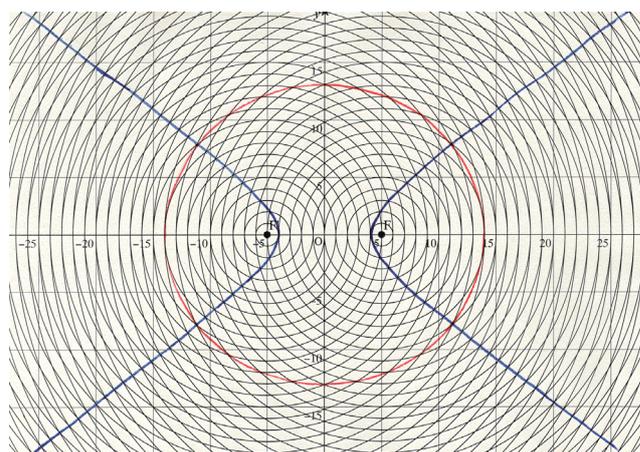
(ア) 2つの同心円が同じ幅で描いてあるプリントを準備する。

(イ) 2焦点からの距離の和が18 (一定) である点をつなぐ。

ウ 双曲線

(ア) 2つの同心円が同じ幅で描いてあるプリントを準備する。

(イ) 2焦点からの距離の差が8 (一定) である点をつなぐ



【留意点】

- ・軌跡としての定義に従って描くことに留意する。
- ・単なる作業にならないようにする。

(2) 2次曲線の幾何学的な定義

ア 放物線

定点 F と、 F を通らない定直線 l からの距離が等しい点の軌跡を (放物線) といい、定点 F を (焦点)、定直線 l を (準線) という。

イ 楕円

2 定点 F, F' からの距離の和が一定である点の軌跡を (楕円) といい、この2 定点 F, F' を楕円の (焦点) という。

ウ 双曲線

2 定点 F, F' からの距離の差が一定である点の軌跡を (双曲線) といい、この2 定点 F, F' を楕円の (焦点) という。

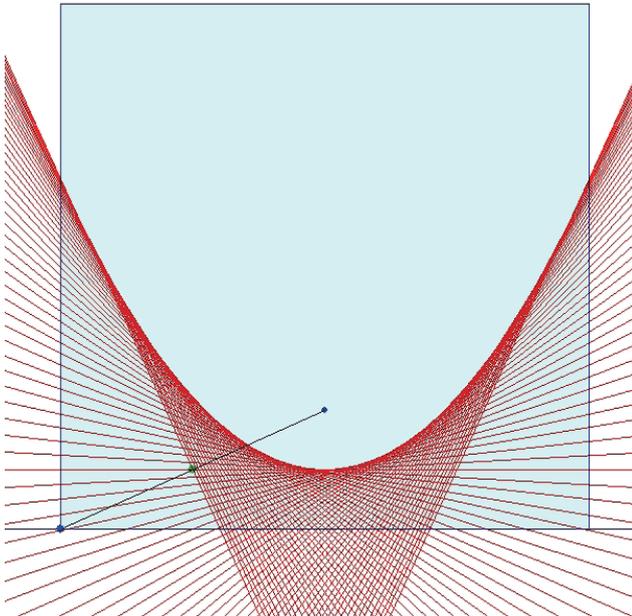
【留意点】

上記3 (1) で書いた手順を確認しながら、2次曲線の定義を意識させる。

(3) 2次曲線を折る

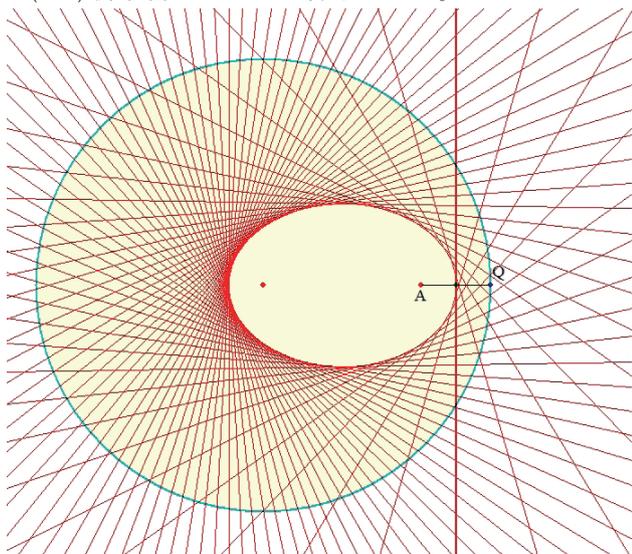
ア 放物線

- (ア) 四角い紙を準備する。
- (イ) 定点Aをとる。
- (ウ) 紙の底辺が点Aと重なるように折り返し、折り目をつける。
- (エ) これを開くと、折り目の線が残る。
- (オ) 折り目をたくさん付けていく。



イ 楕円

- (ア) 円型の紙を準備する。
- (イ) 定点Aをとる。
- (ウ) 円の周囲が点Aと重なるように折り返し、折り目をつける。
- (エ) これを開くと、折り目の線が残る。
- (オ) 折り目をたくさん付けていく。

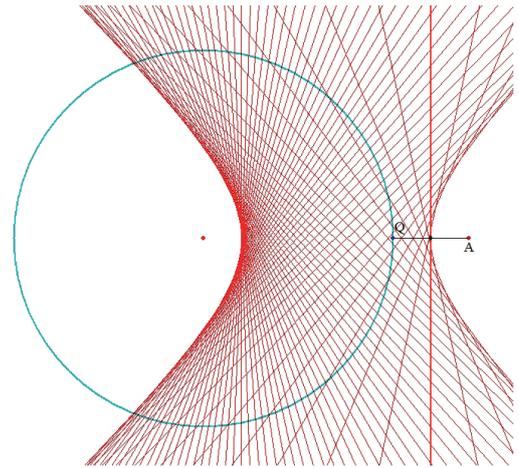


ウ 双曲線

- (ア) 円が描かれた四角い紙を準備する。
- (イ) 円の外側に定点Aをとる。
- (ウ) 円の周囲が点Aと重なるように折り返し、折

り目をつける。

- (エ) これを開くと、折り目の線が残る。
- (オ) 折り目をたくさん付けていく。



【留意点】

- ・関数グラフソフト Grapes で折り目を作図し、動かしてみせ、折り目の軌跡が2次曲線を描くことを提示する。
- ・折り目が垂直二等分線になっていること意識させる。

(4) 包絡線としての2次曲線

ア 放物線

紙の底辺が点Aと重なるように折り返すとき、底辺上の点で点Aと重なる点Hとすれば、折り目は、点Aと底辺上の点Hの垂直二等分線となる。

また、放物線上の任意の点P，焦点をF，点Pから準線に引いた垂線をPHとすると

- ① $PF = PH$
- ② 点Pにおける接線は、 $\angle FPH$ を二等分する。

よって、点Pにおける接線は、線分FHの垂直二等分線である。「紙の底辺を点Aに重ねる」ということは、「点Aを焦点、底辺を準線にもつ放物線の接線を引く」ことである。

イ 楕円、双曲線

包絡線がつくる曲線として証明できる。

4 学習のポイント

- (1) 幾何学的定義を用いて2次曲線を描く。
- (2) 紙を折って包絡線で2次曲線を描く。

5 参考文献

- (1) 高等学校 数学Ⅲ, 数研出版
- (2) 授業実践記録・新興出版社啓林館,
<http://shinko-keirin.co.jp/keirinkan/kosu/mathematics/jissen/jissen73.html>
- (3) 二次曲線ランド,
<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~tomodak/quadratic/index.htm>



2次曲線の性質

1 二次曲線の定義から描く

I 同心円と平行線が同じ幅で書いてある

太い線からの距離と、定点からの距離が等しい点をつなぐと () が描かれる。

II 2つの同心円が同じ幅で書いてある

2 定点からの距離の和が一定である点をつなぐと、() が描かれる。

2 定点からの距離の差が一定である点をつなぐと、() が描かれる。

2 二次曲線の種類

() () ()

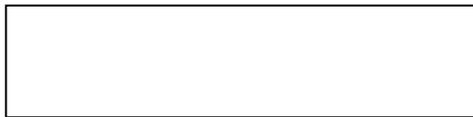
3 二次曲線の定義

I 放物線

定点 F と、 F を通らない定直線 g からの距離が等しい点 P の

軌跡を () という。

つまり、



です。

定点 F を () 、定直線 g を ()

という。

II 楕円

2 定点 F_1 , F_2 からの距離の和が一定である点 P の軌跡を

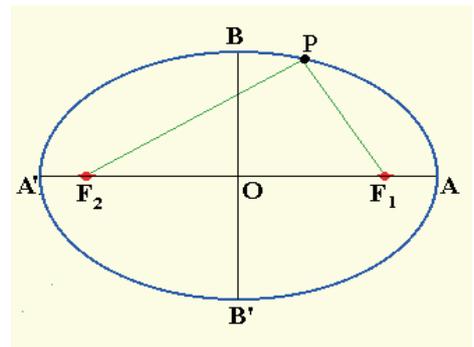
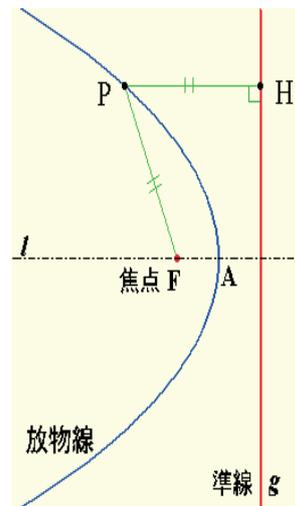
() という。

つまり、



です。

この2定点を () という。

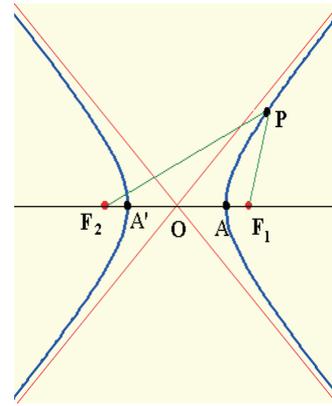


III 双曲線

2 定点 F_1, F_2 からの距離の差が一定である点 P の軌跡を

() という。

つまり、



です。

この 2 定点を () という。

4 折ってみよう

I 四角い紙を用意し、定点 A をとります。紙の底辺が点 A と重なるように折り返したとき、たくさん折り目をつけるとどのような図形ができるか。

II 丸い紙を用意し、定点 A をとります。円周が定点 A と重なるように折り返したとき、たくさん折り目をつけるとどのような図形ができるか。

III 四角い紙を用意し、円を描き、外側に定点 A をとります。点 A が円周と重なるように折り返したとき、たくさん折り目をつけるとどのような図形ができるか。

5 包絡線としての 2 次曲線

4 - I の曲線が描かれる理由を考えてみよう。

学習指導要領とのつながり

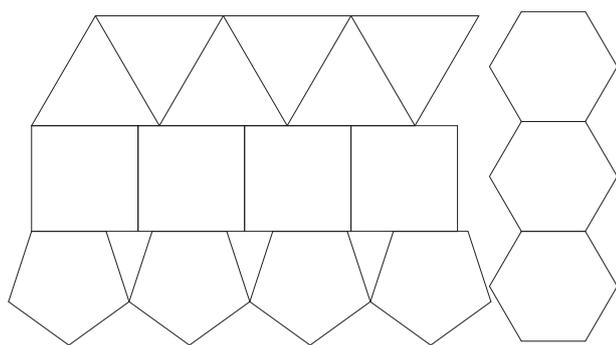
高等学校 数学 A (3) 図形の性質 イ 空間図形

1 はじめに

正多面体は、対称性が美しい立体で様々な特徴や性質が潜んでいる。正多面体を折り紙で折って作成することで、正多面体の美しさを体感し、考察を通じて、正多面体の特徴の理解を深めたいと考える。また、正多面体が5種類しかない理由を「実験」を通じて、確かめたいと考えた。

2 準備

- (1) 折り紙 各班 50 枚程度
- (2) 正多面体の折り方テキスト 各班 1 冊
川村みゆき著『はじめての多面体おりがみ』
- (3) 実験用 正多角形セット 1 人 1 枚



正多面体はなぜ種類が少ないのか？実験用 正多角形セット
正多面体クラブ <http://polyhedra.cocolog-nifty.com/> Copyright (C) 2012 横井亜紀

正多面体クラブ.

<http://polyhedra.cocolog-nifty.com> より
ダウンロードし、厚紙に印刷する。

- (4) はさみ
- (5) のり

3 授業展開

(1) 多面体の定義

ア たくさんの多角形が集まってできる立体を（多面体）という。

イ 多面体は（面）と（辺）と（頂点）と（体積）で出来ている。

ウ ヘこみのない多面体を（凸多面体）という。

(2) 正多面体の定義

ア 次の①②を満たす凸多面体を正多面体という。

- ① 各面はすべて合同な正多角形である。
- ② 各頂点に集まる面の数はすべて等しい。

イ 正多面体は、5種類しかない

【留意点】

- ・正多面体の定義を確認する。

(3) 正多面体が5種類しかないことの証明

ア 実験

(ア) 『実験用 正多角形セット』を一人1枚準備する。

(イ) 正三角形6枚，正方形4枚，正五角形4枚，正六角形3枚を切り出す。

(ウ) 同じかたちの正多角形を張り合わせて多面体の頂点ができるのは何枚までか調べる。

①正三角形

- ・ 3枚 → 正四面体
- ・ 4枚 → 正八面体
- ・ 5枚 → 正十二面体
- ・ 6枚 → 平らになる
頂点を作れない

②正方形

- ・ 3枚 → 正六面体（立方体）
- ・ 4枚 → 平らになる
頂点を作れない

③正五角形

- ・ 3枚 → 正十二面体
- ・ 4枚 → 並べられない
頂点を作れない

④正六角形

- ・ 3枚 → 平らになる
頂点を作れない

		2枚	3枚	4枚	5枚	6枚
正三角形		×	○	○	○	×
正方形		×	○	×	×	×
正五角形		×	○	×	×	×
正六角形		×	×	×	×	×

- (エ) ○の数を数える
○の数は、5つ。
よって、正多面体は、5種類しかない。

【留意点】

- ・正多面体は、各頂点に集まる面の数は等しい凸多面体であることを確認する。

(4) 「整数不等式」を使って証明する。

正 p 角形 (p は 3 以上の整数) の内角の和は
 $(p-2) \times 180^\circ$

正 P 角形の各頂点の内角は
 $(p-2) \times 180^\circ / p$

正多面体の一つの頂点には q 個 (q は 3 以上の整数) の正 p 角形が集まる。この q 個分の角の和は

$$\{(p-2) \times 180^\circ / p\} \times q$$

これは 360° より小さいので

$$\{(p-2) \times 180^\circ / p\} \times q < 360^\circ$$

この不等式を整理すると

$$(p-2)(q-2) < 4$$

$$p \geq 3, q \geq 3 \text{ より}$$

この不等式を満たす整数 p と q の組は、

$$(p, q) = (3, 3), (3, 4), (3, 5), (4, 3), (5, 3)$$

p と q の組は、5組のみ

よって、正多面体は、5種類しかない。

【留意点】

- ・ $(p-2)(q-2) < 4$ の形に変形できない生徒もいるので、式変形の指導は、丁寧に行う。
- ・ $p \geq 3, q \geq 3$ である条件を忘れない。

(5) 正多面体を折る

- ア 1 班 2 人または 3 人に分かれる
- イ 各班で 5 種類の正多面体を折る
テキストは、川村みゆき著『はじめての多面体おりがみ』日本ヴォーグ社を使う。
- ウ 各班で 5 種類の正多面体を作成後、「面の数」「辺の数」「頂点の数」を数える。
- エ 正多面体の性質について気付いたことをまとめる。

①オイラーの多面体定理

頂点(Vertex)の数を v , 辺(Edge)の数を e , 面(Face)の数を f とする

$$v - e + f = 2$$

②双対多面体

- ・正四面体 \Leftrightarrow 正四面体 (自己双対)
- ・正六面体 \Leftrightarrow 正八面体
- ・正十二面体 \Leftrightarrow 正二十面体

【留意点】

- ・単なる作業にならないように折る過程に数学が使われていることを意識させる

- ・正多面体は、対称性が美しい立体であることを体感させる。
- ・正多面体は、双対多面体である
- ・オイラーの多面体定理が成り立つ

(6) 準正多面体の定義

(ア) 面の形が正多角形で、それぞれの頂点に集まっている面の数の種類が全部同じ多面体を (準正多面体) という。

(イ) 準正多面体は、全部で 13 種類ある。

【留意点】

- ・切頂二十面体は、正二十面体の各頂点を切り落としてできる多面体であることを実際に折り紙で作った正十二面体をみて気付かせる。
- ・サッカーボールは、切頂二十面体である。

4 学習のポイント

- (1) 正多面体が 5 種類しかない証明を「実験」を通じて理解する。
- (2) 整数不等式を用いて、正多面体が 5 種類しかないことを数学的に証明する。
- (3) 折り紙で同じユニットを何枚か作り多面体を折ることで、正多角形の作図の仕方がわかる。
- (4) 正多面体の実物を手にとってみることで正多面体の性質が見える。
- (5) サッカーボールの構造 (準正多面体) について学習できる。

5 参考文献

- (1) 川村みゆき著. 多面体の折紙—正多面体・準正多面体およびその双対. 日本評論社
- (2) 川村みゆき著. はじめての多面体おりがみ. 日本ヴォーグ社
- (3) 正多面体クラブ.
<http://www.h7.dion.ne.jp/~kagaku/index.htm>

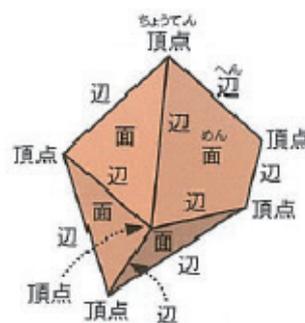


正多面体を折ろう！

I 多面体 POLYHEDRON

• たくさんの多角形が集まってできる立体を「**多面体**」といいます。多角形が4つなら「**四面体**」、5つなら「**五面体**」と呼ばれます。

• 多面体は「**面**」と「**辺**」と「**頂点**」で出来ています。体積の部分を多面体の「**内部**」それ以外を「**外部**」と呼びます。



• へこみのない多面体を「**凸多面体**」といいます。

II 正多面体

• 次の【1】【2】を満たす凸多面体を「**正多面体**」といいます。

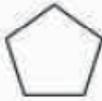
【1】各面はすべて合同な正多角形である。

【2】各頂点に集まる面の数はすべて等しい。

• 正多面体は、5種類しかありません。

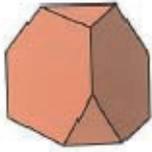
III 調べてみよう

• 同じかたちの正多角形を張り合わせて多面体の頂点が作れるのは何枚までか

		2枚	3枚	4枚	5枚	6枚
正三角形						
正方形						
正五角形						
正六角形						

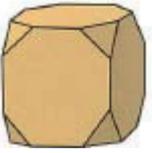
IV 整数不等式を使って「正多面体が5種類しかない」ことを証明する。

① ()



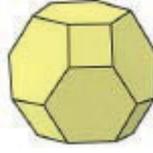
面と形と数	正三角形	4
	正六角形	4
辺と頂点の数	辺	18
	頂点	12

② ()



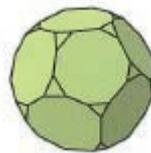
正三角形	8
正八角形	6
辺	36
頂点	24

③ ()



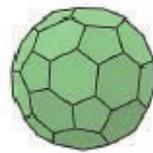
正方形	6
正六角形	8
辺	36
頂点	24

④ ()



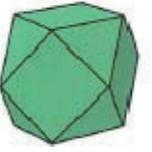
正三角形	20
正十角形	12
辺	90
頂点	60

⑤ ()



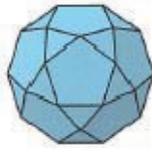
正五角形	12
正六角形	20
辺	90
頂点	60

⑥ 立方八面体
二面体



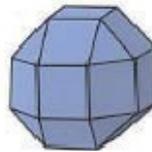
正三角形	8
正方形	6
辺	24
頂点	12

⑦ 二十・十二面体



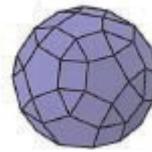
正三角形	20
正五角形	12
辺	60
頂点	30

⑧ 斜方立方八面体



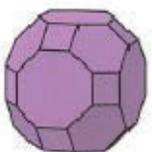
正三角形	8
正方形	18
辺	48
頂点	24

⑨ 斜方二十・十



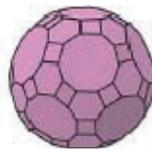
正三角形	20
正方形	30
正五角形	12
辺	120
頂点	60

⑩ 斜方切頂立方八面体



正方形	12
正六角形	8
正八角形	6
辺	72
頂点	48

⑪ 斜方切頂二十・十二面体



正方形	30
正六角形	20
正十角形	12
辺	180
頂点	120

⑫ 変形立方体



正三角形	32
正方形	6
辺	60
頂点	24

⑬ 変形十二面体



正三角形	80
正五角形	12
辺	150
頂点	60

学習指導要領とのつながり

高等学校 理科 物理	(1)様々な運動
高等学校 数学Ⅰ	(3)二次関数、指数
高等学校 数学Ⅱ	(3)指数関数、対数関数

1 はじめに

学習指導要領が新しくなり、物理においては選択分野だった範囲がなくなり、全ての範囲が大学受験で問われることになった。その影響もあり、物理実験に時間を割くことが難しくなっている学校も多いのではないかと。しかし、理科という学問は理論と実験共に学ぶことで本質を知ることになる。

本実験は、どの学校にでもあるであろう実験器具を用いて、各実験1時間ずつ合計2時間で設定した。実験データを得たあとで近似曲線を引き、高校数学で学ぶ関数と関連させて単振動の周期について、考え公式を導き出す。また、実験の際に生じる誤差についても考えさせる。

2 準備

以下はグループで1つずつ必要である。

- (1) 力学スタンド
- (2) たこ糸 1 m20 cm
- (3) つるまきばね
- (4) ストップウォッチ
- (5) おもり

(100 g ~ 1.0 kg まで 100 g きざみで測定できるセット。本校の場合は、20 g と 30 g のおもりをいくつかもつけて使用する。さらに 500 g と 1 kg については砂のおもりも使用した)



- (6) 定規
- (7) はさみ

3 授業展開

(1) 導入

単振り子やばね振り子を振動させるとき、周期は何によって変化するかを考える。

(2) 実験1

- ア 4人程度で1班となるよう、班を編成する。
- イ 各班で単振り子の周期がどんなパラメータの影響で変化するか話し合い、変化させるパラメータを各班で1つずつ決めて発表する。
- ウ 実験を行い、イの結果を発表する。
- エ 糸の長さを変えて、振り子の周期を測定し、表を埋める。
- オ グラフ化し、近似線を引く。
- カ 周期の2乗を計算し、表を埋め、グラフ化し、近似線を引く。

【留意点】

変化させるパラメータの例としては、振幅、初速度、糸の長さ、おもりの質量、おもりの形などが考えられる。生徒の意見にばらつきのない場合は、教師からいくつか提示すると良い。また、変化させるパラメータが偏らず、色々なパラメータで各班が実験できるように調整する。

計測の際は糸の長さに関しては、おもりの重心位置からクリップまでの長さにする必要があることを伝える。また、糸は1 m以上の長さを用意し、切るのではなくつまむ位置を変えて糸の長さが変わるようにする。

(3) 実験2

- ア 4人程度で1班となるよう、班を編成する。
- イ 各班で鉛直ばね振り子の周期がどんなパラメータの影響で変化するか話し合い、変化させるパラメータを各班で1つずつ決めて発表する。
- ウ 実験を行い、イの結果を発表する。
- エ おもりの質量を変えて、振動の周期を測定し、表を埋める。
- オ グラフ化し、近似線を引く。
- カ 周期の2乗を計算し、表を埋め、グラフ化し、近似線を引く。



実験器具の組み立ての様子

【指導上の留意点】

グラフに近似線を引く場合は、全ての点を通るような線ではなく、全ての点に近くなるような関数を予測した線を書く。グラフの関数は、それぞれ以下のようになる。

$$T = a\sqrt{l}$$

$$T = c\sqrt{m}$$

$$T^2 = b l$$

$$T^2 = d m$$

(a～dは定数)

グラフの原点においては、単振子の場合は原点を通り、ばね振り子の場合は原点を通らない。これはばね自身の重さによってばねが伸びているからである。この点は生徒に気付かせたい。

4 学習のポイント

- (1) 実験を行う時は、丁寧に長さや質量をはかる。特に糸の長さは、重心位置で判断する。
- (2) 近似線の書き方を学ぶ。

【留意点】

変化させるパラメータの例としては、振幅、初速度、おもりの質量などが考えられる。生徒の意見にばらつきのない場合は、教師からいくつか提示すると良い。また、変化させるパラメータが偏らず、色々なパラメータで各班が実験できるよう調整する。

計測の際は振幅を小さくして、最大の伸びのときの弾性力が大きくなりすぎないように注意する。大きくなりすぎるとばねが壊れたり力学スタンドが倒れる。特におもりが重くなっていくと机の上にイスを乗せ、その上に力学スタンドを乗せて実験するので、スタンドが倒れると極めて危険である。必ずスタンドの足を手でおさえて実験することを注意したい。

(4) 振りかえり

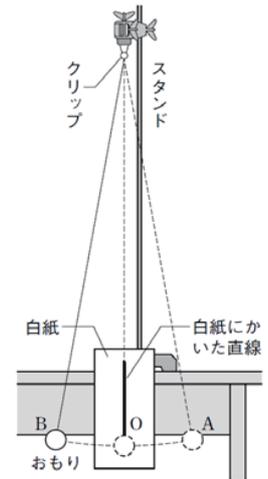
- ア 実験道具をすべて片付ける。
- イ ワークシートを完成させながら、グラフも完成させる。
- ウ どのようなグラフになったのか黒板に書かせる。
- エ 周期と糸の長さ、周期の二乗と糸の長さ、周期とおもりの質量、周期の二乗とおもりの質量のそれぞれの関係性について考える。
- オ グラフは、原点を通るのかどうかについて検討する。



【実験1～単振子の周期を調べよう～】

- 目的 単振り子の周期の関係性を知る。
- 準備 力学スタンド、たこ糸、ストップウォッチ、おもり、定規、はさみ
- 手順

- (1) おもりに糸を付け、糸の他端をスタンドに固定してつるす。
- (2) おもりの質量、振幅、糸の長さなどを変えて周期が変化する要因を調べる。
- (3) 糸の長さを変えて、単振り子を小さく（振幅が10cm程度）振らせて10往復する時間を測定する。それを10で割って周期 T [s] を求める。



●結果

- ① おもりの質量を変えたら、周期は変化したか。
- ② 糸の長さを変えたら、周期は変化したか。
- ③ 振幅を変えたら、周期は変化したか。
- ④ 振り子の長さを変えて得た結果を埋めよ。

振り子の長さ	0.10m	0.20m	0.30m	0.40m	0.50m	0.60m	0.70m	0.80m	0.90m	1.0m
10回の振動時間										
周期 T										
T^2										

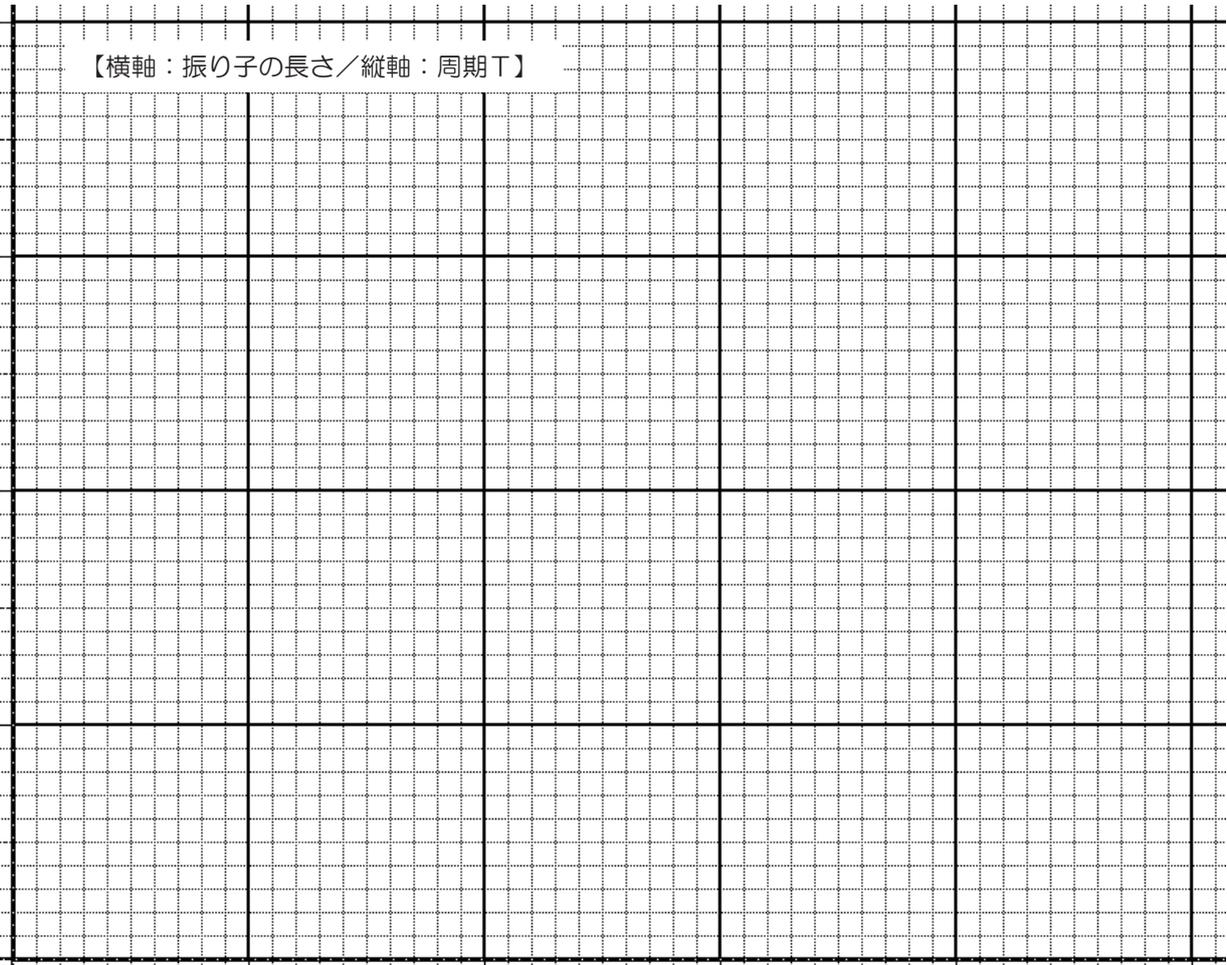
- ⑤ ④の結果を、右グラフに表せ。

～コラム～「振り子の等時性」

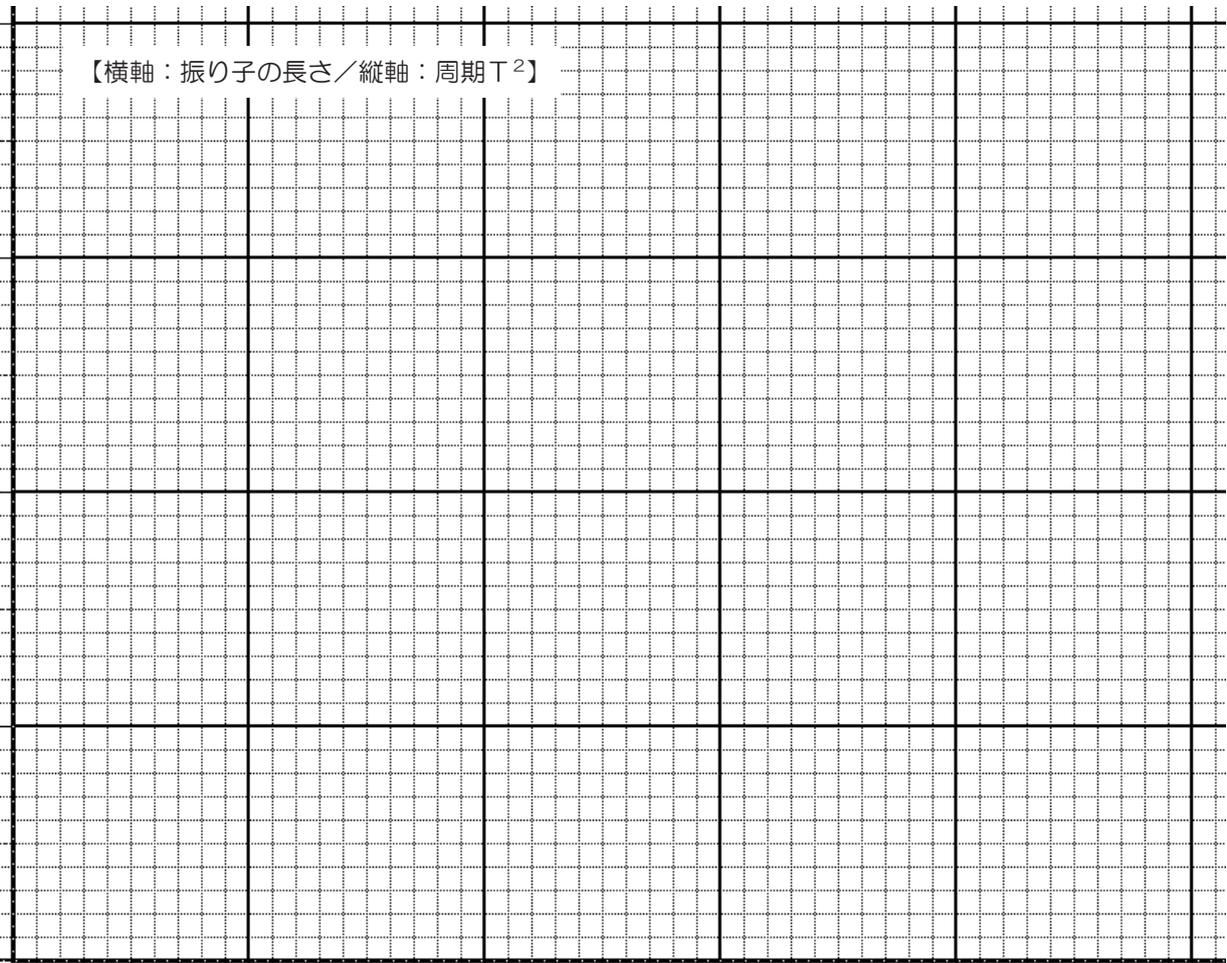
1583年のある日の夕方、ガリレオはピサの大聖堂に入った。中は薄暗く、天井から吊した大きな青銅のランプに灯がともり、大きく揺れていた。「灯をともすときに揺らしたのだな」と何気なくランプを見ている内にガリレオは気がついた。「だんだんと揺れはおさまってくるが、大きく揺れるのと、小さく揺れるのと、ランプがいつか戻ってくるまでの時間は変わらないようだ」ガリレオは手首の脈を取り、時間を計ってみた。ランプは高い天井から鎖で吊されているのでゆっくりいつか戻ってくる。揺れが小さくなくても脈の数はほぼ同じである。振り子が揺れて往復する時間は、振り子が揺れる幅で違うのではない。おもりの重さでもない。振り子の長さによるものだ。という「振り子の等時性」を発見したのはこの時だと言われる。



【横軸：振り子の長さ／縦軸：周期 T 】



【横軸：振り子の長さ／縦軸：周期 T^2 】



【実験2～ばね振り子の周期を調べよう～】

- 目的 ばね振り子の周期の関係性を知る。
- 準備 力学スタンド， つるまきばね， ストップウォッチ， おもり
- 手順

- (1) つるまきばねをスタンドに固定してつるす。
- (2) おもりの質量、振幅などを変えて周期が変化する要因を調べる。
- (3) おもりの質量を変えて、ばね振り子を小さく（振幅が10cm程度）振らせて10往復する時間を測定する。
それを10で割って周期 T 〔s〕を求める。

●結果

- ① おもりの質量を変えたら、周期は変化したか。
- ② 振幅を変えたら、周期は変化したか。
- ③ おもりの質量を変えて得た結果を埋めよ。

おもりの質量	0g	100g	200g	300g	400g	500g	600g	700g	800g	900g	1.0kg
10回の振動時間											
周期 T											
T^2											

- ④ ③の結果を、グラフに表せ。

●考察

実験1より、単振り子と振り子の長さの関係、
実験2より、ばね振り子とおもりの質量の関係を探ろう。

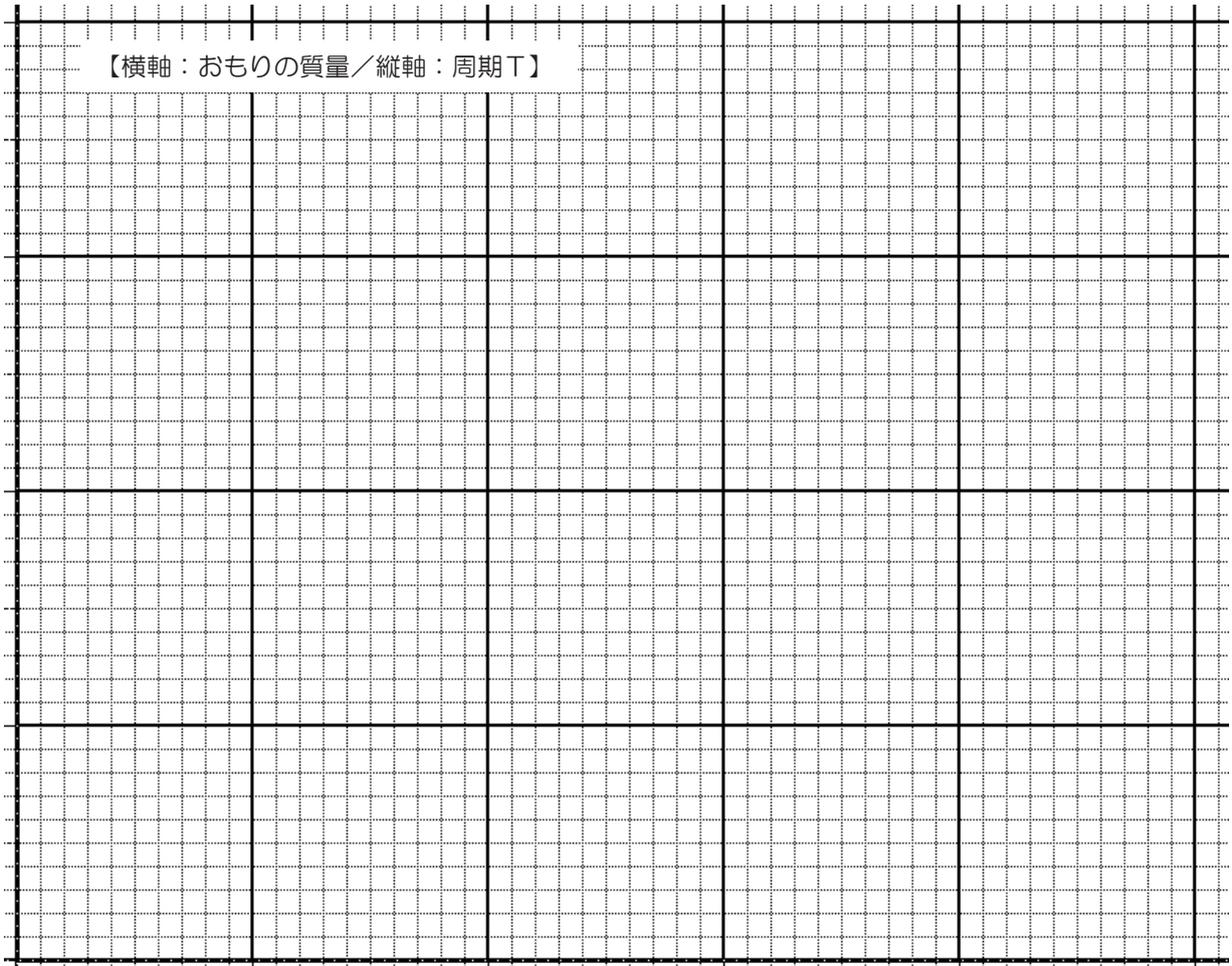
単振り子の時、

$T =$

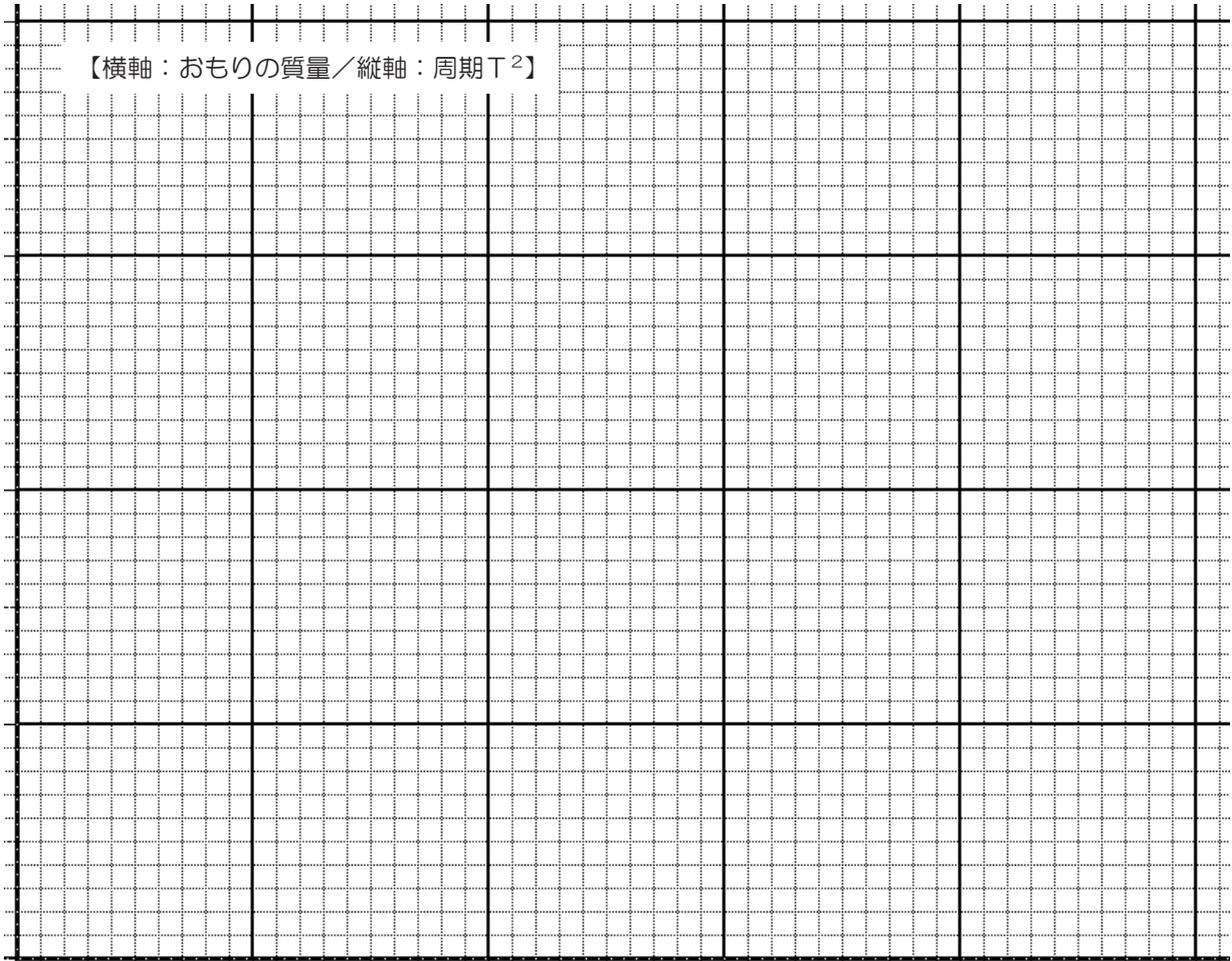
ばね振り子の時、

$T =$

【横軸：おもりの質量／縦軸：周期 T 】



【横軸：おもりの質量／縦軸：周期 T^2 】



学習指導要領とのつながり

高等学校 理科 物理基礎 (2) 様々な物理現象とエネルギーの利用

1 はじめに

原子力発電や火力発電にかえて、世界各地でクリーンな新エネルギーが開発・利用されている。これからの社会を支える高校生には、固定概念から脱却し、新しい発想でエネルギーを作り出す創造力を身につけて欲しい。創造力を身につけることで、めまぐるしく変化している現代を生き抜く力を育むことにもつながる。

ここでは、仮説・実験を繰り返して高効率な発電をえるための羽モデルを創造することで、実験手法や科学的思考力を養成し、創造力を養うことを目標とした。

2 準備

- (1) 厚紙 (ボール紙) (1人につきA4一枚程度)
- (2) モーター (2人で1つ)
マブチモーター F A - 130 R A を使用



- (3) ドライヤー (グループで1台)
- (4) 力学スタンド (グループで1台)
- (5) 電流計 (グループで1台)
- (6) ワニグチクリップ (グループで2本)
- (7) コンパス
- (8) 定規
- (9) はさみ
- (10) 両面テープ

3 授業展開

(1) 導入

モーターは、回転数に応じて発電するため、電流値が大きければより回転していることになる。この事を理解させ、モーターの軸に紙を取りつけてドライヤーで風をあてることで、より大きな電流値が得られるよう、羽の形状を考えさせる。

その際に、羽の形状を変えるパラメータは何かあるのか、考えられるものを全てプリントに書かせ、その上で回転数に大きな影響があると考えられるパラメータを1つ考えてさせておく。

【留意点】

パラメータの例としては、羽の枚数、羽の長さ (円の半径)、羽の大きさ (円から羽にする際に切りぬく大きさ)、羽を曲げる角度、ドライヤーをあてる位置 (角度や距離) などが今までの授業では良く出た。こちらから羽の例を見せたりパラメータの例を話すと、生徒の考えは早くなるが、アイデアが固定化される可能性もあるので、こちらからのヒントはなるべく避けたい。あえて情報不足にして混乱させることで、斬新な発想が生まれる。

(2) 活動A (グループワーク)

- ア 4人程度で1班となるよう、班を編成する。
- イ 各班でそれぞれ羽モデルを作る。
 - (ア) 各班の中で個人の考えを発表してグループでの変化させるパラメータを1つに決定する。またそのパラメータ以外の羽の条件を1つにそろえる。
 - (イ) (ア) の条件を発表する。
 - (ウ) 各班人数分のパラメータを変化させた羽を班員で協力して製作する。
 - (エ) 回路に接続し、それぞれの羽で得られた電流値を記録し、黒板に記入する。
 - (オ) 各班代表者は結果を発表する。その際に工夫した点なども発表する。

【留意点】

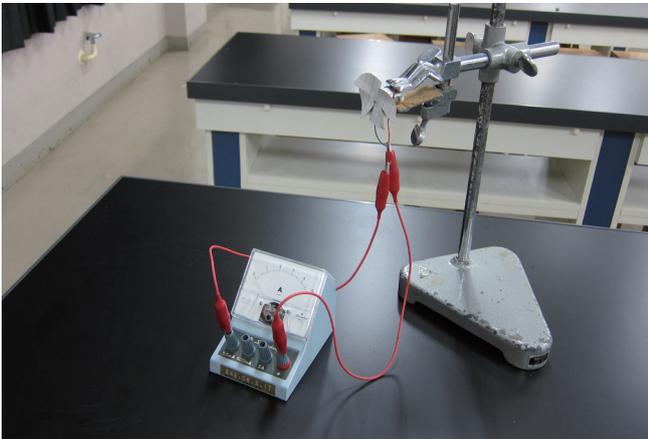
あらかじめ、黒板に班ごとの表を書いておき、上記3(2)イ(イ)の際に、教員が黒板に変化させるパラメータと固定させるパラメータを記入してい

く。その際に、固定させる条件を細部まで確認しておく、生徒たちにも羽のイメージが湧いて良い。

また、このタイミングで回路に接続したモデルを用意し、接続方法を伝えると良い。

モーターの軸に厚紙を取り付ける方法としては、厚紙の真ん中にコンパスの針で穴をあけ、そこに通す方法がよい。その際に、穴が大きすぎて、風をあてた際に紙は回るが軸は回らないということがよくある。これを防ぐため、軸と厚紙の間に両面テープをつけて固定させる。その際、両面テープや厚紙はモーターの軸のみに接着し、本体に触れないよう注意させる。

これまでの実験では、電流値は0 mA～ 410 mAまで計測できた。初回から高電流が得られることはまずないので、接続する電流計は50 mAからが良い。また、作成する羽の形状によっては回転方向が変わるので、接続してみて針が逆に振れたら接続端子を逆に変えればよい。



実験器具の組み立ての様子

4 学習のポイント

- (1) 実験を行う時は、まずモデル化し、パラメータを1つずつ変えてどのパラメータが結果に影響してくるのか調べることを学ぶ。
- (2) 他人に自分の考えを分かりやすく伝える方法と、他人の意見に耳を傾けることの大切さを学ぶ。
- (3) ワークシートの作成は、実験の再現ができるように書くことを学ぶ。

(3) 活動B (個人活動)

- ア 班を解消し、(2)イ(オ)での発表を参考にして、各自で最もよく回る羽の形状を考え、製作する。
- イ 回路に接続して得られた電流値を記録し、より大きい値となるよう改良を加える。

(4) 振りかえり

- ア 実験道具をすべて片付ける。
- イ ワークシートを完成させながら、級友はどのような羽でどんな電流値だったのか聞きに回る。
- ウ 良く回った生徒と回らなかった生徒数人は、自分が工夫した点と得られた電流値を発表する。
- エ 感想と、今後やるならば改善したいことを丁寧に書く。

【留意点】

どのような結果でも、相手を否定せずに工夫について謙虚に聞くことを心掛けさせる。そうすることで、数値が悪かった生徒も発表しやすくなる。さらにどのような結果でも、大成功につながるヒントが隠れていることを伝えたい。



【実験の組み立て～エコ発電を考えよう～】

- 目的 様々な条件を変化させ、得られる電流値が大きくなるような風力発電の模型を考える。
- 準備 ドライヤー、両面テープ、電流計、リード線、力学スタンド、カッター盤、厚紙、モーター、はさみ、コンパス、定規、カッター
- 手順

(1) 何を変化させたら得られる電流値に違いがでるか、考えられる要因を考えてみよう。

(2) (2人 1班)

条件を1つだけ変化させ、得られる電流値にどのような影響が出るのか調べる。

変化させる条件

固定する条件(羽根の枚数, 風をあてる位置など詳細に記入)

●結果

変 化					
電流値					

●考 察

以上の結果より、何が分かったか。

●発 表

他の班の発表を聞き、何を変化させると得られる電流値は大きくなる(エコ発電できる)と考えられるか。

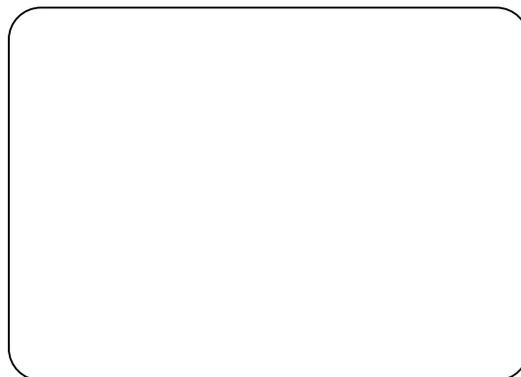
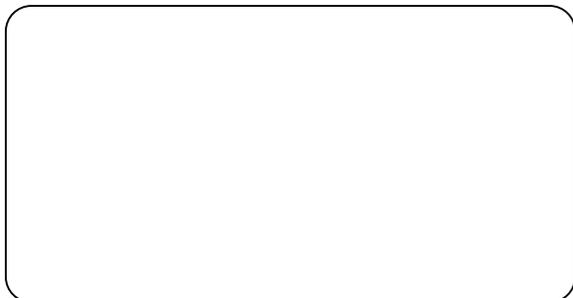
【実験～得られる電流値の大きくなる風力発電を考えよう～】

【実験の組み立て】を念頭に置いて、風力発電を作成する。

●結果

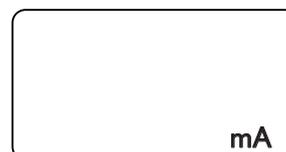
(1) 自分の作成した羽の形状、もしくは特徴を、図を交えて記せ。

(2) 計測し、得られる電流値の最高値を書け。



(3) SSⅡテストと電流値に応じて、この回の成績をつけます。

あなたの電流値は…



mA

～コラム～「新エネルギー：風力発電」

太陽光発電や風力発電などのように、地球温暖化の原因となる二酸化炭素（CO₂）の排出量が少なく、エネルギー源の多様化に貢献するエネルギーを「新エネルギー」と呼んでいます。日本の法律では「技術的に実用段階に達しつつあるが、経済性の面での制約から普及が十分でないもので、石油代替エネルギーの導入を図るために必要なもの」とされ、10種類が指定されています。エネルギー資源の乏しい日本にとっては、貴重な純国産エネルギーと言えます。「風の力」で風車をまわし、その回転運動を発電機に伝えて「電気」を起こします。

「風力エネルギー」は風を受ける面積と空気の密度と風速の3乗に比例します。

風を受ける面積や空気の密度を一定にすると、風速が2倍になると風力エネルギーは8倍になります。

風車は風の吹いてくる方向に向きを変え、常に風の力を最大限に受け取れる仕組みになっています。

台風などで風が強すぎる時は、風車が壊れないように可変ピッチが働き、風を受けても風車が回らないようにします。

風力発電は、風の運動エネルギーの約40%を電気エネルギーに変換できるので効率性にも優れ、また大型になるほど格安になる（規模のメリットが働く）ため、大型化すれば発電のコスト低減も期待できます。

●考察

この実験を通して、何が分かったか。感想も記入すること。





学習指導要領とのつながり

高等学校 理科 生物基礎 (1)生物と遺伝子 ア 生物の特徴 (イ)細胞とエネルギー
 高等学校 理科 生物 (1)生命現象と物質 ア 細胞と分子 (ア)生命現象とタンパク質

1 はじめに

酵素は生物の代謝に欠かせない生体触媒であり、高等学校の生物分野では最も重要な内容の一つである。酵素はタンパク質でできているため、無機触媒とは異なる性質や特徴を持つ。これらを実験を通じて理解するために、カタラーゼによる過酸化水素の分解がよく行われている。ここでは、この実験を厳密なものではないが、できるだけ数値でとらえる視点を身に着けさせる工夫を行った。また、時間ごとに測定し、結果をグラフにまとめることで、教科書等でよく見かけるグラフを自ら得た実験データをもとに作ることができるように心がけた。

2 準備

- (1) 授業プリント
- (2) 3.0% 過酸化水素水
- (3) ニンジン
- (4) ダイコン
- (5) 酵母（市販のドライイースト）
- (6) 試験管
- (7) 恒温槽（40℃と70℃）なくてもよい
- (8) 水（0℃）
- (9) 電子天秤（秤量0.01gのもの）
- (10) ストップウォッチ

3 授業展開

授業時間 100 分のうち、実験 1 と 2 をそれぞれ 50 分ずつ行う。

(1) 実験 1

酵素反応と無機触媒反応に対する温度の影響

ア 導入 酵素の基礎知識の確認

(ア) 酵素について未習・既習に関わらず酵素の基礎事項を復習する。

(イ) 酵素全般の性質

基質特異性があること、最適温度、最適 pH があることなど

(ウ) カタラーゼの性質

過酸化水素を基質とする、分解反応をすると酸素がでる、ほとんどの生物が持っているなど

イ 展開 実験

(ア) 操作の説明はプリントを用いて行う。私は 3

分間静かに読ませすぐに実験を行わせる。

(イ) 同じ実験台でニンジンを使う班とダイコンを使う班に分ける。このようにすることで、各実験台で 2 種類の生物のカタラーゼの違いも確認できる。

(ウ) 配布プリントには各温度のビーカーを用意することになっているが、すべての班が一度に入れられる恒温槽があるとよい。

(エ) 高さを測定するときはシールもしくは油性ペンがあると測定しやすい。

(オ) ニンジンは試験管いっぱいまで反応することが多い。

ウ まとめ 結果と考察

(ア) 各班で得られたデータを黒板に記入させ、クラスとしての平均を計算する。

(イ) 各班のデータを実験回数と見立て、誤差を生じることやそれを少なくするためには実験回数を多く行うことが大切であることを学習させる。

(ウ) 教師が黒板上でデータを簡単にグラフ化する。すると、40℃のところにピークが来ることがわかる。また、ニンジンとダイコンでは値が大きく違うこともわかる。このグラフはあまり正確である必要はない。グラフ化することで視覚的にとらえられることを伝える。

(エ) 配布プリントの通りに実験を行うと、0℃のデータは 40℃のデータに近い値が出る。このことを考えさせると面白い。これは過酸化水素水が 0℃にしていなかったために 0℃で反応していないことによる。本来は過酸化水素水も 0℃にしておかなければ正しい値が出ない。これらのことにも気づかせたい。また、0℃では失活しないこともわかる。生徒は教科書に載っているグラフの形から反応しない＝失活と勘違いしている生徒もいるので確認するとよい。

エ この実験は気泡の高さを使っているがあまり正確なものではないということは伝えておいたほうがよいと思われる。

(2) 実験2

カタラーゼの反応速度と基質濃度の関係

ア 導入

- (ア) 生成物量と時間の関係はどのようになるか考えさせる。
- (イ) 温度を一定にし、基質濃度を変えるとどのような反応になるのか考えさせる。
- (ウ) どのような実験をすればこのことが明らかになるか考えさせる。
- (エ) 配布プリントを3分間静かに読ませる。
- (オ) 電子天秤上で測定し続けることになることを伝える。本来の使い方ではないので生徒が戸惑うことも多い。

イ 展開 実験

- (ア) 前の時間に配布してある過酸化水素水を希釈して1.5%のものを調整させる。
- (イ) 自信をもって正しく溶液の希釈ができる生徒は少ない。
- (ウ) 反応させる前にビーカーを風袋引き(0合わせ)しない。減少量を測定することになるのでマイナスになってしまう。
- (エ) 反応開始から10秒後に測定を始めるのは、酵素液を流し込んだ直後は激しく反応するためである。
- (オ) 秤量0.01gのものを使うので測定時に実験台を揺らすと値が変わる。揺らさないように指示しておく。
- (カ) この実験は電子天秤上で反応させ、酸素の発生により減少していく質量を反応生成物量として記録するものである。短時間で記録していくので生徒の役割分担もでき、集中して実験できることが多い。
- (キ) 室温で行うことになるので実験室内が寒いと反応も悪くなるので注意する。

ウ まとめ 結果と考察

- (ア) 結果をグラフにすると教科書に出てくる生成物量と時間の関係のグラフが得られる。基質濃度が違うとグラフの高さが異なることもわかる。
- (イ) なぜこのようになるかを考察させる。
- (ウ) また、問題集等の問題を解かせるとより理解が深まり、受験対策にもなる。
- (エ) この実験の生の結果(減少量)をグラフにしたものを使った問題もあるので利用すると実験の理解が深まる。

4 学習のポイント

- (1) 酵素の性質(基質特異性、最適温度等)を理解する。
- (2) カタラーゼの性質が生物で違うことを知る。
- (3) 実験回数を多くすることで誤差を小さくできることやグラフ化することで視覚的にとらえることができ、考察しやすくなることに気付く。
- (4) 過酸化水素水を正しく希釈できる。
- (5) 生成物量と時間の関係、基質濃度と生成物量の関係を理解し、その理由を説明できる。



【酵素①】 酵素反応と無機触媒反応に対する温度の影響

○目的

酵素反応は、無機触媒反応と同様に、温度が高くなると反応速度は大きくなるが、ある温度をこえると反応速度は低下し、さらに温度が高くなると反応は進まなくなる。酵素反応と無機触媒反応が、温度によってどのように異なるかを調べる。

○材料

ダイコンおよびニンジン、粉末状の酸化マンガン(IV)、おろしがね、葉さじ、試験管、試験管立て、ビーカー、ピペットマン 1000、温度計、3%過酸化水素水、水、氷水、温湯(40℃、70℃)

○方法

- 試験管 6 本を用意し、右表のように試験管①～③にはダイコン(ニンジン)をすりおろした液を等量ずつ、試験管④～⑥には酸化マンガン(IV)を葉さじ(小)約 1 杯それぞれ入れる。そして、試験管④～⑥に、2 ml の水をそれぞれ加える。
- 氷水や温湯を用いて、0℃、40℃、70℃に温度設定したビーカーを用意する。右表にしたがって試験管①～⑥を各温度のビーカーに 5 分間浸す。
- 試験管①～⑥に、過酸化水素水を 2 ml 加え、気体が発生するようすを観察し、記録する。

材 料	0℃	40℃	70℃
ダイコン液 ニンジン液	①	②	③
酸化マンガン(IV)	④	⑤	⑥

○結果と考察

- (1) 気泡発生の高さ、気泡発生の特徴点を下表に記入する。

試験管	気泡発生の高さ(cm)	特徴点
①		
②		
③		
④		
⑤		
⑥		

- (2) 試験管①と④、②と⑤、③と⑥の反応結果を比較し、わかったことを記せ。

- (3) 試験管①と②と③の反応結果を比較し、わかったことを記せ。

- (4) この実験からわかったことをまとめて記入せよ。

○感想

【酵素②】カタラーゼの反応速度と基質濃度の関係

○目的

過酸化水素の分解により発生する気体の発生量を測定することにより、酵母菌中に含まれるカタラーゼの反応速度と基質濃度との関係を調べる。

○材料

電子天秤、ドライイースト 0.5g、過酸化水素水（3.0%、1.5%）、ビーカー（50mL×1、200mL×2）、ストップウォッチ

○方法

1. 基質として3.0%の過酸化水素水60mLをビーカー(200mL)に入れる。
2. 酵素液として顆粒のドライイースト0.5gをビーカー(50mL)に入れ、攪拌しながら蒸留水で10mLにする。
3. 過酸化水素水の入ったビーカー（200mL）に酵素液を流し込み、電子天秤に乗せ、10秒後に質量を測定する。
4. その後ビーカーを電子天秤に乗せたまま、30秒ごとに質量を測定し、記録する。
5. 2分間、表示が同じ場合は反応終了とする。
6. 反応後ビーカーを洗浄し、1.5%の過酸化水素水60mLを基質として2～5を同様に行う。

○結果と考察

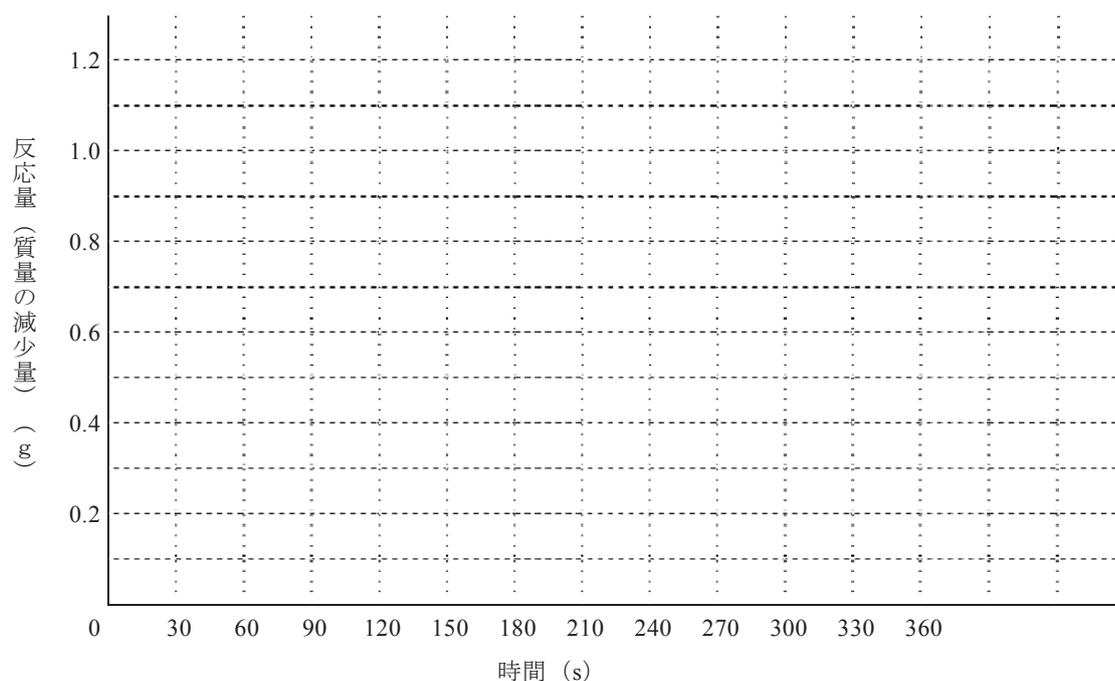
1. 3.0%過酸化水素水

時間(s)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
質量(g)													
減少量(g)	0												

2. 1.5%過酸化水素水

時間(s)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
質量(g)													
減少量(g)	0												

3. 反応速度と基質濃度のグラフ（3.0%：赤、1.5%：黒）



学習指導要領とのつながり

高等学校 理科 生物 (3) 生物の環境応答 ア 動物の反応と行動

中学校 理科 第2分野 (3) 動物の生活と生物の変遷 イ 動物の体のつくりとはたらき

1 はじめに

目は光受容器としての役割を持つ。角膜を通った光は水晶体で屈折し、網膜で受容される。受容された光は視神経を通して脳で像として認識される。ヒトの網膜上には盲斑とよばれる光を受容できない部分がある。すなわち、本来であれば我々が「見ている」とき、「見えない」部分があるはずだが、それを認識することはない。認識することがないため、知識として盲斑を知らない生徒にとっては「見る」ということを生物学的に考えるいい機会となる。

自分の目の中に存在する盲斑の形や大きさを実際に確認できることは生徒の興味を引きやすい。加えてその検出には数学的な知識を応用すること、正確に形を表すためにはできるだけ実験条件をそろえることなど、操作は単純だが、サイエンスとしての基礎的な考え方を意識付けできる実習といえる。この実習は高等学校の生物では多くの教科書で紹介されているものであるが、目の構造の解説さえ行えば十分理解できる内容であるので、既習、未習に関わらずどのような学年、タイミングでも実施できる。また、教室で実施でき、生徒が何人いてもあまり問題がないことも実施しやすい実習といえる。

2 準備

- (1) 授業プリント
- (2) 試験紙 (右目用, 左目用)
- (3) 試験紙用クリップボード
なくてもノート等で代用できる
- (4) 割りばし
- (5) 筆記具
- (6) 定規またはメジャー
- (7) シール

3 授業展開

ヒトの眼球の直径は 30 mm 前後であり、盲斑は 3 mm 前後である。ヒトの目は水晶体とよばれる凸レンズにより光が屈折している。これを利用し、盲斑の形を求める。また、眼球の直径と試験紙との距離から相似の三角形を導き出し、その相似比から盲斑の直径を求める。授業は以下のように展開する。

(1) 目の構造の復習と解説

中学校では目の構造を学習しているので復習事項として確認する。黄斑と盲斑、網膜の構造は高等学校「生物」の教科書レベルの解説を必要とする。目の構造を高等学校で未習の場合は解説し、既習の場合は復習する。

(2) 盲斑の存在の確認

試験紙 (p.52) を配布し、盲斑の検出を行う。左目を隠し、右目で●印をみつめたまま紙を前後させると×が消える位置を見つけることができる。生徒によってはうまくできない生徒もいるが、実習には必須なのでここで必ずできるようにしておく。A4 用紙の場合 20 cm 前後離れた位置で消えると思われる。また、②、③では消えるはずの位置がまわりの柄で補完されることがわかる。このことにより、目は光受容器であり、脳で「見ている」ことを意識させる。簡単な錯視を紹介するとより認識が深まる。

(3) 実習の説明および右目の実習

授業プリントに基づいて操作を説明する。盲斑の直径を求める際に相似の計算を利用することに気付かせる。実習はまず右目だけ行うよう指示する。

(4) 右目の結果の確認と実習方法の考察

右目の結果を周りで見比べてみると大きさが極端に小さかったり、形がいびつだったりする生徒が現れる。ここでなぜそのようなことが起こるのかを考えさせる。よくある失敗に、試験紙や顔の位置を実習中に変えていること、試験紙と顔の距離をきちんと測らずに実習を行ったことが挙げられる。特に放射線を書いた後、試験紙を元の位置に戻さないことが多い。これらのことを考えさせ、改善を促す。これらの失敗は計測する位置に印をつけておくことで改善される。

(5) 左目の実習

右目の結果を受けて改善するために顔と試験紙の距離を正確に測り、それぞれの位置にシール等で印をつける。その後左目の実習を行う。

(6) 左目の結果の確認

左目の結果を確認する。多くの生徒でそれなりの結果が得られるはずである。

(7) まとめ

以下の「4 学習のポイント」の事項を改めて確認する。

(8) 時間に余裕がある場合の展開

実習の理論からいえば遠く離れば離れるだけ大きい盲斑が検出されることとなる。そこで、生徒を教室の後ろに全員立たせ、黒板の左に教員の顔の高さに直径 30 cm 程度の円を描き、右目で注視させ、教員がゆっくり移動することで教員の顔を消すことができる。実習の理論の理解が深まるとともに大いに盛り上がるることができる。

(9) その他

ア たいていの生徒用机は長辺が 50 cm 以上あるので生徒用机が利用しやすい。

イ 目に障害を持つ生徒がいる場合は適切な配慮が必要である。

4 学習のポイント

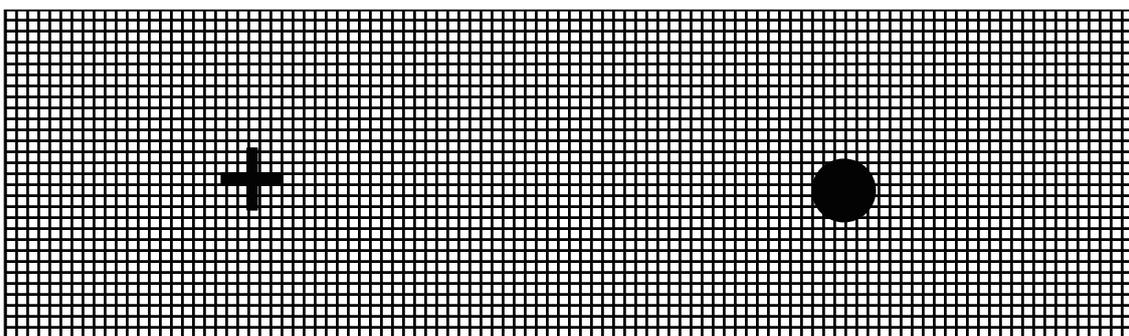
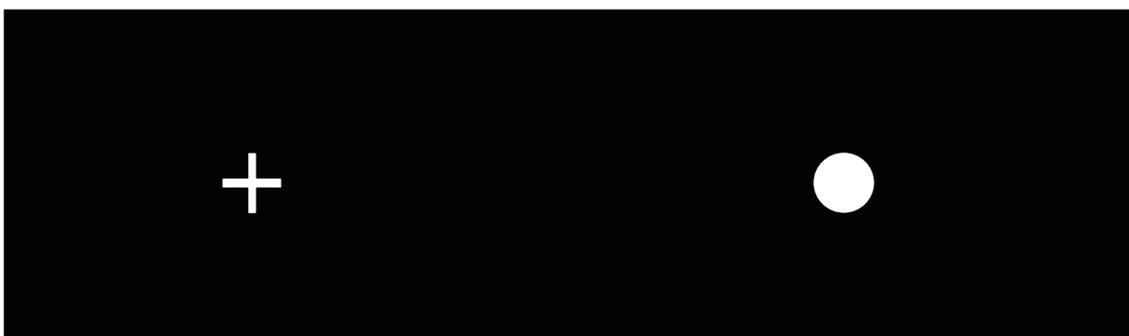
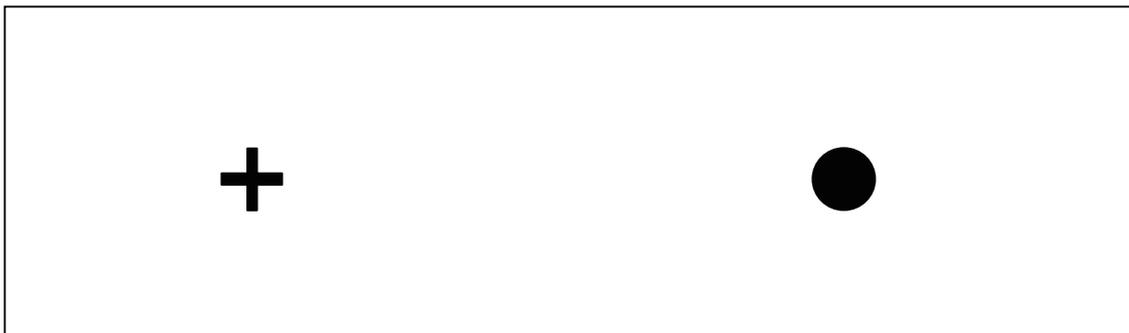
(1) 網膜には光を受容できない領域（盲斑）があることを理解する。

(2) 相似の計算を用いることで自分の目では見えない盲斑の形や直径を知ることができる。

(3) 実験や実習を行うときは、いつも同じ条件で実施できるように準備を整えることが大切であることを学習する。



右目で+を見続けながらプリントを前後にさせると・・・



【盲斑の形と大きさ】

○目的

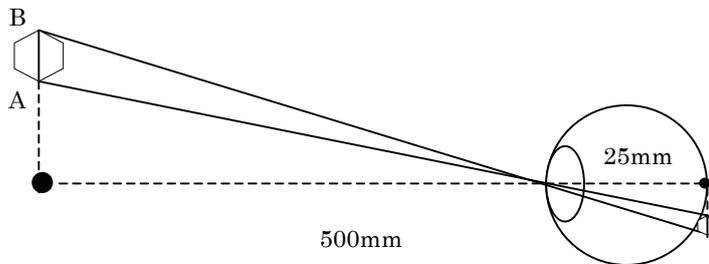
日常生活では、盲斑があることに気づくことは少ない。そこで、実際に盲斑があることを確認し、その形と大きさを測定する。

○材料

記録用紙、割りばし、定規、サインペン

○方法

1. 2人一組で、それぞれ検者と被検者になる。
2. 記録用紙を机の端から50cmのところに立てる。
3. 被検者は机の端にあごをつけ、記録用紙の〈注視点〉を右目でみつめる（左目は手で覆う）。
4. 検者は、割りばしの先端を〈注視点〉から徐々に右に動かす。
5. 被検者は、割りばしの先端が見えなくなる位置（A）と再び見えた位置（B）を合図し、検者は記録用紙に記入する。
6. （A）と（B）の中点から、放射線を引き、それぞれの放射線上で5.を繰り返す。
7. 放射線上の各点を直線で結ぶ。
8. 眼球の直径を25mmとして、図形の相似比から実際の盲斑の直径を求める。



○結果と考察

(1) 盲斑の直径は何mmか。

(2) 盲斑と黄斑の距離は何mmか。

(3) 投影図から、右（左）眼の盲斑は眼球の耳側、中央部、鼻側のどこにあると考えられるか。

(4) 感想

学習指導要領とのつながり

中学校 理科 2分野 (5) 生命の連続性 ア 生物の成長と殖え方
 高等学校 理科 生物基礎 (1) 生物と遺伝子 イ 遺伝情報の分配

1 はじめに

遺伝情報の分配については、「生物基礎」において扱っている。体細胞分裂の過程での染色体の様子を観察することは、生物の遺伝のしくみを理解する上で非常に重要である。そのため、体細胞分裂の観察は、よくどの学校でも扱われる生物実験の1つである。しかし、この実験は、よく用いられる材料であるタマネギの根端分裂組織を集めることの難しさ等の事前準備により、全生徒に体細胞分裂の様子を観察させることが容易ではない。そこで、比較的安価に手に入る中国産のニンニクを材料にして根端を集め、観察させる実験を紹介する。

2 準備

- (1) ニンニクの根端
- (2) ファーマー液 (酢酸:エタノール = 1 : 3)
- (3) 3.5% 塩酸
- (4) コニカルチューブ
- (5) ピンセット
- (6) 柄付き針
- (7) ろ紙
- (8) シャーレ
- (9) 酢酸オルセイン
- (10) 検鏡用具
- (11) 約 60°Cの温湯

3 授業展開

実験授業プリント「体細胞分裂の観察 No.1」の「方法2」までは、授業前までに完成させておく。

中国産のニンニクは、1個当たり約15片に分離させることができる。

- (1) 1片ごとにばらし、外皮を除去する。底の堅い部分も取りのぞく。
- (2) 発泡スチロールに1片ずつ、つまようじで刺す。それぞれの断片の底部が少しだけ水に浸るようにバランスをとって浮かべる。
- (3) 根が2cm程度になったら根端を集める。1個のニンニクから多量の根端を集めることができる。
- (4) 集めた根端をファーマー液に浸し、冷蔵庫で保存する。(この操作により、観察に適した根端を長期保存することが可能となる。)
- (5) 固定した根を3.5%塩酸の入ったコニカル

チューブに入れ、60°Cの温湯で5分間温める。

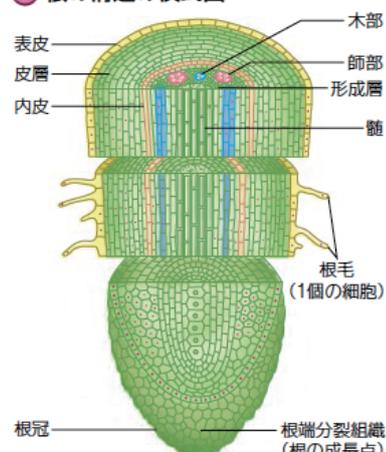
- (6) 根の先端から約2mm切り取り柄付き針で軽くほぐした後、酢酸オルセインを滴下し、7~10分間染色する。
- (7) 染色後、余分な酢酸オルセインをろ紙で吸い取り、水を滴下し、カバーガラスをかける。
- (8) カバーガラスの上に折りたたんだろ紙を置き、指で押しつぶす。
- (9) 低倍率から検鏡し、分裂組織を確認しだい高倍率で検鏡する。
- (10) 各期の分裂像を確認し、視野中の数を測定する。
- (11) 視野中の数の割合から各期にかかる時間を計算する。1細胞周期を20時間とする。
- (12) 各期の分裂像をスケッチする。

【留意点】

温湯を使う際には、火傷に注意する。薬品が手などに付いた場合は、すぐに流水に患部をつけるよう指導する。

温めている間や染色している間の時間を使い、「根冠」「根端分裂組織」などの根の構造について説明し、根端分裂組織が観察に適していることを指導する。

● 根の構造の模式図



根では、木部と師部が中央付近に交互に並んでいる(放射中心柱)。

出典：サイエンスビュー生物総合資料 (実教出版)

4 学習のポイント

- (1) 100倍で観察した時、分裂組織の細胞（成長点付近の細胞）は正方形に近い形をしている細胞であるため、観察に適している。一方、長方形の形をした細胞は、細胞が成長をほぼ終えた細胞であるため観察には不適であることを伝える。一つひとつの細胞が成長するため、根が伸びるということを指導する。
- (2) それぞれどの周期の細胞なのかを判別できるよう伝える。
間期…一般的にみられる細胞であり、観察される細胞の約9割は間期の細胞である。
G₁期…複製されたDNAは娘細胞に均等に分配されている。
S期…染色体のDNA量が2倍になっている。
G₂期…細胞が成長し複製されたDNAが含まれている。
前期…染色体が凝縮しており、ひも状になっている。
中期…染色体が赤道面に並んでいる状態である。
後期…各染色体は2つに分離し、1本ずつ両極へ移動している。
終期…細胞板ができ、染色体の凝縮がゆるむ。核膜・核小体が現れ始める。
- (3) 400倍で観察した時、各周期の細胞の数を数える。各段階の割合から各期の経過速度が以下の関係式により推察できる。

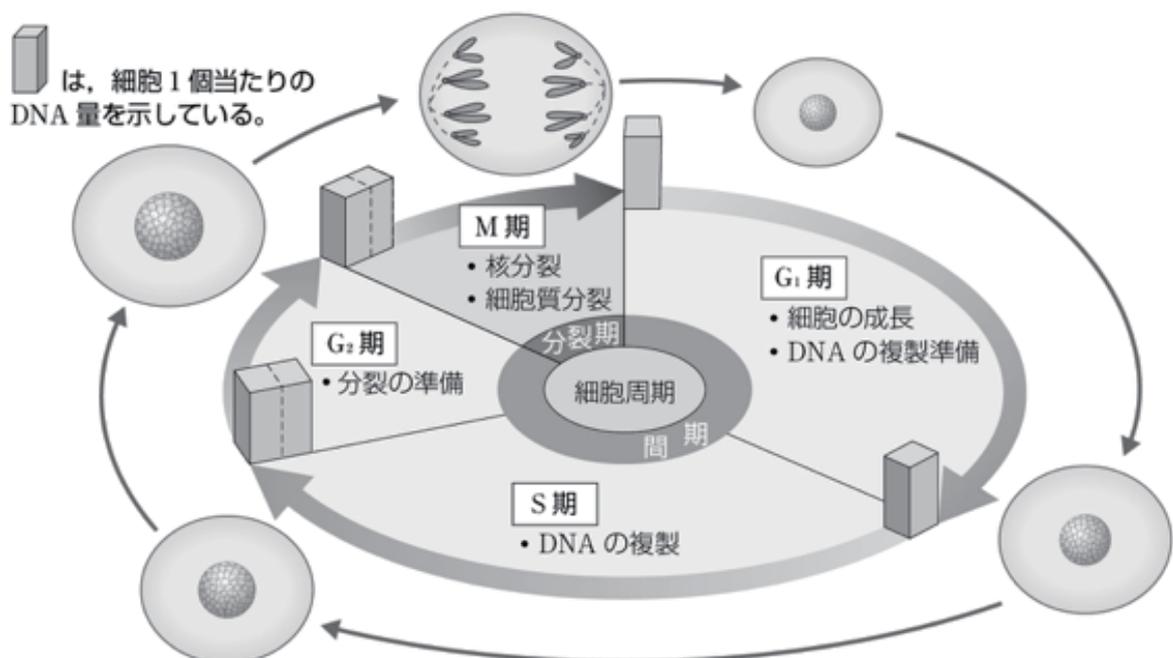
分裂期の長さ = 細胞周期 (20時間とする) × (分裂期の細胞数 (個)) / (観察した全細胞数 (個))

【評価のポイント】

- (1) 体細胞分裂のプレパラートをつくり、分裂期中の細胞を見つけ出すことができ、観察結果から自らの考えで細胞の分裂過程を導き出すことができる。
- (2) 各分裂期の長さを正しく計算できる。

5 参考文献

- (1) 体細胞分裂を観察しよう
— プチニンニクを材料として —
<http://www.center.shizuoka-c.ed.jp/curri/cpc/Web/kannsatujiikennsyuu2/25A02b.pdf>
- (2) 高等学校 生物基礎・第一学習社
- (3) サイエンスビュー 生物総合資料・実教出版



出典：高等学校 生物基礎（第一学習社）より



体細胞分裂の観察

○目的

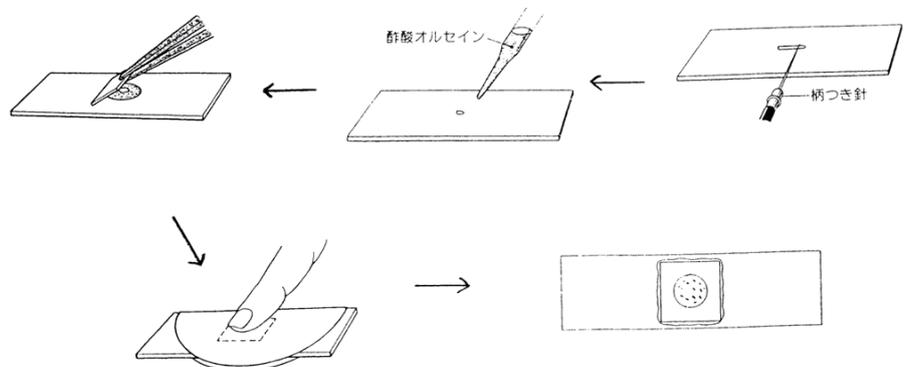
体細胞分裂が盛んに行われている、植物の根端を用いて体細胞分裂の様子を観察する。また、体細胞分裂の各期にかかる時間を調べる。

○材料

ニンニクの根端、ファーマー液（酢酸:エタノール=1:3）、3.5%塩酸、コニカルチューブ、ピンセット、柄付き針、ろ紙、シャーレ、酢酸オルセイン、検鏡用具、約 60℃の温湯

○方法

1. ニンニクを発根させる。
2. 2～3cm に伸長した根を1～24時間、ファーマー液に浸す。→ ()
3. 固定した根を3.5%塩酸の入ったコニカルチューブに入れ、60℃の温湯で5分間温める。
→ ()
4. 5分後、とりだした根をシャーレに移し、根を1本、スライドガラスにのせる。
5. 根の先端から約2mm 切り取り柄付き針で軽くほぐした後、酢酸オルセインを滴下し、7～10分間染色する。
6. 染色後、余分な酢酸オルセインをろ紙で吸い取り、水を滴下し、カバーガラスをかける。
7. カバーガラスの上に折りたたんだろ紙を置き、指で押しつぶす。
8. 低倍率から検鏡し、分裂組織を確認し次第、高倍率で検鏡する。
9. 各期の分裂像を確認し、視野中の数を測定する。
10. 視野中の数の割合から各期にかかる時間を計算する（細胞周期を20時間とする）。
11. 各期の分裂像をスケッチする。



出典

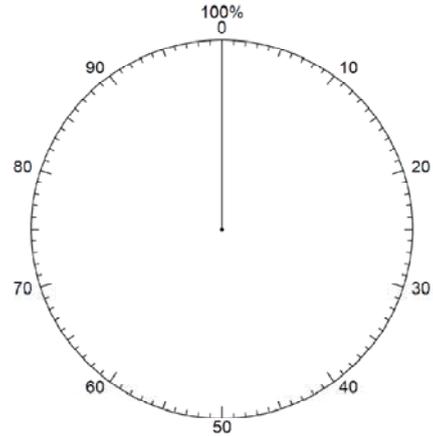
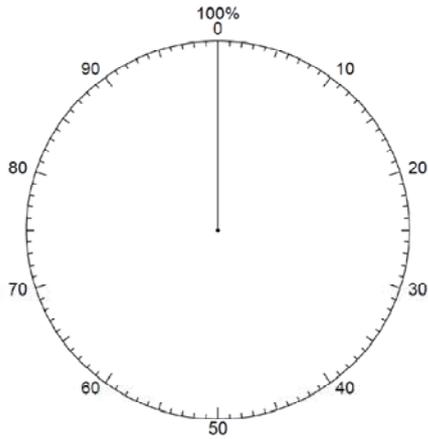
生物基礎 啓林館より

○結果と考察

1. 各期の細胞数と割合

	間期	分裂期				合計
		前期	中期	後期	終期	
細胞数 (個)						
割合 (%)						

○結果と考察



出典：<http://happyilac.net/sansu-temp-engraph.html>より

2. 1. の割合を基に円グラフを作成すると細胞周期はどのようなになるか（左：自分用、右：班用）
3. 1細胞周期を20時間と仮定した場合、各期にかかる時間はどの程度と考えられるか。

	間期	分裂期				合計
		前期	中期	後期	終期	
時間						

4. スケッチ

前期 (× 倍)	中期 (× 倍)	後期 (× 倍)
終期 (× 倍)	間期 (× 倍)	記録 _____ _____ _____ _____

○感想など



酸化還元滴定によるオキシドール中の H_2O_2 の濃度測定

小池 亮平 KOIKE Ryohei

学習指導要領とのつながり

高等学校 理科 化学基礎 (3) 物質の変化 イ 酸化と還元について

高等学校 理科 化学 (3) 物質の変化と平衡 イ 電気分解について ウ 電池について

1 はじめに

酸化還元滴定とは、定量しようとする物質（還元剤・酸化剤）を含む溶液に、酸化剤あるいは還元剤の標準溶液を滴下することによって起こる酸化還元反応を利用して目的の物質の量を知る方法である。

本実験では、過マンガン酸カリウム (KMnO_4) 標準溶液の正確な濃度を、シュウ酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 一次標準溶液を使用して決定する。

その後、過マンガン酸カリウム標準溶液を用いて、オキシドール中の過酸化水素 (H_2O_2) の濃度を測定する。

2 準備

(1) 試薬

シュウ酸二水和物 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

過マンガン酸カリウム

6 mol/L 硫酸

市販のオキシドール

(2) 器具

電子てんびん

100 mL メスフラスコ

葉さじ

葉包紙

ガラス棒

ビュレット

10 mL ホールピペット

ビュレット台

安全ピペッター

コニカルビーカー（または三角フラスコ）

ビーカー

金網

三脚

ガスバーナー

マッチ

漏斗

100 mL メスフラスコ

3 授業展開

(1) シュウ酸標準液の調製

ア シュウ酸二水和物 0.63 g を正確にはかり取る。

イ 100 mL のメスフラスコで希釈する。

【留意点】

滴定前に作成する標準溶液は正確なものでなければならぬ。正確な標準溶液を作るために使う試薬は、シュウ酸である。シュウ酸を用いる理由は、固体で量りやすく、水分を吸ったり、空気中の物質と反応したりしないという点あげられる。水酸化ナトリウムのような固体では、吸湿しやすく、正確な質量をはかれなかったり、塩酸や、硫酸のような液体では、必要な量の計算をしなければいけなくなったりと不向きな物質も多い。

(2) 過マンガン酸カリウム水溶液の濃度決定

ア 過マンガン酸カリウム 約 0.7 g を 200 mL ビーカーにはかり取り、純粋な水 200 mL を加える。少々溶けにくいだが、ガラス棒でかき混ぜて完全に溶かす。

イ シュウ酸標準液を 10 mL ホールピペットではかり取り、コニカルビーカーに入れる。

ウ 上記イのコニカルビーカーに 6 mol/L 硫酸を約 5 mL 加え、ガスバーナーで 10 秒加熱する。温めるのは反応速度を上げるためである。

エ 上記アで調製した過マンガン酸カリウム水溶液をビュレットに入れ、上記ウのコニカルビーカーに滴下する。

オ 水溶液の赤紫色がすぐに消えるが、だんだん消えにくくなる。最後の 1 滴を加えて薄い赤紫色が約 30 秒消えなくなったところを終点とする。

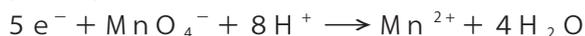
カ この操作を 3 回以上行い、滴下量の平均値を求める。

【留意点】

酸化還元滴定は、酸化剤または還元剤の標準溶液を用いて、試料を完全に酸化または還元するのに要する量を測定し、その物質を定量する方法である。酸化剤として用いられるのは、過マンガン酸カリウム、ヨウ素 I_2 などで、還元剤として用いられるのは、チオ硫酸ナトリウム ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)、硫酸第一鉄 (FeSO_4) などである。本実験で過マンガン酸カリウムを用いる理由は、過マンガン酸イオン (MnO_4^-) からマンガンイオン (Mn^{2+}) に変化する際に赤紫色から淡桃色に変化するため、指示薬を使わなくても終点が目でみて確認することができるからである。

本実験は硫酸を加えてから進めていく。これは、過マンガン酸カリウムは酸性下と、中性ないし塩基性下では異なる反応を示すからである。

(酸性下)



(中性・塩基性下)



中性・塩基性下での反応は、酸性下の反応ほど起こりやすくなく、かつ酸化還元滴定ではどの反応が起こっているかをはっきりさせる必要があるため、酸性下という条件を整える必要がある。そして酸性にするために硝酸を使うと、これはうすくても酸化剤としてはたらく、過マンガン酸カリウムでなく硝酸の方が酸化剤としてはたらく恐れがある。また塩酸を使うと、これ自身が過マンガン酸カリウムによって酸化される恐れがある。こうして酸性にするために、うすい場合はほとんど酸化作用がない硫酸が使われている。

この実験では反応速度が遅いため加熱が必要である。反応が終了したようにみえても、再度加熱することによって再び無色に戻ることがあるので、終点を見極めることについて慎重に行う必要がある。

(3) 過酸化水素水の濃度決定

- ア 市販のオキシドールをメスフラスコとホールピペットを用いて純粋な水で10倍に希釈する。
- イ 調製した水溶液10 mLをホールピペットでコニカルビーカーにはかり取り、6 mol/L硫酸を5 mL加える。
- ウ 濃度が決定した過マンガン酸カリウム水溶液を、ビュレットから(2)イのコニカルビーカーに滴下する。
- エ この操作を3回以上行い、滴下量の平均値を求める。

【留意点】

市販のオキシドールに含まれている過酸化水素の濃度は約3パーセントであり、そのまま使用すると滴定するのに多量の過マンガン酸カリウムを必要とするため、10倍に薄めて実験を行う。

4 学習のポイント

- (1) 標準溶液が何かを知る。
- (2) 濃度の計算をしっかりとできる。
- (3) 呈色したところが終点であることを知る。
- (4) 化学反応を理解している。
- (5) 濃度変換の計算ができる。

5 参考文献

高等学校 化学基礎. 数研出版.



酸化還元滴定によるオキシドール中の H_2O_2 の濃度測定

1 目的

酸化還元滴定によって市販のオキシドール（過酸化水素の水溶液）の濃度を求める。

2 準備

(1) 試薬

ア シュウ酸標準液の調整

シュウ酸二水和物 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

イ 過マンガン酸カリウムの濃度決定

過マンガン酸カリウム KMnO_4 ・6mol/L 硫酸

ウ オキシドールの濃度決定

市販のオキシドール液, 6mol/L 硫酸

(2) 器具

ア シュウ酸標準液の調整

電子てんびん・100mL メスフラスコ・薬さじ・薬包紙・ガラス棒

イ 過マンガン酸カリウムの濃度決定

ビュレット・10mL ホールピペット・ビュレット台・安全ピペッター・コニカルビーカー（または三角フラスコ）ビーカー・金網・ガスバーナー・マッチ・漏斗

ウ オキシドールの濃度決定

ビュレット・10mL ホールピペット・ビュレット台・安全ピペッター・コニカルビーカー（または三角フラスコ）ビーカー・金網・ガスバーナー・マッチ・漏斗・100mL メスフラスコ

3 方法

(1) シュウ酸標準液の調整

ア シュウ酸二水和物 0.63g を正確にはかり取り，純粋な水に溶かす。

イ 100mL のメスフラスコで希釈する。

(2) 過マンガン酸カリウムの濃度決定

ア 過マンガン酸カリウム約 0.7g を 200mL ビーカーにはかり取り，純粋な水 200mL を加える。
（少々溶けにくい，ガラス棒でかき混ぜて完全に溶かす。）

イ シュウ酸標準液を 10mL ホールピペットではかり取り，コニカルビーカーに入れる。
この溶液に 6mol/L 硫酸を約 5mL 加え，ガスバーナーで 10 秒加熱する。

ウ (1)で調製した過マンガン酸カリウム水溶液をビュレットに入れ，(2)-イのコニカルビーカーに滴下する。

最後の 1 滴を加えて薄い赤紫色が約 30 秒消えなくなったところを終点とする。

この操作を 3 回以上行い，滴下量の平均 1 値を求める。

(3) オキシドールの濃度決定

ア 市販のオキシドールをメスフラスコとホールピペットを用いて純粋な水で 10 倍に希釈する。

イ 調製した水溶液 10mL をホールピペットでコニカルビーカーにはかり取り，6mol/L 硫酸を 5mL 加える。

ウ 濃度決定した過マンガン酸カリウム水溶液を，ビュレットから(3)-イのコニカルビーカーに滴下する。

最後の 1 滴を加えて薄い赤紫色が約 30 秒消えなくなったところを終点とする。

この操作を 3 回以上行い，滴下量の平均値を求める。

4-1 結果：シュウ酸標準液の調整

調製したシュウ酸標準液の濃度はいくつか。($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 126)

mol/L

4-2 結果：過マンガン酸カリウムの濃度決定

① 過マンガン酸カリウム水溶液の滴下量の平均値はいくつか。

	1	2	3	平均値
KMnO_4 の滴下量(mL)				

② 過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を求めよ。

mol/L

4-3 結果：オキシドールの濃度決定

① 過マンガン酸カリウム水溶液の滴下量の平均値はいくつか。

	1	2	3	平均値
KMnO_4 の滴下量(mL)				

② 過酸化水素水の濃度を求めよ。

mol/L

③ 市販のオキシドールの質量パーセント濃度を求めよ。

ただし、オキシドールの密度は 1.0g/mL とする。(H_2O_2 : 34)

%

5 考察

① 実験で行った化学反応式を用いて、各原子の参加数の変化を求めよ。

② 実験から得られた結果と市販のオキシドールの容器に表示されている濃度を比較し、その差が大きい場合は、その理由について考えよ。

学習指導要領とのつながり

高等学校 理科 化学基礎 (3) 物質の変化 イ 酸化と還元について
 高等学校 理科 化学 (3) 物質の変化と平衡 ウ 電池について

1 はじめに

電池は身の回りにあふれている。リモコンなどに用いられる乾電池から、スマートフォンに用いられるリチウムイオン電池など多種多様の電池が存在している。生徒の中には電池の構造は複雑で、自分たちで作ることはできないと考えている生徒も多い。

今回の実験では、身近にある金属や食塩水を用いて電池ができることを知ってもらう。「3 3 円電池」は、身近な材料で電池が作れるという面白さから、生徒を電池の学習に引き込むねらいを持っている。

2 準備

- (1) 10 円玉 3 枚
- (2) 1 円玉 3 枚
- (3) ろ紙
- (4) はさみ
- (5) 食塩水
- (6) 電子メロディー
- (7) 50 mL ビーカー
- (8) 葉さじ

3 授業展開

- (1) 10 円玉・1 円玉・ろ紙・はさみ・食塩水を使って電子オルゴールを鳴らせる電池をどのように作るか班ごとに話し合いをさせる。
- (2) (1) で話し合った電池を作成する。
うまくできなかった場合は再度話し合いを行う。
- (3) 電子メロディーが鳴った電池の構造を記録する。
- (4) なぜ電子メロディーが鳴ったのか原理を考える。

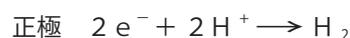
【留意点】

この実験では、生徒が考えて電池を作ることが目的であるので、間違えた構造の電池を作ったとしてもすぐに正解を言わずに、考えさせる時間を長くするとよい。

作成方法は、ろ紙を 10 円玉の大きさに切る。これを 3 枚用意する。10 円, ろ紙, 1 円, さらに 10 円, ろ紙, 1 円・・・と三重にする。こうして電池を直列につなぐことにより起電力を上げる。50 mL ビーカーに食塩小さじ 1 杯を入れてかき混ぜる。これに 3 3 円のセットをそのまま指で持って浸ける。1 円玉(アルミニウム)側を黒い導線に、

10 円玉(銅)側を赤い導線につなげることにより電子メロディーが鳴る。

各電極で起こる反応は以下のようになる。



10 円玉がきれいになることから、正極の反応は次の変化も含んでいる。



【留意点】

食塩は水溶液の電気伝導性を高めるはたらきをしている。この実験は接触不良で失敗することがある。教師が事前にチェックする習慣が望まれる。接触不良はろ紙の大きさによって起こることが多い。ろ紙は 10 円玉の大きさに丁寧に切り取ることが重要である。

電池の実験を行う場合、豆電球を使うのがもっとも起電力を必要とされる。次が通常のモーターを使ったおもちゃ、それからソーラーモーターやエレクトロニクスを中心にしたおもちゃである。電子オルゴールは起電力が小さくても反応する。

電子メロディーのつなぎ方にも注意が必要である。電子メロディーには極性があるので、赤い導線を 10 円玉(+極)に、黒い導線を 1 円玉(-極)につなぐようにしないと鳴らないので気をつける必要がある。

4 学習のポイント

- (1) 生徒が考えることを妨げない。また、安易に正解を教えない。
- (2) + と - の接続。
- (3) 食塩水を使用する意味を知る。
- (4) 異なる硬貨を使用する意味を知る。

5 参考文献

左巻健男編. やさしくわかる化学実験辞典. 東京書籍, 2010.



3 3円で電池を作ろう

1 目的

身近にある硬貨を用いて、化学電池をつくる。

2 準備

10円玉・1円玉・ろ紙・はさみ・食塩水・電子メロディー

3 方法

- (1) 10円玉・1円玉・ろ紙・はさみ・食塩水を使って電子オルゴールを鳴らせる電池をどのように作るか班ごとに話し合いをさせる。
- (2) (1)で話し合った電池を作成する
(うまくできなかった場合は再度話し合いを行う)
- (3) 電子オルゴールが鳴った電池の構造を記録する。
- (4) なぜ電子オルゴールが鳴ったのか原理を考える。

◎自分達で考えた方法を、下の枠内に説明してみよう。図示してもよい。

4 結果

実際に電子メロディーが流れた実験装置を、図示し説明しよう。

5 考 察

上記の実験装置で電子メロディーがなぜ流れたのか，原理を説明しよう。









URL <http://www.meijo-h.ed.jp>

名城大学附属高等学校

〒453-0031

名古屋市中村区新富町1-3-16

TEL 052-481-7436 (代)