

研究報告書第30号

G 4 - 0 4

高等学校

「理科Ⅱ」指導展開例

山形県教育センター

1984.3

山形県教育センター

1984年3月刊

高等学校

「理科Ⅱ」指導展開例

山形県教育センター

目 次

I 作成の趣旨

II 作成の方針

III 研究課題の展開例

1. 具体的な展開例

2. 展開例

作成の概要

1 作成の趣旨と方針

新設科目「理科Ⅱ」のねらいに即した授業を効果的にすすめていくための資料となるよう、本指導展開例を作成することとした。

本書では、(1) 特定の事象についての観察、実験、(2) 自然環境についての調査、(3) 科学の歴史的事例についての研究、のそれぞれの領域について、生徒の興味・関心をひくような20例の研究課題を設定する。そのうち4例については、年間を通して、しかも標準単位の中で指導がすすめられるように、「具体的な展開例」として示す。また、16例については、「具体的な展開例」にならって、担当する教師の創意と工夫や学習する生徒の自発性が十分組みこまれるように配慮し、要点のみを列記するにとどめ、「展開例」として示す。

2 研究課題の展開例

(1) 特定の事象についての観察、実験

- ◎いろいろな電池をつくる
- ◎ゾウリムシの生活 — 飼育と培養 —
 - 物体の比重を求める
 - 物体に加わる力を橋の模型でしらべる
 - 力学的エネルギーと電気エネルギーの変換をしらべる
 - ベニバナの栽培と紅染め
 - 気体と水溶液の性質
 - 花粉の形と発芽についてしらべる
 - 水の中でくらすカエル — アフリカツメガエルの飼育と観察 —
 - メンデルの法則をショウジョウバエを使って確かめる
 - 太陽の黒点をしらべる
 - 日時計をつくろう
 - 花粉化石から古気候を考える

(2) 自然環境についての調査

- ◎私たちの町の気象 — 町の中の気温と風の分布 —
 - 近くの河川の水質調査
 - 花ごよみをつくろう
 - 郷土の地質図をつくる

(3) 科学の歴史的事例についての研究

- ◎ガリレイの業績をたどる
 - 電子の発見から原子力まで
 - 大陸は移動する

(◎印は4ページにまとめた「具体的な展開例」、○印は0.5ページにまとめた「展開例」を示したものである。)

は し が き

改訂学習指導要領に基づく新しい教育課程が高等学校においても実施され、二年を経過しようとしている。高等学校における今次改訂の特徴として次の三点をあげることができよう。

- (1) 高等学校学習指導要領の改訂を小学校、中学校と同時に行なうことにより、高等学校教育を小学校教育、中学校教育に続く一貫した教育としてとらえようとしていること。
- (2) 中学生のほとんどが高等学校に進学するようになったことから、高等学校教育を国民教育的な位置づけでとらえようとしていること。
- (3) これまでの「生徒に教える」という観点ではなく「学び方を学ばせる」という観点到立ち、しかも体験を通してそれを学ばせようとしていること。

このなかであって高等学校理科における特色は、低学年において理科に関する基礎的・基本的な内容についての理解を深め、自然を総合的にみることができる必修科目として「理科Ⅰ」が新設され、中学校理科とのつながりが図られていること、また「理科Ⅰ」を履修したのち、更に一層広い自然科学的な教養を身につけることを希望する生徒を対象とした「理科Ⅱ」が新設されたことである。

「理科Ⅱ」の特色は、ある特定の知識を履修者に共通に与えるというのではなく、それぞれの生徒が自ら自然の事物・現象の中から課題をみつけ、自発的にしかも体験的にそれを解決していくなかで探究的な能力・態度を身につけていくことをねらいとしていることにある。「理科Ⅱ」は、従来の学習が主として知識理解に重点がおかれていたこととくらべると、我が国の理科教育の中では画期的な科目といえることができる。

生徒自らが課題を選び自発的に研究をすすめていくのが「理科Ⅱ」の特色だとすれば、課題のみならず研究の視点や展開の仕方にも多様なものがあらわれてくるものと思われる。一人の教師がいくつかの研究グループにそのつど適切な指導・助言を与えることは容易なこととは言えないかもしれない。「理科Ⅱ」を実施するにあたり、指導方法や教材研究等において教師に今まで以上の研さんをお願いするわけである。

当教育センターとしては、改訂学習指導要領に基づく高等学校理科の目標を達成するために、教師が授業を効果的にすすめていくための資料となるように、昭和56年度以来「理科Ⅰ」指導資料(Ⅰ)、同(Ⅱ)を刊行してきたが、本年度は更に「理科Ⅱ」指導展開例を刊行することとした。

各高等学校において「理科Ⅱ」のねらい及びその指導について一層研究を深められることを期待するとともに、この指導展開例に提示されている課題が創意と工夫を加えた実践の中で更に発展的に展開されることを希望するものである。

昭和59年3月

山形県教育センター所長

五十嵐 和 夫

山形県教育センター

目 次

I 作成の趣旨	1
II 作成の方針	1
III 研究課題の展開例	2
1 具体的な展開例	2
・いろいろな電池をつくる	2
・ゾウリムシの生活 — 飼育と培養 —	6
・私たちの町の気象 — 町の中の気温と風の分布 —	10
・ガリレイの業績をたどる	14
2 展 開 例	18
・物体の比重を求める	18
・物体に加わる力を橋の模型でしらべる	18
・力学的エネルギーと電気エネルギーの変換をしらべる	19
・ペニバナの栽培と紅染め	19
・気体と水溶液の性質	20
・花粉の形と発芽についてしらべる	20
・水の中でくらすカエル — アフリカツメガエルの飼育と観察 —	21
・メンデルの法則をショウジョウバエを使って確かめる	21
・太陽の黒点をしらべる	22
・日時計をつくろう	22
・花粉化石から古気候を考える	23
・近くの河川の水質調査	23
・花ごよみをつくろう	24
・郷土の地質図をつくる	24
・電子の発見から原子力まで	25
・大陸は移動する	25
参 考 文 献	26

担 当 者

研究部長	伊 藤 澄 夫
指導主事	横 尾 哲 郎
“	中 村 直 資
“	船 山 昂 沃
“	佐 藤 敏 彦
“	鴨 田 希 六
“	猪 股 東海雄
“	武 田 次 弘

I 作成の趣旨

新設科目「理科Ⅱ」は、「理科Ⅰ」を履修したあとに、さらに一層広い自然科学的な教養を身につけることを希望する生徒を対象に設けられた科目である。この科目の目標は、自然界にみられる事物・現象や科学の歴史的事例などについて課題を設け、それらの探究を通して科学の方法を習得させ、問題解決の能力を養うことである。

理科担当教師は、課題をどう設定させ、どう研究させたらよいか、その指導のあり方に不安とともどもを感じているものと思われる。そこで、「理科Ⅱ」のねらいに即した授業を効果的にすすめていくための資料となるよう、本指導資料を作成することとした。

II 作成の方針

1. 本指導展開例の研究課題は「理科Ⅱ」の内容に示されている、(1) 特定の事象についての観察、実験、(2) 自然環境についての調査、(3) 科学の歴史的事例についての研究のそれぞれの領域について選ぶことにする。
2. 中学校理科及び「理科Ⅰ」とのつながりを考慮し、日常生活にみられる事物・現象や科学史上における重要な発見などの中から生徒の興味・関心をひくような課題を設定する。
3. ここでは、20の研究課題例をとりあげ、展開例として示すこととする。
4. そのうち、4つの研究課題例については、年間を通して、しかも標準単位の中で指導がすすめられるよう、研究の計画、研究のすすめ方、使用する器具・薬品・材料などについて解説を加え、「具体的な展開例」として示すこととする。

16の研究課題例については、「具体的な展開例」にならって、担当する教師の創意と工夫や学習する生徒の自発性が十分組みこまれるように配慮する。また、それぞれの研究課題のねらいに即して実験項目、実験に際しての視点や留意点だけを列記することにとどめ、「展開例」として示す。

III 研究課題の展開例

1 具体的な展開例

いろいろな電池をつくる

課題の設定とねらい

人類は昔からいろいろなエネルギーを利用して文明を発展させてきたが、近代社会になってからは、特に電気エネルギーが大きな役割をはたしてきた。そしてその電気の出発点は、ボルタの電池の発明にあると言ってもよいだろう。

生徒は子供の頃から、多くの電池をいろいろな場面で用いているが、その原理については余り知らない。そこで、ボルタの電池に始まる歴史上のいくつかの電池について、その復元実験を行ないながら、実用できる電池を自分でつくってみるために「いろいろな電池をつくる」という課題を設定した。

ここでは、電池についての実験、観察を通して、また、より優れた電池が開発されてきた歴史的な背景を踏まえながら、電圧や電流がどのようにして生じ、電圧の高低や電流の強弱が何に関係するのか等の電池の原理を理解するとともに、自分で製作する喜びを得ることをねらいとした。

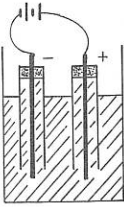
研究の計画

研究過程	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	内 容
1. オリエンテーション	■												・理科Ⅱを学ぶにあたって
2. 課題の設定とグループ編成		■											・課題を設定し、ねらいを明らかにする。
3. 研究計画と準備			■										・年間計画を作成する。 ・資料、器具、薬品を準備する。
4. ボルタの電池			■										・分極の原因を考え、重クロム酸電池へと発展させる。
5. ダニエル電池				■	■	■							・電圧の高低や電流の強弱は何に起因するかしらべる。 ・実用できる電池を製作する。 ・濃淡電池へと発展させる
6. 鉛蓄電池							■						・実用できる鉛蓄電池の備えるべき条件をみつけ、製作する。
7. 乾電池 そして燃料電池								■	■				・乾電池を製作する。 ・燃料電池の原理を知る。
8. 電池の開発の歴史									■	■			・電池の開発の歴史をしらべる。
9. 研究のまとめと発表表											■	■	・結果の整理、分析、まとめ ・研究発表

研究のすすめ方

項 目	研 究 活 動	留 意 点
ボルタの電池	○ボルタの電池をつくる。 ・希硫酸に銅板、亜鉛板を浸して、極板の変化をよく観察する。 ・極板の間に電圧計、モーター、電流計を接続し、時間の経過による電圧、電流の変化を測定し、極板上の変化を観察する。また、電圧や電流の変化をモーターの回る様子で観察する。 ○電解液の希硫酸の濃度を変えると、電圧、電流がどのように変化するかしらべる。 ・硫酸の濃度を6モル/ℓ、3モル/ℓ、2モル/ℓ、1モル/ℓ、0.1モル/ℓ…と変えて、銅板、亜鉛板、電圧計、電流計、抵抗(50Ω位)を接続し、それぞれの時間の経過と電圧、電流の関係をしらべる。 ○この電池は、すぐに電圧が降下してしまう。できるだけ長い間、勢いよくモーターを回すにはどんな工夫をすればよいだろうか。 ・銅板をバーナーの炎で強熱して、表面に黒い酸化銅(Ⅱ)をつくってから使用してみる。 ・亜鉛板をよく水洗の後10%塩化水銀(Ⅱ)の溶液に1分間位浸して、アマルガム化した後、再び水洗して使用してみる。 ・電圧が降下し、モーターの回り方がゆるやかになったら重クロム酸カリウムの溶液や過酸化水素水を希硫酸に加えてみる。	・電解液と極板の接触面積、極板間の距離等、他の条件を統一する。 ・金属板はよくみがき、濃塩酸や濃水酸化ナトリウム溶液でよく洗って使用する。
重クロム酸電池	○ボルタの電池ですぐ電圧が下がるのはなぜか。また銅板を焼いたり、重クロム酸カリウム溶液を用いたりするのは何のためなのか考える。 ○ボルタの電池で行った実験を参考にして、硫酸の濃度とそれに加える重クロム酸カリウムの量をどのようにしたら、長い間モーターを勢いよく回し続けられるか。適当な濃度をみつける。	
ダニエル電池	○ダニエル電池をつくる。 ・ダニエル電池をつくり、ボルタの電池の時と同じように観測し、測定を行い、両者を比較する。 ○電解液の濃度をいろいろ変えて、電圧、電流がどのように変化するかをしらべる。 ・硫酸銅の濃度は1モル/ℓにしておき、硫酸亜鉛の濃度を1モル/ℓ、0.1モル/ℓ、0.01モル/ℓ……と変えてしらべる。 ・硫酸亜鉛の濃度は1モル/ℓにしておき、硫酸銅の濃度を1モル/ℓ、0.1モル/ℓ、0.01モル/ℓ……と変えてしらべる。 ○銅板、亜鉛板の電解液に浸す面積を変えると、電圧、電流がどのように変化するかをしらべる。 ・両金属板の浸す面積を同じにしながら、それらの面積を変化させてしらべる。 ・両金属板のうち、亜鉛板の浸す面積を一定にして、銅板の浸す面積を変化させてしらべる。 ・銅板の面積を一定にして、亜鉛板の面積を変化させてしらべる。	・電解液の濃度は一定にしておく。 ・銅板の面積を大きくするために、銅線を用いてもよい。

	○ダニエル電池の中ではどのような化学変化が起こっているかをしらべる。 ・銅板、亜鉛板を直示天秤で秤量した後、電流計を接続し、電解液に入れると同時に時間と電流の値を読みはじめ、しばらくの間計測する。 ・ある程度電流を流した後、電極板をひき上げ、水で洗浄し、アセトンをかけて乾かし、直示天秤で秤量する。 ・銅板、亜鉛板の変化した物質量をモル単位で表わす。 ・流れた電流と時間から、流れた電気量を求める。 ・流れた電気量から、流れた電子の物質量をモル単位で求める。 ・このことから、どのような化学変化が起こったかをまとめる。 ○金属板の組み合わせを変えると、電圧はどのように変わるかしらべる。 ・銀板を1モル/ℓ硝酸銀溶液に浸し、鉛板を1モル/ℓ硝酸鉛溶液に浸して電圧計を接続し、起電力を測定する。 ・同じように、いろいろな金属とそのイオンを含む1モル/ℓ溶液を用いて、起電力を測定する。 ○これまでのことを応用して、ラジオの電源にダニエル電池を使い、長時間強い電流をとり出して、ラジオが聴こえるように工夫する。	・ミリグラム単位まで正確に秤量する。 ・極板を洗う時でこすらない。 ・$1C = 1A \times 1sec$ - 電流 (クロン) 時間(秒) ・$e = 1.602 \times 10^{19}e$ ・素焼円筒を用いる。 ・$Al(Al^{3+}溶液)$ $C(H_2SO_4)$ $Fe(Fe^{3+}溶液)$ $Ni(Ni^{2+}溶液)$ - 等が考えられる。
濃淡電池	○電極の種類や電解液の濃度の差によって、電池の起電力はいろいろ変化するが、一種類の金属だけを用い、電解液の濃度を違えたら起電力が得られないものだろうか。しらべてみる。	
鉛蓄電池	○鉛蓄電池をつくる。 ・2枚の鉛板を希硫酸に浸し、直流電源、可変抵抗器を接続して電流を流し(充電)極板やその付近における変化を観察する。 ・通電が終わったら、直ちに、電圧計、豆電球(1.5V)を接続し電圧を測定し、豆電球の点燈時間をしらべる。(放電) ○希硫酸の濃度と豆電球の点燈時間との関係をしらべる。 ○最も条件のよい希硫酸の濃度を決め、充電のやり方と点燈時間の関係をしらべる。 ・1分間充電したら放電させ、これをくり返し、充電回数と点燈時間の関係をしらべる。また10分間連続して充電した時と、1分間充電しては放電することを10回くり返した時とでは、点燈時間はどのように変化するかしらべる。 ○容器の大きさはそのままにして、極板の表面積を大きくする工夫をしながら、実用できる鉛蓄電池をつくる。	・2~3V, 1A位の電流を数分間流してみる。 ・充電する電流、時間、極板の大きさ等、他の条件を一定にする。
乾電池	○乾電池をつくる。 ・市販の乾電池(単1)を分解し、内部の構造を観察する。 ・塩化アンモニウム、炭素粉、二酸化マンガンの量等を工夫しながら乾電池を自作する。 ・放電実験をやり、自作した乾電池の性能を市販のものとは比べ、より優れた乾電池をつくる。	・容器と炭素棒は市販のものをそのまま使用する。

燃料電池	○ 燃料電池をつくる。 ・ 2本の炭素棒を電極にして、1モル/ℓ水酸化カリウム溶液を電気分解する。水素-酸素燃料電池ができる。 ・ 電源装置をはずす。両極に生じる起電力を測定する。 ・ 水酸化カリウム溶液のかわりに、食塩水を用いて水素-塩素燃料電池をつくる。 ・ 起電力を測定する。 ・ 起電力が生じる訳を考える。	
電池の開発の歴史	○ ガルバーニの実験に始まる電池の発明の歴史について、いつ、だれが、どんな電池を発明したかを中心にしらべる。 ○ 現在使用されているいくつかの電池について、その構造、起動力の生じる原理をしらべる。	
研究のまとめ	○ しらべたいいろいろな電池についてまとめる。 ・ 正極、負極ではどのような化学変化が起きているのか。 ・ 電圧の高低、電流の強弱は何によって決まるのか。 ・ 実用されていない電池はどこに欠点があるのか。 ・ 実用されるために備えなければならない電池の条件は何か。 ・ 自作した電池はどれだけの電気量を取り出せたか。 ・ 電池の基本原理は何か。 ○ 電池が開発されてきた歴史をまとめる。	

〈使用する器具等〉

器具：ピーカー メスシリンダー 素焼円筒 直示天秤 豆電球（1.5V） 模型用直流小型モーター 乾電池（単一） リード線 直流電圧計 直流電流計 直流電源装置 可変抵抗器 定抵抗 ストップウォッチ

金属板等：銅板 銅線 亜鉛板 鉛板 鉄板 ニッケル板 アルミニウム板 銀板 炭素板 炭素棒
薬品：硫酸 硫酸亜鉛 硫酸銅 重クロム酸カリウム 過酸化水素 塩化水銀（Ⅱ） 硝酸アルミニウム 硝酸鉄（Ⅲ） 硝酸ニッケル 硝酸鉛 硝酸銀 二酸化マンガン 塩化亜鉛 塩化アンモニウム 塩化ナトリウム 水酸化カリウム アセトン

〈参考文献〉

- ・ 増訂化学実験事典 赤堀・木村 1973 講談社
- ・ 増訂化学実験プロセス図説 井上友治 昭和41年 黎明書房
- ・ 誰にでもできる化学実験（科学と実験別冊・1983-8） 塩田三千夫 共立出版
- ・ 電池ハンドブック 吉沢四郎 昭和55年 電気書院
- ・ 新しい電池の話 斎藤晴男 昭和57年 日本放送出版協会（NHKブックス）
- ・ 化学教育 No.28 vol.5 1980 日本化学会
- ・ 化学教育 No.29 vol.4, vol.5 1981 日本化学会
- ・ 化学教育 No.30 vol.3, vol.4 1982 日本化学会
- ・ 化学教育 No.31 vol.3 1983 日本化学会

ゾウリムシの生活 — 飼育と培養 —

課題の設定とねらい

ゾウリムシは代表的な単細胞生物である。教科書でもとりあげられ、図示や説明がなされているのはほとんどの生徒が名まえだけは知っている。しかし採集や飼育・培養等については実際に手がけていない場合が多く、観察したことがないという生徒も少なくない。多細胞生物はさまざまなはたらきをもつ細胞が多数、有機的に集まって1個体となっているのに対し、単細胞生物は1個の細胞でありながら、それ自身さまざまな機能をそなえた完全な個体である。このように、単細胞生物として生物学的にも興味深いゾウリムシをとりあげ「ゾウリムシの生活」という課題を設定した。

ここでは、ゾウリムシの飼育・培養を工夫し、その構造とはたらきなどについて観察・実験を行ない、単細胞動物と多細胞動物に共通する動物の特徴をしらべるとともに、生命のもつ不思議さやすばらしさを感じとることをねらいとする。

研究の計画

研究過程	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	内容
1. オリエンテーション	■												・ 理科Ⅱを学ぶにあたって
2. 課題の設定とグループ編成		■											・ 課題を設定し、ねらいを明らかにする。
3. 研究計画と準備			■										・ 年間計画を作成する。 ・ 資料や器具等を準備する。
4. 飼育と培養													・ いろいろな場所から微小生物を採集する。 ・ 微小生物を増殖させ、その中のゾウリムシを分離する。 ・ 増殖条件をしらべ、簡便な飼育・培養法を見つける。 ・ 長期的に飼育を行なう。
5. 構造とはたらき													・ 観察の仕方をしらべる。 ・ 構造を観察し、はたらきをしらべる。
6. 調節作用													・ 収縮胞のはたらきをしらべる。 ・ いろいろな刺激に対する反応性をしらべる。
7. 生殖													・ ゾウリムシが増えるようすを観察する。
8. 研究のまとめと発表													・ 結果の整理・分析・まとめ ・ 研究発表

研究のすすめ方

項 目	研 究 活 動	留 意 点
採 集	○ゾウリムシを採集する。 ・ゾウリムシは池や下水の汚泥、表面に白っぽい膜のようなものができている汚水の表面、水中でぶよぶよになっているような植物のまわりなどに生息している。汚泥などは大型ピペットで吸いとり、水中の植物などはポリエチレン袋で包みこむようにして採取する。 ・稲株の周辺にもいろいろな微小生物が生息している。稲株は根堀りを使い堀りおこす。 ・いろいろな場所から採取した試料は管びんやビーカーなどに入れ、日時・場所を記録してもちかえる。	・ゾウリムシは4～6月頃、水田や有機物に富む汚水などに繁殖するが、農薬や洗剤などの影響で高密度に採集するのはむずかしい。
増殖・分離	○採集してきた試料にはどんな微小生物がいるか、顕微鏡でしらべてみる。 ○試料に含まれる微小生物を増殖させる。 ・試料をいくつかのビーカーやペトリ皿等にとり、水とえさを入れ数日間放置し、微小生物が増殖してくるようすをしらべる。 ・稲株の土を払いビーカーなどに入れ、水を入れて放置し、微小生物が増殖してくるようすをしらべる。 ○増殖させた微小生物群からゾウリムシを分離し、培養する。 ・増殖している容器の液をピペット等で新しい培養液にとり、再び増殖させる。これをくり返しゾウリムシの多い集団をつくる。 ・顕微鏡をみながらピペットを使い単離し、それを増殖させゾウリムシだけの集団をつくる。 ○採取してきた場所と増殖結果をもとに、ゾウリムシはどのような所に生息しているかをまとめる。	・えさは稲わら、小麦粉、黄な粉、とうもろこし粉、レタス、乾燥酵母等が使われる。これらをえさにバクテリアが繁殖し、それをゾウリムシが食べて増殖する。
飼育・培養	○飼育・培養の容器はペトリ皿、三角フラスコ、ビーカー、着色びん等を目的に応じて使いわけが、それぞれの長所と短所を考えてみる。 ○ゾウリムシの増殖条件としては次のようなことが考えられる。条件を変えて培養し、増殖のようすをしらべる。 ・えさ（種類、量、えさをやる間隔） ・水（水道水、くみおきの水道水、井戸水、蒸留水等） ・pH（中性、弱酸性、弱アルカリ性） ・無機物（水に添加した場合としない場合） ・温度（10℃、20℃、30℃、室温に放置等） ・換水（換える水の量と換水を行なう間隔） ・光（日なた、日かげ、暗黒） ・滅菌（容器やえさを滅菌したときとしないとき） ○この実験結果から、ゾウリムシの増殖条件をまとめ、飼育に適する条件について考察する。 ○いくつかの簡便法を工夫し、ゾウリムシを長期的に飼育する。	・条件を厳密に設定する必要はない。 ・pHを一定に保つにはCaCO₃やNa₂HPO₄などの緩衝剤をつかう。

構造とはたらき	○ゾウリムシの観察の仕方をしらべる。 ・ゾウリムシは動きがすばやいのでそのままでは顕微鏡で観察するのがむずかしい。麻酔剤を使って動きを止めたり、脱脂綿の繊維間に閉じこめたりして観察するが、そのほかどんな方法があるかしらべる。 ・構造は染色したり、色素をとりこめるとよく観察できる。どんな染色剤を使ったら核、食胞、繊毛などの構造がよくみえるかしらべる。 ○ゾウリムシの構造を観察し、繊毛や食胞のはたらきをしらべる。 ・構造を観察し、スケッチをする。 ・繊毛を使って運動するようすを観察する。 ・障害物にぶつかったときの繊毛運動をしらべる。 ・食胞を観察しそのはたらきをしらべる。	・麻酔剤にはNiSO₄またはNiCl₂の0.04%程度の溶液が使われる。
収縮胞のはたらき	○ゾウリムシは死ぬ直前まで収縮胞を動かし続ける。収縮胞のはたらきを次の方法でしらべる。 ・ゾウリムシの培養液とブドウ糖溶液（0.12mol、0.06mol、0.03mol、水）の等量をペトリ皿にとり混ぜる。 ・それに麻酔剤（0.04%NiCl₂）を滴下する。数分後に麻酔の程度をみる。このようにして適量になるまで加える。 ・一定時間後にゾウリムシをスライドガラスにとり、顕微鏡で観察しながらすばやく収縮胞の収縮回数をかぞえる。 ・このことを各濃度のブドウ糖溶液について行なう。 ○ブドウ糖溶液の濃度と収縮胞の収縮回数との関係をしらべ、収縮胞のはたらきについて考察する。	・収縮回数は一定時間における回数をかぞえ、また数個体の平均をとる。
刺激と反応	○ゾウリムシは刺激に反応して一定の行動をとる。刺激に対する反応性をしらべる装置を工夫し、実験を行なう。 ・走地性をしらべる。（重力に対する反応） ・走化性をしらべる。（HCl、CH₃COOH等の化学物質に対する反応） ・走電性をしらべる。（電気に対する反応）	・同じ化学物質でも濃度により走性が正負に変わる。 ・1.5～12Vくらいの範囲でしらべる。
生 殖	○ゾウリムシはどのようにして殖えるか、そのようすを観察する。 ・分裂でふえるようすを観察する。 ・接合させるには両方の相補的な関係、培養液、温度、時期等について条件をととのえてやる必要がある。その方法をしらべる。 ・接合をおこさせ、そのようすを観察する。	・分裂で殖えている状態はよく観察されるが、接合している状態はなかなかみられない。
研究のまとめ	○ゾウリムシの飼育・培養はどのようにすればよいか。 ・どのような所に生息していたか。 ・増殖はどのような条件に左右されるか。 ・飼育・培養の簡便な方法がわかったか。 ○ゾウリムシはどのような構造とはたらきをもっているか。 ・どのような構造をしていたか。 ・運動の仕方はどうであったか。 ・食べもののとり方はどうであったか。	

- ゾウリムシはどのような調節作用をもっているか。
 - ・収縮胞のはたらきについて、どのようなことがわかったか。
 - ・重力、化学物質、電気的刺激に対し、どのような反応を示すことがわかったか。
- ゾウリムシはどのようにして殖えるか。
 - ・分裂で殖えるようすはどうであったか。
 - ・接合で殖えるようすはどうであったか。
- 単細胞動物と多細胞動物に共通する動物の特徴をどのようにまとめることができるか。

展開例のほかに、生態系における生物相互の関係について、次のように微小生態系（ミニ生態系）をつくってしらべることができよう。

- ① 根堀りですってきた稲株をピーカーに少しとり、水を入れ日かげに放置する。えさを与えないで、水は減った分だけを補給する。ピーカーの中を一つの小さな生態系とみることができる。
- ② 定期的にピーカーの水をしらべ、そこにみられる微小生物の種類やおおよその数などについて記録する。ここで正確な種名が同定できない場合は、たとえばワムシA、ワムシBなどのようなあらわし方でもよく、数も一、十、十などの段階であらわすとよい。
- ③ 1～2か月の記録をまとめ、種ごとの数の時間的な推移がおおよそつかめるようなグラフをかく。
- ④ グラフをみて、ピーカー内の微小生態系における生物相互の関係について考察し、まとめを行なう。

〈使用する器具等〉

器具等：顕微鏡 実体顕微鏡 スライドガラス ホールスライドガラス 培養スライドガラス
カバーガラス ピンセット スポイト ピペット 大型ピペット ペトリ皿 三角フラスコ
ピーカー 試験管 マイクロメーター 管びん 着色びん 水そう ポリエチレン袋
根堀り 定温器 滅菌器 手回し式遠心分離器 電池 導線 スイッチ 電流計 電圧計

薬品：硫酸ニッケル 塩化ニッケル ワセリン メチルセルローズ 中性赤 コンゴーレッド
酢酸カーミン 酢酸オルセイン メチルグリーン ヨウ素液 ぶどう糖 塩化ナトリウム
塩化カリウム 塩化カルシウム 炭酸カルシウム リン酸第一ナトリウム リン酸第二ナトリウム クエン酸ナトリウム 塩酸 硫酸 酢酸 pH試験紙

材料等：稲わら 小麦粉 黄な粉 とうもろこし粉 レタス 乾燥酵母 ポスターカラー 脱脂綿

〈参考文献〉

- ・原生動物図鑑 猪木正三 1981 講談社
- ・日本淡水プランクトン図鑑 水野寿彦 昭和44年 保育社
- ・無脊椎動物採集・飼育・実験法 佐藤隼夫・伊藤猛夫 1961 北隆館
- ・新しい教材生物の研究 山田卓三・山極 隆 1980 講談社
- ・ゾウリムシの研究 見上一幸・小泉貞明 採集と飼育 1977-7
- ・ゾウリムシの簡易採集法と長期培養法 楠元 守 1979 教材生物ニュース№47
- ・水中微小生物の検索ノート 中庭武雄 1980 教材生物ニュース№63 №64
- ・集大成生物学研究 橋岡信一 1951 西日本書房
- ・高校生物実験 高岡 實 1959 培風館
- ・ゾウリムシ 小泉貞明 1975 遺伝 Vol 29

私たちの町の気象 — 町の中の気温と風の分布 —

課題の設定とねらい

天気、気温、降水等は農作物にはもちろんのこと、我々の日常生活にさまざまな影響を与えている。しかし、朝の出がけに今日の天気予報は気にするものの、自分が住んでいる地域の気象の特徴については、見すごしている場合が多いようである。気象は、気温、気圧、湿度等、いろいろな気象要素が総合されて現われる現象である。それらの気象要素のなかからいくつかを取り上げて観測させながら、地域の気象に関心をもち、その特徴をしらべさせたい。調査の視点はいろいろ考えられるが、どこでも手軽に行なえる、「町の中の気温と風の分布をしらべる」という課題を設定した。

ここでは、町の中の気温や風の分布はどうなっているのか、なぜそのような分布を示すのか、を明らかにすることをねらいとする。

研究の計画

研究過程	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	内容
1. オリエンテーション	■												・理科Ⅱを学ぶにあたって
2. 課題の設定とグループ編成		■											・研究のねらいや観測項目をきめる。
3. 年間計画の作成		■											・年間研究計画を作成する。
4. 事前の学習		■											・気象観測の方法や天気図の読みかたをしらべる。
5. 観測の計画 ・観測の方法 ・観測地点		■	■										・気温、風向、風力を測定する方法をきめる。 ・調査区域と観測地点をきめる。
6. 観測の準備 ・記録用地図 ・温度計の検定 ・風向、風力計の作製			■	■	■								・分布図を書くための地図を作成する。 ・使用する温度計の補正表を作成する。 ・簡易風向計や風力計を作製する。
7. 気温と風の分布調査					■	■	■	■	■	■	■	■	・各地点の気温、風向、風力を測定する。
8. 分布図の作成					■	■	■	■	■	■	■	■	・気温や風の分布図を作成する。
9. 研究のまとめと発表											■	■	・分布の特徴と原因を考察し、まとめる。

研究のすすめ方

項 目	研 究 活 動	留 意 点
事前の学習	○気象要素や気象観測の仕方をおぼえる。 ・気象要素にはどんなものがあるのか、またそれらをどんな方法で観測するのかをしらべる。 ・気象観測用の器具を点検し、使い方に慣れる。 ○天気図の見方をしらべる。 ・天気図にはどんな気象要素がどんな記号で書いてあるのかをしらべる。 ・前線、低気圧等はどこで発生し、どう移動するのかをしらべる。 ・気圧配置とは何か、また気圧配置と天気や風はどう関係するのかをしらべる。 ・季節によって気圧配置にどんな特徴があるのか、季節ごとの天気図と天気の特徴をまとめる。	・新聞の天気図を使ってしらべる。 ・低気圧などの移動方向と速さをもとめてみてもよい。
観測の計画	○気温や風の分布をどんな方法でしらべるのかをきめる。 ・移動観測、定点観測とはどんな観測法かをしらべ、それを参考にして自分達の観測方法をきめる。 ○気温の測り方を決める。 ・同一時刻の気温の分布図を作成するために、どんなことに注意して気温を測らなければならないかを確認する。 ・各地点での気温の測定値をくらべるとき、移動観測の場合は日変化による差が、定点観測の場合には温度計による差が問題になる。それらの差を少なくするにはどうしたらよいかを考える。また、それらの差を補正する方法をしらべる。 ○風の測り方をきめる。 ・風向や風力をどんな方法で測るか、そのためにどんな器具をつくらばよいかを考える。 ○観測地点をきめる。 ・調査する区域をきめる。 ・区域内の気温や風の分布を知るために、どんな場所に、何か所くらいの観測地点が必要かを考え、きめる。 ○調査の時期や役割りの分担をきめる。 ・気温の分布は風の有無、天気、時刻などの条件で、風の分布は気圧配置、時刻などの条件で変わることが予想される。風の無い晴れの日の分布が一つの基準になるであろう。そのようなことに留意して、調査の時期や回数などを計画する。 ・調査の準備や観測をするときにどのように仕事を分担すれば能率的かを考え、役割を分担する。	・研究グループの人数や器具の数に配慮して調査の方法をきめる。 ・気温を測るときの一般的な注意とともに、分布図を作るために特に配慮しなければならないことを確認しておく。 ・自分達で風力の基準をきめるのもよい。
	○記録用紙及び記録用の地図を作成する。 ・観測項目などを考慮して記録用紙を作成する。 ・各観測地点の測定値などをまとめる表を作成する。 ・観測地点を記入した調査区域の地図を作成する。	・25,000分の1の地形図を拡大して使用してもよい。

観測の準備	・気温や風に影響すると思われるものを予想し、その位置を確認して地図に記入する。 ○温度計の検定を行なう。 ・温度計を検定する方法をしらべる。 ・標準温度計を基準にして、使用する温度計の検定を行ない、それぞれについて補正表を作成する。 ○風向や風力をしらべる器具をつくる。 ・風向や風力をしらべるための簡単な器具をつくる。 ・器具によって測定値に差がでてくる可能性がある。同一条件でテストをし、できるだけ差がでないように調整する。 ・器具の使い方に慣れ、個人差がでないようにする。	・標準温度計がない場合には普通の温度計を使ってもよい。 ・検定した温度計には番号をつけ、補正表と対比できるようにしておく。
気温と風の観測	○事前の打ち合わせを行なう。 ・測定の仕方や器具の使い方などについて再確認する。 ○気温と風を測定する。 ・できるだけ正確に測定する。 ・風向と風力は10分くらいの間に何回か測定し、平均値をとる。 ・気温や風のほかに気づいたことがあればメモしておく。 ・学校では、気温、風向、風力のほかに天気、気圧、風速等についても観測する。	・移動の際の交通事故には特に注意する。
分布図の作成	○測定値を表にしてまとめる。 ・気温、風向、風力の測定値を一覧表にしてまとめる。 ・気温については、温度計の違いによる差や日変化による差を補正した値を表に書き加える。 ○気温の分布図をつくる。 ・記録用の地図に、各地点の補正した気温を書き入れる。 ・気温の分布のようすを等温線で表わす。 ○風の分布図をつくる。 ・各地点の風向や風力を記録用の地図に書く。 ・風向や風力の分布図を作成する。 ・調査区域内の空気の流れがわかるように工夫して地図に表わす。	・観測地点、測定日時、測定値、温度計の番号、補正值などをわかりやすく表にしてまとめる。 ・分布図は測定のたびに作成する。 ・作成した図には、月日などのデータを記入しておく。
研究のまとめ	○気温の分布にはどんな特徴があるか。 ・風のない晴れの日の気温の分布はどうか。また、同じような条件の日でも時刻や季節によって分布のようすに違いはないか。 ・くもりや雨の日の分布は晴れの日とくらべてどうなっているか。 ・風のある日の分布はどう違ってくるか。それは風向や風速とどう関係しているか。 ・気温の分布はどんな条件によってきまってくるか。 ○空気の流れにはどんな特徴があるか。 ・各分布図の空気の流れはどうなっているか。それは地形や建物とどう関係しているか。 ・気圧配置によって空気の流れはどう変わるか。 ・時刻によって空気の流れに違いはないか。あるとすればその原因はなにか。 ・風の分布に影響を与えるそのほかの要因はないか。	

展開例のほかに、私たちの町の気象について、次の視点から研究をすすめることもできよう。

- ① 町の中の積雪や降雪の分布をしらべてその特徴を知り、その日の気圧配置によって降雪の分布がどう変わるかをしらべる。また、町の中の風の分布や地形と降雪の分布がどのように関係しているか、などを明らかにする。
- ② 校舎のまわりなど、狭い区域での気温や風の分布をしらべ、建物などによってどんな影響を受けるかを考える。
- ③ 風船をとばして追跡したり、雲の流れを見たりして、上空の風のようなすをしらべ、空気の流れを立体的に明らかにする。
- ④ 気象観測を継続して行ない、他の場所での観測結果とくらべて地域の特徴を知ったり、天気図とあわせてみて地域の天気を予想する方法をみつけたりする。
- ⑤ 地域に伝わる天気に関することわざを収集し、観測してそれを確かめる。

〈使用する器具等〉

器具等：温度計 ・ 0.1℃目盛の水銀温度計

- ・サーミスタ温度計 デジタル温度計などがあれば活用する。
- ・記録温度計があれば作動させておく。

風向計 風速計 ・ 記録式のものがあれば作動させておく。

- ・各観測地点で使用するものは工夫して自作する。

その他の気象観測器具 学校にあるものを点検して活用する。

方位用磁針 25,000分の1の地形図 記録用紙 集計用紙

風向計、風力計を作る材料及び工具

〈参考文献〉

- ・気象観測の手引 毛利茂男 昭和56年 日本気象協会
- ・気象観測と天気予報 浅野 芳・原嶋宏昌 昭和55年 日本放送出版協会
- ・日曜日の気象学 だれにでもできる観測と予報 毛利茂男 昭和55年 講談社
- ・理科年表読本 気象と気候 高橋浩一郎・宮沢清治 昭和55年 丸善株式会社
- ・やさしい天気図教室 天気図の見方手引 大塚龍蔵 昭和54年 日本気象協会
- ・初歩の天気図の見かた 中村 繁 昭和56年 日東書院
- ・天気図の書き方と見方 気象庁予報技術研究会編 昭和54年 恒星社厚生閣
- ・小気候調査法 小沢行雄・吉野正敏 昭和46年 古今書院
- ・小気候 吉野正敏 昭和36年 地人書館
- ・気象 82-5 No.301 建築と気候問題 尾島俊雄 昭和57年 日本気象協会
- ・小学校中学校 地学実験の基本操作法 関 利一郎・奥村 清 昭和57年 東洋館出版社

ガリレイの業績をたどる

課題の設定とねらい

中世の約1000年にわたって、科学の進歩はあまりみられなかった。力学は、ガリレイの研究によって学問体系をなすようになった。科学の使徒とよばれているガリレオ・ガリレイ(1564~1642)は、広い意味での物理学者であり、望遠鏡によってはじめて天体を観測した天文学者としても活躍し、近代科学の基礎をつくった一人である。そこで、科学史におけるガリレイの重要な研究業績を科学と歴史の両面からたどってみることにした。

各種資料や文献をもちいて、ガリレイの研究したことやその時代の社会的背景をしらべ、身の回りにある器具・器材等を使って、振り子の等時性、慣性の法則、天体観測などの観察、実験を行い、ガリレイの業績をまとめることにした。

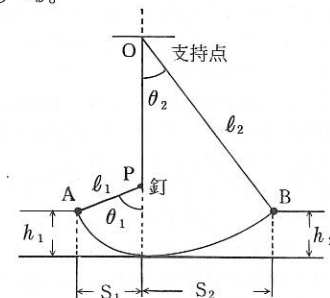
研究の計画

研究過程	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	内 容
1. オリエンテーション	■												・理科Ⅱを学ぶにあたって
2. 課題の設定とグループ編成		■											・課題を設定し、ねらいを明らかにする。
3. 年間計画の作成		■											・研究の過程、計画を検討し、きめる。
4. 資料収集と実験の準備			■										・文献の収集をする。 ・実験器具を準備する。
5. 中世の力学			■										・中世の時代背景と力学をしらべる。
6. 振り子の等時性				■									・発見の経過をしらべる。 ・振り子の実験をする。
7. 落下運動					■								・落下運動の分析と実験での証明をしらべる。
8. 慣性の法則 ・慣性の法則の発見の過程 ・慣性の法則の実験						■		■					・慣性の法則を考えた過程とどんな推定をして実験をしたかしらべる。 ・実験を行い、推定する。
9. 放物運動							■						・研究をしたその時代の背景と内容をしらべる。
10. ガリレイ式望遠鏡の製作と天体観測								■	■				・原理をしらべ、製作し、天体観測をする。
11. 地動説と宗教裁判									■	■			・地動説とその時代の社会的背景をしらべる。
12. 研究のまとめと発表										■	■	■	・しらべたことをまとめ、発表する。

研究のすすめ方

項 目	研 究 活 動	留 意 点
中世の力学	○ガリレイの力学はどのような時代に生まれたのか。その歴史的背景をしらべる。 ・中世の約1000年の間、科学の実態はどうであったか。 ・特に、中世の力学はどうであったか。	・中世の時代背景と科学を考える。
振り子の等時性	○振り子の等時性についてしらべる。 ・発見した時代、場所などについてしらべる。 ・ガリレイは振り子の周期をどのような方法で測ったか。 ・振り子の等時性の原理を何に応用したかをしらべる。 ・振り子を使って、振幅の大小と周期、振り子の長さとの関係について実験を行い、まとめる。	・ガリレイが行った方法で周期を測ってみる。
落下運動	○物体の落下運動についてしらべる。 ・ガリレイは、真空中での物体の落下運動において、速さと加速度についてどのような推定をしてしらべたのか。 ・物体が落下する速さをどのように表し、落下距離をどんな方法で求めたのかをしらべる。 ○物体の落下運動について、ガリレイはどのような方法で実験したかをしらべる。 ・鉛直方向の落下運動と斜面上の落下運動について、どんな性質の運動であると推定したかをしらべる。 ・ガリレイの斜面の実験についてしらべる。 - 木の棒で溝をつくり、これを斜面として使い、上端から1, 4, 9, 16, ……の距離のところに目印をつけておき、そこまで球がころがり落ちる時間を測ったといわれている。この実験から、落下運動における距離と時間の関係についてどんなことがわかったかをしらべる。 ・これまでの推定や実験から落下運動をどのようにまとめたのかをしらべる。 ・これまでの落下運動の研究から、等加速度運動についてどのような式を導きだしたのかをしらべる。	
慣性の法則	○慣性の法則の発見の過程をしらべる。 ・斜面運動の実験から鉛直方向の運動を解明したが、さらに水平面上の運動に発展した。落下運動の研究をとおして、慣性の法則を考えた過程をしらべる。 ・ガリレイは慣性の法則についてどんな推定をして、どのような装置で実験を行い、確かめたのか。 ○振り子を使って実験を行い、慣性の法則を推定する。 ・図は、長さℓ_2の振り子を支持点Oに固定し、鉄製スタンドに水平に取り付けた釘PをOの鉛直下方に置き、振り子のおもりが最下点を過ぎてから、P点が支持点になり長さℓ_1の振り子になるように表したものである。	・デカルトは、同じころ別な考え方から慣性について考えていた。

- ・どんなおもり、糸、釘などを使って、図のような装置をつくったらよいかしらべる。



- ・A点から振り子を振れさせ、どんな釘の位置Pと高さ h_1 にすれば、 h_1 と h_2 の値が同じようになるかをしらべる。
- ・釘の位置Pを固定し、A点の高さ h_1 と水平距離 S_1 を一定にして、支持点Oをだんだん上に移動し ℓ_2 を長くして、そのつどA点からおもりを放し、B点の高さ h_2 と水平距離 S_2 を測る。これらの測定値を表にまとめる。
- ・実験データから、 h_1 と h_2 、 ℓ_2 と S_2 の関係をしらべる。
- ・実験結果をもとに、振り子 ℓ_2 を長くしたときの h_2 、 S_2 の測定値から慣性の法則を推定する。

- ・おもりの空気抵抗、糸と釘の摩擦などを考える。

- ・最高点の位置はグラフ用紙をはった板を振動面に平行に置いて測る。

- ・おもりは各回とも同じ位置から手を放すようにする。

放物運動

- ガリレイは、落下運動を解明した後に、放物運動の研究をした。放物運動を研究した時代の背景とこの研究をした過程をしらべる。
- ・当時のヨーロッパ社会の背景とガリレイが放物運動の研究に着手したこととの関係をしらべる。
- ・ガリレイは、物体を鉛直下方にある初速度で落下させたとき、ある時刻における速さと落下した距離についてどのように考え、分析したのか。
- ・ガリレイは、ある高さから物体を水平方向に投げたときの運動について、どんな方向にどのように分析したか。この研究で、運動についてどんな原理が明らかにされたかをしらべる。
- ・ガリレイは斜め上方に投げける運動について、どんな分析をして軌道の方程式を導いたかをしらべる。

- ・当時、軍事技術がかなり発達していた。

望遠鏡の製作と天体観測

- ガリレイは望遠鏡を製作して天体を観測した。ガリレイ式望遠鏡の原理をしらべ、製作し、天体を観測する。
- ・ガリレイ式望遠鏡についてしらべ、原理図を描く。
- ・現在、どんなものに使われているかをしらべる。
- ・対物レンズと接眼レンズの焦点距離をしらべ倍率を求め、望遠鏡をつくる。
- ・ガリレイが発見した天体についてしらべる。
- ・自作の望遠鏡をつかって、天体を観測する。

- ・オランダ式あるいはガリレイ式といわれる簡単な望遠鏡である。

- ・観測にあたっては、時期、時間、場所などを配慮する。

地動説と宗教裁判	○ガリレイがつくった望遠鏡による天体観測の諸発見は、ますますコペルニクスの地動説を有利にしたといわれる。このこととその時代の社会的背景はどのようなものであったかをしらべる。 ・ガリレイはコペルニクスの地動説が正しいことを証明し、どのような努力をしたかをしらべる。 ・ガリレイは宗教裁判にかけられ、「でも、地球は動いている」と言った言葉は有名である。ガリレイの信念とその時代の社会的背景はどのようなものであったかをしらべる。
研究のまとめ	○中世の力学の実態はどのようなものであったのか。 ○ガリレイは力学についてどんな推定や実験を行い、証明しているか。 ・振り子の等時性の研究についてまとめる。 ・落下運動についてどんな推定や実験を行い、どのように結論しているか。 ・慣性の法則をどんな過程で発見し、その証明はどのようにして行ったかをしらべる。 ・実験から推定したことをまとめる。 ・放物運動の研究とその時代の背景との関係はどうかであったのか。 ○ガリレイによる天体の諸発見とコペルニクスの地動説との関係やその時代の社会的背景はどのようなものであったのか。 ○科学史におけるガリレイの重要な原理・法則はどんな科学者の研究とどう関わっているのか。

〈使用する器具等〉

材 料：糸 木板 釘 グラフ用紙 厚紙等

器 具 等：金属球 ものさし 巻尺 鉄製スタンド ストップウォッチ おうレンズ とつレンズ

〈参考文献〉

- ・物理学史と現代物理学 小野山伝六・三谷健次 昭和52年 朝倉書店
- ・科学史概説 藪内 清・石蔵基平 昭和53年 朝倉書店
- ・近代科学成立史 科学大系2 菅井準一 1952 中教出版
- ・エピソード科学史 II 物理編 市場泰男 訳 昭和54年 社会思想社
- ・ガリレイの道 1・2 吉羽和夫 昭和52年 共立出版
- ・科学の実験 臨時増刊号 PSSC物理実験特集 1965 共立出版
- ・図説 科学大系 2 宇宙 7 力と運動 8 音 光 熱 下中邦彦 編集 1965 平凡社
- ・物理小事典 第2版 監修 藤岡由夫・宮島龍興 昭和53年 三省堂
- ・はじめての天体観測 鈴木敬信 昭和44年 誠文堂新光社
- ・新版天体観測入門 天体観測シリーズ (1) 昭和42年 日本天文学会 恒星社厚生閣
- ・僕等の天体観測 天体観測シリーズ (2) 昭和44年 佐伯恒夫 恒星社厚生閣

2 展開例

物体の比重を求める	
液体中の物体には浮力がはたらいている。アルキメデスが浮力の原理を発見した経過をしらべて、水中の物体にはたらく浮力をしらべることから、さまざまな物体の比重を求め、くらべてみる。	
○王冠への疑い	・王冠がにせ物であることをアルキメデスはどんな実験をして見破ったのか。
○実験にあたって	・物理天秤の使い方、測定値の有効数字の扱い方になれるようにする。 ・水中の物体に気泡がつかないようにしたり、水中にさげられた物体が容器にふれないようにするなど浮力を正しく測る方法を考える。 ・水の温度補正が必要かどうかをしらべる。
○水に沈む物体	・金属、石などの浮力をしらべ、浮力から比重を求める。 ・比重びんを使って、水中の粒状の金属や砂などの浮力をしらべ、比重を求める。
○水に浮かぶ物体	・金属のおもりなどを使って、水中の木片やパラフィンなどの浮力をしらべ、比重を求める。
○液体の比重	・比重びんを使って、アルコールなど液体の比重を求める。
○まとめ	・さまざまな物体の比重をまとめ、くらべてみる。
・エピソード科学史 II 市場泰男 訳 昭和54年 社会思想社 ・物理小事典 第2版 監修 藤岡由夫・宮島龍興 昭和53年 三省堂 ・図解 理科実験観察 小島 基 編著 1964 明治図書	

物体に加わる力を橋の模型でしらべる

プラスチックの薄い透明体でいろいろな橋の模型をつくり、これらに力を加えて偏光板でしま模様を観察し、力の分布をしらべる。

○観察の仕方	・いろいろな形の透明プラスチック板に力を加え、2枚の偏光板の間にはさまみ、白色光を垂直に入射させる。一方の偏光板をひずみの程度に応じたしま模様がはっきりするところまで回して、力の加え方によってしま模様はどう変わるかを観察する。 ・白色光と単色光の光源では、どちらが細かいしま模様まで見分けられるかをしらべてみる。発散されたレーザ光は単色光に富んでいるが、使用にあたっては取り扱いに十分注意する。
○橋の模型	・透明プラスチック板で、つり橋、アーチ橋などいろいろな形の橋を製作する。
○橋の模型に加わる力の分布	・模型に力を加える場所、力の大きさをいろいろ変えて、偏光板の取り付け位置を工夫してしま模様を観察し、力の分布をしらべる。 ・模型に力を加えたとき、橋の形によって力の分布にどうちがいがあがるかをまとめる。
○その他の模型	・建物などの模型をつくり、力の分布をしらべる。
・物理実験ハンドブック 藤井 清・中込八郎 編 昭和52年 講談社 ・図説 科学大系 7 力と運動 下中邦彦 編集 1965 平凡社 ・物理実験の基本操作法 栗田一良・加藤武男 編著 昭和54年 東洋館出版社 ・物理精義 II 吉本 市 昭和54年 培風館	

力学的エネルギーと電気エネルギーの変換をしらべる

自然界においていろいろなエネルギーは変換する。各種の模型用小型モーターを発電機として使い、力学的エネルギーと電気エネルギーとの変換をしらべる。

○モーターの特性	- モーターに流れる電流の強さと外力の関係を示す式を文献でしらべる。 - ストロボ装置や自作のストロボ円板を使って、から回しのモーターの回転数を測り、電流の強さによって回転数がどう変化するかをしらべる。 - モーターの回転数を一定にしたときの外力と電流の関係をしらべる。 - 電圧を一定にしたときの外力と回転数の関係をしらべる。
○力学的エネルギーへの変換	実験データをもとに、モーターでいろいろな重さのおもりをゆっくり持ち上げて、モーターがした仕事と電力量の関係をしらべる。各種のモーターについても同じ実験を行い、くらべてみる。
○発電機としての性能	- 発電機に生じる電流の強さと回転数の関係を示す式を文献でしらべる。 - もう1台のモーターを使って発電し、与えた回転数と生じた電流の強さとの関係をしらべる。このとき、接続する抵抗値をいろいろ変えて行う。各種のモーターでも、抵抗値、回転数を同じにして発電し、くらべてみる。
○電気エネルギーへの変換	水車、風車などをつくりモーターにとりつけて、どれだけの電気エネルギーがとりだせるかをしらべる。
・先生と生徒のための物理実験 科学の実験編集部 昭和57年 共立出版 ・ストロボスコープ 物理編 監修 原島 鮮 昭和43年 講談社 ・物理精義Ⅰ・Ⅱ 吉本 市 昭和54年 培風館	

ペニバナの栽培と紅染め

江戸時代、山形盆地はペニバナの日本における有数の産地として栄えた。その歴史をしらべながら、県花「ペニバナ」を栽培し、それを用いて紅染めなどの方法を研究する。

○栽培と紅花史の研究	種子は収穫量を多くするため遅くとも4月中にまき、病害虫や倒伏に注意して育てる。その期間に紅花史の研究をする。
○花摘みと紅花餅づくり	摘みとった花を、紅色素を増すために水洗いして黄色素（サフロールイエロー）を除き、むしろ等でおおい水分を保持させながら2～3日発酵させると、赤味を帯びて粘り気のある餅状になる。これを直射日光で乾燥させると紅花餅ができる。
○染色液づくり	紅花餅を水につけ黄色素を完全に除き、アルカリ溶液で紅色素（カルタミン）を抽出する。これに酸を加えると紅色の染色液ができる。
○紅染め	- あらかじめ水に入れておいた糸や布を軽くしぼり、染色液に入れて染色する。 - 次の条件が、発色の度合とおおいに関係する。それらの関係をしらべてみる。 ①花を摘む時期、発酵のさせ方（温度と日数）、②用いるアルカリ溶液や酸の種類（炭酸カリウム、木灰汁、クエン酸、酢酸等）とその量、③染色液の温度、染色液に布を浸しておく時間。
○その他の草木染め	ペニバナ以外に、アイの葉、アカネの根等を用いても染色できるのでやってみる。
・16mm映画フィルム 紅花 社会教育映画(株) ・誰にでもできる化学実験（科学と実験別冊・1983-8） 塩田三千夫 共立出版 ・最上紅花史の研究 今田信一 昭和47年 井場書店	

気体と水溶液の性質

気体や水溶液の性質については、多くの化学者がそれを解明し、法則化してきた。これらの法則を実験を通して確認し、数式化するとともに、分子量の測定に応用してみる。

○気体の性質	- 一定量の空気を密閉し、同温度での圧力と体積の関係をしらべる。 - 一定量の空気を密閉し、同圧力での温度と体積の関係をしらべる。 - 一定量の気体の体積、温度、圧力にはどんな関係が成り立つだろうか。 - いくつかの純粋な気体の同温、同圧、同体積の質量間に成り立つ関係をしらべる。
○水溶液の性質	- 水溶液の凝固点は水の凝固点よりも低く、また水溶液の沸点は水の沸点よりも高い。水溶液の濃度を変化させると凝固点と沸点はどうかしらべる。また同じモル濃度の非電解質溶液と電解質溶液の凝固点、沸点をくらべてみる。 - 水溶液と水とを半透膜でへだてた場合、浸透圧が生じる。溶液の濃度や温度を変えると浸透圧はどうかしらべる。
○まとめと考察	- しらべた関係を数式化し、法則として示されている数式とくらべる。 - これらの法則名、発見者をしらべる。 - なぜ、このような関係が成り立つのかを、粒子という考え方で考察する。
○応用	空気の平均分子量、アセトン、四塩化炭素、尿素等の分子量を求めてみる。
・増訂化学実験事典 赤堀・木村 昭和56年 講談社 ・気体の話 谷崎義衛 1982 培風館 ・中高の関連をふまえた「理科Ⅰ」指導の構成と展開 全国理科教育センター研究協議会 1981 東洋館出版社 ・高等学校教科書 化学	

花粉の形と発芽についてしらべる

花粉は種子植物の生殖細胞である。その表面には独特の模様があり、構造にも特徴がみられる。ここでは、花粉の形態と植物の種類、花粉が発芽するようす、発芽率などについてしらべる。

○花粉の採集	いろいろな植物の花粉を葉包紙に採取し、植物名・場所・年月日を記録しておく。
○花粉の永久プレパラート	花粉にはごみや脂肪分がついているので、そのままでは表面構造がみにくい。花粉を洗じようしたのち、色素を含むグリセリンに包埋して永久プレパラートをつくる。（グリセリンゼリー法）この方法でいろいろな花粉の永久プレパラートをつくる。
○花粉の観察	花粉はさまざまな形、大きさ、構造をしており、表面には独特の模様がみられる。いろいろな植物の花粉を顕微鏡で観察し、スケッチをする。
○花粉の形態と植物の種類	スケッチを整理し、観察した植物を花粉の形態によりなにかま分けをしてみる。それにもとづいて、花粉の形態と植物の種類について考察する。
○花粉の発芽	- 花粉は柱頭につくと発芽するが、人工的な培地でも発芽する。ショ糖液に浸し、発芽するようすや花粉管の中の原形質が流動するようすを観察する。 - ショ糖液の濃度を変え発芽率のちがいをしらべる。また培地をいろいろ工夫して発芽率のちがいをしらべる。発芽率が採取後の日数でどう変わるかもしらべる。
・花粉粒の永久プレパラート 金沢正義 1978 教材生物ニュース38 教材生物研究会 ・花粉の観察と実験（グリーンブックス 46） 上原 勉 昭和56年 ニューサイエンス社 ・花粉学 岩波洋造 1981 講談社	

水の中でくらすカエル — アフリカツメガエルの飼育と観察 —

一般に、カエルの飼育はむずかしい。アフリカツメガエルはえさが生きえでなくてもよく、また一生を水の中でくらすので飼いがやすい。アフリカツメガエルを飼育し、生活のようすや初期発生、変態のようすなどを観察する。

○飼育の仕方	・飼育容器は角形水そうなどがよい。 ・水にすむ生きものを飼う場合、水温が大切なので適温をしらべる。 ・飼育では「えさを何にするか」が課題となる。肝臓を冷凍にしておき、週1～2度、切りきざんで与えるのがよく知られている方法である。そのほか、どんなえさを、どのくらい、どんな間隔で与えればよいか、しらべてみる。 ・食べ残しやふんで水はよごれる。水質保持はどうすればよいか、工夫する。 ・動き方、えさのとり方、呼吸の仕方などを観察し、特徴をとらえる。
○産卵のさせ方	・水そうで飼育した場合、自然産卵はむずかしい。生殖腺刺激ホルモン（ゴナトロピンなど）を注射して排卵を促進させるが、その方法をおぼえる。
○初期発生	・卵割のいろいろな段階を観察するには、注射時刻を変えたり、人工受精による方法を用いる。卵割に始まる初期発生の過程をくわしく観察し、スケッチをする。
○幼生から成体へ	・幼生のえさは何がよいか、しらべてみる。 ・変態して成体になるまでの成長過程を観察し記録をとる。
・カエルの動物実験（グリーンブックス 99） 斎藤貞美 昭和58年 ニューサイエンス社 ・発生学実験 石原勝敏 1980 共立出版	

メンデルの法則をショウジョウバエを使って確かめる

メンデルは今から120年ほど前、エンドウを使って交配実験を行ない遺伝の法則を発見した。遺伝学の基礎となったメンデルの法則をショウジョウバエを使って確かめる。

○ハエの捕獲と飼育	・飼育びんを200本くらい準備する。トラップを工夫し、果物をえさにしてショウジョウバエを捕獲する。殺菌イースト・砂糖培地等で何代か育て、飼育に慣れる。
○形質の見分け方	・雌雄を判別したり、形質を見分けるには、麻酔をし解剖顕微鏡などでみながら行なう。麻酔の仕方をおぼえ、いくつかの形質について特徴を確かめてみる。
○変わった形質をもつハエをさがす	・捕獲した雌はすでに交尾をすましている場合が多い。100本くらいのびんに一匹ずつ入れて飼育すると、産卵し子が生まれる。次にそれぞれの子どうしを交配しそのまた子をつくる。その中で、ある形質についてまわりのハエと変わっているハエをさがし、びんごとたんねんにしらべてとりだす。
○純系をつくる	・普通の形質をもつ雌雄と、変わった形質をもつ雌雄をそれぞれ何代か飼育し、それぞれの純系をつくる。対立形質が現われなくなったら純系とみなしてよい。
○交配実験を行なう	・純系どうしを交配(AA×aa)してF₁をつくる。幼虫があらわれたころ親を隔離する。次にF₁ どうしを交配(Aa×Aa)してF₂をつくる。幼虫があらわれたころF₁を隔離する。F₂を普通の形質(A)と変わった形質(a)に分けてかぞえる。 ・メンデルの法則が成り立つかどうか確かめる。ずれがあればその原因を考察する。
・ショウジョウバエの遺伝実習 森脇大五郎 昭和55年 培風館	

太陽の黒点をしらべる

太陽は巨大な原子炉のようなものであり、直径が地球の100倍もある火の塊である。その表面を観察し、黒点の数、位置、形の変化をしらべ、黒点の一生や太陽の自転についてまとめる。

○天体望遠鏡の使い方	・天体望遠鏡を点検し、しくみや各部の名称をおぼえる。 ・望遠鏡をセットし、バランスのとり方、ファインダーや極軸のあわせ方など、使い方をおぼえる。
○太陽表面の観察	・太陽の像を投影板にうつしたときの方位のきめ方をしらべる。 ・太陽の活動についてしらべ、黒点、白斑などを観察する。
○黒点の観察	・黒点の位置や形のとり方、黒点群の分け方、数のかぞえ方、相対数のもとめ方などをしらべる。また、記録の仕方に慣れる。 ・黒点の位置や形などの変化をみるためには、何時間あるいは何日ごとに記録すればよいかをしらべ、定期的に観察する。
○観察記録のまとめ	・観察記録は一般にどのような形式で報告されているかをしらべる。 ・次の視点からまとめる。 ①分布、型や形、相対数などの変化 ②位置の変化と太陽の自転のようす ③発生してから消滅するまでのようす
・天体望遠鏡とやさしい観測 高橋実 昭和54年 日本放送出版協会 ・太陽黒点の観測 清水一郎・小野実・小山ひさ子 昭和55年 恒星社 ・現代天文学講座5 太陽 平山淳 昭和56年 恒星社 ・太陽をとらえる 小野実・養茂・水垣和夫 昭和55年 地人書館	

日時計を作ろう

日時計は古代から時刻を知る道具として使われてきた。太陽の動きにともなって、棒の影がどう変化していくかをしらべ、それをもとにして日時計を製作する。

○日影曲線	・水平な板に棒を鉛直に立て、日影曲線を書く。 ・日影曲線から南北の方位をきめ、方位磁針のさす方向とくらべてみる。
○赤道式日時計	・日影曲線で、1時間ごとの影の回転角を測り、それが一定にならないわけを考える。 ・板を赤道と平行に固定し、それに垂直に棒を立てる。平行に固定する方法を考える。 ・板にうつる棒の影の回転角がどうなるかをしらべる。 ・その結果をもとにして、板に時刻の目盛りを工夫している。
○水平式日時計	・水平な板に、赤道式日時計と同じ方向にむけた棒をとりつける。 ・赤道式日時計の目盛りを利用して板に時刻の目盛りをいれる方法を工夫する。
○日時計の歴史	・日時計の歴史をしらべる。 ・平面型、壁型、柱型などの日時計の原理と特徴をしらべる。
○日時計の製作	・南中時刻は一定ではない。このことからくる誤差を補正する方法を考える。 ・設置場所を考慮して、いくつかの設計図を書き、試作する。 ・試作の結果をもとにして、材料や手順を考えながら設計図を書き、製作する。
・図解 天体観測 コーリン・ロナン 日本語版監修 堀源一郎 1981年 旺文社 ・日時計百科 — 日時計の原理と作り方 — 関口直甫 昭和55年 恒星社 ・天体観測年表 '84 昭和58年 地人書館 ・理科年表 昭和59年 東京天文台編 丸善	

花粉化石から古気候を考える

地層には過去の植物の花粉が化石として含まれており、古植生や古気候の推定に役立っている。第三紀の泥岩や石炭等に含まれる花粉化石を分析し、地層の堆積当時の植生や気候を考える。

○試料の採集	- 地質図から第三紀の泥岩や石炭等の分布する地域をしらべ、採集地点をきめる。 - 採集の方法や記録の仕方をしらべる。
○プレパラートの作製	- 花粉分析の方法をしらべて、次の順序でプレパラートをつくる。 ①分析に必要な試料の調整をする。 ②化学処理等を行い、花粉化石を分離し濃集する。 ③その一部を取って、数枚のプレパラートをつくる。
○花粉化石の分析とまとめ	- 顕微鏡でプレパラートの花粉粒の形態、大きさ等を観察し、なかま分けをする。 - これらを、検索表等を利用して、どのような植物なのかをしらべる。 - 同一試料に含まれる植物の数量的な割合を、大まかに求める。
○古気候の推定	- この割合を図表化し、その当時の植生を推定する。 - この植生に近い現生植物の分布する緯度及び高度の気温から当時の気候を推定する。 - 数か所の試料から、調査地域全体の古植生と古気候を考え、まとめる。
- 花粉のゆくえ 徳永重元 昭和38年 実業公報社 ・地学の調べ方 奥村 清編 昭和55年 コロナ社 - 化石の研究法 化石研究会編 昭和46年 共立出版 - 山形県の植物誌 結城嘉美 昭和47年 山形県の植物誌刊行会 - 原色現代科学大事典3 植物 宮脇 昭 昭和42年 学習研究社	

近くの河川の水質調査

近年、河川の汚濁がすすみ、そこに住む生物にも大きな影響を与えている。近くの河川の水質検査を行い、汚濁の程度を調査し、その原因を考察する。

○採水場所の決定と採水	1つの河川について上流から下流までしらべるのか、また、いくつかの河川について比較してしらべるのかを検討して採水場所を決定する。
○水質調査	- 調査項目としては、水温、pH、DO、COD、Cl⁻等が考えられる。 - 水質は季節により変動するし、一日のうちでも時刻によって変動することがあるので、調査は定期的に何度か行う必要がある。
○水生動物の調査	- 川に棲む動物は、水質によってその分布が決まるので、これらの動物（底生動物）をしらべることににより、少ない調査で汚染の実態がわかる。 - 深さ30cm程度の瀬で、約50cm四方の区域から底生動物を採集し、図鑑等で動物の種類をしらべ、数を数えて、「生物学的水質階級」に照らして、川の汚染度を判定する。
○まとめと考察	- データを整理して、汚濁の程度、季節による水質の変化、一日における水質の変化についてまとめる。 - 水質調査と水生動物の調査から、汚濁の程度とその原因について考察する。
- 新版水の分析 日本分析化学会北海道支部 1971 化学同人 - 理科I・理科IIの指導 文部省 昭和57年 実教出版 - 指標生物 松中昭一 1981 講談社 ・水と生活 藤田四三雄 1982 槇書店	

花ごよみをつくろう

身の周りでは、さまざまな植物が季節により花を咲かせ実を結んでいる。これらの植物について開花の時期をしらべ、花ごよみをつくとともに、植物の特徴や種名をしらべて、分類の仕方について理解を深める。

○観察と記録	- どの区域の花ごよみをつくるか、観察区域（学校周辺、太郎山など）と観察日のおおよその間隔をきめる。気温と天気は毎日観測し記録をとる。 - 区域全域の定期的な観察を続ける。地図や記録用紙を準備し、日時・場所・種名・開花状況など必要なデータを記録する。必要があれば植物を採取し標本をつくる。標本は保存用、同定用など目的に応じて工夫してつくる。
○同定と分類	- 図鑑は植物の検索の仕方についても記載のあるものが多い。総合させだけでなく、図鑑の特徴をよく知って使いこなす。 - 観察した植物を検索表などでしらべて同定する。 - 植物の分類に必要な用語をおぼえ、分類の仕方について理解を深める。
○花ごよみの作成	- いつ、どこに、どんな花が咲いていたかをまとめ、さらに気温と開花期にはどんな関係がみられるか考察する。 - この結果をもとにして、花ごよみをどうつくったらよいか検討する。 - 班または個人ごとに、花ごよみを工夫して作成する。
- 原色野草観察・検索図鑑 長田武正 昭和58年 保育社 - 日本の野草植物I, II, III 佐竹・大井・北村・亘理・富成 1983 平凡社	

郷土の地質図をつくる

郷土の、ある地域を地質調査し、岩石・地層・化石をしらべて地質図をつくり、当時の環境を推定し、大地の生い立ちの歴史をしらべる。

○調査地域の設定と準備	- 調査地域は、露頭のでている数本の沢を含む範囲とし、調査の方法をしらべる。 - 用いる地形図は、25,000分の1の地形図か、これを2倍に拡大して使うと便利である。
○地質調査	- 露頭の調査は次の観点で行う。 ①露頭的位置を地形図に記録する。 ②露頭では、全体像をつかんでから、各岩石・地層・構造をしらべてスケッチをする。 ③地層や断層の走向・傾斜を測り記録し、写真を撮る。 ④標本用の岩石や名前のつけられない岩石と化石の採集を行い、化石の産状を写真に撮る。 - 地形図に調査結果を記入してルートマップをつくる。
○岩石と化石の同定	- 肉眼で名前のつけられない岩石は、薄片をつくり、岩石顕微鏡でしらべて同定する。 - 地層から採集した化石をしらべて同定する。
○柱状図の作成と対比	- 同定した岩石・化石の資料をルートマップに記入し、ルートマップを完成させる。 - 各ルートの柱状図を対比し、1つの柱状図にまとめ、地層区分や時代区分をする。
○地質図の作成とまとめ	- ルートマップと地層区分や時代区分をした柱状図を使い、地質図をつくる。 - 化石と地質図により、岩石や地層のできた頃の環境を推定し、大地の歴史をまとめる。
- 地学野外調査の方法 大森昌術編 1981 築地書館 ・地学の調べ方 奥村 清編 昭和55年 コロナ社 - 大型化石研究マニュアル 小高民夫編 1980 朝倉書店 - 自然をしらべるシリーズ4 地層と化石 地学団体研究会編 1982 東海大学出版会	

電子の発見から原子力まで

20世紀に、原子は原子核と電子から成ることがわかり、また核分裂により歴大なエネルギーが生じることもわかった。原子の構造究明に関わる歴史を研究し、エネルギーについても考えてみる。

○原子の構造	・原子の中の電子の軌道や配置はどうなっているのかをしらべ、またどのようにしてそれが解明されてきたのかを、トムソン、ラザフォード、バルマー、ボーア等の業績を中心にしらべる。
○放射能の発見と核分裂	・核分裂をおこすことができるようになるまでの歴史を、レントゲン、ベクレル、キュリー、フェルミ、ハーン等の業績を中心にしらべ、また放射線の種類と性質、放射線が現在どのように利用されているのかをしらべる。
○原子力発電	・核分裂によるエネルギーはどのようにして生じるのか、また、原子力発電の原理とその特質、安全性、廃棄物処理等についてしらべる。
○エネルギー問題	・日本のエネルギー消費状況、石油依存率をしらべ、エネルギー資源の乏しい日本のあり方について考える。また、未来のエネルギーといわれる高速増殖炉、核融合とはどんなもののかをしらべる。 ・太陽、地熱、波などのエネルギーの利用についてもしらべる。
・コットン新ケムス化学 湊宏訳 昭和47年 丸善 ・やさしい原子力の話 崎川範行 昭和51年、わかりやすい原子力 三島良績 昭和53年、人類と核エネルギー 伏見康治 1980、以上、日本原子力文化振興財団 ・絵でみる原子力エネルギーのひみつ、林喬雄 昭和56年 日刊工業新聞社 ・エネルギーを考える 藤井清光 昭和58年 日本放送出版協会	

大陸は移動する

一般に一つの原理・法則が確立されるわけには、幾多の先人達の努力の跡のみられることが多い。大陸移動説が認められるまでには、約60年の歳月を要した。その成立過程と意義をしらべる。

○大陸の絵合わせ	・地球儀から、各大陸とマダガスカル島の海岸線及びその周囲にある200mの等深線を写し取った地図を何枚かつくる。 ・このうちの1枚を使い、等深線のところで切り取り、絵合わせをして大陸がうまくつながるかどうかしらべる。
○大陸移動説	・上でつくった地図を各地質時代分だけ用意し各時代の古生物の種類と分布及び水河や石炭等の分布をかき、これらの分布がつながるように大陸の絵合わせをする。 ・ウエゲナーが大陸移動説を考えた動機と内容、移動の原動力、反響をまとめる。 ・大陸移動説の原動力を説明したマントル対流説をしらべ、実験で検証してみる。
○よみがえる大陸移動説	・岩石の古地磁気の研究は、なぜ大陸移動説をよみがえらせたのかをしらべる。 ・地殻熱流の研究や海底調査の結果は、大陸移動説とどんな関連をもち、どのように発展させたのかをしらべる。
○大陸移動説の発展とまとめ	・大陸移動説に始まり、プレート・テクトニクスにいたるまでの大陸移動説の成立過程と意義をまとめる。
・ひきさかれた大陸 小島郁生・加藤 秀 1980 偕成社 ・移動する大陸 稲葉茂生訳 1977 啓学出版 ・大陸と海洋の起源 竹内 均訳 昭和58年 講談社 ・別冊サイエンス 大陸移動 1973、生きている地球 1981、プレート・テクトニクス 1981 以上竹内 均訳 日本経済新聞社	

参 考 文 献

- 「理科Ⅰ」指導資料(Ⅰ) 1982 山形県教育センター
 高等学校「理科Ⅰ」指導資料(Ⅱ) 1983 山形県教育センター
 高等学校学習指導要領解説 総則編 文部省 昭和55年 東山書房
 高等学校学習指導要領解説 理科編 理数科編 文部省 昭和54年 実教出版
 高等学校理科指導資料 理科Ⅰ・理科Ⅱの指導 文部省 昭和57年 実教出版
 改訂高等学校学習指導要領の展開 理科編 石黒浩三・大塚誠造編 1978 明治図書
 小学校指導書 理科編 文部省 昭和53年 大日本図書
 中学校指導書 理科編 文部省 昭和53年 大日本図書
 中等教育資料 文部省 昭和57年9・11月号、昭和58年1・3・5月号 大日本図書
 理科Ⅰ・Ⅱの実験指導 日本理化学協会編 昭和54年 培風館
 高等学校「理科Ⅱ」学習指導の手引(Ⅰ) 昭和57年 千葉県教育センター
 高等学校「理科Ⅱ」学習指導の手引(Ⅱ) 昭和58年 千葉県教育センター
 理科Ⅱに関する研究 昭和57年 群馬県教育センター

山形県教育センター

具の形や、装飾が同じであるか否かは、最も古き人達の努力の賜の占められるべきであらう。

昭和 59 年 3 月 25 日 発 行

中

天童市大字山元字犬倉津 2515

TEL (02365)4-2155(代)

... 1980 ...

河北町谷地

TEL (02377)3-3926
