

G 4-04

研究報告書第25号

高等学校

「理科Ⅰ」指導資料(Ⅱ)



1983. 3

山形県教育センター

06-00
C ₁
82

資料整理カード G4-04

昭和58年3月刊

「理科Ⅰ」指導資料 (Ⅱ)

山形県教育センター

目 次

I 作成の趣旨

II 基本的な考え方

1. 構成について
2. 実験事例について

III 作成の経過

1. 作成の計画
2. 作成の経過
3. 協力委員会

IV 実験事例

1. 物質の構成と変化
 - イオウの同素体をしらべる ◦ 元素の類似性をたしかめる
 - 物質の量を測定する —— 二酸化炭素のモルと分子量を求める ——
 - 中和滴定により食酢の濃度をしらべる
2. 運動とエネルギー
 - 運動の第二法則をたしかめる ◦ 熱量の保存をしらべる
 - 固体の比熱をしらべる ◦ 力学的エネルギー保存の法則をたしかめる
3. 生命の持続性
 - ミクロメーターを使って細胞の大きさをはかる ◦ 体細胞分裂を観察する
 - シダ植物の成長過程を観察する ◦ だ液腺染色体を観察する
4. 自然界の平衡とその保全
 - 地球の自転を証明する ◦ 火星の公転軌道をしらべる
 - 花コウ岩の造岩鉱物をしらべる ◦ 直達日射量を測定する

V 解説・資料

作成の概要

1 作成の趣旨

新設科目理科Ⅰの内容は5つの項目からなっており、これらの内容を科目の性格や目標に照らし、また学校の実態や生徒の能力、適性等にあわせて総合的に指導することが求められている。しかし、高等学校の理科では、教師が科目別にその指導を受け持ってきた経緯があり、理科Ⅰの内容とする5つの項目を1人の教師が受け持って指導することは容易でないとの声も聞かれる。

そこで、理科Ⅰを1人もしくは2人の教師でしかも効果的に指導できるようにとねがい、「理科Ⅰ」指導資料(Ⅰ)を昨年3月に刊行した。本年度は、この指導資料(Ⅰ)を受けて、生徒実験を効率よく行うことができるようにとねがい、16の実験展開例を実験テキスト的にまとめることとした。

2 基本的な考え方

「理科Ⅰ」指導資料(Ⅰ)を構成するにあたっては、理科Ⅰ学習後に選択する各科目の基礎となる内容を含むことはもちろんであるが、小・中学校理科のまとめとしていわゆる総合理科の観点をも重視し、テーマを「物質と生命」とした。その基本的な概念を物質の構成と変化、運動とエネルギー、生命の連続性、自然界の平衡とその保全の4つとし、これを大項目とした。

実験事例の選定にあたっては、小・中学校理科を重視するとともに、身近な実験材料・器具を用い、しかも結果が明瞭にでてくるものを選び出した。なお、指導資料(Ⅰ)から8例を選び、新たに8例を加えて16例とした。

3 実験事例

- | | | |
|-------------|---------------------------------|----------------------|
| 物質の構成と変化 | ・イオウの同素体をしらべる | ・元素の類似性をたしかめる |
| | ・物質の量を測定する。——二酸化炭素のモルと分子量を求める—— | |
| | ・中和滴定により食酢の濃度をしらべる | |
| 運動とエネルギー | ・運動の第二法則をたしかめる | ・熱量の保存をしらべる |
| | ・固体の比熱をしらべる | ・力学的エネルギー保存の法則をたしかめる |
| 生命の連続性 | ・ミクロメータを使い細胞の大きさをはかる | ・体細胞分裂を観察する |
| | ・シダ植物の成長過程を観察する | ・だ液腺染色体を観察する |
| 自然界の平衡とその保全 | ・地球の自転を証明する | ・火星の公転軌道をしらべる |
| | ・花コウ岩の造岩鉱物をしらべる | ・直達日射量を測定する |

は し が き

改訂学習指導要領に基づく新しい教育課程は、高等学校においても本年度から実施されました。実施することによって新たな問題点や乗り越えなければならない課題もいくつか見いだされているものと思われます。特に理科Ⅰは新設の科目であるだけに問題点や課題等は少なくないものと思われます。これらは今後の実際の教育活動を通して研究されとともに、各学校の創意と工夫によって解決され乗り越えられることを期待しています。

理科Ⅰの目標は、自然科学に関する基礎的・基本的な事項についての理解を図り、自然を総合的に見たり、考えたりする能力や態度を養い、自然環境についての理解を得させることとしてあります。自然科学の進歩や高等学校への進学率の上昇に伴い、多様な生徒に国民的教養として必要な自然科学に関する幾つかの基本的概念と基礎的な事項についての知識や技能を習得させることが求められているわけです。学習内容としては、力とエネルギー、物質の変化、進化、自然界の平衡及び人間と自然の5つの項目が示されていますが、総合理科としての性格から、生徒の実態に即して一人の教師で指導することが望まれています。高等学校の理科教師は大方の場合、物理、化学、生物、地学のうち1科目ないし2科目を受け持って指導してきたこれまでの経緯から、理科Ⅰの指導にあたっては、不安やとまどいが少なからずあったものと思います。

このような実態を考慮し、当教育センターでは理科Ⅰの内容を理解することに役立ち、またできるだけ身近な材料と器具で平易に実験できるよう、その指針ともなる指導資料を作成することとしました。昭和56年度には「理科Ⅰ」指導資料(Ⅰ)を刊行し、実験の指導展開例を示しましたが、これを受けて本年度は「理科Ⅰ」指導資料(Ⅱ)を作成して、効率的に生徒実験が行われるように実験展開例を示すこととしました。指導資料(Ⅰ)と(Ⅱ)を併せてご活用いただければ幸いです。

今後、担当教師のたゆみない地道な努力によって創意工夫がなされ、理科Ⅰの指導法が確立されることを願ってやみません。

おわりに、この指導資料の作成に当たって多大のご協力をいただいた関係高等学校並びに協力委員の各位に厚くお礼申し上げます。

昭和58年3月

山形県教育センター所長

堤 睦 水

目 次

I 作成の趣旨	1
II 基本的な考え方	1
1. 構成について	
2. 実験事例について	
III 作成の経過	4
1. 作成の計画	
2. 作成の経過	
3. 協力委員会	
IV 実験事例	
1. 物質の構成と変化	
(1) イオウの同素体をしらべる。	5
(2) 元素の類似性をたしかめる。	7
(3) 物質の量を測定する。—— 二酸化炭素のモルと分子量を求める ——	9
(4) 中和滴定により食酢の濃度をしらべる。	11
2. 運動とエネルギー	
(1) 運動の第二法則をたしかめる。	13
(2) 熱量の保存をしらべる。	15
(3) 固体の比熱をしらべる。	17
(4) 力学的エネルギー保存の法則をたしかめる。	19
3. 生命の連続性	
(1) ミクロメーターを使って細胞の大きさをはかる。	21
(2) 体細胞分裂を観察する。	23
(3) シダ植物の成長過程を観察する。	25
(4) だ液腺染色体を観察する。	27
4. 自然界の平衡とその保全	
(1) 地球の自転を証明する。	29
(2) 火星の公転軌道をしらべる。	31
(3) 花コウ岩の造岩鉱物をしらべる。	33
(4) 直達日射量を測定する。	35
V 解説・資料	37

担 当 者

研究部長	村	川	正	志
指導主事	船	山	昂	沃
〃	横	尾	哲	郎
〃	中	村	直	資
〃	伊	藤	澄	夫
〃	鴨	田	希	六
〃	猪	股	東	海雄
〃	武	田	次	弘

I 作成の趣旨

高等学校学習指導要領(理科編, 理数編)に, 理科 I の目標は自然科学に関する基礎的・基本的な事項についての理解を図るとともに, 自然を総合的に見たり, 考えたりする能力や態度を養い, 自然環境についての理解を得させることとしてある。これを受けて, 物体の運動, 物質の変化, 進化, 平衡及び人間と自然の5項目が理科 I で扱う学習内容として明示されている。また, 指導に当たっては, 理科 I の性格や目標に照らし, 学校の実態や生徒の能力, 適性, 進路にあわせたものを構成する必要があることを記している。このことから学校の実情を考慮して, 教材を精選したり開発などして, 創意工夫にもとづいた効果的な指導が求められているものといえる。

しかし, 高等学校理科教師は, これまで理科の中の1~2科目を受け持って指導してきたことから, 1人の教師が5項目の内容を効果的に指導することを早急に期待することは容易でない。理科の教師がその領域をこえ自信をもって, 理科 I の指導に当たれるような指導資料が望まれているのが実情であろう。

このような状況にかんがみ当教育センターでは, 昭和56年度に「理科 I」指導資料(Ⅰ)を作成し学習指導案の形で実験の指導展開例を示した。本年度は, 生徒実験を効率よく行うために実験展開例を実験テキスト的に示し, 指導資料(Ⅱ)とすることとした。指導資料(Ⅰ)と併用することで, 一層の効果をねらった。

II 基本的な考え方

1 構成について

理科 I の構成に当たっては, 基礎的・基本的な原理・法則を理解させるとともに, 自然と人間生活との関係を認識させるよう配慮しなければならない。

当教育センターでは, 選択して履修する各科目の基礎としての内容を含むことは勿論であるが, 小・中学校理科のまとめとしての総合理科の観点も重視して構成した。全体を「物質と生命」のテーマのもとに構成し, その基本的な科学概念を「物質の構成と変化」, 「運動とエネルギー」, 「生命の連続性」, 「自然界の平衡とその保全」の4つとし, これを大項目とした。各大項目における内容は別表のとおりである。

年間総時数は4単位140時間であるが, 120時間で計画し, 時間配分を行った。

2 実験事例について

理科 I にあっては, 観察・実験の重要性が強調されている。適切な観察・実験を適宜授業に組み入れ, 自然に対する興味や関心を高めることが大切である。取り上げる観察・実験は, 理科 I の性格からみてあまり高度なものではなく, 生徒が興味や関心をもって取り組むことができ, 内容の理解に役立つよう

なもの望ましいわけである。

実験事例の設定に当たっては, 各中項目1つくらいが適当と考え, 16例にとどめた。また, 小・中学校との関連を重視するとともに, できるだけ身近な材料や器具を選び, 中項目の理解に役立つような平易で, しかも結果の明瞭になる実験を考えた。実験はいずれも50分のできるよう検討した。

本資料の実験事例は, 指導資料(Ⅰ)で示した16例のうちから8例を選び, 新たに8例を加えて16例とした。本資料に載せない指導資料(Ⅰ)の残りの実験事例については, 学校の実態にあわせて同じように展開できるものと考えた。

また, 解説・資料の項を設けて指導上の便宜を図ることとした。各実験事例中にある※印は, その部分についての解説・資料のあることを表している。

全体の構成

「物質と生命」

大項目	中項目	小項目	実験事例
物質の構成と変化 (30h)	物質の成分 (7h)	地球をつくる物質 生物をつくる物質 物質の組成と元素	・炎色反応により成分元素をたしかめる。 ◎イオウの同素体をしらべる。
	物質の構成 (7h)	原子説と分子説 原子の構造 イオンと分子	・物質の電気伝導性をしらべる。 ◎元素の類似性をたしかめる。
	物質の量 (8h)	原子量と分子量 モル 溶解と濃度	◎物質の量を測定する。 (二酸化炭素のモルと分子量)
	物質の変化と量的関係 (8h)	化学反応式 化学反応と量的関係 いろいろな化学変化	◎中和滴定により食酢の濃度をしらべる。
運動とエネルギー (30h)	力と運動 (14h)	速さと速度 等加速度運動 運動の法則 摩擦力	・歩行の速さをしらべる。 ◎運動の第二法則をたしかめる。
	落体の運動 (5h)	自由落下運動 放物運動	・重力加速度の大きさをしらべる。
	仕事と熱 (5h)	仕事 熱量 仕事と熱	◎熱量の保存をしらべる。 ◎固体の比熱をしらべる。
	エネルギーの変換と保存 (6h)	位置エネルギー 運動エネルギー 力学的エネルギー保存法則	◎力学的エネルギー保存の法則をたしかめる。

大項目	中 項 目	小 項 目	実 験 事 例
生命の連続性 (30h)	細胞とその分裂 (7h)	細胞のつくりとはたらき 細胞のふえ方	・細胞を観察する。 ◎ミクロメーターを使い細胞の大きさをはかる。 ◎体細胞分裂を観察する。
	生殖と発生 (9h)	生殖の方法 生殖細胞のでき方 植物の受精 動物の受精と発生	・花粉と花粉の発芽のようすを観察する。 ◎シダ植物の成長過程を観察する。
	遺伝と変異 (9h)	遺伝の法則 遺伝子と染色体 変異	◎だ液腺染色体を観察する。
	生物の進化 (5h)	進化の証拠 進化のしくみ ヒトの進化	
自然界の平衡とその保全 (30h)	地球の運動 (7h)	地球の自転 地球の公転 惑星の運動	◎地球の自転を証明する。 ◎火星の公転軌道をしらべる。
	地球の形状 (6h)	地球の大きさと形 地球の層状構造 地 殻	・走時曲線から地球の内部をさぐる。 ・地震波の伝わり方から地球の層状構造をさぐる。 ◎花コウ岩の造岩鉱物をしらべる。
	地球の熱収支 (7h)	太陽放射 地球の熱収支 大気の循環 水の循環 地表の変化	◎直達日射量を測定する。
	生態系と物質循環 (5h)	生態系 地球上の物質循環	
	資源と環境保全 (5h)	資源 自然環境の保全	

◎印は指導資料(Ⅱ)で新たに取上げた事例 ・印は指導資料(Ⅰ)で取り上げてある事例

Ⅲ 作 成 の 経 過

1 作成の計画

指導資料は2か年にわたって作成することとし、その年次計画は次のとおりである。

昭和56年度 「理科Ⅰ」指導資料(Ⅰ)の作成

昭和57年度 「理科Ⅰ」指導資料(Ⅱ)の作成

2 作成の経過

- (1) 本指導資料は、前年度の指導資料(Ⅰ)をうけて、生徒実験を効率的に行うため、実験展開例を実験テキスト的に示すこととした。
- (2) 本指導資料では、年間実授業数を120時間に設定し、大項目ごとに30時間を配分して指導計画を検討した。
- (3) 大項目ごとにとりあげる実験事例は、指導資料(Ⅰ)のなかから2例を加えて4例とし、学校の実態、生徒の能力、適性等に応じられるように配慮した。
- (4) 協力委員会では実験事例の内容を吟味し、各協力委員はそれぞれの事例について授業を行い、検討を加えた。

3 協力委員会

- (1) 協力委員は大項目ごとに2名ずつとし、協力を依頼した。
- (2) 協力委員会は次のとおりに開催した。
第1回協力委員会 8月25日 ・作成の趣旨、基本的な考え方、指導計画等の検討
実験事例、内容、方法、授業実践計画等の協議
第2回協力委員会 12月 8日 授業実践の分析と検討、大項目ごとのまとめ
- (3) 協力委員は次のとおりである。

氏 名	学 校 名
須 崎 邦 彦	県立山形南高等学校
栗 野 康 夫	県立山形西高等学校
安 達 勇	県立山形北高等学校
上 田 幸 雄	県立山形中央高等学校
桜 井 忠 男	県立上山農業高等学校
斎 藤 建 三	県立天童高等学校
今 野 澄	県立山辺高等学校
森 谷 昌 彦	県立米沢興譲館高等学校

IV 実験事例

1 物質の構成と変化

(1) イオウの同素体をしらべる

ア ねらい

斜方イオウ・単斜イオウ・ゴム状イオウをつくり、それぞれの性状を観察し、イオウの同素体を理解する。

イ 準備

器具：ベトリ皿（または時計皿） ビーカー（200 ml） ろう斗 ルーペ 試験管ばさみ

薬品：粉末イオウ ベンゼン（※）

・実験グループごとに粉末イオウ約0.5 g、ベンゼン約5.0 ml。ベンゼンは事前に配分せず教卓に用意し、必要な時に駒込ピペット等で約5.0 mlとらせる。

ウ 展開

学 習 活 動	留 意 点
1 同素体について復習する 4分 実験のねらいと方法を理解する 4分 3 実験の準備をする 3分 4 斜方イオウをつくり、観察する 8分	○同素体として、どのようなものがあるか。 ○水と氷は同素体といえるか。 ○同素体とは、なにか。 ○イオウの同素体をつくり、性状を観察、比較、記録する。 ○粉末イオウをベンゼンにとかし 斜方イオウを結晶させる。 ○粉末イオウを加熱して、単斜イオウ、ゴム状イオウをつくる。 ○実験器具・薬品を点検し、実験の手順を確認する。 ○ベンゼンは揮発しやすく、引火性が高いので火気を近づけない。また出来るだけ吸入しないように注意する。 ○ベンゼンの引火点 -11.1℃ 爆発限界1.4~8.0% ○ベンゼンを加えたときよく振り、できるだけとかして、ろ過する。 ○自然蒸発させたまま（約15分）次の実験にとりかかる。

学 習 活 動	留 意 点
5 単斜イオウをつくり、観察する 8分 6 ゴム状イオウをつくり、観察する 8分 7 実験結果から、イオウの同素体についてまとめる 10分 8 あとかたづけをする 5分	○粉末イオウは約2g ○弱火でまんべんなく加熱する。黄色の液体になるが加熱しつづけると褐色のゴム状イオウまで変化する。 ○ろ紙はとけたイオウが流れない程度になったときに開く。 ○蒸気にならない程度まで十分加熱する。 形 状 色・におい その他の特徴 斜方イオウ 単斜イオウ ゴム状イオウ ○イオウの同素体をつくり、性状の比較ができたか。 ○イオウの同素体について、理解できたか。 ○試験管に付着したイオウは水を加えて、煮沸したのち、ブラシでよく水洗する。（煮沸するときは、試験管の口を人の居る方向へ向けずに注意する）

(2) 元素の類似性をたしかめる

ア ねらい

物質の基本的な成分である元素には、化学的性質の似ているグループがあることをたしかめる。

イ 準備

器具等：ピンセット メスシリンダー（10 ml） リトマス紙 薬さじ 油性ペン

薬品：硝酸リチウム LiNO_3 硝酸ナトリウム NaNO_3 硝酸カリウム KNO_3 硝酸カルシウム

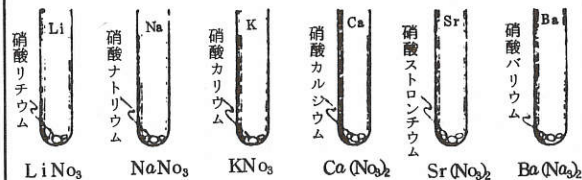
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 硝酸ストロンチウム $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ 硝酸バリウム $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

希塩酸（濃塩酸をうすめて10倍にする） しゅう酸溶液（しゅう酸12.6 gを水にとかし100 mlにする） 炭酸アンモニウム溶液（炭酸アンモニウム9.6 gを水にとかし100 mlにする）

・実験グループごとにLi~Ba硝酸塩をそれぞれ約1.0 gを市販のサンプル管等に入れ配分しておく。（※1）

ウ 展開

学	習	活	動	留	意	点
1 元素の周期表（律）について復習する	3分	○現在知られている、103種におよぶ元素はどのような順序で表にしているのか。 ○周期表の縦・横の配列を何というのか。 ○同族に属している元素の性質に類似性がみられるのは、どうしてか。	○メンデレーフの周期表と現在の周期表はどのように違っているのか、あとでしらべてみる。			
2 実験のねらいを確認する	3分	○物質を構成する粒子がイオンであるとき、イオンの組み合わせによって、水にとけやすくなったり、とけにくくなったりする。このことから水溶液における沈殿のできかたなどを比較、観察して元素の類似性をたしかめる。				
3 実験の準備をする	4分	○薬品・器具を点検し、実験の手順を確認する。 ○試験管にLi~Ba硝酸塩の構成する金属元素名を油性ペンで記入する。	○薬品は化学式をよく確める。			
4 Li~Ba硝酸塩を観察し、それぞれの水溶液をつくる	7分	○Li~Ba硝酸塩をそれぞれ、薬さじ（小）1杯分を試験管にとり、結晶の様子を比較する。 ○メスシリンダーを使い、それぞれの試験管（上記）に水を約10 ml加えて、溶けやすさをしらべる。	○薬さじはそのつどよくふいて使う。 ○薬さじ（小）1杯分は約0.2 gである。 ○溶けにくいものは下図のように振ってとく。			



学	習	活	動	留	意	点
5 水溶液のリトマス紙や塩酸についての变化をみる	7分	○それぞれの水溶液について、リトマス紙を浸し、水溶液の性質をしらべる。	○試したリトマス紙は西洋紙等の台紙に並べて比較する。 ○リトマス紙は長くつけておかぬこと。（色素が溶解）			
6 水溶液のしゅう酸や炭酸アンモニウムについての变化をみる	14分	○上の水溶液にそれぞれ希塩酸約1 ml（メスシリンダーで）加えて変化をみる。 ○それぞれの水溶液をつくり（上と同じ）しゅう酸溶液1 ml加えて変化をみる。 ○同じように水溶液をつくり炭酸アンモニウム溶液約1 ml加えて変化をみる。	○塩酸・しゅう酸、炭酸アンモニウム液を同じメスシリンダーでとるときは、そのつどよく水洗してから使う。 ○しゅう酸溶液を加えたときのBa塩の沈殿は生じることが判りにくいので、しゅう酸溶液を余分に加える。			
7 実験の結果を表に記入し類似性を考える	7分					
8 あとかたづけをする	5分	○器具を水洗し、あとかたづけをする。				

結晶の様子	溶解性	リトマス紙	塩酸	しゅう酸	炭酸アンモニウム
硝酸リチウム					
硝酸ナトリウム					
硝酸カリウム					
硝酸カルシウム					
硝酸ストロンチウム					
硝酸バリウム					

○上の表から、Li Na K Ca Sr Baについて、類似性がみられるか。（※2）

(3) 物質の量を測定する

—— 二酸化炭素のモルと分子量を求める ——

ア ねらい

大理石と塩酸を反応させて発生する二酸化炭素のモルと分子量を求める。

イ 準備

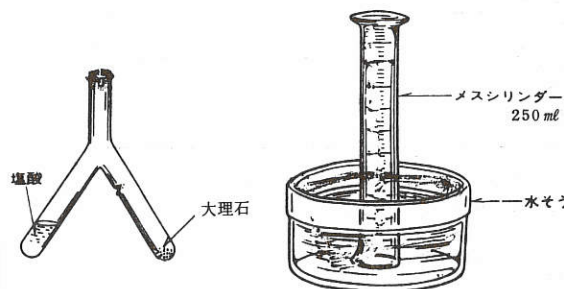
器具：二又試験管 メスシリンダー (250 ml) 水槽 精密ばかり

薬品：大理石粒 (米粒大に砕き、よく水洗し自然乾燥する) 6 mol/l 塩酸 (濃塩酸と水 1 : 1 容)

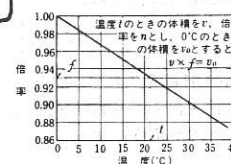
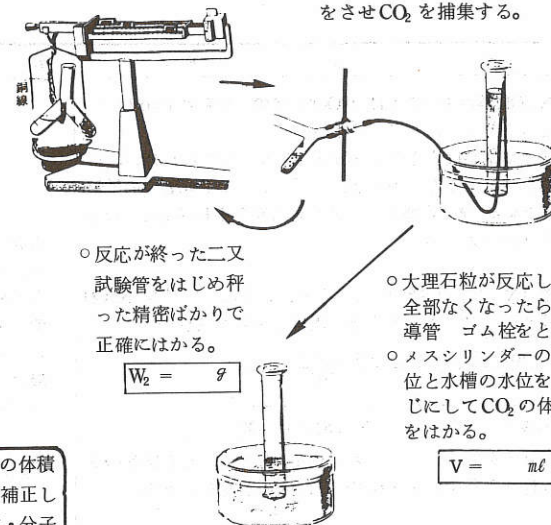
・実験グループごとに大理石粒約 1.0 g、6 mol/l 塩酸約 10 ml

ウ 展開

学 習 活 動	留 意 点
1 モルと分子量について復習する 5 分 2 実験の原理とねらいを理解する 7 分 3 実験の準備をする 6 分	○ CO₂ の分子量はいくらか、また CO₂ の 1 モルは何グラムか。 ○ CO₂ の 1 モルは 0 °C、1 気圧で何 l の体積をしめるか。 ○ 0 °C、1 気圧における気体 1 モルの体積はいくらか。 (※ 1) ○ 大理石と塩酸が反応すると、試験管内の物質の総量は反応前に比べて減少する。この減少分は捕集される CO₂ の量に相当する (質量保存の法則)。 ○ このことを式で表すと $\frac{\text{減量}}{\text{分子量}} = \frac{\text{CO}_2 \text{ の体積}}{22.4}$ すなわち $\frac{W}{M} = \frac{V}{22.4}$ 減量 (W) を精密ばかりではかり、CO₂ の体積 (V) を計ると分子量 (M)、また CO₂ の体積を 22.4 l で割るとモル (n) を求めることができる。 ○ 実験器具・薬品を点検し、実験の手順を確認する。 ○ 二又試験管のくぼみのある方に大理石粒約 1 g 他方に塩酸約 10 ml 入れる。 ○ 250 ml メスシリンダーに水を満たし、手の平でふたをして水槽中に倒立させる。 ○ 倒立させたメスシリンダーに空気泡が入らないようにする。(倒立させたらスタンドで支えとよい)



学 習 活 動	留 意 点
4 CO₂ の発生・捕集・計測をする 15 分 5 CO₂ の体積を温度補正しモル数・分子量を求める 10 分 6 まとめをしあとかたづけをする 7 分	○ 二又試験管を精密ばかりで正確にはかる。 $W_1 = \text{g}$ ○ 二又試験管にゴム栓・導管をつけ、導管の先を倒立させたメスシリンダー中に 1 杯入れる。 ○ 大理石の方に塩酸を移し反応をさせ CO₂ を捕集する。 ○ 反応が終った二又試験管をはじめ秤った精密ばかりで正確にはかる。 $W_2 = \text{g}$ ○ 大理石粒が反応して全部なくなったら、導管 ゴム栓をとる。 ○ メスシリンダーの水位と水槽の水位を同じにして CO₂ の体積をはかる。 $V = \text{ml}$ ○ 気体の体積は温度により変化するので 左図のグラフから 0 °C における CO₂ の体積 (V₀) を換算する。 $V_0 = V \times f = \text{ml}$ ○ 発生した CO₂ のモル (n) を求める $n = \frac{V_0}{22,400} = \text{ }$ ○ CO₂ の分子量 (M) を求める。 $\frac{(W_1 - W_2)}{M} = \frac{V_0}{22,400}$ すなわち $M = (W_1 - W_2) \times \frac{22,400}{V_0} = \text{ }$ ○ 求めた CO₂ の分子量はいくらか。CO₂ の分子量 44.0 との差はどの位か。 ○ 数値の差について、その原因と思われる点を考える。 (※ 2) ○ 器具を水洗し、あとかたづけをする。



(4) 中和滴定により食酢の濃度をしらべる

ア ねらい

中和滴定により市販の食酢に含まれている酢酸の濃度をしらべる。

イ 準備

器具：メスフラスコ (100 ml) ホールビペット (10 ml) ビューレット (50 ml) ビューレット台
コニカルビーカー (100 ml) または三角フラスコ ろう斗

薬品：0.1 mol/l 水酸化ナトリウム溶液 食酢 (市販のもの) フェノールフタレン指示薬 ※1

・実験グループごとに水酸化ナトリウム溶液約 50 ml, 食酢約 10 ml 指示薬少量

ウ 展開

学 習 活 動	留 意 点
1 モル濃度と中和について復習する 5 分 ○ NaOH 溶液および CH_3COOH (酢酸) 溶液の 1 mol/l とはどのようにしてつくるか。 ○ 酸と塩基を反応させると酸性とアルカリ性がたがいに打ち消されることを中和というが、かりに 1 mol/l の酢酸と 2 mol/l の水酸化ナトリウム溶液を中和させるにはどうすればよいか。	○ 市販の食酢にはいろいろものが含むがその中の酸は酢酸が主である。ここでは含まれる酸はすべて酢酸とみなす。
2 実験の原理とねらいを理解する 7 分 ○ 濃度 $X \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ の食酢 10 ml をとり、これに $0.1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ の NaOH 溶液 $V \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ で中和したとき、次式の関係が成立つ $\frac{X \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{1000} \times 10 \text{ ml} = \frac{0.1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{1000} \times V \text{ ml}$ 酢酸のモル数 NaOH のモル数 ○ 中和点をフェノールフタレン指示薬で判定し (無色→淡赤色) 食酢に含まれている酢酸の濃度を求める。	○ $\frac{X \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{1000} \dots\dots 1 \text{ ml}$ 中の酢酸のモル数 ○ $\frac{0.1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{1000} \dots\dots 1 \text{ ml}$ 中の NaOH のモル数
3 実験の準備をする 7 分 ○ 食酢 10 ml をホールビペットではかり、メスフラスコに入れ純水ですめて 100 ml とする (10 倍にうすめる)。 ○ ビューレットに $0.1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ NaOH 液を入れコックを調節・流下させ目盛を読みやすい液面にする。	○ ガラス管内の液は毛管現象 (メニスカス) をなす 一般には凹面底部を標線に合はせる。 ○ ビューレットに NaOH 液を入れるとき必ずろう斗を使い終わったらはずしておく。

学 習 活 動	留 意 点																								
4 中和滴定を行う 15 分 ○ コニカルビーカーに 10 倍にうすめた食酢 10 ml をとり、それにフェノールフタレン指示薬 2~3 滴加える。 ○ ビューレット内の NaOH 液量を読み (滴下前の目盛), コニカルビーカーを振りながら NaOH 液を滴下する。 ○ コニカルビーカー内の液が淡赤色に着色するが振っても着色が消えなくなったとき滴下をやめる。このとき NaOH 液量を読む。(滴下後の目盛)	○ 練習で滴下量の見当量を覚える。 ○ 見当量にちかづいたとき、1 滴 (約 0.03 ml) ずつ滴下する。																								
<table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>滴下前の目盛</th> <th>滴下後の目盛</th> <th>差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>練習</td> <td></td> <td></td> <td>ml</td> </tr> <tr> <td>1 回目</td> <td></td> <td></td> <td>ml</td> </tr> <tr> <td>2 回目</td> <td></td> <td></td> <td>ml</td> </tr> <tr> <td>3 回目</td> <td></td> <td></td> <td>ml</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>平均</td> <td>ml</td> </tr> </tbody> </table>		滴下前の目盛	滴下後の目盛	差	練習			ml	1 回目			ml	2 回目			ml	3 回目			ml			平均	ml	
	滴下前の目盛	滴下後の目盛	差																						
練習			ml																						
1 回目			ml																						
2 回目			ml																						
3 回目			ml																						
		平均	ml																						
5 滴定の結果から食酢の濃度を求める 10 分 $\frac{X \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{1000} \times 10 \text{ ml} = \frac{0.1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{1000} \times V \text{ ml}$ $X \frac{\text{mol}}{\text{l}} \times 10 \text{ ml} = 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \times V \text{ ml} \quad X = \quad \text{mol/l}$ 食酢は 10 倍にうすめてあるので求めた $X \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ を 10 倍して食酢に含まれている酢酸のモル濃度を求める。 ○ 食酢の比重は 1.02 であるとするれば、食酢に含まれている酢酸の % は $\frac{60 \times \text{酢酸濃度}}{1020} \times 100 = \quad \% (\text{※2})$	○ 平均の値が V ○ CH_3COOH (酢酸) の分子量 60 1 l の重量 1.02 × 1000 (g)																								
7 まとめてしあとかたづけをする 6 分 ○ 器具を水洗し、あとかたづけをする。	○ 中和滴定による濃度の求め方が理解できたか。 ○ 中和点にたつするまでの滴下量に差が生ずるのはなぜか。																								

2 運動とエネルギー

(1) 運動の第二法則をたしかめる

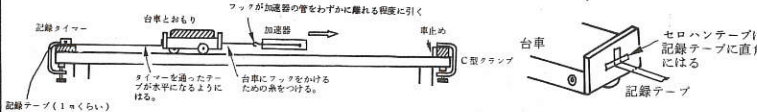
ア ねらい

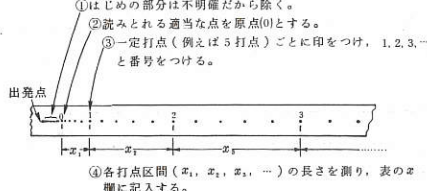
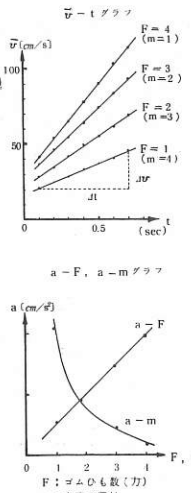
物体に力を加えたときに生じる加速度は、力の大きさに比例し、物体の質量に反比例する（運動の第二法則）ことを、力学台車と記録タイマーを用いてしらべる。

イ 準備

器具等：力学台車 交流記録タイマー おもり（油粘土、力学台車と同じ質量のもの3個） 記録テープ 車止め 加速器 C型クランプ ものさし セロハンテープ グラフ用紙 （※1）

ウ 展開

学 習 活 動	留 意 点
1 力と加速度の関係について復習する 5分 ○物体は、力を加えないとき、どんな動きをするか。 ○物体に力を加えると、どんな動きをするか。 ○加速度とは何か。 ○加速度は、何によってきまるか。 （※2）	
2 実験のねらいを確認する 2分 ○物体に生じる加速度の大きさを、力との関係、質量との関係からしらべ、運動の第二法則を理解する。	
3 実験の手順を確認する 13分 ○実験の班を2分し、グループAとBに分け、同時に実験をすすめる。 〔グループA〕台車の質量を一定にし、ゴムひもの数（力）を変えて、力と加速度の関係をしらべる。 ①机の一端に記録タイマーを、他端に車止めを固定する。 ②台車におもり1個をのせ、これを加速器のゴムひも1本（$F=1$）で伸びが一定であるように引く練習をする。 ③台車に記録テープをはり、タイマーを作動させて台車を引き、テープに記録をとる。  ④ゴムひもを2, 3, 4本とふやし（$F=2, 3, 4$）前と同じ方法で台車を引き、運動を記録する。 〔グループB〕ゴムひもの数（力）を一定にし、台車の質量を変えて、質量と加速度の関係をしらべる。 ①グループAと同じ方法で、ゴムひも2本で伸びが一定であるように、台車を引く練習をする。 ②はじめは台車だけ（質量m）を、次に台車におもりを1, 2, 3個のせて（質量$2m, 3m, 4m$）引き、その運動をテープに記録する。	○記録されたテープには、ゴムひもの数や台車の質量をメモしておく。

学 習 活 動	留 意 点																																
4 実験をする 10分 ○グループA, Bとも、器具を点検し、実験する。 ○記録されたテープを点検し、打点が飛んでいたり、余りにも不自然な場合にはとり直しをする。	○1打点区間は1/50秒である。 ○平均の速さ $\bar{v} = x / 0.1$ ○各打点区間の時間は0.1秒（1/50秒×5）である。																																
5 測定し、結果を表に記入する 5分  ①はじめの部分は不明確だから除く。 ②読みとれる適当な点を原点(0)とする。 ③一定打点（例えば5打点）ごとに印をつけ、1, 2, 3, ...と番号をつける。 ④各打点区間（$x_1, x_2, x_3, \dots$）の長さを測り、表の空欄に記入する。 <table border="1"> <caption>表1〔グループA〕</caption> <thead> <tr> <th>打点区間</th> <th>$F=1$</th> <th>$F=2$</th> <th>$F=4$</th> </tr> <tr> <th></th> <th>x (cm)</th> <th>$\bar{v}$ (cm/s)</th> <th>$\bar{v}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x_1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>x_2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <caption>表2〔グループB〕</caption> <thead> <tr> <th>打点区間</th> <th>m</th> <th>$2m$</th> <th>$4m$</th> </tr> <tr> <th></th> <th>x (cm)</th> <th>$\bar{v}$ (cm/s)</th> <th>$\bar{v}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x_1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>x_2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> ⑤xの値から、各区間における平均の速さ（$\bar{v}$）を求める。	打点区間	$F=1$	$F=2$	$F=4$		x (cm)	$\bar{v}$ (cm/s)	$\bar{v}$	x_1				x_2				打点区間	m	$2m$	$4m$		x (cm)	$\bar{v}$ (cm/s)	$\bar{v}$	x_1				x_2				○右図の例のように、$\bar{v}-t$グラフを書く。 縦軸：平均の速さ（$\bar{v}$ (cm/s)） 横軸：時間（t (s)） 5打点間をとると、時間の目盛は0.1秒（1/50秒×5）である。 ○グラフの傾きから、それぞれの加速度を求める。 加速度 $a = \frac{d\bar{v}}{dt}$ ○右図の例のように、$a-F$グラフ及び $a-m$グラフを書く。 縦軸：加速度（a (cm/s²)） 横軸：ゴムひものとき……… F 質量のとき……… m  ○軸の目盛は、最大値に注意して配分する。 ○グラフ上の点は、インクかボールペンで、できるだけ小さく記入する。 ○直線を書くときは点が最も多く乗るような直線を見つけて、細い鉛筆でうすく引くこと。 ○$a-m$グラフは、各点をなめらかな曲線で結ぶ。
打点区間	$F=1$	$F=2$	$F=4$																														
	x (cm)	$\bar{v}$ (cm/s)	$\bar{v}$																														
x_1																																	
x_2																																	
打点区間	m	$2m$	$4m$																														
	x (cm)	$\bar{v}$ (cm/s)	$\bar{v}$																														
x_1																																	
x_2																																	
6 グラフを作成する 10分																																	
7 まとめをし、あとかたづけをする 5分 ○使用した器具を点検し、もとにもどす。																																	

(2) 熱量の保存をしらべる

ア ねらい

熱は高温物体から低温物体に移動し、高温物体の失った熱量は低温物体の得た熱量に等しい(熱量保存の法則)ことを、温度と質量の異なる水を混合してしらべてみる。

イ 準備

器具等：温度計(100℃, 0.5℃目盛) メスシリンダー(100ml) ビーカー(100ml, 300ml)

熱量カップ(発泡スチロール製, 450ml) ガスバーナーまたはアルコールランプ 三脚 石綿付金網 かきまぜ棒(ガラス棒) 油性ペン

・温度計は、示度に差があるものがあるので、あらかじめ湯に入れるなどして、同じ温度を示すものを2本ずつ組にして、グループ数だけ準備しておく。

ウ 展開

学 習 活 動	留 意 点
1 比熱について復習する 5分 2 実験のねらいを確認する 5分 3 実験の準備をする 5分 4 水200mlをコップに入れて温度(t_1)を測る 15分 7まで 15分	○比熱とは何か。 ○水の比熱はいくらか。 ○熱平衡とはどんなことか。(※1) ○比熱の単位を確認する。 ○温度表示：℃ 温度差：K ○あらかじめ、熱い湯を用意し、各班には200mlくらいずつ配る。 ○沸とうしている湯を直接メスシリンダーに入れると、われる恐れがある。 ○水道水をそのまま使ってもよいが、20℃が計算しやすい。 ○容器内の温度は、中央部で測る。 ○この場合、かきまぜ棒は、温度計で代用してもよい。

学 習 活 動	留 意 点
5 あつい湯を100mlビーカーにとる 6 ⑥が80℃(t_2)になったら、④を入れる 7 熱平衡になったところで温度(t_3)を読みとる 8 熱の出入を求める 10分 9 まとめをしあとかたづけをする 10分	○④：低温の水 ⑥：高温の水 ④に⑥を入れる。 ⑥に④を入れると、t_3が高めになる。 ○あつい湯を100mlビーカーに入れたら10~15Kくらいは直ちに下がるので注意する。 ○必ずしも80℃でなくともよいが、80℃にすると計算しやすい。 ○この場合も、かきまぜ棒は温度計で代用してもよい。 ○質量は100mlを100gとみなす。 ○熱量は保存されているといえるか。 ○$Q_A = Q_B$とならない場合、その原因は何か。(※2) ○「熱量保存の法則」が理解できたか。 ○使用した器具をもとにもどす。

(3) 固体の比熱をしらべる

ア ねらい

「熱量保存の法則」を用いて、いろいろな金属の比熱をしらべる。

イ 準備

- 器具等：水熱量計（※1） 温度計（50℃，0.2℃または0.1℃目盛） 電気定温器（全体で1台）
自動上さらばかり（秤量500g～1kg 全体で3台くらい） 試料（比熱測定用金属：アルミニウム，銅，鉄）（※2） ビーカー（200ml） 糸
- 温度計は，定温器の温度計と同じ示度を示すものを，グループ数だけそろえておく。
 - 試料は，長さ20cmくらいの糸を結びつけておき，実験の1時間くらい前から電気定温器で，45℃～48℃くらいであたためておく。

ウ 展開

学 習 活 動	留 意 点
1 比熱について復習する 5分 2 実験の原理を理解し，ねらいを確認する 10分 ○比熱は物質固有のものであるが，比熱の小さい物質はあたたまりやすいか，あたたまりにくいのか。 ○熱平衡，熱量保存の法則とはどんなことか。 ○試料の失った熱量：$Q = mc(t - t_1)$ 水の得た熱量：$Q_1 = m_1(t_1 - t_0)$ 水熱量計の得た熱量：$Q_2 = m_0 c_0(t_1 - t_0)$ 熱量保存の法則より $Q = Q_1 + Q_2$ ○金属試料の比熱 c ($\text{cal/g} \cdot \text{K}$) は，上式より求められる。 3 実験の準備をする 10分 ○班ごとに使用器具をそろえる。 4 水熱量計の質量 (m_0) を測る ⑨まで 10分 $m_0 =$ g 5 水の質量 (m_1) を測る ⑩まで 10分 ○内槽に水を200mlくらい入れ，柄を取ったかきまぜ棒と共に質量 (m_2) を測り，水の質量 (m_1) を求める。 $m_1 =$ g ○c：金属の比熱 ○c_0：水熱量計の比熱	○質量は天秤で測るものであるが，ここでは，自動上さらばかり（台ばかり）で代用する。 ○台ばかりは，はじめと同じばかりを使うこと。 ○$m_1 = m_2 - m_0$

学 習 活 動	留 意 点
6 水熱量計をセットし，水の温度 (t_0) を測る ○そのまま内槽を木箱に入れてふたをし，温度計と，かきまぜ棒の柄を取りつける。 ○水熱量計の水をゆっくりかきまぜ，温度が一定になったところで水の温度 (t_0) を測る。 $t_0 =$ ℃ 7 試料の温度 (t) を測る ○電気定温器の温度（試料の温度 t）を測る。 $t =$ ℃ 8 熱平衡の時の温度 (t_1) を測る ○糸を持って試料を定温器から取り出し，水熱量計の中へすばやく入れて，ふたをする。 ○水熱量計の水をゆるやかにかきまぜながら，温度計の示度が10秒くらい変化しなくなったとき（熱平衡）の温度 (t_1) を測る。 $t_1 =$ ℃ 9 まとめ(1) ①水は何度あたたまったか。それは，水熱量計の温度差と同じであるか。 ②水の得た熱量 (Q_1) は何calか。 $Q_1 =$ cal ③水熱量計の得た熱量 (Q_2) は何calか。水熱量計（銅）の比熱は $0.092 \text{ cal/g} \cdot \text{K}$ である。 $Q_2 =$ cal 10 試料の質量 (m) を測る ⑪まで 10分 ○糸を切り，試料についた水分をよくふき取って，質量 (m) を測る。 $m =$ g 11 まとめ(2) ①金属試料は何度冷えたか。 K ②試料の失った熱量 (Q) はどう表されるか。試料の比熱を c として式で表す。 $Q =$ ③ $Q = Q_1 + Q_2$ より，c を求める。 $c =$ cal/g · K 12 整理をし，あとかたづけをする 5分 ○求めた試料の比熱から，試料はどんな金属といえるか。 ○金属の比熱の値と実験結果を比べ，誤差の原因を考える。 (※3) ○使料した器具を点検し，もとにもどす。	○水の量は，試料を入れたとき，十分に没するようにする。 ○温度表示：℃ 温度差：K ○水熱量計は，一般には銅製である。 ○計算の最終結果は有効数字2桁でよい。

(4) 力学的エネルギー保存の法則をたしかめる

ア ねらい

自由落下運動において、落下する物体の位置エネルギーと運動エネルギーを測定し、力学的エネルギー保存の法則が成り立つことをたしかめる。

イ 準備

器具等：交流記録タイマー 記録テープ 鉄製スタンド C型クランプ おもり（油粘土、0.5～1 kg）

ものさし（60cm以上） グラフ用紙 セロハンテープ テープガイド （※1）

ウ 展開

学 習 活 動	留 意 点
1 力学的エネルギーについて復習する 5分	○ 力学的エネルギーは、何と何のエネルギーの和か。 ○ 位置エネルギーは、どのように表されるか。 ○ 運動エネルギーは、どのように表されるか。 ○ 力学的エネルギーは、どんな条件のときに保存される（一定に保たれる）のか。 （※2）
2 原理を理解し、ねらいを確認する 5分	○ 自由落下運動において、落下する物体の重力による位置エネルギーは減少していくが、同時に、その運動エネルギーは増加するので、両者の和は常に一定である。このことをしらべ、力学的エネルギー保存の法則を理解する。
3 実験の方法を理解する 10分	○ 記録タイマーをスタンドにセットする。 記録テープ（約70cm）をテープガイドとタイマーに通す。 テープガイド（鉛直にし、タイマーのテープガイドと直線になるように取り付け。） 記録タイマー（鉛直に） 鉄製スタンド 記録テープに直角にセロハンテープをはる。 記録テープ セロハンテープ おもり（1kg） タイマーを動作させおもりを落とす。落下したらすなやかにスイッチを切る。 C型クランプ おもり（1kg）
4 実験をする 5分	○ 班ごとに、1本の記録テープをとる。 打点が不自然な場合はとり直す。

学 習 活 動	留 意 点																																																								
5 測定し、結果を表に記入する 10分	○ 記録されたテープを測定し、データを表にあらわす。 ① はじめの部分は不明確だから除く。 ② 読みとれる適当な、原点(0)として、順に1, 2, 3, ...と打点に番号をつける。（12くらいまで） ③ 偶数番号区間（$\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_6$）の長さを測り、表の$\ell$欄に記入する。（単位はメートルに換算する。） ④ 最後の奇数打点（11）から、各奇数打点までの長さ（$h_1, h_2, \dots, h_6$）を測り、表のh欄に記入する。（単位はメートルである。）これは物体が打点1, 3, ... 9にある時の「高さ」を表す。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>打点番号</th> <th>打点区間</th> <th>ℓ [m]</th> <th>平均の速さ $\bar{v}$ [m/s]</th> <th>E_k (J)</th> <th>高さ h [m]</th> <th>E_p (J)</th> <th>$E_k + E_p$ (J)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 ~ 2</td> <td>ℓ_1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>h_1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 ~ 4</td> <td>ℓ_2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>h_2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4 ~ 6</td> <td>ℓ_3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>h_3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6 ~ 8</td> <td>ℓ_4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>h_4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8 ~ 10</td> <td>ℓ_5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>h_5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10 ~ 12</td> <td>ℓ_6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>h_6</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> ⑤ ℓ の値から各区間における平均の速さ $\bar{v}$ を求める。 $\bar{v} = \ell / 0.04$ ⑥ 平均の速さから、E_k を求める。 ⑦ h の値から、E_p を求める。 ⑧ $E_k + E_p$ を求める。（※3）	打点番号	打点区間	ℓ [m]	平均の速さ $\bar{v}$ [m/s]	E_k (J)	高さ h [m]	E_p (J)	$E_k + E_p$ (J)	0 ~ 2	ℓ_1				h_1			2 ~ 4	ℓ_2				h_2			4 ~ 6	ℓ_3				h_3			6 ~ 8	ℓ_4				h_4			8 ~ 10	ℓ_5				h_5			10 ~ 12	ℓ_6				h_6	0	0
打点番号	打点区間	ℓ [m]	平均の速さ $\bar{v}$ [m/s]	E_k (J)	高さ h [m]	E_p (J)	$E_k + E_p$ (J)																																																		
0 ~ 2	ℓ_1				h_1																																																				
2 ~ 4	ℓ_2				h_2																																																				
4 ~ 6	ℓ_3				h_3																																																				
6 ~ 8	ℓ_4				h_4																																																				
8 ~ 10	ℓ_5				h_5																																																				
10 ~ 12	ℓ_6				h_6	0	0																																																		
6 グラフを作成する 10分	○ 右図の例のように、グラフを書く。 ① 縦軸：エネルギー 横軸：時間（目盛 0.01 秒） ② E_p と E_k の値を、別々の印で記入する。この値は区間の平均値であるから、記入する位置は、各区間の中央時刻の位置で代表させる。 ③ $E_p + E_k$ の値を点で記入する。 ④ E_p, E_k 及び $E_p + E_k$ の各点を、なめらかな曲線で結ぶ。																																																								
7 まとめをしあとかたづけをする 5分	○ 位置エネルギーは、どう変化しているか。 ○ 運動エネルギーは、どう変化しているか。 ○ 力学的エネルギーはどうか。 ○ 使用した器具を点検し、もとにもどす。																																																								

3 生命の連続性

(1) ミクロメーターを使い細胞の大きさををはかる

ア ねらい

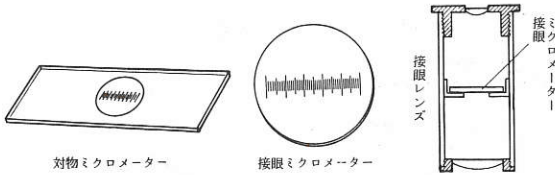
顕微鏡下の細胞や微小構造の大きさををはかるために、ミクロメーターの使い方を知り、実際に細胞の大きさをはかってみる。

イ 準備

材 料：タマネギ

器具等：顕微鏡 スライドガラス カバーガラス ピンセット スポイト カミソリの刃 ガーゼ 対物ミクロメーター 接眼ミクロメーター ペトリ皿

ウ 展開

学 習 活 動	留 意 点
1 顕微鏡の使い方について復習する 4分 2 実験のねらいを確認する 1分 3 ミクロメーターの使い方を理解する 15分	○授業が始まる前に顕微鏡等を机に出し準備しておく。 ○顕微鏡はどのような手順で操作するか。 ○顕微鏡の倍率ばどのようにしてきめるか。 (※1) ○ミクロメーターの使い方を知り、タマネギを材料にして細胞の大きさをはかってみる。 ○ミクロメーターは目盛のついた対物ミクロメーター(1目盛10μ)と接眼ミクロメーター(等間隔目盛)からなる。 ○1μ = 1/1,000 mm
	○対物ミクロメーターはプレパラートと同じようにステージにのせて使い、接眼ミクロメーターは接眼レンズにはめこんで使う。両ミクロメーターを顕微鏡にセットしたら、対物ミクロメーターの目盛に焦点を合わせる。 ○接眼レンズをのぞきながら、両ミクロメーターの目盛が重なっている2か所をさがす。 ○2か所の両目盛の重なりから、接眼ミクロメーター1目盛あたりの長さを計算で求める。例えば図のように↓の ○接眼ミクロメーターは、接眼レンズの上部レンズをはずして入れる。

学

習

活

動

留 意 点

2か所で目盛が重なったとする。対物ミクロメーターの1目盛は 10μ だから
5(接眼ミクロメーターの目盛数)
= $10\mu \times 7$ (対物ミクロメーターの目盛数)

従って

$$\text{接眼ミクロメーター1目盛あたりの長さ} = \frac{10\mu \times 7}{5} = 14\mu$$

○接眼ミクロメーター1目盛あたりの長さがわかったら対物ミクロメーターをはずし、みようとするプレパラートをのせ、物体の大きさををはかる。

○材料、器具等をそろえる。

4 実験の準備をする

1分

5 接眼ミクロメーター1目盛あたりの長さを決定する

15分

- ① 接眼ミクロメーターを10倍の接眼レンズにセットし対物ミクロメーターをステージにのせる。
- ② 最初10倍の対物レンズを使用し、対物ミクロメーターの目盛に焦点を合わせる。
- ③ 両方の目盛が重なっている2か所をさがし、その間の目盛数をかぞえ下表に記入する。
- ④ 次に40倍の対物レンズで同じ操作を行い記入する。
- ⑤ 接眼ミクロメーター1目盛あたりの長さを求める。

対物レンズ	接眼レンズ10×
10×	a 目盛 接眼ミクロメーター
	b 目盛 1目盛あたり μ
40×	a 目盛 接眼ミクロメーター
	b 目盛 1目盛あたり μ

6 タマネギの細胞の大きさををはかる

12分

7 まとめてあとかたづけをする

2分

○タマネギのりん葉表皮のプレパラートをつくり、細胞の長径、短径、核の直径をはかってみる。 (※2)

○ミクロメーターの使い方が理解できたか。

○接眼ミクロメーターは必ずはずしておく。

○使用した器具を点検しもとにもどす。

○一般に、接眼ミクロメーターのa目盛と対物ミクロメーターのb目盛が重なったとすると
 $a = 10b\mu$
従って
接眼ミクロメーター1目盛
 $= \frac{10b}{a}\mu$

○接眼ミクロメーター1目盛あたりの長さは、接眼レンズ、対物レンズの組み合わせで変わるので、実験のつど1目盛あたりの長さをきめる必要がある。

○両ミクロメーターの目盛が平行に重なるように、接眼レンズを回したり対物ミクロメーターを動かす。また接眼ミクロメーターが裏になつていた場合はなおす。

長径	短径	核

(2) 体細胞分裂を観察する

ア ねらい

タマネギの根端にある成長点の体細胞分裂を観察し、分裂各期の特徴を染色体の動きと関連づけて理解する。

イ 準備

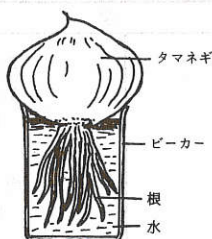
材 料：固定－解離－染色複合液に24時間入れたタマネギの根端

薬 品：固定－解離－染色複合液

器具等：顕微鏡 スライドガラス カバーガラス ピンセット

柄付針 ろ紙 ガーゼ ペトリ皿 スケッチ用紙 (※1)

ウ 展開



数日間水栽培をして
発根させる

学 習 活 動	留 意 点
1 体細胞分裂について復習する 5分 2 実験のねらいを確認し、準備をする 3分 3 プレパラートを作成する 10分 室温で24時間 固定－解離－染色複合液 カミソリ スライドガラス ① 根端をペトリ皿からスライドガラスにとる。 ② 先端から5mmくらいを切りとり、残りをすてる。 ③ カバーガラスをかける。	○ 体細胞分裂は4つの過程からなるが、それぞれをなにとよんでいるか。(※2) ○ 各期の染色体の特徴はなにか。 ○ タマネギを材料にして、体細胞分裂の分裂各期の特徴を染色体の動きと関連づけて理解する。 ○ 材料、器具をそろえる。 ○ 授業が始まる前に顕微鏡等を机の上に出し準備しておく。 ○ 濃く染まっている方が先端である。

学 習 活 動	留 意 点
4 各期における分裂像を観察する 12分 5 各期の染色体をスケッチする 15分 6 まとめてあとかたづけをする 5分 ろ紙 ④ カバーガラスの一端を指でおさえ、試料を中心から周囲に押し広げるように、鉛筆などで軽くたたく。 ⑤ ろ紙でプレパラートをはさみ、平らな机の上で、強くしかもずれないように押しつぶす。 1 前期 2 中期 3 後期 4 終期 成長点 根冠 前期 中期 後期	○ 100倍くらいで各期の分裂像をさがす。 ○ 400倍くらいで、焦点、しぼりを調節しながらスケッチする。 ○ 分裂像をたんねんにさがす。分裂像がみられないときは、プレパラートをつくりなおす。 ○ 各期の分裂像が観察できたか。 ○ 各期の染色体の動きがとらえられたか。 ○ スケッチしたものを提出する。 ○ 使用した器具を点検しもとにもどす。

(3) シダ植物の成長過程を観察する

ア ねらい

シダ植物の成長過程を観察し、その生活史を理解する。

イ 準備

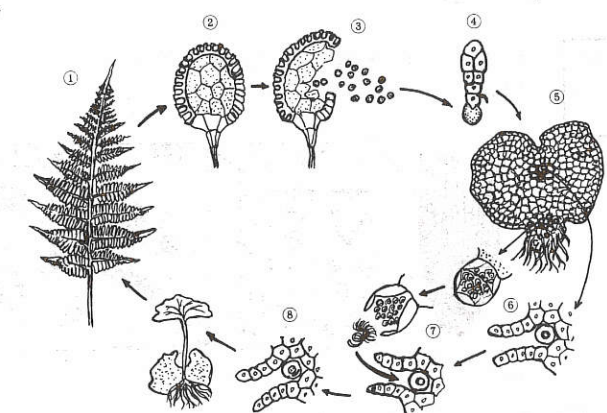
材 料：孢子をつけたシダ植物の葉、孢子、前葉体までの各成長段階にある孢子（※1）

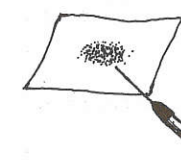
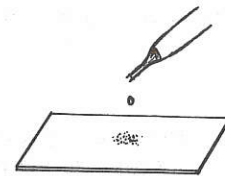
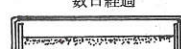
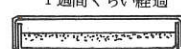
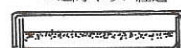
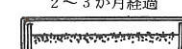
器具等：顕微鏡 ルーペ スライドガラス カバーガラス ビンセット 柄付針 スポイト
ガーゼ ペトリ皿 スケッチ用紙

培 養：シダの孢子から前葉体までの成長過程を一度に観察するには、適当な時期に分けて孢子を発芽させておく必要がある。9月頃、孢子をつけたシダを採取してきて、新聞紙にはさみ数日間乾燥させておくと、孢子が孢子のう（孢子の袋）からはじけて落ちる。少ししか落ちない場合は外から軽くたたくとよい。この孢子をサンプル管等に集め、一部は培養に使い、残りは観察用にとっておく。培養液としてはクノッ液（※2）を用い、液をペトリ皿に半分くらい入れ、手で孢子を密にならないようにまく。ふたをして直射日光の当たらない明かるい場所におき培養する。孢子は数日で発芽し、3か月くらいかかって前葉体に至るまで成長する。温度等によって日数には多少差がある。

実験観察の予定日を決め、その3か月前、2か月前、3週間前、1週間前、数日前くらいに孢子をまいておくと、前葉体までの成長過程を一度に観察することができる。

ウ 展開

学 習 活 動	留 意 点
1 シダ植物の生活史について復習する 5分 ○シダ植物の生活史をあらわすと下図のようになる。図をみながら孢子のう、孢子、前葉体、卵細胞、精子を確かめ、シダの一生を簡単にまとめる。（※3） 	○生物の一生を生活史という。
2 実験のねらいを確認し、準備をする 3分 ○シダ植物の孢子のうのつき方、孢子の形、孢子が発芽して前葉体になるまでの成長過程を観察し、その生活史を理解する。 ○材料、器具をそろえる。	○授業が始まる前に顕微鏡等を机の上に出し準備しておく。

学 習 活 動	留 意 点
3 孢子のうのつき方を観察する 5分 ○葉の裏にある孢子のうのつき方をルーペで観察する。  	
4 孢子を観察する 5分 ○孢子を柄付針でごく少量スライドガラスにとり、スポイトで水を一滴落とす。カバーガラスをかけ、100倍くらいで観察する。  	○破れた孢子のうも観察できる。
5 発芽しはじめた孢子を観察する 12分 ○まいてから数日、1週間、3週間くらいたった孢子をスポイトで一滴スライドガラスにとり、カバーガラスをかける。100倍くらいでそれぞれの成長の段階を観察する。 数日経過  1週間くらい経過  3週間くらい経過  2~3か月経過  ○ペトリ皿の中の前葉体をルーペで観察する。	
6 前葉体を観察し、スケッチする 15分 ○柄付針やビンセットを使い、1~2個の前葉体をスライドガラスにとり、水を一滴落としカバーガラスをかける。 ○40倍くらいで前葉体をよく観察し、スケッチする。	○400倍くらいで観察すると、回転しながらすばやく動き回っている精子もみることができる。
7 まとめをしてあとかたづけをする 5分 ○孢子から前葉体までの成長過程が観察できたか。 ○シダ植物の生活史が理解できたか。 ○使用した器具を点検しもとにもどす。	

(4) だ液腺染色体を観察する

ア ねらい

ユスリカのだ液腺染色体とその横縞の観察をとおりて、遺伝子と染色体の関係を理解する。

イ 準備

材 料：ユスリカ（アカムシ）の幼虫

薬 品：酢酸オルセイン

器具等：顕微鏡 ルーペ スライドガラス カバーガラス ピンセット 柄付針 スポイト

ガーゼ ペトリ皿 ろ紙 スケッチ用紙

（※1）

ウ 展開

学 習 活 動	留 意 点
1 だ液腺染色体について復習する 5分 2 実験のねらいを確認し、準備をする 3分 3 プレパラートを作成する 20分 ① ユスリカをスライドガラスにとり、水を一滴落とす。 ② 先端部に柄付針をひっかけ、はぎとるようにして頭部をひきぬく。だ液腺が頭部についたままとれたり、または消化管や脂肪体といったものにでてくる。	○染色体は細胞がどんな状態のときにみられるか。 ○遺伝子はどこに存在するか。 ○ハエやカにみられるだ液腺染色体には、どんな特徴があるか。（※2） ○ユスリカを材料にして、だ液腺染色体とその横縞を観察し、遺伝子と染色体の関係を理解する。 ○材料、器具等をそろえる。 ○授業が始まる前に顕微鏡等を机の上に出し準備しておく。 ○黒っぽい方が頭部である。 ○白色不透明な大部分は脂肪体で、かき回すとだ液腺を見失うのでかき回さない。

学 習 活 動	留 意 点
5 だ液腺染色体を観察し、スケッチする 15分 ① 100倍くらいで、だ液腺細胞とそこにみえるナワ状のだ液腺染色体を観察する。 ② プレパラートをろ紙にはさみ、カバーガラスがずれないように、軽く押しつぶす。100倍くらいで、よくみえる染色体をさがす。 ③ 400倍くらいで、縞模様や染色体数に注意しながら観察し、スケッチする。 6 まとめをしてあとかたづけをする 7分 ○だ液腺染色体の特徴が理解できたか。 ○遺伝子と染色体の関係が理解できたか。 ○使用した器具を点検しもとにもどす。	○黒い紙の上でみるとよくわかる。 ○だ液腺をさがすにはルーペで頭部付近をよくみる。だ液腺は2mmくらいの大きさで対になっており、透明、袋状でハート形をしている。 ○だ液腺が確認できたら、不用物をすべてとり除く。酢酸オルセインを一滴かけ10分間染色する。 ○カバーガラスをかけ余分な染色液をろ紙で吸いとる。 ○不用物をよくとり除かないと、だ液腺を見失うことがある。 ○染色している間、予備にもう一枚のプレパラートをつくっておくとよい。 だ液腺染色体 ×400

4 自然界の平衡とその保全

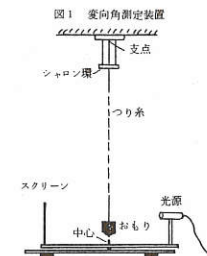
(1) 地球の自転を証明する

ア ねらい

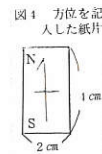
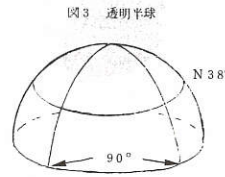
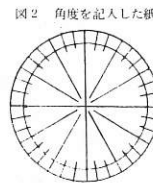
振り子の振動面と地球の自転との関係をしらべ、振動面の変化を測定することによって、地球の自転を証明する。

イ 準備

器具等：フーコーの振り子の変角測定装置（1台、図1のように実験室に取り付ける。※1）
回転台（ろくろ、図2の角度を記入した用紙をはり付けておく。）
透明半球（図3のように直交する経線とN38°の緯線を引いておく。）
方位を記入した紙片（図4、グループに10枚くらい）
鉄製スタンド 振り子 セロハンテープ 油性ペン 定規 分度器



ウ 展開



学 習 活 動	留 意 点
1 実験のねらいを確認する 3分 2 振り子の振動面の変化を予想する 6分 3 北極点での振動面の変化をしらべる。 16分	○地球が自転していることを、振り子を使って証明する。 〔実験 1〕 ○天井から下げた振り子を振らせる。時間がたつにつれて振動方向（振動面）はどうなるか。 ○30分後に振動面がどう変化しているかを観察する。 〔実験 2〕 ○回転台を使って、北極では振動面がどう変化するかをしらべる。（※2） ①図のようにおもいをつるす。 ②回転盤を動かさないうちにおもりを振らせる。 ア 回転台（地球）外の基準点Aからみたとき、振動面は変化するか。 イ 回転盤上（地上）の基準点Bから見ればどうか。 ③回転盤を地球の自転方向（北半球では左まわり）にゆっくり動かし、②と同様にして振動面の変化をしらべる。 ア 台外の基準点Aから見たとき イ 盤上の基準点Bから見たとき

学 習 活 動	留 意 点
4 山形（北緯38°）での振動面の変化をしらべる 15分 〔実験 3〕 ○透明半球を使って、山形での振り子の振動面の変化をしらべる。 ①方位を記入した紙片6～7枚を、図のように透明半球のN38°上に、1～2枚のセロハンテープでおさえる。 ②図のA点（山形）で振り子を南北に振らせたすれば、地球がB点まで自転する間に、振動面はどう変化するか。各紙片にそのときの振動面を記入する。 ③紙片全部をそっくりはがし、セロハンテープとともに、そのまま西洋紙にはる。 ④紙片A、BそれぞれのNSの線を延長して、その交点をPとする。 ⑤振動面を延長する。（APに平行になる。） ⑥∠PBQの大きさを求める。 ⑦山形での振動面の変化を求める。 1日で 30分で 5 実際にどれだけ変化したかを測定する 5分 6 まとめてしあとたたづけをする 5分	○北極での振動面の変化と地球の自転の関係をまとめる。 ○経度90°分は1/4日（6時間）分になる。 ○紙片（山形での地平面）は地軸とどんな関係になっているか。 ○地球の自転周期を24時間として、振動面がどちらまわりに、どれだけ変化するかを求める。（※4） ○振り子に影響しないよう静かに観察する。 ○実験1で振らせた振り子の振動面の変化をしらべる。どちらまわりに、何度だけ変化したか。 ○透明半球を使って求めた値とくらべてどうか。 ○振り子の振動面の変化を測定することにより、地球の自転が証明できることを理解できたか。 ○使用した器具を点検し、もとにもどす。

(2) 火星の公転軌道をしらべる

ア ねらい

火星軌道決定用データから、作図によって火星の公転軌道をしらべる。

イ 準備

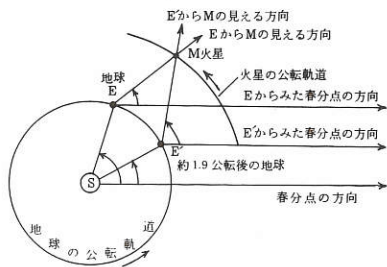
用紙：太陽を中心とした半径5cmの地球の円軌道と春分点の方向を記入した方眼紙(別紙)

器具等：分度器 定規

・分度器は直径15cm程度のものを使用すると便利である。

ウ 展開

学 習 活 動	留 意 点
1 火星の公転について復習する 5分 2 ねらいを確認し、作図の原理を理解する 8分 3 作図の準備をする 2分	○地球と火星の公転周期は、それぞれ何日か。 ○火星の公転周期は、地球の公転周期の何倍か。 ○火星は内惑星か外惑星か。(※1) ○火星の公転軌道はどうなっているか作図してしらべる。 ○火星の位置は次のようにして求める。 ①いま、地球Eから火星Mを観測し、EからMの見える方向をきめる。 ②火星Mは1公転(687日)すると、もとの位置にくるが、その間に地球は、約1.9公転しE'の位置にくる。 ③E'からMの見える方向をきめる。 ④EからMの見える方向と、E'からMの見える方向の交わる点を、火星の位置ときめることができる。 ⑤このような方法をくりかえして、火星の位置をいくつかきめる。このいくつかの位置を結びあわせると火星の動いた軌道となる。 ○地球と火星は同一平面上を公転するものとして作図をする。(※2) ○春分点は、うお座の方向にあり、その方向は、地球の公転軌道上のどの位置からみても同じである。 「見える方向」は、春分点の方向から左まわりの角度できめる。 ○用紙と必要な器具等を準備する。



学

習

活

動

留 意 点

4 作図の手順を確認し、火星の位置を求め、軌道を完成する

30分

○火星軌道決定用データを使い、火星の位置を求める。

群	年月日	地球の位置(A)	火星の位置(B)
1	1948. 2. 29	E ₁	159.3°
	1950. 1. 19	E' ₁	118.3°
2	1950. 4. 19	E ₂	208.4°
	1952. 3. 9	E' ₂	168.4°

①表の1群のデータに基づいて、地球の位置E₁, E'₁を求める。

下図のS(太陽)を中心として、春分点の方向から左まわりに159.3°の方向をきめ、地球の公転軌道と交わる点をE₁とする。同じようにしてE'₁をもきめる。

②火星の位置M₁を求める。

下図のE₁を中心として、E₁から見た春分点の方向より左まわりに147.4°の方向をきめる。同じようにしてE'₁より188.3°の方向をきめる。

この2つの方向の交った点が、火星の位置M₁である。

③表の2~9群のそれぞれのデータにもとづき、①②の方法で火星の位置M₂~M₉の8点を求める。

④求めたM₁~M₉の9点を、順次なめらかな曲線で結ぶ。

5 まとめる

5分

○火星の公転軌道が完成したか。

○この軌道はどんな形になったか。

(※3)

○(A)は春分点の方向から地球の位置の方向に測った角度である。

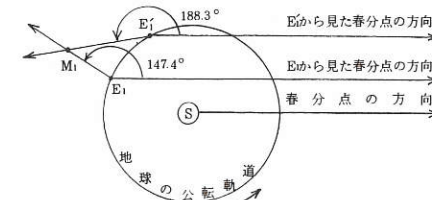
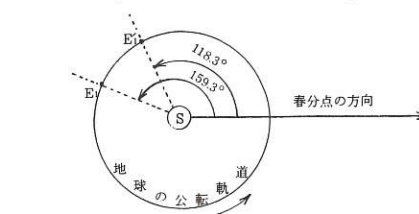
○(B)は地球から見た春分点の方向から火星の位置の方向に測った角度である。

○表の3群以下のデータは別紙用紙にある。

○SE₁, SE'₁の線分や角度の値は、記入せずE₁, E'₁の記号を記入するとよい。

○方眼紙の横線を使えばE₁, E'₁から見た春分点の方向を示す横線と、測った角度の値は記入しなくてもよい。

○3点くらいずつをなめらかに結び、曲線から大きくずれている点があれば、もう一度確かめてみる。



(3) 花コウ岩の造岩鉱物をしらべる

ア ねらい

火成岩をつくっている代表的な鉱物の基礎的な性質をしらべ、花コウ岩はどのような鉱物からできているかをしらべる。

イ 準備

材 料：岩石・花コウ岩（3cm角くらいの大きさで、鉱物の大きい黒雲母花コウ岩がよい）

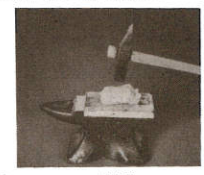
鉱物・石英 水晶 正長石 黒雲母 方解石 方鉛鉱

器具等：モースの硬度計 条こん板 鉄乳鉢（または金床とハンマー） ルーベ ビンセット

新聞紙

（※1）

ウ 展開

学	習	活	動	留	意	点
1 火成岩の復習をし、実験のねらいを確認する 3分				○火成岩は何種類の鉱物からできているか。（※2） ○代表的な鉱物の基礎的な性質をしらべ、それをもとにして、花コウ岩はどんな鉱物からできているかをしらべる。		
2 代表的な鉱物の性質をしらべる 25分				○鉱物の性質を①～⑥の順にしらべ、性質表に記入する。 ① 色（無色 黒褐色 乳白色 鉛灰色） ② 形（六角柱状 柱状 立方体 リョウ面体） （扁平 不定形） ③ 光沢（金属 ガラス 真珠） ④ 条こん色 〔白色〕 〔淡褐色〕 〔鉛灰色〕 ⑤ 硬度（1～10） ⑥ へき開（あり、なし）		
条こん板（素焼きのせもの） 				○①～③を先にまとめてしらべてから④～⑥をしらべた方が能率的である。 ○条こん板にこすりつけたときの線条こんの色を観察する。 ○硬度計のない場合は硬度1～7の実習用鉱物または代用品を使う。 ○傷なら手でこすっても消えない。 ○一定方向に割れ易い性質をへき開という。 ○軟らかいものはつめでひっかいてみる。		
モースの硬度計の基準鉱物と互にこすり合い、傷のついた方を軟らかいとする。 1～10の数値で表すが、中間のときは0.5をつけて表す。 				○鉄乳鉢の中や金床の上で新聞紙でつつんだ鉱物をたたいて割る。  		

学 習 活 動							留 意 点																																																																																				
鉱物の性質表 <table border="1"> <thead> <tr> <th>性質</th> <th>色</th> <th>形</th> <th>光沢</th> <th>条こん色</th> <th>硬度</th> <th>へき開</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>石英</td> <td></td> <td>不定形</td> <td>ガラス</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>水晶</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>7</td> <td>なし</td> </tr> <tr> <td>正長石</td> <td></td> <td>柱状</td> <td></td> <td>白色</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>黒雲母</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.5～3.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>方解石</td> <td></td> <td>リョウ面体</td> <td></td> <td>白色</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>方鉛鉱</td> <td></td> <td></td> <td>金属</td> <td></td> <td></td> <td>あり</td> </tr> </tbody> </table>							性質	色	形	光沢	条こん色	硬度	へき開	石英		不定形	ガラス				水晶					7	なし	正長石		柱状		白色			黒雲母					2.5～3.0		方解石		リョウ面体		白色			方鉛鉱			金属			あり	モースの硬度計と代用品 <table border="1"> <thead> <tr> <th>硬度</th> <th>基準鉱物</th> <th>代用品</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>カッ石</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>石コウ</td> <td>つめ</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>方解石</td> <td>銅貨</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>ホタル石</td> <td>鉄くぎ</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>リンカイ石</td> <td>ガラス</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>正長石</td> <td>ナイフ</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>石英</td> <td>ヤスリ</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>トパーズ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>コランダム</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>ダイヤモンド</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			硬度	基準鉱物	代用品	1	カッ石		2	石コウ	つめ	3	方解石	銅貨	4	ホタル石	鉄くぎ	5	リンカイ石	ガラス	6	正長石	ナイフ	7	石英	ヤスリ	8	トパーズ		9	コランダム		10	ダイヤモンド	
性質	色	形	光沢	条こん色	硬度	へき開																																																																																					
石英		不定形	ガラス																																																																																								
水晶					7	なし																																																																																					
正長石		柱状		白色																																																																																							
黒雲母					2.5～3.0																																																																																						
方解石		リョウ面体		白色																																																																																							
方鉛鉱			金属			あり																																																																																					
硬度	基準鉱物	代用品																																																																																									
1	カッ石																																																																																										
2	石コウ	つめ																																																																																									
3	方解石	銅貨																																																																																									
4	ホタル石	鉄くぎ																																																																																									
5	リンカイ石	ガラス																																																																																									
6	正長石	ナイフ																																																																																									
7	石英	ヤスリ																																																																																									
8	トパーズ																																																																																										
9	コランダム																																																																																										
10	ダイヤモンド																																																																																										
3 花コウ岩をルーベで観察する 5分							○何種類の鉱物からできているか。 ○それらはどんな色に見えるか。 ○鉱物の大きさはそろっているか。 ○そのような鉱物の集まり方（組織）を何というか。																																																																																				
4 花コウ岩をつくっている鉱物をしらべる 13分							○花コウ岩をくだき、含まれる鉱物の性質を前と同じ方法でしらべ表に記入する。 ○上の表をもとにしてA～Cの鉱物名を決定し記入する。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>性質</th> <th>色</th> <th>光沢</th> <th>硬度</th> <th>へき開</th> <th>鉱物名</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			性質	色	光沢	硬度	へき開	鉱物名	A						B						C																																																															
性質	色	光沢	硬度	へき開	鉱物名																																																																																						
A																																																																																											
B																																																																																											
C																																																																																											
5 まとめをしあとかたづけをする 4分							○鉱物の性質表ができたか。 ○花コウ岩をつくる鉱物の種類とその性質がわかったか。 ○岩石、鉱物、器具、破片等を所定の場所にもどす。																																																																																				

(4) 直達日射量を測定する

ア ねらい

地表に到達する太陽エネルギーの測定方法を理解し、その量を測定する。

イ 準備

器具等：日射計（日射計には数種の型がある。ここでは簡易日射計を使用する。どの型の使用法も原則的には同じである。）

秒針のある時計 メスシリンダー（250 ml） ビーカー（500 ml） 定規

- ・実験の2時間くらい前にビーカーに水を汲み、気温と同じ温度になるようにしておく。
- ・快晴の日の正午前後に測定するとよい結果が得られる。
- ・測定は、コンクリートなどの照り返しを受けない場所で行う。

ウ 展開

学 習 活 動	留 意 点
1 実験のねらいを確認する 5 分	○ 太陽のもたらすエネルギーが、人間の生活にどう関係しているかを考える。 ○ 太陽から直接受けるエネルギーの量は 1 cm^2 につき、1 分間に何 cal くらいかを予想し、測定する。
2 実験の手順と方法を理解する 10 分	○ 日射量を次の順序で測定する。（※1） ① あらかじめ汲んでおいた水を日射計の容器にみだし、受光面の中央に温度計の球部がくるように差し込む。 ② 日射計の受光面が日光に垂直になるようにセットする。 ③ 温度計の目盛りを読み、その後、1 分ごとに10 分間温度を測定する。 ④ 測定中は、受光面がつねに日光に垂直になるように日射計を動かしていく。 ⑤ 測定が終わったら、日射計の水量をメスシリンダーではかる。 ⑥ 温度変化の様子をグラフに書き、その変化を読みとる。 ⑦ 日射計に入れた水の量、水温の変化、受光面の面積をもとにして日射量を求める。
3 実験の準備をする 5 分	○ 計時係、温度読み取り係、追尾（受光面を日光に垂直にする）係、記録係をきめる。 ○ 日射計の容器に汲みおきの水を入れる。 ○ 屋外に出て、日射計をセットする。

学 習 活 動	留 意 点																								
4 水温の変化を測定する 20 分	○ 10 分間、温度の変化を測定し、記録する。 <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>時間（分）</td> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>水温（℃）</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	時間（分）	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	水温（℃）											
時間（分）	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
水温（℃）																									
5 水温の変化をグラフにかく ⑥まで 5 分	○ 日射計の容器内の水量をはかる。 a cm^3 ○ 水温の測定値を右図に記入する。 ○ 各点の並びから平均的な直線をひく。 ○ この直線から、水温が10 分間に何度上昇したかを読みとる。 b 度																								
6 直達日射量を求める	○ 日射量を計算する。 ① 容器内の水が得た熱量を求める。 $a \times b =$ cal ② 1 分間に水が得た熱量を求める。 cal/min ③ 受光面の面積を求める。 cm^2 ④ 以上から直達日射量を求める。 $\text{cal}/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$																								
7 まとめをしあとかたづけをする 5 分	○ 求めた値は予想とくらべてどうだったか。 ○ 人工衛星に乗って、大気圏外で直達日射量を測定すると、$2.0 \text{ cal}/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$ となる。この値にくらべて測定値はどうか。なぜそうなったのか。（※2） ○ 使用した器具を点検し、もとにもどす。																								

V 解説・資料

1 物質の構成と変化

(1) イオウの同素体をしらべる

※ 粉末イオウは、イオウの精練・製法により粉末状態になっているイオウである。(イオウ華・昇華イオウや無定形イオウ等であるが、一種のイオウの同素体であるともいえる。)

この実験でベンゼンを使ったのは、イオウの溶媒として普通使われる二硫化炭素の蒸気にくらべて、ベンゼンの蒸気のほうが臭気や安全性から取り扱いやすいと考えたからである。なお、ベンゼンを使うにあたっては、爆発性や麻醉性等に留意して通気、換気を行い安全性をはかる。

(2) 元素の類似性をたしかめる

※1 準備する薬品で、希硫酸、しゅう酸溶液、炭酸アンモニウム溶液の濃度はいずれも約 1 mol/l であるが、正確な濃度でなくともよい。また $\text{Li}-\text{Ba}$ 硝酸塩は各実験グループごとに小分けしておかないと実験の所要時間が長くなってくるので市販のサンプル管を使って小分けすると便利である。(フィルムの中空でもよい)

※2 結晶の様子、溶解性、リトマス紙、希硫酸についての観察結果には大きな差がないはずである。しゅう酸溶液、炭酸アンモニウム溶液の Ca 、 Sr 、 Ba に対する白色沈殿の生じ方については、あらかじめ予備実験を行い、適切な指導ができるようにする。

(3) 物質の量を測定する —— 二酸化炭素のモルと分子量を求める ——

※1 『1モルはアボガドロ定数個 (6×10^{23} 個) の粒子を含む物質質量』、『1モルの物質の質量は原子量や分子量にグラム単位をつけた値に等しい』ことを生徒に定着させるようにする。

※2 実験から求めた分子量は $41 \sim 45$ ぐらいになるが、 44 にならない主な原因としては、大理石の純度、捕集法、蒸気圧、溶解度等が考えられる。実験準備に大理石を砕き、よく水洗し、自然乾燥するのは、分子量に大きな差を生じさせないためである。

反応させる大理石は約 1.0 g としてあるが、 1.0 g 以上になると CO_2 の捕集がしにくくなる。

(4) 中和滴定により食酢の濃度をしらべる

※1 水酸化ナトリウムは潮解性があり、分析等で標準液として使うときは、しゅう酸で濃度を標定しなければならないが、ここでは実験のつど、水酸化ナトリウム 4.0 g をはかり、純水にとかし、メスフラスコで 1.0 l とし、これを 0.1 mol/l 水酸化ナトリウム溶液として使用する。

フェノールフタレインは 0.1 g をエタノール 90 ml とかし、これに純水を加えて 100 ml とし、滴瓶に小分けして指示薬とする。

※2 この実験における 0.1 mol/l 水酸化ナトリウム溶液の滴下量は、ほぼ 8.0 ml くらいである。滴下量にばらつきが生じるのは、中和点に近づいたときの滴下の仕方によるので注意させる。

普通、市販されている食酢に含まれている酢酸の濃度は約 4.5% である。

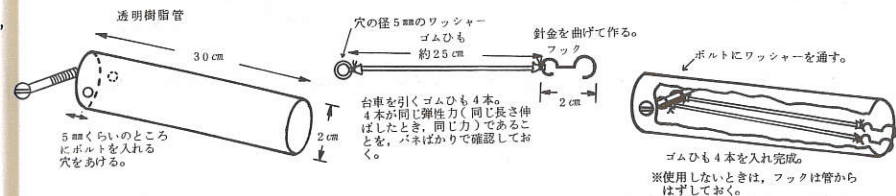
2 運動とエネルギー

(1) 運動の第二法則をたしかめる

※1 ○交流記録タイマー：電源周波数に同調して、毎秒 50 打する。したがって、打点間の所要時間は 50 分の 1 秒であるから、時間の単位に「秒」が使用できる。

○車止め： $3\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ 、長さ 30 cm くらいの角材。台車の当たる面に、ポリウレタンフォーム等のクッション材を接着する。

○加速器：比較的容易に、台車に一定の力が加えられるよう、自作する。



※2 ○力を加えないとき：静止、または等速度（等速直線）運動を続ける。（慣性の法則）

○力を加えたとき：速度が変化する。（加速度運動をする。）

○加速度：単位時間（1秒間）当りの速度の変化の割合。力と質量によってきまる。

※3 実験例

表1 [グループA]

打点	F=1	F=2	F=3	F=4
区間	x [cm]	x [cm]	x [cm]	x [cm]
x_1	2.4	2.4	2.8	2.8
x_2	2.7	2.7	3.5	3.5
x_3	3.1	3.1	4.1	4.1
x_4	3.6	3.6	4.9	4.9
x_5	4.0	4.0	5.6	5.6
x_6	4.4	4.4	6.3	6.3

表2 [グループB]

打点	m	2 m	3 m	4 m
区間	x [cm]	x [cm]	x [cm]	x [cm]
x_1	4.0	4.0	3.4	3.4
x_2	5.1	5.1	4.2	4.2
x_3	6.9	6.9	4.9	4.9
x_4	8.2	8.2	5.5	5.5
x_5	9.4	9.4	6.2	6.2
x_6	11.0	11.0	6.9	6.9

(2) 熱量の保存をしらべる

※1 ○比熱：物質 1 g の温度を 1 K だけ上げるのに必要な熱量。

比熱の小さい物質は、少しの熱量で温度が上がる。すなわち、あたためやすい、冷えやすい。比熱の大きな物質は、あたためにくい、冷えにくい。

水の比熱は $1\text{ cal/g} \cdot \text{K}$ であるが、この値は、水素などの一部を除けば例外的に大きく水が多く物質の中で、温度変化をおこしにくい物質であることを示している。

一般に物質の比熱は温度によって変化するが、常温付近では、物質に固有の値をもつとみなしてよい。

○熱平衡：温度の異なる2つの物体を接触させておくと、熱が移動して、両者が同じ温度になること。

※2 Q_A と Q_B との差が 200 cal 程度は誤差の範囲で、「保存されている」といってよい。

誤差の原因としては、①水の計量誤差、②温度計の読み取り誤差、③放散熱などが考えられる。本実験では、 80°C のとき 100 ml の水の質量を 100 g とみなす（水の密度 20°C : 0.99820 g/cm^3 、 80°C : 0.97180 g/cm^3 ）など、概念を大まかに理解させることを念頭においている。なお、一例として④を 200 g 、 20°C 、⑤を 100 g 、 80°C とすると、 $t_3 = 40^\circ\text{C}$ となる。

(3) 固体の比熱をしらべる

※1 水熱量計(銅製)の代りに、発泡スチロール製コップを使用してもよい。この場合は、容器に入る熱は無視できるので Q_2 が省略され、熱の移動は、[試料の失った熱量(Q)=水の得た熱量(Q_1)]という関係になり、計算が簡単になる。

ただし、容器に入る熱も含めて考えることが熱現象の本来の筋道であるから、水熱量計を使用することが望ましい。

※2 試料としてはこの外に、真ちゅう、亜鉛、鉛がある。

鉛は他の試料に比べ、比熱が小さすぎて($0.031 \text{ cal/g} \cdot \text{K}$)、水の温度変化が少ないので不適当である。やむを得ず鉛を使用しなければならない場合は、水熱量計に入れる水を、できるだけ少量にする。

※3 誤差の原因としては、①水及び水熱量計等の計量誤差、②温度計の読み取り誤差、③放散熱などが考えられる。

(4) 力学的エネルギー保存の法則をたしかめる

※1 テープガイド：記録テープがタイマーを通る時の抵抗(主としてテープのはためき)を小さくするために用いる。またこれを用いると、おもりは下から支えられるので、実験がやりやすい。

厚さ2mmの透明樹脂板で自作する(右図)。塩ビパイプ用接着剤を使うとよい。内径2cmくらいの透明樹脂パイプでもよい。

テープガイドはなくても実験できる。この場合は、テープを上からぶら下げて鉛直に保ち、自然に手を放す。セロハンテープを記録テープに直角にはれば、500gのおもりをぶら下げても保てる。

※2 力学的エネルギー：運動エネルギー(E_k)と位置エネルギー(E_p)の和。この場合は、「重力による位置エネルギー」とまでは言わなくてもよい。 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 、 $E_p = mgh$ と表されるが、それぞれの文字が何を意味するのかを確認することが大切である。

力学的エネルギーが保存されるのは、物体にはたらく力が重力のみの場合、すなわち、空気の抵抗や摩擦力がはたらかない場合である。

※3 実験例： $m=1\text{Kg}$ のとき($m=1\text{Kg}$ とすれば、計算が簡単になる。)

打点区間	ℓ [m]	平均の速さ $\bar{v}$ [m/s]	E_k (J)	高さ h [m]	E_p (J)	$E_p + E_k$ (J)
ℓ_1	23.5×10^{-2}	0.59	0.17	h_1	31.55×10^{-2}	3.09
ℓ_2	4.00	1.00	0.50	h_2	28.45	2.79
ℓ_3	5.57	1.39	0.97	h_3	23.65	2.32
ℓ_4	7.02	1.76	1.55	h_4	17.25	1.69
ℓ_5	8.75	2.19	2.40	h_5	9.35	0.92
ℓ_6	10.02	2.51	3.15	h_6	0	0

表の全部を計算できない場合は、打点区間 ℓ_1 、 ℓ_3 及び ℓ_5 の3個所の計算で、目的は達せられる。

3 生命の連続性

(1) ミクロメーターを使い細胞の大きさをはかる

※1 顕微鏡を運搬するときは、取っ手がとれたりふたがあいて顕微鏡を落とすおそれがあるので、片手でケースの底をおさえ、もう一方で取っ手をしっかり持つ。

レンズは、鏡筒にごみが入らないようにするため、接眼レンズ、対物レンズの順につける。

焦点の合わせ方は、常に「低倍率で焦点を合わせてから高倍率に移る」という原則をまもる。最初から高倍率で焦点を合わせることは非常にむずかしく、また調節しているうちに対物レンズをプレパラートにぶつけ、レンズにキズをつけるおそれがある。

[低倍率] 横から見てプレパラートの5mmくらいまで対物レンズを近づける。調節ネジをどちらに回したら対物レンズとプレパラートが離れていくかを確かめた上で、接眼レンズをのぞきながら静かに離していく。像が現われたところで焦点を合わせる。プレパラートを動かしいろいろな部分を観察する。特に拡大してみたい所があったら、そこが視野の中心にくるようにする。

[高倍率] 低倍率で焦点を合わせたまま、横からみながらレボルバーを静かに回し高倍率の対物レンズにする。対物レンズはプレパラートすれすれになる。接眼レンズをのぞきながら、ほんのわずかに調節ネジを回し上下させると像が現われてくる。現われない場合は、見失ったのであるから、低倍率にもどしてやり直す。

高倍率でよくみるには、①しぼりを調節して最適の明るさにする、②調節ネジで物体の上下に焦点を合わせ立体像をつかむ、ことが大切である。

なお顕微鏡の総合倍率は、対物レンズの倍率×接眼レンズの倍率で与えられる。

※2 タマネギをつくっている厚肉の一枚一枚の部分をつりん葉という。その内側にカミソリで5mm平方くらいの切り目を入れ、ピンセットではぎとった表皮をスライドガラスにとり、スポイトで水を一滴落とし、カバーガラスをかける。

(2) 体細胞分裂を観察する

※1 タマネギをビーカーなどに入れ水栽培をすると数日で発根する。根が2~5cmに伸びたら、先端より1cmくらいを切りとり、固定一解離一染色複合液に入れ、ふたをして24時間くらい室温で放置する。従って実験前日に複合液を入れたペトリ皿をグループの数だけ用意し、その中に採取した根端を入れておくといよい。タマネギは4月頃の休眠期を除いて、年中使用できる。

植物の体細胞分裂を観察するには、まず細胞をできるだけ生きていた状態に近いままに保存し(固定)次に細胞どうしの結合を分離(解離)しやすくして、染色する必要がある。この3つの処理を同時に行うのが固定一解離一染色複合液である。

サフラン0.5gをエタノール20mlに溶かし、これを水で5倍にうすめたものと、1N塩酸(濃塩酸8.3mlを水でうすめて1ℓとする)を1:1の割合で混ぜる。着色びんに入れておけば長期間保存できる。

※2 体細胞分裂の過程は前期、中期、後期、終期の4期に分けられる。

前期は、核膜や仁がみえなくなり、染色体が現われてくる時期

中期は、染色体がはっきりしてきて、赤道板に並ぶ時期

後期は、染色体が二分され、両極に引っばられるように移動する時期

終期は、染色体がまた見えなくなり、間にしきりができて(植物の場合)、2個の娘細胞に分かれる時期

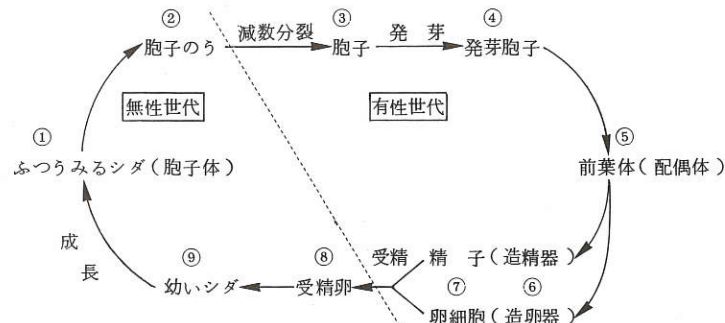
体細胞分裂は連続的な過程であるので、染色体の動きに留意して観察するとわかりやすい。

(3) シダ植物の成長過程を観察する

※1 シダ植物は根・茎・葉がひととおりそろい、管束植物である種子植物に最も近い高等植物である。ふえ方は、種子植物のように花が咲き種子ができてふえるのではなく、胞子でふえる無性生殖（無性世代）と、精子と卵細胞の受精による有性生殖（有性世代）を交互にくり返してふえる（世代交代）。日本にはシダ植物が豊富で800種くらいあるとされている。山野では種の同定まではいかなくても、特徴ある葉と胞子のう（胞子がつくれられ貯蔵される袋）をもっているのが、大体シダであることは見分けられる。イヌワラビ、オンシダ、イタチシダなどはよくみられ、発芽実験にも使われる。最近では観葉植物としてクジャクシダ、ホウライシダなどアジアンタム（クジャクシダ属）のなかまが鉢植えにされ、よく園芸店に飾られている。その一つである南米産アジアンタム・クネアタム（コバホウライシダ）は、室内で育てると次々と新しい葉を生じ、四季を通して胞子のうをつけるので、年中胞子採取ができ実験に適している（市原：教材生物ニュース19）。野生のシダを使った発芽実験は、一般には胞子が完熟する10月頃が適しているが、授業の関係で9月頃胞子を採取してまき、11～12月頃観察実験を行うのが適当であろう。

※2 KH_2PO_4 0.25g KCl 0.12g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 1.00g MgSO_4 0.25g 2% FeCl_3 微量（スポイト3滴くらい）を水1ℓに溶かす。
なおクノッブ液の代用として、園芸用総合肥料として園芸店で売られているハイポネックス0.1%液でもよい。

※3



(4) だ液腺染色体を観察する

※1 材料であるユスリカはつりのえさとして、釣具店でアカムシの名で年中販売されている。購入したユスリカは湿らせた新聞紙やミズゴケとともに、ペトリ皿に入れ冷蔵庫で保存すると10日くらいは使用できる。

染色液の酢酸オルセインは、酢酸カーミンより高価だがよく染まる。

オルセイン2gを70%酢酸100mlによく溶かし、ろ過して着色びんに入れて用いる。

※2 染色体は細胞の核に含れているが、ふつうは細胞分裂の時にしかみられない。双翅類（ハエやカ）のだ液腺染色体は細胞分裂時以外でも常にみられ、ふつうの染色体の100倍もあり横縞のある巨大染色体になっているので観察しやすい。ユスリカの幼虫の染色体は8本あるが、対応する2本ずつが対になっている（このことを対合といい、対合した太い染色体は二価染色体といわれる）ので太い4本にみえる。

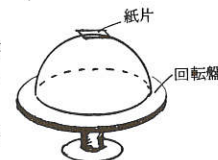
だ液腺染色体の横縞の数や位置はかなり一定しているので、染色体のどの位置にどのような遺伝子が存在しているかを追求するのに役立っている。

4 自然界の平衡とその保全

(1) 地球の自転を証明する

※1 変角測定装置は振り子の振動面の変化を測定する装置である。自作することもできるが、誤差が大きいので市販のもの（28,000円くらい）を使うのが望ましい。

※2 右図の装置で演示し、回転盤が北極点での地平面に相当することを考えさせてからこの実験に入るとよい。



回転盤を動かさなければ、A、Bいずれから見ても振動面は変わらない。回転盤を左まわりに動かすと、Aから見ても変わらないが、Bにいる人にとっては、1回転する間に、右まわりに360°だけずれていく。

※3 地軸と地平面との関係は右図のとおりである。振り子の振動面のずれが緯度によって違ってくことを考えさせたい。



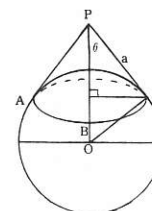
※4 山形で測定すると、 $\angle PBQ = 55^\circ$ くらいになる。

理論的には、右図で、円すいPACの側面の展開図を書き、中心角を x° とすると、

$$2\pi a \times \sin \theta = 2\pi a \times \frac{x^\circ}{360^\circ} \rightarrow x = 360^\circ \times \sin \theta$$

$\theta = 38^\circ$ とすると、 $x = 221.6^\circ$ となる。

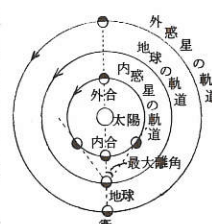
つまり、山形で測定すると、振り子の振動面は、1日に約222°だけ右まわりに動くことになる。



(2) 火星の公転軌道をしらべる

※1 表より地球と火星

の公転周期は、それぞれ365日、687日である。また、その倍率は、 $687 \div 365 \approx 1.881$ で火星は地球の約1.9倍である。



図より地球の内側

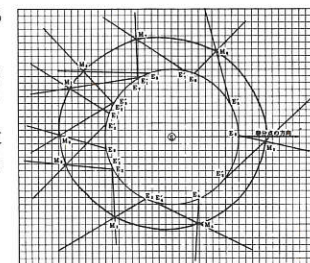
と外側の惑星を、それぞれ内惑星、外惑星という。したがって、火星は外惑星に属する。

なお離心率の値から地球の軌道はほぼ円に近いといえるので、ここでは円として扱うことにする。

※2 火星の軌道面の黄道面に対する傾きは 1.85° である。特に大きい水星と冥王星を除くと、他の惑星は $0.7^\circ \sim 3.39^\circ$ の範囲に入るので、水星と冥王星以外は地球の軌道面の近くを公転しているといえる。つまり惑星は、天球上の黄道近くで見ることができる。

※3 右図のようなほぼ円に近い円となる。

惑星	平均距離 (10^8 km)	公転周期 (年)	離心率	軌道傾斜
内惑星				
水星	0.579	0.241	0.206	7.0
金星	1.082	0.615	0.007	3.39
地球	1.496	1 (365日)	0.017	—
外惑星				
火星	2.279	1.881 (687日)	0.093	1.85
木星	7.783	11.86	0.048	1.31
土星	14.270	29.46	0.056	2.49
天王星	28.710	84.08	0.046	0.77
海王星	44.971	164.82	0.010	1.77
冥王星	59.135	248.54	0.248	17.15



(3) 花コウ岩の造岩鉱物をしらべる

※1 実習用岩石と鉱物は、事前に購入し人数分またはグループ数だけ準備しておく。

モースの硬度計の硬度1～7の鉱物は、実習用鉱物で代用できる。また、鉄乳鉢(または金床)は、鉄板でも代用できる。

※2 火成岩の造岩鉱物は7種類である。このうち石英、正長石、斜長石は無色鉱物である。正長石と斜長石の区別は、ルーペでは無理で長石と総称されている。ただ長石の単体はないので、ここでは正長石で代表させた。また、黒雲母、角閃石、キ石、カンラン石の4つが有色鉱物である。

※3

鉱物	性質	色	形	光沢	条こん色	硬 度	へき開
石 英	乳白色	不定形	ガラス	白 色	7	なし	
水 晶	無 色	六角柱状	ガラス	白 色	7	なし	
正長石	乳白色	柱 状	ガラス	白 色	6	あり(2)	
黒雲母	黒 色	偏 平	真 珠	淡褐色	2.5	あり(1)	
方解石	白、無	リヨウ面体	ガラス	白 色	3	あり(3)	
方鉛鉱	鉛灰色	立方体	金 属	鉛灰色	2.5	あり(3)	

※4 上から順に

- ・3種類
- ・黒色、白色、無色透明
- ・そろっている
- ・等粒状

へき開が「あり」の場合、1方向、2方向、3方向とあるので、その方向数を()に記入した。

※5

鉱物	性質	色	光沢	硬 度	へき開	鉱物名
A		乳白色	ガラス	7	なし	石 英
B		乳白色	ガラス	6	あり(2)	正 長 石
C		黒褐色	ガラス	2.5	あり(1)	黒 雲 母

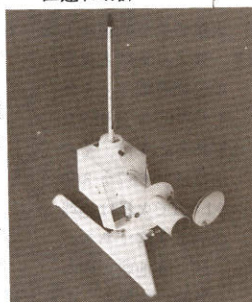
石英、正長石、黒雲母の順序になっていなくてもよいが、A～Cと鉱物名は対応していなければならない。

(4) 直達日射量を測定する

※1 日射には全天日射と直達日射とがある。「直達日射は、入射方向に垂直な平面に太陽面から直接入射する日射をいい、全天日射は、立体角 2π の全方向から水平面に下向きに入射する直達日射と散乱日射の和である(理科年表より)。」

この実験では直達日射を測定するのがねらいであるが、学校の実情を考えて簡易日射計で代用させた。右図のような直達日射計があればあわせて使用したい。

直達日射計



※2 この値を太陽定数(地球の大気圏外で太陽に正対する 1cm^2 が1分間に受ける太陽の輻射総量)という。 $1.96\text{cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ であるが概数をとって2.0とした。

なお、日本では世界気象機関の決定により、1981年により世界放射基準を採用し、日射量の単位を $\text{cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ から、 $\text{kW}\cdot\text{m}^{-2}$ に変更した。これによると太陽定数は $1.37\text{kW}\cdot\text{m}^{-2}$ となる。

測定値は $1\text{cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ くらいになるものと思われる。この値と太陽定数との差が大気圏で吸収されたものと考えられる。

参考までに、山形での全天日射量の月平均日量をあげておく。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
日射量	6.8	9.3	12.6	15.6	18.4	16.6	16.6	16.1	12.6	9.6	6.7	5.7	12.2

単位は $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ 、1951～1980年の平均値、山形地方気象台の調べによる。

火星の公転軌道をしらべる

年 組 番・氏名

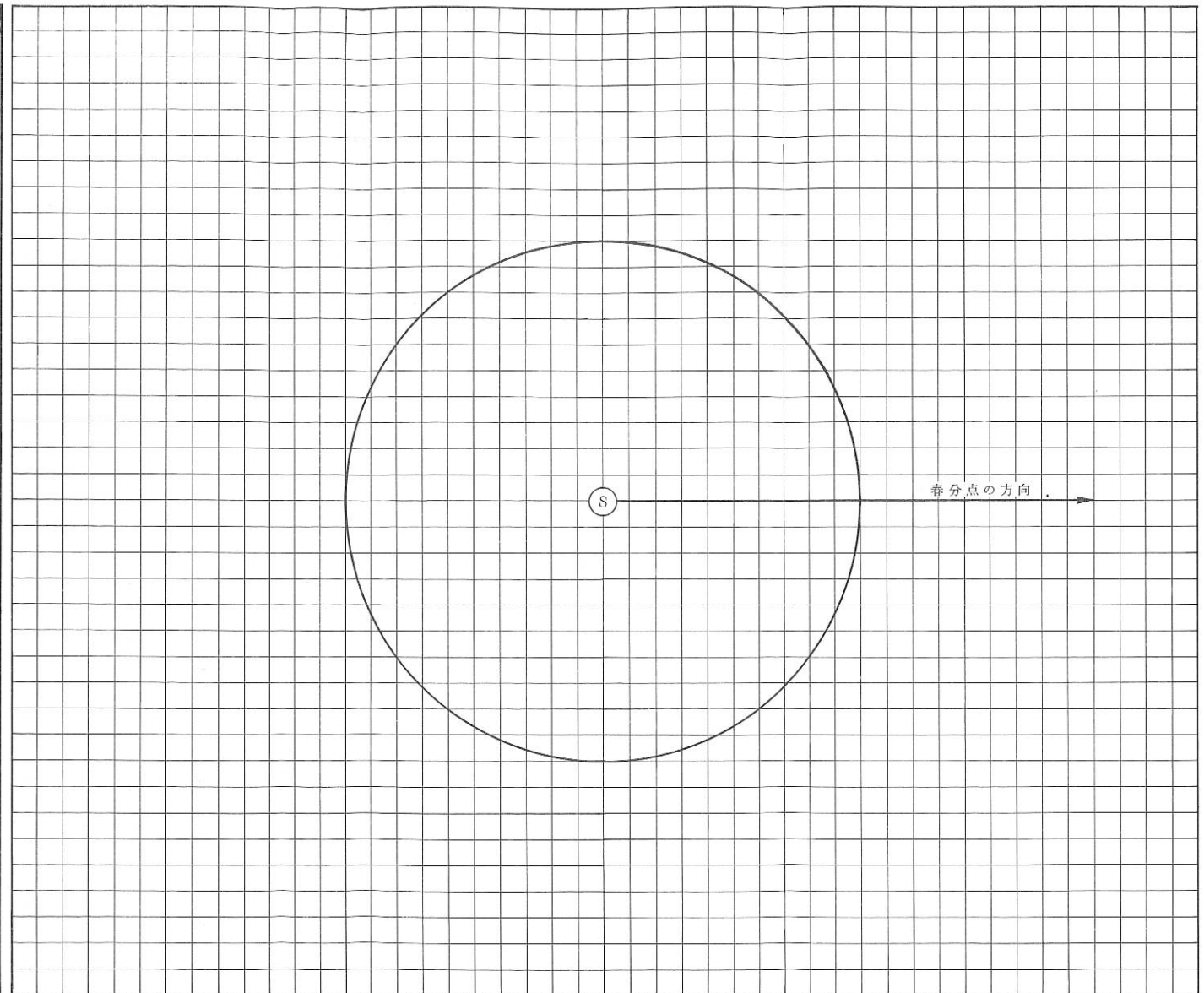
前ページの「ウ 展開」にしたがい、下表のデータから、
作図によって火星の公転軌道をしらべてみよう。

＜火星軌道決定用データ＞

群	年 月 日	地球の位置		火星の位置	
1	1948. 2. 29	E_1	159.3°	M_1	147.4°
	1950. 1. 19	E'_1	118.3°		188.3°
2	1950. 4. 19	E_2	208.4°	M_2	174.9°
	1952. 3. 9	E'_2	168.4°		225.0°
3	1952. 5. 28	E_3	246.6°	M_3	210.0°
	1954. 4. 18	E'_3	207.4°		272.0°
4	1954. 7. 17	E_4	293.9°	M_4	266.2°
	1956. 6. 6	E'_4	255.2°		334.6°
5	1956. 9. 24	E_5	0.9°	M_5	348.1°
	1958. 8. 15	E'_5	321.6°		42.8°
6	1958. 12. 3	E_6	70.3°	M_6	45.8°
	1960. 10. 23	E'_6	29.6°		104.9°
7	1961. 1. 21	E_7	120.7°	M_7	91.9°
	1962. 12. 12	E'_7	79.5°		146.8°
8	1963. 2. 20	E_8	150.6°	M_8	132.9°
	1965. 1. 10	E'_8	109.6°		177.6°
9	1965. 3. 31	E_9	190.1°	M_9	164.0°
	1967. 2. 19	E'_9	149.6°		210.1°

＜参考＞

- 発展学習として次のことをやってみよう。
 - Sを中心とし、半径 SM_5 の円を描きケプラーの第一法則がどの程度成り立つか確かめる。
 - 扇形 M_4SM_5 , M_6SM_7 , M_8SM_9 に入ります目をかぞえ第二法則がどの程度成り立つか確かめる。
- ケプラーは、師のティコ・ブラーエの死後、彼の約20年間にわたる精度の高い天体観測資料を引きつぎ、これを整理して発見したのが、ケプラーの法則である。彼は1609年に第一と第二の法則を発表し、その10年後の1619年に第三の法則を発表した。
ニュートンは、この半世紀後に万有引力の法則を発見し、ケプラーの法則を理論的に導き、その正しいことを証明した。



参 考 文 献

- 「理科Ⅰ」指導資料(Ⅰ) 昭和57年 山形県教育センター
高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編 昭和54年 文部省
理科Ⅰ・理科Ⅱの指導 昭和57年 文部省
高等学校学習指導要領の展開 理科編 石黒・大塚編集 1978年 明治図書
「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年 東洋出版社
理科Ⅰ・Ⅱの実験指導 日本理化学協会編 昭和54年 培風館
小学校指導書 昭和53年 文部省
中学校指導書 昭和53年 文部省
化学大辞典 化学大辞典編集委員会 昭和38年 共立出版
教材生物ニュース(Vol.19) 教材生物研究会 財団法人日本科学協会
理科年表 東京天文台編纂 1981年 丸善株式会社
地学のあゆみ 理科教育のための科学史4 島村福太郎編著 昭和56年 第一法規

あ と が き

昭和55年9月、文部省主催の北海道・東北・北関東地区理科Ⅰ研修会が当教育センターで開催されました。それに先立って、当教育センターとして理科Ⅰをどのようにとらえ、どう構成するか、またどんな実験事例を設定するかについて、いろいろ討議しました。

その中で、これまでの高等学校理科では、理科の中の1～2科目を受けもって指導してきたことから、総合理科としての性格をもつ理科Ⅰの指導については、教師に不安やとまどいがあるのではないかとの問題意識がもたれました。

そこで、当教育センターでは基本的で平易な実験をとり上げ、自信をもって容易に指導できるような教師のための資料をつくり、指導の一助としていただくことを考えました。

昭和56年度には、指導資料(Ⅰ)を刊行し、実験の指導展開例を示しました。本年度は指導資料(Ⅱ)を作成し、生徒の実験を効率的に進めるため、実験展開例を実験テキスト的に示しました。(Ⅰ)と(Ⅱ)を併せて使っていただくことで、一層の効果をねらったつもりです。

専門的な立場からみれば、物足りない点や不備の点も多々あることと思いますが、この指導資料が活用されることによって、さらに多くの実験事例が開発され、指導法が確立されることを願うものです。

全体的に統一をはかりながら作成に当たりましたが、ページ数の関係などから十分意を尽せなかった点や改善を要する点もあると思われるので、ご検討やご批評を賜れば幸いです。

昭和58年3月25日印刷

昭和58年3月31日発行

発行所 山形県教育センター
天童市大字山元字犬倉津2515
TEL(02365)4-2155(代)

印刷所 株式会社小松印刷所
山形市北町2丁目7番11号
TEL(0236)84-2735(代)
